

KOZMİK GAMA IŞIN PATLAMALARI'NIN FARKLI ELEKTROMANYETİK BANTLARDAKİ ARDIL IŞIMA İSTATİSTİĞİ

Murat OLUTAŞ, Mehmet Emin ÖZEL*
Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Fizik Bölümü
Bolu
olutas_m@ibu.edu.tr

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fizik Bölümü
Çanakkale
m.e.ozel@comu.edu.tr

Özet: *Gizemini birkaç yıl öncesine kadar koruyan Gama Işın Patlamaları'nın (GIP) çözümünde farklı elektromanyetik bantlardaki ardıl ışımlarının öneminin farkına varılmış ve bu konuda çalışmalar gün geçtikçe artmaya başlamıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda NASA ve Michigan Üniversitesi işbirliği ile yürütülen ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu GIP'ların optik bileşenlerini araştırma projesi ROTSE (Robotic Optical Transient Search Experiment) hayata geçmiş bulunmaktadır. Bu çalışmada GIP'ların anlaşılmasında önemli bir rol oynayan x-ışın, optik ve radyo bölgelerindeki ardıl ışımları içeren bir istatistik yapılmış bulunmaktadır.*

1.Giriş

Önceden öngörülemeyen zamanlarda ve uzay konumlarında, oldukça kısa süreler (0.1-100 s) içinde meydana gelen Gama Işın Patlamaları (GIP), yoğunlukla yüksek enerjili ($\geq 100\text{KeV}$) fotonların atımlarıyla oluşan patlama olaylarıdır. Bu patlamalar, enerji içeriği itibarıyla (10^{51} - 10^{54} erg/s) şuna kadar Büyük Patlamadan sonra en büyük enerji salma olayı olarak kabul edilmektedirler.

Keşifleri tamamıyla astronomi dışı gelişmelerle olan GIP'lar, ilk olarak 1967 yılında Vela adlı bir dizi uydu tarafından algılanmış ve bilim dünyasına 1973 yılında Klebesadel ve arkadaşları tarafından duyurulmuştur [1]. Daha sonraki yıllarda GIP çalışmalarına en büyük katkı, 1991 yılında gönderilen Compton Gama Işın Uydusu (Compton Gamma Ray Observatory, CGRO) üzerinde bulunan Patlamalar ve Geçici Kaynaklar Deneyinden (Burst And Transient Source Experiment, BATSE) gelmiştir. BATSE deneyi ile 2000'i aşkın GIP olayı incelenmiş ve bu olayların uzaysal dağılımının izotropik olduğu gözlenmiştir. Bu dağılım GIP'ların kozmolojik kökenli olaylar olduğunu göstermektedir [2]. BATSE verilerinin GIP çalışmalarına diğer bir önemli katkısı ise GIP'ların sınıflandırılması konusunda olmuştur. GIP'lar, patlama sürelerinin dağılımları itibarıyla kısa patlamalar (< 2 s) ve uzun patlamalar (> 2 s) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar [3]. Gözlenen kısa patlamaların uzun patlamalara oranı yaklaşık 1/3 oranındadır. Fakat bu uzun patlamaların kısa patlamalardan daha çok olduğu anlamına gelmemektedir. BATSE'nin kısa patlamalara oranla uzun patlamalara daha duyarlı olmasından kaynaklanmaktadır.

2.GIP'ların Ardıl Işımları ve Kökeni

GIP'ların farklı elektromanyetik bantlardaki (x-ışın, optik ve radyo) ardıl ışımlarının keşfi ile GIP çalışmalarında yeni bir sayfa açılmıştır. Elektromanyetik spektrumun gama bölgesine denk gelen ana patlamayı takip edecek şekilde meydana gelen ardıl ışımların keşfi ilk olarak 1997 İtalyan uydusu Beppo-SAX tarafından olmuştur. Beppo-SAX'ın GRB970228 patlamasının x-ışın ardıl ışıma görüntülerini elde etmesinin [4] ardından algılamaların optik ve bazen radyo bölgelerine uzayarak günlerce veya haftalarca sürdüğü gözlenmiştir [5]. GIP'ların ardıl ışımlarının keşfi kızılakayma mesafelerinin ölçümüne, patlamaların olduğu evsahibi galaksilerin teşhisine ve mesafelerin belirlenmesine olanak sağlamıştır. Böylece GIP olaylarının doğası hakkında daha fazla bilgi birikimine sahip olunmuş ve bu olayların kozmolojik mesafelerde oluştuğu anlaşılmıştır [6][7].

