

# ABELL 2255 KÜMESİ GALAKSİLERİN ÇOK BAND ARAŞTIRMASI

E. Nihal ERCAN<sup>1</sup>, Murat HÜDAVERDİ<sup>1,2</sup>, Fatma GÖK<sup>3</sup>, Gülnur İkis GÜN<sup>4</sup>,  
Tolga GÜVER<sup>5</sup>, Akihiro FURUZAWA<sup>2</sup>, Ebru AKTEKİN<sup>3</sup>

## Özet

Abell 2255 XMM-Newton ve Chandra x-ışınım verileri analiz edildi. Küme üyesi nokta kaynakların olası fiziksel özelliklerini yakalayabilmek için, 3-band düşük (0.3-1.0 keV), orta (1.0-1.6 keV) ve yüksek (1.6-10.0 keV) enerji seviyelerinde kaynak taraması uygulandı. Galaksi kümesindeki nokta kaynaklar tespit edildi. Daha sonra bu nokta kaynakların olası optik eşlenimlerini TUG RTT 150 teleskopu ile 6 farklı gözlemle alan taraması uygulayarak aradık. Optik eşlenimi olan galaksilerin LX/LB oranı verilerine dayanarak, küme dışı alan galaksilerden daha parlak olduklarını gördük. Galaksi içi ve galaksiler arası plazma gazın etkileşiminin, galaksi x-ışınım aktivitesini tetiklemesi olarak yorumladığımız bu bulguları, TUG Sönük Nesne Tayfölçer ve Kamerası (TFOSC) ile doğrulamak amacı ile parlak kaynaklar tekrar gözlemlendi. Bu bildiri özeti, analizleri halen devam etmekte olan araştırmamızın, son gözlemlere kadar olan gelişmelerin raporudur.

**Anahtar Kelimeler:** Galaksiler, kümeler, (Abell 2255)

## Abstract

Abell 2255 is analyzed with XMM-Newton and Chandra X-ray data.. A three-band source detection technique is applied to the cluster, in order to catch various physical properties of member galaxies. Detected x-ray sources are then observed with TUG-RTT 150 telescope for possible optical counter parts. The cluster field is covered with 6-pointings. The cluster galaxies are found to be brighter than the field galaxies from LX/LB ratio properties. This phenomenon is interpreted as ISM and ICM

---

<sup>1</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Fizik Bölümü, Bebek, 34342, İstanbul, e mail: ercan@boun.edu.tr

<sup>2</sup> Nagoya University, Department of Particle and Astrophysical Science, Furocho, Chikusa, 464-8602, Japan

<sup>3</sup> Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Dumlupınar Bulvarı, 07058, Antalya

<sup>4</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, 17100, Çanakkale

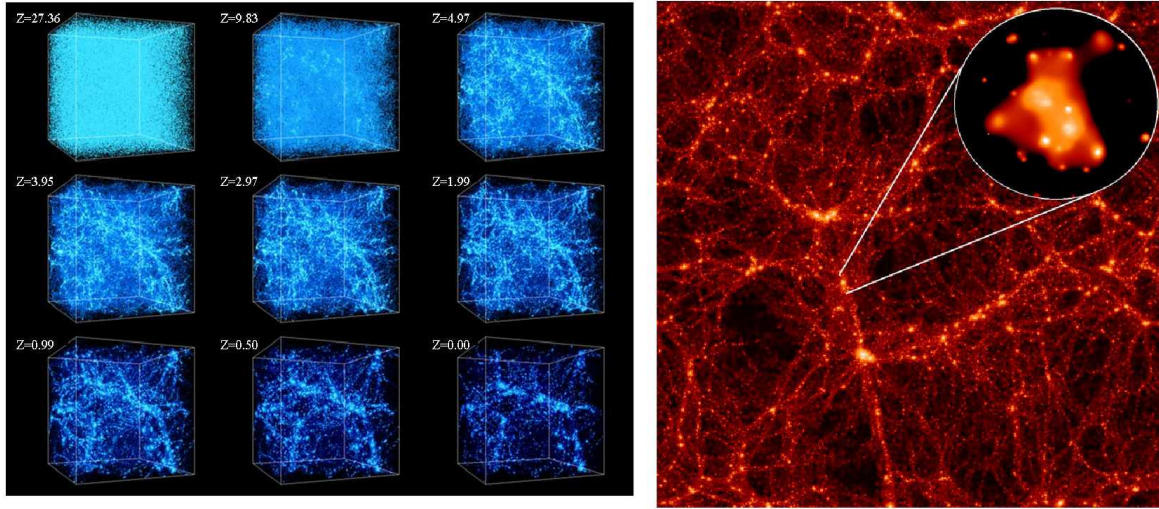
<sup>5</sup> İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Beyazıt, 34119, İstanbul

