



Yıldızların Yaşam Hikâyesi

İçinde yaşadığımız evreni tanıma çabaları yüzyıllardır sürüyor. Bu çabalar sonucunda pek çok gökcisminin yapısı anlaşıldı. Bunlarla birlikte yıldızların yapılarının anlaşılması da içinde bulunduğumuz yüzyılda gerçekleşti ve evrendeki yerimizin özel olmadığına farkına varıldı. Fizikçi Sir Arthur Eddington, daha 1920'li yıllarda, çok uzak olmayan bir gelecekte, yıldız gibi 'basit' bir cismin nasıl çalıştığının anlaşılabileceğini söylemişti. Nitekim, 30 yıl içerisinde gerçekten, bir yıldızın nasıl 'çalıştığı' sorusu çözüldü.

GECELERİ, gökyüzüne baktığımızda, binlerce yıldız görürüz. Gördüğümüz bu yıldızlar, genellikle yeryüzüne diğerlerine oranla daha yakın, bu nedenle de parlak görünen yıldızlardır. Bu parlak noktaların güzelliği ve ulaşılmazlığı, çok eski çağlardan bu güne insanların ilgisini çekmiş; onların oluşturdukları şekilleri, birtakım tanrılara; mitolojik kahramanlara ya da günlük hayatta kullanılan araçgerçe benzetmişlerdir. Sadece bununla da kalmayıp, gökyüzünü belirli bölümlere ayırarak, her bölgeye içinde bulunan takımyıldızın ismini vermişlerdir. Yıldız katalogları oluşturarak, her bölgedeki gökcisimlerini konumlarına göre isimlendirmişlerdir. 19. yüzyılın sonlarına doğru, teleskopların ve gökbilimin geliş-

mesine bağlı olarak, gökcisimlerinin de yapıları anlaşılmaya başlandı. Bugün, bir yıldızdan kaynaklanan ışığı, yeryüzünde yapacağımız birkaç basit işlemle hesaplayabiliyoruz. Bir takım spektroskopik ve fotometrik ölçümler (tayf ve ışık ölçümleri) yardımıyla bir yıldızın nasıl "çalıştığını" anlayabiliyoruz.

Hertzsprung ve Russell adlı iki astrofizikçi, 20. yüzyılın başında, yıldızların yaydıkları ışımanın şiddetine karşı sıcaklıklarını bir grafik haline getirdiler. Hertzsprung ve Russell, bekledikleri gibi, bir yıldızın sıcaklığı ve ışıma şiddeti arasında sistematik bir ilişkinin olduğunu gördüler. Çıplak gözle gördüğümüz yıldızların hemen hemen hepsi, ana kol adı verilen bir eğri oluşturuyordu. Hertzsprung ve Russell'in oluşturdukları bu diagram, (H-R diag-

ramı) yıldızların özelliklerinin anlaşılmasında önemli bir role sahip oldu. H-R diagramında, parlaklığı çok az, ancak sıcaklığı çok yüksek olan beyaz cüceler; ya da, parlaklığı çok fazla (Güneş'ten binlerce defa fazla) buna karşın sıcaklığı düşük olan kırmızı devler, anakolun dışında kalırlar.

Eğer, bir yıldız, termodinamik açıdan dengeye gelmişse, bu yıldızın parlaklığı ve sıcaklığı arasında bir ilişki vardır. Toplam ışıma şiddeti, yarıçapı olan bir kürenin yüzey alanı ($4\pi r^2$) ve sıcaklığın dördüncü kuvvetiyle orantılıdır. Yıldızın mutlak ışıma şiddeti biliniyorsa (mutlak ışıma şiddeti, belirli bir uzaklıktaki ölçülen ışıma miktarıdır), bu yıldızın yarı çapı hesaplanabilir.

