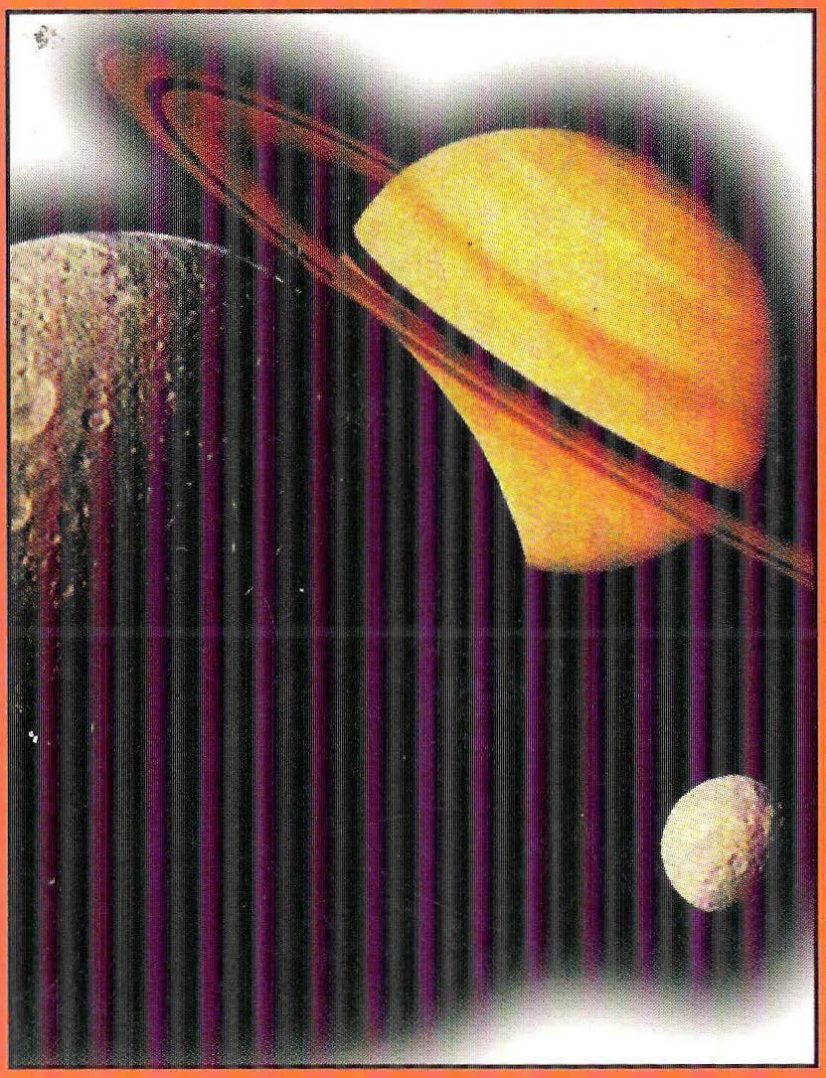
Gezegenler Kılavuzu

Patrick Moore



kutuphaneci - eskikitaplarim.com

TÜBİTAK

1. Basım

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 22

Gezegenler Kılavuzu - New Guide To The Planets
Patrick Moore
Çeviri: Özlem Özbal

Copyright © 1993 by Patrick Moore
© Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 1996
Tübitak Yayın Komisyonu Kararı ile Yayımlanmıştır

ISBN 975 - 403 - 036 - 7

Birinci Basım Ocak 1996 (2500 adet)

Yayın Yönetmeni: Zafer Karaca
Yayın Koordinatörü: Sedat Sezgen
Teknik Yönetmen: Duran Akca
Tasarım: Ödül Evren
Uygulama: Yılmaz Özben

TÜBİTAK
Atatürk Bulvarı No:221 Kavaklıdere-Ankara
Tel: 0.312. 427 33 21 Fax: 0.312. 427 13 36
e-mail: bteknik@tubitak.gov.tr
Internet: www.bteknik.tubitak.gov.tr

Özyurt Matbaacılık - Ankara

Gezegenler Kılavuzu

Patrick Moore

ÇEVİRİ
Özlem Özbal

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

İçindekiler

Önsöz

I. Bölüm 1
'Gezgin Yıldızlar'

II. Bölüm 7
Gezegenlerin Doğuşu

III. Bölüm 19
Gezegenlerin Hareketleri

IV. Bölüm 33
Gezegenlere Gönderilen Roketler

V. Bölüm 41
Merkür

VI. Bölüm 59
Venüs

VII. Bölüm 75
Dünya

VIII. Bölüm 91
Ay

IX. Bölüm 111
Mars

X. Bölüm 129
Küçük Gezegenler

XI.Bölüm *151*
Jüpiter

XII. Bölüm *171*
Satürn

XIII. Bölüm *191*
Uranüs

XIV. Bölüm *203*
Neptün

XV. Bölüm *215*
Plüton

XVI. Bölüm *227*
Gezegenlerin Ötesinde

XVII. Bölüm *233*
Gezegenlerde Hayat

Ekler *241*
I Gezegenleri Gözlemlerken *241*
II Sayılarla Gezegenler *253*
III Sayılarla Uydular *254*
IV Sayılarla Küçük Gezegenler *258*
V Gök Bilimi Dernekleri *259*
VI Kaynakça *260*

Önsöz

Gezegenler Kılavuzu'nun ilk baskısının üzerinden kırk yıl geçti. Kitap, o zamandan beri birçok kez gözden geçirilip, tekrar basıldı; bunların sonuncusu 1980'li yılların başındaydı. Kitabın tümünün tekrar yazılması artık kaçınılmaz bir hale gelmişti: Geçtiğimiz birkaç yılda o kadar çok şey oldu ki!

Son yıllarda gezegenler hakkında çok kitap yazıldı; ancak ben burada uyduların bize uzaydan gönderdiği verileri ayrıntılı bir şekilde inceleyecek değilim. Öncelikle, bir teleskoba sahip olan ve 'gerçek' gözlem yapma isteği duyan kişiler için yazıyorum. Beni modası geçmiş bir anlayışı benimsemekle suçlayanlar çıkacaktır; bu durumda suçlu olduğumu kabul ediyorum, ama en azından şu anda piyasada bulunan çoğu kitapla aynı konuya değinmediğimin gözönüne alınması gerekir. Umarım kitabımı okuyanlardan bazıları bir teleskoba sahip olma isteği duyar ve gezegenleri kendi başlarına incelemeye başlarlar. Emin olduğum birşey var ki gördükleri onları hayal kırıklığına uğratmayacak.

Patrick Moore
Selsey, Sussex, 1993

I. BÖLÜM

Gezgin Yıldızlar

İlginç bir zamanda yaşıyoruz. Bizim evimiz Dünya, ama bazı insanlar çoktan onun ötesine geçtiler. 1969 yılının Haziran ayında Neil Armstrong ve Edwin Aldrin'in Ay yüzeyine ayak basmalarıyla yeni bir çağ başladı. Böylece iki dünya arasında gerçek ve sağlam bir köprü kurulmuş oldu. Evet orada uzun süre kalmadıkları bir gerçek, ama zaten yolculukları ön-keşif anlayışıyla düzenlenmişti, dolayısıyla süre, elde edilen sonucun önemini değiştirmiyor. Şimdi üzerinden çok zaman geçmiş gibi geliyor; üstelik Ay'a 1972'den beri gidilmedi, ama yine de yakın bir gelecekte tam teşekküllü bir Ay Üssü kurulacağına inanmamız için bütün koşullar mevcut.

Tabii ki bu yalnızca bir başlangıç. Sadece dörtyüz milyon kilometre uzakta olan Ay, uzaydaki en yakın 'doğal' komşumuz (her an bizi bırakıp gidebilecek ve tekrar göremeyeceğimiz birkaç küçük asteroiti yani küçük gezegeni saymıyorum) ve biz Güneş'in etrafında dönerken yanımızdan hiç ayrılmıyor. Gökyüzünde parlayan Ay'a bakarken, çoğu zaman onun Güneş ailesinin veya Güneş sisteminin küçük bir üyesi olduğunu aklımıza bile getirmiyoruz. Kendi ışığı yok, parlıyor, çünkü Güneş'ten gelen ışınları yansıtıyor, üstelik çok da küçük. Örneğin Dünya'nın bir tenis topu kadar olduğunu kabul edersek, Ay pinpon topundan daha büyük değil.

Aslında Dünya kendi başına bir önem taşımıyor, ona bu önemi atfeden bizleriz. Dünya normal boyutta bir gezegen, onu farklı kılan tek şey, atmosferindeki oksijen oranının yüksekliği ve yüzeyinin büyük bir kısmının sularla kaplı olması. Burada yaşıyoruz, çünkü koşullar bize uygun; ve bugün artık emin olduğumuz birşey var ki, Güneş sisteminde, açık havada yaşayabileceğimiz başka bir diğer gezegen yok.

Geçtiğimiz birkaç yıl içinde gezegenler hakkında birçok kitap yazıldı. Çeşitli uzay araçları tarafından gönderilen etkileyici ve çoğu kez şaşırtıcı bilgiler düşünülecek olursa, daha söylenecek çok şey var. Ama benim buradaki amacım biraz daha farklı, çünkü ben gezegenleri, küçük veya orta boy bir teleskop sahibi gözlemcinin ağzından anlatmak istiyorum. Bu durumda önce Güneş sisteminde bir 'yoklama' yapmam yerinde olur. Dokuz gezegen, onların Ay'ları veya uyduları, 'kirli kartopları' diyebileceğimiz kuyruklu yıldızlar, asteroitler yani küçük gezegenler; çok miktarda enkaz ve tabii ki tek yıldızımız olan Güneş.

Güneş sistemini gösteren herhangi bir plana baktığımızda sistemin, kesin bir biçimde iki bölüme ayrıldığını görürüz. İlk olarak, nispeten küçük olan katı gezegenler vardır: Merkür, Venüs, Dünya ve Mars. Sonra içinde, asteroitler, planetoit veya küçük gezegen olarak adlandırılan binlerce küçük gök cisminin hareket ettiği geniş bir aralık yer alır. Sonra sıra dört 'dev'e gelir: Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün. Kurallara uymayan asi Plüton en dıştadır. Tam anlamıyla bir gezegen olarak sayılmayı pek haketmeyen Plüton, oldukça yakın bir tarihte, 1930'da keşfedilmiştir. Neptün ve Plüton'un ötesinde ise en yakın 'gece yıldızları'na kadar gaz ve toz bulutundan başka birşey yoktur.

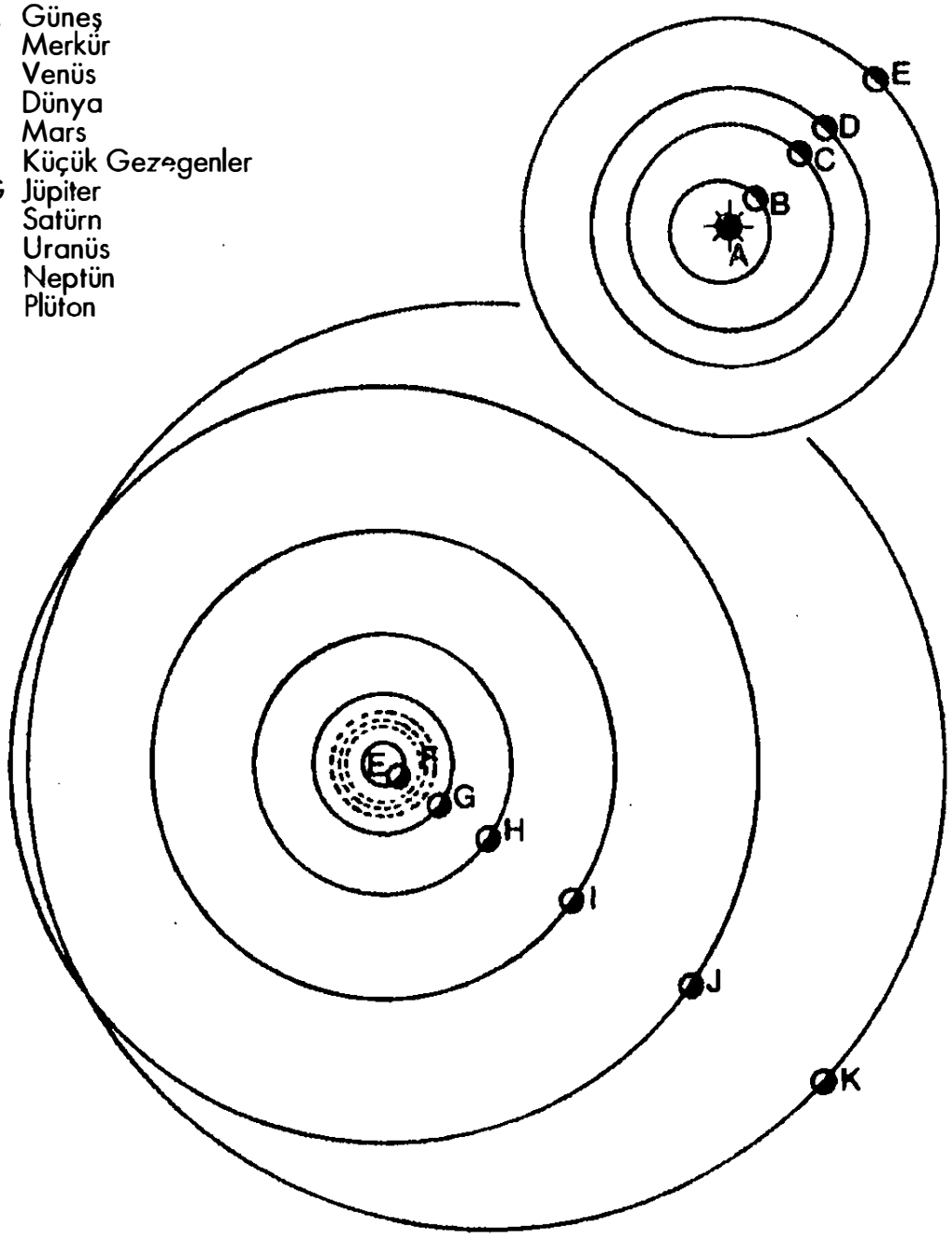
GÜNEŞ DÜNYA En Yakın Yıldız 6,5 km. uzakta

Güneş'ten sonra Dünya'ya en yakın parlak yıldızın uzaklığı. Güneş ile Dünya arasındaki mesafeyi 2,5 cm olarak kabul edersek, α Centauri, Dünya'dan 6,5 km uzaktadır.

Güneş bizden 149.637.000 kilometre uzaktadır, bu gök bilim ölçütlerine göre büyük bir uzaklık sayılmaz. Öteki yıldızlar o kadar uzaktır ki aramızdaki mesafeyi ancak trilyonlarca kilometre ile ifade edebiliriz. Yani daha büyük bir birime ihtiyacımız var. Bunu da doğa bize sağlıyor: Işık yılı. Işık, saniyede 300.000 kilometre kateder, bu bir yılda yaklaşık $9{,}4605 \times 10^{12}$ kilometrelik bir mesafe demektir. İşte bu uzaklığa biz bir 'ışık

yılı' diyoruz. Güneş'ten sonra bize en yakın yıldız olan Proksima Centauri, dört ışık yılı uzaktadır. Bu yaklaşık olarak 38,6 x 10^{12} kilometreye karşılık gelmektedir. Dünya ile Güneş arasındaki mesafeyi 2,5 cm olarak kabul edelim. Bu durumda Proksima ne kadar uzakta olacaktır? Yanıt: 10 kilometreden fazla! Bu arada Dünya ile Güneş arasındaki mesafenin 'gök birimi' olarak kabul edildiğini hatırlatayım.

A Güneş
B Merkür
C Venüs
D Dünya
E Mars
F Küçük Gezegenler
G Jüpiter
H Satürn
I Uranüs
J Neptün
K Plüton



Güneş sisteminin planı. Sistemin küçük gezegenler kuşağı tarafından nasıl ikiye bölündüğü açıkça görülüyor.

Çıplak gözle bakıldığında gezegenler tıpkı yıldızlara benzer, ama gerçekte yıldızlarla hiçbir benzerlikleri yoktur. Güneş, sıcak gazlardan oluşmuş çok büyük bir küredir. Dış yüzeyinin sıcaklığı yaklaşık 6000°C'tır (11,000°F), çekirdeğindeki sıcaklığın ise 14 milyon°C'tan (25 milyon°F) fazla olduğu sanılmaktadır. Güneş'in içinden Dünya büyüklüğünde bir milyon küre çıkarabilirsiniz, ama yine de bütün Güneş'i bitiremezsiniz. Yaydığı enerjiyi derinliklerinde meydana gelen çekirdek tepkimelerinden alan Güneş, saniyede yaklaşık 4 milyon ton kütle kaybetmektedir. (Bilmem buna rağmen geride oldukça çok şey kaldığını belirtmeme gerek var mı?) Güneş sisteminin rakipsiz ve tek hakimi Güneş'tir. O, gezegenlerin en büyüğü olan Jüpiter'den bile 1000 kat büyüktür.

Daha fazla ayrıntıya girmeden önce, gezegenlerin yörüngelerinin Güneş'e uzaklıklarının gerçeğe uygun oranlarla yer aldığı bir Güneş sistemi çizimi vermenin yararlı olacağını düşündüm. Ne yazık ki Güneş sistemi orantılı genişlemediği için o tür bir çizimi tek bir sayfaya sığdırmayı başaramadım. Söz gelimi Neptün, Güneş'e bizim olduğumuzdan otuz kat daha uzak. Çözümü sistemi ikiye bölmekte buldum. Üst taraftaki çizim 'yerbenzeri' gezegenler olarak adlandırılan üç küçük gezegenin ve Dünya'nın yer aldığı iç kısmı gösteriyor. Bu gezegenlerin 'yerbenzeri' olarak adlandırılmalarının nedeni, Dünya ile benzerlikler gösteren bazı özelliklere sahip olmalarıdır. Ancak bazı yönlerden de Dünya'dan kesin bir şekilde ayrılırlar. Küçük gezegenlerin yoğun olarak bulunduğu alan, Mars ile Jüpiter'in yörüngelerinin arasıdır. Küçük gezegenler kümesinin en büyük elemanı olan Ceres'in çapı bile 800 kilometre kadardır. İkinci kısımda, yerbenzeri gezegenler ile Dünya'ya hiçbir bakımdan benzemeyen gaz yapılı ve düşük yoğunluklu dört dev arasındaki geçişi göstermeleri açısından Mars ve Ceres'i de çizime dahil ettim. Farkettiyseniz Plüton'u göstermedim, çünkü o daireye hiç benzemeyen yörüngesiyle diğer gezegenlerden ayrılır. Plüton, her 248 yılda bir geldiği günberi noktasının yakınlarında Güneş'e Neptün'den daha fazla yaklaştığı bir devre geçirir.

Teleskopla baktığınızda gezegenlerin yuvarlak yapısını kolaylıkla görürsünüz, oysa yıldızlar parıldayan birer nokta gibi görünürler. Bütün gezegenlerin kendilerine has özellikleri vardır ve hiçbiri birbirine benzemez. Bugün sahip olduğumuz bilgilerin çoğunu, Plüton dışında tüm gezegenlerin yanından geçerek bize yakın plan görüntüler göndermiş olan uzay araçları sayesinde elde etmiş bulunuyoruz. Buna rağmen gezegenlerin esrarını tam olarak çözebilmiş değiliz. Şaşırtıcı olan birşey var ki amatör bir gözlemci (bugün bile) hâlâ yararlı bir araştırma yürütebilir. Elbette şu anki fırsatların kırk yıl öncesine göre daha az olduğunu kabul ediyorum ama sistemli çalışan bir gözlemcinin değerli katkıları -ve dolayısıyla harika keşifleri- olabilir.

II. BÖLÜM

Gezegenlerin Doğuşu

Dünya nasıl meydana geldi? Bu, insanoğlunun yüzyıllardır yanıt aradığı bir soru. Zaman içinde bu konuda bazıları akla yatkın, bazıları ise çılgın sayılabilecek sayısız kuram öne sürüldü. Ama tutucu Protestanlardan başka hiç kimse kesin bir yanıt verdiğini iddia edemedi. Bugünse doğru yolda olduğumuzdan emin gibiyiz. Eski fikirleri aştığımız bir gerçek, ama ben özellikle Kuzey Amerika yerlilerinden İrokuaların görüşlerine hayranım. Herşeyi, "Cennet'ten atılan bir kadın, bir kaplumbağanın üstüne düştü, o da Dünya'ya dönüştü" şeklinde basitçe açıklayıverirler. Konu bundan daha açık bir şekilde anlatılamazdı doğrusu!

Herşeye en baştan başlamamız gerektiği çok açık. Günümüzde genel olarak benimsenen görüş, evrenin -uzay, zaman, madde, herşey- 15-20 milyar yıl önce meydana gelen 'Büyük Patlama' ile oluştuğudur. Bunu kabul ettiğimizde, bizimle biten inandırıcı bir evrimsel süreci de başlatmış oluruz. Bilmediğimiz şeyler de var; örneğin Büyük Patlama'nın nasıl veya niye olduğu. Ben şu anda, saygıdeğer bazı bilim adamlarımızın şüpheli bir tutum takındıklarını bildiğim halde, çoğunluğun görüşünü, yani patlamanın gerçekleştiğini kabul etmek niyetindeyim (Asıl sorun, bunun yerini alabilecek yeni bir kuram geliştirmenin zor oluşu).

Galaksiler oluştu; sonra da galaksilerin içinde yıldızlar ortaya çıktı. Güneşimiz yaklaşık 5 milyar yaşında, bu onun 'ilk kuşak' yıldızlardan olmadığını gösteriyor. Güneş, süpernova patlamaları sırasında eski yıldızların püskürttüğü maddelerden oluşmuştur. Evrendeki birçok gök cismi gibi Güneş'in de çoğunluğunu hidrojen oluşturur (% 70'ten fazla-

sını). Elementlerin en hafifi hidrojendir; hem hafiflik hem de Güneş'te bulunma sıralamasında ikinci sırayı helyum alır.

Dünya'nın Güneş'ten genç olduğu konusunda hiçbir şüphe yoktur; aslında Dünya, yaklaşık 4,57 milyar yaşındadır diyebiliriz. Bu konuda yapılan çalışmaların hemen hepsinde aşağı yukarı aynı sayıya ulaşılmıştır. Yazılı tarih, bizi zaman içinde fazla gerilere götürmez; ama arkeolojik araştırmalar çok daha iyisini yapabilir. Fosilleri -uzun süre önce ölmüş yaratıkların kalıntılarını- inceleyerek bundan milyarlarca yıl önce neler olup bittiğini öğrenebiliriz. Aslında, Dünya'nın çok yaşlı olduğu konusunda ilk kesin kanıtı da bize yine fosiller sağlamıştır. Daha önceleri, bu gibi konularda karar vermede yetkili makam Kilise'ydi. Örneğin Armagh Başpiskoposu Ussher 1654'te, Dünya'nın M.Ö. 4004 yılının 26 Ekim sabahı saat dokuzda yaratıldığını iddia etmişti (Bu şaşırtıcı sonuca patriklerin yaşlarını toplayarak ve bunun gibi konuyla alâkasız başka bazı hesaplamalar yaparak ulaşmıştı. Bu sırada 'artık yılları' gözönüne alıp almadığını öğrenmeyi bir türlü başaramadım!).

Bununla beraber fosiller, bizi başlangıca götürmeyi başaramaz; çünkü Dünya olduğu haliyle bir anda ortaya çıkmış olamaz. Dünya'nın aşamalı bir oluşum süreci geçirmiş olması gerekir. Ayrıca Dünya üzerinde ilk andan itibaren hayatın bulunması da imkânsızdı, en azından sıcaklığın aşırı yüksek oluşu buna imkân vermezdi. Dünya'nın yaşını hesaplamak için kullanılan daha gelişmiş bir yol ise uranyum gibi elementlerin incelenmesine dayanan ve radyoaktif tarihleme olarak bilinen yöntemdir.

Dünya'da doğal olarak bulunan doksan iki temel madde veya elementin en ağırı uranyumdur. Kalıcı bir element olmayan uranyum, kendiliğinden bozularak, son bozulma ürünü olan kurşuna dönüşür. Ama bu atomların bölünmesi süreci pek hızlı gerçekleşmez. Bilimsel adı U^{238} olan özel bir uranyum tipinin atomlarının yarısının kurşuna dönüşmesi için gerekli zaman 4,5 milyar yıldır (Bu 'yarı ömür' radyum için sadece 1620 yıldır). Uranyum dönüşmesi sonucunda olu-

şan kurşun ile normal kurşun birbirlerinden ayırdedilebilir, dolayısıyla uranyum kurşunu ile kalan uranyum miktarları arasındaki orana bakarak bozulmanın ne zaman başladığını saptayabiliriz. Bu da uranyum içeren kayaçların yaşını daha kesin bir şekilde hesaplamamızı sağlar.

Bir başka radyoaktif element de stronsiyuma dönüşen rubidyumdur. Rubidyumun yarı ömrü 46 milyar yıldır, bu süre kozmik ölçütlerle bile uzun sayılır. Bu arada radyoaktif bir maddenin bozulum oranının hep sabit kaldığını aklınızdan çıkarmayın; bu oran sıcaklık değişmelerinden, basınçtan veya herhangi başka birşeyden etkilenmez.

Radyoaktif tarihleme yöntemiyle elde edilen sonuçlar oldukça kesindir. Bazı kayaçların en az 4,5 milyar yaşında olduğu saptanmıştır. Bu, Dünya'nın geçmişinin daha da eskilere gittiğini gösterir. Yani uzun süre iddia edilen kısa geçmiş fikirleri artık saf dışı kalmıştır. Söz gelimi, Kraliçe Viktorya zamanının büyük fizikçilerinden Lord Kelvin, Dünya'nın yaşının, on milyon yıldan biraz fazla olduğunu öne sürmüştü. Lord Kelvin bu sonuca, Dünya, Güneş kadar sıcak olsaydı (yüzey sıcaklığı 6000°C veya 11.000 K), bu sıcaklığın bugünkü sıcaklığa düşmesi için ne kadar zaman geçmesi gerekirdi, sorusuna dayanarak yaptığı hesaplamalarla ulaşmıştı. Ben bu konuda daha fazla ayrıntıya girmenin bir yararı olacağını sanmıyorum, çünkü 4,57 milyar yıl olarak belirtilen sayının gerçeğe çok yakın bir tahmin olduğu konusunda bir şüphe yok. İnsanoğlu Dünya'nın yeni sakinlerindendir, ayrıca tarihsel dönem, evrenin zaman ölçeğinde ifade edildiğinde oldukça kısadır. Dünya'nın yaşını bir gün olarak kabul edersek, Hastings Savaşı bir saniye önce olmuş gibidir.

Güneş sisteminin oluşumuna ilişkin ilk bilimsel kuram, Laplace Markisi Fransız Pierre Simon tarafından 1796 yılında ortaya atılmıştır. 'Bulutsu Varsayımı' olarak adlandırılan bu kuram, bazı yönleriyle daha önce İngiliz Thomas Wright ve Alman Immanuel Kant'ın öne sürdüğü fikirlerden ayrılan ve gerçekleşmiş olma olasılığı daha yüksek olan bir kuramdır. Laplace'ın kuramına göre, önce yavaşça dönen dairesel

biçimli bir gaz bulutu kümesi vardı ve bu bulutsu küme geçirdiği bir dizi evrimsel süreç sonucu, gezegenlerin ve onların uydularının eşlik ettiği merkezî bir güneşe dönüştü.

Laplace, gaz bulutunun soğurken sıcaklığını uzaya dağıtarak sıkıştığını ve dönme hızının, kenardaki merkezkaç kuvveti kütleçekimiyle eşitlenene kadar arttığını varsayıyordu. Bu aşamada halka şeklinde bir parça ana kütleden koparak ayrıldı ve aşama aşama yoğunlaşarak bir gezegene dönüştü. Bulutsudaki sıkışma devam edince kopan ikinci bir halka ikinci bir gezegeni oluşturdu. Bu sürecin tekrar tekrar yaşanması sonucu bir merkezî cisim (Güneş) ve etrafında dönerek ona eşlik eden gezegenler topluluğu ortaya çıktı. En yaşlılar dış gezegenlerdi, Güneş'e en yakın gezegen olan Merkür ise Güneş ailesinin en genç ferdiydi.

İlk bakışta son derece tutarlı görünen Bulutsu Varsayımı, uzun yıllar geniş bir kitle tarafından kabul görmüştü. Ancak daha sonra matematiksel açıdan incelendiğinde büyük yanlışlar içerdiği farkedildi. Sıkışma sırasında savrulan parçalar halka şeklinde olamazdı, olsa bile o tür bir halka bir gezegene dönüşemezdi. Başka bir sorun da, ilk baştaki gaz bulutunun düz olduğu varsayımı nedeniyle ortaya çıkıyordu; bu durumda gezegenlerin yörüngelerinin, Güneş'in ekvatoruyla aynı düzlemde olması gerekirdi, ama böyle değil. Dünya'nın yörüngesi, Güneş'in ekvatoral düzlemine göre tam yedi derece eğiktir. Merkür'ünki ise bizimkiyle aynı yönde yedi derece daha eğiktir. Ama varsayımda bundan daha ciddi bir sorun daha var.

Bir cismin etrafında dönen başka bir cismi, bu cismin kütlesini, uzaklığını ve hızını gözönüne alarak incelersek açısal moment dediğimiz şeye ulaşırız. Açısal momentin transfer edilebileceği ama asla yok edilemeyeceği, temel bir prensiptir; yani Laplace'ın kuramında Güneş'in ve gezegenlerin şu anda sahip oldukları bütün açısal moment, daha önce gaz bulutu tarafından içeriliyor olmalıdır. Güneş sistemindeki açısal momentin neredeyse tamamı dört dev gezegende yani Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'de bulunmaktadır. Ama

Bulutsu Varsayımı'na göre açısal momentin büyük çoğunluğunun Güneş'te yoğunlaşmış olmasını bekleriz. Bu durumda da Güneş'in çok hızlı dönüyor olması gerekir. Ama gerçekte Güneş yavaş denebilecek bir hızla dönmektedir; tam bir dönüşünü yirmi beş Dünya gününde tamamlar. Yani Güneş, kütlesi bütün gezegenlerin toplam kütlesinden 745 kat fazla olduğu halde Güneş sistemindeki toplam açısal momentin yüzde 0,5'ine sahiptir.

Matematikçilerin yaptıkları acımasız saldırılar sonucu Bulutsu Varsayımı geçen yüzyılın sonlarında bilimsel çöplükteki yerini almıştır. Daha sonra ise Güneş'i ve yakınından geçen bir yıldızı içeren yeni kuramlar ortaya atılmıştır. Bu 'gelgit kuramları'nın ilki 1900 yılında Amerikalı bilimadamları Chamberlin ve Moulton tarafından öne sürülmüştür.

Uzay oldukça seyrek dağılımlı bir yapıya sahiptir. Normal bir yıldız olan Güneş'in çapı 1.392.000 kilometre kadardır; ama onu bir tenis topu büyüklüğünde kabul edersek en yakın komşuları 1500 kilometreden daha uzakta olacaktır. Bu da, iki yıldız arasında -en azından Galaksinin bizim bulunduğumuz tarafında- çarpma veya başka türlü bir 'yakın ilişki' gerçekleşme olasılığının çok düşük olduğu anlamına gelir. Royal Festival Hall'ün içinde uçan iki sivrisineğin burun buruna gelmesi pek mümkün değildir, ama böyle bir şeyin gerçekleşme olasılığı, yıldızların çarpışma olasılığından daha yüksektir.

Ama yine de, karşılaşma olasılığı yoktur, diyemeyiz. Chamberlin-Moulton kuramına göre, Güneş'in yanından geçmekte olan bir yıldız, Güneş'e o kadar yaklaşmıştır ki Güneş'le yıldız arasında muazzam kütleçekimsel etkileşimler meydana gelmiştir. Davetsiz misafir kötülüğünü yapıp olay yerinden uzaklaşırken, Güneş'ten kopan maddeler bir gaz bulutu şeklinde kalakalmışlardır. Zaman içinde buluttaki maddeler yoğunlaşarak küçük gök cisimlerini, 'gezegenimsileri' oluşturmuşlardır, daha sonra gezegenimsiler birleşerek daha büyük gök cisimleri oluşturmuşlar, sonuçta da bugün bildiğimiz Güneş sistemi ortaya çıkmıştır.

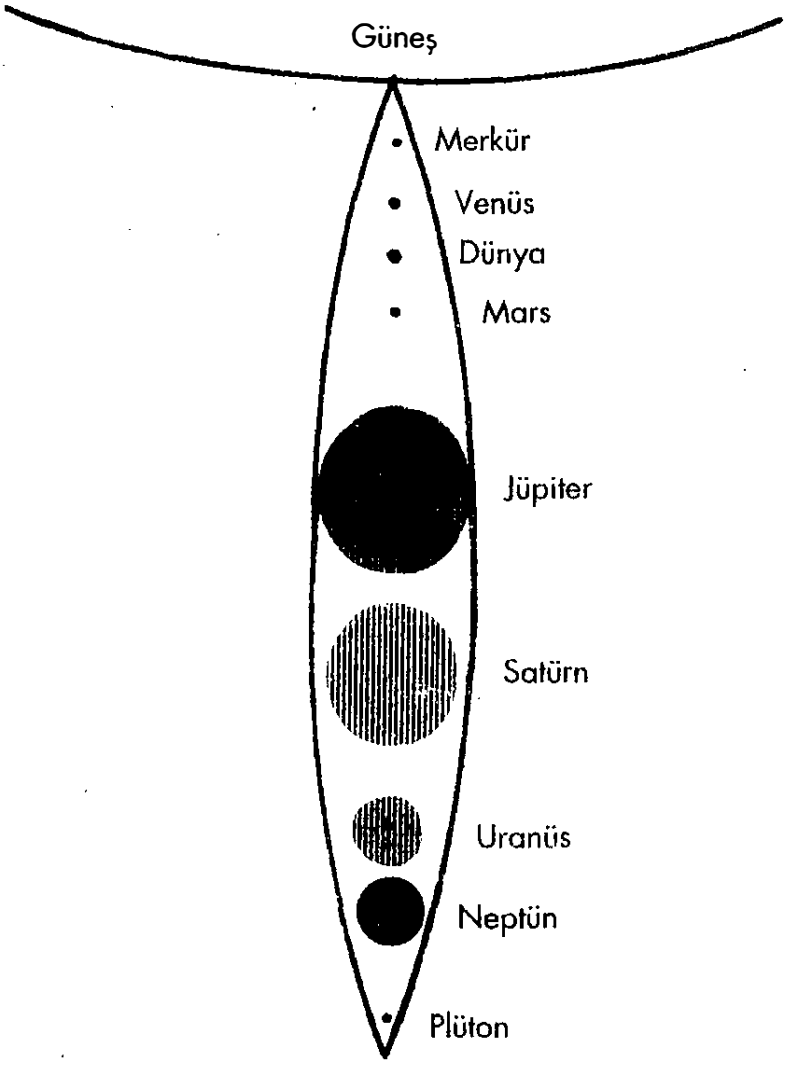
Bir gezegenimsi, çapı 150 kilometre kadar olduğunda, kendi çekim gücüyle etraftan madde toplayabilecek hale gelir ve böylece göreceli olarak daha hızlı büyümeye başlar. Ama yazık ki kuramda öngörülen koşullar altında hiçbir gezegenimsinin kütlesi, toplama sürecini başlatabilecek kadar büyüyemez. Güneş'ten kopan maddelerin aşırı sıcak olması gazların yoğunlaşmalarına fırsat kalmadan dağılmalarına neden olacaktır.

Günümüzde bilimsel araştırmalarıyla olduğu kadar popüler kitapları ve radyo programlarıyla da hatırlanan Sir James Jeans, bu sorunu farkederek kendi geliştirdiği gelgit kuramını öne sürdü. Bu kurama göre gezegenler, yanından geçen yıldızın Güneş'ten koparttığı uzun, puro-biçimli gaz bulutunun yoğunlaşması sonucu oluşmuşlardı. Bu, büyük gezegenlerin, - Jüpiter ve Satürn'ün- neden Güneş sisteminin ortasında sayılabilecek bir yerde olduklarını da açıklıyordu. Büyük olmaları kaçınılmazdı, çünkü 'puro'nun şişman kısmından yoğunlaşmışlardı. Dolayısıyla incelen uç kısımlarda da en küçük gezegenler oluşacaktı. Dev gezegenlerin uydularının oluşumu sırasında da benzeri bir süreç yaşandığı söylenebilirdi, ama bu sefer daha önce gezgin yıldız tarafından oynanan kötü karakter rolünü Güneş üstleniyordu.

Tabii yine matematikçiler hemen saldırıya geçtiler. Sir Harold Jeffreys durumu düzeltme çabasıyla, davetsiz yıldızın geçerken Güneş'e çarpmış olabileceği varsayımını öne sürdü. İlk başta geleceği parlak gibi görünen bu fikir yeni sayılmazdı; farklı bir versiyonu, tuhaf bir adam olan Yeni Zelandalı A.W. Bickerton tarafından daha önce yayınlanmıştı. Daha sonra bu görüş de iyice incelendi ve bir kenara atıldı.

Bugün için bir gelgit veya çarpma kuramının geçerliliğini koruyor olma olasılığı yok sayılır. Yine en baştan başlamamız gerekiyor.

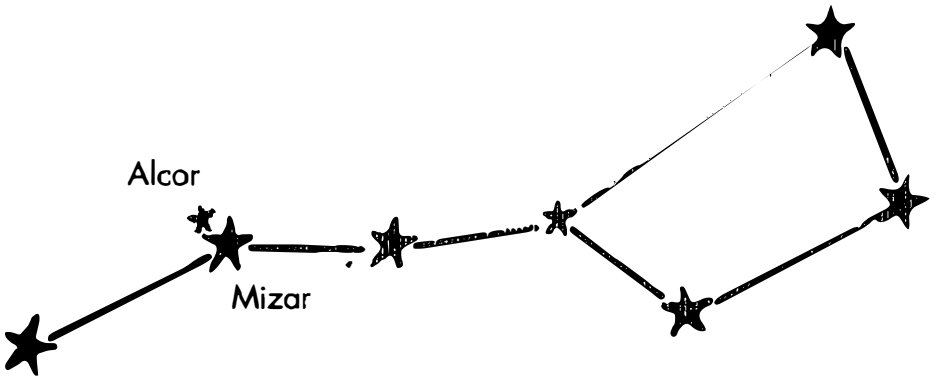
Kuşkusuz Güneş tek bir yıldız, ama Galaksi'de yıldız çiftlerine oldukça sık rastlanır. Çiftli sistem adı verilen bu



Jean'ın çekim kuramı. Güneş'ten kopartılan 'puro'nun şişman kısmında en büyük gezegenler yer alıyor.

çiftyıldızların farklı türleri bulunur. Bazen iki yıldız birbirinin tamamen aynı, bazen de eşlerden biri diğerinden daha parlak ve büyük olur, çiftler arasında bariz bir eşitsizlik olduğu durumlar da vardır.

Büyük Ayı'nın "kuyruğundaki" (veya tercih ediyorsanız, Cezve'nin sapındaki de diyebiliriz) ikinci yıldız olan Mizar, büyük bir olasılıkla çiftyıldızların en ünlüsüdür. Mizar, çıplak gözle çok rahat görülebilen bir yıldızdır; çünkü hemen arkasında ondan daha soluk bir yıldız olan Alcor vardır. Te-



Ursa Major (Büyük Ayı). Mizar ve soluk çifti Alcor.

leskopla bakıldığında Mizar çiftmiş gibi görünür. Bunun nedeni bir göz yanılması değildir. Bu uyumlu çift, gövdesinden tutularak çevrilen bir dambılın iki topu gibi, ortak ağırlık merkezleri etrafında dönerler. Gece gökyüzünün en parlak yıldızı olan Sirius'un da bir çifti vardır. Ancak göz alıcı eşinin 1/10.000'i kadar parlak olduğundan küçük teleskoplarla görülmesi mümkün olmaz.

Güneş çok eskiden bir çiftli sistemin parçası olmuş olabilir miydi? H. N. Russell, davetsiz yıldızın diğer eşe çarpmasından sonra kalan parçaların gezegenleri oluşturduğunu öne sürüyordu. R. A. Lyttleton, yıldızın, eşe aşırı yakın bir mesafeden geçerek çiftyıldızların birbirinden ayrılmasına neden olduğunu ve bu sırada sonradan gezegenleri oluşturacak parçalar koptuğunu düşünüyordu. Sir Fred Hoyle ise üçüncü bir yıldız konusuna hiç girmeden, Güneş'in sabık eşinin bir süpernova patlaması geçirdiğini ve tamamen yok olmadan önce kütlesinin çoğunu etrafa püskürttüğünü söylüyordu. Ama bu savlardan hiçbiri tam anlamıyla benimsenmedi. Uzay araçlarıyla yapılan gezegen keşiflerinin ilk yıllarındaki çalışmalara çok önemli katkıları olan Gerard Kuiper'e ait kuram ise oldukça ilgi çekiyordu. Kuiper, Güneş sisteminin, ikinci kütlenin, tek bir cisim olarak değil de dağınık bir şekilde yoğunlaştığı bozulmuş bir çiftli sistem olduğunu öne sürüyordu. Yani bu sistemde eşlerden birini Güneş oluştururken diğer tarafta kalabalık bir yoğunlaşmış cisimler topluluğu, gezegenimsiler vardı. İlk gezegenlerin top-

lam kütlesi Güneş'in kütlesinin yaklaşık onda birlik bir kısmına eşitti ki bu, kuramın geçerliliği açısından yeterli bir büyüklüktü. Bu ilk oluşumlar zamanla etraflarından madde toplayarak büyüyecekler, kalan gaz bulutu da uzaya dağılarak yok olacak ve böylece bizim bildiğimiz anlamıyla gezegenler oluşacaktı. Yazık ki bir zamanlar Güneş'in bozulmuş veya başka türlü bir çifti olduğunu düşünmemize yol açacak hiçbir mantıklı neden yok.

Günümüzde en çok benimsenen kuramlar, Laplace'ın Bulutsu Varsayımı'nın bir uzantısıdır. Ayrıntıda çok farklıdırlar tabii, ama en azından içlerinde gezgin bir yıldız veya varsayımsal çiftyıldızlar yoktur.

Disk biçimli, ortasında bir çekirdek bölgesi olan ve merkezi etrafında dönen bir sistem olan Galaksimizde 100 milyar civarında yıldız vardır. Güneş, galaksi merkezinden yaklaşık 30.000 ışık yılı uzaklıktadır ve merkez çevresinde tam bir dolanımını -bir 'kozmik yıl' olarak kabul edilen- 225 milyon yılda tamamlar (Bir kozmik yıl önce o korkunç dinazorlar bile henüz ortada yoktu ve Dünya üzerindeki en gelişmiş canlı biçimi bugünkü kurbağaların atası diyebileceğimiz amfibyumlardı!). Galaksimiz düz ve yassı biçimdeki yayılışı yüzünden, gece gökyüzünde uzanan aydınlık bir kuşak görüntüsü oluşturur. Bu görüntü ona Samanyolu adının verilmesine neden olmuştur. Samanyolu'ndaki yıldızlar aslında seyrek bir dağılıma sahiptirler, ama biz bulunduğumuz yerden Galaksi'nin ana düzlemine doğru baktığımızdan, aynı yerde birçok yıldız varmış gibi görürüz.

Spiral biçimli kolları olan Galaksi'ye, aşağıdan veya yukarıdan bakılabilseydi dev bir çarkıfeleği andırdığı görülebilirdi. Bu aslında çok da şaşırtıcı bir durum değildir, çünkü evrende sarmal galaksilere çok sık rastlanır. Kolların ortaya çıkma nedeninin Galaksi'nin etrafını yalayan 'basınç dalgaları' olduğu sanılmaktadır. Biz de bir basınç dalgasının etkisi altında olan bir bölgede yaşıyoruz, bu basınç dalgası yüzünden oluşan çekim şokları sonucu sıkışan gaz bulutları parçalanıyor. Güneşimizin bu parçalanmalardan biri

sırasında oluştuğu tahmin edilmektedir. Ama ilk ortaya çıktığında bir yıldız değildi; zaten o andaki sıcaklığı bir yıldız için çok düşüktü. Günümüz Güneş'inin kütlesinde ve Neptün'ün bugünkü yörüngesinin büyüklüğünde bir çapa sahip mercek biçimli bir bulut, bir nebulaydı. Sıcaklığı zaman içinde yükseldi ve yassı gaz bulutu iki parçaya ayrılmaya başladı: İçte 'ilkgüneş' ve dışta onu saran çok daha geniş ve seyrek yapılı bir kısım. Zaman içinde ilkgüneşin iç sıcaklığının 10.000.000 dereceye kadar yükselmesi, çekirdek tepkimelerinin başlamasına neden oldu. Böylece ilkgüneş parlamaya başladı ve gerçek bir yıldız haline geldi. Bulutun yıldıza dönüşmesi ise yüz milyon yıl kadar bir süre aldı.

Peki ya baştaki bulutun kalan kısmına ne oldu? Kalan bulut 'eklenme' olarak adlandırdığımız süreçten geçerek gezegenleri oluşturdu. Önce küçük biçimsiz parçaların birleşmesiyle 'gezegenimsiler' oluştu ve kütleleri arttıkça etraflarındaki maddeleri toplayabilecek hale geldiler. Güneş'in yakınında sıcaklık çok yüksek olduğundan, gaz haline dönüşebilen maddeler -örneğin buz- buharlaştılar dolayısıyla da iç gezegenler kayaç bir yapıya sahip oldular. Sıcaklığın daha düşük olduğu dış kısımlarda ise gaz haline dönüşebilen maddeler buharlaşmadılar ve kayaç yapılar üzerinde yoğunlaşarak dört dev gezegeni oluşturdular.

Tabii ki bu, olan bitenin kabaca ve tam olmayan bir anlatımı (daha doğrusu bizim olduğunu düşündüğümüzün), ama en azından bu kuram günümüz Güneş sisteminin özelliklerinin çoğunu açıklıyor. Nebulanın disk biçiminde olması, gezegenlerin neden aynı düzlemde sayılabilecek şekilde hareket ettiklerini gösteriyor. İç gezegenlerin devlerden niye bu kadar farklı oldukları ve açısal moment dağılımının niye "olduğu gibi olduğu" sorularını cevaplandırabiliyoruz. Ayrıca çok yaşlı oldukları ve oluşum aşamasından 'arta kaldıkları' tahmin edilen o tuhaf ve soğuk hayaletlerin, yani kuyruklu yıldızların oluşumunu açıklayabiliyoruz.

Bu, fikirlerdeki değişimin çok önemli bir sonucu. Gezegenlerin oluşumu aşamasına, geçmekte olan bir yıldız

karışmış olsaydı, Güneş sistemi de düzensiz bir yapıya sahip olurdu. Ayrıca yıldızlar evrenin çoğu bölgesinde öylesine seyrek bir şekilde dağılmışlar ki, yıldızlararası herhangi bir ilişkinin gerçekleşme olasılığı son derece düşük. Ama eğer gezegenler bir gaz bulutundan oluştularsa benzeri sistemlerin oldukça sık görülebileceğini düşünebiliriz. Ayrıca Güneş, çok normal bir yıldız ve hiçbir istisnaî özelliği yok. 'Başka Dünyalar' varsa, neden başka uygarlıklar da olamasın?

Belki bir gün bunun yanıtını öğreniriz. Neyse ki bu arada, en azından doğru yolda olduğumuza dair bir güven duygusu içindeyiz.

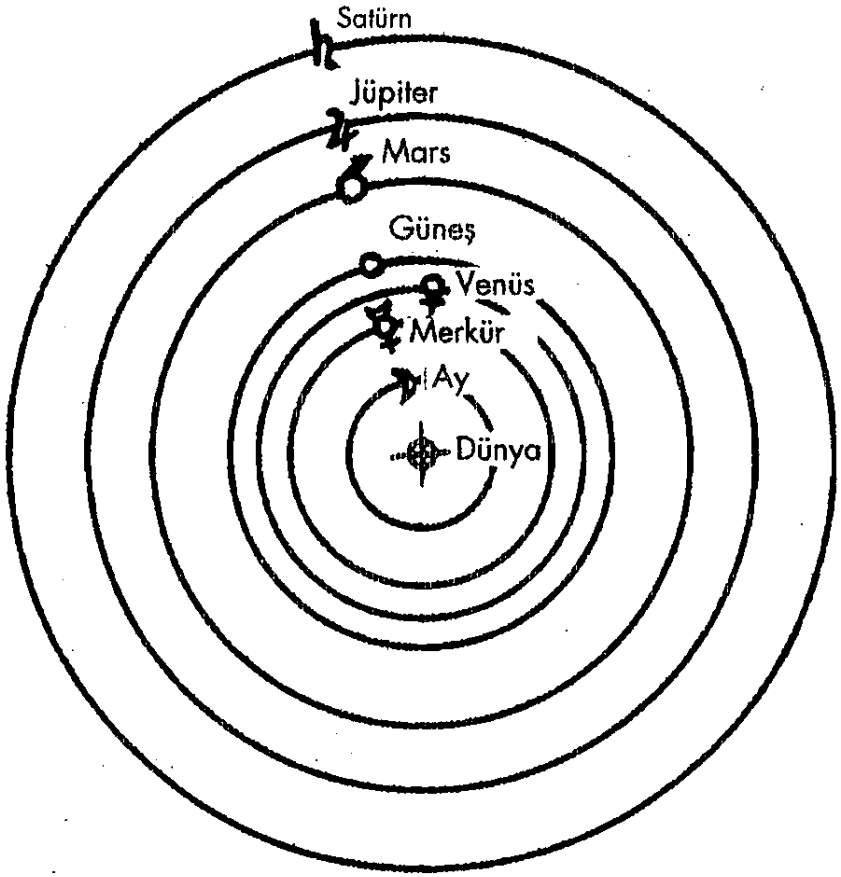
III. BÖLÜM

Gezegenlerin Hareketleri

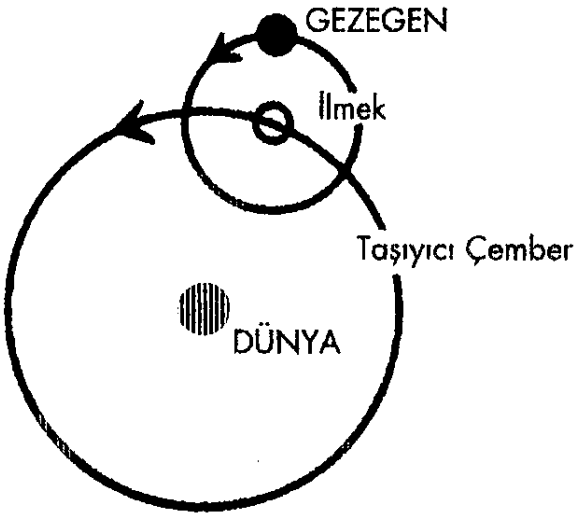
Bir gezegen ilk bakışta bir yıldıza çok benzer. Ama her gezegenin kendine has özellikleri vardır. Mars çok kırmızı, Venüs ve Jüpiter de çok parlak oldukları için hemen göze çarparlar. Çıplak gözle bakıldığında, Satürn her zaman, Mars ise Dünya'dan en uzak olduğu noktada, tıpkı bir yıldıza benzer. Birçok kitapta yazıldığı gibi, yıldızlar parıldar gezegenlerse parıldamaz demek, son derece yanlıştır. Parıldamak tamamen, Dünya atmosferindeki hareketlilik sonucu 'ışığın sallanmasıyla' ilgilidir. Ufuk çizgisine yakın olan yıldızlarda bu parıldama daha açık bir şekilde görülür. Gezegenler bir nokta gibi değil de yuvarlak bir yüzey gibi görünürler; parıldamaları göreli olarak daha azdır, ama yok değildir.

Eski gök bilimciler gezegenleri ayırt edebilmişlerdir; çünkü gezegenler yıldızlı fon üzerinde hareketlidirler. Aslında ilk başta gökyüzündeki herşeyin Dünya'nın etrafında döndüğü düşünülüyordu; bu görüşün mükemmelleştirilmiş son hali, M.S. 120 ve 180 yılları arasında bir zamanda yaşamış olan İskenderiyeli Ptolemaeus (Batlamyus) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirdiği sistemi kendi bulmadığı halde bu sistem hep Ptolemaeus sistemi olarak anılmıştır.

Ptolemaeus kuramında Dünya, evrenin merkezinde hareketsiz bir şekilde durur. Ay, Merkür, Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter ve Satürn ise düzgün dairesel yörüngeleriyle Dünya'nın etrafında dönerler. Satürn'ün ötesindeyse hareket etmeyen yıldızların bulunduğu alan vardır. Bütün yörüngeler daireseldir; çünkü daire 'kusursuz' bir şekildir ve gökte tam anlamıyla kusursuz olmayan hiçbir şeye yer yoktur. Ayrıca gökyüzü de Dünya etrafındaki dönüşünü yirmi dört saatte tamamlamaktadır.



Ptolemaeus sistemi. Gezegenler, sabit duran Dünya'nın etrafında düzgün dairesel yörüngelerinde dönüyorlar.



İlmekler (episikl) ve taşıyıcı çemberler (deferent). Ptolemaeus kuramında gezegenler, merkezleri taşıyıcı çember olan küçük daireler yani ilmekler çizerek dönerler; taşıyıcı çemberler ise merkezinde Dünya'nın bulunduğu düzgün dairesel yörüngelerdir.

Temel sorun, gezegenlerin hareketlerinin basit ve anlaşılır herhangi bir kuram ile açıklanamamasıydı. Mars, Jüpiter ve Satürn, bazen normalde batıdan doğuya doğru olan hareketlerinin ve yıldızların aksi yönünde, yani doğudan batıya doğru hafif eğriler çizerek hareket ederler. Bu durum birkaç hafta boyunca sürer. Mükemmel bir gözlemci ve başarılı bir matematikçi olan Ptolemaeus da bu garipliğin farkındaydı. Ayrıca kısmen kendi kısmen de kendinden daha eski bir gözlemci olan Hipparchos'un araştırmalarına dayanan son derece iyi bir yıldız kataloğuna sahipti. Çalışmalarını bir teleskobun yardımı olmaksızın yaptığı düşünülürse, gezegenlerin hareketleri konusundaki ölçümleri son derece başarılıydı.

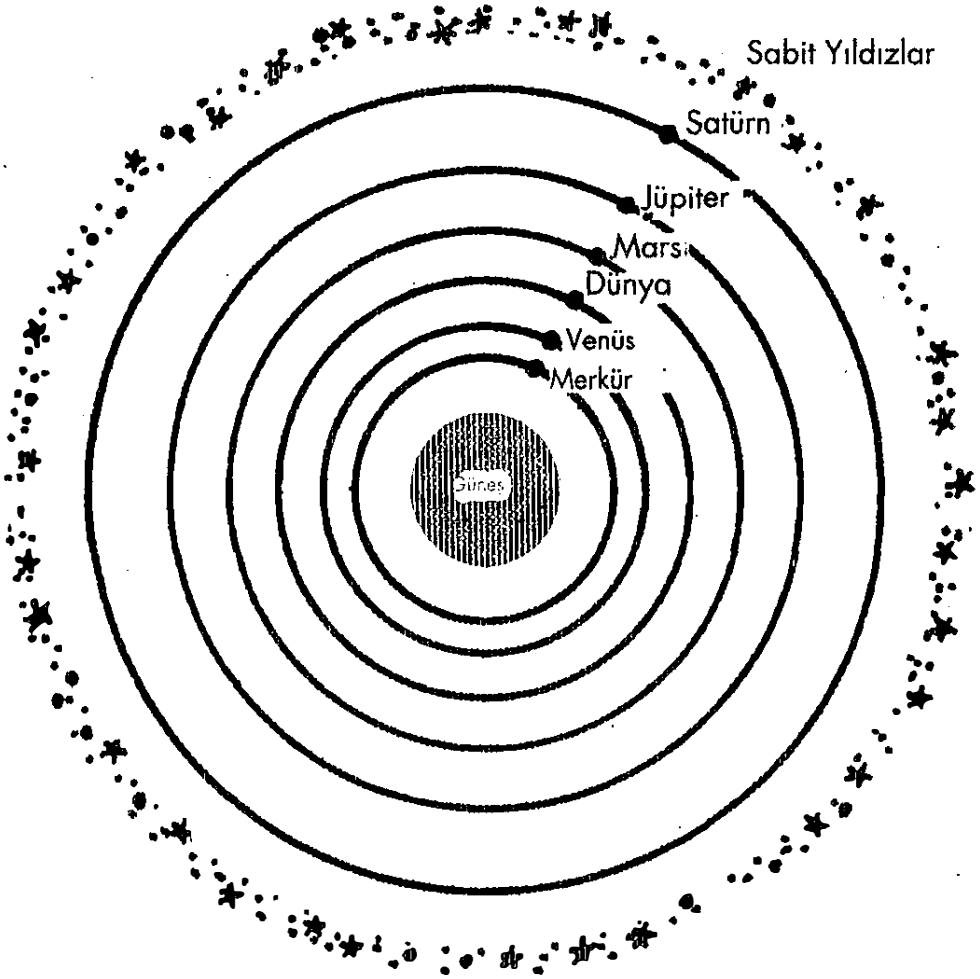
Bir çözüm yolu bulunması gerekiyordu. Ne yazık ki Ptolemaeus yanlış yönde ilerledi. Kusursuz dairelerinden vazgeçmek yerine, her gezegenin küçük bir daire, bir ilmek çizerek döndüğünü ve bu ilmeklerin merkezlerinin de Dünya etrafında düzgün bir daire olan taşıyıcı çemberi oluşturduğunu iddia etti. Ama bu da bir işe yaramadı, sonradan işin içine yeni ilmeklerin yanı sıra başka bazı ayrıntılar da sokmak zorunda kaldı. Sonuçta ortaya gezegenlerin gerçek hareketlerine son derece benzeyen bir tablo çıkmıştı, ancak hantal ve yapay bir görüntüsü vardı.

Ptolemaeus'un fikirleri ölümünden bin yıl sonrasına kadar neredeyse hiç tartışmasız kabul görmüştü. Ortaçağda bile, Dünya'nın merkezdeki saltanatını sarsabilecek herhangi bir görüş ileri sürmek hainlik ve asilik olarak görülüyordu. Onaltıncı yüzyılın ortalarında, bir kilise kurulu üyesi olan Polonyalı Mikolaj Copernicus (Kopernik), yaptığı uzun ve zorlu çalışmalardan sonra yayımladığı kitabıyla, Ptolemaeus sisteminin tarihe karışmasına neden oldu. Bilim tarihinin mihenk taşlarından biri sayılan *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine) adlı kitabı birçok hoşnutsuzluğu da beraberinde getirdi.

Kabul etmeliyiz ki Copernicus da birçok hata yapmıştı. Kusursuz dairesel yörüngeler ve farklı bir biçimde de olsa Ptolemaeus'un ilmekleri hâlâ yerlerinde duruyorlardı. Ama artık yapılması gerekli olan büyük ve temel değişikliği yap-

mıştı. Dünya'yı sistemin merkezinden almış, yerine Güneş'i koymuştu. Böylece Dünyamız, evrendeki en önemli gök cismi konumundan, basit bir gezegen konumuna düşmüştü.

Hıristiyan Kilisesi inançlara aykırı bu tür bir düşünceyi kabul edemezdi. Ayrıca kendisiyle aynı fikri paylaşmayanlara karşı da sert bir tutum içersindeydi. Copernicus bir din adamıydı ve bu işin şakası olmadığının farkındaydı, dolayısıyla kitabını hayatının son günlerine kadar bastırmayarak başının belaya girmesini önledi. Ama takipçi-



Copernicus sistemi. Güneş, sistemin merkezinde yer alıyor. Gezegenler ise düzgün dairesel yörüngeleriyle Güneş'in etrafında dönüyorlar.

lerinden bazıları onun kadar ileri görüşlü değildi. Giordano Bruno, 1600 yılında Roma'da kazığa bağlanarak yakıldı. Suçlarından biri Ptolemaeus kuramı yerine Copernicus kuramını öğretme konusundaki ısrarcı davranışıydı. Hikâyenin başına dönecek olursak bir de Galileo davası vardı. Galileo, teleskopla gözlem yapan ilk büyük gök bilimciydi. 1630'lu yıllarda engizisyon mahkemesine çıkarıldı ve Dünya'nın, Güneş etrafında döndüğü iddiasını 'lanetlediğini, bu iddiadan vazgeçtiğini ve nefret ettiğini' söylemek zorunda bırakıldı. İnanılır gibi değil ama Katolik Kilisesi, Galileo'nun tamamıyla haklı olduğunu 1992'de kabul etmiştir. Papa II. John Paul tarafından 1970'li yılların sonlarında kurulan özel Vatikan Komisyonu'nun bir karara varması tam on üç yıl almıştır.

Yine gariptir ki Ptolemaeus kuramının saf dışı kalmasını sağlayan tüm gözlemsel bilgileri biraraya getiren Danimarkalı gök bilimci Tycho Brahe, Copernicus sistemini benimsemiyordu. Brahe, Güneş'in Dünya'nın etrafında döndüğünden emindi ve sonuçta hiç kimseyi memnun edemediği melez bir sistem geliştirdi. Kesin sonuçlar elde edebilen çok başarılı bir gözlemci olan Tycho, çalışmalarını 1576'dan 1596'ya kadar, Danimarka ile İsveç arasında bulunan, kendisine verilmiş Hven adasındaki gözlemevinde yürüttü. Gözlemevinde, gezegenlerin -özellikle de Mars'ın- hareketlerine ilişkin yüzlerce ölçüm yaptı. 1601'de öldüğünde, yaptığı bütün çalışmalar son asistanı Alman Johannes Kepler'e kaldı. Kepler elindeki olanağı çok iyi kullandı; ama Tycho'nun tahmin edebileceğinden çok daha farklı sonuçlar elde etti.

Kepler, çalışmalarına Güneş'in, sistemin merkezinde yer aldığı varsayımıyla başladı. Daha sonra Tycho'nun gözlemlerini kullanabileceği bir kuram geliştirdi. Rastlantı denebilecek bir şekilde o da Mars üzerinde yoğunlaşmıştı. Sonuçta elde ettiği değerler neredeyse Tycho'nunkilerle aynıydı (Ama tamamen aynı değildi). Ya Tycho'nun ölçümleri hatalıydı ya da kuramda ters olan birşeyler vardı.

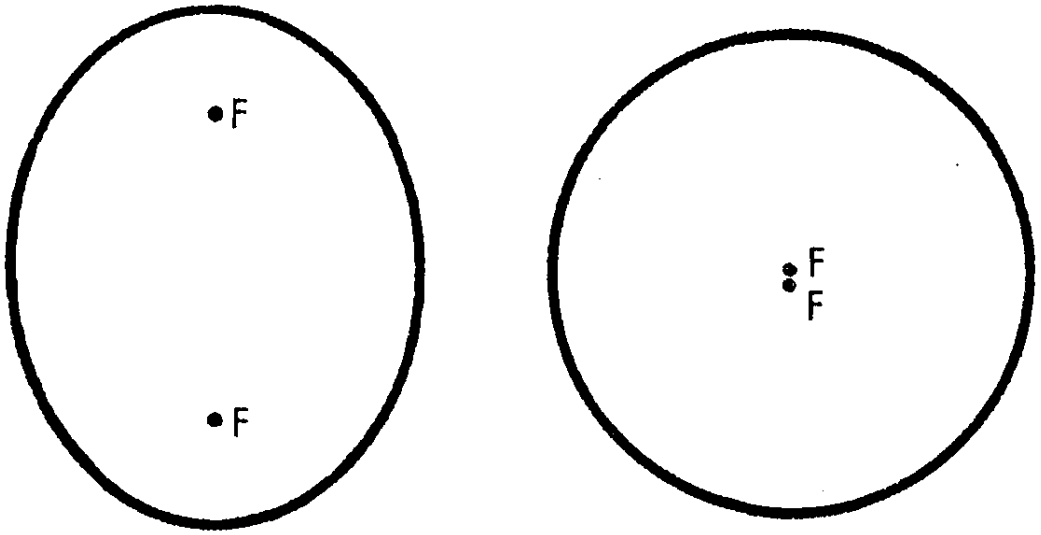
Kepler'in Tycho'ya bir gözlemci olarak güveni sonsuzdu, bu doğrultuda yaptığı çalışmalarla sorunun nerede olduğunu

buldu. Gezegenler gerçekten de Güneş'in etrafında dönüyorlardı ama yörüngeleri, bir daireden çok elipse benziyordu.

Bir elips çizmek istiyorsak, kullanabileceğimiz birçok yöntem vardır. Bunlardan biri şöyle: Bir tahtaya üç beş santimetre arayla iki iğne batırırız ve bu iğneleri biraz bol bırakılmış bir iplikle birleştiririz. Sonra elimize bir kalem alıp ipliği gerdirerek bir eğri çizeriz. Sonuçta, odaklarını iğnelerin oluşturduğu bir elips elde etmiş oluruz. İğneler (odaklar) birbirine daha uzak ama ipliğin boyu aynı olsaydı, ortaya çıkan elips daha uzun ve dar olurdu. Yani odaklar arasındaki uzaklık elipsin dışmerkezliliğinin ölçütüdür.

Dünya'nın durumunu incelediğimizde, odaklardan birini Güneş'in oluşturduğunu ve diğer odağın boş olduğunu görürüz (Bunun bir aşırı-basitleştirme olduğunu belirtmek isterim, bu durumun sadece Güneş-Dünya çifti için değil Ay ve diğer tüm gezegenler için de geçerli olduğunu hesaba katmalıyız; ama sanırım durum genel olarak yeterince açık). Dünya'nın yörüngesi neredeyse daireseldir, yani yan sayfadaki şekilde sol tarafta bulunan dışmerkezli elips ile hiçbir benzerliği yoktur. Bu elips daha çok bir kuyruklu yıldızın yörüngesine benzer. Dünya ile Güneş arasındaki mesafe, ortalama uzaklık olan 149.600.000 kilometreye göre, en fazla 2,4 milyon kilometre kadar oynar. Şekilde sağ taraftaki elips doğru dışmerkezlilikle çizilmiştir (Bir daireye çok benzediğini inkâr edemezsiniz herhalde!). İşte daire biçiminden bu kadarcık bir sapma Kepler'in büyük keşfini yapmasına olanak vermiştir. Ayrıca Kepler'in Tycho'nun yaptığı Mars'ın hareketlerine ait ölçümlerin kesinliğine o kadar çok güvenmesi de bir şans tabii.

Mars'ın bizimkinden daha dışmerkezli bir yörüngesi vardır. Güneş ile Mars arasındaki mesafe, Mars'ın Güneş'e en yakın olduğu noktada yani günberi noktasında *(perihelion)* yaklaşık 206.800.000 km, en uzak olduğu noktada yani günöte noktasında *(aphelion)* ise yaklaşık 248.600.000 kilometredir. Mars'ın yörüngesi, örneğin Venüs'ün yörüngesi kadar dairesel olsaydı, Kepler'in sorunlarına çözüm bulması çok daha uzun zaman alacaktı.

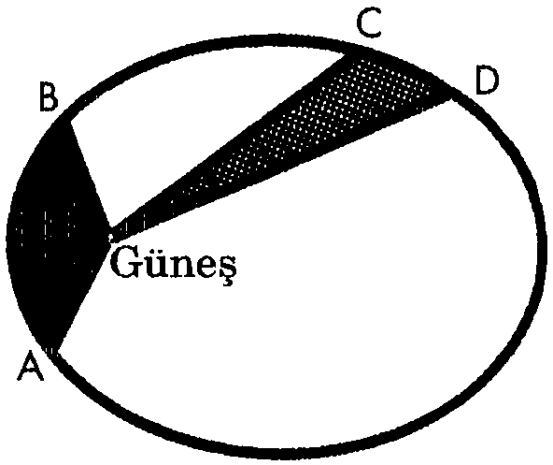


Elipsler. (Solda) Kısa dolanım süreli bir kuyruklu yıldızın yörüngesine benzeyen dışmerkezli bir elips. (Sağda) Dünyanın yörüngesine benzeyen, neredeyse daire denebilecek bir elips. F'ler elipsin odaklarını gösteriyor. Güneş etrafında dönen bir cismi düşünürsek; Güneş odaklardan birinde dururken diğer odak boştur.

Kepler, bu kesin sonuca ulaştıktan sonra, 'Kepler Yasaları' olarak bilinen ve gezegenlerin hareketlerini açıklayan üç temel yasa üzerinde çalışmaya başladı. Yasalardan ilk ikisi 1609'da, üçüncüsü ise 1618'de yayınlandı. İlk yasa, gezegenlerin Güneş'in çevresinde, odaklarından birinde Güneş'in bulunduğu elips biçimli yörüngeler üzerinde dolandığını söylüyordu. İkincisi, gezegenin merkezi ile Güneş'in merkezini birleştiren doğru parçasının yani *yarıçap vektörü*'nün, eşit zaman aralıklarında eşit alanlar taradığını söylüyordu. Üçüncü ise gezegenlerin dolanım süreleri ile Güneş'e uzaklıkları arasında bir bağıntı kuruyordu.

İkinci yasanın biraz daha açıklanması yerinde olur. Arka sayfadaki çizimde, gezegenin A'dan B'ye gitmesi için gerekli zamanın, C'den D'ye gitmesi için gerekli zamana eşit olduğunu varsayarsak, koyu renkli alan, taralı alana eşittir. Başka bir deyişle gezegenler günberi zamanında daha hızlı yol alırlar. Ayrıca Güneş'e yakın gezegenler daha hızlı hareket ederler. Güneş'in etrafında, Merkür, saniyede ortalama 48 km, Dünya saniyede 30 km* , Jüpiter saniyede 13 km ile yol alırken, Neptün'ün hızı sadece saniyede 5 km kadardır.

* Saniyede 30 km = saatte 108.000 km



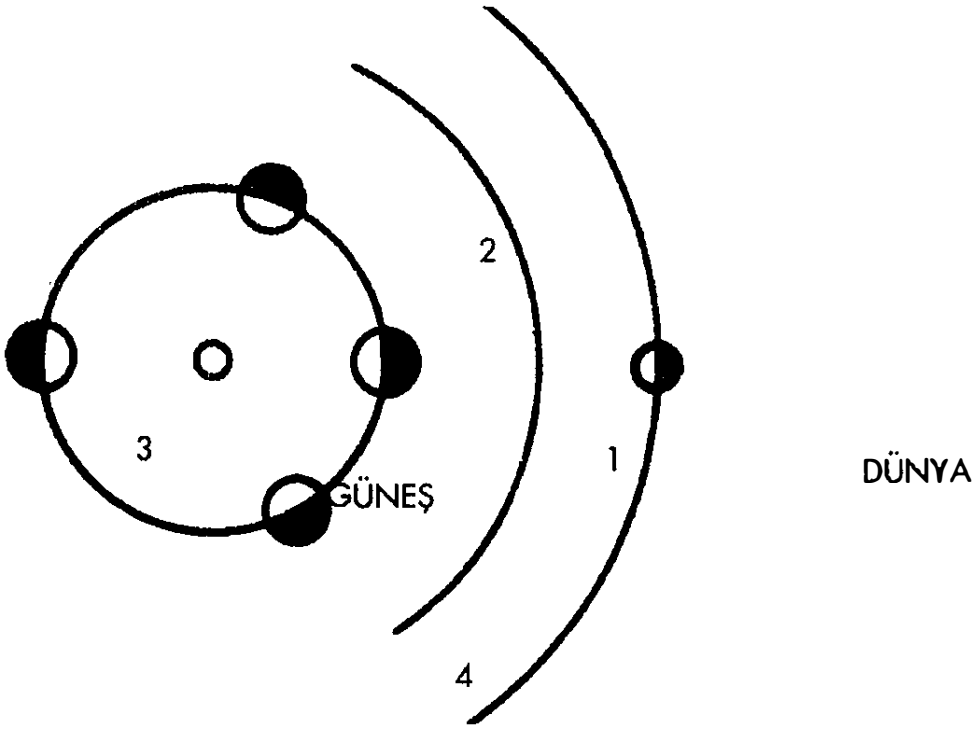
İkinci Kepler Yasası. Gezegenin, A'dan B'ye gidiş süresi, C'den D'ye gidiş süresiyle aynı ise, koyu renkli alan (A-Güneş-B), taralı alana (C-Güneş-D) eşit olacaktır.

Gezegenlerden ikisi, Merkür ve Venüs, Güneş'e bizden daha yakındır ve kendilerine has bazı özellikleri vardır, bu iki gezegene genellikle 'iç gezegenler' denir. Onları, ufka çok yakın bir yerde olmadıkları sürece, asla karanlık bir zemin üzerinde göremeyiz. Gökyüzünde her zaman Güneş'le aynı tarafta bulunurlar; en parlak oldukları anlar ise gün batımından hemen sonra batıda ve şafak vakti doğuda görüldükleri zamanlardır. Ayrıca Ay'ınkine benzer evreler geçirirler. Tam olarak ne olduğunu çizim yardımıyla görebiliriz.

Önce Merkür'ü inceleyelim. 1. konumda, karanlık yüzü bize dönük ve 'yeni', dolayısıyla onu göremeyiz. Bu durum, *alt (iç) kavuşum** olarak adlandırılır. Merkür, yörüngesinde ilerledikçe güneş vuran yüzünün birazını bize doğru çevirir, böylece onu görebiliriz. Önce hilâl şeklinde görülür, 2. konumda yarımdır (*dikotomi*). 3. konumda dolun olmadan önce *dışbükey* hale gelir ve son dördün evresini geçirir. Dolun durumunda yani *üst (dış) kavuşumda*** neredeyse Güneş'in arkasındadır, teleskopla bakıldığında bile çok zor görülür.

* Bir gezegenin Dünya ile Güneş'in arasından geçmesi. (ç.n.)

** Dünya ile bir gezegenin Güneş'in zıt taraflarında ama aynı doğrultu üzerinde olması. (ç.n.)



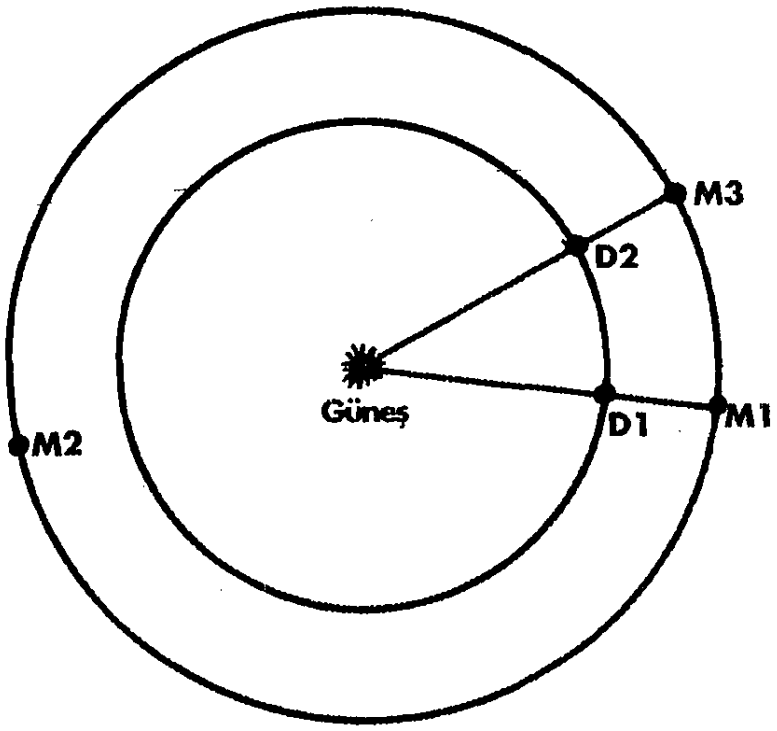
Merkür'ün Evreleri. (1) Yeni. (2) Dikotomi (yarım). (3) Dolun. (4) Dikotomi. Çizimin daha kolay anlaşılması için Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketini hesaba katmadım.

Üst kavuşma konumundan sonra evreler tersine tekrar eder: Yani Merkür önce dışbükey, 4. konuma geldiğinde yarım, sonra hilâl ve son olarak alt kavuşma konumundayken tekrar yeni olur. Merkür, akşamları görüldüğü zamanlar küçülme evresinde, sabahları görüldüğü zamanlar ise büyüme evresindedir. Çok hızlı hareket ettiğinden bir yıl içinde birkaç kez tüm bu evreleri geçirir. Örneğin 1993 yılında 9 Mart, 15 Temmuz ve 6 Kasım günlerinde 'yeni' olmuştur. (Tabii bu arada Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi de gözönüne alınması gerekir ama ben yukarıdaki çizimde buna dikkat etmedim).

Merkür ile Güneş arasındaki açısal uzaklık hiçbir zaman 30 dereceyi aşmaz. Ayrıca Merkür ne Güneş'ten çok sonra doğar ne de ondan çok sonra batar. Oldukça küçük bir gezegendir, Ay ile aynı boyuttadır denebilir. Büyüdüğü evrelerde

görünen çapı küçülür, çünkü Dünya'dan uzaklaşmaktadır. Şehirliler belki onu ömürleri boyunca çıplak gözle hiç göremeyebilirler ama kırsal kesimde yaşayanlar, uygun konumda olduğunda ışıldadığını rahatlıkla görebilirler.

Merkür, alt kavuşma konumundayken bazen Güneş ile Dünya'nın tam arasından geçer, bu duruma *geçiş* adı verilir, geçiş boyunca Merkür, birkaç saat için Güneş'in parlak yüzeyi üzerinde ilerleyen siyah bir nokta olarak görünür. Son yirmibeş yıl içinde 10 Kasım 1973, 13 Kasım 1986 ve 6 Kasım 1993 tarihlerinde geçiş gerçekleşmiştir; bir sonraki ise 15 Kasım 1999'da yaşanacaktır. Geçişler sadece Mayıs ve Kasım ayında olur ve her alt kavuşma konumunda gerçekleşmez; çünkü Merkür'ün yörüngesi bizimkine göre biraz daha eğiktir, bu eğim onun Güneş'in altından veya üstünden geçmesine olanak verir.



Mars'ın Hareketleri. Dünya D1, Mars da M1'deyken, Mars 'karşı-konum'dadır. Bir yıl sonra Dünya tekrar D1 noktasına geldiğinde, Mars henüz M2 noktasına kadar gidebilmiştir. Daha sonra Dünya Mars'ı yakalar ve Dünya D2'de Mars da M3'teyken yeni bir karşı-konum durumu yaşanır.

Venüs'ün hareketleri Merkür'ünkine oldukça benzer, ama hem Güneş'ten daha uzak olduğundan hem de Merkür'den çok daha büyük ve yansıtma özelliği de daha yüksek olduğundan izlenmesi daha kolaydır. Güneş battıktan sonra veya doğmadan önce, beş buçuk saat kadar görülebildiği zamanlar olur. Güneş ile Dünya'nın tam arasına girdiği durum son derece nadir görülür. En yakın tarihteki geçişi ise 2004 yılında gerçekleşecektir.

Güneş sistemini oluşturan diğer gezegenlerin, yani *dış* gezegenlerin yörüngeleri, Dünya'nın yörüngesinden daha dışarıdadır. Bu gezegenleri incelemek çok daha kolaydır. Yan sayfadaki çizimde Mars'ın hareketlerini gösterdim; ama bu sefer de yörüngelerin dışmerkezliliklerini gözönüne almadım.

Dünya'nın yörüngesinin dışında yer alan hiçbir gezegenin alt kavuşma noktasından geçemeyeceği açıktır; çünkü bu gezegenler asla Güneş ile Dünya'nın arasına giremezler. Ama tersi bir durum gerçekleşir. Mars, yörüngesi üzerindeki M1 noktasındayken, Güneş ve Dünya ile aynı çizgi üzerindedir; yani bu sefer ortada kalan gezegen Dünya'dır. Mars'ın Güneş'le aynı hizada olduğu bu süre, yapılacak gözlemler için mükemmel bir zamandır. Bu durum *karşı-konum* olarak adlandırılır. Mars için iki karşı-konum arasındaki süre (*kavuşum dönemi*) 780 gündür. Karşı-konum durumunda Dünya, Mars'taki bir gözlemciye göre alt kavuşma konumunda olacaktır.

Mars ve tüm dış gezegenler de Merkür ile Venüs gibi üst kavuşum konumuna gelirler. Mars bu konumdayken Dünya'dan bakıldığında hemen hemen Güneş'in arkasındadır, yani gökyüzünde bulunduğu süre boyunca Dünya'da gündüzdür. Bu süre boyunca yani birkaç hafta için, onu hiçbir şekilde göremeyiz.

Mars'ın 780 gün içinde sadece bir kere karşı-konum durumuna gelmesinin nedeni, hem Dünya'nın hem de Mars'ın hareket ediyor olmasıdır. Dünya'nın Güneş etrafındaki bir dönüşünü tamamlaması 365 gün kadar sürer. Dünya'nın D1, Mars'ın ise M1 noktasında olduğunu varsayalım. Dünya 365 gün sonra tekrar D1 noktasında olacaktır. Ama Mars Dünya'ya göre daha geniş olan yörüngesinde, Dünya'dan da-

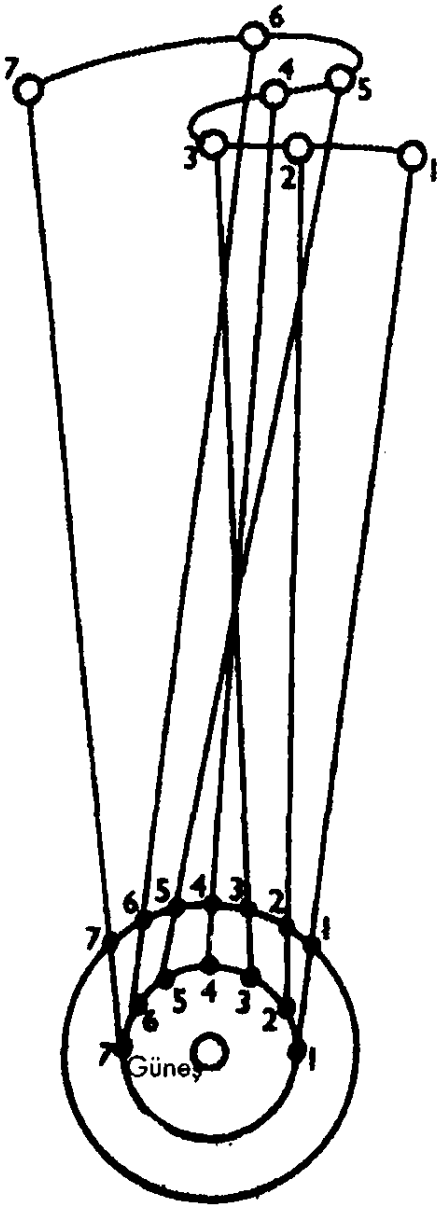
ha yavaş hareket eder, yani Mars 'yıl'ı Dünya yılından daha uzundur (687 Dünya günü), dolayısıyla Mars 365 günde tekrar M1 noktasında olamaz. Bu süre içinde ancak M2 noktasına kadar gidebilmiştir. Daha sonra Dünya Mars'ı, kendisi D2, Mars da M3 noktasındayken yakalar. Bu, Mars'ın karşı-konum durumuna her yıl gelmeyeceğini gösterir, örneğin 1994 yılında bir karşı-konum gerçekleşmeyecektir.

Dünya'dan daha uzak olan gezegenler için koşullar biraz daha farklıdır. Onlar, Dünya'ya oranla çok yavaş hareket ederler, dolayısıyla Dünya'nın onları yakalaması çok daha kolay olur. Kavuşum dönemleri daha kısadır, bir yıldan biraz daha uzun aralıklarla karşı-konum durumuna gelirler. Örneğin Jüpiter'in kavuşum dönemi 399 gündür, yani Mart 1993'te yaşanan bir karşı-konumdan sonra ikinci karşı-konum durumu Nisan 1994'te görülecektir. Plüton'un kavuşum dönemi ise 366,7 gündür, bu da karşı-konum durumunun bir yılı bir iki gün aşan sürelerle yaşanacağı anlamına gelir.

Şimdi Ptolemaeus'un aklını karıştıran ters gidiş veya geri devinim* hareketine bir göz atalım. Yan sayfadaki çizimde Dünya'nın ve Mars'ın yörüngeleri gösterilmiştir. Çizimin üst tarafında ise Mars'ın hareketleri gökyüzünde görüldüğü şekliyle yer alıyor. 3. ve 5. konumlar arasında Dünya Mars'ı yakalayarak geçiyor, yani Mars sanki 'takla atıyormuş' gibi görünüyor.

Bütün gezegenlerin yörüngeleri (Plüton'u saymazsak) neredeyse aynı düzlemdedir. Bu durumda bir kağıt parçasına Güneş sisteminin bir planını çizecek olursak elde ettiğimiz sonuç gerçekleri az çok yansıtır. Yani gezegenler hiçbir zaman gökyüzünün kutuplara yakın taraflarında dolaşmazlar. Dünya'nın yörüngesinin düzlemiyle, yani *ekliptik*le (tutulum dairesi) veya başka bir deyişle Güneş'in yıl boyunca takımyıldızlar arasında izlediği görünür yolun oluşturduğu büyük çemberle, hemen hemen aynı yerde bulunurlar. Ekliptik, Zodyak'ı (Burçlar Kuşağı) oluşturan on iki takımyıldızın arasından geçer. Bunlar: Aries (Koç),

* Hareket etmeyen yıldızlara göre doğudan batıya doğru gider gibi görünme durumu veya doğudan batıya doğru gerileme devinimi. (ç.n.)



Mars'ın gerileme devinimi. Dünya Mars'ı yakalayıp onu geçince, Mars sanki ters yönde hareket ediyormuş gibi görünür. 3. ve 5. noktalar arasında Mars'ı gökyüzünde ters yöne doğru yani batıdan doğuya doğru gideceğine, yıldızların aksi istikametinde, doğudan batıya doğru gidiyor gibi görürüz.

Taurus (Boğa), Gemini (İkizler), Cancer (Yengeç), Leo (Aslan), Virgo (Başak), Libra (Terazi), Scorpius (Akrep), Sagittarius (Yay), Capricornus (Oğlak), Aquarius (Kova), Pisces (Balık) takımyıldızlarıdır. Ayrıca Güneş'in, Scorpius ve Sagittarius takımyıldızları arasında, içinden geçtiği Ophiuchus (Yılancı) adlı onüçüncü bir takımyıldız daha vardır. Ama bir insanın doğum anında, Zodyak'taki gezegenlerin pozisyonlarının o kişinin karakteri ve kaderi üzerinde etkili olduğuna inanan kişiler, yani astrologlar, Ophiuchus'a karşı nedeni bilinmeyen bir düşmanlık beslerler ve onu sanki yokmuş gibi kabul ederler. Ama haklarını yemeyelim astrolojinin bilimsel bir olguyu günışığına çıkardığı da bir gerçek: "Her an doğan birileri var!"

Gezegenlerin devinimleri üzerine yaptığım bu kısa açıklamanın, bir matematikçi-gök bilimcinin bilgisayar çağında olmamıza rağmen, karşı karşıya kaldığı büyük zorluklar hakkında bir fikir vermekten uzak olduğunu vurgulamak isterim. Bütün gezegenler karşılıklı

karışıklık ve *tedirgi* * yaratarak birbirlerini etkilerler. Ay ve dev gezegenlerin uyduları da gözönüne alınmalıdır; ayrıca Albert Einstein'ın 'görelilik' kavramı -ki bu Merkür'ün durumunda oldukça önem kazanır- gibi birçok karışık etken de vardır.

Gök bilimi kitaplarında gezegenlerle ilgili tablolara yer verilir. Bu tabloların ortalama bir yörünge için doğru kabul edilebileceğini unutmamalıyız. Gezegenler, Güneş etrafında yaptıkları geziler boyunca hep aynı yolu izlemezler. Yörünge esas olarak gezegenin hızına bağlıdır ve gezegenin hızı da sabit değildir. Öngörebildiğimiz bütün etkenleri gözönüne alırsak bir *dokunum* yörüngesi çizebiliriz belki, ama bu da sadece bir an için geçerli olur. Örneğin, gezegenlere roket yollamaya başladığımız 1961 yılını ele alalım. İnceleme konumuz da Neptün olsun. Neptün, 1961'in başlarında, dışmerkezliliği ortalama değerin çok az altında olan bir yörüngede hareket ediyordu. Bu sayfaya sığabilecek bir çizim yapılsaydı iki yörünge arasındaki fark bir çizgi kalınlığında olacaktı; ama Neptün'ün, 'ortalama' yörünge yardımıyla hesaplanmış 'ortalama' konumu ile dokunum yörüngesi yardımıyla hesaplanmış gerçek konumu arasındaki fark 14.500.000 kilometreden fazla olacaktır.

Zorluklar sonsuzmuş gibi görünüyor, ayrıca bilinmeyenler ve hatalar varlıklarını bugün bile koruyorlar. Ama yine de günümüzde 1960'lara göre daha kesin sonuçlar elde edilebildiği bir gerçek. Başka türlü Güneş sisteminin öbür ucundaki gezegenlere araştırma araçları yollama konusunda başarılı olmamız beklenemezdi.

* Bir gök cisminin hareketinde başka bir gök cisminin etkisi ile meydana gelen düzensizlik. (ç.n.)

IV. BÖLÜM

Gezegenlere Gönderilen Roketler

Gezegenleri incelemenin iki yolu vardır. Bunlardan ilki yüzyıldır kullanılan bir yöntem olan teleskoptur. Dünya'dan teleskop yardımıyla yaptığımız gözlemlerle oldukça fazla şey öğrenebiliriz. İkinci yöntem ise uzay araçlarının kullanımına dayanır. Bu alandaki ilk adım, 1959'da Rusların Ay'a üç uzay sondası göndermesi ile atılmıştır. İki yıl sonra ise, başarısızlıkla sonuçlanmış olsa bile, Venüs'e ulaşmak için ilk çabayı göstermişlerdir. O zamandan beri Plüton dışında bütün gezegenlerin yakın plan görüntülerini elde etmeyi başardık, ayrıca Mars'a ve Venüs'e kontrollü inişler de düzenlendi.

Gezegenlerin kendileriyle ilgilenen bir kitapta, roket kuramından pek fazla bahsetmeyi düşünmüyorum, roketler zaten günlük hayatımızın bir parçası gibiler (Bu kitabın ilk baskısının yapıldığı zamana, yani 1950'li yılların başına göre çok şey söylenebilir tabii ki). Yani bu bölümü kısa tutacağım, ama yine de birşeyler söylemem gerek, çünkü bugün bile bir roketin nasıl çalıştığı konusunda genel bir yanlış anlaşılma var.

İlk olarak belirtmem gerekir ki bir roket sadece kendini 'ittirir', başka hiçbir şeyi değil. Bir havaî fişekte, içi barut dolu ince bir tüp ve roketin uçuş kararlılığını sağlayan bir çubuk vardır. Barut yandığında oluşan sıcak gazlar egzozdan dışarı atılır ve bu da roketin gökyüzünde ilerlemesini sağlar. Roket, Sir Isaac Newton'un 'tepki yasası' olarak adlandırdığı gereklilik sonucu uçar: Her etkinin mutlaka kendisine eşit ve zıt yönde bir tepkisi vardır. Yani gaz dışarı çıktığı sürece roket hareket etmeyi sürdürecektir.



Bir roketin işleyişi.

Buradaki en önemli nokta Dünya atmosferinin konuyla ilgisinin bulunmayışıdır. Aslında atmosfer başlı başına bir sorundur, çünkü sürtünmeye yol açar ve roketin ilerlemesini zorlaştırır. Yani roketlerin en verimli oldukları yer, hiçbir direncin olmadığı 'boşluk'tur. Zaten bunun için roketler -ve yalnızca roketler- Dünya'nın ötesine yapılan uçuşlarda kullanılabilirler.

Bunu ilk farkeden de Konstantin Eduardovich Tsiolkovskii adlı bir Rus olmuştu. Bu konudaki ilk yazılarını neredeyse yüz yıl önce yayınlamıştı; ama bu yazılar sadece tanınmamış bazı Rus dergilerinde çıktıklarından ve o sırada uzay yolculuğu fikri resmen delilik olarak görüldüğünden, neredeyse hiçbir yankı uyandırmamışlardır. Tsiolkovskii, barut gibi katı yakıtların güçsüz ve kontrol edilemez olduklarından, Dünya'dan Ay'a veya herhangi başka bir yere bir araç gönderilmesinde kullanılamayacağını da farketmişti. Bu durumda rokette sıvı yakıt kullanılması ve ham barut yükü yerine basit bir roket motoru yerleştirilmesi gerektiğini düşünmüştür. Ayrıca roketlerin üst üste monte edilmesi de onun fikridir; böylece en üst 'kademe'nin uzayda ilerlemesini sağlayacak başlangıç yapılabilecekti. Herşey neredeyse kusursuz görünüyordu ama garip olan birşey vardı. İyi bir deney adamı olmadığından mıdır, yoksa bu tür bir etkinlik Çarlık Rusyasında hoş karşılanmayacağından mıdır nedir, Tsiolkovskii hayatı boyunca bir roket bile fırlatmamıştır. 1926 yılında, sıvı yakıtlı ilk roketin fırlatılışı, Tsiolkovskii'den tamamen bağımsız olarak, Amerikalı bir bilim adamı olan Ro-

bert Hutchings Goddard tarafından gerçekleştirilmiştir. Pek de gösterişli olmayan deney sırasında roket, yalnızca saatte 95 kilometrelik bir hızla çok kısa bir mesafe katedebilmişti; ama sonuçta teorinin doğruluğu da kanıtlanmıştı.

1930'larda çoğu, Almanya'da Wernher von Braun başkanlığındaki bir grup tarafından gerçekleştirilen başka deneyler de yapıldı. Bu deneyler son derece başarılı ve ümit vericiydi, öyle ki Nazi Hükümeti işe karışarak grubu, askeri silah yapımında çalıştırmaya başladı. Sonuçta ortaya savaşın son aşamalarında İngiltere'yi bombalamakta kullanılan V.2'ler çıktı. 1944'te ve 1945'in ilk aylarında V.2'ler büyük zarara yol açtılar ve birçok kişinin onlarla ilgili acı anılara sahip olmasına neden oldular. Ama yine de V.2'nin bugünkü uzay araçlarının atası olduğu inkar edilemez. Savaştan sonra von Braun, Amerika roket programının başına geçmek üzere Amerika Birleşik Devletleri'ne gitti. Amerikalılar 1958'de ilk yapay uyduları olan *Explorer 1*'i fırlatmayı onun çabaları sonucunda başardılar.

Ama bu, hikâyenin daha ileri bir aşaması. İlk roketler, sözgelimi V.2'ler, yeterince hızlı gidemediklerinden Dünya'nın çekim alanından çıkmayı başaramıyorlardı. Size sık rastlanan bir yanlış anlamadan daha bahsedeyim: Hiçbir roket, teorik olarak sonsuz olan Dünya'nın yerçekimi alanından çıkamaz. Yine teorik olarak, Dünya'dan Ay'a hızı saatte birkaç kilometreden fazla olmayan bir uzay aracıyla gitmek mümkündür. Ancak bu durumda bütün yol boyunca yakıt kullanmak gerekecektir ki bu da hiç ekonomik değildir (Yolculuğun gerçekten çok uzun süreceği gerçeğini de bir kenara bırakıyoruz). Kullanışlı tek yöntem, araca daha fazla yakıt harcamasını gerektirmeden Dünya'nın çekiminden kurtulmasını sağlayacak bir son ivme sağlamaktır. Burada tam doğru olmasa da bir benzetmeden yararlanabiliriz. Bir bisikletçi o kadar hızlı pedal çevirir ki, bir süre sonra hiç pedal çevirmeden ve enerji harcamadan tepeye ulaşır.

Bu kritik hız saniyede 11,2 kilometre veya saatte 40.000 kilometre kadardır. Roket bu hıza ulaştırılabilirse, yere düşmeyecek ve Ay'a doğru yol alacaktır. İşte bu nedenle saniye-

de 11,2 kilometrelik hız, Dünya'dan 'kurtulma hızı' olarak adlandırılır.

Bu fikir Tsiolkovskii'nin zamanında bile yeni sayılmazdı. Bunu farkedenlerden biri de 1865 gibi eski bir tarihte, Ay'a yapılan bir seyahatı konu alan bir roman yazmış olan büyük Fransız yazarı Jules Verne'dir. Artık modası geçmiş bir düşünce gibi görünebilir ama muhteşem anlatımıyla okunmaya değer bir kitaptır. Ancak Verne, yolcularının içinde bulunduğu roketi büyük bir topla fırlatarak çok ciddi bir hata yapmıştır. Kurtulma hızında bir çıkış yapılarak başlayan böyle bir yolculuğun uzun sürmemesi için birçok neden vardır. Dünya atmosferinin düşük yoğunluklu tabakalarında bu kadar yüksek bir hızla yol alan herhangi bir araç sürtünme sonucu parçalanır. Tabii bu arada kalkışın yarattığı şokun, roketin içinde bulunanları korkunç şekilde etkilemesi de ayrı bir konu!

