



DEVLERİN DANSI

Gökyüzüne az çok meraklı olan herkes Andromeda Gökadası'nı bilir. Bu gökada, karanlık bir yerden çıplak gözle gökyüzünde bakıldığında, Ay'ın çapının yaklaşık yarısı genişlikte, silik bir leke gibi görünür. 200 milyar yıldızdan oluşan Andromeda, yaklaşık 2,5 milyon ışık yılı uzaylığıyla, bize en yakın gökadalardan biri. Üstelik giderek daha da yakınlaştığı keşfedildi.

Gökbilimciler bir süredir de gelecekte ne olacağını bulmak için uğraşıyorlar. Bu iki devin çarpışması söz konusu olabilir mi? Çarpışırlarsa bunun Güneş Sistemi'ne ne gibi etkileri olur?

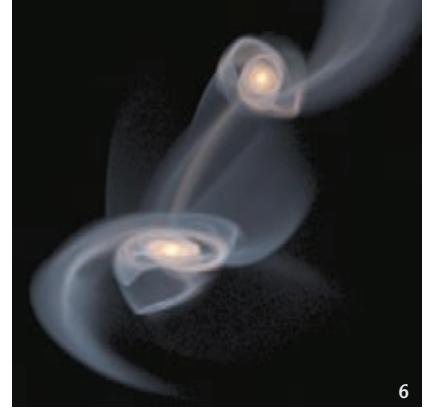
Kütleçekimi, doğadaki temel kuvvetler arasında en zayıf olanı. Yerçekiminin bizi yere doğru ne kadar güçlü bir şekilde çektiğini düşününce, bu pek gerçekçi gelmeyebilir. Ancak, bizi kendine çekenin 6,6 milyar kere trilyon kilogramlık bir kütle olduğunu da göz önünde bulundurmak gerek. Gerçekte, kütleçekimi o kadar zayıftır ki, eğer vücudumuzu oluşturan moleküller bir arada tutan tek kuvvet o olsaydı, çok hafif bir esintide bile parampar-

ça olurduk. Neyse ki, molekülleri bir arada tutan kuvvetler kütleçekiminden çok daha güçlü.

Geniş ölçekte ve kütleler büyüdükçe durum daha farklı bir hal alıyor. Evrendeki çoğu cisim için, kütleçekimi onları bir arada tutan tek kuvvet. Örneğin, Ay ve Dünya kütleçekimi sayesinde bir arada duruyorlar. Benzer şekilde Güneş Sistemi'ni oluşturan cisimler, yıldızlar, gökadalardan ve gökadalardan oluşturduğu gökada kümeleri, kütleçe-

kimi sayesinde birbirleriyle etkileşim halindedir. Kütleçekimi olmasaydı ne gökadalardan, ne yıldızlar ne de gezegenler oluşabilirdi. Evrendeki ilkel gazın bir araya gelmesinin ve yıldızları oluşturmalarının sorumlusu da kütleçekiminden başka bir şey değil.

Edwin Hubble, uzaktaki gökadalardan hızlarını ve uzaklıklarını kıyaslayarak, onların bizden uzaklaşmakta olduklarını buldu ve bunun sonucunda evrenin genişlemekte olduğu sonucu-



Gökada çarpışmalarını inceleyen araştırmacılar, bilgisayarda oluşturdukları modeller yardımıyla, çarpışma sırasında neler olacağını canlandırıyorlar. Buna göre, sarmal gökadarlar genellikle bir eliptik gökada oluşturacak şekilde birleşiyorlar. Yukarıda, Andromeda - Samanyolu çarpışmasının bilgisayar canlandırmasının ilk aşamalarından birkaç kare görülüyor.

na vardı. Hubble'ın "Kozmik Genişleme Yasası", gökadalardan bizden uzaklaşma hızlarının uzaklıklarıyla orantılı olduğunu söyler. Ancak, yakınımızdaki bazı gökadalara baktığımızda, bu kurala uymadıklarını görüyoruz. Bu durum, evrenin genişlemesine aykırı görünüyor.

