

Abell 3112 Galaksi Kümesindeki Kimyasal Zenginleşme Evrimi

Cemile Ezer^{1*}, Esra Bulbul², E. Nihal Ercan¹, Tülün Ergin³

¹Boğaziçi Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul

²Harvard-Smithsonian Astrofizik Merkezi, Cambridge

³TÜBİTAK UZAY, Ankara

Özet

Galaksi kümeleri evrendeki en büyük ve birbirine bağlı olarak hareket eden yapılardır. İçinde buldukları derin potansiyel kuyu, galaksi kümesinde bulunan yıldızlar ve galaksiler tarafından üretilmiş tüm metalleri küme içi ortamda (KİO) hapseder. Bu özelliklerinden dolayı nükleosentezin ve kimyasal zenginleşmenin incelenmesine olanak sağlayan eşsiz ortamlardır. Bu çalışmamızda, Abell 3112 kaynağına ait ObsID 803054010, 808068020 ve 808068010 Suzaku gözlemlerini kullanarak, Tip-1 süpernova (SN Ia) ve çekirdek çökmesi sonucu oluşan süpernova (SN cc) patlamaları yoluyla gerçekleşen kimyasal zenginleşmenin yarıçapa bağlı dağılımını sunuyoruz.

Anahtar Kelimeler: (cosmology:) large-scale structure of Universe, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Gözlem and Veri Analizi

Suzaku X-ışın Görüntüleme Tayföçer'inin (XIS) düşük ve sabit parçacık ardalanına sahip olması, KİO'nun merkezinden r_{500} ¹ mesafesine kadar incelenebilmesini sağlar. Suzaku gözlemlerimiz, HEASOFT 6.13 ve CALDB (Eylül 2013) kullanılarak indirildi. Örtüşen Chandra ACIS-I gözlemi nokta kaynakları tespit etmede kullanıldı. Bulunan tüm nokta kaynaklar 35" yarıçapında dairesel alanlar olarak çıkartıldı. xisnxbgen yardımıyla X-ışını olmayan ardaan tayfları elde edildi. Bu ardaanlarımızın katkısı her bir kaynağın tayfindan çıkartıldı. Kozmik X-ışın ardaanını (CXB) temsilen iki termal model kullanıldı. Soğurulmamış (~ 0.1 keV) sıcaklığındaki bileşen Yerel Sıcak Kabarcık'tan (LHB) gelen düşük yayılımı ve soğurulmuş (0.2-0.7 keV) sıcaklığındaki termal bileşen de Galaksi Halesi (GH) yayılımını temsilen kullandığımız modellerdi. ROSAT All Sky Survey (RASS) ardaan gözlemi 1.0° ve 2.0° aralığındaki hal-kadan, HEASARC X-ray Ardaan programı kullanılarak elde edildi. Bununla küme yönündeki CXB etkisi hesaba katıldı. Tüm bölgeler kümenin merkezinden başlayarak ilerleyen iç içe geçmiş halkalar olarak seçildi. XIS detektörlerinin nokta dağılım fonksiyonları göz önünde bulundurularak, bölge yarıçapları 2' veya daha büyük olarak seçildi. xisrmfgen ve xisarfggen programları ile sırasıyla RMF ve ARF dosyaları oluşturuldu.

2 *snapc*: SN katkılarını ölçmede kullanılan en güvenilir model

snapc modeli, X-ışını tayfına doğrudan uygulanarak, toplam süpernova patlamalarını ve SN Ia/SN cc oranını hesaplayan bir modeldir Bulbul et al. (2012a). Astrofiziksel Plazma Yayılım kodunu (apc) teorik benzetimlerden gelen tüm bolluk senaryoları ile birlikte kullanır. Model parametreleri: sıcaklık (kT), toplam SNe (N^{SNe}), SN Ia yüzdesi (R), SNIModelIndex & SNIIModelIndex, kümenin kırmızıya kayması ve apc normalizasyonu. *snapc* modelinin avantajı, SN katkısını belirlemede her bir element bolluğu yerine X-ışını tayfında olan tüm element-

leri birlikte kıyaslayarak kullanmasıdır. Bu yaklaşım istatistiksel belirsizlikleri önemli oranda azaltmaktadır.

3 Sonuçlar ve Tartışma

SN Ia ve SN cc birbirlerine göre oranlarının merkezden kümenin kenarlarına gidildikçe homojen bir dağılım gösterdiği bulunmuştur. KİO'nun zenginleşmesine SN Ia katkısı 10-20% olarak ölçülmüştür. Bu çalışmaya ilave olarak; Abell 3112 Suzaku offset gözlemleri analiz edilecek ve metal zenginleşme evrimi hal-kalanma yarıçapına kadar ölçülecektir.

Teşekkür

ENE, TÜBİTAK'a 113F117 kod numaralı proje desteği ve Boğaziçi Üniversitesi BAP 5052 numaralı proje desteği için her iki kuruma da teşekkür eder.

