

GÜNEŞ SİSTEMİNİN TEHLİKELİ ÜYELERİ ASTEROİDLER

İlk asteroidin keşfinden bu yana 200 yıl geçti. Bu keşfin kısa bir süre ardından, bu gök cisimlerinin gezegenimize çarpabileceği düşüncesi ortaya çıktı. Geçmişte, gezegenimizi bu tür çarpışmalarla karşılaştığı bir gerçek. Son büyük çarpışma, dinazorlar dahil, yeryüzündeki tüm canlı türlerinin yaklaşık %70'inin yok olmasına yol açtı. Bu tür çarpışmalar pek sık tekrarlanmasa da, gelecekte bu tür bir çarpışmanın yaşanması büyük olasılık. Bundan çok daha küçük, ancak bir atom bombasından çok daha fazla enerji ortaya çıkarabilecek göktaşlarının yeryüzüne çarpma olasılığıysa göz adı edilemeyecek kadar büyük. Şimdi, bilim adamları, gezegenimize yaklaşan bu "bombaları" daha yakından tanımaya çalışıyor. Bu yolda epeyce yol da alınmış durumda.

18. yüzyılda yaşamış Alman gökbilimci Daniel Titius, gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıkları arasında matematiksel bir orantı keşfetti. Ancak bu keşif, bundan kısa süre sonra, bir başka Alman gökbilimci Johann Bode, sayesinde ünlü oldu. Fiziksel bir değeri olmasa da bu orantı, Bode Yasası ya da Titius-Bode Yasası olarak bilinir. Bu yasa göre, gezegenlerin Güneş'ten uzaklıkları bir formülle hesaplanıyor. Formül şöyle: $a = 0,4 + (0,3)^n$. Burada "n" değişkeni gezegenin sıra numarası oluyor ve değeri Merkür için $-\infty$ (eksi sonsuz), Venüs için 0, Dünya için 1, ... şeklinde gidiyor. Tüm gezegenler için "a" değerini hesapladığınızda, bir eksikle Güneş'e uzaklıklarını astronomi birimi (Dünya'nın Güneş'e uzaklığı) cinsinden yaklaşık olarak buluyorsunuz. Formülle göre, Mars'tan sonra, "n" değerinin 3'e denk geldiği uzaklıkta yani, Güneş'ten 2,8 astronomi birimi uzakta bir gezegen daha olmalıydı.

Mars ve Jüpiter arasında, bilinmeyen bir gezegen olabileceği düşüncesi, zamanın gökbilimcilerini epeyce hey-



canlandırdı. Bu nedenle, 1787'den itibaren gökyüzünü ayrıntılı biçimde taramaya başladılar. Nihayet, 1 Ocak 1801'de, İtalyan gökbilimci ve din adamı Giuseppe Piazzi, Ceres adını verdiği bu gezegeni buldu. Yapılan ayrıntılı gözlemler sonucu, bu cismin yörüngesi hesaplandı ve Mars ve Jüpiter

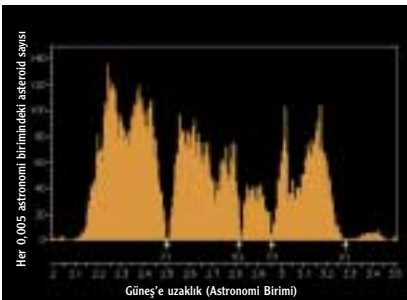
arasında, olması gereken yerde olduğu ortaya çıktı. Ancak, 1802 yılında Pallas'ın keşfi kafaları karıştırdı. Ardından Juno (1804) ve Vesta (1807) keşfedildi. Bu küçük gezegenlerin hepsinin yörüngesi Mars ve Jüpiter arasında yer alıyordu. Gökbilimcilerin bundan çıkardığı sonuç, buradaki gezegenin parçalanmış olduğuydu. Daha sonra, William Herschel bu küçük gezegenleri, çok küçük oluşları nedeniyle bir nokta gibi yani bir yıldız benzeri görünümünden dolayı "asteroid" olarak adlandırdı.

