

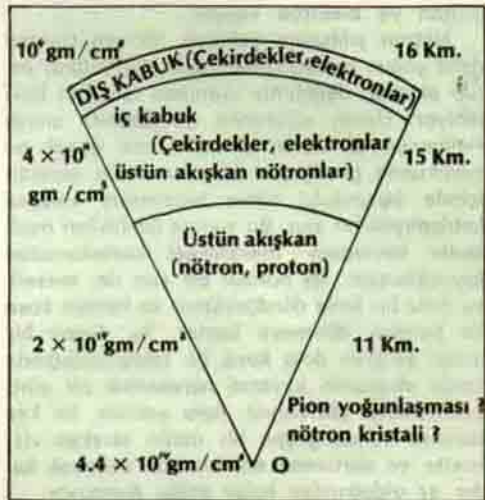
PULSARLAR VE NÖTRON YILDIZLARI (II) NÖTRON YILDIZLARININ YAPISI

Dr. M. Ali ALPAR
Boğaziçi Üniversitesi
Fizik Bölümü

ulsarlarla ilgili problemleri yıldızın çevresinde elektromanyetik dalga oluşmasını anlamak, nötron yıldızlarının iç yapısını anlamak ve bu yıldızların nerede, nasıl oluştuğunu, ne kadar süre radyo dalgası yaydıklarını, yaşlandıkça başlarına neler geldiği, diğer tür yıldızlarla (ana kol, beyaz cüceler v.s.) evrimsel bağları, galaksinin yapısındaki yeri gibi evrim problemleri olarak sınıflandırabiliriz.

Şekil 8'de kuramsal bir nötron yıldızı şeması görüyoruz. Nötron yıldızının iç yapısı ile ilgili gözlemsel veriler oldukça sınırlı. Modeller yüksek yoğunluktaki etkileşmeleri ve bundan doğan basıncı içeren hal denklemlerini yıldız yapısı denklemleriyle birlikte kompüterle çözerek bulunuyor. En çok 3 güneş kütlesi civarında nötron yıldızlarının dengeli olduğu görülüyor. Bütün modellerde yıldızın yarı çapı 10 km mertebesindedir. Kimi X ışını kaynaklarının spektrumlarından yüzey sıcaklıkları ölçülebiliyor. Bu sıcaklık cismin ışıma şiddeti ile karşılaştırılınca boyutlarını çıkarmak mümkün. Bu ölçümler X ışını yayan nötron yıldızlarının gerçekten 10 km boyunda olduğunu gösteriyor (1).

Yıldızın dış kabuğunun bir demir kristali olduğu sanılıyor. Bunun sebebi nötron yıldızının oluşturan maddenin bütün nükleer reaksiyonlarını henüz nötron yıldızı olmadan önce tamamlamış olması; nükleer reaksiyonlarının en sonunda da en dengeli çekirdek olan demir kalıyor. Bu kristalde yoğunluk 10^8 gm/cm^3 civarında manyetik alan ise 10^{11} gauss. Bu kuvvetli manyetik alan, manyetoferde gözlenen radyo dalgalarının oluşabilmesi için gerekli. Öte yandan bir ana kol yıldızı (manyetik alan $B \sim 10^7$ gauss yarıçap $R \sim 10^{10}$ cm) ya da beyaz cüce ($B \sim 10^5$ gauss, $R \sim 10^9$ cm) çökerek bir nötron yıldızına dönüşürken manyetik alan çizgileri yıldızla birlikte sıkıştırılırsa yani akı ($a_k = BR^2$) sabit kalıyorsa, $R \sim 10$ km bize nötron yıldızlarında manyetik alanın $B \sim 10^{12}$ gauss mertebesinde olacağını söylüyor. Bu korkunç şiddetteki manyetik alanlar için son yıllarda gözlemsel bir kanıt ta bulundu.



Şekil: 8. Kuramsal bir nötron yıldızı şeması. Resim yıldızın dilim şeklindeki kesiti üzerinde çeşitli yoğunluklardaki katmanları gösteriyor. Sol'daki sayılar gm/cm^3 birimleriyle yoğunluk, sağdaki sayılar ise km. olarak merkezden uzaklıktır.

