

XRO 080109: ŞOK KIRILMASI OLAYI MI?

¹Özgecan ÖNAL, ¹A. Talât SAYGAÇ, ²Murat TAŞ

¹*İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119-Üniversite, İstanbul*

nacegzo_2003@yahoo.com , saygac@istanbul.edu.tr

²*İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, 34119-Üniversite, İstanbul*

Murattas2001@gmail.com

Özet

X-ışın patlaması (XRO) olarak gözlenen XRO 080109'un, sıra dışı doğası üzerine literatürde üç farklı görüş bulunmaktadır: (i) Süpernova şokunun kırılması (Burrows ve diğ. 2008; Soderberg ve diğ. 2008); (ii) X-ışın parlaması (XRF) (Berger ve Soderberg 2008; Li 2008); (iii) Bir gama-ışın patlamasının (GIP) X-ışın Parlaması (XRF) (Burrows ve diğ. 2008). Eğer bu cisim Berger ve Soderberg (2008)'in öne sürdüğü gibi bir $\sim 10^{11}$ cm yarıçaplı kompakt bir ata yıldızı çevreleyen yoğun rüzgâr içerisinden geçen süpernova şokunun kırılması ise bu keşif süpernova çalışmaları için önemli bir konumdadır. Bu poster bildiri çerçevesinde bu cismin olası doğası üzerine tartışmalar özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – *X-ışın parlamaları, süpernovalar, Gama Işın Patlamaları (GIP).*

Abstract

XRO 080109 observed as an X-ray outburst (XRO) and there are three debates on it's nature: (i) Shock breakout of supernova shock (Burrows et al. 2008; Soderberg et al. 2008); (ii) An X-ray flare (XRF) (Berger and Soderberg, 2008; Li, 2008); (iii) An XRF of a gamma-ray burst (Burrows et al. 2008). If this object really the supernova shock breakout coming from the inside of the dense circumstellar wind that surrounds the compact progenitor of radius $\sim 10^{11}$ cm as Berger and Soderberg (2008) proposed, then this discovery pose very special place for supernova studies. In the framework of this study possible nature of this object is examined.

Keywords – *X-ray flares, supernovae, Gamma Ray Bursts (GRB's).*

1. Giriş

XRO 080109; 9.56 Ocak 2008 UT'de Swift X-ışın Teleskobu (XRT; 0.3-10 keV) tarafından NGC 2770 galaksisinin merkezinden 9 kpc uzaklıktaki son derece parlak, ~400 sn'lik bir X-ışın geçişkeni olarak keşfedilmiştir. Patlamanın gama-ışınlarındaki öncül akısı gözlenmemiştir. X-ışınlarında yayınlanan toplam enerji $E_X \approx 1.3 \times 10^{46}$ erg (Li, 2008) ve ışınma gücü $L_{X,p} \approx 6.1 \times 10^{43}$ erg sn⁻¹'dir. XRO'nun keşfinden 1.84 gün sonra yapılan optik geçişkene ait tayfsal analizlerde NGC 2770'e ait 5700Å yakınındaki geniş bir soğurma özelliği keşfedilmiştir. Bu özellik patlaması yükselmekte olan SN bileşenidir. Yapılan ardışık gözlemler bu belirlemenin doğruluğuna işaret etmiştir (Malesani ve diğ. 2008; Page ve diğ. 2008). Bu cisim bir *Tip Ib/c* SN'i olarak sınıflandırılmıştır (Li ve diğ. 2008; Page ve diğ. 2008): SN 2008D. Soderberg ve diğ. (2008)'in elde ettiği optik tayflarda SN tayfının özelliksiz süreklilik halinden, geniş soğurma çizgili haline gelerek ve sonunda güçlü soğurma özellikleri olan bir tayfa doğru değiştiği görülmüştür. Patlamadan birkaç gün sonra güçlü *HeI* çizgileri belirlemiştir. Buradan çıkan en önemli sonuç SN 2008D'nin *He* bakımından zengin bir *Tip Ib/c* SN'i olduğu şeklinde yorumlanmıştır ve bu durum diğer GIP/SN'lerin SN bileşenlerinde gözlenmemiştir. SN 2008D'nin görsel mutlak parlaklığı $M_V \sim -16^m.7$ 'dir.

2. XRO 080109'un Doğası Üzerine Tartışmalar ve Sonuçlar

XRO 080109'un doğası üzerine literatürde yer alan üç farklı yorum bulunmaktadır. Bunlardan biri gözlenen bu kısa süreli X-ışın patlamasının bir SN şokunun yıldızın dış katmanlarından geçişinde meydana gelen kırılmalar esnasında oluştuğunu savunmaktadır (Soderberg ve diğ. 2008). Diğer bir yorum ise gözlenen bu patlamanın düşük enerjili bir X-ışın parlaması olduğunu savunmaktadır (Berger ve Soderberg, 2008; Xu ve diğ. 2008; Li 2008). Üçüncü yoruma göre ise bu patlama bir GIP'in X-ışın ardıl ışınmasında meydana gelen bir "parlama -flare" olarak savunulmuştur (Burrows ve diğ. 2008).