Bir uzay aracında ivme, aşamalı olarak artmalıdır. Araç kurtulma hızına, Dünya atmosferinin kalın kısmının ötesine geçtikten sonra ulaşmalıdır. Yani ihtiyaç duyulan güç miktarı çok fazladır, bu nedenle ilk olarak Tsiolkovskii tarafından ortaya atılmış 'kademe' ilkesinden yararlanmamız gerekmektedir. Fırlatılma anından hemen sonra bütün işi alttaki büyük motor* yapar; sahip olduğu bütün yakıtı kullanıp bitirdiği zaman roketin alt kısmı bir bütün olarak gövdeden ayrılır ve geri yeryüzüne düşer. Sonra ikinci kademe motorlar ateşlenir, onların da yakıtları bittiğinde yerlerini üçüncü kademe motorlar alır. Sonuçta ilk fırlatılan aracın sadece üst kısmı bütün yolu gider. Sözgelimi *Apollo* Ay programında, fırlatma öncesi araç 110 metreden uzundu (St Paul'ün yüksekliğine eşit) ve görev bittiğinde astronotlar 6,7 metrelik bir koniyle sağ salim geri döndüler.

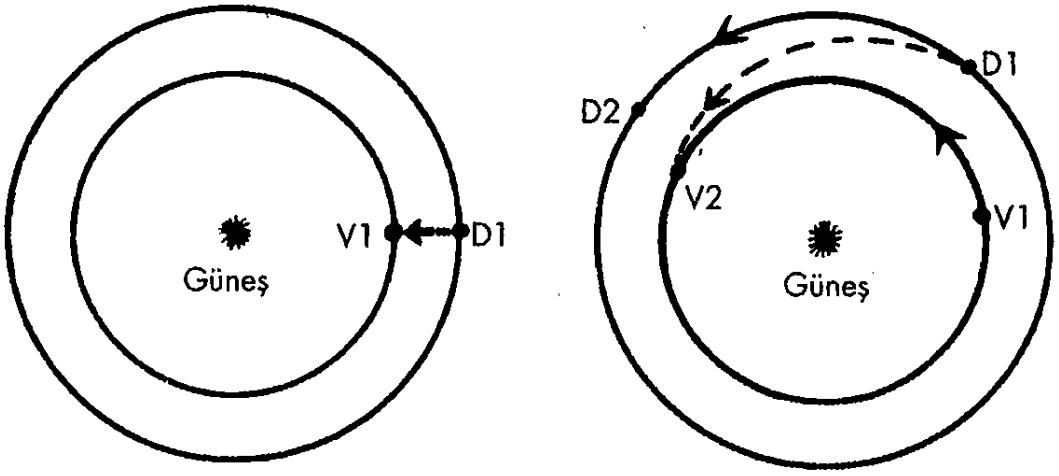
Tabii ki Ay özel bir konuma sahiptir, çünkü o bize eşlik eder ve Güneş'in etrafındaki yolculuğumuz sırasında bizimle birliktedir. Ay'a yapılacak bir yolculuk -gidiş dönüş- onbeş günden daha az zaman alır. Ama gezegenlere baktığımızda

* Daha doğrusu motorlar. Bir uzay aracının taslağı inanılmayacak derecede karmaşıktır. Benim burada verdiğim çizim, günümüz roketinin çok basitleştirilmişidir.

ciddi problemlerle karşı karşıya olduğumuzu görürüz, çünkü hem aramızdaki mesafe çok daha uzaktır, hem de gezegenler bize işimizi kolaylaştıracak kadar yaklaşmazlar.

Hedef olarak seçilen ilk gezegen Venüs olduğundan onunla başlamayı uygun buldum. Bu arada çizimlerden de yararlanacağız. Sol tarafta bulunan çizimde Venüs V1, Dünya da D1 noktasında; ikisi arasındaki uzaklık 40.000.000 km civarında olabilir. Bu da, Ay ile aramızdaki uzaklığın kabaca yüz katıdır. Niye en uygun anı, yani Venüs'ün alt kavuşum noktasında olduğu anı beyleyip, ona doğru bir sonda fırlatmıyoruz?

Ne yazık ki gerçek hayatta işler böyle yürümüyor. Sürekli bir güç kaynağı olmadan hiçbir araç o tür bir yolu katedemez; yol için gerekli yakıt miktarını taşımaksa imkânsızdır. Üstelik uzay araçları, uçaklar gibi manevra kabiliyetine sahip olmadıklarından hem Dünya'nın hem de Venüs'ün hareket ediyor olması sorun yaratacaktır.



Venüs'e gönderilen sondanın yörüngesi. (Solda) Uygulanamayan yöntem. Dünya'dan (D1) Venüs'e (V2) doğru düz bir yol. (Sağda) Yörünge aktarımı. Uzay aracı, Dünya D1'de Venüs ise V1'deyken fırlatılıyor. Sonda Güneş'e doğru ilerliyor ve Venüs'le V2 noktasında buluşuyor. Bu arada Dünya da D2 noktasına gelmiş olur.

Gerçekte uygulanan yöntem biraz daha farklıdır. Yapılan şey temel olarak, sondanın ikinci bir araç yardımıyla uzaya çıkarılması ve sonra hızının Dünya'ya göre yavaşlatılmasıdır. Unutmayın ki bir araç uzaya çıktığında tıpkı yapay olmayan

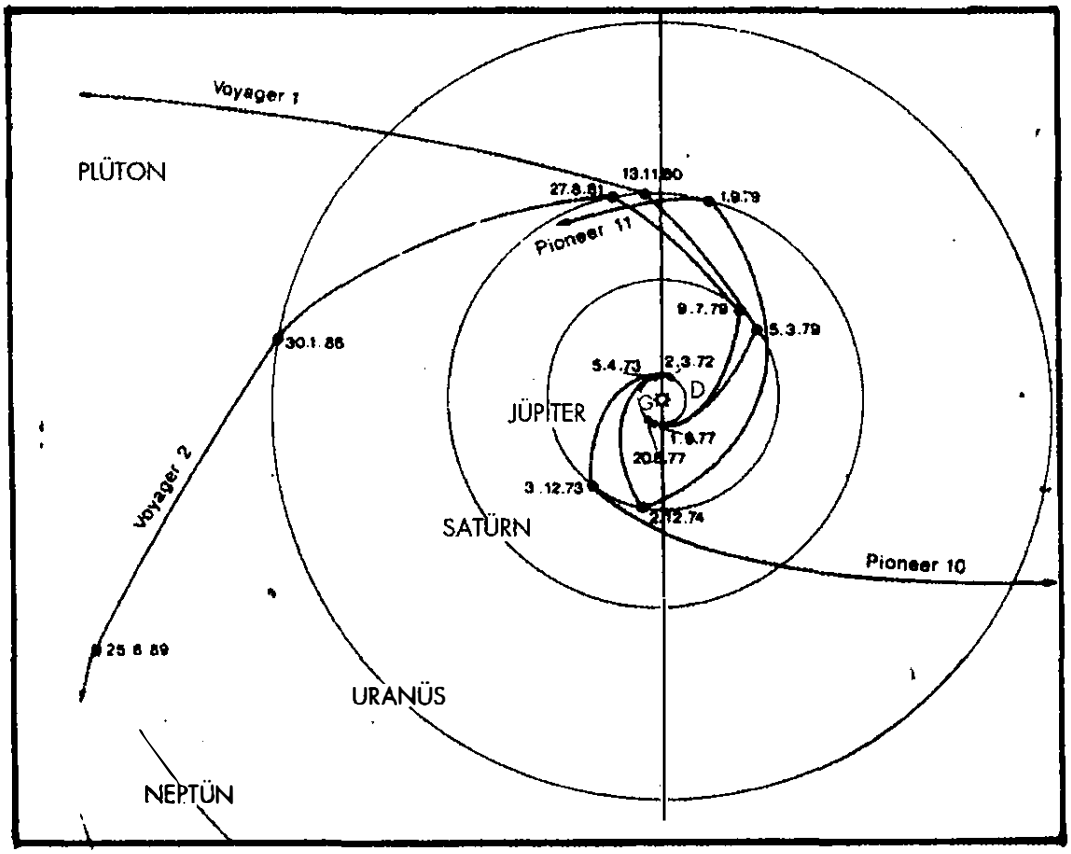
nesneler gibi hareket eder ve Kepler Yasaları'na uygun davranır. Sonda 'yavaşlatıldığında' ve motorları kapatıldığında Dünya'nın yanında kalmaz; içeri, Güneş'e doğru ilerlemeye başlar ve zaman içinde hızı artar. Sonuçta sonda Venüs'ün yörüngesine ulaşır. Yapılan hesaplamalar doğruysa çizimde sağ tarafta gösterildiği gibi Venüs'le buluşacaktır. Venüs, tam zamanında buluşma noktasında olmazsa ve sonda dışarı doğru hareket edebilecek kadar hız kazanamazsa içeri doğru gitmeye devam eder. Bu durumda Güneş'in etrafında eliptik bir yörüngede belirsiz bir süre için dönmeye başlar.

Sonda, Venüs'e iniş yapacaksa motorların çalıştırılma anı çok önemlidir. Veya gönderilen son uzay aracı *Magellan* gibi gezegenin yörüngesine de oturtulabilir. *Magellan*'dan daha sonra ayrıntılı olarak bahsedeceğim.

Dünya'nın yörüngesinden Venüs'ünkine yapılan yolculuğun çoğu enerji kullanılmayan serbest düşüş şeklinde -veya tercih ediyorsanız 'pedal çevirmeden' de diyebiliriz- yapılmak zorundadır ki, bu da haliyle çok zaman alacaktır. Venüs'e yollanması başarılan ilk keşif aracı olan *Mariner 2*, 27 Ağustos 1962'de fırlatılmıştır. Ama gezegene en yakın noktaya ulaşması 14 Aralık'ı bulmuştur. *Magellan* ise 5 Mayıs 1989'da fırlatılmış ama gezegene ancak 10 Ağustos 1990'da varabilmiştir. Hiç kuşkusuz farklı tür yakıtlar kullanarak bu süreyi kısaltabiliriz, ama ne yazık ki şu anda yalnızca bizim istediğimiz kadar güçlü olmayan sıvı yakıtları kullanmak zorundayız.

Mars'a gelince, onun için de temelde aynı sorunlar geçerli. Ama bu sefer farklı olarak, sondanın Dünya'ya göre hızlandırılması ve böylece Mars'ın yörüngesine doğru düzenli olarak yavaşlayarak ilerlemesinin sağlanması gerekiyor. Araç, Mars'a inemez veya gezegenin yörüngesine yerleştirilemezse, yolculuğuna Güneş'e doğru devam edecek ve Güneş'in etrafında eliptik yörüngesinde bilinmeyen bir süre için dönmeye başlayacaktır. Bu konuda başarılı olan ilk araç yine Amerika'nındı. 28 Kasım 1964'te fırlatılan *Mariner 4* yedi ay kadar sonra, 15 Temmuz 1965'te Mars'a komşu oldu.

Uzaktaki gezegenler söz konusu olduğunda yolculuğun süresi uygunsuz bir şekilde uzar. Jüpiter'e gönderilen ilk sonda olan *Pioneer 10*, 2 Mart 1972'de başlayan yolculuğunu, ancak sonraki yılın 3 Kasım'ında tamamlayabilmiştir. Ama diğer devlere gidilirken süre, 'çekim yardımı' olarak adlandırılan bir yöntem kullanılarak kısaltılabilir. Ben bu yöntemi gezegenler arası bir paslaşma olarak görüyorum. Yani, bir gezegenin kütleçekimi kullanılarak, sondayı bir sonraki hedefine doğru yollamak mümkündür.



Voyager'ların Yörüngeleri. (G = Güneş.) *Voyager 1*, Jüpiter ve Satürn'ün, *Voyager 2* ise hem onların hem de Uranüs'le Neptün'ün yanından geçti.

1977 yılının Eylül ayında Jüpiter'e doğru gönderilen *Voyager 1*'in durumunu inceleyelim. *Voyager 1*, 5 Mart 1979'da Dev Gezegen'in 320.000 km kadar uzağından geçerken Jüpiter'in çok yüksek olan kütleçekimi kuvvetinin etkisiyle savrulmuş ve kendisini 12 Kasım 1980'de Satürn'le buluşturacak olan yolda ilerlemeye başlamıştır. Daha sonra

ise Güneş sisteminin dışına doğru hiç bitmeyecek yolculuğuna başlamıştır. Şu anda hâlâ ondan haber alıyoruz ve yerini de tam olarak biliyoruz; ama birkaç yıl içinde izini kaybedeceğimiz kesin.

İkizi *Voyager 2*'nin öyküsü daha da ilginçtir. 1977'de Jüpiter'in, 1981'de Satürn'ün, 1986'da Uranüs'ün ve son olarak da 1989'da Neptün'ün yanından geçerek dört devi de görmüştür. Böyle birşeyin gerçekleşmesinin nedeni, dört dev gezegenin şans eseri uzun ve hafif eğimli bir eğri üzerinde sıralanmış olmalarıydı. Bu, çok uzun bir süre boyunca tekrarlanmayacak bir durumdur.

Uzay araçları gezegenler hakkındaki tüm düşüncelerimizi kökünden değiştirmişlerdir. Ayrıca bu değişimlerin hepsi de büyük bir hızla gerçekleşmiştir. Geçtiğimiz otuz yıl içinde, komşu gezegenler hakkında bütün insanlık tarihi boyunca edinebildiğimizden daha fazla şey öğrenmeyi başardık.

V. Bölüm

Merkür

Çıplak gözle görülebilen gezegenler arasında en az dikkat çeken Merkür'dür. Büyük bir olasılıkla onu hiç görmemiş birçok insan vardır, çünkü onu görebilmek için doğru saatte doğru yere bakmak gerekir. Şehirlerde ve endüstri bölgelerinde yaşayan kişilerin onu görme şansı neredeyse hiç yoktur. Hatta ünlü gök bilimci Copernicus'un, evinin yanındaki Vistula nehri üzerindeki sis nedeniyle Merkür'ü hiç göremediği söylenir. Ama bunun uydurma olduğuna eminim; çünkü ben o bölgede, etrafta onaltıncı yüzyıla göre çok daha fazla yapay ışık olduğu halde Merkür'ü kolayca görebildim.

Merkür aslında birçok yıldızdan, hatta Sirius'tan bile daha parlak olabilir. Sorun, onu asla karanlık bir zemin üzerinde görememizdir. Durumu zorlaştıracak şekilde her zaman Güneş'e çok yakın bir yerdedir. Dolayısıyla çıplak gözle görülebilmesi sadece gün batımından hemen sonra batıda ve gün doğumundan hemen önce doğuda, ufka çok yakın bir noktadayken olanaklıdır. Sussex kıyısında bulunan Selsey'deki evimden yaptığım gözlemlerde, Merkür'ün bir yıl içinde çıplak gözle ancak onbeş-yirmi gün kadar görülebildiğini saptadım. Ama Sussex'te gökyüzünün İngiltere'nin birçok yerine göre daha açık olduğunu ve deniz kıyısında bulunduğumdan ufku görebildiğimi de belirteyim. Bu arada sizi bir konuda uyarmam gerek. Gezegene dürbünle veya teleskopla bakacak olursanız, Güneş'in tamamen batmasını bekleyin. Güneş, bir an için bile olsa yanlışlıkla görüş alanınıza girerse gözleriniz zarar görebilir.

Eskilerin de farkında oldukları gibi güneye inildikçe Merkür'ün görülmesi kolaylaşır. İlk zamanlarda 'sabah Merkürü' ile 'akşam Merkürü'nün iki farklı gök cismi olması gerek-

tiği düşünülüyordu; ama sonradan ikisinin aynı olduğu anlaşıldı. Gezegen çok hızlı hareket ettiği için ona 'tanrıların habercisi' Hermes'in adı verildi. Yunan tanrısı Hermes, Roma tanrılarından Merkür ile özdeşleştirilir. Hatta Merkür'ün 'coğrafyası' hâlâ 'hermografya' olarak adlandırılır.

Yakın geçmişe kadar Merkür'ün yüzey şekilleri hakkında çok az şey biliyorduk. 4870 km kadar olan çapıyla oldukça küçüktür; Güneş'ten ortalama uzaklığı 58.000.000 kilometredir, yani hiçbir zaman bize 80.000.000 kilometreden fazla yaklaşmaz. Aslında yüzeyiyle ilgili tüm bildiklerimiz, tek bir uzay aracının yani 1973 ve 1974'te üç ölçüm yapmış olan *Mariner 10*'un gönderdiği verilere dayanır. Merkür'ün kendisini incelemeye geçmeden önce sormamız gereken bir soru var. Güneş'e daha yakın başka bir büyük gezegen olmadığından emin miyiz?

Yüz yıldan daha kısa bir süre öncesine kadar böyle bir gezegenin varlığına gerçekten de inanılıyordu. Hatta bu gezegene bir ad bile konmuştu. Demircilerin koruyucusu Ateş Tanrısı Vulkan'ın adı. Bu 'buluş'un öyküsü, büyük bilim adamlarının bile yanılabileceğini göstermesi açısından mükemmel bir örnektir.

1870'lerde Paris Gözlemevi'nin müdürü, Urbain Jean Joseph Le Verrier'di. Zamanının en seçkin gök bilimcisi sayılabilecek olan Le Verrier, günümüze kadar ulaşan ününü, 1846 yılında Neptün gezegeninin varlığını öngörmesine borçludur. 1860'ta Merkür'ün hareketleri üzerinde çalışan Le Verrier, yanlış giden birşeyler olduğunu farketti. 'Tanrıların habercisi' tam olarak bulunması gereken yerde değildi. Le Verrier bundan, Merkür'ün bilinmeyen bir gezegenin çekim etkisiyle konumunu kaybettiği sonucunu çıkardı.

Le Verrier, daha sonra bir köy doktoru olan Fransız Lescarbaut'dan bir mektup aldı. Lescarbaut, Merkür'den daha içerdeki bir gezegenin Güneş'in yüzeyinden geçiş yaptığını gördüğünü öne sürüyordu. Hatırlarsanız Merkür ve Venüs bazı alt kavuşma konumlarında geçiş yaparlar. Dolayısıyla daha içteki bir gezegenin de geçiş yapması olanaklıdır; bu da onu gözlemlemenin neredeyse tek yoludur. Le Verrier

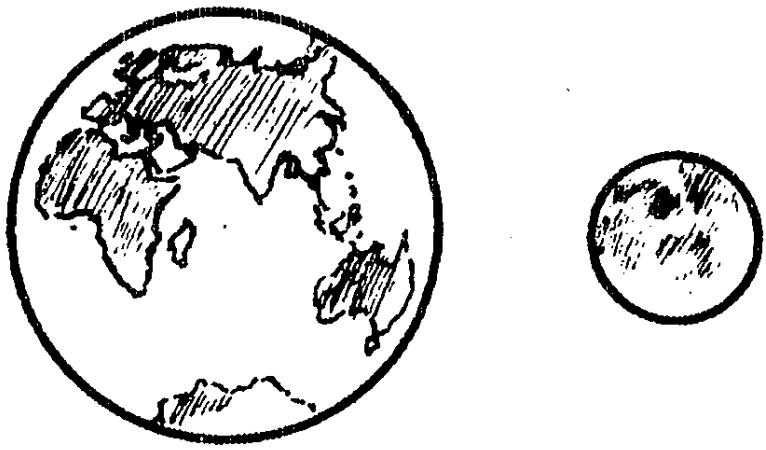
mektubu alır almaz Lescarbault'yu görmeye gitti. Görüşmelerinin çok ilginç geçtiğinden hiç kuşkum yok. Le Verrier, Fransa'nın en kaba adamlarından biri olarak ün salmıştı. Lescarbault ise profesyonel bir bilim adamı sayılmazdı; doktorluğun yanı sıra marangozluk yapıyordu ve gözlem sonuçlarını, ihtiyacı olmadığına karar verene kadar kalasların üzerine yazılı bir şekilde saklıyordu. Kullandığı zaman göstergesi ise saniyesi olmayan eski bir saatti. Bütün bunlara rağmen Le Verrier, Lescarbault'nun sonuçlarının gezegenin varlığını teyit ettiğini kabul etti. Yeni gezegene Vulkan adını verdi ve Güneş'ten uzaklığını 21.000.000 km, dolanım süresini 19-20 gün arası, çapını ise yaklaşık 1500 km olarak belirledi. Ayrıca gelecekteki geçişlerin ne zaman gerçekleşeceklerini de hesapladı.

Ama Vulkan o zamandan sonra bir daha hiç görülmedi. Şimdi emin olduğumuz birşey var ki Lescarbault'nun gördüğü bir gezegen değil muhtemelen bir güneş lekesiydi. Ayrıca, Vulkan'ın geçiş yaptığı varsayılan saatte, Brezilyalı araştırmacı E. Liais'in de Güneş'i incelemekte olduğunu ve hiçbir şey görmediğini belirtmek yerinde olacaktır.

1878 yılında yaşanan tam güneş tutulmasından sonra bu konu tekrar gündeme geldi. Tam tutulmada, Ay, Güneş'in tam önünden geçer ve ışığını tamamen keser. Bu durumda yıldızlar, gün ortasında birkaç dakika için de olsa çıplak gözle görülebilirler. İki Amerikalı gözlemci, Watson ve Swift, tutulma sırasında yaptıkları araştırmalar sonucunda tanımlanamayan çeşitli cisimler saptadıklarını iddia ettiler. Ama ne yazık ki Watson'ın ve Swift'in gözlem sonuçları, ne olduğu varsayılan Vulkan ile, ne de birbirlerinin yaptıklarıyla bir bütünlük oluşturmuyordu; bu durumda gördükleri, sıradan yıldızlardan başka birşey değildi. Daha sonra Merkür'ün hareketlerindeki düzensizliği açıklamak için işin içine başka bir gezegen sokulmasına ihtiyaç kalmadı. Einstein'ın görelilik kuramı bu durumu tamamen açıklığa kavuşturdu. Kısacası Vulkan yoktu. Şimdi tekrar Merkür'e dönebiliriz.

Hareketlerini veya kütlesini belirlerken bir sorunla karşılaşmıyoruz. Merkür'ün Güneş etrafındaki dolanım süresi,

yani bir Merkür 'yıl'ı 88 gündür; çapı da daha önce de belirttiğimiz gibi 4870 km kadardır. Karşılaştırma yapılabilmesi açısından Ay'ımızın çapının 3472 km olduğunu belirteyim. Kütlesi ise Dünya'nın kütlesinin 0,38'i kadardır. Dünya'daki ağırlığınız 80 kilogram ise Merkür'de bu 20 kiloya düşer ve tüy gibi olursunuz.

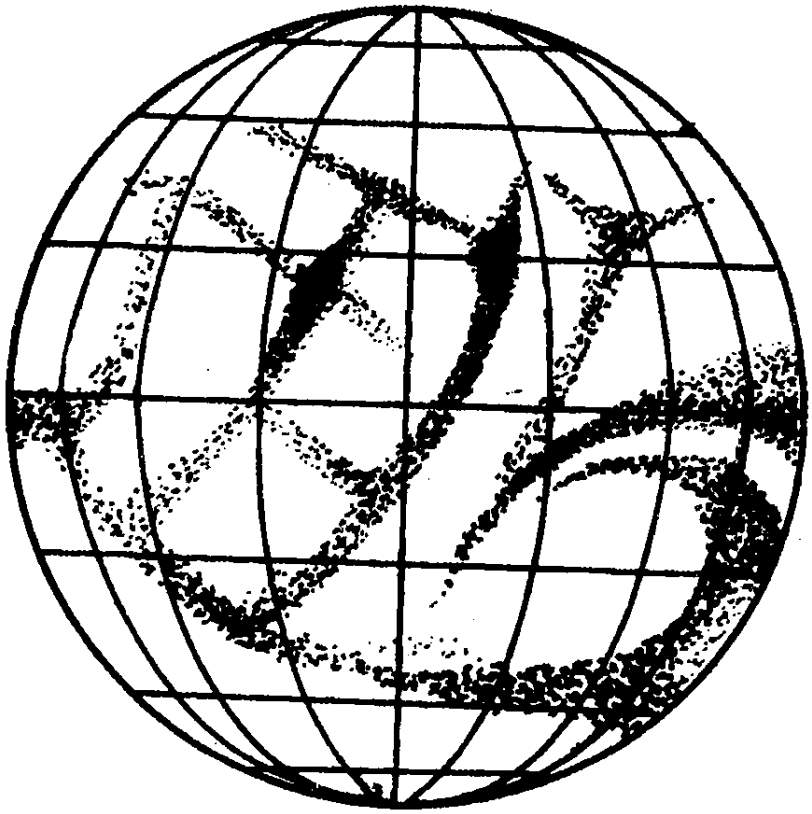


Merkür ile Dünya'nın karşılaştırmalı büyüklükleri.

Mariner 10'un dillere destan yolculuğundan önce, Merkür'ün yüzeyinde Ay'daki gibi dağlar ve kraterler olduğunu tahmin ediyorduk, ama bu konuda kesin bir bilgimiz yoktu. Küçük ve uzak olmasını bir kenara bıraksak bile Merkür, Dünya'dan gözlemlenmeye uygun bir gök cismi değildir. Bize en yakın olduğu anda yani alt kavuşma noktasındayken karanlık yüzü bize dönüktür ve evre büyüdükçe görünen çapı küçülür. Dolun olduğunda, Güneş'in arkasındadır ve görülemez. Teleskopla çalışan gözlemciler hep bu tür zorluklarla uğraşmak zorunda kalırlar.

Sistemli olarak yürütülen gözlemlerin ilki, onsekizinci yüzyılın sonlarına doğru William Herschel tarafından gerçekleştirilmiş ama pek de başarılı bir sonuç elde edilememişti. Yine aynı tarihlerde, Alman J. H. Schröter, teleskopla yaptığı gözlemler sonucunda, Merkür'ün yüzeyinde yükselen dağlar gördüğünü öne sürdü; her ne kadar Schöter'e saygı-

mız sonsuz olsa da ve dürüstlüğünden şüphe etmesek de bu sonucu ciddiye almamız pek mümkün değil. Sonra sıra enerjik bir İtalyan olan Giovanni Virginio Schiaparelli'ye geldi. Schiaparelli, 1881'de başladığı seri gözlemlerini 1889 yılına kadar sürdürdü. Milan'da yaptığı çalışmalarında 22 santim ve 50 santim açıklıklı mercekli teleskoplar kullanıyordu.



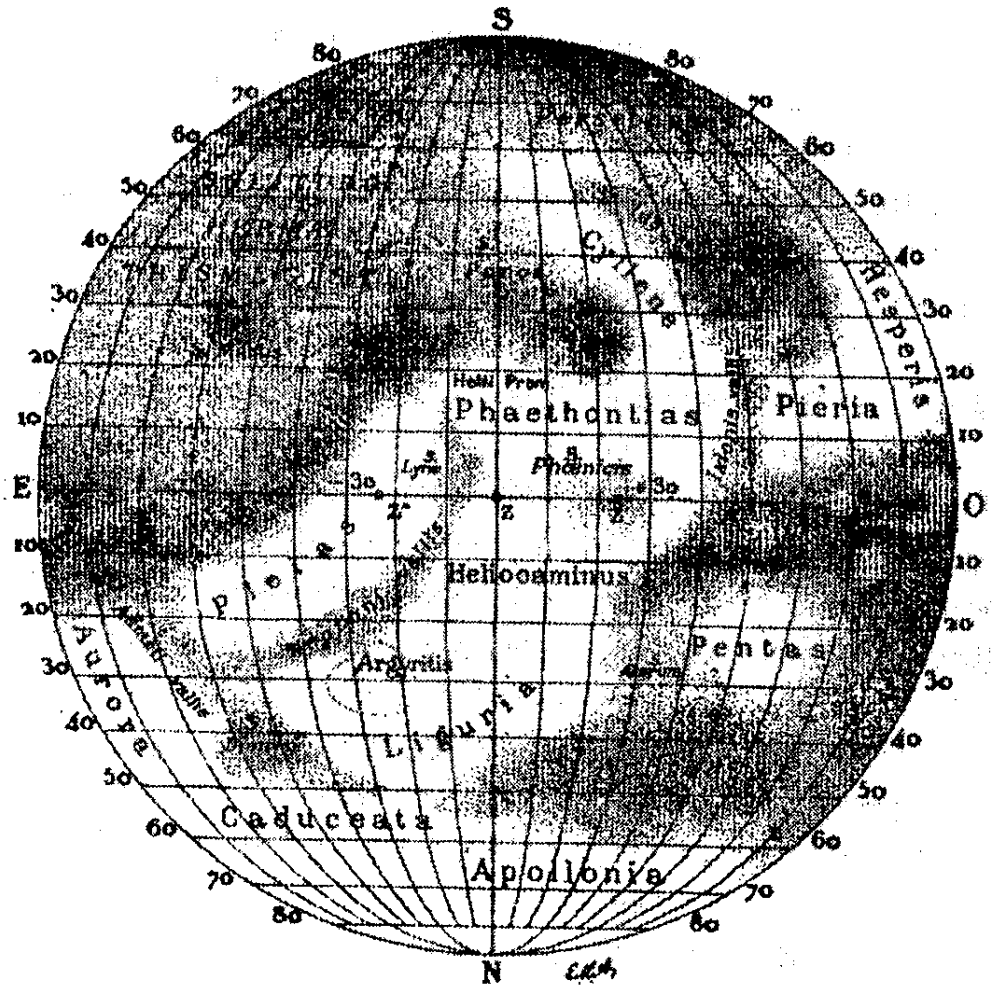
Schiaparelli'nin Merkür haritası.

Merkür'ün çıplak gözle görülebildiği anlarda ufka çok yakın bir noktada bulunduğunu ve bu yüzden gözlem koşullarının elverişsiz olduğunu kuşkusuz Schiaparelli de biliyordu. Bu durumda tek seçenek Merkür'ün tepede olduğu anlarda yani gün ışığında gözlem yapmaktı. Schiaparelli de bu yöntemi kullanıyordu; hatta gezegenin aydınlık ve karanlık alanlar olarak adlandırdığı bölgelerini gösteren bir haritasını bile çıkarmıştı. Ayrıca Merkür'ün dolanım süresi ile dönme süresinin eşit olduğunu (88 Dünya günü) yani gezegenin hep aynı yüzünün Güneş'e dönük olduğunu öne sürdü. Bu,

matematiksel açıdan da sağlam bir iddiaydı, zaten Ay ile Dünya arasında da benzer bir durum geçerliydi. Bu durumun bilimsel adı 'tutulmuş veya eşzamanlı dönme'dir. Çekim etkisiyle yüzyıllar içinde ortaya çıkan Ay'ın bu durumunun hiçbir esrarengiz tarafı yok. Schiaparelli, Güneş'in çekiminin de Merkür üzerinde benzer bir etki yarattığını ve Merkür'ün dönüşünü 'kırdığını' düşünüyordu.

Sonuçta çalışmaları hakettiği ilgiyi gördü. Büyük gezegen gözlemcileri listemizdeki bir sonraki isim ise aslen Yunanlı ama evlât edinilme yoluyla Fransız olan Eugenios Antoniadi. Antoniadi, dünyanın en büyük ve en iyi teleskoplarından biri olan ve Paris yakınlarındaki Meudon'da bulunan, 84 santimlik teleskobu kullanabilme gibi bir avantaja sahipti. Bu muhteşem aletin kalitesine şahsen kefilim, çünkü geçmişte onu *Apollo* astronotları henüz Ay'a gitmemişken, Ay'ın haritasını çıkarmak için uzunca bir süre kullanmıştım (Onunla ayrıca Merkür'e de bakmıştım ama gezegenin minik yüzeyinde birşey görebilmiş olduğumu iddia edemeyeceğim).

Antoniadi de, Schiaparelli ile aynı fikirdeydi. O da dönmenin eşzamanlı olduğunu düşünüyordu. Ama gezegenin bir yarısının sürekli aydınlık, diğer yarısının ise sürekli karanlık olduğunu söylemek pek doğru olmaz, çünkü Merkür'ün yörüngesi dairesel değil, dikkat çekecek kadar dışmerkezli bir elipstir. Güneş'ten uzaklığı, günberi noktasında 45,8 milyon km, günöte noktasında 85,2 km olmak üzere iki değer arasında değişiyordu. Bu da dönüş hızı değişmezken yörüngesel hızın değiştiği anlamına gelir. Yani yörüngedeki konum ve dönüş miktarı zaman zaman birbirlerine ayak uyduramazlar. Sonuçta Merkür tıpkı Ay gibi yavaşça öne arkaya doğru 'sallanır'. Bu duruma sallantı (librasyon) adı verilir (Bu konudan VIII. Bölüm'de daha ayrıntılı olarak bahsedeceğim). Bu durumda Merkür üzerinde, sürekli gündüz olan bir bölge, sonsuza kadar karanlık olan bir bölge ve bu ikisinin arasında, Güneş'in ufukta bir görünüp bir kaybolduğu ince bir 'alacakaranlık kuşağı' olacaktır. Sonraları bilim kurgu yazarları bu alacakaranlık kuşağından fazlasıyla yararlandılar; çünkü orası Merkür'ün dayanılabilir sıcaklığa sahip tek bölgesi olacaktı.



Antoniadi'nin Merkür haritası.

Antoniadi, 1934'te Merkür hakkında içinde gezegenin yüzey haritasının da bulunduğu bir kitap yayınladı.* Antoniadi, karanlık bölgelere, *Solitudo Hermae Trismegisti* (Büyük Hermes Sahrası), *Solitudo Criophori* gibi isimler vermiş. Kitapta *Solitudo Hermae Trismegisti* "17 Ağustos 1927'de keşfettiğim ve o zamandan beri en kötü şartlar altında bile neredeyse hep görebildiğim büyük bir gölgelik. Bu çöl benzeri bölge, Merkür'ün güneydoğu çeyrek dairesini kaplıyor ve hatta aşıyor, bu büyüklüğüyle Avusturalya ile karşılaştırıla-

*Çok garip ama kitabın, 1974'e kadar yani ben İngilizce'ye çevirene kadar sadece Fransızca baskısı bulunuyordu (Keith Reid Ltd, Devon, 1974). O zamana kadar da sadece tarihî değeri kalmıştı tabii ki. Bu bölümde tırnak içinde verdiğim kısmı kendi yaptığım çeviriden aldım.

bilir... Rengi, Merkür üzerindeki bütün lekeler gibi gri olarak görünüyor bana" diye tarif ediliyor.

Tartışma götürür bir başka konu ise Antoniadi'nin Merkür'ün, farkedilebilir bir atmosfere sahip olduğu iddiasıdır. Bu ilk bakışta pek olabilirmiş gibi görünmüyor. Bir gök cisminin atmosfer 'tutabilmesi' iki etkene bağlıdır: Sıcaklık ve kurtulma hızı. Pek değişmeyen sıcaklığı ve saniyede 11,2 kilometrelik kurtulma hızı ile Dünya (çok şükür!) kalın bir atmosfer tutabilmektedir. Ay ise 2,4 km olan kurtulma hızı yüzünden bu konuda başarısızdır. Merkür'ün kurtulma hızı saniyede 4,2 kilometredir ki bu da büyük bir olasılıkla sınır değere çok yakındır. Ama gezegen çok sıcak olduğundan ve sıcaklık arttığında atmosferdeki moleküllerin hızları artacağından, bu moleküllerin kaçma olasılıkları da artacaktır.

Antoniadi, Merkür üzerinde sık sık kararmalar görüldüğünü ve Merkür'ün bulutlarının Mars'ınkilere göre daha 'yoğun ve etkili' olduğunu; bu bulutların bazen günlerce yok olmayıp *Solitudo Criophori* gibi karanlık bölgelerin üzerinde durduklarını iddia etmişti. Antoniadi'nin başarılı bir gözlemci olduğuna hiç şüphe yok; yıllar boyunca başka hiç kimse öyle büyük bir teleskopla bu kadar dikkatli gözlem yapma imkânına sahip olmadı; ama ne yazık ki bulutlarının 'kalıcı' olduğu şüpheli.

Peki o zaman, hayat var mıydı? Antoniadi bu konuda 'Merkür'ün kutuplarına yakın bölgelerinde, mikrop gibi, az gelişmiş hayat biçimleri yoktur diyemeyiz, her ne kadar olmayabilirse de bu mümkün, diyor. Kitabında geçtiği şekliyle Merkür'ü tarif edişine bakmak ilginç olabilir:

"Gezegen üzerinde yaşayabildiğini varsaydığımız bir gözlemcinin ilk farkedeceği şey, kilosunun Dünya'dakinin üçte birine düşmüş olmasıdır; yani kişi daha yavaş yürüyecek, daha yükseğe sıçrayabilecektir. Atılan taşlar yere, gezegeni kaplayan uçsuz bucaksız çöllerde uzunca bir yol katettikten sonra sessizce düşecektir. Kendi sesini duymak bile gözlemci için zor olacaktır, çünkü atmosfer basıncının düşük olması sonucu sesler çok zayıf çıkacaktır. Gölge olacaktır tabii ki, üstelik Dünya'dakinden yaklaşık 2,5 kat daha keskin bir şe-

kilde. Akşam karanlığı ve şafak vakti son derece soluk ve Güneş'in doğuşundaki ve batışındaki yavaşlık nedeniyle bir o kadar da uzun olacaktır.

Gece boyunca hafif bir rüzgâr son derece eziyet verici bir şekilde buz gibi eserken, gün boyunca sam yelinden bile daha kavurucu bir rüzgâr, kum tepeciklerini savurarak görmeye değer bir manzara yaratacaktır. Oluşan hortumlarla yükselen bu muazzam toz bulutu gökyüzünü kaplayıp Güneş'i örtecektir. Merkür'de nem, buharlaşma veya yoğunlaşma gibi oluşumlar yoktur. Sirrus (tüybulut), stratüs (katmanbulut), kümülüs (kümebulut), nimbüs (karabulut), su hortumu veya sis olmadığı gibi yağmur, buz, kar, çiy veya kırağı da yoktur. Havada su damlacıkları ve buz kristalleri bulunmadığından gözlemci, gök kuşağı, hâle veya parheli (yalancı güneş) ve hatta korona (atmosfer tacı) bile göremeyecektir. Serapların Güneş'in aşırı sıcaklığına rağmen çölü, optik göle dönüştürüp dönüştüremeyecekleri konusu ise belirsiz.

Volkanik patlamalar hâlâ gerçekleşiyorsa belki onlar kırmızı bir alacakaranlık görüntüsü oluşmasına neden olabilir. 1883'te Krakatoa felaketinden sonra bizim göklerimiz böyle aydınlanmıştı. Güneş'e bu kadar yakın olan ve ne nem ne de su bulunan böyle bir gezegenin atmosferinde gerçekleşebilecek elektriksel hareketlerin yoğunluğunu tahmin etmek çok zor. Ancak manyetik olaylar olmasa bile, eğer atmosferin bileşimi bizim tahmin ettiğimiz gibiyse, Merkür'ün ebedî karanlığa mahkûm bölgelerinde gece, özellikle büyük Güneş etkinliği dönemlerinde sık sık kutup ışıklarının görkemli gösterileriyle bölünecektir.

Takımyıldızlar, Merkür'den de Dünya'dan göründükleri gibi ama biraz daha parlak olarak görünürler. Samanyolu o kadar alçakta olacaktır ki, gözlemci onu tam tepesinde gibi görecektir. Yıldızların parıldaması diye birşey söz konusu olmayacaktır. Merkür'ün ekvator bölgesinden bakıldığında, bir yıldız 12 saat sonra değil 44 Dünya günü sonra batacaktır. Yıldızlı gökyüzü, doğudan batıya doğru son derece ağırbaşlı bir şekilde dönüyor gibi görünecektir.

Merkür'ün hep içinde bulunduğu Burçlar Işığı ise bizden görüldüğünden daha berrak ama daha yayılmış bir görüntü sergileyecektir. Gökyüzünün çoğunu kapladığından, biraz kötü bir tanımlama olacak ama, çok geniş bir kuşak oluşturacaktır. Burçlar Işığı, Güneş'in ekvatoruyla neredeyse aynı düzlemde bulunan 360 derece genişliğindeki ekseniyle gündüz bile gökyüzünde görülebilecektir. Güneş'e göre 180 derecelik bir açıda bulunan, bu soluk ama ışıldayan yoğunlaşma, kış gecelerimizin zayıf karşıgün aydınlıklarına benzer.*

Merkür'den bakıldığında doğal olarak bütün gezegenler dışardadır ve Güneş'le karşı-konuma gelirler. Gökyüzündeki en parlak yıldız Venüs'tür. Merkür'den Dünya'dan görüldüğünden kat kat daha parlak olan Venüs, kırdığı ışınları yansıtarak gökyüzünde gerçek bir gök mücevheri gibi parlayacaktır. Merkür günöte noktasına yakın bir yerdeyken, Venüs'ün çapı 70 yay saniyelik bir açıyla görülür. Parlaklık sıralamasında ikinci sırayı, birinci kadirden** muhteşem bir yıldız olarak görünen Dünya'mız alır. Çapı en çok 33 yay saniyeye erişen Dünya, parlak yüzeyiyle ve ışınlar saçışıyla bizim gördüğümüz Venüs'e benzer. Ayrıca yavaşça Dünya'nın bir tarafından öbürüne gidip duran Ay'ımız da görüş mesafesinde olacaktır. Merkür'den görüldüğü şekliyle Mars, asla ikinci kadre düşmez. Jüpiter ile Satürn de bazen soluklaşsalar bile çoğu zaman birinci kadirden sayılacaklardır. Uranüs ise Dünya'dan görüldüğünden birazcık daha az parlak olacaktır.

Merkür, kuyruklu yıldızlarla ilgilenenler için ideal bir gezegendir. Aslında bu 'tüylü yıldızlar'ı günberi noktalarına yaklaştıklarında, söz gelimi 1811, 1843, 1858, ve 1882 yıllarında, biz de çok net olmasa da görebilmişizdir.

Merkür'de meteor yağmurları çok sık görülüyor olmalıdır. Ama gezegenin yörüngesel hızı saniyede 48 kilometre olduğundan (ki bu Dünya'nın saniyede 30 kilometrelik hızına göre yüksek sayılır) Merkür'e yakın mesafede olan meteorlar da daha hızlı hareket edeceklerdir. Dolayısıyla da akanyıl-

* Akşamları gökyüzünde Güneş'e tam zıt yönde görülen oval biçimli zayıf ışıldama.(ç.n.)

** Görünen kadir: Bir yıldızın gözlemlenen parlaklığı. Yıldızın parlaklığı yaklaşık 2,5 kat arttığında kadri bir birim düşer. Çok parlak oldukları için kadirleri (-) değerlerle ifade edilen yıldızlar da vardır. (ç.n.)

dızlar genellikle Merkür'ün ince atmosferinden büyük bir hızla geçip yörüngelerine devam edeceklerdir. Eğer gezegen yaşamaya elverişliyse, gök taşları çok tehlikeli olacaktır, çünkü gezegenin atmosferi göksel bir bombardımanı bertaraf edebilecek kalınlıkta değildir.

Atmosfer basıncı düşük olduğu için atmosferin dağıtıcı etkisi daha azdır, bu da Merkür'de yıldızların gündüz de görülebilecekleri anlamına gelir. En yakın gezegen olan ve Merkür'e 39.000.000 kilometre kadar yaklaşan Venüs, ufukta önü bulutlarla kaplanmadığı sürece, hatta Güneş'e çok yakın olduğu a larda bile görünecektir. Gün boyunca Dünya da kolayca görülebilecektir; ayrıca çok belirgin olmasa da Jüpiter, Mars ve Satürn de görünür.

Son olarak, gezegen günberi noktasındayken Merkür'den Güneş'e çıplak gözle bakmakta olan bir gözlemci, Güneş ufka yakın bir noktada, çöl kumlarından oluşan kalın bulutun ardındayken sadece büyük lekeleri değil ayrıca çapı 12 yay saniyelik açıyı geçen bütün lekeleri görebilir. Bu lekeler gibi Güneş de, Merkür yüzeyinde atmosfere bağlı kırılma son derece az olduğundan, yassılaşmadan, neredeyse bir daire gibi görünür".

Şiirsel ve akla yatkın ama ne yazık ki tamamen yanlış. Bugün bu betimlemenin Merkür'e zerre kadar benzemediğini biliyoruz. Son otuz yılda yapılan keşifler, Merkür'ün pek misafirperver olmadığını gösterdi.

Merkür'ün gerçek yüzüne dair ilk bilgi, 1962 yılında W. E. Howard ve meslektaşlarının Michigan'da yaptığı çalışmalar sonucu alındı. Merkür'den yansıyan uzun dalga ışınımları (kızılötesi ışınları) ölçen ekip, gezegenin karanlık yüzünün hiç güneş ışığı almaması durumunda olması gerektiği kadar soğuk olmadığı sonucuna vardı. Daha sonra, Rolf Dyce ve Gordon Pettengill tarafından yürütülen ve Porto Riko'nun Arecibo kentinde, doğal bir 'çanak' içine yerleştirilmiş güçlü bir yansıtıcı kullanılan radar çalışmalarından da bu iddiayı destekleyici sonuçlar elde edildi. Radar temel olarak şöyle çalışır; radar bir sinyal yollar, bu sinyal katı bir cisme veya katı bir cisim gibi davranan herhangi bir şeye çarptığında geri döner,

alet de bu yankıyı kaydeder. Bunu, duvara fırlattığımız tenis topunu karşılamaya çalışmamıza benzetebiliriz; bu sırada duvar hakkında bilgi edinmiş oluruz. Çok iyi bir benzetme olmadığının farkındayım, ama yine de bir tür benzerlik var.

Merkür küçük ve anlaşılması zor bir hedefti ama, 1960'ların ortalarında radar menzili içine girmişti. Sinyaller dönmekte olan bir cisimden geri yansıdıklarında, elde edilen yankı dönüştürülerek cismin dönme hızı bulunabilir. Arecibo ekibi, dönme süresinin, 88 değil 58,7 Dünya günü olduğunu buldu. Yani sürekli güneş alan bir bölge veya sonsuza kadar gece olan bir bölge yoktu, biraz üzücü ama alacakaranlık kuşağı da yoktu.

Merkür'ün Güneş sisteminin ilk zamanlarında şu andakinden daha hızlı dönüyor olduğu ve Güneş'in çekim kuvveti tarafından yavaşlatıldığı varsayımı son derece mantıklıdır. Ama rastlantı sonucu olup olmadığı belli olmayan garip bir ilişki daha vardır. En basitinden bile olsa matematiksel araştırmalara girmek istemiyorum, dolayısıyla elimden geldiğince kısa bir biçimde durumu özetlemeye çalışacağım:

1. Merkür'ün kavuşum dönemi (aynı evreyi tekrar geçirmesi için gerekli olan süre de diyebiliriz) ortalama 116 Dünya günüdür. Yani Merkür 'yeni' olduğu günün üzerinden 116 gün geçtiğinde tekrar 'yeni' olacaktır.

2. Dönme süresi (58,7 Dünya günü), dolanım süresinin üçte ikisine eşittir (88 Dünya günü).

3. Merkür üzerinde belli bir noktada durmakta olan bir gözlemciye göre, iki Güneş doğuşu arasındaki süre, 176 Dünya günü, yani 2 Merkür yılıdır.

4. Bu aralık, yani 176 Dünya günü, kavuşum döneminin yaklaşık 1,5 katıdır.

5. Buradan çıkacak sonuç şöyledir: Her üç kavuşum döneminden sonra Merkür'ün aynı yüzü, aynı evreyi geçirecektir.

6. Şimdi de rastlantısal olan duruma bakalım. Tabii böyle bir rastlantı olabilirse! Merkür'ün üç kavuşum dönemi toplamı, yaklaşık bir Dünya yılı etmektedir. Netice olarak, Merkür'ü gözlemlemek için en uygun zaman, her üç kavuşum döneminde bir gerçekleşmektedir. Şimdi 5. maddeye tekrar bir

bakalım. Sizin de farkettiğiniz gibi, Merkür'ün gözleme en uygun olduğu anlarda, hep aynı yarıküreyi görüyoruz. Yani, yüzey üzerinde hep aynı konumda olan aynı izleri.

Bundan başka, Merkür takvimi de oldukça tuhaftır. Daha önce bahsettiğimiz gibi Merkür'ün yörüngesi belirgin bir şekilde dışmerkezlidir. Bu nedenle yörüngesel hızı, günberi noktasında saniyede 58 km, günöte noktasında saniyede 38 km olmak üzere iki değer arasında değişir. Dünya gibi ekseni 23,5 derece eğik olan bir gezegenin yanında Merkür'ün 2 derece kadar olan eksenel eğimi ihmal edilebilir; bu da demektir ki Merkür, yörüngesine göre 'dik' bir şekilde dönmektedir. Merkür günberi noktasının yakınındayken, yörünge açısal hızı, sabit olan dönme açısal hızını geçer. Bu durumda Merkür üzerindeki gözlemci Güneş'in yavaşça geriye devindiğini yani ters yönde hareket etmeye başladığını görür. Her günberi döneminde tekrarlanan ve Güneş'in daha küçük çaplı göründüğü bu süreç, sekiz Dünya günü kadar sürer. Daha sonra Güneş, 'kızgın kutup' diyebileceğimiz bir noktanın üzerinde asılı gibi kalır. Merkür'de iki tane kızgın nokta vardır; gezegen günberi noktasına eriştiğinde, bunlardan biri veya öbürü tam bir güneş ışınımı tahribine maruz kalır. Bu ışınımın yoğunluğu, ışınları 90 derecelik bir açıyla alan bölgelerin aldığının 2,5 katıdır. Aklınızda bulunmasında fayda var, Dünya'dan Güneş'in çapı yarım yay derecelik bir açıyla görülür; Merkür'deyse bu sayı 1,1'den 1,6'ya kadar değişir.



Güneş'in, Dünya'dan ve Merkür günberi ve günöte noktalarındayken görüldüğü büyüklüğü.

Varsayalım ki ikisi de Merkür'ün ekvatorunda bulunan iki gözlemci var; ama ikisi birbirlerinden boylamsal olarak 90 derece uzaktalar. Gözlemci A, bir kızgın kutupta, bu durumda Merkür günberi noktasındayken, Güneş gözlemcinin başucunda başka bir deyişle, tam tepesinde olacaktır. Yani Güneş, Merkür günöte noktasına yaklaştığında doğacak ve görünen çapı da en küçük halinde olacaktır. Güneş gözlemcinin başucuna yaklaştığında yavaşlayacak ve çapsal olarak büyüyecektir. Başucunu geçtikten sonraysa duracak ve ters yönde hareket etmeye başlayacaktır; tekrar normal hareket yönüne dönene kadar sekiz Dünya günü geçecektir. Doğduktan 88 Dünya günü sonra, ufukta batmak üzere olduğundaysa çapı iyice küçülmüş olacaktır.

90 derece uzakta olan Gözlemci B ise, Güneş'i en büyük haliyle doğuyor olarak gördüğünde, Merkür de günberi noktasında olacaktır. Son derece garip olan bu gün doğumunda Güneş, görüş alanına girdikten hemen sonra, neredeyse görünmez oluncaya kadar tekrar batar. Daha sonraysa gökyüzünde yükselmeye başlar ve gözlemcinin başucuna yaklaştıkça küçülür. Tam tepesinden geçerken herhangi bir 'havada asılı kalma durumu' olmaz; ama gün batımı biraz uzun olacaktır. Merkür tekrar günberi noktasına geldiğinde, Güneş bir an için ufukta yokolup sonra sanki veda etmek için geri dönmüş gibi ortaya çıkacak ve nihayet 88 Dünya günü boyunca tekrar doğmamak üzere batacaktır.

Garip olan bir başka durum ise yıldızların gökyüzünde Güneş'in ortalama hızından yaklaşık üç kat daha hızlı hareket etmeleridir. Bir Merkürlünün bu olan biteni anlamlandırmak için ne kadar uğraşacağını düşünmek bile çok sıkıntı verici!

1960'ların sonlarında, Merkür'ün pek de bizim tahmin ettiğimiz gibi bir yer olmadığını öğrenmiş, ama hâlâ yüzey şekilleri hakkında kesin bir bilgi edinememiştik. Yıllar içinde çizilen çeşitli haritalarda, Antoniadi'nin haritasına yeni birşey eklenememişti. Bir sonraki adım, 1973'te *Mariner 10*'un yani Merkür'ü ziyaret eden ilk ve şimdilik tek uzay sondasının fırlatılmasıyla atıldı.

3 Kasım'da yola çıkan sonda, Venüs'le 5 Şubat'ta gerçekleşen karşılaşmasına doğru salınarak ilerlemeden önce Ay'ın birkaç kaliteli pozunu çekti. Venüs'e 5800 km uzaklıktan geçerken, gezegenin çekim-yardımıyla, kendisini 29 Mart'ta Merkür'ün yakınından geçirecek olan yörüngede ilerledi. Böylece Merkür'ün yüzeyindeki kraterleri ve dağları gösteren ilk fotoğraflar tahmin edilenden beş gün önce, *Mariner* henüz gezegenden dört milyon sekizyüz bin kilometre uzaktayken alındı. Uzay aracı, gezegene en fazla yaklaştığı geçişten sonra, Güneş etrafında bir kez dönerek geri geldi ve 21 Eylül'de Merkür'ün yanından bir kez daha geçti. Üçüncü randevu 16 Mart 1975'teydi; ama bu arada araçtaki cihazların gücü de tükenmeye başlamıştı. 24 Mart'ta araçla olan bağlantı kesildi. *Mariner 10*'un hâlâ Güneş etrafında dönmekte olduğundan ve düzenli olarak Merkür'ün yanından geçtiğinden hiç şüphe yok; ama bununla beraber bir gün onunla tekrar bağlantı kurulabilme olasılığı da yok. Başka tasarılara veya amaçlara hizmet etme açısından 'ölü' durumda. Ama yine de çok açık olan bir şey var ki, o da tasarlayıcılarının kendisinden beklediği herşeyi yerine getirmiş olması.

Tabii ki tüm yüzeyin haritasını çıkaramazdı. Her geçişte hep aynı bölge güneş alıyordu (Antoniadi'nin haritasında *Solitudo Hermae Trismegisti* olarak gösterilen alan; *Solitudo Criophori* ise görünmüyordu). Bugün bile yüzeyin yarısından azının haritasını çıkarabilmiş durumdayız. Ama bunun yanı sıra, geri kalan kısmın bundan çok farklı olabileceğini düşünmemizi gerektiren herhangi bir neden de yok.

Antoniadi'nin kullandığı terminolojinin korunması için ciddi hiçbir çaba gösterilmemiştir. Yapmış olduğu çizim kusursuz değildi (Kendi hatası olmasa da). Uluslararası Gök Bilimi Birliği'nin (*IAU*) adlandırma komitesi tamamıyla farklı bir sistem geliştirdi. Kraterlere, çeşitli müzisyenlerin (Beethoven, Chopin, Wagner), yazarların (Mark Twain, Dickens, Shakespeare), ressamların (Gainsborough, Renoir, Van Gogh), aslında, bilinçli bir şekilde dışarıda bırakılan politikacılar dışında hayatın her kesiminden başarılı kadınların ve adamların adları verildi. Ayrıca yükseltilere, ünlü

araştırma araçlarının, vadilere ise radar merkezlerinin adları konuldu.

Mariner 10'dan aldığımız bilgilere göre, Merkür yüzeyi ilk bakışta Ay yüzeyine çok benziyor; ama ayrıntılı olarak incelendiğinde bazı önemli farklılıklar olduğu görülüyor. Merkür'de, Ay üzerindeki gibi, bizim yanlış olduğunu bildiğimiz halde deniz demeyi sürdürdüğümüz geniş lav düzlükleri bulunmaz. Ama içinde yer alan kraterciklerden dolayı biraz engebeli ve hepsi aşağı yukarı aynı seviyede olan dalgalı alanlar, yani kraterlerarası düzlükler vardır. Ayrıca 'dalgalı uçurumlar' olarak adlandırabileceğimiz, yüzlerce kilometre boyunca uzanan yılankavi izlere rastlanır. Bu izler dönen yapılarıyla Ay üzerindeki hiçbir oluşuma benzemez. En çok göze çarpan yüzey şekli Caloris Havzası'dır. Günberi döneminde Güneş'in tam tepede bulunduğu kızgın kutuplardan birinde olduğu için Caloris adı verilen havza, 1300 kilometrelik bir alanı kaplar. Havzanın etrafı 1,5-2 kilometre yüksekliğindeki dağ halkalarıyla çevrelenmiştir (Yazık ki *Mariner*'in geçişleri sırasında Havza'nın sadece bir bölümü güneş ışığı alıyordu).

Kraterlerden bazıları oldukça büyüktür; söz gelimi Beethoven'ın çapı yaklaşık 650 kilometredir. Çapları 20 kilometreyi geçmeyen küçük kraterler, -diğerlerinin ortalarında tepeler varken ve kenarları kat kat yükselirken- düzgün birer çanak şeklindedirler. Ayrıca Ay'dakilere benzer ışınsal kraterler de vardır. *Mariner 10*'un gezegene yaklaştığında tespit ettiği ilk şekil bunlardan biri olmuştur. Bu kratere şimdi uzay sondası çalışmalarına öncülük etmiş olan Gerard Kuiper'in anısına Kuiper adı verilmiştir. Kuiper Krateri yaklaşık 65 km genişliğindedir.

Bilindiği üzere şu anda Merkür'de herhangi bir faaliyet yok. Kraterler bir şekilde oluşmuşlar; ya çoğu gök bilimcinin inandığı gibi gök taşı bombardımanlarıyla ya da küçük bir azınlığın iddia ettiği gibi içsel tepkimelerle. Uzun zaman önce birçok volkanik faaliyet görülmüş olmalı tabii ki. Yapılan hesaplarla Caloris Havzası'nın yaşı yaklaşık 4000 milyon yıl olarak belirlenmiştir; ayrıca esas aktif dönem de Havza'nın

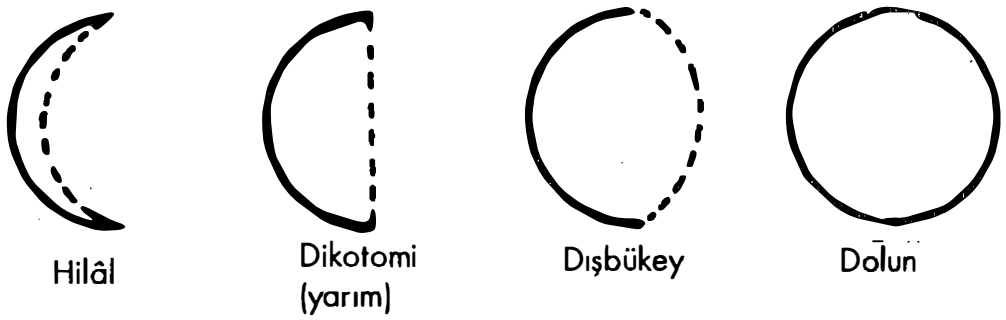
oluşumundan kısa bir süre sonra sona ermiştir. Bugünkü Merkür bomboş, hiç değişmeyen bir yerdir.

Atmosferinin beklenildiği gibi önemsenmeye değmez olduğu kanıtlanmıştır. Atmosfer basıncı bir milibarın milyarda biri kadar bile değildir. İçerdiği ana element, büyük bir ihtimalle güneş rüzgârlarıyla taşınmış olan helyumdur. Daha da şaşırtıcısı, Merkür'de zayıf ama ölçülebilir bir manyetik alanın tespit edilmiş olmasıdır. Bizimkiyle aynı türden olan bu alan, Dünya'nın manyetik alanının yüzde biri kadar güçlüdür. Manyetik eksen, dönüş eksenine göre 14 derece daha eğiktir. Bir manyetik alanın varlığı, Merkür'ün göreceli olarak büyük (Ay'dan bile büyük olabilecek) ve ağır bir demir çekirdeğe sahip olduğu anlamına gelir. Erimiş veya katı olabilecek olan çekirdeğin -elimizde herhangi bir bilgi yok- üzerindeki kabuk tabakası da birkaç metre 'çökerek', 'regolit' olarak adlandırdığımız oluşuma neden olmuştur.

1991'de *Mariner* sonuçlarına değil, çalışmalarını New Mexico'daki radarlarla sürdüren gök bilimcilerinin elde ettiği verilere dayanan çok şaşırtıcı bir açıklama yapıldı. Burada *Very Large Array* (*VLA*) olarak adlandırılan, çok geniş bir alana yayılmış 27 antenden oluşan bir sistemle karşılaşıyoruz. *VLA* ile -özellikle diğer araçlarla birlikte kullanıldığında- çok yüksek ayrım elde edilebilir. Bu çalışma sırasında hedef olarak Merkür seçilmiş ve gezegenin kuzey kutbu yakınlarından alınan yankıların düpedüz 'buz'un varlığını gösterdiği bulunmuştur!

Merkür gibi bir gezegende buzul bulunabileceği pek tahmin edilemezdi. Ancak kutuplara yakın, zeminleri hep gölge olan ve oldukça soğuk olması beklenen bazı kraterler de var. Bununla birlikte itiraf etmeliyim ki ben biraz fazla şüpheciyimdir. Yani Merkür'de hiçbir zaman su bulunmamış gibi görünüyor; su olmadan da buz olmaz.

Amatör bir gözlemci söz konusu olduğunda, Merkür'den pek birşey beklenmemesi gerektiğini kabul etmeliyiz. İlgi çekebilecek tek şey, gezegenin evrelerini izlemek ve dairesel dış kenarın veya günışığı alan bölge ile karanlık bölge arasındaki araçizginin durumunu not etmek olabilir.



Dairesel dış kenar ve araçizgi. Dairesel dış kenar, düz; araçizgi ise kesik çizgiyle gösteriliyor.

Merkür'ün yüzey şekillerini görmek için çok uğraştım, üstelik dünyanın en güçlü teleskoplarından bazılarını kullanma gibi bir avantaja da sahiptim; ama hiçbir zaman şansım yaver gitmedi. Hiç kimsenin de bundan daha iyisini yapabileceğini sanmıyorum. Bu konuda Antoniadi ile yarışmak çok zor doğrusu. En iyisinin Schiaparelli'nin yöntemini (yani günışığında gözlem yapmayı) denemek olduğu açık. Ancak bu durumda da tam batmak üzere olan bir gezegenle uğraşmanız gerekecek. Az bir ihtimal de olsa yanlışlıkla Güneş'e bakma gibi bir tehlikesi olduğu için, dürbünle veya teleskopla rasgele etrafa bakmanızı kesinlikle tavsiye etmiyorum.

Güneş'in tam önünden geçişi, hep Mayıs ve Kasım ayları içinde gerçekleşir. Söz gelimi, bir önceki geçiş 6 Kasım 1993'te gerçekleşmiştir. Önümüzdeki ilk geçiş de 15 Kasım 1999'da olacaktır. Önceki geçişlerde gezegenin yüzeyinde parlak noktalar görülmesi gibi garip olaylarla karşılaşılmıştır. Ama bunlar kullanılan araçlarla veya gözlemcinin kendisiyle ilgili bazı sorunların sonucu gibi görünüyor. Geçiş sırasında Merkür, çıplak gözle görülemeyecek kadar küçüktür; dolayısıyla gözlem ancak bir teleskop, projektör olarak kullanılarak yapılır. Merkür'ü görüş alanına giren herhangi bir güneş lekesi ile kıyaslamakta fayda vardır. O zaman Merkür'ün simsiyah, lekenin ise daha farklı olduğu görülebilir.

Herşeyi hesaba katacak olursak, Merkür, Güneş ailesinin en sevimsiz fertlerinden biridir. Bir gün birileri oraya gidecek ve karanlık gökyüzünde parlayan koca Güneş'i görecek; ama fazla zaman kaybetmeden oradan ayrılacaklar. Merkür ölü ve olabildiğince de yabancı bir gezegen.

VI. Bölüm

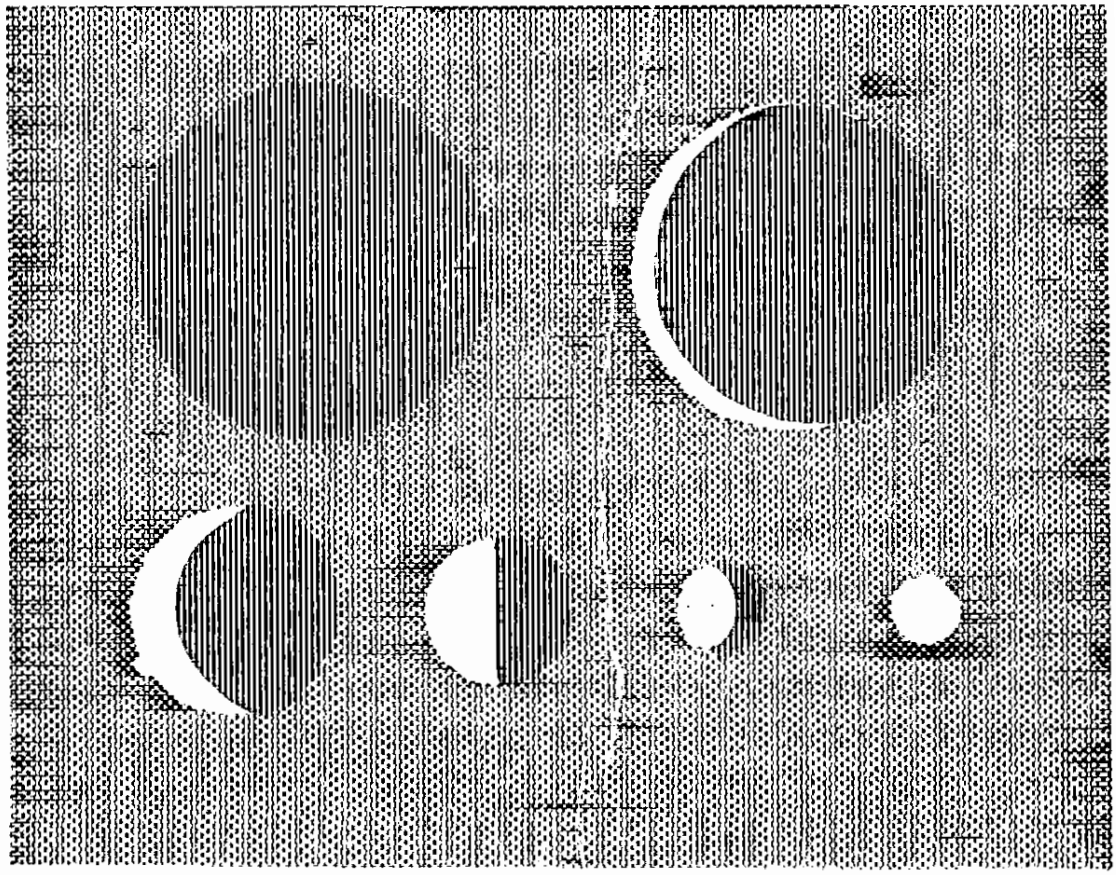
Venüs

Güneş'e uzaklık bakımından ikinci gezegen olan Venüs, Merkür'den oldukça farklıdır. Aslında aralarındaki tek ortak nokta ikisinin de çok sıcak olmasıdır. 12.104 kilometrelik çapıyla Venüs neredeyse Dünya ile aynı boyuttadır. Güneş ışığını mükemmel bir şekilde yansıtır. Rastlantı sonucu yanımızdan geçen gök taşlarını veya kuyruklu yıldızları saymazsak Ay'dan sonra Dünya'ya en yakın doğal gök cismi Venüs'tür. Güneş'in etrafında neredeyse dairesel bir yörüngede döner. Güneş'ten ortalama uzaklığı 108.000.000 kilometredir, yani bize en yakın olduğu anda, topu topu Ay'ın yüz katı kadar uzaktadır. En parlak olduğu zamanlarda göz alıcı bir görüntüsü vardır.

Venüs de Merkür gibi gökyüzünde hep Güneş'le aynı tarafta bulunur; ancak o ve Güneş arasındaki açısal uzaklığın 47 dereceye kadar çıktığı olur. Yani bu, Venüs'ün, günbatımından sonra veya gündoğumundan önce, beş buçuk saat kadar görülebildiği zamanlar olduğu anlamına gelir. Bu durumda onu, karanlık zemin üzerinde muhteşem bir şekilde parıldarken görebiliriz. Eskilerin ona Güzellik Tanrıçası'nın ismini vermiş olmaları hiç de şaşırtıcı değil doğrusu.

Ama ne yazık ki teleskopla bakıldığında hayal kırıklığına uğranır, çünkü gerçek yüzeyi, kalın ve bulutlu atmosferinin arkasında kalır. Venüs üzerinde Mars'taki gibi sert ve keskin izlerin olmayışı dikkat çekicidir. Üstelik Dünya'ya en yakın olduğu zaman yani iç kavuşma konumundayken karanlık yüzü bize dönüktür. Bu durumda çok nadir olarak gerçekleşen geçişler dışında onu göremeyiz bile. Dolun olduğu zamanlarda ise Güneş'in öteki tarafındadır; Güneş'in arkasındayken onu görebilmek gibi bir durum da söz konusu

değildir tabii ki. En parlak olduğu an, güneş ışığı alan yüzünün yüzde 30'unun bize dönük olduğu zamandır. İdeal koşullar altında, keskin gözlü insanlar hilâl aşamasında evreyi görebilirler; tabii iyi bir dürbünle de son derece kolay görülür.

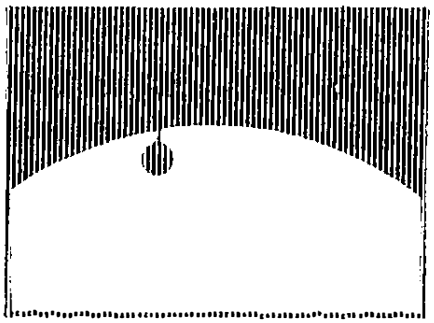


Dünya'dan görüldüğü şekliyle Venüs'ün değişen büyüklüğü. Bize en yakın olduğu zaman yeni, en uzak olduğu zaman ise dolundur.

Venüs'ün evreleri uzun bir süredir biliniyordu. Galileo, 1610 yılında evrelerle ilgili kayıtlar tutmuştu. Zaten Venüs'ün hareketleri kesin bir şekilde biliniyor olduğundan evreler tahmin de edilebilirlerdi. Ama ilk olarak onsekizinci yüzyıl sonlarında enerjik Alman gözlemci Johann Schröter'in belirttiği gibi kuram ve gözlem nadiren çakışır. Schröter, dikotomi evresini, yani Venüs'ün tam yarım daire olduğu zamanı dikkatle ölçtü. Sonuçlar son derece şaşırtıcıydı. Venüs akşamları görüldüğünde yani küçülürken, dikotomi hep erken; sabah ortaya çıktığındaysa yani evre büyürken

de hep geç oluyordu. Üstelik bu zıtlık bir görünüşten diğerine de değişiyordu. 1934'ten bugüne kadar yaptığım gözlemler sonucu, bu değerin ortalama üç gün olduğunu saptadım. Hiç kuşkusuz bunun sorumlusu Venüs'ün atmosferidir. Amatörlerin bu konuda yapacakları çalışmalar son derece ilginç olabilir.* Venüs'ün atmosferi ilk olarak 1761 yılında Rusya'nın ilk ünlü gök bilimcisi sayılan M. V. Lomonosov tarafından tanımlanmıştır. Venüs'ün, Güneş'in tam önünden geçtiği o yıl, Lomonosov, gezegenin kenar çizgisinin 'kabarık' göründüğünü farketmişti. Çok iyi ifade ettiği bu durum, oldukça kalın ve yoğun bir atmosferin varlığını gösteriyordu.

Venüs'ün geçişleri, çıplak gözle bakıldığında son derece ilginç görünür, daha doğrusu görünürmüş, bana böyle söylendi; hiç görme şansım olmadı, çünkü geçişlerin en sonuncusu 1882 yılında gerçekleşti. Geçişler, aralarında sekiz yıl olan çiftler şeklinde görülür, bir sonraki çifte kadar da bir asırdan fazla zaman geçer. Söz gelimi, 1874 ve 1882'de gerçekleşmiş olan geçişleri, 2004 ve 2012 yıllarında gerçekleşecek olanlar izleyecektir.



Venüs'ün her geçişinde görülen Siyah Damla.

İkinci Kraliyet Gök Bilimcisi olan Edmond Halley, onyedinci yüzyılda, daha önce James Gregory tarafından önerilmiş bir fikri geliştirdi. Gregory, Venüs geçişlerinin, gök biriminin yani Dünya ile Güneş arasındaki uzaklığın, ölçülmesi amacıyla kullanılabileceğini düşünüyordu. Bunun için de, Venüs'ün Güneş'in önünden geçeceği anın tam olarak hesaplanması ve ayrıca Dünya üzerindeki birçok noktadan gözlem yapılması gerekiyordu. Şu anda bu yöntem tamamen kullanılım dışı olduğundan daha ayrıntılı anlatmanın hiçbir anlamı yok. Ancak Siyah Damla olarak adlandırılan bir etki yüzünden kesin bir sonuç elde edilememiştir. Ve-

* 1956'da Venüs üzerine bir monografi yazdığımda, bu olayı 'Schröter etkisi' olarak adlandırmıştım. Bu terim şu anda resmî olarak kabul edilmiş durumda. Çok yerinde bir karar!

nüs Güneş'in önünde ilerlerken, arkasında siyah bir şerit bırakır; bu şerit geçiş başladıktan bir süre sonra kaybolur. Bu etkiyi yaratan yine Venüs'ün atmosferidir ve ortadan kaldırılması gibi birşey de söz konusu değildir. 1874 ve 1882 yıllarındaki geçişler son derece iyi gözlemlenmiş ama tatmin edici sonuçlar alınamamıştır. Günümüzde Güneş'le aramızdaki mesafeyi ölçebileceğimiz çok daha kullanışlı yollar olduğu için, gelecek geçiş çifti eskisi kadar önem taşımıyor. Ama yine de ben 8 Haziran 2004'ü iple çekiyorum!

Venüs'ün geçişleriyle ilgili birçok hikâye var. Örneğin Fransız gök bilimcisi G. Legentil'in, 1761 ve 1769 yıllarındaki geçişlerle ilgili hikâyesine bir bakalım. Bu geçişlerden ilkinin Hindistan'dan iyi görülebileceği düşünülüyordu, bu nedenle Legentil, Pondicherry'ye doğru bir gemi yolculuğuna çıktı. Tabii bu arada Yedi Yıl Savaşları'nın olması onun için büyük bir şanssızlıktı; gideceği yere, geçiş olup bittikten sonra varabildi. İkinci bir gecikmeyi önleme amacıyla, önündeki sekiz yıl boyunca bulunduğu yerde bekleyip 1769'daki geçişi gözlemlemeye karar verdi. Bu hayatî öneme sahip andan kısa bir süre önce ve sonra hava son derece açıktı; ancak tam geçiş anında bulutlar Güneş'in önünü kapattı. Legentil, bir sonraki geçişi beklemesinin bir anlamı olmadığı için (ki bu 1874 yılında gerçekleşecekti) eşyalarını topladı ve evine doğru yola çıktı. İki deniz kazası atlattıktan sonra Paris'e vardığında, öldü zannedildiğini ve vârislerinin mirasını paylaşmak üzere olduklarını gördü. 1769 geçişi, Kaptan Cook'un Güney denizlerine yaptığı destansı yolculuklar sayesinde gök bilimcilerin gözlem yapabilecekleri uygun bir yer bulmuş olmaları açısından önemlidir. Legentil'in tersine Cook ve beraberindekiler başarılı oldu.

Venüs, çok nadir olarak bir yıldızın önünden geçerek onun görülmesini engeller; böyle olduğunda yıldız soluklaşır ve birkaç saniye titreştikten sonra kaybolur. Bu titreşmenin sebebi tutulmasından hemen önceki ışığının, bize Venüs'ün atmosferinden geçerek gelmesidir. Bu etkiyi 7 Temmuz 1959'da, Venüs, Leo (Aslan) takımyıldızından Regulus'un önüne geçtiğinde görmüştüm. Bu tutulmayı 30 santimlik bir

aynalı teleskopla izledim, izlediğime de çok memnunum, çünkü Venüs'ün daha uzunca bir süre büyük bir yıldızın önünden geçeceği yok.

Venüs'e teleskopla baktığınızda güçlü bir teleskop kullanıyor bile olsanız parlak bir yuvarlaktan çok da fazlasını göremezsiniz. Şanslıysanız birkaç gölgelik keşfedebilirsiniz; ama izler çok bulanık görünür, dış hatları da belirsizdir. Hızlı bir şekilde yer ve şekil değiştirdiklerinden onların Venüs'ün yüzey şekilleri olmadıklarını anlarız; gördüklerimiz Venüs'ün atmosferinin üst kısımlarındaki bulutlardır ve sonuçta bize pek bir bilgi veremezler. Normal fotoğraflar işimize yaramazken morötesi ışınlarla çekilmiş olanlarda bazı çizgili şekiller görünür. 1962'ye yani gezegenin yanından bir uzay aracının ilk kez geçişine kadar Venüs hakkında neredeyse hiçbir şey bilmiyorduk.

O zamana kadar yapabileceğimiz tek şey atmosferin üst tabakasını spektroskop kullanarak incelemekti. 1930'larda atmosferin bizim atmosferimizden oldukça farklı olduğu ve çoğunluğunu ağır bir gaz olan karbon dioksitin oluşturduğu saptanmıştı. Bu gazın yükselmesi değil alçalması beklendiğinden mantıksal olarak atmosferin gezegenin yüzeyine kadar tamamen karbon dioksitten oluşması gerekiyordu. Bu da Venüs'ü gerçekten çok sıcak bir gezegen yapacak olan 'sera etkisi'ne yol açardı. Peki bu durumda Venüs'te deniz olabilir miydi?

Olduğunu düşünenlerden biri, (yaptığı çalışma ona bir Nobel Ödülü kazandıracak kadar başarılı olan) İsveçli kimyager Svante Arrhenius'tu. 1918'de, çok canlı ve çekici bir Venüs tasviri yaptı. Arrhenius, Venüs'ün, Dünya'nın yaklaşık 200 milyon yıl önce geçirdiği, Kömür Ormanları'nın oluştuğu ve en gelişmiş canlı biçimi amfibyumlar olduğu hatta henüz dinazorların bile uzak bir geleceğe ait olduğu Karbonifer Dönem'i yaşadığını iddia ediyordu. Arrhenius'a göre:

"Hiç kuşkusuz Venüs yüzeyinin büyük bir kısmı, Dünya'dakilere benzeyen, içinde kömür yataklarının oluştuğu ama yaklaşık 30°C daha sıcak olan bataklıklarla kaplıdır. Ona belirli bir renk verecek biçimde toz kalkmaz; dışardan

sadece bulutlardan yansıyan şaşırtıcı beyazlık görülür. Bu da, gezegene dikkat çekici ve göz alıcı, parlak beyaz görüntüsünü verir. Atmosferin en üst tabakasındaki güçlü hava akımları, ekvator ve kutuplar arasındaki sıcaklık farkını neredeyse tamamen ortadan kaldırır. Yani Dünya'nın en sıcak olduğu dönemlerdeki koşullara benzer şekilde, gezegen üzerinde tek tip bir iklim hüküm sürmektedir.

Venüs üzerindeki sıcaklık, bol ve bereketli bir bitki örtüsünü engelleyecek kadar yüksek değildir. Her tarafta aynı iklim koşulları hüküm sürdüğü için, değişen çevre koşullarına uyum sağlama gibi bir durum söz konusu değildir. Sadece, çoğu bitkiler alemine ait olan gelişmemiş canlı türleri bulunacaktır. Tüm gezegen üzerindeki organizmalar da az çok aynı türden olacaklardır. Bitkisel süreç, yüksek sıcaklık yüzünden hız kazanacaktır. Dolayısıyla organizmaların ömrü büyük bir olasılıkla kısalacaktır. Bitkilerin cansız gövdeleri, açık havada bulunuyorsa, hızla çürüyecek ve boğucu gazlar yayacaktır. Nehirler tarafından taşınan çamurun içine gömülü olurlarsa, hızla küçük kömür parçalarına dönüşeceklerdir. Bunlar da daha sonra yeni katmanların yaptığı basınç ve yüksek sıcaklık sonucu grafit taneleri haline geleceklerdir...

Sıcaklık Venüs'ün kutup bölgelerinde, gezegenin ortalama sıcaklığından 10°C kadar daha düşük olacaktır. Oralardaki organizmalar, diğer yerlerdekilerden daha üst düzey bir gelişim göstereceklerdir. Ayrıca böyle bir kıyaslama yapılabilirse gelişmişlik ve kültür açısından da daha üstün olacaklardır. Bu gelişmiş tür, kutuplardan ekvatora doğru aşamalı olarak yayılacaktır. Daha sonra sıcaklık düşecek, kalın bulutlar ve dolayısıyla kasvetli hava dağılacak ve belki bir gün, Dünya üzerindeki hayat, tekrar eski basit türlere dönmüşken veya yok olmuşken, Venüs'te, bizim ölümlü gözlerimizin alışık olduğu bir bitki veya hayvan türü ortaya çıkacaktır. O zaman da Venüs, göz alıcı parlaklığı sayesinde elde ettiği Babilli şöhretini yani 'Gökler Kraliçesi' payesini, Güneş sistemindeki üst düzey varlıkları barındırışıyla gerçekten hak edecektir."

Gerçekten de büyüleyici bir tablo. Ancak gezegenin, üzerinde bir damla bile su bulunmayan kupkuru bir çöl olabileceği gibi bir fikir de var. 1950'li yıllarda bu iki görüş de geçerliliğini koruyordu, ayrıca bazı başka alışılmadık fikirler de vardı. Söz gelimi, Sir Fred Hoyle, Venüs'te petrol okyanusları olabileceğini ve dolayısıyla Venüs'ün 'Teksaslı en zengin petrol kralının bile rüyasında göremeyeceği bir yer' olduğunu düşünüyordu. Amerikalı iki ünlü gök bilimci tarafından öne sürülen kurama Hoyle'unkinden daha fazla itimat gösteriliyordu. Fred Whipple ve Donald Menzel, okyanusların bildiğimiz su olduğunu ve bulutların da tıpkı okyanuslar gibi H_2O'dan oluştuğunu öne sürüyorlardı.

Zamanın kısıtlı bilgileri ışığında Whipple-Menzel deniz kuramı oldukça akla yatkındı. Tahminen, atmosferdeki karbon dioksit, suyu 'bozmuş' ve maden sodasından okyanuslar oluşmasına yol açmıştı (Hatırlıyorum da o zamanlar, maden sodası ile karıştıracak viski bulma şansımız olmadığını söylemiştim). Dünya üzerindeki hayat, sıcak denizlerde başlamış gibi görünüyor. O dönemde atmosferde bugünküne göre çok daha fazla karbon dioksit ve çok daha az serbest oksijen vardı. Dolayısıyla Venüs 'ilkel' koşulları yaşayan bir dünya olamaz mı; yani Dünya gibi evrimleşebilme ve benzer bir gelişmiş hayat üretme kabiliyetine sahip olamaz mı? Bu açıdan değerlendirildiğinde Whipple ve Menzel'in düşünüşlerinin, Arrhenius'unkinden pek de farklı olmadığı görülüyor.

Dünya üzerinden yapılan gözlemlerde sorun çıkartan başka bir konu da dönüş süresiydi. Venüs 'yıl'ı yaklaşık 225 Dünya günüdür; ama yapılan gözlemler sonucu kesin bir dönüş süresi belirlenememiştir. Aslında genel kanı dönüşün tıpkı Merkür için de geçerli olduğu zannedilen 'tutuluyor' olabileceği yönündeydi (Hevesli bir gözlemci olan Leo Brenner, 1/1000 saniyelik değişimleri gösteren çizimler yapmıştı!). İlk doğru bilgi 1956'da, spektroskobik çalışmalar sonucunda alındı; dönme süresi çok uzun olmalıydı. Bugün dönme süresinin 243 Dünya gününden biraz uzun olduğunu biliyoruz. Bu da, teknik olarak 'Venüs günü'nün, 'Venüs yılı'ndan uzun olduğu anlamına geliyor. İşleri daha da karıştı-

ran bir şey de, Venüs'ün, Dünya veya Mars'a göre ters yönde, yani doğudan batıya doğru dönüyor olmasıdır. Gezegenin üzerinden Güneş'e bakacak olsaydınız, batıdan doğduğunu ve 118 Dünya günü sonra doğudan battığını görecektiniz.

Venüs'ün bu alışılmadık davranışının nedenini hiç kimse bilmiyor. İlk zamanlarında, büyük bir gök cisminin çarpışıyla ters döndüğü gibi iddialar inandırıcılıktan çok uzak, ama akla başka bir olasılık da gelmiyor. Üstelik bugün, üst kısımdaki bulutların dönme sürelerinin sadece dört gün olduğunu biliyoruz. Bu durumda genel tablo daha da karmaşıklaşıyor. Dört günlük süreyi, ilk olarak 1960'lı yılların başında Fransız gök bilimciler yaptıkları 'bulanık gölgelikler' çalışmaları sonucunda ileri sürmüşlerdi. Biraz fazla şüpheci davranmış olduğumu kabul ediyorum; ama onlar haklıydılar, bense yanılmıştım.

Uzay Çağı gelişmelerine geçmeden önce, onyedinci yüzyıldan beri bilinmekte olan, Ashen Işığı ile ilgili birşey söylemek istiyorum. Ondan ilk olarak, günümüzde Ay'ın kraterlerine isim koyan adamı olarak tanınan cizvit gök bilimci Giovanni Riccioli söz etmiştir.

Ay hilâl evresindeyken, siyah zemin üzerinde görülebilecek kadar yükselmişken, Ay yuvarlağının aydınlanmayan, yani 'gece' olan kısmının belli belirsiz bir şekilde parladığını görürüz. 'Genç Ay'ın kollarındaki 'Yaşlı Ay' olarak da adlandırılan bu durumda esrarengiz bir taraf yoktur. Böyle olmasının nedeni Dünya'dan Ay'a yansıyan ışıktır (Aklıma gelmişken söyleyeyim, bunu açıklayan ilk kişi Leonardo da Vinci'den başkası değildir). Teleskopla bakıldığında, Venüs üzerinde de buna benzer bir etki görüldüğü olur. Ama bu benzer bir nedenle gerçekleşiyor olamaz, çünkü Venüs'ün uydusu yoktur. Ashen Işığı, neredeyse Venüs'ü ciddi olarak gözlemleyen herkes tarafından görülmüştür. Ama sadece basit bir kontrast etkisi olduğu düşünülerek uzun yıllar boyunca ciddiye alınmamıştır. Ayrıca elimizde bu durumu gösteren herhangi bir fotoğraf da yok; ama ben onu, o kadar çok ve net bir şekilde gördüm ki gerçek olduğundan kuşku duymuyorum. Sanırım, bu konunun en ilgi çekici açıklaması,

Franz von Paula Gruithuisen tarafından ondokuzuncu yüzyıl başlarında yapılmıştır. Gruithuisen, esas olarak Ay ile ilgilenen hevesli bir gözlemciydi. Ama ne yazık ki kendisiyle alay edilmesine yol açacak kadar kuvvetli bir hayal gücü vardı. Söz gelimi, Ay üzerinde 'karanlık ve yüksek surlar'la çevrili eski bir kent bulduğunu iddia ediyordu. Venüs'e gelince; Ashen Işığı'nın 1759'da ve sonra 1806'da görüldüğünü, yani aralarında 47 Dünya veya 76 Venüs yılı olduğunu belirtiyor ve şöyle devam ediyordu:

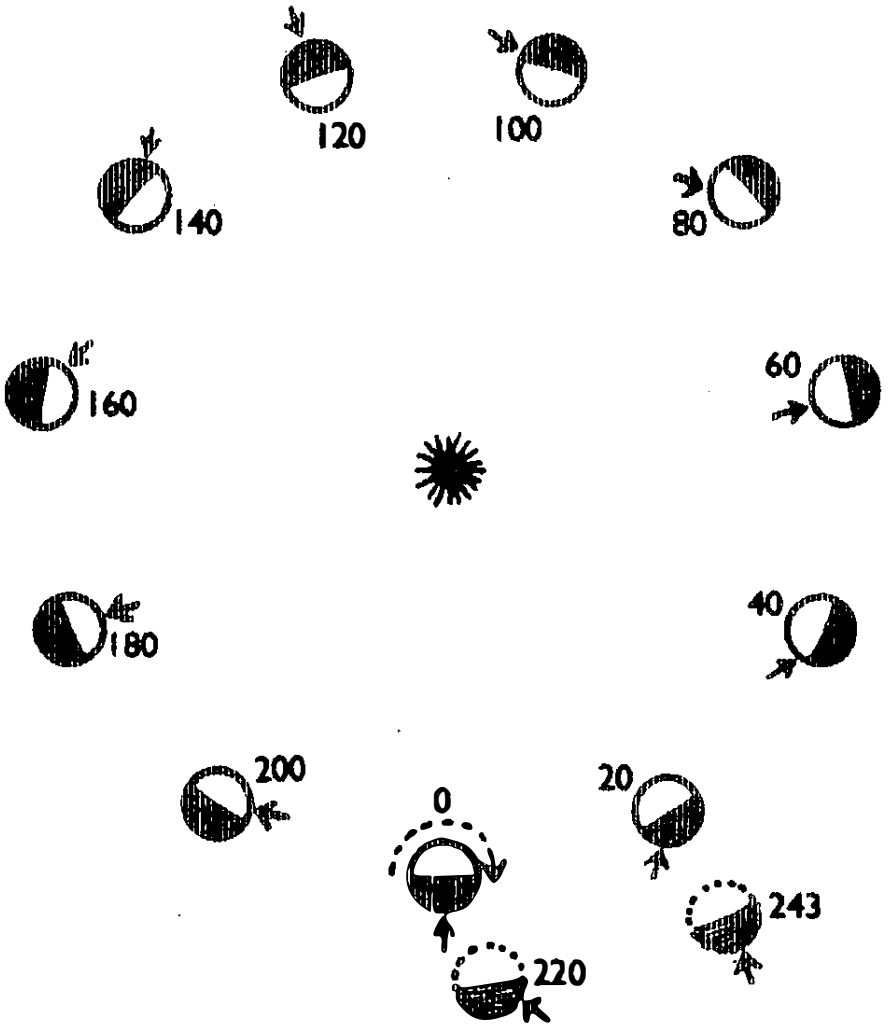
"Venüs'te o anda İskender veya Napolyon gibi bir imparatorun, gezegenin mutlak hakimiyetini ele geçirmiş olduğunu varsayıyoruz. Bir Venüslünün ortalama yaşam süresini 80 Dünya yılına karşılık gelen, 130 Venüs yılı olarak kabul edersek, bir Venüs İmparatoru'nun saltanatı 76 Venüs yılı kadar sürebilir. Gözlemlenen olay, yeni imparatorun tahta çıkış töreni sırasında yapılmakta olan genel bir şenliğin aydınlatmasından başka birşey değildir."

Gruithuisen daha sonra bu kuramı bir parça değiştirdi. Işığın, taç giyme törenine değil de yeni tarım alanları elde etmek için geniş ormanların yakılışına bağlı olabileceğini öne sürdü. Böylece 'büyük miktarlardaki insan göçü engellenebilecekti. Nedenleri ortadan kalktığı için de muhtemel savaşlar çıkmayacaktı. Irk da birarada tutulmuş olacaktı.'

Bu fikre karşı çıkanlar olmuştu tabii ki. Fosforlu denizleri, yüksek irtifalı güneş fırtınaları sonucu görülen ışıkları ve abartılı gece aydınlığını içeren başka kuramlar da vardı. Bugün ise bu duruma, Venüs'ün atmosferinin üst kısımlarında meydana gelen elektrik olaylarının neden olduğu düşünülüyor. Durumun tam anlamıyla açıklanmasında amatör gözlemcilerin yapacağı çalışmaların çok yararı olabilir. Ashen Işığı, Venüs hilâl evresindeyken ve kısa bir süre için görülebildiğinden eldeki veriler son derece yetersizdir.

Venüs'e gönderilen ilk uzay sondası, Ruslar tarafından 12 Şubat 1961'de fırlatıldı. Ancak sondayla bağlantı oldukça kısa bir süre sonra kesildiğinden ona ne olduğunu hiçbir zaman öğrenemedik. Amerikalıların gerçekleştirdiği bir sonraki girişimse daha da başarısızdı. 22 Temmuz 1962 yılında

Cape Canaveral'dan ayrılan *Mariner 1*, kısa bir süre sonra denize düştü. Başarıya aynı yılın 27 Ağustos'unda fırlatılan *Mariner 2* ile ulaşıldı. 14 Aralık'ta Venüs'ün 34.000 km yakınından geçen sonda, bize çoğu gerçekten hayal kırıcı olan bol miktarda bilgi gönderdi.



Venüs'ün dönüşü. Dönüş süresi 243 gün, dolanım süresi ise 224,7 gündür. Ok, Venüs yüzeyinde, 59 gün güneş ışığı alan ve sonra yine 59 gün karanlık olan belirli bir noktayı gösteriyor.

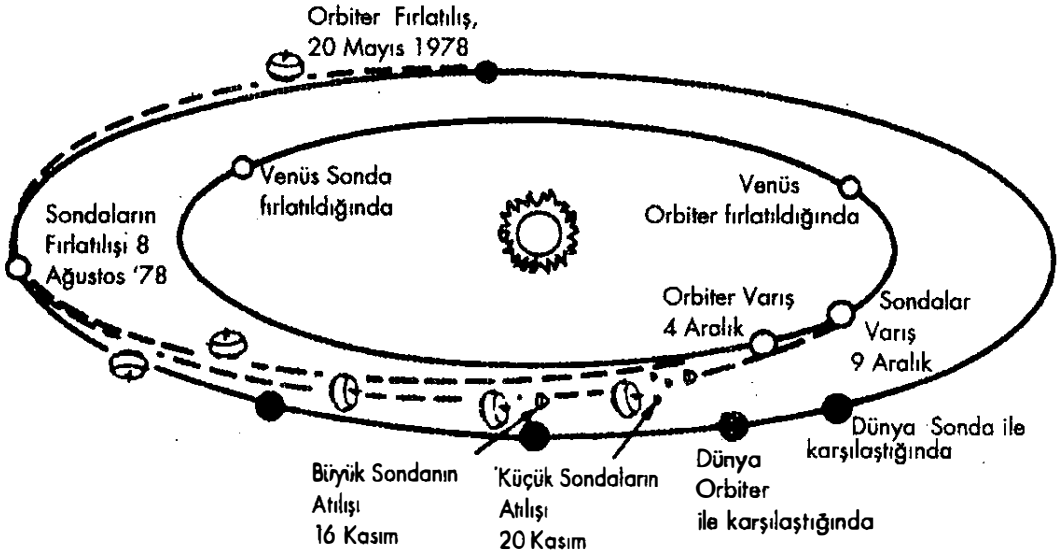
Dönüş süresinin uzun olduğu doğruydu. Manyetik alanın varlığına dair herhangi bir belirti yoktu ve sıcaklık ölçümleri Venüs'ün yanıp kavrulmakta olduğunu gösteriyordu. Bugün yüzey sıcaklığının 500°C'tan (900°F) fazla olduğu biliniyor. Bu durumda geniş denizler fikri suya düşmüş oluyor;

ayrıca bu yükseklikteki bir sıcaklıkta ve atmosfer basıncında, sıvı halde su bulunamaz. Yani *Mariner 2*, bize Venüs üzerinde hayat bulunduğu yönündeki fikirlerimizden vazgeçmemiz gerektiğini gösterdi.

Daha sonra Ruslar, gezegen üzerine kontrollü iniş yapma ve yüzeyden doğrudan bilgi toplama amaçlı bir dizi deneme gerçekleştirdiler. Bu çabalar bir süre boyunca hep başarısızlıkla sonuçlandı. Ya araçla bağlantı kesiliyordu ya da yeni farkedebildiğimiz bir sorun olan atmosfer basıncı yüzünden sondalar inişe geçtiklerinde parçalanıyorlardı. *Venera 5* ve *6*'nın sonu böyle olmuştu. Ama 1969'da fırlatılan *Venera 7*, gezegene inerek yarım saat kadar, yüksek sıcaklığı ve basıncı doğrulayan bilgiler göndermeyi başarmıştır. 1972'de, *Venera 8* daha da başarılı olmuş ve sessizliğe gömülmeden önce elli dakika kadar onunla bağlantı kurulabilmiştir. Daha sonra, Ekim 1975'te, ilk yüzey fotoğrafları alınmıştır. *Venera 9*, keskin kenarlı taş yığınlarının bulunduğu bir bölgeye; *Venera 10* ise ona yakın daha düz bir alana iniş yapmıştı. Rüzgârın hızı oldukça düşüktü. *Venera*ların ikisinde de projektörler vardı ama onları kullanmalarına gerek kalmadı, çünkü ışık düzeyi, Moskova'nın bulutlu bir kış öğleden sonrası ile kıyaslanabilecek kadar yüksekti.

1982'de *Venera 13* ve *14*'ten yüzeyle ilgili daha fazla bilgi alındı. Venüs hakkında edinilen her yeni bilgi, onun ıssızlığını daha da pekiştirdi. Kayaların portakal rengi görünmelerinin nedeni gökyüzünden gelen yansımaydı, kayaların kendileri aslında griydi ve atmosferin alt tabakası saydamdı, gökyüzünde bulutlar vardı. Gezegenin yüzeyinden hiçbir koşul altında Güneş veya Dünya görülemiyordu, çünkü karbondioksitli, kalın ve yoğun atmosfer buna izin vermiyordu.

Amerikalıların Venüs çıkarması biraz daha farklıydı; çünkü amaç Dünya'dan (esas olarak Porto Riko'nun, Arecibo kentinde doğal bir oyuğa yerleştirilmiş büyük radyo teleskopla) ve uzay araçlarından radar kullanılarak yüzey haritasının çıkartılmasıydı. 1978'de bir orbiterden ve yüzeyin farklı noktalarına inecek olan dört küçük sondayı taşıyan, 'otobüs' olarak adlandırabileceğimiz büyük uzay sondasın-



1978'de yola çıkan Venüs 'filo'sunun yörüngesi. Orbiter ile irtibat 1992 sonbaharına kadar kesilmedi!

dan oluşan bir filo fırlatıldı. Orbiter üzerine düşen görevi başarıyla tamamladı ve irtibatın kesildiği 9 Ekim 1992'ye kadar da çalışmaya devam etti.

