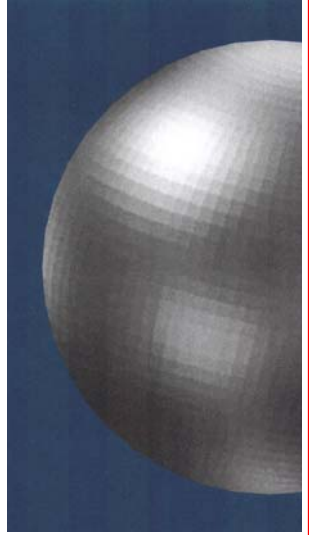


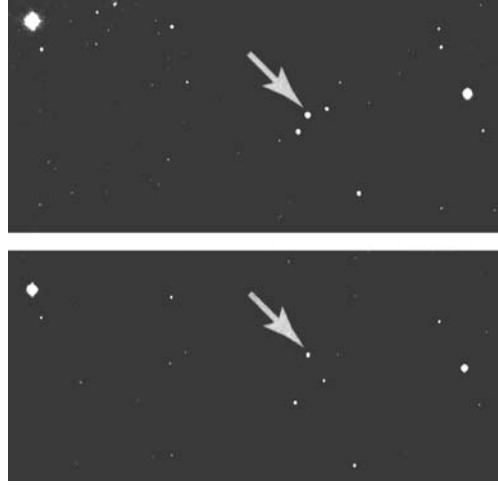
BÖLÜM 10 Cüce Gezegen Plüto

Güneş'e ortalama uzaklık	39.537 AB = 5.915×10^9 km	
Güneş'e en büyük uzaklık	49.425 AB = 7.394×10^9 km	
Güneş'e en küçük uzaklık	29.649 AB = 4.435×10^9 km	
Yörünge dışmerkezliği	0.2501	
Ortalama yörünge hızı	4.7 km/sn	
Yörünge (yıldızlı) dönemi	248.60 yıl	
Kavuşum (sinodik) dönemi	367 gün	
Dönme dönemi	6.378 gün	
Ekvatorun yörüngeye eğikliği	122.52°	
Yörüngenin ekliptiğe eğimi	17.146°	
Ekvator çapı	2300 km = 0.18 D _{yer}	
Kütle	1.3×10^{22} kg = 0.0021 M _{yer}	
Ortalama yoğunluk	1900 kg/m ³	
Kurtulma hızı	1.2 km/sn	
Yüzey çekim ivmesi (Y _{er} =1)	0.07	
Yansıtma gücü	0.5	
Ortalama sıcaklık	-233°C = 40°K	

10.1 Plüto'nun Keşfi

Neptün yörüngesinde izlenen çok küçük ölçekli tedirginliklere dayanarak, birkaç astronom 1800'lü yılların sonuna doğru dokuzuncu bir gezegenin varlığını kanıtlamak için ilk çalışmalara başlamışlardır. Başlangıçta "*Planet-X*" olarak adlandırılan bu gezegenin keşfine yönelik çalışmalarda William Pickering ve Percival Lowell adlı iki amatör astronomun isimleri ön plana çıkmıştır. Ancak daha sonra modern hesaplama teknikleri ile tekrar irdelenmesi sonucu, o zamanlarda elde bulunan verinin bu keşfi yapmak için yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, Pickering, Lowell ve diğerlerinin o tarihlerde tahmin ettikleri konumlarda gezegenin bulunamamış olması çok da şaşırtıcı bir sonuç değildir. Lowell 1916 yılında ölmeden hemen önce, büyük

olasılıkla bu durumun farkına varmış ve gezegenin ancak özel olarak tasarlanmış bir geniş-alan kamerası ile yapılacak tarama gözlemleriyle keşfedilebileceğini söylemiştir. Lowell'in önerisi olan bu kameranın yapımı ancak 1929 yılında sonuçlandırılabilmiş ve Flagstaff-Arizona'da adı ile anılan Lowell Gözlemevi'nde kullanılmaya başlamıştır. Bu kamera ile başlatılan Planet-X keşif projesine o yıllarda genç bir astronom olan Clyde W.