Evrende gökadarlar gökada kümelerini, gökada kümeleri ise gökada süperkümelerini oluştururlar. Hem Samanyolu, hem de Andromeda, "Yerel Küme" olarak adlandırılan gökada kümesinin üyesi. Bu kümenin içindeki gökadarlar, birbirlerinin kütleçekimini fazlasıyla "hissederler". Bu nedenle, her ne kadar uzak gökadarlar bizden uzaklaşıyor olsalar da, gökada kümemizin iç dinamikleri nedeniyle yakınımızdaki birkaç gökada bize yaklaşıyor. Andromeda bunlardan biri ve saniyede 120 km hızla bize doğru geliyor.

Günümüzde, gökbilimciler Andromeda'yla Samanyolu arasında bir çarpışma olup olmayacağını ve eğer olarsa bunun ne zaman gerçekleşeceğini, çok büyük duyarlılıkla olmasa da hesaplayabiliyorlar. Buna göre, çarpışma olacak. Neyse ki, bunun için 3 milyar yıldan biraz daha fazla zamanımız var. Ama bu olay, bizim için (en azından Güneş Sistemi'nde o zamanlar varolabilecek canlılar için) çok daha önemli bir olay olan Güneş'in ölümünden daha önce gerçekleşeceği için, kı-

yamet senaryolarını bir kez daha gözden geçirmek gerekebilir.

Güneş, günümüzden yaklaşık 5 milyar yıl sonra bir kırmızı deve dönüşecek. Bu sırada, Güneş'in dış katmanları genişleyerek yüzeyi Dünya'nın şimdiki yörüngesinin bulunduğu uzaklığa kadar ulaşacak. Bu sırada Merkür ve Venüs Güneş'in içinde kalırken, Dünya da sıcaktan kavrulacak. Ama sözünü ettiğimiz bu "kıyamet" senaryosundan önce, o sırada Güneş Sistemi'nde bulunan canlılar bu muhteşem gökada çarpışmasına tanık olabilecekler.

Çarpışan Gökadarlar

Aslında, Andromeda'nın Samanyolu'yla çarpışacak olması, pek de şaşırtıcı bir olay değil. Çünkü çevremize baktığımızda benzer olayları görebiliyoruz. Asıl heyecan verici olan, günümüzde çok da yaygın olmayan bu olayın bir gün bizim başımıza gelecek oluşu. Çevremizdeki her birkaç yüz gökadanın yalnızca biri böylesine büyük çaplı bir çarpışma yaşıyor. Ancak, zamanda geriye baktığımızda, çok daha fazla sayıda gökadanın, geçmişinde en azından bir çarpışma geçirmiş olduğunu görebiliyoruz. Büyük Patlama'dan sonra ilkel evrendeki madde, kütleçekimiyle bir araya gelmeye başladığında, bu tür birleşmeler gökadalardan evriminde önemli rol oynuyordu.

Andromeda - Samanyolu çarpışmasını da gökadalardan evriminde bir aşama olarak düşünebiliriz. "Çarpışma" sözcüğü, her ne kadar yıkıcı bir olayı çağırırsa da, söz konusu gökadar olduğunda bunun yıkıcı değil, tersine "yapıcı" ya da en azından değişime yol açan bir olay olduğunu söyleyebiliriz.

Gökada çarpışmaları, uzun zamandır gökbilimcilerin en çok ilgisini çeken konulardan biri. 1970'li yıllarda yapılan araştırmalar, birbirine yakın gökadalardan çevresinde gözlenen yıldızlardan oluşan kuyruk benzeri yapıların, gökadalardan birbirleri üzerinde yarattıkları gelgit etkisinden kaynaklandığını ortaya koydu. Normalde bir sarmal gökadanın yıldızları, gökadanın merkezinin çevresinde dairesel hareketler yaparlar. Ancak iki gökada birbirine yaklaştığında, gelgit etkisi her iki gökadanın da diğer gökadayı görmeyen taraftaki yıldızları dışa doğru savurur.

Günümüzde, araştırmacılar gökada çarpışmalarını bilgisayarlarda canlandırıyorlar. Buna göre, sarmal gökadarlar genellikle bir eliptik gökada oluşturacak şekilde birleşiyorlar. Bilgisayarlı modellere göre, Andromeda ve Samanyolu gibi iki sarmal gökada çarpıştığında, sonuçta ortaya eliptik bir gökada çıkıyor. Eliptik gökadalardan tamamının bu şekilde oluşup oluşmadığı tartışmalı olsa da, en azından bu şekilde oluşabildikleri biliniyor.