1985 yılı Haziran ayında ilginç bir karşılaşma yaşandı. Rus *Vega* sondaları, Halley kuyruklu yıldızıyla olan randevularına giderken, Venüs atmosferine balonlar bıraktılar. Bu balonlar farklı seviyelerde hareket ederlerken birkaç saat boyunca izlenebildiler. O zamandan sonra *Galileo* ve *Magellan* uçuşları yapıldı. *Galileo* uzay aracının hedefi Jüpiter'di; Şubat 1990'da Venüs'ün yanından geçerek yoluna devam etti. *Magellan* ise 1990 yılının Ağustos ayından beri Venüs'ün yörüngesinde dönüyor. *Magellan* bize şimdiye kadar elde edilmiş en iyi radar fotoğraflarını gönderdi. 1993 yılında hâlâ mükemmel bir biçimde çalışıyordu.

Şu ana kadar Venüs'ün yüzde doksanının haritası çıkarıldı. Sonuç oldukça büyüleyici. Venüs volkanik bir dünya; volkanik faaliyetlerin bugün de sürdüğüne inanmamız için bütün koşullar mevcut. Yüzeyin büyük bir bölümünü inişli yokuşlu çok geniş bir ova kaplıyor. Ayrıca iki ana dağlık bölge var: Kuzey yarım kürede *Ishtar Terra*, güney yarım kürede *Aphrodite Terra*. Ishtar büyüklük açısından, Kuzey Amerika

kadar; Aphrodite ise çok daha büyük. Çeşitli dağlar var; bunların en büyüğü olan Maxwell Dağları Ishtar'ın kenarında ve komşularına göre yüksekliği 8 km kadar. Ayrıca vadiler, krateler ve örümcek ağlarını andırdıkları için 'araknoid' olarak adlandırılan bazı yüzey şekilleri var. Dairesel volkanik yapılar olan araknoidlerin etrafı çeşit çeşit karmaşık yüzey şekliyle çevrili.

Çoğu kalkan tipinde olan ve Hawaii'deki volkanlardan büyüklükleri dışında pek de farklı olmayan volkanlar da var. *Beta Regio* dağlık bölgesi üzerinde büyük bir ihtimalle halen aktif olan Atla ve Theie adlı iki büyük kalkan dağı yükselmektedir. Hâlâ aktif olduğunu düşündüğümüz diğer bir bölge de Aphrodite'in kenarında bulunan *Atla Regio*'dur. Heybetli Sapas volkanı, 400 kilometrelik tabanı ve en az 1,5 kilometrelik yüksekliğiyle burada yer alır. Venüs yüzeyinde birçok yerde olduğu gibi burada da lav akıntıları olması kaçınılmazdır. Ayrıca Sapas Dağı'nın tepesinde çukurlar vardır.

Bütün bunlar bir yana, sonunda atmosferin yapısı ve bileşimi hakkında kesin bilgiler edinmeyi başardık. Hatırlıyorsanız gezegenin kendisi 243 günde dönerken, üst kısımdaki bulutlar için dönme süresi dört gündü ki bu bir 'süper süper' dönme durumudur. Üst kısımlarda kasırga şiddetinde rüzgârlar eserken yüzeyde 'yaprak kıpırdamaz'. Bu da, yüzey şekillerinin neden beklenenden az aşınmış olduğunu açıklar. Venüs'teki basınç, Dünya'da deniz seviyesindeki basınçtan doksan kat fazladır; bulutlar da esas olarak sülfürik asitten oluşmaktadırlar. Kuşkusuz 'yağmur' yağacaktır ama, yağan su değil daha yüzeye varmadan buharlaşacak olan sülfürik asit damlacıkları olacaktır.

Venüs'te saptanabilir bir manyetik alan yoktur. Yani ağır ve demir açısından zengin olan çekirdeği, Dünya'nınkinden hem göreli hem de gerçek anlamda daha küçüktür. Çekirdeğin üzerinde manto, onun üzerinde de yerkabuğu bulunur. Dünya'nın yerkabuğu manto üzerinde hareket etmektedir, zaten bunun için yanardağlar sonsuza kadar faal durumda kalamazlar. Bir volkan, mantodaki sabit bir sıcak nokta üzerinde oluşur; daha sonra yerkabuğunun kaymasıyla vol-

kan yer değiştirir ve patlaması kesilir. Söz gelimi, Hawaii adalarının oluşumu böyle gerçekleşmiştir. Şu anda dünyanın en büyük gözlemevlerinden birinin üzerinde bulunduğu Mauna Kea, sıcak nokta üzerinden taşınmış ve şu anda sönmüş olan bir volkandır. Binlerce yıldır patlamamamıştır ve bir daha patlayacağı da yoktur. Sıcak nokta şu anda oldukça aktif sayılabilecek komşusu Mauna Loa'nın altındadır. Geçtiğimiz kırk yıl içinde 'levha tektoniği' kuramı jeologlar için çok önem kazandı. Yerkabuğu aslında karşılıklı hareket eden, birbirinden bağımsız levhalardan oluşmaktadır. Venüs'te ise böyle olmuyor gibi görünüyor; yani orada bir volkan oluştuğunda, sıcak nokta üzerinde çok uzun bir süre kalabilir ve anormal boyutlara ulaşabilir.

Venüs'e ismi, Olympus Kraliçesi'nin anısına verilmiştir. Bu yüzden, yüzey şekillerinin tümüne de kadın isimlerinin verilmesi kararlaştırılmıştır. Yalnız bu konuda bir istisna var: Maxwell Dağları. Bu isim dağlara, karar resmen uygulanmaya başlanmadan önce İskoç matematikçi James Clerk Maxwell'in anısına verilmiştir. Şu ana kadar kabul edilmiş isimlerin çoğu bize pek yabancı değildir; söz gelimi Earhart, Nightingale, Pavlova, Colette ve Lise Meitner isimli kraterler; Guinevere, Kleopatra, Atalanta ve Helen isimli başka şekiller vardır. Ancak yeni yapılan eklemeler için aynı şeyi söyleyemeyiz; söz gelimi, siz daha önce hiç Quetzalpetlatl, Hwangcini veya Xiao Hong'dan bahsedildiğini duymuş muydunuz? (Merak ettiyseniz söyleyeyim: Quetzalpetlatl, Aztek-lerin Bereket Tanrıçası; Hwangcini, onsekizinci yüzyılda yaşamış Koreli bir şair; Xiao Hong ise Çinli bir romancıdır!)

Venüs ile Dünya ikiz gibidirler demiştik; o zaman neden birbirlerinden bu kadar farklılar? Bu sorunun yanıtı Venüs'ün Güneş'e çok daha yakın oluşunda yatıyor. Güneş sisteminin ilk zamanlarında, yani dört buçuk milyar yıl kadar önce, Güneş'in bugünkünden daha az parlak olduğu ve Dünya ile Venüs'ün aynı tip bir evrim sürecine girdikleri, örneğin benzer atmosferlere ve denizlere sahip oldukları düşünülüyordu. Ama sonra Güneş'in sıcaklığı artınca, bunun Venüs üzerindeki sonuçları korkunç oldu. Atmosferindeki su

buharı molekülleri, Güneş'ten gelen kısa dalga ışınlarla parçalandı, buna bağlı olarak da oksijen ve hidrojen molekülleri serbest kaldı. Hafif olan hidrojen atmosferin üst kısımlarına doğru yükselerek uzaya dağıldı. Oksijen ise yüzeydeki kayaçlarla birleşti. Açıkça görülen sonuç, suyun yok oluşuydu. Venüs kozmik ölçütlerle kelimenin tam anlamıyla kupkurudur. Sıcaklık daha düşük olduğundan aynı süreç Dünya'da yaşanmadı. Böylece atmosferdeki su buharının büyük bir kısmı, 15 kilometreden daha az bir yükseklikte, yani güvenlikte oldukları bir yerde kalmış oldu. Oldukça az bir miktarı en üst katmanlara ulaşabildi.

Süreç devam edince Venüs'te kısa süre içinde bir çeşit sera etkisi yaşanmaya başlandı. Kayalardaki karbon tuzları yok oldu; Venüs hızlı bir şekilde, canlı barındırma potansiyeli olan bir dünyadan, bugünkü kavurucu cehennem haline dönüştü. Artık karşımızda atmosfer basıncı parçalayıcı, sıcaklığı tahammül edilemez ve bulutları öldürücü asitle yüklü bir gezegen vardır. Venüs'e kadar gidip uzay aracınızdan çıktığınızda, anında boğulacak, kızaracak, ezilecek ve eriyeceksiniz. Pek hoş bir deneyim olmasa gerek!

Venüs'ün bir gün astronotlar tarafından ziyaret edilip edilmeyeceği belli değil; ama yakın gelecekte böyle birşey kesinlikle imkânsız. Atmosferindeki karbon dioksit moleküllerini parçalayıp oksijeni serbest bırakarak, gezegeni 'dünyalaştırma' gibi öneriler var. Ama bu tür bir çalışma mevcut teknolojimizin o kadar ötesinde ki, bu konu üzerinde tartışmanın hiçbir anlamı yok. Bizim için Venüs, belli bir mesafeden izlememiz gereken bir gezegen. Peki teleskop kullanan bir gözlemcinin yapabileceği şeyler nelerdir?

Şunların kayıtlarını tutabilir: Evreler (ama gözlem ve kuramın her zaman çakışmadığını aklından çıkarmadan), görülebilen herhangi bir gölge, araçizgideki herhangi bir aykırılık, Ashen Işığı'nın herhangi bir belirtisi. Filtreler genellikle çok yararlı olur. Ashen Işığı içinse, 244. sayfada bahsedilen gibi, tutulmalarda kullanılan özel bir tip gözmerceği kullanmanızı tavsiye ederim. Ashen Işığı sadece, hilâl evresindeki Venüs karanlık zemin üzerindeyken görülebilir.

Ama diğer gözlemlerin çoğunda en iyi sonuç günışığında alınır ki, bu da guruba bakmaya uygun bir teleskop kullanmanız gerektiği anlamına gelir.

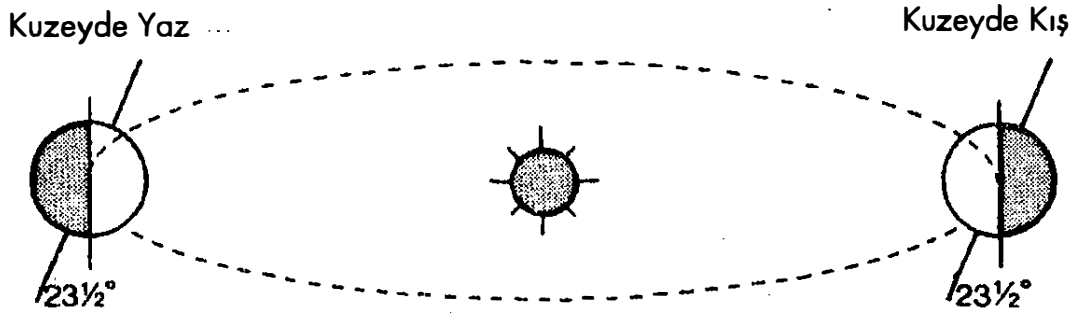
Venüs macerasının beklenmedik şekilde hüsranla sonuçlandığını kabul etmek gerekir. Söz gelimi, Camille Flammarion şu satırları yazalı henüz yüz yıl bile olmamıştır: "Venüs üzerindeki yerleşik yaşam, Dünya'dakinden biraz farklı olmalı... bu dünya bizimkinden hacim, ağırlık, yoğunluk, gün ve gecelerinin uzunluğu bakımından çok az farklıdır. Dolayısıyla oradaki bitkiler, hayvanlar ve insan ırkları da neredeyse Dünya'dakilerle aynı olacaktır." Ama ne yazık ki Venüs bizi, Güneş sistemindeki diğer gezegenlerden daha fazla hayal kırıklığına uğrattı. Adını Aşk ve Güzellik Tanrıçası'ndan alıyor olabilir, ama yüzeyindeki koşullar geleneksel cehennem görüntüsüne daha fazla benziyor.

VII. Bölüm

Dünya

Güneş sistemi hakkında genel bir kitap yazarken, Dünya'ya sıra gelince nasıl bir tutum takınmak gerektiğini saptamak hiç kolay değil. O aslında normal bir gezegen; ama biz, üzerinde yaşıyor olduğumuzdan onu istisnaî bir konuma yerleştiriyoruz. Halbuki bu, gök bilimcilerden çok jeofizikçileri ilgilendiren bir konu. Dolayısıyla ben burada kendimi sadece gök bilimi açısından bir anlam ifade eden durumlarla kısıtlamamın en iyisi olacağı kanısındayım.

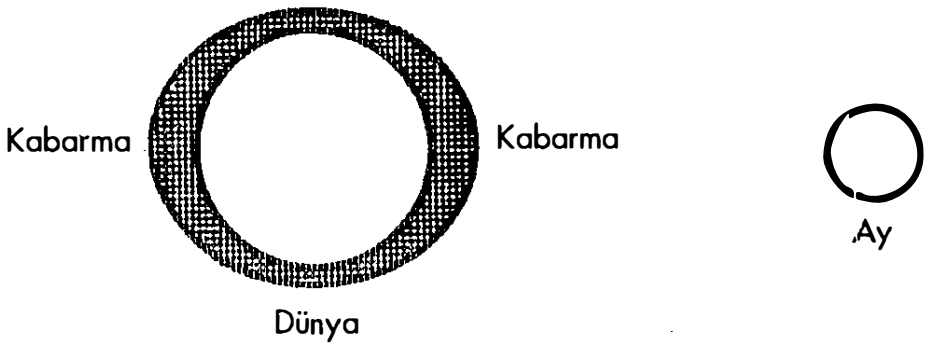
Dünya'nın yörüngesinde herhangi bir olağandışılık yok. Dünya'nın Güneş'ten ortalama uzaklığı 149.597.000 kilometre; Güneş etrafında dolanım süresi 365 1/4 gün; yörüngesel hızı saniyede ortalama 29,8 kilometre, yani saatte 107.000 kilometredir. Dünya'nın Güneş etrafında izlediği yol kusursuz bir daire değildir; Ocak'ta günberi, Temmuz'da günöte noktalarına ulaşırız. Ama mevsimler, değişen uzaklık (147.200.000 km ile 152.000.000 km) yüzünden değil, Dünya'nın dönme ekseni yörünge düzlemine göre 23 1/2 derece eğik olduğu için ortaya çıkar. Çizimde 1. konumda, kuzey yarım küre Güneş'e doğru eğiktir ve Avrupa'da yaz yaşanmaktadır; 2. konumda ise kuzeyde kıştır. 2. konumda Dünya'nın Güneş'e 4,8 mil-



Mevsimler. 1. konumda kuzeyde (kuzey kutbu Güneş'e doğru eğik), 2. konumda ise güneyde yaz yaşanıyor.

yon km daha yakın oluşu pek birşey değiştirmez. Bunun Dünya iklimi üzerindeki etkileri, karaların ve denizlerin iki yarım küre arasında eşit olmayan dağılımı yüzünden dikkat çekici değildir. Diğer gezegenlerden Mars, Satürn ve Neptün'ün eksenleri de bizimkine benzer şekilde eğiktir. Jüpiter ve Merkür ise neredeyse 'dimdik'tirler. Venüs, daha önce söz ettiğimiz gibi biraz gariptir; bize göre ters yönde dönmektedir. Uranüs daha da gariptir, çünkü eğikliği doksan dereceden fazladır.

Dünya büyüklük ve yoğunluk açısından da aynı şekilde özelliksizdir. Ekvatordaki çapı 12.757 kilometreyken, kutuplar esas alınarak ölçülen çapı 12.714 kilometre kadardır. Yani tam bir küre değildir, kutuplardan basıktır. Bu basıklık Mars'ınkinden az, ama Merkür ve Venüs'ünkilerden çoktur. Özgül ağırlığı 5,5'tur; yani Dünya, kendisiyle aynı hacmi kaplayan 'su'dan 5,5 kat daha ağırdır. Venüs ve Mars Dünya'dan daha düşük yoğunlukluyken, Merkür neredeyse aynıdır.

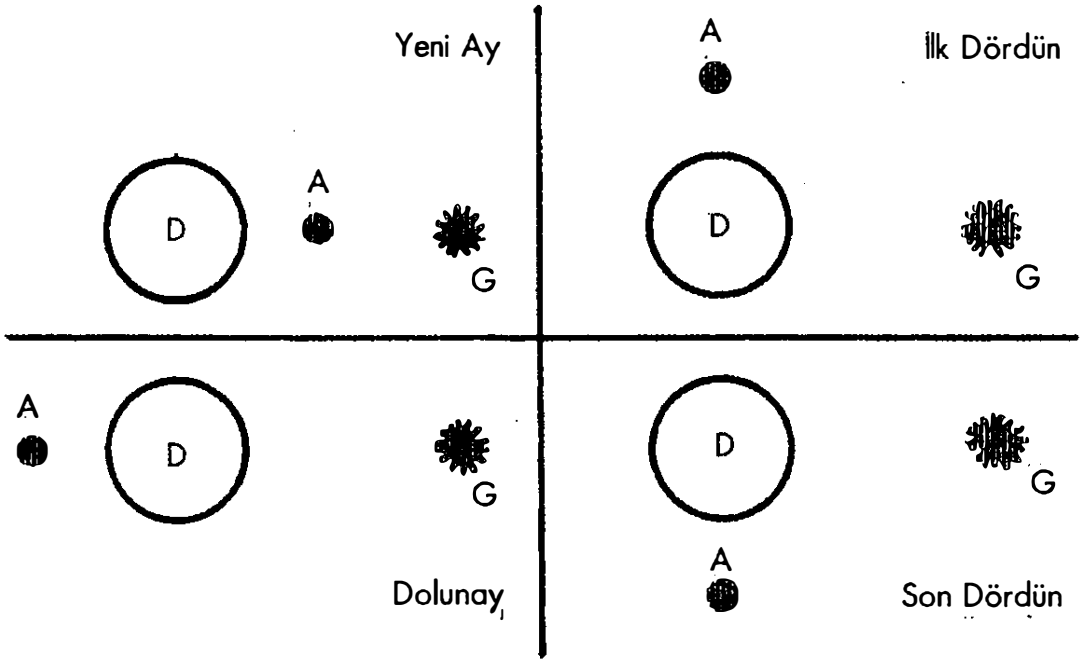


Gelgit. Çizim orantılı değil, ve tabii ki sudan kabuğun derinliği de biraz fazlaca abartılmış.

Dünya sadece tek bir konuda benzersizdir. Büyük bir uyduya sahip olan göreli en küçük gezegen odur.* Ben Dünya-Ay birlikteliğini 'çift gezegen' olarak görüyorum. Geceleri aydınlatan bir ışık kaynağı olmasını bir kenara bırakırsak, Ay, okyanus gelgitlerinin esas yaratıcısıdır. Genel kuram, çizimde gösterildiği gibidir. Dünya dönerken Ay'ın çekim kuvveti, suların şişkinlik yapacak şekilde yükselmelerine

* Plüton ve refakatçisi Charon'u saymıyorum, çünkü Plüton tam olarak bir gezegen sayılmıyor.

neden olur, bu şişkinlik Dünya'nın diğer tarafında da görülür. Bu şişkinlikler Dünya ile birlikte dönmez ve Ay'ın 'altında' kalmayı sürdürürler. İki şişkinlik olduğundan, Dünya üzerindeki bir noktada günde iki kere gelgitle karşılaşılır, yani şişkinlikler bir günde Dünya'yı iki kere dolaşıyor gibi görünürler. Gerçek hayatta durum daha karışıktır. Güneş'in



(Solda) Büyük gelgitler: Güneş ve Ay aynı yönde çekiyorlar. (Sağda) Küçük gelgitler: Güneş ve Ay birbirlerine göre doksan derecelik bir açıyla çekiyorlar.

de Dünya üzerinde gelgit yaratıcı güçlü bir etkisi vardır. Güneş ve Ay'ın aynı yönde çektikleri anlar (yani yeni ayda ve dolunayda), gelgitlerin en güçlü oldukları zamanlardır. Büyük gelgitler olarak adlandırılan bu gelgitlere, bahar mevsimiyle hiçbir ilgileri olmadığı halde yanlış bir şekilde, bahar gelgitleri de denir. En zayıf gelgitler ise yarım ayda görülür ve küçük gelgitler olarak adlandırılırlar.

Diğer gezegenlerde deniz olsaydı, yaşayacakları gelgit bizimkinden farklı olacaktı. Venüs'ün uydusu yoktur; varsayımsal Mars denizleri ise, hem Mars Güneş'ten çok uzak olduğundan hem de iki ufak uydu Phobos ve Deimos gelgit yaratamayacak kadar çelimsiz olduklarından, sakin ve hareketsiz kalacaktır. Aslında bu ufak uyduların, Mars tarafın-

dan uzun süre önce yakalanmış iki asteroit olduğu düşünülüyor. Eğer bu mümkünse, Dünya'nın da henüz farkedemediğimiz küçük uyduları olabilir mi?

İkinci uydu fikri çok eskiden beri vardır. Hatta Jules Verne, ünlü romanı *Ay'a Seyahat*'te (From the Earth to the Moon) bu fikri kullanmıştır. Başka uydu, romanın öyküsü açısından gerekliydi, çünkü bu uydu insanları taşıyan füzeye çarparak onu rotasından çıkartıyor; füze de Ay etrafında bir tur atıp Dünya'ya geri dönüyordu. Ancak bir küçük uydu varsa bu gerçekten de çok küçük olmalıdır. Dünya kadar yansıtma gücü veya 'albedo'su (beyazlık derecesi) olan (yani yüzde kırk), 40 km çaplı bir uydu, bizden Ay kadar uzaktayken, birçok yıldız kadar -örneğin Orion'daki Betelgeux kadar- parlak görünecektir ki bu durumda da onu eski zamanlardan beri biliyor olurduk. 40 km çaplı bir cisim 3 milyon kilometre uzaklıktayken bile çıplak gözle görülebilir. 20 km çaplı bir cisim ise aynı uzaklıktayken dürbün ile rahatlıkla farkedilir. Uydunun çapının topu topu 1,5 kilometre olduğunu varsaysak bile orta boy bir teleskop onu milyonlarca kilometre uzaktayken gösterecektir. Bu da eğer varolsaydı çok uzun zaman önce farkedilirdi demek oluyor. Yani sonuçta küçük bir uydumuz varsa da ufacık ve büyük bir ihtimalle de şekilsiz bir cisimden başka birşey olamaz.

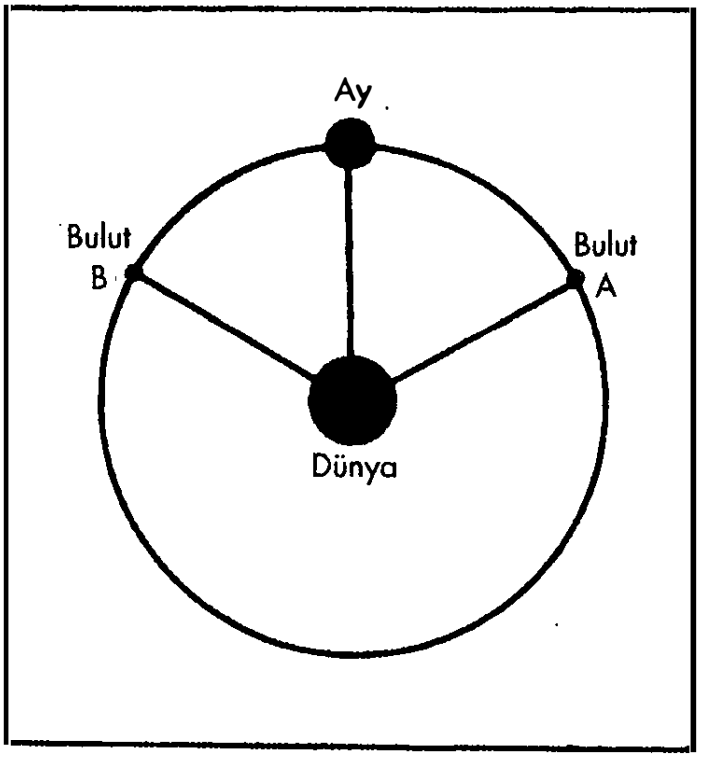
Plüton'un kâşifi Clyde Tombaugh, savaşın sona ermesinden çok kısa bir süre sonra, yürüttüğü uzun ve sistemli bir çalışma ile küçük bir uydu aramaya girişti. Kullandığı araçlar, binlerce kilometre uzaktaki futbol topu büyüklüğünde bir cismi, yansıtma özelliği olmasa bile, saptayabilecek kapasitedeydi. Bu durumda 3 metre çapındaki bir cisim 15.000 km uzaktayken belirlenebilirdi. Ancak hiçbir şey bulunamadı.

Bir süre önce 1685 nolu asteroit Toro hakkında ilginç bir varsayım ortaya atıldı. Çapı 10 km kadar olan Toro, 8 Ağustos 1972'de, Dünya'ya oldukça yakın sayılabilecek bir mesafeden, 21.000.000 km uzağımızdan geçmişti. Yörüngesi Dünya'nınkinden çok farklı değildi ve düzenli zaman aralıklarıyla yanımıza yaklaşıyordu. Bunun üzerine basında, onun Dünya'nın uydusu haline geldiği yönünde iddialar yer aldı.

Ancak böyle bir şey söz konusu bile olamazdı; Toro, son derece normal bir asteroitti.

Ayrıca Ay ile aynı yörüngede ama biri Ay'ın 60 derece ilerisinde, diğeri de 60 derece gerisinde olmak üzere Dünya'nın etrafında dönen, gök taşı parçacıklarından oluşmuş seyrek bulutlar olabileceğine dair bir düşünce vardı. Bu 'sabit' noktalar, büyük Fransız matematikçisi Lagrange'ın anısına onun adıyla anılır. Böyle bir şey imkânsız değildi -Lagrange noktalarına Troyalı asteroitlerden bahsederken tekrar değineceğiz- ve Polonyalı gök bilimci K. Kordylewski, bu bulutların görülebildiğini iddia ediyordu. Ama bu bulutlar varlarsa bile yoğunlukları çok düşük olacaktır. Her zamanki gibi fazla şüpheci davranıyorum ama, o bulutların varlığına ancak biri onların fotoğrafını çekmeyi başarırsa inanırım.

Gezegenlerarası madde ise kendini, Burçlar Işığı ve Gegenschein olarak bilinen gök aydınlıkları şeklinde gösterir. Burçlar Işığı tutulum dairesi boyunca uzanır; ancak ya günbatımından hemen sonra ya da gündoğumundan biraz önce



Lagrange noktaları, Ay'dan 60 derecelik uzaklıklarda ama aynı yörünge üzerindedirler. Bunlar, var oldukları henüz ispatlanamamış Kordylewski bulutlarının konumlarıdır.

kısa bir süre için görülebilir. İngiltere'den belirgin bir biçimde görüldüğü hiç olmaz. Ama gökyüzünün daha açık ve ışık kirliliğinin daha az olduğu bazı ülkelerde çok hoş bir manzara yaratır. Samanyolu'nun orta derecede parlak kısımlarından bile daha parlak olduğu anlar vardır. Bu duruma Güneş sisteminin ana düzlemi etrafına yayılmış parçacıklar yol açar. Bu parçacıkların ortalama büyüklüğü bir iki mikron kadardır (Bir mikron, bir metrenin milyonda birine eşittir). Burçlar Işığı, tutulum dairesi boyunca uzandığından, tutulum dairesi ufka göre dik olduğunda, başka bir deyişle Şubat/Mart ve Eylül/Ekim aylarında, en iyi şekilde görülür. Fotoğrafını çekmek ilginç olabilir; ama oldukça hızlı bir film ve 5 dakikayla 30 dakika arasında değişen bir örtücü hızı kullanmanızı tavsiye ederim.

Gegenschein'ı görmek çok daha zordur. Gökyüzünde Güneş'in tam zıt yönünde zayıf bir aydınlanma olarak görülür. En büyük halinde çapı dolunayın kırk katı kadar olabilir. Almanca olan ismi İngilizceye 'Counterglow' (Türkçeye ise 'Karşıgün') olarak çevrilmiştir. Bu olayın sebebi de gezegenlerarası maddedir. Ben onu tam olarak sadece bir kere görebildim; o da 1940'ta Alman hava saldırıları sırasında, tüm İngiltere'de uygulanan genel karartmalardan biri sırasındaydı. Ayrıca bildiğim kadarıyla bugüne kadar güzel bir fotoğrafı da çekilmedi.

Meteorlar yani akanyıldızların da gezegenlerarası çöplüğe dahil oldukları zannedilir. Ama gerçekte durum böyle değildir. Aslında meteorlar, kuyruklu yıldızların arkalarında bıraktıkları izlerdir. Dünya, bu tür bir izin içinden geçecek olursa, sonuç bir meteor yağmuru olur. Bu sırada meteorlar, gökyüzünün belli bir bölgesinden geliyor gibi görünürler. Buraya 'saçılma noktası' adı verilir. Böyle görünmesi tamamen perspektif etkisi yüzündendir, çünkü aslında meteor yağmuru sırasında meteorlar birbirlerine paralel olarak hareket ederler. Bu durumu anlamanın en iyi yolu bir köprü üzerine çıkıp çok şeritli ve düz bir otoyoldaki şerit ayrım çizgilerine bakmaktır. Çizgiler sanki bir noktadan ayrılarak geliyor gibi görünürler.

Bazı meteor yağmurları her yıl yaşanır. Bunlardan en görülmeye değer olanı Ağustos'un ilk günlerinde gerçekleşen Perseid yağmurudur. Bu isimle anılmasının nedeni meteorların Perseus takımyıldızının bulunduğu bölgeden geliyor gibi görünmeleridir. Bu durumun ortaya çıkmasına neden olan *Swift-Tuttle** kuyruklu yıldızı yörüngesini 130 yılda tamamlar. Dünya'nın yakınından en son 1992 yılında geçmiştir. Bir meteor atmosferin üst tabakalarına girdiğinde atmosferdeki parçacıklarla arasında oluşan sürtünme sonucu yanarak parçalanır (Yalnız, bizim gördüğümüz parçacığın kendisi değil, atmosferde yarattığı etkidir). Tabii hiçbir meteor, etrafındaki hava sürtünme sonucu ısı yaratacak kadar yoğun değilse akanyıldız olarak görülmez. Üstelik saniyede 70 kilometrelik bir hızla gidiyor olması da birşey değiştirmez. Akanyıldızların genellikle deniz seviyesinden 190 km yukarıdayken görünür hale geldiği ve 65 kilometreye düşene kadar yandığı belirlenmiştir. Yere doğru olan yolculuklarını tamamladıklarında ise iyi kalite toz haline gelmişlerdir. Bilinen meteor yağmurlarından başka ara sıra görülen ve herhangi bir yönden gelen bazı akanyıldızlar da vardır ki, bunlar bilinen hiçbir kuyruklu yıldızla bağlantılı değillerdir.

Hava bulunmayan Ay'da yıldız kayması görülmez; çünkü orada sürtünme yaratıp cismin parlamasına neden olacak hiçbir şey yoktur. Venüs'te ise bir meteor fazla yol alamadan yok olacaktır. Yıldız kayması görmek istiyorsanız ya evinizde oturmalı ya da akanyıldızların çok sık görüldüğünün tahmin edildiği Mars'a gitmelisiniz.

Gök taşları yani meteoritler ise hayli farklıdır. Küçük gezegen kuşağından gelen gök taşlarının kuyruklu yıldızlarla veya akanyıldızlarla bir bağlantıları yoktur. Büyükçe bir gök taşı, küçük bir asteroit kadar olabilir. Bir gök taşı düştüğü yerde krater oluşturabilir. Arizona'daki Meteor Krateri buna güzel bir örnektir (Aslında doğrusu Meteor*it* Krateri olmalıdır). Neredeyse bir buçuk kilometre genişliğinde olan bu görülmeye değer krater, 20.000 yıl kadar ön-

*Bu yıldıza Swift-Tuttle ismi, 1862 yılında Güneş'ten dönüşü sırasında Lewis Swift ve Horace Tuttle birbirlerinden bağımsız olarak keşfettikleri için verilmiştir.

ce oluşmuştur. Gök taşı düşüşlerinin geçmişte çok büyük etkiler yarattığı bir gerçektir. Hatta 65.000.000 yıl önce gerçekleşen bu tür bir çarpmanın, önemli iklimsel değişikliklere yol açtığı ve uzunca bir süredir dünyanın tek hâkimi olan dinazorların yeni koşullara uyum gösteremeyerek öldükleri yönünde ciddi bir iddia da vardır. Bu konuya daha sonra tekrar değineceğim.

Meteor çarpışı gören çok fazla kişi yoktur. Ancak 1965 yılı Noel arifesinde Barwell gök taşını, İngiltere göklerini boydan boya katederek parçalarını Leicestershire üzerine dağıtmadan önce gören çok kişi olmuştur. Daha yakın bir zamanda ise yine yolculuğu çok kişi tarafından izlenen Bovedy gök taşının parçalarının büyük bir bölümü İrlanda Denizi'ne düşerken bir kısmı Kuzey İrlanda'da bulunmuştur (Bu manzarayı bir dakika gibi bir farkla kaçırdım. O sırada Selsey'deki gözlemevimdeydim; gök taşı tam ben bazı çizelgelere bakmak üzere içeri girdiğimde düşmüş). Son İngiliz gök taşı da 5 Mayıs 1991'de Cambridgeshire yakınlarındaki Glatton'da görülmüştür. Bu 767 gram ağırlığındaki minik gök taşı, bahçesinde çiçekleriyle ilgilenmekte olan Bay Pettifor'dan 20 metre kadar uzağa düşmüştür. Şu ana kadar gök taşı çarpması sonucu ölen veya yaralanan herhangi bir kişi olmamıştır. Ancak bir ya da iki kişinin kıl payı kurtulduğu da bir gerçek.

Birçok müzenin gök taşı koleksiyonu vardır. Ama siz en ağır gök taşı rekorunu halen elinde bulunduranı görmek istiyorsanız, Güney Afrika'da Grootfontein yakınlarında bulunan *Hoba West* çiftliğine gitmelisiniz. Bu gök taşı hâlâ tarih öncesi zamanlarda düştüğü yerde duruyor. Toplam ağırlığı altmış tondan fazla olduğu için kimsenin onu kaçırmaya kalkışmayacağı çok açık.

Uzay Çağı'ndan önce elde edebildiğimiz tek dünya dışı madde gök taşlarıydı. Yapılan incelemeler birçok alt ayrım bulunsa da taşsı ve demirli olmak üzere iki ana tür olduğunu gösteriyor. Dünya'ya düşmüş bazı gök taşlarının Mars veya Ay'daki patlamalar sonucu onlardan kopmuş parçalar olduğu yönünde benim şüphe ile baktığım bir sav da vardır.

Aslında ben Sir Fred Hoyle'ün Dünya'ya hayatın bir gök taşı aracılığıyla geldiğini söyleyen kuramına da pek sıcak bakmıyorum. Evet hayatın ortaya çıkışı esrarını hâlâ koruyor; ama bana kalırsa gök taşı kuramı beraberinde çözebileceğinden daha çok sorun getiriyor.

Şimdi de gezegenlerarası maddeden son derece farklı olan atmosferimizi inceleyelim. Bildiğiniz gibi atmosfer birçok katmandan oluşmaktadır. Bu konudaki terminoloji fazlasıyla karmaşıktır; bu yüzden ben durumu basitleştirmek için sadece en temel kavramları kullanmayı amaçlıyorum.

Atmosfer esas olarak iki gazdan oluşmaktadır: Nitrojen (yüzde 78) ve oksijen (yüzde 21). Ayrıca bileşimde az miktarda da olsa argon ve karbon dioksit gibi başka gazlar ve değişken miktarda su buharı bulunur. Güneş sistemindeki başka hiçbir gezegen, bizimkine benzer bir atmosfere sahip değildir. Satürn'ün en büyük uydusu olan Titan'ın atmosferi nitrojen açısından zengindir; ancak geri kalan kısmın çoğunu metan (bataklık gazı) oluştururken neredeyse hiç serbest oksijen yoktur.

Atmosferin en alt tabakası troposfer olarak bilinir. Troposferin kalınlığı 8 ile 18 km arasında değişir. Kalınlığı enleme göre değişiklik gösterir; en kalın olduğu bölge ekvatorun üzeridir. Normal bulutlarımızın ve 'hava'mızın bulunduğu yer burasıdır. Yükseklik arttıkça sıcaklık azalır; troposferin üst kısımlarında -44°C'a (-80°F) kadar düştüğü görülür. Elbette ki bu yükseklikte yoğunluk da oldukça düşük olacaktır.

Troposferin üzerinde 48 km yükseğe kadar uzanan stratosfer vardır. Yukarıya çıkıldıkça sıcaklığın düşmeye devam etmeyip aksine artması şaşırtıcıdır; tabakanın üst kısımlarında +15°C'a (+60°F) kadar çıkar. Bunun nedeni oksijenin özel bir biçimi olan ozonun varlığıdır. Bir ozon molekülü, alışılagelmiş iki oksijen atomu yerine üç oksijen atomundan (O_3) oluşmaktadır. Güneş'ten yayılan kısa dalga ışıma ozon tabakasını ısıtır ve stratosferdeki sıcaklığın daha fazla düşmesini engeller. Yalnız bu arada bilimsel anlamıyla 'sıcaklık' ile bizim anladığımız 'ısı' arasında bir fark bulunduğunu

da gözden kaçırmayın. Sıcaklık, atomların ve moleküllerin hareket etmelerine bağlıdır; hareketler hızlandıkça sıcaklık artar. Ancak stratosferde o kadar az molekül kalmıştır ki 'ısı' ihmal edilebilir. Burada durumu bir benzetmeyle açıklayabiliriz. Havaî fişek kıvılcımları çok sıcaktır; ancak kütleleri o kadar düşüktür ki onları elinizle tutmanızda hiçbir sakınca yoktur (Yani 'sadece' kırmızı olan bir ocak demiri daha düşük bir sıcaklıktadır denebilir; ama yine de elinizle tutmanızı tavsiye etmem).

Son zamanlarda ozon tabakasındaki 'delikler' hakkında çok şey duyduk. Ozona zararlı birçok maddeyi havaya karıştırdığımız için ortaya çıktığı iddia edilen bu durum gerçekse alarma geçmemiz yerinde olur. Çünkü ozon tabakası uzaydan gelen tehlikeli ışımalara karşı bizi koruyan bir kalkan işlevi görmektedir.

Stratosferin üzerinde yüzlerce kilometre boyunca uzanan iyonosfer vardır.* 80 km kadar yüksekte bizim alışkın olduğumuz bulutlardan son derece farklı olan gece bulutlarına rastlarız. Hâlâ emin değiliz ama, bunlar meteor izleri boyunca oluşan buz kristalleri nedeniyle ortaya çıkıyor olabilirler. Nasıl oluşmuş olurlarsa olsunlar onları incelemek ve fotoğraflarını çekmek oldukça ilginçtir. Kuzey yarım kürede 50. ve 70. paraleller arasında en iyi, Mayıs'tan Ağustos'a kadar olan süre boyunca görülürler. Ebrulu, damarlı düzensiz ve hafif dalgalı bir yapıları vardır.

Meteorların yanıp kül olduğu yer, aynı zamanda kozmik ışınlara karşı bir kalkan görevi üstlenen iyonosferdir. Aslında bunlara ışın demek de pek doğru değildir; uzaydan her yönden ve sürekli olarak gelen atomik parçacıklardır. İyonosfer katmanları, radyo dalgalarını yere geri yansıtarak uzak bölgeler arasında iletişim kurulabilmesini de sağlar. Son olarak *aurora* veya kutup ışıkları olarak adlandırdığımız o güzelim parlamaların da bu katmanda oluştuğunu belirtmek isterim.

*İyonosfer, mezosfer (80 kilometreye kadar) ve termosfer (290 kilometreye kadar) olmak üzere iki alt tabakaya ayrılır. Termosferde sıcaklık 1900°C'a (3500°F) kadar çıkar. Ama yoğunluk o kadar düşüktür ki gerçekte hiç 'ısı' yoktur.

Bu ışıklara (kuzey yarım kürede kuzey ışığı, güney yarım kürede ise güney ışığı) Güneş'ten bize kadar ulaşan yüklü parçacıklar neden olur. Bu parçacıklar atmosferin üst kısımlarındaki atomlarla ve moleküllerle çarpıştıklarında bir ışık oluştururlar. Parçacıklar yüklü olduklarından manyetik kutuplara doğru ilerleme eğilimindedirler. Bu yüzden ışıklar en iyi biçimde yüksek enlemlerden görülebilir. Alaska'da ve Norveç'in kuzey bölgelerinde havanın açık olduğu hemen her gece kuzey ışığını görmek mümkündür. İskoçya'da da sık görülürken İngiltere'nin güney bölgelerinden nadiren farkedilir. Ancak ara sıra da olsa, örneğin 13 Mart 1989'da ve 8-9 Kasım 1991'de olduğu gibi, parlak bir şekilde görüldüğü de olur. Tabii bu ışıkların en çok görüldüğü anlar, Güneş'in en etkin, Güneş rüzgârlarının ise en şiddetli olduğu zamanlardır.

Bir genelleme yapacak olursak, ışığın keskin hatlara sahip alt kenarları, deniz seviyesinden 95 kilometre kadar yukarıda başlar ve en fazla 110 kilometreye kadar çıkar. Normal üst sınır ise 300 kilometre kadardır; ancak istisnaî olarak 965 kilometreye kadar çıktığı da olmuştur. Kutup ışıkları çok çeşitli görünüşlerde ortaya çıkar; sadece basit bir parıldama olarak görülebileceği gibi yay, ışın, şerit, yelpaze, perde gibi biçimler aldığı da olur. Canlı renklerde ve hareketli bir yapıda olması da mümkündür. İzlemek için kullanabileceğiniz en iyi araç gözlerinizdir (Tabii yanında bir de fotoğraf makinesi olursa ne âlâ!). Işık gösterileri sırasında kırılma sesleri ve keskin bir koku duyulduğu yönünde birçok iddia vardır; ancak belirtmem gerekir ki ben her zamanki gibi böyle iddialara şüphe ile yaklaşıyorum ve ne gürültülü ne de kokulu kutup ışıkları olabileceğine ihtimal vermiyorum.

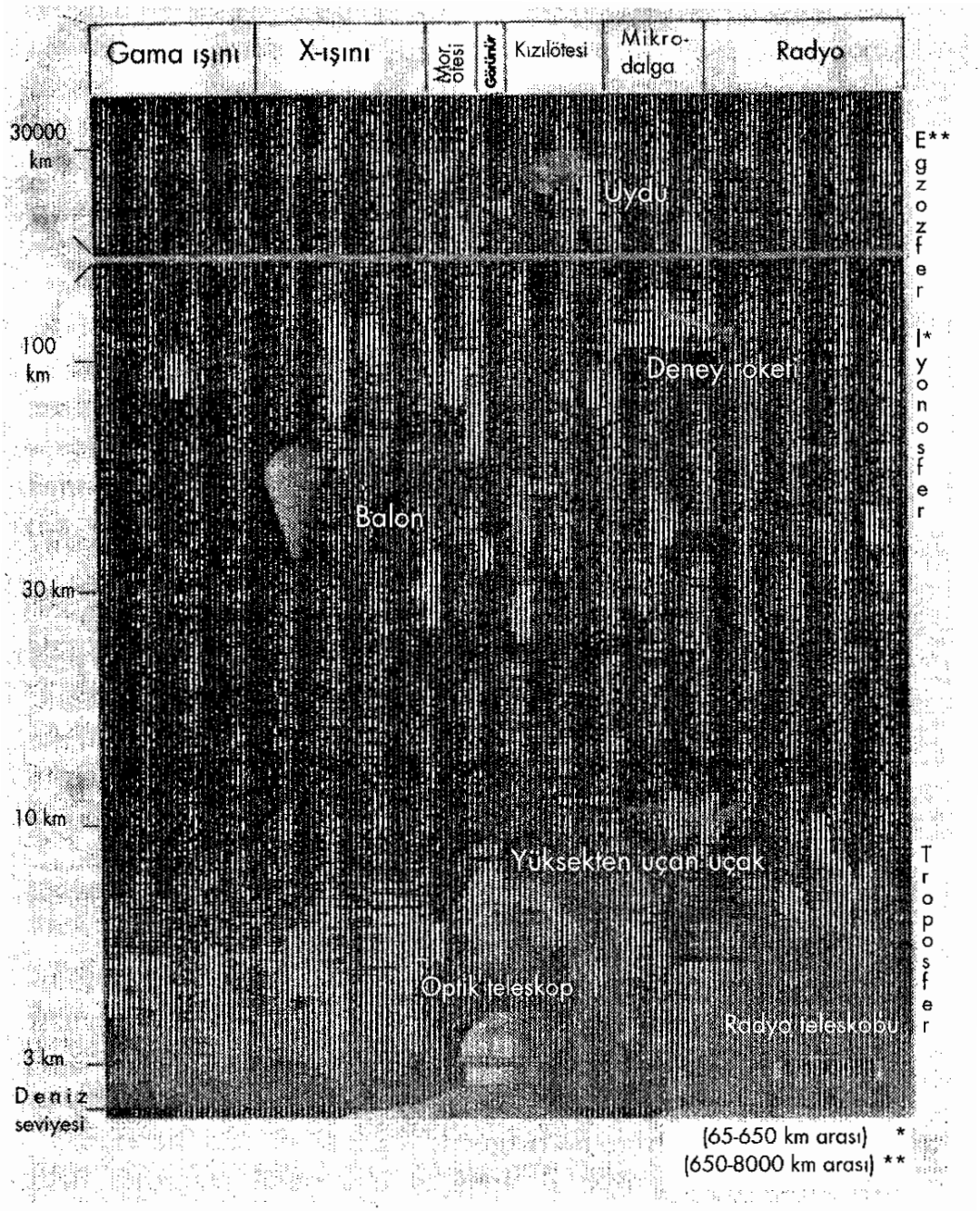
Merkür'de veya Ay'da kutup ışıkları görülmez. Mars'ta olabilir ama elimizde görüldüğü yönünde bir kanıt yok. Venüs'e gelince, orada görülen Ashen Işığı ile kutup ışıkları arasında bir bağlantı var gibi görünüyor. Dev gezegenlerdeyse güçlü kutup ışıklarına rastlanıyor. Ancak Uranüs ve Neptün'deki büyük ışık gösterileri, gezegenleri gördüğümüz

şekliyle kutuplardan çok ekvatora yakın bölgelerde oluşuyor. Bu da, söz ettiğimiz iki gezegenin dönüş eksenleriyle manyetik eksenleri arasında aşırı bir eğiklik oluşundan kaynaklanıyor.

İyonosferin üzerinde atmosferin en dış bölümü olan egzozfer vardır. Ancak egzozferin ulaştığı saptanabilir bir üst sınır yoktur; yoğunluğun genel gezegenlerarası atmosferik ortalamadan fazla olmadığı yerde azalıp yok olur. Egzozferin üst kısımları 'çarpışmasız gaz'dan oluşur; yani oradaki atomlar ve moleküller komşularıyla çarpışmadan sakin bir biçimde Dünya etrafındaki yörüngelerinde ilerler.

Şimdi de biraz Dünya'nın manyetik alanının en güçlü olduğu bölge olarak tanımlanabilecek manyetosferden bahsedelim. Damla şeklinde olduğu söylenebilecek bu alanın sivri ucu Güneş'ten öte tarafa doğru uzar. Manyetosferin üst sınırı Dünya'nın Güneş'e bakan yüzünde 64.000 kilometreye kadar çıkarken karanlık tarafta çok daha yukarılara uzanır. Güneş'ten, Güneş rüzgârları olarak adlandırılan sürekli bir parçacık akışı vardır. Güneş rüzgârını oluşturan bu parçacıklar Dünya'nın manyetik alanıyla karşılaştıklarında bir şok dalgası oluşmasına neden olurlar.

Manyetosferin içinde Van Allen kuşakları olarak adlandırılan iki yoğun ışıma bölgesi vardır. Kuşaklar adlarını, keşiflerini mümkün kılmış Amerikalı bilim adamı James Van Allen'dan almışlardır. Bu kuşakların varlıkları 1 Şubat 1958'de fırlatılan ve Amerika'nın ilk başarılı yapay uydusu olan *Explorer 1*'in taşıdığı araçlar sayesinde saptanmıştır. İki ana kuşak vardır; birincisinin alt sınırı 8000 kilometrede başlar, ikincisi ise 37.000 kilometreye kadar uzanır (Kuşağın altını oluşturan parçacıkların ortaya çıkışı biraz belirsizdir; ancak havanın üst kısımlarındaki parçacıklar ile kozmik ışınlar arasındaki etkileşimlerin önemli bir etkisi olduğu açık). Esas olarak protonlardan oluşan alt kuşak Brezilya kıyısı bölgesinde Dünya yüzeyine doğru yaklaşır. Bunun nedeni Dünya'nın manyetik alanı ile dönme ekseni arasında bir denge bulunmasıdır. Güney Atlantik Anormalliği adı verilen bu durum, suni uydularda bulunan teknik malzeme

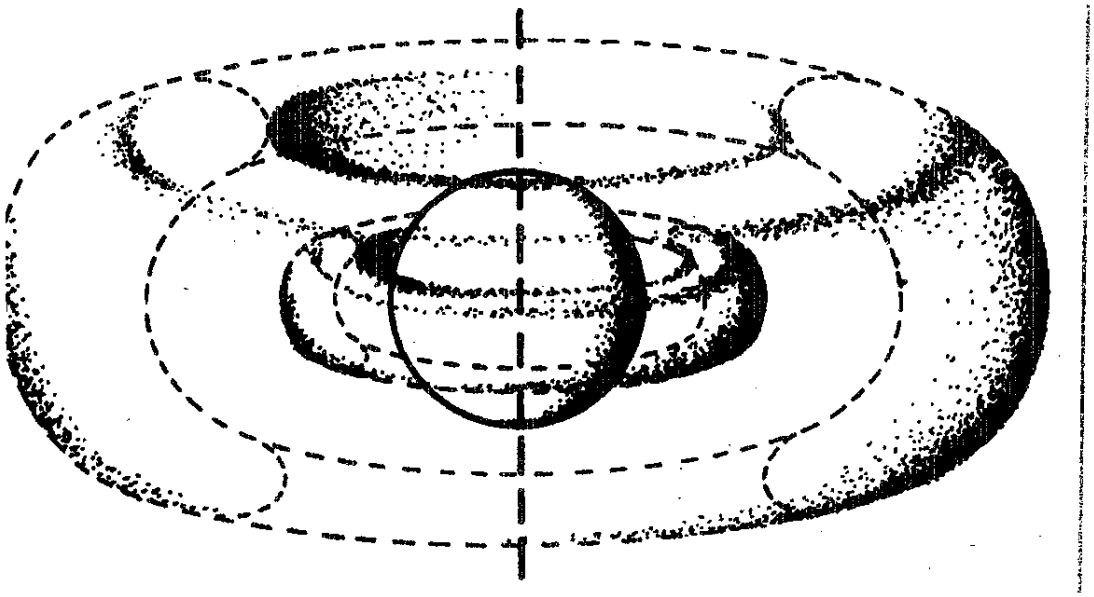


Atmosferin kesiti.

açısından tehlike oluşturur. Bu bölge içinde uzun süre kalan duyarlı araçlarda çeşitli sorunlar ortaya çıkar.

Dünya'nın manyetik alanının varlığı, demir açısından zengin çekirdeğin hareketleriyle ilgilidir. Ancak onu anlamak istediğimiz kadar anlayabildiğimizi söyleyemeyiz. Ama en azından diğer gezegenlerin manyetik alanlarıyla kıyaslayabiliriz.

Bugün bildiğimiz kadarıyla şunları söyleyebiliriz: Ay'da ve Venüs'te manyetik alan -dolayısıyla Van Allen benzeri kuşaklar- yoktur. Mars'ta böyle bir alan varsa da oldukça zayıftır. Dev gezegenlere gelince, hepsi güçlü birer mıknatıs gibidirler. Jüpiter incelendiğinde, gezegenin etrafını saran ışınım alanlarının insanlı bir uzay aracının keşif amaçlı yolculuğunu engelleyebilecek kadar güçlü olduğu görülür. Bu, birçok açıdan uygun bir hedef sayılabilecek Jüpiter'i konu dışı bırakabilecek kadar ciddi bir tehdittir.



Van Allen Kuşakları.

Dünya'nın iç kısımları hakkında bildiklerimizin çoğunu, deprem şokları sonucu ortaya çıkan dalgaları inceleyerek öğrenmişizdir. Burası bu konunun ayrıntılarına girmek için uygun bir yer değil; ancak bizi ilgilendiren iki deprem dalgası türünden kısaca söz etmek istiyorum. Bunlardan birincisi bir sıvı içinde ilerleyebilirken diğeri ilerleyemez. Çekirdeğin sıvı kısmını ölçme çalışmaları, ikinci tip dalganın tam olarak nerede durduğuna bakılarak yürütülür.

Dünya'nın kabuğunun okyanusların altındaki ortalama kalınlığı 10 kilometredir, bu sayı kıtaların altında 50 kilometreye kadar çıkar. Yerkabuğunun altında, 2850 kilometre kadar aşağıya inen ve Dünya'nın kütlesinin yüzde 67'sini oluşturan manto vardır. Mantoyu oluşturan maddenin

erimiş hali, genellikle deniz yatağındaki volkanik ağızların çevresinde görülen bazaltı oluşturur. Mantonun altında ise çekirdek vardır; sıvı ve katı olmak üzere iki bölümden oluşan çekirdeğin katı kısmı içtedir. Dünya'nın merkezindeki sıcaklık yaklaşık 4000°C (7000°F) kadardır. Bu, diğer iç gezegenlerde veya Ay'da görülmeyen yükseklikte bir sıcaklıktır.

Jeoloji bize Dünya'nın tarihiyle ilgili çok önemli bilgiler sağlayabilir. Yaşı hakkında herhangi bir kuşkumuz yok sayılır. İlk baştaki atmosferin yok olduğunu ve Dünya'nın iç kısmından çıkan gazların ve buharın bugünkü atmosferi oluşturduğunu düşünüyoruz. En ilkel biçimiyle hayat, dünya tarihinde oldukça erken sayılabilecek bir dönemde, büyük bir olasılıkla da denizlerde başladı. Başlangıçta 'yeni' atmosfer karbon dioksit açısından çok zengindi. Bitkilerin karalar üzerinde yaygın bir biçimde yaşamaya başlaması ile bu durum değişti. Bitkiler fotosentez olarak adlandırdığımız süreç içinde atmosferdeki karbon dioksiti kullandılar ve serbest oksijen açığa çıkardılar. Kendimizi Dr Who'nun zaman makinesiyle geçmişe, örneğin 500 milyon yıl önce yaşanmakta olan Kambriyen Dönem'e, gönderebilsek boğulup gideriz.

Dünya'da düzenli aralıklarla buzul çağları yaşanmaktadır. Bu duruma henüz mantıklı bir açıklama getirilememiştir. Sonuncusu 10,000 yıl kadar önce bitmiş olan bu buzul çağlarının gelecekte de yaşanacağı konusunda hiçbir şüphe yoktur. Küçük gezegenlerin etkisinden, Dünya'nın yörüngesindeki değişikliklere kadar değişen birçok konuyu içeren kuramlar ortaya atılmıştır. Ancak herşeyi gözönüne alıp düşündüğümüzde, işin içinde Güneş'in olması gerektiğini görürüz. Ne de olsa Güneş değişken bir yıldızdır.

Apollo astronotlarının da gördüğü gibi Ay'dan bakıldığında Dünya'nın muhteşem bir görüntüsü vardır. Kalın bulutlar yüzünden Venüs yüzeyinden Dünya'yı görmek imkânsızdır. Ama Venüs bulutlarının hemen üzerine çıkılıp bakılabilse Dünya (6,5 açı saniyelik büyüklüğüyle) birinci kadirden

bir yıldız olarak çok etkileyici bir görüntüye sahip olacaktır. Mars'tan Ay tipi evreler geçiren ve çok hareket eden bir iç gezegen olarak görülecektir. Mars'tan görülen Dünya ise, bizim gördüğümüz Venüs'e benzer. Jüpiter üzerindeki bir gözlemci Dünya'yı görme konusunda zorlanacaktır. Daha dışarıdaki gezegenlerden bakıldığındaysa Dünya, Güneş'in parlaklığı içinde yok olacaktır. Dünya'nın Güneş sistemi içinde önemsiz bir konumu olduğu çok açık; ancak o bizim evimiz, üstelik tam da bize göre.

VIII. Bölüm

Ay

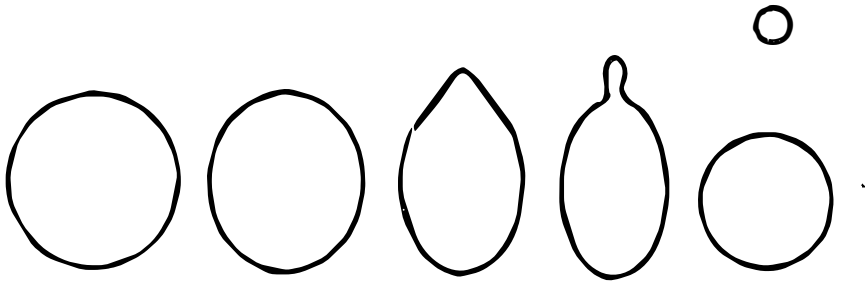
"Bu, bir insan için küçük bir adım, insanlık içinse dev bir sıçramadır." Neil Armstrong'un Ay'daki Sessizlik Denizi'nin çıplak kayalıklarına ilk ayak bastığı an söylediği bu söz hiçbir zaman unutulmayacak. Hatırlıyorum da, o an nihayet Ay'ın bütün sırlarını çözdük gibi genel bir kanıya kapılmıştık. Ama çok yanılmışız; Ay hâlâ sürprizlerle dolu.

Güneş'i bir kenara bırakırsak, Ay bizim için gökyüzündeki en şahane cisim. Eski zamanlarda Ay'a tapınmanın sık görülür bir durum olması hiç şaşırtıcı değil; hatta bu bazı ülkelerde hâlâ sürüyor. Bugün biliyoruz ki Ay bu yüksek mertebesini bize çok yakın oluşuna borçlu. Dünya ile Ay arasındaki ortalama uzaklık dörtyüz milyon kilometreden az; bu da demektir ki Ay bize, Venüs'ün Dünya'ya en yakın olduğu halinden yaklaşık yüz kere daha yakın.

Daha önce de söylediğim gibi, bana kalırsa Dünya ile Ay, bir gezegen ile uydusu gibi değil, bir gezegen çiftiymişler gibi görülmeli. Dünya'nın kütlesi Ay'ınkinin 81 katıdır; ancak diğer gezegen-uydu çiftlerine baktığımızda bu farkın çok daha fazla olduğunu görürüz (Her zamanki gibi Plüton'u saymıyorum). Satürn'ün uydularının en büyüğü olan Titan'ın kütlesi, Satürn'ünkinin 1/4150'si kadardır. Jüpiter'in, Merkür'den büyük olan uydusu Ganymede'nin durumu ise çok daha acıklıdır. Demek istediğim, Ay'ın durumu istisnaîdir; onu özel bir konuma yerleştirmeliyiz.

Bugüne kadar Ay'ın oluşumu ile ilgili çok çeşitli fikirler ortaya atılmıştır; hâlâ da bu konunun tam olarak açıklığa kavuşturulduğunu söyleyemeyiz. Ama en azından elimizde bize yardımcı olabilecek şeyler var. *Apollo* astronotlarının

getirdiği örneklerin ve Rusların insansız uzay araçlarının elde ettiği bilgilerin incelenmesi sonucunda Dünya ile Ay'ın yaklaşık aynı yaşta olduğunu öğrendik. Ayrıca Ay'ın yoğunluğunun Dünya'nınkinden daha düşük olduğunu da biliyoruz. Ay kendisiyle aynı miktardaki sudan 3,3 kat daha 'ağır'ken bu sayı Dünya için 5,5'tur. Ay'ın ortalama yoğunluğu, Dünya'nın manto tabakasının yoğunluğu kadardır. Manyetik alanının yokluğuna bakılacak olursa çekirdeğinin katı kısmının ağırlığı ise çok azdır.



Ay'ın oluşumuna ilişkin gelgit kuramı. Ama ne yazık ki matematiksel açıdan savunulamaz; zaten şu anda geçerliliğini korumuyor.

Genel kabul gören ilk kuram, büyük tabiat bilgisi uzmanı Darwin'in oğlu olan Sir George Darwin'e aitti. Darwin, başlangıçta Dünya ile Ay'ın sıvı bir küremsi şeklinde tek bir cisim olduğunu ve Ay'ın, Güneş'in gelgit etkisiyle zaman içinde bu bütünden koptuğunu iddia ediyordu. Bu fikre dayanan farklı bir görüşte ise sözü geçen ayrılmadan önce Dünya'nın, yüzeyinde ince bir kabuk oluşumuna imkân verecek kadar soğuduğu varsayılıyordu. Daha sonra geçirildiği öne sürülen evreler de ayrıntılı bir biçimde anlatılıyordu: Dünya ekseni üzerinde hızla dönerken 'kararsız denge' olarak adlandırılan süreci yaşıyordu. Sonra biçim değiştirmeye başladı ve yumurta şeklini alarak kısalan ekseni etrafında dönmeyi sürdürdü. Bu sırada üzerinde iki ana gücün etkisi vardı: Güneş'in neden olduğu gelgit ve kendi doğal titreşim dönemi. Bu iki güç şiddetlendiğinde (yani birarada görüldüğünde) gelgit o kadar arttı ki cisim önce damla sonra da dambıl şeklini aldı. Ancak dambılın 'top'larından biri (Dünya), diğerinden (gelecekteki Ay) çok daha büyüktü. Daha

sonra dambılın sapı koptu ve Ay, Dünya'dan ayrılarak sabit bir yörünge üzerine oturdu.

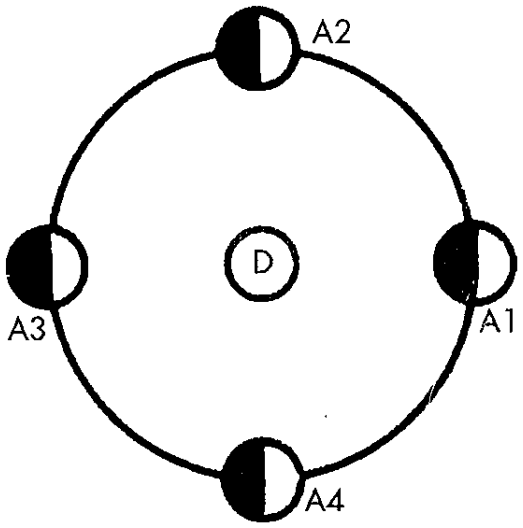
Bu garip bölünme kuramının ateşli destekleyicilerinden biri de esas ilgi alanı Ay olan Amerikalı gök bilimci W. H. Pickering'ti. 1938 gibi yakın bir tarihte ölmüş olan Pickering, Darwin'den de ileri gitti. Dünya'nın ince bir kabuk bağladığı görüşü doğruysa, Ay'ın Dünya'dan koptuğu bölgedeki yerkabuğunda büyük bir çukur olması gerekir, diyen Pickering, Ay'ın ardında bıraktığı bu büyük yaranın şu anda Pasifik Okyanusu tarafından doldurulduğunu iddia ediyordu. Bölünme sırasında yaşanan şok, narin kabuğun başka yerlerinden kırılmasına yol açacak kadar da şiddetliydi. Oldukça akla yatkın görünüyor; ama ne yazık ki daha sonra bu kuramın matematiksel açıdan işlerliğinin olmadığı anlaşıldı. Darwin'in inandığı gibi, gerçekten de Dünya'dan Ay büyüklüğünde madde kopabilir. Ancak bu madde hiçbir durumda birarada bir bütün olarak kalamaz; parçalanır ve bu parçaların büyük bir kısmı veya hepsi tekrar Dünya'ya düşer.

Daha sonra, tek başına, bağımsız bir gezegen olarak uzayda 'gezinen' Ay'ın, Dünya'ya çok yakın bir mesafeden geçerken Dünya tarafından yakalandığı fikri öne sürüldü. Bir başka görüş de Dünya ile Ay'ın uzayın aynı bölgesinde aynı zamanda oluştukları ve dolayısıyla hep birlikte kaldıkları yönündeydi. İlk görüş beraberinde bazı zorluklar da getiriyor; çünkü böyle bir durumun gerçekleşmesi birçok özel koşulun gerçekleşmesiyle yakından ilgili. Yoksa Ay ya Dünya'ya çarpar ya da Dünya'nın yanından geçip giderek özgür hayatına devam eder.

Bu konudaki son kuram, 1974 yılında W. Hartmann ve D. R. Davis tarafından öne sürüldü. Onların görüşüne göre Dünya ile Mars büyüklüğünde bir cisim çarpışıyor. Bu sırada Dünya ile ona çarpan cismin çekirdekleri birleşiyor ve çarpışma sırasında etrafa saçılan yerkabuğu parçacıkları Dünya'nın çevresinde bir bulut oluşturuyor. Daha sonra bu bulut yoğunlaşarak Ay'ı meydana getiriyor. Böylece Ay'ın

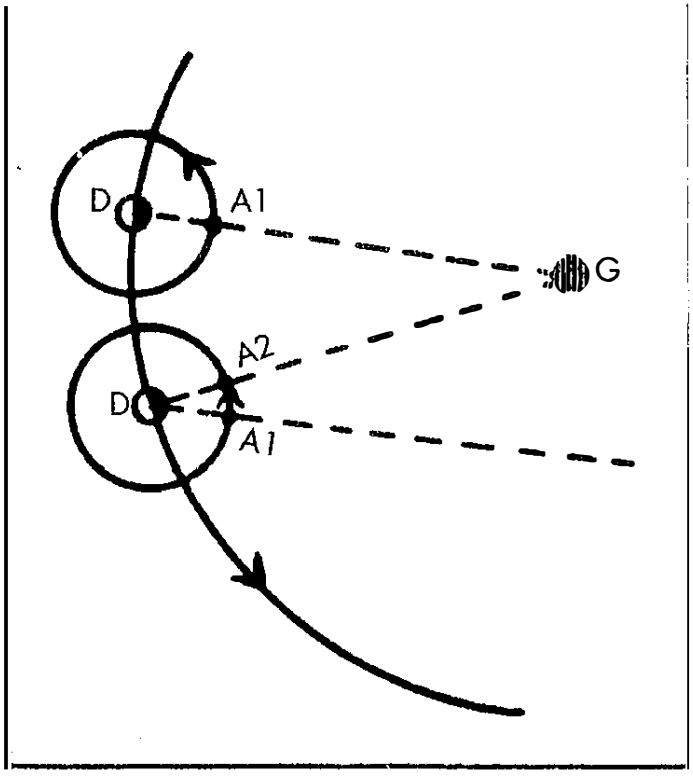
yoğunluğunun Dünya'nınkinden düşük oluşu da açıklanmış oluyor. Tabii yine bazı sorunlar var, ama en azından bu kuram ümit vaad ediyor.

Genellikle 'Ay, Dünya'nın etrafında döner' denir. Evet bu bir bakıma doğrudur ancak olan biteni tam olarak açıklamaz. Çok açık bir şekilde söylemek gerekirse, Dünya ile Ay, ortak ağırlık merkezleri etrafında, gövdesinden tutularak çevrilen bir dambılın iki topu gibi dönerler. Dünya Ay'dan 81 kat daha büyük olduğundan, bu bahsi geçen ortak ağırlık merkezi yani *kütle merkezi* Dünya'ya yakın bir noktada hatta Dünya'nın küresi içerisinde yer alır. Yani Ay'ın kütlesinin ihmal edilebilir olduğunu gözönünde tutarsak başta söylediğimiz basit cümle doğru sayılabilir.



Ay'ın evreleri. Yeni: A1. İlk dördün: A2. Dolun: A3. Son dördün: A4. Çizimde güneş ışığının sağdan geldiği varsayılıyor.

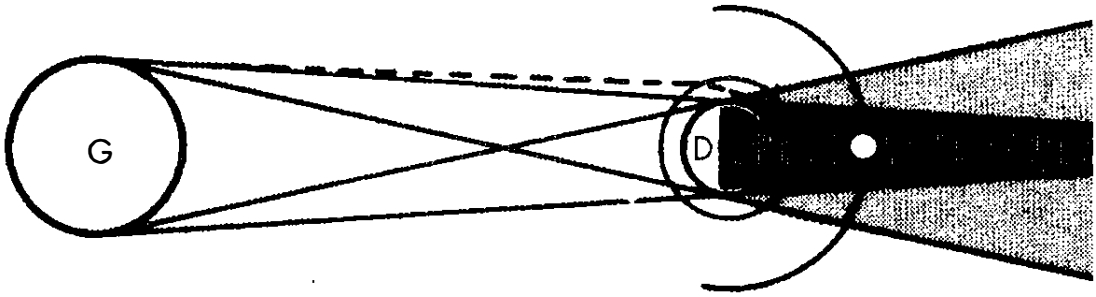
Herkes Ay'ın evrelerine aşinadır. Muhtemelen insanlık tarihinin ilk günlerinden beri biliniyorlardır. Ay'ın güneş ışığını yansıttığının anlaşılmasından sonra, evreler konusunda esrarengiz birşey de kalmadı. Yukarıda verilen çizim, olan biteni basitçe açıklıyor. Ay, A1 konumunda yeni, A2'de yarım, A3'te dolun, A4'te ise tekrar yarım. 1. 2. ve 4. 1. konumlar arasında hilâl. 2. 3. ve 3. 4. konumlar arasında dışbükey. Burada belirtilmesi gereken en önemli şey gerçek



Tam yeni aylar arasında geçen zaman, Ay'ın dolanım süresi olan 27,3 günden uzundur. Bu çizimin üst kısmında yer alan gösterimde Ay A1 konumundayken yenidir; ama alttakinde, tekrar A1 konumuna geldiğinde (yani Dünya etrafında bir tur attığında) yeni olmaz. Tekrar yeni olabilmesi A2 konumunda mümkündür. Bunun nedeni o Dünya etrafında dönerken Dünya'nın da Güneş etrafında hareket etmiş olmasıdır.

yeni ayın görülemez olduğudur. Ayrıca 2. konumun İlk Dördün, 4. konumun ise Son Dördün olarak adlandırıldığını da belirteyim.

Bir yıldız ayı yani Ay'ın Dünya etrafındaki bir turunu tamamlaması sırasında geçen zaman (aslında kütle merkezi etrafında demek daha doğru olur) 27,3 gündür. Ancak yeni aylar arasında geçen süre daha uzundur; çünkü Dünya da Güneş etrafında dönmektedir. Yukarıdaki çizimde Dünya D, Ay A, Güneş ise G harfleriyle ile gösterilmiştir. Çizimin üst kısmında yer alan gösterimde Ay A1 noktasında yenidir; çünkü Dünya ile Güneş'in tam arasındadır. Çizimin altında yer alan gösterimde de görüldüğü üzere Ay 27,3 gün sonra tekrar A1 noktasına gelir. Ama bu sefer Güneş ile aynı çizgi



Ay tutulması kuramı. Ay, tutulma sırasında Dünya'nın gölge konisi (siyah olarak gösterilen alan) içinden geçer. Dünya'nın atmosferi de güneş ışığını kesik çizgiyle gösterildiği gibi kırar ve yarı gölge bir alan oluşmasına neden olur. Yarı gölge (gri olarak gösterilen alan) ana koninin yani tam gölgenin iki tarafında da bulunur. Bu durumda Ay, tam gölgeye gelmeden önce yarı gölgenin içinden geçmek zorundadır. Ay'ın sadece yarı gölge içinden geçtiği bazı Ay tutulmaları da yaşanır; yarı gölgesel Ay tutulması adı verilen bu tür tutulmaları çıplak gözle farketmek pek mümkün olmaz.

üzerinde değildir; çünkü Dünya da yörüngesinde ilerlemiştir. Bu durumda Ay ancak A2 noktasına geldiği zaman yeni olacaktır. Bir *kavuşum ayı* yani bir yeni ay ile sonraki arasında geçen süre (bir dolunay ile sonraki de diyebilirdik) 27,3 gün değil 29,5 gündür.

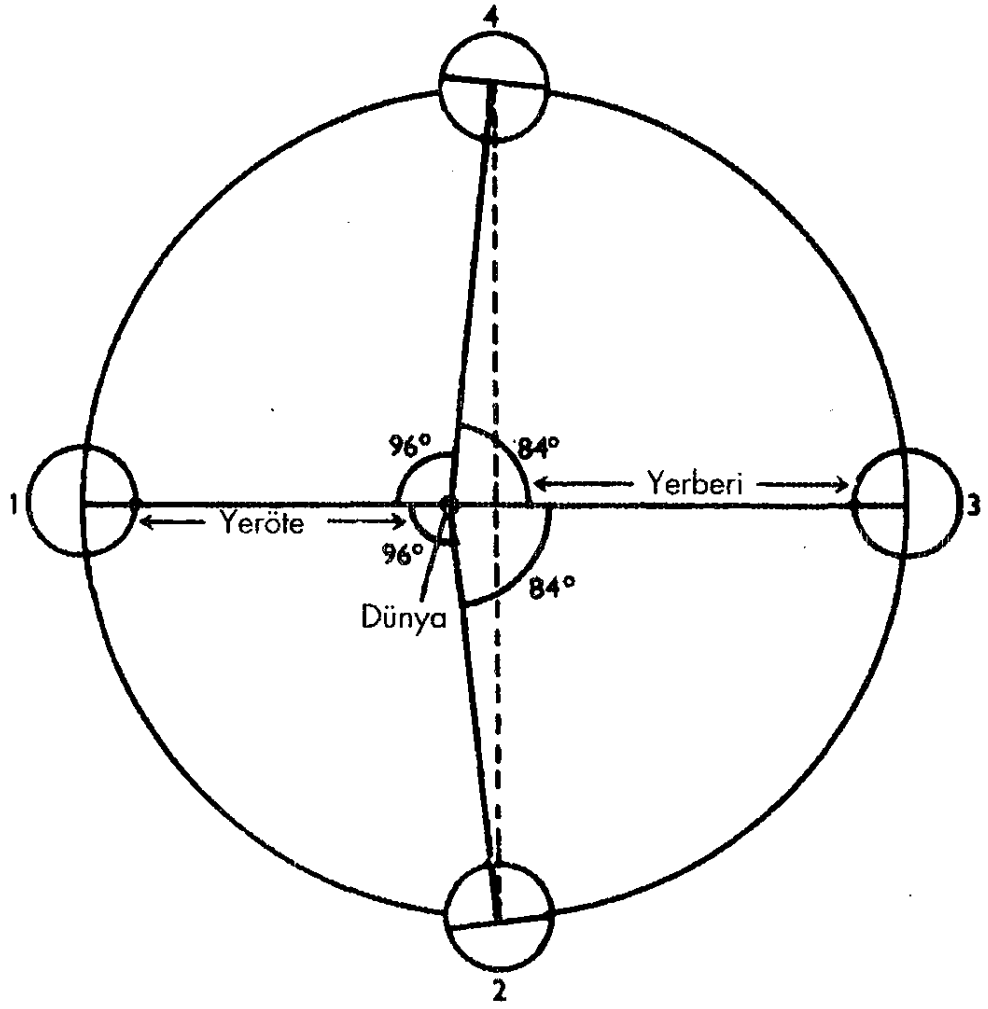
Ay, geçirdiği dolunay evrelerinin bazıları sırasında Dünya'nın gölgesinin içinden geçer. Bu durumda Ay tutulması yaşanır, yani Ay yüzeyine vuran direkt güneş ışığı kesilir ve Ay, Dünya'nın gölge konisinden çıkana kadar karanlıkta kalır. Dünya'nın atmosferinden geçen güneş ışınları üzerine düştüğünden genellikle tamamen gözden kaybolmaz. Ancak üst atmosferimizdeki koşullara bağlı olarak bazı tutulmalar diğerlerinden daha 'karanlık' gerçekleşir. Söz gelimi Aralık 1992 tutulması, Filipin Adaları'ndaki Pinotubo Yanardağı'nda gerçekleşen patlamalar sonucu atmosfere karışan çok miktarda toz ve kül yüzünden oldukça karanlık olmuştu.

Ay tutulmaları tam veya parçalı olabilirler ve Güneş tutulmalarından daha sık gerçekleşirler. Aslında Ay ve Güneş tutulmaları sayısal olarak neredeyse eşittir. Ancak bir

Güneş tutulması Dünya üzerinde sadece belirli bir bölgeden izlenebilirken, Ay tutulması, Ay'ın ufkun üzerinde olduğu her yerden rahatça görülebilir. Her ay tutulma gerçekleşmez, çünkü Ay'ın yörüngesi buna izin vermeyecek kadar eğiktir.

Ay tutulmalarının bilimsel açıdan önemli oldukları söylenemez. Ama renkli görüntüleriyle her zaman görülmeye değer bir manzara oluştururlar. Dünya'nın gölgesi Ay'ı karartmaya başlayınca Ay yüzeyindeki sıcaklık aniden düşer. Ancak bazı özel bölgeler diğer yerlere oranla daha yavaş soğurlar. Bu bölgelere -aldatıcı bir tanımlama ama- kızgın noktalar adı verilir. Büyük kraterlerden Tycho da bu noktalardan biridir.

Ay'ın kendi ekseni etrafında dönme süresi de 27,3 gün olduğundan hep aynı yarım küresi Dünya'ya dönük olur. Bu, Uzay Çağı öncesinde gök bilimciler için çok rahatsız edici bir durum olmuştur. Aslında görülen yarım kürenin sınırları bir gözlemden diğerine biraz farklılık göstermektedir. Ay sabit bir açısal hız ile hareket eder; ancak izlediği yol dairesel olmadığından yörüngesel hızı değişiklik gösterir. Dünya'ya en yakın olduğu anda (yerberi) hızlı; Dünya'ya en uzak olduğu anda (yeröte) ise daha yavaş hareket eder. Yani yörüngedeki konumu ile eksenel dönüşü, zaman zaman birbirlerine ayak uyduramazlar. Ay'ın önce bir kenarının sonra da diğer kenarının biraz daha fazlasını görürüz. Ay, yavaş bir şekilde sağa ve sola doğru sallanıyor gibidir. Bu 'boylamsal sallantı' birkaç gün boyunca devam eder. Ayrıca Ay'ın yörüngesi bizimkine göre beş derece eğik olduğu için ortaya çıkan 'enlemsel sallantı' vardır. Bu sallantı sayesinde Ay'ın kutuplarının biraz daha arkasını görebiliriz. Son olarak bir de 'günlük sallantı' vardır. Bu sallantıyı görmemizin nedeni bizim Dünya'nın yüzeyinde, yani Dünya'nın küresel olarak merkezinden 10.000 kilometre uzakta bulunmamızdır. Böylece Ay doğarken, yarım kürenin biraz daha arkasını görebiliriz. Bütün bu sallantılar sonucu Ay yüzeyinin toplam yüzde 59'luk kısmını görmüş oluruz. Ama tabii ki bir seferde asla yüzde 50'den fazlası görülmez!



Boylamsal sallantı. Ay'ın yörüngesi dairesel olmadığı için yörüngesel hızı sabit değildir. 1. konumdan 2.'ye veya 4. konumdan 1.'ye, 2.'den 3.'ye veya 3.'den 4.'ye gittiğinden daha hızlı gider; ancak dönüş hızı sabittir. Dolayısıyla görünen Ay yuvarlığının merkezi hep aynı noktada kalmaz. Yani Ay'ın yarım dairesinden daha fazlasını görürüz.

Geriye kalan yüzde 41'lik kısım görüş alanımızın dışındadır. Geçmişte bu görünmeyen bölgeyle ilgili çok garip kuramlar ortaya atılmıştır. Söz gelimi, Danimarkalı Andreas Hansen, Ay'ın kütlesel olarak orantısız olabileceğini ve hava ile suyun yaşam bulunması muhtemel olan öteki tarafta toplanmış olabileceğini öne sürdü. Bu görüş çok fazla benimsenmedi; ancak 1959'da bile görünmeyen bölgenin gördüğümüzden çok farklı olabileceği fikri hâkimdi.

Daha sonra 1959 yılının Ekim ayında, Ruslar tarafından fırlatılan *Lunik 3*, Ay'ın etrafında dolanarak bize arka tara-

fın fotoğraflarını gönderdi. Bugünün şartlarıyla değerlendirildiğinde oldukça bulanık ve kalitesiz olan bu fotoğraflar, o gün için muazzam bir teknik başarıydı. O zamandan sonra insanlı ve insansız birçok Ay sondası tarafından Ay yüzeyinin tümünün yakın plan fotoğrafları çekildi. Gördüğümüz ile diğer yarım küre arasındaki en büyük fark, arka tarafta, hâlâ deniz demekte ısrar ettiğimiz geniş ve gölgelik ovaların bulunmamasıydı.

Teleskop kullanılarak yapılmış Ay haritaları ilk olarak onyedinci yüzyılın başlarında ortaya çıktı. Bu konuda ilk olma şerefi Sir Walter Raleigh'in vesayetinde çalışan Thomas Harriot'undur. Ancak en ayrıntılı çalışmayı (haritasında birçok yüzey şekli aslına uygun olarak yer almaktadır) Galileo yapmıştır. Çok uzun bir süre boyunca, Ay'da dağlar ve vadiler olması gerektiği düşünülmüştü. Harriot ve Galileo, bu şekilleri ve krater olarak adlandırdığımız dairesel yapıları açıkça görmüşlerdi. Hatta Galileo, Ay'daki bazı yükseltilerin uzunluğunu ölçme amacıyla takdire değer bazı çalışmalar da yapmıştı.

Bugün iyi bir dürbünle ayrıntılar açıkça görülebilir; küçük bir teleskop ile bakıldığındaysa görüntü muhteşemdir. Önce yüzeydeki en düz alanlardan, yani denizlerden (Latince *mare*, çoğul *maria*) bahsedelim (Ancak bu 'düz'lük normal standartlara göre oldukça engebeli sayılır). Bunlara son derece romantik isimler verildi; söz gelimi *Mare Tranquillitatis* (Sessizlik Denizi), *Mare Nubium* (Bulut Denizi), *Mare Crisium* (Bunalımlar Denizi), *Oceanus Procellarum* (Fırtınalar Okyanusu), *Sinus Iridum* (Gökkuşakları Körfezi), *Lacus Somniorum* (Hayalperestler Gölü). Başlangıçta gerçekten de deniz (veya en azından deniz yatakları) oldukları düşünülüyordu. Ay'dan eve getirilen örnekler incelendiğinde gerçeğin böyle olmadığı anlaşıldı. Ay'da hiçbir zaman su olmamıştı; ayrıca kabuğun altında bir buz tabakası olabileceği yönündeki iddialar da akla yatkın değildi.

Ay'ın misafirperver olmayan görüntüsünün ardında atmosferinin olmayışı yatar. Ancak başka bir olasılık da söz

konusu değildir; çünkü Ay'da kurtulma hızı saniyede 2,4 kilometredir. Bu, bizim anladığımız anlamda bir atmosferin hemen uçup gideceği anlamına gelir. Hava olmadan su da olmaz. Yani Ay denizleri, içlerinde nemden eser bile olmayan kuru lav ovalarından başka birşey değildir.

Büyük denizlerin çoğu kaba hatlarına bakıldığında daireseldirler ve kendi aralarında arka yarım kürede görülmeyen bir biçimde birleşik bir sistem oluştururlar (Bu konudaki en büyük istisna *Mare Crisium*'dur). Büyüklüğü İngiltere ile Fransa'nın toplam alanı kadar olan *Mare Imbrium* yani Yağmur Denizi, çıplak gözle rahatlıkla görülebilir. Bu dairesel denizin etrafı Apenninler, Alpler ve Kafkaslar gibi büyük dağ zincirleriyle çevrilidir. Bunların arasında en görülmeye değer olanı geniş bir alana yayılmış olan Apenninler'dir; *Mare Imbrium*'un sınırını oluşturan bu dağların yüksekliği, üzerinde bulundukları alan esas alındığında 4600 metreye kadar çıkar. Ayrıca Ay'ın her tarafında tek başlarına yükselen tepeler görülür.

Ay'ın genel görünümünde, çapları 150 km gibi abartılı olanlardan Dünya'dan görülemeyecek kadar küçük olanlara kadar değişen kraterler dikkat çekecek kadar çok yer alır. *Mare Nubium*'un kıyısında bulunan ve çapı yaklaşık 90 km olan Copernicus kraterinin kademeli olarak yükselen geniş duvarları, etraflarındaki, dairesel dağların bulunduğu zemine göre 3600 metre kadar yükselirler. Copernicus'tan çok uzakta olmayan ve neredeyse onunla aynı büyüklükte olan Stadius'un her tarafı lavlarla kaplanmış gibi görünmektedir; bu kraterin duvarları kademeli değildir ve fazla yükselmez. *Mare Nectaris*'in (Kevser Denizi) kıyısındaki Fracastorius ise 120 km genişliğindedir. Denize bitişik duvarını kaybeden bu krater büyük bir körfez halini almıştır. Bir başka körfez ise *Mare Humorum*'un kıyısındaki Hippalus'tur. Bu kraterin orta yüksekliğinin kalıntıları halen durmaktadır. Ayrıca göreli olarak düz kraterler; zeminleri parlak kraterler; uygun ışık koşulları altında birer mürekkep gölüne benzeyen kraterler; biçimleri düzgün ve orantılı kraterler ve

aşırı biçim bozukluğu nedeniyle krater oldukları güçlükle farkedilebilen kraterler de vardır. Gri denizlerden parlak yaylalara, hatta tepelerin yamaçlarına ve zirvelerine kadar tüm Ay yüzeyine yayılmış olan bu kraterler yan yana dizilidirler.

Kraterlere genellikle geçmişte yaşamış ünlü kişilerin özellikle de bilim adamlarının isimleri verilmiştir. Bu kullanışlı ama sorun çıkarmaya elverişli sistem, ilk olarak 1651'de, bir cizvit papazı ve gök bilimci olan Riccioli tarafından kullanılmıştır. Riccioli, zamanın ölçütlerine göre oldukça doğru bir Ay haritası çizmeyi başarmıştır. Haritasında Ptolemy, Tycho, Kepler ve Copernicus yer alıyordu (Ancak Dünya'nın Güneş etrafında döndüğü gibi saçmasapan fikirler üzerinde düşünemeyecek kadar meşgul biri olan Riccioli, "Copernicus'u Fırtınalar Okyanusu'na fırlattım" diyordu). Julius Caesar da aralarındaydı ama bu yerini askerî başarıları sayesinde değil de gerçekleştirdiği takvim reformu ile elde etmişti. Ancak Birmingham, Billy ve Hell gibi bazı eski ve önemli gök bilimcilerin anısına konmuş umulmadık isimlere de rastlanıyordu. Riccioli'nin sisteminin, 1651'den sonra yaşayan bilim adamlarını da içerecek şekilde genişletildiğini söylemeye gerek yok herhalde. Ancak büyük kraterlere isim verilmiş olduğundan, Newton, Halley ve Einstein gibi şahıslar ikinci derece kraterlere kalmışlardı. Riccioli, pek hoşlanmadığı Galileo'yu, adını Fırtınalar Okyanusu'nun kenarına yakın bir yerde bulunan gösterişsiz ve bozulmuş bir kratere koyarak başından savmıştı.

Ay'daki kraterlerden bazılarına derin denilebilir; ancak hiç biri dik kenarlı maden kuyularına benzemez. Normal bir kraterin duvarları dış yüzeye göre biraz yüksek, zemini ise ortalama seviyeden biraz alçaktır. Kraterin ortasında hiçbir zaman duvarlardan daha yüksek olmayan bir tepe vardır (Bunu çok doğru bir şekilde şöyle ifade edebiliriz: Üzerlerine kapak kapatılabilir). Ayrıca, Ay'daki yokuşlar son derece hafiftir ancak Ay, Dünya'dan çok daha küçük olduğundan yüzeyindeki kıvrılma çok daha keskindir.



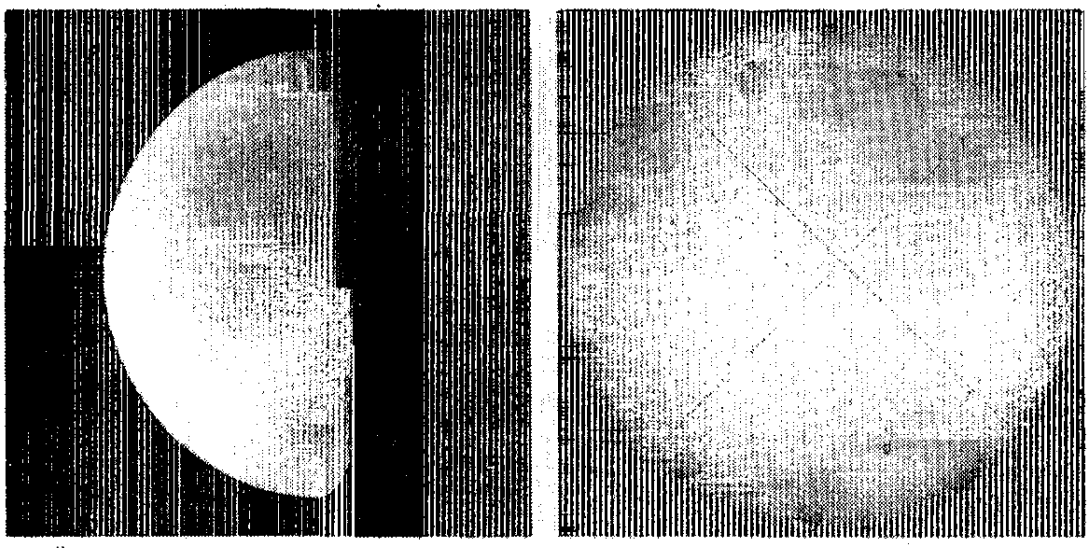
Büyük bir kraterin kesiti. Ortadaki yükseklik, hiçbir zaman kenarların yüksekliğini geçmez.

Kraterlerin derinliği veya dağların yüksekliği, gölgelerinin uzunluğunun ölçülmesiyle bulunur. Güneş ışığı bir kratere eğik olarak geldiğinde, kraterin iç kısmı gölgelenerek kraterin net bir şekilde görülebilmesini sağlar. Bu etki en iyi şekilde, *Mare Imbrium*'un kenarında bulunan *Sinus Iridum*'da yani Gökkuşakları Körfezi'nde görülür. Doğru anda bakıldığında kraterin, karanlığın içinde parlayan yüksek dağvarî kenarları görülebilir. Bu görüntüye 'mücevherli sap' adı takılmıştır.

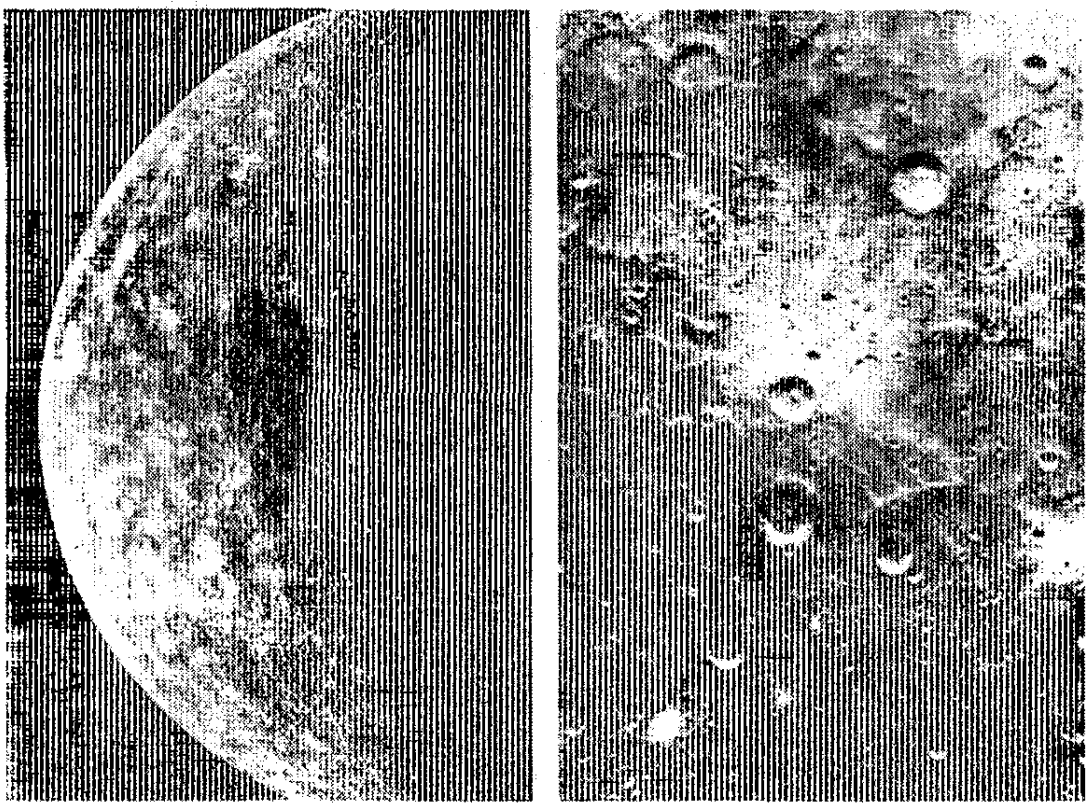
Gün doğuşunun Ay'ın farklı bölgeleri üzerinde yarattığı etkiyi izlemek son derece ilginçtir. Gece ile gündüzü ayıran çizgi üzerinde bulunduğu bir sırada, gölgeli görüntüsüyle gözünüze çarpmış olan bir krater, daha sonra, zeminindeki gölge kaybolduğunda belli belirsiz bir hâl alabilir. Gölgelerin en kısa olduğu zaman olan dolunayda, duvarları sık rastlanmayan bir biçimde parlak veya zeminleri karanlık değilse, derin kraterleri farketmek çok zorlaşır. Yani dolunay, kişinin inceleme yapmaya başlaması ve neyin ne olduğunu bulmaya çalışması açısından olabilecek en kötü zamandır. En harika manzaralara ise Ay, hilâl ile son dördün evreleri arasındayken rastlanır.

Her koşul altında tanıyabileceğiniz bazı özel şekiller de vardır. Söz gelimi 95 km genişliğinde, karanlık zeminli bir krater olan Platon bunlardan biridir. Onyedinci yüzyılın ortalarında Ay'ı gözlemleyen kişilerden biri onu, 'Büyük Siyah Göl' olarak adlandırmıştır. Ay'ın gördüğümüz yüzünün kenarına yakın bir yerde karanlık zeminli iki oluşum daha vardır: Grimaldi ve Riccioli.* Bu şekiller aslında daireseldir; ancak Ay'ın görünen yüzünün merkezinden uzak oldukla-

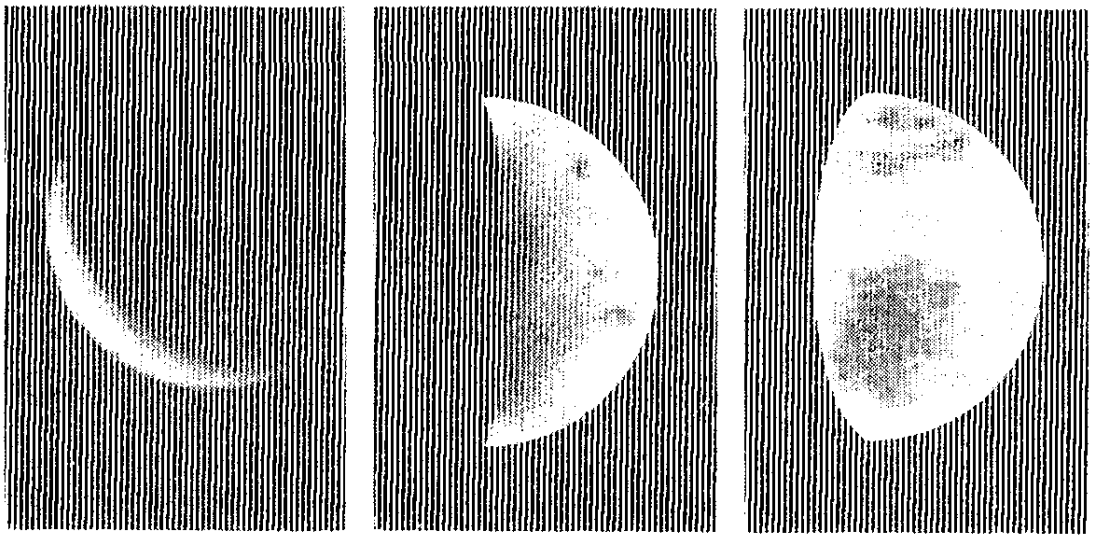
*Galler'den daha büyük olan bu özel kraterin adını kimin koyduğunu bilene ödül yok. Daha da büyük olan komşusu da adını Riccioli'nin öğrencisi Grimaldi'den alıyor.



