

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZİK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ABELL 1589 VE ABELL 3530 GALAKSİ
KÜMELERİNİN XMM-NEWTON VERİ ANALİZİ

Burak UĞRAŞ

Danışman:
Yrd. Doç. Dr. Gülnur İKİS GÜN

Nisan, 2008
ÇANAKKALE

**ABELL 1589 VE ABELL 3530 GALAKSİ
KÜMELERİNİN XMM-NEWTON VERİ ANALİZİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Fizik Anabilim Dalı**

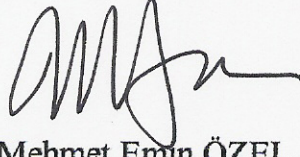
Burak UĞRAŞ

**Danışman:
Yrd. Doç. Dr. Gülnur İKİS GÜN**

**Nisan, 2008
ÇANAKKALE**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Burak UĞRAŞ tarafından Yrd. Doç. Dr. Gülnur İKİS GÜN yönetiminde hazırlanan "ABELL 1589 VE ABELL 3530 GALAKSİ KÜMELERİNİN XMM-NEWTON VERİ ANALİZİ" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL

Yönetici

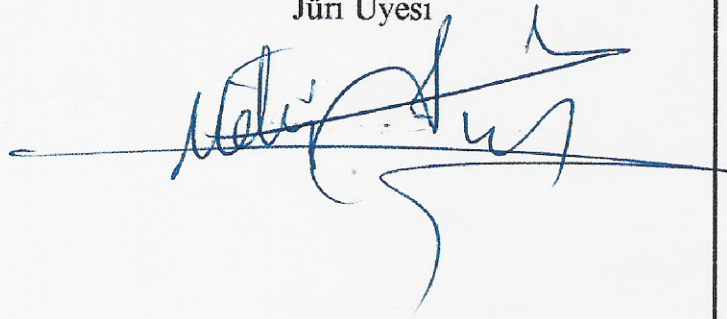
Yrd. Doç. Dr. Esin SOYDUGAN

Yrd. Doç. Dr. Metin ALTAN

Jüri Üyesi

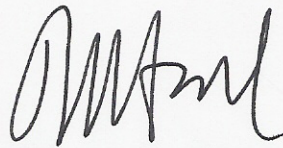


Jüri Üyesi



Sıra No:

Tez Savunma Tarihi:11/04/2008



Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tezimi hazırlamamda baŐta Dr. Murat HÜDAVERDİ'ye ve DanıŐmanım Yrd.Doç.Dr. Gülnur İKİS GÜN'e sonsuz saygılarımı ve teŐekkürlerimi sunarım.

HazırlamıŐ olduğum tezimde bana her konuda desteği esirgemeyen sevgili Aileme, Gaye CAMUŐCU'ya ve ArkadaŐlarıma teşekkür ederim.

Burak UĞRAŞ

KISALTMALAR

A&A: Astronomy&Astrophysics

A&AS: Astronomy&Astrophysics Supplement

ApJ: The Astrophysical Journal

ApJS: Astrophysical Journal Supplement Series

AN: Astron. Nachr.

BM: Bautz-Morgan

C: Yoğunluk faktörü

CCD: Yük Bağlı Aygıt (Charge Coupled Devices)

EEV: English Electric Valve

EPIC: European Photon Imaging Camera (Avrupa Foton Görüntü Kamerası)

ESA: European Space Agency (Avrupa Uzay Ajansı)

FOV: Field of View (Görüş Alanı)

FPA: Focal Plane Assembly (Odaksal Düzlem Topluluğu)

FWHM: Full Width at Half Maximum (Yarı Yükseklikteki Tam Genişlik)

GIT: Good Time Interval (En iyi Zaman Aralığı)

HA: Hüzme Alanı

HEW: Half Energy Width (Yarı Enerji Genişliği)

K: Kümelenme sayısı

kp: Kiloparsek

n_H : Hidrojen kolon yoğunluğu

M_{\odot} : Güneş Kütlesi

MNRAS: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society

MOS: Metal Oksit Yarı İletken

MSP: Mirror Support Platform (Ayna Destek Platformu)

NASA: The National Aeronautics and Space Administration

NCSA: National Center for Supercomputer Applications

OM: Optic Monitor (Optik Monitör)

pc: Parsek

PSPC: Position Sensitive Proportional Counter (Pozisyona Duyarlı Orantılı Sayaç)

RGS: Reflections Gratings Spectrometer (Yansıtma Izgaralı Tayfölçer)

r_{ij} : Saçılma vektörü

RS: Rood-Sastry

SAS: Science Analysis Software (Bilimsel Analiz Yazılımı)

SM: Service Module (Servis Modülü)

TT: Telescope Tube (Teleskop Tüpü)

XMM: X-Ray Multi Mirror (X-Işın Çoklu Ayna)

XMM-OM: X-Işın Çoklu Ayna-Optik Monitör

z: Kırmızıya kayma

θ_c : Çekirdek büyüklüğü

θ_h : Hale büyüklüğü

ABELL 1589 VE ABELL 3530 GALAKSİ KÜMELERİNİN XMM-NEWTON VERİ ANALİZİ

ÖZET

Bu çalışmada Abell Galaksi Kümelerinden Abell 1589 ve Abell 3530'un XMM-Newton uydusundan alınan veriler kullanılarak X-ışın analizi yapılmıştır. Çalışmanın ilk kısmında galaksiler, galaksi türleri, galaksi kümeleri, süper galaksi kümeleri ve XMM-Newton uydusu hakkında açıklayıcı bilgiler verilmektedir.

XMM-Newton veri analizi Linux İşletim tabanlı bir sistemde SAS (Science Analysis Software) analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Bu analizler ile Abell 1589 ve Abell 3530 galaksi kümelerinin ışık eğrileri, X-ışın görüntüleri, galaksi kümelerinde bulunan nokta kaynakların (galaksiler) istatistiği, tayfları, sıcaklık ve metal bolluğu haritaları bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : Galaksiler, Galaksi Kümeleri, XMM-Newton, Abell Kataloğu

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi TÜBİTAK tarafından 106T310 no'lu projeden desteklenmiştir.

**XMM NEWTON DATA ANALYSIS OF
ABELL 1589 AND
ABELL 3530 GALAXY CLUSTERS**

ABSTRACT

In this study, X-ray data of Abell Galaxy Cluster Abell 1589 and Abell 3530 obtained by XMM-Newton satellite were analyzed. Basic information about galaxies, galaxy types, cluster of galaxy, super clusters of galaxy and XMM-Newton satellite were given in the first part of the study.

In later parts, XMM-Newton data were analyzed bu using SAS software which runs under Linux operating system. The light curves of Abell 1589 and Abell 3530, the X-ray frames, hotness and abundance ratio (map), the statistics of point sources (galaxies) which are located in the clusters of galaxies and their spectra were obtained as a result of the analyses.

Key Words: Galaxies, Cluster of Galaxies, XMM-Newton, Abell Catalogue.

The present M.Sc. thesis was supported by TUBITAK under the project no of 106T310.

İÇERİK

TEZ SINAV SONUÇ BELGESİ	i
TEŞEKKÜR	ii
KISALTMALAR	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
BÖLÜM 1 - GİRİŞ	1
1.1. Galaksiler	1
1.2. Galaksi Türleri	3
1.2.1. Eliptik Galaksiler	4
1.2.2. Sarmal Galaksiler	5
1.2.3. Düzensiz Galaksiler	6
1.3. Galaksi Kümeleri	7
1.4. Süper Kümeler	10
BÖLÜM 2 - XMM-NEWTON UYDUSU	13
2.1. XMM-Newton Uydusunun Bileşenleri	14
2.2. Teleskop Konfigürasyonu	17
2.3. Isısal Kısıtlamalar	18
2.4. Aynalar	18
2.5. Optik Tasarım	20
2.6. Etki Alanı	21
2.7. EPIC (European Photon Imaging Camera)	21

2.7.1. Yonga (Çip) Geometrisi	22
2.7.1.1. MOS CCDs	22
2.7.1.2. PN CCDs	23
2.8. Yansıtımlı Izgara Tayföçer (RGS)	24
2.9. Optik Monitör (OM)	26
BÖLÜM 3 - İNCELENEN KAYNAKLAR	28
3.1. Abell 1589	28
3.2. Abell 3530	32
BÖLÜM 4 - ANALİZ YÖNTEMİ	36
4.1. Ximage Paketi	37
4.2. Xspec (Xspec 11) Paketi	37
BÖLÜM 5 - ANALİZLER VE SONUÇLAR	39
5.1. Abell 1589 Galaksi Kümesi İle İlgili Sonuçlar	39
5.1.1. X-Işın Görüntüleri	40
5.1.2. Tayf Analizi	42
5.1.3. Nokta Kaynak İstatistiği	47
5.1.4. Sıcaklık ve Metal Bolluğu Haritaları	51
5.2. Abell 3530 Galaksi Kümesi İle İlgili Sonuçlar	55
5.2.1. X-Işın Görüntüleri	56
5.2.2. Tayf Analizi	58
5.2.3. Nokta Kaynak İstatistiği	61
5.2.4. Sıcaklık ve Metal Bolluğu Haritaları	65

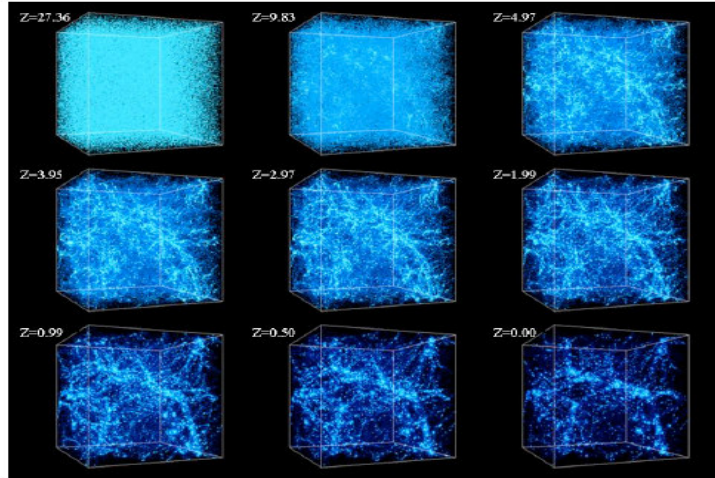
BÖLÜM 6 - TARTIŞMA	68
KAYNAKLAR	71
Ekler	75
TABLO LİSTESİ	89
ŞEKİL LİSTESİ	90
Yaşam Öyküsü	95

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Galaksiler

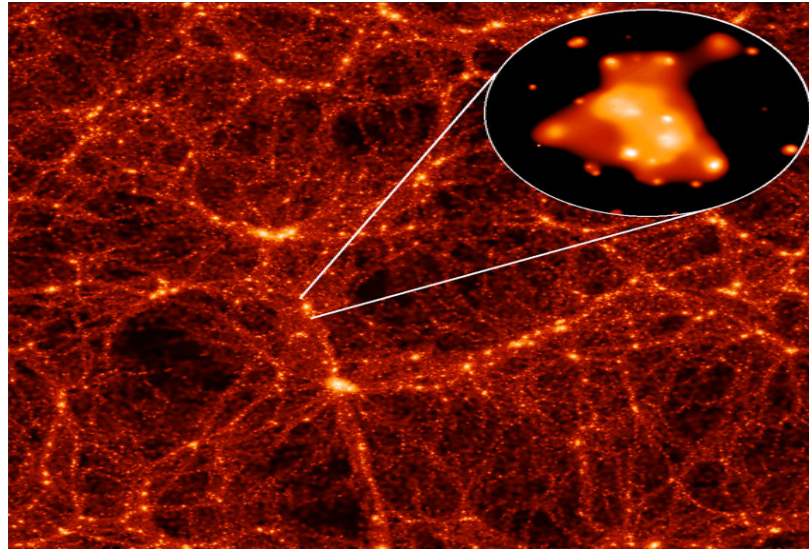
Galaksiler (Gökadalar) kütle çekim ile birbirine bağlı yıldızlar, yıldızlararası gaz ve toz, plazma ve karanlık maddeden oluşan karmaşık yapılardır. Tipik bir galakside 10 milyondan bir trilyona kadar sayıda yıldız bulunabilir. Çoğu galaksi birkaç kiloparsek (kpc) ile birkaç yüz kpc genişliğinde olup, aralarında milyonlarca parsek (pc) mesafe olacak şekilde evrende dağılmış olarak bulunurlar. Galaksiler arası uzay ise ortalama yoğunluğu 1 atom/m³'ten az olan gazdan oluşmaktadır. Kuramsal olmakla birlikte, karanlık madde, çoğu galaksinin toplam kütesinin %90'ına denk gelmektedir. Ancak bilimsel aygıtlar ile görülemeyen bu maddenin doğası henüz açıklık kazanmamıştır. Karanlık madde, ışın yaymayan ya da doğrudan algılanabilecek şekilde elektromanyetik ışınları yeterince yansıtamayan, varlığı yalnızca görünür madde üzerindeki kütle çekimsel etki ile belirlenebilen maddeye denir. Galaksilerin bazıları kümeler halinde, bazıları da dağınık halde bulunurlar. Galaksiler, uzayda düzenli olarak dağılmamışlardır. Yeni araştırmalar galaksi kümelerinin tabakalar (sheet) ve ipliksi (filament) yapılar halinde bulunduğunu ve bu yapıların da büyük boşluklarla çevrili olduğunu göstermektedir (Bilir, 1997).



Şekil 1: Kozmik maddenin dağılımının Evren'in yaşam boyunca değişiminin simülasyonu (Kravtsov ve diğ., 2002)

Büyük patlamadan günümüze kadar kozmik malzemenin evrendeki evrimini gösteren bir simülasyon bilim adamları tarafından yapılmıştır (Şekil 1). Oluşumun ilk evrelerinde ($z=27.36$) bütün madde homojen bir şekilde bulunmaktadır. Karanlık enerji ve karanlık madde etkisi ile bu malzeme homojen bir şekilde yayılımını sürdürmez. Evrendeki kütle çekimsel enerjinin incelenmesi sonucu, varsayılan toplam enerji yoğunluğunun sadece %4'ünün doğrudan gözlemlenebilir maddeden oluştuğu bulunmuştur. Yine bu toplamın %22'sinin karanlık maddelerden oluştuğu hesaplanmıştır. Kalan %74'ünün ise Evrene dengeli bir şekilde yayılmış olan “karanlık enerji” denilen bir malzemeden oluştuğu kabul edilmiştir (http://en.wikipedia.org/wiki/Dark_energy).

Evren oluşurken ağsal yapılar oluşmuş, ağ üzerinde düğümsel yapılar meydana gelmiş, kozmik plazmada kümeleşmeler gözlenmiştir. Galaksi kümelerinin ağlar üzerindeki yerleri yapılan simülasyonlarla belirlenebilmektedir (Şekil 2) (Kravtsov ve diğ., 2002).



Şekil 2: Galaksi Kümelerinin kozmik ağ üzerindeki yerleri (Kravtsov ve diğ., 2002)

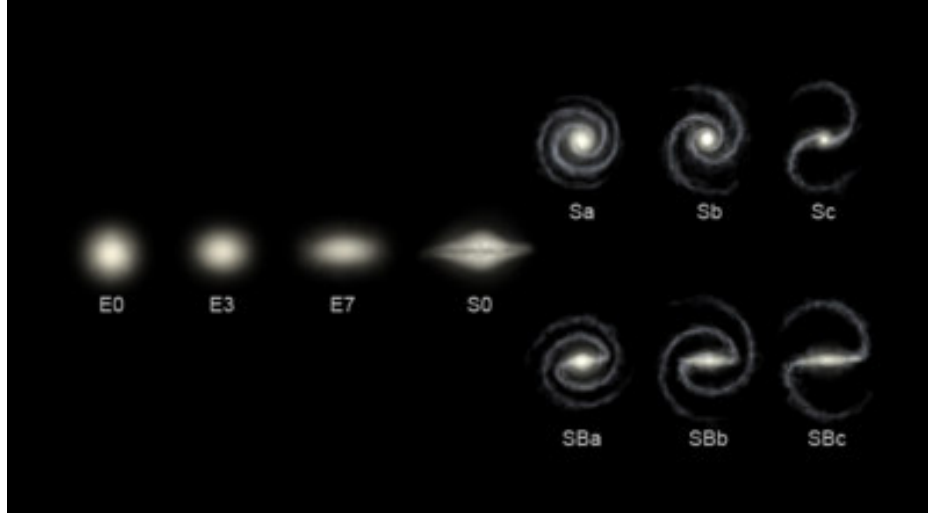
Tabakalar ve iplikçi yapılar, galaksilerin nasıl oluştuğuna dair bir ipucu verebilir mi, yoksa galaksiler oluşuktan sonra mı böyle bir kümelenme gösterdiler? Bu tip sorulara cevap bulabilmek ve durumun daha iyi anlaşılabilmesi için, erken evrende “Devasa Patlama” (Titanic Explosion) adı verilen bir ilk-patlama oluşumu

öne sürülerek bu patlamayla maddenin etrafında büyük boşluklar olan tabakalara ve ipliksi yapılara itildiği önerilmiştir. Devasa Patlama, evrenin yaratılışını ifade eden Büyük Patlama'nın diğer bir ismidir ve ilk kez Belçikalı Bilim Adamı George Lemaitre (1894-1966) tarafından öne sürülmüştür (<http://library.thinquest.org/C005731/birth.html>).

Çoğu astronom bu patlama ile birlikte iyi bilinen bir kuvvet olan kütleçekim kuvvetinin tabakaları ve ipliksi yapıları oluşturduğunu düşünmektedir. Sayısal hesaplamalar, tabaka ve ipliksi yapıların ancak doğanın erken evrendeki maddenin yoğunluğunda büyük ölçekli değişimler yapması halinde mümkün olduğunu göstermektedir. Tabakalar ve boşlukların yapısını açıklayan modellerin incelenmesiyle, bu yapıların erken evrende meydana gelen bazı fiziksel olayların parmak izlerini taşıdığı gösterilmiştir. Bu yapıların daha iyi anlaşılabilmesi için yeni araştırmalar günümüzde devam etmektedir (Bilir, 1997).

1.2. Galaksi Türleri

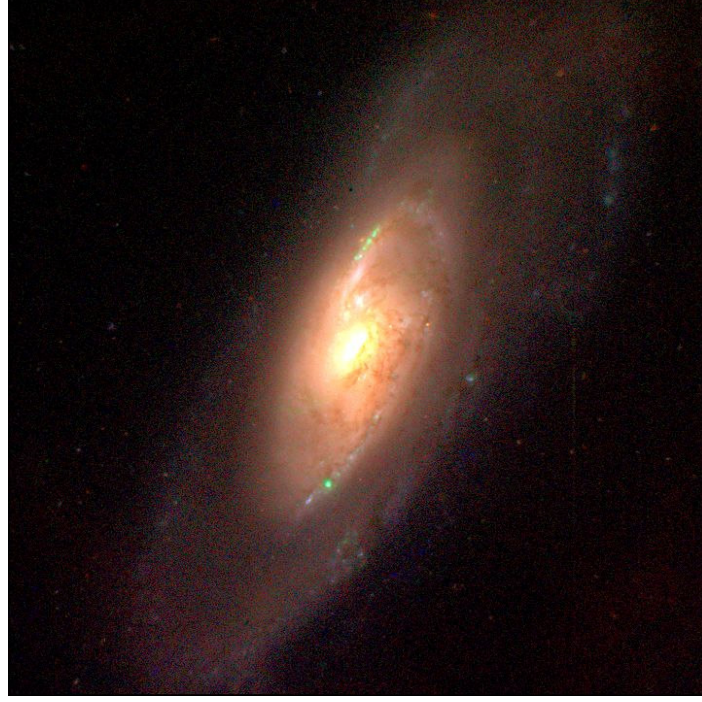
Galaksiler sınıflandırılırken fiziksel özelliklerinden faydalanılır. XX. yüzyılın başlarında Edwin Hubble'ın galaksilerin dış görünüşlerine bakarak yaptığı sınıflandırma günümüzde hala geçerliliğini korumaktadır. Bu sınıflandırma için kullanılan yöntem "Hubble Diyapazon Diyagramı" adı verilir. Galaksiler; eliptik, sarmal ve düzensiz galaksiler olarak sınıflandırılır (Şekil 3) (Moche, 1993 ve <http://tr.wikipedia.org/wiki/Galaksi>).



Şekil 3: Hubble Diyapazon Diyagramı (Hubble, 1936)

1.2.1. Eliptik Galaksiler

Elips biçimindeki galaksilerin ne sarmal kolları ne de disk biçimli yapıları vardır. Adından da anlaşılacağı gibi eliptik bir görünüme sahip olan bu galaksiler çok az miktarda gaz ve toz bulutu içerirler ve çoğunlukla yaşlı Topluluk II (Population II) yıldızlarından oluşmuşlardır. Bu galaksilerin hemen hemen tamamı, Güneş'in kütlesine yakın ya da ondan daha küçük olan yaşlı yıldızlardan oluşmaktadır. Genellikle galaksi kümeleri içerisinde yer alan bu galaksilerin yarıçapları 1–200 kpc, kütleleri ise $10^6 - 10^{13} M_{\odot}$ kadardır. Büyük eliptik galaksilerin çoğu, zengin galaksi kümelerinin merkezlerinde yer alırlar. Bunların tam bir küre şekline sahip olan türlerine "E0" kodu verilirken, "E7" kodu verilen türlerine kadar giderek elipsleşen bir yapıya bürünürler. Bilinen en büyük galaksiler elips biçimli olanlardır. Buna örnek olarak Messier 87 galaksisi verilebilir (Şekil 4) (Moche, 1993 ve <http://tr.wikipedia.org/wiki/Galaksi>).

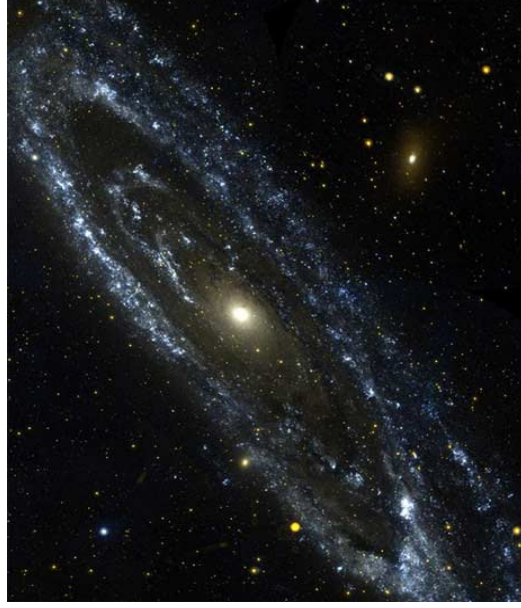


Şekil 4: Messier 87'nin optik görüntüsü (<http://www.nasa.gov>)

1.2.2. Sarmal (Spiral) Galaksiler

Sarmal galaksiler, içlerindeki yıldızlar fark edilmeyip yalnızca bulanık ışık lekeleri olarak görüldüklerinden, önceleri “bulutsu” (nebula) olarak biliniyorlardı. Sarmal galaksiler evrendeki galaksilerin büyük bir çoğunluğunu temsil ederler. Yüksek miktarda toz ve gaz içeren sarmal galaksiler çok parlak bir görünüme sahiptirler. Genç Topluluk I ve yaşlı Topluluk II yıldızlar içermektedirler. Ortalama kütleleri $10^9 - 10^{11} M_{\odot}$ olan sarmal galaksilerin çapları yaklaşık 5-50 kpc civarındadır. Çoğunlukla galaksi kümeleri dışında yer alırlar. Sarmal galaksiler, çubuklu (SB) ve çubuksuz (S) olmak üzere iki ayrı sınıfta toplanabilir. Sarmal galaksilerin büyük çekirdeğe ve merkeze yakın kollara sahip olan türlerine "Sa" ismi verilirken, daha küçük çekirdek ve daha dağınık kollara sahip olanlarına "Sb", en küçük çekirdeğe ve en dağınık kollara sahip olanlarına ise "Sc" adı verilmektedir. Aynı sınıflandırma çubuklu sarmal için de geçerlidir. Sadece galaksiler, çubuklu sarmal olduğunu belirtmek için "SB" şeklinde isimlendirilirler. Yine çekirdek büyüklüğü ve kolların dağınıklık sırasına göre "SBa", "SBb" ve "SBc" olarak adlandırılır. En yakın sarmal galaksi, Walter Baade'nin 750 kpc yada iki milyon ışık

yılı uzaklıkta olduğunu hesapladığı Andromeda Galaksisi'dir (Şekil 5) (Moche, 1993 ve <http://tr.wikipedia.org/wiki/Galaksi>).



Şekil 5: Andromeda Galaksisi'nin optik görüntüsü (<http://www.nasa.gov>)

1.2.3. Düzensiz Galaksiler

Sarmal ve Eliptik galaksiler sınıfına girmeyen tüm galaksiler düzensiz galaksiler olarak adlandırılır. Galaksi kümeleri dışında yer alan bu galaksiler, genç yıldızlar ile büyük miktarda gaz ve tozdan oluşurlar. Düzensiz galaksilerin ışım güçleri düşüktür. Görünüş olarak ayırt edici bir özelliği olmayan bu galaksilerin çapları 1–10 kpc arasında, kütleleri ise $10^8 - 10^{10} M_{\odot}$ kadardır. Düzensiz galaksiler toplam galaksilerin yüzde birkaçını temsil eder. Bu galaksi türlerine örnek olarak Büyük (Şekil 6) ve Küçük Magellan Bulutları verilebilir (Moche, 1993 ve <http://tr.wikipedia.org/wiki/Galaksi>).