GIP'ların ardıl ışımlarının keşfinden sonra yapılan gözlem ve araştırmalar, GIP'ların gökadalardan yıldız oluşum bölgelerindeki süpernova patlamaları ile alakalı olduğuna dair önemli kanıtlar sunmuştur. Birçok araştırmacının üzerinde birleştiği ortak görüş, patlamaların kökenlerinin iki sınıfa ayrılabilceği yönündedir. Bu görüşlerden birincisi, özellikle uzun süreli patlamaların çökücüler (collapsar) veya hipernova diye isimlendirilen yaklaşık 20-30 Güneş kütleline sahip ağır yıldızların nükleer yakıtlarını tüketip kendi kütleli altında ezilerek çekirdek çökmesi sonucu çok güçlü süpernova patlaması ile oluştuğu yönündedir [8]. Diğer bir model ise kısa süreli patlamalar için öngörülmektedir. Bu modelde senaryo genellikle nötron yıldızı çiftleri (NY-NY) ve nötron yıldızı-karadelik (NY-KD) çiftlerinin çarpışmaları üzerine kuruludur [9][10]. İki modelin ortak öngörüsü, olayların son evresinde bir karadelik oluşumu üzerinedir.

3.ROTSE Projesi

GIP'ların çözümünde eş zamanlı olarak kayıt edilen farklı elektromanyetik bantlardaki ışımların önemi uzun zamandır düşünülmekte ve bu doğrultuda şüana kadar birçok proje ortaya atılmış ve denenmiştir. Fakat GIP'ların çok kısa zaman zarfında gerçekleşmesi ve bu dar zaman aralığında olayın yerini gözlemleyebilecek optik ve diğer ayrışım bölgeleri teleskop ve dedektörlerin olaya bakma süresindeki gecikme ve eş güdümdaki yetersizlikleri nedeniyle son birkaç yıla kadar yeterli bilgi ve veri toplanamamıştır. Bu eksiklikler gözönünde bulundurularak tasarlan projelerden biri ROTSE projesidir.