Güneş'in yaydığı toplam ışıma gücü, 4×10^{26} Watt'tır ve yüzey sıcaklığı

6000 K (Kelvin) olarak ölçülmektedir. Güneş'in çekirdeğindeki sıcaklık ise, ancak yapısının anlaşılmasından sonra belirlenebildi. Buna göre, Güneş'in merkezindeki sıcaklık yaklaşık 10 milyon derecedir. Güneş ortalama bir yıldız olduğuna göre diğer yıldızları onunla karşılaştırabiliriz. Bu, onların yapısının anlaşılmasında oldukça yardımcı olmaktadır. Bu nedenle, genellikle Güneş'in özellikleri diğer yıldızları tanımlarken birim olarak kabul edilir. Güneş'in kütlesi 2×10^{30} gram; yarıçapı ise yaklaşık 700 bin kilometredir.

Diğer yıldızlara baktığımızda, Güneş'in %5'i kadar kütleden başlayıp, 100 güneş kütlesine kadar değişen kütleler görmekteyiz. Daha küçük kütlelere sahip yıldızlar yoktur; çünkü, bu kütlelerde, yıldızın çekirdeği nükleer tepkimeleri başlatacak kadar ısınmaz. Kütlesi çok büyük olan bir yıldız ise o kadar ısınır ki, merkezindeki ısımanın yarattığı basınç yıldızı patlatır.

Peki, bir yıldızın parçalarını bir arada tutan kuvvet, nedir? Bu kuvvet, kütle çekimidir. Yıldızlar, genellikle durağan bir yapıya sahip olduklarına göre, kütle çekimine karşı koyacak ve çökmeyi durduracak, içerden kaynaklanan bir basınç kaynağına ihtiyaç vardır. Bir yıldız oluşturacak gaz bulutu çökmeye başladıkça, basıncının artmasıyla birlikte, sıcaklığı da artar. Gaz bulutu, belirli bir sıcaklığa ulaştığında, merkezindeki sıcaklık, yeterli basıncı yaratarak çökmeyi durdurabilir. Ancak, sıcak gazın oluşturduğu bu yıldız, enerjisinin korunumu ilkesine göre, yaydığı ışımdan dolayı enerji kaybedecektir ve bu nedenle zamanla soğuyacaktır. Çökmeyi durduran basınç kaynağını kaybeden yıldız ise çökmeye başlayacaktır.

19. yüzyılda, Güneş'i ve diğer yıldızları inceleyen bilim adamları, bu gök cisimlerinin ışıma şiddetlerinin; dolayısıyla da enerji yayma güçlerinin önemli ölçüde değişmediğini fark ettiler. Bu cisimlerin, çok büyük yapıya sahip olduklarını göz önüne alarak soğumalarının milyonlarca yıl alacağını düşündüler. Ancak, Dünya'daki bazı jeolojik kaynaklardan elde edilen veriler, Güneş'in çok daha yaşlı olduğunu gösteriyordu. Bunun üzerine, astrofizikçiler, Güneş'in sürekli bir enerji kaynağı olması gerektiğini düşündüler.



Yılan Takımyıldızında yer alan Kartal Bulutsusu. Kartal Bulutsusu, pek çok yeni yıldız hayat veren bir bölgedir. Yeryüzüne 6500 ışık yılı uzaklıkta yer alan bulutsu, içerisindeki bu yeni oluşmuş yıldızlar sayesinde iyonize olarak parlamaktadır.

Dünya'daki jeolojik kaynaklardan edinilen bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda, Dünya'nın yaşının yaklaşık beş milyar yıl olduğu hesaplandı. Güneş'in de en azından beş milyar yaşında olduğunu hesaplayan bilim adamları, yaydığı ışımayı ölçerek Güneş'teki her bir atoma ne kadar enerji düştüğünü buldular. Bu hesaba göre, Güneş'in her atomunun, yaklaşık bir milyon elektron Volt enerji yaymış olması gerekiyor.

Bu miktardaki bir enerjinin, kimyasal olaylar yoluyla ortaya çıkması olanaksızdı. 1919-1920 yıllarında, Fransız fizikçi Jean Perrom ve İngiliz fizikçi Arthur Eddington, bu enerjinin kaynağının nükleer dönüşümler olduğunu iddia ettiler. Bu iddia, bilim adamlarının ne kadar güçlü bir önseziye sahip olduklarını gösteriyor. Çünkü, bu enerjinin ortaya çıkabilmesi için, atom çekirdeklerinin devreye girmesi gerekir. O tarihlerde, atom çekirdeklerinin varlığı ve ne kadar enerjiye sahip oldukları bilinmesine karşın, nükleer tepkimeler (çekirdek tepkimeleri) daha bütün yönleriyle anlaşılmış değildi.