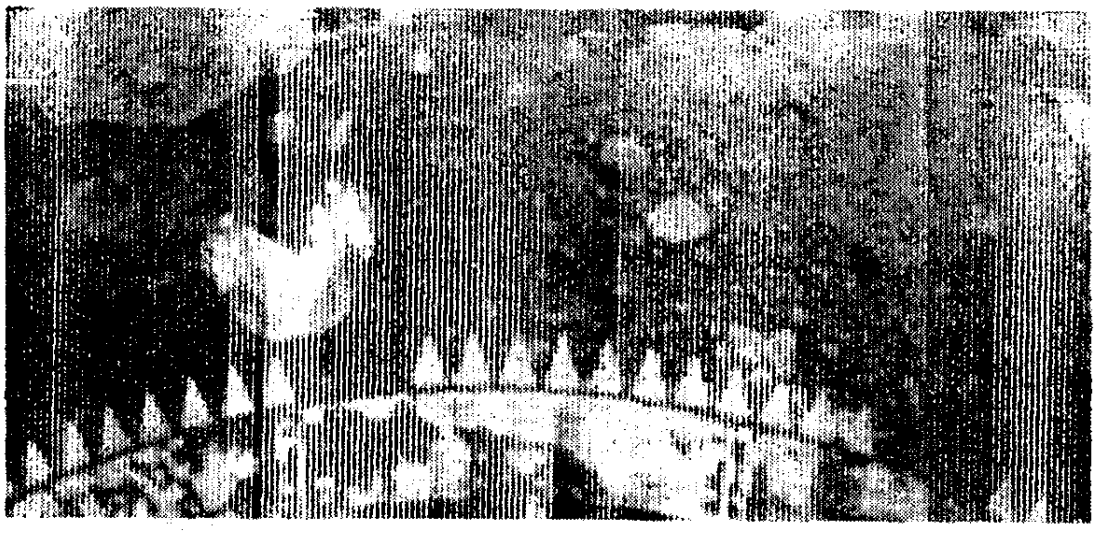
Üstte Solda: Merkür'ün Dünya'dan çekilmiş bir fotoğrafı, 3 Haziran 1980, (Paul Doherty, 38 santim x 300'lük aynalı teleskop ile). *Üstte Sağda*: Merkür'ün geçişi, 7 Kasım 1914. (Greenwich Kraliyet Gözlemevi, 10 santimlik fotohelografile. Gök Bilimi Kraliyet Derneği'nin izniyle yayınlanmıştır). Merkür'ün (☿)inek lekelerinden çok daha koyu renk göründüğüne dikkat edin.



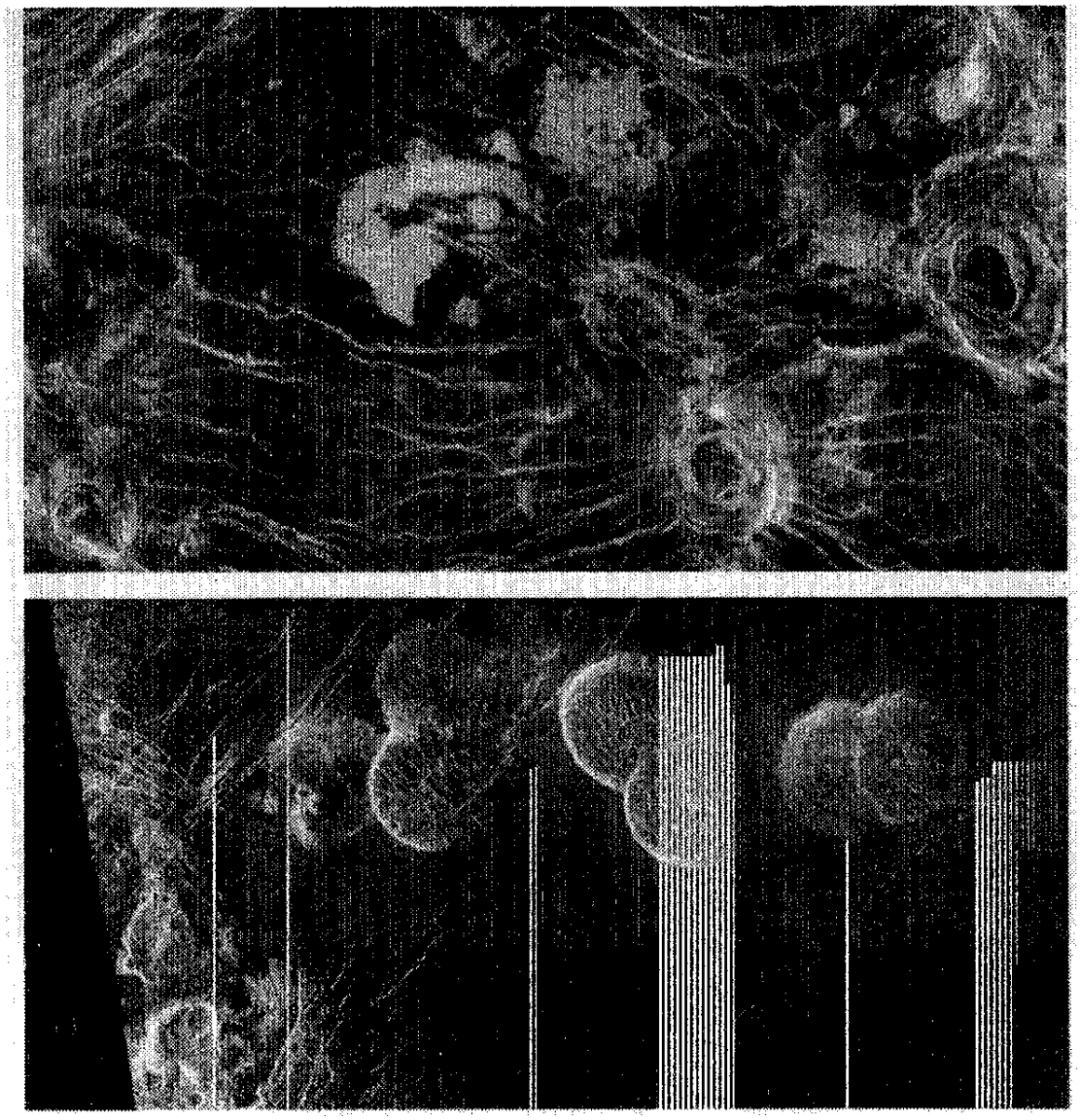
Üstte Solda: *Mariner 10*'un çektiği bir Merkür fotoğrafı. Bu *Mariner* görüntülerinin bir mozayiği olarak sayılabilir. *Üstte Sağda*: Merkür üzerindeki ışınsal kraterlerden biri olan Kuiper. *Mariner 10*'un çektiği fotoğrafta Kuiper, tam ortada yer alıyor.



Üstte Solda: Venüs fotoğrafı, 15 Mart 1961, saat 15 (H. E. Dall, 38 santimlik aynalı teleskop ile). *Üstte Ortada*: Venüs çizimi, 30 Mayıs 1985, saat 14:50 (Paul Doherty, 13 santimlik OG x 250). *Üstte Sağda*: Venüs çizimi, 25 Aralık 1991 (Patrick Moore, 38 santim x 250'lik aynalı teleskop ile).

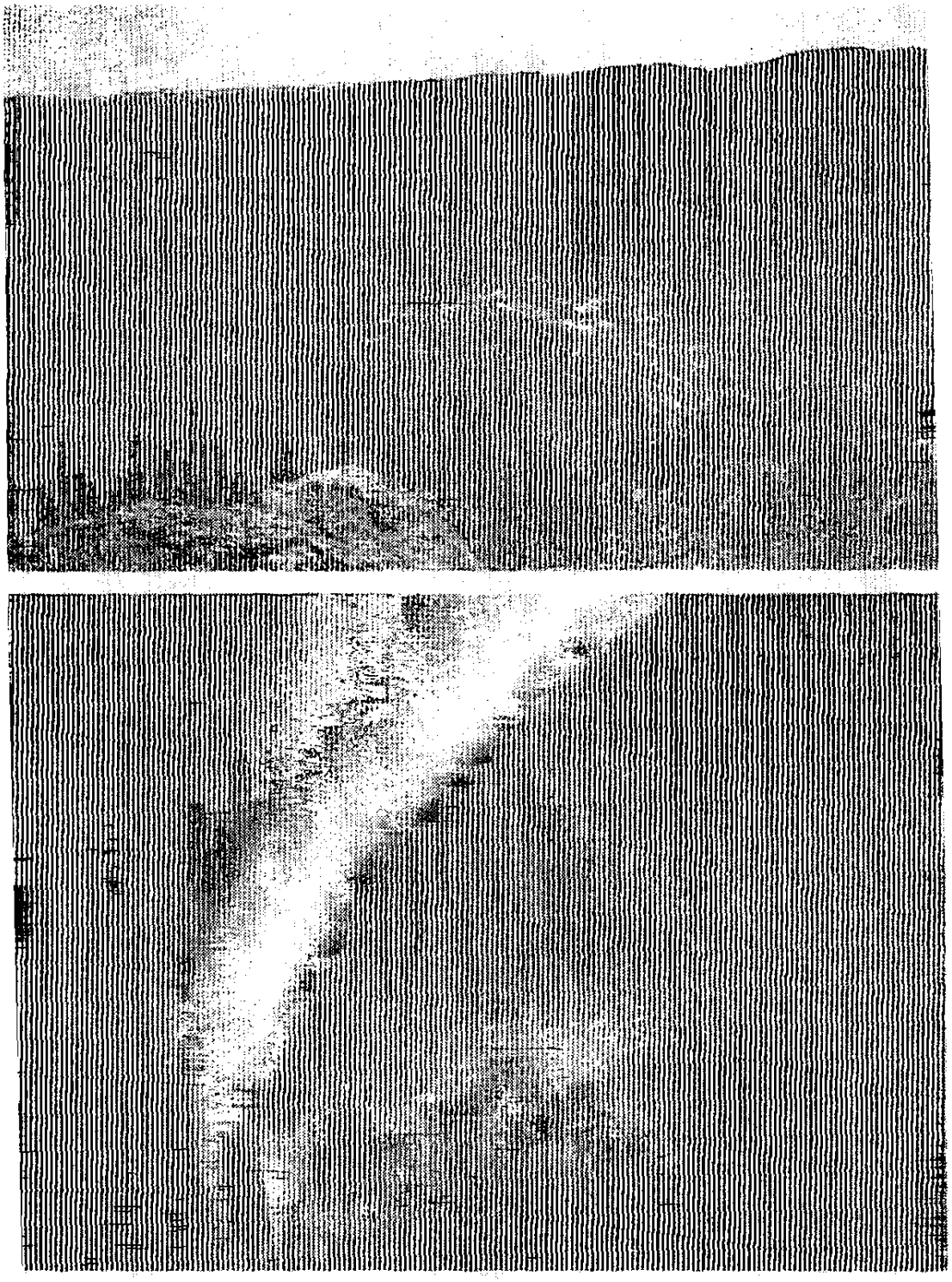


Venera 10'dan çekilen bir Venüs fotoğrafı. Yere inmiş uzay aracının bir parçası da görülüyor.

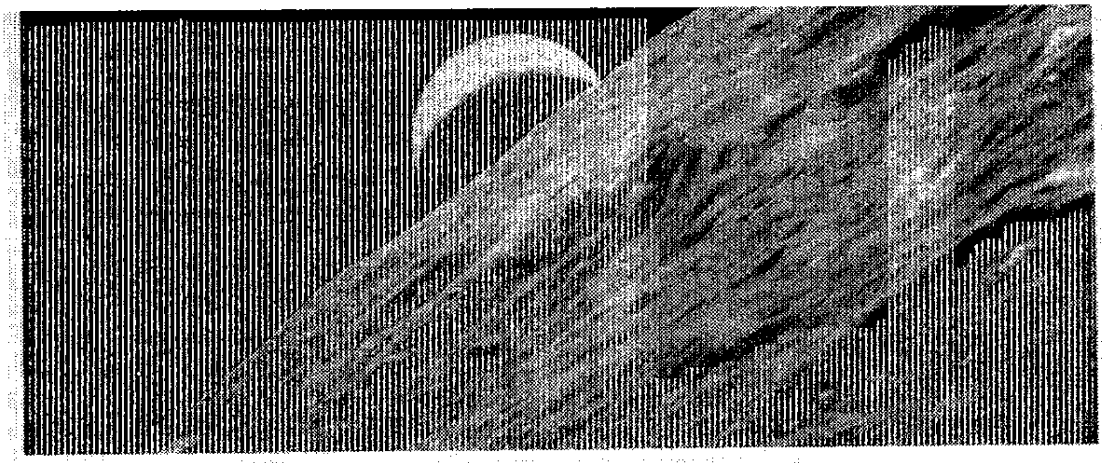


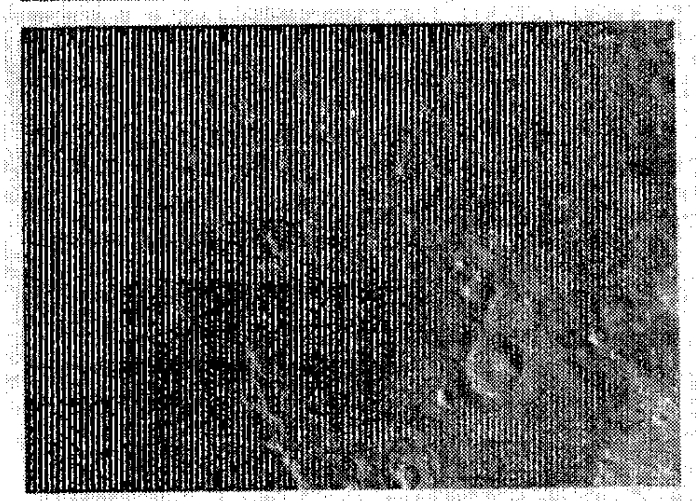
MAGELLAN'IN YOLLADIĞI VENÜS FOTOĞRAFLARI

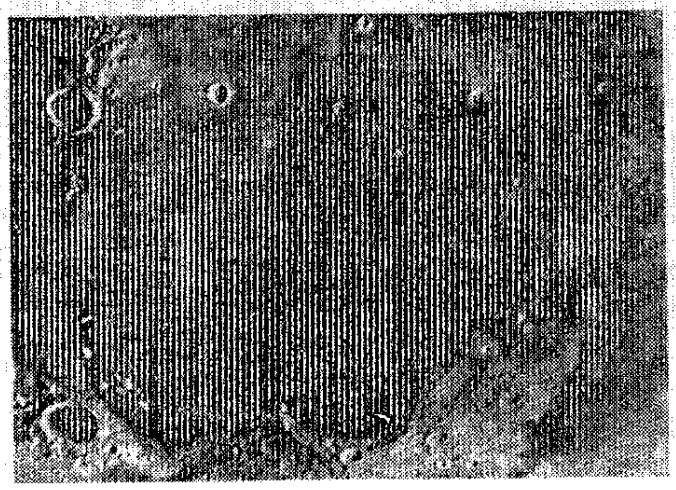
Venüs üzerindeki araknoidler! Çapları 80 ile 240 km arasında değişen araknoidler, etrafları sırtlar, oluklar ve merkezden çevreye doğru yayılan çizgilerle çevrili dairesel volkanik yapılardır. Fotoğrafta tam ortada görünen parlak lekeler ise lav akıntılarıdır. *Alpha Regio*'nun doğu kenarı. Çapları yaklaşık 25 km olan dairesel, kubbeye benzer yedi tepe görülüyor. Bu oluşumlar, büyük bir olasılıkla, zeminle aynı seviyede bulunan ağızlardan düzenli bir şekilde çıkmış olan kalın lav akıntılarıdır.



En Üstte: Arizona'daki Meteor Krateri'nin kenarından çekilmiş kraterin içini gösteren bir fotoğraf. Çarpışın etkisiyle açılmış neredeyse bir buçuk kilometre genişliğindeki bu büyük yarayı görüyorsunuz. *Üstte*: Kuzey Işığı. Işın kuşakları, büyük bir ışık
gösterisinin tipik unsurlarındandır.







Üstte: Ay'da Dünya'nın doğuşu. *Apollo 14* Ay yörüngesindeyken astronotlar tarafından çekilmiş olan bu fotoğrafta Dünya hilâl şeklinde görülüyor.

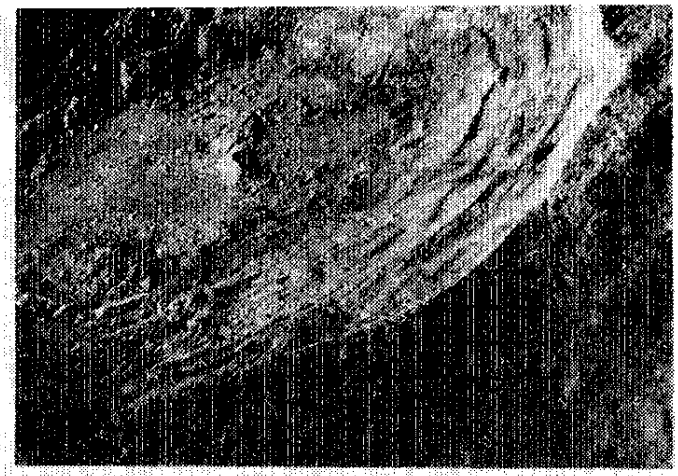
Ortada: Ay üzerindeki *Mare Nectaris*'in (Kevser Denizi) Patrick Moore tarafından (38 santimlik aynalı teleskop ile) çekilmiş fotoğrafı. Denizin üst kısmında (güneyinde) büyük Fracastoro Körfezi; sağ tarafında ise Theophilus, Cyrillus ve Catharina'nın oluşturduğu zincir görülüyor.

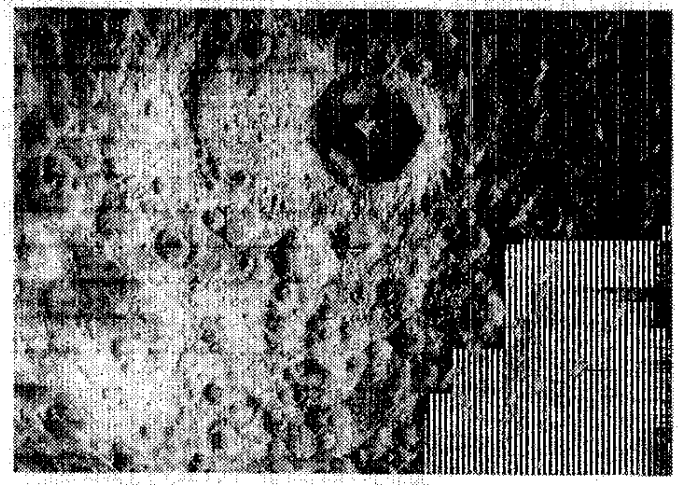
En Altta: *Mare Imbrium*'un (Yağmur Denizi) H. R. Hatfield tarafından (30 santimlik aynalı teleskop ile) çekilmiş fotoğrafı. Aşağıda solda Platon; yukarıda solda ise Archimedes görülüyor. *Sinus Iridum* (Gökkuşakları Körfezi) ise *Mare Imbrium*'un kenarından başlayarak fotoğrafın alt kısmına (kuzey) kadar uzanıyor. Ayrıca üstte, Copernicus'tan yayılan ışınlar da yer alıyor.

Üstte: Aristarchus kraterinin *Apollo 15* tarafından çekilmiş bu fotoğrafında orta yükseklik ve kademe kademe yükselen duvarlar rahatlıkla görülebiliyor. Çapı sadece 37 km olmasına rağmen, Aristarchus krateri, Ay yüzeyindeki en parlak krater.

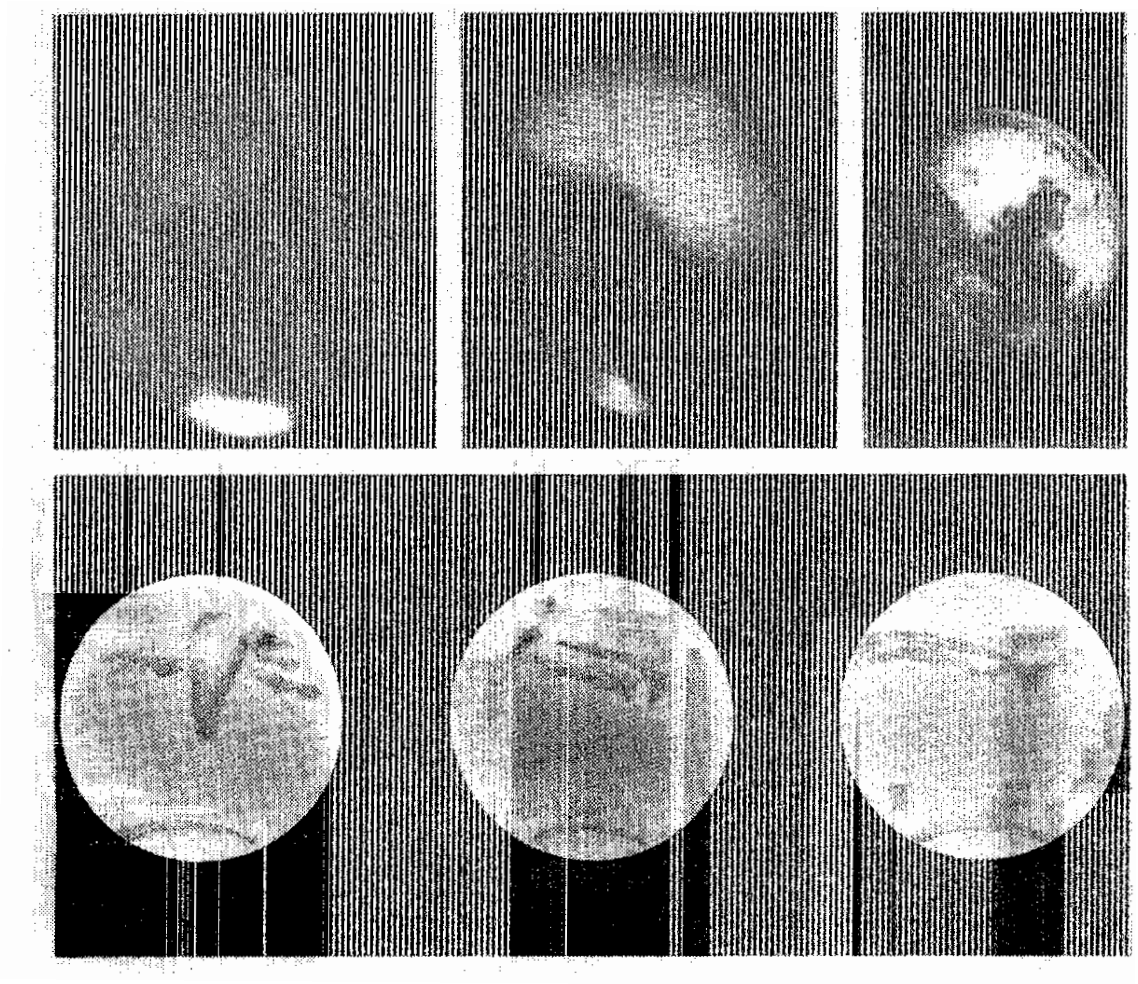
Ortada: Ay'ın öteki yüzünün *Orbiter 3* tarafından çekilmiş bir fotoğrafı. Büyük ve tabanı koyu renkli oluşum Tsiolkovskii'dir. Ortadaki yükseklik, katılaşmış bir lav gölü üzerinde yer alıyor.

En Altta: Klasik bir fotoğraf: Albay Edwin Aldrin Amerikan bayrağı ile Ay üzerinde; 21 Haziran 1969. Bayrak hareket etmiyor, çünkü onu dalgalandıracak 'hava' yok.

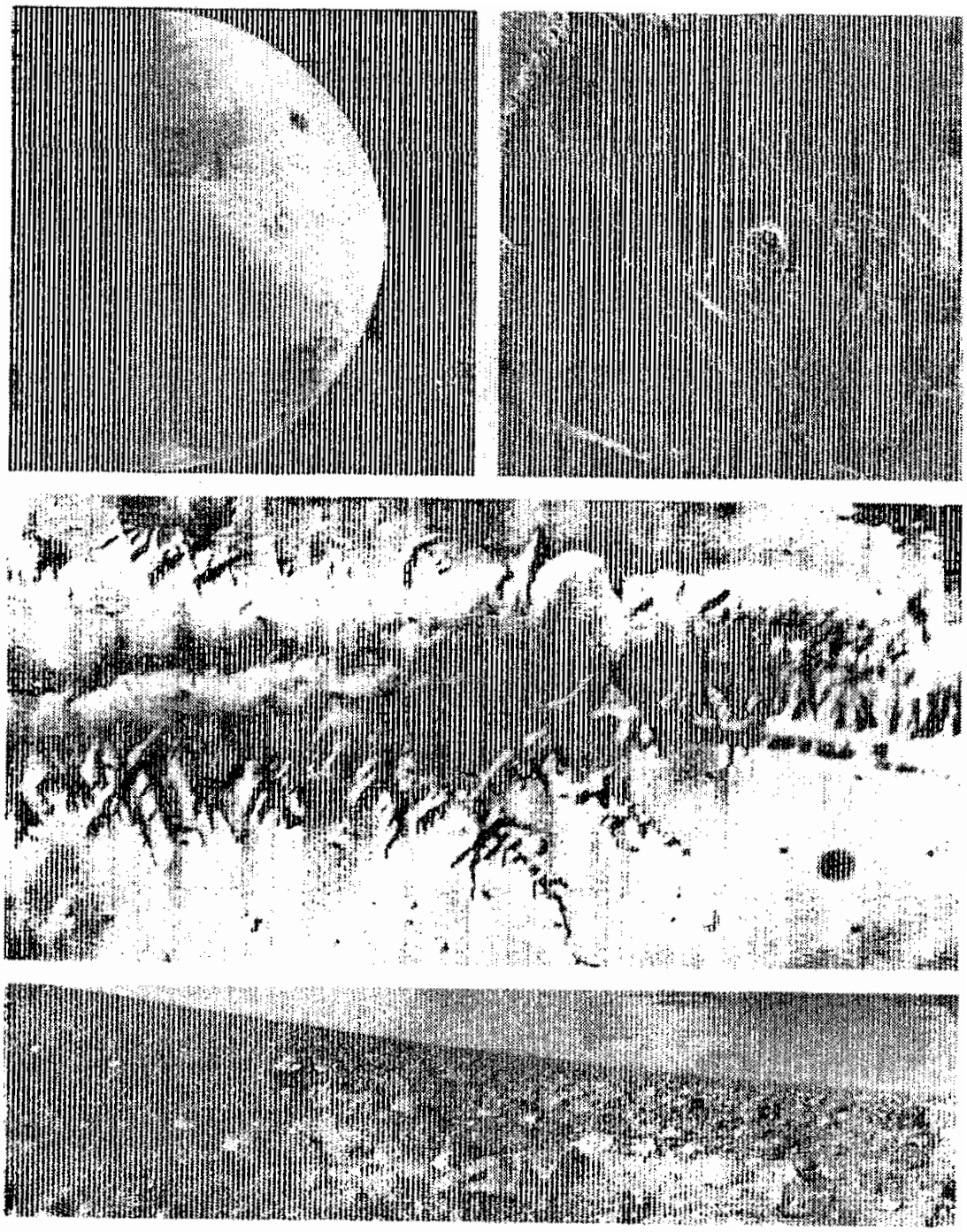








DÜNYA'DAN GÖRÜLDÜĞÜ ŞEKLİYLE MARS.
En Üstte Solda: C. F. Capen tarafından çekilmiş bir fotoğraf (60 santimlik OG, Lowell Gözlemevi). Güney kutbu üst tarafta, *Syrtis Major* uçta solda ve *Sinus Meridiani* ise tam ortada yer alıyor. *Üstte Ortada*: W. S. Finsen tarafından çekilmiş olan fotoğrafta (68 santimlik OG, Johannesburg) güney kutup noktası ve *Mare Sirenum*'un yer aldığı bölge görülüyor. *Üstte Sağda*: Hubble Uzay Teleskobu'nun gönderdiği bir fotoğraf. Görünen bölge *Syrtis Major*. *Altta*: Mars'ın dönüşü. Patrick Moore tarafından yapılmış üç çizim. Solda: 2 Ocak 1993, 21.10, *Syrtis Major* çizimin ortasında. Ortada: 3 Ocak 1993, 00.30, *Syrtis Major* çizimin kenarında. Sağda: *Syrtis Major* arka tarafta. (38 santim x 400'lük aynalı teleskop ile).



Üstte Solda: Mars'ın 560.000 km uzaklıktan *Viking 1* tarafından 17 Haziran 1976 tarihinde çekilmiş fotoğrafı. Sol tarafta büyük Tharsis Yanardağları; onların hemen altında ise Olympus Dağı görülüyor. Sağ üst taraf kuzey oluyor. *Üstte Sağda*: Güneş sistemindeki en büyük dağ olan Olympus'un *Viking* tarafından çekilmiş fotoğrafı. Dağın doruğunda kalderalar görülüyor. Dağ genişliği 480 kilometreyi buluyor. *Ortada*: Mars'taki en büyük vadilerden biri olan *Valles Marineris*'in (Gemiciler Vadisi) *Viking* tarafından çekilmiş bir fotoğrafı. *En Altta*: Utopia'ya inmiş olan *Viking 2*'nin gönderdiği bir fotoğraf. Yüzey büyük taş bloklarla kaplı. Sağ tarafta ufuk görülüyor. Akşamüstü güneşi yuvarlak tepeleri aydınlatıyor.

rından elipse benzer bir biçim alırlar. Kenarlara çok yaklaşıldığında bu kısalma o kadar artar ki kraterleri tepelerden ayırmak imkânsız hale gelir. Bu nedenle, kenardaki kısımlar, Ay'a uzay sondalarının gönderilmesinden önce pek iyi tanımlanamamıştı.

Ayrıca çok parlak bazı kraterler de vardır. Bunlardan en parlak olanı, çapı topu topu 37 km olduğu halde her zaman bariz bir şekilde görülebilen Aristarchus'tur. Hatta Ay'ın karanlık bölgesinde olduğu anlarda, yani sadece Dünya'dan yansıyan ışık altında bile görüldüğü olur. Rahatça farkedilebilen *Mare Crisium*'un kenarındaki Proclus da parlak kraterlerdendir. Ancak dolunaya yakın evrelerde yüzey üzerindeki şekillerden çoğu, birkaç kraterden yansıyan ışınlar yüzünden görünmez hale gelir. Bu kraterler arasında, güney yaylalarındaki Tycho'yu ve *Mare Nubium* ile *Oceanus Procellarum*'un arasında yer alan Copernicus'u sayabiliriz.

Işınlar etrafa doğru yayılmazlar; yüzeyde kalırlar ve yalnızca yüksek ışık altında görülürler. Tycho, gece ile gündüzü ayıran çizgiye yakın bir noktadayken, parlak duvarlı, 87 km çaplı, duvarları kademeli yükselen ve orta yüksekliği bulunan normal bir krater olarak görünür. Dolunay zamanında ise o ve Copernicus tüm yüzeydeki en dikkat çekici şekiller haline gelirler. Üzerlerinde birçok ışın merkezi bulunur; bunların çoğu da Ay gecelerinde veya tutulmalar sırasında Dünya'nın gölgesinin içindeyken etraflarına göre daha yavaş soğuyan 'kızgın nokta'lardır.

Diğer Ay şekilleri arasında, *Mare Imbrium* kıyısındaki Alpler'i kesip geçen büyük yarığa benzer vadiler; kurumuş çamurdaki çatlaklara benzeyen izler; 'boncuk dizisi' adıyla anılan küçük krater zincirleri; çoğunun tepesinde çukurlar bulunan ve kubbe olarak tanımlanan yuvarlak kabarıklıklar vardır. Özellikle belirtilmesi gereken bir oluşum da *Mare Nubium*'un kenarındaki *Straight Wall*'dur (Düz Duvar). Bu şekil, ne bir duvardır ne de düzdür; dolunaydan önce siyah bir çizgi ve daha sonra üzerine ışık vurduğunda

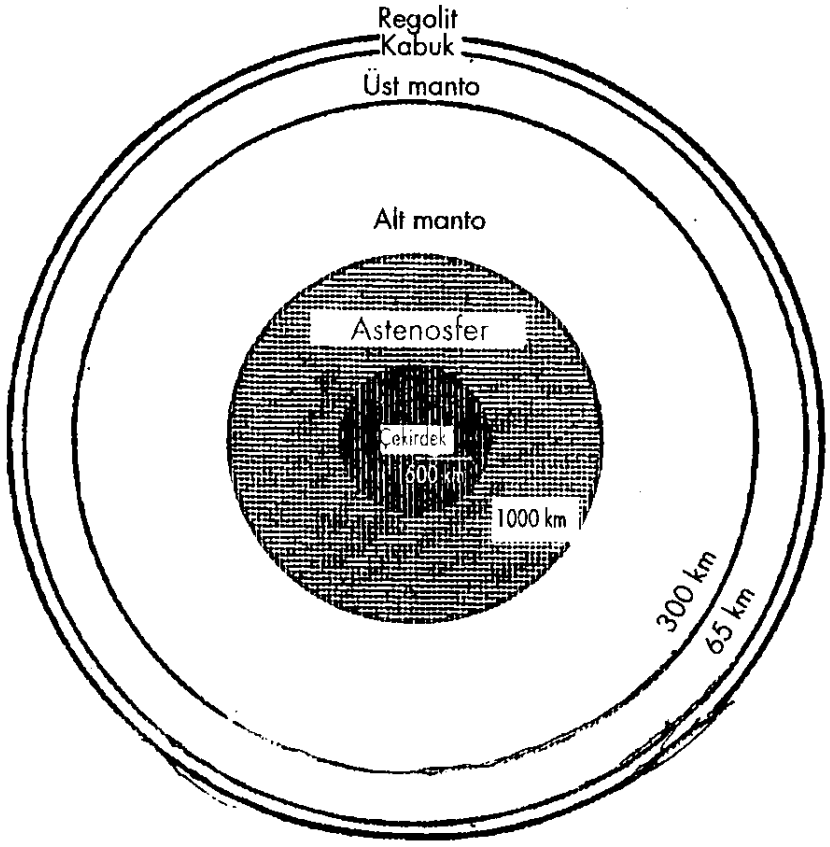
parlak bir çizgi olarak görünen, 130 km uzunluğunda bir faydır. Bir teleskop ve Ay haritası edinen herkes, farklı şekilleri nasıl tanıyabileceğini kısa süre içinde öğrenir; ancak her zaman görülecek yeni şeyler de çıkar.

Şimdi geçmişe baktığımızda, roketler fırlatılmadan önce, Ay hakkında ne kadar az bilgimiz olduğunu farkediyoruz. Bir zamanlar 'deniz'lerin üzerinin birkaç kilometre kalınlığında yumuşak toz yığınıyla kaplı olduğu gibi garip bir sav vardı. Yani bir uzay aracı yanlışlıkla denizlere inecek olursa, büyük bir gök bilimcinin söylediği gibi 'bütünüyle batıp gözden kaybolacaktır'. Bütün bunlar birkaç yıl içinde değişti. Ruslar, ilkini 1959 yılında fırlattıkları *Lunik*'lerle başı çektiler. Onları Amerikalıların *Ranger*'ları izledi. *Ranger*'lar Ay yüzeyine çarpmalarından önceki son birkaç dakikalarında yakın plan fotoğraflar gönderdiler. Ayrıca Ay'ın etrafında defalarca dönen ve bize hem gördüğümüz yüzün hem de arka yüzün süper fotoğraflarını gönderen çok başarılı beş adet *Orbiter* de vardı. Tabii, yumuşak iniş yapmayı başarmış araçlar da oldu; bunların ilki Rusların *Luna 9*'uydu. Ancak Neil Armstrong ve Edwin Aldrin'i taşıyan *Apollo 11*'in Ay modülü *Eagle*'ın Ay yüzeyine inişi yani 1969 Zaferi, diğerlerinin hepsini gölgede bıraktı. Bunu başka *Apollo* görevleri de izledi; ancak programa 1972 yılının Aralık ayında son verildi. Böylece *Apollo 17*'nin komutanı Eugene Cernan, Ay'a ayak basan son kişi ünvanını aldı. Daha sonra, Rusların birkaç küçük uzay sondasından ve Japonların ilk denemeleri olarak Ay yörüngesine oturttukları araçtan (*Hagomoro*) başka oraya giden olmadı. Burası *Apollo* uçuşlarını incelemek için uygun bir yer değil; dolayısıyla ben elde edilen sonuçların bir özetini vermekle yetineceğim.

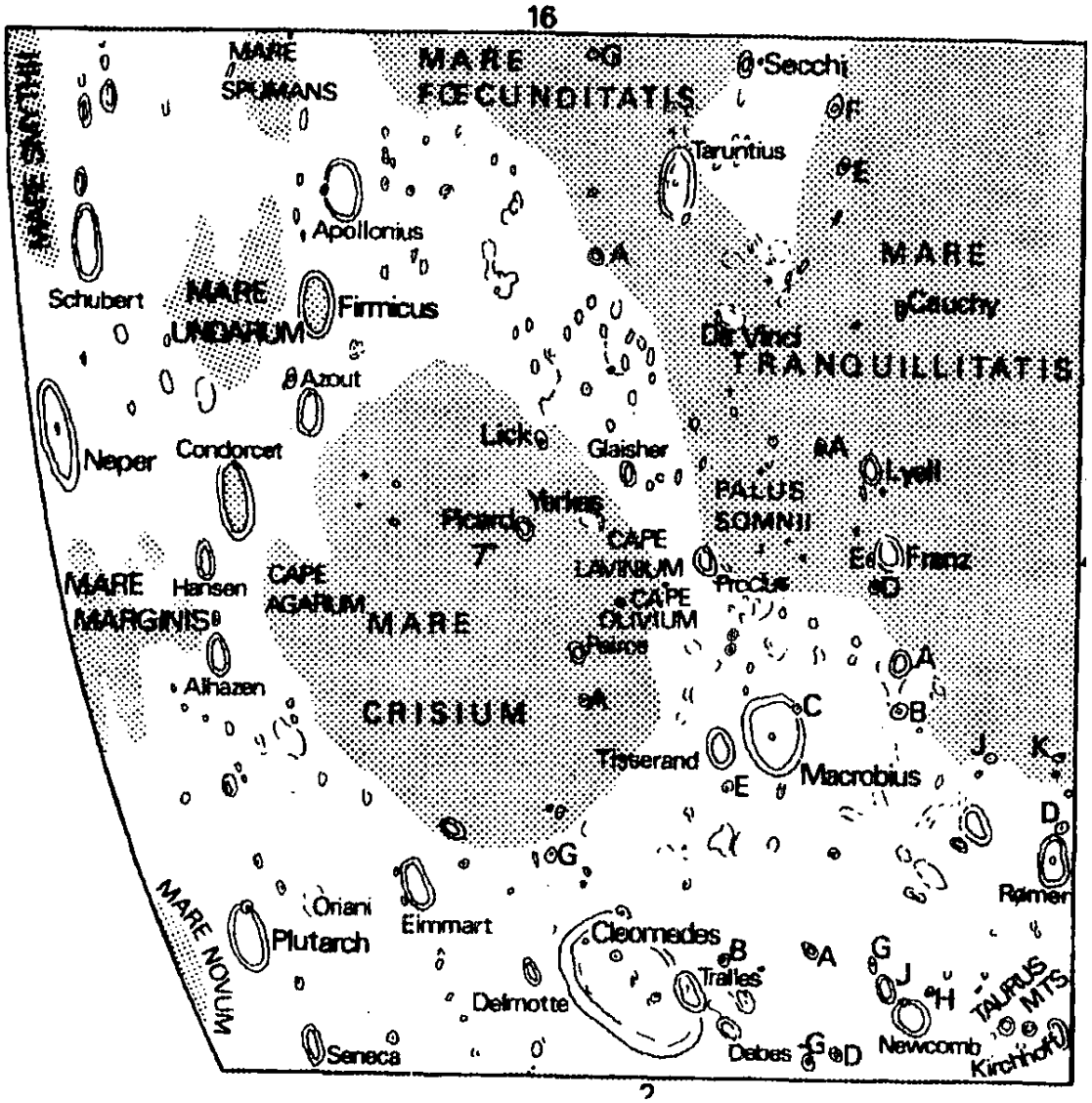
İlk olarak belirtmem gereken şey, Ay'ın gerçekten de havasız olduğudur. Atmosferi -tabii ona atmosfer denilebilirse- o kadar seyrektir ki gözönünde bulundurmaya gerek yoktur. Yüzeyin en üstünde regolit adı verilen gevşek bir tabaka vardır. Bu tabaka denizlerin altında 4-5 metre, yüksek

bölgelerin altında ise 9 metre kadar derine iner. Regolitin altında 800 metre kadar kırık yerli kayaç tabakası vardır. Onun altındaysa 25 km kalınlığında daha katı bir kayaç tabakası vardır. Başka bazı tabakalardan sonra, metal bakımından zengin çekirdeğe ulaşırız. Çapı 1000 ile 1500 km arasında olduğu tahmin edilen çekirdek, eriyik halde olabilecek kadar sıcaktır.

İncelenmek üzere Dünya'ya getirilen taşların hepsi volkanikti. Yüksek bölgelerden toplanan taşların ortalama yaşları 4 milyar yıl ile 4,2 milyar yıl arasında değişiyordu. Ay'da hafif depremler çok sık görülür; bunların çoğunun kaynağı derindeyken bazıları yüzeyseldir. Ay'da genel bir manyetik alanın varlığı tespit edilememiş, ancak bazı bölgelerde mıknatıslanmış maddelere rastlanmıştır. Bu durumda Ay'da geçmişte genel bir manyetik alanın var olduğu ve bunun zaman içinde yok olduğu varsayılabilir. Dairesel denizlerden ve büyük kraterlerden bazılarının altında *mascon* (bu keli-



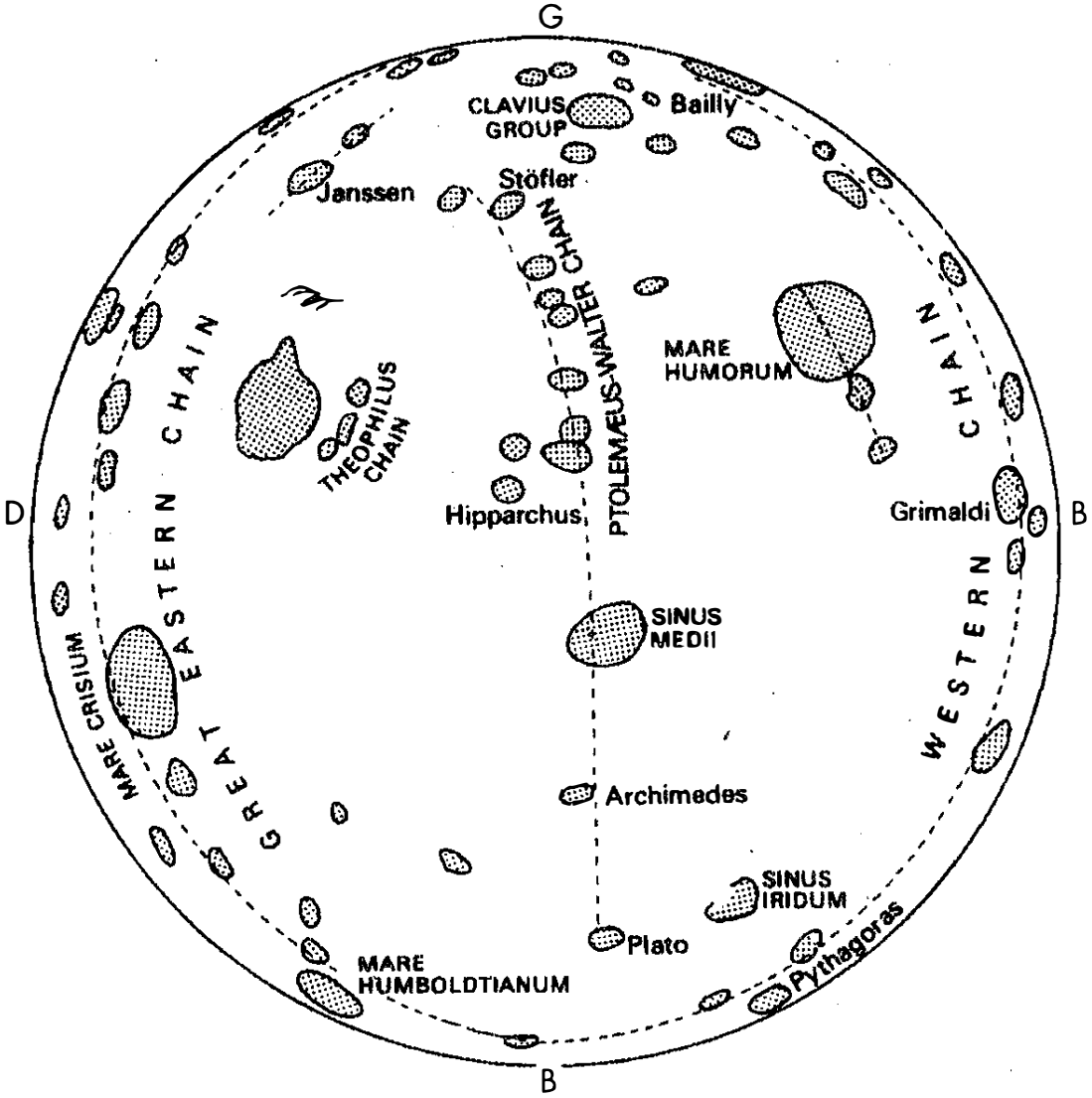
Ay'ın iç yapısı, içeriden dışarıya doğru çekirdek, astenosfer (yarı eriyik haldeki bölge), manto, kabuk ve regolitten oluşur. Sayılar, görünen yüzeyin altından başlayarak, kilometre cinsinden derinlikleri belirtiyor.



Benim yaptığım 60 santimlik Ay haritasından bir ayrıntı. Ana deniz sisteminden bağımsız olan *Mare Crisium*'dan (Bunalımlar Denizi) başka *Mare Tranquillitatis* (Sessizlik Denizi) ve *Mare Foecunditatis* (Bereket Denizi) de görülüyor. Ayrıca küçük denizlerden *Mare Undarum* (Dalgalar Denizi), *Mare Spumans* (Köpük Denizi), *Mare Smythii* (Smyth Denizi), *Mare Novum* (Yeni Deniz) da haritada yer alıyor. Görünen kraterler arasında da yüksek duvarlı ve düz yapılı Cleomedes ve parlak bir ışınsal krater olan Proclus var.

me İngilizce'de kütle anlamına gelen *mass* kelimesi ile yoğunlaşma anlamına gelen *concentration* kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur) adı verilen yüksek yoğunluklu alanlar bulunmaktadır. Büyük bir ihtimalle volkanik kayaların yoğunlaşması sonucu oluşan bu alanların varlığı, Ay etrafında dönen uzay araçlarının hareketlerindeki düzensizliklerin incelenmesiyle ortaya çıkarılmıştır.

Ay araştırmaları sırasında ilgi çekici bazı olaylar da yaşanmıştır. Bunlardan biri *Apollo 17*'nin görevi sırasında gerçekleşmiştir. İnişte Ay'da yürüyen iki kişiden biri, bu görev için özel olarak astronotluk eğitimi verilmiş olan Dr Harrison Schmitt adlı profesyonel bir jeologtu. Doktor, birdenbire 'portakal rengi toprak' bulduğunu bildirdi. Bu haber Pasadena'daki Merkez Üs'te (benim o anda bulunduğum yer) büyük bir heyecan yarattı. Yoksa günümüzde gerçekleşen bir volkanik faaliyete ait bir kanıt mı bulmuştuk? Ama gerçek böyle değildi. Daha sonradan anlaşıldığı üzere, portakal renkli şeyler, çok eski zamandan kalmış cama benzer renkli parçacıklardı.



Ay yüzeyindeki farklı zaman dilimlerinde oluşmuş büyük şekillerin rasgele olmayan dağılımı.

Ayrıca herhangi bir hidrat türüne de rastlanmamıştı. Buradan çıkarılacak sonuç, Ay'ın oldum olası kupkuru olduğudur. Hatırlıyorum da 1966 gibi yakın bir tarihte, Prag'daki uluslararası bir toplantı sırasında, dünyanın en büyük jeologlarından biri olan Profesör Harold Uyer, beni Ay denizlerinin bir zamanlar, bildiğimiz su ile dolu okyanuslar olduğuna inandırmaya çalışıyordu (Ancak bunu başaramadı).

Bu bizi Ay yüzeyindeki farklı şekillerin nasıl oluştuğu sorusuna getiriyor. Denizlerin ve kraterlerin gök taşı çarpmaları sonucu oluştuğunu öne sürenler ile onların içsel nedenlerle ortaya çıktıklarını, yani Dünya'daki kalderalara* benzer oluşumlar olduklarını öne sürenler arasındaki ateşli tartışma, uzun yıllar boyunca sürdü. Bugün birçok gök bilimci çarpma kuramını tercih etmektedir. 3,8 milyor yıl önce Ay'da yaşanan korkunç bombardıman sonucunda Ay yüzeyindeki en genç denizler oluşmuştur. Bunu, kabuğun altından yükselen lav akıntılarının havzaları istila etmesi izlemiştir. O zamandan sonra yeni gök taşı çarpmalarından başka neredeyse hiçbir oluşum görülmemiştir. Ay yüzeyindeki en genç şekiller bile dünyevî ölçütlere göre oldukça eskidir.

Bugün volkanik kuramı benimseyenlerin sayısı pek fazla değildir; ancak ben de onlardan biri olduğumdan kendimi birkaç şey söylemek zorunda hissediyorum. Kraterlerin dağılımı bir gök taşı bombardımanından beklendiği gibi rasgele değildir. Üst üste olan kraterden üstte olan her zaman küçüktür. Ayrıca eski kraterin duvarları birleşme yerinin yanında, bir patlama sonrasında olamayacak biçimde, sağlam bir şekilde durur. Ay yüzeyinde farklı yaşlardan kraterlerin yan yana durduğu sıralar vardır. Neredeyse hepsi simetrik olan tepelerin ve kubbelerin çoğunun zirvesinde çukurlar bulunur. Işınsal kraterler en üsttedir; bu da onların en genç oluşumlar olduklarını gösterir. Ancak ışın yayan en büyük merkez olan Tycho krateri, oldukça kala-

*Volkanik patlama sonucu meydana gelen büyük çöküntü. (ç.n.)

balık bir bölgede bulunduğu halde, oluşumu sırasında komşularına hiç zarar vermemiştir. Üstelik ışınlar kraterin orta yüksekliğinden değil, duvarlarından teğet olarak yayılmaktadırlar. Ayrıca daha önce de söylediğim gibi elimizdeki bütün örnekler volkanik kökenlidir.

En azından kesin olan birşey var; o da Ay üzerinde hiçbir zaman hayat olmadığı. Ay uzun geçmişi boyunca hep steril bir dünya olarak kaldı. İlk zamanlarda *Apollo* astronotları Dünya'ya döndüklerinde herhangi bir bulaşıcı hastalık taşımadıklarından emin olmak üzere karantinaya alınıyorlardı (Profesör Quatermass'ı hatırlarsınız!). Ama böyle bir tehlike olmadığı anlaşıldıktan sonra, *Apollo 12*'nin dönüşünden itibaren bu uygulamadan vazgeçildi.

Ay'ın gözlemlenmesinde amatörlerin her zaman çok etkin bir rolü olmuştur. Uzay Çağı öncesinde yapılmış en iyi haritalar amatörlere aitti. Özellikle sallantı bölgelerinde ilginç keşifler yapmak hâlâ mümkündür. *Apollo* uçuşları sonrasında, Dünya'dan yapılan gözlemlerin, astronotların bize getirdiklerine pek fazla birşey ekleyemeyeceği yönünde genel bir kanı oluştu. Ancak bu tam anlamıyla doğru değildir; Geçici Ay Fenomeni (*TLP*) olarak adlandırılan olaylar gözlemlenmeye devam edilmektedir.

TLP (sanırım bu isimden ben sorumluyum), belirli bir bölgede görülen kısa ömürlü aydınlanmaları veya kararmaları tanımlamak için kullanılır. Genellikle, hendek olarak adlandırılan oluşumların çokça bulunduğu alanlarda veya dairesel denizlerin kenarlarında görülürler. Orada çok rastlandıkları için özellikle belirtilmesi gereken bir yer de parlak Aristarchus krateridir. Karanlık zeminli Platon kraterinin içinde de birçok kararma görüldüğü bildirilmiştir. Araştırılmaları zaman gerektiren zahmetli bir iştir, ama sonuçta bu emeklere değeceği kesindir. Bu duruma kabuğun altından çıkan gazların yol açtığı sanılmaktadır; ancak elimizdeki bilgiler kesin birşey söylemek için yetersizdir. Yapılan en iyi tayf, 1958 yılında duvarları son derece sağlam olan Alphonsus kraterinin içinde kırmızı bir aydınlık gören Rus gök

bilimci N. A. Kozyrev'e aittir. *TLP* hakkında daha çok bilgi edinmek istiyorsak amatörlere büyük iş düşecek demektir. Ay hareketsizmiş gibi görünüyor; ancak durumun böyle olmadığını kanıtlamak çok önemli. Ancak emin olduğumuz birşey var ki Ay'da, son bir milyar yıl içinde herhangi bir büyük yapısal değişiklik olmadı.

Günümüzde Ay üzerinde tam ölçekli bir üs kurulması pek de "tuhaf" bir düşünce sayılmaz. Böyle bir üs, bir laboratuvar ve gözlemevi olarak ve daha birçok başka şekilde kullanılacak olursa, insanlığa büyük fayda sağlayacaktır. Herşey yolunda giderse kurulacak gibi de görünüyor. Neil Armstrong'un bana, yıllar önce bir televizyon programı sırasında söylediklerini hiç unutmuyorum:

"Bu tür üslerin bizim de görebileceğimiz kadar kısa bir zaman aralığı içinde kurulacağından eminim. Güney Kutbu'ndaki veya benzeri bilimsel merkezlerdekilere benzer şekilde sürekli insan bulunan bir üs... Bazı bakımlardan Ay'ın Antarktika'ya göre daha misafirperver olduğu bile söylenebilir. Fırtınalar yok, kar yok, şiddetli rüzgârlar yok, tahmin edilemeyen hava koşulları yok. Bana kalırsa Ay çalışmak için çok uygun bir yer; hatta Dünya'dan bile iyi."

Havanın açık olduğu bir gece Ay'a bakacak olursanız, dörtyüz milyon kilometre uzakta parlayan gri denizleri, dağları, vadileri ve kraterleri görebilirsiniz. İnsanların gerçekten de oraya gitmiş olduklarını kabul etmek bazen çok güç oluyor. Ancak ben herşeye rağmen Ay'ın büyüsünden hiçbir şey kaybetmediğini düşünüyorum; umarım siz de aynı fikirdesinizdir.

IX. Bölüm

Mars

Dünya-Ay sisteminden sonra sıra, bizim için her zaman özel bir konuma sahip olan, kırmızı gezegen Mars'a geldi. Şu anda içinde bulunduğumuz yüzyılda bile, Mars'ta gelişmiş bir hayat olabileceği düşünülüyordu ve 'Marslılardan gelen sinyaller'le ilgili hikâyeler oldukça ciddiye alınıyordu. Sonra bu fikirden vazgeçilmek zorunda kalındı; ancak Mars'ın çok çeşitli bitkilere sahip olabileceği iddiası sürdürüldü. Şahsen ben bile 1965 yılından önce, Mars'ta hayat bulunma olasılığını yüzde seksen olarak verebilirdim.

Şimdi daha çok şey biliyoruz. İnsansız ilk uzay aracı Mars'ın yakınından geçtiğinde gezegenle ilgili fikirlerimizi değiştirmek zorunda kaldık. Aslında hâlâ Mars'ın tamamen 'temiz' olduğundan emin değiliz; ancak elimizdeki kanıtlar öyle gösteriyor. Konuya bazı olguları belirterek ve sayılar vererek girelim.

Mars'ın etrafında dönmekte olduğu Güneş'ten ortalama uzaklığı 228.000.000 kilometredir. Eliptik yörüngesi oldukça dışmerkezli olduğundan, Güneş ile arasındaki mesafe çok değişkendir. Bu uzaklık, Mars günöte noktasındayken yaklaşık 248.000.000 km; günberi noktasındayken ise yaklaşık 208.000.000 km kadardır. Bunun, 687 gün süren Mars yılı içinde yer alan mevsimler üzerindeki etkisi büyüktür. Eksenel eğimi bizimkine çok yakın olduğundan (24°; Dünya'nınki ise 23½°), Mars'ta da Dünya'da olduğu gibi, güney yarım kürede yaz mevsimi gezegenin Güneş'e en yakın olduğu zamanlarda yaşanır. Dolayısıyla güney yarım kürede yaz, kuzey yarım küreye göre daha kısa ve sıcak; kış da daha uzun ve soğuk geçer. Beklenildiği üzere Mars biraz serindir. 'Sıcak' bir yaz gününde ekvatordaki sıcaklık 10°C'a (50°F) ka-

dar çıkabilir; ancak herhangi bir Mars gecesi, Dünya'daki bir kutup gecesinden daha soğuk olacaktır. Yani termometre Güneş batmadan çok önce donma noktasının altına düşmüş olacaktır. Eksenel dönme süresi 24 saat 37 dakika 22,6 saniyedir. Bu değeri böylesine kesin bir şekilde bulabilmemizin nedeni, yüzey şekillerinin açık bir şekilde görülebilmesi sonucu Mars'ın dönüşünü rahatlıkla izleyebilmemizdir. Gezegenin yüzeyine yumuşak iniş yapan ilk uzay sondalarından yani *Viking*lerden beri, Mars'ın bir 'gün'ü, 'sol' olarak tanımlanmaktadır.

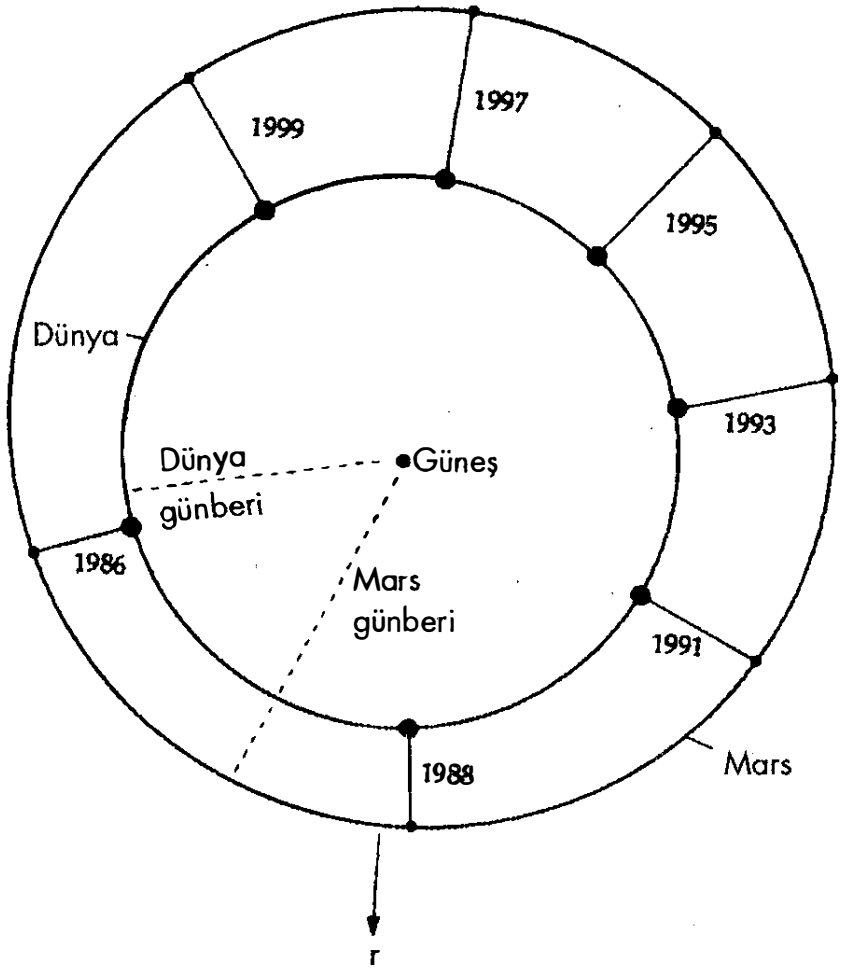
Mars takvimi, Venüs'ünkinin tersine oldukça belirgindir. Durumu bir tablo ile özetlemek iyi olacak:

	UZUNLUK	
MARS MEVSİMLERİ	DÜNYA GÜNÜ	SOL
Güneyde ilk bahar (kuzeyde son bahar)	146	142
Güneyde yaz (kuzeyde kış)	160	156
Güneyde son bahar (kuzeyde ilk bahar)	199	194
Güneyde kış (kuzeyde yaz)	182	177
	687	669

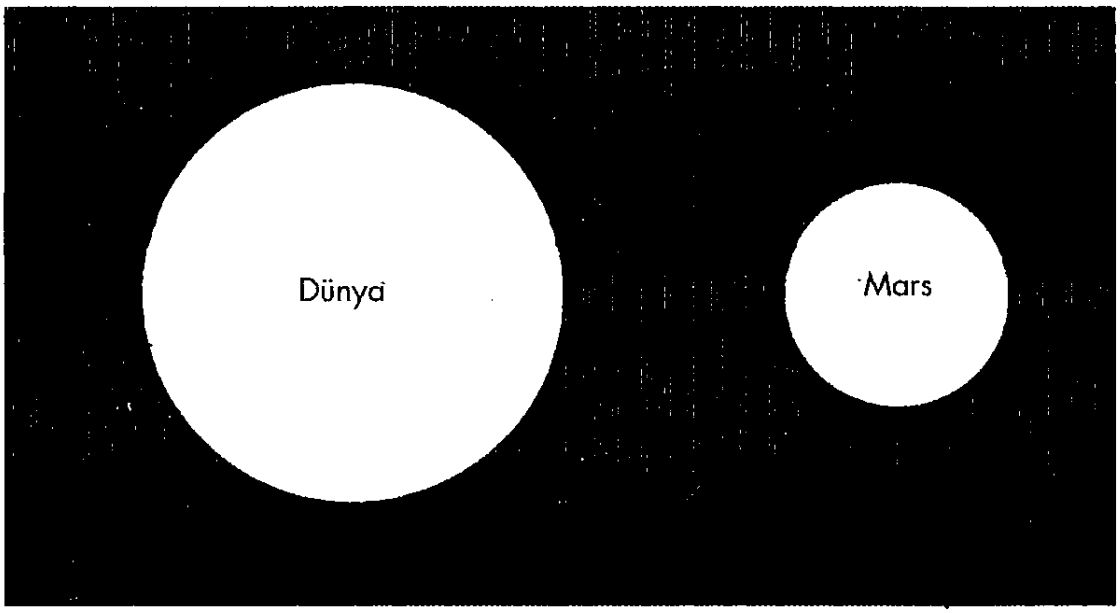
(Bir Mars takvimi yapmak bugün için gereksizmiş gibi görünebilir ama yine de eğlenceli bir iştir. Benim önerim bir Mars yılını 37'şer sollük 18 aya bölmektir. Bu 666 sol yapar. Ama bize 669 sol lâzım; bu durumda 6. 12. ve 18. aylara birer sol daha ekleyip onları 38 sole çıkarırız. Bana kalırsa bu sistem herhangi bir sorun çıkarmaz. Ancak Mars'ın dolanım süresinin tam 687 Dünya günü değil, 686 gün 23 saat 52 dakika 31 saniye olduğu da gözönüne alınmalıdır. Bu onsekiz aya isim verme gibi bir çabaya henüz girmedik; ama yapılması gerektiğinde can sıkıcı politik kavgalar çıkacağından hiç kuşkum yok!)

Mars yaklaşık 780 günlük aralıklarla karşı-konuma gelir. Mart 1997'de ve Nisan 1999'da karşı-konuma gelecektir. Ancak Mars'ın yörüngesinin dışmerkezli oluşu karşı-konumla-

rın hepsinin aynı olmamasını beraberinde getirir. Söz gelimi, 1988'deki karşı-konum Mars günberi noktasının yakınındayken yani Dünya'dan uzaklığı 584.000.000 km kadarken gerçekleşti. Ama 1995'tekinde günötede, Dünya'dan en az 101.000.000 km uzakta olacaktır. Mars, Dünya'ya 1988'deki gibi yakın bir noktadayken, gökyüzündeki cisimlerin neredeyse hepsinden (Güneş, Ay ve Venüs'ü hariç tutarsak hepsinden) daha parlak olur. Ama karşı-konum sonrasında, Kutup Yıldızı gibi ikinci kadirden bir gök cismi olarak görülür (Elimizde 1917 yılında Mars'ın aşırı parlak olduğuna dair bilgiler var. Hatta o kadar ki insanlar kırmızı bir kuyruklu yıldızın Dünya'ya çarpmak üzere olduğu gibi yanlış bir kanıya kapılıp alarma geçmişler!).



1986-1999 yılları arasındaki karşı-konumlar. Çizimde de görüldüğü gibi 1986 ve 1988 karşı-konumlarında Mars, Dünya'ya 1995 ve 1997 karşı-konumlarında olduğundan daha yakın.

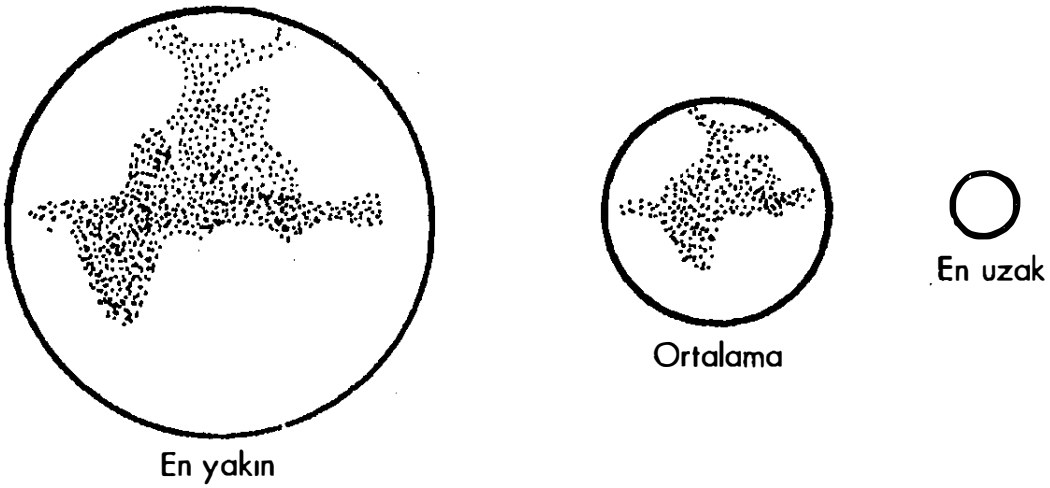


Dünya ile Mars'ın karşılaştırmalı büyüklükleri.

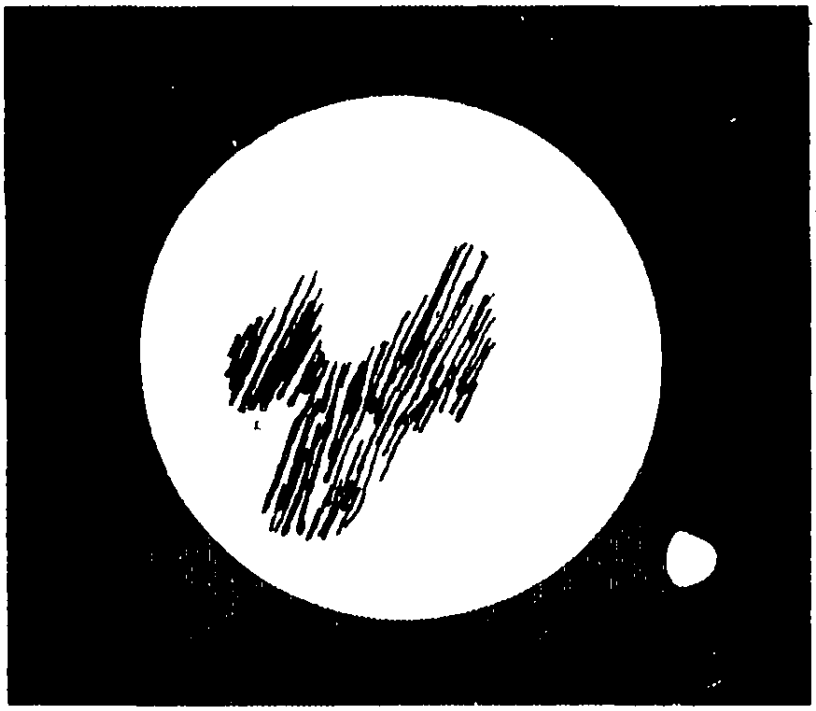
Teleskop ile bakıldığında Mars'ın, Ay'ın dolunaydan önceki ve sonraki evrelerine benzer şekilde görüldüğü gözlemlenebilir. Hiçbir zaman yarım ya da hilâl olmaz, yani daha doğrusu bu evreleri Dünya'dan görülmez.

Gök bilimi ölçütlerine göre bize yakın sayılabilecek olan Mars'ın gözlemlenmesi düşünüldüğü kadar kolay değildir. Öncelikle çok küçüktür. Çapı 6790 km kadardır; bu da Dünya ile Ay arasında bir büyüklük anlamına gelir. Yakın bir karşı-konumda olmadığı sürece, yüzeyindeki şekilleri ayrıntılı olarak sadece büyük teleskoplar kullandığımızda görebiliriz. Zaten Uzay Çağı öncesinde çok çeşitli tartışmalara yol açması da bu yüzdendir.

Ay'ın atmosferi yoktur; ancak Dünya, göreli olarak büyük olan kütlesi ve yüksek kurtulma hızı sayesinde kalın bir atmosfer tutabilmektedir. Mars'ın atmosferinin ince olduğunu tahmin ediyorduk, nitekim öyle olduğunu saptadık; ama yine de bizim 1965'ten önce umduğumuzdan bile daha seyrek olduğunu gördük. Hiçbir zaman Dünya üzerinde yaşayan yaratıklar gibi, yani bize benzer canlıların, Mars'ta nefes alabileceği yönünde ciddi bir iddia olmamıştı. Bilim kurgu yazarlarınca çok sık kullanılan 'Marslıların', değişik ve alışılmadık bir görüntüleri olduğu varsayılmıştı.



Mars'ın değişen büyüklüğü. Mars, Dünya'dan 25 yay saniyeden 4 yay saniyeye kadar değişen bir büyüklükte görünür.

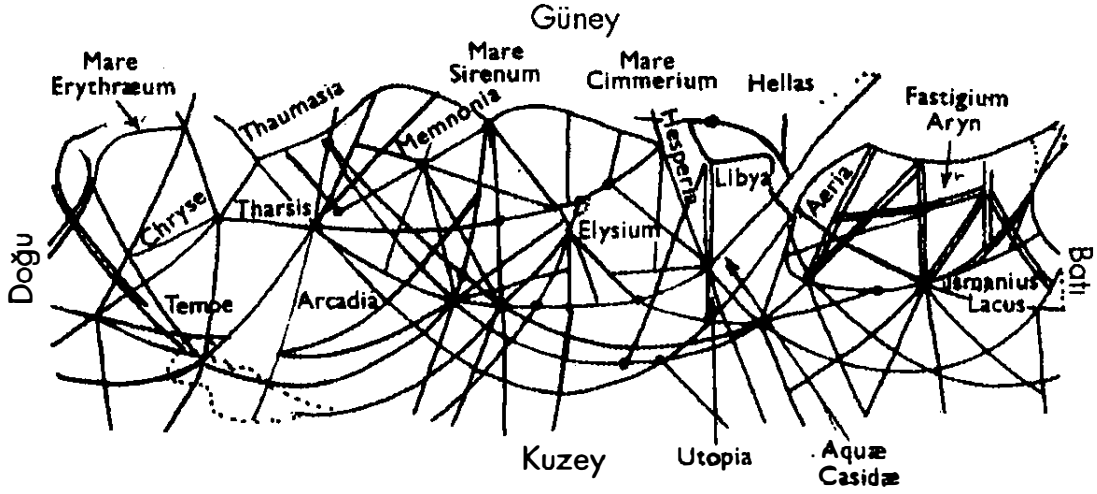


Teleskop kullanılarak çizilmiş ilk ayrıntılı Mars görüntüsü, 1659 yılında Huygens tarafından yapılmıştır. Kolayca farkedilebilen V biçimli şekil, *Syrtis Major* olarak biliniyor. Yalnız Huygens onu olduğundan daha büyük çizmiş.

Mars Venüs'ten, görünebilir yüzey şekillerinin keskin hatlı ve bariz oluşu ile ayrılır. Onları ilk olarak, 1659 gibi eski bir tarihte Hollandalı gök bilimci Christiaan Huygens çizmiştir. Yaptığı V biçimli koyu renkli şekil kolayca tanınır.

O şekil bugün *Syrtis Major* ismiyle anılmaktadır. Yüzeyin büyük bir kısmı kırmızıyken kutup bölgeleri -kutup takkeleri olarak anılan kısımlar- beyazdır.

İlk Mars haritaları ondokuzuncu yüzyılın ilk yarısında çizilmiştir. 1870'li yıllara gelindiğinde yapılmış olan haritalar oldukça başarılı sayılırdı; ayrıca bu haritalarda yüzey şekillerine son derece hoş isimler verilmişti. Genel kanı karanlık bölgelerin deniz; kırmızı bölgelerin ise kara olduğu yönündeydi. Onlara gezegeni gözlemleyen gök bilimcilerin isimleri verildi. Söz gelimi, Mädler Kıtası, Lassell Arazisi, Lockyer Arazisi, Beer Kıtası gibi (Son isim olan Beer, Ay ve gezegen gözlemciliğinin öncülerinden Wilhelm Beer'in anısına verilmiştir). Daha sonra 1877'de, İtalyan gök bilimci Giovanni Virginio Schiaparelli, Milan'ın açık gökyüzü altında, kullandığı 22 santimlik mercekli teleskop ile bir dizi gözlem yaptı ve terminolojiyi değiştirdi. Beer Kıtası, Lockyer Arazisi ve diğerleri gitti, yerlerini *Solis Lacus*, *Chryse*, *Utopia* ve *Margaritifer Sinus* aldı. Üçgen şeklin adı da *Syrtis Major* olmuştu.



Lowell'e göre kanal ağı. Bugün bu kanalların basit optik yanılma sonucu ortaya çıktığını biliyoruz.

Yine o tarihlerde, Mars atmosferinin denizlerin varlığına izin vermeyecek kadar ince ve kuru olduğunu saptamıştık. Karanlık bölgelerin şu anda bitkilerle kaplı olan eski deniz yatakları veya bataklık oldukları yönünde iddi-

alar vardı. Schiaparelli tüm yüzey şekillerini dikkatli bir şekilde çizmişti; ama haritasında ne oldukları anlaşılmayan bazı şekiller de vardı. Aşı boyası kırmızısı çölleri boydan boya geçen, İtalyanca *canali* adını verdiği düz çizgiler yapmıştı. Ancak bu sözcük İngilizce'ye gerçek anlamı olan oyuk (*channel*) olarak değil, yanlış bir şekilde kanal (*canal*) olarak çevrilince, ünlü Mars kanalları söylemi ortaya çıkmış oldu. Schiaparelli'nin haritasının çok garip bir görüntüsü vardı. Kanal ağı neredeyse simetrik bir yapıya sahipti; tüm bunların üstüne Schiaparelli bir de bazı kanalların yanında onlarla tamamen aynı birer kanal daha uzandığını söyleyince herşey daha da karıştı.

Bir süre boyunca bu kanalları gören başka kimse çıkmadı. Ancak 1886 yılında, Perrotin ve Thollon adlı iki Fransız gözlemci Nice'teki güçlü teleskop vasıtasıyla onları gördüklerini iddia ettiler. Kanallar bir anda herkesin ilgi odağı haline geldi. Schiaparelli bile onların oluşumları konusunda şüpheci bir tutum sergilerken zengin bir Amerikalı olan Percival Lowell kendinden çok emindi. Lowell, Arizona Flagstaff'ta, gezegeni gözlemlemek için özel olarak bir gözlemevi kurdurmuştu. 1895'ten ölümüne yani 1916'ya kadar yüzlerce çizim yapmıştı. Çizimlerinde doğal yollardan oluşması imkânsızmış gibi duran bir kanal sistemi görülüyordu. Lowell, bunun Marslılar tarafından buzlarla kaplı kutuplardan, ekvatora yakın kuru bölgelere su taşıma amacıyla yapılmış sunî bir sulama ağı olduğundan emindi. Hatta şöyle yazacak kadar da ileri gitmişti: "Mars'ta şu ya da bu tür canlıların yaşıyor olduğu, o canlıların ne oldukları-nın bilinmediği kadar açık."

Lowell gözlemlerini yaparken 60 santimlik bir mercekli teleskop kullanıyordu. Türünün en gelişmiş örneklerinden biriydi -hâlâ da öyle. Bu konuda size garanti verebilirim, çünkü onu Ay'ın haritasını çıkardığım günlerde çok kullandım. Onunla Mars'a da bakmıştım, ancak herhangi bir kanal gördüğümü iddia edemeyeceğim...

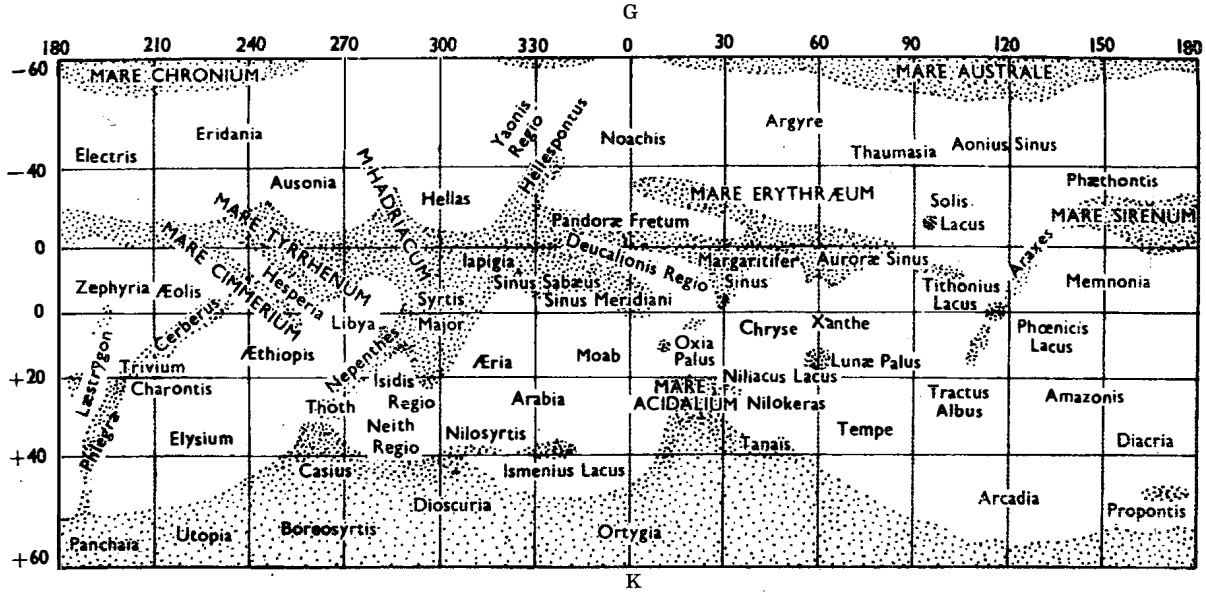
Herşey Lowell ve kanal sisteminin varlığına inanan diğerlerinin yaptığı çizimlere bağlıydı. Çizimler gerçeği gös-

termekteyse Mars'ta hayat var demekti. Ama ne yazık ki durumun böyle olmadığını biliyoruz. Kanalların net hiçbir fotoğrafı çekilemedi. Tek görülen şey, insan elinden çıkmışa benzemeyen garip biçimli şekillerdi. Sorun 1965 yılında Mars'ın yakınından geçen ilk uzay aracının gönderdiği yakın plan fotoğraflar sayesinde çözüldü. Mars üzerinde kanal olarak adlandırabileceğimiz herhangi birşey yoktu. Sadece basit bir göz aldanmasıydı. Aslında bu pek de şaşırtıcı değil; yani görüş çok sınırlıyken ayrıntılı bir çalışma yapma çabası sonucu ortaya böyle şeyler çıkabiliyor. Ayrıca şu da bir gerçek ki, pek çok bakımdan büyük bir adam olan Lowell, güvenilir bir gözlemci değilmiş. Lowell, bu çizgili şekilleri sadece Mars üzerinde değil Merkür, Venüs ve Jüpiter üzerinde de gördüğünü öne sürüyordu.

Buradan çıkarılması gereken bir ders var. Bir kişi Mars üzerinde kanal sistemi gördüğünü öne sürdükten sonra, birçok başka gözlemci de kanalları görmeye başladı (Ya da gördüklerini sandılar). 15 santimlik gibi küçük teleskoplarla yapılmış gözlemlere dayanan kanal çizimleri bile gördüm. Demek ki insanın görmeyi ümit ettiği şeyi 'görmesi' çok daha kolay.

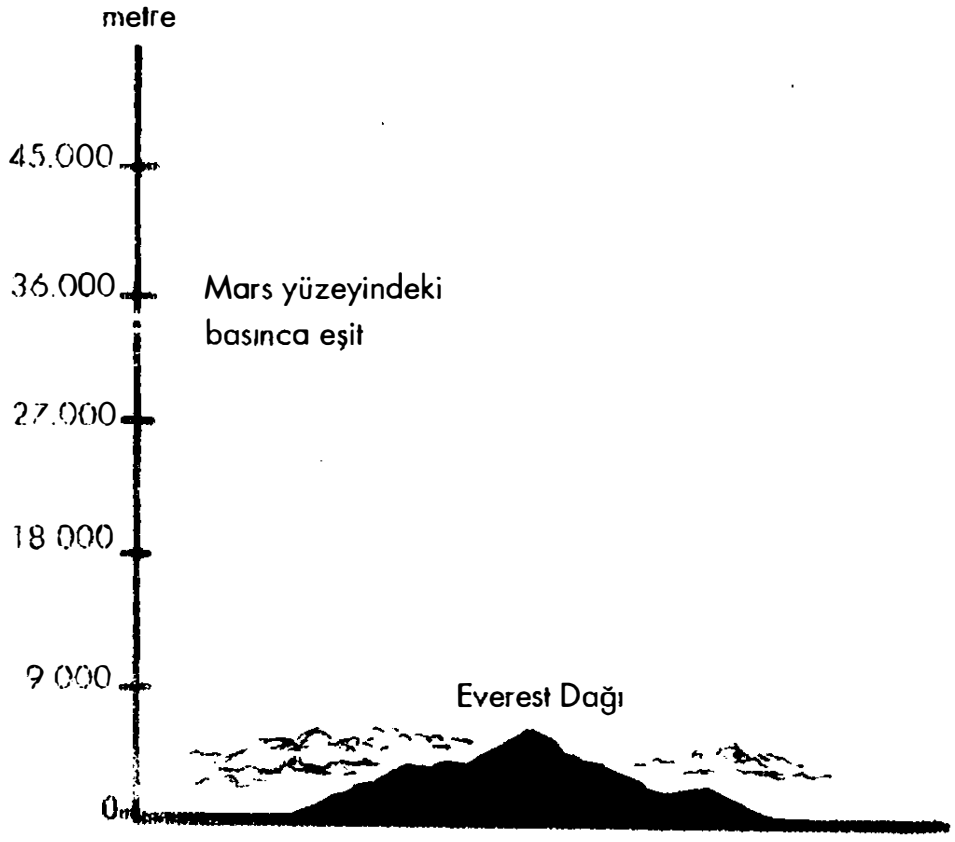
Birkaç yıl önce ben de bu konuda bir araştırma yaptım. Başlangıçta kanal görüntüsünün dağ yamaçları, krater duvarları ve farklı parlaklıklara sahip bölgeler arasındaki sınırlar yüzünden ortaya çıktığını zannediyordum. Böyle olup olmadığını görmek için güvenilirliğinin sorgulanmasına gerek olmayan (uzay araçlarının gönderdiği verilere dayanan) modern bir harita aldım ve yüzey şekillerinin hatlarının Lowell'ın kanal sistemiyle çakışıp çakışmadığını kontrol ettim. Aralarında hiçbir benzerlik bulamadım.

Diğer taraftan belirtmem gerekir ki Mars uygun konumda olduğu zaman gözlemlenebilecek pek çok ayrıntı vardır. Ancak büyütme oranı çok yüksek olan aletlere ihtiyaç duyulur. Bu da amatör gözlemcinin sahip olduğu aletlerden yalnızca yılın birkaç ayında yararlanabileceği anlamına gelir.



Mercator izdüşümü yöntemiyle çizilmiş Mars haritası. Bu haritayı, 21 32 ve 38 santimlik aynalı teleskoplarla yaptığım gözlemleri kullanarak çizdim ve Antoniadi'nin çalışmalarına dayanan klasik terminolojiyi kullandım.

1965'ten yani başarıyla sonuçlanan ilk Mars uçuşundan önce bile koyu renkli bölgelerin bitkilerle kaplı olduğu düşünülüyordu. Herkes bitkilerin çok karmaşık bir yapıları olmadığı konusunda hemfikirdi; ancak çok az kişi varlıklarından kuşkulanıyordu. İkna edici bir iddia da Kuzey İrlanda'da yaşayan Estonyalı gök bilimci Ernst Öpik tarafından öne sürülmüştü. Öpik'in iddiasına göre -ki oldukça doğrudur-, kırmızı 'çöller' çok tozluydu ve buralarda sık sık toz fırtınaları çıkıyordu. Dolayısıyla eğer koyu renkli bölgelerde yaşayan herhangi bir bitki varsa tozla başedebilecek türden olmalıydı; yoksa kısa zamanda üzeri kaplanırdı. Çöller kumlu değillerdi; daha çok demir oksit veya demir silkat gibi minerallerle kaplı gibi görünüyorlardı. Bu da Mars'ın çok 'paslı' bir dünya olduğu anlamına geliyordu.

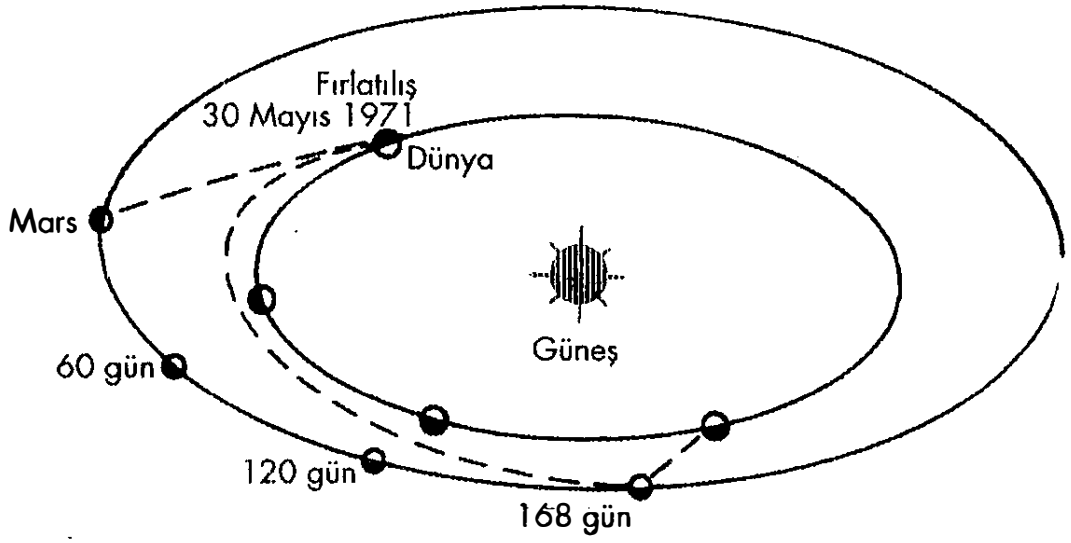


Mars atmosferinin yoğunluğu 10 milibardan düşüktür. Bu da Dünya'da deniz seviyesinden 36.000 metre yüksekteki hava kadar yoğun olduğu anlamına gelir. Kıyaslama yapılabilmesi için çizimde Everest Dağı'nı da gösterdim. Uzay araçlarıyla yapılan araştırmalardan önce Mars yüzeyindeki basıncın, Dünya'da deniz seviyesinden 16.000 metre yükseklikteki basınca eşit olduğu tahmin ediliyordu.

Kutup takkeleri de inceleme konusuydu. Mars mevsimlerine bağlı olarak büyüyüp küçülüyorlardı. Kış boyunca son derece parlak ve belirgin olurlarken, yazın görülemeyecek kadar küçülüyorlardı. Genel kanı onların ince bir kırağı tabakası olduğu yönündeydi. Ancak 'kuru buz' (katı karbon dioksit) nedeniyle ortaya çıktıklarını savunan bir görüş de vardı. Bir de, Mars atmosferinin esas olarak nitrojenden oluştuğu ve yüzey basıncının 87 milibar kadar olduğu tahmin ediliyordu. Bu değer, Dünya üzerinde Everest Dağı'nın yüksekliğinin iki katı kadar bir yükseklikte görülebilecek basınca eşitti. Mars'ta dağlar olduğunu gösteren bir işaret yoktu; yüzeyin hiçbir yerde aşırı bir yükseltinin bulunmadığı dalgalı bir yapısı olduğu düşünülüyordu.

Mariner 4, Cape Canaveral Hava Üssü'nden 20 Kasım 1964 günü fırlatıldı (İkizi ve bir önceki araç olan *Mariner 3* başarısız olmuştu. Kalkışta bir sorun yoktu ama birkaç saat sonra irtibat kesildi ve ondan bir daha haber alınamadı). *Mariner 4*, 14 Temmuz 1965'te Mars'ın 9500 km kadar yakınından geçti. Bu geçişiyle de birkaç gün içinde neredeyse bütün tahminlerimizi çürüttü. Atmosfer beklendiğinden de daha inceydi. Yüzey basıncı her yerde on milibardan düşüktü ki, bu neredeyse bizim 'laboratuvar boşluğu' olarak kabul ettiğimiz değerdir. Ana element ise nitrojen değil karbon dioksitti. Koyu renkli bölgelerin hepsi alçak değildi; söz gelimi *Syrtis Major* yüksek bir platoydu. Ayrıca bitki örtüsüyle de kaplı değillerdi. Mars rüzgârlarının kaldırdığı kırmızı tozun altında, daha koyu renkli olan yüzey görünüyordu. Kutup takkelerinin beyazlığına gerçekten de buz neden oluyordu. Ama bu buz, su buzu ve karbon dioksit buzunun bir karışımıydı; ayrıca basit yüzey tabakası olmaktan uzak bir şekilde kalındı. En önemli şeylerden biri de Mars'ın kraterli bir yapıya sahip olmasıydı. Bu şekliyle Dünya'dan çok Ay'a benzediği söylenebilirdi.

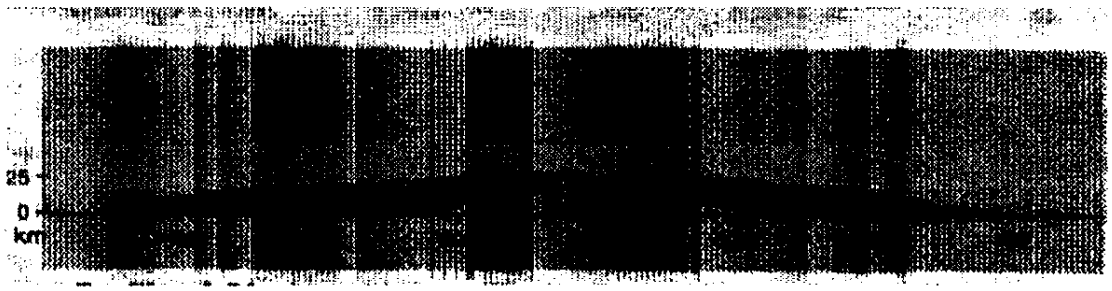
1969'da fırlatılan *Mariner 6* ve *7* de bu sonuçları doğruladı. Bu arada başarısız olan bazı Rus araçları da oldu (Ruslar bugün bile Mars konusunda şanssızlar; aslında onların çok daha zor bir hedef olan Venüs'e ulaşabildikleri gözönüne alınırsa bu durum çok garip). Sonra 1971'de *Mariner 9*, Mars



Mariner 9'un rotası. 30 Mayıs 1971 tarihinde gerçekleşen fırlatılışından 168 gün sonra Mars'a vardı. Daha sonra yörüngeye oturtuldu ve yaklaşık bir yıl kadar, Dünya'ya fotoğraf ve veri yolladı.

yörüngesine oturtuldu ve çalıştığı bir yıl boyunca bize birçok -tam 7329 tane- mükemmel resim gönderdi. Böylece Mars'taki volkanları, kanyonları, uçurumları, ovaları ve oyukları ilk kez görmüş olduk.

İlk başta gördüklerimiz son derece sınırlıydı, çünkü o sırada Mars en büyük toz fırtınalarından birini yaşıyordu. Çok güçlü bir teleskop kullandığım halde (Güney Afrika'nın Johannesburg kentindeki 68 santimlik mercekli teleskop) ayrıntılı hiçbir şekil göremediğim geceler olmuştu. Tozun dağılması ve Mars şekillerinin tüm ihtişamlarıyla gözümüzün önüne serilmesi için birkaç hafta geçmesi gerekti.



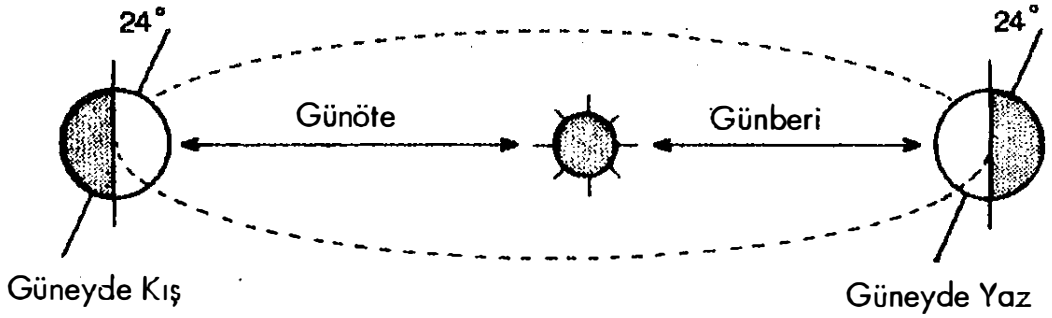
Olympus Dağı'nın Everest ve Mauna Kea ile karşılaştırılması.

Yüzey şekilleri arasında en yüksek mevkiyi, en büyüklerinin Olympus Dağı olduğu volkanlara vermeliyiz. Bu dağ, 24 km yüksekliğindedir; tepesinde 85 km çapında bir zirve krateri bulunmaktadır; taban uzunluğu ise yaklaşık 600 kilometredir. Ayrıca Tharsis Yaylası'nda bulunan sıra dağları oluşturan üç büyük volkan daha vardır. Bunlar, Pavonis, Arsia ve Ascraeus Dağları'dır. Bu yüzey şekillerinin hepsi Dünya'dan görülebilir. Ben Olympus Dağı'nı, henüz 'Nix Olympica' veya Olympic Snow olarak bilindiği zamanlarda yani 1930'larda görüp kaydetmiştim. Ancak onun bir volkan olabileceği *Mariner 9*'un araştırma uçuşundan önce hiç kimsenin aklına gelmemişti.

Mars'ta bir de *Valles Marineris* gibi kanyonlar vardır. *Valles Marineris*'in toplam uzunluğu 4500 kilometreyi bulur; genişliğinin 600 kilometreye ve derinliğinin 7 kilometreye kadar çıktığı görülür. Bu haliyle Colorado'daki Büyük Kanyon'u gölgede bırakır. Daha da karmaşık bir sistem olan *Noctis Labyrinthus*'un (*Chandelier* -Avize- adıyla bilinir) ise yakın gelecekte turist akınına uğrayacağı şüphe götürmez... Fotoğrafına bakıldığında kanyonların dağılımının gerçekten de bu lâkabı hakedecek kadar bir avizeye benzediği görülür.

Mars'ın iki yarım küresi birbirine benzemez. Gezegenin güney kesimi daha yüksektir; daha kraterli bir yapıdadır ve daha eskidir. Ancak yine bu yarım kürede Hellas ve Argyre adlı iki derin ve düzgün şekilli havza vardır. Kuzey yarım küre ise güneye göre daha genç, daha alçak ve daha az kraterli bir yapıdadır. Tharsis Yaylası'nın bir kısmı da buradadır. Gezegenin üzerindeki en koyu renkli bölge olan *Syrtis Major*, ekvatorun hemen kuzeyindedir. Daha kuzeyde karanlık bir bölge daha vardır; bu üçgen biçimli şekil *Acidalia Planitia*'dır (Resmi adı *Mare Acidalium*'dur). Bu isimlerin çoğu Antoniadi'den kalmıştır. Antoniadi'nin yaptığı Mars haritası yine kendi yaptığı Merkür haritasıyla karşılaştırıldığında çok daha doğrudur.

Eski dere yataklarına benzeyen bazı şekiller de vardır. Hatta ortalarında 'adalar' olanlara bile rastlanır. Bu da geçmişteki Mars'ın, kalın atmosferi ve akarsularıyla bu-



Mars mevsimleri. Güney yarım kürede yaz, gezegen günberi noktasının yakınlarındayken yaşanır. Mars'ın yörüngesinin Dünya'nınkinden çok daha dışmerkezli oluşu, Mars mevsimlerinin yarım kürelerde farklı geçmesine neden olur.

günkünden daha sevimli ve sıcak bir yer olduğunu gösteriyor. Kutup takkeleri de birbirinden farklıdır. Güney kutbundaki takke, üstünde karbon dioksit buzunun bulunduğu su buzu ile kaplıdır. Kuzey kutbundaki karbon dioksit örtünün yaz ortalarında kalktığı ve alttaki su buzunun görünür hale geldiği olur. Mars'ın eksenel eğikliği bizimki kadar olduğundan ve güney yarım kürede yaz mevsimi gezegen günberi noktasının yakınlarındayken yaşandığından güney yarım kürede hüküm süren iklim kuzeydekinden farklıdır.

