

Ay Nasıl Oluşmuş?

Ay, Güneş Sistemi'ndeki en büyük uydulardan. Böylesine büyük bir gök cisminin Dünya gibi alçakgönlü boyutlarda bir gezegenin çevresinde dolanması, pek çok sorunun da kafalarda dolanmasına yol açmaktaydı. 1975'te ilk kez William Hartmann ve Al Cameron tarafından önerilen senaryo pek çok soruyu yanıtladığından genel kabul gördü. Hartmann ve Cameron Ay'ın, oluşum halindeki Dünya'ya 4,5 milyar yıl önce Mars kütleğinde başka bir gezegenin çarpması sonucu ortaya çıktığı görüşündeydiler. Modelleri, Ay'ın neden Dünya'dakilerden çok daha hafif kayalardan oluştuğu, neden demir içeriğinin Dünya'dakinden çok az olduğu ve neden bulunduğu yerde olduğu gibi soruları da yanıtlıyordu. Aradan geçen süre içinde birçok gezegenbilimci modelin yeni versiyonlarını ve rafine edilmiş biçimlerini üretti. Bilgisayar simülasyonlarında çarpan gezegene farklı hızlar ve farklı kütleler verildi ve ortaya çıkan farklı Dünya-Ay sistemleri incelendi. Bu simülasyonlardan en ayrıntılı olanı, Robin Canup tarafından 2004 yılında yayımlandı.

Canup'un modeline göre, Oluşum halindeki Güneş'in çevresindeki gaz ve toz diski içindeki parçacıkların çarpışıp birleşmesiyle büyümekte olan Dünya'ya, oluşumunu yüzde 95 oranında tamamladığı sırada, gökbilimcilerin Theia adını koydukları ve Dünya'dan on kat hafif bir başka bir gezegen çarptı. Çarpışmada Theia'nın bir bölümü koptu ve uzaya fırladı. Uzamış ve biçimini büyük ölçüde yitirmiş olan kütle, Dünya'nın çevresini dolaarak gelip bir kez daha çarptı. Bu kez Theia'nın demirden çekirdeği, Dünya'nın merkezine çökelirken, mantosundaki hafif kayalar uzaya saçıldı. Zaman içinde bu kaya parçaları birbirleriyle kaynaşarak Ay'ı oluşturdular. Ay önce Dünya'dan yalnızca 22,000 kilometre uzaklıkta bir yörüngeye oturdu; ama zaman içinde bu yörünge genişliyerek günümüzdeki ortalama 385.000 km'lik çapa ulaştı. Canup'un simülasyonu, Ay'ın %80'inin Dünya'dan değil, Theia'dan kopan parçalardan oluştuğunu gösteriyor. Bu da Ay'ın büyük bölümünün neden hafif kayalardan oluştuğunu, Dünya'nın demir çekirdeği kütlelerinin %30'unu oluştururken, neden Ay'ın demir çekirdeğinin, kütlelerinin yalnızca %8'ini meydana getirdiğini açıklıyor. Canup'un simülasyonu, gerçekten de pek çok taşı yerine oturtmakla birlikte, büyük bir soruyu yanıtsız bırakıyor: Her şey iyi, güzel de, peki bu Theia nereden geldi?

Bu sorunun yanıtını da Princeton Üniversitesi'nden astrofizikçi Richard Gott ve matematikçi Edward Belbruno araştırmış. İki bilim insanına göre Theia, ilk bakışta olanaksız gibi görünen bir yerde ortaya çıkan ve Dünya'ya darbesini indirmeden önce gezegenimizi yakından izlemiş olan bir gezegen. Gott ve Belbruno, teorileri konusundaki ilk esini 1960 ve 1970 yıllarında Apollo astronotları tarafından Ay yüzeyinden toplanıp getirilen