Bir çekirdek tepkimesini anlayabilmek için, kuantum mekaniğinin anlaşılması gerekiyordu. 1920'li yıllarda, kuantum mekaniğinin matematik-

sel bir teori olarak ortaya çıkarılmasıyla birlikte, çekirdek tepkimeleri de anlaşılmaya başlandı. Einstein'ın ünlü $E=mc^2$ formülüne göre, enerji farkının, kütle farkının ışık hızının karesiyle çarpımına eşit olması ($E_1 - E_2 = (m_1 - m_2)c^2$) gerekir. Bu bilgilerin, astrofiziğe uygulanması hemen hemen aynı zamanlara rastlıyor. Evrendeki temel madde olan hidrojenin atom çekirdeklerinin dördü bir araya geldiğinde bir helyum atomu çekirdeği ve belirli bir miktar enerji ortaya çıkar. Atkinson ve Guthermans adlı iki fizikçi, bu enerjinin yaklaşık 6 milyon elektron Volt olduğunu buldular ve yıldızın ortasında iki hidrojen atomunun çarpışarak bir helyum atomu oluşturma ihtimalini hesapladılar. Bunu Güneş'in yaymakta olduğu enerjiyle karşılaştırdıklarında Güneş'i dengede tutabilecek enerjinin kaynağını bulduklarını anladılar: Hidrojenin helyuma dönüşmesi.

Yıldızların anlaşılmasında ilk adım olan bu olayın güzel bir hikayesi vardır. 1929 yılında, Guthermans ve Atkinson, konuyla ilgili makalelerini yazıp bitirdikten sonra, Guthermans kız arkadaşıyla bir yürüyüşe çıkar. Arkadaşının, "Yıldızlar ne güzel parlıyor!" sözüne karşılık, Guthermans, böbürlenerek

şöyle der: "Ben, dünden beri onların niçin parladıklarını biliyorum".

Bu ilk adımdan sonra, birçok bilim adamı konuya yöneldi. Araştırmalar yapıldı. Bunların sonucunda, bir takım basit hesaplarla, bir yıldızın kütlesi ne kadar olursa, içerisindeki sıcaklık ne olmalı? Bu sıcaklıkta enerji üretimi ne kadar olur? Enerji üretimi yıldızın çekimini hangi yarıçapta dengeler? türünden sorulara yanıtlar bulundu.

Bir yıldızın denge durumunda kalabilmesi için, kütle çekiminin oluşturduğu kuvvetin bir şekilde, karşı bir kuvvetle dengelenmesi gerekmektedir. Dışarı doğru olan kuvvetleri yaratan basınç, içeriye doğru olan kütleçekiminin yarattığı basınçtan daha az ol-

mamalıdır ki, yıldızın çökmesine engel olsun. Bu duruma, "hidrostatik denge" adı verilmektedir.

Öte yandan, yıldızın parlaması için, içeriden dışarıya doğru bir enerji akışı olması gerekir. Enerji, yıldızda basınç ve sıcaklığın en yüksek olduğu çekirdek kısmında üretilir. Çekirdek, tepkimelerin gerçekleştiği bölgedir. Yıldızın dengede kalabilmesi için, üretilen enerjinin dışarı atılması gerekir. Yıldızın çok sıcak çekirdeğinde üretilen enerji, yıldızın içerisinden geçerek, yüzeyden dışarı çıkar. Bir yıldızın ürettiği enerji ne kadar fazlaysa, ışıma şiddeti de o kadar fazla olur.

Bir yıldızın yapısı, enerji üretimi, sıcaklık, basınç ve yoğunluk gibi de-

ğerleri birbirine bağlayan denklemler çözülerek, anlaşılabilir. Bu denklemlerin hassas çözümleri, ancak 1950'li yılların ilk kuşak bilgisayarları ile gerçekleştirilebildi. Örneğin, sıcaklığı bilinen bir yıldızın, yarıçapı, parlaklığı, kütlesi ve bunlara bağlı olarak da ömrünün ne kadar olacağı hesaplanabildi.

