

KOZMİK IŞINLAR VE GAMA IŞIN PATLAMALARI

**Figen YILMAZ¹, Ganem GEÇİM¹, Yasemin KAÇAR¹,
Murat OLUTAŞ²**

¹Çanakkale 18Mart Üniv. Fizik Böl., ²Abant İzzet Baysal Üniv. Fizik Böl.

Özet

Kozmik ışınlar ve gama ışın patlamaları ile ilgili bilgilerin gözden geçirilmesi sonrasında, gama ışın patlamalarının, çok yüksek enerjili ($E > 10^{19}$ eV) kozmik ışınların kaynağı olabileceği teklif edilmektedir.

***Anahtar Kelimeler:** kozmik ışınlar, süpernovalar, gama ışın patlamaları, çok yüksek enerjili kozmik ışınlar.*

Abstract

After a short review of cosmic ray physics and physics of gamma ray bursts, it is suggested that the source of very high energy ($>10^{19}$ eV) cosmic rays could be extragalactic cosmic gamma ray bursts.

***Key Words:** cosmic gamma ray bursts, cosmic rays, supernovae, very high energy cosmic rays.*

1. Kozmik Işınlar

Kozmik ışınlar, çok büyük bir yüzdesi protonlar olmak üzere atom çekirdekleri ve elektronlardan oluşan çok yüksek enerjili parçacıklar olarak tanımlanır. İlk kez Avusturyalı fizikçi Victor Hess, 1912 yılında atmosfere yükselen bir balon içinde taşıdığı bir elektroskopun davranışına bakarak, atmosferin yukarılarına doğru şiddeti artan yüklü parçacık akısı olduğunu, bunu kaynağının dünyamıza atmosfer dışından gelen yüklü parçacıklar olabileceğini

bildirdi (Schlickeiser, 2002). Daha sonraki yıllarda ışımalara duyarlı daha gelişkin dedektörlerin yapımı, kozmik ışınlar hakkındaki bilgilerimizi geliştirdiği gibi, yeni keşiflerin yapılmasına da katkıda bulunmuştur.

Kozmik ışınların, enerjilerine bağlı olarak, Samanyolu(SY)-içi (Galactic) ve SY-dışı (extragalactic) olmak üzere iki bölgeden kaynaklandığı kabul edilir. Enerjileri SY-içi manyetik alanlar tarafından muhafaza edilebileceğinden daha yüksek ($E > 10^{19}$ eV) olanlar SY-dışı kaynaklardan kaynaklanıyor olmalıdır. Diğer taraftan, kozmik ışınlar hareketleri sırasında, yolları üzerindeki madde ile çarpışmalar yaparlar ve daha düşük enerjide yeni kozmik ışınlar oluştururlar.. Yeryüzü atmosferi, bize ulaşma rotasında bulunan kozmik ışınların etkileşeceği en önemli hedefler arasındadır. Bu nedenle atmosferin dışından dünyamıza ulaşan kozmik ışınlar “birincil (primary)”, birincillerin atmosferdeki etkileşimlerden dolayı oluşan kozmik ışınlar ise “ikincil (secondary)” kozmik ışınlar olarak adlandırılırlar (Özel, 1972).

