

GALAKTİK SÜPERNOVA KALINTISI KES 79 (G33.6+0.1)'DAN GELEN X-IŞIMASININ DOĞASI

Fatma GÖK¹ ve Aytap SEZER²

¹ Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, 07058, Antalya
(eposta: gok@akdeniz.edu.tr)

²TÜBİTAK UZAY Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, 06531, Ankara
(eposta: aytap.sezer@boun.edu.tr)

Özet: Bu çalışmada en yeni X-ışını uydusu olan *Suzaku* ile alınan veriler kullanılarak, Kes 79 süpernova kalıntısına ait görüntü ve tayf analizleri yapılmıştır. Elde edilen tayfta Mg, Si ve S çizgileri açıkça görülmektedir. Yapılan analiz ile kalıntıdan gelen ışımının ısıl (termal) kökenli olduğu, plazmanın durumunu tanımlayan en iyi modelin non-equilibrium ionization (NEI) modeli olduğu bulunmuştur. Plazmaya uygulanan model (wabs*NEI) elektron sıcaklığını, galaktik sütun yoğunluğunu ve iyonlaşma zamanını sırasıyla $kT_e \sim 0.8$ keV, $N_H \sim 1.7 \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ ve $\tau \sim 6.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ s olarak vermiştir. Tayfta açıkça görülen elementlerin bollukları ise Güneş değerinde bulunmuştur. Bu durum patlama ile atılan maddenin yıldızlar arası ortama karıştığını gösterir dolayısıyla da kalıntının yaşı hakkında bilgi verir.

1. Giriş

Galaktik süpernova kalıntısı (SNK) Kes 79 (G33.6+0.1) radyo ve X-ışınında iç içe yarım kabuklardan oluşan ilginç bir yapıya sahiptir (Seward & Velusamy 1995, Frail & Clifton 1989). Doğu ve güneydoğusunda bulunan moleküler bulutsularla etkileşmektedir (Scoville vd 1987, Green & Dewdney 1992).