Şekil 6: Büyük Magellan Bulutu'nun optik görüntüsü (<http://www.nasa.gov>)

1.3. Galaksi Kümeleri

Galaksi kümeleri, kütle-çekimsel olarak bağlı, bilinen en büyük astronomik yapılardandır. Galaksilerin çekim etkileriyle yığılmaları sonucu oluşurlar. Bu nedenle galaksi kümelerinin galaksilerden ve kızgın gazdan oluşmaktadır (Ercan ve diğ., 2006; Moche, 1993).

Galaksi kümelerinin genel fiziksel özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- a. Yüzlerce galaksiden oluşurlar: Küme içinde bulunan galaksi sayısı yaklaşık olarak 100'ün altında ise fakir, üzerinde ise zengin küme olarak adlandırılırlar,
- b. Toplam kütleleri $10^{14} M_{\odot}$ civarındadır,
- c. 2-5 Mpc arası boyutlara sahiptirler,
- d. İki küme arası ortalama uzaklık 10 Mpc kadardır,
- e. Litre başına 1 parçacık yoğunluğuna sahiptirler,
- f. X-ışını plazma gazının sıcaklığı 2-10 keV (10^7 K - 10^8 K) değerlerindedir. Parlaklıkları 10^{43} - 10^{45} ergs/s'dir. X-ışını plazmasının kütlesi, görünen optik malzemeden çok daha fazladır,

g. Hız dağılımları her bir galaksi için yaklaşık 800–1000 km/s’dir.

Galaksi kümeleri için yapılan morfolojik sınıflandırma tipleri Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1: Galaksi Kümelerinin morfolojik sınıflandırması

Sınıflandırma Tipi	Düzenli	Arasında (Düzenli-Düzensiz)	Düzensiz
Zwicky	Yoğun	Orta-Yoğun	Açık
Bautz-Morgan	I, I-II, II	II, II-III	II-III, III
Rood-Sastry	cD, B, L, C	L, C, F	F, I
Galaktik İçerik	Eliptik-zengin	Spiral-fakir	Spiral-zengin
Morgan	İi	i-ii	i
Oemler	cD, Spiral-fakir	Spiral-fakir	Spiral-zengin
Merkezsiz Yoğunluk	Yüksek	Orta	Düşük
Altkümelene	Yok	Orta	Var
Zenginlik	Zengin ($n^* \approx 10^2$)	Zengin-Orta ($n^* > 10$)	Zengin-Fakir ($n^* > 1$)

Tablo 1 için gerekli açıklamalar;

Zwicky ve arkadaşlarının (1961-1968) yaptığı sınıflandırma galaksilerin yoğunluğu incelenerek yapılmıştır.

Bautz-Morgan (1970), sınıflandırmayı dereceler (aşamalar) üzerinden yapmıştır. Kümeler parlak galaksileri ile baskındır. Tip I’e en yüksek dereceyi ve Tip III’e ise en düşük dereceyi vermiştir.

Morgan (1961) ve *Oemler* (1974), kümelerin galaktik içeriklerine göre sınıflandırma yapmıştır (spiral, spiral yapı dışındaki disk galaksiler veya eliptik).

Rood-Sastry (1971), 10 parlak galaksinin dağılımı ve doğası üzerine kümeleri sınıflandırmıştır. Rood-Sastry sınıflandırması 6 ana hat üzerinde ifade edilir. Bunlar,

cD: Baskın bir galaksi içerir (örneğin Abell 2199) (Şekil 7),

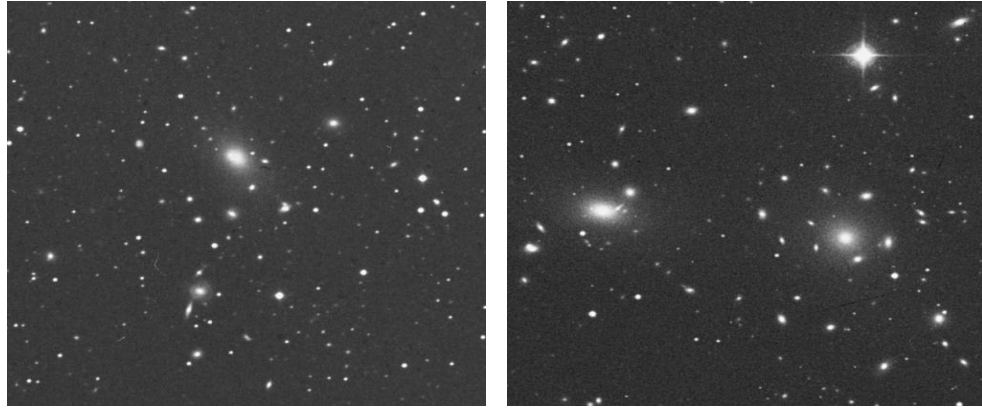
B: Çift-Baskın bir çift parlak galaksi içerir (örneğin Abell 1656) (Şekil 7),

L: Çizgi-Çizgisel şekilde çok parlak galaksiler içerir (Örneğin Abell 426 (Perseus)) (Şekil 7),

C: Çekirdek- 10 parlak galaksiden 4'ü veya daha fazlası küme çekirdeğinde bulunur (örneğin Abell 2065 (Corona Borealis)) (Şekil 7),

F: Tekdüze (düz)- (örneğin Abell 2151) (Şekil 7),

I: Düzensiz- Parlak galaksilerin dağılımı düzensizdir (örneğin Abell 400) (Şekil 7).



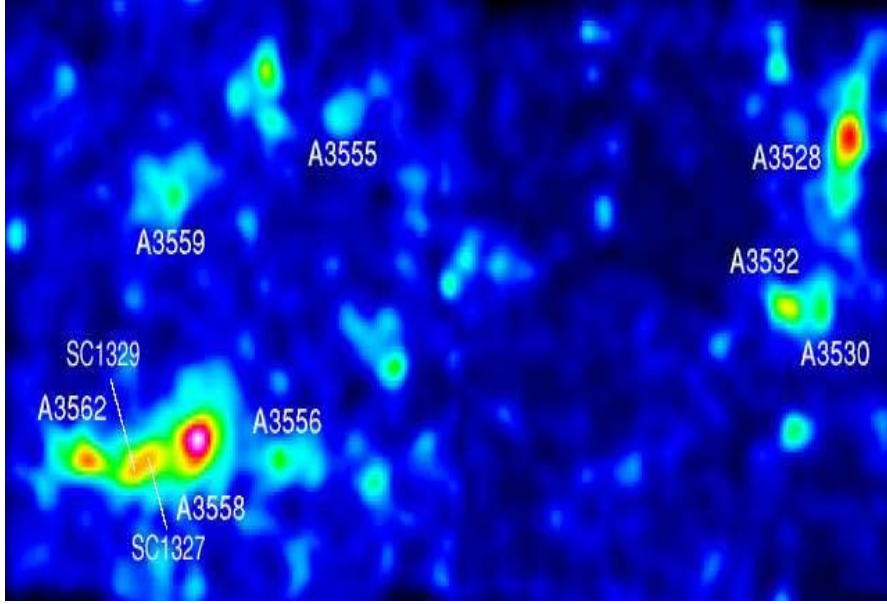


Şekil 7: Sırasıyla Abell 2199, Abell 1656, Abell 426 (Perseus), Abell 2065, Abell 2151 ve Abell 400 galaksi kümelerinin optik görüntüleri (<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>)

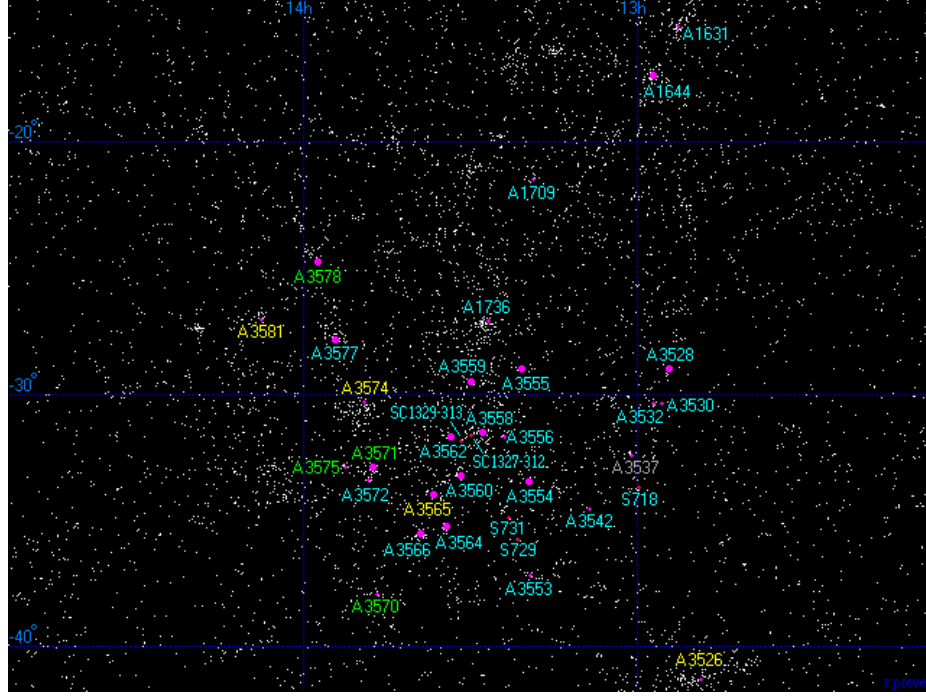
1.4. Süper Kümeler

Süper kümeler, daha küçük galaksi grupları ve galaksi kümelerinin birleşimlerinden meydana gelirler ve evrendeki en büyük yapılar olarak gösterilebilirler. Süper kümeler birkaç yüz milyon ışık yılı büyüklüğünde olabilirler. Kütleleri Güneş kütlelerinin yaklaşık olarak 10^{17} katıdır. Süper kümelerin varlığı evrendeki galaksilerin düzenli olarak dağılmadıklarının bir göstergesidir. Evrendeki süper küme sayısının 10 milyona yakın olduğu hesaplanmaktadır. Süper kümelerden daha büyük yapılar tam olarak bilinmemekle birlikte süper küme kümelerinin varlığı tartışılmaktadır.

Günümüzde yapılan araştırmalar sayesinde, milyarlarca ışık yılı uzaklıklarda (gözlenebilen evrenin % 5'inden daha büyük) süper küme kompleksleri olabilir. Süper kümelere örnek olarak, Yerel Süper Küme, Coma Süper Kümesi, Leo Süper Kümesi, Hercules Süper Kümesi ve Shapley Süper Kümesi verilebilir. Bu çalışmada incelenen Abell 3530 galaksi kümesi, Shapley Süper Kümesi içinde yer almaktadır (Şekil 8-a) (Atkinson, 1998).



Şekil 8-a: Abell 3530 galaksi kümesinin Shapley Süperkümesi içindeki X-ışını görüntüsü (http://en.wikipedia.org/wiki/Shapley_Supercluster)



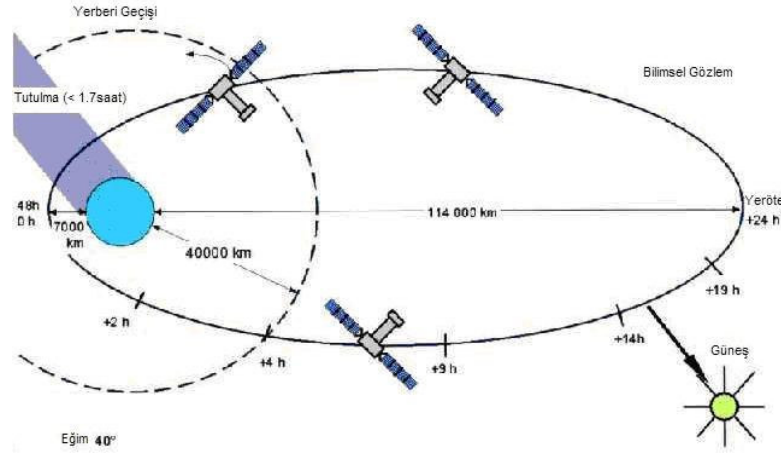
Şekil 8-b: Abell 3530 galaksi kümesinin Shapley Süperkümesi içindeki şemasal gösterimi (http://en.wikipedia.org/wiki/Shapley_Supercluster)

Shapley Süper kümesi, 650 milyon ışık yılı uzaklıkta, yaklaşık 20 galaksi kümesinden oluşan yoğun bir topluluktur. Shapley Süper Kümesi'nin ortasında birkaç iri küme bulunmaktadır (http://en.wikipedia.org/wiki/Shapley_Supercluster).

BÖLÜM 2

XMM-NEWTON UYDUSU

İsmi ünlü İngiliz bilim adamı Isaac NEWTON'dan alan XMM-Newton uydusu, ESA'nın yürütücüsü olduğu ve İngiltere'nin liderliğinde yapılan yaklaşık 700 milyon dolarlık bir projedir. 10 metre uzunluğunda ve yaklaşık 4 ton ağırlığında olan XMM-Newton uydusu, Avrupa'da o zaman dek (1999 yılına kadar) yapılmış en büyük bilimsel uydudur. Yeröte noktası, yer merkezinden yaklaşık olarak 110000 km ötede yer alır (Şekil 9). X-ışını fotonları atmosfer etkisine maruz kalmadığından uydudan alınan veriler daha kullanışlı ve sağlıklıdır.



Şekil 9: XMM-Newton uydusunun yörüngesinin şematik olarak gösterimi

XMM-Newton uydusu gözlemediği cisimlerden aldığı verileri yörüngesinde hareket halindeyken yeryüzündeki gözlemevlerine transfer eder. Uyduya yeryüzünden bilgisayarlar vasıtasıyla ayrıntılı talimatlar gönderilerek nereye gözlemleyeceği ve hangi kameraları kullanması gerektiği bildirilmektedir. Uyduya enerji sağlamak üzere üzerinde güneş panelleri bulunmaktadır. Bu uydü ile yapılan analizler evrenin oluşumu, kuazarlardaki kara delikler, galaksiler, galaksi kümeleri, çift yıldız sistemleri ve ışık ile madde arasındaki etkileşmeler hakkında zengin bilgiler sağlamaktadır.

XMM-Newton uydusu 1999 yılının Aralık ayında görevine başlamıştır ve 10 yıl boyunca görevine devam etmesi öngörülmüştür. Uydü 0,1-15keV enerji

aralığında gözlem yapabilme özelliğine sahiptir. Ayrıca çok geniş bir alanı gözlemleyebilmekte (30') ve X-ışını gözlemleri ile optik gözlemleri eş zamanlı olarak yapabilmektedir. XMM'in çözünürlüğü 6" dir. Bu yüksek çözünürlük X-ışını evreni açısından yeni detaylar elde etmemizi sağlamaktadır. XMM-Newton uydusunun temel özellikleri Tablo 2'de verilmektedir. (<http://xmm.vilspa.esa.es> ; Ehle, 2007 ; Jansen, 2001). (Diğer uydular ile karşılaştırma için bakınız Ek-1).

Tablo 2: XMM-Newton Uydusunun Özellikleri

"Kütlesi	4000 kg
Uzunluğu	10 m
Görev Süresi	2- 10 yıl
Max. Genişlik	16 m
Max. X- Işını Saptama Enerjisi (EPIC-PN)	15 keV
Max. X- Işını Saptama Enerjisi (EPIC-PN)	0.15 keV
Odak Uzunluğu	7.7 m
Çözünürlük (FWHM)	6"
Çözünürlük (HEW)	14"
Yörüngesel Yükseklik (Yöröte)	114000 km
Yörüngesel Yükseklik (Yerberi)	7000 km

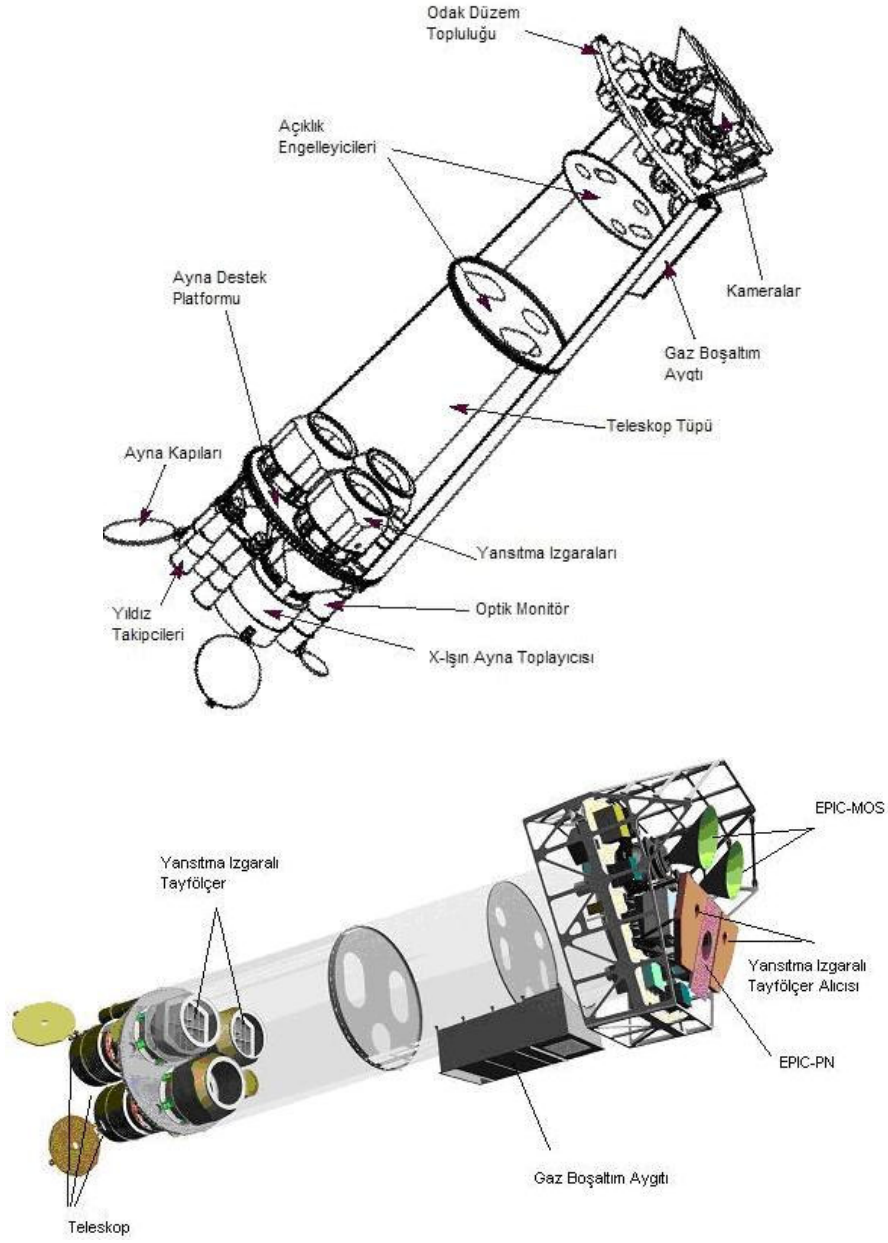
2.1. XMM-Newton Uydusunun Bileşenleri

XMM-Newton uydusu modüler olarak tasarlanmıştır ve dört ana parçadan oluşmaktadır. Uydunun bileşenleri ve şematik gösterimi Şekil 10'da görülebilir.

- Odaksal Düzlem Topluluğu (Focal Plane Assembly-FPA), odaksal düzlem araçlarını taşıyan bir platformdan oluşur. Bu platformda iki tane Yansıtma Izgaralı Tayfölçer (Reflections Gratings Spectrometer-RGS), çıktı kamerası, bir adet EPIC PN (Avrupa Foton Görüntü Kamerası-European Photon

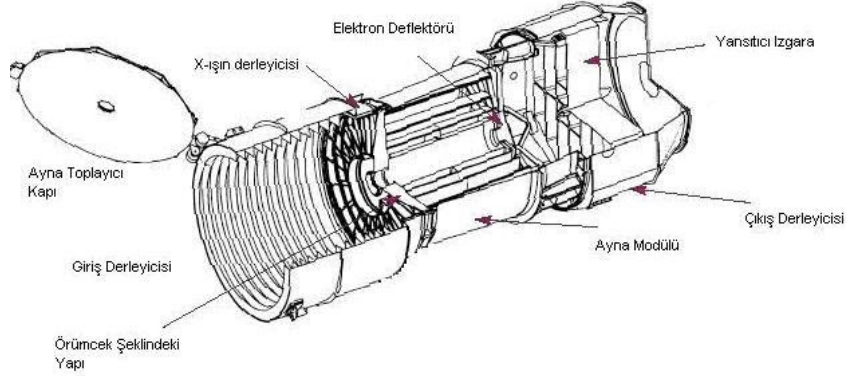
Imaging Camera) ile iki adet EPIC MOS görüntü detektörü ve kameralar için veri işleme ile birlikte güç dağıtım birimleri vardır.

- Teleskop Tüpü (Telescope Tube-TT), 6,8 m uzunluğunda karbondan yapılmış bir tüptür. Odaksal Düzlem Topluluğu ve Ayna Destek Platformu arasındaki bağlantı pozisyonunu korur. Teleskop tüpü fiziksel olarak üst ve alt tüp olmak üzere iki bölmeden oluşmuştur.
- Ayna Destek Platformu (Mirror Support Platform-MSP), kendi platformu içinde bulunan üç adet aynanın bir araya getiricisi (Ayna Modülleri+giriş ve çıkış engelleyicisi+kapılar+iki Yansıtma Izgaralı Tayfölçer), optik monitör ve iki yıldız takipçisinden oluşur.
- Servis Modülü (Service Module-SM), uzay aracının alt sistemlerini ve uydu için gerekli kaynakları sağlayan ilişkili birimleri taşır. Ayrıca servis modülüne iki adet güneş kanadı, teleskop güneş kalkanı ve ana kollarında S-banlı antenler bağlıdır (<http://xmm.vilspa.esa.es> ; Jansen, 2001).



Şekil 10: XMM-Newton Uydusunun bileşenleri ve şematik gösterimi (<http://xmm.vilspa.esa.es>)

2.2. Teleskop Konfigürasyonu



Şekil 11: Teleskop konfigürasyonu (<http://xmm.vilspa.esa.es>)

XMM-Newton uydusu üzerindeki 3 tane teleskoptan her biri üzerinde

- Ayna bir araya getirici kapısı; (optik aletlerin birleştirilmesini, fırlatma ve erken yörünge evresi boyunca korunmasını sağlar.)
- Giriş derleyicisi; (47° 'den daha geniş açılarda görünen parazit ışınları tutmayı sağlar.)
- X-ışını derleyicisi, (ayna sisteminin önünde yer alır. Odak düzlem kameralarının görüş alanı içindeki kaçak ışık miktarını önemli ölçüde düşürür ve bir kolimatör gibi davranır),
- Ayna modülü,
- Bir elektron saptırıcısı, (odak düzlemi dedektörlerine ulaştırıcı aynalar tarafından yansıtılan düşük enerjili elektronları koruyan çembersel bir manyetik alan üretir.)
- Yansıtıcı Izgara Düzenleyici (Reflection Grating Array-RGA) (teleskopların ikisinde bulunur.)
- Çıkış derleyicisi bulunur. (<http://xmm.vilspa.esa.es> ; Jansen, 2001) (Şekil 11).

2.3. Isısal Kısıtlamalar

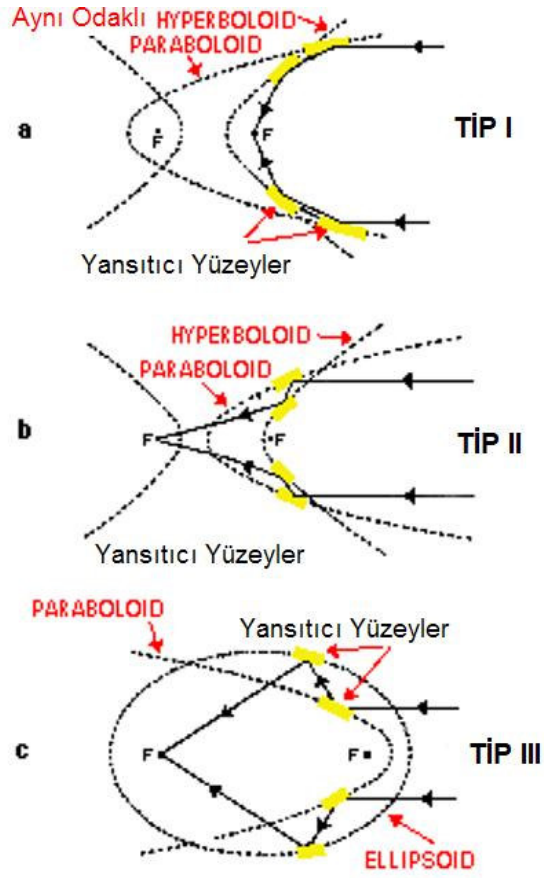
Isısal-elastik deformasyonları sınırlandırmak amacıyla, uzaysal olarak maksimum sıcaklık farkı $\pm 2^{\circ}\text{C}$ olacak şekilde, ayna modüllerinin ayna kalkanları ortalama 20°C sıcaklıkta tutulmalıdır. Bu nedenle platform izotermal olarak muhafaza edilir. Diğer taraftan Servis Modül ekipmanları tamamen standart sıcaklık aralığındadır ve dikkat daha çok basitliğe ve güvenilirliğe verilmiştir.