1920'li yıllardan bu yana, geçen süre içinde temel fizik kanunları ve nükleer fizik (çekirdek fiziği) kullanılarak, yıldızların yapısı ve evrimi aşama aşama çözüldü. Yapılan hesapların doğruluğu, gözlemlerle de kanıtlandı. Bu gün, bazı nükleer tepkimeler Dünya'da reaktörlerde ve nükleer silahlarda kullanılıyor. Termonükleer tepkimeler olarak adlandırılan, hidrojenin helyuma dönüştürül-

Hertzsprung-Russel Diagramı

Hertzsprung-Russel Diagramı'nda (H-R Diagramı) yıldızlar rasgele değil, belirli bölgelerde yoğunlaşmıştır. Diagramı oluşturan en belirgin yapı, ana kol olarak adlandırılan gruptur. Ana kol, en parlak ve sıcak yıldızların bulunduğu bölgeden (sol üst köşe); en sönük ve soğuk yıldızların bulunduğu (sağ alt köşe) bölgeye uzanan bir banttan oluşur. Bu bölgede yer alan bir yıldız, ana kol yıldızı olarak tanımlanır.

Ana kol yıldızları, hidrojen yakan yıldızlardır. Bu aşama, bir yıldız yaşamındaki en kararlı ve uzun süren aşamadır. Güneş yaklaşık 5 milyar yıldır ana kolda yer almaktadır ve bir beş milyar yıl daha yetecek kadar hidrojene sahiptir.

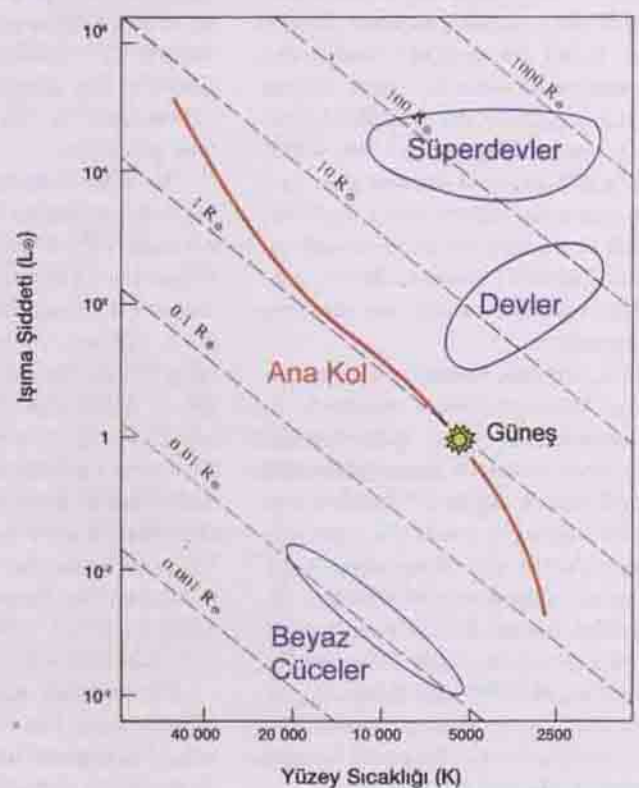
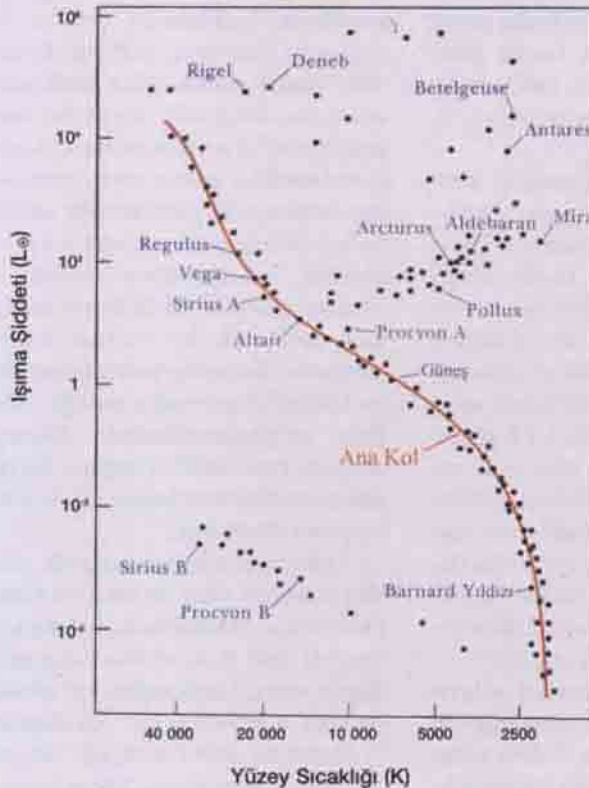
Diagramın sağ üst köşesinde, ikinci büyük grup yer alır. Buradaki yıldızlar parlaktır ancak aynı zamanda soğuklardır. Stephan yasasına göre, soğuk cisimler sıcak cisimlere göre daha az ışıma yaparlar. Bu bölgedeki yıldızların çok parlak olmaları, çok büyük olmalarına bağlıdır. Bu yıldızlar, genellikle 10-100 güneş kütlesindedir ve devler olarak sınıflandırılır.