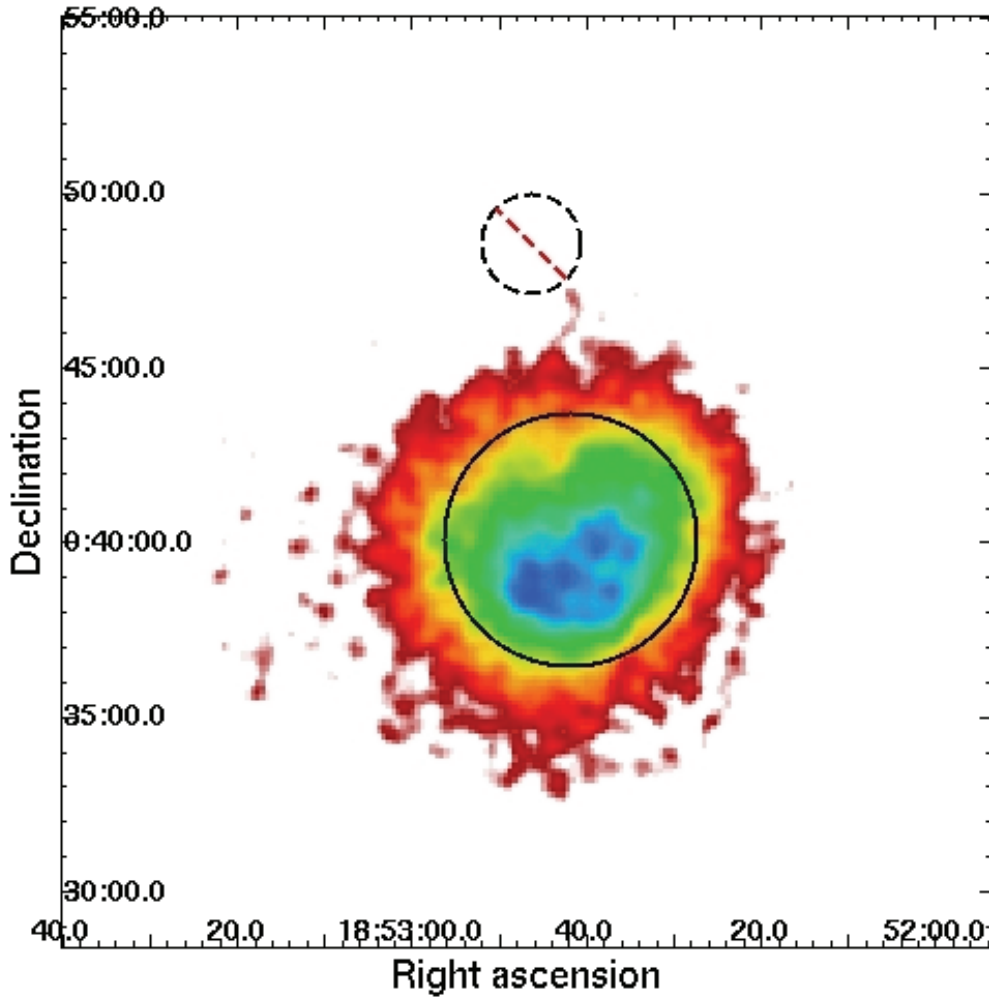
ROSAT gözlemleri bu kalıntının merkezde parlak, radyo dış kabuğuna doğru ise yaygın ve sönük olduğunu göstermiştir (Seward & Velusamy 1995). ASCA gözlemlerinden elde edilen tayfta güçlü Mg, Si, S ve Fe L çizgileri görülmüştür (Sun & Wang 2000, Tsunemi & Enoguchi 2002). Seward vd (2003), Chandra gözlemlerinden 0.8-8 keV enerji aralığında, kalıntının geometrik merkezine yakın tıkHz X-ışını kaynağı olan CXOU J185238.6+004020'yi buldular. Gotthelf vd (2005) ve Halpern vd (2007) ise XMM-Newton gözlemleri ile 0.3-10 keV enerji aralığında bu kaynaktan 105 ms dönemli atmalar tespit ettiler.

Bu kalıntı için HI çizgisinden bulunan uzaklık 10 ± 2 kpc (Frail & Clifton 1989), Galaktik dönme eğrisinden bulunan ise 7.1 kpc'tir (Case & Bhattacharya 1998). Bu kalıntının mixed-morfoloji sınıfına ait olduğu düşünülmektedir (Rho & Petre 1998).

Suzaku en yeni X-ışını uydusudur (Mitsuda vd 2007). Teknik özellikleri (düşük ar dalan ve yüksek tayfsal çözünürlüğe sahip olması) nedeniyle SNK'ler gibi sönük ve yaygın nesnelere gözlenmesinde oldukça başarılıdır. Radyo ve X-ışını bölgesinde kendine has bir yapıya sahip olan ve homojen olmayan bir ortamda bulunan Kes 79'un *Suzaku* analizleri yapılmış ve elde edilen ilk sonuçlar bu çalışmada sunulmuştur.