Bir sonraki adım 1975'te, iki *Viking* uzay aracının Mars'a gönderilmesiyle atıldı. *Viking 1*, Haziran 1976'da; *Viking 2* ise aynı yılın Ağustos ayında gezegene vardılar. Bu iki uzay sondası da bir orbiterden ve bir iniş aracından oluşuyordu. Orbiter, gezegenin çevresinde yörüngeye oturtuluyor ve hem harita çalışmalarında kullanılıyor hem de yedek olarak tutuluyordu. İniş aracı ise paraşütlerin ve roket freninin yardımıyla yavaşça gezegenin yüzeyine iniyordu. İki *Viking* de başarılı oldu. İlk araç, ekvatorun kuzeyinde bulunan 'Altın Ova'ya yani Chryse'ye inerken ikincisi daha kuzeydeki bir ova olan Utopia'ya indi. İkisi de kırmızı, kayalık manzaranın hâkim olduğu son derece güzel fotoğraflar gönderdiler. Gökyüzü birçok kişinin olacağını zannettiği gibi koyu mavi değil pembeydi. Sıcaklık ise çok düşüktü. Chryse'de sıcaklık hiçbir zaman -13°C'ın (-24°F)

üzerine çıkmıyordu; üstelik Utopia daha da dondurucuydu. Rüzgâr orta şiddetteydi. Herhangi bir hayat belirtisi olup olmadığını anlamak üzere çöllerden örnekler alınıp araca götürülerek incelendi. Sonucun çok kesin olduğunu iddia edemeyiz; ama yaşayan herhangi bir canlı olduğuna dair hiçbir belirti bulunamadı. Bu durumda Mars'ta -en azından şu an için- hayat olmadığı söylenebilir. Yani anlayacağınız, Percival Lowell'ın kanal inşa eden akıllı Marslıları henüz çok uzakta.

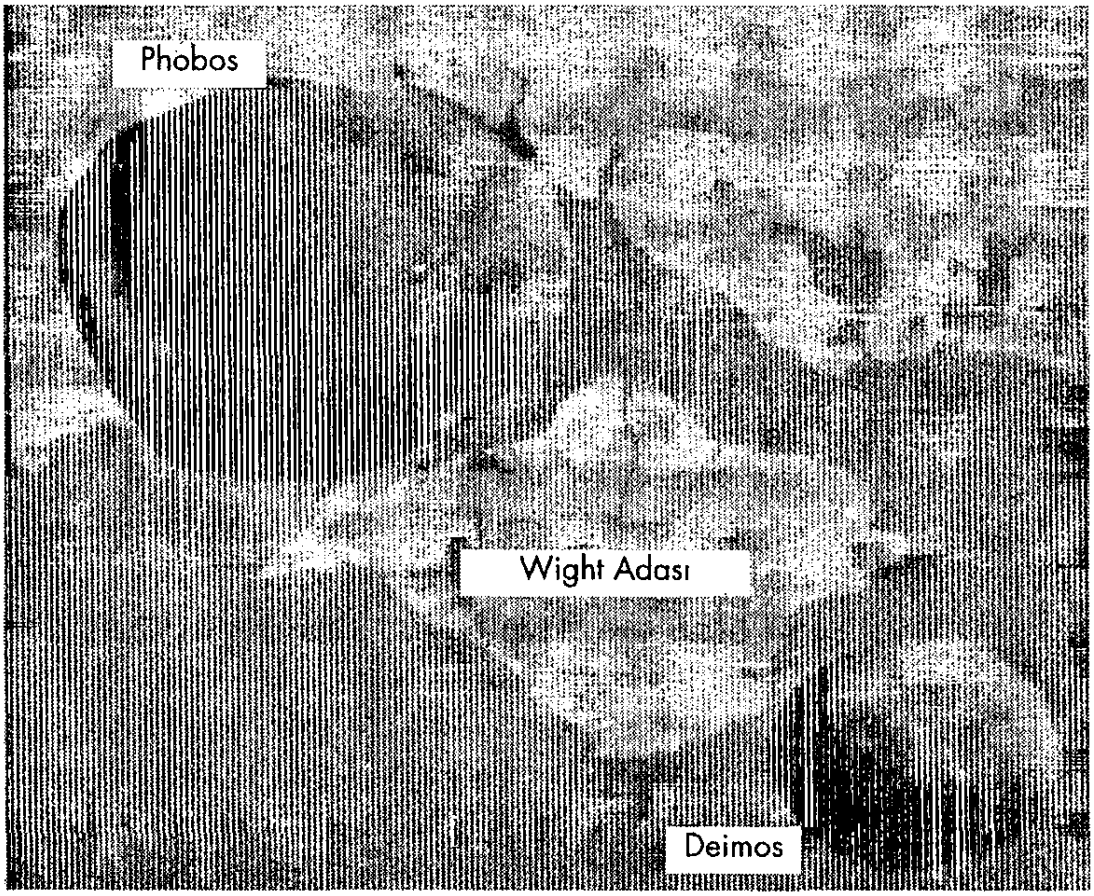
Diğer taraftan, hatırlarsanız, geçmişte akan sular bulunduğuna dair kanıtlarımız olduğunu da söylemiştik. Bu durumdan Mars iklimlerinin çok değişken olduğu sonucu çıkarılabilir. Üstelik büyük bir olasılıkla gezegenin kabuğunun çok da altında olmayan bir yerde buz bulunuyor. Bu da Mars'ın, Ay'dan farklı olarak, oluşumundan beri kuru olmadığı anlamına geliyor. Ayrıca geçmişte yaşanmış sel baskınlarının izleri de görülüyor. Bu bilgilerin ışığında Mars'ta bir zamanlar hayat olduğunu; ama şimdi bu hayatın ya bilinmeyen nedenlerle yok olduğunu ya da uzun bir kış uykusuna yattığını söyleyebiliriz. Kesin bir yanıt bulmak ancak Mars'tan alınan örneklerin kapsamlı bir incelemeden geçirilmesiyle mümkündür. Mars'ta fosil bulunma olasılığı olduğunu iddia etmiyorum ama kesinlikle bulunmuyor da diyemem. ?

1993 yılında gönderilen son uzay sondası *Mars Observer*, gezegene iniş yapmadı. Onun görevi yüzey haritalarımızın geliştirilmesini sağlamaktı. Ayrıca Hubble Uzay Teleskobu sayesinde de ayrıntılı ve muhteşem Mars fotoğrafları elde ettik. Peki bütün bunları gözönünde tutarsak Dünya'dan gözlem yapmanın bir anlamı kalmamıştır diyebilir miyiz?

Diyemeyiz, çünkü Mars sürekli değişen bir gezegendir. Öncelikle, bulut fenomeni olarak adlandırılan oluşumlar vardır. Diğer oluşumlardan ayrı bir şekilde birarada duran bulutlara çok sık rastlanır. Bu bulutlar, geniş bir alanı etkileyen toz fırtınalarından farklıdırlar. Ne zaman ve nerede ortaya çıkacakları belli olmaz; ancak onları iz-

lemek çok önemlidir. Böylece Mars'taki hava koşulları konusunda daha fazla bilgi edinebiliriz. Karanlık ve parlak alanların sınırlarındaki değişimleri ve ayrıca kutup takkelerinin büyüyüp küçülmelerini not etmek son derece önemlidir. Son olarak -iddia edip de bahse girersem kazanma olasılığının az olduğunun farkındayım ama- Mars volkanlarının sönmüş olduklarından nasıl emin olabiliriz? Kanıtlanması olanaksız bir iddia ama; büyük bir volkanik patlama gerçekleşse büyük bir olasılıkla bunu ilk farkedecek olan kişi, uygun aletlere sahip bir amatör olacaktır. Sonuçta gezegende pek fazla değişiklik olmayacaktır, ama hiç olmayacak da denemez.

Mars'ın Phobos ve Deimos adlarında iki uydusu vardır. İkisi de 1877'de Asaph Hall tarafından yürütülen uzun bir çalışmanın sonunda keşfedilmiştir. Küçük ve şekilsizdirler.



Wight Adası ile karşılaştırıldığında Phobos ve Deimos'un büyüklükleri.

Phobos, 27 x 22,5 x 19 km büyüklüğündeyken Deimos topu topu 9,5 x 11 x 14,5 km kadardır. *Mariner 9* ve *Viking* orbiterleri tarafından yakın plan fotoğrafları çekilmiştir. Sonuçta ikisinin de kraterli bir yapıya sahip oldukları anlaşılmıştır. Phobos'un üzerinde 5 km çapında bir krater olduğu görülmüştür. Eğer bu krater bir gök taşı çarpması sonucunda oluştuysa Phobos parçalanmaktan ucuz kurtulmuş demektir. Bu minik arkadaşlar bizim Ay'ımıza hiç benzemezler; zaten onlar büyük bir ihtimalle, bir zamanlar küçük gezegenlerken Mars tarafından yakalanmış ve onun uydusu haline gelmişlerdir.

Mars yüzeyinin 5800 km kadar yukarısında hareket eden Phobos'un dolanım süresi 7 saat 39 dakikadır; bu da bir Mars solünden daha kısadır. Gezegen üzerindeki bir gözlemci, Phobos'un batıdan doğduktan 4,5 saat sonra doğudan battığını görecektir; üstelik uydu bu sırada 'yeni'den 'dolun'a kadar olan evrelerinin yarısından fazlasını geçirecektir. Görülebilir olduğu iki doğuş arasında geçen süre 11 saatten biraz fazla olacaktır. Mars yüzeyinden yaklaşık 20.000 km yukarıda dolanan Deimos'un dolanım süresi ise 30 1/4 saattir. Bu, iki buçuk sol boyunca ufuk çizgisinin üzerinde kalacağı anlamına gelir. Geceleri pek ışık yaydıkları söylenemez. Mars'tan bakıldığında Phobos, Ay'ın Dünya'dan göründüğünün üçte biri; Deimos ise dokuzda biri kadar görünecektir. Ufkun üstünde bulundukları sürenin büyük bir kısmında Mars'ın gölgesinde olacaklardır. Ayrıca Deimos'un evrelerini çıplak gözle görmek pek kolay olmayacaktır. Güneş tutulmasına neden olamazlar ama sık sık Güneş ile Mars'ın arasından geçerler. Phobos bir Mars yılı içinde 1300 kere Güneş'in önünden geçer; bu yolculuğu yirmi saniye kadar sürer. Yörüngeleri, gezegenin ekvatoruyla aynı düzlemde olduğundan hiçbir zaman Mars yüzeyindeki yüksek enlemlere çıkamazlar.

Bu iki gök cismi son derece soluktur; ayrıca bir de Mars'ın parlaklığı içinde kalırlar. 38 santimlik aynalı teleskobumda, tutulmalarda kullanılan bir tür gözmerceği kullandığımda ikisini de görebilirim, ama bu pek de kolay olmaz. Bir gün

doğal uzay istasyonları olarak kullanılabilirler; ama kütle çekimleri ihmâl edilebilecek kadar düşük olduğundan onlara 'inmek', bir 'rıhtıma yanaşmak' gibi olacaktır.

Bazı kişiler için Mars hayal kırıklığı yarattı. Çeşitli bitkilerin ve hatta yeraltı kaynak sularının bulunduğu canlı bir dünya bekleyenler karşılarında volkanik bir çöplük buldular. Ama yine de Mars, Güneş sistemindeki gezegenler arasında -tabii Dünya'yı saymıyorum- en cana yakın olanıdır. İnsanlı uzay araştırmalarımız için bir sonraki hedefin o olması gerektiği de çok açıktır. Bana önümüzdeki yüzyılın ilk yarısı içinde bir Mars üssü kurulacakmış gibi geliyor. Ancak olasılığı daha yüksek olan birşey var ki o da 'Mars'taki ilk adam'ın doğmuş olduğu.

X. Bölüm

Küçük Gezegenler

Güneş sistemini gösteren herhangi bir çizime bakıldığında, en dıştaki yerbenzeri gezegen olan Mars'ın yörüngesi ile devlerin ilki olan Jüpiter'in yörüngesi arasında geniş bir boşluk olduğu görülür. Kepler'in aklı da buraya takılmış ve bu bölgenin boş olmayabileceğinden kuşkulanmıştı. Hatta şöyle yazacak kadar da ileri gitmişti: "Ben Mars ile Jüpiter'in arasına bir gezegen yerleştiriyorum."

Ancak Kepler, bu gezegenin varsa da büyük olamayacağını biliyordu; çünkü büyük olsaydı çıplak gözle görülebilmesi gerekirdi. Daha sonra yüz yıldan fazla bir süre, bu konudan sözeden kimse çıkmadı. Ancak 1772'de Alman gök bilimci Johann Elert Bode tarafından tekrar gündeme getirildi. Bu arada Titius adlı bir Alman, Bode'un iddiasından bir süre önce, gezegenlerin Güneş'ten uzaklıkları arasında sayısal bir bağıntı kurmuştu. Ama bağıntıyı meşhur eden Bode oldu; zaten bugün pek adil olmasa da bu ilişki onun adıyla, Bode Yasası olarak anılmaktadır. Gerçek bir değeri olup olmadığı konusu ise şüphelidir. Benim ona burada yer verişim -bazıları inanmayacak ama- tamamen tesadüf eseridir. Her neyse, bu bağıntı şöyle:

0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384 sayılarını alıyoruz; farkettiğiniz gibi her biri (3'ten itibaren) kendinden öncekinin iki katı. Şimdi hepsine 4 ekliyoruz; sonuç 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 388 oluyor. Dünya'nın Güneş'ten uzaklığını 10 kabul edersek, dizi diğer gezegenlerin uzaklıklarını dikkati çekecek kadar doğruya yakın bir şekilde veriyor (arka sayfaya bakınız).

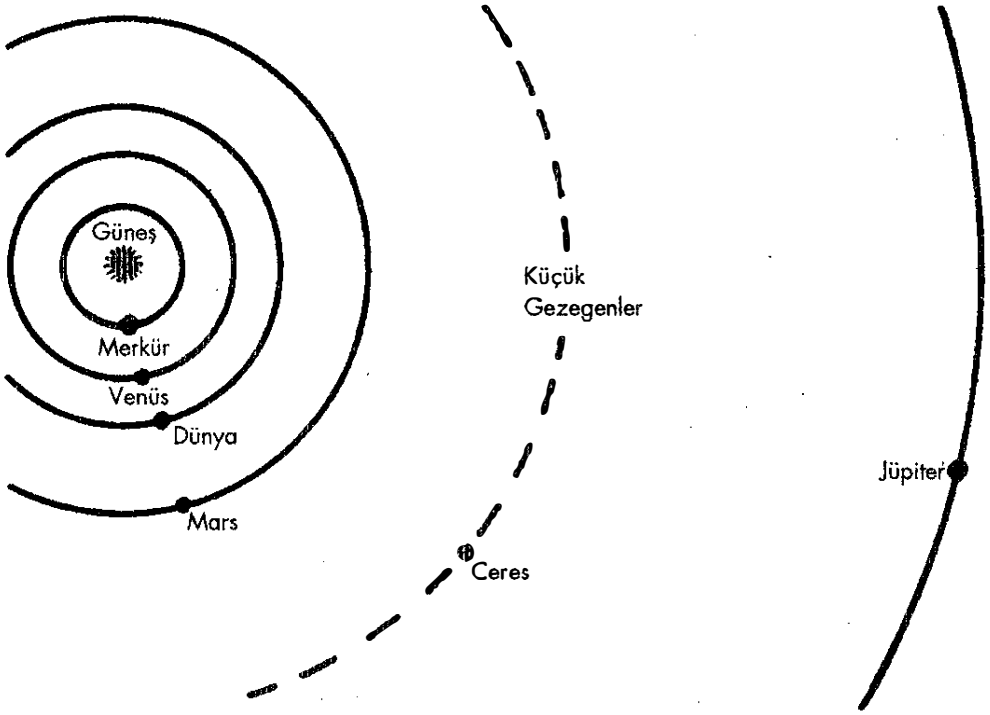
Titius bu bağıntıyı kurduğunda henüz en dıştaki üç gezegen bilinmiyordu. 1781'de keşfedilen Uranüs yerine güzel

bir şekilde oturdu; ancak Neptün biraz sorun çıkardı. Bode Yasası'na göre Neptün'ün orada olmaması gerekiyordu. Dizinin son sayısı olan 388 Plüton'un ortalama uzaklığını veriyor; ama gezegenin kural tanımayan tabiatı gözönüne alındığında bunun pek de önemi yok. Yani kendimizi 'aklından bir sayı tut' oyunu oynuyor gibi görmememiz için yeterli kanıt yok. Ancak yine de bu yasa uzun yıllar boyunca kusursuzmuş gibi kabul gördü. Tabii 28 sayısına karşılık gelen, olmayan gezegenin durumu meçhul.

GEZEGEN	BODE YASASI'NA GÖRE UZAKLIK	GERÇEK UZAKLIK
Merkür	4	3,9
Venüs	7	7,2
Dünya	10	10
Mars	16	15,2
—	28	—
Jüpiter	52	52
Satürn	100	95,4
Uranüs	196	191,8
Neptün	—	300,7
Plüton	388	394,6

1800 yılında, altı gök bilimci, Bremen yakınlarındaki küçük bir Alman kasabasında, Liliental'de biraraya geldiler. Çok çalışkan bir amatör gözlemci olan Schröter'in gözlemevi burada bulunuyordu. Kendilerine 'yıldız polisi' adını veren gözlemciler, bu kayıp gezegenin izini sürmek amacıyla çok ciddi bir çalışma yapmaya karar verdiler. Grup içinde Schröter Başkan, Baron Franz Xavier von Zach da Sekreter görevini üstlenmişti. Her birinin tutulum dairesinin içindeki belirli bir bölgeden sorumlu olduğu bir çalışma çizelgesi hazırlamışlardı. Kastedilen bölge, varlığından kuşku duymadıkları gezegenin, yörüngesinin bulunması gereken alandı.

Bu tür bir planın işler hale getirilmesi biraz zaman alır. Schröter'in 'polisleri' de daha tam anlamıyla harekete geçmeyi başaramamışlardı ki, biri onlardan erken davranıp

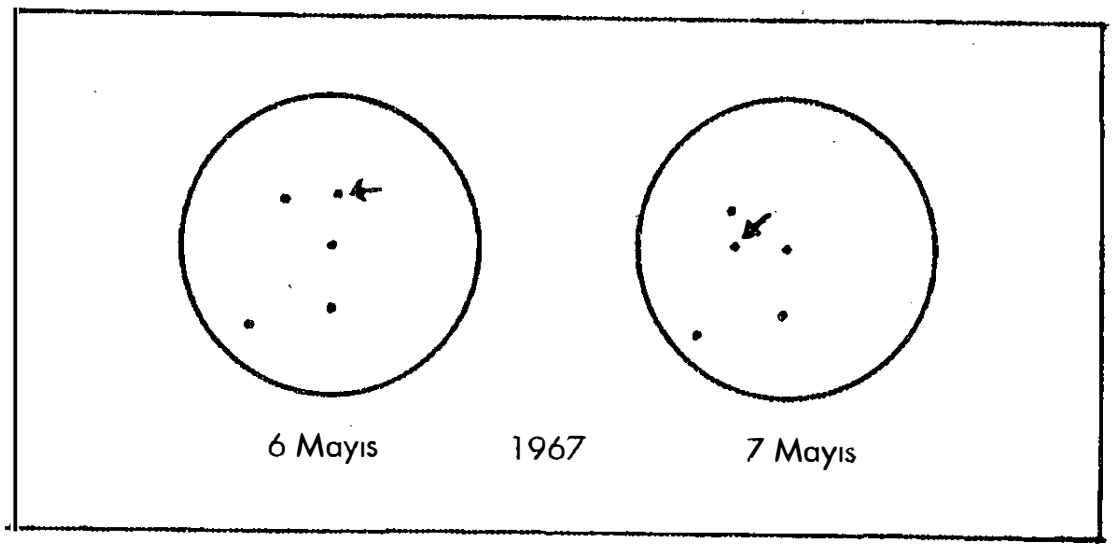


Küçük gezegenlerin en büyüğü olan Ceres'in, Güneş sistemi içindeki konumu. Bulunduğu yer Bode Yasası'nı doğruluyor!

planlarını suya düşürdü. Sicilya'daki Palermo Gözlemevi'nin müdürü Guiseppe Piazzi, yeni bir yıldız kataloğu hazırlamaktaydı. Piazzi, 1 Ocak 1801'de yani yeni yüzyılın ilk gününde* bir rastlantı sonucu, hareketleri yıldıza pek benzemeyen ve birkaç saat içinde bir miktar yol alan bir gök cismi görmüştü. Başta, onun 'kuyruksuz' bir kuyruklu yıldız olduğunu düşünen Piazzi, daha sonra kuşkulanmış olacak ki von Zach'a bir mektup yazarak ona durumdan bahsetti. Ancak zamanın posta servisine güven olmazdı ayrıca hizmet çok yavaştı. Piazzi'nin mektubu von Zach'ın eline geçene kadar gök cismi akşam karanlığında kaybolup gitmişti.

Neyse ki Piazzi bir yörünge çizilmesine olanak verecek kadar gözlem yapabilmişti. Hesapları görüp inceleyen büyük matematikçi Gauss, kısa süre içinde bunların bir kuyruklu yıldıza değil gezegen benzeri bir cisme ait olduğunu

* İşin aslı gerçekten de böyle. Eski yüzyılın son günü 31 Aralık 1800'dü. Bu konu birkaç yıl sonra yine gündeme gelecek; çünkü önümüzdeki yüzyılın ilk gününün, 1 Ocak 2000 değil 1 Ocak 2001 olduğunu anlayamayanlar çıkacak. Böyle olmasının nedeni, bizim zaman hesaplamamızda sıfır (0) yılının bulunmamasıdır. M.Ö. 1'den sonra doğrudan M.S. 1'e geçilmektedir.



24 saat içinde Ceres'in konumununda görülen kayma. Bu çizimi yaparken 8 santimlik mercekli teleskobumda 100'lük büyütme gücü kullanmıştım.

anladı. Cisim, keşfedilişinden tam bir yıl sonra bir 'polis' tarafından tekrar görüldü. Bu arada Piazzi ona Sicilya'nın koruyucu tanrıçasının şerefine Ceres adını verdi. Bode ölçümüne göre uzaklığı 27,7 olarak bulundu; bu değer öngörülen 28 sayısına oldukça yakındı. Ceres'in Güneş'ten gerçek uzaklığı yaklaşık 410.000.000 kilometredir. Bir tam dolanımını ise 4,6 yılda tamamlar. Ceres'in bulunuşuyla Güneş sistemi tamamlanmış gibi görünmekteydi.

Ancak yıldız polisleri bundan pek emin değillerdi. Çapı 900 kilometre kadar olan Ceres'in diğer gezegenlerle bir tutulamayacağını düşününen Schröter, von Zach ve meslektaşları aramayı sürdürdüler. Olbers'in, 1802 yılının Mart ayında ikinci bir küçük gezegen buluşu şaşkınlık yaratmadı. Pallas adı verilen bu gök cismi büyüklük ve uzaklık bakımından Ceres'e o kadar benziyordu ki Olbers, bu ikisinin geçmişte bir felaket sonucu bölünen büyük bir cismin parçaları olduğunu iddia etti. Bu iddia oldukça ilgi çekti; üstelik iki parçanın oluşu, etrafta başka parçalar da olabileceği fikrini gündeme getirdi. Daha sonra böyle olduğu da görüldü. 1804'te Schröter'in asistanı Karl Harding, Juno'yu; 1807'de ise Olbers, Vesta'yı keşfetti.

Juno ve Vesta grubun ilk iki elemanıyla benzerlik gösteriyordu; bu dörtlü, Küçük Gezegenler veya asteroitler olarak adlandırıldı. Benzer başka gök cismi olmadığına karar veren yıldız polisleri 1815 yılında dağıldılar. Schröter de bir sonraki yıl öldü.

1830 yılına kadar bu konuda herhangi bir çalışma yapan olmadı. Ancak o yıl, Driessen adlı küçük bir kasabanın postane müdürü ve amatör bir gözlemci olan Prusyalı Hencke, konuyla ilgilendi ve sistemli bir çalışmayla yeni asteroitler aramaya başladı. Tek başına, hiç yardım almadan onbeş yıl boyunca çalışan Hencke, sonunda çalışmasının ödülünü aldı. Bu ödül, şu anda Astraea adıyla bilinen beşinci küçük gezegendi. Astraea, Güneş'e, Vesta'ya göre biraz uzak, Juno'ya göre ise biraz daha yakındır. Bununla beraber ilk dörtlüyle karşılaştırıldığında oldukça soluk olan Astraea'nın çapı yaklaşık 130 kilometredir.

Herhalde gayretkeş gözlemci Hencke bile, yaptığı keşfin, onu izleyecek binlercesinin ilki olduğunu bilse şaşırırdı. 1847 yılında Hebe adını verdiği yeni bir asteroit buldu. Aynı yıl, Londra'da yaşayan Hind, Iris'i ve Flora'yı keşfetti. 1848 ve 1849 yıllarında da birer asteroit bulundu. Sonraki her yıl yapılan keşiflerin sayısı arttı. 1870 yılına gelindiğinde bilinen küçük gezegenlerin sayısı 109 olmuştu. Bundan yirmi yıl sonra ise bu değer 300'e kadar çıkmıştı. 1891'de, Max Wolf'un bulduğu yeni bir yöntemin kullanılmasıyla sayı çok hızlı bir şekilde arttı.

Wolf'un yöntemi fotoğrafa dayanıyordu. Yıldızların gökyüzündeki doğudan batıya doğru hareketlerini görüntülemek üzere çekilmiş olan bir fotoğrafta asteroitler hemen kendilerini belli ediyorlardı. Çünkü asteroitler hem yıldızlı fona göre ters yönde hareket ediyorlardı hem de bir veya iki saatlik bir örtücü değeri kullanıldığında fotoğraf üzerinde çizgi şeklinde bir iz bırakacak kadar hızlı yer değiştiriyorlardı. Bir bahçenin fotoğrafını çekmek üzere makinemi kurduğumda örtücüyü açtıktan sonra kameranın önünden geçerek bahçede yürürsem, bulanık bir şekil olarak fotoğrafa yansırım. Asteroit

ise keskin hatlı bir ışık noktacığı olduğu için bulanık olarak görülmez; ancak hareket etmiş olması onu ele verir.

Wolf yöntemi sıkıntı yaratacak kadar başarılıydı. Bilinen asteroitlerin sayısı çok hızlı bir şekilde artmaya başladı. Wolf bile tek başına ikiyüzden fazla asteroit bulmuştur. 1993 yılına gelindiğinde ise 5000'den fazla asteroitin yörüngeleriyle beraber bilindiğini görüyoruz. En az bin tanesinin daha varlığından haberdarız, ancak yeterince gözlem yapılmadığından onların yörüngeleri henüz tam olarak belirlenemedi.

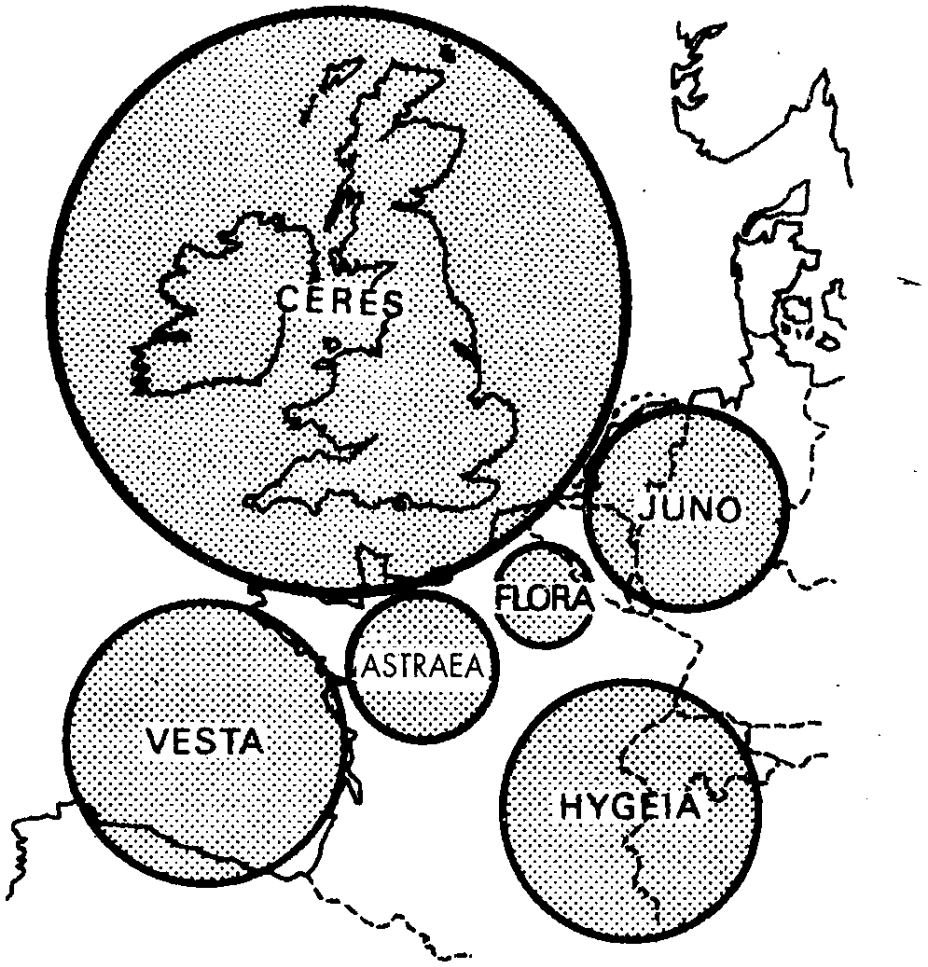
Asteroitlerin Güneş sisteminin sevilen elemanlarından oldukları söylenemez. Fotoğraflarda birçok farklı sebeple oluşmuş izler görülür; bunların tek tek incelenmesi inanılmayacak kadar uzun bir çalışma ve zaman gerektirir. Onlardan pek hoşlanmayan bir Alman, onlara *'Kleineplanetenplage'* (Başbelası küçük gezegenler) derken, bir Amerikalı 'gökyüzü haşaratı' diyecek kadar ileri gitmiştir. İzlerini sürmek son derece zordu; günümüzde yani bilgisayar çağında bile bu hâlâ böyledir. Geçen zaman içinde sadece bir asteroit kaybolmuştur o da özel bir konuma sahip olan 719 Albert'tir. 330 Adalberta ise hiç var olmamıştır. 1892 yılında Max Wolf tarafından kayda geçirilen 330 nolu asteroitin sadece iki fotoğrafı çekilebilmiştir. Daha sonra bu görüntülerin iki ayrı yıldıza ait olduğu anlaşılmıştır. Uzun yıllar boyunca ortada görünmeyen ancak çok sonra tekrar bulunan bir asteroit de 878 Mildred'tır. 1916'da keşfedilen Mildred, kaybolmuş ve 1990 yılının Nisan ayına kadar bir daha görülememiştir.

Onlara isim vermek de başlı başına bir sorundu. Sayı arttıkça, Psyche, Thetis, Circe ve Melpomene gibi asil mitolojik isimler bitmişti. Farklı ilk isim 25 nolu asteroitinkiydi; Benjamin Valz, bu asteroite İonia'da bir liman olan Phocaea'nın ismini vermişti. Ayrıca 45 nolu asteroite Eugenia ismi, Fransız İmparatoru III. Napoleon'un karısının şerefine verilmişti. Daha sonraki isimlerden bazılarına dilim dönmüyor. Söz gelimi 678 Fredegundis, 989 Schwassmannia, 1259 Ogylla, 1286 Banachiewicza gibi asteroitler de var. No. 724 yani Hapag, bir Alman denizcilik şirketinin adının (*Ham-*

burg Amerika Paketfahre Aktien Gesellschaft) ilk harfleriydi. 674 nolu Ekard'a ismini Amerika'daki Drake Üniversitesi'nden iki kişi vermişti; farkettiyseniz Drake'in tersten okunuşu Ekard. 518 nolu Halawe, adını onu keşfeden kişinin yani R. S. Dugan'ın en sevdiği tatlı olan Arap tatlısı *halawe*'den alıyordu. Özellikle sevdiğim bir tane var ki o da No. 1372 yani Haremari. Bu asteroite ismi Karl Reinmuth tarafından, müdürlüğünü yapmakta olduğu gök bilimi enstitüsünün hanım elemanları (harem!) şerefine verilmişti. İsimlerden biri kelimenin tam anlamıyla satılmıştı. Viyana Gözlemevi'nin müdürü Palisa, 250 nolu asteroiti bulduğunda, yapmayı düşündükleri bir geziye gelir sağlama amacıyla bir plan yaptı. Bulduğu asteroite isim verme hakkını 50 £ karşılığında satacağını duyurdu. Bu hakkı satın alan Baron Albert von Rothschield, asteroite karısının ismi olan Bettina'nın verilmesini istedi.

Ayrıca bir de 2309 nolu Mr Spock vardır; bu ismin, yıldız gemisi *Enterprise*'ın sivri kulaklı Volkanlı astronotundan alındığını da söyleyebilirdim ama gerçek böyle değil. Gerçekte bu isim asteroite, adını Mr Spock'tan alan bir kedinin şerefine verilmiş (Umarım anlatabilmişimdir). Son olarak bir de No. 2602 var ki onu belirtmeden geçemeyeceğim. Amerikalı Dr Edward Bowell tarafından keşfedilmiş bu asteroitin ismi 'Moore'dur. Ancak benim şerefime bu isimle anılan asteroitin, gözlemevimdeki 38 santimlik teleskobumla göremeyeceğim kadar soluk olduğunu da söylemeliyim.

Ceres, Pallas, Juno ve Vesta, Dört Büyükler olarak bilinir. Ancak aslında Juno, ana kuşak asteroitleri arasında büyüklük açısından onbeşinci sıradadır. En büyükleri Ceres (940 km), Vesta (576 km), Pallas (ortalama 524 km -küre biçiminde değildir), Hygeia (430 km), Davida (384 km) ve İnteramnia (337 km)'dır. Diğerlerinin hiç birinin çapı 300 kilometreyi geçmez. Küremsi olan Juno, 288 x 230 kilometre boyutundadır. Yine de 'sürü' içinde parlaklık açısından beşinci sıradadır. Bunda ana kuşağın ortasında bulunmasının ve yansıtma oranının yüksek oluşunun payı büyüktür.



Bazı aster··'erin büyüklük açısından İngiltere ile karşılaştırılması.

Asteroitler birkaç alt türe ayrılırlar. Birçoğu C, S ve M sınıfları içine girerler. C tipi cisimler karbon bileşikleri açısından zengindir; S tipi silisli; M tipi ise metaliktir. Juno, yansıtıcı özellikleri en yüksek olan S tipindendir. Ceres ise C tipine dahildir. Asteroitlerin en parlağı olan Vesta, tamamen volkanik kayalarla kaplı pek sık rastlanmayan türde bir yüzeye sahiptir. Güneş'ten ortalama uzaklığı 352.800.000 kilometredir; bu da Güneş'e Ceres'ten daha yakın olduğu anlamına gelir. Ayrıca çıplak gözle görülebilen tek küçük gezegen Vesta'dır. Keskin gözlü insanlar onu rahatlıkla bulabilirler. Onu ben de çok gördüm ancak eminim ki baktığım yerde olduğunu bilmeseydim göremezdim. Ceres, Pallas, Ju-

no ve diğer asteroitler dürbünle bakıldığında görülebilecek kadar yakındırlar. Tıpkı yıldızlara benzerler; onları sadece, geceden geceye değişen konumları sayesinde ayırt edebiliriz.

Asteroitlerden hiç biri bir atmosfer tutabilecek kadar büyük değildir. Ceres, diğerlerine göre gerçekten de büyüktür. O, Pallas ve Vesta, toplam büyüklüğün yüzde ellibeşini oluştururlar. Geriye kalan asteroitlerin toplamı, Ceres'in bir buçuk katı kadardır. Tüm asteroitlerin toplam büyüklüğü ise Ay'ın yüzde üçünden fazla değildir. Asteroitlerin çoğu şekilsiz ufak cisimlerdir. Toplam sayılarını kesin olarak bilmiyoruz; ancak onbinlerce olduğundan da kuşkumuz yok.

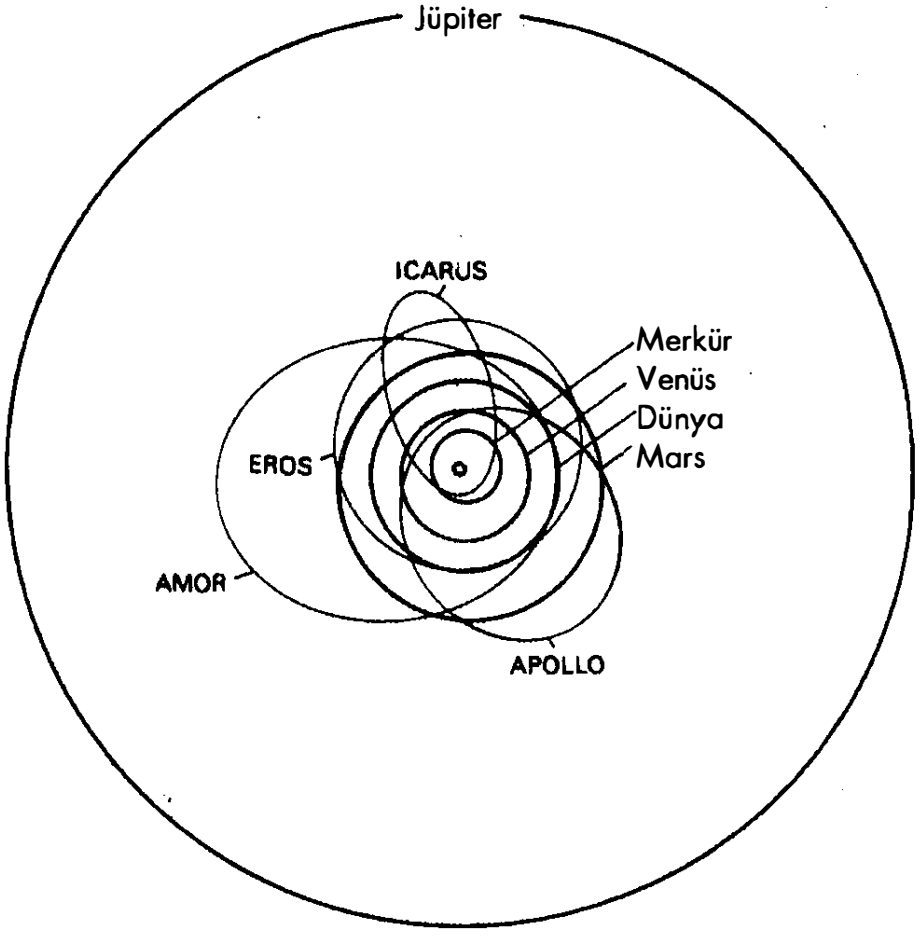
Amerikalı gök bilimci Daniel Kirkwood 1857 yılında, asteroitlerin birbirlerinden ayrı birkaç kümeden başka bir deyişle aileden oluştuğuna dikkat çekti. Ana kuşakta, içinde çok az sayıda asteroitin bulunduğu bazı boş alanlar vardı. Aslında bunda herhangi bir esrarengiz taraf yoktu. Bu duruma Jüpiter'in anormal yüksek olan çekim gücü neden oluyordu. En büyük üyenin Flora olduğu ailede, 150'den fazla asteroit vardır. Daha uzakta olan Hilda ailesi ise 30 kadar asteroitten oluşur. 279 nolu Thule aşırı uzaktır; Güneş'ten ortalama uzaklığı 640.000.000 km olan Thule, Güneş etrafındaki dönüşünü sekiz yıldan uzun sürede tamamlar. İlk keşfedilen asteroitlerin yörüngeleri hep Mars ile Jüpiter arasındaki boşlukta yer alıyordu.* Yani hiç kimse, Berlin'de yaşayan Witt tarafından 1898 yılında keşfedilen No. 433'ün yani Eros'un garip yörüngesine hazırlıklı değildi.

Eros parlak olmayan küçük bir asteroittir. Ancak izlediği yol boyunca ana grubun iç kısımlarına kadar girer. Yörüngesi dışmerkezlidir. Günöte noktasında Mars'ın bayağı ötesine geçerken, günberi noktasında Dünya'ya 22 milyon kilometre kadar yaklaşır. Dünya'ya çok yaklaştığı son iki durum 1931 ve 1975 yıllarında gerçekleşmiştir. En yakın olduğu anda konumu son derece kesin bir şekilde saptanabilir ve dolayı-

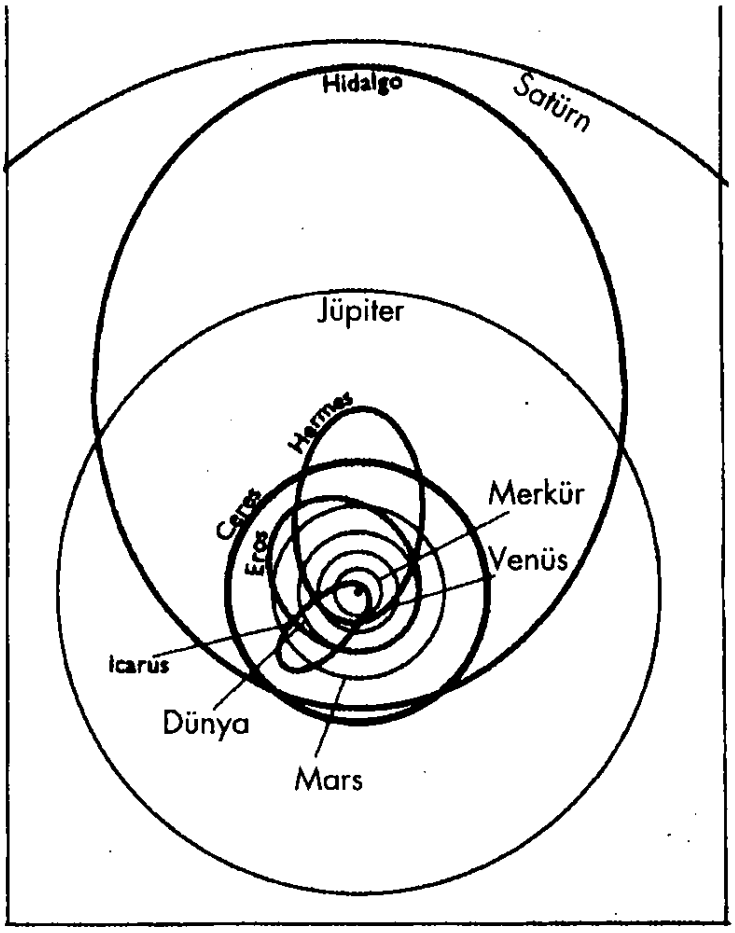
*Aslında bu tam da doğru değil. 1873 yılında Watson tarafından keşfedilen 132 nolu Aethra kuralı bozuyor. Aethra'nın Güneş'e en yakın olduğu andaki uzaklığı, Mars'ın, günöte noktasındayken olan uzaklığından biraz daha az. Ancak bu fark gözardı edilebilecek kadar azdır. Bu arada Aethra'nın çapının 38 km kadar olduğunu da belirteyim.

sıyla uzaklığı bulunabilir. Böylece, Güneş sisteminin ölçeği hakkında bir ipucu elde edilebilir. Eros'un 1931'de çekilen yüzlerce fotoğrafını inceleyen Sir Harold Spencer Jones, bir gök birimini, yani Dünya ile Güneş arasındaki uzaklığı 149.642.000 olarak bulmuştur. Bugün bu sonucun gerçek birimden biraz fazla olduğunu biliyoruz. Sonradan ölçüm için daha iyi yöntemlerin geliştirilmesiyle Eros bu açıdan sahip olduğu önemi kaybetti. Eros'un kendi ekseni etrafında dönme süresi 5,3 saattir; şekli biçimsizdir; 29 km uzunluğunda 8 km genişliğindedir, bir sosise benzediği söylenebilir.

Uzun bir süre boyunca Eros'a benzer başka asteroit bulunmadığı düşünülmüştü. Ancak 1911'de, Viyana'da yaşayan Palisa, Dünya'ya 32.000.000 km kadar yaklaşan ama yörüngesinin günöte noktasında ana asteroit kuşağının dışı-



Yakınımızdan geçen bazı asteroitlerin yörüngeleri.



Bazı ilgi çekici asteroitlerin yörüngeleri.

na çıkan küçük bir gök cismi tespit etmişti. 719. sıra numarasını alan bu asteroite Albert adı verildi. Ne yazık ki çapı topu topu 5 km olan Albert'i 1911'deki kısa ziyaretinden sonra bir daha gören olmadı. Şu anda nerede olduğu konusunda hiçbir fikrimiz yok.

1918 yılında Max Wolf tarafından keşfedilen No. 887'nin yani Alinda'nın ve 1924 yılında Walter Baade'nin bulduğu 1036 nolu Ganymed'in yörüngeleri de Albert'inkine benzer. Daha sonra "Dünya'yı sıyırıp geçen" iki asteroit keşfedildi. Adları aynı zamanda bu tip asteroitlerin belirtilmesi için kullanılan bu asteroitler 1221 Amor ve 1862 Apollo'dur.

Çapı bir buçuk kilometreden daha fazla olmayan Amor, Belçikalı gök bilimci Delporte tarafından keşfedilmiştir. Dünya'ya 16.000.000 km kadar yaklaşan bu asteroit, yörüngesinin çizilmesine olanak verecek kadar uzun süre incele-

nebilmiştir. Dolanım süresi 975 gündür. Güneş etrafında göremediğimiz iki tur attıktan sonra 1940 yılında tekrar bulunmuştur. O zamandan beri de hiç kaybedilmemiştir.

Amor'un rekortmenlik saltanatı çok kısa sürmüştü. Gözlemlerini Heidelberg'te yürüten Reinmuth, 1932 yılında, bize 11.00.000 km kadar yaklaşan Apollo'yu keşfetmiştir. Bu asteroit günberi noktasındayken, Venüs'ün yörüngesi içine girer. Teorik olarak Güneş ile aramızdan geçiş yapabilecek olan bu küçük gezegeni, geçiş sırasında izlememiz mümkün olamayacaktır, çünkü çapı bir buçuk kilometre kadardır! 1936 yılında Delporte tarafından keşfedilen Adonis 2.000.000 km uzağımızdan geçip gitmiştir. Bir sonraki yıl Reinmuth, Dünya'yı tam anlamıyla sıyıran Hermes'i bulmuştur. Adonis'ten bile küçük olan Hermes bize 780.000 km kadar yaklaşmıştır ki, bu değer Ay ile aramızdaki mesafenin yaklaşık iki katıdır. Bu haber Ocak 1938'de açıklandığında, basın konuya aşırı bir ilgi gösterdi. 10 Ocak tarihli gazetelerin başlıkları oldukça heyecan yarattı. *Dünya Felaketten 5 Saat Farkla Kurtuldu* ve *Bilim Adamları Dünya'nın Üzerine Doğru Gelen Gezegeni Seyrettiler* bunlara örnek olarak verilebilir. Aslında Hermes herhangi bir tehlike içermiyordu. Yazık ki onu o günden sonra gören olmadı. Böylece adı olan ama resmen bir numara verilmemiş tek asteroit olarak kaldı.

Geçtiğimiz birkaç yıl içinde asteroitlerin Dünya'ya yakın bir mesafeden geçmelerinin zannedildiğinden daha sık rastlanan bir durum olduğu bariz bir şekilde anlaşıldı. Eleanor Helin, Eugene Shoemaker ve Caroyln Shoemaker tarafından Amerika'da yürütülen düzenli bir araştırma sonucunda bu tip düzinelerce asteroit bulunduğu ortaya çıktı. Üstelik bunlara her yıl yenileri eklenmektedir. Bazıları oldukça büyük sayılabilecek bu asteroitlerden en büyüğü 1036 Ganymed'dir.* Aslında, çapı yaklaşık 40 km kadar olan Ganymed'in yörüngesi Dünya'nınkinin içinden geçmez.

*No. 1036 ile Jüpiter'in uydusu Ganymede'yi karıştırmayın sakın. Maalesef isimleri birbirine fazlasıyla benziyor.

Güneş sisteminin iç kısımlarına kadar sokulan asteroitler, Amor, Apollo ve Aten olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar. Amor asteroitlerinin yörüngeleri Mars'ınkinin içinden geçer, ama Dünya'nınkinin içinden geçmez. Apollo asteroitleri ise Dünya'nın yörüngesi içinden geçerler; ancak Güneş'ten ortalama uzaklıkları bir gök biriminden fazladır. Aten asteroitleri de Dünya'nın yörüngesini keserler; ancak Güneş'ten ortalama uzaklıkları bir gök biriminden azdır. Bu da, Aten asteroitlerinin Güneş'in yakınında, Dünya'ya göre daha çok zaman geçirdikleri anlamına gelmektedir. Sayıları göreceli olarak azdır. Hepsi, gözlemlerini Palomar'da yürüten Eleanor Helin tarafından 1976 yılında keşfedilen bu asteroitlerin ilki 2062 Aten'dir. Sonra sırasıyla 2100 Ra-Shalom ve 2340 Hathor gelir. Hathor gerçek bir cücedir; çapı yaklaşık yarım kilometre kadardır. 1976 yılında bize en yakın olduğu anda, Dünya'ya Hermes'in 1937'de olduğundan birazcık daha uzaktı.

'Yaklaşma rekoru'nu şu anda elinde bulunduran asteroite henüz isim konulmamıştır. Geçici ismi 1991 BA olan bu asteroit, 18 Ocak 1991'de Dünya'nın 170.000 km gibi çok yakın bir uzaklığından geçmiştir. Bu mesafe, Dünya ile Ay arasındaki uzaklığın yarısından azdır. Ancak bu asteroitin çapı 900 metreden fazla olmadığından, Dünya üzerine düşseydi resmen bir gök taşı olarak kabul edilecekti. Ancak yine de meydana getireceği hasarın büyük olacağını da belirtmeliyim.

Ayrıca bir de asteroit olup olmadığı anlaşılamayan bir cisim bulunmuştur. 5 Aralık 1991'de J. V. Scotti tarafından fotoğraf çekimleriyle yürütülen alışılagelmiş bir araştırma sırasında keşfedilen bu cisim, Dünya'nın yaklaşık 460.000 km uzağından geçmiştir. Solukluğu, çapının en fazla 600 metre kadar olduğunu göstermektedir. Güneş sisteminin gerçek üyelerinden biri mi, yoksa uzun zamandır öyle dolaşan basit bir uzay enkazı mı olduğu konusunda bir fikir birliğine varılamamıştır.

Madem Dünya'ya yakın bir mesafeden geçen bu kadar çok sayıda asteroit var, onlardan birinin bize çarpma olasılığı ne

kadardır? Aslında bugün veya gelecekte bir gün böyle bir durumla karşılaşabileceğimize inanmamız için bütün şartlar mevcut. Büyük bir çarpma gerçekleşecek olursa üst atmosfere yükselen aşırı miktardaki toz, Dünya iklimini tamamıyla değiştirebilir. Daha önce de söz ettiğimiz gibi, 65.000.000 yıl önce dinazorların kayboluşlarının bu tür bir olayla ilgisi olduğu düşünülmektedir. O zamandan kalan kayaçların üzerinde çok miktarda iridyum elementine rastlanmıştır ki iridyum, gök taşlarının tipik özelliklerindendir. Ancak herşey, dinazorların birdenbire mi, yoksa bir milyon yıl gibi bir süre içinde aşamalı olarak mı yok oldukları sorusunun cevabında yatıyor. Üstelik geçmişte, Permiyen Dönem sonunda yaşanan gibi, daha genel soy tükenmeleri görüldüğü de olmuştur. Ancak bu katmanlarda benzer şekilde iridyuma rastlanmamıştır. Ben çarpma kuramına şüphe ile bakıyorum; ancak yine de ciddi bir biçimde incelenmeyi hak ettiğini de kabul ediyorum.

Dünya'ya çarpacağı kesin gibi görünen bir asteroitin yok edilmesi veya rotasının değiştirilmesi konusunda yapılan çalışmalar da vardır. Cismi parçalamak pek bir işe yaramaz; çünkü bu sefer de parçalardan bazıları bize çarpabilir. Ancak cismin üzerinde veya yakınında bir nükleer bomba patlatarak yörüngesini değiştirmek mantıklı bir seçenektir; böyle bir şeyi denemekte yarar vardır. Asıl sorun küçük asteroitlerin çok yakınımıza gelene kadar saptanamamasıdır. Bu durumda bize, harekete geçecek kadar zaman kalmayabilir. Sizi telaşlandırmak istemem ama, felaketle sonuçlanabilecek böyle bir çarpmanın gerçekleşme olasılığı olduğu aklınızın bir köşesinde bulunsun.

Bilinen asteroitlerden ikisi Güneş'e Merkür'den daha çok yaklaşmaktadır. Bunların ilki, 1566 Icarus'tur. 1949 yılında Walter Baade tarafından keşfedildiğinde Icarus, bizden 13.000.000 km uzaktaydı. Dünya'ya hiçbir zaman bu uzaklığın yarısından daha fazla yaklaşamaz; dolayısıyla gerçek bir 'Dünya sıyırıcı' olduğu söylenemez. Günberi noktasında Güneş'e 27.000.000 km kadar yaklaşır. Bu mesafe Merkür'ün

uzaklığına göre çok düşüktür. İcarus Güneş'e bu kadar yaklaştığı zamanlarda kıpkırmızı olmalıdır. Günöte noktasındayken Güneş ile arasındaki mesafe 294.000.000 kilometreye kadar çıkar. Mars'tan daha da uzağa giden asteroitin, bu konumundayken dondurucu biçimde soğuk olması beklenir. Dolanım süresi 409 gündür. Herhalde Güneş sistemindeki en rahatsız edici iklim İcarus'unkidir.

İcarus 1968 yazında ziyaretimize geldiğinde bir radar tarafından farkedildi. Neden Avusturalya olduğu bilinmiyor, ancak Avusturalya çıkışlı raporlar, gök bilimle ilgisi olmayan kesim üzerinde büyük huzursuzluk yarattı. Hatta gazeteler insanları yaklaşan çarpma tehlikesine karşı uyardılar. Bu raporlar başta resmen yalanlanmadılar, çünkü gök bilimciler onları ciddiye almamış ve böyle birşeye gerek duymamışlardı. Ancak daha bir açıklama yapılmamışken, Avam Kamarası'nda konuyla ilgili bir soru gündeme geldi!

Bu asteroite İcarus ismi, yapay kanatlarıyla uçmayı başaran ancak Güneş'e fazla yaklaştığı için kanatlarını yapıştırdığı balmumunun erimesiyle zamansız bir şekilde ölen mitolojik gencin anısına verilmişti. Bu garip küçük gezegen bütün iç gezegenlerin yanından geçmektedir. Söz gelimi 1 Mayıs 1968'de Merkür'den 16.000.000 km kadar daha içerideydi.

"Güneş'i sıyırıp geçen" ikinci gezegen ise 1983 yılında keşfedilen 3200 Phaethon'dur. Yörüngesi İcarus'tan bile daha içerilere kadar uzanan bu asteroit, Güneş'e en çok 21.000.000 km kadar yaklaşır. Günöte noktasındayken ise 190.000.000 km kadar uzaklaştığı olur ki, bu da Dünya'nın yörüngesine göre oldukça dışarıdadır. Dolanım süresi 522 gündür. Ayrıca o da İcarus gibi ufaktır; çapı 5 km kadardır. Ancak Phaethon'u önemli yapan bir özelliği vardır. Phaethon'un yörüngesi, her yıl Aralık ayında gördüğümüz yıldız yağmurunun oluşmasına neden olan Geminid meteor akımının yörüngesine oldukça benzer.

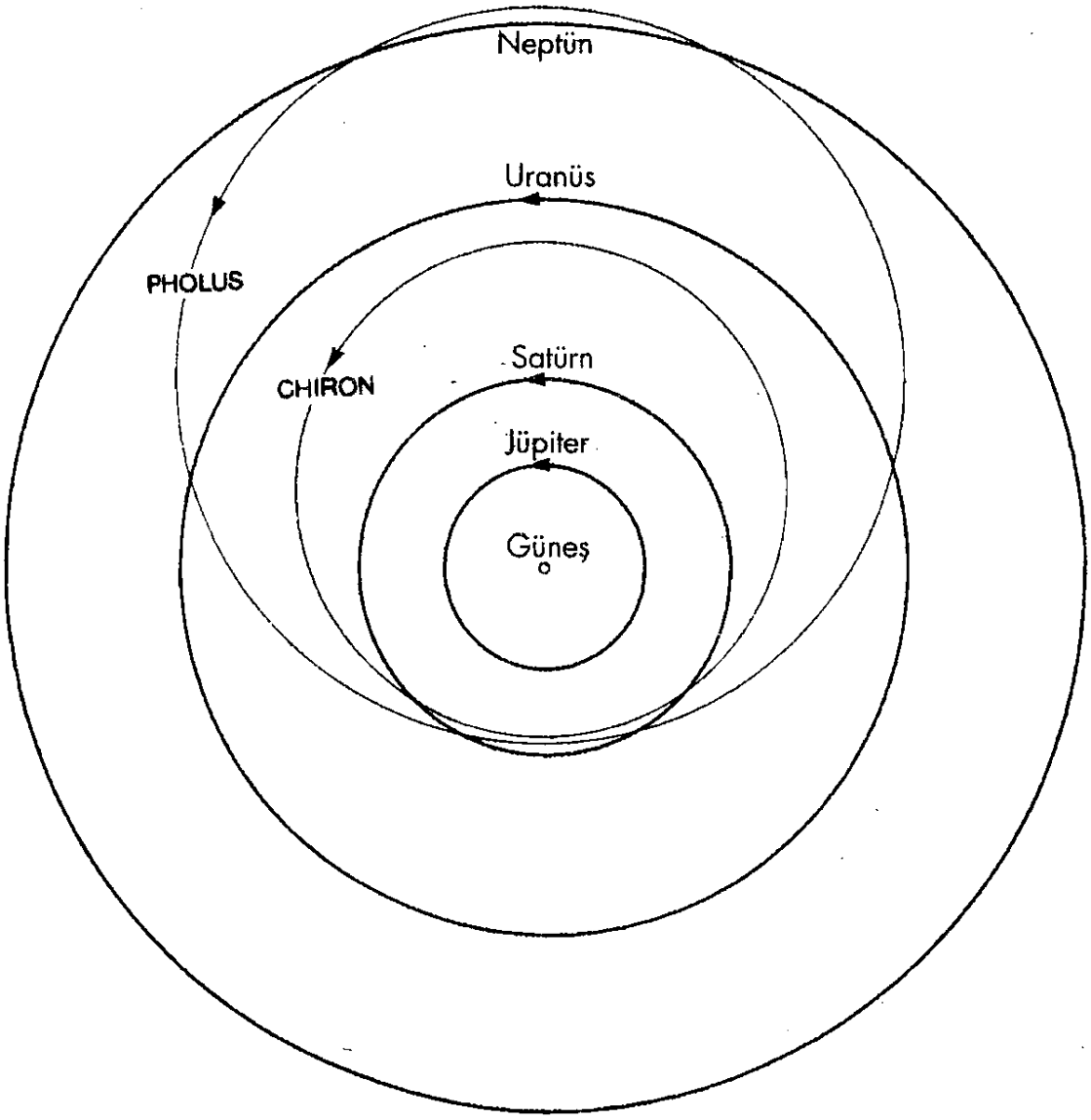
Meteorların kuyruklu yıldızlardan arta kalanlar oldukları uzun bir süredir bilinmektedir. Dolayısıyla Phaethon'un da

eskiden bir kuyruklu yıldız olduğunu ancak zaman içinde kuyruğunu kaybettiğini düşünebilir miyiz? Kuyruklu yıldızlar ile iç kısımlara kadar giren asteroitler arasında herhangi bir bağlantı bulunup bulunmadığı uzunca bir süre tartışıldı. Daha sonra, bu iki tip cismin aynı oldukları sonucuna varıldı. Bayan Helin tarafından 1979 yılında keşfedilen Asteroit 4025'in, 1949 yılından beri ortalarda görülmeyen Wilson-Harrington kuyruklu yıldızı olduğunun anlaşılması bu iddiayı destekledi. Bir zamanlar kuyruğu olan bu gök cismi şu anda kuyruksuzdur. Yani şu anda "Dünya'yı sıyırıp geçen" asteroitlerin hiç değilse bazılarının hareketsiz çekirdekleriyle ölü kuyruklu yıldızlar olduğu açıktır.

Uzun yıllar boyunca asteroit sürüsünün en uzağa giden üyesinin 1888 gibi eski bir tarihte keşfedilmiş olan 279 Thule olduğu düşünülmüştü. Bu asteroitin dairesel sayılabilecek bir yörüngesi vardır. Güneş'ten uzaklığı 630.000.000 km ile 639.000.000 km arasında değişmektedir; bir tam dolanımını 4,2 yılda tamamlar.

Thule yaklaşık 130 km olan çapı ile diğer asteroitlerle karşılaştırıldığında büyük sayılabilir. Daha sonra, çalışmalarını Heidelberg'te yürüten Max Wolf 1906 yılında 588 Achilles'i bulmuştur. Bu asteroitin Thule'den çok daha uzağa gittiği sonradan anlaşılmıştır. Jüpiter ile aynı yörüngede hareket eden Achilles, matematikçiler için Lagrange noktası açısından iyi bir örnek oluşturmaktadır.

Hatırlarsanız Lagrange noktalarından, Ay ile aynı yörünge üzerinde bulundukları iddia edilen 'Kordylewski bulutları'nı anlatırken bahsetmiştim. 1772 gibi oldukça eski bir tarihte, ünlü Fransız matematikçi Joseph Lagrange, 'üç cisim problemi' olarak adlandırdığı özel duruma dikkat çekmişti. Bu durum büyük bir gezegen ile küçük bir asteroitin, Güneş etrafında, aynı düzlem üzerinde, dairesel yörüngelerde ve aynı dolanım süresinde dönmeleri durumunda ortaya çıkar. Lagrange, cisimler arasında 60 derecelik bir uzaklık varsa, cisimler arasındaki uzaklık hep 60 derece kalır, demektedir. Achilles'in konumu da tam olarak böyleydi. Sonradan benzer



Chiron'un ve Pholus'un yörüngeleri.

başka asteroitler de bulundu. Yunanistan-Troya savaşının kahramanlarının isimleri verilen bu asteroitler bugün Troyalılar olarak bilinmektedir. Otuzdan fazlasının tespit edildiği Troyalıların, çapları 150 kilometreden büyük olanları bile vardır; ancak çok uzak olduklarından soluk görünürler.

Troyalılar, Jüpiter'in tam 60 derece arkasında veya tam 60 derece önünde değillerdir. Bunun nedeni yörüngelerin eliptik olmasıdır; ayrıca, Satürn'ün yol açtığı tedirginlik gibi, gözönüne alınması gereken başka bazı etkenler de vardır. Bir örnek verecek olursak, 1437 Diomedes'in, Lagrange noktasına göre 24 ile

40 derece kadar yer değiştirdiği olur (Bir de 1990 MB olarak bilinen, 1990 yılında Arizona Kitt Peak'teki gök bilimcilerin keşfettiği bir 'Mars Troyalısı' da vardır. Henüz bilmediğimiz başkalarının olduğu da çok açık).

Walter Baade tarafından 1920 yılında keşfedilen 944 Hidalgo, bir Troyalı değildir ama ondört yılda tamamladığı yörüngesi onu Güneş sisteminin iç kısımlarından Jüpiter'in çok arkasında sayılabilecek bir noktaya kadar götürür. Daha da uç bir örnek olarak, 1992'de keşfedilen 5145 Pholus verilebilir. Güneş'ten uzaklığı 1.350.000.000 km ile 4.790.000.000 km arasında değişen Pholus'un yörüngesi Satürn'ün, Uranüs'ün ve Neptün'ün yörüngelerini keser. Dolanım süresi 93 yıldır. Ayrıca yörüngesinin eğikliği 25 derece kadar olduğundan Pholus, tutulum dairesinden oldukça uzağa gidebilir. Kırmızımsı bir görüntüsü olan Pholus'un yüzeyinin organik malzeme ile kaplı olduğu yönünde iddialar vardır. Çapı 250 km kadardır ki, bu rakam gök bilimi ölçütlerine göre büyük sayılır.

Ancak 1992 yılında, David Jewitt ve Jane Luu tarafından bulunan 1992 QB1, Pholus'u bile geçer. Keşfedildiğinde Neptün'ün arkasında olan bu asteroitin izlediği yörünge onu Güneş'ten en çok 6.640.000.000 km uzağa götürür. Bu, Neptün'ün uzaklığından biraz fazladır. Günberi noktasında ise Güneş'e en fazla 5.930.000.000 km yaklaşır. Dolanım süresi 295,7 yıl olan asteroit, günberi noktasına 2023 yılında gelecektir. Bu asteroitin çapı da Pholus'unki gibi 250 km civarındadır. Jewitt ve Luu 1993 yılında benzer başka bir gök cismi daha bulmuşlardır. Geçici ismi 1993 FW olan bu asteroit de aynı büyüklüktedir ve Güneş'ten ortalama 6.300.000.000 km uzakta hareket eder.

Bildiklerimiz arasındaki en garip asteroit -asteroit olup olmadığı şüpheli ama- 1977 yılında Charles Kowal'ın Palomar'da yaptığı gözlemler sonucu keşfettiği 2060 Chiron'dur (Mitolojide Chiron, Jason'un ve diğer Argonotların öğretmeni olan insan başlı at vücutlu yaratıktır. Diğer uzak asteroitler de -söz gelimi Pholus- adlarını, yarı insan

yarı hayvan olan mitolojik kahramanlardan almışlardır). Chiron, zamanının neredeyse tamamına yakınını Satürn ile Uranüs'ün yörüngeleri arasında geçirir. Dolanım süresi 50 yıldır. Yörüngesinin sadece altıda birlik kısmı Satürn'ünkinin içindedir. Spektroskop ile yapılan gözlemler, yüzeyi tozlu ve taşlı olan Chiron'un yansıtma oranının düşük olduğunu göstermiştir. Ancak daha sonra 1988'de büyük bir sürpriz ile karşılaşılmıştır: Chiron parlamaya başlamıştır (Çok parlak değildir ama farkedilebilir bir değişiklik vardır). Daha sonra da görüntüsünde bir bulanıklaşma görülmüştür. 1995 yılında günberi noktasına gelecek olan Chiron'un, Güneş'e yaklaştığı için etkin hale gelen büyük bir kuyruklu yıldız olduğu yönünde iddialar öne sürülmüştür.

Bu kuram son derece caziptir, ancak Chiron bir kuyruklu yıldız için fazla büyüktür. Chiron'un çapı 150 kilometreden büyüktür; oysa Halley kuyruklu yıldızının çekirdeği bile 30 km kadardır. Chiron daha çok, Pholus veya son keşfedilen 1992 QB1 ve 1993 FW ile aynı yapıda uzak bir asteroit gibi görünüyor.

Uzak asteroitlerin, ana gezegenlerin oluştuğu bulutsudan arta kalan maddeler olma olasılığı oldukça yüksektir. Çoğunun yörüngesi kararsızdır. M.Ö. 1664 yılında Chiron, Satürn'e 16.000.000 km kadar yaklaşmıştır ki bu mesafe, Satürn ile en dışardaki uydusu Phoebe arasındaki uzaklıktan çok da fazla değildir. Chiron ile hemen hemen aynı büyüklükte olan ve doğudan batıya doğru hareket eden Phoebe'nin eski bir asteroit olma ihtimali çok yüksektir.

Kuyruklu yıldızların, Güneş'ten bir ışık yılı yani yaklaşık dokuz buçuk trilyon kilometre uzaklıkta dolanan buzsu cisimler kümesinden türediği gibi genel bir kanı vardır. Varlığını iddia eden ilk kişi Jan Oort olduğu için bu oluşum 'Oort Bulutu' olarak adlandırılır. Yakın sayılabilecek bir tarihte, daha içeride, Neptün'ün biraz arkasında da benzer bir küme (Kuiper Bulutu) olabileceği iddia edilmiştir. Bu doğruysa, uzak asteroitler de Kuiper Bulutu'nun bilinen ilk elemanları olarak kabul edilebilir.

Ana kuşak asteroitlerin dağılımına bakarak, birbirinden bağımsız bazı 'aile'ler olduğunu söyleyebiliriz. Bunlardan Flora ailesinin yüzelliden fazla 'ferdi' vardır. Ancak aileler arasında, içlerinde birkaç asteroit bulunan aralıklar bulunur. 1857 yılında Daniel Kirkwood tarafından öngörülen bu boşluklara onun anısına 'Kirkwood Aralıkları' denmektedir. Var oluşlarında herhangi bir esrarengiz taraf yoktur. Bu aralıklar, Jüpiter'in güçlü tedirgi etkisi ile ortaya çıkmaktadır. Aralıklardan birine bir asteroit girecek olursa Jüpiter onu yavaş yavaş dışarı çıkarır. Ayrıca, bu asteroit sürüsünün var olma nedeni Jüpiter'dir, de diyebiliriz. Güneş sisteminin bu kesiminde büyük bir gezegen oluşamamaktadır; çünkü Jüpiter büyümeye başlayan herhangi bir cismi parçalar. Sonuçta ortaya ufak cisimlerden oluşan bir sürü çıkar. Daha eski bir iddia ise asteroitlerin, felakete uğrayıp parçalanan büyük bir gezegenin veya gezegenlerin artıkları olduklarıdır. Bu iddianın hâlâ geçerliliğini koruduğunu söylemek pek doğru olmaz.

Neyse ki bugün, en azından bir ana kuşak asteroiti hakkında güvenilir bilgiler edinebilmiş olduğumuzu söyleyebiliriz. Bu asteroit, Jüpiter'e doğru yol almakta olan *Galileo* tarafından yakın plan fotoğrafları çekilen 951 Gaspra'dır. 13 Kasım 1991'de çekilen bu fotoğraflar, Gaspra'nın biçimsel olarak bir üçgene benzediğini (ezilmiş bir patatese de diyebiliriz) ve yüzeyinin koyu renkli, kayalık ve kraterli olduğunu gösterdi. Gaspra, 20 x 11 kilometrelik büyüklüğüyle Halley kuyruklu yıldızının çekirdeğine benzemektedir. Her haliyle, parçalanmış büyük bir gök cisminin bir parçası gibi durmaktadır. Herhalde geçmişte asteroit kuşağında çarpışmalar çok sık yaşanıyordu (Aslında bugün de öyle olması muhtemel). Ancak Gaspra'nın kuvvetli bir manyetik alana sahip olduğunu öğrenmemiz oldukça şaşırtıcı oldu.

Teleskopla bakıldığında asteroitler tıpkı yıldızlara benzerler. Onları sadece geceden geceye değişen konumları sayesinde ayırt edebiliriz. Gerekli teçhizata sahip bir

amatör gözlemcinin yapabileceği çok yararlı çalışmalar vardır. Söz gelimi, parlaklıklarının değişimini gösteren dikkatli ölçümler, bize dönme süreleri konusunda bazı ipuçları verir. Dönme süresi asteroitten asteroite büyük farklılık gösterir. Bu süre, İcarus için 2 saat 16 dakika iken, 288 Glauke için 1500 saattir. Bu iş için bir fotometre edinilmesi şart gibidir. Tabii etrafta karşılaştırma yapılabilecek uygun yıldızlar varsa, fotometresiz yapılan özenli ölçümler de yararlı olabilir. Yıldızların önünden geçen asteroitlerin izlenmesi daha da önemlidir; çünkü bu geçişin süresi asteroitlerin büyüklükleri ve şekilleri ile bağlantılıdır. Amatörler bu konuda da faydalı olabilirler, çünkü bu geçişlerin izleri genellikle kısa ve belirsiz olur. Ayrıca amatörlerin gözlem için en elverişli yerlere aletlerini taşıyabilmeleri de bir avantajdır.

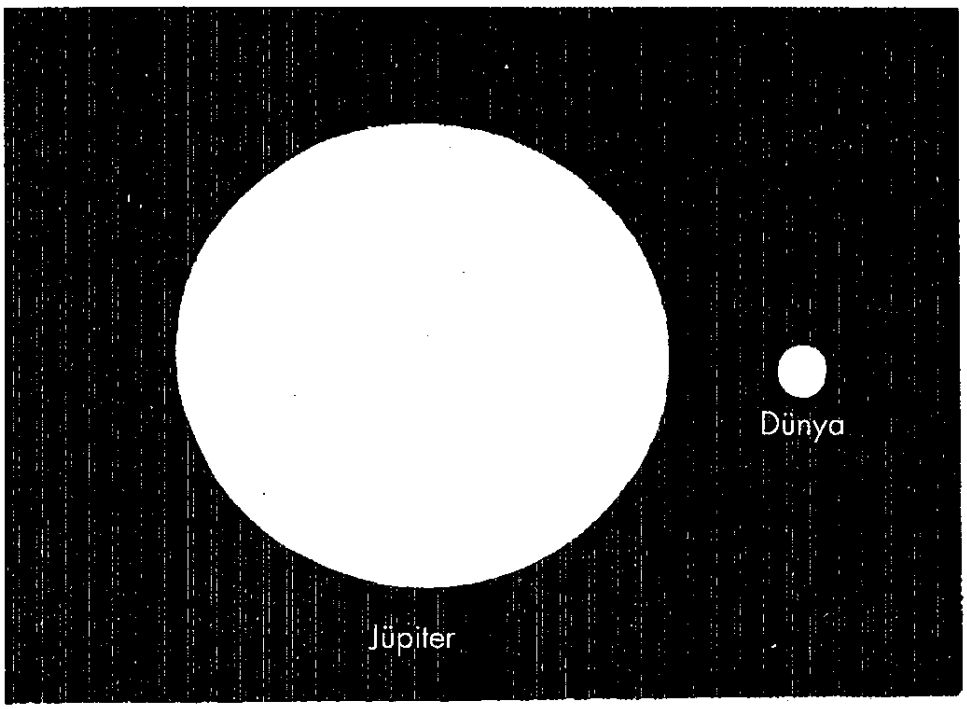
Asteroitler, Güneş ailesinin en ufak fertleridirler ancak bu onların önemsiz olduğunu göstermez. Günümüzde profesyonel veya amatör birçok gözlemci tarafından incelenmektedirler. Sanırım onları hor gören ve aşağılayan 'gökyüzü haşaratı' tanımı bugün çok az kişi tarafından kabul görmektedir.

XI. Bölüm

Jüpiter

Ana asteroit kuşağının arkasına geçtiğimizde karşımıza Güneş sisteminin devi Jüpiter çıkar. Etrafında dönmekte olduğu Güneş'ten ortalama uzaklığı 777.000.000 kilometredir. Bir 'yıl'ı bizimkinin yaklaşık oniki katıdır. Kendi etrafında döndüğü eksen, yörünge düzlemine göre dik olduğundan mevsim farklılıkları görülmez. Ama zaten Jüpiter gibi bir dünyada mevsim olmasının da bir anlamı yoktur.

Yörüngesel hızı Dünya'nınkinin yarısından azdır. Kavuşum dönemi 399 gündür; bu da Jüpiter'in her yıl karşı-konuma geldiği anlamına gelir. Ayrıca yılın birçok ayında gözlem için uygun durumdadır. Onu sadece Venüs -çok nadir olarak da Mars- gölgede bırakabilir.



Jüpiter ile Dünya'nın karşılaştırmalı büyüklükleri.

Jüpiter parlaklığını esas olarak büyüklüğüne borçludur. Çapı ekvatordan ölçüldüğünde 143.000 km kadardır. Ancak kutuplar arası çapı daha küçüktür, çünkü herhangi bir teleskopla da görülebileceği gibi bir küre olarak oldukça basıktır. Bu durum gezegenin kendi ekseni etrafında dönme hızı çok yüksek olduğu için ortaya çıkar. Jüpiter'de bir 'gün' Güneş sistemindeki diğer bütün gezegenlerin günlerinden kısadır. Ekvatorda bir gün 9 saat 50 1/2 dakikadır; yani ekvatordaki parçacıklar saatte 45 kilometrelik bir hızla dönmektedirler. Ekvator bölgesinden uzaklaşıldığında dönme süresi beş dakika uzar. Boylamsal olarak farklı yerlerde bulunan yüzey şekillerinin her birinin de kendilerine has dönme süreleri vardır.

Jüpiter kelimenin tam anlamıyla 'katı' değildir. Yüzeyinin yapısı gazlıdır; bizim gördüklerimiz de üst katmanlardaki bulutlardan başka birşey değildir. Toplam ağırlığı çok fazla değildir; Jüpiter, hacimsel olarak Dünya'dan 1300 kat büyüktür ancak Dünya'dan sadece 318 kat ağırdır. Böyle olduğu halde, Jüpiter'in hacmi Güneş sistemindeki diğer bütün gezegenlerin hacimlerinin toplamından büyüktür. Zaten, Güneş sistemi Güneş, Jüpiter ve çeşitli enkazlardan oluşur, diyenler de vardır!

Bizim gördüğümüz bulutlar gerçekten de çok soğuktur. Ancak çekirdek kısmının sıcaklığının 30.000 ile 50.000°C (54.000 ile 90.000°F) arasında değişiyor olduğu düşünülmektedir. Üstelik Jüpiter etrafa, sadece Güneş'ten aldığı enerjiyi yansıtıyor olması halinde yayması gerekenden 1,7 kat fazla enerji yaymaktadır. Acaba o kendi çapında bir 'küçük yıldız' olarak kabul edilebilir mi?

Bu bir zamanlar çok tutulan bir savdı. Yüz yıldan biraz daha uzun bir süre önce R. A. Proctor şöyle yazmıştı: "Jüpiter hâlâ kor halinde olan bir kütle. Baştan başa sıvı ile kaplı yüzeyi yoğun ateşin etkisiyle kaynıyor ve fokurduyor; bu durum da sürekli olarak büyük bulutların oluşmasına neden oluyor. Bulutlar, dev gezegenin hızlı dönüşünün etkisiyle kuşaklar şeklinde biraraya geliyorlar." Oldukça et-

kileyeci bir tasvir; ama bugün bir gezegen ile bir yıldız arasında farklılıklar olduğunu biliyoruz. Bu ayrımın en temel ölçütü hacme dayanır. Bu arada, ancak bin tane Jüpiter'in, hacmi Güneş kadar olan bir cisme karşılık geldiğini de belirteyim.

Özetleyecek olursak: Bir yıldız toz ile gazdan oluşur. Bu maddeler kütle çekim kuvvetinin etkisi ile biraraya toplanırlar. Parçacıklar büzülen bulutun merkezine doğru hareket ederlerken meydana gelen çarpışmalar, yoğunluğun ve sıcaklığın artmasına neden olur. Sıcaklık kritik bir değer olan 10.000.000°C'a (18.000.000°F) eriştiğinde çekirdek tepkimeleri oluşur ve yıldız parlamaya başlar. Bunun gerçekleşebilmesi için, yıldızın ilk halinin, Jüpiter'in bugünkü büyüklüğünden en az on kat daha iri olması gerekir. Dolayısıyla bu da, Jüpiter'in çekirdeğinin hiçbir zaman çekirdek tepkimelerini başlatabilecek kadar sıcak olamayacağı anlamına gelir. Son yıllarda, uzayın uzak bölgelerinde yıldız mı yoksa gezegen mi olduğu belli olmayan, ayrımın tam sınırında bulunan bazı gök cisimleri tespit ettik. Bu tür cisimlere -aslında biraz aldatıcı bir isim ama- 'Kahverengi Cüceler' adı verilmiştir. Onlardan daha sonra tekrar bahsedeceğim. Ancak Jüpiter, bir Kahverengi Cüce bile sayılamayacak kadar küçüktür.

Jüpiter'in çekirdeğindeki yüksek sıcaklığı açıklayan iki kuram vardır. Jüpiter yılda bir milimetre gibi bir hızla yavaş yavaş büzülüyor olabilir. Bu durumda ortaya çıkan fazla enerji, kütle çekimi ile bağlantılıdır. Ancak olan biten genellikle basit bir ısı yayılımı gibi görünüyor; demek istediğim, Güneş sistemini oluşturan bulutsudan şekillenmesinden bu yana geçen süre Jüpiter'e soğuması için yetmemiş.

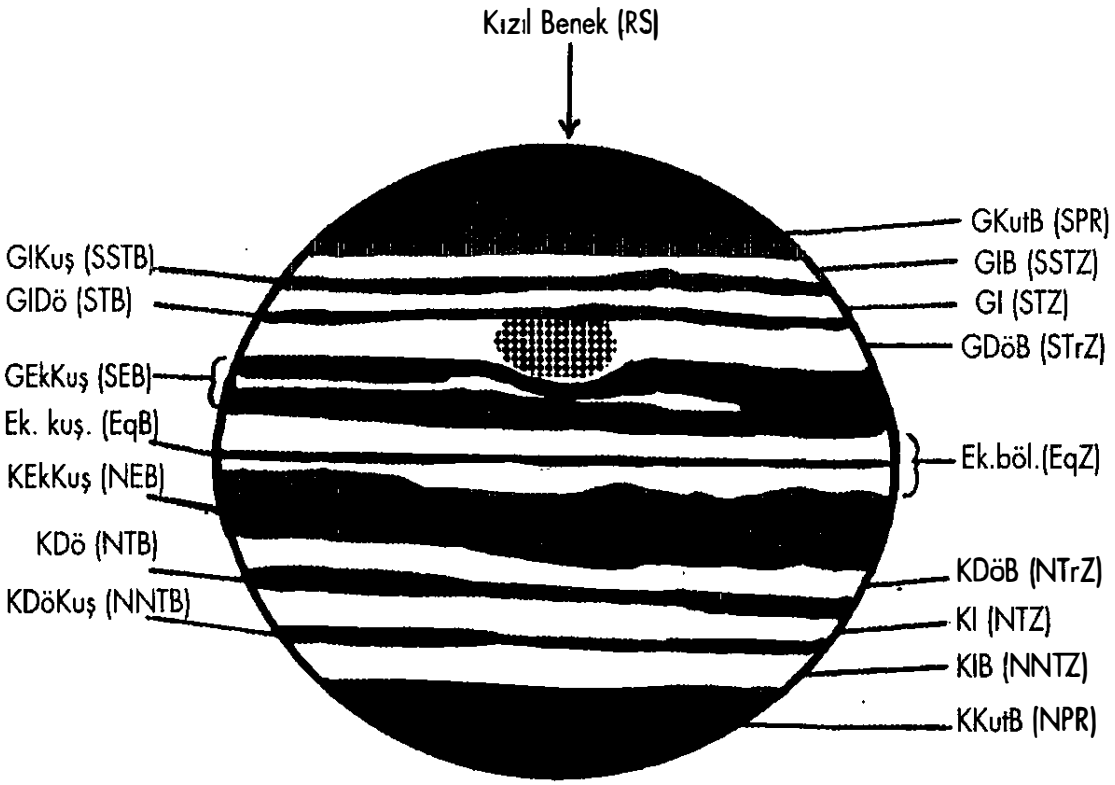
Teleskop ile Jüpiter'e baktığınızda, üzerinde koyu renk kuşaklar bulunan sarımtırak bir yuvarlak görürsünüz. Ayrıca parlak ara bölgeler ve sürekli hareket halinde olan leke, tutam veya zincir gibi görünen bazı şekiller vardır. Birkaç dakika bakacak olursanız, bu şekillerin gezegenin yuvarlağı üzerinde bir taraftan diğerine doğru yavaşça ilerlediğini gö-

rebilirsiniz. Bir şeklin bir kenardan diğerine taşınması altı saatten az sürer.

1930'larda spektroskop kullanılarak yapılan gözlemler, Jüpiter'in yapısını anlamak için gösterilen ilk çabadır. Güneş'te olduğu gibi Jüpiter'de de hidrojen ve helyumun bol miktarda bulunması bekleniyordu. Ancak bu gazlar, Jüpiter'deki koşullara benzer koşullar altında kendilerini göstermekten utandıkları için olacak ki saptayabildiğimiz ilk gazlar amonyak ve metan gibi bileşiklerdi. Amonyağın kimyasal formülü NH_4'tür; yani dört hidrojen atomunun bir nitrojen atomu ile birleşmesinden meydana gelir. Daha çok bataklık gazı adıyla bilinen metanın formülü ise CH_4'tür; açıkça görüldüğü gibi hidrojen ve karbondan oluşmaktadır (Madenciler, patlayıcı bir gaz olan metandan çok korkarlar). O zamandan beri daha kesin sonuçlar elde etmeyi başardık. Jüpiter'in atmosferinin yüzde 89'unu hidrojen oluşturur; geriye kalanın yüzde 11'i helyumdur; bu durumda diğer bütün elementler için sadece yüzde birlik bir kısım kalır. Peki ya iç kısımlarda ne var?

1932 yılında Rupert Wildt, üzeri kalın bir buz tabakasıyla kaplı katı bir çekirdek olduğunu iddia etti. Bu buz tabakasının üzerinde ise hidrojen bakımından zengin atmosfer vardı. W. R. Ramsey ise, çekirdeğin de hidrojenden oluştuğunu ancak bu hidrojenin basınç nedeniyle metalleştiğine inanıyordu. Ramsey'in kuramına göre çekirdeğin üzerinde normal katı hidrojenden oluşan kalın bir tabaka, onun üzerindeyse atmosfer vardı.

Ramsey'in kuramının bazı açılardan gerçeğe çok da ters düşmediği söylenebilir. Ancak bugün elimizde, sıcak ve demir silkatlı çekirdeğin sıvı hidrojenden oluşan kabuklarla çevrili olduğu yönünde güvenilir kanıtlar var. Bu kabukların altta kalanı metalik, üstteki ise bildiğimiz basit molekülü hidrojenden oluşuyor. Sıvı hidrojenin hemen üzerinde başlayan atmosfer yaklaşık 1000 km kalınlığında. İçinde birçok farklı bulut katmanı yer alıyor. Bunlardan biri su buzu kristallerinden oluşuyor. Hatta sıvı sudan oluşan bir kat-



Kullanılan kısaltmalar. K: Kuzey. G: Güney. I: Ilıman. Dö: Dönence. Ek: Ekvator. Kut: Kutup. B: Bölge. Kuş: Kuşak.

man bile olabilir. Yukarıya doğru çıkıldığında amonyak sirrusları olarak adlandırılan amonyak kristallerine rastlanıyor. Jüpiter üzerinde görülen canlı renklerin, bazı kimyasal ve fiziksel süreçlerin (söz gelimi yıldırımlar) aslında beyaz olan amonyak sirruslarını renklendirmesi sonucu ortaya çıktıkları düşünülüyor.

Gezegenin üzerinde en belirgin şekilde görülen yerler, ekvatora paralel olarak uzanan kuşaklardır. Hemen her zaman farkedilebilen bu kuşakların enlemleri de pek değişmez.

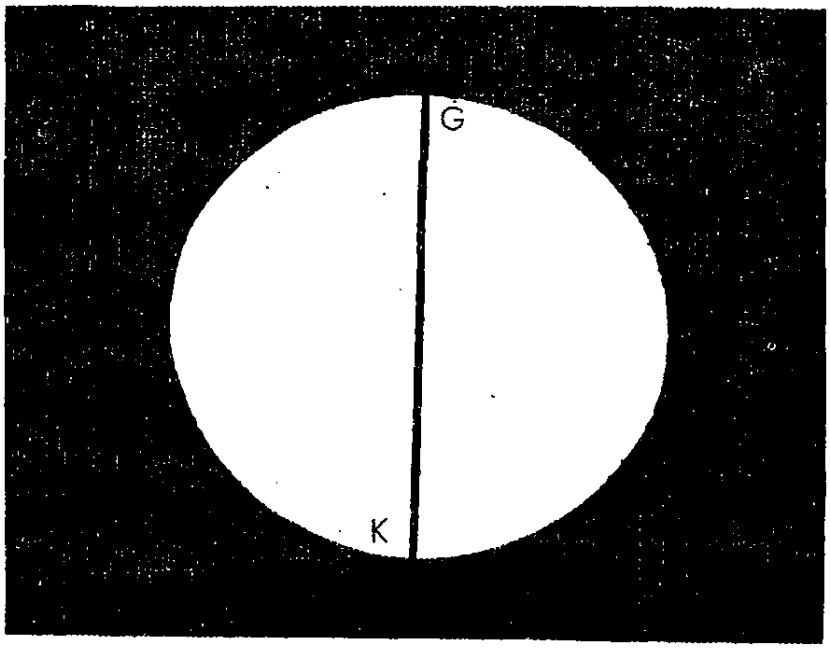
Jüpiter için kullanılan terminoloji çizim üzerinde gösterilmiştir. Bugün sıkı sıkıya uyulan bir kural olmasa da ben gök biliminde adet olduğu üzere güneyi yukarıda gösterdim.

Ana kuşaklar hep görünüyor olsalar da ne kalınlık ne de yoğunluk açısından sabit kalmazlar. Genellikle Kuzey Ekvator Kuşağı (*NEB*), en belirgin olan kuşaktır; ama 1985-86 yıllarında olduğu gibi Güney Ekvator Kuşağı'nın (*SEB*) daha baskın bir hal aldığı da olur. Ancak GEK (*SEB*) çok değişkendir. 1989 yılının Mayıs ve Haziran ayları civarında yani Jüpiter Güneş'in öbür tarafındayken GEkKuş tamamen kaybolmuş, ancak bir süre sonra tekrar oluşmuştur. 1992 yılının sonlarındaysa hem GEkKuş hem de Güney Ilıman Kuşağı (*STB*) belli belirsiz hale gelmiştir. Bana kalırsa en ilginç yıl 1962'dir. O yıl iki ekvator kuşağı birleşerek küre üzerinde geniş, krom sarısı bir kuşak oluşturmuşlardı.

Geçmişte, yeşil, mavi ve hatta mor gibi canlı renkler gördüklerini iddia eden birçok gözlemci olmuştur. Bu konuda tek söyleyebileceğim şey benim onları hiç görmediğimdir; zaten son otuz kırk yıl içinde bu tür kayıtlara giderek daha az rastlanır oldu. Bu ya gerçekten de bu tür renklerin artık pek görülmemesinden ya da eski gözlemcilerin soluk renkleri biraz abartmalarından böyle, tam bilemiyorum.

Bu şekiller enlemsel olarak fazla yer değiştirmez demiştim, ancak boylamsal olarak değiştirirler. Ayrıca her kuşağın dönme süresi diğerlerininkinden farklıdır. Birinci Sistem'in (Güney Ekvator Kuşağı'nın kuzey ucu ile Kuzey Ekvator Kuşağı'nın güney ucu arasında kalan bölge) dönüş süresi, gezegenin geri kalanının (İkinci Sistem) dönüş süresinden ortalama beş dakika daha kısadır. Yani bir başka deyişle ekvator boyunca daha hızlı hareket eden bir akım vardır. Yalnız bu bahsettiklerimiz normal oluşumlar için geçerlidir; Kızıl Benek gibi özel şekiller ise enlemsel olarak da yer değiştirirler.

Jüpiter üzerindeki özel oluşumların dönüş sürelerini hesaplamak zor değildir. Dönüş hızı son derece yüksek olduğundan, birkaç dakikalık bir gözlemle bile şekillerin soldan sağa doğru küre boyunca hareket ettikleri rahatça görülebi-



Jüpiter'in orta boylamı. Kürenin bariz basıklığı sayesinde yerini tespit etmek son derece kolay oluyor.

lir. Yapılması gereken şey, şeklin orta boylama art arda iki gelişi arasında geçen süreyi belirlemektir. Yukarıdaki çizim Jüpiter'in orta boylamını göstermektedir. Gezegenin yuvarlağı çok belirgin bir biçimde basık olduğu için orta boylamın yerini hiç zorlanmadan bulabiliyoruz. Yüzey şekillerinin geçiş süreleri ise bir dakikadan az bir yanılma payıyla ölçülebiliyor. Bir şeklin tam aynı yerden iki kere geçmesi arasında geçen zamanın gezegenin dönüş süresini vereceği çok açık. Ancak gerçek hayatta bir şeklin iki geçişini de görebilmek nadiren mümkün olur; çünkü bu on saatlik bir zaman demektir. Ben, Jüpiter uygun koşullar altındayken, yani kuzey yarım kürenin üzerinde ufuktan yukarıdayken, bunu başarmıştım. Ama pek kolay olmadığını söylemeliyim. Ancak, şekillerin geçişlerinin tam olmadığı dönüşlere de rastlanır.

160. ve 161. sayfalardaki tabloyu, 1951 yılından bugüne kadar yaptığım gözlemlerimi kullanarak oluşturdum. Diğer insanlardan daha iyi görebildiğimi iddia etmiyorum. Bunu özellikle belirtmemin nedeni gözlemlerin aynı kişi tarafından aynı araçlar kullanılarak yapıldığını yani neler olup bittiğini kabaca da olsa gösterebileceğini söylemekti.

İlginç etkinliklerin çoğu ekvatorun yakınında, güney dönencesinde ve güneydeki ılıman kuşak çevresinde yaşanır. Kutuplarda hareket daha azdır. Kuzey yarım küre ise güneye göre daha sakindir. Bu durum, Büyük Kızıl Benek olarak adlandırılan hayli iri oluşumun güneyde bulunmasıyla bağlantılı olabilir.

Benek, 1878 yılında çok bariz bir şekilde görünür hale geldi, ama daha önce de vardı. 1664 yılında Robert Hooke tarafından görülmüştü; Paris Gözlemevi'nin ilk müdürü Cassini de 1665 yılında onu çizmişti. Dolayısıyla daha önce de görülmüş olabilirdi. Ömrü az rastlanır biçimde uzun olan bu lekenin bir benzeri daha yoktur.

1878 yılında Benek, tuğla kırmızısı bir renk aldı. Yapılan ölçümlerle uzunluğunun 50.000 km, genişliğinin ise 11.000 km civarında olduğu anlaşıldı; bu, yüzey alanının Dünya'ya eşit olduğu anlamına gelmektedir. 1882'den sonra biraz soluklaştı; o zamandan beri ara sıra ortadan kaybolduğu da oldu. 1970'lerin ortasından 1980'lerin sonuna kadar bir görünüp bir kayboldu. Bulunduğu bölge Güney Ekvator Kuşağı'nda büyük bir 'körfez' olan Kızıl Benek Oyuğu olarak adlandırıldı. Beneğin rengi de oldukça değişkendir; 1990 ile 1993 arasında griydi; içinde kırmızıdan en ufak bir eser bile göremediğimi belirtmek isterim.

Jüpiter ile ilgilenmeye başladığım ilk günlerde, Jüpiter üzerinde Kızıl Benek'ten başka, Güney Dönence Paraziti (*STD*) olarak adlandırılan çok ilginç bir şekil daha vardı. İki beyaz nokta arasında koyu renkli bir bölge olarak görünen Parazit, Kızıl Benek ile aynı boylam üzerindeydi; ancak dönüş süresi birazcık daha kısaydı. Bu durum birkaç yılda bir Benek'i yakayıp geçmesi sonucunu doğuruyordu. Geçiş sırasında Parazit ile Benek arasında çeşitli etkileşimler meydana geliyordu. Söz gelimi Parazit hızlanıp ve Benek'i geçerken onu da binlerce kilometre boyunca çekiyor gibi görünüyordu. Parazit geçişini tamamladığında Benek tekrar eski konumuna dönüyordu. İlk olarak 1901 yılında görülen Parazit, 1940 yılından sonra gözlemlenememiştir. Sonsuza kadar ortadan kaybolmuş

gibi görünüyor. O zamandan beri geri döndüğü izlenimini veren bazı oluşumlara rastlandığı olmuştur (bunlardan birine 1967'de ben de şahit oldum); ancak sonradan, kısa sürede kaybolan bu şekillerin Parazit ile bir ilgisi olmadığı anlaşılmıştır.

Uzay Çağı'ndan önce Kızıl Benek'in yapısını açıklama amacıyla bazıları oldukça çılgın sayılabilecek birçok farklı kuram öne sürülmüştür. Söz gelimi, 1943 yılında E. Schönberg lekenin, bir volkan ağzı olduğunu iddia etmişti. Emin olunan tek şey lekenin sabit olmadığıydı. En çok tutulan kuram, Jüpiter üzerine yaptığı çalışmalarla dünya çapında ün kazanmış olan Bertrand Peek adlı amatör bir İngilize aitti. Lekenin, Jüpiter'in atmosferinin üst kısımlarında bulunan bir gök cismi olduğunu iddia eden Peek, görüntüsündeki değişimleri de seviyesindeki değişikliklere bağlıyordu. Cisim alçaldığında üzeri bulutlarla kaplanacak; bulut katmanının üstüne kadar yükseldiğinde ise tekrar görünür hale gelecekti. Yapılan hesaplamalar, seviye değişikliğinin 11 kilometreden daha fazla olmadığını gösteriyordu.

Peek, bu yükseliş ve alçalışın nedenini, ünlü tuzlu sudaki yumurta deneyi ile bir benzerlik kurarak açıkladı. Tuzlu su karışımı bardağın dibinde daha yoğunsa -ki genelde böyle olur- yumurta yoğunluğun belirlediği bir seviyede suyun içinde yüzer. Suya biraz daha tuz karıştırırsak, yani karışımın yoğunluğunu artırırsak, yumurta bardağın ağzına doğru yükselir. Dolayısıyla, Jüpiter'in atmosferinin Kızıl Benek'in bulunduğu kısmının yoğunluğunda az da olsa bir artış olursa, Benek yukarı doğru itilecektir.