Soderberg ve diğ. (2008)'de; şok kırılması, ışınım ile yayılan şoktan, optik derinlik 1 olana dek süren çarpışmasız şoka geçiş olarak

tanımlanmıştır. Bu geçişin; güçlü bir termal UV/X-ışın emisyonu üretmesi beklenir! Ayrıca, bu bileşene bir de daha yüksek enerjilerdeki fotonların fırlatılan maddeler ve yıldızın çevresindeki ortam arasındaki çoklu saçılmalarından (“büyük” komptonizasyon) kaynaklanan bir non-termal bileşen eşlik edebilir! XRO 080109’da; hem termal hem de non-termal bileşen bulunmuştur. Buradan itibaren şok kırılmasının olası yarıçapı $R_{sho} \approx 7 \times 10^{11} \text{ cm}$ (gözlenen parametrelerden) ve $R_{sho} \sim 10^{12} \text{ cm}$ (değişkenlik zaman ölçeğinden) bulunmuştur. Tipik bir Wolf-Rayet (WR) yıldızı için bu yarıçap $\sim 10^{11} \text{ cm}$ ’dir. Bu değer, hesaplanan değerlerin biraz altındadır. Buradan yıldızı çevreleyen yoğun bir rüzgârın varlığı, bu rüzgârın kütle kayıplarına sebep olduğu, bunun ise radyo gözlemleri ile uyduğu ortaya konulmuştur. Kırılma esnasında şokun hızı $\gamma\beta \approx 1.1$ olarak hesaplanmıştır. Yani kompakt SN ata yıldızları için öngörüldüğü gibi, dış akışın trans-rölativistik olduğu bulunmuştur. Trans-rölativistik şokun hızı termal şok kırılması bileşeninin etkin bir şekilde komptonize olduğuna işaret eder. Fırlatılan maddelerin optik derinliği, $\tau_{ej} \approx 3$ ’tür. Yani etkin Compton saçılması meydana gelmiştir. Enerjide meydana gelen büyüme $A \sim 3$ ve Compton parametresi >1 bulunmuştur. Sonuç olarak komptonize olan bileşen termal bileşenden daha parlaktır. Maddeler genişledikçe optik derinlik azalır ve komptonize olan bileşenin tayfı yumuşar. Bu durum XRO 080109’da gözlenen durum ile uyuşmaktadır. Buna dayanarak Soderberg ve diğ. (2008) (*keşfi yapan ekip*), bu patlamanın kompakt ata yıldızı çevreleyen yoğun bir rüzgâr boyunca geçen süpernova şokunun kırılması olarak yorumlamışlardır. Elde ettikleri bu sonucu patlamadan sonraki 0.1-30 aralığındaki günlerde yapılan geniş çaplı radyo UV/optik gözlemler ile desteklemişlerdir. Ayrıca, elde ettikleri X-ışın patlaması oranlarının, çekirdek çökmeli SN oranı ile uyuşmakta olduğunu ve buradan gelecekte yapılabilecek geniş alan X-ışın taramalarının, patlama zamanında olan yüzlerce süpernovanın keşfedilmesine yol açacağı sonucuna ulaşmışlardır. Bu sayede kritik bir rolü olan nötrino ve çekimsel dalga detektörlerinin sonunda bu patlamanın mekanizmasını çözebileceklerini öne sürmüşlerdir.

Burrows ve diğ. (2008), X-ışın geçişkeninin ışık eğrisinin sertten yumuşağa doğru olan tayfsal evrimini; öncül, geniş bir XRF'e ya da bir X-ışın parlamasına (flare) benzetmişlerdir (bu bakımdan GRB 050502B'ye benzediği için). Buna dayanakları ise eğer bir parlama ise T0 yüzlerce saniye önce olabileceğidir. Li (2008), Swift patlama alarm teleskobunun (BAT) daha önce meydana gelen iki olayda da o bölgede bulunduğunu ve herhangi bir tetiklemede bulunmadığını yani herhangi bir emisyon alınmadığını öne sürerek, bu senaryonun geçersiz olacağını savunmuştur.

Berger ve Soderberg (2008), NGC 2770'te bulunan bu cismin yüksek ışınma gücüne, ışık eğrisinin şekline ve 10^{45} erg civarındaki toplam enerjisine bakarak, zayıf bir XRF olabileceğini, hatta; GRB 980425'in bir analogu olabileceğini öne sürmüşlerdir. Xu ve diğ. (2008), NGC 2770 galaksisinin bol H α izleri taşıyan, yıldız oluşumunun aktif olduğu bir galaksi olduğunu ve bu bakımdan GIP/XRF'ler için tipik olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca X-ışın geçişkeni XRO 080109'un, enerjili GIP'lardan normal Tip Ib/c SN'lerine geçişi simgeleyebileceği şeklinde yorumlamışlardır.