interaction and as a result triggering of galaxy activities in clusters. Further TUG observation of the bright members is just completed by TFOSC instrument for spectral analysis. We hereby report so far performed research results.

**Keywords:** Galaxies, cluster, individual (Abell 2255)

## 1. Giriş

Galaksi kümeleri çekimsel olarak bağlı, bilinen en büyük astronomik yapılardır. Galaksilerin çekim etkileriyle yığılmaları ile oluşurlar. Yapılan simülasyonlarda galaksi kümelerinin oluşumlarını açık bir şekilde göstermektedir. Şekil 1-(a) yapılan simülasyonların film kareleri görülmektedir [1]. Mavi resim, büyük patlamadan günümüze kadar kozmik malzemenin evrendeki dağılımını özetlemektedir. Oluşumun ilk evrelerinde bütün madde homojen bir şekilde bulunmaktadır. Kara-enerji ve kara-madde etkisi ile bu malzeme homojen bir şekilde yayılımını sürdürmez. Kozmik ağsal yapılar oluşur, hatta ağ üzerinde düğümsel yapılar meydana gelir. Kozmik plazma kümeleşmeler gösterir. Şekil 1-(b) yine kozmik simülasyonlarda galaksi kümelerinin bu ağ üzerindeki yerlerini gösteriyor [2].

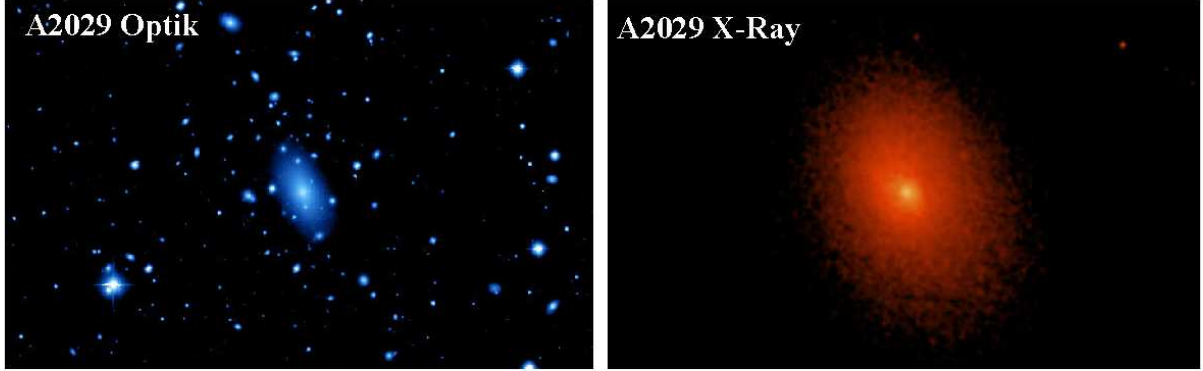


Şekil 1-(a) Kozmik maddenin dağılımı, (b)Galaksi Kümelerinin kozmik ağ üzerindeki yerleri

Galaksi kümelerinin genel fiziksel özelliklerinden kısaca bahsedecek olursak, yüzlerce galaksiden oluşurlar. Galaksi sayısına göre  $\sim 100$ 'ün altında ise fakir, üzerinde ise (400~500) zengin küme olarak adlandırılırlar. Toplam kütleleri  $10E14$  M-solar civarındadır. 2-5 Mpc arası boyutlara sahiptirler. İki küme arası ortalama uzaklık 10 Mpc kadardır. Litre başına 1 parçacık yoğunluğa sahiptirler. X-ray plazma gaz 2-10 keV ( $10E7^{\circ}$  K~  $10E8^{\circ}$  K) sıcaklık değerlerindedir. Parlaklıkları  $10E43\sim 10E45$  ergs/s. X-ışınım plazmanın kütlesi, görünen optik malzemeden çok daha fazladır.