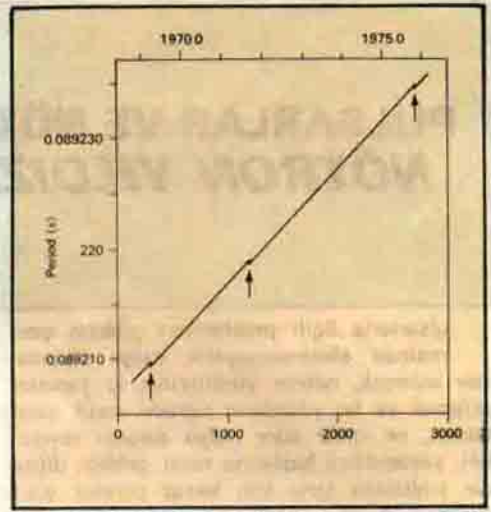
1976'da Yengeç pulsarından gelen X ışınlarının belli bir frekansta kuvvetli olduğu görüldü. (teknik terimi ile, X ışınları tayfında bir emisyon çizgisi bulundu). Bu frekans tam da bir manyetik alanda hareket eden elektronların yayacağı türden bir frekans, eğer manyetik alan 10^{12} Gauss ise nötron yıldızının demirden kabuğunun yüksek basınç ve manyetik alan altında, dünyadakinden farklı bir yapıya sahip olacağı açık. Bu kristalin özelliklerinin hesaplanması katı hal fiziği için egzotik fakat ilginç bir problem. Gerek bu kristalde gerekse nötron yıldızının daha içerdeki katmanlarında elektrik iletkenliğinin 10^{12} Gauss'luk alanları çok uzun süre, belki evrenin yaşı kadar bir süre, koruyabilecek kadar yüksek olduğu görülüyor.

Yıldızın daha iç katmanlarına gidildikçe yoğunluk ve basınç artıyor, kristal içindeki

elektronların enerjileri de artıyor. Bunların bir kısmı kristaldeki atom çekirdeklerinin protonlarıyla birleşip nötron yapıyorlar. Giderek nötron bakımından daha zengin çekirdeklerden oluşan kristaller yıldızın iç kabuğunu oluşturuyor. Nihayet 10^{12} gm/cm³ gibi bir yoğunlukta nötron oranı o ölçüde artıyor ki nötronların bir kısmı çekirdeklere sığamayıp kristal içinde dolaşmaya başlıyorlar. Daha da yüksek yoğunlukta çekirdekler ve kristal dağılıyor, maddenin hemen tamamı nötronlara dönüşüyor, ancak % 1-5 oranında proton ve elektron kalıyor.

Nötron yıldızının yaklaşık 10^{13} gm/cm³ ten daha yoğun iç katmanlarındaki nötronların üstün akışkan dediğimiz durumda olmaları bekleniyor. Üstün akışkanlık yeryüzünde ancak Hellum'un 2.7° K'nın altındaki çok düşük sıcaklıklarda girdiği bir hal. Bir üstün akışkan içinde bulunduğu kabın hareketine kolayca katılmayan bir sıvı. Bu sıvının özellikleri maddenin kuantum - mekaniksel hassalarından kaynaklanıyor. İç normal bir sıvı ile, meselâ su dolu bir kova döndürülürse su hemen kova ile beraber dönmeye başlar. Bu deney bir üstün akışkan dolu kova ile tekrarlandığında üstün akışkanın kovanın hareketine bir süre katılamadığı gözleniyor. Aynı şekilde, bir kez hareket haline geçen bir üstün akışkan viskozite ve sürtünme etkileri yok deneyecek kadar az olduğundan kolay kolay durmuyor.

Nötron yıldızlarının içindeki şartlar altında nötronların da üstün akışkan olacağı 1960 da Sovyet fizikçisi Migdal tarafından öne sürülmüştü. Bu teze göre nötron yıldızları uzayda 10 km yarıçaplı içi üstün akışkan nötronlarla dolu toplar olarak düşünülebilir. Bu şartları öneri yine beklenmedik bir şekilde doğrulandı. Yukarıda pulsarların giderek yavaşladıklarını söylemiştik. Ancak bazı pulsarlar arada bir aniden hızlanıyorlar. Yengeç pulsarının (PSR 0531 + 21) (2) periyodu 1960 dan beri bir kaç kez normal periyodunun milyarda biri ölçüsünde kısaldı. Vela Pulsarı (PSR 0833-45) aşağı yukarı 2 yıllık aralarla 4 kez milyonda bir oranında ani hızlanmalar gösterdi. (Şekil 9) Son olarak geçen yıl PSR 1641-45 te de milyonda bir mertebesinde bir ani periyod kısalması oldu. İç normal bir madde ile dolu olan bir yıldız herhangi bir sebeple böyle ani olarak hızlanırsa, çok kısa (dakika mertebesinde) bir zamanda tekrar eski hızına kavuşması bekleniyor. Halbuki iç üstün akışkan dolu bir yıldız, kabuk kısmındaki (bizim gözlediğimiz) ani hızlanmayı iç kısımlarla sürtünme yoluyla frenleyemediğinden tekrar eski hıza inmesi birkaç ay sürebiliyor. Nitekim pulsarlardaki ani hızlan-