Amerikalı gökbilimci Daniel Kirkwood, 1867 yılında, o zamana değin keşfedilmiş olan yaklaşık 100 asteroidin yörüngelerinin, Güneş'e uzaklıklarına göre dağılımını inceledi. Bunun sonucunda, bu cisimlerin Mars ve Jüpiter arasında düzgün bir şekilde dağılmadığı ortaya çıktı. Jüpiter'le Mars arasında, belli uzaklıklarda boşluklar vardı. Kirkwood, bu boşluklarla Jüpiter'in yörüngesi arasında rezonans olduğunu fark etti. Yani, bu boşluklar, Jüpiter - Güneş arasındaki

uzaklığın neredeyse her sayısal oranında (örneğin 1/2, 1/3, 2/5 ve 3/7 gibi) bulunan yörüngelerde yer alıyor.

Bu boşlukların Jüpiter'in etkisiyle oluştuğu açık olsa da, nedeni 1980'le-re kadar pek iyi anlaşılmamıştı. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Jack Wisdom, bu boşluklarda dolanan cisimlerin yörüngelerinin oldukça kararsız olduğunu gösterdi. Bilgisayar yardımıyla, Güneş'ten 2,5 astronomi birimi (Güneş-Jüpiter mesafesinin üçte biri) uzağa sanal bir asteroid yerleştirdi ve sonraki birkaç yüz bin yıl için bu cismin izleyeceği yörüngeyi hesapladı. Bu yörüngede bulunan bir cismin yörüngesi sadece 100.000 yıl sonra çok eksantrik (basık) bir hale geliyor. Böylece, yörüngesi Dünya ya da Mars'ın yakınından geçen asteroid, ya bu gezegenlerden birine ya da iyice basıklaşan yörüngesi nedeniyle, Güneş'e düşüyor.

Asteroidlerin yörüngelerinin değişmesinde, bir başka etken de Yarkovsky etkisi. Bu etki, 1900 yılında, Polonyalı gökbilimci Ivan O. Yarkovsky tarafından öne sürülmüştü. Buna göre, tüm gezegen benzeri cisimler, Güneş'ten ısıma yoluyla aldıkları enerjiyi kızılötesi ısıma yaparak geri verirler. Doğal olarak, bu cisimlerin en uzun süre güneş ışığına kalan yüzleri, öteki yerlerine oranla daha çok ısıma yaparlar. Eğer bir cisim yörüngesiyle aynı yönde dönüyorsa, (örneğin yörüngesinde de, eksen çevresinde de saat yönünde) ısınan yüz sürekli olarak yörüngesinde gittiği yönün tersine döner. Bu da küçük bir itki sağlar ve cisim giderek hızlanır. Yörüngesinde hızlanan cisim de buna paralel olarak giderek Güneş'ten uzaklaşır. Bunun tersi de söz konusudur. Eğer cismin yörüngesinde dolandığı yön kendi çevresinde döndüğü yönün



Asteroid sayısının Güneş'e uzaklıklarıyla ilişkisi. Boşluklar, Kirkwood aralıkları.



Asteroid kuşağında yer alan büyük asteroidlerin başlıcaları. Asteroidlerin renkleri gerçek renklerini simgeliyor. Ayrıca asteroidlerin ve Mars'ın yörüngelerinin Güneş'e uzaklığı ve büyüklükleri de karşılaştırma için, orantılı olarak veriliyor. Ceres 932 km, Pallas 520, Vesta 530, Juno 246, Eros 33, Ida 35 km çapında.

tersineyse, bu durumda Yarkovsky etkisi cismin giderek yavaşlamasına ve yörüngesinin Güneş'e yaklaşmasına yol açar. Cisim rezonans yörüngesine ulaşırsa, yörüngesi değişen gökcismi Dünya'ya yönelebilir.

