

# C (Composite) Tipli G326.3–1.8 Süpernova Kalıntısının Tayfsal Özellikleri

Fatma Gök<sup>1</sup>★,

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanı, Antalya, 07058, Türkiye

## Özet

İçinde pulsar wind nebula barındıran G326.3–1.8 (MSH 15–56) orta yaşlı kompozit (C) tipli bir süpernova kalıntısıdır. Bu çalışmada yaklaşık 86 ks'lik *Suzaku* X-ışını uydu verilerini kullanarak, tayftan elde ettiğimiz ısısal ve ısısal olmayan ışımayı modelledik. Orta yaşlı bu kalıntıdan gelen ısısal ışımanın "ejecta" kaynaklı olup olmadığını araştırdık. Ayrıca, tayf analizinden elde ettiğimiz parametreleri kullanarak ve kalıntının uzaklığını 4.1 kpc kabul ederek ortamın elektron yoğunluğunu belirledik.

**Anahtar Kelimeler:** (ISM:) supernova remnants, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

## 1 Giriş

G326.3–1.8 (MSH 15–56) içinde pulsar wind nebula barındıran bir Galaktik Süpernova Kalıntısı (SNK)'dır ve radyo dalga boylarında keşfedilmiştir (Milne vd. 1979). H I ölçümlerinden uzaklık için alt limit  $\sim 3.1$  kpc (Goss vd. 1972), H $\alpha$  gözlemlerinden ise  $\sim 4.1$  kpc verilmiştir (Rosado vd. 1996). Optik bölgede H $\alpha$  filamentleri gözlenmiştir (van den Bergh vd. 1979). X-ışın dalgaboylarında ROSAT (Kassim vd. 1993), ASCA (Plucinsky 1998) ve yakın zamanda XMM-Newton ve Chandra uyduları ile çalışılmıştır (Temim vd. 2013; Yatsu vd. 2013).

## 2 Gözlem ve Veri İndirgeme Metodu

G326.3–1.8 kalıntısı *Suzaku* (Mitsuda vd. 2007) tarafından 2013-02-03 tarihinde X-ray Imaging Spectrometer (XIS; Koyama vd. 2007) ile yaklaşık 86 ks poz süresince gözlenmiştir (Obs ID 507039010). XIS ön aydınlatmalı (FI:XIS0 ve XIS3) ve arka aydınlatmalı (BI:XIS1) olmak üzere aktif 3 CCD'ye sahiptir. Veri analizi HEASoft version 6.16 ve XSPEC 12.8.2 (Arnaud 1996) ile yapılmıştır. XIS verisi 25'lik gruplandırılmış ve  $\chi^2$  istatistik kullanılmıştır.

## 3 Analizler

Şekil 1'de SNK'nin 0.3–10.0 keV enerji aralığında XIS3 görüntüsü verilmiştir (sol panel). Bu şekilde, tayf analizi için seçilen bölge elipsle gösterilmiştir. Tayf analizinde G326.3–1.8'den gelen ışımanın doğasını anlamak için XSPEC altında bulunan bazı modelleri denedik. Isısal ışımayı temsil eden VPSHOCK modeli ile ısısal olmayan ışımayı temsil eden Power-law modeli, verimizi en iyi şekilde tanımladı ( $\chi^2/\text{dof}=1162.9/1032$ ). Aynı zamanda bu modellere yine XSPEC altında bulunan TBABS Galaktik soğurma modelini de uyguladık. Bu uygulama sırasında soğurma ( $N_H$ ), elektron sıcaklığı ( $kT_e$ ), iyonlaşma zaman-skala ( $\tau$ ), foton indeksi ve normalizasyon parametrelerini serbest bırakarak, element bolluklarını Güneş bolluk değerlerine sabitledik (Wilms vd. 2000). Daha sonra plazmada "ejecta"nın etkisi olup olmadığını anlamak amacıyla, Ne, Mg, Si ve Fe elementlerini serbest bıraktık ( $\chi^2/\text{dof}=1124.3/1028$ ). Bu modelden elde ettiğimiz bazı para-

metreler Çizelge 1'de, 0.3–10.0 keV enerji aralığındaki FI tayfı ise Şekil 2'de (sağ panel) verilmiştir.

