

Evren'deki Dram: BİR YILDIZIN YOK OLUŞU

- Astrofizikçiler, ilk astronomi dürbününün bulunuşundan beri, bir yıldızın süpernovaya dönüşümünü hiç gözleyememişlerdir. Oysa, 170.000 yıl kadar önce oluşmuş olan bu olayın gözlenmesi, belki de, Evren'i açıklayan kimi yasaların tümüyle yeniden incelenmesini gerektirecektir.

YILDIZ PATLAMALARI

1987'nin Mart ayı başından beri, tüm dünyanın astrofizikçileri olağan çalışmalarını bir yana bırakmışlardır. Artık yalnız süpernovayı düşünmekte ve süpernova ile ilgili çalışmalarını alışageldiği gibi sürdürebilen bir Fransız astrofizikçiye şaşkınlıkla dolu büyük bir merak içinde izlemektedirler.

Bizim gökadamıza (galaksimize) komşu olan büyük Magellan bulutu adlı gökadamadaki bir yıldızın, 23 Şubat 1987'de patlaması gerçekten önemli bir astronomi olayıdır. Böyle bir patlama uzun süredir umutla bekleniyordu. Çünkü bundan önceki son patlamayı, 1604'de Kepler gözlemişti; ama ne yazık ki, o zaman astronomi dürbünü henüz bulunmamış olduğundan (1610'da bulunmuştur), hiçbir yakın süpernova çağdaş bir araç ile incelenememişti. Bir yıldızın patlaması kendi başına, gerçekten olağanüstü bir olaydır. Saniyenin kesri olan bir süre içinde, Güneş'ten daha iri bir yıldız, şiddetli çekirdek tepkimelerinin olduğu bir ortam haline gelir; birdenbire masalsi enerjiler açığa çıkar, pek çok yeni öge (element) ortaya çıkar, ışık parlaklığı Güneş'inin bir milyar katına ulaşır.

Ancak, astrofizikçileri büyüleyen, yalnızca sonsuz büyüklükler ve tuhaflıklar değildir; çünkü, onlar "astronomik" sayılara alışmışlardır. Onların ilgisini özellikle çeken, bu yıldız patlamalarının evrenbilimsel (kozmozolojik) önemidir. Hiçbir "olağan" çekirdek kaynaşım olayında, ağır öge çekirdekleri ortaya çıkmaz. Öyleyse, atomik kütesi demirinkinden büyük olan ögeler bulunmamalıydı. Oysa gerçekte bu ögeler, yalnız, bir süpernova patlamasının olduğu saniyenin bir kesrine eşit olan bir süre içinde oluşabilirler. Dolayısıyla, astrofizikçilerin yıldız patlamalarına verdikleri temel öneme şaşmamak gerekir. Dünya da, bir süpernovanın kalıntılarından oluşmuş olabilir.

Gerçekte, süpernova patlamaları görüldüğünce seyrek olmamalıdır. Gök bilimciler, her gökadamada, otuz yılda bir, bir patlama oluşması gerektiğini beklemektedirler. Gerçekten, bu patlamalar uzak gökadalarda bu sıklıkla gözlenebilir. Yakın gökadalarda ve kendi gökadamızda da, böyle patlamaların sıklığının aynı olması mümkündür. Acaba onları neden



Büyük Magellan bulutunun, 23 Şubat günü saat 1'de alınan bu fotoğrafı üzerinde, süpernova henüz patlamamıştır.

gözleyemiyoruz, yeni birini görmek için neden yüzlerce yıl beklememiz gerekiyor?

Bizim gökadamız, çapı birkaç ışık yılı olan bir sarmal biçimindedir; kalınlığı ise, bin ışık yılı kadardır. Her boyuttan ve her yaratılıştan yüz milyar kadar yıldızdan oluşmuştur. Güneş, dolayısıyla da Dünya, gökadamın merkezinden otuz bin ışık yılı kadar uzakta bulunurlar. Gökadamın yıldızlarının çoğu, Dünya'dan görülemezler. Yıldızlar arasında, onların bize gönderdikleri ışığı soğuran, çok büyük sayılarda gaz bulutları vardır. Gözlemlerde, özellikle en büyük sayıda yıldızın yer aldığı gökada merkezi bölgesi gözden kaçır. Öyleyse, bizim gökadamızda periyodik olarak görünmesi gereken süpernovalar, çoğu zaman saklı kalırlar. Ancak, ayrıcalıklı bölgelerde yerleşmiş olanları ya da gerçekten çok yakın olanları gözlemleriz.