XMM'nin ısısal dizaynı, güneş görüş açısının kısıtlı değişimi ($\pm 20^{\circ}$) ile yüksek irtifalı ve uzun periyotlu yörüngesi tarafından sağlanan kararlı çevre koşullarının maksimum avantajlarını kullanır. Gerçekten, Dünya albedosu (beyazlık derecesi) ve kızılötesi ısı akılar, yüksek irtifadaki yörüngesinin çok geniş kısmı boyunca ihmal edilebilir. XMM yalnızca yerberi (yörüngesinin yeryüzüne en yakın olan noktası) noktasından geçerken (7000 km yüksekliğindeyken) ısısal kararlılığı Dünya tarafından azda olsa etkilenir.

Maksimum 1.7 saatlik bir periyod süresinde uydu, Güneş enerjisini alamadığı için tutulma sezonu boyunca çok geniş ısısal değişimler gösterir (Şekil 9). Bununla birlikte tutulmalar her zaman uydunun sabit sıcaklığını yeniden oluşturabileceği bir zaman bırakarak gözlemler için gereken minimum yükseklikten (40 000 km) aşağıda gerçekleşir. Tutulmanın sebep olduğu sıcaklık düşüşünü geri kazanmak için, ısıtıcı aracı vasıtası ile tutulma öncesi ve sonrası ısı artışı gerçekleştirilir. Uydunun hareketindeki değişimler ile tüm yörüngesel bozulmalarla uğraşmak için, teleskop tüpü ısıtıcı güç ve dış çevreden tamamen izole edilmiştir (<http://xmm.vilspa.esa.es>).

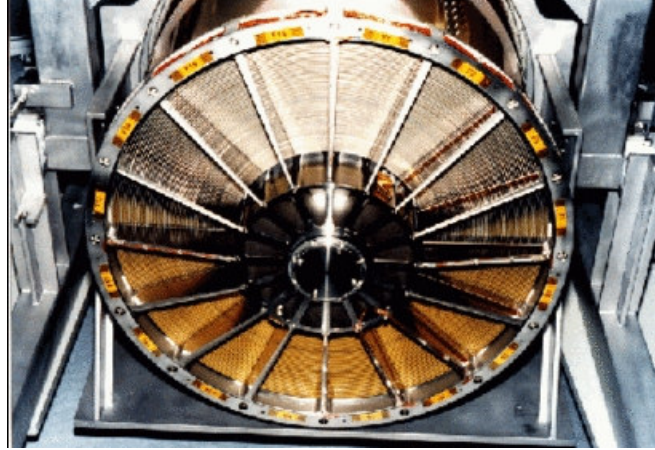
2.4. Aynalar

XMM-Newton üzerindeki üç X-ışını teleskobunun her birisi aynı odaklı ve aynı eksenli konfigürasyonda sabitlenmiş 58 Wolter I yansıtıcı aynaları içerir (Şekil 13). Wolter teleskopları Alman Fizikçi Hans Wolter (1911-1978) tarafından geliştirilmiştir. Bu teleskoplar, I, II ve III olmak üzere üç tipe ayrılır (Şekil 12) (http://en.wikipedia.org/wiki/Wolter_telescope).



Şekil 12: Wolter Teleskop tipleri

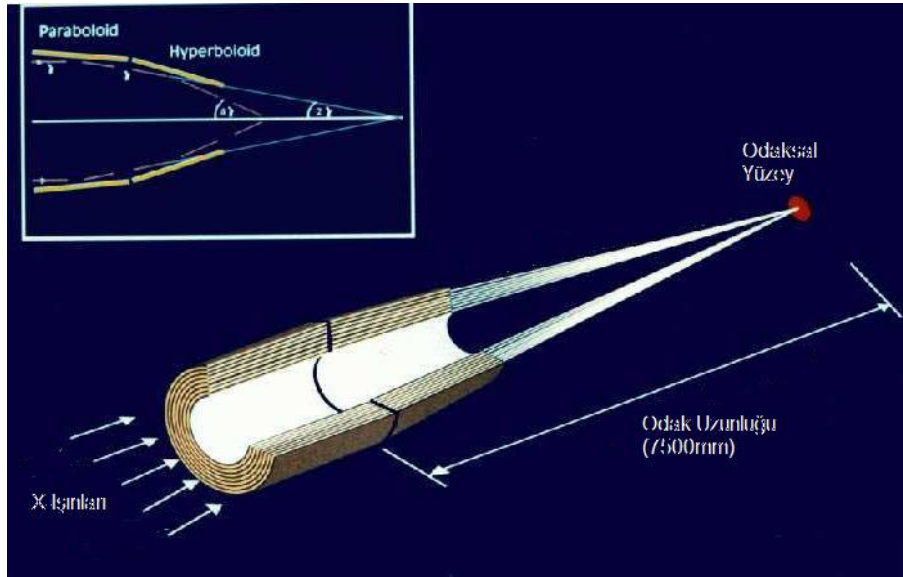
Optik aletlerin dizaynı, özellikle 7 keV enerji bölgesi baskın olacak şekilde geniş bir enerji aralığında en yüksek olası etkin alanı elde edecek şekilde oluşturulmuştur. Ayna sisteminde, yüksek enerjilerde yeterli yansımayı sağlamak için yüzeysel 30° (açıdakikalık) yansımaya açısı kullanılır. Teleskobun odak uzunluğu 7.5 metre ve en büyük aynanın yarıçapı 70 cm'dir (Şekil 14).



Şekil 13: XMM'in ayna modülü (<http://xmm.vilspa.esa.es>)

2.5. Optik Tasarım

Her bir ayna modülü, teğet etkileşimli (grazing-incidence) Wolter I tipi teleskopu içerir ve 58 adet altın kaplı, birbirine tutturulmuş aynalardan oluşur. Aynaları sıraya koymayı ve düzenlemeyi kolaylaştırmak için her ayna kalkanı bir paraboloid ve ortak hiperpolidden oluşmaktadır (Şekil 14).



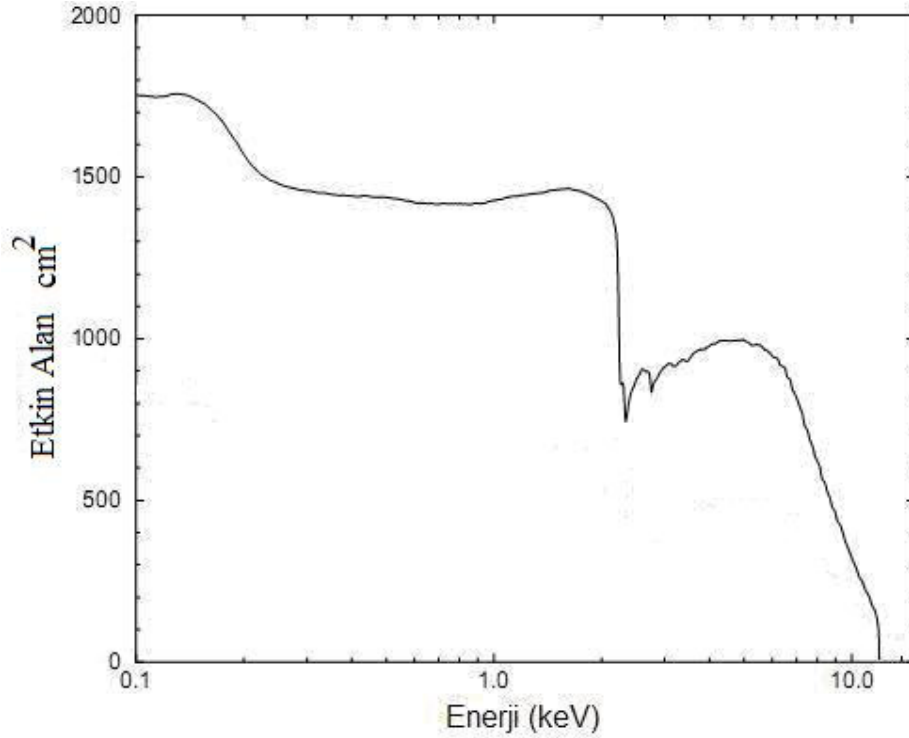
Şekil 14: Paraboloid ve Hiperpolidlerin şematik gösterimi

En küçük aynanın kalınlığı 0.47 mm ve bu aynanın çapı 306 mm'dir. 700 mm çaplı aynanın kalınlığı 1.07 mm'dir. Komşu kalkanlar arasındaki minimum radyal

uzaklık 1 mm'dir. Daha fazla sayıda kalkan daha verimsiz toplama alanı oluşmasına sebep olur (<http://xmm.vilspa.esa.es>).

2.6. Etkin Alan

XMM-Newton teleskobunun tasarımı, yüksek enerjilerde (>7 keV) gözden çıkarılmış alan dışında düşük enerjilerde (2 keV) maksimum alan elde etmek için yapılmıştır. XMM aynaları 1.5 keV civarında bir maksimum ve 2 keV yakınlarında belirgin bir sınır ile 0.1 ile 10 keV enerji aralığı içinde en yüksek duyarlılığa sahiptir. Bu dizaynın amacı her bir teleskop için 10 keV'da 350 cm^2 , 7 keV'da 900 cm^2 , 2 keV'de 1500 cm^2 ve 150 eV'a kadar enerjiler için 1900 cm^2 bir toplama alanı elde etmektir (Şekil 15) (<http://xmm.vilspa.esa.es>).



Şekil 15: XMM teleskobunun etkin alanının enerji değişimi (Jansen, 2001)

2.7. Avrupa Foton Görüntüleme Kamerası (EPIC)

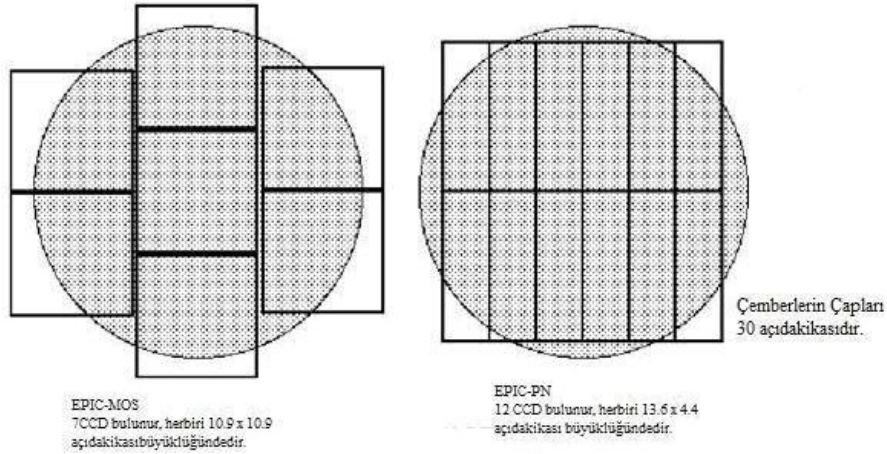
XMM-Newton uydusu, üç X-ışını CCD'si içeren kamera takımı taşımaktadır. Bunlardan ikisi MOS CCD'dir. MOS CCD'ler, X-ışını teleskoplarının arka kısmında bulunur ve yansıtma ızgaralı tayfölçer ızgaraları ile donatılmıştır. Üçüncü kameradan

ise engellenmemiş bir ışık demeti geçer. Bu kameranın odağında EPIC aygıtlarından PN-CCD kullanır ve bu CCD, PN-kamera olarak da bilinir.

EPIC kameraları, yarı yükseklikteki tam genişlik (FWHM) 6" olan bir açısal ayırma, $E/\Delta E \approx 20-50$ olan bir orta tayfsal ayırma gücü ile 0.15-15 keV enerji aralığında 30' teleskop görüş alanı içindeki bölgelerde son derece hassas görüntüleme gözlemleri yapabilirler.

2.7.1 Yonga (Çip) Geometrisi

XMM-Newton uydusunda iki tane EPIC-MOS ve bir tane EPIC-PN olmak üzere üç farklı CCD bulunur. Bu iki farklı tip CCD (MOS ve PN)'nin ebatları farklı olsa da görüş doğrultuları ve gözlem alanları aynıdır (Şekil 16). CCD'lerin boyutlarının farklı olması bir kayıp değil aksine kazançtır, çünkü herhangi bir CCD'de yakalanamayan foton diğer CCD'de büyük ihtimalle yakalanacaktır ve böylece gözlem alanının her bir noktası incelenebilecektir (<http://xmm.vilspa.esa.es>).



Şekil 16: CCD'lerin şematik gösterimi (<http://xmm.vilspa.esa.es>)

2.7.1.1. MOS Yapılı CCD

MOS-CCD, Leicester Üniversitesi ve İngiliz Elektrik Valf Şirketi tarafından ortak olarak geliştirilmiştir. MOS dedektörleri verimli enerji çözünürlüğü ile X-ışını tayfinin yumuşak kısmında fotonları kaydeder. CCD'nin 40 mikron duyarlı silikon derinliği ile sert X-ışınlarında veya yüksek enerjilerde yanıtı daha düşüktür. Sert

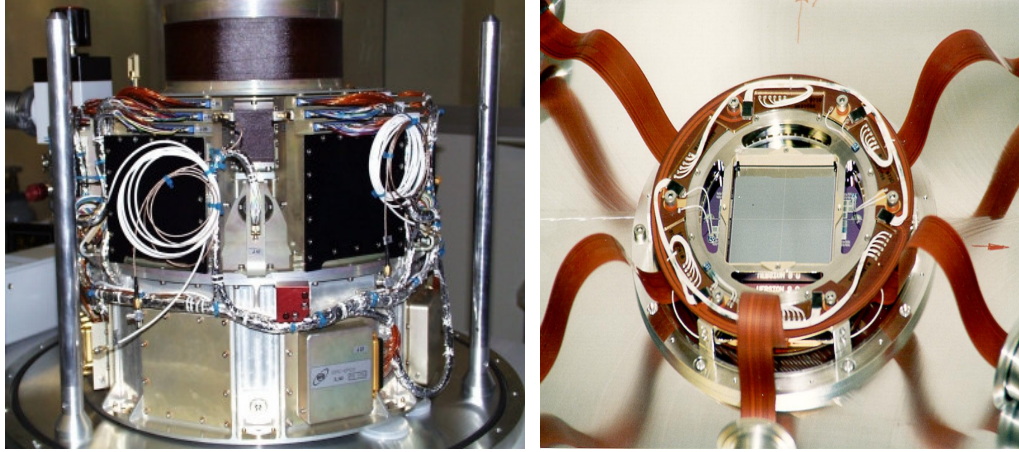
X-ışınlarını yayan bölgeyi 300 mikron kalınlığındaki PN-CCD ile incelemek daha iyi sonuç verir. Her bir MOS-CCD yedi silikon çipten oluşur ve her çip ise 600x600 pikselden meydana gelmektedir (10.9x10.9 açıdakikası büyüklüğünde 7 tane kare CCD) (Şekil 17). MOS-CCD'lerinin (MOS-1 ve MOS-2) enerji aralıkları 0.2-10 keV'dur (<http://xmm.vilspa.esa.es>).



Şekil 17: XMM-MOS CCD (<http://xmm.vilspa.esa.es>)

2.7.1.2. PN Yapılı CCD

PN-CCD'nin düşük enerjilerden çok yüksek XMM-Newton enerjilerine kadar X-ışını yakalama kabiliyeti son derece yüksek ve homojendir (0.5 keV ile 10 keV arasında). PN CCD, kanallara bağlı 768 paralel çıktı kameranın hızlı çalışmasına olanak sağlar; sadece bir resim veya kare (frame) elde etmek için 8 ms yeterlidir. Özel çıktı biçimleri sadece 40 ms'lik bir zaman çözünürlüğü ile geçici bir cismin gözlenmesine izin verir. PN CCD, 13.6x4.4 açıdakikası büyüklüğünde 12 tane dikdörtgen CCD'den oluşur (Şekil 18) (<http://xmm.vilspa.esa.es>; Soltau, H.).



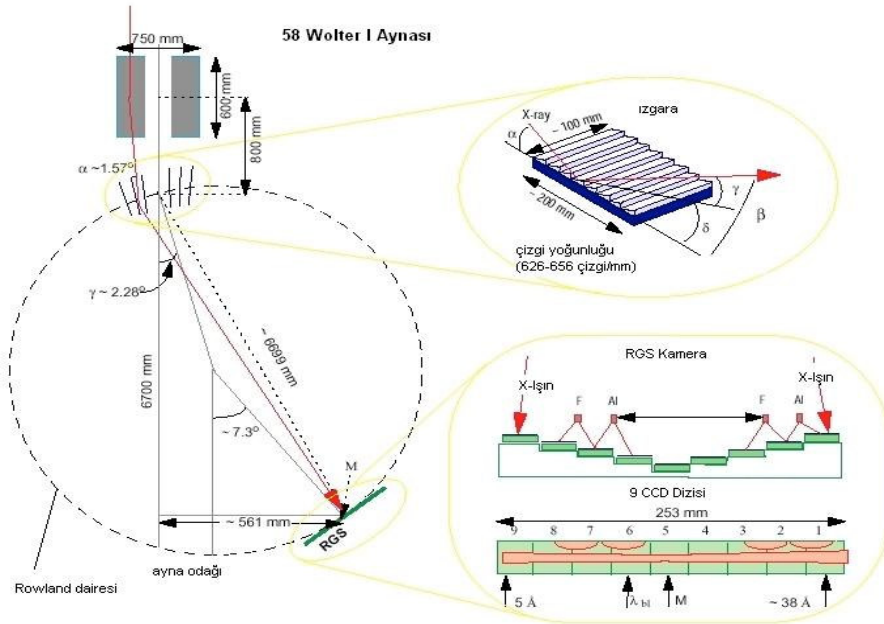
Şekil 18:XMM-PN CCD (<http://xmm.vilspa.esa.es>)

2.8. Yansıtımlı Izgara Tayföçer (RGS)

XMM-Newton görevi, ESA uzun dönem programının dört ana projesinin ikincisidir. Teleskopun görüş alanı 30' ve uzaysal çözünürlüğü yaklaşık 6" (FWHM)'dir. Her teleskopun odağına CCD dedektörü yerleştirilmiştir. Üç teleskopun ikisinin arkasında X-ışını ışınlarının yaklaşık yarısı yansıtımlı ızgara tayföçer tarafından kullanılır. Yansıtımlı ızgara tayföçer, yansıtma ızgaralar dizisinden oluşur ve bu ızgara dizisi CCD dedektörlerine doğru X-ışınlarını saptırır. Yansıtımlı ızgara tayföçer elemanları 5 ile 35 Å (0.33 ile 2.5 keV) bir aralık üzerinde yüksek çözme gücü sağlar. İki tayföçer için etki alanı yaklaşık 150 cm² de 15 Å (0.83 keV) civarında zirve yapar (Şekil 19) (Tablo 3) (<http://xmm.vilspa.esa.es>).

Tablo 3: Yansıtımlı Izgara Tayföçlerin özellikleri (<http://xmm.vilspa.esa.es>).

		RGS 1			RGS 2		
		10 Å	15 Å	35 Å	10 Å	15 Å	35 Å
Etki Alanı (cm ²)	1. Sıra	51	61	21	53	68	25
	2. Sıra	95	15		31	19	
Çözünürlük (kms ⁻¹)	1. Sıra	1700	1200	600	1900	1400	700
	2. Sıra	1000	700		1200	800	
Dalgaboyu Aralığı	1. Sıra	5 - 38 Å (0.35 – 2,5 keV)					
	2. Sıra	5 - 20 Å (0.62 – 2,5 keV)					
Dalgaboyu Kesinliği		±8 mÅ					
Dalgaboyundaki Sapma		+ 1.5 mÅ			-1.6 mÅ		
Birim Büyüklüğü (bin size) [3x3 (27μ) ² piksel]		2.5 açılı saniyesi (dağılıma yönüne karşı)					
		7 - 14 mÅ (dağılıma yönünde, 1.sıra)					



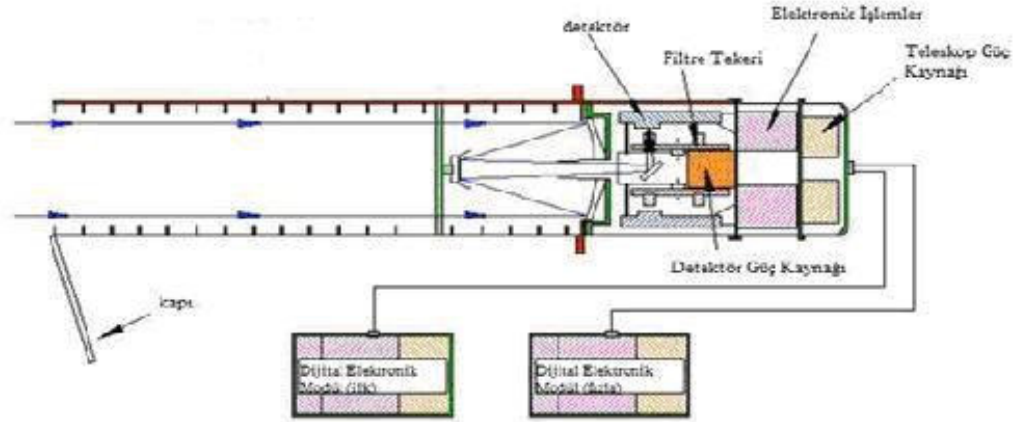
Şekil 19: Yansıtımlı Izgara Tayföçlerin şematik gösterimi (<http://xmm.vilspa.esa.es>)

2.9. Optik Monitör

Optik/UV Monitör XMM-Newton ayna destek platformu üzerine monte edilmiştir. XMM-OM, XMM kaynaklarının X-ışını ve morötesi/optik bantlarda eşzamanlı çok dalgaboylu gözlem rutinlerine izin vererek, merkezi 17' olan kare X-ışını görüş alanında 170 nm ile 650 nm dalgaboyları arasında gözlem yapar. XMM-OM bir teleskop modülü ve bir ayrı dijital elektronik modül içerir (Tablo 4).

Tablo 4: Optik Monitör (OM)'ün özellikleri (<http://xmm.vilspa.esa.es>).

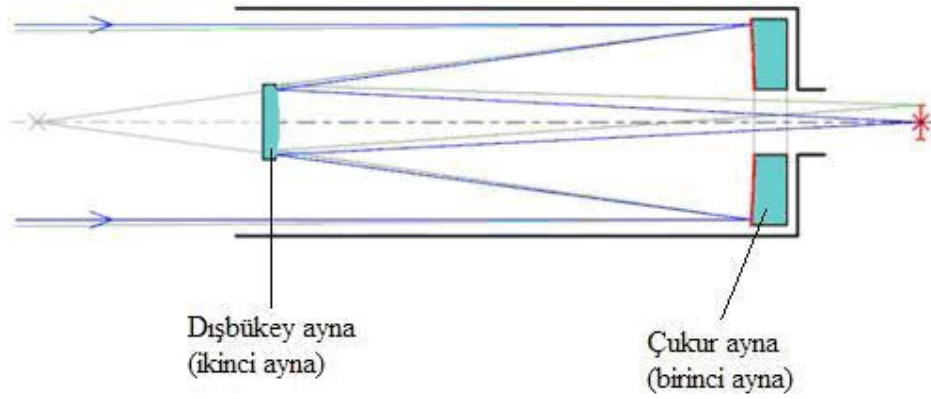
Toplam Band Genişliği	180 - 600 nm
Tayfsal Band Genişliği	180 - 600 nm
Hassaslık Seviyesi	20.7 mag
Görüş Alanı	17'
Piksel Büyüklüğü	0.476513 arsec/pxl
PSF (<i>FWHM</i>)	1".4 - 2"
Zamansal Çözünürlük	0.5 s
Ayırma Gücü	~250
Parlaklık Seviyesi	$m_v=7.4$ mag



Şekil 20: Optik Monitör Bileşenleri (<http://xmm.vilspa.esa.es>).

Teleskop modülü f/12.7'lik odak oranı ve 3.8 m odak uzunluğu ile modifiye edilmiş 30 cm'lik Ritchey-Chretien teleskobu içerir. Gelen ışınlar iki dedektörün birisinde 45 derecelik bir açıda bir eğri ayna tarafından yansıtılır. OM teleskop tüpü 2 m uzunluğundadır. Gelen ışınlar birinci ayna üzerine düşer ve ikinci ayna üzerine yansır, buradan eğri aynalar ile kendi dedektörü üzerine gönderilir. Filtre diski doğrudan doğruya dedektörün önüne monte edilmiştir (Şekil 20) (<http://xmm.vilspa.esa.es>).

Ritchey-Chretien teleskobu veya RCT, Cassegrain tip bir teleskopdur. RCT, birinci ve ikinci hiperboloid aynalara sahiptir. Amerikalı astronom George Willis Ritchey (1864-1945) ve Fransız astronom Henri Chretien (1879-1956) tarafından 1910 yılında icat edilmiştir. 0.5 m çapına sahip ilk RCT'yi, 1927 yılında Ritchey yapmıştır. 1 m çapındaki ikinci RCT Amerika Donanma Gözlemevinde Ritchey tarafından yapılmıştır. Cassegrain teleskopunda, iki tane eş eksenli yansıtıcının kombinasyonundan oluşan Cassegrain Yansıtıcıları kullanılır ve 1672 yılında Laurent Cassegrain tarafından geliştirilmiştir.