Şekil: 9. Vela pulsarında (PSR 0833-45) ani hızlanmalar (periyod kısalmaları). Yatay eksen gün olarak zamanı gösteriyor, üstte gözlem tarihleri yıl olarak gösterilmiştir. Dikey eksen pulsarın periyodunu saniye olarak veriyor. Görüldüğü gibi pulsar sürekli olarak yavaşlamakta, periyodu uzamakta. Ancak okla işaretli tarihlerde periyod aniden kısalmış, yani pulsar birden hızlanmıştır.

malardan sonra da pulsarın ancak birkaç hafta veya ayda eski durumuna kavuştuğu görüldü. Yıldızın içi üstün akışkan olduğu için bu kadar uzun bir dengelenme süresi mümkün.

Nötron yıldızının merkezinde yoğunluğun nükleer madde yoğunluğuna, yani yeryüzünde ancak atom çekirdeklerinin içinde görülebilen 2.8×10^{14} gm/cm³'e ulaşması ve bunu da aşması mümkün. Bu şartlar altında maddenin nasıl bir halde olacağı teorikler için ilginç bir soru. "Pion yoğunlaşması" diye adlandırılan bir düzenli durum, nötronların yıldızın ortasında kristalleşmesi, ya da çözülüp serbest kuarklara dönüşmeleri şimdiye dek tartışılan teorik olanaklar. Bunlar'a ilgili hiç bir gözlemsel veri yok henüz. Bizim gözlemlerimiz nötron yıldızının dış kısmına ve çevresine dayandığına göre, iç kısımlarla ilgili ancak dolaylı veriler elde etmeyi bekleyebiliriz (yukarıda tartıştığımız üstün akışkanlık kanıtı gibi). Öte yandan böyle veriler elde edildiği zaman belki yalnız nötron yıldızları üzerine değil, yüksek yoğunlukta geçerli fizik kanunları üzerine de bilgi edirebileceğiz.

çünkü bu yıldızlar bize yeryüzünde hiçbir laboratuarda bulamayacağımız şartları sunuyorlar.

Pulsarların Oluşumu ve Evrimi

Aşağı yukarı bir milyar yıl süren evriminin sonunda herhangi bir yıldız üç farklı konuma erişebilir: beyaz cüce, nötron yıldızı ve kara delik. 1.4 güneş kütlelerinden daha ağır yıldızların beyaz cüce olamayacaklarını söylemiştik. Son safhada kütleleri bu sınırın altında olan yıldızlar beyaz cüce olabilecekleri gibi nötron yıldızı da olabiliyorlar. Yıldızın hangi konuma ulaşacağını ilk kütle, kompozisyonu ve evrim süreci belirliyor. Yıldızlar evrimin sonlarına doğru çeşitli türden patlamalarla kütlelerinin bir kısmını çevrelerine savuruyorlar. Ayrıca ikili bir sistemde evrimleşen bir yıldız eşi ile kütle alışverişinde bulunabiliyor. Yıldızlar süpernova denilen tipten bir patlamayla nötron yıldızı konumuna ulaşıyorlar. Bu patlama son nükleer reaksiyonlarını yapmakta olan evrimleşmiş bir yıldızda basıncın dengeleyemediği bir çöküşle başlar. Çöküşün yol açtığı ısınma bu tür yıldızlarda nötrino oluşturan reaksiyonları artırır. Nötrinolar dış katmanlarla etkileşmeden yıldızlardan dışarı kaçtığından iç kısımda basınç aniden düşer. Dış katmanlar bu kez basıncısız şartlarda, hızla içeriye çökerek büyük bir gravitasyonel potansiyel enerjili kinetik enerjiye dönüştürür ve basıncı tekrar ve ani olarak yükseltirler. Böylece iç katmanlar iyice sıkışarak bir nötron yıldızı oluştururken dış katmanlar da yıldızdan koparak uzaya savrulurlar. Bir süpernova güneşten milyarlarca defa daha şiddetle ışık yayabilir. Bir kaç ay süren bu parlak evrede galaksinin uzak yerlerindeki bir süpernova gündüz dahi parlak bir cisim olarak görülebilir. Daha sonra patlamayla yayılan madde, bin yıl kadar bir süre yavaş yavaş dağılan (patlama merkezinden dışarıya doğru açılan) bir gaz bulutu olarak varlığını sürdürür (bu bulutlara süpernova artığı deniyor). Galaksimizin çeşitli bölgelerindeki bu süpernova artıklarından 100 kadarı radyo ve optik teleskoplarla gözleniyor. Patlamaların kendileri ise bizim galaksimizde yalnızca birkaç kez gözlemlendi. 1572 de Tycho Brahe ve 1604 te Kepler'in gözlediği süpernovalardan sonra galaksimizde süpernova patlaması izlenmedi.