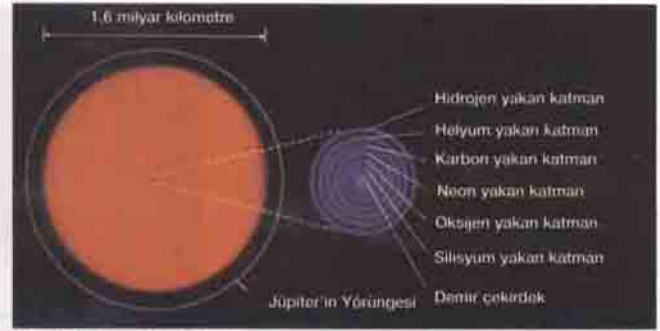
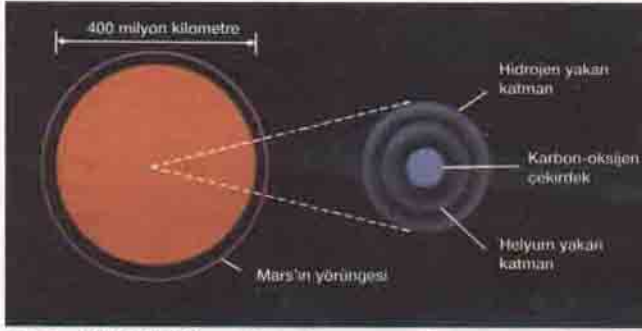
Devler sınıfının soğuk üyeleri, (yüzey sıcaklıkları 3000-4000 K arası) kırmızı devler olarak adlandırılırlar. Bu yıldızlar, soğuk olmalarından dolayı gökyüzünde kırmızı görünürler. Kırmızı devlerin en iyi tanınanları, ki bunlar gökyüzünün en parlak yıldızlarından, Boğa Takımyıldızı'ndaki Aldebaran ve Çoban'daki Arcturus'tur.

Daha ender rastlanan bir devler grubu vardır ki, bunlar kırmızı devlerden çok daha parlak ve büyüktürler. Süperdevler olarak adlandırılan bu grubun en iyi bilinen örnekleri Avcı Takımyıldızı'ndaki Beteigeuse ve Akrep'teki Antares'tir.

Üçüncü ve son büyük grubu, sıcak ama küçük ve sönük yıldızlar oluşturur. Beyaz cüceler olarak adlandırılan bu grup diagramın sol altında yer alır.

Aşağıdaki diagramlarda, yıldızların parlaklıklarına karşı sıcaklık grafikleri verilmiştir. (L_☉ Güneş'in parlaklığı, R_☉ yarıçapıdır.) Soldaki diagramda, çevremizdeki parlak yıldızların yerleri işaretlenmiştir. Sağdakinde ise yıldızların sınıflandırılmaları gösterilmiştir.