taşlardan almışlar. Gezegenlerin içinde oluştukları dönen gaz ve toz diski içinde elementlerin ve izotoplar, yeni ortaya çıkan Güneş'e olan mesafeye bağlı olarak büyük ölçüde değişiyor. Örneğin, göktaşı çarpmaları sonucu Mars'tan kopup Dünya'ya kadar ulaşan meteoritlerdeki oksijen izotopları, Dünya'daki kayalarda bulunan izotoplardan çok farklı. Mars ve Jüpiter arasında dolanmakta olan asteroid Vesta'dan kopup gelen parçalardaki izotoplar da hem Mars'takilerden, hem de Dünya'dakilerden farklı. Oysa Apollo astronotlarının getirdiği taş örneklerindeki oksijen izotoplarının düzeyi Dünya'dakilerle neredeyse tıpatıp aynı. Bu da Theia'nın Dünya'ya herkesin düşündüğünden daha yakın bir yerde oluştuğunun işareti. Hatta izotopların uyumu öylesine güçlü ki, gezegenbilimciler Theia'nın Güneş'e Dünya ile aynı uzaklıkta bir yerde gelişmiş olması gerektiği sonucuna varıyorlar.

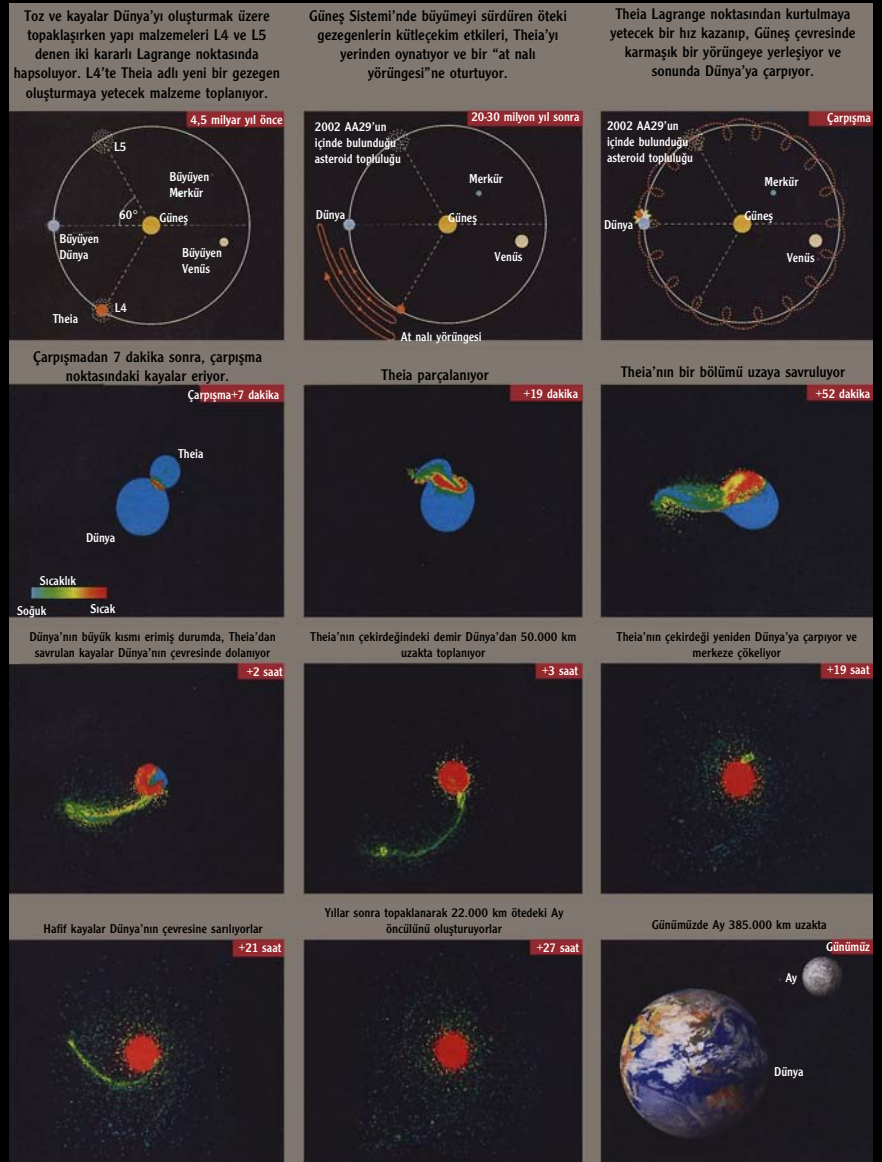
Bu görüş Theia'nın Dünya'ya çarptığında görece yavaş yol aldığını gösteren bilgisayar simülasyonlarına da doğrulanıyor. Hızını bilince de gezegenbilimciler Theia'nın çarpma öncesindeki yörüngesinin uzaklığını hesaplayabiliyorlar. Bu kadar yavaş hareket ettiğine göre gezegen, gaz ve toz diskinin soğuk dış bölgelerinde değil, iç Gü-

