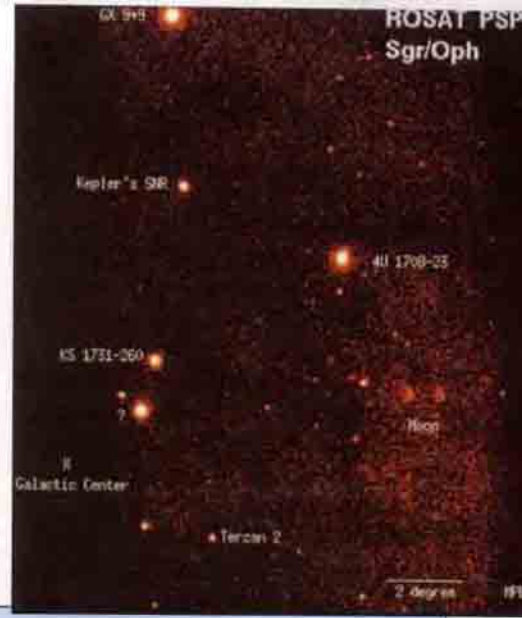


Yüksek Enerji Astrofizikte Çalışılan Konular

Yüksek enerji astrofiziği kapsamında ülkemizde özellikle nötron yıldızları; ayrıca galaksi kümeleri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalara dahil olan konulardan başlıcaları nötron yıldızlarının yapısı ve dinamiği; radyo pulsar zamanlama göz-

lemlerinin yorumu; radyo pulsarların ve X-ışını kaynağı çiftyıldızların galaksideki dağılımları; süpernova artıkları; nötron yıldızlarının soğuma ve ısınması; X-ışını kaynaklarında üzerine madde aktarılan nötron yıldızının hızlanma, yavaşlama ve parlaklık değişimleri; zamanlama gürültüsü olarak verilebilir. Bu konular birbiri ile bağlantılı bir bütün oluşturmaktadır. Spektrum X-Gama için nötron yıldızlarının X-ışını gözlemleri planlanırken; radyo gözlemleri-



Kütle Aktarımı Yapan X-ışını Çift Yıldızları ve Zamanlama Gözlemleri

Altan Baykal
ODTÜ Fizik Bölümü

Güneş sistemimizin dışındaki ilk X-ışını kaynağı 1962 yılında 5 dakika süreyle bırakılan bir roket deneyi sırasında keşfedildi. Bu ilk bulunan X-ışını kaynağından sonra Uhuru uydusu, Centaurus X-3 ve Hercules X-1 gibi başka X-ışını kaynakları buldu. Bu X-ışını kaynaklarının çift yıldız olduklarının anlaşılmasından ve bunların saniye mertebesinde atış (dönme) periyodlarının gözlenmesinden sonra X-ışını çift yıldızlarında, eş yıldızdan bir nötron yıldızına kütle aktarımı olduğu fikri galaksideki X-ışını yayan kaynaklar için temel bir model oluşturdu. Böylece X-ışını yayma mekanizmaları ve bu kaynakların evrimleri birçok teorisyen tarafından araştırıldı. Geçtiğimiz 20 yıla yakın süre içinde birçok X-ışını uydusu (Uhuru, Ariel, SAS3, HEAO1, Einstein, Tenma, Exosat, Ginga uyduları) yaklaşık yüze yakın X-ışını yayan nötron yıldızlı çift yıldız sistemi keşfetti. Halen Alman, İngiliz, Amerikan ortak uydusu ROSAT, Rus uydusu GRANAT ve Japon uydusu ASCA evrendeki X-ışını çiftlerini araştırmaktadır.

Nötron yıldızlarını, çok kuvvetli manyetik alanları olan dönen dinamlar gibi düşünebiliriz. Kütle aktarımı yapan X-ışını çiftlerinde manyetik alan şiddeti yaklaşık 10^{12} Gauss civarındadır. Dünyamızın manyetik alanının sadece 1 Gauss civarında olduğunu düşünürsek bunun korkunç bir manyetik alan şiddeti olduğunu görebiliriz. Nötron yıldızının çekim kuvvetiyle nötron yıldızına akan madde, nötron yıldızının manyetik kutuplarında birikir. Ulaşılan sıcaklık takriben 10^7 Kelvin derecededir. Bu yüksek sıcaklıkta termodinamik

dengeye ısınan madde X-ışını yaymaya başlar. Nötron yıldızı her dönüşünde bir ya da iki kez, ısınan kutuplarından dünyamıza X-ışını göndermektedir. Burada şöyle bir benzetme yapabiliriz: Karanlık bir odada bir fener alalım ve odanın bir köşesine bir dünya küresi koyalım. Eğer bu feneri dünyamızdan görülebilecek bir düzlemde çevirirsek fener, dünyayı her turda bir kere aydınlatır. Eğer fenerimiz çift taraflı bir fener olsaydı her turda (periyod) dünyamızı iki kez aydınlatırdı.