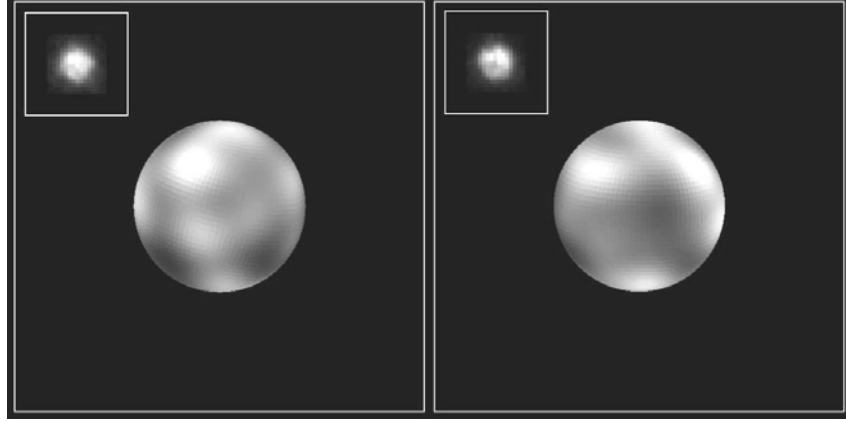


Şekil 10.1 Plüto'nun sabit yıldızlara göre hareketi (iki fotoğraf 1 gün ara ile çekilmiştir)

Tombaugh da katılmış ve 18 Şubat 1930 tarihinde çektiği bir karede, bir önceki gece alınan aynı bölgenin görüntüsüne göre izlenen yer değiştirmesi ile aranan gezegeni bulmuştur. Bulunan gezegen hayal kırıklığı yaratacak ölçüde sönüktü. Çıplak gözün görebileceği limitten 100 kat, karşı-konum anındaki Neptün'den ise 250 kat daha sönüktü ve belirgin bir açısal çap göstermiyordu. Bu gezegen, Percival Lowell'in isminin baş harfleri ile başlayacak şekilde, mitolojik ahiret tanrısının ismiyle Plüto olarak adlandırıldı. Bu keşif, Uranüs keşfinin 149. yıldönümü olan 13 Mart 1930 tarihinde bilimsel bir makale ile bilim dünyasına duyuruldu. Plüto'nun yörünge hareketi son derece yavaştır ve 1 günde gökyüzünde aldığı açısal yol ancak 1 yay-dakikası mertebesindedir (Şekil 10.1).

10.2 Genel Özellikler

Plüto'nun Güneş etrafındaki yörüngesi diğer gezegenlerin yörüngesinden önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Şekil 1.2). Ekliptiğe eğimi 17° civarında olan bu yörünge oldukça basık ($e=0.25$) bir elips şeklindedir. Bu basıklık değeri, zaman içerisinde Plüto'nun Güneş'e, Neptün'den daha fazla yaklaşmasına olanak tanımaktadır. Bu türden en son yaklaşma 1979-1999 yılları arasında gerçekleşmiştir. Plüto'nun oldukça uzak ve



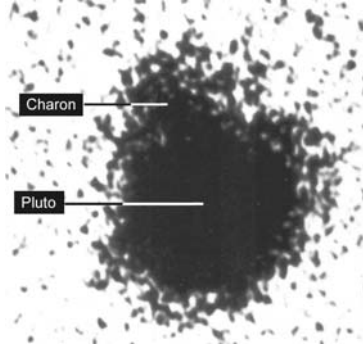
Şekil 10.2 Plüto'nun farklı iki yarım küresine ait Hubble Uzay Teleskobu görüntüleri

küçük bir cisim olması nedeniyle Yer'den izlenen açısal çapı ancak 0.15" civarındadır. Bu koşullar altında Yer'den yapılan doğrudan gözlemlerle gezegenin yüzey şekillerinin izlenmesi olanaksızdır. Plüto'nun kaba yüzey yapısı, eksenini etrafında bir tam dönüşü boyunca, Hubble Uzay Teleskobu ile elde edilen görüntülerin bilgisayar ortamında görüntü işleme teknikleri ile incelenmesi sonucunda elde edilebilmiştir. Şekil 10.2'de sağda ve solda görülen iki küçük karede doğrudan elde edilen görüntüler, büyük karelerde ise bunların bilgisayarla işlenmiş türevleri görülmektedir ve Plüto'nun birbirine zıt iki yarım küresine aittir. Bu görüntülerde kutuplarda izlenen aydınlık bölgelerin kutup buz başlıkları olduğu tahmin edilmektedir. Ekvator civarında izlenen aydınlık bölgelerin ise daha ufak boyutlu cisimlerle çarpışmalar sonucu açığa çıkmış buz tabakaları olduğu sanılmaktadır. Plüto'nun eksenini etrafındaki bir dönüşü boyunca yüzeyinde izlenen açık ve karanlık bölgelerin toplam ışınımında yarattığı değişimden yararlanarak dönme dönemi 6.3872 gün olarak bulunmuş ve dönme eksenini eğiminin 90° den büyük olduğu saptanmıştır. Buna göre Plüto'nun eksenini etrafındaki dönme hareketinin yönü aynen Uranüs'te olduğu gibi retrograd yöndedir.