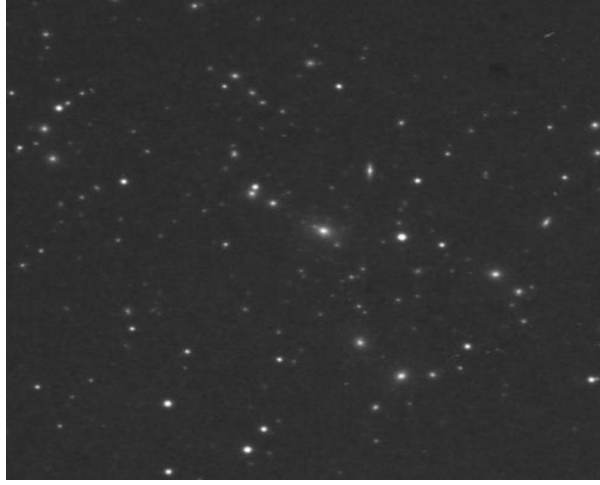
Şekil 21: Cassegrain teleskopu'nun şematik gösterimi

Cassegrain yansıtıcısında bir çukur ayna (birinci ayna) ile bir dışbükey ayna (ikinci ayna) bulunur. Bu iki ayanın optik eksenleri simetriktir. Çukur ayanın merkezinde genellikle bir delik bulunur. Böylece bir göz-merceği, bir kamera veya bir ışık dedektörüne ulaşan ışığa izin verir ve çukur ayna ise parabolikken dışbükey ayna hiperboliktir (Şekil 21).

BÖLÜM 3

İNCELENEN KAYNAKLAR

3.1. Abell 1589 (A1589) Galaksi Kümesi

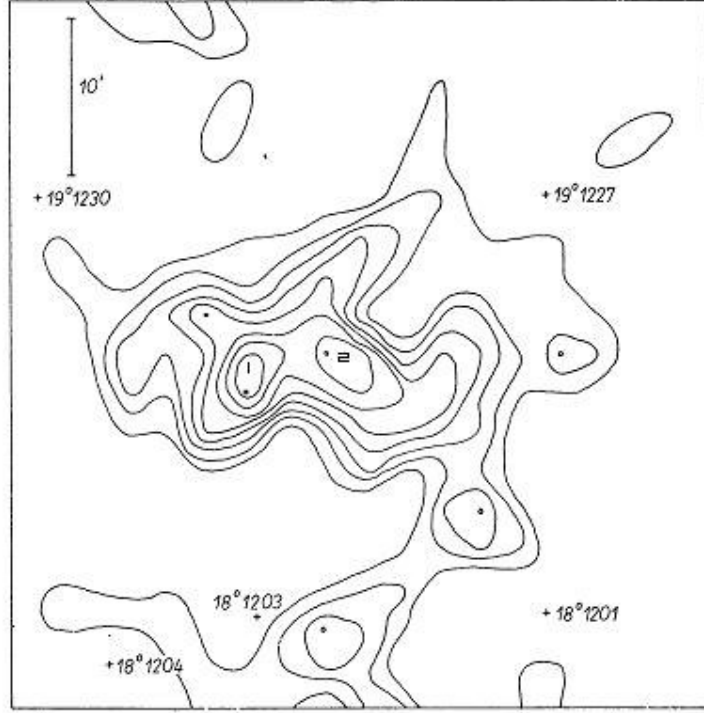


Şekil 22: Abell 1589 galaksi kümesinin optik bölgede alınan CCD görüntüsü (<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>)

Abell 1589 kümesi sağ açıklık $\alpha = 12^{\text{h}}41^{\text{m}}19.1^{\text{s}}$ ve dik açıklık $\delta = 18^{\circ}34'16''$ değerlerine sahiptir (equinox 2000). Kümenin optik bölge görüntüsü Şekil 22'de verilmiştir. White ve arkadaşlarının, Einstein uydusunun enerji aralığı 0.4-4.5 keV olan HRI ve enerji aralığı 0.3-3.5 keV olan IPC dedektörlerinden alınan X-ışını fotonları ile yaptıkları X-ışını görüntüsünün yeniden projeksiyonlanmasıyla Abell 1589 galaksi kümesi için buldukları kırmızıya kayma değeri $z = 0.0718$, hidrojen kolon yoğunluğu $n_H = 0.019 \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$, ortalama sıcaklığı $kT = 3.9 \text{ keV}$ ve parlaklık şiddeti $L_X = 2.91 \times 10^{44} \text{ ergs}^{-1}$ 'dir (White ve diğ., 1997).

Baier'in 1979 yılındaki Red Polamar Skysurvey (Kırmızı Polamar Gökyüzü) araştırması çıktıları üzerine yaptığı galaksi kümesi sayımı çalışmasında, kümenin merkez bölgesinde doğu-batı yönünde açık bir genişleme olduğu gösterilmiştir. Küme içinde $6'.4$ açısal yay uzaklığında iki yoğunluk maksimumu bulunmuştur. Bu iki yoğunluk maksimumu Şekil 23'de eş yoğunluk çizgileri (izopletler) ile gösterilmektedir (izoplet: herhangi bir fenomenin iki değişkene bağlı olarak eş oluş sıklık eğrileri). Bu iki maksimum için kırmızıya kayma değerlerini eşit kabul ederek,

aralarındaki gerçek uzaklığın alt limiti için yaklaşık 0.7 Mpc'lik bir uzaklık hesaplanmaktadır (Baier, 1979).



Şekil 23: Abell 1589 galaksi kümesi için iki yoğunluk maksimumunun izopletler ile gösterimi (Baier, 1979)

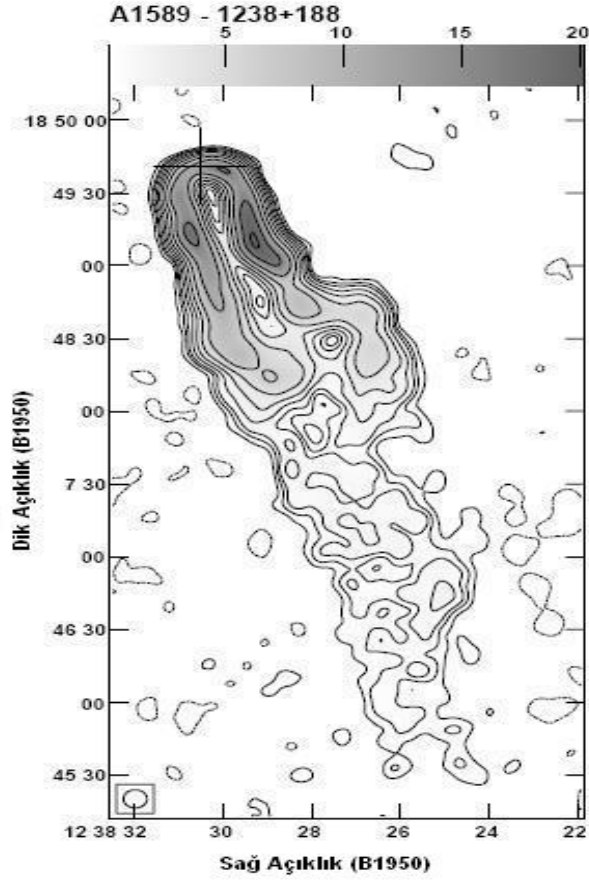
Yine aynı yazar tarafından, 20' ile 30' aralığında bir çap içindeki yoğunluk bölgesinde her bir kare açıda 0.036 galaksi sayısı değerine, toplam küme popülasyonu olarak $N_{CL}=60$ değerine ve kümenin toplam yarıçapı için de 2 Mpc değerine ulaşılmıştır. Abell 1589 galaksi kümesi, BM sınıflandırmasına göre II-III (Bautz ve Morgan, 1970) ve RS sınıflandırmasına göre ise C tipi olarak sınıflandırılmıştır (Rood ve Sastry, 1971) (Tablo 1) (Baier, 1995).

Abell, galaksi kümeleri için yapmış olduğu uzaklık ve zenginlik sınıflandırmasında Abell 1589 galaksi kümesi için uzaklık sınıfını 5 ve zenginlik sınıfını 0 olarak vermektedir (Tablo 5).

Tablo 5: Uzaklık ve Zenginlik Sınıflandırması (Abell, 1989).

Uzaklık Sınıfı		Zenginlik Sınıfı	
Sınıf	Parlaklık (kadir)	Sınıf	Galaksi Sayısı
0	<13.3	0	30-49
1	13.3-14	1	50-79
2	14.1-14.8	2	80-129
3	14.9-15.6	3	130-199
4	15.7-16.4	4	200-299
5	16.5-17.2	5	300-
6	17.3-18		
7	>18		

Radyo bölgesinde yapılan çalışmalarda Abell 1589 galaksi kümesi için toplam akı yoğunluğunu $S_{1400} = 537 \text{ mJy}$ ve 1400 MHz'deki mutlak ışıma gücünü $P_{1400} = 24.75 \text{ WHz}^{-1}$ olarak verilmektedir (Owen ve diğ., 1997). Abell 1589 için akı aralığı 0.3-20 mJy/HA ve eş-çizgi tepe akısı değeri $2.1585 \times 10^{-2} \text{ Jy/HA}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 24).



Şekil 24: Akı yoğunluğu dağılımı (Owen ve diğ., 1997)

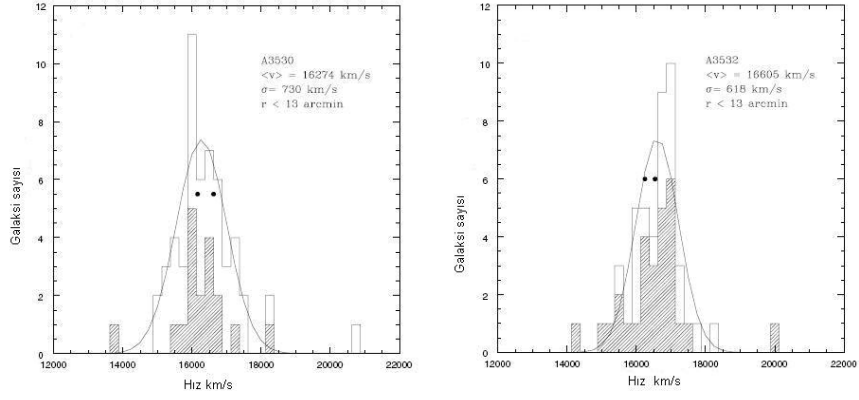
2001 yılındaki bir çalışmada Abell 1589 kümesi ile Abell 1569 kümesinin bir süperküme oluşturabileceği öne sürülmüştür. Bu metotta, sistemlere belirli komşuluk yarıçaplarından daha az uzaklıkları olan bölgelerin veya tüm galaksilerin bir araya getirilmesi ile sistemlerin bir üst küme oluşturup oluşturmadığına karar verilir. Bu yarıçap $r = R/R_0$ ile ifade edilir. Burada R_0 Poisson yarıçapıdır ve $R_0 = [3V/(4\pi N)]^{1/3}$ olarak ifade edilir. R ise zenginlik sınıfını gösterir, N örnek içindeki gökada sayısını ve V ise örneğin yoğunluğunu ifade etmektedir. Abell 1589 ve Abell 1569 kümelerinin oluşturduğu süperkümenin bizden uzaklığı ise $D = 2076h^{-1}Mpc \cong 2Gpc$ olarak verilmektedir (Einasto ve diğ., 2001).

3.2. Abell 3530 (A3530) Galaksi Kümesi



Şekil 25: Abell 3530 galaksi kümesinin optik bölgede alınan CCD görüntüsü (<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>)

A3530 kümesi $\alpha = 12^{\text{h}}57^{\text{m}}22^{\text{s}}$ sağ açıklık ve $\delta = -30^{\circ}19'53''$ dik açıklık değerlerine sahiptir (equinox 2000). Abell 3530 galaksi kümesinin optik görüntüsü Şekil 25'de gösterilmektedir. ROSAT uydusunun PSPC aygıtında 8620 saniyelik (~ 2.4 saat) gözlem süresi ile yapılan analizlerde Abell 3530 kümesi için kızıl kayma değeri $z = 0.0532$, sistemin ortalama sıcaklığı $kT = 3.2$ keV, hidrojen kolon yoğunluğu $n_H = 6 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ ve kümenin toplam kütesini $1.13 \times 10^{14} h^{-1} M_{\odot}$ olarak bulunmuştur (Ettori, ve diğ., 1997). Bir diğer çalışmada bu küme için sıcak gazın sıcaklığı 3.2 keV olarak verilmiştir (White, Jones ve Forman, 1997).

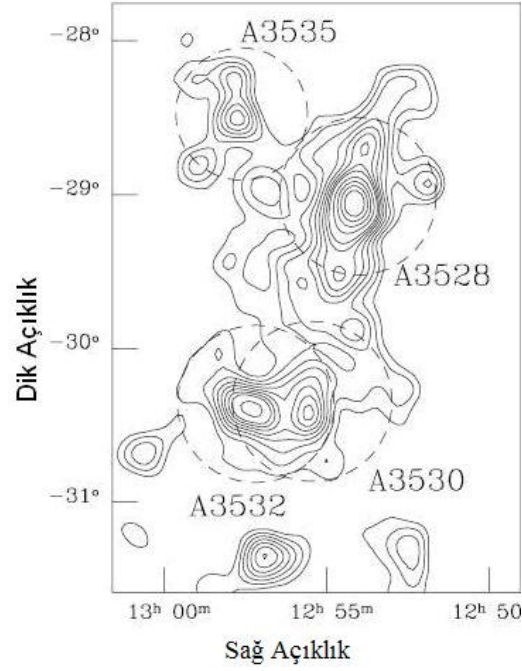


Şekil 26: Abell 3530 ve Abell 3532 kümeleri için hız dağılım grafikleri (Bardelli, ve diğ., 2001). Burada siyah noktalar her ikisinde de ∞ 'u andıran uçlarından birleşik iki elips şekli için her bileşenin radyal hızını gösterir. Hız dağılımları iki tepe için benzerlik gösterir.

Abell 3530 galaksi kümesi için ortalama hız $\langle v \rangle = 15850 \pm 165 \text{ km s}^{-1}$ ve hız dağılımı $\sigma = 643^{+146}_{-88} \text{ km s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 26) (Bardelli ve diğ., 2001).

Abell 3530 galaksi kümesi, Abell 3528 kompleksi içinde yer alır. Abell 3528 kompleksi, X-ışını bandında birbirlerine benzeyen iki küme çifti tarafından karakterize edilmiştir (Şekil 27). A3530 ve A3532 galaksi kümelerinin merkezleri arasındaki uzaklık, kendi Abell yarıçapından çok daha küçüktür (Abell yarıçapı, $1.72/z$ 'dir, burada z , kırmızıya kayma değeridir) (Şekil 27). Bu tespit karşılıklı çekimle (gelgitle) ilgili etkileşimin bir kısmının göstergesidir. A3528'deki galaksi parlaklık hatları kuzey-güney yönünde uzanım gösterir. Ayrıca Abell 3530 galaksi kümesi için yapılan hız dağılım grafiği Şekil 26'da verilmektedir. Kompleks kuzey-güney yönünde $\sim 2.8^0$ ve doğu-batı yönünde $\sim 1.7^0$ genişlemiştir. A3528 kompleksinin zenginlik sınıfı 1, kompleksin diğer kümeleri için zenginlik sınıfı 0 olarak verilmiştir (Tablo 5) (Bardelli ve diğ., 2001).

Abell, galaksi kümeleri için yapmış olduğu uzaklık ve zenginlik sınıflandırmasına göre (Tablo 5), Abell 3530 kümesi için uzaklık sınıfını 4 ve zenginlik sınıfını 0 olarak belirlenmiştir (Abell, 1989).



Şekil 27: Abell 3528 kompleks kümesinin eş yoğunluk konturları (Bardelli ve diğ., 2001).

Bu kompleksin başka ilginç bir karakteristiği ise, bütün kümelerin tekil bir baskın galaksi yerine parlak eliptik bir çift ile baskın olduğunun görülmesidir. A3530 ve A3532 kümesinin her ikisinde de uçlarından birleşik iki elips şekli (∞) baskındır (açık bir hale içinde yaklaşık olarak eşit parlaklıklara sahip iki galaksi) (Bardelli, ve diğ., 2001).

Abell 3530 kümesi Shapley Süper Kümesi içinde yer alan bir galaksi kümesidir. Shapley Süper Kümesi içindeki toplam küme sayısını $N_{CL}=28$, süperküme merkezinin bizden uzaklığını $D=133 \text{ h}^{-1}\text{Mpc}$ ve süperkümenin merkez koordinatlarını (α_c ve δ_c) sırasıyla 200.5, -32.1 (equinox 1950) olarak vermektedirler (Einasto ve diğ., 2001).

Abell 3530 kümesi için ROSAT uydusu (0.1-2.4 keV) verilerinden hidrojen kolon yoğunluğu $n_H = 5.75 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$, sertlik oranı $HR=0.42$, yarıçapı $R=9.7$ açıdakikası, kırmızıya kayma değeri $z=0.0537$, akı $f_x = 0.24 \times 10^{-12} \text{ ergcm}^{-2}\text{s}^{-1}$,

bolometrik ışıma gücü $L_{bol} = 1.04 \times 10^{44} \text{ ergcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve sistemin ortalama sıcaklığı $kT=3.2 \text{ keV}$ olarak hesaplanmıştır. Burada sıcaklık,

$$kT = 6(\text{keV}) \left[\frac{L_x (10^{44} \text{ ergs}^{-1})}{1.41 h^{-2}} \right]^{\frac{1}{2.10}}$$

formülü ile hesaplanmıştır (Flippis, ve diğ., 2005).

Diğer bir çalışmada Abell 3530 kümesi için ROSAT uydusu (0.1-2.4 keV) ile elde edilen akı değeri $f_x = 0.99 \times 10^{-11} \text{ ergcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve aynı enerji aralığında elde edilen ışıma gücü $L_x = 1.25 \times 10^{44} \text{ ergs}^{-1} h_{50}^{-2}$ 'dır (Plaa ve diğ., 2007). Aynı çalışmada küme için kolon yoğunluğu $n_H = 6 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$, sıcaklığı $kT = 3.9 \pm 0.3 \text{ keV}$, kırmızıya kayma değeri $z=0.0544$ olarak bulunmuştur. Soğuk çekirdek veya soğuk olmayan çekirdek diye yapmış oldukları sınıflandırmaya göre bu kümenin soğuk olmayan çekirdekli küme sınıfında yer aldığını ileri sürmüşlerdir (Plaa ve diğ., 2007). Abell 3530 galaksi kümesi için literatürdeki bazı çalışmaların sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Abell 3530 Galaksi Kümesi için elde edilmiş bazı parametreler

$n_H (10^{22} \text{ cm}^{-2})$	$kT (\text{keV})$	z	$L_x (10^{44} \text{ erg/s})$	Referans
0.06	3.2	0.0532	-	Ettori, 1997
0.057	3.2	0.0537	1.04	Flipps, 2005
0.06	3.9 ± 0.3	0.0544	1.25	Plaa, 2007
0.059	~ 3.91	-	~ 0.65	Bu çalışmada

BÖLÜM 4

ANALİZ YÖNTEMİ

XXM-Newton uydusunda veri analizi, Linux (UNIX) tabanlı bir işletim sistemi ve bu işletim sistemi içinde çalışan ve Science Analysis Software (SAS) olarak adlandırılan özel programlar ile yapılır (<http://xmm.vilspa.esa.es/sas>). Analiz işlemlerine başlamadan önce çalışılacak bilgisayarda gerekli şu ayarların yapılması zorunludur:

- a. Çalışılacak pencere (konsole) ayarları (SAS ayarları),
- b. Analiz için gerekli komutların çalıştırılması.

Analizi yapılacak kaynağın ham verisi *event* (olay) dosyası şeklinde NASA'nın "<http://heasarc.gsfc.nasa.gov>" adresli sayfasından indirilir. İndirilen ham veri "Linux ve SAS" programlarının komutları ile analize hazır hale getirilir. Bu süreç Ek-2'de anlatılmıştır. SAS programının "evselect" (olay seç) komutu ile kaynağın ışık eğrisi otomatik olarak oluşturulur. SAS programına ait bir alt komut olan "ds9" (görsel görünüm için) ile ışık eğrisi incelenip, çalışılan kaynağa ait uygun aralık belirlenir. Işık eğrisinin incelenmesi ile çalışılan kaynağa ait uygun veri aralığı içeren sınırlama dosyası oluşturulur. Bu aynı zamanda Good Time Interval-GTI (en iyi zaman aralığı) dosyasıdır. Alınan ham veri içinde analizi yapılan kaynağa ait veriler haricinde başka cisimlere ait veriler ve dış etkiler bulunmaktadır. Bu dosyanın oluşturulmasındaki amaç, alınan ham veri içinden sadece analizi yapılan kaynağa ait olan verinin çıkartılmasıdır. Ham veri, oluşturulan GTI dosyası kullanılarak "evselect" komutu ile filtrelenir. Analiz sırasında bütün işlemler temizlenmiş veri ile yapılır. Temizlenmiş veriden farklı enerji aralıklarında yumuşak (0.3-1.0keV), orta (1.0-1.6keV), sert (1.6-10.0keV) ve geniş (0.3-10.0keV) enerji aralıklarında görüntüler oluşturulur. XMM-Newton uydusunda üç tane dedektör bulunur; MOS-1, MOS-2 ve PN. Yani sonuçta üç detektörün her birinden dört enerji aralığında olmak üzere toplam on iki adet görüntü elde edilir. Ayrıca bu dört enerji aralığından her biri için elde edilen görüntüler birleştirilerek her enerji aralığında MOSAIC (EPIC) adı verilen birleşik görüntü elde edilir. Böylece her detektör için (MOS-1, MOS-2 ve PN) yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında birleşik dört görüntü elde edilir (Ehle, 2007).

4.1. “Ximage” Programı

“Ximage”, SAS programı altında, görüntü oluşturma, görüntüler üzerinde değişiklik yapmak ve görüntüleri son haline getirmek için kullanılan bir programdır. Ximage içinde birçok komut kullanılır (bkz. Ek-2). Oluşturulan görüntünün son hali üzerinde eş yoğunluk çizgileri (konturlar) oluşturularak çalışılan kaynağın çeşitli özellikleri hakkında bilgi elde edilebilir. Örneğin bu eş şiddet hatlarının (eş-sıcaklık hatları) yardımıyla çalışılan kaynağın sıcaklık haritaları yapılabilir. Abell 1589 ve Abell 3530 için Ximage ile elde edilen görüntüler Bölüm 5.1.1. ve Bölüm 5.2.1. içinde verilmiştir.

4.2. “Xspec” (Xspec11) Programı

“Xspec” analizin en önemli programlarından birisidir. Xspec, çalışılan kaynağın tayfını elde etmek için kullanılan, SAS programı altında çalışan bir programdır. Xspec programında temizlenmiş veriyi programda çalışabilir hale getirmek için bir takım işlemlerden geçirmek gerekmektedir. Xspec programında tayf oluşturmak için dört ayrı dosyaya ihtiyaç duyulur. Bunlar .pi, .rmf, .arf ve .bgd (arka plan) uzantılı dosyalardır (bkz. Ek-2).

Bu çalışmada, çalışılan kaynağa uygun olan arka plan dosyaları Birmingham Üniversitesi'nin (<http://www.sr.bham.ac.uk/xmm3>) web sayfasından alınmıştır. Xspec programı kullanılarak Abell 1589 ve Abell 3530 için yapılan tayf analizleri Bölüm 5.1.2 ve Bölüm 5.2.2'de verilmiştir.

Tayf analizinde “.pi, .bgd, .arf, .rmf” dosyaları standart şekilde oluşturulurken incelenecek yerin piksel değerleri (koordinatları) kullanılarak tayf analizi yapılır. Abell 1589 ve Abell 3530 galaksi kümelerinin tayf analizinde, orijini galaksi kümesinin merkezi olmak şartıyla 10” lik bir çember seçilerek yapılmıştır. Bu çember galaksi kümesinin eteklerini içermemektedir. Çünkü galaksi kümesinin eteklerinden gelen X-ışını foton sayımları galaksi kümesinin merkezinden gelen X-ışını foton sayımlarına göre daha az olduğundan bu bölge fotonlarıyla yapılan analizler sağlıklı sonuçlar vermemektedir.

Galaksi kümelerinde iki farklı tayf analizi yapılabilir;

- a. Galaksi Kümesinin tayf analizi,
- b. Galaksi Kümesindeki nokta kaynakların tayf analizi.

Bu çalışmada Galaksi Kümesinin tayf analizi yapılmıştır ve Bölüm 5.1.3 ve Bölüm 5.2.3'de nokta kaynakların istatistiği ile ilgili yapılan çalışma ve sonuçları anlatılmıştır.

Bir Galaksi Kümesinin tayf analizinde, galaksi kümesinin merkez piksel koordinatları girildikten sonra, galaksi kümesinde saptanan nokta kaynakların merkez piksel parlaklık değerleri galaksi kümesinin merkez piksel parlaklık değerlerinden (nokta kaynaklar için 5" 'lik bir çember alınmıştır) çıkartılarak analiz yapılır. Bu çıkarma işlemi sayesinde sadece galaksi kümesinin (galaksi merkezinde bulunan yaygın gazın) tayfı elde edilir. Bu çalışmada geniş (0.3-10.0 keV) enerji aralığında tayf analizi yapılmıştır.