Kaynaklar

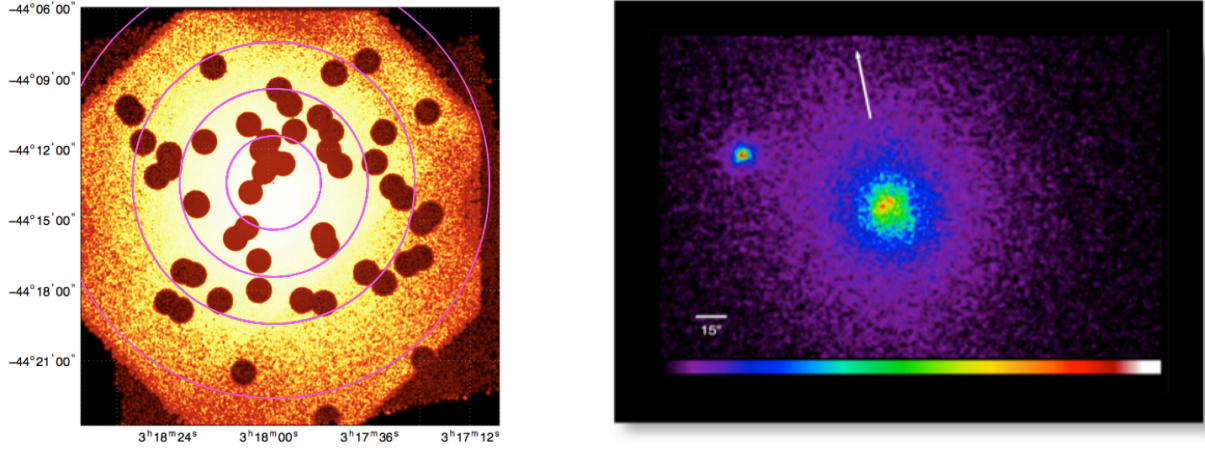
Bulbul, E., Smith, R. K., & Loewenstein, M. : A new method to constrain supernova fractions using X-ray observations of clusters of galaxies. *ApJ* **753** (2012a) 54

Erişim:

P06-006: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.

* cemile.ezer@gmail.com

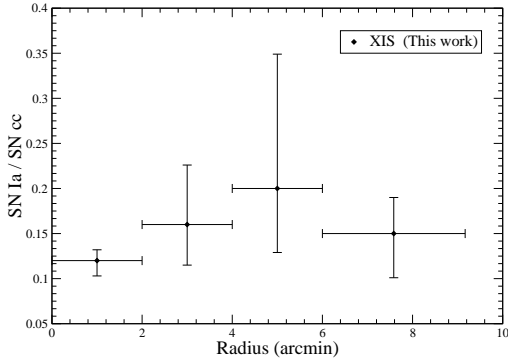
¹ r_{500} yarıçapı ortalama ortam yoğunluğunun evrenin kritik yoğunluğundan 500 kat daha fazla olduğu uzaklık olarak tanımlanır.



Şekil 1. Sol: A3112 kaynağına ait Suzaku X-ışını gözlemlerinin (Obsld: 803054010, 808068010 & 808068020) birleştirilmiş görüntüsü. Filtrelenmiş toplam poz süresi 222.8 ks'dir. Sağ: Nokta kaynak tespitinde kullanılan Chandra X-ışını görüntüsü (Obsld: 13135).

Çizelge 1. Dört Suzaku X-ışını bölge tayflarının *snapec* modeli kullanarak elde edilen en iyi fit parametreleri ve bu parametrelerin 90% güven aralığındaki istatistiksel hataları.

Bölgeler (arcsec)	kT (keV)	N^{SNe} ($\times 10^9$)	R	İndirgenmiş χ^2 (indirgenmiş $\chi^2(ndf)$)
0''-120''	$4.18^{+0.021}_{-0.020}$	$3.16^{+0.22}_{-0.22}$	$0.12^{+0.012}_{-0.02}$	1.04 (6325)
120''-240''	$4.53^{+0.046}_{-0.042}$	$1.86^{+0.29}_{-0.30}$	$0.16^{+0.06}_{-0.05}$	1.05 (5127)
240''-360''	$4.17^{+0.070}_{-0.073}$	$1.12^{+0.39}_{-0.22}$	$0.20^{+0.15}_{-0.07}$	1.01 (3013)
360''-550''	$3.42^{+0.107}_{-0.099}$	1.12 (sabit)	$0.15^{+0.040}_{-0.049}$	1.09 (2686)



Şekil 2. A3112 Suzaku gözlemlerinin *snapec* modeli kullanılarak elde edilen SN oranının yarıçapa bağlı değişimi. SN oranının düzenli dağılıma sahip olması, küme içi gazın erken zenginleşme evresini desteklediğini göstermiştir.