Ancak patlamaların çok büyük parlaklığı bizim galaksimizin dışında milyonlarca ışık yılı uzaktaki galaksilerde yer alan süpernovaları gözlememizi mümkün kılıyor. Bizim galaksimizle aynı türden çok sayıda galak-

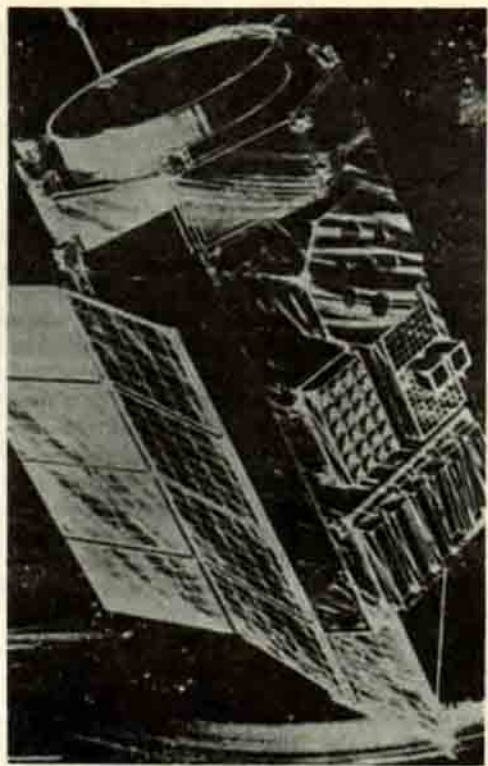
sidedeki süpernova patlamaları izlenerek istatistik yöntemlerle bizimki türünden galaksilerde ortalama kaç yılda bir süpernova patlaması olduğu kestirilebiliyor. Bu yöntemle ve kendi galaksimizdeki süpernova artıkları incelenerek galaksimizde ortalama her 40 ilâ 150 yılda bir süpernova olacağı sonucuna varılıyor. 450 yıldır bizim galaksimizde süpernova görülmemesi bunların parlaklıklarına rağmen galaksinin bazı yörelerinde yoğun bulutlarının arkasında kaldıklarından dolayı olabilir.