Gökbilimciler, Kirkwood boşluklarını çözdükten sonra, asteroid kuşağının kökenine ilişkin tablo biraz daha netleşti. Görünen tabloya baktığımızda, dev kütleli Jüpiter'in hızlı oluşumunun, Mars ve Jüpiter arasındaki maddenin bir gezegen oluşturmalarını engellediği görülüyor. Jüpiter olmasaydı, bu bölgede dairesel yörüngelerde dolanan madde, zamanla bir araya gelerek bir gezegen oluşturabilecekti. Oysa, Jüpiter, bu bölgedeki cisimlerin yörüngelerinde bozulmalara yol açtı. Yörüngeleri birbirinden az da olsa farklı basıklıkta olan küçük cisimler, birleşmek için fazla hızlı çarpışıyorlardı. Bu nedenle, hiçbir zaman hepsi bir araya gelerek bütün bir gezegen oluşturamadılar. Zamanla, buradaki maddenin çok büyük çoğunluğu (kütlece % 99,9'dan fazlası) Jüpiter tarafından uzaklaştırıldı. Sonuçta, günümüze, bir zamanlar oluşmaya fırsat bulamayan bir gezegenin yapı taşlarından küçük bir bölümü kaldı. Bilinen tüm asteroidleri bir araya toplayabilseydik, ortaya çıkan cismin çapı, Ay'ının yarısından daha küçük olurdu.

Asteroidlerin oluşumunda ve şekillenmesinde çarpışmaların rolü büyük. Gözlemler, bazı büyük asteroidlerin çarpışmalar sonucunda parçalandığını gösteriyor. Bunu, "aile" adı verilen asteroid grupları doğruluyor. Asteroid

aileleri, bir zamanlar çarpışma geçirerek parçalanan, ancak birbirlerinden çok uzaklaşacak şekilde dağılmayan asteroidlerden oluşuyor. Bunlardan en ünlüleri, 235 parçadan oluşan Themis ailesi, 326 parçadan oluşan Eos ailesi ve 400 parçadan oluşan Kronis ailesi. Bunlar dışında, Güneş ve Jüpiter'in kütleçekiminin birbirini dengelediği Jüpiter'in L4 ve L5 Lagrange noktalarında da bilinen yüzlerce asteroid var. Bunlara "Troyalılar" deniyor.

Asteroidler, kimyasal bileşimlerine göre gruplandırılıyorlar. Bilinen tüm asteroidlerin dörtte üçünden fazlasını oluşturan C-tipi asteroidler, karbon içeren kondrit meteorları gibi oldukça koyu renkli bir görünüme sahipler. Bu asteroidlerin kimyasal bileşimiye, hidrojen ve helyum gibi gazları ve öteki uçucu maddeleri çıkardığınızda Güneş'inkiyle hemen hemen aynı. Yani, büyük oranda karbon, oksijen, silisyum gibi yeryüzündeki kayalarda da bolca bulunan elementleri içeriyorlar. S-tipi asteroidler, yaklaşık %17'lik bir oranı oluşturuyor ve önemli miktarlarda nikel-demir karışımı, demir ve magnezyum silikatlarından oluşuyorlar. M-tipi asteroidler, geriye kalanların çoğunu oluşturuyor ve neredeyse saf demir-nikel karışımından oluşuyor. Bunlar dışında, çok az sayıda başka sınıflandırmalara giren asteroidler de var.

Geçtiğimiz birkaç yıl öncesine kadar, asteroidlerle ilgili bildiklerimiz, teleskoplarla yapılan gözlemlere ve yeryüzüne düşen asteroidlerin parçalarından öğrendiklerimize dayanıyordu. Özellikle, teleskoplarla gözlenmek



Galileo uzay aracı, Jüpiter'e doğru yol alırken, Ida'nın yakınından geçti ve onun fotoğraflarını çekti. Fotoğraftaki sürpriz, Ida'nın küçük uydusu Dactyl'di.