Solda: NGC 4038 ve NGC 4039 numaralı gökadalara birleşmesi öncesinde ortaya çıkan kuyruklar, yüz binlerce ışık yılı uzanıyor. Gökbilimciler, bu ikili sisteme “Anten” adını veriyorlar. Çünkü, gökadalara kuyrukları, böcek antenini andırıyor. Bu iki gökada da bir zamanlar Samanyolu ve Andromeda’ya benziyordu. **Sağda:** Gökada merkez ve çevrelerinin yakından görünüşü. Çarpışma sırasında sıkışan gazlar, yıldız oluşumunu tetikliyor.

Belki başta ilginç gelecek ama, gökadalara birleşirken, onları oluşturan yüz milyarlarca yıldızın birbiriyle çarpışma olasılıkları çok küçüktür. Çünkü, yıldızların aralarındaki uzaklıklar, çok büyüktür. Gökadalar, sanki birbirinin içinden geçen iki hayalet gibi hareket ederler. Her biri dev birer sistem olan gökadalara içindeki yıldızların kütleçekimleri, zamanla iki gökadanın bir gökada oluşturacak şekilde birleşmelerini sağlar.

Büyük gökadalara merkezlerinde en azından birer süper kütleli karadeli bulunur. Bir çarpışma sırasında, her iki gökadanın merkezindeki karadeli de yeni oluşan gökadanın merkezine göç ederler. Merkezde birbirine yakın ve birbirlerinin çevresinde dolanan bu süper kütleli karadeli, yaydıkları kütleçekim dalgaları sayesinde saptanabiliyorlar. Bu tip birleşmeler sonucunda, merkezde karadeliğin çevresinde bulunan madde, çok yüksek hızlarla karadeliğin içine düşerken, birer dönme diski oluşturur ve madde karadeliğe düşerken ortaya çıkan çok yüksek enerji çok parlak bir kuasar olarak parlamasına yol açabilir. Bu olmasa bile, “aktif gökada çekirdeği” olarak adlandırılan, yine gökadanın dışarı yüksek enerjili ışınım yapan bir merkeze dönüşebilir. Samanyolu ve Andromeda çarpışmasından sonra, tüm bu olaylar gerçekleşirken, Güneş de yaşamının sonuna yaklaşmış olacaktır.

Gökbilimciler, Andromeda’nın bize göre hızına ve uzaklığına bakarak “yörüngesini” hesaplayabiliyorlar. Bu sayede, gökadanın hareket yönü ve belki daha da önemlisi kütlesi hesaplanabiliyor. Buna göre, gökada toplam 4,7 trilyon Güneş kütlesinde. İşte bu beklenenden çok daha yüksek olan değer, gökadalarda yıldızlardan, hatta yıldız

lararası ortamda bulunan gaz ve tozun beklenen miktarından 10 kat fazla bir değere sahip. Bu, Yerel Küme’deki gökadalarda bulunan karanlık maddeye ilişkin ilk kanıt olmuştur.

Andromeda ve Samanyolu gibi iki dev gökadanın çarpışması ikisi için de hemen hemen aynı ölçüde değişime neden olurken, Samanyolu gibi bir gökaya çok daha küçük, birkaç milyon ila birkaç milyar arasında yıldız içeren bir gökada çarptığında, olan küçük gökaya olur. Küçük gökada Samanyolu’na yaklaşırsa, önce Samanyolu’na yakın yıldızları gökadanın ayrılmaya başlar. Gökadanın Samanyolu’na yakın kolu, onun merkezi etrafında yörüngeye girerken iyice uzar. Gökada Samanyolu diskinin içinden her geçişinde kütlesinin bir bölümünü kaybeder ve en sonunda Samanyolu’nun içinde kaybolur.