Sağda: Küçük kütleli, yaşlı bir yıldızın yapısı. Yaşamının sonlarına doğru, küçük kütleli bir yıldız, çapı Mars'ın yörüngesinin çapına ulaşan bir kırmızı dev haline gelir. **Solda:** Büyük kütleli, yaşlı bir yıldızın yapısı. Yaşamının sonuna doğru, büyük kütleli bir yıldız, çapı neredeyse Jüpiter'in yörüngesinin çapına ulaşan bir kırmızı süperdev olur. Nükleer tepkimeler, yaklaşık Dünya çapında olan çekirdekte meydana gelir.

mesi olayının Dünya'da gerçekleştirilmesi, muazzam bir enerji kaynağı olabilir; ancak, şu anda ciddi mühendislik problemleri bunun gerçekleştirilebilmesini engelliyor. Yeryüzünde, henüz, ortaya çıkacak bu denli yüksek sıcaklıklara dayanabilecek bir ortam yaratılabilemiş değil. Yıldızlarda ise, termonükleer tepkimeler kendiliğinden, doğal olarak gerçekleşiyor. Kütle çekimi, hidrojeni, tepkimeler için gerekli olan basınçta ve sıcaklıkta tutabiliyor.

Yıldızların yapısının anlaşılması, evrende en çok bulunan madde olan hidrojenin dışındaki maddelerin nasıl oluştuğunu da açıklığa kavuşturdu. Evrendeki, hidrojenden ağır, demire kadar bütün maddeler, yıldızların içerisinde, nükleer tepkimelerle (çekirdek tepkimeleriyle); demirden ağır olanlar ise, bu yıldızların patlamalarıyla oluşan süpernovaların ortaya çıkardıkları çok büyük enerji sayesinde oluşmaktadır. Patlamalarla dağılan maddeden yeni yıldızlar oluştuğu, evrendeki maddenin kompozisyonu zenginleşmektedir. Vücudumuzu ve etrafımızdaki maddenin çoğunu, yıldızlarda ve süpernovalarda oluşan elementler meydana getirir. Bizi ve etrafımızdaki tüm cisimleri oluşturan maddenin, yıldızlarda "pişirilmiş" olduğunu düşünebiliriz.

Bir yıldızın, evrimine hidrojeni yakarak başladığını belirtmiş-tik. Yıldız ilk aşamada enerjisini, hidrojeni helyuma dönüştürerek üretir. Bir yakıtı tüketen yıldız, bir diğerini yakmaya başlar. Çekirdekteki hidrojenin tükenmesiyle, helyum atomları birbirleriyle tepkimeye girer ve karbon atomları oluşur. Helyumun yanmasıyla birlikte, yıldızın merkezindeki sıcaklık, çok daha yüksek bir düzeye ulaşır ve çekirdeğin et-

rafındaki hidrojenin de yanmasını sağlar; bu da, içerideki basıncın daha da artarak yıldızın genişlemesine yol açar. Yıldız bu aşamada, H-R diagramında, ömrünün büyük bir dönemini geçirdiği ana koldan ayrılır. Böylece, yıldız bir kırmızı dev haline gelir. Eğer yakıt miktarı ve yakıtı oluşturan maddeler sonsuz miktarda olsaydı, yıldızın evrimi sürekli olacaktı. (Büyük kütleli bir yıldız, çekirdekteki nükleer tepkimelerde sırasıyla şu maddeleri yakar: Hidrojen, helyum, karbon, neon, oksijen, silisyum.) Ancak, yakıtın sınırlı oluşunun yanında, tepkimeler, en düşük ve kararlı enerjiye sahip olan demir oluşana kadar devam eder. Bu aşamada, çekirdekteki tepkimeler sona ererek yıldız evriminin "çekirdek yanması" kısmı sona erer. Artık basıncı dengeleyecek bir kuvvet kalmadığı için, kütle çekimi galip gelir. Dengelenemeyen kütle çekimi yıldızın çökmeye başlamasına yol açar.