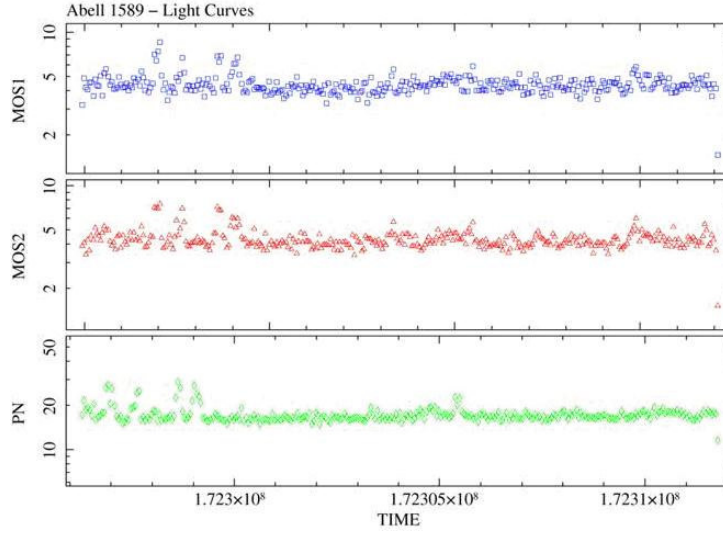
Analizin son kısmında, X-ışını verilerinden elde edilen tayfa teorik tayf modelleri uydurularak (fitting) Galaksi merkezindeki gazdan gözlenen X-Işınlarının oluşum mekanizması belirlenmeye çalışılmıştır (Analiz komutları için bkz Ek-2).

BÖLÜM 5

ANALİZLER VE SONUÇLAR

5.1. Abell 1589 Galaksi Kümesi İle İlgili Sonuçlar

Abell 1589 galaksi kümesi için, XMM-Newton uydusunda 17412 s'lik (~4.8 saat) gözlem süresi ile, 18 Haziran 2003 tarihinde yapılan 0149900301 gözlem kod numaralı veri kullanılarak analiz yapılmıştır. Abell 1589 galaksi kümesi için MOS-1, MOS-2 ve PN dedektörlerinde oluşturulan ışık eğrileri elde edilmiştir (Şekil 28).



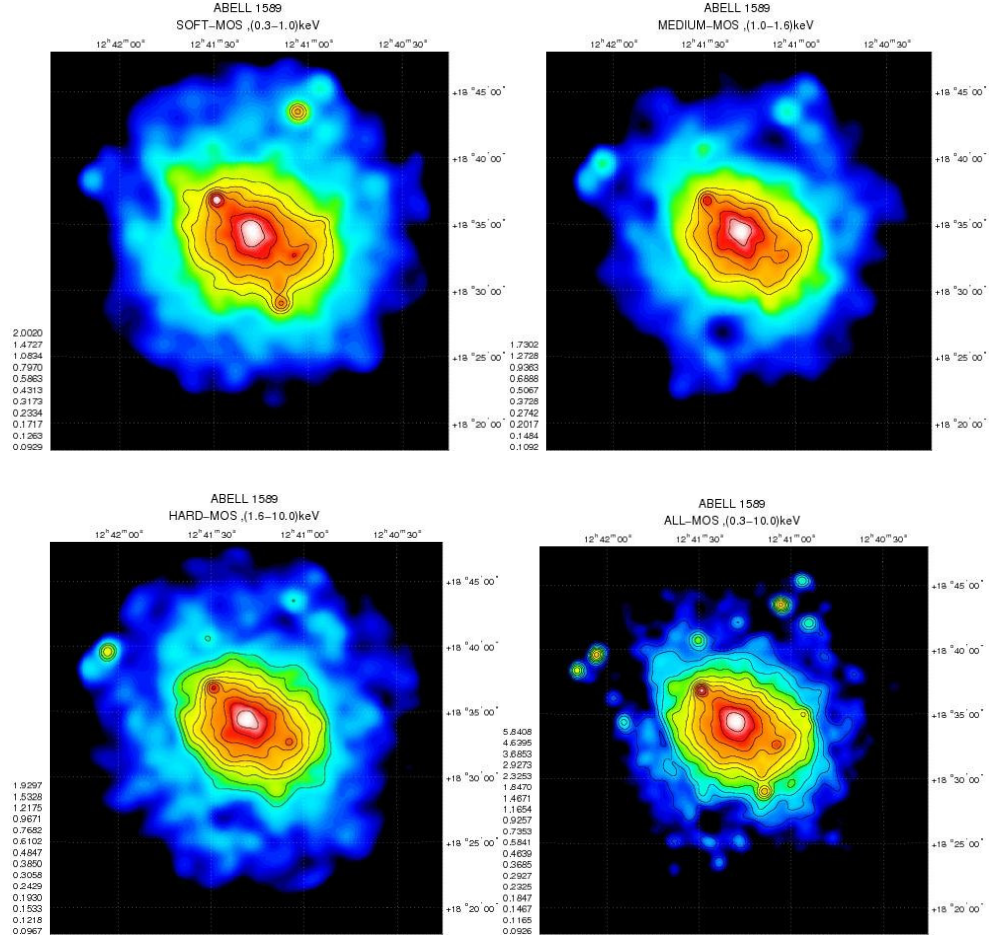
Şekil 28: Abell 1589 galaksi kümesi için elde edilen ışık eğrisi

MOS-1 CCD ile elde edilen ışık eğrisi mavi, MOS-2 CCD ile elde edilen ışık eğrisi kırmızı ve PN CCD ile elde edilen ışık eğrisi ise yeşil renk ile gösterilmiştir (Şekil 28). MOS-1 ve MOS-2 CCD'lerinin enerji aralıkları 0.2-10 keV ve PN CCD'nin enerji aralığı 0.5-10 keV'dur. MOS-1 ve MOS-2 dedektörlerinde elde edilen ortalama foton sayım oranı yaklaşık 4.5 sayım/sn ve PN dedektöründeki ise yaklaşık 19 sayım/sn dır. Bu ortalama değerlerin üstlerinde görülen sayımdaki sapmalar galaksi kümesi dışındaki kaynaklardan gelmektedir. Abell 1589 galaksi kümesinin ışık eğrisine göre PN dedektöründe sayımlar daha yüksektir. PN dedektörü sert enerji aralığında daha duyarlı olduğundan sert enerji aralığında alınan foton sayısı daha yüksektir (Şekil 28).

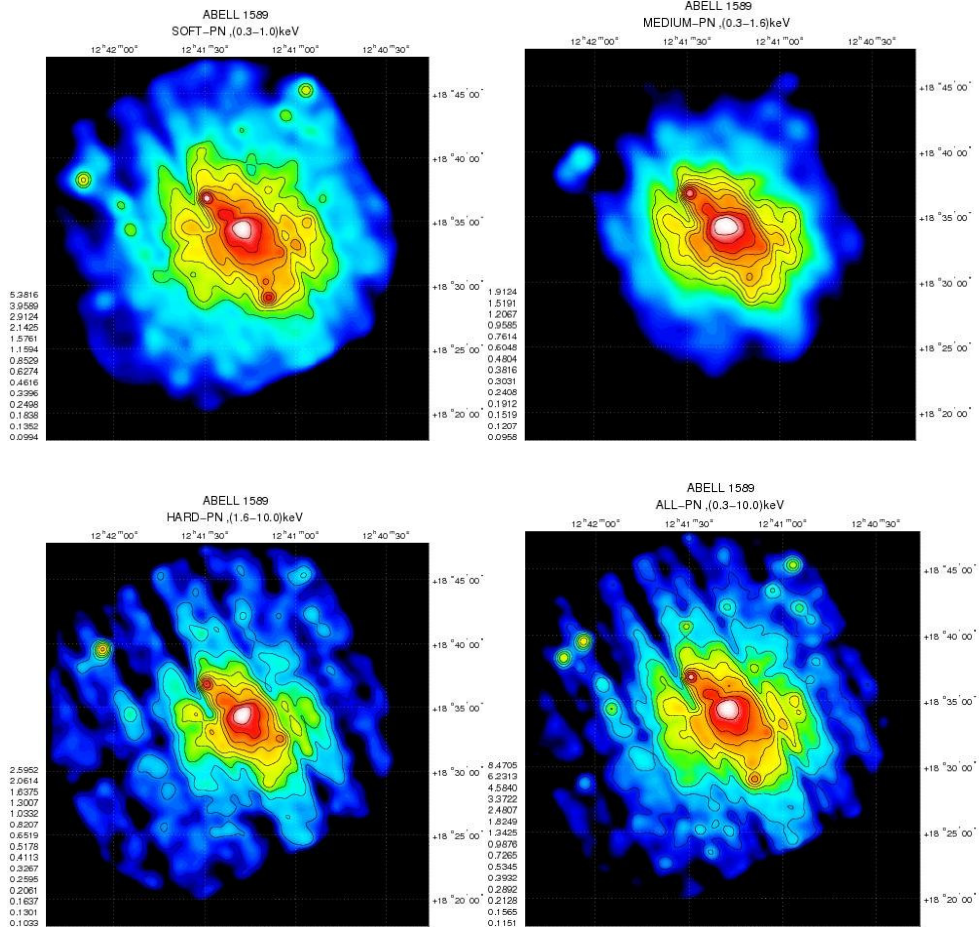
Abell 1589 galaksi kümesi için yapılan X-ışını görüntü analizi, tayf analizi ve nokta kaynak istatistiği hakkında bilgiler aşağıda verilmektedir.

5.1.1. X-ışını Görüntüleri

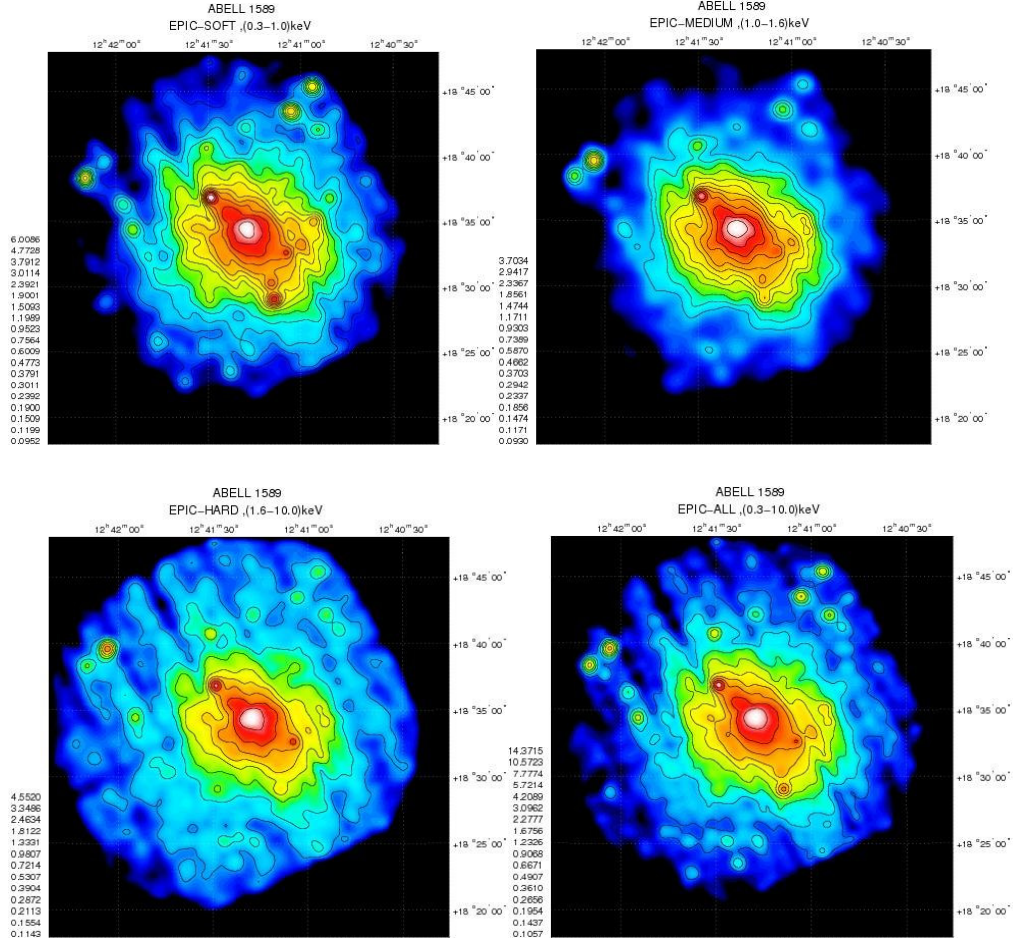
Bu çalışmada başlıca üç EPIC kameralarından alınan görüntüler dört enerji aralığında çalışılmıştır; bunlar geniş, yumuşak, orta ve sert enerji aralığıdır.



Şekil 29-a: Abell 1589'un MOS detektöründen yumuşak (0,3-1,0keV), orta (1,0-1,6keV), sert (1,6-10,0keV) ve geniş (0,3-10,0keV) enerji aralıklarında elde edilen görüntüleri



Şekil 29-b: Abell 1589'un PN dedektöründen yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen görüntüleri



Şekil 30: Abell 1589'un MOS ve PN dedektöründen alınan görüntülerin birleştirilmesi sonucunda yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen EPIC görüntüleri

Şekillerde gösterilen beyaz, kırmızı, sarı ve mavi renkler ortamın giderek azalan sıcaklıklarını temsil etmektedir. Beyaz renk ile gösterilen bölgeler daha sıcak ve mavi ile gösterilen bölgeler daha soğuk bölgeleri temsil etmektedir.

5.1.2. Tayf Analizi

Tayf analizine başlarken, kümedeki nokta kaynaklar temizlenmiş ve sadece küme merkezindeki gazın tayf analizi yapılmıştır.

Literatürde Galaksi kümelerinin merkezinde bulunan yayılmış gazın ısısal ışımaya yaptığı belirtilmektedir. Abell 1589 galaksi kümesi için yapılan tayf analizinde

ısısal-temelli (thermal) veya ısısal-temelli olmayan (non-thermal) teorik tayf modelleri uygulanmış ve en iyi uyumu ısısal “meka” modelinin verdiği görülmüştür. Isısal-temelli-olmayan diğer modellerin uyumları kabul edilir durumda değildir. Bu tür analizlerde Galaksi kümesinin merkezinde aktif bir galaksi olması durumunda, enerjiye üssel bağlılık (Power-Low) modeli Abell 1589 analizlerinde uygun sonuç vermemiştir.

“Meka” ısısal tabanlı bir modeldir. Meka modeli, Mewe ve Gronenschild’ın model hesaplamalarına dayanan, yaygın sıcak gazın ışınım tayfidir. Bu model birkaç elementin çizgi ışınımını içermektedir. Hesaplamalarda element bollukları Güneş bollukları cinsinden, “hidrojen çekirdeği başına çekirdek sayısı” olarak verilmektedir. Bu modelde, kullanılan parametreler; plazma sıcaklığı (keV), hidrojen yoğunluğu (cm^{-3}), metal bollukları, kırmızıya kayma (z) ve normalizasyon

$\left(\frac{10^{-14}}{4\pi [D_A (1+z)^2]} \int n_e n_H dV \right)$ katsayısıdır. Burada D_A uzaklık, n_e ve n_H sırasıyla

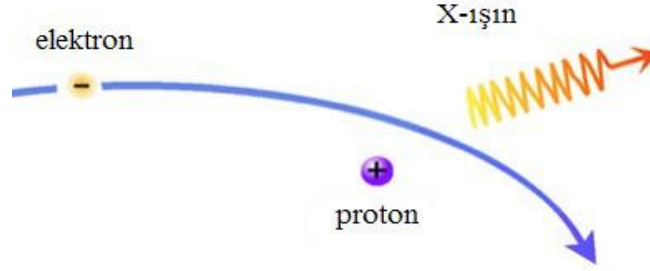
elektron ve hidrojen kolon yoğunluklarıdır (Mewe ve Gronenschild, 1985 ; Mewe ve diğ., 1986).

Bu modelin temelinde Bremsstrahlung (frenleme) ışınımı bulunmaktadır. Bremsstrahlung, Almandaca *bremsen* “fren” ve *Strahlung* “ışınım” kelimelerinden oluşmuştur. Yüklü bir parçacığın saptırılması ile üretilen elektromanyetik ışınım. Bremsstrahlung sürekli bir tayftir. Nikola Tesla, 1888 ve 1897 yılları arasında yüksek frekans araştırmaları sırasında bu olguyu keşfetmiştir. Bremsstrahlung, serbest-serbest ışınım veya frenleme ışınımı olarak da bilinir.

10^7 K’nin üzerindeki sıcak gazlar, optik olarak ince olduklarında frenleme ışınımı yayarlar. Optik olarak ince demek; gazın yetersiz derecede kalın ve kendi ışınımını fark edilebilir şekilde soğuramayacak kadar az yoğun olduğu anlamına gelir. Bu da olayda, gözlenen X-ışınım tayfının hiç değişmeden yıldızda üretildiği yerden bize kadar ulaştığı sonucunu doğurur.

10^7 civarındaki sıcaklıklarda atomlar iyonize olmuştur ve gaz, pozitif iyon ile negatif elektron içerdiğinden ısısal enerji bu parçacıklar arasında paylaştırılmıştır ve çarpışmalar sırasında bir parçacıktan diğer parçacığa doğru hızlıca bir enerji transferi

olur. Bir elektron, pozitif iyonla yakın olarak geçtiğinde güçlü bir elektriksel kuvvet, elektronun yörüngesinde değişime neden olur. Böylece bir çarpışmada elektron hızlanması elektromanyetik enerji yayar ve bu ışınım frenleme olarak tanımlanır (bkz Şekil 31).



Şekil 31: Bremsstrahlung ışınımının şematik gösterimi

Bir galaksi kümesinde baskın parlak bileşen 10^7 ile 10^8 K sıcaklıklarındaki ortamda bulunan gazdır. Bu gazdan yayılan ışıma “Isısal Frenleme Işınımı (Termal Bremsstrahlung)” ile ifade edilir. Isısal frenleme plazmada düzenli bir sıcaklıkta parçacık topluluğu ışınım yaptığı zaman Maxwell-Boltzmann dağılımına göre

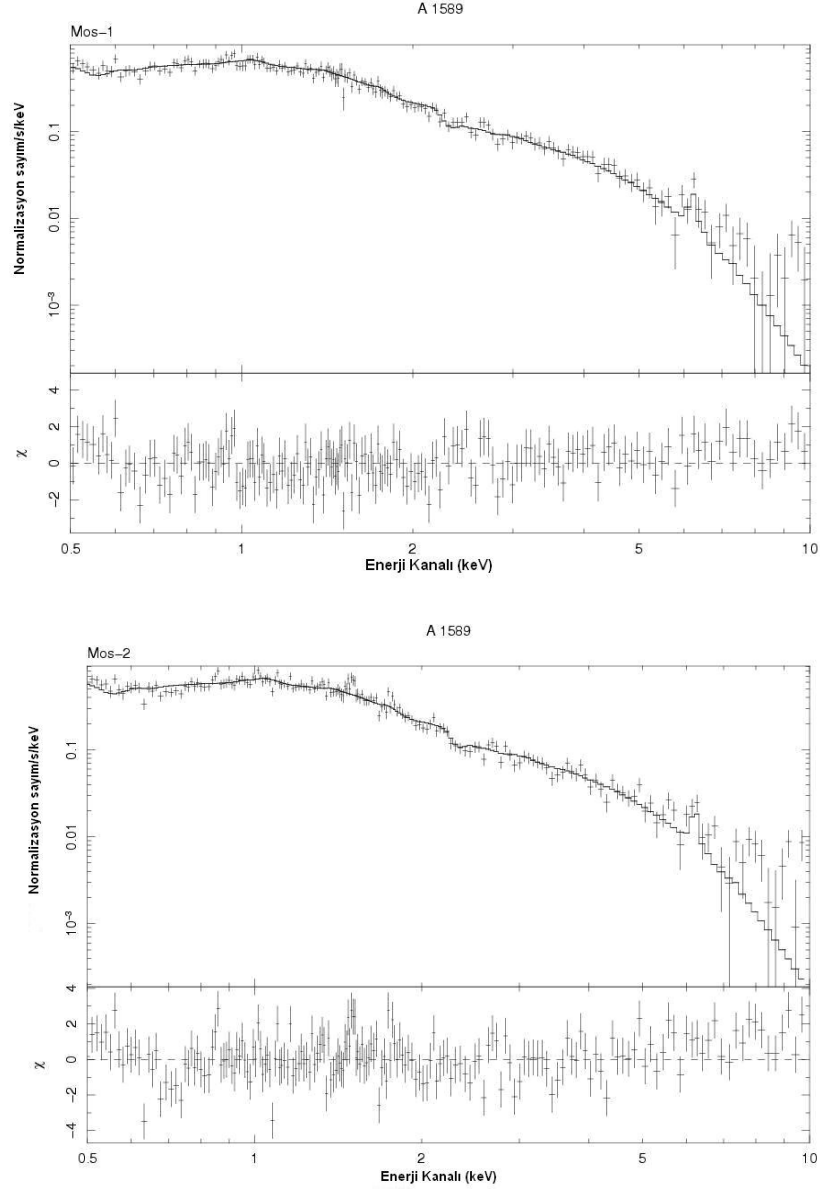
$$f(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 \exp \left[\frac{-mv^2}{2kT} \right] \text{ şeklinde verilir. Burada } v \text{ hızı,}$$

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$. Bu gazın güç yayılımı (power emitted) ise (cgs biriminde $[\text{erg cm}^{-3} \text{ s}^{-1}]$),

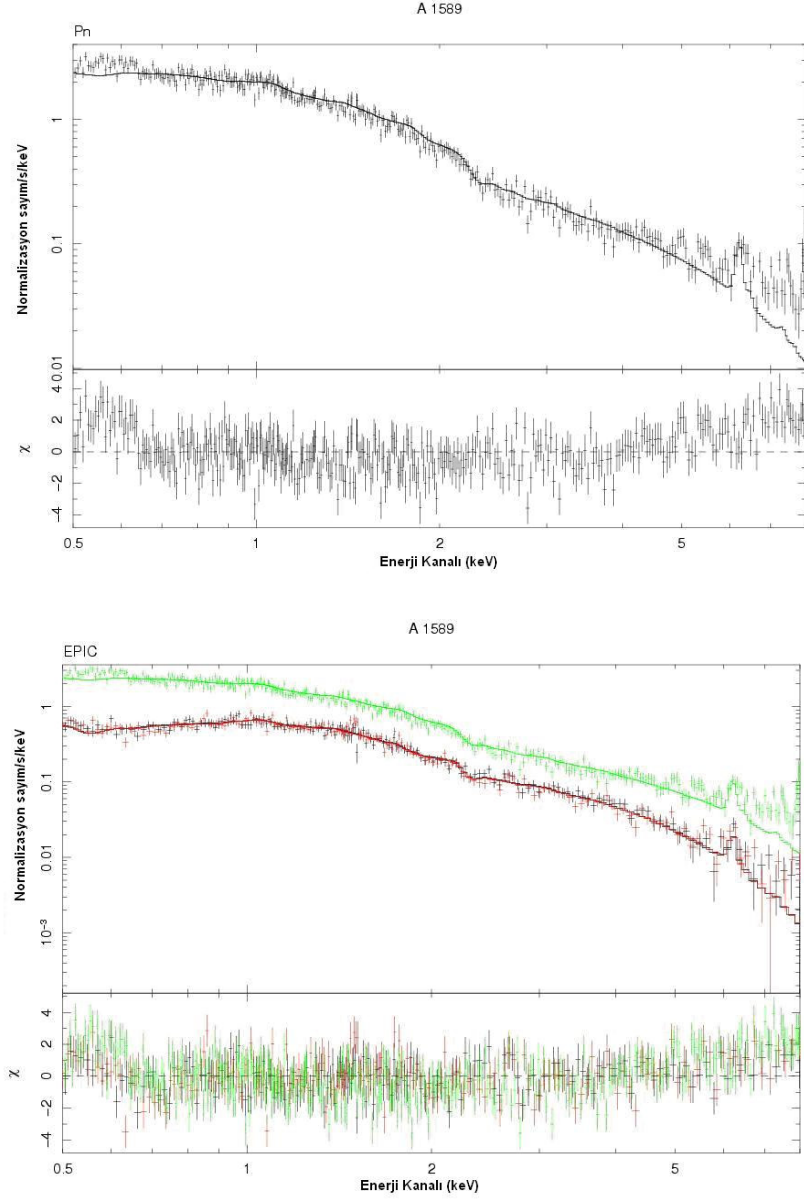
$\epsilon_{ff} = 1.4 \times 10^{-27} T^{1/2} n_e n_i Z^2 g_B$. Burada, n_e ve n_i elektron ve iyon yoğunlukları, sırasıyla, Z proton sayısı, g_B Gaunt faktörü ve T ise X-ışınım sıcaklığıdır. Bu ışınım X-ışınlarının enerji bölgesi içindedir.

“Meka” modeli ile MOS-1, MOS-2 ve PN için elde ettiğimiz tayf uyumları ve ayrıca elde edilen üç tayf uyumunun birleştirilmesi ile elde edilen genel tayfın verileriyle uyumu Şekil 32’de gösterilmektedir. Analiz sonucunda elde ettiğimiz

sıcaklık, metal bolluğu ve ışınma gücü değerleri Tablo 7’de her CCD için ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 32-a: Abell 1589 galaksi kümesinin “Xspec” programı ile MOS-1 ve MOS-2 detektörlerinden elde edilen tayflar ve model ile uyumlarını gösteren χ^2 -enerji (keV) grafikleri (Şekilde yeşil çizgi PN dedektörünü, kırmızı çizgi MOS-1 dedektörünü ve siyah çizgide MOS-2 dedektörünü temsil etmektedir.)



Şekil 32-b: Abell 1589 galaksi kümesinin “Xspec” programı ile PN ve EPIC detektörlerinden elde edilen tayflar ve model ile uyumlarını gösteren χ^2 -enerji (keV) grafikleri (Şekilde yeşil çizgi PN dedektörünü, kırmızı çizgi MOS-1 dedektörünü ve siyah çizgide MOS-2 dedektörünü temsil etmektedir.)