Samanyolu’nun ve öteki büyük gökadalara özellikle geçmişte oldukça istihlal oldukları düşünülüyor. Yalnız geçmişte değil, günümüzde de hem Samanyolu’nda hem de başka gökadalarda bunu gözleyebiliyoruz. Samanyolu’nun uydu gökadalara biri olan Yay Cüce Eliptik Gökadası, birkaç yüz milyon yıl içinde Samanyolu diskinin içinden geçecek. Ancak, gökada şimdiden Samanyolu tarafından sömürülüyor. Bazı gökbilimcilerse, bu gökadanın zaten milyarlarca yıldır Samanyolu’nun yörüngesinde bulunduğunu, yaklaşık 10 kez de yörüngede dolandığını düşünüyorlar. Eğer gökada yalnızca yıldızlardan ve gazdan oluşuyor olsaydı, şimdiye kadar çoktan Samanyolu tarafından yutulmuş olurdu. Gökadadaki yıldızlar ancak, gökadanın çok miktarda karanlık madde içermesi sayesinde bu günkü durumunu koruyabilir. Karanlık madde, sahip olduğu kütleçekimi sayesinde kendini belli

eder. Karanlık maddenin önemli bir özelliği de, maddeyle fazla etkileşime girmeden bir başka maddenin içinden geçebilmesi.

Kıyamet Senaryosu

Araştırmacılar, Andromeda - Samanyolu çarpışmasının ayrıntılarını keşfetmek için modeller oluşturuyorlar. Yaklaşık 10 yıl önce, John Dubinsky, Chris Mihos ve Lars Hernquist, yıldızlarla birlikte karanlık maddeyi de hesaba katarak bilgisayar ortamında bir model oluşturdular. Amaçları, gelgit sonucu oluşan kuyrukları incelemektir. Bu model, gökadalara birbirlerine göre hızları, yönleri ve dönmeleri de hesaba katılarak oldukça gerçekçi bir şekilde hazırlanmıştı. O zamandan bu yana, bilgisayarların işlem güçlerinin gelişmesiyle, bu model daha da geliştirdiler. Dubinsky’nin bu modele dayanarak oluşturduğu Andromeda - Samanyolu çarpışma senaryosu şöyle:

Öyküyü günümüzden itibaren başlatacak olursak, Andromeda’nın Samanyolu’na yaklaştığı süre içinde, Güneş gökada merkezi çevresinde defalarca dolanacak. (Güneş, Samanyolu merkezi çevresini yaklaşık 200 milyon yılda doluyor.) Bu sırada, gökyüzünün görünümü sürekli olarak değişecek. Bu olaylar uzun dönemde gerçekleşecekleri için, normalde bir insanın yaşamı boyunca fark edemeyeceği değişimler. Ancak, Samanyolu kuşağının görünümünde önemli bir değişim olmayacak. Bugün gökyüzünde küçük bir leke gibi görünen Andromeda’ya, giderek “daha büyük bir leke” halini alacak. Günümüzde bile gökyüzüne başımızı kaldırdığımızda Andromeda’yı görmek bizim gibi amatör gökbilimcileri mutlu ediyorsa, gelecekteki

amatör gökbilimciler çok daha şanslı olacaklar.

Andromeda, giderek daha da büyük görünecek ve gökyüzünde iki farklı kuşak görülmeye başlanacak. Bunlardan biri Samanyolu, öteki Andromeda olacak. Güneş'imiz, Samanyolu'nun düzlemi içinde olduğundan, yıldızlararası ortamdaki gaz ve toz yüzünden gökadamızın çekirdeğini tam olarak göremiyoruz. Ancak, Andromeda belli bir açıyla bize dönük olacağından, sarmal yapısı ve gökada merkezi görünür olacak.

İki gökada 3 milyar yıl sonra tam olarak iç içe geçtiğinde, artık gökyüzünde iki kuşak görülmeye başlanacak. Samanyolu'nun içinden geçen Andromeda, bundan sonra ters yönde uzaklaşmaya başlayacak. Bu andan sonra gelgit kuvvetinin etkisiyle iki kollu bir sarmal şekil oluşacak ve "Anten" gökadalarda olduğu gibi iki kuyruk meydana gelecek. Samanyolu'nun ve Andromeda'nın karanlık maddeden oluşan haleleri, Andromeda'yı yavaşlatacak. Bu sayede, Andromeda Samanyolu'ndan birkaç yüz bin ışık yılından daha fazla uzaklaşamayacak. Samanyolu'ndan biraz uzaklaşan Andromeda, geri dönecek ve birkaç yüz milyon yıl içinde yeniden Samanyolu'yla çarpışacak. Bu sefer çarpışma tam olarak "kafa kafaya" olacak. İki gökada yaklaşık 100 milyon yıl içinde birbirlerinin için-