Farklı yakıtların yakıldığı her aşamada biraz daha yüksek sıcaklıklar ortaya çıkar. Bu nedenle, yakıt daha çabuk tükenir; yani, her evre bir öncekin-

den daha hızlı geçer. Son evrelerde, artık bu bir patlama şeklinde gerçekleşir ve ortada yalnızca demirden bir çekirdek kalır. Bu aşamada, yıldızın "ölümü" olarak kabul edilir. Artakalan maddenin kütlesine bağlı olarak oluşacak cisimler ise üç gruba ayrılır: Beyaz cüceler, nötron yıldızları ve karadeliğler.

Beyaz cüceler, aşağı yukarı güneş kütlesinde ve yarı çapları Dünya'nunki kadar olan cisimlerdir. Bu çok yoğun cisimleri çökmeden koruyan kuvvet "dejenere elektron basıncı" olarak adlandırılır. Pauli Prensipleri'ne göre, iki elektronun aynı yerde bulunması olanaksızdır. Burada, dejenere elektron basıncı devreye girer. Bir beyaz cücede, çöken madde öyle yoğun hale gelir ki, elektronlar birbirlerinin üzerine gitmeye zorlanırlar.

Nötron yıldızları ise, beyaz cücelere kıyasla çok daha yoğun cisimlerdir. Yıldızın, bir nötron yıldızı olabilmesi için, yıldızdan artakalan çekirdeğin kütlesinin, 1,4 ile 2,5 güneş kütlesi arasında olması gerekir. Tipik bir nötron yıldızının çapı, yaklaşık 10 kilometredir ve yoğunluğu da yaklaşık 100 milyon ton/cm³ tür. Yani nötron yıldızının bir çay kaşığı miktarı yaklaşık 100 milyon ton ağırlıktadır!

Bir atomu oluşturan temel parçacıklar, nötronlar, protonlar ve elektronlardır. Bir nötron yıldızının içerisinde ise sadece nötronlar vardır. Çünkü, basınç o kadar yüksektir ki, elektronlar ve protonlar birleşerek nötronlara dönüşürler. Bir nötron yıldızının içerisindeki yoğunluk, bir atomun çekirdeğindeki kadardır. Yani nötronlar birbirine bitişik olarak durmaktadır. Aynı, Pauli Prensipleri'nde elektronlar için olduğu gibi, bu basınçta, nötronlar daha fazla sıkışamazlar ve yıldız denge konumuna gelir.



Güneş, ortalama bir yıldızdır. Bu nedenle, genellikle Güneş'in özellikleri diğer yıldızları tanımlarken birim olarak kabul edilir.



Yukarıda, bir bilgisayar yardımıyla oluşturulan, 8×10^{12} güneş kütleindeki bir karadeliğin neden olduğu bir kütleçekimsel mercekleme olayı canlandırılıyor. Solda, bir gökadamın (galaksi) bozulmamış görüntüsü, ortada ve sağda ise gözlemciyle gökada arasından geçmekte olan bir karadeliğin neden olduğu kütleçekimsel mercekleme etkisi görülüyor. (Smithsonian Astrofizik Gözlemevi)

Nötron yıldızları gözlenebilen en yoğun yıldızlardır. Çökmeden önce, belirli bir açısal hıza sahip olan yıldızın hızı, yıldız çökmeye başladıkça giderek artar. (Bu, kolları yana açık olarak dönen bir buz patencisinin, kollarını kapatarak hızlanmasına benzer.) Nötron yıldızları gibi çok çökmüş gök cisimleri çok hızlı dönerler. İletken bir cisim çökerse, yani yoğunluğu artarsa, manyetik alan şiddeti de artar. Buna dayanarak nötron yıldızlarının manyetik alana sahip olduklarını söyleyebiliriz. Bu çok güçlü ve çok hızlı dönen mıknatıslar, elektromanyetik dalgalar üretirler. Nötron yıldızlarını, evrende kendi kendine oluşmuş birer "radyo istasyonu" olarak düşünebiliriz.