Süpernova artıkları galaksimizin orta düzleminde (samanyolu bölgesi) ortalama olarak 200 ışık yılı uzaklıkta bulunuyorlar. Süpernova patlamalarıyla nötron yıldızı oluşturduğu sanılan OB tipi yıldızlar da (OB, anadol yıldızlarının bir çeşidi) bu düzlemden ortalama 260 ışık yılı uzaklıkta. Buna karşılık pulsarların samanyolu düzleminin ortalama uzaklıkları 750 ışık yılı kadar. Eğer pulsarlar da süpernova artıklarının olduğu yerlerde oluşmuşlarsa, daha uzaklara dağılmış olmaları pulsarların hızla hareket ettiklerini ve doğdukları yerden uzaklaştıklarını gösteriyor. Geçekten de radyo gözlemleri pulsarların saniyede 100 km gibi hızlarla hareket ettiklerini gösteriyorlar. Pulsarların bu hızlarla süpernova artıklarının bulunduğu doğum yerlerinde şimdiki yerlerine gelmeleri için bir milyon yaşında olmaları lazım. Hız ve mesafe gözlemleri bir milyon yıl mertebesinde daha yaşlı pulsar olmadığını gösteriyor. Neden bundan daha yaşlı pulsarlar yok? Nötron yıldızlarının dengeli olduğu, yani yapılarında artık bir değişiklik beklenmediği gözönüne alınırsa bir milyon yıldan sonra da varlıklarını sürdürdükleri ancak pulsar özelliklerini kaybettikleri için bu yaştan sonra gözlenemedikleri söylenebilir. Demek ki nötron yıldızlarının manyetik alanları ve radyo dalgaları yayyan manyetosfer bir milyon yıl içinde çözülüyor. Burada pulsar fizikinin çözülmemiş bir problemi daha karşımıza çıkıyor: Şiddetli manyetik alan ve manyetosfer bir milyon yıl gibi kısa bir zamanda nasıl çözülüyor? (Yukarda nötron yıldızında elektrik iletkenliğin manyetik alanları çok uzun süre koruyabilecek kadar yüksek olduğuna değinmiştik).

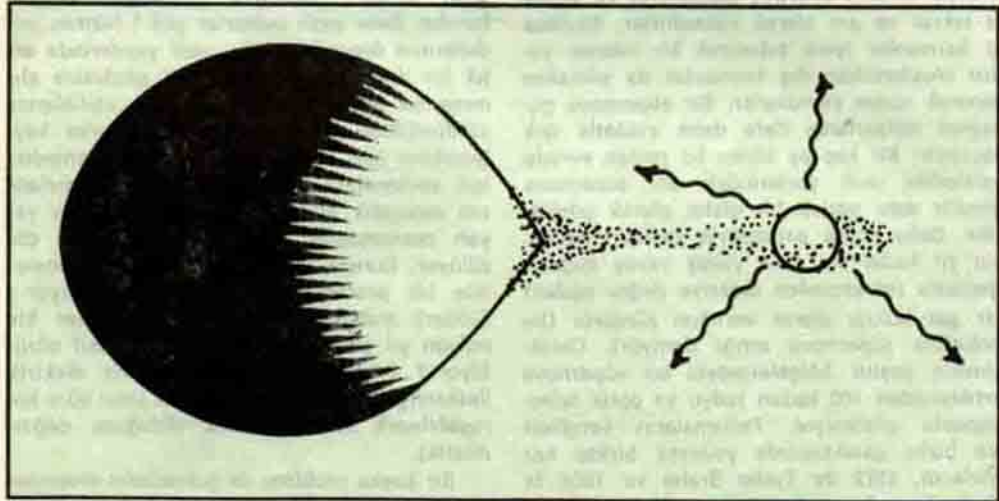
Bir başka problem de pulsarların oluşması ile ilgili. Birkaç tanesi dışında pulsarların çoğunun etrafında süpernova artıkları görmüyoruz. Bu anlaşılabilir: Pulsarların çoğu bir milyon yıla yakın yaşlarda, süpernova artıkları ise bin ille on bin yıl kadar bir zaman içinde dağılıyorlar. Acaba bütün pulsarlar süpernova patlamaları ile mi oluştu? diye so-

rarsak, galaksideki pulsar sayısını ve gözlenen pulsarların hız ve konumlarından yaşlarından yaşlarını tahmin etmeliyiz. İstatistik metodlarla yapılan kimi hesaplara göre galaksimizde 6 yılda bir kimi hesaplara göre daha seyrek olarak bir pulsar doğduğu kestiriliyor. En seyrek doğum hızı 40 yılda bir pulsar olarak öneriliyor. Öte yandan galaksimizde 40 - 150 yılda bir süpernova patlaması olduğu sanılıyor. Bu istatistikler belki de süpernova patlamalarının bütün pulsar oluşumlarını açıklayamayacak kadar seyrek olduğunu işaret ediyor. Eğer böyleyse süpernova patlaması olmadan bir nötron yıldızı oluşabilir mi ?