Yaklaşık olarak 10^{19} eV ve üzerinde bir enerjiye sahip protonlar ve iyonlar “çok yüksek enerjili kozmik ışınlar” (ÇYEKI) olarak bilinmektedir. Yüklü parçacıkların (protonlar veya elektronlar) bu kadar yüksek enerjilere nasıl ulaştırılabilecekleri, henüz çözülememiş bir sorundur. Çünkü, yüksek hızlara ulaştırılmak üzere ivmelendirilen yüklü parçacıklar, elektromanyetik ışınım yasaları gereği, ivmenin karesi ile de enerjilerini kaybetmeğe beşlemek zorundadırlar (Jackson, 1962). Bunlar, her nasılsa sahip oldukları çok yüksek enerjileri nedeniyle, 1-10 mikrogauß mertebelerindeki SY-içi manyetik alan tarafından hapsedilemezler. Eğer bu kozmik ışınların kaynakları, kızıla kaymalarının gösterdiği şekilde, kozmolojik uzaklıklarda ($d > 1-10$ Gpc) bulunuyorsa, enerji spektrumlarında, mikrodalga fon ışınması fotonları ile yapacakları ters-Compton çarpışmalarında dolayı, yaklaşık 10^{19} eV civarında “GZK kesilimi” olarak bilinen bir üst sınır değerine sahip olmalıdırlar. (Bu üst sınır ilk defa Greisen, Zatsepin ve Kuzmin (1966) tarafından öngörüldüğü için bu isim verilmiştir.) Ancak, bu sınırın üzerinde enerjilere sahip çok yüksek enerjili kozmik ışınlar, bugünkü etkin Çerenkov-ışığı temelli, çok geniş alanlı parçacık yağmurları dedektörleri tarafından gözlenmektedirler. Bunların araştırılması, halihazır etkin araştırma konularından biridir (Spiering, 2007).

2. Gamma Işın Patlamaları

Gama Işın Patlamaları (GIP) çok kısa süre içerisinde yaydıkları muazzam enerji (1050 -1054 erg) bakımından bilim dünyasında, evreni yarattığı kabul edilen Büyük Patlamadan sonra ve gözlenen en büyük patlama olarak kabul edilmektedir. Normal, her gökadamda 50-100 yılda bir gözleendiği düşünölen olağan süpernovalarda çıkan enerji ise daha çok 1046 – 1049 erg aralığındadır (Özel, 1972; Kaçar, 2005). Gama Işınlarnının en belirgin iki özelliği; çok kısa sürmeleri (0,1sn – 100 sn) ve gökyüzünde daha önce tahmin edilmeyen konumlarda (yönlerde) meydana gelmeleridir. Ortalama olarak günde 1- 2 tane gözlenebilen ve çok farklı gözlemsel özelliklere sahip olmalarına rağmen, bu patlamalar zamansal yapıları bakımından “kısa-sürelilişimlar” ve “uzun-sürelilişimlar” olmak üzere iki sınıfta toplanır. Genel olarak uzun süreli patlamalar 2 s’den daha uzun süreler γ – ışını yayanlar olarak gruplandırılır; kısa süreli olanlar ise < 2 s koşulunu sağlarlar (Özel ve ark. 2002).

Gamma ışın patlamalarını oluşturan fotonlar 1 keV’den 100 GeV’ye kadar enerjilere sahip olabilmektedirler. Bu enerjinin çoğunluğu 10MeV’den küçük enerjilerdedir. Bu spektrumlar ısısal-olmayan (non-termal) bir yapıya sahiptirler; yani bir Planck spektrumu eğrisine uymazlar, özellikle yüksek enerjilerde, ‘güç spektrumu’ olarak isimlendirilen, $dN/dE=S \approx k E^{-\alpha}$ ve logaritmik çizimlerde, $\log S = \log k -\alpha \log E$ eşitliği gereği, $y = m x + b$ şeklindedirler. (burada $y= \log S$, eğim, $m= -\alpha$, $x=\log E$ ve $b=\log k$ ’dır.

Ardıl ışınım, anlık γ ışın patlamasında sonra başlayan, günler, haftalar ve hatta aylar boyunca sürebilen, 1-10 keV’den daha düşük enerjili ışınımlardır. Ardıl ışımalar X ışını, optik ve radyo bölgelerinde gerçekleşebilir. Ardıl ışımaların gözlenmesi ile birlikte patlamaların yerleri, ve bazan da ‘ev sahibi’ gökadalarnı belirlenmeye; gözlenen bazı kıızıla kayma çizgileri ile de patlamaların uzaklıkları saptanmaya başlanmıştır. Bu uzaklıkların genellikle kozmolojik değerlere sahip oldukları, $z \sim 1$ civarında yoğunlaştıkları ve Evren’deki gökada oluşum evrelerine karşılık gelen dönemleri işaret ettikleri görölmektedir (Olutaş, 2002; Özel ve ark., 2005).