Bu "radyo istasyonu" her yöne yayın yapmaz. Çünkü, dönen bir mıknatıs her yöne değil, kutupları doğrultusunda ışınım yapar. Kutuplarda ivmelenen yüklü parçacıklar, kutupların doğrultusunda bir ışınım fıskırmasına yol açarlar. Eğer, bu ışınımın yönü te-

sadüfen bizim yönümüzdeyse, biz bu ışınımı atmarlar (pulse) olarak görürüz. Yıldızın her dönüşünde, bu ışınım bakış doğrultumuzdan bir kez geçer. Bu şekilde gözlenen nötron yıldızlarına atarca (pulsar) adı verilir.

İlk atarca, 1967 yılında tesadüfen keşfedildi. Doktora öğrencisi Joustin Bell tarafından farkedilen düzenli bir sinyal yaklaşık bir yıl boyunca bilim adamlarının kafasını karıştırdıktan sonra, olayın aslı anlaşıldı. Çok düzenli ve hızlı olan bu sinyallerin, ancak küçük çaptaki bir gök cisminin dönüşünden kaynaklanabileceğini tahmin eden astronomlar, böylece, o zamana değin sadece teoride var olan nötron yıldızlarının varlığını kanıtladılar. Bugün bilinen yaklaşık 600 atarca vardır. Bilinen en hızlı atarca ise saniyede 642 defa dönmektedir.

Eğer, ölen yıldızdan artakalan çekirdeğin kütlesi 2,5 güneş kütlelerinden büyükse, artık bu yıldız dengede tutacak herhangi bir kuvvet yoktur. O halde,

bu yıldız sonsuza değin çökecek; ancak, biz bunu belli bir aşamadan sonra göremeyeceğiz. Bir cisim görebilmemiz için, bu cisimden kaynaklanan ya da yansıyan ışığın gözlerimize ulaşması gerekir. Eğer, 2,5 güneş kütleindeki bu cisim, 3 kilometreden küçük bir çapa kadar sıkışırsa, bu cismin kütleçekimi, hiçbir şeyin, ışığın bile bu cisimden kaçmasına olanak tanımaz. Bu nedenle bu cisimlere "karadeliğe" adı verilir.

Hiç ışık yaymadığı ve yansıtmadığı için, bir karadeliği doğrudan gözlemek mümkün değildir; ancak, çeşitli yöntemlerle, varlığını anlamak hatta kütlelerini ölçmek mümkün olabiliyor. Yöntemlerden birisi şudur: Eğer, bir ikili yıldız sisteminin üzerinden birisi karadeliğe, ve eğer yıldızdan karadeliğe bir madde akışı oluyorsa, karadeliğin etrafında dönerek, içerisine düşen madde güçlü x-ışınları yayar. Bu güçlü ışınım, bir karadeliğin varlığının göstergesi olabilir.

Diğer bir yöntem, "kütleçekimsel mercekleme" olarak bilinen etkiden yararlanılmasıdır. Karadeliğin yarattığı çok güçlü kütleçekimi, yakınından geçen ışık ışınlarının bükülmesine neden olur. Yani karadeliğe, bir mercekleme gibi davranır. Eğer bir karadeliğe, uzaktaki bir ışık kaynağıyla Dünya'nın arasına girerse, bu cismin görüntüsü, mercekleme etkisinden dolayı bozulmalara uğrar.

Bugüne kadar, Samanyolu içerisinde, bir kütleçekimsel mercekleme etkisine rastlanmadı. Buna karşın, çok uzaklarda bulunan kuasarlarla aramıza giren karadeliğe tespit edildi.



HDE 226868 olarak adlandırılan yıldızın hemen üzerinde yer alan Cygnus X-1, güçlü bir x-ışını kaynağıdır. Pek çok astronom, Cygnus X-1'in bir karadeliğe olabileceği konusunda birleşiyor.



Gökyüzünün en parlak yıldızı olan Sirius, aslında ikili bir sistemdir. Sirius'un bileşeni bir beyaz cücedir. Sirius B olarak adlandırılan beyaz cüce, fotoğrafta Sirius'un hemen altında, saat 5 yönünde görülüyor.

Bu yazı Nisan 1997'de ODTÜ Sürekli Eğitim Merkezi'nin düzenlediği ve Prof. Dr. Ali Alpar tarafından verilen "Evrende Neler Var" başlıklı seminer temel alınarak derlenmiştir.

Alp Akoğlu