

Türkiye'nin Spektrum X-Gama Uydusuna Katılışı

Tanınmış astrofizikçi akademisyen Raşid Sunyaev 1992 sonunda ODTÜ ve TÜBİTAK'ın davetlisi olarak Türkiye'yi ziyareti sırasında Türkiye'nin Spektrum X-Gama girişimine katılması teklifini getirdi. Sunyaev'in o zamanki Devlet Bakanı



Spektrum X-Gama uydusunun tamamlanmış biçimi (maket).

X-Işını Detektörleri ve Teleskopları

Ümit Kızıoğlu
ODTÜ Fizik Bölümü

Yıldızlararası ortam yaklaşık 1 keV'den yüksek enerjili X-ışınlarına (X-ışını fotonlarına) geçirendir. Elimizdeki X-ışını teleskopları bu yüksek enerjili fotonları kolaylıkla görebilecek yapıdadır. Kullanılacak her türlü gözlem sistemi, dalga boyları λ 10 \AA ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$)'dan küçük X-ışını fotonlarının çeşitli ortamlarda olan etkileşmelerinden yararlanarak çalışmaktadır.

Bu etkileşmelerin niteliğine kısaca göz atalım: Yüksek enerjili fotonlar herhangi bir ortamdan geçerken, ortamda bulunan serbest elektronlar ile çarpışarak enerjilerinin bir kısmını elektrona aktarırlar. Bu olaya Compton etkileşmesi denir. Çok sayıda çarpışma sonucu bütün enerjisini elektronlara aktaran foton ortam içinde tutulmuş olur. Ortamda bulunan atomlar, çarpışma sırasında bir elektronun serbest kalması için gerekli bütün momentumu alabilirler. Fotonun enerjisinin bir kısmı elektronu atomdan ayırmak için kullanılır, kalan enerji elektronun kinetik enerjisidir. Atom genellikle karakteristik Lyman ışıması yaparak eski durumuna döner. Bu olaya fotoelektrik olayı denir. Ortamda uygun gaz molekülleri ve bir elektrik alanı varsa, gelen X-ışını fotonları tarafından ortam içinde yaratılmış ikincil elektronlar, enerjilerini ortamı iyonize (yani atomlardan başka elektronlar ayırarak) ederek kaybederler. Ortaya çıkan yeni elektronlar da bir tutucu anot tarafından toplanır. Bu arada pozitif iyonlar da diğer elektrot (katod) tarafından tutulur. Ortamdaki anot-katod arası voltaj yeteri kadar yüksek tutulursa, ortaya çıkan ikincil elektronların sayı-

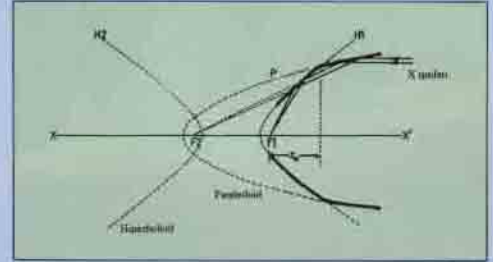
sı, gelen X-ışını fotonunun enerjisi ile orantılı olur ("orantılı sayaç"). Yine ortam içine giren fotonlar enerjilerinin bir kısmını kristal atomlarını uyardırmaya harcarlar. Kristalin uyarılmış elektronları bu durumda kalamayarak normal durumlarına dönerken genellikle morumsu (4000 \AA civarı dalga boylarında) floresans ışınımı yaparlar.

Eğer gelen X-ışını fotonları uygun bir yarı iletken ortama girerlerse, beklenen sonuç; foton enerjisinin yarı iletken içinde soğurularak, elektron-hole çiftinin (hole basitçe yarı iletkenin yapısı içinde olan ve pozitif yüke sahip elektron yokluğudur) yaratılmasıdır. Gaz içinde negatif ve pozitif yüklü parçacıkların uygulanan elektrik alanında serbest olarak hareket etmelerine benzer şekilde; yarı iletken içinde de elektron ve hole'ler hareket ederek yerleştirilen elektrotlara doğru giderler. Bütün bu olaylarda ortak ilke, X-ışını fotonlarının, herhangi bir uygun ortama belirli enerjilere sahip bir uyarı vermesidir. Bundan sonra yapılacak iş, bu uyarıların değerlendirilip sınıflandırılarak gelen X-ışın fotonunun enerjisini, geliş zamanını ve olanaklar ölçüsünde yönünü bulmaktır.

Enerji ve zaman; kullanılan detektör tipi ve bu detektör ile çalışan elektronik kontrol ünitesinin özelliklerine göre kolayca hesaplanabilir. Görüntüleme ise fotonun uzayın hangi noktasından geldiğini, yani gelen fotonun koordinatlarını bulmayı gerektirir. Bu durumda tek başına detektör yeterli olmaz; bu detektörün bir kolimatör veya optik teleskopa benzer özel teleskopla birlikte kullanılması gerekir.

Teleskop kavramı; bildiğimiz optik teleskoplarda olduğu gibi, uzayın belli bir bölgesine bakarak buradan gelen X-ışını fotonlarını gözlemek anlamına gelir. Burada önemli olan nokta, optik fotonlardan (ışık) daha yüksek enerjiye sahip olan X-ışını fotonlarını yansıtılabilesidir. Optikte olduğu gibi toplam iç yansımadan faydalanmak için

X-ışını fotonlarının yüzeye geliş açısının çok küçük olması gerekir. Uygun açı, kullanılan yüzey materyaline göre değişiklik göstermekle beraber, 1 keV civarında enerjiye sahip X-ışını fotonları bir cam yüzeye yaklaşık 1.2° açı ile düşerlerse kolayca yansır. Bu açı altın yüzey için 2.2° dir. Yansıtıcı yüzey olarak bir paraboloid ve hiperboloid kombinasyonu (Woltjer tip I) kullanıldığında çalışacak enerji aralığı ve yüzey materyali bilinirse elde edilen odak düzlemine istenilen detektör rahatça yerleştirilebilir. Taranmış yüzeyler teleskopun yansıtıcı yüzeyleridir.



X-ışını fotonları önce paraboloid P yüzeyinden yansır, daha sonra da hiperboloid H1 üzerinde olan yüzeyden yansıyarak F1 odakta toplanırlar; böylece X-ışını teleskobu olarak adlandırabileceğimiz bir yapı elde edilir.

Foton toplama alanını büyütme için iç içe geçmiş çok sayıda yüzey kullanmak, teleskop boyunu kısaltır. Enerjisi büyük olan X-ışını fotonları için, iç yansıma açısı çok küçüldüğünden bu yöntem yararlı olmaz. Bu durumda detektörün önüne kolimatör denilen, çeşitli yapıdaki borular konularak detektörün uzaya gördüğü alanı kısıtlamak gibi bir yöntem kullanılır. Böylece uydunun uzayı taraması sırasında kolimatör önünden geçen bölgeden gelen fotonlar kaydedilmiş olur.

Teleskop kullanıldığında aynı bölgeye uzun süre bakılarak görüntü alınabilir; kolimatör kullanılması durumunda ise uydunun yörüngedeki hareketi bilinerek gözlenen fotonların uzayın hangi bölgesinden geldiği belirlenebilir.