Günümüzün evreninde, büyük gökadalardaki çarpışmalar daha ender gerçekleşiyor. "Fare" gökadasının Hubble Uzay Teleskopu'yla çekilen bu fotoğrafında, iki gökadanın dansı görülüyor. Gökadalar arasındaki kütleçekimi, evrenin genişlemesine üstün gelerek, onları birleşmeye zorluyor. Gökadalarda oluşan kuyruklar, tam da modellerin öngördüğü gibi, gelgit kuvvetlerinin etkisiyle oluşuyor.

den birkaç kez daha geçtikten sonra eliptik bir gökada oluşturarak kaynaşmış olacaklar. Eliptik gökadanın çevresinde, çarpışmadan kalan ve uzaya savrulmuş yıldızlar ve iki kuyruk kalacak.

Peki, çarpışma sırasında Güneş'e ne olacak? Çarpışma sırasında, kütleçekiminden kaynaklanan karmaşık etkileşimler nedeniyle, Güneş'in gökada merkezi çevresindeki kararlı yörüngesi bozulacak. Güneş, gökadanın merkezine doğru yol almaya başlayacak. İlerleyen süreçte gökadanın merkezine yaklaştıkça Güneş'in çevresindeki yıldız yoğunluğu artacak. Elbette, gökadalara önemli bir bölümünü oluşturan gaz, çarpışmanın etkisiyle sıkışacak ve yıldız oluşumunda önemli bir artış olacak. Benzer şekilde, ilkel gökadalarda olduğu gibi süpernova patlamalarının sıklığı da yüz yılda ortalama ikiden, belki yılda bire çıkacak. Yaklaşık yılda bir, gece gökyüzündeki tüm yıldızlardan daha parlak görünen süpernova patlamaları olacak. Süpernovaların

veryüzüne çok yakın bir yerde gerçekleşme olasılığı çok düşük olacağından, veryüzündeki olası yaşamın böyle bir nedenle tehlikeye girme olasılığı da düşük.

Daha önce de değindiğimiz gibi, gökada merkezinde bulunan süper kütleli karadelikler, çarpışmadan bir süre sonra birbirine çok yakın dolanan ikili bir sistem oluştururlar. Eğer Güneş de merkeze doğru göçünde bu karadeliklerin birine yaklaşırsa, buradaki olası zeki canlılar, dev bir karadelikğin olay ufkuyla yakından görme olacağı bulacaklar. Ancak, bu durum tehlikeli olabilir. Şöyle ki, karadeliklerin içine madde düşmesiyle oluşabilecek enerji patlamaları ve madde püskürmeleri, Güneş Sistemi'ni cehenneme dönüştürebilir. Eğer Güneş bu karadeliklerin çevresinde çok basık bir yörüngeye yerleşirse, büyük olasılıkla büyük bir hızla gökadanın dışına fırlatılıp kendini gökadalardaki arası ortamda bulabilir.

Burada anlattıklarımız kulağa bir bilim kurgu öyküsü gibi geliyor olabilir. 3 milyar yıl sonrasında ve gökada çarpışmalarından söz edince bu normal. Ancak gökada çarpışmaları, gökyüzünde zaten birçok örneğini gördüğümüz olaylar. İşin asıl ilginç yanı, bu çarpışmanın Güneş'in ölümünden bile önce gerçekleşecek olması. Şimdilik, böyle bir çarpışmayı Güneş Sistemi'nin ve burada 3 milyar yıl sonra bulunması olası yaşam biçimlerinin nasıl atlatacağı tahminlerden öteye gitmiyor. Bunun sırrını taşıyan, gökyüzünde çarpışmakta olan gökadalardır. Biz de onların verdikleri ipuçlarından bu sırrı öğrenmeye çalışıyoruz.

Alp Akoğlu



Andromeda - Samanyolu çarpışmasının ürünü, büyük olasılıkla Centaurus A gibi büyük bir eliptik gökada olacak.

Kaynaklar:
Dubinsky J., Milky Way - Andromeda Collision, Sky & Telescope, Ekim 2006
James, J.R., The Ugly Side Of Gravity, Astronomy, Ağustos 2007
<http://www.pparc.ac.uk/Nw/gmos.asp>
<http://www.cita.utoronto.ca/~dubinski/>
http://www.space.com/scienceastronomy/astronomy/hubble_acs_020430-1.html