Bizim gökadamızdaki süpernovalar çoğu kez gözlenemezler de, yakın gökadalardakiler gözlenebilir. Bizim gökadamız, gerçekte yalıtılmış değildir; yirmi kadar gökadamadan oluşan ve yerel küme (amas local) denen bir yıldız kümesinin bir parçasıdır. Bu yıldız kümesini oluşturan gökadalardan birbirine en yakın olanları (iki Magellan bulutu) arasındaki uzaklık 150.000 ışık yılı, en uzak olanları arasındaki uzaklık ise 1.500.000 ışık yılıdır.

Son zamanlarda, astrofizikçileri böylesine sevindiren süpernova patlaması, yakın bir gökada olan büyük Magellan bulutunda oluşmuştur. Bu süpernovanın yalnızca Güney yarıküreden görülebilmesi, çoğu gözlemevinin Kuzey yarıkürede kurulmuş olması nedeniyle, gözlem yapılmasını zorlaştırmıştır. İlk ölçümler, bu süpernovanın Dünya'ya uzaklığının 170.000 ışık yılı basamağında olduğunu göstermiştir.



Patlamadan iki gün sonra 25 Şubat günü aynı saatte (saat 1) süpernova net olarak görülmektedir (solda). 27 Şubatta süpernovanın parlaklığı daha da artmıştır (sağda).

Bu süpernova, yalnızca, optik ölçüm yapılabilen üç büyük gözlemevinden gözlenebilmiştir. Bunların en önemlisi, ESO (European Southern Observatory) adlı uluslararası kuruluşun yönettiği ve Fransızların da katıldığı Silla Avrupa Gözlemevi'dir (Şili'de). Amerikalılar, aynı ülkedeki Cerro Telolo Gözlemevi'nden yararlanmışlardır. İngilizler ve Avustralyalılar ise, Avustralya'daki Siding Spring Gözlemevi'ni kullanmışlardır.

YILDIZ MODELLERİ

Bu son gözlemlerle, astrofizikçiler ilk olarak, süpernova patlamasının tam olduğu anı büyük bir kesinlikle ölçebilmişlerdir. Ölçümlerdeki belirsizlik şimdiye kadar oldukça büyük oluyordu. Yalnız, belli bir zamanda süpernova yokken, daha sonraki bir filmde süpernova görülebiliyordu; ancak, görüldüğü an kesinlikle belirlenemiyordu.

Yine de, bu ölçümün kesinliği (saniye duyarlılığı ile) yanılmamalıdır. Çünkü bu kesinlik, gerçekte, mutlak değer olarak, birkaç yıllık bir yanılığı kapsamaktadır. Deneycilerin ölçtükleri, patlama anı olmıyıp, patlamanın gönderdiği işaretlerin Dünya'ya ulaştıkları andır. Bu işaretlerin ışık hızı ile yayıldıkları düşünülürse, patlamanın gerçek anı ile, işaretlerin ulaştığı an arasında 170.000 yıl basamağında bir kayma vardır.⁽¹⁾ (Çünkü büyük Magellan bulutunun Dünya'ya uzaklığı, çok yaklaşık olarak, 170.000 ışık yılıdır). Öyleyse bugün gördüğümüz, 170.000 yıl öncesinden bize ulaşandır.

Astrofizikçiler, uzun zamandan beri, bir yıldızın patlama nedenlerini araştırıyorlar. Farklı türden süpernovalar veren birçok model geliştirmişlerdir. Şimdilik, genellikle benimsenen iki model vardır; bu modellerdeki süpernovalar I. tür ve II. tür olarak adlandırılmışlardır.

Ancak, ileride göreceğimiz gibi, büyük Magellan bulutu süpernovasının gözlemleri, ne I. tür ne de II. tür ile çakışmaktadır. Şimdiye dek karşılaşılmamış olan üçüncü bir tür söz konusu olmalıdır. Kuramcılar iki bilgi kaynağından yararlanmaktadırlar. Fiziğin bilinen yasaları ve gökbilim olaylarının gözlemleri. Çalışmaları, bir yıldız modeli geliştirmek, ona fizik yasalarını uygulamak ve hesaplarının sonuçları ile gökbilimsel gözlemleri karşılaştırmaktan oluşmaktadır. Hesap sonuçları ile gözlemler çakışırsa, model benimsenecektir.