İşte manyetik alanı kuvvetli olan nötron yıldızlarından gelen X-ışınları da bu yüzden periyodiktir, ancak her X-ışını kaynağı böyle değildir. X-ışınları dünyanın atmosferinden geçemedikleri için bizim onları gözlememiz için bir uyduya ihtiyacımız vardır. Uyduyla gözlenen X-ışınları geldikleri zamana göre kaydedilirler. Fakat burada önemli bir nokta vardır: Uydu bir yörünge üzerinde hareket etmektedir; nötron yıldızı da kendi eş yıldızı etrafında yörüngededir. Dolayısıyla verilerimiz hareketli sistemlerde gözlenmiştir. Analize başlarken önce verilerimizin geliş zamanlarını Dünya, uydu ve Güneş'in yarattığı kütle merkezine göre taşımak gerekmektedir. Şimdi kütle merkezine göre düzeltilmiş veriler analiz edilebilir konumdadır. Elimizdeki "zaman serisinde" ölçmek istediğimiz en önemli ölçü nötron yıldızının dönme periyodudur. Bu periyodu verinin üzerinden çok sayıda frekans değeri olan harmonikler geçirerek bulabiliriz. Ya da verimizi daha önceden tahmin ettiğimiz kaba periyodlar serisiyle katlayarak tek bir puls yapısı bulana kadar tarar ve hassas bir periyod ölçümü yapabiliriz. Bugüne kadar ölçülen X-ışını kaynaklarında nötron yıldızlarının periyodları 0.069-835 saniye arasında değişmektedir. Ancak bu periyodların da zaman içinde değiş-

ROSAT'ın aynı bölgede gördüğü çeşitli X-ışını kaynakları. Bunlar arasında GX 9 + 9 ve 4U 1708-23 X-ışını çift yıldızları, Terzan 2 ise yüzbinlerce yıldızdan oluşan bir küresel yıldız kümesi. Kepler'in patlayışını gördüğü süpernovanın artığı ve Ay'ın yansıtığı X-ışınları da görülüyor.

tikleri gözlenmiştir. Bu da çok doğaldır: Bu kaynakların üzerine kütle aktarılmaktadır. Yörünge dönmesi nedeniyle oluşan Coriolis kuvveti nötron yıldızının üzerine tek yönlü bir açısal momentum vermektedir. Bu durumda zaman içinde kaynağın periyodunun kısalması (dönme hızının artması) gerekmektedir. 1980'li yıllara kadar gözlenen bütün kaynaklar genel bir hızlanma gösterdi, fakat kısa zaman aralıklarında (mesela 1-10 gün) kısa dönemli yavaşlamalar da görülüyordu. Bu yavaşlamaların nedeninin; maddenin yıldız üzerine düzensiz zamanlarda gelmesiyle ilintili olduğunu ve yine bu kaynakların içinde bulunan süper akışkan sıvının dönmede bazı kısa süreli ve düzensiz yavaşlamalara sebep olabileceği, teorik çalışmalarla ve bilgisayarla yapılan deneylerle araştırılmaktaydı. Yeni gözlemlerle bazı kaynakların uzun sürede yavaşladıkları ve hâlen de gürültülü bir davranış göstererek (yani yavaşlama hızlarını sık sık ve rastgele değiştirerek) yavaşlamaya devam ettikleri görüldü. Bu yavaşlama sırasında genel olarak X-ışını ışınının şiddeti çok değişmemektedir. Yavaşlamanın gerçek nedeni araştırılmaktadır.

Özet olarak, gürültülü davranış hem nötron yıldızının içinde bulunan süper akışkanın katkılarını hem de üzerine düşen düzensiz (kesikli) madde aktarımının etkilerini taşımaktadır. Bu karışık zaman serilerini özel yöntemlerle inceleyerek nötron yıldızları ve çift yıldız sistemlerindeki olayları anlamaya çalışıyoruz. Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde kurulan Yüksek Enerji Astrofiziği Ünitesi'nde bu yönde araştırmalar yapılmaktadır. İleride birçok genç araştırmacıya çalışma olanakları sağlanacak Spektrum X-Gama uydusuna ülke olarak üye olmamız, bize bu kaynakların sırlarını anlamakta büyük olanak tanıyacaktır.