için çok küçük olan bu gök cisimlerinin ayrıntılı fotoğraflarını elde etmek için onlara epeyce yaklaşmak gerekiyordu. İşte buna yönelik olarak oluşturulan NEAR projesi kapsamında, gezegenimize yakın yörüngelere sahip asteroid, kuyrukluyıldız, ve öteki göktaşlarının yapıları ve kaynakları araştırılıyor. Proje kapsamında fırlatılan ve NEAR Shoemaker adı verilen uzay aracının görevi, yörüngesi Dünya'nın kine epeyce yakınlaşan Eros asteroidiyle buluşmaktır. Araç, Haziran 1997'de Mathilde'nin yakınından geçtikten sonra, Şubat 1996'da Eros'a ulaştı ve yörüngesine yerleşti. NEAR Shoemaker, yaklaşık bir yıl süreyle Eros'un ayrıntılı fotoğraflarını ve asteroidle ilgili birçok veri gönderdi. Uzay aracı, görevini tamamladıktan sonra çok zayıf kütlecekimi olan Eros'un üzerine yavaşça kondu.

NEAR Shoemaker uzay aracı sayesinde, bir asteroidin, en azından dış görünüşünün neye benzediği konusunda epeyce bilgi edinildi. Bunun yanında, Eros'un jeolojik özellikleri, mi-

neral ve element bileşimi, kütle dağılımı ve manyetik alanıyla ilgili ölçümler yapıldı. NEAR Shoemaker uzay aracından önce, görevi Jüpiter ve uydularını incelemek olan Galileo uzay aracı, Gaspra ve Ida'ya yakın geçiş yaptı. Bu sırada bu iki asteroidin ayrıntılı fotoğraflarını çekti. Asteroidlere yönelik ilk ayrıntılı fotoğraflar böylece Galileo uzay aracından geldi.

Gökyüzünden Gelen Tehlike

Asteroidlerin keşfinin kısa süre ardından, bu cisimlerin gezegenimize çarpabileceği öne sürülmeye başlandı. Nitekim, Ay, ve Mars gibi yakınımızdaki gök cisimlerine baktığımızda, yüzeylerinin kraterlerle kaplı olduğu görülmüyordu. Üstelik, bu kraterlerin bir çoğunun da oldukça büyük çarpışmaların eseri olduğu ortadaydı.

Kayıtlara geçmiş en büyük göktaşı çarpması olayı, 1490 yılında yaşandı. Çin'in Shansi bölgesine düşen bir göktaşı, on bin dolayında kişinin ölümüne yol açtı. Bunun dışında, kayıtlara geçmiş pek çok olay olsa da hiçbirisi kitlelölümlere yol açacak kadar büyük değildi. Son iki yüzyılda, bu tür olaylarda ölenlerin sayısıysa on civarında.

1970'li yılların sonlarında, California Üniversitesi'nden iki bilim adamı Luis ve Walter Alvarez (baba ve oğul) İtalya'da kaya katmanlarıyla ilgili bir araştırma yaparken, olağan dışı bir şekilde iridyum içeren bir kil katmanına rastladılar. Bu katman, normalin yak-

laşık 30 katı kadar iridyum içeriyordu. Çok ender bulunan bir element olan iridyum, kozmik tozda ve Dünya'nın çekirdeğinde daha yoğun olarak bulunur. Bu katmanın varlığı önce yanardağ etkinliğine bağlanırken, sonra, yeryüzünün çeşitli yerlerinde aynı dönemden kalma bu katman bulununca, kaynağın "uzaylı" olduğu anlaşıldı.

Jeolojik tarihlendirme, bu katmanın yaşının yaklaşık 65 milyon olduğunu söylüyordu. Bu tarihte büyük bir olasılıkla, yaklaşık 16 km çaplı bir asteroid, saatte 55.000 km hızla yeryüzüne çarpmıştı. Çarpışma sonucunda, 200.000 km³ hacminde madde buharlaştı ve atmosferi kapladı. Aylarca atmosferde kalan toz katmanı, güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını engelledi. Her yerde orman yangınları çıktı. Karbon dioksit bu günkü değerin yaklaşık 50 katına ulaştı. Aylarca süren karanlık ve soğuk dönemde, yeryüzündeki canlı türlerinin % 70'den fazlası yok oldu.