10.3 Plüto'nun Uydusu Charon

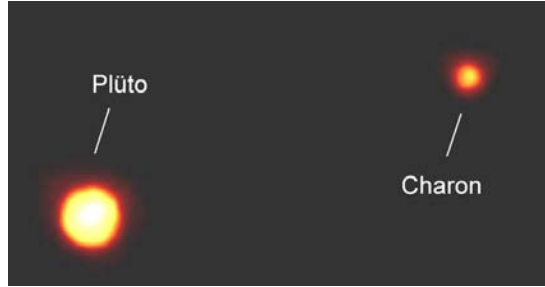
Birleşik Devletler Deniz Kuvvetleri Gözlemevi'nden James W. Christy, 1978 yılında Plüto'nun Şekil 10.3'te görülen aşırı büyütülmüş bir negatif fotoğrafında, dairesel şekilden sapsmış ve belirli bir yöne doğru uzamış ilginç bir yapının var olduğunu fark

etmiştir. Christy o zamana kadar elde edilen tüm Plüto fotoğraflarını inceleyerek bu çıkıntı şeklinde izlenen yapının gezegen etrafında yaklaşık 6 saatlik bir dönemle dolandığını tespit etmiştir. Christy keşfettiği bu cismin Plüto'nun uydusu olduğunu kısa zamanda kanıtlamış ve yine mitolojik kökenli olmak üzere "Charon" ismini vermiştir.



Şekil 10.3 Charon'un keşif görüntüsü

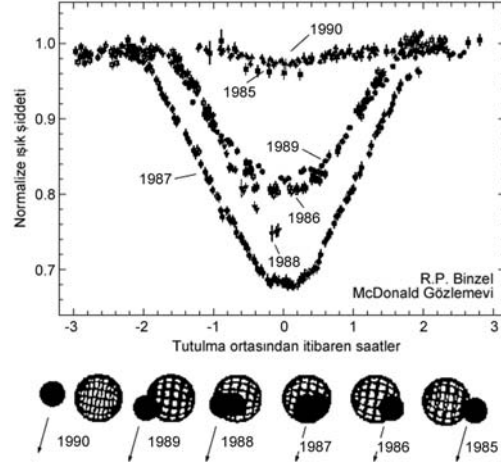
Plüto-Charon arası ortalama uzaklık yalnızca 19,640 km'dir ve bu değer ortalama Yer-Ay uzaklığının %5'inden bile küçüktür. Plüto-Charon çiftinin şu an için elimizde mevcut en iyi görüntüleri, bir örneği Şekil 10.4'de görülen Hubble Uzay Teleskobu görüntüleridir. Yapılan gözlemler sonucunda Charon'un yörünge döneminin, eksenini etrafındaki dönme dönemine eşit ve 6.3872 gün olduğunu görülmüştür. Bu değer aynı zamanda Plüto'nun eksenini etrafında bir dönmesini tamamladığı süreye de tam olarak eşittir. Sonuç olarak Plüto ve Charon oluşturdukları ortak kütle merkezi etrafında eş-dönme yapmakta ve birbirlerine hep aynı yüzlerini göstermektedirler. Bu durumda Plüto'nun Charon'a dönük yüzeyi üzerinde bir noktadan Charon'a bakma olanağımız olsaydı, uydunun hiç bir zaman doğma-batma hareketi yapmadığını ve hep aynı yerde bulunduğunu görürdük.