Yakın zamana kadar ASCA, ROSAT uyduları ile çok genel olarak tanımlayabileceğimiz özelliklerini çalışabildiğimiz bu kaynakların ancak sıcaklık ve metal

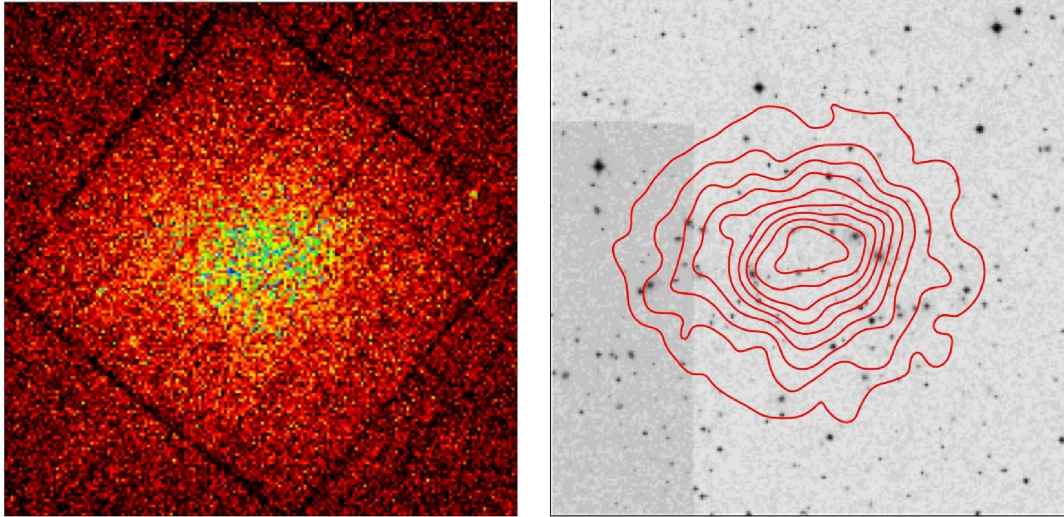
dağılımları gibi nitelikleri incelenerek fiziksel durumları anlaşılabilirdi. Gelişen teknolojinin yakın zaman x-ışın uydularından alınan verilerle bir çok kaynak, ve özellikle galaksi kümeleri hakkında bilgilerimiz giderek katlandı, araştırma yapılabileceğimiz yepyeni alanlar oluştu. Artık çok yüksek kalitedeki verilerle, çok küçük kaynakları bile ortamlarından ayıklayıp çalışabiliyoruz. Şekil 2, Abell 2029 kümesinin optik ve x-ışın görüntülerini kıyaslamaktadır [3]. Resmin iki ayrı bantta ne kadar farklı olduğu ve farklı bantlarda yapılacak bir çalışmanın sunacağı sonuçların çeşitliliği hemen anlaşılabilir.



Şekil 2-(a) Abell 2029 galaksi kümesi optik ve (b) X-ışın *Chandra* görüntüsü. (NASA)

Kümelerdeki galaksilerin (Şekil-2-a) bu yoğun ortamlardaki davranışları, galaksi ile sadece x-ray aralığında gözleyebildiğimiz, galaksiler arası boşluğu dolduran sıcak ortam gazının (Şekil-2-b) olası etkileşimleri şu ana kadar üzerinde pek çalışılmamış başlıklardan biridir. Ekibimiz tarafından halen çalışılmakta olan bu konu, sadece tek band -yani sadece X-ışın yada optik gözlemlerle mümkün değildir. Karşılıklı birbirini besleyerek çok-dalga boyulu çalışmalar gerekmektedir. Ayrıca makro yapılar olan galaksi kümeleri ve bu yapıyı oluşturan galaksilerin fiziğinin (Sıcak galaksi gazı (hot-halo), aktif galaktik çekirdekler (AGN), ikili yıldız sistemleri LMXB vb.) çok iyi bilinmesi gerekir.