65 milyon yıl önce, türlerin büyük bölümünün ortadan kalkmasına yol açan olayın bu tür bir çarpışma olduğu konusunda bilim adamlarının çoğu aynı düşüncüyü paylaşıyor. Ne var ki, bu olasılık ilk açıklandığında, büyük bir tartışma başladı. Bu büyüklükteki bir gök cismi, yeryüzünde yaklaşık 200 km çapında bir krater oluşturmaliydi. Sonunda aranan krater Kuzey Amerika kıtasının güneyinde, Meksika'nın Yucatan Körfezi'nde bulundu. En azından 200 km çapında ve 12 km derinliğindeki bu krater, yeryüzünde bilinen en büyük krater. Ancak, geçmişte gezegenimizin çok daha büyük çarpışmalarla karşılaşmış olduğu muhakkak. Kıtaların kendini sürekli yenilemesi ve yeryüzünün çoğunun sularla kaplı oluşu bu kraterleri gizliyor. Gelecekte de uzun vadede bu tür çarpışmaların olması kaçınılmaz.

Yeryüzündeki bir başka ünlü göktaşı krateriyse, Arizona'da yer alan Barringer Krateri. 1,2 km çapındaki ve 180 metre derinliğindeki bu kraterin meteor nedeniyle oluştuğu ilk 1905 yılında ona Adını veren Daniel M. Barringer tarafından öne sürülmüştü. Bu krater yaklaşık 50.000 yıl öncesine ait ve 30 ila 100 metre arasında çapa sahip bir asteroidin ürünü. Çarpışmanın sorumlusu olan asteroidin ait toplam 30 ton parça toplandı.



65 milyon yıl önce gezegenimize çarpan göktaşının geride bıraktığı izlerden biri de tüm yerküreyi saran ince bir iridyum katmanı.



NEAR Shoemaker uzay aracı, bir asteroide giden, çevresinde yörüngeye giren ve yüzeyine inen ilk uzay aracı oldu. Uzay aracı, Eros asteroidine ilişkin çok sayıda fotoğraf ve veri gönderdi. Yukarıdaki fotoğraf, uzay aracının asteroide düşmeden kısa süre önce çektiği fotoğraflardan biri.

Göktaşı kaynaklı bir başka ünlü olay da Tunguska olayı olarak bilinir. 30 Haziran 1908 günü Sibirya'nın iç kısımlarında, Tungus Irmağı yakınlarında korkunç bir patlama meydana geldi. Oluşan şok dalgası ve ardından esen kavurucu bir rüzgar, binlerce kilometrekarelik bir alan içindeki tüm ormanı yerle bir etti ve yaktı; bölgedeki tüm binaları yıktı. Bu patlamayı Dünya'daki bütün deprem enstitüleri algıladığı halde, bölgede çok az insanın yaşaması ve o sıralar süren savaş nedeniyle bu bölgeye girilememesi, olayın uzun süre sadece deprem olarak değerlendirilmesine neden oldu. Ne var ki patlamanın geride bıraktıkları ve yerlilerin anlattıkları, sonraki yıllarda bilim adamlarının ilgisini çekti. Bu olayla ilgili çok ilginç açıklamalar ortaya atıldı. Bölgeye bir kara deliğin düştüğünü söyleyenler bile oldu. Ancak, daha sonra, yerden yaklaşık 10 km yüksekte patlayan bir asteroid ya da kuyruklu yıldız parçası olduğu anlaşıldı.