neş Sistemi'nde oluşmuş olmalı.

Ama Gott'un kafasını kurcalayan soru şu: Dünya'nın yörüngesini paylaştan bir gezegen, nasıl olur da Mars kadar büyüyebilir? Yerleşik gezegen oluşumu teorisine göre Dünya, daha büyük çekim gücü nedeniyle yakınlarındaki tüm kayaları toplayacaktı. Bu durumda Theia'nın büyümesi de güdük kalacağından, Mars kütlelerine erişmesinden çok önce Dünya tarafından yutulması gerekmez miydi?

Bu bilmeceyi çözme kafalarına koyan Gott ve Belbruno, bu dinamikler içinde "bir gök cisminin Mars kütlelerine kadar gelişebileceği özel bir yer olabilir mi?" sorusu üzerine yoğunlaşmışlar. Yanıtı bulmaları da çok uzun sürmemiş.

Fransız matematikçi Louis Lagrange, 1772 yılında uzayda Dünya ile Güneş'in çekimlerinin birbirini dengelediği beş bölge olduğunu hesaplamıştı. İnsanın içgüdüsel olarak ilk aklına gelenin aksine, bunlar Dünya ile Güneş'i birleştiren hayali bir çizgi üzerinde yer alıyor. Her iki gök cismini de hareket halinde olduğundan başka kuvvetler de dengeye etki ediyor. Bu kuvvetlerin karmaşık etkileşimi uzayın pek çok noktasında kütleçekimlerinin birbirini dengelediği "Lagrange noktaları" meydana getiriyor.