Kuramcılann işleri gerçekten zordur; çünkü, uygulancak fizik yasalarını mutlak kesinlikle bilmemektedirler. Gerçekte, yıldızlarda egemen olan koşullar, Dünya'dakilere göre oldukça farklıdır. Örneğin, bizim gökadamızda ikincil olan kütleçekim ve görelilik olayları, yıldızlarda ön planda olabilirler. Sıcaklıklar aşırı yüksektir ve değerleri çoğu zaman iyi bilinmez (çünkü optik gözlemler, yıldızların dış sıcaklıkları üzerine bilgi verebilirler; oysa, çekirdek tepkimelerinin olduğu iç derinliklerdeki sıcaklıklar belirsiz kalırlar). Ayrıca, geliştirilen modellerin çoğu (çok ayrıntılı olmalarına karşın) yalnızca yaklaşıktır; ve çoğu zaman (değeri çok iyi bilinmeyen bir fizik değişkenine tanınan değere bağlı olarak) birçok değişkenlikleri vardır.

Günümüzde, uzmanlar arasında yapılan bir anlaşma ile, yıldızların olabilir birkaç gelişim türü benimsenmiştir.

Bir yıldız, olduğu anda, başlıca hidrojen den oluşmuş ve kütleçekim kuvveti ile bir araya gelmiş dev bir gaz topudur. Dev basıncın ve çok yüksek sıcaklığın etkisi ile, H bombasındaki benzer termonükleer kaynaşım tepkimeleri oluşur. Ancak, H bombasındaki tepkime, ani ve patlayıcı olmasına karşın, yıldızdaki tepkime sürekli ve yavaştır. Hidrojenin bir tür "nükleer yanması" gibidir. Hidrojenin bu yanma-



Avrupalı gökbilimcilerin, süpernova gözlemleri yapmak için kullandıkları ESO (European Southern Observatory)'nın 13 teleskobu, Şili'de 2400 m yükseklikteki Silla Dağı'na yerleştirilmiştir.

şı (hidrojenin kaynaşımından oluşan öğeler de bu yanmaya katılırlar), bir yakıt varmış gibi, uzun zaman sürer. Gerçekte, hafif öğelerin ağır öğeler veren kaynaşımı sonsuza dek sürmez. Demir, nikel ve kobalt gibi öğelere ulaşıncaya, kaynaşım artık oluşamaz: Artık, bu öğelerin daha ağır öğeler verecek kaynaşımı, enerji açığa çıkaracak biçimde sürmez; tam tersine, enerji soğurulması gerekir; bu da yıldızın dengesinin bozulması demektir.

SÜPERNOVA OLUŞUMLARI

Termonükleer kaynaşımından açığa çıkan enerjinin yıldız ısıtması ile, yıldızın basıncı artma eğilimi gösterir. Bu basınç, tüm maddeyi yıldızın merkezinde tutmaya çalışan kütleçekim kuvvetleri ile dengelenir. Öyleyse, maddeyi yıldızın merkezinde toplamaya çalışan kütleçekim kuvvetleri ile, termonükleer tepkimelerde açığa çıkan ısı, basıncı artırarak maddeyi merkezde toplanmasını engellemesi arasında karmaşık bir denge vardır. İşte bu denge bozulduğu zaman, bir süpernova oluşur.

Olabilecek çeşitli nükleer kaynaşım tepkimelerini gözönüne alarak yapılan karmaşık hesaplamalar, kütleleri, gelişmelerinin son evresinde Güneş kütlelerinin 1,4 katından küçük olan **hafif yıldızların** tüm yaşamları boyunca bu dengenin korunduğunu göstermektedir. Başlangıçta, bu yıldızların kütleleri birkaç Güneş kütlelerine eşit olabilir. Bu yıldızlar, zaman geçtikçe, dışarıya enerji ve madde verdiklerinden gittikçe küçülürler. Sonuçta, beyaz cüceler denen küçük yıldızlar biçiminde yok olurlar.

Kimi yıldızların yaşamlarının sonu böylesine hareketsiz değildir. İkili bir sistemin bir parçasını oluşturan bir yıldız bulunuyorsa, ikinci yıldızın maddesi birincinin kütleçekim alanı içine çekilir. Sonunda, ikinci yıldızın dengesi bozulup patlar. Bu, I. türden bir süpernovadır.