Bu konuda başka bir kuram da Raymond Hide tarafından öne sürülmüştür. Hide, bulutların altında kalan Jüpiter'in yüzeyinde çeşitli yüzey şekilleri varsa, bunların kuvvetli rüzgârların (daha doğrusu kuvvetli akımların) oluşmasına neden olacağını söyler. Yüzeyde atmosferin etrafında dolaşabileceği bazı büyük oluşumlar mevcutsa -söz gelimi, bir dağbu şeklin tepesinde Taylor kolonu olarak adlandırılan hareketsiz bir gaz kolonu oluşacaktır. Bu durumda Kızıl Benek, kolonun üst kısmı olabilirdi.

JÜPİTER YÜZEYİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER, 1951-92 21 santim; 32 santim; 38 santim x 230-460 aynalı teleskoplar ile.
K= çok koyu. k= koyu. G= çok geniş. g= geniş. N= çok net. n= net. d= dar. b= belirsiz. y= yok. R= çok kırmızı. r= kırmızı. ç= çift.
KB= Kızıl Benek. KBO= Kızıl Benek Oyuğu. GEkKuş= Güney Ekvator Kuşağı. KEkKuş= Kuzey Ekvator Kuşağı. Gl= Güney Ilıman.
GDöKuş= Güney Dönence Kuşağı. KDöKuş= Kuzey Dönence Kuşağı.

YIL	KEkKuş	GEkKuş	KDöKuş	GDöKuş	KB	KB Boylamı	AÇIKLAMALAR
1951	NGk	db	d	NdK	y	-	KEkKuş hâkim.
1952	ngk	nd	d	Kd	y	-	KEkKuş hâkim.
1953	NGk	gk	d	db	y	-	GEkKuş canlanıyor.
1954	NGk	Gnç	b	db	y	-	Ek. kuş. bazen görünüyor.
1955	NGk	Ngk	b	b	y	-	GEkKuş bazen çift.
1956	NGK	Gkç	b	kd	y	-	GEkKuş bazen KEkKuş kadar net.
1957	NGK	db	gk	Ngk	N	-	GDK bazen net.
1958	NGK	nkd	db	Ngk	N	-	GEkKuş alanı hareketli.
1959	NGKç	Gkn	nk	gn	b	-	Ek. böl. bazen sarı.
1960	NGK	Nk	nk	Pkç	b	-	KB gri. Gl böl.çok parlak.
1961	NGK	Gnk	nk	kd	nr	327	Ek. böl. tozlu.
1962	Ek. kuş.birleşik	Ek.üzerinde	b	Nk	Nr	007	Ek. böl. krom sarısı; Ek. kuş. birleşik.
1963	NGk	Nkg	Gb	Nkg	Nr	015	Ek.böl.loş; Ek.kuş.bazen birleşik. Ek.böl.hareketli.
1964	NGk	NGk	b	Nkg	NR	019	Ek. kuş. o kadar geniş ki neredeyse birleşik.
1965	NGk	NGkç	gb	nkg	NR	024	Ek.kuş.karşılaştırılabilir.
1966	NgK	Ngç	ngç	ngç	br	026	GEkKuş çok değişken.
1967	NGK	Ngç	Ng	ng	Nr	028	KEkKuş çok hareketli.
1968	ngç	NGkç	gb	nkd	Nr	028	GEkKuş genellikle KEkKuş'tan daha net.

1969	NGk	Gnç	b	Gnk	NR	032	Ek. böl. krom sarısı; Ek. kuş. bazen görünüyor.
1970	NGk	db	gb	GNK	NR	026	GEkKuş soluk ve bazen de çift.
1971	NGK	Gnç	Nkç	NKd	NR	010	Ek.kuş.karşılaştırılabilir.
1972	NGk	NGk	kb	gkn	NR	003	Ek. böl. bazen sarı.
1973	NGK	NGkç	nk	Kdn	NR	003	GEkKuş genellikle KEkKuş'tan üstün.
1974	NGK	NGk	Ngk	ngk	NR	025	Ek.kuş.karşılaştırılabilir.
1975	gnk	gnk	Ngk	knd	NR	048	Ek.böl. loş; GEkKuş bazen çok aydınlık.
1976	NGK	ngkç	Ngk	nkd	y	-	GEkKuş geniş, genellikle çift bazen soluk.
1977	ngk	NGK	ngk	dnk	y	-	GEkKuş hâkim.
1978	Ngk	ngkç	nd	nkd	y	-	GEkKuş en az KEkKuş kadar geniş; ancak daha açık renkli.
1979	NGk	Ngkç	db	nd	y	-	KBO = 062. GEkKuş genellikle kahverengimsi.
1980	NGK	ngkç	gkd	knd	y	-	Ek. kuş. genellikle karşılaştırılabilir.
1981	Gng	kng	Gkn	dkn	b	-	KB, KBO içinde gri.
1982	ngk	NGK	g	db	y	-	GEkKuş, KEkKuş'tan daha belirgin.
1983	ngk	NGK	nd	db	y	-	SEB hâkim .
1984	nkd	NGk	gb	db	y	-	KBO 028'de.
1985	nKd	NGkç	gb	db	y	-	GEkKuş hâkim.
1986	nKd	NGK	db	dk	y	-	GEkKuş çoğunlukla KEkKuş'tan üstün.
1987	nKd	GNk	gkn	db	y	-	GEkKuş, KEkKuş'tan daha net; ancak daha açık renkli
1988	nkgç	NKgç	nkg	db	y	-	Ek.kuş.karşılaştırılabilir.
1989	ngkç	NGN=a	gnç	db	n	026	12 Nisan - 31 Temmuz arası GEkKuş kayboldu!
1990	NgK	a=NGç	nkd	gk	n	032	KB gri. Ek.Kuş.krom sarısı GEkKuş ortaya çıktı: Hâkim.
1991	NgK	gç	Nkç	db	n	033	KB gri. Ek.kuş. bazen sarı GEkKuş bazen soluk.
1992	NGk	gb	Ngk	db	n	036	KB gri. GEkKuş geniş ama açık renkli;daha sonra belirgin.
1993	NKd	b	NKg	b	n	040	KB gri. GEkKuş ve GI zar zor görülebiliyor.

Neyse ki uzay araştırmaları sayesinde bugün bu iki kuramın da yanlış olduğunu anlamış bulunuyoruz. Kızıl Benek aslında Jüpiter'in 'hava durumu'nun yol açtığı dev bir kasırga. Çok büyük olduğu için bu kadar uzun sürüyor; ancak sonsuza kadar sürmesi de imkânsız tabii ki. Neden bu renk olduğu ise hâlâ esrarını koruyor; ama fosforla bir bağlantısı olabilir.

1955'te ilginç bir gelişme yaşandı. Amerikalı B. F. Burke ve K. L. Franklin, Jüpiter'in yaydığı radyo dalgalarının dalga boylarının, bir metrenin on katları (dekametrik yayılım) ve on metrenin onarlı katları (desimetrik) şeklinde arttığını buldular. Bu beklenmedik keşif şans eseri bulunmuştu. Burke ve Franklin bu tür bir araştırma yapmıyorlardı; ancak ara sıra aldıkları radyo dalgalarının, hep Jüpiter, aletlerine göre belirli bir konumdayken ortaya çıktığını saptamışlardı. Radyo dalgalarının yapay olduğu gibi bir iddia hiç olmadı. Işık dalgaları ve radyo dalgaları, elektromanyetik olaylar sonucunda ortaya çıkarlar; aralarındaki tek temel fark dalgaboylarının uzunluğudur. Jüpiter'den yayılan dalgaların sırrı ilk başta çözülememişti. Dalgalar ile yüzey şekilleri arasında bir bağlantı kurulamamıştı (Bu, benim de katıldığım, oldukça uzun süren ve hem göze hem de radyo gözlem yöntemlerine dayalı olarak yürütülen bir çalışma sonucunda kanıtlanmıştı). Ancak, radyo dalgalarıyla, Jüpiter'in kendisine en yakın uydusu olan İo arasında bir ilişki var gibi görünüyordu. Bu da ikinci bir sürpriz oldu; çünkü o sırada henüz, İo'nun volkanik bir yapıya sahip olduğunu bilmiyorduk. Jüpiter'in çok büyük bir manyetik alanına ve yanı sıra Dünya'nın çevresindeki Van Allen kuşaklarına benzeyen ama onlardan çok daha güçlü olan ışınım bölgelerine sahip olduğu düşünülüyordu.

Dünya'dan yürütülen gözlemler sonucunda çok şey öğrenmiştik; ancak asıl ihtiyacımız olan şey, uzay araçlarının Jüpiter'in yakınından göndereceği bilgilerdi. Bunların ilki *Pioneer*'lardı. *Pioneer*'lardan No. 10, 1973 yılının Aralık ayında hedefinin yanından geçmişti; onu bir yıl sonra No. 11 izledi.

İkisi de görevlerini başarıyla yapmışlardı; ancak ilk iki *Voyager* onların başarısını gölgede bıraktı. 1977 yılında fırlatılan iki *Voyager*'dan ilki olan *Voyager 1,* 1979 yılının 5 Mart'ında, ikizi *Voyager 2* ise yine aynı yılın 9 Temmuz'unda Jüpiter'in yanından geçti. O zamandan beri iki sonda daha gönderildi. *Ulysses*, Güneş'in kutuplarını incelemek üzere yola çıkmıştı ama daha önce, Şubat 1992'de Jüpiter'in yakınlarından geçti. Adını Galileo'dan alan uzay aracı ise 1989 yılında fırlatıldı; ancak bu sondanın 1995 yılından önce Jüpiter'e varması mümkün değil.

Başı çeken *Pioneer 10,* yolculuğuna 2 Mart 1972'de Cape Canaveral'dan başlamıştı. Bir yıl dokuz ay sonra asteroit kuşağını sağ salim geçmeyi başararak Jüpiter'e 132.000 km kadar yaklaştı (Yolun asteroitlerin arasından geçen bölümü, *NASA*'da çalışan planlamacıları oldukça endişelendiriyordu; çünkü hiç kimse kaç tane küçük asteroitle karşılaşılabileceğini bilmiyordu ve uzay aracına futbol topu büyüklüğünde bir asteroitin çarpması bile bir facia demekti). Ayrıca Jüpiter'in ışınım bölgelerinin umulandan çok daha güçlü çıkması sonucu, *Pioneer 10*, öngörülmemiş bir tehlike altına girmişti. Araç bulutlara biraz daha yaklaşacak olursa içindeki aletler tamamen bozulacaktı. Neyse ki herşey yolunda gitti; araç tehlikeden kılpayı kurtularak bize Kızıl Benek'in, renkli alanların, kuşakların ve bölgelerin harikulâde fotoğraflarını gönderdi. Böylece Jüpiter'in, sürekli korkunç fırtınaların görüldüğü son derece zalim bir dünya olduğu doğrulanmış oldu. Ayrıca manyetik alanının da gerçekten çok güçlü olduğu anlaşılmıştı.

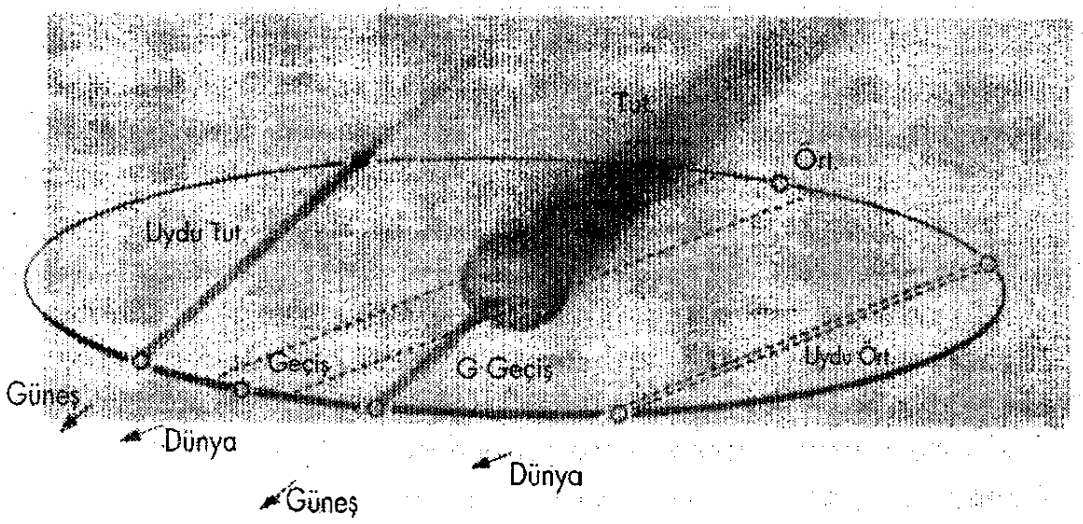
Kendinden bir öncekinin ikizi sayılabilecek olan *Pioneer 11*, Jüpiter'in yakınına ondan bir yıl kadar sonra vardı. *Pioneer 11*'in yörüngesi değiştirilmişti; bulutların üst kısmına 46.500 km kadar yaklaştı ve ışınım tehlikesinin en yüksek olduğu ekvator bölgesinin üzerinden hızla geçip gitti. Daha önce öğrendiklerimizi doğrulayan bilgiler yollayan aracın görevi henüz bitmemişti; çünkü hâlâ, Satürn ile 1979 yılında buluşmasına olanak verecek kadar gücü vardı. *Pione-*

er'lardan hiçbiri geri dönmeyecekti. Birkaç yıl sonra çok hızlı hareket eden bu araçların izini tamamen kaybetmiş olacağız.

Sadece birer öncü olan *Pioneer*'lar üzerinde daha fazla durmayacağım. Ayrıca 1979 yılında gezegene sırayla 350.005 ve 713.994 km (böylesine uzun bir yolculuğun sonundaki uzaklıkların bu kadar kesin sayılarla verilebilmesi son derece dikkat çekici) kadar yaklaşan *Voyager*'lardan çok daha fazla şey öğrendik. En büyük keşiflerden biri halka sisteminin keşfiydi. Jüpiter'in halkaları Satürn'ünkilere hiç benzemez; çok ince ve koyu renkli olduklarından onları Dünya'dan, teleskop kullanarak görmek imkânsızdır. Kızıl Benek'in yapısı anlaşılmıştı; ayrıca *Pioneer*'lar geçtiği zamandan o yana oldukça değişmiş olan yüzeyinin mükemmel fotoğrafları da çekilmişti. Kutup ışıklarına rastlanmıştı; üstelik gezegene neredeyse sürekli olarak yıldırım düştüğü ve şimşeklerin çaktığı saptanmıştı. Bu da Jüpiter'in fırtınalı bir dünya olmanın yanı sıra gürültülü de olduğunu gösteriyordu (Metan ve amonyak gazlarının varlığını da gözönüne alırsak üstüne bir de kokulu!).

Belki de *Voyager*'lar tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda yapılan en büyük keşif, Jüpiter'in manyetik alanıyla ilgiliydi. Bu manyetik alan çok güçlü olmasının yanı sıra son derece de genişti. Manyetosfer o kadar genişti ki Satürn'ü bile içine aldığı zamanlar oluyordu. Üstelik *Voyager*'lar Jüpiter'in manyetik alanı ile volkanik uydu İo arasında bir ilişki olduğunu da doğrulamışlardı.

Şu ana kadar, Jüpiter'e eşlik edenlerden çok az söz ettim; ancak özel olarak incelenmeye değecekleri kesin. Büyük olan dört tanesi o kadar iri ve parlaktır ki, onları herhangi bir teleskopla veya iyi bir dürbünle rahatça görebilirsiniz. Hatta, keskin gözlü insanlar çıplak gözle bile görebilirler. Galileo'nun 1610 yılının Ocak ayında ilkel teleskobunu kullanarak incelediği bu dörtlü, Galilei uyduları olarak bilinir. Ancak aslında, Galileo'dan çok kısa bir süre önce Marius adlı başka bir gözlemci tarafından keşfedilmiş de olabilirler. Onlara bugün kul-



Galilei uydularının tutulmaları ve geçişleri.

lanmakta olduğumuz isimlerin (İo, Europa, Ganymede ve Callisto) verilmesini öneren de yine Marius'tur. İo, Ay'ımızdan biraz büyük; Europa biraz küçük; Ganymede ile Callisto ise çok daha büyüktür. Ganymede'nin çapı Merkür'ünkinden büyüktür; ama ağırlık olarak ondan daha hafiftir.

Galilei uydularının hareketlerini geceden geceye izlemek çok kolaydır. Dolanım süreleri, 1 gün 19 saat (İo) ile 16 gün 18 saat (Callisto) arasında değişir. Jüpiter'in gölgesinin içinden geçip tutuldukları, gezegenin yuvarlağının arkasında kaldıkları olur. Güneş ile Jüpiter'in arasından geçerlerken, kendilerinin veya gölgelerinin gezegenin üzerinde yavaşça geçiş yaptığı görülebilir (Konumlarındaki değişiklik birkaç dakikalık bir sürede belli olur). Geçişler sırasında İo ve Europa, kenara yakın kısımlarda olmadıkları sürece genellikle zor görülür. Ancak yansıtma oranları onlara göre daha düşük olan Ganymede ve Callisto kendilerini gri noktalar olarak gösterirler. Gölgeler ise her zaman siyahtır. Ayrıca ikili olaylara rastlandığı da olur. Söz gelimi, İo ve Europa, Ganymede'nin gölgesine girebilirler veya ara sıra yaşandığı gibi, Europa'nın gölgesi İo'nun üzerine düşebilir. Bir uydunun diğerinin önüne geçtiği de görülebilir. Bu tür ikili olaylar bilimsel açıdan önemli değillerdir; ancak normal bir teleskop ile seyredildiğinde son derece hoş görünürler.

Galilei uydularının Jüpiter'in gölgesine girmeleri yani tutulmaları, Danimarkalı gök bilimci Ole Rømer'in 1675 yılında büyük bir keşif yapmasına olanak verdi. Rømer, hesaplanan tutulma zamanlarıyla, gözlemlenenlerin birbiriyle tutmadığını saptadı. Bunun nedeninin, ışığın belirli bir hızla hareket etmesi olduğunu anladı (Jüpiter'in bize her zaman aynı uzaklıkta olmadığını unutmayın). Yaptığı uzun hesaplamalar sonucunda Rømer ışık hızını, gerçek ışık hızına, yani saniyede 300.000 kilometreye, son derece yakın bir değer olarak buldu.

Voyager'lardan önce, Galilei uydularına Dünya'daki güçlü teleskoplarla bakıldığında yüzeylerinde birkaç bulanık gölgelik görüldüğü olmuştu; ancak şekiller hiçbir zaman ayrıntılı olarak görülememişti. *Voyager*'lar sayesinde, dört uydunun birbirine benzemediğini kanıtlayan mükemmel görüntüler elde etmiştik. Ganymede ile Callisto buzlu ve kraterli; Europa buzlu ama yumuşak yapılı; İo ise sülfür kaplı ve volkanikti.

İo gerçek bir şok yaratmıştı. Sülfür volkanlarından püsküren lavlar yüzeyin çok yukarılarına kadar çıkıyordu; dağlar neredeyse hiç durmadan patlıyorlardı. Lav akıntıları inanılmayacak kadar geniş alanlara yayılıyordu. Volkan ağızlarında 550°C (1000°F) gibi çok yüksek bir sıcaklık ölçülmüştü; ancak yüzeyin ortalama sıcaklığı -55°C (-100°F)'nin altındaydı. Püskürtülen maddelerin hızı da oldukça yüksekti. Bu açıdan İo'nun volkanlarının bizimkilerden çok daha 'sert' olduğu söylenebilir. Bunlardan başka yüzeyde, sıvı sülfürle dolu siyah göller vardı ve bu göllerin içinde, bizim aysbergleri hatırlatan, katı sülfür kütleleri yüzüyordu.

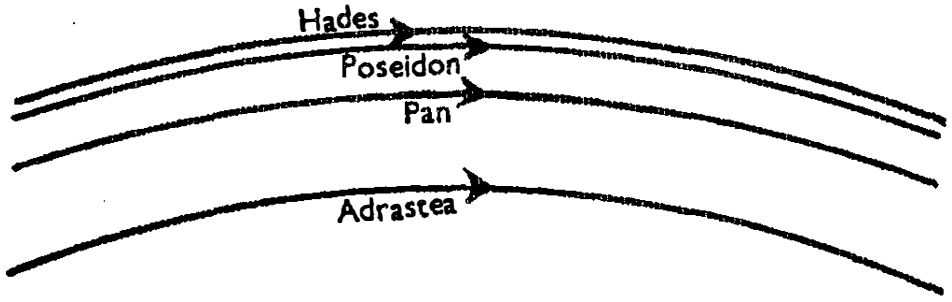
İo'nun kabuğu büyük bir olasılıkla, sadece üstten 800 metrelik kısmı katı olan, sülfür ve sülfür dioksitten oluşan beş altı kilometre derinliğinde bir 'deniz'di. Isı içeriden sülfür okyanusunun altından püsküren lav şeklinde dışarı atılıyordu. Sonuçta ortaya sülfür, sülfür dioksit gazı ve sülfür dioksit 'kar'ından oluşan bir karışım çıkıyordu. Aslında İo'daki bu oluşumlara, volkan değil 'gayzer' dememiz daha uygun olur.

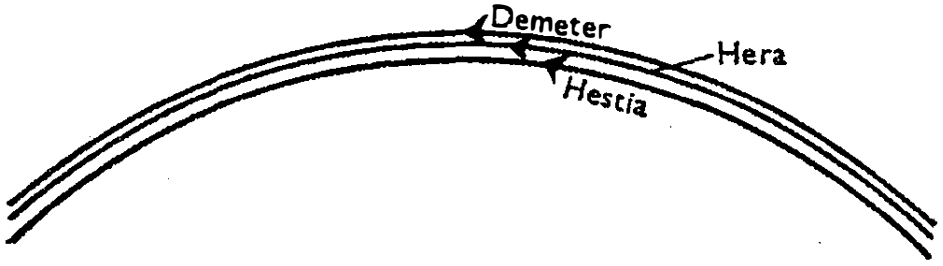
İç ısı, İo'nun Jüpiter etrafındaki yörüngesinin dairesel olmamasıyla ilgili olabilir. Yörüngenin dairesel olmaması ise İo'nun, hem Jüpiter'in hem de diğer Galilei uydularının kütlesel 'çekiş'lerine maruz kalmasıyla bağlantılıdır. Bu durum uydunun çalkalanmasına ve ısınmasına neden olur. İo volkanlarının püskürttüğü parçalar, Jüpiter tarafından yakalanır. Bu parçalar gezegenin etrafında İo'nun yörüngesini merkez alır bir biçimde bir boru gibi uzanırlar. Ayrıca İo ile Jüpiter'in arasında çok kuvvetli bir elektrik akımı vardır. Böylece sonunda İo'nun, Jüpiter'in radyo dalgaları üzerinde niçin bu kadar etkili olduğunu da anlayabildik.

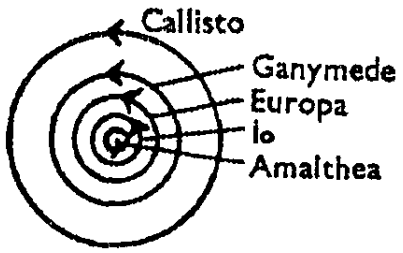
Kesin olan birşey var ki İo'ya hiç gitmeyeceğiz. Yüzeyinin hareketli oluşu, sürekli patlamalar görülmesi ve volkanların ağızlarından uzaklaştıkça dondurucu hale gelen sıcaklık gibi bahaneler yeterli; ayrıca İo'nun Jüpiter'in ışınım alanının en kalın olduğu bölgelerden birinde hareket ediyor olması da ayrı bir konu. Volkanların bazılarını uzaktan da olsa hâlâ izleyebiliyoruz; Hubble Uzay Teleskobu'nun bize gönderdiği fotoğraflar arasında varlar. Fotoğraflar *Voyager*'lardan gönderilenler kadar kaliteli değiller tabii, ama yine de ayırma gücünün yeterli sayılabileceğini söylemeliyim. Bu bile, Hubble Teleskobu'nun, hatalı aynasına rağmen bir başarısızlık olarak görülmemesi gerektiğini kanıtlıyor.

İo'dan pek de küçük olmayan ve Jüpiter'den uzaklığı İo'nunkinin iki katından az olan Europa'nın bu kadar hareketsiz oluşuna bir anlam vermek zordur. *Voyager*'ların gönderdiği fotoğraflarda görülen tek şekil buz üzerinde görülen çatlaklardı. Çatlak bir yumurta kabuğuna benzeyen bu görüntüsüyle Europa, bir haritacının korkulu rüyası sayılabilirdi. Buzdan kabuğun altında sıvı sudan meydana gelen bir okyanus bulunduğu ve bu okyanusta ilkel canlı türlerinin var olabileceği yönünde ciddi iddialar var. Ben bu iddia karşısında sadece, yanında büyükçe bir tas kozmik tuz rica ettiğimi söyleyebilirim.

Ganymede de buzdan bir kabukla kaplıdır; ama İo'dan farklı olarak üzerinde kraterler, ovalar ve oyuklar da vardır.







Jüpiter'in uydu ailesinin planı. Orantılı olarak yapılmış olan çizimde (Jüpiter'e İo'dan daha yakın olan küçük uyduların gösterilemeyeceği çok açık) en uzaktaki dörtlünün hareketlerinin ters yönde olduğu da gösterilmiş. Ancak şunu da belirtmeliyim ki Callisto'dan daha dışarıda olan uydular, Jüpiter'e o kadar uzaktırlar ki, ne yörüngeleri daireseldir, ne de dolanım süreleri sabittir.

Callisto'nun yüzeyinde o kadar çok krater vardır ki, yüzey seviyesi olarak kabul edilebilecek bir yer bulmak imkânsız gibidir. Hiç birinde atmosfer izine rastlanmamıştır. Göreceli olarak büyük olan Ganymede bile, bizim atmosferimizin yoğunluğunun bir katrilyonda birinden daha yoğun bir atmosfer tutamamaktadır.

Jüpiter'in bilinen oniki uydusu daha vardır. Bu uyduların hepsinin çapı 320 kilometreden küçüktür; dolayısıyla amatörlerin sahip olduğu normal teleskoplarla görülmeleri olanaksızdır. 1892 yılında E. E. Bernard tarafından keşfedilen Amalthea'nın şekli biçimsizdir. *Voyager*'ların gönderdiği fotoğraflarda, yüzeyinde krateler, oluklar ve dağ sıraları olduğu görülmüştür. Bir gözlemcinin sadece teleskop kullanarak keşfettiği son Jüpiter uydusu odur; ondan sonrakilerin keşfinde ya fotoğraf ya da uzay araçları kullanılmıştır. Metis, Adrastea, Amalthea ve Thebe Jüpiter'e Galilei uydularının hepsinden daha yakınlarken; Leda, Himalia, Lysithea, Elara, Ananke, Carme, Pasiphaë ve Sinope ise daha uzaktadırlar. Jüpiter'den uzaklıkları 20 ile 24 milyon km arasında değişen son dört uydu, doğudan batıya doğru hareket etmektedirler. Bu durum onların Jüpiter tarafından yakalanmış asteroitler olduğu konusunda şüpheye yer bırakmıyor. Jüpiter'den bu kadar uzakta olan bu uyduların yörüngeleri dairesel olmaktan çok uzaktır.

Jüpiter, amatör bir gözlemci için gözlemlenmeye değer gezegenlerden biridir denebilir. Dış yüzey sürekli değişmektedir; birazdan ne ile karşılaşılacağını kimse tahmin edemez. Eskilerin, bu Dev Gezegen'e Tanrıların Kralı'nın adını vermeleri son derece yerinde bir davranıştır doğrusu.

XII. Bölüm

Satürn

Eski zamanlarda bilinen en dış gezegene, Jüpiter'in babası Satürn'ün adı verilmişti. Jüpiter kadar parlak olmayan bu gezegenin renginin sarımtıraklığı ona sanki kurşundanmış gibi bir hava verir. Ayrıca yıldızlara göre çok yavaş hareket etmektedir; bu yüzden ona 'hain' sıfatını yakıştıranlar çıkmıştır. Ancak bir teleskop ile bakıldığında, hiç tartışmasız gökyüzündeki en güzel cisim odur.

Onu benzersiz yapan halkalarıdır. Bugün bütün devlerin halka sistemleri olduğunu biliyoruz; ancak hiçbiri Satürn'le yarışamaz. Bu halkalar, ilginin gezegenin kendisinden sapmasına neden olur. Zaten, yüzey şekillerinin etkileyici bir tarafı olmadığı da bir gerçek. Satürn temelde Jüpiter'e benzer; onun da bulut kuşakları ve lekeleri vardır, ancak gözlemlenebilecek etkinlik çok daha azdır.

Geçtiğimiz yüzyıl içinde bile, Jüpiter ile Satürn'ün birer minyatür yıldız olduğu fikri hâkimdi. R. A. Proctor'un 1882 yılında yazdığı, *Satürn ve Sistemi* (Saturn and its System) adlı kitabından alınan şu bölüme bir bakalım:

"Gezegenin yüzbinlerce kilometre kare genişliğindeki yüzeyi içsel güçler tarafından yarılmış olmalıdır. Aşağıdan çıkan kuvvetli su buharı çok yükseklere kadar fışkırarak ya gezegenin yüzeyini örten bulut katmanıyla birleşiyor ya da kendi bir bulut kümesi oluşturuyordur. Bu küme, aşırı büyüklüğü veya kendini oluşturan maddelerin etrafını çeviren diğer bulutlarınkinden farklı oluşuyla ayırt edilebilir. Böyle bir oluşum Jüpiter üzerinde, Fransa kadar büyük bir alanı kaplayabilirken; iş Satürn'e gelince alan, Rusya kadar olabilir ki bu da bizim en güçlü teleskobumuzla farkedebileceği-

miz bir büyüklüktür. Bu durumda, iki gezegen de görünürde sakin bir tavır sergilerlerken, aşağıda yani yüzeylerinde kargaşanın en büyüğü yaşanıyor olabilir. Hepsi Yorkshire büyüklüğünde binden fazla farklı bölge olsa, tüm yüzey o sakin halini bırakıp kaynayan metale benzer bir görüntü alabilir; ancak bu tür bölgelerin üzerinde oluşacak büyük bulut kütleleri, alttaki yüzeyin hareketliliğini kapatıyor olabilir. Bu durumda en güçlü teleskoplarımızla bile en ufak bir değişim belirtisi göremeyiz. Ve Satürn bu arada biz görmeden daha da çalkantılı bir hal alıyor olabilir."

Hiçbir şey gerçeğe bundan daha uzak olamaz; ancak Proctor'un, içinde bulunduğu koşullarda böyle bir tablo çizmesi de son derece normal. Satürn, Jüpiter'den oldukça küçüktür; çapı ekvatorda 120.500, kutuplarda ise 108.750 km kadardır. Güneş ile arasındaki mesafe de bayağı uzaktır. Güneş'ten ortalama uzaklığı 1.425.500.000 kilometredir; bu da Dünya'ya hiçbir zaman 1.200.000.000 kilometreden fazla yaklaşamayacağı anlamına gelmektedir. Dolanım hızı saniyede 9,6 kilometre; dolanım süresi ise 29½ yıldır. Bu Satürn'ün neden gökyüzünde yavaş hareket ediyor gibi göründüğünü açıklıyor. Kendi ekseni etrafında dönüş hızı yüksektir (10¼ saat); dolayısıyla bir Satürn 'yıl'ında, 25.000 'gün' vardır. Ayrıca dönüş hızı, gezegenin her yerinde eşit değildir; Jüpiter'de olduğu gibi, ekvatorda hızlı; kutup bölgelerinde ise daha yavaştır.

Satürn, Jüpiter dışındaki diğer gezegenlerin hepsinden çok daha büyüktür. Satürn'ün hacmi Dünya'nınkinin 700 katıdır; oysa yoğunluğu çok düşük olduğundan kütlesi sadece 95 kat daha fazladır. Aslında gezegenin tümünün yoğunluğu, sudan daha azdır. Demek istediğim, uygun bir okyanus bulup Satürn'ü içine bırakacak olsanız, yüzecektir. Kurtulma hızı yüksekken (35,4 km), yüzeyde kütle çekim kuvveti düşüktür. Kütle çekimi, sadece cismin kütlesine bağlı değildir; cismin büyüklüğü de önemli bir faktördür. Eşit kütleli iki cisim düşünelim; küçük ve dolayısıyla daha yoğun olanın yüzey çekimi daha güçlü olacaktır. Bunun nedeni, onun

üzerinde duracak bir gözlemcinin, kürenin merkezine daha yakın olacak olmasıdır. Gazlı yüzeyinde birinin dikilebileceği düşünülemez ama böyle birşey mümkün olsaydı, Dünya üzerinde 90 kilo gelen bir kişinin ağırlığı Satürn'de 100 kilo kadar olacaktır. Güneş sisteminde bir Dünyalının kendini, rahatsız edecek kadar ağır hissedeceği tek gezegen Jüpiter'dir.

Satürn yapısal olarak Jüpiter'den pek de farklı değildir. Ancak çekirdeğindeki sıcaklık biraz daha düşüktür; bu değerin 15.000°C (27.000.000°F) kadar olduğu tahmin edilmektedir. Yapılan son teorik çalışmalar, çekirdeğin katı kısmının Dünya'dan daha büyük olduğunu göstermektedir. Çekirdeğin üzerinde sıvı metalik hidrojenden oluşan bir katman; onun üzerindeyse sıvı moleküler hidrojenden oluşan bir katman vardır. Sonra da sıra üst bulutlarını bizim de gördüğümüz atmosfere gelir. Bulutlardaki helyum oranı sadece yüzde 6 kadardır; gerisi de sizin de tahmin edebileceğiniz gibi esas olarak hidrojendir. Satürn, Güneş'e Jüpiter'den çok daha uzak olduğundan, üst bulutlarının Jüpiter'inkilerden daha soğuk olması beklenir; nitekim öyledir de. Buradaki sıcaklığın -180°C yani -240°F kadar olduğu sanılmaktadır. Üst atmosferdeki amonyağın büyük bir kısmı donmuş haldedir. Ayrıca yapılan spektroskobik gözlemlerde donmuş metana da rastlanmıştır ki, metan kolay donan bir gaz değildir.

Gezegenin üzerinde birşeyler görmek istiyorsak, iyi sayılabilecek bir teleskop kullanmamız gerekir. Satürn'ün, Jüpiter'in sakin zamanlarını hatırlatan bir görüntüsü vardır; ancak sonuç itibarıyla Satürn daha iyi huyludur. Kuşaklar yuvarlak hatlıdır; ekvator bölgesi genellikle parlak krem renklidir; Jüpiter'in Kızıl Benek'iyle karşılaştırılabilecek herhangi bir oluşum da yoktur. Kutuplar genellikle loştur ve hiçbir yerinde canlı renklere rastlanmaz.

Satürn de Jüpiter gibi etrafa Güneş'ten almış olabileceğinden daha çok enerji yayar. Ancak Jüpiter'e göre küçük olan Satürn'ün oluşumundan bugüne soğumak için yeterli zamanı

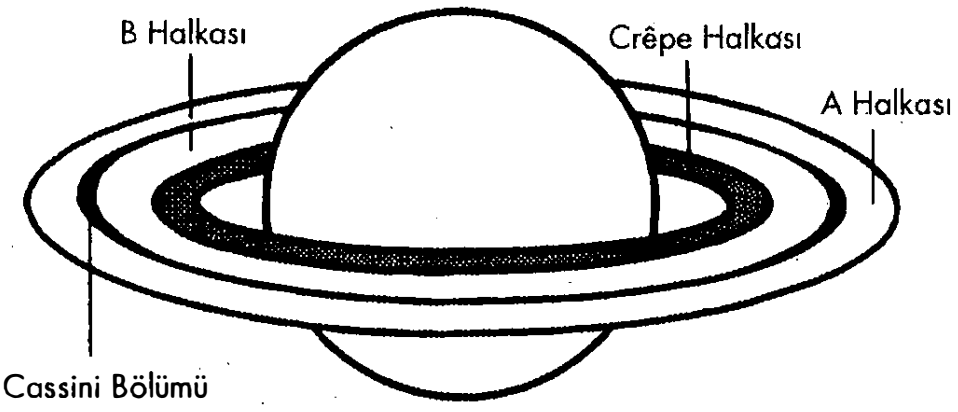
olmuştur; dolayısıyla bu, Jüpiter'inkinden farklı bir nedene dayanıyor olabilir. En çok kabul gören görüş, sıcaklığın sıvı helyum damlacıklarının daha az yoğun hidrojenin içinden geçerek aşağıya, çekirdeğe doğru hareket etmeleri sonucu, çekimsel olarak oluştuğudur. Bu açıklama tatminkâr değil; ancak bugüne kadar daha iyisini yapan da çıkmadı.

Büyük patlamalar nadiren görülür; ancak ekvator bölgesi civarında ara sıra beyaz beneklere rastlandığı olur. Bunlardan ilk kayda geçeni 1876 yılındakidir; 1903'te bir tane daha görülmüştür. Bir sonraki olan 1933'teki öncekilerden çok daha etkileyiciydi. Bu beneği, o yılın Ağustos ayında keşfeden kişi, amatör bir gözlemci olan W. T. Hay'di; bu İngiliz, bugün sahne ve sinema komedyeni olarak hatırlanan ünlü Will Hay'den başkası değildir. Kısa süre içinde net bir şekilde görülebilir hale gelen beneği ben de çok iyi hatırlıyorum. O sırada henüz on yaşındaydım; tüm harçlığımı ve yılbaşlarında ve yaş günlerimde bana verilen paraları uzun bir süre boyunca biriktirerek almayı başardığım 8 santimlik mercekli teleskobumla gurur duyuyordum (O teleskobun fiyatı 7.10 £'di; hâlâ saklıyorum ve hâlâ da kullanıyorum). Beyaz benek yavaş yavaş uzadı; üzerinde bulunduğu alanın rengi ise koyulaştı. Baş tarafı belirsizleşirken, arka tarafı keskin hatlı bir şekil aldı. Kraliyet Gök Bilimcisi Sir Harold Spencer Jones, bu durumu "gördüğümüz yüzeyin altında meydana gelen bir volkanik patlama sonucu püsküren bir miktar madde, kendinden daha hızlı hareket eden bir hava akımıyla karşılaştı; onlar akım ile ileri taşınırlarken, sonradan püskürmeye devam eden maddeler de arka ucu oluşturdular." diye açıklamıştı. Leke zamanla soluklaştı; birkaç ay sonra da gezegenin çevresinde uzanan parlak bir alandan başka birşey değildi; sonra da tamamen kayboldu.

1960'ta görülen beyaz benek önceki kadar çarpıcı değildi; ancak gezegeni gözlemleyenler 1990 yılında çok zevkli anlar geçirdiler. Eylül ayının 25'inde, Amerikalı bir amatör olan Stuart Wilber, eskileriyle hemen hemen aynı boylamda yeni bir beneğin parladığını gördü. Daha sonra varlığı doğrulandı;

zaten görülmemesi gibi birşey söz konusu değildi. O sırada ben yurt dışında bir konferanstaydım; ancak bir hafta sonra döndüğümde, ilk işim 38 santimlik teleskobumu Satürn'e çevirmek oldu. Beyaz benek son derece bariz bir şekilde parlıyordu. Daha sonra yaşananlar, alışıldık sırayı izledi. Benek, güçlü ekvator rüzgârlarının etkisiyle birkaç gün içinde yayıldı ve 14.500 km uzunluğunda bir "bulut" görünümünü aldı. Ekim'in ortalarına gelindiğinde, tüm ekvator boyunca uzanan parlak bir bölge olarak görünüyordu. Parlaklığı gün be gün soldu; birkaç ay içinde yine herşey normale dönmüştü.

Burada ilginç bir durumla karşılaşıyoruz. Elimizde beyaz beneklerin 1876, 1903, 1933, 1960, 1990 yıllarında görüldüklerine dair kayıtlar var. Görünüşlerin arasında geçen süre, sırayla 27 yıl, 30 yıl, 27 yıl ve yine 30 yıl. Bu, Satürn'ün dolanım süresi olan 29½ yıla çok yakın. Rastlantı peşinde koşmaktan hep sakınmış biri olduğum halde, bana sanki ikisi arasında bir bağlantı varmış gibi geliyor. Bu durumda gözlemciler, 2020 yılı civarında bir beklenti içine girecekler. 97 yaşına kadar yaşamak herkese nasip olmadığı için ben bu beneği göremeyeceğim gibi görünüyor; ama hiç kuşkusuz diğer gözlemcilerin şansı benden daha yüksek. Benekler, Satürn'ün gördüğümüz yüzeyinin altında hüküm süren koşullar hakkında bilgi verici oldukları için önemliler. Ayrıca dönüş süresinin ölçülmesine de yardımcı oluyorlar.



Satürn'ün ana halkaları olan A ve B, birbirlerinden Cassini Bölümü ile ayrılırlar. En içte de Crêpe Halkası (C) yer alır.

Dolayısıyla yapılacak en akıllıca iş, göz alıcı halkalara fazla takılmamak ve kürenin kendisini sürekli gözetim altında tutmaktır. İyi aletlere sahip bir amatör de bu işi oldukça rahat bir şekilde kıvırabilir.

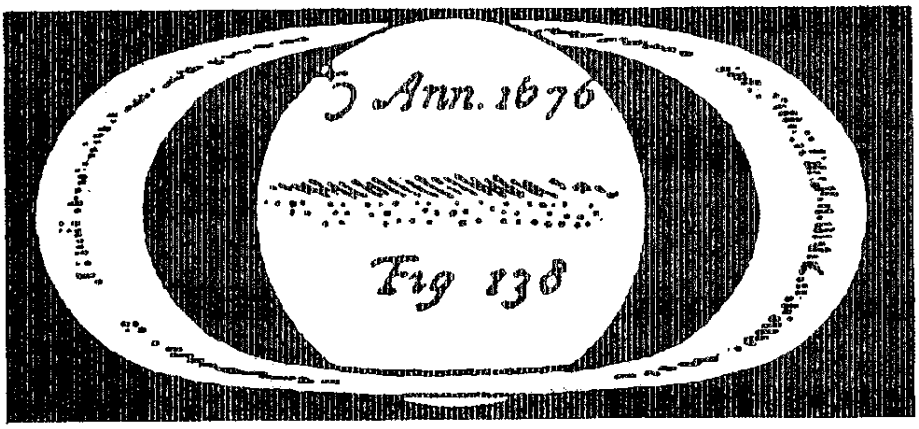
Ancak, Satürn'ü bu kadar görkemli yapan da halkalarıdır tabii ki. Küçük bir teleskop ile bile görülebilen halkalar, onyedinci yüzyıldan beri bilinmektedir. Ne olduklarını tam olarak anlayabilecek kadar net bir şekilde olmasa da, onları ilk gören Galileo'dur. Satürn'ü üçlü gezegen zanneden Galileo, birkaç yıl sonra gezegenin normal görünmesine ve yalnız oluşuna bir anlam verememiştir. Galileo hiç öğrenememiş olsa da, biz bugün bu sorunun cevabını bulmuş durumdayız.

Galileo gözlemeye başladıktan kısa bir süre sonra halka sistemi Dünya'ya göre yan durmaya başladı. Bu konumunda Galileo'nun ilkel teleskobuyla onu görmek imkânsızdı.

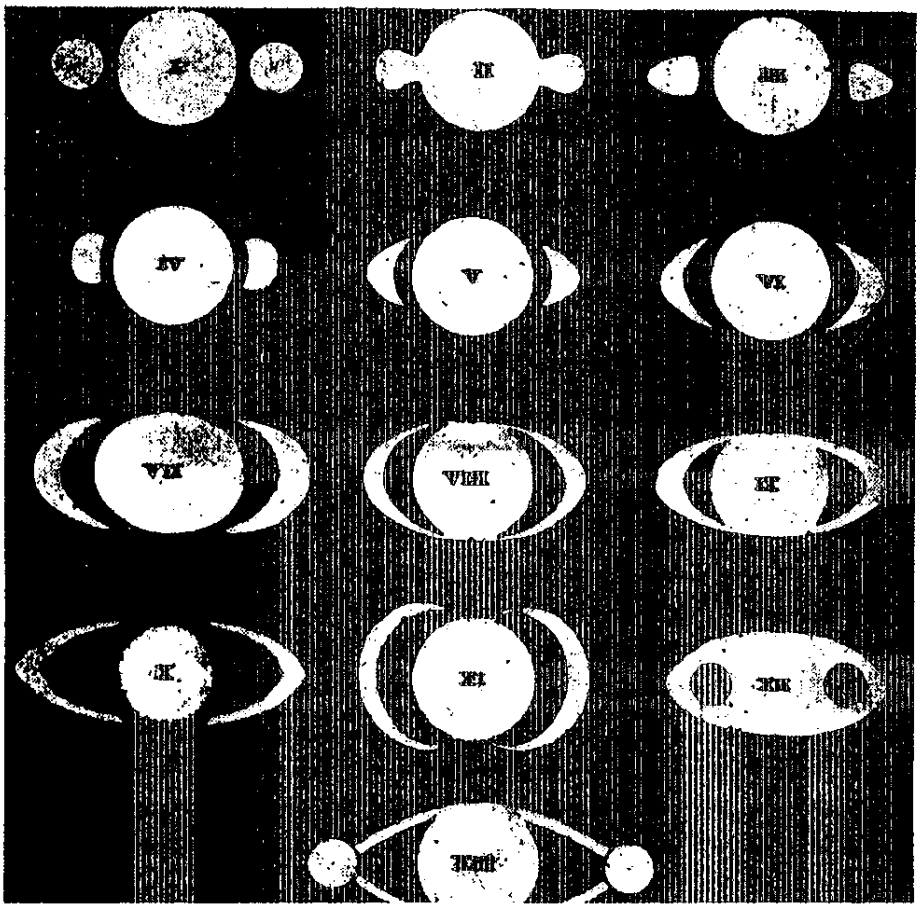
1659 yılında, büyük bir ihtimalle zamanının en iyi gözlemcisi olan Christiaan Huygens, ünlü anagramını* yayınladı. Bu anagramda, Satürn'ün çevresinde 'tutulum dairesi boyunca uzanan ve hiçbir yeri gezegenin kendisine değmeyen yassı bir halka' bulunduğu söyleniyordu. O ana kadar söyledikleri doğruydu; ancak kuramına, inanılmayacak kadar çok kişi karşı çıktı. Söz gelimi bir cizvit olan Fransız matematikçi Honoré Fabri, Satürn'ün garip görüntüsünün nedeninin, dört uydu olduğunu iddia ediyordu. Bu uydulardan ikisi, karanlık ve gezegene yakınken, diğer ikisi parlak ve gezegene uzaktı.

Huygens'in halkalarının bütün gök bilimcilerce kabulü yıllar aldı. Bu dönemde yapılan çizimlerden bazıları oldukça gariptir; ancak kullanılan teleskopların kalitesi düşünülürse, bu pek de anormal değil.

*Anagram şöyleydi: aaaaaaa ccccc d eeeee g h iiiiiii llll mm nnnnnnnnn oooo pp q rr s ttttt uuuuu. Bu harfleri kullanarak şu Latince cümle yazılabiliyordu: *Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato.* O günlerde keşiflerin anagram biçiminde açıklanması son derece sık görülen birşeydi; böylece ilk olma durumu da tespit edilebiliyordu. Galileo da Venüs'ün evrelerini saptadığı zaman bu yöntemi kullanmıştı.



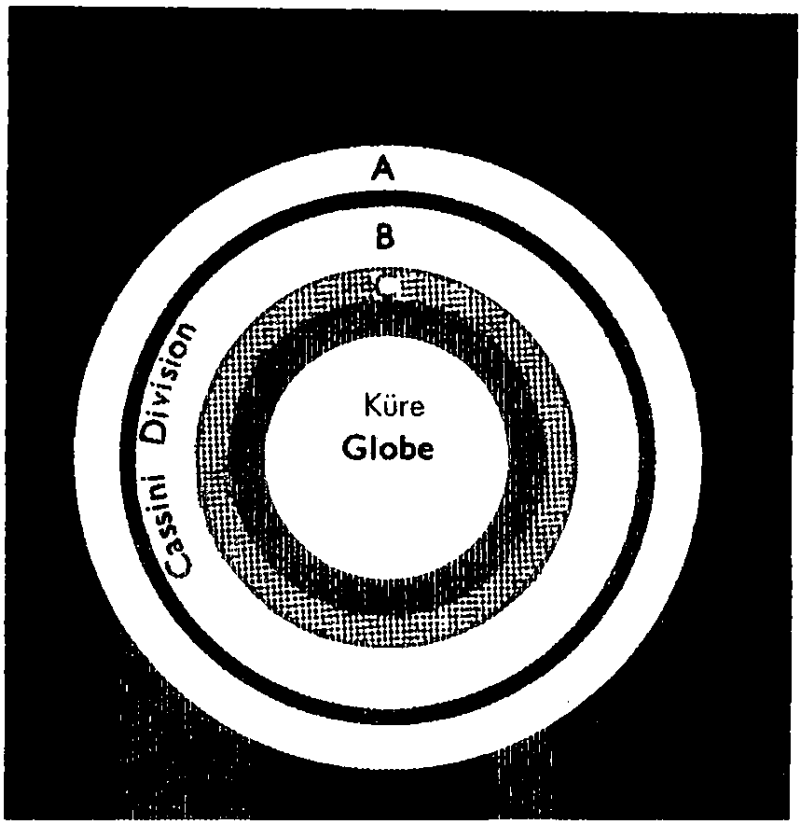
G. D. Cassini'ni 1676'da çizdiği Satürn resmi; Cassini Bölümü ilk kez bu resimde gösterilmiş.



1645'ten önce yapılan Satürn çizimleri. I. Galileo, 1610. II. Scheiner, 1614. III. Riccioli, 1643. IV.-VII. Hevelius, sonuncusu 1645. VIII.-IX. Fontana, 1644-1645. Bütün bu çizimler, Huygens'in, gezegenin garip görünmesinin nedeninin bir halka olduğunu keşfetmesinden önce yapılmıştır.

İkisi parlak biri loş olmak üzere üç ana halka vardır. En dıştaki parlak halka (A), 14.500 km genişliğindedir. İçeri doğru gidildiğinde, G. D. Cassini tarafından 1675 yılında keşfedilen ve bu nedenle Cassini Bölümü olarak anılan bir aralık gelir. Genişliği 4000 km kadar olan bu aralık, A halkasını, genişliği yaklaşık 25.700 km olan parlak B halkasından ayırır. Huygens'in tarif ettiği halka, A ve B halkalarının bir bileşimidir.

A ve B halkaları birbirlerine benzemezler. B daha parlaktır ve geçirgenliği daha azdır. Aradaki farkı kaliteli küçük bir teleskopla bile görebilirsiniz. Halka sistemi biraz olsun eğik olduğunda, 8 santimlik mercekli teleskobumla bile Cassini Bölümü'nü görmekte zorlanmam. A halkasının içinde de dar bir aralık vardır; J. F. Encke tarafından keşfedildiği için onun adı verilen bu aralığı görmek çok daha zordur. Özellikle halkaları yandan gördüğümüz zamanlarda (1990'lı yılların ortasında olduğu gibi) onu farketmek zorlaşır.



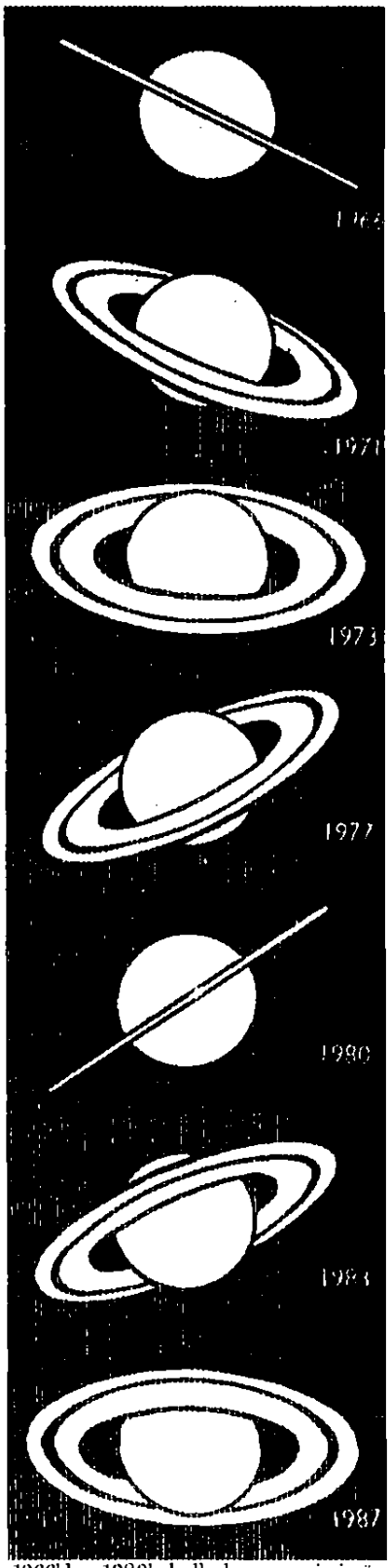
Ana halkaların (A, B, C) kuş bakışı görüntüsü.

B halkası ile gezegen arasında üçüncü bir halka vardır. C halkası, Crêpe Halkası ve Karanlık Halka adlarıyla da bilinir. Onu ilk olarak 1850 yılında birbirinden bağımsız iki gözlemci, Amerika'da W. Bond ve İngiltere'de W. R. Dawes, görmüştür. Rahat bir şekilde görülemeyen bu halka yarı geçirgendir. Genişliği ise 19.300 km kadardır.

Uzay Çağı'ndan çok önce, öncekiler kadar net görülemeyen başka halkalar görenler de çıkmıştı. Bunlardan Crêpe Halkası'ndan daha içeride olduğu iddia edilen halkaya D Halkası adı verilmiştir. Fransız gök bilimci G. Fournier'nin 1907 yılında gördüğü ve ana sistemin dışında olan bir başkasına da, kafa karıştıracak biçimde yine D Halkası denmiştir. Ben bu konuya şüpheyle yaklaşmıştım; çünkü o halkaları, güçlü teleskoplarla (Meudon'daki 84 santimlik mercekli teleskop da dahil olmak üzere) görmeye çalıştığım halde en ufak bir başarı gösterememiştim. Bu konu çok sonra, *Pioneer* ve *Voyager* uzay araçlarının uçuşlarından sonra açıklığa kavuştu.

Satürn'de büyüleyici gölge etkileri görülür. Küreden yansıyan ışık, halkaları aydınlatarak onları kırıkmış gibi gösterir. Ayrıca halkaların Satürn'ün üzerine düşen gölgeleri çok rahat bir şekilde görülür, dikkatsiz gözlemciler yanılarak genellikle bu gölgeleri kuşak zannederler.

Halka sistemi daireseldir; ancak biz ona tepeden bakamadığımızdan elipsmiş gibi görürüz. Sistemin toplam çapı 272.000 km kadardır ama halkaların kalınlığı çok incedir. Bu durum, gözlem yapılan açıya göre değişir. Öyle ki halkaları, 1966 ve 1980 yıllarında olduğu ve 1995 yılında olacağı gibi yan durduklarında görmek neredeyse imkânsızdır. Daha açık bir şekilde söyleyecek olursak, Dünya halka sistemiyle aynı düzleme girdiğinde, Güneş de aynı şeyi yaparsa halkaları görmek mümkün olmaz; çünkü bu durumda sadece halkalardan en dışta kalanının kenarı güneş ışığı alabilmektedir. Halkaların tamamen kaybolduğunu iddia edenler de çıkmıştır; ancak gerçek böyle değildir. 1966'da Kuzey İrlanda'da bulunan Armagh Gözlemevi'nin 25 santimlik mer-



1966'dan 1980'e halkaların çevrimi görülebiliyor. 1987'de halkalar net bir şekilde görülebiliyorlardı. Şu anda kapanma devresinde olan halkalar 1995 yılında yandan görünecekler.

cekli teleskobuyla onları gözden kaçırmamayı başarmıştım. 1980'deyse Flagstaff'taki 60 santimlik Lowell teleskobuyla iki düzlem arasındaki geçişi izleyebilmiştim. Ancak halkalar soluklaşmış ve çok zor görünür bir hale gelmişlerdi. Düzlem değiştirmeden önce ve sonra bir süre boyunca yufka kalınlığında çizgiler gibi görünmüşlerdi.

Halkalar, sırayla 13 yıl 9 ayda ve 15 yıl 9 ayda bir yan konuma geliyorlar. Bu eşitsizliğe Satürn'ün yörüngesinin dışmerkezliliği neden oluyor. Kısa olan aralık boyunca Satürn'ün güney kutbu Güneş'e doğru eğik oluyor; bu durumda kuzey yarım küre halkaların ardında kalıyor. Satürn, günberi noktası civarındayken göreceli olarak en hızlı hareket ettiği zamanları yaşıyor. Daha uzun olan aralık boyunca ise kuzey kutbu Güneş'e dönük oluyor; bu sefer de güney yarım küre görülemiyor. Bu devre içinde Satürn, günöte noktasından en yavaş hızıyla geçiyor. Şu anda (1993) güney yarım küre kısmen örtülü; bir sonraki yandan konum 1995 yılında yaşanacak. Halkalar, Satürn'ün ekvator düzleminde bulunuyorlar; ancak ekvator düzlemi, yörünge düzlemine göre 26 1/2° kadar eğik.

Ana halkalardan A ve B'nin, yekpare ve katı bir görüntüsü vardır; dolayısıyla teleskop ile bakan ilk göz-

lemcilerin onları sert levhalar zannetmeleri son derece doğaldır. Tabii herkes aynı fikirde değildi; söz gelimi J. Cassini 1705'te, halkaların, Satürn'ün çevresinde dönmekte olan küçük parçacıklar olduğunu iddia etmişti. Ancak bu oturaklı tahmin, ondokuzuncu yüzyıla kadar doğrulanamadı.

Fransız Edouard Roche 1848 yılında, kütle çekimi yok denebilecek kadar az olan bir cismin, bir gezegene (veya başka bir cisme) çok yaklaşması durumunda parçalanacağını kanıtladı. Bu tehlikeli alanın kenarı Roche sınırı olarak bilinir. Sınırı, ilgili gezegenin büyüklüğü ve kütlesi belirler. Halkalar, Satürn'ün Roche sınırı içindedirler; bu da katı veya sıvı olmaları halinde parçalanacakları anlamına gelir. Bu iddia, 1875 yılında James Clerk Maxwell tarafından matematiksel olarak kanıtlanmıştır. Ondan yirmi yıl sonra, J. E. Keeler, spektroskop kullanarak yaptığı gözlemlerden, halkaların iç kısımlarının Satürn'ün çevresinde dıştakilere göre daha hızlı dönüyor olduğu sonucunu çıkardı. Tabii bu da Kepler Yasası'na uygun bir durumdu. Yani her bir parçacık kendi başına birer 'aycık'mış gibi davranıyordu.

1979'dan önce, halkaların az çok yassı ve düzgün olduğu varsayılıyordu. Uzay araştırmaları sonucunda gerçekte öyle olmadığı anlaşıldı. İlk baskını *Pioneer 11* yaptı. Daha önce de bahsettiğimiz gibi, bu sonda 1973'te Jüpiter'i incelemek üzere fırlatılmıştı. Satürn, önceden planlanmış bir hedef değildi; ancak bu karşılaşma çok yararlı oldu; çünkü o zamanlar hiç kimse sondaların, Satürn'ün çevresindeki enkaz ile çarpışmasının yol açabileceği tehlikenin büyüklüğü konusunda bir fikre sahip değildi. *Pioneer*'ın bulutların 21.000 km kadar üzerinden geçmesi planlanmıştı; öyle de oldu. Böylece hayatta kalma şansı yüzde 99'dan yüzde 1'e düşmüş oldu. Neyse ki hiç yara almadan kurtuldu.

1980 ve 1981 yıllarında, 1979'daki Jüpiter ziyaretlerini bitiren ilk iki *Voyager*, Satürn'e geldi. Bu iki *Voyager* birbirinin eşiydi; ancak Jüpiter'den ayrıldıktan sonra farklı roller üstleniyorlardı. *Voyager 1*, sadece Satürn'ü değil, gezegenin en büyük uydusu Titan'ı da incelemek üzere programlan-

mıştı. Titan'ın bir atmosfere sahip olduğu biliniyordu; bu bakımdan özel ilgiyi hakeden bir uyduydu. Sonda, Titan'ı incelemek için tutulum dairesi düzleminden ayrılacaktı; bu durumda da ileride başka bir gezegenle karşılaşma olasılığı kalmayacaktı. Plan işlerse *Voyager 2*, Titan'la ilgilenmeyecek ve önce Neptün'le sonra da Uranüs'le buluşmak üzere yoluna devam edecekti. Ancak *Voyager 1*'in başarısız olması durumunda, *Voyager 2*'nin Titan'ı incelemesi gerekecekti. Bu durumda da iki uzak devi göremeyecekti. *Voyager 1*, üzerine düşeni kusursuz bir şekilde yerine getirdiğinde Görev Kontrol Merkezi'ndeki rahatlamayı tahmin edebilirsiniz.

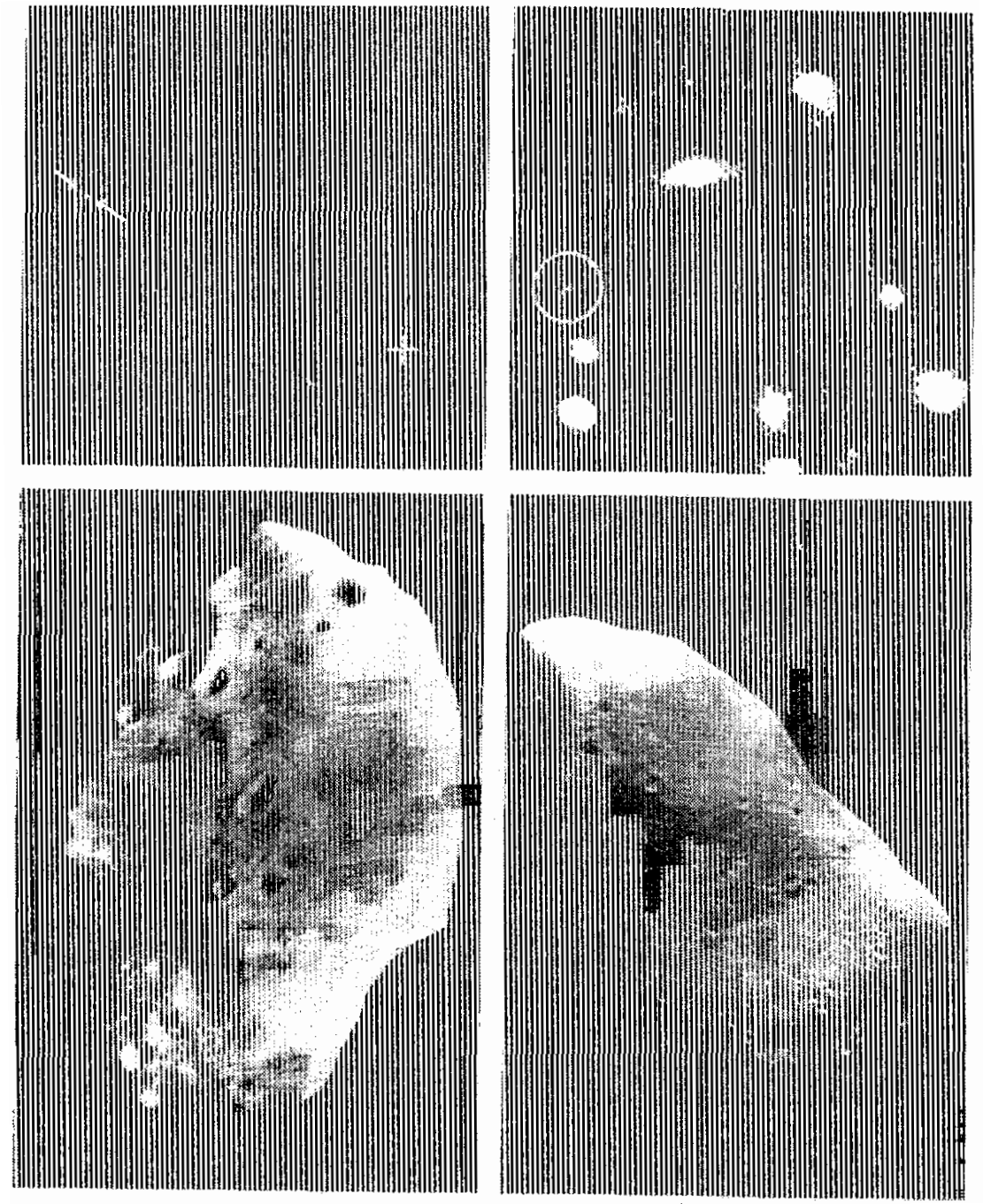
Satürn'ün kendisinin çok güzel fotoğrafları elde edildi. Gezegenin üzerinde (Jüpiter'in Büyük Kızıl Benek'iyle karşılaştırılamaz ama), kırmızımsı ve kahverengimsi benekler bile vardı. Ekvatora simetrik olarak esen rüzgârın hızı saatte 1500 kilometereyi bulur ki, bu Jüpiter rüzgârlarından bile daha hızlı olduğunu gösterir. Manyetik alanı Jüpiter'inkinden yirmi kat daha zayıftır; ancak bu haliyle bile Dünya'nınkinden bin kat güçlüdür. Manyetik ekseninin, dönme ekseniyle çakıştığı belirlenmiştir. Yani bu durumda, gezegende pusulaya bakılacak olursa, ibre tam kuzeyi gösterecektir. Kutup ışıklarına da rastlanmaktadır; ama tahmin edebileceğiniz gibi Jüpiter'dekilere göre çok daha zayıf olacaktır.

Voyager 1 Satürn'e doğru yaklaştığında halkaların kimsenin ummadığı kadar karmaşık oldukları anlaşıldı. Binlerce ufak halkadan ve küçük boşluklardan oluşuyorlardı. Bir bütün olarak ise daha önce görülmüş hiçbir şeye benzemiyorlardı. Rahat görünen ayrımların (Cassini ve Encke Bölümleri) ortaya çıkış nedeninin, uyduların, özellikle de *Voyager*'lardan önce en içteki olarak bilinen Mimas'ın, çekim gücü olduğu zannediliyordu. Bu belirgin birkaç boşluk için geçerli olabilirdi; ancak sistemin karmaşıklığı, tek nedenin uyduların tedirgisi olamayacağını gösteriyordu. Satürn'ün halkalarının hareketleri bugün bile tam olarak açıklanabilmiş değildir.

Cassini Bölümü boş değildir. Orada da halkacıklar ve



Viking'ten göründüğü şekliyle Mars. Bu şekillerin, akarsular tarafından açılmış eski nehir yatakları olduğu fikrine kapılmak hiç de zor değil.

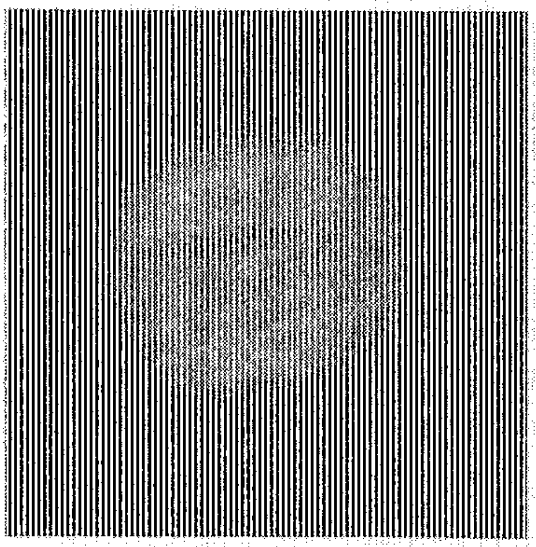


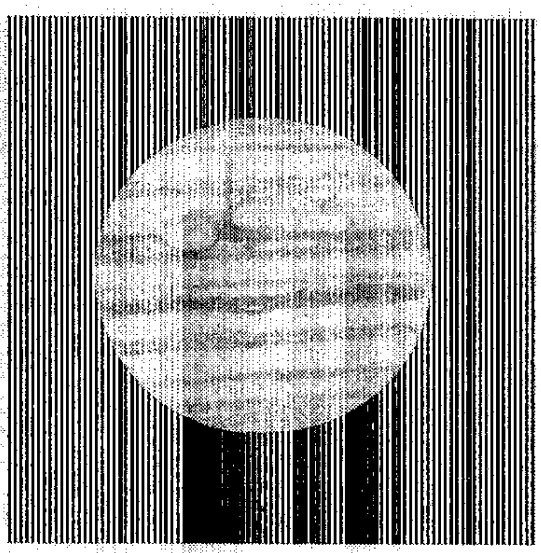
Üstte Solda: En parlak asteroit olan Vesta (F. Acfield, 15 santimlik OG). Artı işareti Vesta'nın bir gece önceki konumunu gösteriyor.

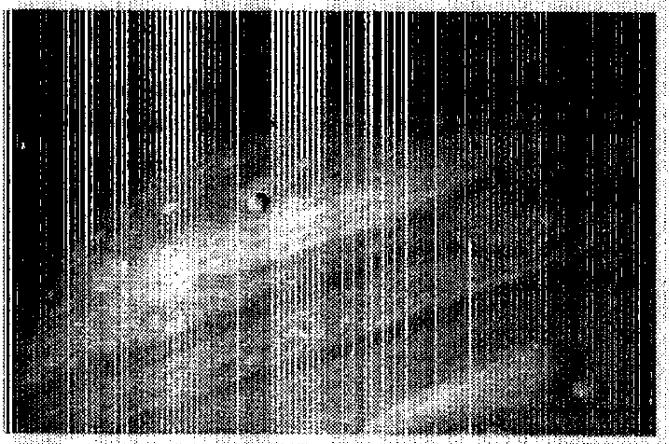
Üstte Sağda: En uzak asteroit: 1992 QB1 (daire içine alınmış) 28 Eylül 1992 (A. Smette ve C. Vanderreist, Yeni Teknoloji Teleskobu, Avrupa Güney Gözlemevi (*ESO*), La Silla, Şili). Alanın büyüklüğü 3,3 yay dakikası. QB1, 23. kadirden görünüyor. *ESO*'nun izniyle yayınlanmıştır.

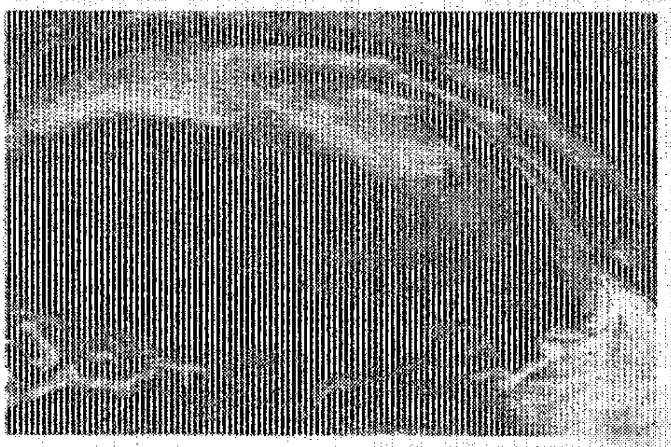
Altta Solda: Mars'ın büyük uydusu Phobos'un *Mariner 9* tarafından çekilmiş bir fotoğrafı. Bu uydu büyük bir olasılıkla Mars'ın yakaladığı bir asteroit.

Altta Sağda: Gaspra'nın 1991 yılında *Galileo* uzay aracı tarafından çekilmiş fotoğrafı. Bu uydunun büyüklüğü Phobos kadardır.









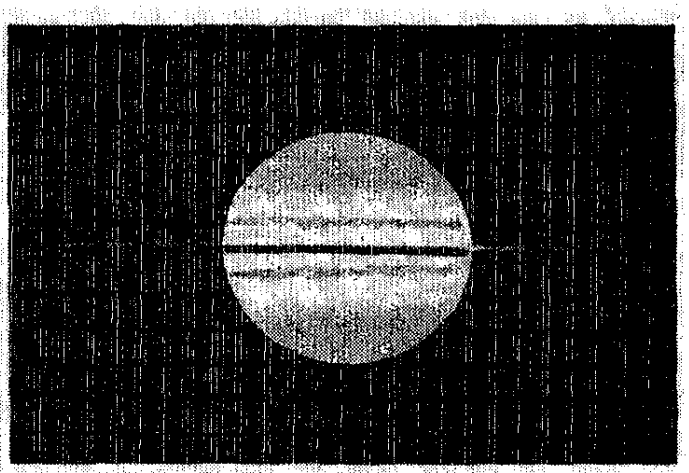
Değişen Jüpiter

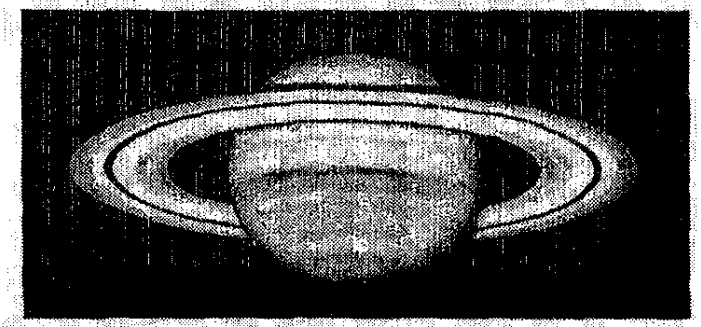
Üstte Solda: Fotoğraf: H. E. Dall, 14 Ekim 1975 (40 santimlik aynalı teleskop ile).

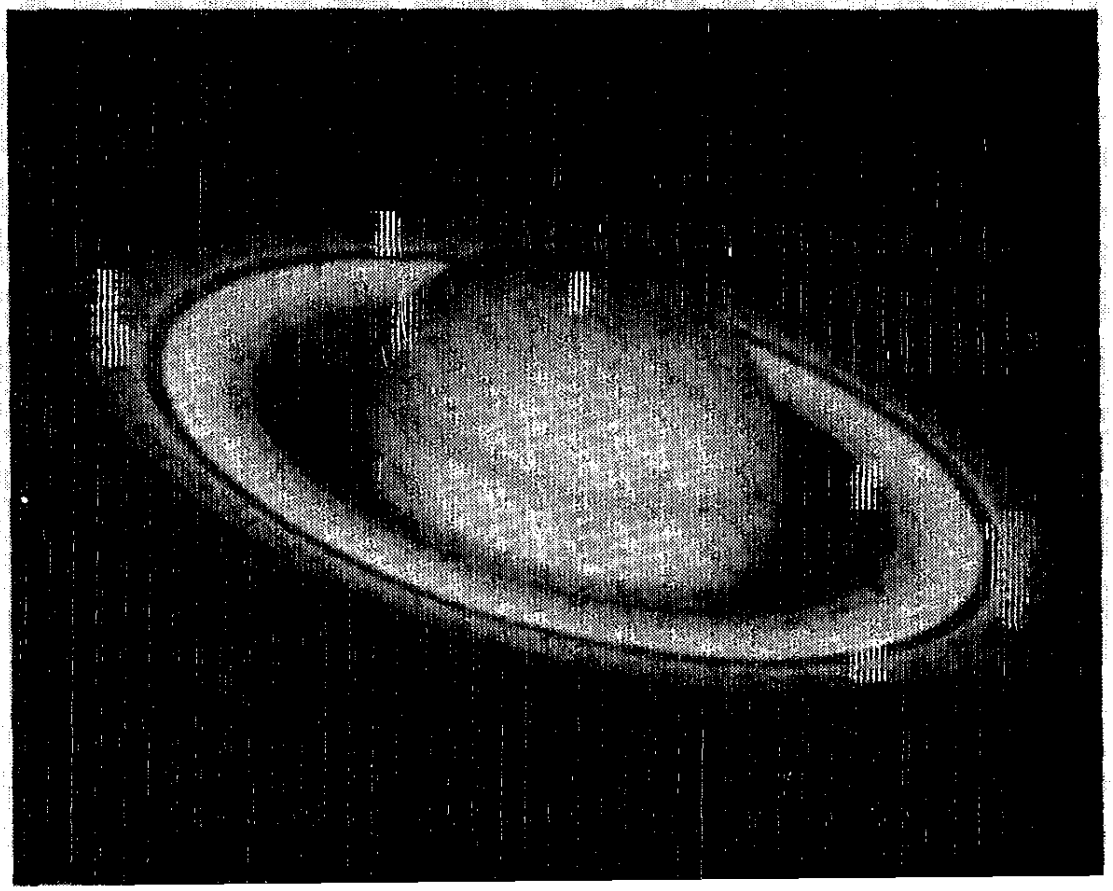
Üstte Sağda: Çizim: Patrick Moore, 31 Aralık 1987, 17:50 (38 santim x 400'lük aynalı teleskop).

Ortada: *Voyager 1*'den Jüpiter. İki uydusu da görülüyor: İo (Kızıl Benek'in karşısında) ve Europa.

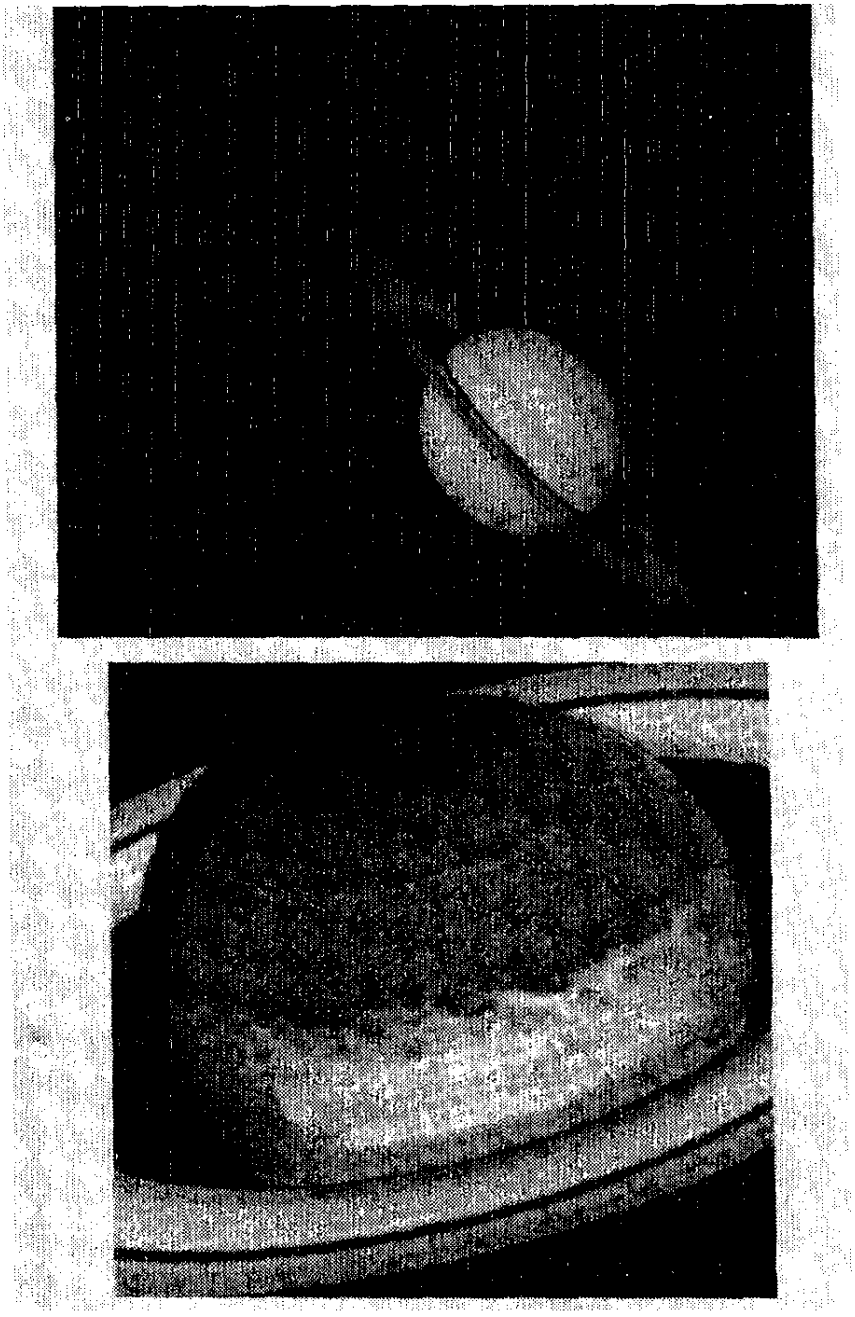
En Altta: Kızıl Benek'ten ayrıntı. *Voyager 1*'den çekilmiş.





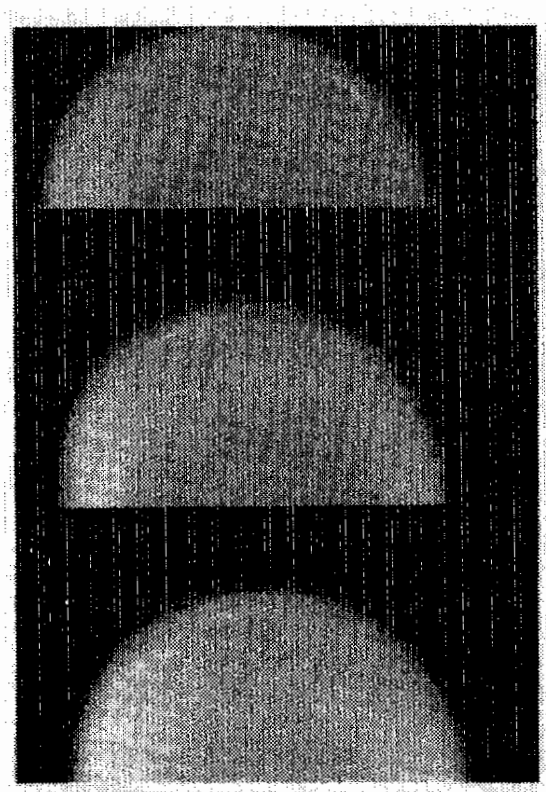


Sağda: Satürn, 29 Mart 1980 (Patrick Moore, 38 santim x 400 aynalı teleskop ile. 19:45). Halkalar yandan görünüyor.
Sağda Ortada: Satürn, 2 Haziran 1983 (Paul Doherty, 38 santim x 360 aynalı teleskop ile. 21:36). Halkalar açılıyor.
Altta: Hubble Uzay Teleskobu'ndan göründüğü şekliyle Satürn, 1990. Halkalar Dünya'dan da tam açık olarak görülüyordu.



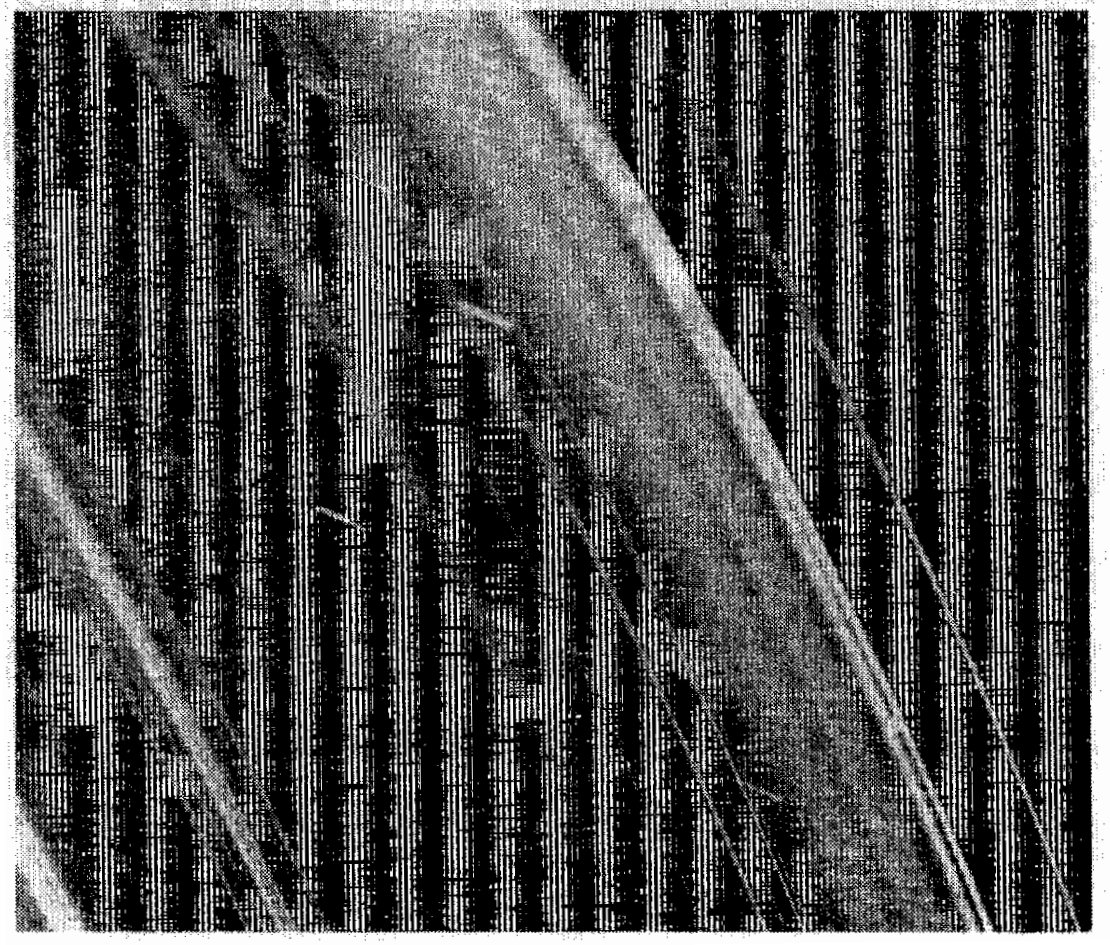
Üstte: 75.500.000 km uzaktaki Satürn: *Voyager 1*, 17 Eylül 1980. Uydularından bazıları görülebiliyor: Titan (*Üstte Sağda*), Dione, Tethys ve Rhea (*Üstte Solda*), Mimas ve Enceladus (*Altta Sağda*).

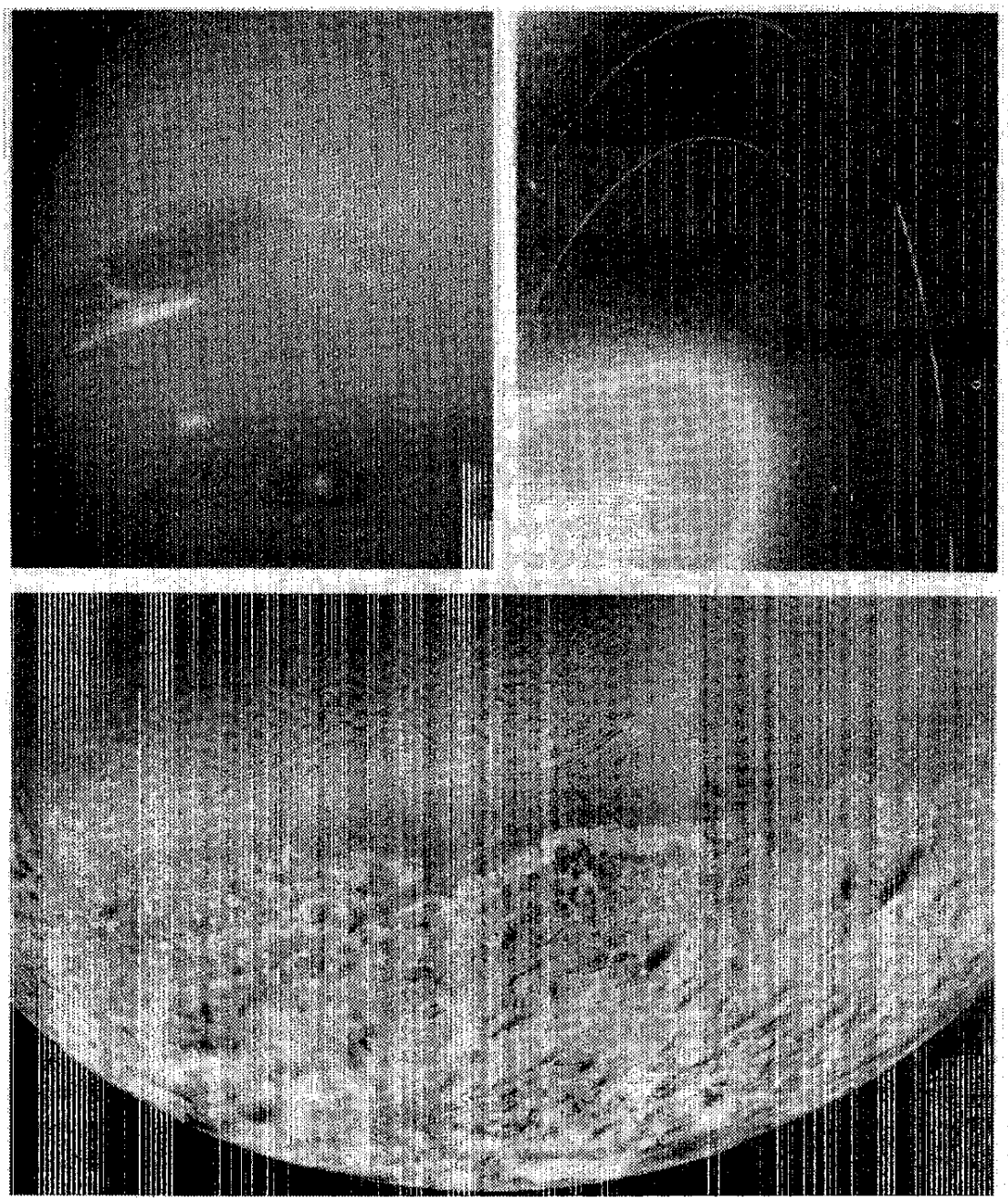
Altta: Satürn üzerindeki beyaz benek: Hubble Uzay Teleskobu, 9 Kasım 1990. Bu fotoğraf Gezegen Kamerası ile çekilmiş. 'Benek' daha sonra çok parlak bir alan halini almış ve gezegenin etrafına yayılmıştır. Fotoğrafın net oluşu, bize gezegende, Jüpiter üzerindeki Büyük Kızıl Benek'in sürüklenmesine neden olan bulut sistemine benzer güçlü bir akım olduğunu gösteriyor.



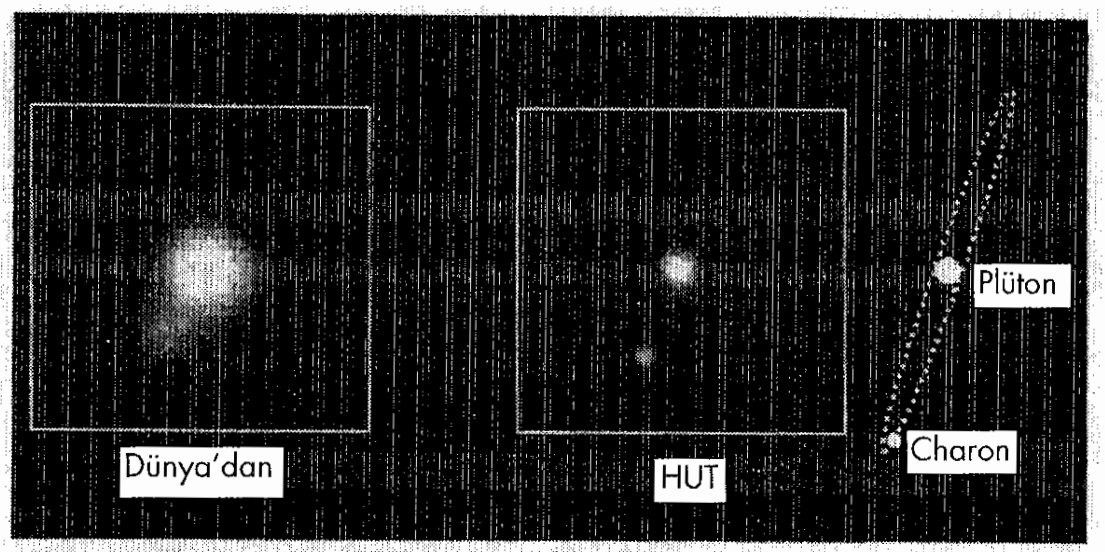
Solda: İlk olarak 14 Ocak 1986'da 13.000.000 kilometre uzaktan saptanan çizgili küçük bulutlarıyla Uranüs: *Voyager 2*.
Bulutlardaki değişim fotoğraftan fotoğrafa farkedilebiliyor.
Bu arada kutbun, yuvarlağın tam ortasında yer aldığını da unutmayın!

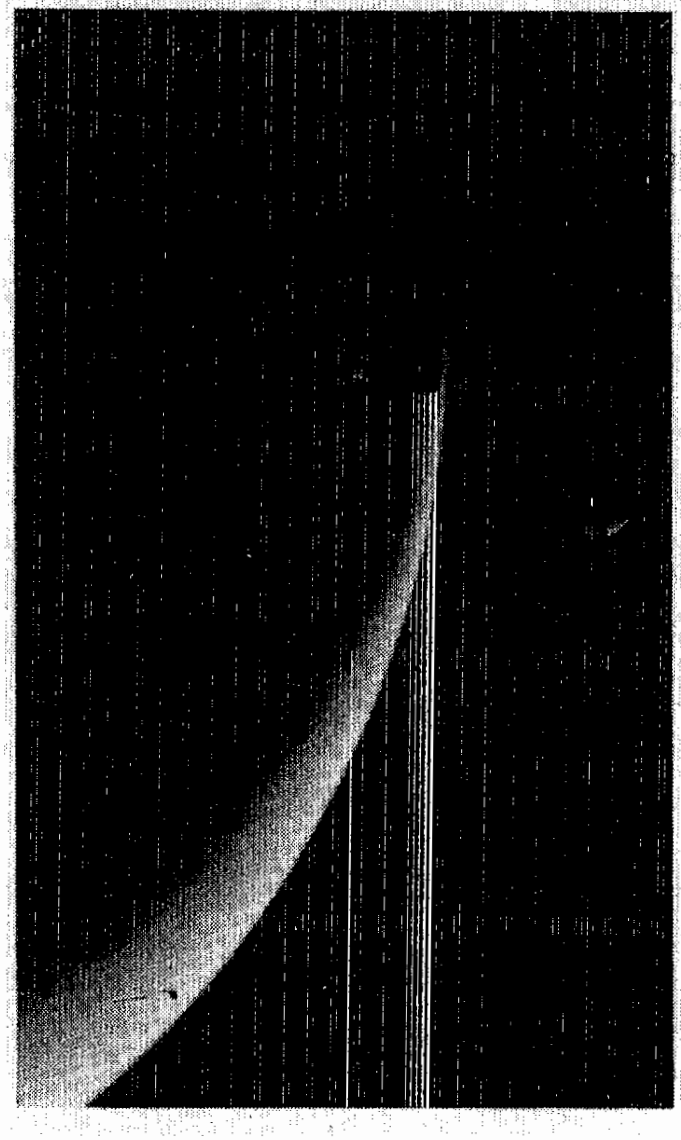
Altta: *Voyager 2*'den göründüğü şekliyle Uranüs'ün halkaları; uzaklık yaklaşık 236.500 km. Ayırma gücü 3,2 km.
Halka sisteminde bol miktarda 'toz' bulunuyor.
Örtücünün uzun süre açık tutulması yıldızların farkedilebilir izler bırakmasına neden olmuş.





Üstte Solda: Mavi gezegen Neptün'ün *Voyager 2*'den çekilmiş bir fotoğrafı. Kuzeydeki (*Üstte*) Büyük Siyah Benek; onun güneyindeki Scooter; daha da aşağıdaki ise ikinci Siyah Benek, *S2*. Bu üç oluşum da doğuya doğru farklı hızlarda hareket ederler; dolayısıyla bu fotoğraftaki gibi yakın oldukları pek sık görülmez.
Üstte Sağda: *Voyager 2*'den görüldüğü şekliyle Neptün'ün halkaları. *Voyager*'ın Neptün'ün yanından hızla geçerken çektiği bu fotoğrafta arkadaki parlaklık Güneş yüzünden oluşmuş. Gezegenin görüntüsünün böyle olması, halkaların ayrıntılı olarak görülebilmesi için örtücünün biraz uzun süre açık tutulmasıyla bağlantılı. Halkaların parlak bir şekilde görüldüğü fotoğrafta, ince halka parçacıkları güneş ışığını *Voyager*'ın kamerasına doğru yayıyor. Bugün, fotoğrafta görünen 'yay'ların tam bir halka olduğunu biliyoruz. Bu fotoğraf yaklaşık 1.000.000 km uzaktan çekilmiş.
Altta: Triton'un *Voyager 2*'den çekilmiş bir fotoğrafı. Kutup bölgesi (*Uhlanga Regio*) pembe nitrojen 'kar'ı ile kaplı. Koyu renkli oluşumlar ise gayzerler.





Üstte: Platon ve Charon. *(Solda)*: Dünya'dan çekilmiş en iyi görüntü. *(Sağda)*: Hubble Uzay Teleskobu ile çekilmiş bir fotoğraf. *(En Sağda)*: Plüton ve Charon'un bu andaki konumları (1980'li yılların sonlarında). Plüton ile Charon'un birbirlerinden en uzak oldukları anda bile bu mesafe 0,9 yay saniyedir.