Yukarı sözünü ettiğimiz yıldızlar arası ve galaksiler arası gazın, diğer bir tabirle intra ve inter galaktik plazmaların birbirleriyle olan fiziksel etkileşimleri ve bu etkileşimin getirdiği sonuçları Abell 2255 galaksi kümesi üzerinde çalıştık. A2255, yakın bir küme olup 0.08 kıvılcık kayma değerine sahiptir. Halen dinamik olarak aktif olduğuna işaret eden asimetric bir x-ışınım gösterir. Merkezinde bir çift parlak cD galaksi olması, geniş alan radyo ışınım yapması kümenin hareketliliğine işaret eden diğer bulgulardır. Bu iki parlak cD, A2255'i oluşturan iki alt kümeden arta kalan cDler, radyo ışınımını ise çarpışma etkisi ile ivmelenmiş kısa ömürlü parçacıklardan kaynaklanmaktadır diye düşünmekteyiz. Böylesi deviminli bir plazma ortamının intra-inter etkileşimlerini daha iyi yakalamamıza fırsat sunacağını düşündüğümüz için araştırmamızda A2255 kümesini seçtik. Şekil 3-a XMM-Newton işlenmemiş, ham x-ışın görüntüsünü göstermektedir. Siyah boşluklar EMOS detektörünün chip aralıklarından kaynaklanmaktadır. Yine aynı Şekil 3-b panelinde Digitized Sky Survey (DSS) optik resmi görülmektedir. Kırmızı çizgiler VLA radyo kontürlerine aittir.