Merkezi mekanizmayı ayrıntılı olarak tanımlamamızı sağlayacak bir kısım doğrudan gözlemlere sahip olmamıza rağmen, tüm olayları açıklayan bir model ortada yoktur. γ – ışınması ve ardıl ışımalarda açığa çıkan enerjinin miktarı ve spektral dağılımı, olayların süreleri,

patlama esnasında fırlatılan materyalin huzme ve jet yapılarının gerekliliği ve izleri, ev sahibi gökadalardan tipleri ve Tip Ic süpernovalarla gözlenen bağlantılara dayanarak yapılan modellemelerin sonuçlarına göre, uzun süreli patlamalar Çökerti (Collapsar) modeli ile (kütleli bir yıldızın ani çöküşü) açıklanırken, kısa süreli patlamalar iki yoğun çift nesnenin [nötron yıldızı – nötron yıldızı (NY – NY) ve nötron yıldızı – karadeli (NY – KD) gibi] birleşmesi modeli ile açıklanmaya çalışılmaktadır (Meszaros, 2001; Geçim, 2007). Samanyolu-dışı çok uzak olaylar temelinde yapılan bu modellerin her birinde mutlaka bir karadeliğin olduğu düşünülmektedir. Yani her GIP, aslında, Evren’de bir yerlerde yeni bir karadeliğin habercisi olmaktadır!

Ancak, bu kadar yüksek enerjilerde, bu türden ekzotik mekanizmalar yerine, bu olayları, Samanyolu içindeki nötron yıldızlarının çeşitli etkinlikleri ile açıklamanın hala mümkün olabileceğini ileri süren bir ‘azınlık’ görüşü de halen tartışmalarda ileri sürülmektedir (Kundt, 2007).

3. Çok Yüksek Enerjili Kozmik Işınlardan kaynağı olarak GIP’ler

Samanyolu-içi kozmik ışınların ise olağan süpernovalar tarafından oluşturulabileceği zaten kabul gören bir varsayımdır (Özel, 1972).

GIP’ler ise, SY-ötesi kozmolojik uzaklıklarda olaylar ise, içerdikleri enerjiler nedeni ile süper-süpernovalar olarak düşünülebilirler. Hangi mekanizmalarla, nasıl oluştukları iyi anlaşılabilen çok yüksek enerjili kozmik ışınların, GIP oluşumu sırasında ortaya çıkmaları, kanımızca yüksek bir olasılıktır. Henüz yönsel olarak böyle bir bağıntı gözlenememiş olmasına karşılık, enerji bütçesinin yüksekliği, GIP olaylarını çok yüksek enerjili kozmik ışınların en olası kaynakları arasına sokmaktadır. Çalışmalarda bu olasılık göz önüne alınmalıdır.

Teşekkür. Yazdığımız metni gözden geçirerek düzeltmeler öneren hocamız Prof. Dr M.E.Özel’e teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Geçim, G., 2006, 'Gama Işın Patlamaları', Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya.
- Jackson, D., 1962, Classical Electrodynamics, John Wiley.
- Kaçar, Y., 2005, 'Süpernovalar ve SN2004dj Süpernovası', Yüksek Lisans Tezi, ÇOMÜ Fizik Bölümü.
- Kundt, W., 2007, 'Astrofizikte Alternatif Çözümler' Çalıştayı, ÇOMÜ Fizik Bölümü.
- Meszaros, P., 2001, Science, 291, 79.
- Olutaş, M., 2002, MSc Thesis, 'Cosmic Gamma Ray Bursts', Abant İzzet Baysal Üniv. Fizik Böl.
- Özel, M.E., 1972, 'Ultrahigh Energy Gamma Rays from Supernovae and Their Detection Through Atmospheric Fluorescence System', MSc Thesis, ODTÜ Fizik Böl.
- Özel ve ark., 2006, 'GRB Studies in Turkey', invited paper, Romanian Journal of Astronomy.
- Schlickeiser, R., 2002, 'Cosmic Ray Astrophysics', Springer V., s.1.
- Spiering, C., 2007, 'Status and Perspectives of Astroparticle Physics in Europe', Messenger, 129 (Sept.2007), p.33.