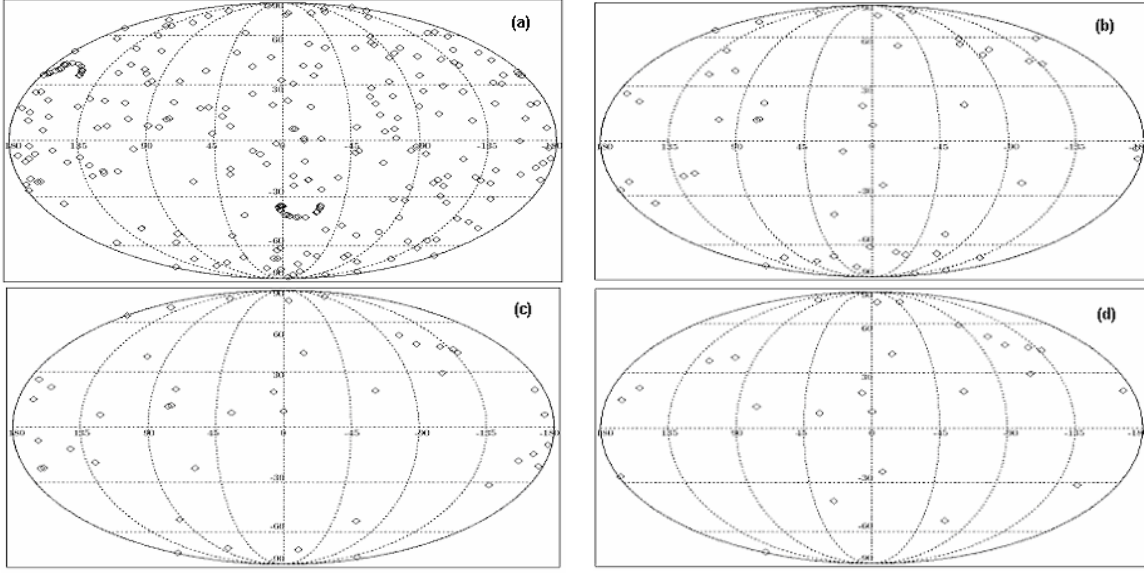
Görev ve tasarımı itibarıyla tamamen GIP'ların optik bileşenlerini incelemeye yönelik olan ve "Geçici Optik Olaylar için Robotik Teleskop Deneyi" (Robotic Optical Transient Search Experiment) olarak isimlendirilen ROTSE deneyi birbirleri ile koordineli olarak çalışan 4 adet 45cm ayna çaplı robotik teleskoptan oluşmaktadır. NASA tarafından finanse edilen ve Univ. of Michigan koordinasyonundaki projeye dahil olan teleskoplardan 2'si kuzey yarımkürede (Texas-ABD ve Antalya-Türkiye), diğer ikisi ise güney yarımkürede (Namibya ve Avusturalya) bulunmaktadır. ROTSE sisteminin Türkiye'de bulunan ve ROTSE-IIID olarak adlandırılan teleskopu TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinde (TUG – Bakıtlıtepe/Antalya) kurulmuş bulunmaktadır. Daha önceden ROTSE-I, II, III gibi prototiplerle yapılan gözlem ve bulgular, GIP'ların optik bölgedeki ardıl ışımlarını kaydetmedeki başarısı ile uluslararası bilim dünyasında dikkatleri üzerine çekmiş bulunmaktadır.

4.GIP Ardıl Işıma İstatistiği

Uydularca gözlenen GIP olayları, keşif sonrasında vakit geçirilmeden dağıtılmakta ve bu verilere dayanarak çeşitli gözlemevleri veya diğer başka uydular tarafından gerçekleştirilen x-ışın, optik ve radyo bölgelerine ait ardıl ışıma gözlemleri ile ilgili sonuç ve bulgular "Dünya GIP Uyarı Ağı" (Gamma-ray Coordinates Network, GCN) adıyla çalışan internet sitesinde yayınlanmaktadır. Bu sitede yayınlanan bilgilere dayanarak ROTSE-IIID Türkiye ayağının kurulum aşamasına kadar bazı istatistiksel bilgiler edinmeye çalışmış bulunmaktayız.

28 Şubat 1997 – 28 Mayıs 2003 tarihleri arasındaki 2281 günlük zaman zarfında GCN'de yayınlanan patlama olaylarını incelediğimizde 271 patlama olayının uydular tarafından algılandığını görmekteyiz. Buda yaklaşık olarak günde bir GIP olayının gözlenme olasılığının %1.2 olduğu anlamına gelmektedir. Fakat son yıllarda artan uydu ve dedektör sayılarını hesaba kattığımızda, 2003 yılı içinde gözlenen patlama olaylarını ele almak daha doğru olacaktır. Bu doğrultuda 2003 yılı içinde incelediğimiz 148 günlük zaman diliminde 67 GIP olayı gözlenmiş bulunmaktadır ve bu da yaklaşık olarak 2 günde 1 GIP olayının algılanabileceği anlamına gelmektedir. Bu 271 GIP olayının göksel koordinatlarda dağılımına baktığımızda (Şekil-1a) , BATSE'nin çıkarmış olduğu göksel dağılım ile örtüşen ve özel bir yönelmesi olmayan izotropik yapı içinde olduğunu görmekteyiz [11].