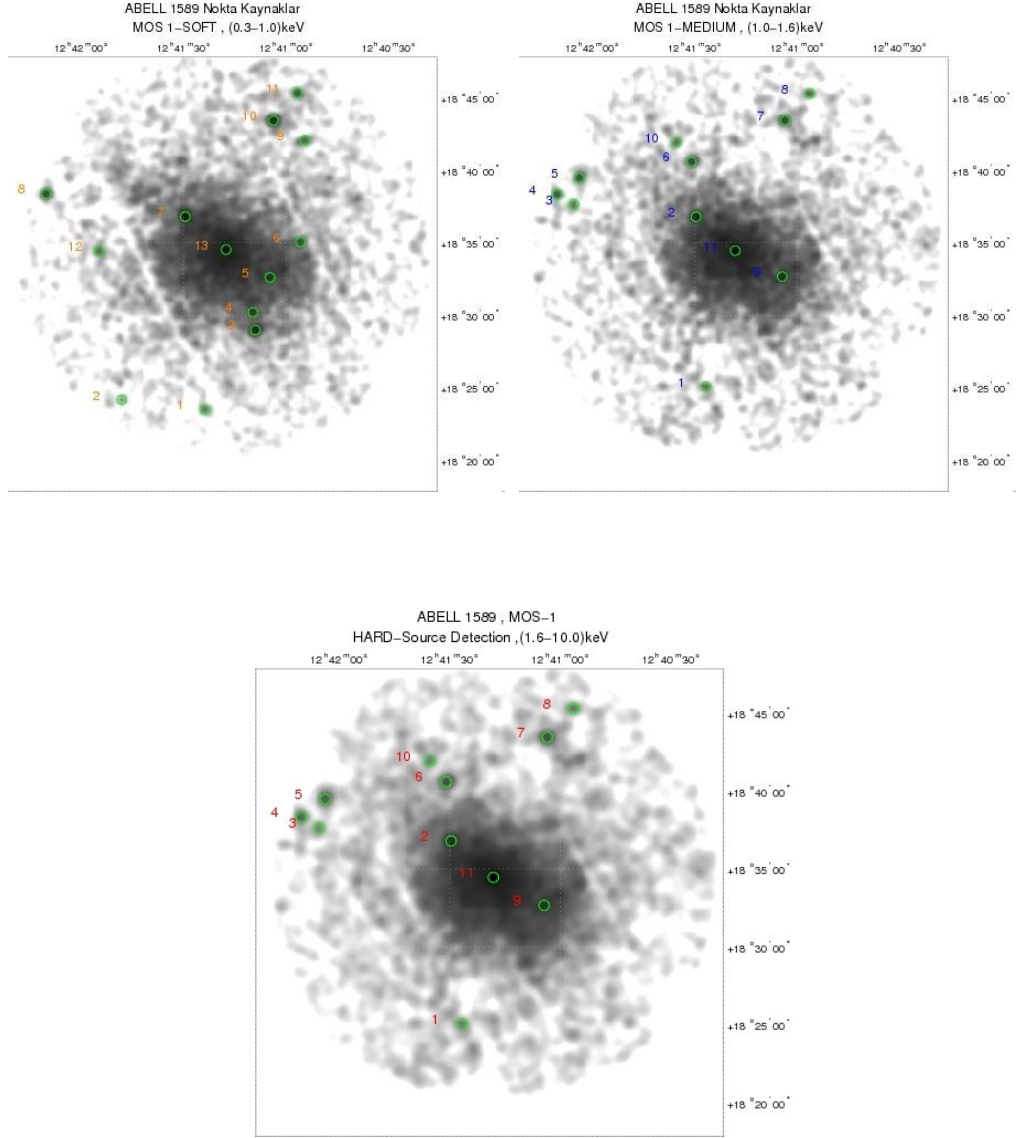
Tablo 7: Abell 1589 için ‘‘Xspec’’ programı ile yapılan tayf analizinde elde edilen sonuçlar

CCD	Seçilen Bölge	Sıcaklık (keV)	Metal Bolluğu (Z)	L(x) 10 ⁴⁴ ergs/s	χ^2 (d.o.f)
MOS-1	R < 10’	4.56 ^{+0.33} _{-0.25}	0.21 ^{+0.10} _{-0.09}	0.855	1.25
MOS-2	R < 10’	4.46 ^{+0.24} _{-0.25}	0.23 ^{+0.09} _{-0.09}	0.835	1.43
PN	R < 10’	4.72 ^{+0.21} _{-0.28}	0.24 ^{+0.05} _{-0.05}	0.941	1.98

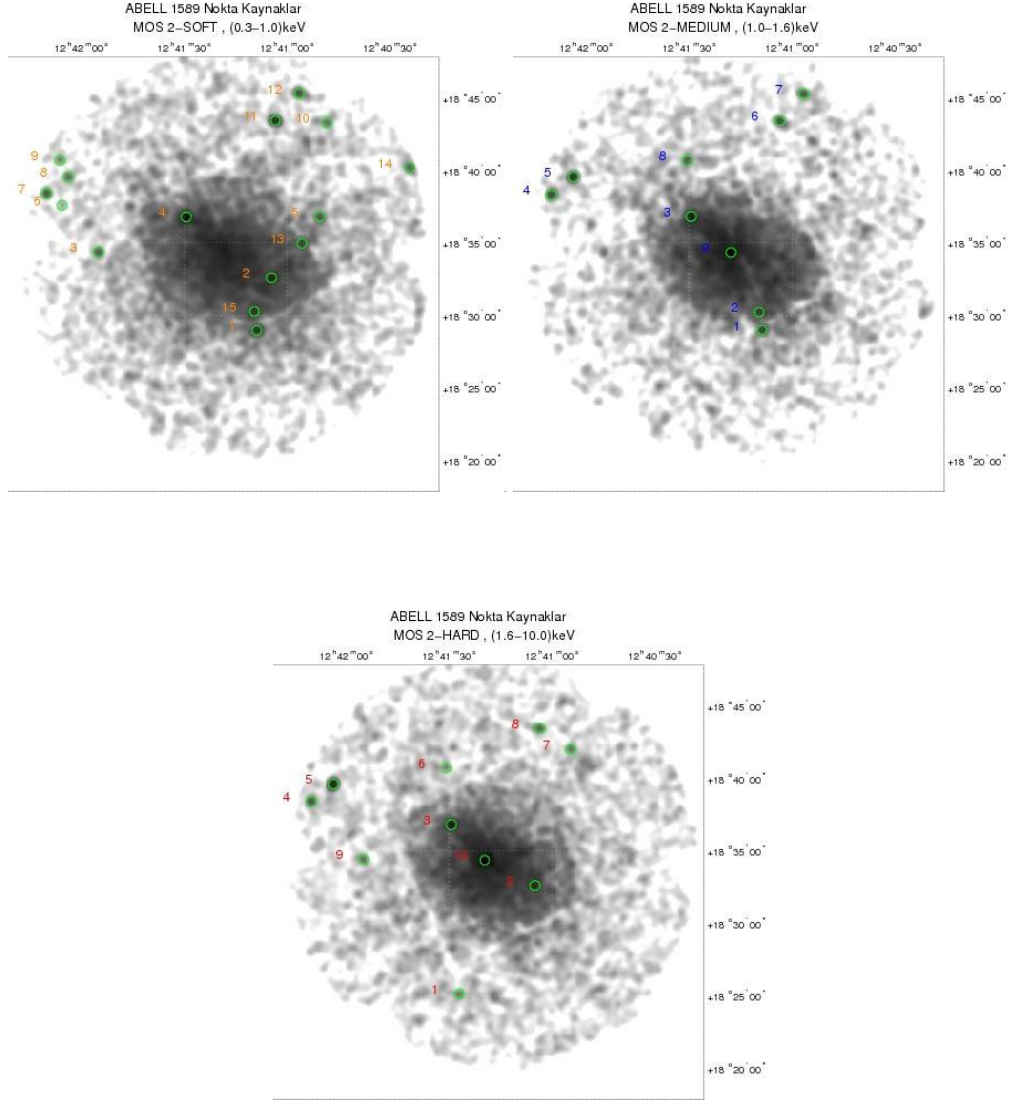
MOS dedektörleri (MOS-1 ve MOS-2) ile yapılan analizler istatistiksel olarak PN’e kıyasla daha iyi sonuçlar vermiştir. Özellikle PN dedektöründe ‘‘meka’’ modeli ile daha iyi istatistiksel değerlere ulaşılamamıştır. En iyi uyum, χ^2 değerinin 1 (bir) olduğu durumda olur. Bu çalışmada en iyi uyumu MOS-1 verileri yapılan analizler vermiştir (Tablo 7). Yapılan Tayf analizi R<10’ yarıaplık bir bölge içinde yapılmıştır. Bu bölge dışında kalan yerler galaksi kümesinin etekleri (dış kısımları) olarak kabul edilmektedir. Bu kısımlardan gelen X-ışını foton sayımları düşük olduğundan yapılan analizlere giderek artan hatalar getireceği dşnlmştir. Analizler sonucunda her dedektör için ortalama sıcaklık değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Alt ve st limitler içerisinde düşünülürse her dedektör için ortalama olarak aynı sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

5.1.3. Nokta Kaynak İstatistiği

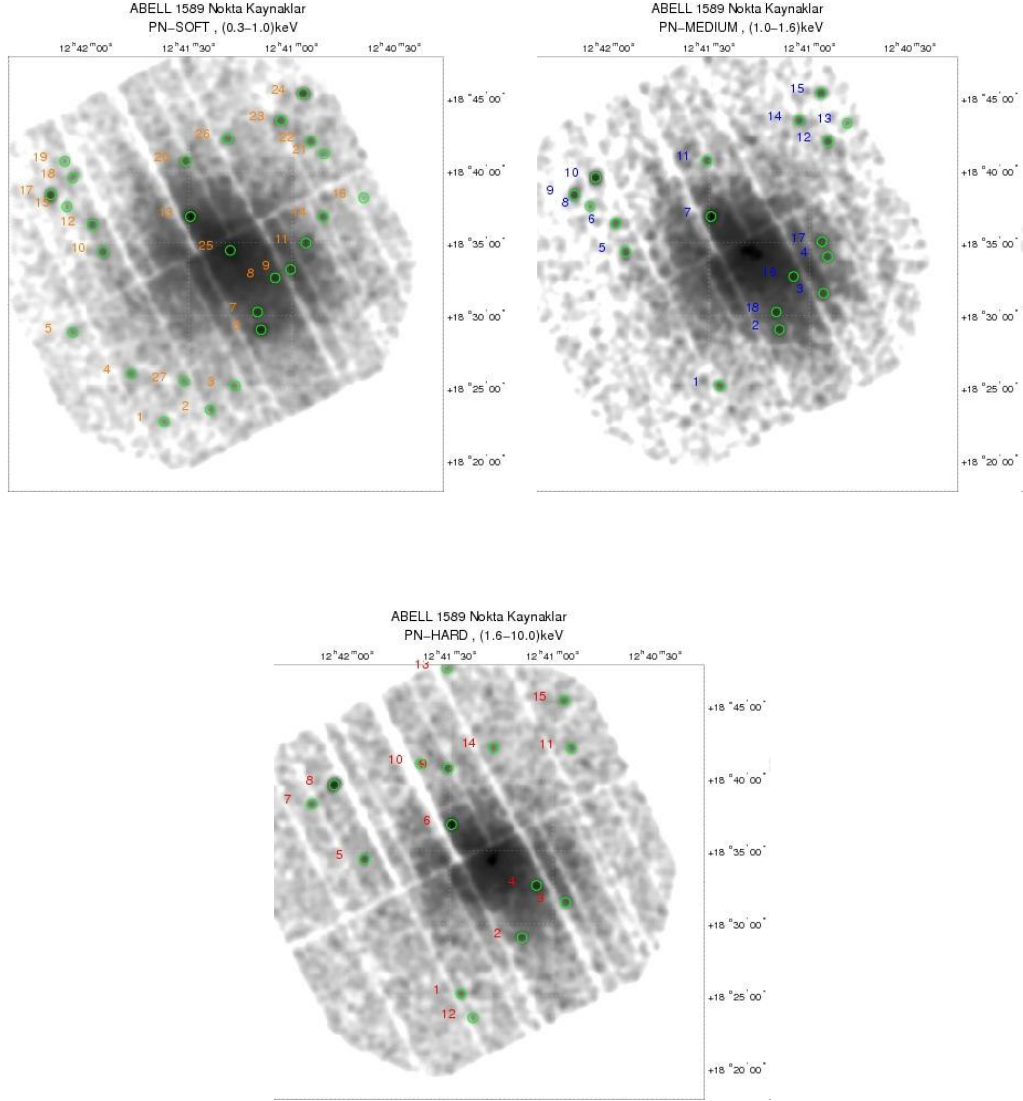
Nokta kaynak analizi yumuşak, orta ve sert olmak üzere üç farklı enerji aralığında yapılmaktadır. Nokta kaynak analizi sonucunda elde edilen görüntülerde, yumuşak enerji aralığındaki kaynaklar turuncu renkte, orta enerji aralığındaki kaynaklar mavi ve sert enerji aralığındaki kaynaklar kırmızı renkte gösterilmiştir (şekil 33, 34, 35). Nokta kaynak analiz sonucunda elde edilen istatistiksel sonuçlar Tablo 8’de verilmektedir (Nokta kaynak analizinde kullanılan komutlar için bkz. Ek-2).



Şekil 33: Abell 1589 Galaksi Kümesinin MOS-1 kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarındaki elde edilen nokta kaynaklar. Şekillerde turuncu renk yumuşak, mavi renk orta ve kırmızı renkte sert enerji aralıklarında tespit edilen nokta kaynakları temsil etmektedir.



Şekil 34: Abell 1589 Galaksi Kümesinin MOS-2 kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarındaki elde edilen nokta kaynaklar. Şekillerde turuncu renk yumuşak, mavi renk orta ve kırmızı renkte sert enerji aralıklarında tespit edilen nokta kaynakları temsil etmektedir.



Şekil 35: Abell 1589 Galaksi Kümesinin PN kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarındaki elde edilen nokta kaynaklar. Şekillerde turuncu renk yumuşak, mavi renk orta ve kırmızı renkte sert enerji aralıklarında tespit edilen nokta kaynakları temsil etmektedir.

Tablo 8: Abell 1589 Galaksi Kümesi için, yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarında ve her bir kameradan elde edilen nokta kaynakların (galaksilerin) sayılarının istatistik dağılımı

	Kamera tipi	Yumuşak	Orta	Sert	TOPLAM
Abell 1589	MOS-1	13	11	11	35
	MOS-2	15	9	10	34
	PN	27	18	15	60

MOS-1 detektörü ile yumuşak enerji bölgesinde 13, orta enerji bölgesinde 11 ve sert enerji bölgesinde 11 nokta kaynak olmak üzere toplam 35, MOS-2 detektörü ile yumuşak enerji bölgesinde 15, orta enerji bölgesinde 9 ve sert enerji bölgesinde 10 nokta kaynak olmak üzere toplam 34, PN detektörü ile yumuşak enerji bölgesinde 27, orta enerji bölgesinde 18 ve sert enerji bölgesinde 15 nokta kaynak olmak üzere toplam 60 kaynak bulunmuştur (Tablo 8). MOS ve PN dedektörlerinin farklı enerji aralıklarındaki hassasiyetinden dolayı bulunan kaynak sayıları farklılık göstermektedir.

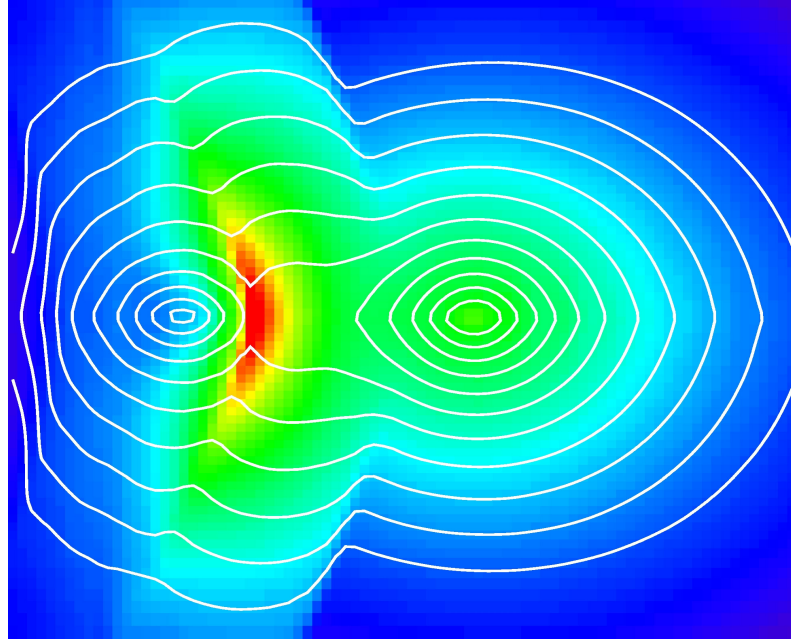
Nokta kaynak analizinde, herhangi bir enerji aralığında görülmeyen kaynak başka bir enerji aralığında görülebilir. Örneğin PN dedektörünün sert enerji aralığında yapılan nokta kaynak istatistik analizinde 12 numaralı kaynak farklı bir koordinatta görülürken aynı detektörün yumuşak ve orta enerji aralıklarında 12 numaralı aynı koordinatta bulunmamaktadır. Ayrıca aynı nokta kaynak aynı detektörün farklı enerji aralıklarında farklı numaralar ile görülebilir (Şekil 35). Örneğin MOS-2 dedektörünün sert ve orta enerji aralığında 3 numarası ile görülen nokta kaynak, aynı dedektörün yumuşak enerji aralığında 4 numara ile tesbit edilmiştir (Şekil 34). Bu yüzden farklı enerji aralıklarında analiz yapmak daha iyi bir istatistik vermiştir.

5.1.4. Sıcaklık ve Metal Bolluğu Haritaları

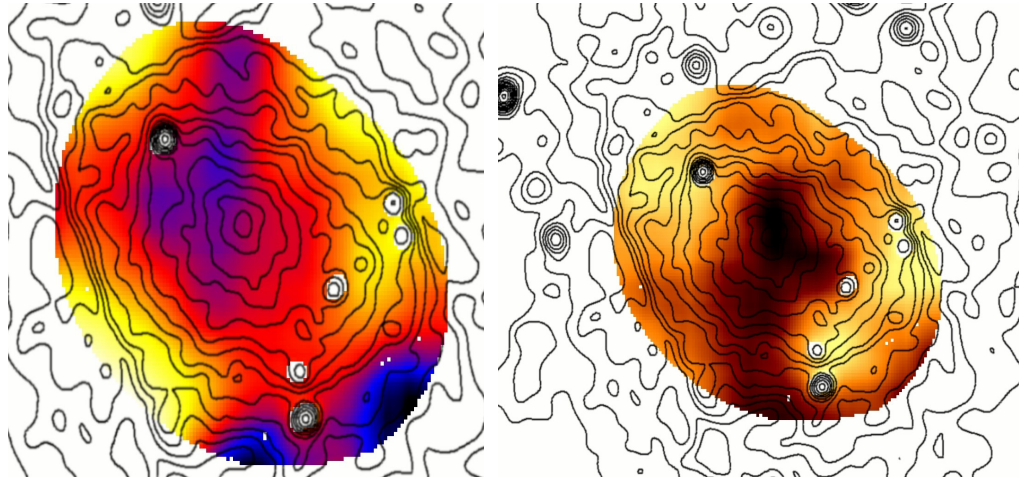
Abell 1589 galaksi kümesinin X-ışını görüntüleri üzerindeki eş yoğunluk çizgilerinden galaksi kümesinin oluş doğrultusunun, sıcaklık ve metal haritalarının

incelenmesi ile kuzeybatı-güneydoğu yönünde olduğu görülmektedir. Abell 1589 galaksi kümesinin evrimi hakkında, eş kütleli iki alt kümenin çarpışması sonucunda oluştuğunu söyleyebiliriz. Ortalama olarak eş kütleli (1:1 orana sahip) kümelerin çarpışmaları bilgisayarda simule edilmiştir (Ricker ve Sarazin, 2001). Şekil 36'da gösterilmiştir. Abell 1589 galaksi kümesinin oluş doğrultusunu dört önemli nokta ile belirleyebiliriz.

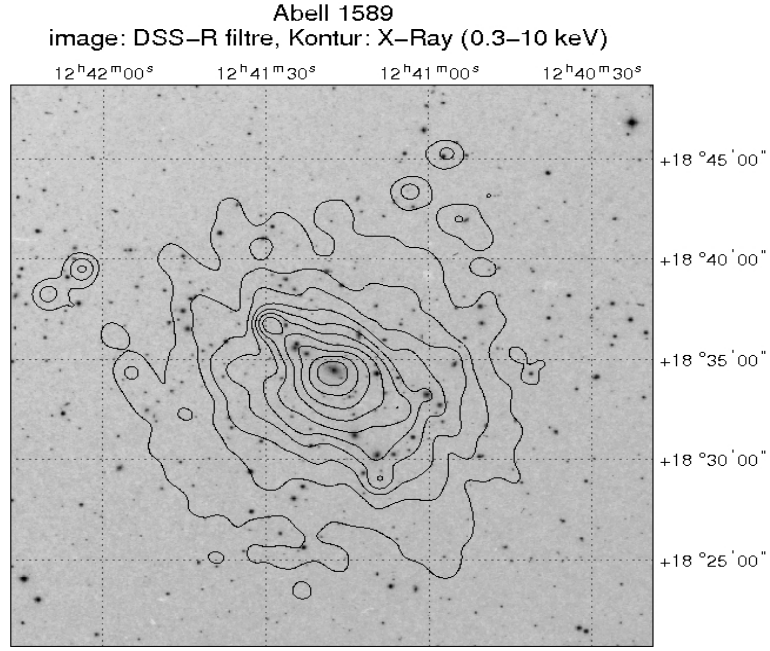
- i. Abell 1589 galaksi kümesinin X-ışını görüntüleri üzerindeki eş yoğunluk çizgilerinin kuzeybatı-güneydoğu doğrultusundaki asimetrisinden (Şekil 30),
- ii. Abell 1589 galaksi kümesi içindeki baskın galaksilerin (parlak galaksilerinin) bu doğrultu içinde bulunduğundan (Şekil 37-38),
- iii. Abell 1589 galaksi kümesinin optik görüntüsünde baskın galaksilerin (parlak galaksiler) bu doğrultudaki dağılımından (Şekil 22),
- iv. Abell 1589 galaksi kümesinin metal haritasında, eş yoğunluk çizgilerinin doğrultusuna benzer bir dağılımdan (Şekil 39).



Şekil 36: Kütle oranı yaklaşık 1:1 olan galaksi kümelerinin çarpışmasında simülasyon gösterimi. Şekilde gösterilen renkler sıcaklıkları temsil etmektedir (Kırmızı renk en sıcak, mavi en soğuk). (Ricker ve Sarazin, 2001)

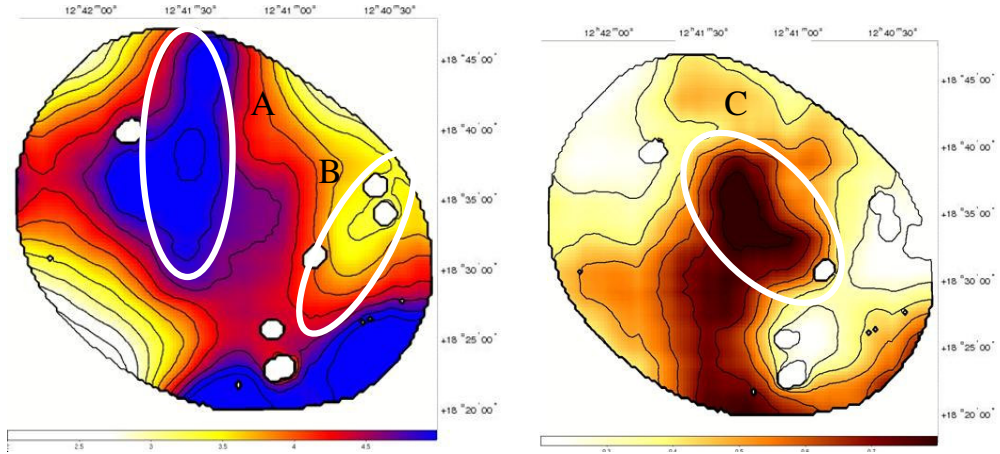


Şekil 37: Abell 1589 galaksi kümesine ait sıcaklık haritası ve metal haritalarının üzerine yerleştirilmiş X-ışını konturları (nokta kaynaklar çıkartılmıştır)



Şekil 38: Abell 1589 galaksi kümesine ait optik görüntü üzerine yerleştirilmiş X-ışını eş yoğunluk eğrileri

Fakat bu uzanımı (kuzeybatı-güneydoğu) sıcaklık haritasından tam olarak algılayamayabiliriz. Bunun sebebi ise sıcaklık ve metal dağılım hızlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Sıcaklık dağılım hızı, metal dağılım hızına göre daha hızlıdır.