2. Gözlem ve Analiz

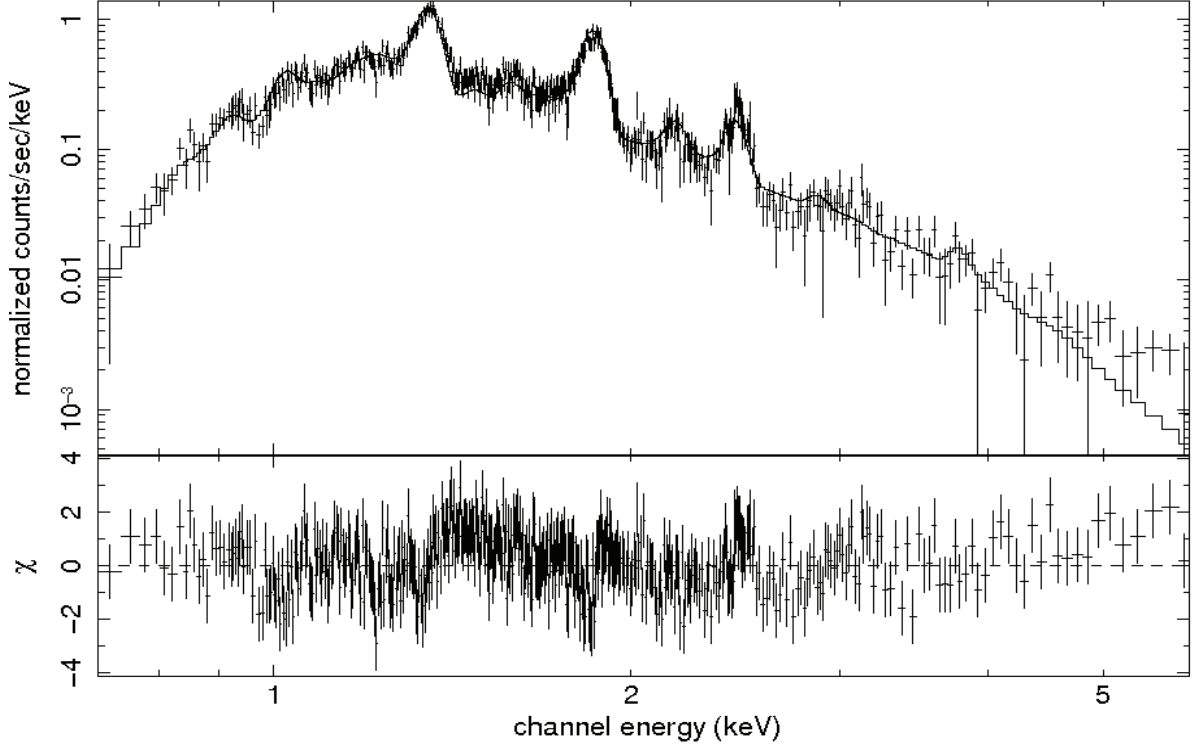
Kes 79 Suzaku tarafından 23 Nisan 2011’de yaklaşık 51 ks boyunca X-ray Imaging Spectrometer (XIS: Koyama vd 2007) ile gözlenmiştir (Gözlem no:506059010). XIS ikisi ön aydınlatmalı (XIS0 ve XIS3) ve biri ise arkadan aydınlatmalı (XIS1) olmak üzere üç CCD’ye sahiptir. 03-10.0 keV enerji aralığında elde edilen XIS1 görüntüsü Şekil 1’de verilmiştir. Bu şekilde en parlak olarak görülen, 3.6 açı dakika yarıçaplı çembersel bölge tayf analizi için, 1.4 açı dakika yarıçaplı çembersel bölge ise ardalan için seçilmiştir. Veri analizi için headas 6.5 yazılımı ve tayf analizi için xspec v11.3 programı (Arnaud 1996) kullanılmıştır.



Şekil-1. Kes 79’un 0.3-10.0 keV enerji aralığında XIS1 görüntüsü. Büyük çember tayf analizi için seçilen bölgeyi, küçük kesikli çember ise ardalan için seçilen bölgeyi göstermektedir.

Tayf analizlerinde en iyi uyumu non-equilibrium ionization (NEI) modeli (Borkowski vd 2001) vermiştir. Bu model galaktik soğurma modeli wabs (Morrison & McCammon 1983) ile iyileştirilmiştir. Analiz sırasında galaktik soğurma N_H , elektron sıcaklığı kT_e ve

iyonlaşma zamanı τ ($n_e t$) parametreleri serbest bırakılırken, element bolluğu güneş değerine (Anders & Grevesse 1989) sabitlenmiştir. Wabs*NEI modeli uygulanarak 0.3-6.0 keV enerji aralığında elde edilen tayf Şekil 2’de ve parametreler Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil-2. Kes79’un 0.3-6.0 keV enerji aralığında wabs*NEI modeli uygulanarak elde edilen XIS0 tayfı