GCN'de yayınlanan bu 271 GIP olayını ardıl ışımlarına baktığımızda ise, yaklaşık geçen 7 yıllık zaman zarfında 50/60 x-ışın, 43/156 optik ve 26/78 radyo bantlarında başarılı ardıl ışıma gözlemleri yapılmış bulunmaktadır. Başka bir deyişle, ardıl ışıma gözlemi yapılan bir GIP olayında sırasıyla x-ışın, optik ve radyo bantlarında ardıl ışıma gözlenme olasılıkları %83.3, %27.6 ve %33.3'dür. Ardıl ışımları bulunan GIP olaylarının göksel dağılımları x-ışın (Şekil-1b), optik (Şekil-1c) ve radyo (Şekil-1d) bantları için aşağıda Şekil-1'de verilmiştir. Ardıl ışımlarının bulunduğu elektromanyetik bantlara göre incelediğimizde GIP'ları basitçe 6 sınıfta toplayabiliriz. 13 GIP olayının her üç bantta (XA+OA+RA), 11 GIP olayının x-ışın ve optik (XA+OA), 7 GIP olayının optik ve radyo (OA+RA), 6 GIP olayının x-ışın ve radyo (XA+RA), 20 GIP olayının sadece x-ışın (XA) ve 12 GIP olayının sadece optik (OA) bantta ardıl ışıması bulunduğu görülmektedir.



Şekil 1. GCN’de yayınlanan 271 GIP olayının (a), 50 x-ışın (b), 43 optik (c) ve 26 radyo (d) ardıl ışıması yapan GIP olaylarının göksel dağılımları [11].

Burada dikkat çekici taraf, hiçbir GIP olayının radyo bantında tek başına bir ardıl ışımasının olmamasıdır. Ayrıca, ardıl ışıması bulunan 69 patlama olayının 50’sinde x-ışın, 43’ünde optik ardıl ışımalarının gözlenmesi diğer bir dikkat çekici taraftır. Başka bir deyişle, ardıl ışıma yapabilen GIP olaylarında %72.5 oranında x-ışın ve %62.3 oranında optik ardıl ışıması gözlenme olasılığı olduğunu söyleyebiliriz. Bu yüksek diyebileceğimiz gözlenme olasılıklarına baktığımızda, x-ışın ve optik ardıl ışımalarının GIP’ların doğasının anlaşılmasında önemli bir yeri olduğunu söylemek mümkündür.

5.Sonuç

Yukarıda da belirttiğimiz gibi, ardıl ışımaların GIP’ların çözümü ve anlaşılması yönünde önemli bilgileri taşıdığı artık GIP çalışanları tarafından kabul edilmektedir. Bu doğrultuda hazırlanan ve Türkiye’nin de içinde yer aldığı ROTSE projesine dahil teleskoplarının optik bölgedeki ardıl ışımaları ana patlamadan çok kısa bir süre içinde gözlemleyebilmesi ile GIP çalışmalarına büyük katkıları olacaktır. TUG’da bulunan 40cm ve 1.5m ayna çaplı teleskoplar olan T40 ve RTT150 teleskopları, ROTSE-IIID’nin yanında GIP optik ardıl ışıma gözlemlerinde yeryüzünde konuşlanmış birçok optik teleskopa oranla şansı artacak ve GIP çalışmalarına katkıları kaçınılmaz olacaktır.

6.Kaynaklar

- [1]. Klebesadel R.W., Ap.J **182**, s L85, 1973.
- [2]. Meszaros P., Science **291**, s 79, 2001.
- [3]. Kouveloutou C., Ap.J **413**, s L11, 1993.
- [4]. Costa E., Nature **387**, s 783, 1997.
- [5]. van Paradijs J., Nature **386**, s 686, 1997.
- [6]. Metzger M., Nature **387**, s 878, 1997.
- [7]. Kulkarni S., in Gamma Ray Bursts, Proc. 5th Huntsville Symp (AIP:New York), (astro-ph/0002168), 1999.
- [8]. Woosley S., Ap.J **405**, s 273, 1993.
- [9]. Paczynski B., Ap.J **308**, s L43, 1986.
- [10]. Meszaros P. ve Rees M.J., Ap.J **482**, s L29, 1997.
- [11]. Olutaş M., “Cosmic Gamma Ray Bursts: Their Afterglow And Related Statistics” Yüksek Lisans Tezi, A.İ.B.Ü., 2004.