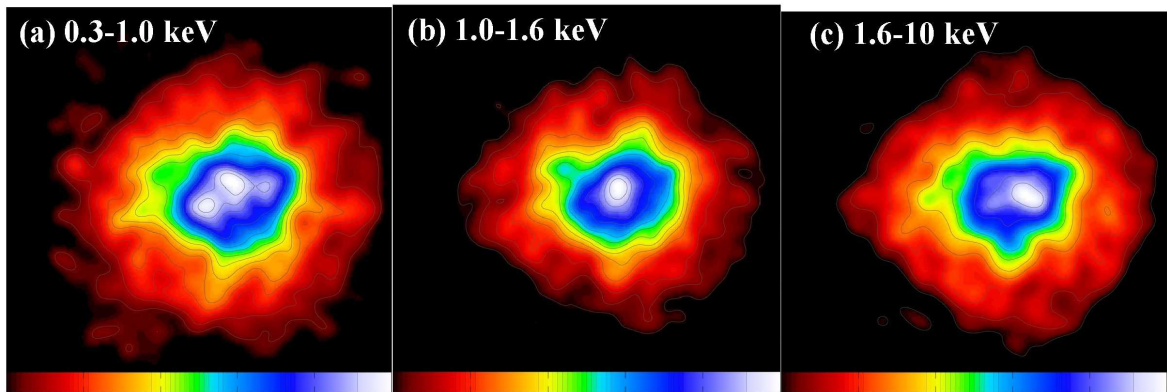


Şekil 3: (a) XMM-Newton ham görüntü. (b) DSS optik ve VLA radyo kontürleri

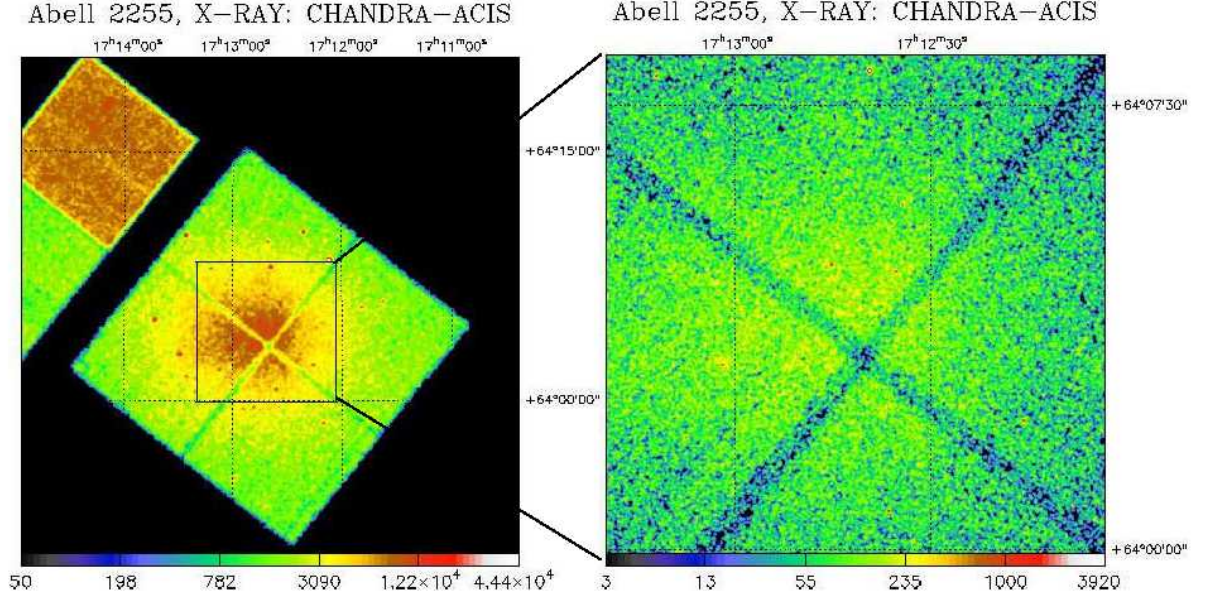
## 2- Gözlem ve Verilerin İşlenmesi

Çalışmada Chandra ve XMM-Newton x-ışın uydusu verileri kullanıldı. XMM-Newton *ODF* verileri SAS programı ile rutin aşamalardan geçirildi, ortalama sayım değerinin  $2.7\sigma$  üst ve altında kalan veriler ayıklandı. *Good Time Interval* (GTI) dosyaları oluşturuldu ve analize hazır hale getirildi. Chandra için *CIAO* analiz paketi kullanıldı. Yine aynı şekilde  $2.7\sigma$  temizleme kriteri göz önüne alındı.

Veriler çok bantlı bir uygulamayla kaynak taramasından geçirildi. Düşük (0.3-1 keV), orta (1-1.6 keV) ve yüksek (1.6-10 keV) enerjilerde (Şekil 4) tarama yapıldı [4]. Bu enerji aralıkları, hem istatistiksel olarak tercih edilen bir dağılım sunması, hem de galaksilerin olası farklı fiziksel (soğurumlu veya hard x-ray kaynaklar vs.) özelliklerini yakalayabilme imkanı sağlaması nedeni ile seçilmiştir. Üç ayrı banttaki veriler, EMLDETECT ve EWAVELET olarak bilinen iki ayrı teknikle kıyaslamalı olarak tarandı. Bunlar piksel taraması ve Meksika şapkası modeli olarak basitçe özetlenebilir. 25 yay derecenin dışında kalan kaynaklar çıkarıldı. Her iki detector (PN ve MOS) sonuçları SRCMATCH komutu ile birleştirildi ve son listeler oluşturuldu.