Öte yandan, bazı süpernova artıklarında da pulsar görülmüyor. Bu tür artıkların ortasında belki radyasyonu dünyamızdan farklı bir yöne gönderen bir pulsar ya da pulsar olmayan bir nötron yıldızı var. Bu soruya bu yıl yeni bir X - ışınları gözlem uydusu, Heao - 2 (Einstein) adlı uydusu ışık tutmaya başladı. Süpernova artıklarının ortasındaki bir nötron yıldızının yüzeyinin henüz X - ışınları yayabilecek kadar sıcak olacağı sanılıyor. Çünkü patlama artıklarının gözlenmesi patlamadan beri yıldızın soğuyabilmesi için yeterli vakit geçmediğini gösteriyor. Böyle bir yıldız pulsar olmasa da, Einstein gözlem peykindeki X ışını alıcıları ile gözlenebilir. İlk veriler kimi süpernova artıklarında bir nötron yıldızı bulunmadığı yönünde. Öte yandan süpernova patlamaları ile ilgili teorik hesaplar,



Şekil: 10. Bir X - ışını gözlem uydusu.



Şekil: 11. X-ışını yayan ikili sistem modeli: Soldaki optik yıldızdan sağdaki nötron yıldızına madde aktarılıyor. Dalgali çizgiler nötron yıldızından çıkan X-ışınlarını temsil ediyor. Optik yıldızın nötron yıldızına bakan yönü bunların etkisiyle ışmaktadır. Bu iki yıldız birbirleri etrafında döneyorlar.

凡十一日没三年三月乙巳出東南方大中祥符四年正月丁丑見南斗魁前天禧五年四月丙辰出軒轅前星西北大如桃速行經軒轅太星入太微垣掩右執法犯次將歷屏星西北凡七十五日入濁没明道元年六月乙巳出東北方近濁有芒彗至丁巳凡十三日没至和元年五月己丑出天關東南可數寸歲餘相没熙寧二年六月丙辰出箕度中至七月丁卯犯其乃散三年十一月丁未出天囷元祐六年十一月辛亥出參度中犯掩側星壬子犯九游星十二月癸酉入奎至七年三月辛亥乃散紹興八年五月守書

bazı patlamaların geride bir nötron yıldızı de-
ğil, bir kara delik bırakabileceğini gösteriyor.
Bir yanda süpernovasız nötron yıldızı oluş-
ması, öte yandan nötron yıldızı vermeyen sü-
pernovaolar ilginç olasılıklar.

İkili Sistemlerde Nötron Yıldızları

1970'lerde astronomide yeni bir gözlem türü hızla gelişti: X- ışınları astronomisi. Atılan gözlem uyduları ile pek çok X- ışını kaynağı bulundu gökyüzünde. (Şekil 10) Bunlar arasında önemli bir sınıf, içinde bir nötron yıldızı bulunan ikili yıldız sistemleri. Bu sistemlerde bir nötron yıldızı ile başka bir yıldız çoğu kez optik teleskoplarla gözlenebilen bir yıldız, birbiri etrafında dönüyor. Bu yıldız nötron yıldızına madde aktarıyor. Nötron yıldızına doğru düşen madde ısınıyor ve X- ışınları yayıyor. (Şekil 11) Bu madde aktarımının ve X- ışınmasının nedenlerine burada girmeyeceğiz. Bu tür X- ışını kaynaklarından nötron yıldızlarının kütleleri ve yarı çapları üzerine teoriyi kanıtlayan veriler elde edildi. Bu ikili sistemlerin oluşumu ve evrimi de üzerinde çalışılan güncel bir problem. Gözlemsel alanda bu yıl (1979) çalışmaya başlıyan Heao-2 Einstein gözlem uydusu önceki uyduları çok aşan duyarlılığı ile nötron yıldızlarının X- ışını özellikleri üzerine bilgimizi kat kat arttıracak. Gerek teorik çalışmalar, gerekse gözlemler ikili bir sistemdeki nötron yıldızının nadiren bir radyo pulsarı olabileceğini gösteriyor, çünkü ikili sistemde nötron yıldızına akan madde X- ışınları çıkaracak ama radyo dalgalarını emecek nitelikte. Bilinen 200'e yakın pulsardan yalnızca bir tanesi, PSR 1913 + 16, ikili bir sistemde. Bu pulsar son zamanlarda büyük ilgi çekiyor. Yıllardır yapılan gözlemlerden sonra bu ikili sistemdeki değişmelerin Einstein Genel Görelilik Kuramını kanıtladığı olasılığı kuvvet kazandı. Bu konuda açığı kavuşması gereken gözlemsel sorunlar varsa da, kesinleşirse Einstein'ın doğumunun 100. yılı olan 1979 yılında Görelilik Teorisinin önemli bir kanıtı olacak PSR 1913 + 16.