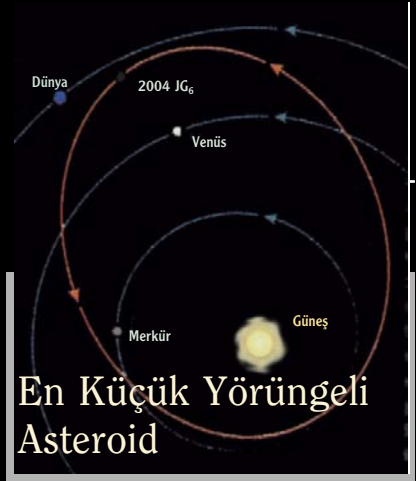
Gott ve Belbruno L4 ve L5 diye adlandırılan ve Dünya'nın yörüngesi üzerinde gezegenimize 150 milyon kilometre uzaklıkta bulunan iki Lagrange noktası üzerinde durmuşlar. Bir Güneş-Dünya doğrultusuna 60 derece açıyla Dünya'nın önünde, diğeryse aynı açıyla gerisinde seyreden bu iki noktanın özelliği, Dünya-Güneş sistemindeki tek kararlı Lagrange noktaları olmaları. Birkaç milyon kilometre genişliğindeki bu bölgelere düşen kaya parçaları hapsolup kalır. Güneş Sistemi'ndeki çeşitli alt sistemlerdeki Lagrange noktaları, bunun örnekleriyle dolu. En ünlüleri, Güneş çevresindeki yörünge hareketinde Jüpiter'e eşlik eden ve "Troyalılar" diye adlandırılan bir grup asteroid. Mars'ın da 5261 Eureka adlı bir yol arkadaşı var. İki araştırmacı, bundan 4.5 milyar yıl önce L4 ya da L5'te birleşip gezegen oluşturmaya yetecek kadar moloz toplanmış olabileceğini düşünüyorlar. Lagrange noktasının güvenli ortamında Theia, oluşmakta olan Dünya için bir tehdit oluşturmaktan Mars boyutlarına kadar büyümüş olabilir. Ancak büyümekte olan Theia ile kütleçekim etkileşimi içinde bulunan, yalnızca bizim dünyamız değildi. Gezegenbilimciler, Güneş Sistemi'ndeki tüm gezegenlerin aynı zamanda oluştuğunu düşünüyorlar. Gezegenler büyüdükçe de kütleçekimleri arttırdıktan Theia'yı hapisanesinin avlusunda kah o yana, kah bu yana çekiyorlardı. Milyonlarca yıl süren ve "at nalı yörüngesi" denen karmaşık bir rotada gerçekleşen bu halat çekme oyunu Theia'yı Dünya'ya doğru hızlandırıyor, ancak Coriolis kuvvetinin etkisiyle gezegen birden durarak geriye gitmeye başlıyordu. Nihayet bir noktada Theia, hapisanesinden kurtulacak kadar hız kazandı.

Gott ve Belbruno'nun simülasyonları, bu noktadan sonra olayların hız kazandığını gösteriyor. Birkaç yüz bin yıl süreyle karışık bir yörünge izleyen Theia, sonunda kaçınılmaz olarak Dünya ile bir çarpışma rotasına giriyor. Araştırmacılar küçük gezegenin Dünya'ya saatte 40.000 km hızla çarptığını hesaplıyorlar. Kuramlarına göre, çarpışmanın her ikisinin de oluşumlarını neredeyse tamamladıkları bir anda meydana gelmesi gerekiyor. Çünkü demirin hem Dünya'da, hem de Theia'da merkeze çekilip katı hale gelmiş ol-

ması gerekiyor. Ayrıca iki araştırmacıya göre çarpışma iki gezegenin de evrim sürecinin öyle geç bir noktada meydana geliyor ki, artık Dünya çevresinde yutulmadık fazla gökcsimi kalmamış oluyor. Bu da çarpışmadan hemen sonra Ay'a neden başka gökcisimlerinin çarpıp ona fazladan demir aşısı yapmamış olduğunu açıklıyor. Hatta Gott ve Belbruno, çarpışma öncesi ve sonrasında Dünya çevresindeki gökcisimlerinin sayısı konusunda çıkarımlalarda bulunuyorlar. Gott, "Dünya, çevredeki çerçöpü toplamada Ay'dan 160 kat daha başarılı" diyor. "Dolayısıyla civarda 160'dan daha az sayıda gökcsimi var idiye, Ay'ın bu büyük cisimlerden bir darbe almış olması kuşkulu".