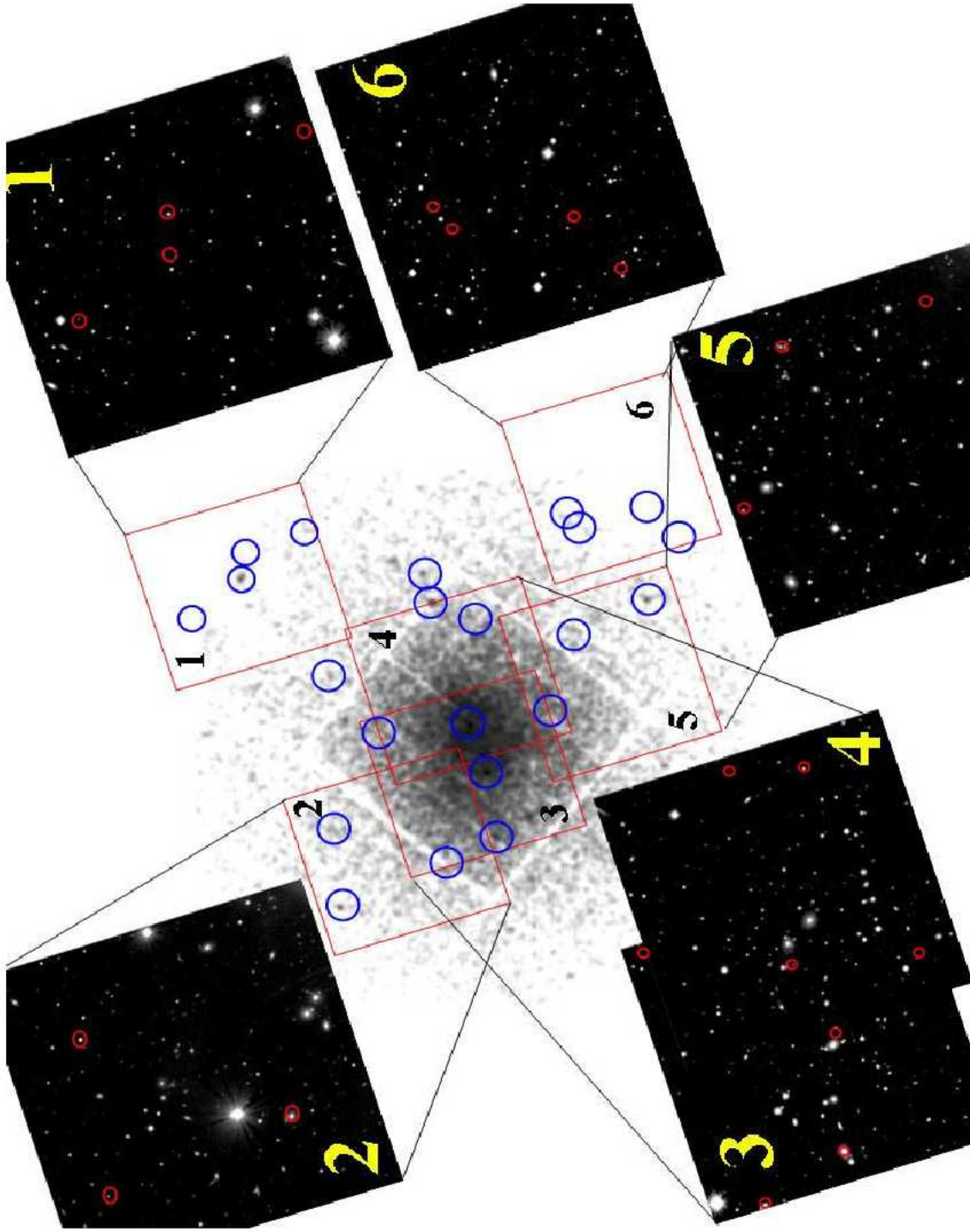
Şekil 4: Abell 2255 XMM-Newton (a) düşük. (b) orta (c) yüksek enerji x-ışın görüntüleri



**Şekil 5:** Abell 2255 Chandra ACIS (a) tüm alan ve (b) merkez bölgesi x-ışın görüntüleri. Yarım yay saniyelik görüntü çözünürlüğe sahip ACIS detektörü sayesinde, kaynaklar kırmızı noktalar halinde hemen seçilebilmektedir.

Abell 2255 galaksi kümesi Chandra verileri daha önce detaylı olarak çalışıldığı için [5], biz bu çalışmada XMM-Newton verilerine ağırlık verdik. Şekil 5’de Chandra veri analiz sonuçlarımız görülmektedir. Nokta kaynaklar ACIS’in yüksek çözünürlüğü sayesinde hemen görülmektedir.