Yengeç Nebülası

Son olarak galaksimizin en ilginç gök cisimlerinden biri ve pulsarlar üzerine bilgimizin önemli bir kaynağı olan Yengeç Nebülasından (3) söz edelim. (Şekil 1) Bu Nebüla Yengeç burcunda değil, Boğa burcunda, bizden 6 bin ışık yılı uzakta bir süpernova artığı. Ortasında Yengeç pulsarı var (PSR 0531 + 21). Bu pulsar yaşını doğrudan gözleme dayanarak bildiğimiz tek pulsar, 925 yaşında. 1054 yılında Çinlilerin gördüğü bu pulsarı ve Yengeç Nebülasını oluşturan süpernova patlamasıydı. (Şekil 12) Yengeç pulsarı, bilinen

en genç pulsar. Aynı zamanda saniyede 30 kez verdiği sinyallerle en hızlı pulsar. Yengeç nebülasının uzaya hızla yayılan bir gaz bulutu olduğu gözleniyor. Nebülanın ayrışma hızı ve bilinen yaşı bize bu gazın dağıldığı merkezini yani 925 yıl önceki süpernova patlamasının merkezini şimdi pulsarın bulunduğu yere yakın olduğunu gösteriyor. Nebüladan aldığımız ışığı ölçerek sistemin saniyede 10^{38} erg enerji yaydığı bulunuyor - güneşin yaydığı enerjiden yüz bin defa daha fazla. Bu enerjinin kaynağı da yine nebülanın orasındaki pulsar: Yengeç pulsarının periyodunu ve yavaşlamasını ölçülebiliyoruz. Buradan pulsarın dönme enerjisinin saniyede ne kadar azaldığını bulabiliyoruz. Böylece pulsarın nebülanın ışıdığı kadar enerji kaybettiği, yani nebüladan gelen ışığın enerji kaynağının Yengeç pulsarı olduğu ortaya çıkıyor.

Son on iki yılda astrofizikğin yalnızca nötron yıldızları konusunda gösterdiği gelişmeleri özetlersek, 1960 larda bir bilim kurgu hikayesi gibi görünebilecek fantastik bir maceranın bu on iki yıl içinde bilim adamlarınca gerçekten yaşandığı ortaya çıkıyor. 1967 den beri uzaydan düzenli radyo sinyalleri alındı; değişken X ışını kaynakları bulundu; bunların esrarı çözüldü; bir santimetre kübü yüz milyon ton madde ihtiva eden nötron yıldızlarının, bu olaylara sebep olduğu anlaşıldı. Yengeç nebülası ve onun gibi başka patlama artıklarının da asıl oluştukları artık biliniyor. 1000 yıl önce Çinlilerin ve Arapların, 17. yüzyılda Tycho Brahe ve Kepler'in gözlemleri süpernova patlamaları nötron yıldızlarının oluşumu olarak değerlendirildi. Ve günümüzde pulsar radyasyon mekanizmasından üstün akışkanlığa kadar pek çok problem gözlemcilerin ve kuramcılarının ilgisini çekmeye devam ederken, nötron yıldızları Einstein'ın genel görelilik kuramının yepyeni ve kuvvetli bir kanıtından tutun son yıllarda X ışını parlamalarının açıklanmasına kadar bir çok yeni problemin muhtemel çözümlerinde karşımıza çıkıyorlar. Astrofizikçilerin nötron yıldızlarıyla yaşadıkları heyecanlı serüven sürüyor ve ilerde de yeni sürprizlerle sürüp gideceği benzer.

- (1) X- ışınları röntgen filmi çekmekte kullanılan ışınlar.
- (2) Pulsarın künnyeleri bu şekilde yazılıyor. PSR kodundan sonra gelen sayılar, söz konusu pulsarın gökyüzündeki yerini gösteren astronomik koordinatlar.
- (3) Nebüla ya da bulutsu, teleskopla görülen ışılan gaz bulutlarına deniyor. Bazı süpernova artıklarına da nebüla diyoruz, fakat bütün nebülalar süpernova artığı değil.