Şekil 10.4 Hubble Uzay Teleskobu'ndan Plüto ve Charon

Keşfinden kısa bir süre sonra Charon'un Plüto etrafındaki yörüngesinin özellikleri detaylı olarak ortaya konmuş ve 1985-1990 yılları arasında bu yörüngenin tam olarak kenardan görüleceği ortaya çıkmıştır. Bu fırsat her 124 yılda (Plüto'nun yörünge döneminin yarısı) bir oluşmaktadır ve Plüto-Charon arası ardışık tutulmaların izlenmesine olanak tanımaktadır. Tutulmalar sırasında iki cismin ortak ışık şiddetinde zamana karşı oluşan değişim, onların boyutları hakkında bilgiler taşıdığından çok

önemidir. Şekil 10.5'te McDonald Gözlemevi'nde 1985-1990 yılları arasında Charon'un Plüto'yu örtmesi sonucu oluşan farklı tutulma geometrilerine ait "ışık eğrileri" görülmektedir. Bu tutulma profilleri yarımıyla Plüto'nun çapı 2300 km, Charon'unki ise 1200 km olarak belirlenmiştir. Çaplarının belirlenmesi sonucu ortalama yoğunluklarının birbirlerine çok yakın ve 1900 kg/m^3 olduğu da



Şekil 10.5 Plüto-Charon tutulmasına ilişkin ışık eğrileri

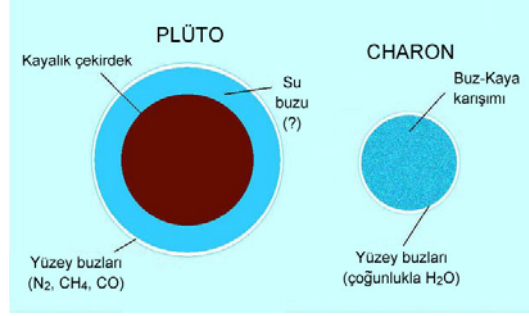
hesaplanmıştır. Bu ortalama yoğunluk değeri Neptün'ün en büyük uydusu Triton'un ortalama yoğunluk değerine çok yakındır ve Plüto-Charon çiftinin büyük çoğunlukla buz-kaya karışımından oluştuğunun açık bir işaretidir.

10.4 Plüto ve Charon'un Fiziksel Özellikleri

Plüto'nun tayfi, yüzeyindeki katı buz yapıların tipik soğurma çizgilerini göstermektedir. Ağırlıklı olarak azot (N_2), metan (CH_4) ve karbonmonoksit (CO) soğurmaları hakimdir. "Yıldız örtmesi" gözlemlerinden, Plüto'nun aynı Triton gibi zayıf bir atmosfere sahip olduğu anlaşılmıştır. Güneş'e bakan yüzünde yüzey sıcaklığı $-233 \text{ }^\circ\text{C}$ dir ve bu sıcaklık altında CH_4 buz yapısını koruyabilirken N_2 ve CO süblümleşme yolu ile gaz haline geçebilmektedir. Bu bilginin ışığı altında Plüto'nun ince atmosferinin genelde N_2 ve CO gazlarından oluştuğu tahmin edilmektedir. Charon'un görel olarak daha düşük kütle çekimine sahip olması sonucu, zamanla yüzeyinden buharlaşan benzer yapıları tutamadığı düşünülmektedir. Charon'un tayfında sadece su buz izlerinin varlığı bu fikri doğrular niteliktedir.

Plüto ve Charon hakkındaki bilgilerimiz oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle iç yapıları hakkında öne sürülen modeller, benzer oldukları diğer Güneş sistemi üyelerinin bilinen

özelliklerine dayandırılan tahminlerin ötesine geçememektedir. Plüto'nun Neptün'ün en büyük uydusu Triton'a olan benzerliği bu konuda anahtar rol oynamaktadır. Buna göre Plüto ve Charon'un iç yapısı hakkındaki tahminler genel



Şekil 10.6 Plüto ve Charon'un olası iç yapıları

olarak Şekil 10.6'da özetlenmiştir. Her iki cismin de Triton'da olduğu gibi temelde buz-kaya karışımından oluştukları düşünülmektedir.