Patlamadan sonra, yalnızca dağınık bir madde bulutu kalır. Bu I. tür süpernovaların parlaklık grafikleri belirgindir. Hızla (yirmi günden kısa bir süre içinde) bir maksimuma ulaşır, sonra düşerler. Düşüşteki parlaklığın nedeni, patlama sıra-

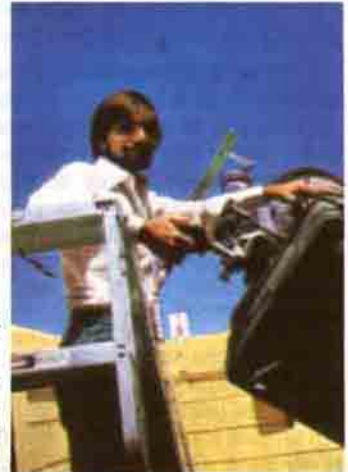
sında oluşan kimi öğelerin, özellikle nikel ve kobaltın radyoaktifliğinden gelen enerjidir.

Çok ağır yıldızların (başlangıç kütleleri, on Güneş kütlelerine eşit olan yıldızlar) da yaşamları patlama ile sona erer. Büyük kütleleri nedeniyle (dolayısıyla, yanıcı maddesi çok), kaynaşım daha uzun sürer ve maddesinin bir bölümü, belli bir sınıra dek, yani demir oluşuncaya dek, kaynaşım tepkimesi yapabilir. Böylece, bu yıldızlar, demirden hidrojene dek tüm hafif öğelerin bulunduğu karmaşık bir birleşime ulaşırlar. Çeşitli öğelerin farklı yoğunlukları yıldızın yapısını belirler. Ağır öğeler merkezde toplanırken, hafif öğeler yüzeyde kalır. Yıldız, termonükleer tepkimelerin artık oluşmadığı demirden bir merkez (çünkü demir, kaynaşım tepkimelerinin en son evresinde ulaşılan öğedir) ile, onu saran ve termonükleer tepkimelerin sürdüğü hafif öğelerin ardışık katmanlarından oluşmuş bir yapıya ulaşır. Dış katmanlarda süren termonükleer tepkimelerden açığa çıkan enerji, yıldızın kütleçekimsel çökmesini engellemeye yeterli basıncı sürekli olarak sağlar.

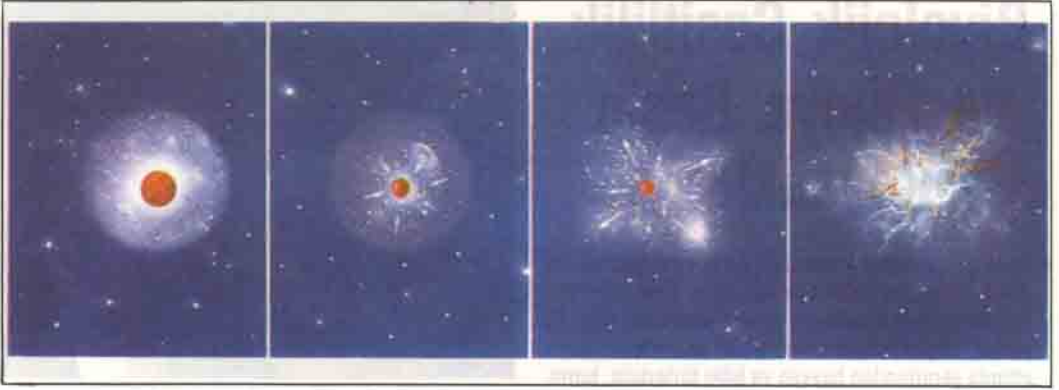
Sonra, öyle bir an gelir ki, dış katmanlarda açığa çıkan enerji yetersizleşir ve demir merkez, kendi üzerine çöker. Yıldızın dış katmanlarındaki madde de kendi üzerine çökmeye başlar ve daha önceden çökmüş bulunan merkezin üzerine yığılır. Orada sıçramalar yapar ve dışarıya fırlatılabilir. Bu evrende kütleçekim enerjisinin bir bölümü, demirden daha ağır öğelerin oluşmasında kullanılabilir.

En sonunda, yıldızın patlaması ile, eski demir merkez, yoğun bir kalıntıya dönüşerek bir nötron yıldızı ya da -kütle yeterli ise- bir kara delik²⁾ ve büyük hızla fırlatılmış bir madde bulutu oluşur. Demir merkezin çökmesi ile oluşan nötron yıldızı olağanüstü bir durum oluşturur. Bu yıldız, nötron, proton ve elektronlardan değil, hemen hemen yalnızca, birbirleri üzerine sıkışmış nötronlardan oluşmuştur.

Bu II. tür süpernovanın patlamasından açığa çıkan dev enerjinin % 99'u nötrino biçimindedir; nötrinoların kütleleri hemen hemen yok gibidir ve madde ile son derece az etkileşirler. Kalan % 1'lik enerji ise, bilinen parçacık akışı ve elektromagnetik enerji biçimindedir.