Solda: Neptün ile Triton'un *Voyager 2* tarafından çekilmiş son fotoğrafları. Uzay aracı o anda Neptün'den 5.000.000 km kadar uzakkaydı. Hem gezegen hem de uydusu hilâl şeklinde görünüyor.

uzayda görülen türden parçacıklar vardır. B Halkası'nda, merkezden çevreye doğru yayılan, yaklaşık 15.000 km uzunluğunda garip çubuklar görünür. Bu çubuklar, halka, gezegenin gölgesinden çıktıktan birkaç saat sonra kaybolurlar. Aslında böyle bir biçim oluşturamamaları gerekir. Hatırlarsanız Kepler Yasası şöyle der: İç kısımdaki parçacık, kendine göre dışarıda olan parçacıktan daha hızlı hareket eder. Dolayısıyla merkezden dışarıya doğru çubuk şeklinde bir oluşumun bulunmaması gerekir. Ancak oradalar ve net bir şekilde görülebiliyorlar. Benim bugünkü fikrimi soracak olursanız, bu çubukları, manyetik güçler tarafından halka sisteminin düzleminden çıkartılan parçacıklar oluşturuyor ve yükselen bu parçacıklar daha sonra manyetik alan hatları tarafından süpürülüyor. Şu anda en mantıklı açıklama bu gibi görünüyor. Dünya'dan gözlem yapan kişilerin yaptığı, eski çizimlere (özellikle de Antoniadi'ninkilere) baktığımızda, bazılarında bu çubukların çizili olduğunu görüyoruz.

Yeni halkalar da bulundu. Daha önce D Halkası adı verilen ve bulutların hemen üstüne kadar uzandığı söylenen halka, gerçek bir halka sayılmazdı; dağınık parçacıkların bulunduğu bir alandı (Zaten ben ondan bahseden eski yazılara hep şüpheyle bakmıştım; daha önce de belirttiğim gibi gözlemciler görmeyi umduklarını 'görüyorlar'). Ancak A Halkası'nın hemen dışında yeni bir halka bulunduğu görüldü. Büyük bir olasılıkla Fournier'nin gördüğü halka olan bu halkaya resmen F Halkası adı verildi. F Halkası'nın örülmüş ipliklere benzeyen garip ve karmaşık bir yapısı vardı. Seyrek yapılı G Halkası ise, büyük uyduların en içte olanı Mimas'ın ve Mimas'la aynı yolu kullanan iki küçük ayın yani Janus ve Epimetheus'un yörüngelerine kadar olan bölgenin neredeyse tamamını kaplıyordu. Son olarak bir de E Halkası vardı. G Halkası'ndan bile daha seyrek olan bu halkanın en parlak olduğu yer, ikinci büyük uydu olan Enceladus'un yörüngesinin hemen içinde kalan bölümdü.

Halka parçacıklarını *Voyager* bile net olarak gösteremedi. Ancak büyüklükleri, çakıl taşıyla birkaç metre çaplı buz

blokları arasında değişiyor gibi görünüyordu. Ayrıca halkaların bulunduğu düzlemin 65.000 km aşağısına ve yukarısına kadar uzanan, seyrek yapılı bir hidrojen bulutuna da rastlanmıştı. Halka parçacıklarının bileşimine gelince, görünüşe göre parçacıklar basit su buzundan oluşuyorlardı.

Uzay Çağı'ndan önce Satürn'ün dokuz uydusu olduğu zannediliyordu. Satürn ailesi, Jüpiter'inkinden hayli farklıydı. Satürn'de dört büyük ve bir düzine küçük yerine, bir büyük (Titan) ve birçok orta boy uydu vardı. Uydularından Rhea ve Iapetus'un çapı 1500 km; Dioni ve Tethys'inki ise 1100 km kadardır. Mimas, Enceladus ve Hyperion'un çapları ise 270 km ile 480 km arasında değişir. Önceden bilinen son uydu olan Phoebe'nin çapı ise topu topu 225 kilometredir. Satürn'den ortalama 13.000.000 km uzakta olan bu uydu, ters yönde hareket etmektedir; bu durum onun eski bir asteroit olduğu konusunda şüpheye yer bırakmaz. Ondan sonra 9 yeni uydu daha bulunmuştur. Bunlardan Pan, Atlas, Prometheus, Pandora, Epimetheus ve Janus, Satürn'e Mimas'tan daha yakındır. Telesto ve Calypso, Tethys ile aynı yörünge üzerinde hareket etmektedirler. Dione'nin ise Helene adlı bir 'Troyalı'sı vardır. Bunlardan başka birkaç küçük uydu daha olduğu ve toplam uydu sayısının yirminin üzerine çıkacağı düşünülmektedir. Yeni keşfedilen uyduların hepsi çok küçüktür; aralarında çapı 150 kilometreden büyük olan tek uydu Epimetheus'tur.

Saptanan son uydu olan Pan, A Halkası'nın ortasındaki Encke Bölümü'nün içinde hareket etmektedir. Prometheus ile Pandora'ya 'çoban' uydular denmektedir, çünkü F Halkası'nın iki kenarında durarak onu sabit bir şekilde tutarlar. Prometheus'un yörüngesi halkanın biraz dışından geçer; dolayısıyla halkayı oluşturan parçacıklardan daha yavaş hareket etmektedir. Bir parçacık diğerlerinden ayrılacak olursa, Prometheus onu yavaşlatarak daha içte bir yörüngeye oturmasını sağlar. Aynı şekilde içeri, Satürn'e doğru yol alan parçacıklar da Pandora tarafından hızlandırılır ve ana halkaya geri gönderilir. Janus ile Epimetheus'un eskiden aynı

büyük cismin parçaları olduğu kolayca anlaşılmaktadır. Birçok bakımdan benzerlik gösterirler. Ayrıca dört yılda bir birbirlerine yaklaşırlar; bu sırada yaşanan ikili etkileşimler sonucu yörüngelerini değiştirirler. Uzayda sandalye kapma oyunu oynayan iki ay gibidirler! Küçük uyduların çoğunun şekli biçimsizdir.

Audouin Dollfus, 1966 yılında, Pireneler'deki Pic Du Midi özlemevi'nin güçlü teleskobu ile ya Janus'u ya da Epimetheus'u görmüştür. O yıl, halkaların Dünya'dan yandan göründüğü yıldı; bu, gezegene yakın uyduların gözlemlenebilmesi için mükemmel bir fırsat demektir. Bu arada müthiş bir şansı kullanamadığımı itiraf etmek zorundayım. O sırada Armagh'taki 25 santimlik mercekli teleskop ile Satürn'ün bilinen uyduları ile ilgili bir dizi gözlem yapıyordum. Ancak elimde tablolar olmadığından, elde ettiğim verileri düzenli bir şekilde yazmamıştım. Bunu, gözlemlerin hepsi bittiğinde, yani bir sonraki Ocak'ta yapmayı düşünüyordum. Dollfus, keşfini açıkladığında elimdeki verilere baktım ve Temmuz ile Kasım ayları arasında Janus'u yeni bir uydu olduğunu farketmeden birçok kere kaydetmiş olduğumu gördüm. Tabii bu durumda herhangi bir hak iddia edemezdim. Bu bana beklenmeyeni gözden kaçırma konusunda iyi bir ders oldu. Yaptığım gözlemlerin tek değeri, Janus'un ilk başta düşünüldüğünden daha parlak olduğunu gösteriyor olmalarıydı.

Satürn'ün uydularının en büyüğü olan Titan, Ganymede'den sonra Güneş sistemindeki ikinci büyük uydudur. Küçük bir teleskopla görülebilecek kadar parlaktır. Bana dürbünle bile göründüğünü söyleyenler oldu; ancak ben bunu başarabilmiş değilim. 1944'te, bir atmosferi olduğu belirlendi; *Voyager*'dan önce bu atmosferin esas olarak metandan oluştuğu düşünülüyordu.

8 santimlik bir mercekli teleskopla Rhea rahatça, Dione ile Tethys ise biraz daha zor görülür. İapetus'un durumu biraz gariptir; uydu Satürn'ün batısındayken, doğusundayken olduğundan çok daha parlaktır. En çok, Rhea kadar parlak görünür; ancak soluk olduğu zamanlarda 8 santimlik teles-

kobun menzili dışında kalır. Bu garip durum, uydunun G. D. Cassini tarafından 1671 yılında keşfedilişinden beri bilinmektedir. Bu farkın mantıklı tek bir açıklaması vardır. Gezegenlerin en büyük uydularınının çoğu gibi, İapetheus da eşzamanlı dönmektedir. Yani, çevresinde dönmekte olduğu gezegene hep aynı yüzünü göstermektedir. Bunun nedeni gezegenin çevresindeki dolanım süresinin, kendi ekseni etrafında dönüş süresine eşit olmasıdır. Bu süre İapetheus için 79 gündür. Yani batı uzanımında her zaman, yansıtma oranı daha yüksek olan yüzü bize dönüktür.

32 santimlik aynalı teleskobumla diğer uydulardan Mimas ve Enceladus'u; 38 santimlik teleskobumlaysa Hyperion'u hiç zorlanmadan görebiliyorum. Hyperion, en rahat Titan ile kavuşma konumundayken görülebiliyor. Phoebe ise çok daha soluk. Son keşfedilen uydular ise normal koşullar altında, amatörlerin kullandığı teleskopların menzili dışında kalıyor. Benim Janus'u gördüğüm 1966 yılı, ideal gözlem koşullarının mevcut olduğu bir yıldı.

Voyager 1'in ana hedefi olan Titan, şok yarattı denebilir. Yüzeyinin görülmesini tamamen engelleyen kalın atmosferinin, bol miktarda nitrojenden ve hatırı sayılır miktarda metandan oluştuğu belirlendi. Yüzey basıncı, Dünya'da deniz seviyesindeki basıncın bir buçuk katından daha fazlaydı. *Voyager 1*, uydunun 6500 kilometre kadar yakınından geçtiği halde tek görebildiğimiz, portakal renkli sis olarak adlandırılabilecek oluşumun üst katmanıydı. Yüzey sıcaklığı -180°C (290°F) olarak ölçülmüştü. Bu oldukça önemliydi çünkü metan gazının, Titan üzerinde katı, sıvı veya gaz halinde bulunabileceği anlamına geliyordu. Bu durum, tıpkı H_2O'nun Dünya'da, buz, sıvı su veya su buharı şeklinde bulunabilmesine benziyordu. Bizim denizlerimize pek benzemese de, Titan'da bir çeşit kimyasal maddeden oluşan denizler olabilirdi. Büyük bir olasılıkla da etan ve metanın oluşturduğu bir karışım.

Titan, hayatın ortaya çıkmasına olanak vermeyecek kadar soğuk gibi görünüyor olsa da üzerinde, söz gelimi portakal renkli siste, birçok organik maddeye rastlanmıştır. Uy-

duda hayat için gerekli tüm koşullar varmış gibi durmaktadır. Bu konunun 2004 yılında aydınlığa kavuşması bekleniyor; çünkü uydu üzerine yumuşak iniş yapması planlanan yeni sonda, uyduya o yıl ulaşacak.

Bir konuyu daha belirtmekte yarar görüyorum. Titan'ın kurtulma hızı, bizim havasız Ay'ımızınkiyle aynı gibidir. Ancak Titan, Ay'dan çok daha soğuk olduğundan bir atmosfer tutmayı başarabilmektedir. Çünkü sıcaklık düştüğünde, atomlar ve moleküller daha yavaş hareket ederler bu da kaçma şanslarının azalacağı anlamına gelir. Milyarlarca yıl sonra Güneş daha parlak hale geldiğinde Titan'ın, üzerinde hayatın ortaya çıkmasına olanak verecek kadar ısınacağı düşünülmektedir. Ancak o zaman da, artan sıcaklık sonucu atmosferini kısa süre içinde kaybedecektir.

Bu arada, *Voyager*'ların, o sırada son derece ters bir konumda olan Phoebe dışında, bütün büyük uyduların çok güzel fotoğraflarını çektiğini de belirteyim. Mimas'ın buzlu ve kraterli bir yapısı vardır. Herschel adı verilmiş büyük kraterin genişliği, uydunun çapının üçte biri kadardır. Encaladus, buzlu ve küçük kraterli düz sayılabilecek bir yüzeye sahiptir. Tethys ise neredeyse saf buzdan oluşmaktadır. Üzerinde yer alan bir hendek, uydunun yarısından çoğu boyunca uzanmaktadır. Dione, Tethys'ten azıcık daha büyük ama çok daha ağırdır. Yarı kürelerinin parlaklıkları birbirinden farklıdır. Yüzeyinde, birkaç parlak şekil ile iki üç büyük krater vardır. Rhea'nın yüzeyine bakıldığında, uydunun son derece yaşlı olduğu görülür. Neredeyse Jüpiter sistemindeki Callisto kadar kraterli bir yapıya sahiptir. Hyperion'un durumu istisnaîdir. Şekli biçimsizdir; büyüklüğü 360 x 280 x 225 kilometre kadardır; bir hamburgere benzediği söylenebilir. Satürn çevresinde bir tam dönüş yapması 21,3 gün sürer; ancak bu, kendi ekseni etrafında dönme süresine eşit değildir, yani dönüşü tutulmuş değildir. Yörüngesinde taklalar atarak ilerliyor gibi görünen Hyperion'un, dönüşünün de düzensiz olduğu söylenebilir. Bu uydunun eskiden daha büyük bir gök cisminin parçası olduğu düşünülmektedir; ancak he-

nüz diğer yarının izine rastlanmamıştır.

İapetus'un yarı kürelerinden birisi parlak ve kar kadar yansıtıcı, daha çok görünen diğeri ise karatahta kadar koyu renklidir. Kuramcılar burada, benim Zebra problemi olarak adlandırdığım bir sorun ile karşı karşıyadırlar: Zebra siyah çizgili beyaz bir hayvan mı, yoksa beyaz çizgili siyah bir hayvan mıdır? Söz konusu olan İapetus ise bu soruyu cevaplandırabiliriz. Hareketleri ve diğer uydular üzerindeki etkileri incelendiğinde, yoğunluğunun suyunkinden çok da fazla olmadığı sonucuna varılmıştır. Yani uydunun büyük bölümü buzdan oluşmaktadır. Karanlık bölge ise hâlâ bir bilmecedir. Nedeninin, en dıştaki uydu olan ve elimizdeki tek ve pek de tatmin edici olmayan fotoğrafında koyu renkli ve diğer buzlu uydulara pek benzemiyor gibi görünen Phoebe'den İapetus'a gelen 'toz' olduğu yönünde iddialar vardır. Ancak Phoebe ile İapetus birbirlerine 9,5 milyon kilometreden fazla yaklaşmamaktadır; ayrıca İapetus'un üzerindeki lekenin rengi Phoebe'nin tozlarınınkinden farklıdır. Bu durumda ya geçmişte uyduya bir kuyruklu yıldız çarpmıştır ya da (bunun olasılığı daha yüksek) bu koyu renkli madde buzlu kabuğun altından yukarı çıkmıştır.

Jüpiter'in Galilei uydularını gözlemlemeye göre çok daha zor olsa da bu uyduların da tutulmaları, geçişleri ve parçalı tutulmaları gözlemlenebilmektedir. Ancak bu olaylar küçük bir teleskop ile uydular içinde bir tek Titan için izlenebilir. Bu pek de hoş bir durum değildir; çünkü küçük uyduların yörüngeleri tam olarak bilinmemektedir. Bu durumda, tutulmaların ve geçişlerin zamanları konuya biraz olsun açıklık getirebilirdi. İkili olaylara da rastlanmaktadır. Söz gelimi A. E. Levin ve L. J. Comrie, 8 Nisan 1921'de Titan'ın gölgesinin Rhea'nın üzerine düşmesi sonucu yaşanan tutulmayı gözlemlemişlerdir.

Pickering, Phoebe'yi, Harvard College Gözlemevi'nin güney istasyonu olan Peru'daki Arequipa Gözlemevi'nin 60 santimlik teleskobuyla keşfetmiştir. Altı yıl sonra yörüngesi Rhea ile Titan'ın yörüngeleri arasında yer alan yeni bir uy-

du bulduğunu açıklayan Pickering, bu uyduya Themis adını vermiştir. Ancak bulunduğu açıklandığı andan itibaren varlığından kuşku duyulmayan bu uyduyu bir daha gören çıkmamıştır. Bu durumda hiç var olmadığı da söylenebilir.

Belki bir gün insanlar, Satürn'ün uyduları üzerinde dikilip manzarayı seyredecekler. En muhteşem görüntüler Phoebe ile İapetus'tan alınacak olsa gerek; çünkü sadece bu iki uydunun yörüngeleri, halka düzlemine göre eğik durumdadır. Diğer uydular ise, Satürn'ün ekvatoruyla örtüşen halka düzlemiyle aynı sayılabilecek düzlemlerde hareket etmektedirler. Söz gelimi, Dione'ye gidilecek olursa halkalar hep yandan görülebilecektir. Satürn sistemine gerçekleştirilecek bir yolculuk henüz günümüzden çok uzak; ancak bu arada teleskoplarımızdan gördüğümüz manzaralarla kendimizi oyalayabiliriz. Benim fikrimi soracak olursanız Satürn, gökyüzünün en değerli mücevheri gibidir.

XIII. Bölüm

Uranüs

Eski zamanlarda gezegenlerden beş tanesi biliniyordu. Bunlara Güneş ve Ay da eklendiğinde Güneş sisteminin yedi üyesi oldu. Yedi 'mistik' rakamdı, dolayısıyla bundan daha uygun bir sayı da olamazdı. Ayrıca yeni bir büyük gezegen olabileceği pek akla gelen bir fikir değildi. Bu durum, tanınmamış bir amatör gözlemcinin (ki bu kişi aynı zamanda bir müzisyendi) gök bilimi dünyasını sarsan keşfini yaptığı 1781 yılına kadar böyle kalmıştı.

William Herschel, Hanover'da doğmuş ancak genç sayılabilecek bir yaşta İngiltere'ye gelerek org çalmaya başlamıştır. O sıralarda çok gözde bir yer olan kaplıcalarıyla ünlü Bath'e yerleşen Herschel, kısa süre içinde çok ünlü olmuştu. Gök bilimi ile bir hobi olarak ilgilenenen müzisyen, aynalı teleskoplar yapıyordu. Ayrıca birinci sınıf bir gözlemciydi. 1781 yılının 13 Mart gecesinde ev yapımı teleskoplarından biriyle Gemini takımyıldızını yani İkizler'i oluşturan yıldızları incelerken gördüğü şey bütün hayatını değiştirecekti. Onun sözlerinden alıntı yapacak olursak:

"Gemini takımyıldızı civarındaki yıldızlara bakarken, diğerlerinden daha büyük olan bir tane gördüm. Bu beklenmedik görüntü karşısında onu, Gemini takımyıldızındaki yıldızlarla ve Auriga ile Gemini arasındaki küçük yıldızla kıyasladım, sonuçta hepsinden daha büyük olduğunu gördüm. Bu durumda onun bir kuyruklu yıldız olduğu sonucuna vardım."

Kuyruklu yıldızlar ilginçtir ama az rastlanır değillerdir, dolayısıyla Herschel de bu keşfi karşısında pek heyecanlanmamıştı. Bu cisimden bahsettiği ilk yazının başlığı *Bir Kuyruklu Yıldızın Beyanı*'ydı ve o bu yazıyı yazarken bulduğu

şeyin ne kadar önemli olduğunun farkında değildi. Daha sonra cisim üzerinde çalışan matematikçiler cismin yörüngesini belirlediler. Ortaya çıkan yörünge hiç de bir kuyruklu yıldızınmış gibi durmuyordu. Aslında bu cisim, Güneş etrafında bir tam dönüşünü 84 yılda tamamlayan, Güneş'ten ortalama 2.867.000.000 km uzakta olan ve Satürn'den çok daha uzakta bulunan bir gezegendi.

Herschel, cisme İngiltere Kralı III.George'un şerefine Georgium Sidus yani George Yıldızı adının verilmesini önerdi. III.George, Herschel'e Kral'ın Gök Bilimcisi (Kraliyet Gök Bilimcisi değil, çünkü bu ünvan o anda Nevil Maskelyne tarafından elde tutuluyordu) ünvanını vermiş ve ona müziği bir iş olarak devam ettirmesini gereksiz kılan, tüm zamanını gök bilimine adamasına olanak veren bir aylık bağlamıştı. Yabancı gök bilimciler cisme verilen bu isimden pek hoşlanmamış ve hatta kâşifin şerefine 'Herschel' denmesini bile kabul etmemişlerdir.* Daha sonra, mitolojik sistemin kullanımı yaygınlaştığında, yeni gezegenin adı, göğü temsil eden tanrının anısına Uranüs olmuştur.

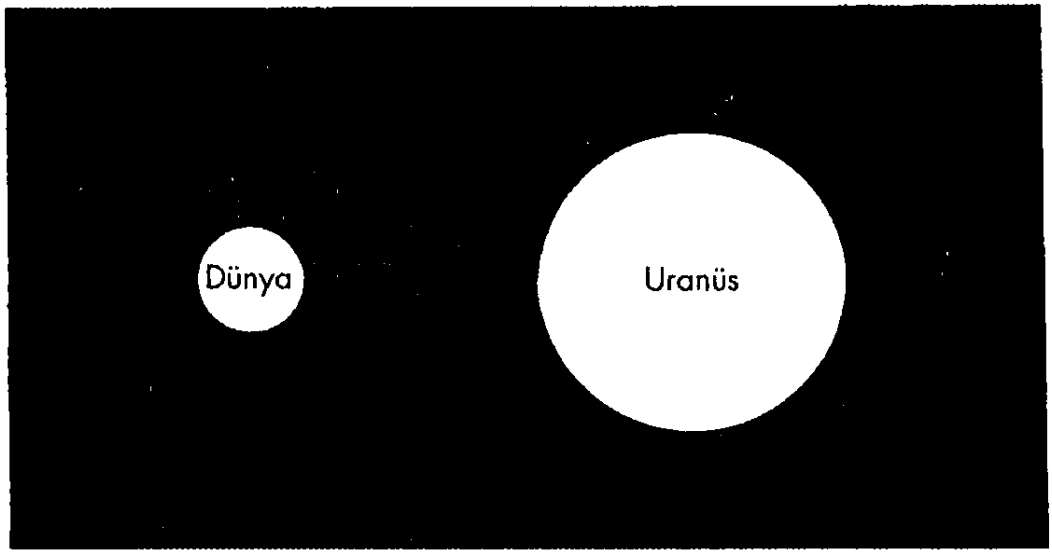
Keşiflerin şans meselesi olduğu genel kabul gören bir görüş olsa da bu, düzenli bir şekilde 'gökyüzünü gözden geçirmek'te olan Hershel'e yapılan bir haksızlıktı. Arkadaşı Dr. Hutton'a yazdığı bir mektupta söylediği gibi: "O akşam çok çalıştığım için gözden kaçırdım diyelim, ama ertesi gün farketmeliydim. Teleskobum o kadar iyiydi ki kolayca görülen gezegen yüzeyini bakar bakmaz görebilirdim." Herschel hiç teleskop yapmamış olsa bile bu yeni gezegenin o günden pek de uzak olmayan bir tarihte farkedileceği çok açıktı. En geç yeni yüzyılın ilk yıllarında, Mars ile Jüpiter'in yörüngeleri arasındaki kayıp gezegeni aramakta olan Schröter'in 'yıldız polisleri' tarafından bulunacaktı.

Uranüs'ü ilk farkedenin Herschel olduğu doğrudur; ama o, gezegeni ilk gören kişi değildir. Daha önceki yıllarda bir-

*Çok tanınmış amatör bir gök bilimci olan Amiral W. H. Smyth'in yıllar sonra bu konuda öne sürdüğü görüş şöyledir: 'Herschel' adı kabul edilebilir. Neptün'e de 1846 yılında onu keşfedenlerden 'Le Verrier'in adı verilebilir. Ancak bu gezegenler, Bugge ve Funk adlı gök bilimciler tarafından keşfedilmiş olsalardı ne olacaktı?

çok kez kayda geçirilmiştir. İlk Kraliyet Gök Bilimcisi olan John Flamsteed, 1690 ile 1715 yılları arasında Uranüs'ü tam altı kere görmüştür. Normal bir yıldız olduğunu düşünerek pek üzerinde durmayan Flamsteed ona, bir yıldız ismi (34 Tauri) bile vermiştir. Keskin gözlü insanlar nereye bakacaklarını bilirlerse, ortalama kadri 5,7 olan gezegeni çıplak gözle kolayca görebilirler.

Uranüs de devlerden sayılabilir. Jüpiter'e veya Satürn'e göre küçük sayılabilir; ancak Dünya'dan çok daha büyüktür. Ekvatoral çapı 51.120 kilometre kadarken, küresel olarak basık sayılabileceğinden kutupsal çapı bu değerden daha düşüktür. Satürn'e göre çok yoğun sayılabilecek Uranüs, sudan yoğundur. Hacimsel olarak Dünya'dan 67 kat büyüktür; ancak kütlesi Dünya'nınkinin sadece 14 1/2 katı kadardır. Kurtulma hızı saniyede 22,5 kilometredir. Yüzey çekimi ise Dünya'nınkinden biraz daha fazladır.



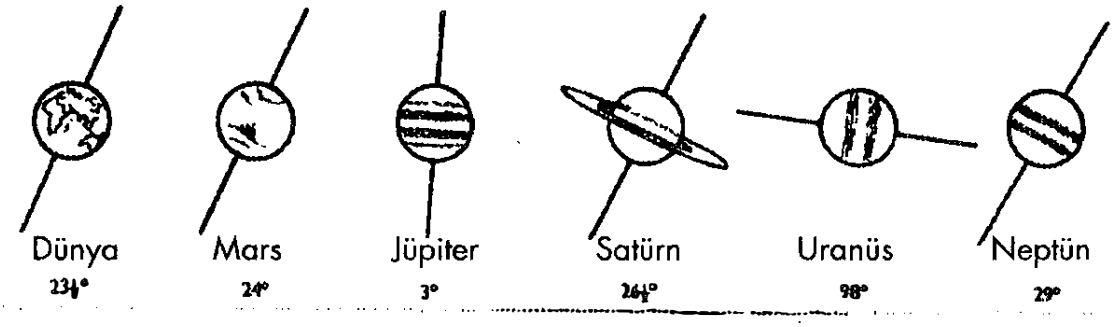
Uranüs ile Dünya'nın karşılaştırmalı büyüklükleri

Bir teleskop ile bakıldığında Uranüs, soluk mavimsi yeşil bir yuvarlak olarak görünür. Esrarengiz hiçbir tarafı yoktur. Bulutların üst kısımları o kadar soğuktur ki, metan donarak altındaki amonyak bulutlarının üzerini kaplayan bir bulut katmanı oluşturur. Metan, uzun dalgaboylu ışıkları (söz gelimi kırmızı ve portakal rengi) emerken mavi ve yeşili emmez; bu da Uranüs'ün niye o renk görüldüğünü açıklamak-

tadır. Atmosferi hidrojen açısından zengindir; yüzde 15 oranında da helyuma rastlanır.

Uranüs'ü, Jüpiter'in veya Satürn'ün küçük bir kopyasıymış gibi görmek son derece yanlıştır. İncelendiğinde onlardan oldukça farklı olduğu görülür. Son kuramlara göre, büyüklüğü tam olarak belirlenememiş olsa da bir çekirdeği vardır. Bu çekirdeğin üzeri, gazların 'buzlar' ile karışımlarından oluşan kalın tabakalarla çevrilidir. Bu tabakalar bulutların üst kısımları kadar soğuklarsa donmuş halde bulunmaları gerekir. Karışımların büyük çoğunluğu bir tür su karışımından oluşuyor gibi görünmektedir. Bu su ayrıca amonyak ve metan ile birleşerek kalın, buzlu bulut katmanlarını da oluşturmaktadır.

Voyager 2 göreve çıkmadan çok önce ortaya atılan bu görüşler, uzay araçlarından elde edilen bilgiler tarafından doğrulandı. Uranüs ile ondan bir dışarıdaki dev olan Neptün, ikiz sayılabilirler. Jüpiter/Satürn çifti, Uranüs/Neptün çiftinden oldukça farklıdır. Ayrıca en dıştaki devler arasında da birçok farklılık vardır. İçsel bir ısı kaynağı olmayan veya en iyi olasılıkla çok güçsüz bir ısı kaynağı olan Uranüs'ün ekseni inanılmayacak kadar eğiktir.

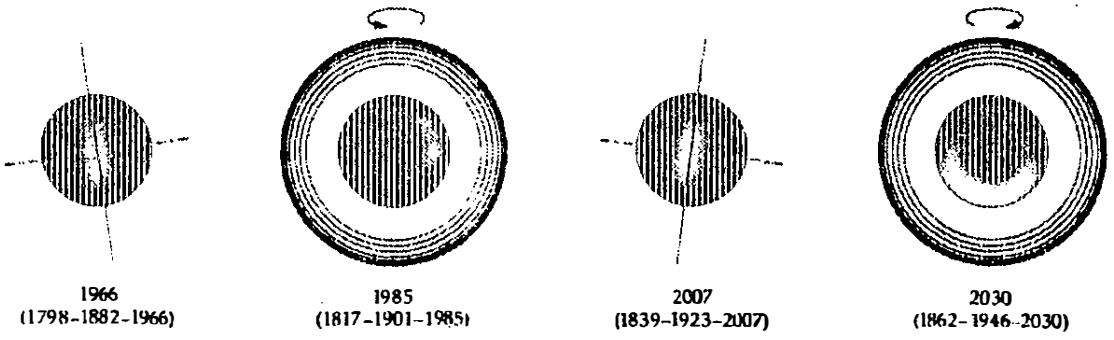


Gezegenlerin eksenel eğiklikleri.

Jüpiter veya Satürn kadar olmasa da Uranüs'ün de hızlı bir dönücü olduğu söylenebilir. Bugün dönme süresinin 17,24 saat olduğunu biliyoruz. Bu süre, *Voyager 2*'nin uçuşundan önce tahmin edilenden uzundur. Dünya'dan, kutup bölgeleri gezegenin yuvarlağının orta bölümünde yer alır biçimde görüldüğü zamanlar olur.

Gezegenlerin çoğunun dönüş eksenleri ile yörüngeleri arasında dik sayılabilecek bir açı vardır. Dik açıdan sapma Dünya için 23½ derecedir; Mars'ınki de yaklaşık bu kadardır; Satürn ile Neptün biraz daha eğikken Jüpiter ve Merkür neredeyse 'dimdik'lerdir. Uranüs'ün durumu ise tamamen kendine özgüdür. Eksenel eğikliği 98 derecedir ki bu değer, dik açıdan daha fazladır; yani teknik olarak geriye doğru devinmektedir. Bu da Uranüs'te yaşanan mevsimlerin biraz garip olacağı anlamına gelmektedir. Önce bir kutup, daha sonra ise diğer kutup 21 Dünya yılı kadar süren bir karanlığa gömülecektir. Bu uzun gece boyunca karşı kutupta da gece yarısı güneşi hüküm sürecektir. Dönüş süresinin geri kalanında ise uç durumlara daha az rastlanır.

Peki ama hangisi 'kuzey' kutbu, hangisi 'güney' kutbudur? Bu soruyu cevaplandırmak sanıldığı kadar kolay değildir. *Voyager 2*'nin 1986 yılında gerçekleşen karşılaşması sırasında Pasadena'daki Görev Kontrol Merkezi'nde verdiğimiz basın demeçlerini hatırlıyorum da, bu konuda sonuç alınamayan bir tartışma çıkmıştı. Uluslararası Gök Bilimi Birliği'nin (*IAU*), tutulum dairesinin (Dünya'nın yörünge düzlemi de diyebiliriz) üstünde kalan tüm kutupların kuzey kutbu, altında kalan bütün kutupların da güney kutbu olduğu yönünde bir kararı vardır. Bu durumda *Voyager 2* geçerken güneş ışığı alan kutup Uranüs'ün güney kutbu olacaktır. Ancak *Voyager* ekibi bunu tersine çevirmiş ve güneş ışığı alan kutba kuzey kutbu demişlerdir. Seçim size kalmış. Ben *IAU*'nun kararına uyma taraftarıyım.



Uranüs'ün değişen görünüşleri. 1966 ve 2007 yıllarında ekvator yandan; 1985 ve 2030 yıllarında ise kutup bölgeleri tepeden görünüyor.

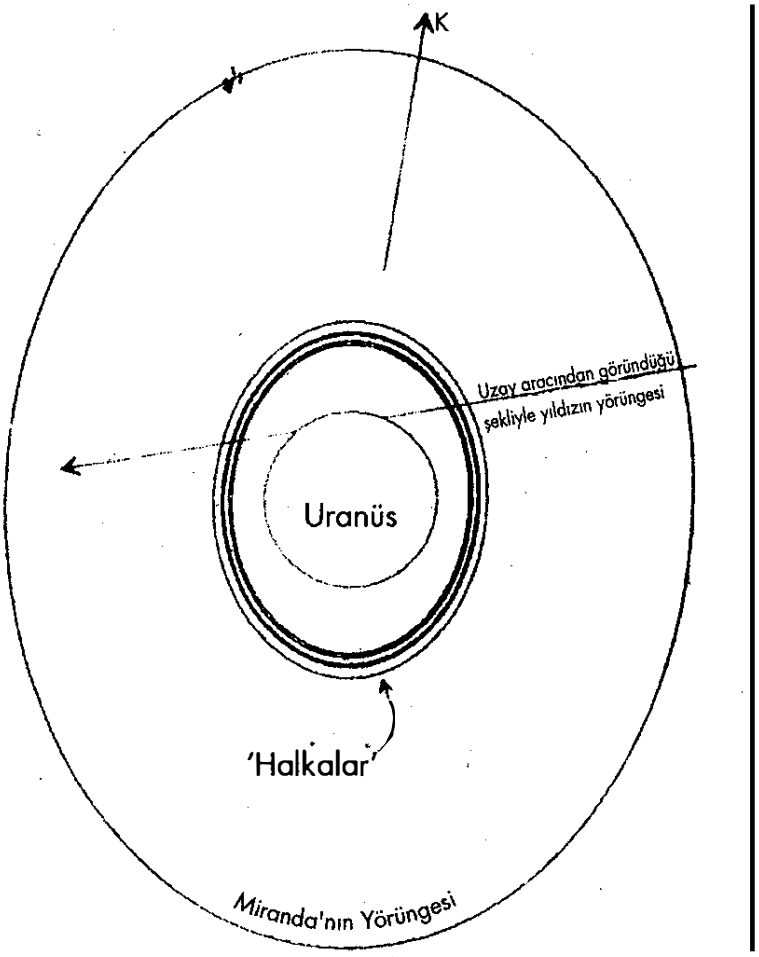
Bu aşırı eğiklik sonucunda, Dünya'dan bazen tam kutba bazen de tam ekvatora doğru bakmaktayız. Söz gelimi, 1946 yılında kuzey kutbu yuvarlağın ortasında yer alıyor; ekvator ise kenarda dönüyordu. 1966 yılında ise ekvator 'yukarıdan aşağıya' doğru dönerken, kutuplar kenarlarda yer alıyordu. 1985-86 yıllarında tekrar bir kutba (bu sefer güney) kuş bakışı bakmıştık. 2007 yılında ise bir ekvator görüntüsüyle karşı karşıya olacağız.

Hiç kimse Uranüs'ün niye bu kadar eğik olduğu konusunda bir fikre sahip değildir. En çok benimsenen kuram, gezegenin, ilk zamanlarında ona çarpan büyük bir cisim yüzünden yana yattığı yönündedir. Kuşkucu bir insan olduğumu kabul ediyorum ama, çapı 50.000 kilometre kadar olan bu büyükçe ve sıvı cismin nasıl olup da böyle eğilebileceğini anlayamıyorum. Ancak bu arada daha mantıklı bir açıklama bulamadığımı da söylemek istiyorum. Sonradan bahsedeceğim başka bazı etkenler, Güneş sisteminin dış kısımlarında milyarlarca yıl önce alışılmadık şeyler olduğu yönünde belirtiler içeriyor.

Büyük teleskoplarla bile Uranüs'ün soluk yuvarlağı üzerinde gerçek anlamıyla birşey göremeyiz. 1992 yılında Kaliforniya yakınlarındaki Palomar Gözlemevi'nin 150 santimlik aynalı teleskobuyla gezegene bakma şansına sahip olmuştum; ancak görebildiğim tek şey bir boşluktu. Bu çok daha küçük teleskoplarla 'ayrıntılı' çizimler yapan bazı gözlemcilerin çalışmalarına şüpheyle bakmama neden oldu. Uranüs son derece kişiliksiz bir dünyadır; Jüpiter ve Satürn'e göre (ve hatta Neptün'e göre bile) çok daha donuk olduğu da tartışma götürmez.

Uranüs'ün parlaklığında uzun dönemli ve kısa dönemli olmak üzere bazı farklılıklar görülür. Bunun nedeni büyük bir olasılıkla üst katmanlardaki bulutlarda yaşanan değişikliklerdir. Ayrıca Güneş'ten yayılan enerjinin az da olsa farklılık göstermesinin de bir rolü olması muhtemeldir. Bu konuda, değişen-yıldızlarla ilgili olarak yürütülenlere benzer amatör gözlemler çok yararlı olabilir. Ancak kesin ölçümler yapmak pek kolay değildir, çünkü Uranüs, parlak bir ışık

noktası gibi değil de belirgin bir yuvarlak olarak görünür. Bunu ilk olarak 1955 yılının Mayıs ayında, Uranüs gökyüzünde Jüpiter'e yakın bir konumdayken farkettim. 8 ile 11 Mayıs arasında bu iki gezegen aynı bölge içinde bulunuyorlardı. 32 santimlik aynalı teleskobumla Uranüs'ü, Jüpiter'in Galilei uyduları ile karşılaştırarak gezegenin kadrini bulmaya karar verdim. Ama maalesef başarısız oldum. Uranüs Galilei uydularının hepsiden daha büyük ama aynı zamanda daha karanlık görünüyordu. Bu durumda güvenilir bir ölçüm yapmamın mümkün olmadığına karar verdim (Bilmem iki gezegenin birbirine gerçek anlamıyla çok yakın olmadıklarını belirtmeme gerek var mı; sadece Dünya'dan bakıldığında aynı yöndeydiler. Uranüs bizden Jüpiter'in olduğundan üç kat daha uzaktır).



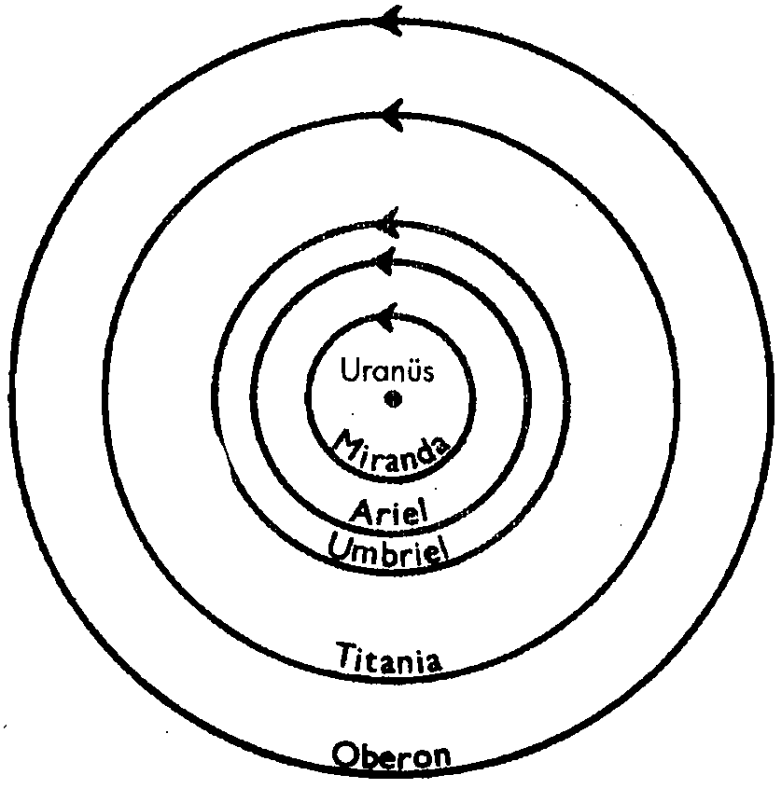
Uranüs'ün halkalarının keşfi: 10 Mart 1977. Yıldız (SAO 158687), Uranüs'ün arkasında kalarak kayboluyor; ancak gezegenin yuvarlağının arkasında kaybolmasından ve tekrar ortaya çıkışından az önce bir an için parıldıyor.

Amatörlerin Uranüs'ün yıldızların önünden geçişlerini gözlemlemeleri de yararlı olabilir. Bu konudaki tek problem Uranüs'ün çok yavaş hareket ediyor olması yüzünden bu tür örtülmelerin sık yaşanmamasıdır. Ancak 1977 yılında gerçekleşen bir talıe, çok önemli bir keşif yapılmasını olanaklı kılmıştır.

Tarih 10 Mart'tı ve ilgili yıldız 8. kadirdendi. Örtülme, aralarında Kuiper Airbone Gözlemevi'nin de bulunduğu birçok merkezden izlenebildi. Bu Gözlemevi, büyük bir aynalı teleskop taşıyan bir uzay aracıydı. Örtülmeden önce ve sonra yıldız birçok kez 'parıldadı'. Bunun tek açıklaması, yıldızın Uranüs'ün etrafında bulunan koyu renkli halkaların arkasında kalıyor olmasıydı. Daha sonra halkalar, özel kızılaltı teknikleriyle de saptandı. Böylece *Voyager 2*'nin uçuşundan önce onlar hakkında bilgi sahibi olmuştuk. Halka sistemi oldukça genişti; ama yine de Satürn'ün muhteşem halkalarıyla kıyaslanamazdı. Jüpiter'in halkaları parlak ve buzluyken, Uranüs'ünkiler kömür tozu gibi siyah ve dardı.

Voyager'dan önce sadece beş uydu (Miranda, Ariel, Umbriel, Titania ve Oberon) biliniyordu. Bu uyduların hepsi de bizim Ay'ımızdan küçüktür. En büyükleri olan Titania'nın çapı bile 1578 kilometredir; bu haliyle ancak Satürn ailesinden Rhea ve Iapetus ile karşılaştırılabilir. Bütün uyduların buzlu ve kraterli bir yapıda olmaları bekleniyordu. Uranüs'ün bir manyetik alanı olup olmadığının veya radyo dalgaları yayıp yaymadığının anlaşılması için Voyager sonuçlarının alınması gerekecekti.

Voyager 2, Satürn'den 1981 yılında ayrıldıktan sonra çok uzun bir süre boyunca yol aldı. Üstelik araçta işler pek de yolunda gitmiyordu. Ana kamerayı taşıyan tarama platformu yeterince yağlanmamış olduğu için Satürn buluşmasının sonlarına doğru sıkışmıştı ve bir daha normale dönemeyeceğinden endişe ediliyordu. Neyse ki Uranüs'e yapılan ziyarette herşey yolunda gitti ve *Voyager* hiç hata yapmadan görevini tamamladı. Bu buluşma öncekilerden farklıydı, çünkü uzay aracı hedefine kutup bölgesinden yaklaşacaktı. Bu, hedef tahtasında tam onikiye (bu durumda Uranüs'ün güneş alan güney kutbu oluyor) isabet ettirmeye çalışmak gibi birşeydi.



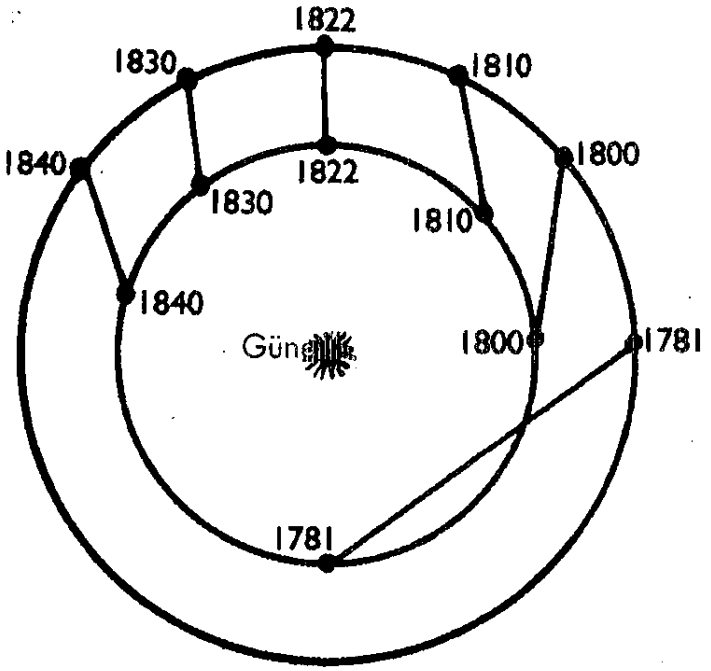
Uranüs'ün ana uydularının yörüngeleri. Yeni keşfedilen uyduların hepsi Miranda'nın yörüngesinin içinde yer alıyor.

İlk büyük keşif 30 Aralık 1985'te, aracın gezegene en yakın olduğu tarihten neredeyse bir ay önce yapıldı. *Voyager*, Uranüs'e o zamana kadar belirlenen en yakın uydu olan Miranda'dan daha yakın yeni bir uydu tespit etmişti. Shakespeare geleneği devam ettirilerek bu uyduya Puck adı verildi. Onu dokuz yeni uydu izledi. Bir gök bilimci durumu, sanki Tanrı bir karıştırıcıya doldurduğu uyduları gelişi güzel fırlatmış, diye tasvir ediyordu. Bu uyduların hepsi ufaktı. En büyükleri olan Puck'ın çapı bile 150 km kadardı. *Voyager*, uydunun koyu renkli ve kraterli bir cisim olarak görünen bir fotoğrafını çekmişti.

Daha büyük olan uydular da buzlu yapılıydılar; ancak birbirlerine pek benzemiyorlardı. Oberon'daki kraterlerin zeminleri karanlıktı; Titania'nın üzerinde hem kraterler hem de vadiler ve buzdan uçurumlar vardı; Umbriel, daha yumuşak görünüyordu ve yüzeyi sanki daha eskiymiş gibi duruyordu. *Voyager*'ın çektiği Umbriel fotoğrafında parlak bir şe-

kil görünüyordu ama uzay aracının konumu nedeniyle şeklin tamamı fotoğrafta yer almıyordu. Bir krater olduğu tahmin edilen bu yüzey şekline Wunda adı verilmişti. Ariel'in üzerinde, akan bir sıvı tarafından açılmış gibi duran geniş, dallara ayrılan vadiler göze çarpıyordu. Ancak uyduların hepsi de atmosfer tutamayacak kadar küçüktü. Dolayısıyla bir zamanlar Ariel üzerinde sıvı suyun akmış olabileceğini düşünmek hiç de mantıklı değildi. Sistemde üzerinde durulmaya değer tek parça Miranda'ydı. Miranda'nın yüzeyinde farklı farklı oluşumlar görülebiliyordu: Kraterli ovalar, sarp kayalıklar ve uçurumlarla kaplı parlak bölgeler, 'korona' adı verilen ve yarış pistine benzeyen, ikizkenar yamuk şeklindeki büyük alanlar. Çapı yaklaşık 480 km kadar olan Miranda'nın garip yüzeyi bir bilmeceydi. İlk zamanlarında büyük bir cismin ona çarpmasıyla parçalandığı ve daha sonra tekrar şekillendiği yönünde iddialar vardır; ancak gerçeği bilmiyoruz.

Halkalar net bir biçimde görülmüştü. Toplam on taneydiler. Ayrıca bir de en içteki halkadan neredeyse bulutların



Neptün'ün Uranüs üzerindeki çekim etkisi. 1822'den önce Neptün, Uranüs'ü hızlandırırken, 1822'den sonra yavaşlatmaya başladı.

üst kısımlarına kadar yayılan seyrek bir madde vardı. Halkaların en geniş olanı en dıştakiydi; Epsilon halkası adı verilen bu halkanın iki 'çoban' uydusu vardı. Cordelia ve Ophelia adlı bu uydular *Voyager*'ın ziyareti sayesinde tespit edilebilmişlerdi. *Voyager*, Uranüs'ten uzaklaşırken çekilen son fotoğrafta halka sisteminde bol miktarda toz bulunduğu görülmekteydi. Halkalar birkaç metre çaplı parçacıklardan oluşuyordu ve sonuçta kalınlıkları bir iki kilometreyi geçmiyordu.

Voyager 2, gezegene yaklaşırken birkaç bulut görülmüştü. Uranüs'te, Jüpiter veya Satürn'de görülenlere benzer parazitler yoktu. Gezegenin kayda değer hiçbir özelliği yokmuş gibi görünüyordu. Nihayet belli belirsiz birkaç buluta ve radyo sinyallerine rastlandı; bunlar bir manyetik alanın varlığını gösteriyordu. Daha sonra Uranüs'ün manyetik alanının bizimkine göre ters olduğu, yani bizim kuzey dönme kutbu dediğimiz kutbun, manyetik güney kutup olduğu belirlendi. Manyetik eksen, dönme eksenine göre 60 derece eğikti ve üstelik kürenin merkezinden geçmiyordu.

Bu gerçekten de çok garip ve alışılmadık bir durumdu. Uranüs'te kutup ışıklarının, dönme kutuplarından çok ekvator civarında görüldüğü anlamına geliyordu. Manyetosfer gezegenin güneş alan yüzünde 600.000, arka yüzünde ise 6.000.000 kilometreye kadar uzanıyordu; yani uydu ailesinin tümünü içine alıyor demekti. Kısa dalgaboyunda yürütülen gözlemlerde, gündüz tarafında güçlü emisyonlar görüldüğü saptanmıştır. Bu, Güneş sisteminde daha önce gördüğümüz hiçbir şeye benzemeyen ve bugün 'elektro aydınlanma' olarak adlandırılan oluşuma neden olmaktadır.

Uranüs birçok bakımdan dev gezegenler arasında bir istisnadır. Sadece o bir iç ısı kaynağından yoksun görünmektedir; sadece onun eksenel eğikliği aşırıdır; yüzeyinde hiçbir etkinlik yok gibidir ve ekvatoru ile kutupları arasında sıcaklık farkı yoktur.

Uranüs'ten bakıldığında Güneş 1½ yay derecelik bir açıyla görünecektir ki bu, Dünya'dan Jüpiter'in göründüğü büyüklüğün iki katından azdır. Ancak yine de Güneş çok

parlak olacaktır ve bin tane dolunay kadar ışık saçacaktır. Diğer gezegenlerin pek azı görülebilecektir. Satürn çıplak gözle görülebilen bir cisim olacaktır; ancak Uranüs göğünde Güneş'e yakın bir konumda kalacak ve tıpkı Merkür gibi Güneş'in yanından pek uzaklaşmayacaktır. Yaklaşık 22 3/4 yılda bir de gezegen ile Güneş'in arasından geçecektir. Jüpiter hiçbir zaman Güneş'ten 17 dereceden fazla uzaklaşmayacak ve çoğu zaman çıplak gözle görülmesi mümkün olmayacaktır. Neptün ise karşı-konumda veya karşı-konum civarındayken son derece parlak olacaktır; ancak onun ve Uranüs'ün, Güneş'in farklı taraflarında oldukları uzun süreler boyunca gözden kaybolacaktır. Bu arada, Uranüs'ün Neptün'e bizim olduğumuzdan sadece biraz daha yakın olduğunu da gözden kaçırmayın. Haritalar yanıltıcı olabilir; bu iki gezegenin yakın komşu olduklarını düşünmek çok yanlıştır. Bu tıpkı bazı Avrupalıların Yeni-Zelanda'nın Avusturalya'dan bir taş atımı mesafede olduğunu düşünmelerine benzer.

Uranüs'ü görmek hiç de zor değildir. 1989 ile 1995 yılları arasında Sagittarius'ta yani Yay'da olacaktır; daha sonra geçeceği Capricornus'ta yani Oğlak'ta ise bu yüzyılın sonuna kadar duracaktır. Dürbünle bakıldığında yıldıza benzemeyişiyle ayırt edilebilir. Bir teleskop kullanılırsa mavimsi yeşil yuvarlak görünür hale gelir. İlginç ve garip bir dünyadır. Ayrıca modern insan tarafından keşfedilen ilk gezegen olma gibi bir özelliğe de sahiptir.

XIV. Bölüm

Neptün

Güneş sisteminin derinliklerinde, Uranüs'ün binbeşyüz kilometre ötesinde dev gezegenlerin sonuncusu olan Neptün bulunur. Neptünlü gök bilimciler -tabii eğer varlarsa- Dünya hakkında hiçbir şey bilmiyor olmalılar. Ama çok gariptir ki Dünyalı gök bilimciler daha onu gözlemlememişken bile varlığından haberdarlardı.

Onlara bu imkânı, Herschel 1781'de onu tanımlamadan önce de birçok kez görüldüğü kaydedilen Uranüs vermişti. Flamsteed'in ilk Uranüs kaydı 1690 gibi eski bir tarihtir. Bu, gezegenin neredeyse yüz yıl boyunca gözlemlendiği anlamına geliyordu ki bu süre bir Uranüs 'yıl'ından uzundu. Dolayısıyla Uranüs için kesin sayılabilecek bir yörünge çizilebilir demekti. Ama maalesef önceki gözlemler ile 1781'den sonra yapılanlar birbirlerini tutmuyordu. Bir yerlerde yanlış olan birşey vardı. Daha sonra Fransız matematikçi Alexis Bouvard, eski gözlemleri tamamen gözardı ederek, yani sadece, Uranüs'ün bir gezegen olduğu tespit edildikten sonra yapılan ölçümleri kullanarak yeni bir yörünge çizdi.

Ancak bu bile işe yaramadı. Uranüs bir türlü beklenildiği gibi davranmıyor ve sürekli olarak öngörülen yörüngesinin dışına çıkıyordu. Üstelik 1822 yılına kadar hızlı hareket ediyor gibi görünmüşken 1822'den sonra yavaşlamıştı. Bu durumda, daha önce hesaba katılmamış yeni bir etkenin varlığı kaçınılmazdı.

1834 yılında, Papaz T.J. Hussey çok ilginç bir fikir öne sürmüştür. Bilmediğimiz bir gezegen Uranüs'ü etkiliyor olamaz mı? Bu gezegenin hareketindeki düzensizliği açıklayabilirdi. 'İzleri takip ederek' suçluyu bulabilirdik.

Hussey, 1835 yılında Greenwich'e Kraliyet Gök Bilimcisi olan George (daha sonra Sir George) Airy'ye bir mektup yazacak kadar ileri gitmişti. Onunla pek ilgilenmeyen Airy, cevabında kuram için, Uranüs üzerindeki 'herhangi bir dışsal etkiyi açıklayabilme açısından en ufak bir ümit vaadetmiyor' demişti. Terslendiğini anlayan Hussey ise bu konuyla ilgilenmekten vazgeçmişti. Bundan sonraki ilk adım 1837 yılında Alexis Bouvard'ın yeğeni Eugène Bouvard'dan gelmişti. Airy ile mektuplaşan Bouvard, ona görünmeyen bir cismin sorumlu olabileceğini yazdığında, ondan, böyle birşey olsa bile 'o cismin yerini tespit etmek imkânsız gibi birşeydir' diye bir cevap almıştı. Bu sırada Uranüs de sorun çıkarmaya devam ediyordu. 1841 yılında genç bir Cambridge öğrencisi olan John Couch Adams tarafından tekrar gündeme getirildi. Adams günlüğüne şöyle yazmıştı:

"Bu hafta başında bir karar verdim, mezun olur olmaz, bugüne kadar üzerinde pek durulmamış bir konu olan, Uranüs'ün hareketindeki düzensizlikleri araştıracağım; bu duruma ondan daha uzak henüz keşfedilmemiş bir gezegen yol açıyor olabilir mi olamaz mı; belki bu gezegenin yörüngesi veya keşfini mümkün kılacak benzeri bir özelliği tespit edilebilir."

1843'te mezun oldu, hem de büyük bir başarıyla. Ve o andan itibaren Uranüs'ün hareketleri üzerinde çalışmaya başladı. Aynı yılın Ekim ayına gelindiğinde araştırmasının büyük bir bölümünü tamamlamıştı. 1845 yılının ortalarında ise yeni gezegenin konumunu yaklaşık olarak belirlemişti. Artık tek yapması gereken bir teleskop alıp onu aramaktı.

Adams, gözlem konusunda pek tecrübeli değildi (işe yeni başladığı düşünülürse bu çok normal sayılırdı tabii)* ve kendine yardımcı olacak birini bulmaya çalıştı. Cambridge Üniversitesi'nde gök bilimi profesörü olan James Challis ile zaten görüşüyordu. Bir de Airy'ye mektup yazdı. Böylece yıllar

*Neptün hakkındaki kitabımı yazarken Adams'ın ailesi ile görüştüm. Bana onun o sırada henüz iyi bir teleskobu yakından bile görmemiş olduğunu söylediler. Bakınız, Neptün Gezegeni (*The Planet Neptune*). Bu kitap Ellis Horwood tarafından yayınlanmıştır (Chichester, 1988).

süren ve hiç de hoş olmayan bir dizi talihsizliğin başlamasına neden oldu. Airy, genç ve tanınmamış bir matematikçiye güvenmediği için olsa gerek, Adams ile hiç ilgilenmedi. Adams, iki kere onu görmeye gitti. Ancak birincisinde Airy seyahatteydi; ikincisindeyse uşak Adams'a, Kraliyet Gök Bilimcisi'nin akşam yemeğini yemekte olduğunu ve rahatsız edilemeyeceğini söyledi (Bu biraz garipti, çünkü o sırada saat öğleden sonra 3.30'du. Ancak kendine has çok sıkı bir programı olan Airy bu programın dışına hiç çıkmazdı. Büyük bir olasılıkla Adams'ın geldiğini bile bilmiyordu). Adams, daha fazla uğraşmadı ve ona varsayımsal gezegenin uzaklığını gök bilimi ölçütleriyle 38,4 olarak belirttiği, (ki bu değer Bode Yasası'na da uygundu) bir mektup bıraktı.

Airy ona Kasım ayında bir cevap yazdı; ancak mektubunda Adams'ın gereksiz bulduğu bir soru sormuş olduğundan yine bir sonuç alınamadı. Airy, hiç kuşkusuz büyük bir gök bilimciydi; ancak 'düzen ve yöntem' takıntısı vardı. Ayrıca bir karar verdiğinde fikrini değiştirmek neredeyse imkânsız gibi bir şeydi (Bir keresinde bütün bir gününü Greenwich Gözlemevi'nin bodrumundaki boş kutulara 'boş' etiketi yapıştırarak geçirdiği söylenir). O sırada Kanal'ın karşı tarafında da bazı gelişmeler yaşanıyordu.

Urbain Jean Joseph Le Verrier adlı genç bir Fransız matematikçi de Uranüs ile ilgileniyordu ve Adams'ınkine benzer bir çalışma yapmıştı. Tabii ki o sırada Adams'ın çalışmasından haberdar değildi, çünkü ortada basılı herhangi birşey yoktu. Le Verrier olaya daha farklı bir biçimde yaklaştı ve biri 1845 diğeri ise 1846 yıllarında olmak üzere iki rapor bastırttı. Airy, bu raporlardan ikincisini okuduğunda Le Verrier'in sonuçlarının Adams'ınkilerle neredeyse tıpatıp aynı olduğunu gördü. Böylece yeni gezegen avına başlandı.

Bu durumda Airy'nin, İngiltere'nin en büyük gözlemevinin müdürü ve Kraliyet Gök Bilimcisi olarak kişisel bir araştırma başlatması beklenirdi. Ancak o böyle yapmadı. Greenwich'te buna uygun bir teleskop yoktu ve Airy hiçbir

koşul altında normal işleyişi bozacak bir harekette bulunma taraftarı değildi. Challis'i aradı ve üniversitedeki güçlü Northumberland mercekli teleskobunu kullanarak bir araştırma yapmasını istedi. Challis pek istemeyerek de olsa bunu kabul etti; ancak elinde o bölgeye ait gerektiğince iyi bir yıldız çizelgesi yoktu. Bu durumda çalışmasını çok zaman alan, zor bir yöntemle yürütmesi gerekiyordu.

Le Verrier elde ettiği sonuçları Paris Gözlemevi'ne yollamış, ama hiçbir sonuç alamamıştı. Sabır, Le Verrier'in sahip olduğu meziyetlerden biri değildi; bir süre sonra raporunu Berlin Gözlemevi'ne, Johann Galle'ye de yolladı ve ondan belirlediği noktaya bakmasını istedi. Galle bu öneriye sıcak baktı ve genç yardımcısı Heinrich d'Arrest ile birlikte çalışmalara başladı.

Mükemmel bir teleskobu ve yeni yapılmış bir gök haritası olduğu için çok şanslıydı; üstelik Le Verrier'in çalışmasına olan güveni de sonsuzdu. Sonuçta gezegen, gözlem yapılan ilk gece tespit edildi. Küçüktü ama yuvarlak yüzeyi kolayca farkedilebiliyordu. Ayrıca birkaç saat içinde hatırı sayılır bir yol katetmişti.

Berlin Gözlemevi'nin müdürü Johann Encke, bu keşfi duyurmak için zaman kaybetmedi. 28 Eylül 1846'da Le Verrier'e yazdığı mektupta: "Bayım, izin verin de sizi gök bilimini zenginleştiren bu parlak keşfinizden dolayı en içten dileklerimle kutlayayım. Adınız, evrensel genelçekimin geçerliliğinin en ikna edici kanıtıyla birlikte sonsuza kadar anılacak. Sanırım bu birkaç kelimeyle bir bilim adamının duymak için beklediği sözleri özetlemiş oluyorum. Birşey eklemeye çalışmam son derece lüzumsuz olacak."

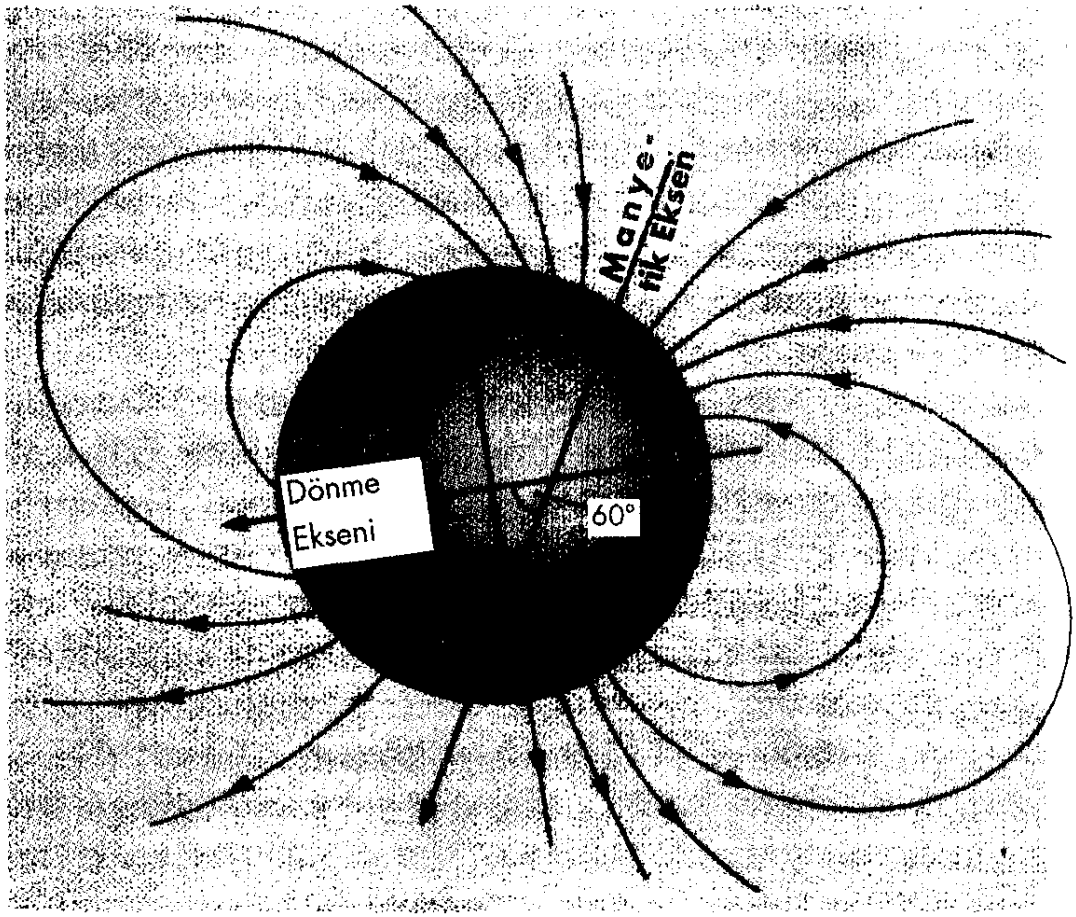
Bu arada artık avda yalnız olmadığının farkında olmayan Challis de Cambridge'de araştırmalarını sürdürüyordu. Le Verrier'in zaferini duyduğunda, yaptığı gözlemleri inceledi ve gezegeni, gözleme başladığı ilk dört gün içinde iki kez kaydetmiş olduğunu gördü. Notlarını karşılaştırdı; sonuçta keşfi kendisinin yapamamış olduğunu kabullenmesi biraz zor oldu!

Adams'ın Le Verrier ile aynı sonucu bulmuş ve hesaplarını ondan çok daha önce bitirmiş olduğunu öğrenen Fransızlar bu duruma çok sinirlendi. İngilizler keşif şerefini çalmaya çalışıyorlarmış gibi bir hava yaratılmıştı. Sonuçta neredeyse uluslararası bir skandal yaşanıyordu. Neyse ki ne Adams ne de Le Verrier böyle şeylerle ilgilenmiyorlardı; ilk karşılaştıkları an aralarında bir dostluk doğdu. Üstelik Adams, Fransızca bilmiyordu; Le Verrier de İngilizce'ye en az onun Fransızca'ya olduğu kadar yabancıydı. Kısa süren bir tartışmadan sonra yeni gezegene, Roma Deniz Tanrı'sı Neptün'ün adı verildi.

Neptün keşfedilir keşfedilmez, Uranüs'ün yörüngesi tekrar hesaplandı. Bu sefer eski gözlemler yerli yerine oturdu. 1882 yılında karşı-konumda olan Neptün, bu tarihten önce Uranüs üzerinde hızlandırıcı bir etki yaratmıştı. 1882'den sonra bu durum tersine döndü. Ondokuzuncu yüzyılın ilk yıllarında Neptün ve Uranüs Güneş'in farklı taraflarında oldukları için, Neptün'ün Uranüs üzerindeki tedirgin edici etkisi belirsizdi. Böylece Neptün'ün keşfi (şans faktörünü bir yana bırakırsak) gecikmiş oldu. Gezegenin dolanım süresi 164,8 yıldır. Ayrıca daha önce de bahsettiğimiz gibi Neptün, Bode Yasası'na uymamaktadır.

Bu konuyla ilgili ilginç bir durum daha vardır. Galileo, 1610 yılının Ocak ayında, Jüpiter'in dört büyük uydusunu gözlemlerken yaptığı çizimlerde, komşu yıldızları da göstermiştir. Bu 'yıldız'lardan birinin Neptün olduğu konusunda hiçbir şüphe yoktur. Hatta Galileo onun yer değiştirdiğini bile belirtmiştir; ancak onu, yeni bir cismi farkedemediği için suçlamaya hiç hakkımız yok sanırım.

Neptün, büyüklük olarak yaklaşık Uranüs kadardır. Aslında ondan azıcık daha küçüktür; ama hem daha yoğun hem de daha ağırdır. Mavi yuvarlağı üzerinde Dünya'daki teleskopları kullanarak birşey görebilmek mümkün değildir. Ona Palomar'daki 150 santimlik aynalı teleskop ile bakmış ama herhangi bir ayrıntı görmeyi başaramamıştım. Daha keskin gözlü bir gözlemcinin benden farklı bir sonuç elde

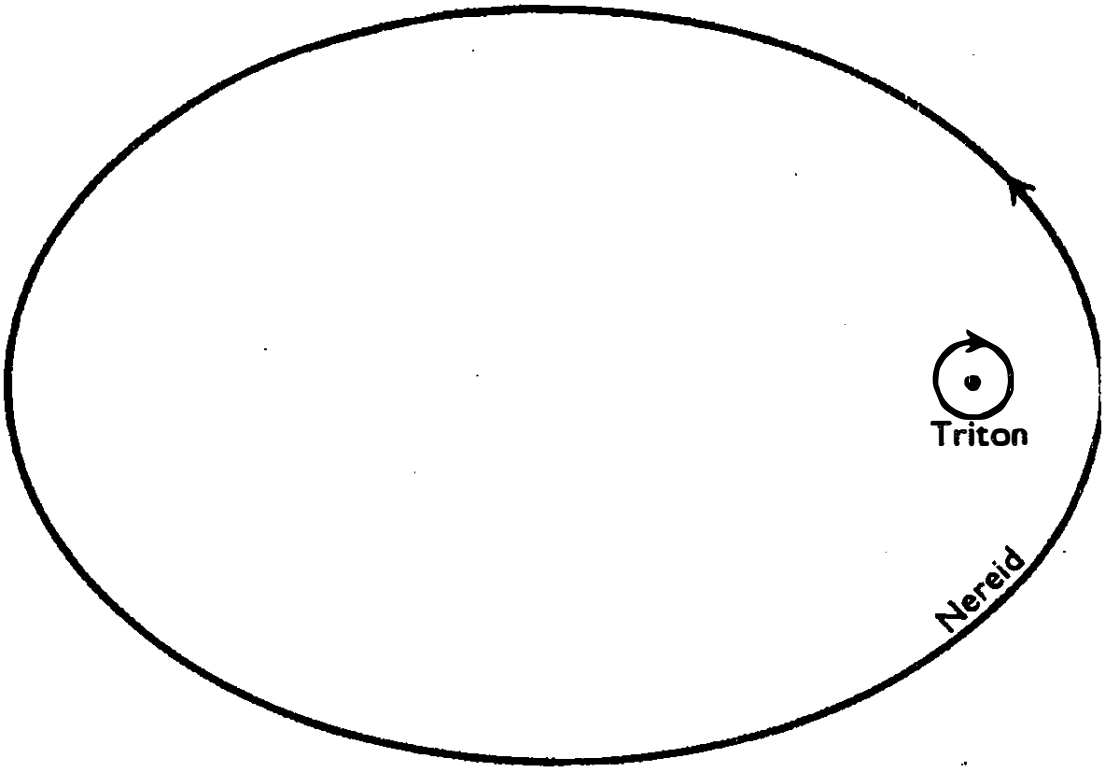


Uranüs'ün manyetik ekseni ile dönme ekseni arasındaki açı.

edebileceği konusunda şüphelerim var. Ancak kısa dalgaboyu kullanılarak çekilen bazı modern fotoğraflarda birkaç leke farkedilebiliyor.

Neptün bulunduktan hemen sonra, Avrupa'daki en iyi teleskoplardan birine sahip olan ünlü İngiliz amatör gözlemci William Lassell onu gözlemlemeye başladı. Lassell, soluk bir halka gördüğünü iddia etti ama sonradan bunun bir göz yanılması olduğu ortaya çıktı. Gerçek halka sistemi, 1989'da *Voyager 2* tarafından keşfedilene kadar bilinmiyordu. Ancak Lassell büyük uydu Triton'u doğru görmüştü. Dairesel bir yörüngesi olan Triton, en büyük uydularda az rastlanır biçimde ters yönde dönüyordu. *Voyager* öncesi bilinen ikinci uydu olan Nereid'in keşfi, ancak 1949 yılında mümkün oldu. Onu çalışmalarını Teksas'taki McDonald Gözlemevi'nde sürdüren G. P. Kuiper bulmuştu. Nereid küçük bir uyduydu ve

oldukça dışmerkezli olan yörüngesi bir uydununkinden çok bir kuyruklu yıldızınkine benziyordu. Neptün ile arasındaki mesafe 1.345.000 kilometreden 9.000.000 kilometreye kadar değişiyordu. Gezegen etrafındaki bir tam dolanımını 360 günde tamamlıyordu.



Triton ve Nereid'in yörüngeleri. Triton, ters yönde hareket etmektedir. Yeni keşfedilen uyduların hepsi Neptün'e Triton'dan daha yakındır. Dolayısıyla bu ölçekte yapılan bir çizimde onları göstermek mümkün olmadı.

Bunlardan başka birçok şey daha biliniyordu. Neptün'ün ekseni, Uranüs'ünki gibi aşırı eğik değildi. Eksenel eğikliği Dünya'nınkinden sadece beş derece daha fazlaydı. Dönüş süresini bulmak zordu, çünkü gezegen üzerinde görünür bir ayrıntı yoktu. Bu süre, ancak *Voyager*'ın geçişinden sonra kesin olarak belirlenebildi ve 16 saat 7 dakika olarak hesaplandı. Uranüs ve Neptün ikiz gibi görünüyorlardı, ama tek yumurta ikizi sayılamazlardı. Neptün, Uranüs'ten farklı olarak güçlü bir iç ısı kaynağına sahipti. Dolayısıyla daha aktif ve hareketli bir dünya olduğu tahmin ediliyordu, daha sonra öyle olduğu da kanıtlandı.

25 Ağustos 1989'da *Voyager 2*, Neptün'ün karanlıkta kalan kutbu üzerinden, bulutların üst kısımlarının 5000 kilometre kadar yukarısından geçti. Bu, öbür devlerle yapılan buluşmalarla karşılaştırıldığında gerçekleşen en yakın buluşmadır. Uzay aracı görevini kusursuz bir biçimde yerine getirdi. Üstelik oniki yıldan beri yoldaydı ve 6,5 milyar kilometreye yakın bir mesafe katetmişti. Gönderdiği fotoğraflar ise en az 1979'da Jüpiter'den gönderdikleri kadar kaliteliydi.

Gezegen üzerinde görünen en büyük oluşum, bugün Büyük Kara Benek olarak adlandırılan iri oval bir şekildi. Neptün üzerinde yer alan bu şeklin büyüklüğü, Büyük Kızıl Benek'in Jüpiter'e oranıyla aynıydı. Bu iki leke enlemsel olarak da benzerlik gösteriyorlardı. Yakınındaki bulutlara göre batıya doğru hareket eden leke, ters saat yönüne dönüyordu. Üzerinde, metan kristallerinden oluşan ve metan sirrusları olarak bilinen seyrek bulutlar yer alıyordu. Güneyinde ise dönme süresi çok daha kısa olan küçük ve değişken bir şekil vardı; bu şekil bugün Scooter adıyla anılır. Daha da güneye indiğimizde ikinci bir kara leke (D2) ile karşılaşıyoruz. D2, beş Dünya gününde bir, Büyük Kara Leke'ye 'tur bindiriyor'. Neptün'ün rüzgârlı bir dünya olduğu çok açıktır; rüzgârın hızının saatte 1100 kilometreye kadar çıktığı olur. Diğer dev gezegenlerde olduğu gibi, dönme süresinin en kısa olduğu yer ekvator, en uzun olduğu yer ise kutuplardır. Sıcaklık aşağı yukarı Uranüs'ünki kadardır; Güneş'e çok daha uzak oluşunun yarattığı fark, iç ısı kaynağı sayesinde kapatılır.

Üst atmosferi, yüzde 85 hidrojen, yüzde 13 helyum, yüzde 1-2 arası metan oluşturur. Çeşitli bulut katmanlarına rastlanır. Bunlardan en sık görüleni büyük bir olasılıkla hidrojen sülfitten oluşmaktadır. Daha yukarıda ise onlardan ayrı ve alttaki bulutların üzerine ışığı süzerek ileten bulutlar vardır. Tabii düzenli olarak yaşanan bir takım süreçler de vardır. Söz gelimi, üst atmosferdeki metan Güneş'ten gelen kısadalga ışınımlarla dağılır ve hidrokarbon halini alır; bunlar aşağı doğru inmeye başlar, o zaman da önce buharlaşır sonra da yoğunlaşırlar. Alttaki daha sıcak atmosfere ulaşan

hidrokarbon buz parçacıkları, tekrar metan halini alırlar. Oluşan metan, bulutlara üst atmosfere doğru yükselmeye başlar ve böylece herşey en baştan başlamış olur.

Neptün'ün iç yapısı büyük bir olasılıkla Uranüs'ünkine benzemektedir. Demir silkatlı bir çekirdeği olabilir. Kürenin kendisinin de esas olarak 'buzlar'dan, özellikle de su buzundan oluştuğu tahmin edilmektedir. Çekirdeğin kesin bir şekilde ayrı olup olmadığı ise bilinmemektedir; ancak bariz bir sınırı olduğundan çok, aşamalı olarak karıştığı düşünülmektedir. Sonuçta bilinen birşey vardır ki o da, Neptün'ün etrafa, Güneş'ten aldığı enerjinin 2,8 katı daha çok enerji yayıyor olduğudur. Bu da sıcaklığın niçin Uranüs'ünkinden daha düşük olmadığını açıklar.

Gezegen elde herhangi bir kanıt olmadığı halde beklenileni doğrular biçimde radyo dalgaları yaymaktadır. Aslında gerçek sürprizi, manyetik alanının, neredeyse Uranüs'ünki kadar eğik oluşu yaratmıştır. Dönme ekseni ile manyetik eksen arasındaki açı 47 derecedir; ve yine Uranüs'te olduğu gibi manyetik eksen gezegenin merkezinden geçmemektedir. Uranüs'ün manyetik ekseninin bu garip duruşuna, dönme ekseninin aşırı eğik oluşunun yol açtığı zannediliyordu, ancak sonradan bir ilgisi olmadığı anlaşıldı. Bu konu hâlâ esrarını korumaktadır.

Voyager öncesinde, Neptün'ün önlerinden geçtiği yıldızların gözlemlenmesi sonucunda, gezegenin tam olmayan halkalara, başka bir deyişle halka yaylarına, sahip olabileceği sonucuna varılmıştı. Ancak *Voyager 2* oraya vardığında gezegenin Uranüs'ünkilerden bile daha net, beş tam halkası olduğu görüldü. Çok düzgün değillerdi; ana halkanın içinde daha parlak olan bazı bölgeler vardı. Halka sistemini oluşturan bütün parçalar biraraya getirilecek olsa ortaya 5 km çaplı bir uydu ancak çıkardı.

Yeni küçük uydular bulunacağı umuluyordu; öyle de oldu. *Voyager* altı uydu tespit etmişti: Naiad, Thalassa, Despina, Galatea, Larissa ve Proteus. En büyükleri olan Proteus'un çapı 415 km kadardı. Aslında Nereid'den daha büyüktü ama

Neptün'e çok yakın olduğundan Dünya'dan görülmesi imkânsızdı. *Voyager*, onun bir fotoğrafını çekmişti; fotoğrafta Proteus'un engebeli ve kraterli bir yüzeye sahip olduğu görülebiliyordu. Galatea, halkalardan birine çok yakın bir konumda hareket ediyordu yani büyük bir olasılıkla bir 'çoban'dı. Ancak dikkatle yürütülen aramalara rağmen, başka bir halka çobanı bulunamamıştı. Yeni bulunan uyduların hepsi de gezegene hem Triton'dan hem de Nereid'den daha yakındı.

Voyager 2, Neptün'ün kuzey kutbu üzerinden geçtikten beş saat sonra, artık gerçekten de son hedefi olan Triton'a ulaştı. Triton oldukça etkileyici bir dünyaya benziyordu. Olduğu zannedilenden daha küçüktü; çapı topu topu 2705 kilometreydi; yani bizim Ay'ımızdan bile daha ufaktı (Önceden yapılan hesaplarda, Mars kadar olduğu sonucuna varılmıştı!). Yüzeyinin bulutlar yüzünden görülemeyeceği düşünülmüştü; ancak bu da doğru çıkmadı. Triton'un atmosferi o kadar inceydi ki, görüşü ancak hafif bir sis kadar etkileyebiliyordu. Yüzeyi, Satürn ile Uranüs'ün orta boylu veya küçük uydularınınkilerle karşılaştırıldığında, daha fazla kaya ve daha az buzdan oluşuyordu. Ayrıca yüzey sıcaklığı da oldukça düşüktü. -236°C (-400°F) olan sıcaklığıyla Triton, insan yapımı bir sondanın o güne kadar ziyaret ettiği en soğuk dünyaydı.

Triton'un yüzeyi bir buz tabakasıyla kaplı gibi görünüyordu. Bu tabakanın altta su buzu, üstte de onu örten nitrojen ve metan buzlarından oluştuğu zannediliyordu. Su buzu spektroskop kullanılarak saptanmamıştı ama olması gerektiği düşünülüyordu; çünkü nitrojen ve metan buzları yüzey şekillerini uzun süre muhafaza edebilecek kadar güçlü değillerdir ve genellikle hareket etme eğiliminde olurlar. Aslında Triton üzerinde fazla yüzey şekli de bulunmuyordu; söz gelimi hiç dağ yoktu, dolayısıyla uydu üzerindeki en alçak bölge ile en yüksek bölge arasındaki fark 70-80 metreyi geçmiyor olmalıydı.

Güneş ışığı alan güney kutbu, nitrojen karı ve buzu nedeniyle pembe görünüyordu. Renk oldukça çarpıcıydı; ayrıca

orda burda ilk başta neden oldukları açıklanamayan bazı ilginç lekeler de vardı. Normal kraterlerin sayısı son derece azdı, ancak büyük bir olasılıkla artık donmuş olan amonyak su karışımı bir sıvının akmasıyla açılmış geniş izler vardı. Pembe kutup takkesinin kenarında, ince metan buzu kristalleri yüzünden o renk görünen mavimsi bir bölge göze çarpıyordu. Ekvatora doğru indiğimizde, uzun çatlakları ve yumuşak engebeleriyle kavun kabuğuna benzetildiği için 'kantalup' arazisi olarak adlandırılan bölgeyi görürüz. Diğer yerlerde ise çukurlara ve bazılarının 'gutta' dediği, mantara benzeyen garip şekillere rastlarız. Ayrıca bir de muhtemelen su buzundan oluşmuş ortaları düz, basık, donmuş 'göller' vardır.

Pembe kutup takkesini de içine alan bölge yani *Uhlanga Regio*'da koyu renkli lekeler göze çarpar. Donmuş yüzeyin altında sıvı nitrojenden oluşan bir katman varmış gibi durmaktadır. Bu nitrojen bir gün herhangi bir nedenle kabuğun üzerine çıkacak olursa, basınç nedeniyle artık sıvı olarak kalamayacağı noktaya geldiğinde patlayacak, nitrojen buzu ve buharından oluşan bir sağnağa neden olacaktır. Sonuçta fışkıran parçacıklar ince atmosferi aşıp etrafa dağılacaktır. Bu durumda lekelerin gayzer olduğu söylenebilirdi yani Triton aktif bir dünyaydı ki böyle bir şey kesinlikle beklenmiyordu. Bir başka açıklama da yüzeydeki toz parçacıklarının güneş ışığını tutarak sıcaklığı nitrojenin kaynama noktasının üstüne çıkardığı yönündeydi. Ancak her iki açıklama da gayzer fikrini geçerli hale getiriyordu. Fışkıran parçacıklar 8 kilometre yükseğe çıkabilir ve rüzgârla 150 kilometre kadar taşınabilirdi. Triton'un atmosferi nitrojen ve metan gazlarının bir karışımından oluşuyordu. Uydunun yüzeyindeki basınç ise Dünya'da deniz seviyesindeki basıncın sadece 1/70.000'i kadardı.

Elimizdeki verileri değerlendirdiğimizde Triton'un oldum olası Neptün'ün uydusu olmadığı, bir zamanlar bağımsız bir cisim olduğu sonucuna varabiliriz. Uydu, Neptün tarafından yakalandığında, büyük bir olasılıkla eliptik bir yörüngeye

sahipti; ancak sonrasında geçen bir milyar yıllık süre, yörüngeyi dairesel bir şekil alması için zorlamış olmalıydı. Bu süre boyunca uydunun içi çalkalanıp ısınmış (İo'nun bugünkü haline benzer biçimde) iç kısımları oluşturan madde yüzeye çıkmıştı; sonuçta da orada donup kalmıştı. Pembe karı ve nitrojen gayzerleriyle Triton, Güneş sistemindeki dünyaların hiçbirine benzemez.

Yakın gelecekte yapmayı istediğimiz şeylerden biri de Triton'u bir kez daha görebilmek olsa gerek. Triton mevsimleri son derece uzun ve karmaşıktır; Bu mevsimler boyunca buz dağılımında önemli değişiklikler meydana gelir. Nitrojen buzu tıpkı bir buzul gibi yüzebilir; hatta bir kutuptan diğerine kadar gitmeleri bile mümkündür. Ne yazık ki bugün için, Güneş sisteminin dış kesimlerine yeni sondalar göndermek söz konusu değildir. Bu da orayla ilgili yeni şeyler öğrenmek için daha çok bekleyeceğimiz anlamına gelmektedir. Üstelik, yörüngesi oldukça dışmerkezli olan Nereid, Voyager 2'nin geçişi sırasında görüntüleme açısından uygun olmayan bir konumdaydı; dolayısıyla onun hakkında çok az şey biliyoruz.

Neptün'den bakıldığında, güneş ışığı en az 700 dolunay kadar güçlü bir şekilde görünecektir. Başka bir deyişle, bir metre uzakta yanan normal bir mum alevinden sekiz kat fazla biçimde. Neptün'den bakıldığında, Güneş ile Venüs arasındaki uzanım 1½ derece, Dünya 2 derece, Mars 3 derece, Jüpiter ise 10 derece olacaktır. Satürn, uygun konumda olduğunda çıplak gözle görülebilecektir. Bu arada Satürn'ün Neptün'e bize olduğundan daha uzak olduğunu aklınızdan çıkarmayın. Ancak Uranüs bile uzun süreler boyunca gözden uzak olacaktır. Dolayısıyla Neptünlü gök bilimciler var olsalardı diğer gezegenler hakkında çok az bilgi sahibi olacaklardı.

Neptün bizi ana Güneş sisteminin sınırına getirir. Tabii Plüton da var ama Neptün'e uzun süre boyunca gezegen ailesinin en dıştaki üyesi olarak bakılmıştı.

XV. Bölüm

Plüton

Neptün'ün keşfiyle, Güneş sistemi bir kez daha tamamlanmış gibi görünüyordu. Uranüs'ün sapmaları açıklanmış; Flamsteed ve diğerlerinin yaptıkları eski gözlemler yerli yerine oturmuş ve Alexis Bouvard'ı şaşkına çeviren bütün düzensizlikler ortadan kalkmıştı. Bu, yıllar boyunca kabul görmüş bir düşünceydi. Ama sonra, çok yavaş ve belli belirsiz biçimde, dıştaki devler yollarından tekrar çıkmaya başladılar.

Gözlemlenmiş konumlar ile kuramsal konumlar arasındaki farklar o kadar küçüktü ki, bunlar kolayca ölçümlerde yapılan hatalara bağlanabilirdi. Ancak yine de bazı kuşkular vardı. Güneş'ten bilinenlerden daha da uzakta, Güneş sisteminin derinliklerinde bir gezegen daha olabilir miydi? Olduğunu düşünenlerden biri de Amerikalı gök bilimci David Peck Todd'du. Todd, 1877 yılında Birleşik Devletler Deniz Gözlemevi'nin 68 santimlik teleskobuyla düzenli bir araştırma yapmaya başladı. Küçük yuvarlak bir yüzey görmeyi ümit ediyordu. Ancak birçok başka avcı gibi, o da başarılı olamadı. Ama zaman geçtikçe, izinin bulunmasını bekleyen dokuzuncu bir gezegen olduğu fikri giderek gerçeklik kazanmaya başladı.

Percival Lowell da tam bu noktada konuyla ilgilenmeye başladı. Bildiğimiz kadarıyla Lowell, Flagstaff'taki gözlemevini Mars üzerinde çalışmak üzere kurmuştu. Bugün hatırlanmasının nedeni de kanal sistemi yapan Marslılara olan inancıydı. Bu aslında hoş bir durum değil, çünkü aslında Lowell'ın gök bilimine yaptığı katkılar azımsanamayacak kadar çoktur. Uzman bir matematikçi olan Lowell, yüzyıl dönümünde he-

saplamalarına başladı. Esas olarak Uranüs'ün hareketleriyle ilgileniyordu; ama bunun nedeni sadece, Uranüs'ün hareketlerinin Neptün'ünkilerden daha kesin bir biçimde biliniyor olmasıydı. Neptün 1846 yılında keşfedilmişti ve tanımlandığından beri geçen zamanda Güneş etrafındaki bir turunu tamamlayabilmiş değildi (Aslına bakarsanız hâlâ da tamamlayamadı). Lowell 'X Gezegeni'nin dolanım süresinin 282 yıl, kütlesinin ise Dünya'nınkinden yedi kat fazla olduğuna karar vermişti. Yörüngesinin oldukça dışmerkezli olduğuna ve gezegenin 1991 yılında günberi noktasına ulaşacağına inanıyordu. Bir konum belirlemiş ve aramaya başlamıştı.

Araştırmasını büyük Lowell mercekli teleskobunu kullanarak 1905 ile 1907 yılları arasında sürdürdü. Aslında işi Adams'a veya Le Verrier'e göre daha kolay sayılabilirdi, çünkü fotoğraf tekniğini kullanabiliyordu. Bunun yanı sıra X Gezegeni'nin Neptün'den çok daha soluk olması bekleniyordu. Ayrıca hesapladığı konum da tam doğru olmayabilirdi çünkü Uranüs'ün hareketlerindeki çok küçük düzensizliklere dayanarak bulunmuştu. Bu şartlar altında gezegenin kendini göstermemesi hiç de şaşırtıcı değildi. 1914 yılında C.O. Lampland tarafından yine Flagstaff'ta yürütülen ikinci çalışma da aynı derecede başarısız olmuştu. 1916 yılında Lowell aniden öldü; böylece X Gezegeni meselesi bir süre için rafa kalkmış oldu.

Tekrar gündeme gelişi 1919 yılında, Milton Humason'un Wilson Dağı Gözlemevi'nde W.H. Pickering adlı yine Amerikalı bir başka gök bilimcinin hesaplamalarını esas alarak ve fotoğraf tekniğini kullanarak bir araştırma başlatmasıyla olmuştur. Pickering'in yöntemi Lowell'ınkinden farklıydı. Ayrıca Uranüs yerine Neptün üzerine eğilmeyi uygun görmüştü. Üstelik elinde, yerinde duramayan narin gezginlerden yani kuyruklu yıldızlardan yararlanarak elde ettiği bir ipucu daha vardı.

Büyük sayılabilecek bazı kuyruklu yıldızlar bulunur, ancak bunların kütleleri Phoebe gibi ufak bir uyduyla karşılaştırıldığında bile ihmal edilebilecek bir değerdir. Kuyruklu

yıldızların yörüngeleri, gezegenlerin kütle çekimlerinden kaynaklanan tedirginlikten ciddi biçimde etkilenir.

Dönemsel olarak görülen kuyruklu yıldızların çoğunun gün-öte noktası, Jüpiter'in yörüngesinden belli bir uzaklıktadır. Bu kesinlikle rastlantı değildir; gök bilimciler Jüpiter'in bir kuyruklu yıldız ailesine sahip olduğunu söylemekten çekinmezler. Pickering, günöte noktaları Güneş'ten yaklaşık 11.000.000 km uzakta olan bilinen onaltı kuyruklu yıldız olduğuna dikkat çekmiştir. Bu, onun orada bir gezegen bulunduğu fikrini daha da ciddi bir biçimde düşünmesine yol açmıştır. Elde ettiği sonuç Lowell'ınkine çok benziyordu; ancak Humason da Flagstaff takımı gibi başarısız oldu ve sorun bir kez daha 'bekleme'ye alındı.

Bir sonraki adım 1929'da atıldı. Lowell'ın yardımcısı V.M. Slipher, Flagstaff'taki gözlemevinin müdürü olmuştu ve X Gezegeni'nin kendisini alt etmesine izin vermemekte kararlıydı. Sırf bu iş için 33 santimlik mercekli bir teleskop edindi. Mars'ın ve diğer gezegenlerin etkileyici çizimlerini yapmış olan genç amatör Clyde Tombaugh'u da yardıma çağırdı. Tombaugh gözlemevine geldi ve çalışmaya başladı.

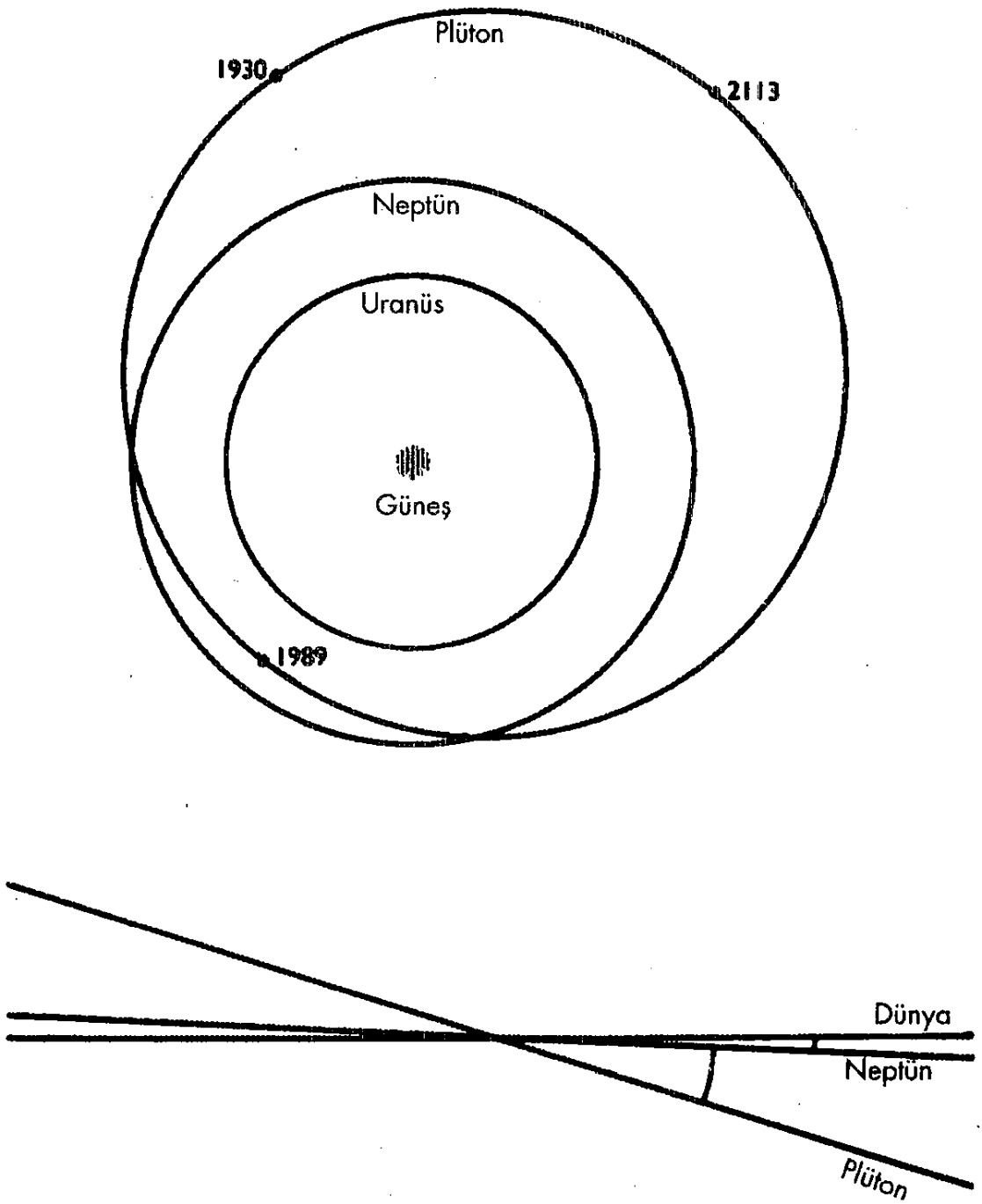
Kullandığı yöntem esas itibarıyla Lowell'ınkiyle aynıydı. Birkaç gün arayla gökyüzünün aynı bölgesinin iki fotoğrafı çekilmişti. Fotoğraflarda yıldızlar aynı göreli konumlarında kalacak ama gezegen hareket etmiş olacaktı. Bu iki resim pırıldaklı mikroskop adı verilen çok marifetli bir araç kullanılarak karşılaştırılacak ve hareket eden cisim 'zıplıyor' gibi görünecekti.

Tombaugh umduğundan çok daha kısa bir süre sonra başarıya ulaştı. 23 ve 29 Ocak 1930 tarihlerinde çekilen fotoğraflarda beklenen hızda beklenen mesafeyi katetmiş bulanık bir nokta görülüyordu. Tombaugh bunu pırıldaklı mikroskop ile de kontrol etti ve sonra şöyle bir kayıt tuttu: "Art arda çekilen iki fotoğrafta 15. kadirden bir cismin görünüp kaybolduğunu farkettim. Daha sonra çekilen fotoğraflarda da öncekinin üç milimetre sağında aynı şekilde davranan bir cisme rastladım. 'İşte bu,' dedim kendi kendime."