Asteroid Avı

Çapı bir kilometreden büyük bir göktaşının yeryüzüne çarpması, hem insanlar hem de diğer pek çok tür için bir felaket olacak. NASA, 1998'de başlattığı bir proje kapsamında, gezegenimize için tehlike yaratabilecek asteroidleri bulmaya çalışıyor. Projenin hedefi, gezegenimize yaklaşan ve çapı bir kilometreyi aşan asteroidlerin yörüngelerini saptamak. 2008 yılına kadar, bu gökcisim-

lerinin % 90'ının saptanması hedefleniyor. Günümüze değin keşfedilen Dünya'ya yakın asteroidlerin sayısı 635. Bunlardan yalnızca birinin, çok düşük de olsa (300'de bir) 2008 yılında gezegenimize çarpma olasılığı var. DP 107 adlı bu asteroid, yaklaşık 800 metre çaplı ancak, 300 metre çapında bir de bileşeni var. Yani, bu iki asteroid birbirine 2,6 km uzakta yer alıyor ve ortak kütle merkezlerinin etrafında dönüyorlar.

Bir çok araştırmacı, çapı bir kilometreden daha büyük gökcisimlerinin saptanmasının yeterli olmayacağı görüşünde. Çapı bir kilometreyi bulan asteroidlerin yeryüzüne çarpma olasılığı birkaç yüz bin yılda bir olmasına karşın, daha küçük olanların, örneğin yaklaşık 300 metre çaplı bir asteroidin çarpma olasılığı 60.000 yılda bir. Üstelik, gezegeni tümüyle tehdit etmese de böyle bir göktaşı, düştüğü yere ve epeyce geniş çevresine çok ciddi hasar verebilir. NASA, bu daha küçük çaplı göktaşlarını saptamak için de çalışmalar başlatmayı planlıyor.

Yeryüzüne çarpmak üzere yaklaşan bir asteroidin varlığı saptandığında neler yapılabileceği de ayrı bir sorun. Böyle bir çarpışmayı önlemek için çeşitli düşünceler var. Bunlar arasında, asteroidi nükleer bir bomba kullanarak parçalamak, bir tür roket motoru yerleştirerek ya da dev bir ay-nadan yansıtılan güneş ışığının kayaları buharlaştırmasını sağlayıp bir itki elde ederek asteroidin yörüngesini değiştirmek gibi yöntemler var. An-

cak, bunların işe yarayıp yaramayacağı asteroidin yapısına da bağlı. Asteroidlerin bir bölümü birçok parçanın bir araya gelmesiyle oluşmuş kayasal yapıdayken, bir bölümü de bu yapının içinde demir - nikel karışımından oluşan ağır bir çekirdek içeriyor. Washington Üniversitesi'nden Keith Hollsapple'ın söylediği gibi, demir - nikel çekirdeğe sahip bir asteroidin yakınında bir nükleer bomba patlatırsanız, bir hindiba tohumunu üfler gibi, sadece dış katmanlarını çekirdekten ayırmış olursunuz. Kötü haberse, gezegenimize yaklaşan asteroidlerin çoğunun bu yapıda olması.

Dünya'ya yaklaşan asteroidleri bertaraf etmek için, düşmanı iyi tanımak gerekiyor. Bunun için, asteroidlere yönelik uzay uçuşlarının tekrarlanması ve bu gökcisimlerinin sismik olarak da incelenmesi gerekiyor. Ancak, böyle bir çalışmanın birçok asteroide tekrarlanması, çok maliyetli ve zaman alıcı. Ayrıca, gözlemler, yakın zamanda ciddi bir çarpışmayla karşılaşma olasılığımızın pek fazla olmadığını gösteriyor. Bundan birkaç yüzyıl sonra gerçekleşecek çarpışma için belki de çok korkmamıza gerek kalmayacak. Kaptan Kirk ve Atılğan, o sırada bizi kurtarmak için hazır olacak.

Alp Akoğlu

Kaynaklar

Binzel R.P., A New Century For Asteroids, Sky & Telescope, Temmuz 2001
Chapman C.R., Asteroids, The New Solar System, Sky Publishing, 1999
Kerr R.A., A Little Respect For Asteroid Threat, Science, 13 Eylül 2002
NEAR Projesi İnternet Sayfaları (<http://near.jhuapl.edu/>)
NEAR Projesi Bilimsel Sonuçları (http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/mission/near/near_science.html)
<http://www.seds.edu/nineplanets/asteroids.html>