Plüto ve uydusu Charon, kütle, çap ve ortalama yoğunluk olarak birbirleriyle karşılaştırılabilir ölçüde cisimlerdir. Oysa uydusu bulunan diğer gezegenler ile uyduları, fiziksel boyutlar açısından birbirinden çok farklıdır. Dolayısıyla astronomlar Plüto-Charon ikilisine bir süre "*çift gezegen*" demeyi tercih etmişlerdir. Plüto ve Charon'un bu sıradışı benzerliği onların oluşum teorisine de ışık tutmaktadır. Astronomlar bu benzerlikten hareketle, oluşumu sırasında Plüto'ya kendi boyutlarına çok yakın bir cismin çarptığını ve bugün Charon olarak adlandırdığımız bu cismin dış katmanlarının dağılarak Plüto çevresinde bir yörüngeye yakalandığını öne sürmektedirler. Alternatif bir teori ise, çarpışma olmaksızın Charon'un bir yakın geçişi sırasında doğrudan Plüto tarafından yakalanarak çevresinde bir yörüngeye oturtulduğunu kabul etmektedir. Her iki senaryo da ancak Güneş sisteminin dış bölgelerinde Plüto benzeri çok sayıda cismin varlığı altında geçerli olabilmektedir. Çarpışma veya yakalama teorilerine ilişkin olasılık hesapları, bundan 4.6 milyar yıl önce oluşan sistemimizde böylesi bir olayın en az bir kez gerçekleşebilmesi için, Güneş sisteminin daha dış bölgelerinde en az 1000 civarında Plüto benzeri cismin varlığını gerektirmektedir.

1992 yılında David Jewitt ve Jane Luu adında iki astronomun, Güneş'ten 42 AB uzaklıkta, 240 km çaplı küçük bir cisim keşfetmesi ile bu beklentilerin doğru olabileceği ortaya çıkmıştır. 1992 QB₁ olarak kodlanan bu cisim, ışınım özellikleri açısından tamamen Plüto'ya benzerdir ve yüzeyinin metan buzı ile kaplı olduğu sanılmaktadır. Bu türden cisimlerin keşif gözlemlerinin ard arda yapılması sonucu 2003 yılı sonuna

kadar, Güneş'ten 30-50 AB uzaklık aralığında keşfedilenlerinin sayısı 760'ı bulmuştur. Neptün yörüngesi dışında bir halka şeklinde organize olmuş bu cisimlerin tümüne “*Kuiper Kuşağı*” cisimleri denmektedir. Kuşak düzlemi ekliptik düzlemine çok yakındır ve içinde yer alan cisimlerin, kısa dönemli kuyruklu yıldızların kaynağı olduğuna dair elimizde güçlü kanıtlar bulunmaktadır. 2002 yılı sonlarında 1000 km'nin üzerinde çapa sahip 2002 LM60 (“*Quaoar*”) cisminin keşfi ile, Plüto-Charon oluşum teorilerinin önerdiği boyutlarda küçük buzlu cisimlerin de var olduğu kanıtlanmıştır.

10.5 Plüto ve Kuiper Kuşağı Cisimlerine Yolculuk

Plüto dışında Güneş sisteminin tüm gezegenleri ve uyduları uzay araçları ile yakından incelenebilmiştir. Bu nedenle Plüto ve uydusu Charon hakkındaki bilgilerimiz son derece kısıtlıdır ve ancak son birkaç yıl içerisinde Hubble Uzay Teleskobu gözlemleri ile detaylanmaya başlamıştır. Ancak uzaklık faktörünün ortaya koyduğu kısıtlamalar bu detaylara da bir limit koymaktadır. Bu zorlukları aşabilmek ve sistemimizin en dış üyesinin yakından incelenmesini sağlamak amacıyla “*New Horizons*” NASA projesi hayata geçirilmiştir. Şekil 10.7’de temsili resmi görülen ve The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory’de geliştirilen New Horizons uzay aracı 2006 yılı başlarında yolculuğuna başlamıştır. Üzerinde taşıyacağı görüntüleme sistemleri ve tayf çekerleri ile Temmuz 2015’te Plüto’ya ulaşması beklenen bu uzay aracı, yoluna devam ederek 2017 yılında Kuiper Kuşağı Cisimleri arasına girecek ve bu buzlu cisimler hakkındaki bilgilerimizin de artmasına hizmet edecektir.



Şekil 10.7 New Horizons uzay aracı