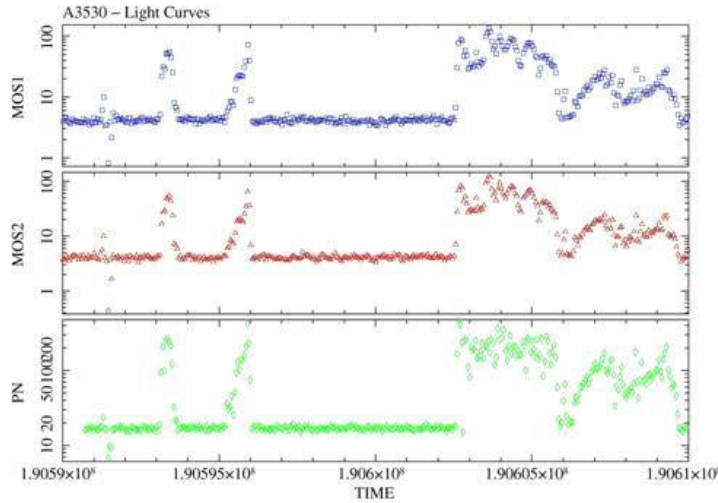


Şekil 39: Abell 1589 Galaksi Kümesinin sıcaklık (sol) ve metal haritaları (sağ)

Abell 1589 galaksi kümesi için yapılan sıcaklık ve metal haritaları yukarıdaki gibidir. Yaptığımız sıcaklık haritasında A bölgesi olarak belirtilen bölgeden, ana kümeye daha sıcak bir alt küme grubunun girdiği görülmektedir. A bölgesinin sıcaklığı $4.2^{+0.68}_{-0.52}$ 'dir. Bu alt küme, sıcaklığını ortama daha yaymamıştır ve bu alt kümenin baş kısmı, metal olarak daha zengindir. Bu zenginlik metal haritasında C bölgesi olarak gösterilmiştir. Ayrıca sıcaklık haritasında B bölgesi olarak gösterilen kısımda ise, ana bölgeden daha az soğuk bir alt küme girişi olmuştur. B bölgesinin sıcaklığı $3.18^{+0.55}_{-0.44}$ 'dir. Bu bölge ana bölgeye göre metal olarak daha fakirdir. Bu çalışma optik bir çalışma ile desteklenebilir. Optik çalışma ile Abell 1589 galaksi kümesinin ve içinde bulunan galaksilerin hız dağılımlarına bakılarak, galaksi kümesi içindeki kümelenme hakkında bilgi edilebilir.

5.2. Abell 3530 Galaksi Kümesi İle İlgili Sonuçlar

Abell 3530 galaksi kümesi için XMM-Newton uydusunda 21914 s'lik (~6.08 saat) gözlem süresi ile 15 Ocak 2004 tarihinde yapılan 0201780101 gözlem kod numaralı veri kullanılarak analiz yapılmıştır. Abell 3530 galaksi kümesi için MOS-1, MOS-2 ve PN dedektörlerinde oluşturulan ışık eğrileri elde edilmiştir (Şekil 40).

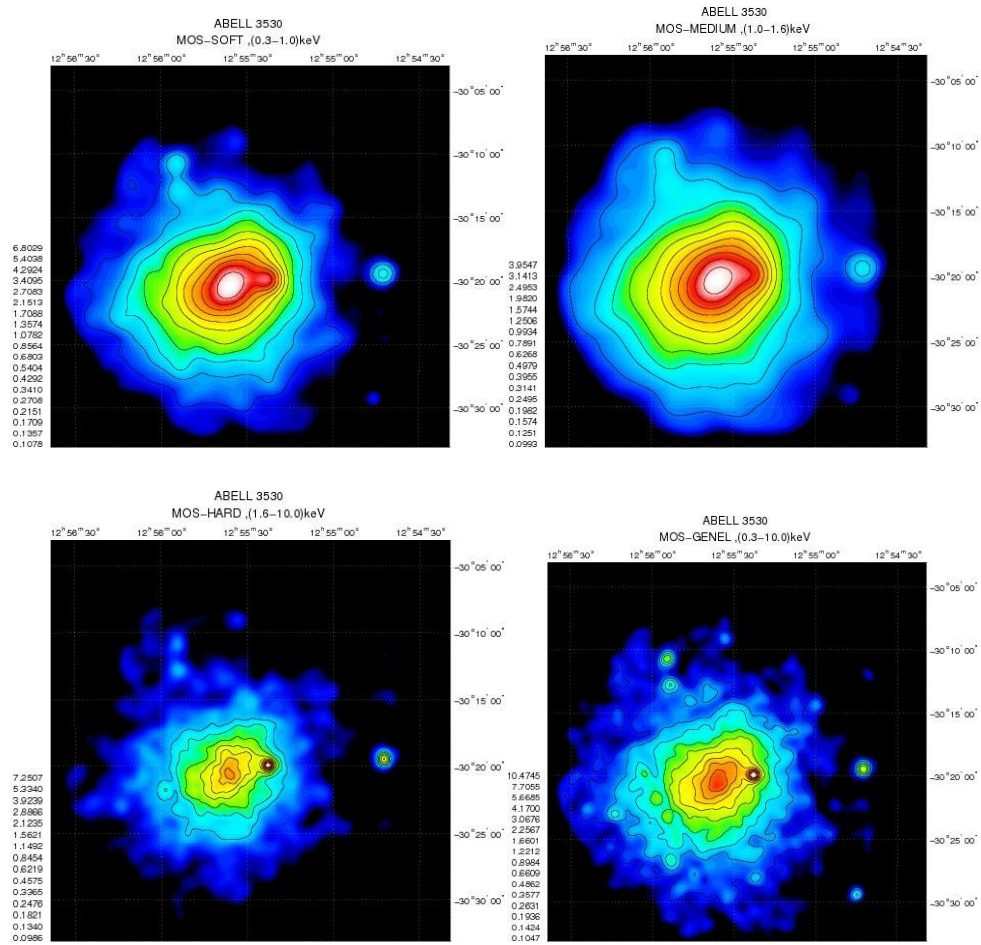


Şekil 40: Abell 3530 galaksi kümesi için elde edilen ışık eğrileri

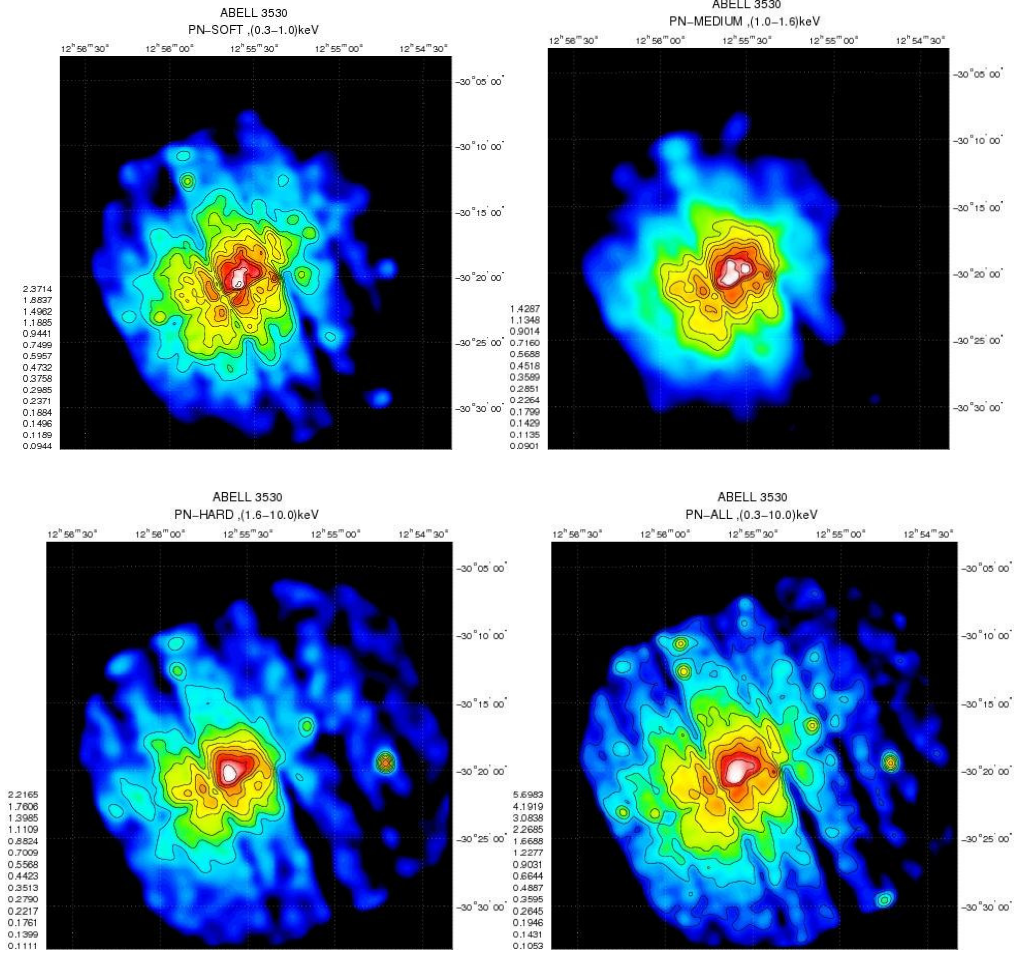
Mavi renk ile MOS-1, kırmızı renk MOS-2 ve yeşil renkte PN dedektörü ile elde edilen ışık eğrilerini göstermektedir (Şekil 40). MOS-1 ve MOS-2 dedektörleri için 3 ile 5 keV, PN dedektörü için ise 10 ile 20 keV enerji aralığında alınan fotonlar Abell 3530 galaksi kümesine aittir. Geriye kalan saçılmalar ise Abell 3530 galaksi kümesine ait olmayan kaynaklara aittir. MOS-1 ve MOS-2 dedektörlerindeki foton sayımı, PN dedektöründeki sayıma göre daha düşüktür (Şekil 40).

5.2.1. X-ışını Görüntüleri

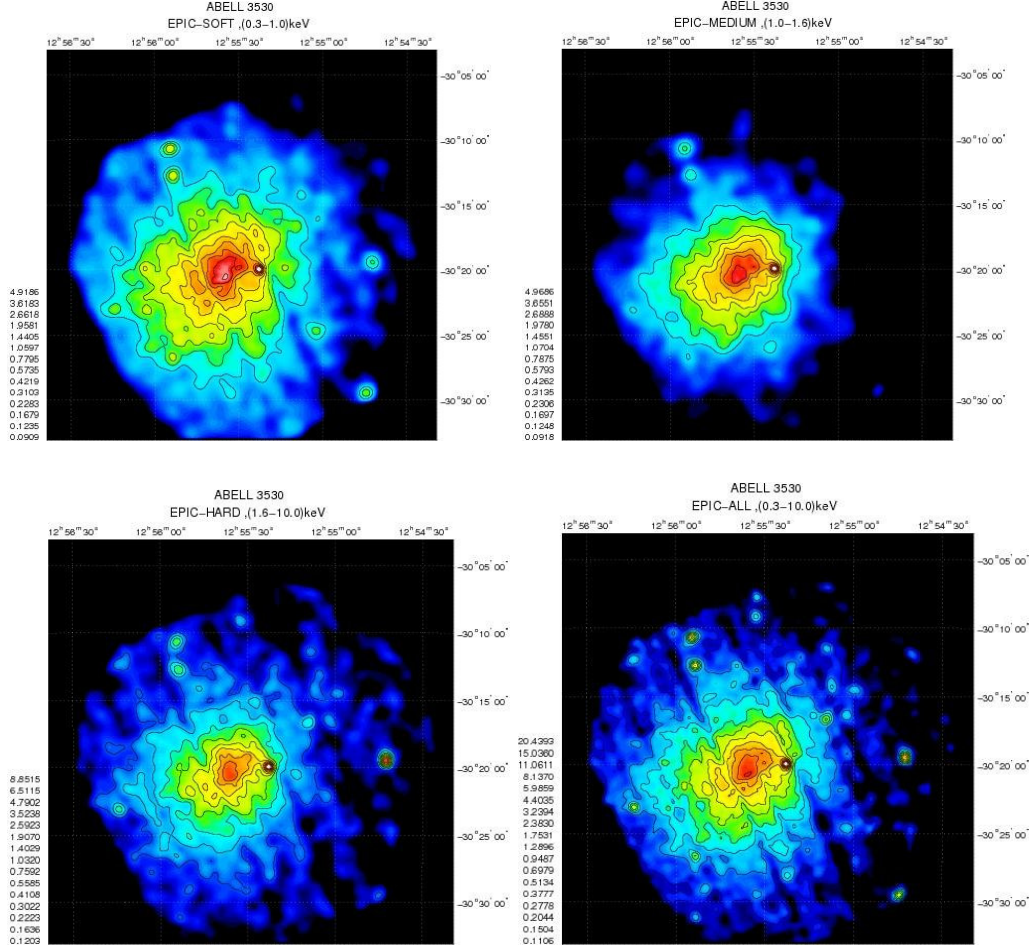
Bu çalışmada üç EPIC kameralarından alınan görüntüler geniş, yumuşak, orta ve sert enerji aralığı olmak üzere dört enerji aralığında çalışılmıştır.



Şekil 41-a: Abell 3530'un MOS detektörü ile yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen X-ışın görüntüleri. Şekillerin sol alt köşelerinde bulunan sayılar eş yoğunluk eğrilerinin değerlerini göstermektedir.



Şekil 41-b: Abell 3530'un PN detektörü ile yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen X-ışın görüntüleri. Şekillerin sol alt köşelerinde bulunan sayılar eş yoğunluk eğrilerinin değerlerini göstermektedir.



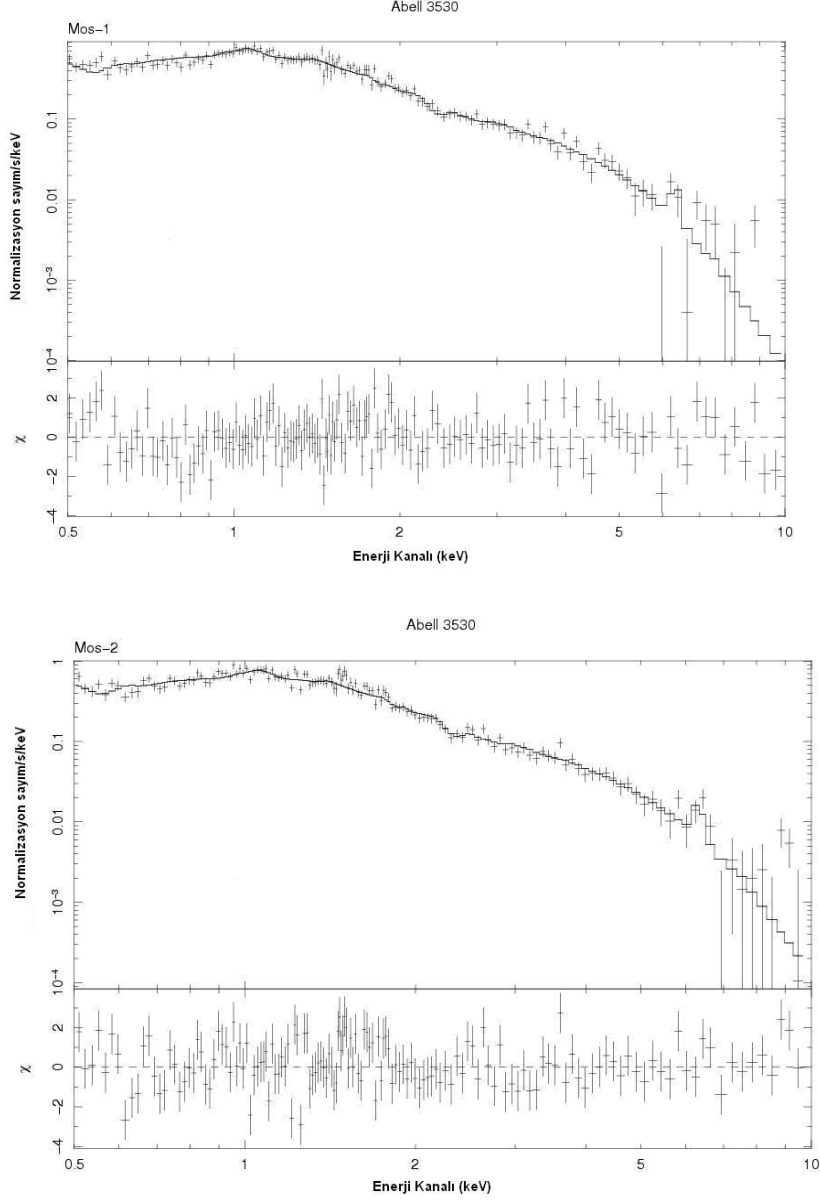
Şekil 42: Abell 3530'un MOS ve PN detektörleri ile alınan görüntülerinin birleştirilmesi sonucunda yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen EPIC görüntüler. Şekillerin sol alt köşelerinde bulunan sayılar eş yoğunluk eğrilerinin değerlerini göstermektedir.

Şekillerde gösterilen beyaz, kırmızı, sarı ve mavi renkler, ortamın giderek azalan sıcaklıklarını temsil etmektedir. Merkez kısım beyaz renk ile gösterilmiş olup en sıcak bölge olmaktadır. Daha sonra sıcaklıklara göre kırmızı ve kırmızı tonları, sarı, yeşil ve mavi tonları kullanılmıştır. Mavi ile gösterilen bölgeler en soğuk bölgelerdir.

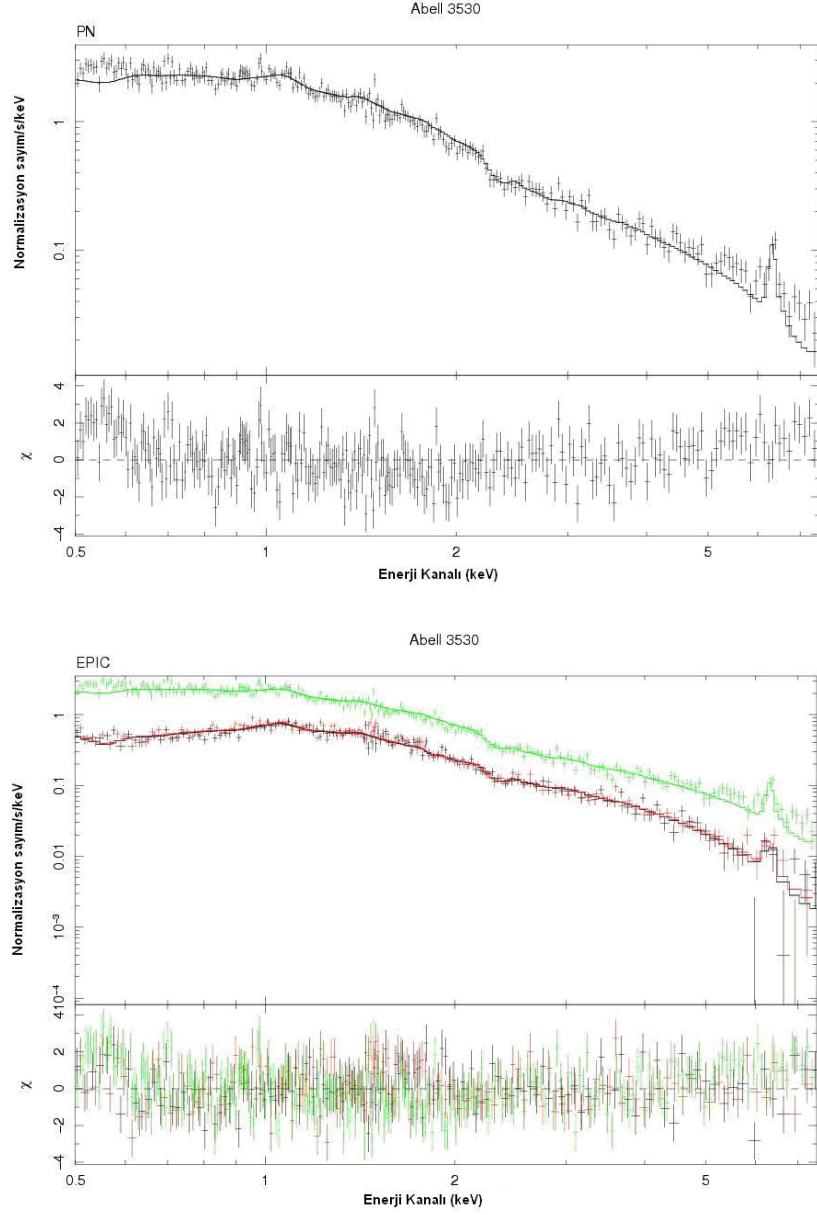
5.2.2. Tayf Analizi

Abell 3530 galaksi kümesi için yapılan tayf analizinde, Abell 1589 galaksi kümesinin analizinde olduğu gibi, ısısal temelli veya ısısal temelli olmayan teorik

tayf modelleri uygulanmıştır. En iyi uyumları “meka” modeli vermiştir. Bu model ile MOS-1, MOS-2 ve PN için tayf uyumları belirlenmiş ve elde edilen üç tayf uyumu birleştirilmiştir (Şekil 43). Analiz sonucunda elde ettiğimiz sıcaklık, metal bolluğu ve ışınma gücü değerleri Tablo 9’da her bir CCD için ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 43-a: Abell 3530 galaksi kümesinin “Xspec” programı ile MOS-1 ve MOS-2 detektörlerinden elde edilen tayflar ve model ile uyumlarını gösteren χ^2 -enerji (keV) grafikleri



Şekil 43-b: Abell 3530 galaksi kümesinin “Xspec” programı ile PN ve EPIC detektörlerinden elde edilen tayflar ve model ile uyumlarını gösteren χ^2 -enerji (keV) grafikleri. Şekilde yeşil çizgi PN detektörünü, kırmızı çizgi MOS-1 detektörünü ve siyah çizgide MOS-2 detektörünü temsil etmektedir.

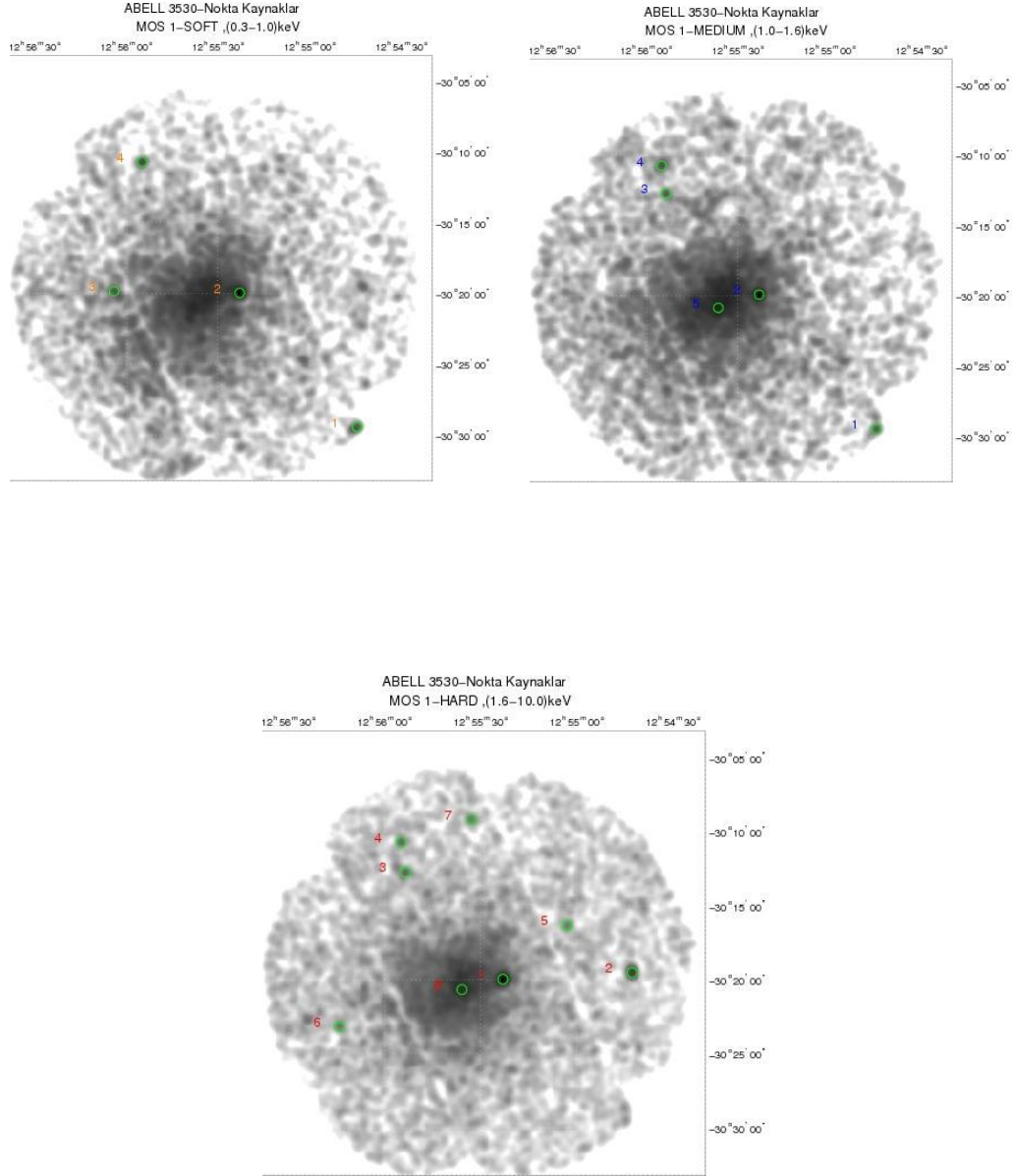
Tablo 9: Abell 3530 için ‘‘Xspec’’ programı ile yapılan tayf analizinde elde edilen sonuçlar