Li (2008) ise 080109'un son derece yumuşak tayfına rağmen normal bir XRF ya da bir GIP ile karşılaştırıldığında bu cismin doğal olarak GIP/SN ilişkisi çerçevesinde bir XRF olabileceğini savunmaktadır. Li (2008)'e göre; öncül emisyon evresinden sonraki X-ışın ışık eğrisinin şekli, bu cismin bir XRF olduğunu desteklemektedir. Xu ve diğ. (2008), üstel bozunumun sonunda, X-ışın ışık eğrisinin, ≈ 1.1 'lik bir

foton indeksi ile gözlem zamanından sonraki 30000 sn'ye kadar bir güç kanunu ile bozunmaya devam ettiğini belirlemiştir. XRO 080109, daha önceki en sönük XRF olan 980425'ten 2 merteye daha sönük ve tayfı daha yumuşaktır. Foton sayımları ve XRT verilerinin kullanılarak, GIP emisyonları için olan Sinkrotron Emisyonu modeline göre; belirlenen tayfsal enerjisi, $0.037\text{keV} < E_{\text{peak}} < 0.3\text{keV}$ aralığındadır. İzotropik enerjisi ise patlamanın eylemsizlik sistemine göre $E_{\text{iso}} = 1.3_{-0.7}^{+1.05} \times 10^{46}$ erg'tir ($1-10^5$ keV aralığında). E_{iso} ve E_{peak}

parametreleri GIP'lar için güvenilir bir ilişki olan Amati İlişkisi'ne uymaktadır. Alternatif olarak E_{iso} 'dan itibaren Amati İlişkisi E_{peak} 'in $\approx 0.12_{-0.089}^{+0.23}$ olduğuna işaret eder ve bu durum Swift XRT ve UVOT (ultraviyole ve optik teleskop) verileri ile uyumludur. Bu veriler E_{peak}

ve SN bileşeninin maksimumdaki bolometrik parlaklık ve E_{peak} ve sentezlenen radyoaktif nikel kütlesi arasındaki ilişkiye de uymaktadır. Radyo emisyonları bilinen yakın GIP/SN'ler kadar olmasa da, güçlüdür (Soderberg ve diğ. 2008). Sonuç olarak Li (2008), geçişken 080109'un yumuşak bir XRF olduğunu ve GIP/SN ilişkisi'ne de uyumlu olduğunu savunmaktadır.

Li (2008)'de Soderberg ve diğ. (2008)'de öne sürülen “şok kırılması olayı” dört açıdan çürütülmektedir. Bunlar; (i) X-ışınlarında alınan tayfin karacisim bileşeninin olmaması, (ii) İki bileşenli bir karacisim fiti uydurulsa bile bu iki karacisim bileşeninin şok kırılmasından türetilmeyeceği, (iii) Fotosferik yarıçapın patlamadan 100sn sonraya denk geldiği varsayılarak olası karacisim bileşenleri için fotosferik hızlar belirlenmiş ve bu hızların trans-rölativistik olmadığı, (iv) Patlamanın ~600 sn'lik süresinin SN Ib/c'ler için öngörülen süreden uzun olmasıdır.

4. Kaynaklar

Li, L., 2008, “*The X-Ray Transient 080109 in NGC 2770: an X-Ray Flash Associated with a Normal Core-Collapse Supernova*”, astro-ph/0803.0079v2.

Xu ve diğ. 2008, “*Mildly Relativistic X-Ray Transient 080109 and SN 2008D: Towards a Continuum From Energetic GRB/XRF to Ordinary Ibc SN*”, astro-ph/0801.4325v2.

Soderberg ve diğ. 2008, “*An Extremely Luminous X-Ray Outburst Marking the Birth of a Normal Supernova*”, astro-ph/0802.1712.

Chevalier ve diğ. 2008, “*Shock Breakout Emission From A Type Ib/c Supernova: XRF 080109/SN 2008D*”, astro-ph/0806.0371v1.

Malesani ve diğ. 2008, “*Early Spectroscopic Identification of SN 2008D*”, astro-ph/0805.1188v1

Modjaz ve diğ. 2008, “*From Shock Breakout to Peak and Beyond: Extensive Panchromatic Observations of the Aspherical Type Ib Supernova 2008D Associated with Swift X-Ray Transient 080109*”, astro-ph/0805.2201v2.

Burrows ve diğ. 2008, “*Swift Observations of the X-Ray Transient in NGC 2770*”, GCN Circular Reports, 7179.

Berger ve Soderberg, 2008, “*Bright X-ray Transient in NGC 2770 - A low-luminosity XRF?*”, GCN Circular Reports, 7159.

Page ve diğ. 2008, “*Observations of an X-ray transient in NGC 2770*”, GCNR, 110, 1.