Tablo 1. XIS0 tayfına wabs*NEI modeli uygulanarak elde edilen parametrelerin değerleri

Parametreler	Değerler
N_H (cm^{-2})	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^{22}$
kT_e (keV)	0.78 ± 0.02
τ ($\text{cm}^{-3} \text{s}$)	$(6.5 \pm 0.5) \times 10^{10}$
norm	1.6 ± 0.1
$\chi^2 / \text{d.o.f.}$	$502/455=1.1$

3. Tartışma ve Sonuç

Elde edilen tayfta Mg, Si ve S çizgileri açıkça görülmektedir. Yüksek N_H değeri bu kalıntının soğurmanın yoğun bir ortamda bulunduğunu gösterir. Moleküler bulutsularla etkileşmesi de bu durumu desteklemektedir. Elde edilen kT_e değeri SNK’ler için beklenen aralıktadır ve bu kalıntının diğer X-ışını çalışmalarından elde edilen sonuçlarla uyumludur. İyonlaşma zamanı τ ’nın $\sim 6.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3} \text{ s}$ olması bu kalıntıda hala iyonlaşmanın devam ettiğini (iyonlaşma denge durumundan uzak olduğunu) göstermektedir. Kalıntının bulunduğu ortamın yoğun olduğu bilinmektedir. Ortamın elektron yoğunluğunu $n_e \sim 1 \text{ cm}^{-3}$

kabul ederse kalıntının yaşı literatürdeki çalışmalarla uyumlu olarak yaklaşık 3000 yıl bulunur. Bu da kalıntının genç olduğunu gösterir. Genç kalıntılarda patlama ile ortama atılan maddenin (ejecta) baskın olması beklenir, ancak Suzaku analizleri “ejecta”yı işaret etmemektedir. Bunun olası nedeni, kalıntının oldukça yoğun bir ortamda bulunması ve bu ortamdan kısa zamanda yaklaşık 120 Güneş kütlesi kadar madde süpürerek, “ejecta”nın yıldızlararası ortamla karışmış olmasıdır.

4. Kaynaklar

- Anders, E., Grevesse N., 1989, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 53, 197
Arnaud, K. A., 1996, in Jacoby G., Barnes J., eds, *ASP Conf. Ser. Vol. 101, Astronomical Data Analysis Software and Systems V. Astron. Soc. Pac., San Francisco*, p. 17
Borkowski, K. J., Lyerly, W. J., Reynolds, S. P., 2001, *ApJ*, 548, 820
Case, G. L. & Bhattacharya, D. 1998, *ApJ*, 504, 761
Frail, D. A. & Clifton, T. R., 1989, *ApJ*, 336, 854
Gottlieb, E. V., Halpern, J. P. & Seward, F. D., 2005, *ApJ*, 627, 390
Green, D. A. & Dewdney, P. E., 1992, *MNRAS*, 254, 686
Halpern, J. P., Gottlieb, E. V., Camilo, F. & Seward, F. D., 2007, *ApJ*, 665, 1304
Koyama, K. et al., 2007, *PASJ*, 59, 23
Mitsuda, K. et al., 2007, *PASJ*, 59, 1
Morrison, R., McCammon, D., 1983, *ApJ*, 270, 119
Rho, J. & Petre, R., 1998, *ApJ*, 503, L167
Scoville, N. Z., Yun, M. S., Sanders, D. B., Clemens, D. P. & Waller, W. H., 1987, *ApJS*, 63, 821
Seward, F. D. & Velusamy, T., 1995, *ApJ*, 439, 715
Seward, F. D., Slane, P. O., Smith, R. K. & Sun, M., 2003, *ApJ*, 584, 414
Sun, M. & Wang, Z. R., 2000, *Adv. Space Res.*, 25, 549
Tsunemi, H. & Enoguchi, H., 2002, *PASJ*, 54, 735