Gerçekten de o yeni gezegendi. Flagstaff'taki gök bilimciler sonraki geceler boyunca, bir yanlışlık olmadığından emin olmak için tekrar tekrar kontrol ettiler. Sonunda 13 Mart'ta, yani Lowell'ın yetmişbeşinci doğum günü ve Herschel'in Uranüs'ü keşfedişinin 149. yıl dönümünde, Slipher bütün büyük gözlemevlerine birer telgraf yolladı: "Lowell'ın, Neptün ötesi gezegeni bulmak üzere yıllar önce başlattığı sistemli araştırma sonucunda yedi haftadır Neptün ötesi cismin öngörülen hareketine ve yörüngesine uygun, yaklaşık Lowell'ın tespit ettiği uzaklıkta bir cisim saptanmıştır." Gerçek konum ile Lowell'ın öngördüğü konum arasındaki fark 6 dereceden azdı. Lowell, gezegenin hayli dışmerkezli ve tutulum dairesi düzlemine göre eğik bir yörüngeye sahip olacağı konusunda da yanılmamıştı. Dolanım süresinin 248 yıl olduğu ve günberi noktasına 1989 yılında varacağı da bulunmuştu.

Yapılması gereken ilk şey ona bir isim bulunmasıydı. Bu konuda çeşitli öneriler vardı. Bunlardan biri, bilgelik tanrıçası Minerva'nın ismiydi. T.J.J. See tarafından önerilmiş olmasaydı büyük bir olasılıkla da kabul görürdü. See, meslektaşları arasında hiç sevilmeyen Amerikalı bir gök bilimciydi. Hatta onlardan biri (A.E. Douglass) See hakkında şöyle yazmıştı: "Şahsen ben şimdiye kadar hiçbir insandan, hayvandan, sürüngenden veya mide bulandırıcı herhangi birşeyden ondan iğrendiğim kadar iğrenmemiştim. Şehirden gittiği gün büyük bir rahatlama hissedeceğim; onu bir daha görmek isteyeceğimi hiç sanmıyorum. Geri dönecek olursa da tekmeyi yiyecektir." Daha sonra yeraltı tanrısı Plüton'un ismi kabul edildi. Bu ismi öneren Venetia Burney adlı bir İngiliz öğrenciydi. Aslında son derece yerinde bir karardı, çünkü Plüton gezegeni dondurucu ve karanlık bir yerdi.

Hemen sonra birçok sorun ortaya çıktı. Plüton'un yörüngesi çok garipti; gezegen günberi noktasında Güneş'e Neptün'den daha çok yaklaşabiliyordu. 1979 ile 1999 yılları arasında Güneş'le arasındaki mesafe Neptün'ünkinden az olacaktı. Ancak dolanım süresinin büyük bir bölümünde çok daha uzakta oluyordu. Neyse ki bir çarpışma olabileceği gibi



(Üstte) Uranüs, Neptün ve Plüton'un yörüngeleri. (Altta) Neptün ve Plüton'un yörüngeleri arasındaki açı.

bir endişeye kapılmak yersizdi, çünkü gezegenlerin yörünge düzlemleri arasındaki açı 17 dereceden fazlaydı ve iki gezegen içinde bulunduğumuz yüzyılda birbirlerinin yakınında olmayacaklardı. Gerçek sorun Plüton'un beklenenden küçük

ve soluk oluşuydu. Zaten Lowell da bu yüzden onu gözden kaçırmıştı. Flagstaff'ta çekilen eski fotoğraflar tekrar incelendiğinde Plüton'a ait iki görüntü saptanmıştı. Humason'un başarısız olmasının nedeni ise sadece şanssızlıktı. Wilson Dağı Gözlemevi'nde çekilen fotoğraflarda da Plüton iki kere görünüyordu; ancak birinde bir yıldızın hemen üstünde diğerinde ise negatifte bulunan küçük bir izle aynı yerdeydi.

Önceden Plüton'un Dünya'dan oldukça büyük olduğu tahmin ediliyordu; ancak sonra yapılan kesin ölçümler, bayağı küçük olduğunu kanıtladı. Bu çok saçmaydı; böyle küçük ve hafif bir cisim nasıl olur da Uranüs ve Neptün gibi devlerin hareketlerini etkileyebilirdi? Greenwich Gözlemevi'nden A.C.D. Crommelin, Plüton'un çok parlak olduğunu bu yüzden de tüm yüzeyini değil de belli bir bölgeden yansıyan güneş ışığını görebildiğimizi iddia etti; ancak bu pek akla yatkın görünmüyor.

Gök bilimciler Plüton'un yoğunluğunu normalmiş gibi kabul ediyorlar ve gezegenin kesin büyüklüğünü saptamak istiyorlardı. Bunu bulmanın en kolay yolu da gezegenin çapını ölçmekti. Yazık ki Wilson Dağı Gözlemevi'nin 2,5 metrelik aynalı teleskobu yüzeyi net bir şekilde gösteremiyordu. Bu durumda Palomar'daki 5 metrelik teleskop kullanıma girene kadar yapacak birşey yoktu.

Kuiper 1949'da McDonald Gözlemevi'ndeki 208 santimlik aynalı teleskopla bir dizi ölçüm yaptı ve gezegenin çapını 10.300 km olarak hesapladı. Ancak bu değer yanlıştı. Bu durumda gezegenin büyüklüğü Dünya'nınkinin 8/10'u kadar olurdu. Aslında bu, Uranüs ve Neptün'de görülen tedirginlikleri açıklamak için uygun bir büyüklüktü, tabii gözlemlerde küçük hatalar yapılmış olabileceği de düşünülüyordu.

Kuiper ile Humason, 1950 yılının Mart ayında, Tombaugh'nun keşfinden yirmi yıl sonra, Palomar teleskobunu kullanarak yeni ölçümler yaptılar ve Plüton'un çapının en fazla 5800 km olabileceğini saptadılar. Bu değer Mars'ınkinden bile küçüktü. Sonuçta ortaya büyük bir sorun çıktı. Plü-

ton gerçekten de Mars'tan küçükse ve bu büyüklüğüyle bile Uranüs üzerinde kendisinin keşfedilmesine olanak verecek kadar tedirginlik yaratabiliyorsa, yoğunluğunun Dünya'nınkinden oniki kat veya başka bir deyişle suyunkinden altı kat fazla olması gerekirdi. Bu durumda da Plüton, çok ağır bir maddeden oluşuyor olmak zorundaydı. Yüzeyindeki çekim kuvveti de aşırı yüksek olacaktı; söz gelimi Dünya'da 78 kilo gelen bir adam, Plüton'da 360 kilo gelecekti. Pek mümkünmüş gibi görünmeyen bu sonuç bilim adamlarında ciddi bir şaşkınlığa yol açmıştı.

Yalnız kesin olan birşey vardı. Plüton gerçekten de küçükse ve normal bir maddeden oluşuyorsa, Uranüs'ün veya Neptün'ün yörüngesini etkileyebilecek kadar yoğun olamazdı. Bu durumda Plüton herkesin aradığı gezegen değildi. Ya Lowell'ın hesapları şans eseri bir gezegene denk gelmişti ya da gerçek X Gezegeni hâlâ keşfedilmeyi bekliyordu.

Plüton'un gerçek büyüklüğü konusu henüz açıklığa kavuşmamıştı. Kenarları net bir şekilde görülemeyen böyle küçük bir cismin görünen çapını ölçmek son derece zordu. Bu iş için kullanılabilecek yöntemlerden biri de örtülmelere dayanıyordu. Plüton'un bir yıldızın önünden geçtiği zamanlar oluyordu. Yıldızın Plüton'un arkasında kalış süresi bize Plüton'un çapının ne kadar olduğu konusunda bir fikir verebilirdi. Bu yöntem kuramsal açıdan kusursuzdu; ancak yavaş hareket eden soluk Plüton, nadiren ölçüm yapmaya uygun bir örtülme gerçekleştirebiliyordu.

Plüton'un yörüngesi kesin bir şekilde biliniyordu ancak, yapılacak en küçük bir hatanın, gerçekleşeceği tahmin edilen örtülmelerde yanılma payının yükselmesine neden olacak olması da bir başka olumsuz durumdu. Bu nedenle, Birleşik Devletler Deniz Gözlemevi'ndeki gök bilimciler, gözlemevinin büyük teleskobunu kullanarak Plüton'un bir dizi fotoğrafını çektikleri uzun bir çalışma başlattılar. Gezegenin yuvarlağı, çapının kesin bir şekilde tespit edilebilmesine olanak vermeyecek kadar küçüktü. Yapılan bu yeni ölçümlerin, gelecekte gerçekleşecek gözlem yapmaya uygun örtülmelerin zamanla-

rının saptanması konusunda yararlı olacağı ümit ediliyordu. Ancak bu araştırma sırasında hiç beklenmedik bir keşif yapıldı. Plüton uzaydaki gezisinde yalnız değildi!

Çekilen fotoğraflar incelendiğinde, ilk başta Plüton'un şeklen bir dambıla benzediği, hayli biçimsiz olduğu zannedildi. Sonradan bu görüntünün nedeninin, Plüton'dan bağımsız ve onun yarı büyüklüğünde ikinci bir cisim olduğu saptandı. Bunun son kanıtı da Hubble Uzay Teleskobu'nun gönderdiği büyüleyici fotoğraftır. İkinci cisme, ölülerin ruhlarını Styx ırmağının karşısına yani Plüton'un bölgesine geçiren kayıkçı Charon'a atfen Charon adı verildi.

İki cisim arasın aki uzaklık, merkezden merkeze ölçüldüğünde 19.630 kilometreydi. Sonunda Plüton'un büyüklüğü de belirlenebilmişti. Plüton'un çapı 2323 kilometreyken Charon'unki 1211 kilometreydi. Charon'un dönme süresi 6 gün 9 saatti. Daha önce Plüton'un kadrinde görülen değişmeye dayan larak hesaplanan dönme süresi de tam bu kadar (6 gün 9 saat) olarak bulunmuştu. Bu durum iki cismin birlikte hareket ettiklerini göstermektedir. Plüton'un bir yarım küresinden bakıldığında Charon'un gökyüzünde hareketsiz bir biçimde asılı kaldığı görülecektir. Diğer yarım küreden ise Charon'u görmek mümkün olmayacaktır. Tüm bu gariplikler yetmezmiş gibi bir de Plüton'un dönme ekseninin 122° eğik olduğu saptanmıştır ki bu haliyle Plüton diğer gezegenler arasında en çok Üranüs'e benzemektedir.

Doğa genellikle huysuzdur, ama 1980'li yılların ortalarında ve sonlarında nazik olduğu bile söylenebilirdi. Plüton ve Charon'un yörüngelerinin eğimleri öyle denk gelmişti ki yıllar boyunca ikili örtülmeler yaşandı. Bir Plüton Charon'un önüne geçip onu saklıyor; bir Charon Plüton'un önüne geçip, Ay'ın halkalı tutulmalar sırasında Güneş'in ışığını kesmesi gibi, gezegenin ışığını kesiyordu. Bu durum gözlemcilere, ellerine bir daha en az yüz yıl sonra geçebilecek bir fırsat veriyordu. Charon'un arkada kaldığı örtülmeler sırasında Plüton'un tayfı, Charon'un önde olduğu zamanlarda ise hem Charon'un hem de Plüton'un tayfı görülebiliyordu. Böylece

Plüton'unki önceden bilindiğinden Charon'un tayfı da belirlenebiliyordu. Ayrıca bu ikilinin hareketlerinin incelenmesiyle yoğunlukları da kesine yakın bir biçimde belirlenebilmişti. Plüton'un yoğunluğu Ay'ınkinin yüzde 18'i kadardı.

Bütün bunlar, bugün Plüton-Charon çifti hakkında birkaç yıl öncesine göre çok şey bildiğimizi gösteriyor. 1980 yılında yani Plüton'un keşfedilişinin üzerinden tam yarım asır geçmişken New Mexico'nun Las Cruces kentinde, Clyde Tombaugh'un şeref konuğu olarak katıldığı bir konferans düzenlenmişti. O zamanlar elimizdeki tüm bilginin gözden geçirilmesi sadece bir gün almıştı; üstelik Charon'un bağımsız bir cisim olduğundan bile emin değildik.

Bu iki dünya birbirine benzemiyordu. Plüton daha dikkate değerdi. Yoğunluğu suyunkinin iki katından biraz daha fazlaydı; yani Satürn ile Uranüs'ün buzlu uydularından daha az buz ve daha çok kaya içeriyordu. Plüton'un yüzeyi metan buzuyla ve biraz da nitrojen buzuyla kaplıydı. Charon'unki ise bildiğimiz su buzundan oluşuyor gibi duruyordu. Plüton'un büyük bir olasılıkla esas olarak nitrojenden ve biraz da karbon monoksitten oluşan, kalın ama aynı zamanda seyrek bir atmosferi vardı. Charon'un ise atmosferi yoktu; yani en azından bizim bugünün şartlarıyla saptamayı başarabildiğimiz bir atmosferi yok.

Ancak ölçüldüğü sırada seyrek ama kalın olan atmosfer bir Plüton 'yıl'ı boyunca hep aynı şekilde kalmıyor olabilir. Şu anda gezegenin Güneş'ten uzaklığı artıyor ve sıcaklık düşüyor. Önümüzdeki yüzyıl Plüton o kadar soğuk olacak ki atmosfer yüzey üzerinde donacak. Bu durum, gezegenin 2113 yılında ulaşacağı günöte noktasından dolaşıp tekrar içeri doğru gelişine kadar sürecek. Atmosferin bileşenlerini ayrıntılı bir biçimde bilmediğimiz için tam olarak ne zaman donacağından emin değiliz; ancak donmama olasılığı yok gibi görünüyor. Burada Chiron* ile bir benzerlik kurabiliriz. 1995 yılında günberi noktasında olacak olan Chiron'un 'atmosferi' 1988 yılı itibarıyla oluşmaya başlamıştır.

*Satürn'le Uranüs'ün yörüngeleri arasında hareket eden asteroit Chiron ile Plüton'un yoldaşı Charon'u birbirine karıştırmayın.

Elimizde Plüton'un yüzey oluşumları konusunda da birkaç ipucu var. Charon Plüton'un önüden geçerken görünen parlaklık değişiklikleri sayesinde, kutup takkesinin parlak olduğunu ve ekvatoru boyunca koyu renkli bir kuşak uzandığını belirleyebildik.

Artık bugün Plüton'un Lowell'ın aradığı X Gezegeni olmadığı konusunda en ufak bir şüphe yok. Hatta Plüton'u bir gezegen olarak nitelemek bile yanlış olur. Peki ya o zaman ona ne diyebiliriz?

Bu konuda ileri sürülen ilk görüşlerden biri R. A. Lyttleton'a aitti. Lyttleton, onun eskiden Neptün'ün uydusu olduğunu ve bir gün bir şekilde yoldan çıkıp kendi bağımsız hayatına geçtiğini öne sürmüştü. Aslında son derece mantıklı gibi görünen bu kuram, Charon'un varlığı yüzünden saf dışı kalıyor; çünkü ikisi de Neptün'ün etrafında dönüyor olsalardı, şu anda oldukları gibi kenetlenmiş bir biçimde hareket ediyor olamazlardı. Bu arada, Plüton'dan daha büyük ve yoğun olan Triton'un durumu da açıklayıcı olabilir. Triton'un yörüngesi de Plüton'unki gibi dışmerkezlidir. Bu iki cismin aynı tip olduğunu ve Triton'un Neptün tarafından yakalandığını ama Plüton'un özgür kaldığını kabul edebiliriz. İkisinin de nitrojenden oluşan seyrek birer atmosferi olduğunu da gözden kaçırmayın.

Bir başka görüş de Plüton ve Charon'un bir asteroit çifti olduğu yönündedir. Şu anda elimizde kesin bir kanıt yok ama ana asteroit kuşağında bile 'çift' gibi duran bazı cisimlere rastlanmıştır. Ancak bu sefer de Plüton yüzünden sorun çıkıyor; çünkü Plüton gezegenlerle karşılaştırıldığında küçük sayılsa da, bir asteroit olmak için çok büyüktür. Charon'un çapı bile, asteroit sürüsünün en büyüğü olan Ceres'inkinden büyüktür.

Belki de Plüton'u bir gezegenimsi, yani gezegenlerin oluştuğu bulutsudan kalmış bir parça, olarak tanımlamak daha doğru olur. Bu durumda Triton, Charon ve Chiron veya Pholus, 1992 QB1 ve 1993 FW gibi aykırı asteroitler de gezegenimsi olabilirler.

Plüton, amatörlerin kullandığı iyi teleskopların menzili içindedir. Ancak işe yarayabilecek sadece iki araştırma vardır. Birincisi, değişen-yıldız gözlemcilerin kullandığı yöntemlerle yapılacak kadir ölçümleridir. Değişiklikler gözle görülemeyecek kadar küçük olacaktır, dolayısıyla bu iş için bir fotometre edinilmesi şarttır. İkincisi ise, örtülmeleri gözlemlemektir. Bu konuda amatörler gerçekten de yararlı olabilirler; çünkü herhangi bir profesyonele göre çok daha rahat hareket etme imkânına sahip oldukları için malzemelerini Dünya üzerinde gözleme uygun yerlere taşıyabilirler. Ancak örtülmeler o kadar nadir yaşanır ki, kişinin böyle bir fırsatı hayatı boyunca sadece bir kere eline geçirmesi bile mümkündür.

Plüton'un durumu hâlâ bir bilmece. Gezegene benzemiyor; normal bir asteroit de değil; gezegenimsi olduğundan da biz emin değiliz. Yirmibirinci yüzyıl içinde onu yakından inceleme imkânımız olacak. Gönderilmesi düşünülen sondanın planları hazır, ancak ne zaman yola çıkacağını henüz bilmiyoruz. Plüton'un hayal edebileceğimiz en yalnız ve ıssız dünya olması muhtemel ama yine de görülmeye değer olduğundan hiç kuşkum yok.

XVI. Bölüm

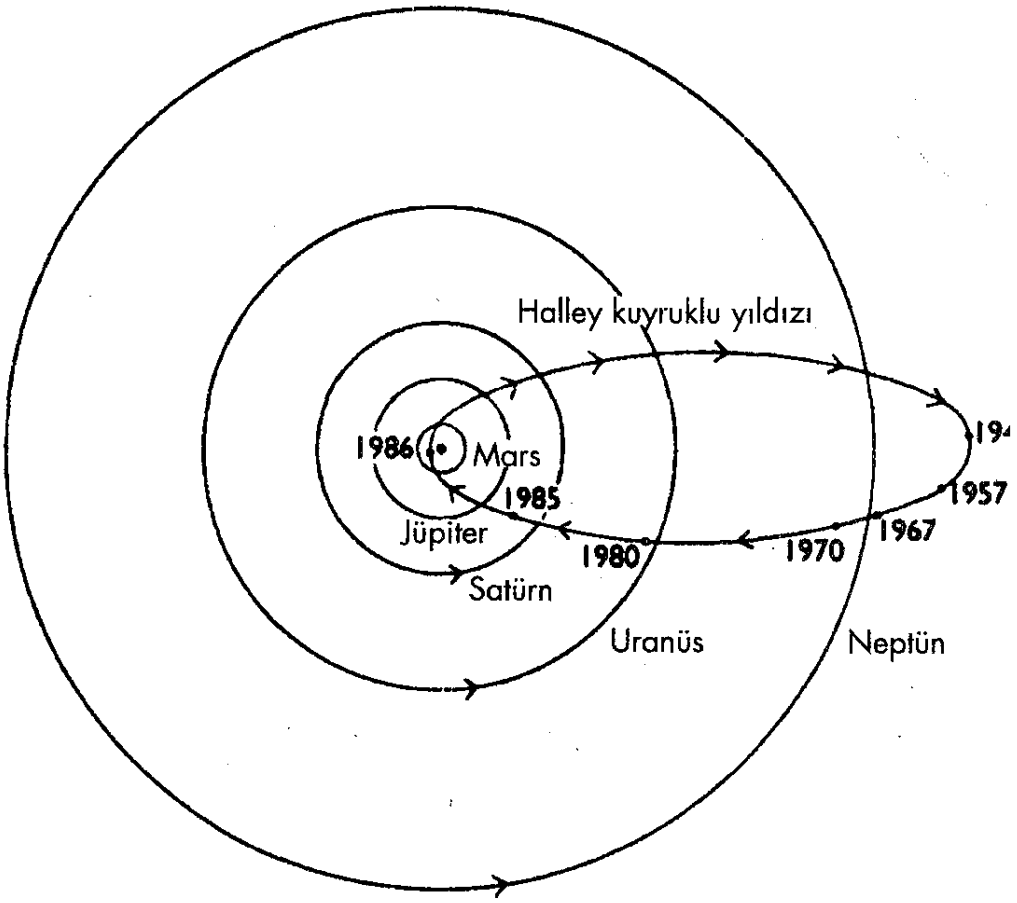
Gezegenlerin Ötesinde

Neptün ve Plüton'un yörüngelerinin Güneş sisteminin sınırını oluşturduğunu söylemek yanlış olur. X Gezegeni veya Pholus benzeri asi cisimleri bir kenara bıraksak bile kuyruklu yıldızları gözardı edemeyiz. Eğer varsa Kuiper Bulutu, Neptün'den oldukça dışarıdadır. Oort Bulutu'nun uzaklığı ise bir ışık yılı ile ifade edilebilir. Bu arada bize en yakın yıldızların, yani Alfa Centauri grubuna ait yıldızların, dört ışık yılı uzakta olduğunu da hatırlatayım.

Clyde Tombaugh, Plüton'u bulduktan sonra on yıl kadar daha çalışmasını sürdürüp, gökyüzünün yüzde yetmişlik kısmının haritasını çıkarmıştı; 17. kadre kadar olan tüm cisimleri işaretlemişti. Onu tanıyan bir kişi olarak, başka bir Plüton'u gözden kaçırmış olabileceğine ihtimal vermiyorum. Bu da yeni gezegenin (tabii eğer varsa) kadrinin onyediden düşük olması gerektiğini gösteriyor. Peki ya çok uzakta birkaç büyük gezegen olabilir mi? Neden olmasın? Bu da benim aklıma konuyla ilgili olduğunu düşündüğüm Oort Bulutu'nu getiriyor.

Kısaca hatırlatmak gerekirse, Oort Bulutu, kuyruklu yıldız deposu olarak adlandırılabilecek bir oluşumdur. Oradaki cisimlerden biri tedirginliğe uğrayacak olursa, içeri yani Güneş'e doğru düşmeye başlayacaktır. Daha sonra başına çok çeşitli şeyler gelebilir. Güneş'in etrafında bir tur atıp binlerce veya milyonlarca yıl tekrar görünmemek üzere Oort Bulutu'na geri dönebilir (1914'te görülen Delavan kuyruklu yıldızının dolanım süresi 24.000.000 yıl olarak saptanmıştır; birkaç milyon yıllık bir yanılma olabilir tabii!). 1979'da görülen Howard-Kooman-Michels kuyruklu yıldızı gibi, Güneş'e

çarpıp yok olabilir. 1957'deki 'iki kuyruklu' Arend-Roland kuyruklu yıldızı gibi geri dönmemek üzere Güneş sisteminin dışına çıka ilir. Veya bir gezegen (ki bu genellikle Jüpiter olur) tarafından yakalanarak daha kısa dolanım süreli bir yörüngeye oturabilir. Halley kuyruklu yıldızı bu duruma klasik bir örnektir. 76 yılda bir günberi noktasına varan Halley, her turda 300.000.000 ton madde kaybeder. Bu durumda kozmik ölçütlere göre pek yaşlı olduğu söylenemez. Boşa harcayabileceği maddesi yok gibidir. Ancak 60 milyar tane Halley kuyruklu yıldızını biraraya getirerek Dünya'nın kütlesine eşit bir kütle elde edebiliriz. Şu anda bulunduğu yörüngede çok uzun süredir dolanıp duruyor olsaydı, gazının hepsini kaybetmiş olması gerekirdi. Yani onu Oort Bulutu'ndan yeni ayrılmış bir ziyaretçi sayabiliriz.



Halley kuyruklu yıldızının yörüngesi. 1986 yılında günberi noktasındaydı; bir sonraki gelişi 2061 yılını bulacak.

Yakın geçmişte, 'kaybolup giden' birçok kısa dolanım süreli kuyruklu yıldız olmuştur. Yörüngesini 6 3/4 yılda tamamlayan Biela kuyruklu yıldızı, 1846 yılında ikiye bölünmüş ve 1852 yılından sonra bir daha görülmemiştir (Aslında kalıntılarını her yıl Kasım ayında yaşanan meteor yağmuru sırasında görüyorduk ama şimdilerde bu da çok azaldı). Dolanım süresi 62 yıl olan Westphal kuyruklu yıldızı 1913'teki dönüşünden sonra kaybolmuş ve 1975 yılında geri gelmemiştir. Brorsen kuyruklu yıldızı (dolanım süresi 5 1/2 yıl) da kayıplardan biridir; beş dönüşünde izlenen yıldız, 1879 yılından beri görülmemiştir.

Kısa dolanım süreli kuyruklu yıldızlar bu kadar çabuk kaybolduklarına göre, Oort Bulutu'ndan sürekli bir yeni yıldız çıkışı oluyor demektir. Peki ama yakınından geçen yıldızlar, bulutu yeterince sık etkileyebiliyorlar mıdır? Oldukça uzaktalar; Alfa Centauri ile aradaki mesafe 40 trilyon kilometre kadar. Yani Güneş sistemiyle bir yıldızın yakınlaşma olasılığı inanılmayacak derecede düşük olmalı. Zaten sorun da buradan çıkıyor.

Bazı gök bilimciler kuyruklu yıldızların yıldızlararası uzaydan geldiğini söylerler. Ancak böyle olsaydı Güneş'e şimdikinden daha yüksek bir hızla yaklaşmaları gerekirdi. Genel kabul gören kanı, onların Güneş sisteminin asil üyelerinden oldukları ve ana gezegenler oluştuktan sonra artan parçaları temsil ettikleri yönündedir. Benim fikrim ise -bunu ilk iddia eden ben miyim bilemiyorum, daha önce bir yerde rastlamış değilim ancak gözden kaçırmış da olabilirim tabii- Oort Bulutu'ndaki kuyruklu yıldızlar üzerindeki tedirginliği başıboş gezen bir yıldız değil de, çok uzak ve büyük bir olasılıkla da oldukça büyük bir gezegen yaratıyor. Bu gezegen Güneş'in etrafında ya dairesele yakın bir yörüngede bulutun bulunduğu bölgede ya da çok dışmerkezli veya eğik bir yörüngede hareket ediyor. İkinci durumda bulutun yanından ara sıra geçiyor demektir. Aynı şeyler Kuiper Bulutu için de söylenebilir.

Bunu bir kenara bırakıp gerçek X Gezegeni'ni bulma olasılığımıza dönelim.

Farklı fikirler var ama ben, Lowell'ın öngörüsündeki doğruluk payının, basit bir tesadüf olarak açıklanamayacak kadar yüksek olduğu düşünüyorum. X Gezegeni oralarda bir yerlerde. Çok soluk olsa gerek. Dolayısıyla onu, nereye bakacağımız konusunda en ufak bir fikrimiz olmadan bulma ihtimalimiz oldukça düşük.

Pickering'in X Gezegeni kuyruklu yıldız ailesi fikri, 1950 yılında K. Schütte tarafından tekrar gündeme getirildi. Ona göre söz konusu gezegen Güneş'ten 11 milyar kilometre kadar uzaktaydı. Ancak Schütte'nin belirlediği alanda yürütülen fotoğraf araştırmaları bir sonuç vermedi. Daha sonra Rus gök bilimci H. Chebotarev'in 1972 ve 1975 yıllarında yaptığı araştırmalar da aynı şekilde olumsuz sonuçlandı.

1972 yılında, Kaliforniya Üniversitesi'nden J.A.Brady'nin, Halley kuyruklu yıldızının X Gezegeni tarafından tedirginliğe uğratıldığı iddiası çok büyük heyecan yarattı. Gezegenin kadrinin 13 veya 14 olduğu söyleniyordu ki bu yaklaşık Plüton'unki kadardır. Brady'ye göre gezegen Satürn'den üç kat daha büyüktü ve Güneş'in etrafında 464 yıl gibi bir sürede, diğer gezegenlere göre ters olan bir yörüngede dönüyordu. Belirlediği nokta, gökyüzünün kuzeyinde yer alan Koltuk (*Cassiopeia*) takımyıldızı içinde bir yere düşüyordu.

Ben ve benim gibi birçok gözlemci, teleskoplarına koştu; kameralarını hazırladı ve av üzerinde yoğunlaştı. Ama sonuç yine olumsuzdu. Sonradan yapılan yeni araştırmalar, büyük hayal kırıklığına yol açtı, çünkü Brady'nin hesaplarının pek de güvenilir olmadığı ortaya çıkmıştı. Ama doğru olsaydı da bu sefer, ters yönde hareket eden büyük bir gezegen kuramcıları ciddi sorunlarla karşı karşıya getirecekti!

Araştırmaların bir kolu da şu anda Güneş sisteminin dışına doğru gitmekte olan dört uzay sondasına (*Pioneer 10* ve *11* ile *Voyager 1* ve *2*) dayanıyor. Bu sondaların nerede olduklarını tam olarak biliyoruz ve hareketlerini büyük bir dikkatle izliyoruz. X Gezegeni menzilleri içindeyse, etkisini

farketmek mümkün olacaktır. Şu ana kadar bu tür bir şeyle karşılaşılmadı. Bu da ya gezegenin var olmadığını ya da menzil dışında kaldığını gösteriyor.

Herşey bir yana, X Gezegeni'nin Uranüs ve Neptün üzerindeki olası etkilerini tekrar inceleyebiliriz (Artık Plüton'u gözardı edebiliriz çünkü yörüngesi şu anda bile kesin bir şekilde bilinmiyor). En ayrıntılı hesaplar, Amerika'da, Birleşik Devletler Deniz Gözlemevi'nden Robert Harrington ile Kaliforniya Jetli İtme Laboratuvarı'ndan James Anderson tarafından yapılmıştır. Uranüs'ün tedirginliklerini inceleyen Harrington, çalışması sonucunda, söz konusu gezegenin, Dünya'nın iki ya da üç katı büyüklüğünde, dolanım süresi 600 yıl, Güneş'ten o sıradaki uzaklığı 9,5 milyar kilometre civarında olduğunu iddia etmiştir.

Harrington'un belirlediği nokta, Akrep ve Yay takımyıldızlarının bulunduğu bölgedeydi. Bu, araştırmayı olduğundan daha da bezdirici yapabilecek bir sonuçtu; çünkü o bölge, soluk yıldızların Samanyolu'nda en fazla bulunduğu yerlerden biriydi. Anderson ise hesaplarında hem Uranüs'ü hem de Neptün'ü gözönüne almış ve ciddi tedirginliklerin 1810 ile 1910 yılları arasında görüldüğü, o zamandan beri herşeyin normal gittiği sonucuna varmıştır. Eğer bundan X Gezegeni sorumluysa, sadece tek bir açıklama yapılabilirdi. Bir gezegen, 'sessiz sedasız' kaybolup gidemezdi; demek ki oldukça dışmerkezli bir yörüngede hareket ediyor olmalıydı. Anderson gezegenin yörüngesinin 90° kadar eğik olduğunu, yani Dünya'nınki ile neredeyse dik açı yaptığını iddia ediyordu. Ayrıca dolanım süresinin 700 ile 1000 yıl arasında, büyüklüğünün ise Dünya'nın beş katı kadar olduğunu düşünüyordu.

Hiçbir şey belli değil; X Gezegeni'nin keşfinin büyük oranda şansa bağlı olduğunu kabul etmek zorundayız. Özellikle de Anderson'un öngördüğü gibi bir yörüngede ilerliyorsa; çünkü bu durumda varlığını tekrar hissedebileceğimiz kadar yakınımıza gelmesi için yüzyıllar geçmesi gerekecek demektir. Ancak sonuçta kesin olan birşey var, o da dış

gezegenlerin hareketlerindeki düzensizliklerin hâlâ açıklanamamış olması. Bana sorarsanız mantıklı tek cevap, X Gezegeni.

Zaman zaman ortaya olasılığı daha düşük görünen bazı başka iddialar da atıldı. Bunlardan biri, belli zaman aralıklarıyla Oort Bulutu'nun yanından geçen büyük bir gezegen olduğunu ve bu gezegenin Dünya'nın üzerine yolladığı kuyruklu yıldızların yüzlerce yıl süren bir bombardımana yol açtığını iddia ediyordu (Dinazorların soylarının tükenmesini buna bağladığını söylememe gerek yok sanırım). Ayrıca bir de eskiden Güneş'in eşi olan ölü bir yıldız olduğu yönünde bir iddia da vardı. Hatta bu yıldıza bir isim bile verilmişti: Nemesis. Uzaklığı ise en az iki ışık yılı olarak belirlenmişti. Ancak ortada hiçbir kanıt yok. Gerçek fikrimi soracak olursanız, bu ve benzeri iddialar fazlasıyla varsayıma dayanıyor, dolayısıyla şu anda onlardan daha fazla bahsetmenin pek bir yararı olduğunu sanmıyorum.

X Gezegeni bir gün bulunacak. Neye benzediğini bilmiyoruz. Bir dev olabilir; en azından Uranüs ve Neptün'ün küçük tedirginliklerini açıklamamıza yetecek kadar büyük olmalı. Ancak bugün için söyleyebileceklerimizin hepsi bundan ibaret.

XVII. Bölüm

Gezegenlerde Hayat

Herkes, Dünya dışında bir yerde hayat olma olasılığı var mı yok mu diye merak ediyor. Bilim kurgu eserlerde, uzaylılar genellikle acayip görünüşlüdürler ve nedense hep dostça olmayan bir tavır sergilerler. Belki de bu H. G. Wells'in klasik eseri *War of the Worlds*'ten (Dünyalar Savaşı) kalma bir gelenektir. Ancak yine de niye hep böyle olması gerektiği konusunu bir türlü anlayamıyorum. Neyse, şimdi hayatın ne gibi biçimlerde ortaya çıkabileceği ile ilgilenelim.

Hayatın başlangıcı hâlâ belirsizliğini koruyor ama en azından hayatın nasıl meydana geldiğini biliyoruz. Bildiğimiz tüm yaşayan canlılar bir atoma yani karbon atomuna bağlıdır. Karbon atomları, hem diğer karbon atomlarıyla hem de başka elementlerle birleşerek karmaşık moleküller oluşturma konusunda üstün bir yeteneğe sahiptir. Bu oldukça karmaşık moleküller de hayatın vazgeçilmez unsurlarıdır. Karbon kadar becerikli olmasa da bu tür bir güce sahip olan tek atom silikondur. Ancak elimizde silikona dayanan bir hayatın var olduğu yönünde hiçbir kanıt yok.

Nerede olabileceği bilinmese de, eğer varsa, hayatın karbona dayalı olması gerekmektedir. Ancak bizim bilmediğimiz elementler de olabileceğini gözardı etmemeliyiz. Bu son fikir elimizdeki tüm kanıtlara aykırıdır. Kendi aralarında eksiksiz bir dizi oluşturan doksaniki doğal element vardır; dizide fazladan bir tane için yer yoktur. Laboratuvarlarımızda üretilen ve daha ağır olan elementler ise her zaman kararsızlardır; yani onları hesaba katmasak da olur. Üstelik spektroskop kullanılarak yapılan incelemeler bize, uzak yıldızlardaki ve yıldız sistemlerindeki elementlerin de burada-

kilerle tamamen aynı olduğunu göstermiştir. Kutup Yıldızı'nın veya aşırı uzak bir galaksinin ışığı, bize yabancı olmayan maddelerden oluştuklarını kanıtlıyor.

Durum böyle olunca, bana öyle geliyor ki havasız dünyalarda yaşayan, kahvaltıda kaya parçaları kemiren, vücutları altından, Böcek Gözlü Canavarlar (*BEM*) fikrini pek ciddiye almamamız gerekiyor. Eğlendirici olabilirler (söz gelimi kitaplarda ve filmlerde!) ama bilimsel açıdan hiçbir değerleri yok.

Tabii her zaman için, *BEM*'lerin geçmesine olanak verecek kadar büyük bir mazgal deliği bulunduğunu iddia etmek de mümkündür; ancak bunu gerçek kabul edersek modern bilimimiz tamamen yanılmış olur ki bu da pek olası gibi görünmüyor. Yapılabilecek tek şey, onları aklın sınırları içinde anlaşılır hale çevirmektir. Bir örnekle açıklamaya çalışayım. Selsey'deki evimdeyim ve yarın sabah Güneş'in doğudan doğacağına inanıyorum. Tabii değişiklik olsun diye batıdan doğma olasılığı da var, ama ben bu olasılığa şüpheyle bakıyorum, çünkü elimizdeki kanıtların hepsi doğudan doğacağını gösteriyor. Aynı mantıkla şöyle de diyebilirim: Bize tamamen yabancı canlı biçimleri olduğuna inanmıyorum; bu konuda tartışmaya başlayacak olursak, sonuçta hiçbir anlamı olmayan bir noktaya gelebiliriz. Demek istediğim ben sadece, bizim anladığımız türden bir hayat olabileceğini kabul edebilirim.

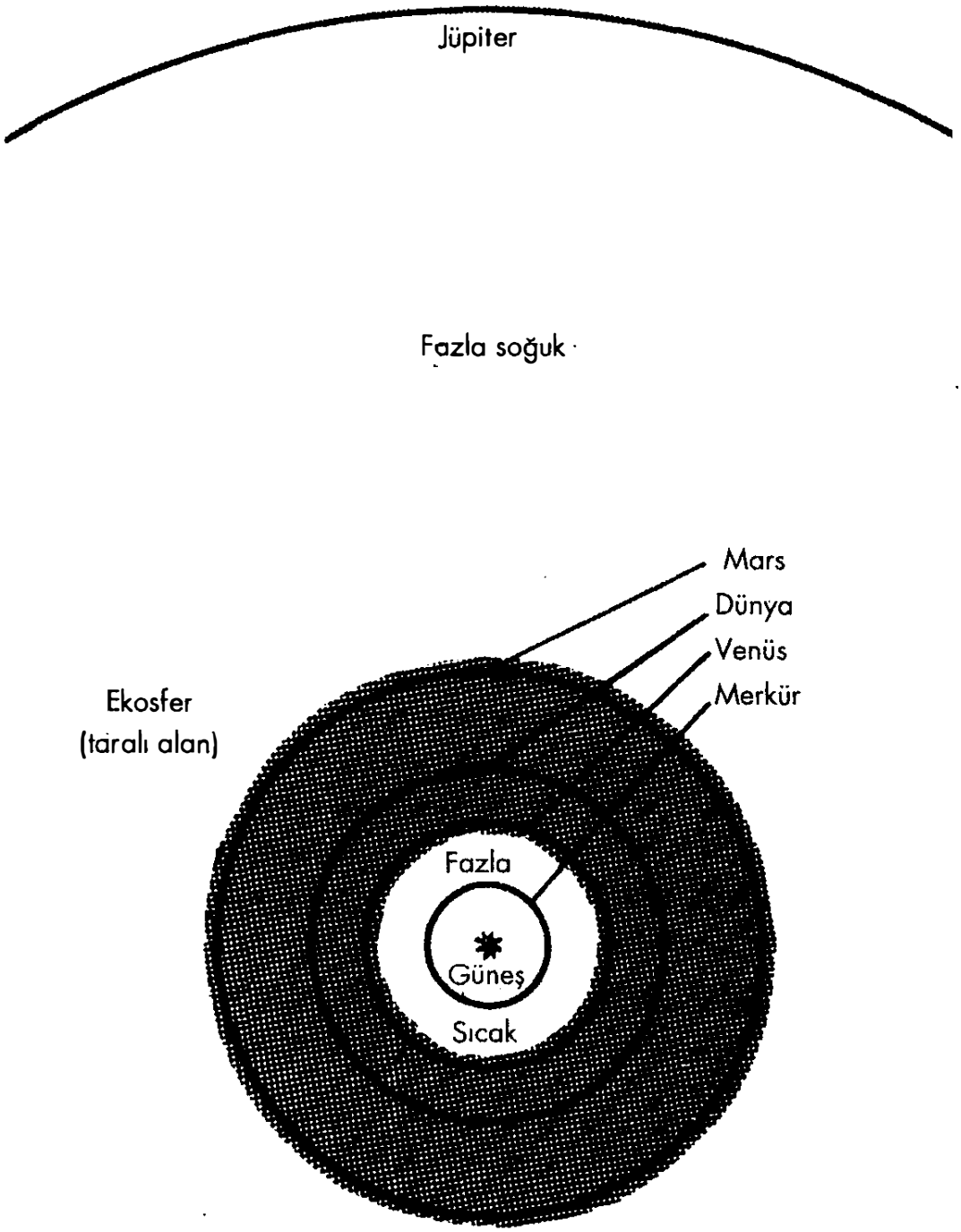
Dünya üzerinde, hayatın birçok farklı biçimi vardır. Bir amip, bir nergis, bir denizanası ve bir adam arasında görünüşte bir benzerlik kurmak zordur ama temel bir ortak noktaları vardır: Hepsi de karbona dayanır. Yani hayat için uygun ortam gereklidir. Bizim, fazla değişmeyen bir sıcaklığa, uygun atmosfere ve su kaynaklarına ihtiyacımız vardır. Bu unsurların hepsi de elzemdir ve biri bile olmadığında hayat da olmaz.

Bu durumda Güneş sistemindeki dünyaların çoğu konunun dışında kalır. Titan dışındaki tüm uyduların, Merkür'ün ve Ay'ın atmosferleri ya yoktur ya da hiçbir işe yara-

mayacak kadar incedir. Titan ise fazla soğuktur; öyle olmasa bile, metan oranı çok yüksek olan atmosferinde hiç serbest oksijen bulunmayışı da sorundur. Göründüğü kadarıyla Jüpiter ve diğer devlerin yüzeyleri katı değildir; ayrıca hiçbir bakımdan da yaşamaya uygun değillerdir (Jüpiter bulutlarının altında ordan oraya yüzen yaratıklar olabileceği fikrine pek sıcak bakmıyorum doğrusu). Hayatın ortaya çıkması açısından, Venüs de aynı şekilde elverişsizdir: Ezici karbon dioksitli atmosferi, inanılmayacak kadar sıcak yüzeyi ve asit bulutlarıyla pek de çekici bir yer olduğu söylenemez. Bu durumda, yine her zamanki gibi Mars'a geliyoruz.

Yüz yıldan daha kısa bir süre önce, zengin bir Parisli dul olan Madam Guzman, başka dünyadan canlılarla iletişim kuracak ilk kişiye büyük bir miktar para vereceğini ilan etmişti. Yalnız Mars vaade dahil değildi, çünkü o zaman bu iş fazla kolay olurdu! Daha sonra Lowell'ın kanalları gündeme geldi; kanallar çok ciddiye alınmıştı. İtira etmem gerekir ki, bu kitabın *Mariner* uçuşlarından çok önce yapılan ilk baskısında, ben de şöyle yazmıştım: "Mars üzerinde canlı organizmaların yaşıyor olması son derece olası, o meşhur karanlık alanların ortaya çıkmasının sebebi de onlar." Ama şimdi herşey değişti. Mars bizim birincil ihtiyaçlarımızı karşılayamıyor. Atmosferi çok ince, öyle ki bizim laboratuvar boşluğu olarak nitelediğimiz değere eşit sayılabilir. Ayrıca özellikle de geceleri dayanamayacağımız kadar soğuk geçiyor. Üstelik, gezegenin yüzeyine inen *Viking* araçları, biyolojik etkinliğin en ufak bir izine bile rastlamadılar. Evet, sadece iki araç indi ve Mars kimyasında da bir gariplik var; ama şu anda elimizdeki kanıtlar Kırmızı Gezegen üzerinde hayat olmadığını gösteriyor. Toprağın altında yaşayan çok ilkel organizmalar yoktur diyemeyiz, ama böcek gibi gelişmiş bir canlı olmadığını da çok kesin bir şekilde söyleyebiliriz.

Sorunun özü, yalnızca Dünya'nın, güneş ekosferi olarak adlandırılan bölgede bulunuyor olmasında yatıyor. Ekosfer, sıcaklığın ne çok düşük ne de çok yüksek olduğu bölgedir. Venüs, ekosferin iç sınırında yer alırken, Mars da dış sınırı



Güneş ekosferi. Venüs ekosferin iç kenarında; Mars ise dış kenarındadır. Sadece Dünya, ekosfer sınırları içerisindedir.

çizmektedir. Bu gezegenler üzerinde hayat hiç oldu mu, sorusunun cevabını bilmiyoruz; ancak ben ısrarla tekrar ettiğim gibi, buna şüpheyle bakıyorum. Venüs'ün geçirdiği evrim bizimkinden tamamen farklı; çünkü o Güneş'e bizden 32

milyon kilometre daha yakın. Mars ise hayata (tabii hiç olduysa) ayaklarını yere sağlam basma imkânı vermeden atmosferini hızla kaybetmiş olmalı.

Güneş sisteminde yalnızız; Dünya dışında üzerinde akıllı yaratıklar bulunan bir gezegen yok. Ama tabii ki bu bizim eşsiz olduğumuz anlamına gelmesin, böyle birşey iddia etmek hem mantıksızlık hem de dar görüşlülük olur.

Galaksimizde 100 milyar yıldız var; bunların çoğu Güneş'e oldukça benziyor. Bu yıldızların da gezegen sistemlerine sahip olduklarını varsaymak için elimizde yeterince kanıt var. Güneş'e benzeyen bir yıldızın etrafında dönen Dünya'ya benzer bir gezegen bulursak, orada hayat olmasını beklememiz son derece akla yatkın olur. Söz gelimi, Delta Pavonis F'de, iki kafalı ve üç kollu, akıllı bir gök bilimci olabileceği gibi bir fikre inanmak bana hiç de zor gelmiyor. Görünüşü böcek gözlü canavarı andırıyor olabilir ama aslında o (erkek, kadın veya her neyse) gerçek bir böcek gözlü canavar olmayacaktır. Çünkü karbon temelli olacak ve bizimkine benzer bir ortama ihtiyaç duyacaktır.

Ancak diğer yıldızların gezegenleri bizden o kadar uzak ki onlarla bağlantı kuramıyoruz. Şu anda Alfa Centauri'ye bile bir roket göndermemiz söz konusu değil. Galiba bir süre daha öyle olacak. Hiçbir şey ışıktan daha hızlı hareket edemiyor (yani saniyede 300.000 kilometreden) ve bizim gerçekleştirebileceğimiz hızda bir yolculuk, başka diğer şeyleri gözardı etsek bile, inanılmayacak kadar uzun sürecektir. Bağlantı kurmamızın tek yolu radyo; çünkü elektromanyetik titreşimler olan radyo dalgaları da ışık ile aynı hızda yol alırlar.

1960 yılında West Virginia'daki Green Bank Gözlemevi'nde, Frank Drake başkanlığında çalışan bir grup bilim adamı, o günden yirmi otuz yıl önce ancak hayal edilebilecek bir deney gerçekleştirdiler. Galaksi'deki yıldızlar arasında, hidrojenden oluşan, yoğunluğu çok seyrek ve geniş bulutlar olduğunu biliyorduk. Bu hidrojen bulutları belirli bir dalgaboyunda (21,1 cm) ışınım salarlar. Bu 21,1 santimetrelik ışınım, Green Bank'tekine benzer radyo teleskoplar tarafından

toplanabilir; sonuçta bize Galaksi'nin yapısı hakkında çok değerli bilgiler sağlar. Eğer herhangi bir yerde bizden başka gelişmiş yaratıklar varsa, büyük bir olasılıkla onlar da radyo dalgalarından haberdardırlar ve bu özel dalgaboyuna dikkat ediyorlardır. Green Bank deneyinin arkasında, 21 cm civarındaki dalgaboylarında ritmik sayılabilecek ve doğal gibi durmayan sinyaller yakalama fikri yatıyordu.

Drake özellikle, bize yakın olan ve Güneş'e fazlasıyla benzeyen Tau Balina (*Tau Ceti*) ve Epsilon Irmak (*Epsilon Eridani*) adlı iki yıldız üzerinde duruyordu. Ancak hiçbir şey bulunamadı. Resmi adı Ozma Projesi olan ama daha çok Küçük Yeşil Adamlar Projesi olarak tanınan bu deney bir süre sonra durduruldu; ama Green Bank'teki tarihi öneme sahip radyo teleskop hâlâ duruyor.

O zamandan sonra da bazı çalışmalar yapıldı. Bunlardan biri, 1992'de başladı ve şu anda da sürüyor. 'Kulak kabartıp', doğal gibi durmayan bir sinyal yakalamak için yoğun bir çaba gösteriliyor. Olasılık çok düşük olabilir ama kesinlikle yok değil. Bu deneyin gerçekleştirilmeye değer görülmesi, tavrımızdaki değişiklikleri gösteriyor olması açısından çok önemli. Uluslararası Gök Bilimi Birliği'nin 1991 yılında, Arjantin'de yapılan son genel kongresinde, bütün bir gün Dünya Dışındaki Zeki Yaratıklar (*YETİ*) konusunda çalışmayı düşünen birinin uyması gereken kurallara ayrılmıştı.

Bugünkü teknik imkânlarımızla diğer gezegen sistemlerine gitmemiz diye birşey söz konusu değil; çünkü hiçbir şey ışık kadar hızlı hareket edemez.* Uzay gemileri, zaman ve uzay sıçramaları, uzayda seyahat ve uzay taşımacılığı henüz mümkün değil. Bu aleme girdiğimizde, Dr Who, Lord Darth Vader ve Atılgan (*Enterprise*) uzay gemisinin cesur mürettebatıyla karşılaşıyoruz. Şu anda bunların uydurma şeyler olduğunu düşünüyoruz, ama televizyonun da birkaç yüzyıl önce yaşayan insanlara aynı derecede saçma görüneceğini gözardı etmemeliyiz. Birgün yıldızlararası yolculuk etmeyi ba-

* Bu konuda herhangi bir şüphesi olanlara, Einstein'ın görelilik kuramının güç anlaşılır denklemleriyle boğuşmalarını söylemekten başka birşey yapamam.

şarabileceksek, bunu şu anda tartışmamız bile mümkün olmayan temel bir atılımla gerçekleştirecek olabiliriz. Bu atılım ise bu yıl, gelecek yıl, yüz yıl içinde, bir milyon yıl içinde gerçekleşebilir veya hiçbir zaman gerçekleşemeyebilir.

Tabii ki her zaman için diğer dünyalardan canlıların buraya gelmesi de mümkündür. Ama ortada bir uçan daire çılgınlığı var; nedense bu konu, takıntılı insanlar üzerinde, reçelin arıları çekmesi gibi bir etki yaratmakta. Kimse bu tür bir ziyaretin mümkün olmadığını iddia edemez; çünkü Galaksi'de bizden çok daha ileri bir teknolojiye sahip birçok ırk bulunması muhtemeldir. Ancak bugüne kadar böyle birşeyin gerçekleştiği yönünde bir kanıt yoktur. Birgün gelecek olurlarsa paniğe kapılmamız yersiz olur. Böyle bir yolculuğu yapabilecek kadar gelişmiş bir ırkın, savaş veya fetih gibi kavramları çoktan aşmış ve barış için geliyor olmaları gerekir.

Peki ya gelecekte ne olacak?

Ay'a ulaşıldı. Sırada Mars var gibi görünüyor; yakın gelecekte Mars üzerinde bir üs kurulma olasılığı çok yüksek. Şu an bundan fazlasını tahmin edemiyoruz. Venüs'ün atmosferini değiştirerek onu ikinci bir Dünya haline getirmek günümüz tekniklerinin çok ötesinde gibi duruyor. Diğer gezegen ve uydular ise pek umut vaad etmiyorlar. Ancak insansız birçok uçuş gerçekleştirileceğinden ve M.S. 2093 yılına gelindiğinde, elimizde Güneş ailesinin her bir ferdi hakkında kapsamlı bilgiler olacağından hiç kuşku yok.

Güneş, sakin ve iyi huylu bir yıldızdır. Milyarlarca yıldır şu andaki gibi parlamaktadır ve henüz orta yaşlıdır. Ancak zaman içinde değişecektir. Hidrojen 'yakıt'ının tümünü kullandığında büyüyerek bir kırmızı dev yıldıza dönüşecek; bu da Dünya'nın sonu anlamına gelecek. İç gezegenler büyük bir olasılıkla kavrulup parçalanacak. Dışarıdakiler sağlam kalacaklar ama yaşanabilir hale gelmeleri gibi bir olasılık hiç yok. Ne olursa olsun Güneş'in saltanatı kozmik ölçütlerle pek uzun sürmeyecek ve sonuçta küçük, kuvvetsiz, yoğunluğu çok yüksek bir beyaz cüce haline gelecektir. Çekirdek enerjisinin tümünü kaybettiği bu haliyle, kalan gezegen-

lerine loş bir ışıktan fazlasını gönderemeyecektir. Sonunda, Güneş sistemi, soğuk ölü bir güneş ve ailesinden kalan fertlerin hayaletleri haline gelecektir.

Hüzünlü gibi görünüyor; ancak bu o kadar uzak bir gelecekte gerçekleşecek ki, olayların akışının kesinlikle böyle olacağını iddia edemeyiz. Güneş değişmeye başladığında, Dünya üzerinde hâlâ insanlar yaşıyor olursa, kendilerini kurtaracak bir yol bulmuş olabilirler. Ancak şu anda tamamen varsayımlara dayalı olarak konuşuyoruz. Dünya'nın daha uzunca bir süre yaşanabilir halde kalacağı şüphesiz; tabii biz onun üzerinde telafisi mümkün olmayan hasarlar yaratmazsak. Bu arada bizim yapmamız gereken şey, komşu dünyalar hakkında öğrenebileceklerimizin tümünü öğrenmeye çalışmak. Gezegenler bize uzayda eşlik ediyorlar. Artık erişilmez değiller ve becerikli insanoğluna bugüne kadar görülmemiş bir şekilde meydan okuyorlar.

Ek I

Gezegenleri Gözlemlerken

Uzay Çağı'ndan önce Ay'ın ve gezegenlerin yüzey şekilleri hakkında bildiklerimizin çoğu, amatör gözlemcilerin çalışmalarına dayanıyordu. Bunun hâlâ geçerli olduğunu söyleyemeyiz tabii ki. Ancak gezegenleri gözlemlemek ve çizimler yapmak günümüzde bile eğlenceli sayılabilir. Satürn'ün halkalarını veya Jüpiter'in kuşaklarını ve uydularını seyretmekten kim sıkılabilir? Yararlı bir araştırma yürütmek isteyen bir amatörün daha ayrıntılı çalışması ve birkaç yıl öncesine göre daha iyi araçlar kullanması gerekir.

Bugünlerde gerçekten ciddi bir amatör, çok gelişmiş aletler edinebilir. CCD (*Charged-Coupled Devices*) adı verilen aletler görüş menzilini inanılmayacak kadar genişletmiştir. Burada ayrıntılara girmek istemiyorum; çünkü bu konuda uzman sayılmam. Kabul etmem gerekir ki ben elektronik çağ öncesine ait bir dinazorum. Kendimi geçtiğimiz altmış yıllık süre boyunca yapmaya alıştığım optik gözlem yöntemleriyle sınırlamış durumdayım.

Bana kalırsa, optik gözlemlerde kullanılması uygun olan en küçük açıklık, 10 santim (mercekli teleskoplarda) veya 15 santim (aynalı Newton teleskoplarında) olmalıdır. Tabii daha küçük teleskoplarla da etkileyici görüntüler elde edebilirsiniz; özellikle de Ay'a baktığınızda. Benim Selsey gözlemevimdeki en büyük teleskop 38 santimlik bir aynalı teleskoptur. Bu teleskobun bazı kusurları var ama yine de çok yararlı olabilecek bir büyüklükte.

Büyütme gücünün çok yüksek olmamasına dikkat edin. Küçük ve net bir görüntü her zaman için büyük ve bulanık bir görüntüye tercih edilmelidir. Güzel gecelerde bile en fazla, teleskobun açıklığının her bir iki buçuk santimi için x 50'likten fazla büyütme gücü kullanmamak yerinde olur. O sık sık tekrarlanan, küçük teleskoplar da genellikle büyükleri kadar iyi gösterir, fikrine kesinlikle katılmıyorum. Deneyimlerime dayanarak söyleyebilirim ki, teleskop bü-

yüdükçe elde edilen sonuçlar iyileşir (tabii ki iyi koşullar altında). Ayrıca ben merceğin perdesinin küçültülmesine de karşıyım. Merceklerinizi seçerken çok dikkatli olun çünkü kötü mercekli iyi bir teleskop tıpkı iğnesi kör iyi bir pikap gibidir.

Gözlem yaparken aceleci davranmayın ve gözleminizi bitirir bitirmez kayda geçirmeyi ihmal etmeyin. Yanlış yapma ihtimaliniz yükseleceğinden 'bugünün işini yarına bırak' mantığı bu işte kesinlikle geçerli değildir.

Tuttuğunuz kayıtlar eksiksiz olmalı. Gözlemcinin adı, saat, teleskop, büyütme gücü ve gözlem koşullarını içermeyen gözlem kaydının hiçbir değeri yoktur. Gözlem koşullarını, ilk kez çok uzun zaman önce E. M. Antoniadi tarafından kullanılmış olan sistemle kaydedebilirsiniz. 1 ile 5 arasındaki değerler kullanılır; 1, mükemmele yakın gözlem koşullarını gösterirken, 5 çok kötü ve özel bir amaç yok ise gözlem yapmanın anlamının olmadığı koşulları gösterir.

Aceleye getirilmiş veya uygun olmayan koşullar altında yapılmış gözlemlere güvenmeyin. Bu tür çalışmalar yararsız oldukları gibi ayrıca bir de kendilerinden sonra yapılan çalışmaları yanlış yönlendirdikleri için aldatıcıdırlar.

Bunların yanı sıra hüsnükuruntuya da asla yer vermeyin. Sadece açık bir şekilde görünen şeyleri kaydedin ve dayanaksız sonuçlar çıkarmaktan kaçının. Söz gelimi, teleskoba Mars'ın kuzey takkesini göreceğinize inanarak bakarsanız, takke görünebilir olsa da olmasa da onu 'görürsünüz'. Şuursuz önyargının önüne geçmek oldukça zordur. Bunu başarabilmek gözlemcinin yeteneği ve deneyimiyle yakından ilgilidir.

Şimdi teker teker gezegenlere bakalım. Ben burada sadece yol gösteriyorum; daha ayrıntılı bilgilere ihtiyacınız olursa, bu amaçla yazılmış içinde gözlem notlarının da yer aldığı kitaplara başvurabilirsiniz.

MERKÜR

Amatörlerin kullandığı teleskoplardan çok daha gelişkin olan aletler kullanılmadığı sürece Mars'ın yüzey şekilleri

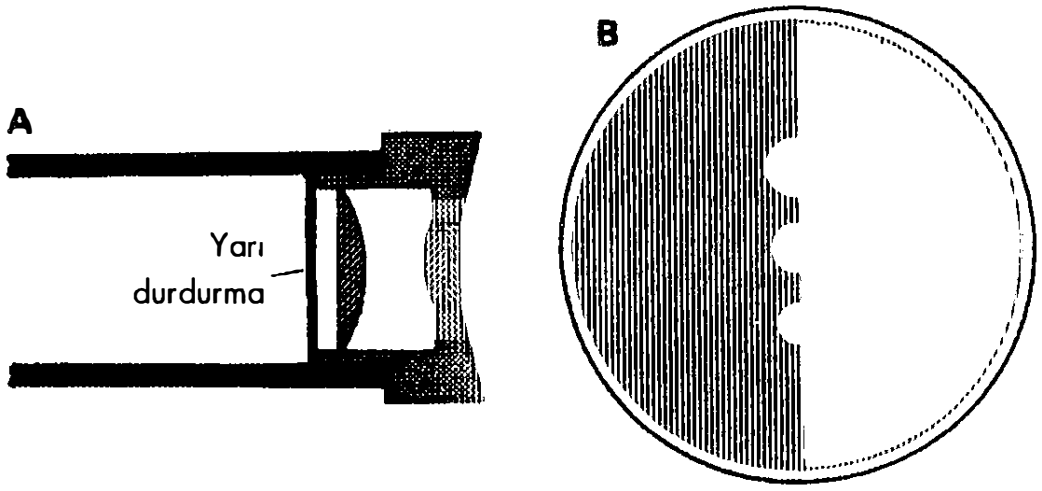
üzerine yararlı bir çalışma yürütülemez. Sonuç elde edilebilecek çalışmalardan biri, gezegenin evrelerini izleyip, Venüs'teki Schröter etkisine benzer bir durum olup olmadığını araştırmaktır. Kullanılabilecek en iyi yöntem, teleskopla çizim yapmak ve daha sonra bunu ölçmektir. Böylece tahminî değerlerden daha kesin sonuçlar elde edilir. Burada esas sorun, Merkür'ü, günışığında veya Güneş henüz batmışken ya da doğmak üzereyken gözlemlemek zorunda oluşumuzdur. Merkür'ü günışığında bulmak için gezegenin kesin yerini bilmeniz ve özel araçlarla donatılmış iyi bir teleskobunuz olması gerekir. Asla bilinçsiz bir şekilde gökyüzünde gezegeni aramayın; her zaman Güneş'in görüş alanınıza girmesi gibi bir tehlike vardır ki bu korkunç sonuçlar doğurabilir. Alacakaranlıkta veya şafak vakti, gezegenin yerini dürbünle belirleyebilirsiniz. Ama tekrar belirtiyorum, Güneş ufkun altında olmadığı sürece sakın amaçsızca etrafa bakınmayın.

VENÜS

Yüzey şekilleri az olduğu halde Venüs'ü gözlemlemek her zaman için zahmete değer. Amatörlerin yapabileceği çalışmaların başlıcaları şöyle sıralanabilir:

1. Evreler. Schröter etkisinden VI. Bölüm'de bahsetmiştim. Merkür'de olduğu gibi teleskopla yapılan çizimleri ölçmeyi, tahminî çıkarımlara yeğleyin. Evre anomalisi en çok dikotomi zamanlarında belirgindir; ancak her zaman belli ölçüde vardır.
2. Gölgeler. Olabildiğince kesin bir şekilde çizilmelidir.
3. Parlak bölgeler. Ayrıca hilâl biçimindeki kutup takkeleri.
4. Ashen Işığı'ndan eser var mı? Bu sırada gezegenin hilâl şeklinde parlayan tarafını, örtülmeler izlenirken kullanılanlara benzer bir gözmerceği ile kapatmalısınız; çünkü gözlemlerin karanlık bir zemin üzerinde yapılması gerekmektedir. Venüs'ün çok parlak veya ufka fazla yakın olduğu zamanlarda gözlem koşulları iyi sayılmaz.

Ben Ashen Işığı araştırmaları sırasında, çizimde de görüldüğü gibi üzerinde oyuklar olan gözmerceklerinden kullanırım. Venüs'ün hilâlini bu oyuklardan birine yerleştirdiğiniz-



Ashen Işığı'na bakılırken kullanılan gözmerceği.

de geriye sadece gezegenin karanlık kısmı kalır; böylece herhangi bir aydınlanma varsa görebilirsiniz. Ashen Işığı'nın ortaya çıkış nedenini hâlâ kesin olarak bilemiyoruz. Dünya'da görülen kutup ışıklarında olduğu gibi, onun da Güneş etkinlikleriyle bir ilgisi olabilir. Gözlemlerin yalnızca gezegen hilâl evresindeyken ve yanı sıra sabahları veya akşamları gökyüzünün yeterince karanlık olduğu ve Venüs'ün ufkun üzerinde bulunduğu kısıtlı zaman aralıklarında yapılabilmesi gibi elverişsiz bir durum da söz konusudur.

Diğer araştırmaların çoğunda alacakaranlık veya şafak vakti koşulları yeterli olabilir; ancak yine de birçok gözlemci Venüs'e günışığında bakmayı tercih eder. Neyse ki konumu uygun olduğunda bulunması kolaydır. Ekvatoral teleskobunuz* varsa, Venüs'ün eğimini ayarlayıp, Güneş ile Venüs arasındaki bahar açısı** farkı kadar Güneş'ten *öteye* giderseniz gezegeni hızlı bir şekilde bulabilirsiniz.

Venüs'ün görünen büyüklüğü çok değişkendir; ancak çizimlerin hepsini aynı büyüklükte yapmak iyi olur. Ben dairenin çapını hep 5 cm olarak alırım.

Venüs'ün gözlemlenmesi için gerekli araçlardan biri de filtrelerdir. Söz gelimi, yüzey ayrıntıları sarı filtre kullanılarak belirgin hale getirilebilir.

* İki eksen üzerinde dönen ve eksenlerinden biri Dünya'nın eksenine paralel olan teleskop. (ç.n.)

** Bir gök cisminin ilkbahar gece gündüz eşitlik noktasından doğuya doğru açısal uzaklığı. (ç.n.)

AY

Uzay sondalarının fırlatılmasıyla, amatörlerin etkinlik alanı son derece daralmıştır. Yüzey şekillerini teleskop kullanarak çizmek bugün sadece zevk için yapılabilecek bir uğraştır. Ancak geleceğin gözlemcisinin, kraterleri ve diğer şekilleri farklı aydınlık koşulları altında çizmesi başlangıç için iyi bir çalışma olur. Ana hatların gösterildiği bir harita alın ve onun üzerinde çalışın. Bu arada, ayrım çizgisi üzerindeyken, gölgeli zemini ile belirgin olan bir kraterin, aşırı aydınlanma durumunda görünmez hale gelebileceğini aklınızdan çıkarmayın. Dolayısıyla gözleme başlamak için en kötü zaman dolunaydır denebilir.

Kubbeler gibi göreceli olarak fazla belirgin olmayan şekiller üzerinde çalışmak yararlı olabilir. *Orbiter* ile *Apollo*'nun gönderdiği fotoğraflar, Ay'ın mümkün olan bütün aydınlanma koşulları altındaki hallerini göstermez. Yani görünmeyen alçak ve yumuşak hatlı şekiller olabilir. Ayrıca bir de Geçici Ay Fenomeni (*TLP*) olarak adlandırdığımız ve yüzeyde hafif de olsa bazı faaliyetler olduğunu gösteren, kısa süreli aydınlanmalar veya kararmalar vardır. Amatörler bu araştırmada çok yararlı olmuşlardır ve hâlâ da olmaktadırlar. Bu konuda çalışırken en az 15 santimlik bir teleskop gereklidir; ayrıca bir dizi dönen filtreden oluşan özel bir düzeneğinizin olması da çok yararlı olacaktır. Her zamanki gibi burada da baş düşmanınız şuursuz önyargıdır. Olağandışı bir etki gördüğünüzü düşünüyorsanız, o bölgenin etrafını da iyice bir gözden geçirin ki Dünya'nın atmosferi veya kullandığınız alet yüzünden herhangi bir yanlışlık yapmayasınız. Ayrıca konumu ve zamanı da çok kesin bir şekilde saptamalısınız. *TLP* raporları, başka bir bölgede bulunan ve birinciden bağımsız olan ikinci bir gözlemci tarafından doğrulanmadığı sürece geçerli hale gelmezler. Bu konuda ortaya atılan birkaç yanlış rapor, kendilerinden sonra yapılacak değerlendirme çalışmalarına büyük zararlar verebilir.

MARS

Küçük bir alet kullanıldığında Mars zor görülür. Gezegen iki yılda bir karşı-konuma gelir. Yararlı sayılabilecek göz-

lemler de ancak karşı-konum tarihinden birkaç ay öncesi ile birkaç ay sonrası arasında yapılabilir. Mars ile ilgili ciddi bir çalışma yapmak istiyorsanız en az 20 santimlik bir teleskop edinmeniz gerekir. Tabii büyük şekiller, çok daha küçük bir araçla da görülebilir.

Yuvarlağının küçüklüğünden dolayı Mars'a bakarken büyütme gücünü yüksek tutabiliriz. Yaptığınız çizimlerde hep belirli bir büyüklük kullanmanız iyi olur (Ben yine çapı 5 cm olarak alırım). Ayrıca genellikle farkedilebilir olan evreleri asla gözardı etmemelisiniz. Ben çizim yaparken her zaman önceden hazırlanmış boş daireler kullanırım. Her bir andaki evre, yıllık tablolara bakılarak öğrenilebilir. Mars üzerinde Schröter etkisi görülmemektedir.

Mars'ı çizmeye başlamadan önce, gözleriniz uyum sağlayana kadar gezegene bir süre için öylesine bakmanızda fayda var. Çizime başladığınızda kutup takkesini ve başlıca karanlık bölgeleri elinizden geldiğince çabuk bir biçimde çizin; çünkü gezegen ekseni etrafında dönüyor olduğundan yüzey şekillerinde yavaş ama yine de farkedilebilir bir kayma görülecektir. Daha sonra net görüntü alınmasını sağlayan en yüksek büyütme gücüyle bakılarak küçük detaylar eklenebilir. Çizimi tamamladığınızda, hiçbir eksik kalmadığından emin olmalısınız. Ayrıca renkler, yoğunluklar, özel oluşumlar veya bulutlar hakkında yazılı notlar almanızda da fayda var.

Çok şey görmeyi umut etmeyin. Başta kutup takkesinden -tabii o anda görülebiliyorsa- ve ana karanlık bölgelerden başka hiçbir şey göremeyebilirsiniz. Ancak deneyim kazandıkça gördükleriniz artacaktır.

KÜÇÜK GEZEGENLER

Asteroitlerden sadece biri (Vesta), çıplak gözle görülebilir; ama birçoğu dürbün menzili içindedir; orta boy bir teleskopla ise düzinelercesi bulunabilir. Bu alanda da yapılabilecek bazı yararlı çalışmalar vardır.

1.Kadir hesaplamaları. Bunun için değişen-yıldız gözlemcilerinin kullandığı yöntemler kullanılır. Asteroiti, kadir de-

ğerleri önceden bilinen en az iki yıldızla karşılaştırın. Çok hızlı değişimler gerçekleşebilir, ancak o kadar hafiftirler ki fotometre kullanılması gerekebilir.

2. Yıldızların küçük gezegenler tarafından örtülmeleri yani küçük gezegenlerin arkalarında kalmaları. Örtülmenin süresi, asteroitin çapının belirlenmesini sağlar. Gölgenin izi çok dardır; ancak burada amatör gözlemciden fazlasıyla yararlanılabilir, çünkü o aletlerini alıp örtülmenin en iyi şekilde izlenebileceği bölgeye gidebilir (Bir örtülme izinin, sabit bir gözlemevinin tam üzerinden geçmesi o kadar nadir olarak yaşanır ki!). İkinci bir örtülme olup olmadığına da dikkat edin; bazı asteroitlerin çift olduğu gibi bir iddia vardır.

JÜPİTER

Jüpiter'in yüzeyinde görülen değişimlere ait bilgilerin çoğunun amatörlerin yaptığı çalışmalara dayandığını söylemek abartılı olmaz.

Yüzey oldukça ayrıntılıdır. 15 santimlik gibi orta boy bir teleskop, gerçekten yararlı olacak çalışmalar yürütülebilmesi için yeterlidir.

Gezegenin eksenel dönüş hızı yüksek olduğundan şekiller kısa süre içinde bariz bir biçimde yer değiştirirler, dolayısıyla çizimler elden geldiğince çabuk yapılmalıdır. Bir çizim büyük detaylarıyla birlikte en fazla on dakika içinde tamamlanmalıdır. Küçükler daha sonra genel görünüş değiştirilmeden eklenebilir. Renkler veya kuşaklardaki ve bölgelerdeki karşılaştırmalı yoğunluklar da ayrıca yazılı olarak belirtilmelidir.

Geçişler, Jüpiter konusunda yapılan çalışmaların çok önemli bir parçasını oluşturur. Bir şekil, gezegenin orta boylamını, yani iki kutuptan ve dairenin merkezinden geçen çizgiyi geçtiğinde geçiş yapmış olur. Kutupların basık oluşu orta boylamın kolayca bulunmasına olanak verir. Çizim yapılacağında bu basıklık asla gözardı edilmemelidir. Size önceden hazırlanmış boş daireler kullanmanızı şiddetle tavsiye ediyorum.

Geçişlerin zamanı, dakikası dakikasına verilmelidir; bu çalışmada kesinlik çok önemlidir. Yeterli kesinlikte hesaplamalar yapmak başta zor bir iş gibi görünebilir ama biraz deneyim kazandıktan sonra bunun çok kolay hale geldiğini göreceksiniz. Jüpiter'in faal olduğu zamanlarda bir saat içinde birçok geçişi saptamanız mümkün olacaktır.

Geçişler, oluşumun boylamının ve dönüş süresinin bulunmasına olanak verdikleri için çok önemlidirler. Boylamları, İngiliz Gök Bilimi Derneği'nin çıkardığı Elkitabı (*Handbook*) gibi yıllık yayınlarda yer alan tablolar sayesinde kolayca hesaplayabilirsiniz; bunun için basit toplama ve çıkarma işlemlerinden başka birşey bilmenize gerek yok.

Ekvator bölgesi (Birinci Sistem) bir tam dönüşünü, gezegenin diğer bölgelerinden (İkinci Sistem) daha çabuk tamamlar. İki tablo hazırlanması gerekir, bunları karışık yazacak olursanız ortaya garip sonuçlar çıkabilir. Bu arada, Birinci Sistem'in, Güney Ekvator Kuşağı'nın kuzey ucu ile Kuzey Ekvator Kuşağı'nın güney ucu arasında kalan bölge olduğunu hatırlatayım. Oluşumun kuşağın hangi bölümünde olduğu da önemlidir; söz gelimi GEkKuşg dediğimizde Güney Ekvator Kuşağı'nın güney tarafını kastederiz. Sık kullanılan kısaltmalardan bazıları şöyledir: Kut = Kutup, I = Ilıman, Dö = Dönence, Ek = Ekvator, Kuş = Kuşak, B = Bölge, P = Parazit, KB = Kızıl Benek, ön = öndeki, son = sondaki. Size bir gece boyunca tuttuğum notlardan bir örnek vereyim:

1970 Nisan 13/14. 32 santimlik aynalı teleskop, x 360. 00.02'ye kadar görüş 3; daha sonra 4. KEkKuş geniş ve koyu renkli, GIDö net, ama GEkKuş soluk ve çift. KDö görülebiliyor; 00.28'deki (14 Nisan) geçişten sonra koyu renkli bir bölge belirdi. Kızıl Benek kolayca görülebiliyor ve çok renkli; ancak Oyuk görünmüyor. GIDö ile GIKuş arasında parlak ama dar bir bölge var.

Geçişler		Boylam I	Boylam II
23.21	(13 Nisan) Kızıl Benek'in ön. ucu	...	017.9
23.25	KEkKuş G kenarındaki çıkıntının son. ucu	023.9	...
23.34	Kızıl Benek'in merkezi	...	025.7
23.27	Ek. bölgesinin K tarafındaki beyaz benek	031.2	...
23.41	GIKuş'ta yoğunlaşma	...	029.9
23.46	Kızıl Benek'in son. ucu	...	032.9
00.02	(14 Nisan) GIDö'nün G kenarındaki çıkıntı	...	042.5
00.28	KDö'deki karanlık bölgenin ön. ucu	...	058.2
02.03	KEkKuş G kenarındaki çıkıntı	120.1	...
02.18	Ek. bölgesinin K tarafındaki beyaz benek	129.2	...

(Bulutlar, 23.48-00.00, 00.10-00.15, ve 00.30-01.50.
İo'nun örtülmesi; İlk temas 23.54. Kaybolma, 23.56.
Ortaya çıkma, 02.15 (gözlem koşulları zayıf; görüş 4).
Saat 02.20'den sonra bulutlar gözlemi engelledi.)

Bunun çok başarılı bir gözlem olduğunu iddia etmiyorum. Sadece kötü şartlarda yapılan gözlemlere tipik bir örnek olsun diye buraya aldım. 23.37 ile 23.47 arasında gezegenin genelinin, 02.00 ile 02.10 arasında ise Ek. bölgesinin birer çizimini yaptım.

Galilei uyduları söz konusu olduğunda, uyduların geçişlerinin (Jüpiter'in kenarında kaybolma ve tekrar ortaya çıkma), gölgeli geçişlerinin, örtülmelerinin ve tutulmalarının sürelerini kesin bir biçimde saptamak çok yararlıdır.

SATÜRN

Satürn bazı açılardan gözleme çok uygun bir gezegendir. Yüksek büyütme gücü kullanıldığında Jüpiter'den daha iyi görüntü verir. Yüzeyde görülebilecek pek bir ayrıntı yoktur; ama her zaman için bir beyaz benek gibi çarpıcı bir keşif yapma şansınız vardır. Belirgin ayrıntıların olmayışı, yüzeydeki geçişlerin sürelerinin hesaplanmasını zorlaştırır. Ancak gözlem koşullarının uygun olduğu anlarda geçişler, Jüpiter'de yapıldığı gibi hesaplanabilir. Bunun için en az 25

santimlik bir teleskoba ihtiyacınız vardır. Gezegen üzerindeki çeşitli bölgelerin renklerini ve yoğunluklarını kaydetmek de çok önemlidir; çünkü zaman zaman ani değişiklikler meydana gelir. Yoğunluklar için 0 (beyaz) ile 10 (kara gölge) arasında değişen değerler kullanılır.

Halkalar açık olduğunda yani onları üstten veya alttan görebildiğimizde Cassini Bölümü'nü farketmek kolaydır. Ancak Encke Bölümü için aynı şeyi söyleyemeyiz. Halkaların renklerini ve yoğunluklarını not almayı unutmayın; bunun için de biraz önce söylediğim değerlendirme sistemini kullanabilirsiniz. Bir çizim yaptığınızda, kürenin halkalar, halkaların ise küre üzerinde yaptığı gölgeleri doğru olarak göstermeye özellikle dikkat edin. 1995 yılında da olacağı gibi, halkaların yandan göründüğü durum, Satürn'ün en ilginç olduğu ama pek de güzel görünmediği bir konumdur.

Satürn nadiren bir yıldızın önünden geçerek onu örter. Bu tür olaylar, halkaların geçirgenliklerinin hesaplanmasına olanak verdikleri için çok önemlidir.

Titan'ı 8 santimlik herhangi bir mercekli teleskop ile görebilirsiniz. Ben 32 santimlik aynalı teleskobumla *Voyager* uçuşları öncesinde bilinen uyduların Phoebe dışında hepsini görmeyi başardım. Tabii 38 santimlik teleskobumla çok daha rahat görüldüklerini söylememe bile gerek yok. Yapılacak temel çalışma kadirlerin hesaplanması üzerine olacaktır. Karşılaştırma için yıldızlar kullanılabilir; ancak genellikle uygun bir yıldız bulunamaz. Bu durumda çözüm, Titan'ın kadrinin 8,3 olarak alınması ve çalışmanın böyle yürütülmesidir. Bunun bazı sorunlara yol açacağı açıktır ama yine de hiçbir şey yapmamaktan daha iyidir. İapetus da özel ilgiyi hakeden bir uydudur tabii.

URANÜS

Uranüs'ü tanımakta hiçbir zorluk çekmeyeceksiniz. Kadir ölçümleri yapmak çok yararlı bir çalışma olacaktır. Büyütme gücünü düşük tutmanızı tavsiye ederim, çünkü büyütme gücü yüksek olduğunda gezegen, yıldızlarla karşılaştırma yapılamayacak bir görüntü verir.

NEPTÜN

Neptün'ü dürbünle bulabilirsiniz. Uranüs gibi onun da kadri hesaplanabilir; ancak bundan başka pek birşey de yapılamayacağını belirtmem gerek.

PLÜTON

Plüton'u orta boy bir teleskopla (20 santimden büyük) görebilir ancak tıpkı soluk bir yıldız gibi göründüğü için tanımakta zorlanabilirsiniz. Yapabiliyorsanız kadir ölçümü yapın.

Burada gezegenlerin fotoğraflarının çekilmesi konusuna hiç girmedim. Bu sayede Venüs ve Jüpiter'in başarılı görüntüleri elde edilebiliyor olsa da bu yöntem amatörlerin kullanımı açısından oldukça zordur. Ay ise fotoğraf konusu olarak eşsizdir. Bunun için iyi bir kameranızın ve saat ayarlı bir teleskobunuzun olması gerekir.

ÖRTÜLMELER

Örtülme gözlemleri artık eskiden oldukları kadar değerli değiller ama yine de yararlı sayılabilecek bazı sonuçlar elde edilebilir. Bu konuda amatör gözlemci, hareket edebilirliği sayesinde çok önemli bir yer edinir.

Ay'ın neden olduğu örtülmeleri seyretmek oldukça eğlencelidir. Ay'da atmosfer olmadığından, yıldız son ana kadar parlamayı sürdürür; kayboluşu rüzgârda sönen bir mum alevine benzer. Sürelerin saptanmasında kesinlik çok önemlidir. Ara sıra garip durumlarla karşılaşıldığı da olur. Bir keresinde ben bir örtülme sırasında, bir yıldızın soluklaşarak kaybolduğunu şaşkınlık içinde görmüştüm. Sonradan bunun, çift oldukları daha önceden bilinmeyen birbirlerine çok yakın bir yıldız çifti yüzünden böyle olduğu anlaşıldı.

Dış kısımlarda gerçekleşen yani yıldızın Ay'ın kenarından geçtiği örtülmeler de özel ilgiyi hakederler. Ay yüzeyi düz olmadığından, kenarlar da girintili çıkıntılı görünür. Bu durumda bir yıldız, dağların ve vadilerin arkasında ilerlerken birkaç kez gözden kaybolup tekrar ortaya çıkabilir. Bu sayede yıldızın konumununu kesin bir biçimde saptayabilir ve ayrıca Ay'ın dış hatlarını eskisinden daha kusursuz bir biçimde çizebiliriz.

Gezegenlerin neden oldukları örtülmeler nadiren gerçekleşir. Birinci kadirden yıldızlardan sadece Aldebaran, Antares, Spica ve Regulus tutulum dairesine örtülmelerine olanak verecek kadar yakınlardır. 7 Temmuz 1959'da Regulus, Venüs tarafından örtülmüştür; bu olay 1 Ekim 2044 yılında tekrar gerçekleşecektir. Gezegenlerin birbirlerini örtmeleri ise daha da az görülür. Bu tip bir olay en son 1818 yılında, Venüs Jüpiter'i örttüğünde gerçekleşmiştir. Bir sonraki örtülme 22 Kasım 2065 yılında yaşanacaktır. Venüs'ün atmosferi çok kalın ve geniş olduğundan, onun tarafından örtülen bir yıldız, gezegenin arkasına girmeden önce birkaç saniye için titreyecek ve soluklaşarak kaybolacaktır.

Yıldızların asteroitler ve Plüton tarafından örtülmelerinin önemine daha önce değinmiştim. Nadiren gerçekleşen bu tür örtülmeler hiç kaçırılmamalıdır.

Ek II

Sayılarla Gezegenler

Gezegen	Güneş'ten uzaklığı, milyon km olarak: çok	orta	en az	Dolanım Süresi	Kavuşum Dönemi, gün	Eksenel Dönme (ekvatorda)
Merkür	69	58	46	88 gün	115,9	58,646 gün
Venüs	107,8	107,5	107,3	224,7 gün	583,9	243,16 gün
Dünya	152	149,6	147,2	365,2 gün	—	23s 56d
Mars	248	228	208	687 gün	779,9	24s 37d
Jüpiter	815	777	740	11,9 yıl	398,9	9s 50d
Satürn	1509	1425,5	1343	29,5 yıl	378,1	10s 14d
Uranüs	3004	2868,8	2733,6	84 yıl	369,7	7s 14d
Neptün	4532,5	4494	4455,3	164,8 yıl	367,5	16s 7d
Plüton	7374	5898,5	4450,5	247,7 yıl	366,7	6g9s

Gezegen	Yörüngesel Dışmerkezlilik	Yörüngesel Eğiklik, derece	Eksenel Eğiklik, derece	Çap, km (ekvatorda)	Görünen çap, yay saniye: en az	en çok
Merkür	0,206	7,0	2	4870	12,9	4,4
Venüs	0,007	3.4	178	12.104	66	9,6
Dünya	0,017	0	23,4	12.753	—	—
Mars	0,093	1,9	24	6790	25,7	3,5
Jüpiter	0,048	1,3	3,1	143.000	50,1	30,4
Satürn	0,056	2,5	26,4	120.500	20,9	15
Uranüs	0,047	0,8	98	51.120	3,7	3,1
Neptün	0,009	1,8	28,8	50.538	2,2	2
Plüton	0,248	17,1	122	2323	0,2	0,1

Gezegen	Kurtulma hızı km/sn	Kütle, Dünya = 1	Hacim, Dünya = 1	Yoğunluk, su = 1	Enyüksek kadir
Merkür	4,2	0,055	0,056	5,44	-1,9
Venüs	10,3	0,815	0,86	5,25	-4,4
Dünya	11,2	1	1	5,52	—
Mars	5,1	0,107	0,15	3,94	-2,8
Jüpiter	59,5	318	1319	1,3	-2,6
Satürn	35,4	95	744	0,7	-0,3
Uranüs	22,5	14,6	67	1,3	+5,6
Neptün	24,1	17,2.	57	2,1	+7,7
Plüton	1,1	0,002	0,007	2,02	+14

Ek III

Sayılarla Uydular

İsim	Gezegenin merkezine ortalama uzaklığı bin km olarak	Dolanım Süresi g	s	d	Yörüngesel Dışmerkezlilik
DÜNYA					
Ay	384,5	27	7	43	0,055
MARS					
Phobos	9,3	0	7	39	0,02
Deimos	23,5	1	6	18	0,003
JÜPİTER					
Metis	128	0	7	5	0
Adrastea	129	0	7	7	0
Amalthea	182	0	11	57	0,003
Thebe	222	0	16	12	0,013
İo	422	1	18	28	0,004
Europa	671	3	13	14	0,009
Ganymede	1072	7	3	43	0,002
Callisto	1883	16	16	32	0,002
Leda	11.094	239			0,148
Himalia	11.480	251			0,158
Lysithea	11.720	259			0,107
Elara	11.738	260			0,207
Ananke	21.200	631			0,17
Carme	22.600	692			0,21
Pasiphaë	23.500	735			0,38
Sinope	23.700	758			0,28
SATÜRN					
Pan	132	0	13	41	0
Atlas	137,5	0	14	27	0,002
Prometheus	139,3	0	14	43	0,004
Pandora	141,7	0	15	6	0,004
Janus	151,4	0	16	41	0,007
Epimetheus	151,4	0	16	40	0,009
Mimas	185	0	22	37	0,020
Encaladus	238	1	8	53	0,004
Tetyhs	294,5	1	21	18	0
Telesto	294,5	1	21	18	0
Calypso	294,5	1	21	18	0
Dione	378	2	17	41	0,002
Rhea	527	4	12	25	0,001
Titan	1223	15	22	41	0,029

İsim	Gezegenin merkezine ortalama uzaklığı bin km olarak	Dolanım Süresi g	s	d	Yörüngesel Dışmerkezlilik
Hyperion	1480	21	6	38	0,104
İapetus	3540	79	7	56	0,028
Phoebe	12.952	550	10	50	0,163
URANÜS					
Cordelia	49,2	0	7	55	0
Ophelia	53,2	0	8	55	0
Bianca	59	0	10	23	0
Cressida	61,7	0	11	7	0
Desdemona	62,7	0	11	24	0
Juliet	64,3	0	11	50	0
Portia	66	0	12	19	0
Rosalind	70	0	13	24	0
Belinda	75	0	14	56	0
Puck	86	0	18	17	0
Miranda	130,4	1	19	50	0,017
Ariel	191,4	2	12	29	0,003
Umbriel	267	4	3	28	0,004
Titania	438	8	16	56	0,002
Oberon	587	13	11	7	0,001
NEPTÜN					
Naiad	48	0	7	6	0
Thalassa	50	0	7	30	0
Despina	52,4	0	8	0	0
Galatea	45,8	0	9	30	0
Larissa	73,5	0	13	18	0
Proteus	117,6	1	2	54	0
Triton	354,7	5	21	3	0,0002
Nereid	5567	359	21	7	0,749
PLÜTON					
Charon	19,6	6	9	17	0

İsim	Eksenel eğiklik, derece	Çap, kilometre	Kadir
DÜNYA			
Ay	5,1	3472	
MARS			
Phobos	1,1	27 x 22,5 x 19	11,6
Deimos	1,8	14,5 x 11 x 9,5	12,8

JÜPİTER			
Metis	0	40	17,4
Adrastea	0	26 x 20 x 16	18,9
Amalthea	0,45	262 x 146 x 143	14,1
Thebe	0,9	110 x 90	15,5
İo	0,04	3643	5
Europa	0,47	3130	5,3
Ganymede	0,21	5268	4,6
Callisto	0,51	4796	5,6
Leda	26,1	9,6	20,2
Himalia	27,6	251	14,8
Lysithea	29	24	18,4
Elara	24,8	80	16,7
Ananke	147	20	18,9
Carme	164	30	18
Pasiphaë	145	35	17,7
Sinope	153	27	18,3
SATÜRN			
Pan	0	20	21
Atlas	0,3	37 x 34 x 27	18,1
Prometheus	0	148 x 100 x 67,5	16,5
Pandora	0,1	109 x 88 x 61	16,3
Janus	0,1	138 x 110 x 110	14,5
Epimetheus	0,3	193 x 190 x 154	15,5
Mimas	1,52	420 x 394 x 384	12,9
Encaladus	0,02	512 x 495 x 488	11,8
Tetyhs	1,86	1045	10,3
Telesto	2	30,5 x 26 x 15	19
Calypso	2	30,5 x 16 x 16	18,5
Dione	0,02	1120	10,4
Rhea	0,35	1528	9,7
Titan	0,33	5150	8,3
Hyperion	0,43	360 x 280 x 225	14,2
İapetus	7,52	1435	10
Phoebe	175	230 x 220 x 209	16,5
URANÜS			
Cordelia	0	26	} 21'in altında
Ophelia	0	30	
Bianca	0	42	
Cressida	0	63	
Desdemona	0	55	
Juliet	0	84	
Portia	0	108	
Rosalind	0	55	
Belinda	0	66	
Puck	0	155	
Miranda	4,22	472	16,5

Ariel	0,031	1158	14,4
Umbriel	0,036	1170	15,3
Titania	0,014	1578	14
Oberon	0,010	1524	14,2
NEPTÜN			
Naiad	4,5	55	25
Thalassa	0	80	24
Despina	0	192	23
Galatea	0	148	23
Larissa	0	192	21
Proteus	0	415	20
Triton	159,9	2705	13,6
Nereid	27,2	240	18,7
PLÜTON			
Charon	118	1211	16,8

Ek IV

Sayılarla Küçük Gezegenler

İLK ON ASTEROİT

Asteroit	Güneş'ten ortalama uzaklık, milyon km olarak	Dolanım süresi, yıl	Çap, km	Dönme süresi, saat	Karşı konumda ortalama kadir
1 Ceres	413,5	4,61	940	9,08	7,4
2 Pallas	414	4,62	580 x 470	7,81	8
3 Juno	397,4	4,36	288 x 230	7,21	8,7
4 Vesta	352,8	3,63	576	5,34	6,5
5 Astraea	385	4,14	120	16,81	9,8
6 Hebe	362,3	3,78	204	7,28	8,3
7 İris	356,3	3,69	208	7,14	7,8
8 Flora	328,8	3,27	163	12,35	8,7
9 Metis	356,7	3,69	158	5,08	9,1
10 Hygeia	470.7	5,59	430	17,50	10,2
BAŞKA BAZI İLGİNÇ ASTEROİTLER					
132 Aethra	315.6	4,56	38	?	11,9
279 Thule	635,2	8,23	130	?	15,4
288 Glauke	369;5	4,58	30	1500	13,2
511 Davida	433	5,66	322	5,2	10,5
433 Eros	268,5	1,76	24	5,3	8,3 (en çok)
704 İnteramnia	424,2	5,36	337	8,7	11
944 Hidalgo	587,2	14,15	27	10	15,3
951 Gaspra	300	3,28	24	20	14,1
1036 Ganymed	290,5	4,35	40	?	15
1566 İcarus	193,7	1,12	1,5	2,3	18
1221 Amor	225,2	2,66	18	?	18
1685 Toro	160	1,60	8	7,6	10,2
1862 Apollo	158,6	1,78	1,5	1,4	17
2060 Chiron	2019	50,68	241	?	17
2062 Aten	131,6	0,95	1,5	?	18
2100 Ra-Shalom	97,3	0,76	1,5	?	19
2340 Hathor	97,3	0,77	0,5	?	17
3200 Phaethon	105,5	1,43	5	4	17
5145 Pholus	3045,8	93	241	?	21

Ek V

Gök Bilimi Dernekleri

Kişilerin sırf meraktan bile olsa gök bilimi derneklerine katılmaları çok yerinde olur. Tek başına yapılan gözlemler eğlenceli olabilir; ancak başkalarıyla birlikte çalışmak eğlenceli olmanın da ötesindedir. Ayrıca yararlı bir araştırmanın yürütülmesi açısından dayanışma gereklidir.

İngiltere'deki amatör derneklerin en büyüğü Londra'daki İngiliz Gök Bilimi Derneği (*BBA*)'dir. Dernekte başlarında deneyimli birer müdürün bulunduğu özel bölümler de vardır. Bu özel bölümler, Ay; Merkür ve Venüs; Mars; Jüpiter; Satürn; Asteroitler ve Uzak Gezegenler üzerinde çalışmaktadır. Üyelik için konuya ilgi duymaktan başka herhangi bir özellik aranmamaktadır. Londra'da ve başka şehirlerdeki merkezlerde düzenli olarak toplantılar düzenlenmektedir. Ayrıca iki ayda bir çıkan *Journal*, yıllık olarak basılan *Handbook* ve özel olayları bildirmeyi amaçlayan *Circulars* gibi çok çeşitli yayınları da vardır. Bu arada *BBA*'nın Dünya'nın en iyi gözlem arşivine sahip olduğunu da belirtmek isterim.

Ayrıca neredeyse bütün büyük şehirlerde ve bazı kasabalarda bazılarının kendi gözlemevleri olan kaliteli birçok mahalli dernek de vardır. Bunların tam listesini, yıllık olarak basılan Gök Bilimi Yıllığı'nda (*Yearbook of Astronomy, Sidgwick and Jackson*) bulabilirsiniz.

Ek VI

Kaynaklar

Geçmiş yıllarda gezegenler hakkında birçok kitap yazılmıştır. Bunların hepsini saymanın imkansız olduğu çok açık; dolayısıyla ben de sadece teknik konulara fazla girmeyen kitaplardan bazılarının adını vermekle yetineceğim.

CATTERMOLE, P., Gezegenlerdeki Volkanik Faaliyetler (*Planetary Volcanism*), Ellis Horwood, Chichester, 1989. Mars (*Mars*), Ellis Horwood, Chichester, 1992.

——, Mars (*Mars*), Chapman & Hall, Londra, 1993.

HOYT, W. G., X Gezegenleri ve Plüton (*Planets X and Pluto*), University of Arizona Press, 1980.

HUNT, G., ve MOORE, P., Venüs Gezegeni (*The Planet Venüs*), Faber and Faber, Londra, 1982. Uranüs Atlası (*Atlas of Uranus*), Cambridge University Press, 1989.

KOWAL, C. T., Asteroitler (*Asteroids*), Ellis Horwood, Chichester, 1988.

MINER, E., Uranüs (*Uranus*), Ellis Horwood, Chichester, 1990.

MOORE, PATRICK, Neptün Gezegeni (*The Planet Neptun*), Ellis Horwood, Chichester, 1988.

PEEK, B., Jüpiter Gezegeni (*The Planet Jupiter*), Faber and Faber, Londra, 1981.

RÜKL, A., Ay Atlası (*Atlas of the Moon*), Hamlyn, Londra, 1990.

STROM, R. G., Merkür (*Mercury*), Cambridge University Press, 1987.

TOMBAUGH, CLYDE, ve MOORE, PATRICK, Karanlığın İçinden: Plüton Gezegeni (*Out of the Darkness: the Planet Pluto*), Lutterworth Press, Londra; Stackpole Books, New York, 1980.

Ve son olarak, İngiliz Gök Bilimi Derneği'nin 1989 yılında bastırdığı Ay Gözlemcileri için Kılavuz Kitap (*Guide for Observers of the Moon*), Londra, 1989.

Bu kitapların hepsi bugün bulunabiliyor. Ancak baskıları kalmamış bazı çok değerli kitaplar da var. Kütüphanelerden elde etmenin mümkün olduğu ve amatör gözlemci için çok uygun bir kitap olan H. R. Hatfield'in Amatör Gök Bilimcinin Ay Atlası (*The Amateur Astronomer's Lunar Atlas*, Lutterworth, 1968), bunlardan biridir. Bu kitabın yeni baskısının yapılması çok yerinde olur.

Aylık olarak çıkan iki büyük yayın vardır. Bunlardan *Astronomy Now* İngiltere'de (Intra Press, Londra); *Sky and Telescope* ise Amerika Birleşik Devletleri'nde basılmaktadır. Ayrıca birçok mahalli derneğin de kendi bastırdıkları yayınları vardır.

Bugün dünyanın çeşitli yerlerinde
pek çok kişi bir uğraş olarak
yıldızları izlemekte,
gecelerini yıldızlarla geçirmektedir.
Astronomiyi diğer
bilim dallarından ayıran
en büyük özellik
herkesin bu bilim dalıyla
uğraşabilmesidir.
Dürbün ve yıldız haritasına
sahip herkes gökyüzünü
gözleyebilir, hatta bilimsel değeri
olan çalışmalar yapabilir.
Her yıl yeni bir kuyruklu yıldız
keşfeden ya da patlayan bir yıldızı
profesyonellerden önce farkeden
amatörler çıkmaktadır.
Bu anlamda *Gezegenler Kılavuzu*,
gezegenler hakkında
bilinmesi gereken temel bilgileri
içermesinin yanı sıra,
amatör astronomlar için de bir
başvuru kitabı niteliğinde...



ISBN 975-403-036-7

9 789754 030365

Ederi: 250.000 TL (KDV DAHİL)

Basılı fiyatından farklı satılamaz