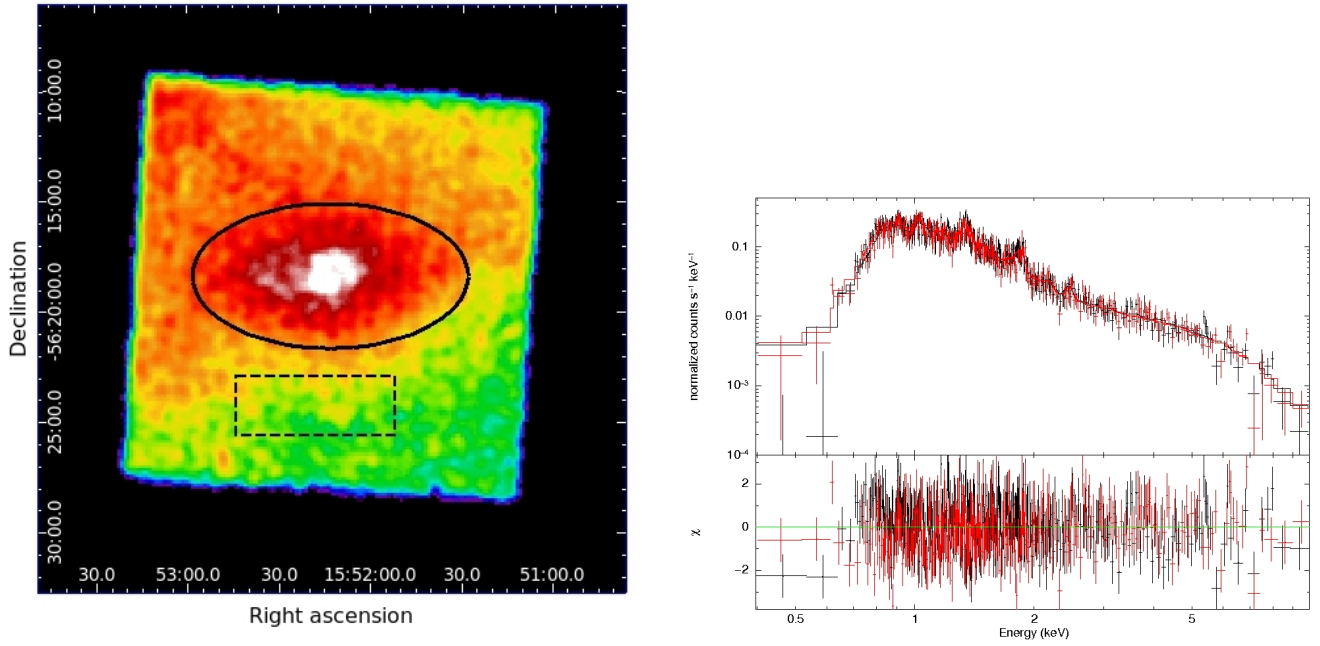
## 4 Sonuç ve Tartışma

Biz bu çalışmada *Suzaku* X-ışını verilerini kullanarak G326.3–1.8'den gelen ışımanın ısısal ve ısısal olmayan doğasını araştırdık. Analizlerimizi yaparken özellikle ışımanın yoğun olduğu güneybatı bölgesine yoğunlaştık. Si bolluk değerini yaklaşık Güneş bolluk değerinde ( $Si \sim 1.1$ ), serbest parametre olarak bıraktığımız diğer element bolluk değerlerini ise Güneş bolluk değerlerinin altında ( $Ne \sim 0.7$ ,  $Mg \sim 0.8$  ve  $Fe \sim 0.6$ ) bulduk. Bu da bize ışımada "ejecta"nın katkısının olmadığını gösterir. Bu sonuç Yatsu vd. (2013) ile uyumlu çıkmıştır. Temim vd. (2013) ise bu bölge içinde daha küçük bölgeler seçerek analizlerini yaptığında S ve Si bolluk değerlerini daha yüksek bulmuş ve bu bölgelerde "ejecta"nın etkisini göstermiştir. Bu çalışmanın devamı olarak benzer şekilde bölgesel farklılıklar incelenecektir. Ayrıca kalıntının Sedov (1959) aşamasında olduğunu kabul ederek elektron yoğunluğunu  $n_e \sim 0.15 \text{ cm}^{-3}$  bulduk, bu değer önceki sonuçlarla uyumludur.

## Kaynaklar

- Arnaud, K. A. 1996, in ASP Conf. Ser. 101, Astronomical Data Analysis Software and Systems V, ed. G. H. Jacoby & J. Barnes (San Francisco, CA: ASP), 17
- Borkowski, K. J., Lysterly, W. J., & Reynolds, S. P. ApJ **548** (2001) 820–835
- Goss, W. M., Radhakrishnan, V., Brooks, J. W., & Murray, J. D. ApJS **24** (1972) 123–159
- Kassim, N. E., Hertz, P., & Weiler, K. W. ApJ **419** (1993) 733–738
- Koyama, K., Tsunemi, H., Dotani, T., vd. PASJ **59** (2007) 23–33
- Milne, D. K., Goss, W. M., Haynes, R. F., vd. MNRAS **188** (1979) 437–444
- Mitsuda, K., Bautz, M., Inoue, H., vd. PASJ **59** (2007) 1–7
- Plucinsky, P. P. MmSAI **69** (1998) 939–944
- Rosado, M., Ambrocio-Cruz, P., Le Coarer, E., & Marcelin, M. A&A **315** (1996) 243–252
- Sedov, L. I. 1959, Similarity and Dimensional Methods in Mechanics (New York: Academic Press)
- Temim, T., Slane, P., Castro, D., Plucinsky, P. P., Gelfand, J., Dickel, J. R. ApJ **768** (2013) 61–70
- van den Bergh, S. ApJ **227** (1979) 497–498
- Wilms, J., Allen, A., & McCray, R. ApJ **542** (2000) 914–924

★ gok@akdeniz.edu.tr



**Şekil 1.** Sol panel: G326.3–1.8'nin 0.3–10.0 keV enerji aralığında XIS3 görüntüsü. Tayf analizi için seçilen bölge elips ile arka alan için seçilen bölge ise kesikli kutu ile gösterilmiştir. Sağ panel: *Suzaku* FI (XIS0: siyah ve XIS3: kırmızı) 0.3–10.0 keV enerji aralığındaki tayfı.

**Çizelge 1.** G326.3–1.8 kalıntısına TBABS×(VPSHOCK+Power-law) modeli uygulanarak elde edilen bazı parametreler.

Parametreler	$N_{\text{H}}$ ( $10^{22} \text{ cm}^{-2}$ )	$kT_e$ (keV)	$\tau$ ( $10^{11} \text{ cm}^{-3} \text{ s}$ )	Foton indeks	$\chi^2/\text{dof}$
Değerler	$0.68 \pm 0.04$	$0.65 \pm 0.02$	$6.4 \pm 1.4$	$1.84 \pm 0.09$	1124.3/1028

Yatsu, Y., Asano, K., Kawai, N., Yano, Y., Nakamori, T. *ApJ* **773** (2013) 25–39.

**Erişim:**

P06-007: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).