Biz de, XMM-Newton ile tespit ettiğimiz galaksileri göz önüne alarak TUG gözlemlerimizi gerçekleştirdik. Gözlemlerde 1.5 m çaplı RTT150 [6] teleskobu kullanıldı. Gözlemler tespit ettiğimiz 16 x-ışın kaynağı üzerine yoğunlaştırıldı. 30 yay derecelik XMM görüş alanına karşı, 8 yay derece karelik RTT150 alanı bizi bir kaç gözlem ile alanı tarama yöntemine itti. Galaksilerin parlaklık sıralarına göre, gözlem alanları belirlendi. Neticede, XMM’in görüntü alanı yapılan 6 TUG gözlemi ile tarandı. Tespit edilen 16 x-ışın kaynağının XMM Newton görüntüsü üzerinde yerleri ve 6 RTT150 gözlemi detaylı bir biçimde Şekil 6’da resmedilmiştir. Kaynaklarla ilgili detaylı bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur. Listelediğimiz 16 galaksiden 8’i arşivlenmiş daha önce çalışılmış galaksiler olduğunu gördük. Bütün kaynakların optik parlaklıkları hesap edildi. X-ışın tayflarından hesap edilen parlaklıklarla oranlanarak ön bir kontrolden geçirildi. Yaptığımız bu analizle A2255 kümesi galaksilerin alan galaksilerinden daha parlak olduklarını gördük. Sonuçlarımızı optik tayfsal analizlerle pekiştirmek için başvurduğumuz TFOSC [7] verileri, bildiri sırasında gözlemleri henüz tamamlanmış olup, analizlerine henüz başlanılmamıştır. Galaksi kümelerindeki bu ışınım ve nüfus fazlalığını yıldızlar arası ve galaksiler arası iki plazmanın etkileşimi ile tetiklenen mekanizmalara bağlamaktayız [8], [9]. Galaksi merkezindeki olası aktif çekirdek bu tür dinamik devinimlerle beslenip, parlamaktadır [4], [10]. Küme boyutlarındaki bir ölçekten (~Mpc) yıldız oluşumlarıyla ilgili yorumda bulunmanın oldukça zor olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 6: A2255, tespit edilen XMM-Newton x-ışın kaynaklarının yerleri ve alanı kapsadığımız 6 farklı (kısmen kesişen) TUG-RTT150 gözlem alanları.

Arsivde bulunan kaynaklar								RTT150 GOZLEM
#	RA	DEC	count	index	Lx	redshift	Note	Flux(Blue)
1	17 12 06.7	64 08 31.5	25025	2.98	2.0E41	0.08234	SDSS	34.8E-16
2	17 13 42.9	64 04 51.0	9083	3.05	3.1E41	0.08480	Galaxy	21.4E-16
3	17 11 48.0	64 05 40.1	5118					1.2E-16
4	17 13 29.1	64 02 55.2	8695	1.78	1.7E42	0.07833	Galaxy	5.6E-16
5	17 12 14.9	64 02 09.9	6836	1.90	1.0E42	0.07143	Galaxy	0.2E-16
6	17 13 26.2	64 10 02.6	9805	1.90	7.4E42	????	X-ray	0.4E-16
7	17 13 11.8	64 08 02.5	6060					3.4E-16
8	17 12 41.8	64 09 42.3	2618					7.2E-16
9	17 12 39.2	64 08 15.1	8292	1.90	5.0E41	????	X-ray	4.7E-16
10	17 12 28.6	64 10 40.3	4455					1.5E-16
11	17 12 20.4	64 10 11.2	9394	1.90	1.2E42	????	????	16.5E-16
12	17 12 48.6	63 59 36.5	6204					0.4E-16
13	17 12 36.1	64 00 42.9	7534					0.5E-16
14	17 13 01.7	64 03 08.0	12667	2.85	3.0E41	0.08213	Galaxy	7.9E-16
15	17 12 10.0	63 58 46.5	4361					0.7E-16
16	17 11 36.7	64 05 57.3	5793					3.5E-16

Tablo 1: A2255 galaksi kümesinde tespit edilen XMM-Newton x-ışın kaynaklarının koordinatları, sayımları, ve tayfsal model parametreleri. Son sütun, RTT150 teleskopu ile hesap edilen optik parlaklıklardır. Arşivde yer alan kaynaklar mavi satırlarda belirtilmiştir.

## Kaynaklar

- [1] <http://cosmicweb.uchicago.edu/filaments.html>
- [2] Volker S., Simon D.M., Adrian J. et al., 2005, Nature 435, 629-636
- [3] [http://chandra.harvard.edu/press/03\\_release/press\\_061103.html](http://chandra.harvard.edu/press/03_release/press_061103.html)
- [4] Hudaverdi M., Kunieda H., Tanaka T., et al., 2006, PASJ, 58, 6
- [5] Davis D., Miller N. and Mushotzky R.F, 2003, ApJ, 597, 202
- [6] <http://www.tug.tubitak.gov.tr/rtt150/>
- [7] <http://www.tug.tubitak.gov.tr/haber/tayf/TFOSC3.html>
- [8] Martini P., Kelson D. D., Mulchaey J. et al., 2006, arXiv:astro-ph/0602496
- [9] Johnson O., Best P. N. ve Almaini O., 2003, MNRAS, 343, 924
- [10] Martini P., Kelson D. D., Kim E., et al., 2002, ApJ, 576, L109