Gerçi öteki bazı gezegenbilimciler Lagrange noktalarında gökcisimlerinin gezegen haline gelebilecek kütleyi kazanmalarını pek inandırıcı bulmuyorlar; ama Gott ve Belbruno haklılarsa, bu Güneş sistemimizdeki başka bazı anormallikleri de açıklayabilir. Bir örnek, Uranüs. Bu gaz devinin ekseninin 90 derece yana yatmış olması, onu da geçmişte büyük bir gökcsiminin ziyaret etmiş olabileceğini gösteriyor. İki araştırmacı, daha da ileri giderek kuramlarının doğru çıkması halinde başka yıldızların çevresinde de büyük Ay'lara sahip bir ya da birkaç gezegenin bulunduğu sistemlerin var olabileceğini söylüyorlar. Bu da yaşama uygun dünyaların varlığının sanılandan daha çok olabileceği anlamına geliyor. Çünkü büyük bir Ay'mızın olması gezegenimizin görece sıcak ve yaşama uygun bir yer olmasını sağlıyor. Nedeni, Ay'ın kütleçekim etkisinin, Dünya'mızın ekseninde felaketli kaymaları önlemesi. Gott ve Belbruno, teorilerini doğrulayacak bir kanıt olarak iki yıl önce keşfedilmiş bir asteroide bel bağlamış bulunuyorlar. 2002 AA29 diye tanımlanan asteroid, 100 metre çapında bir kaya parçası. Ama tıpkı Theia gibi bir "at nalı" biçimli yörünge üzerinde ve zaman zaman Dünya'ya 5,8 milyon kilometre yaklaşıyor. Araştırmacılar, bu kaya parçasının da L4 ya da L5 Lagrange noktalarından birinden kaynaklanıyor olabileceği üzerinde duruyorlar. Eğer öyleyse, bunun anlamı 2002 AA29'un da Dünya ve Theia'yı oluşturan kaya parçalarından biri olabileceği. Bu heyecan verici olasılığı doğrulamanın tek yolu, ondan bir parça getirip incelemek. Aslında bu asteroid, NASA tarafından ziyaret edilip örnek getirilmeye uygun gökcisimleri listesine alınmış bile. Gott ve Belbruno, örneğin bileşimindeki oksijen izotop oranlarının Dünya ve Ay'daki oranlarla örtüşmesi ve biraz da demir içermesi halinde kuramlarını doğrulayacağını söylüyorlar. Ama asteroid'te hiç demir bulunamazsa, bu onun çarpma sırasında uzaya fırlamış erimiş bir kaya parçası olabileceği anlamına geliyor. Gott, "her iki durumda da 2002 AA29'un bize Dünya ve Ay'ın nasıl ortaya çıktıklarını anlatacağını düşünüyoruz" diyor.

New Scientist, 14 Ağustos 2004



En Küçük Yörüngeli Asteroid

Güneş'in en yakınında dolanan ve yörüngesi, tümüyle Dünya yörüngesinin içinde kalan bir asteroid keşfedildi. 10 mayısta keşfedilen ve çapının 0,5 - 1 km çapında olduğu düşünülen gökcsimi, bir turunu altı ayda tamamlıyor.



Spitzer Kızılötesi Uzay Teleskopu, dev gökada Centaurus A'nın merkezinde bir paralelkenar belirledi. Bu, 200 milyon yıl önce yutulmuş sarmal bir gökadanın toz diski. Kurbanın yaşlı yıldızları Centaurus A'nın dış bölgelerine eklenirken, toz diski merkeze çekilmiş. Sonunda, öncekiler gibi son kurbanın kalıntıları da tümüyle sindirilecek



Gökbilimciler 10 cm'lik bir teleskopla Lir takımyıldızı bölgesinde Dünya'dan 500 ışık yılı uzaklıkta parlak turuncu bir yıldızın çevresinde dolanan bir gezegen keşfettiler. Bu da, daha önce keşfedilenlerin pek çoğu gibi, Jüpiter kütlesinde bir gaz dev. Yıldızından yalnızca 6,4 milyon kilometre uzaklıkta dolanıyor ve bir turunu 3 günde tamamlıyor. Keşif, Trans-Atlantik Dış Gezegen Araştırması (TrES) adıyla 12.000 parlak yıldızın aynı anda gözlenmesi için oluşturulan bir küçük teleskoplar ağıyla yapıldı. Gözlemciler, yıldızın önünden geçen bir gezegenin, onun ışığında yaptığı çok küçük azalmaları belirlemeye çalışıyorlar. TrES projesinde de küçük teleskoplarla saptanan bu türden 16 olası geçiş, daha sonra dev teleskoplarla incelenmiş.