Silla'daki gözleminde, süpernovayı ilk olarak görmüş olan Ian Shelton.



II. türden bir süpernova oluşturan yıldızın demirden bir merkezi bulunur. Çökme anında, bu merkez bir nötron yıldızı oluşmasına neden olurken, yıldızın kalan bölümü de merkez üzerine çöker ve sıçramalar yapar. En sonunda, bir nötron yıldızı ve bir gaz bulutu kalır.

SON GÖZLEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Büyük Magellan bulutunda yakınlarda gözlenmiş olan süpernova hangi türdendir? Astrofizikçilere göre, her iki türden de değildir; belirlenmesi gereken üçüncü bir türden olmalıdır. Ancak, bu üçüncü tür, II. türün değişik bir biçimi olabilir.

23 Şubat 1987 günü alınan nötrino akışı, II. tür bir süpernovadan beklenen büyüklük basamağındadır (bir nükleer reaktör kalbinin yakınlarındaki nötrino akışı büyüklüğünde). Ancak yayılan ışık, kuramın öngördüğünden çok zayıftır. Çıplak gözle görülmesi beklenirken görülemedi.

Ne yazık ki, ışık şiddetinin (parlaklığın) zamana göre değişimleri bilinen hiçbir yasaya uymamaktadır. 28 Şubat'ta (patlamadan 5 gün sonra), bir ilk maksimum saptanmış, sonra parlaklık düşmüştür. Ancak, 5 Mart'tan başlayarak yeniden artmaya başlamıştır.

Ne yazık ki, gözlemlerde şimdilik bir nötron yıldızı da ortaya çıkarılamamıştır. Bu, onun bulunmadığı anlamına gelmez. Belki, yaydığı radyasyon, patlama sonucunda oluşan madde bulutunca engellenmektedir.

Ne yazık ki, süpernovanın yaydığı ışık spektrumu da tümüyle değişiktir. Patlamadan 20 gün sonraki spektrum, II. türden bir süpernovanın, patlamasından 100 gün sonraki ışık spektrumuna benzemektedir.

Ne yazık ki, hangi yıldızın patlamış olduğu da bilinmemektedir. Önceleri, astrofizikçiler, Sandulcak 69202 adlı ağır ve sıcak yıldızın patladığını sanıyorlardı. Ancak, kimi çok iyi gözlemciler, söz konusu patlamadan sonra bu yıldız yeniden görülmüşlerdir. Öyleyse, patlayan yıldız başka biri olmalıdır. Bu yıldız bir kez daha görmek ve süpernovaya dönüşümünü izlemek imkânsızdır.

Acaba astrofizikçiler, bir yıldızın değişik bir biçimde patlamış olabileceği yeni bir durumla mı karşı karşıya kalmışlardır? İşleyişinin nasıl olduğu bulunması gereken bu süpernova türü, gerçekten I. ve II. tür "klasik" süpernovalardan daha sönüktür. Bu tür süpernovalar bizim gökadamızda ya



Amerikalılar, Güney yarıküre de Şili'deki Cerro Tololo Gözlemevi'nden yararlanmışlardır.

da yakın bir gökadamda bulunmuyorlarsa, gözlemleri yapılamayacaktır.

Öyleyse, 23 Şubat 1987'de gözlenen yıldız patlamasını inceleyebilmek için, süpernovalar konusunda bilindiği sanılan tüm bilgilerin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu da, evrenbilim yasalarının yeniden incelenmesi demektir.

Science et Avenir'den çev.: Dr. Hanaslı GÜR

(1) İşaretlerin ışık hızı ile yayıldığı varsayımı, elektromagnetik işaretler için, yani görünür ışık ile görünmez ışınlar (radyo dalgaları, kızılötesi ve morötesi ışınlar, X-ışınları ve gama ışınları) için kesinlikle geçerlidir; ancak, nötrinolar için kuşkuludur.

Kimi kuramlara göre, nötrinoların çok küçük bir kütlesi vardır; dolayısı ile, ışık hızı ile değil, ona yakın bir hızla yayılırlar. 170.000 yıllık bir yol üzerinde, hızdaki küçük bir fark, ulaşma zamanında çok küçük bir fark olarak görünür.

(2) Kalıntı kütlesi yeterince büyükse, yıldızın çevresindeki uzay eğilir, ışığın bile dışarı çıkamadığı bir "kara delik" oluşur.