CCD	Seçilen Bölge	Sıcaklık (keV)	Metal Bolluğu (Z)	L(x) 10 ⁴⁴ ergs/s	χ^2 (d.o.f)
MOS-1	R < 10'	3.80 ^{+0.26} _{-0.21}	0.28 ^{+0.11} _{-0.09}	0.667	1.18
MOS-2	R < 10'	3.63 ^{+0.24} _{-0.08}	0.27 ^{+0.09} _{-0.04}	0.458	1.34
PN	R < 10'	4.31 ^{+0.17} _{-0.17}	0.32 ^{+0.06} _{-0.06}	0.833	1.50

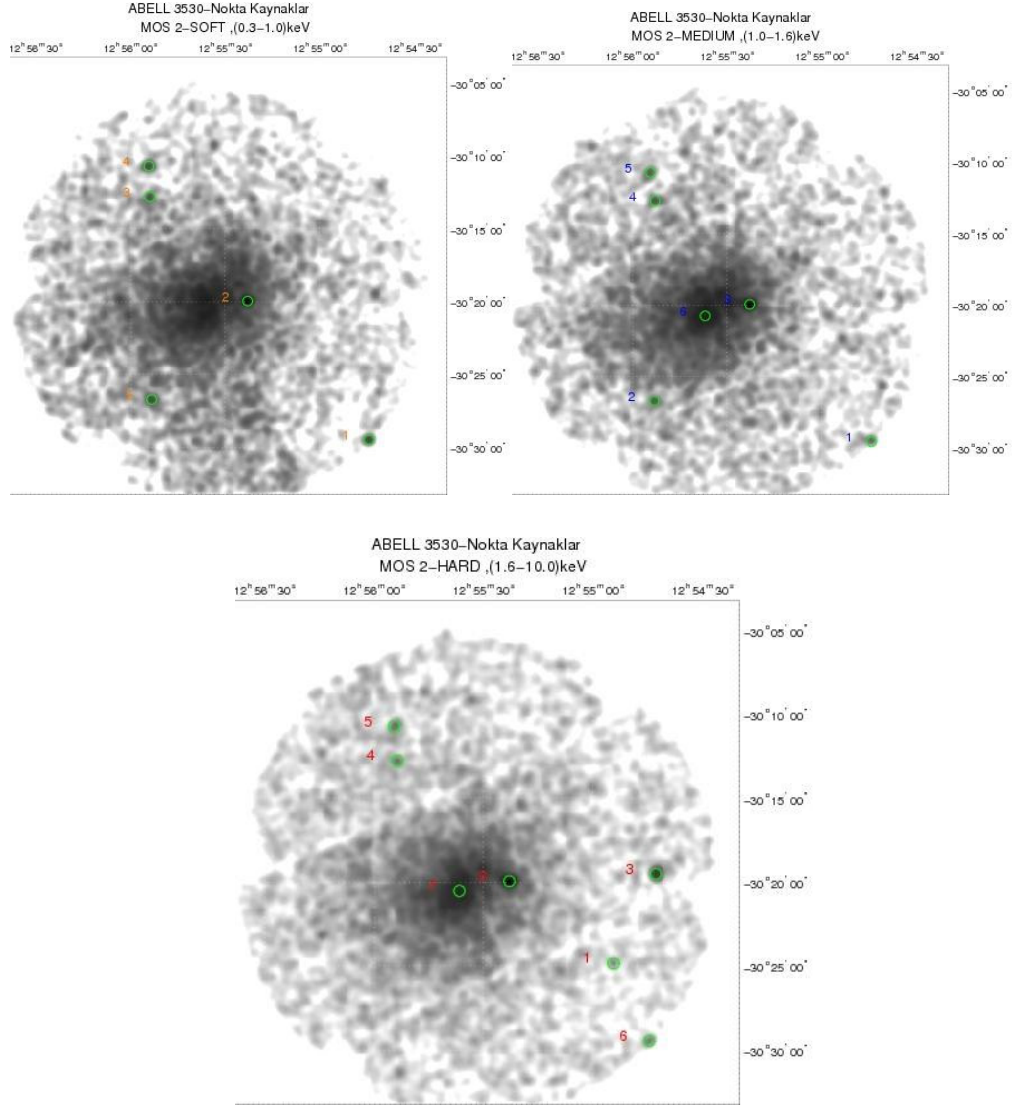
MOS-1 ve MOS-2 detektörleri ile yapılan analizler, PN dedektörüne göre istatistiksel olarak daha iyi sonuçlar vermiştir. En iyi uyum, χ^2 değerinin 1 (bir) olduğu durumda olduğundan bu çalışmada en iyi uyumu MOS-1 vermiştir. Abell 1589 galaksi kümesinde yapılan Tayf analizinde olduğu gibi R<10' yarıçaplık bir bölge içinde yapılmıştır. Bu bölge dışında kalan yerler galaksi kümesinin etekleri (dış kısımları) olarak kabul edilmektedir. Bu kısımlardan gelen X-ışını foton sayımları düşük olduğundan yapılan analizlere giderek artan hatalar getireceği düşünülmüştür. MOS-1, MOS-2 ve PN dedektörlerinde elde edilen sıcaklık değerleri hata sınırları içinde benzerlik göstermektedir.

5.2.3. Nokta Kaynak İstatistiği

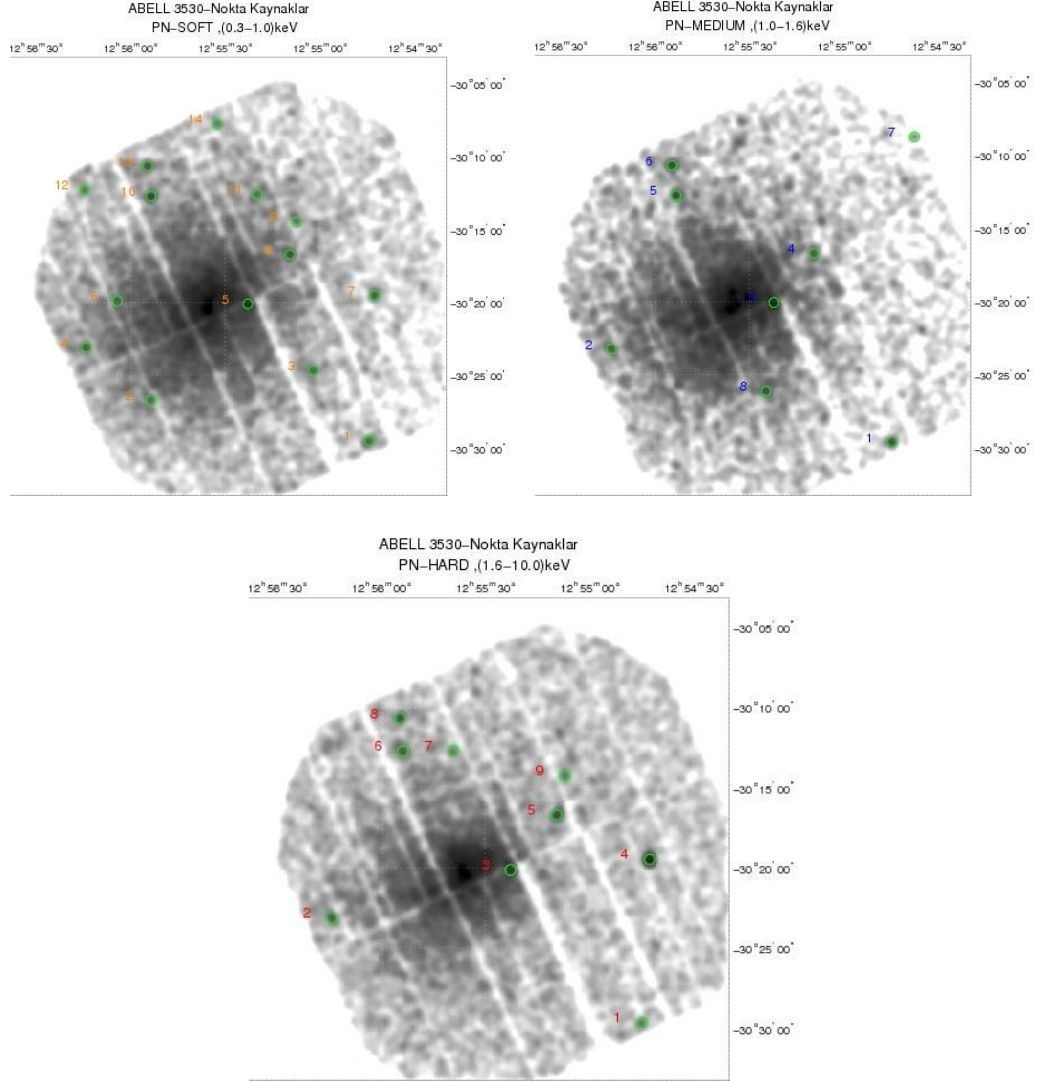
Nokta kaynak analizi yumuşak, orta ve sert olmak üzere üç farklı enerji aralığında yapılmıştır. Nokta kaynak analizi sonucunda elde edilen görüntülerde, yumuşak enerji aralığındaki kaynaklar turuncu renkte, orta enerji aralığındaki kaynaklar mavi ve sert enerji aralığındaki kaynaklar kırmızı renkte gösterilmiştir. Nokta kaynak analiz sonucunda istatistiki değerlere ulaşılmıştır (Tablo 10). (Nokta kaynak analizinde kullanılan komutlar için bkz. Ek-2).



Şekil 44: Abell 3530 Galaksi Kümesinin MOS-1 kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarında elde edilen nokta kaynaklar. Şekillerde turuncu renk yumuşak, mavi renk orta ve kırmızı renkte sert enerji aralıklarında tespit edilen nokta kaynakları temsil etmektedir.



Şekil 45: Abell 3530 Galaksi Kümesinin MOS-2 kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarında elde edilen nokta kaynaklar. Şekillerde turuncu renk yumuşak, mavi renk orta ve kırmızı renkte sert enerji aralıklarında tespit edilen nokta kaynakları temsil etmektedir.



Şekil 46: Abell 3530 Galaksi Kümesinin PN kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarında elde edilen nokta kaynaklar. Şekillerde turuncu renk yumuşak, mavi renk orta ve kırmızı renkte sert enerji aralıklarında tespit edilen nokta kaynakları temsil etmektedir.

Tablo 10: Abell 3530 Galaksi Kümesi için, yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarında ve her bir kameradan elde edilen nokta kaynakların istatistik dağılımı

	Kamera tipi	Yumuşak	Orta	Sert	TOPLAM
Abell 3530	MOS-1	4	5	8	17
	MOS-2	5	6	7	18
	PN	14	8	9	31

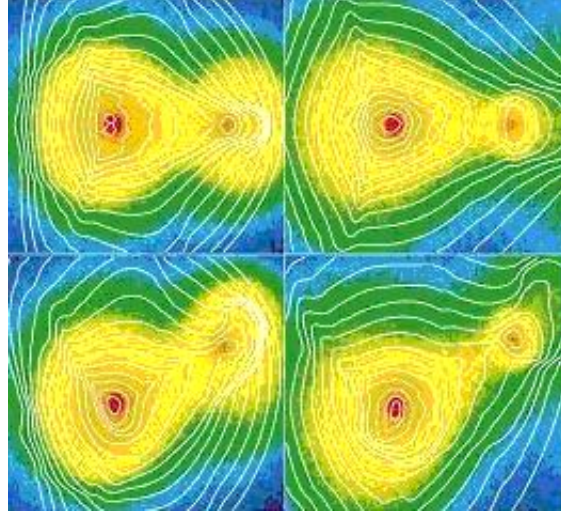
MOS-1 dedektörü ile yumuşak enerji bölgesinde 4, orta enerji bölgesinde 5 ve sert enerji bölgesinde 8 nokta kaynak olmak üzere toplam 17, MOS-2 dedektörü ile yumuşak enerji bölgesinde 5, orta enerji bölgesinde 6 ve sert enerji bölgesinde 7 nokta kaynak olmak üzere toplam 18, PN dedektörü ile yumuşak enerji bölgesinde 14, orta enerji bölgesinde 8 ve sert enerji bölgesinde 9 nokta kaynak olmak üzere toplam 31 kaynak bulunmuştur (Tablo 10). MOS ve PN dedektörlerinin farklı enerji aralıklarındaki hassasiyetinden dolayı bulunan kaynak sayıları farklılık göstermektedir. En çok kaynak PN dedektörünün yumuşak enerji bölgesinde bulunmuştur.

Nokta kaynak analizinde herhangi bir enerji aralığında görülmeyen kaynak başka bir enerji aralığında görülebilir. Örneğin MOS-2 dedektörlerinin orta enerji aralığında yapılan nokta kaynak istatistik analizinde 2 numaralı kaynak görülürken aynı dedektörün sert enerji aralığında 2 numaralı kaynak görülmemektedir. Ayrıca aynı nokta kaynak aynı dedektörün farklı enerji aralıklarında görülebilir. Örneğin MOS-2 dedektöründe 4 numaralı nokta kaynak, dedektörün her enerji (yumuşak, orta ve sert) aralığında görülmektedir. Bu yüzden farklı enerji aralıklarında analiz yapmak daha iyi bir istatistik vermektedir.

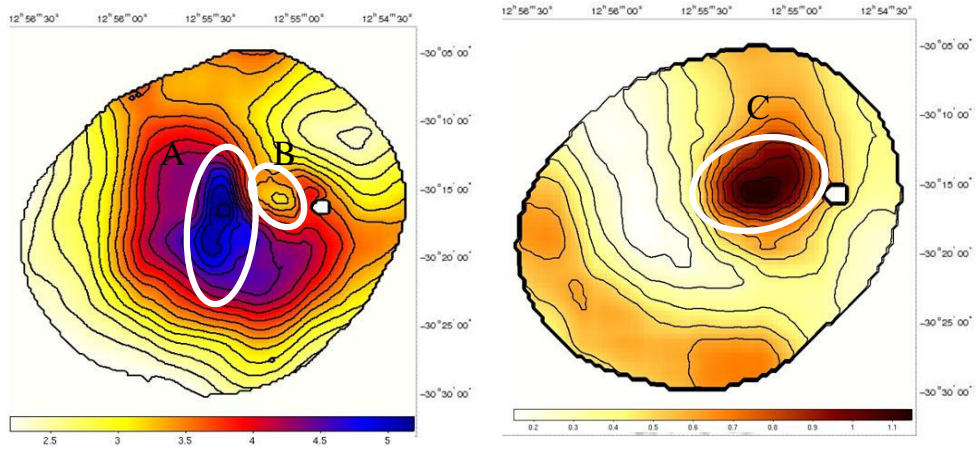
5.2.4. Sıcaklık ve Metal Bolluğu Haritaları

Abell 3530 galaksi kümesinin X-ışını görüntüleri üzerindeki eş yoğunluk çizgilerinden, galaksi kümesinin oluş doğrultusu hakkında bir bilgi edinilmesi zordur (bkz. Şekil 41). Abell 3530 galaksi kümesinin sıcaklık haritası incelendiğinde, kümenin kuzey-güney doğrultusunda bir uzanım gösterdiği görülmektedir (Şekil 48).

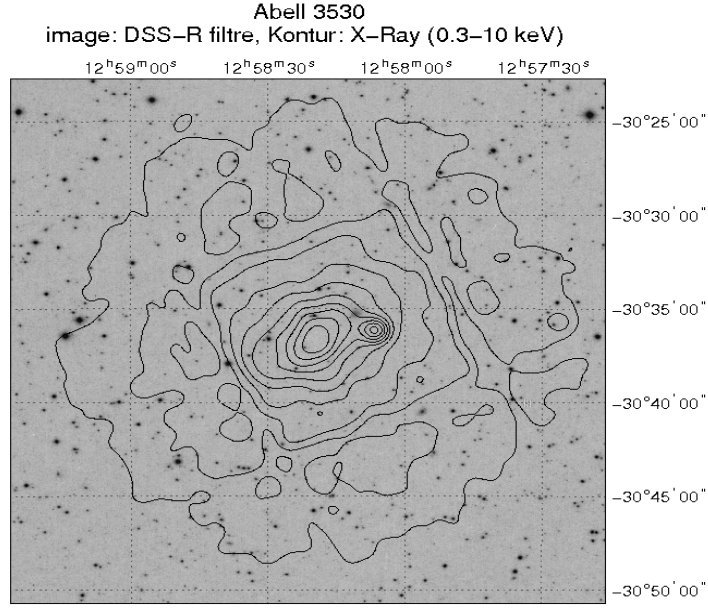
Ayrıca Abell 3530 galaksi kümesinin sıcaklık ve metal haritalarının incelenmesi ile galaksi kümesinin oluşumunda yaklaşık 5:1 oranında bir alt küme ile çarpıştığını söyleyebiliriz (Ricker ve Sarazin, 2001). Bu tip çarpışmalar için yapılan simülasyonlar Şekil 47’de gösterilmiştir.



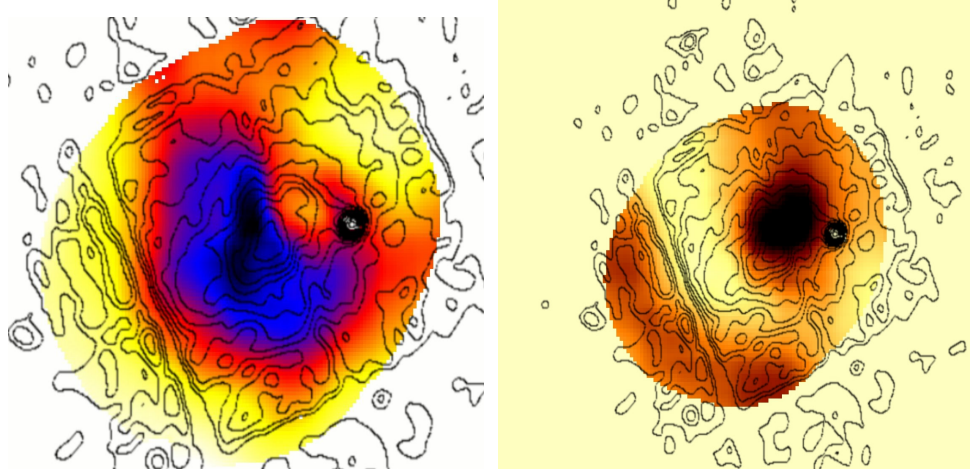
Şekil 47: Kütle oranı eş olmayan (3:1-5:1) galaksi kümelerinin çarpışmasının simülasyonu gösterimi (Ricker ve Sarazin, 2001)



Şekil 48: Abell 3530 Galaksi Kümesinin sıcaklık (sol) ve metal haritaları (sağ)



Şekil 49: Abell 3530 galaksi kümesine ait optik görüntü üzerine yerleştirilmiş X-ışını eş yoğunluk eğrileri



Şekil 50: Abell 3530 galaksi kümesine ait sıcaklık haritası ve metal haritalarının üzerine yerleştirilmiş X-ışını eş yoğunluk eğrileri

Abell 3530 galaksi kümesinin merkezine, kümenin merkez kütesinin yaklaşık 4-5 kat daha küçük bir kütleyle sahip bir alt küme girdiği sıcaklık haritasından görülmektedir (Şekil 48-50). Bu alt kümenin baş kısmı, Abell 3530 galaksi kümesine ait optik görüntü üzerine yerleştirilen X-ışını kontur çizgilerinden de görülebilmektedir (Şekil 48). Şekil 47'de gösterilen sıcaklık haritasındaki A

bölgesinin sıcaklığı $3.95^{+0.40}_{-0.33}$ keV ve metal bolluk değeri $0.39^{+0.11}_{-0.11}$, B bölgesinin sıcaklığı $3.05^{+0.50}_{-0.41}$ keV ve metal bolluk değeri $0.84^{+0.19}_{-0.20}$ 'dir. Bulunan bu değerlerden, ana kümeye giren alt kümenin, ana kümeye göre metalce daha zengin olduğu görülmektedir. Bu alt kümenin metal bolluğu Şekil 47'deki metal haritasından ve Şekil 49'daki metal haritasından daha net biçimde görülmektedir ve bu kısım C bölgesi ile gösterilmiştir.

BÖLÜM 6

TARTIŞMA

Abell 1589 galaksi kümesi için yapılan X-ışını görüntü analizinde, PN dedektörünün yumuşak ve orta tayf bölgelerine ait görüntülerinde çok fazla belirgin olmamakla birlikte kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda iki adet galaksi sayısı yoğunluk merkezi olduğu rapor edilmektedir. Bu galaksi sayısı yoğunluğuna bağlı uzanım bir optik çalışmada (Baier, 1979) doğu-batı yönünde eş yoğunluk çizgileri (izopletler) olarak gösterilmektedir. Diğer bir optik bölgedeki tayfsal gözlemlerine dayanan çalışmada (Bardelli ve diğ., 2001) Abell 3530 galaksi kümesi içindeki galaksilerin dağılımı için kuzey-güney yönünde $\sim 2.8^\circ$ lik bir genişleme olduğu gösterilmiştir. Ancak bizim bu çalışmamızda X-ışınlarında ne MOS dedektörleri ile alınan ne de PN dedektörü ile alınan görüntülerde optik sonuçlara benzer böyle bir uzanımda galaksi dağılımı görülmemektedir.

Abell tarafından optik gözlemlere dayanılarak yapılan zenginlik sınıflandırmasına göre hem Abell 1589 galaksi kümesi hem de Abell 3530 galaksi kümesi 0 zenginlik sınıfından (galaksi sayısı 30-49 arasında) fakir bir küme olarak gösterilmiştir (Tablo 5). Daha sonraki bir optik çalışmada Abell 1589 galaksi kümesi için 20' ile 30' aralığında bir çap içindeki yoğunluk bölgesinde her bir kare açıda 0.036 galaksi değeri ve toplam küme popülasyonu için $N_{CL}=60$ değeri bulunmuştur (Baier, 1995). X-ışını verilerine dayanarak yapılan aynı çalışmada, nokta kaynak istatistiğine göre Abell 1589 galaksi kümesi için toplam galaksi sayısı ortalama 60, Abell 3530 galaksi kümesi için ise 30 bulunmuştur.

Abell 1589 ve Abell 3530 galaksi kümeleri için tayflar elde edildikten sonra galaksi kümelerinin özelliklerine göre modelleme (“meka” ve/veya üssel enerjiye bağlı) yapılmıştır. Literatürde, Galaksi kümesinin merkezindeki gazda bir sıcaklık belirtisi varsa Meka modelinin uyumlu sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Bu çalışmada da her iki galaksi kümesi için “meka” modeli kullanılmıştır. Ayrıca galaksi kümesinin merkezinde aktif bir çekirdek varsa, bu durumda da üssel enerjiye bağlı model uyumlu sonuçlar vermektedir. Yapılan literatür çalışmalarına göre Abell 1589 ve Abell 3530 galaksi kümelerinin merkezlerinde baskın bir galaksi

bulunmamaktadır. Böyle olmasına rağmen üssel enerjiye bağlı model uygulanmış ama beklendiği üzere uyumlu sonuçlar elde edilememiştir. Abell 1589 ve Abell 3530 galaksi kümelerinin merkezi gazı için “meka” modeli uygulanması istatistiksel olarak uyumlu sonuçlar göstermiştir.

Abell 1589 galaksi kümesi için White ve arkadaşlarının (White ve diğ., 1997) Einstein uydusunun 0.4-4.5 keV enerji aralığına sahip HRI dedektöründen aldıkları X-ışını verisi ile yaptıkları analiz sonuçlarında buldukları sıcaklık değeri $kT=3,9$ keV iken bu çalışmada “meka” modeli tabanlı olarak hesaplanan sıcaklık değeri MOS-1 dedektöründe $kT=4,56$ keV, MOS-2 dedektöründe $kT= 4,46$ keV ve PN dedektöründe $kT=4,72$ keV’dir. Bu çalışmada elde edilen sıcaklık değeri White ve arkadaşlarınınkinden fazladır. Bu, kullanılan uydulardan kaynaklanabilir. Bu küme için Einstein uydusunun HRI dedektörü ile elde edilmiş verilerden White ve arkadaşları tarafından bulunan ışınım gücü değeri $L_X = 2,91 \times 10^{44}$ ergs⁻¹ dir. Bu çalışmada ise galaksi merkezindeki gaz için MOS-1’de $L_X = 0,855 \times 10^{44}$ ergs⁻¹, MOS-2’de $L_X = 0,835 \times 10^{44}$ ergs⁻¹ ve PN’de $L_X = 0,941 \times 10^{44}$ ergs⁻¹ değerleri bulunmuştur. İki çalışmanın sonuçları arasında 10 faktörü kadar fark vardır. Yalnız XMM-Newton verisi içinde sert X-ışınları da bulunmaktadır. Bu bölgedeki X-ışınlarının ışınım gücünün düşük olması genel sonuçlara etki etmiş olabilir.

Abell 3530 için model uygulaması yapılmadan başka yöntemler kullanılarak Etti ve arkadaşları (Etti ve diğ., 1997) ile Flippis ve arkadaşları (Flippis ve diğ., 2005) tarafından ROSAT (0.1-2.4 keV) X-ışını verileri ile $kT=3,2$ keV bulunmuşken, Plaa ve arkadaşları XMM-Newton verisi ile $kT=3,9$ keV sıcaklık değeri elde etmişlerdir. Bu çalışmada ise Meka model uygulamasına bağlı olarak MOS-1 dedektöründe $kT=3,80$ keV, MOS-2 dedektöründe $kT=3,63$ keV ve PN dedektöründe $kT= 4,31$ keV bulunmuştur. ROSAT verileri ile bulunan sıcaklığın farklı olması ROSAT’ın tamamen yumuşak X-ışınlarına duyarlı olmasından kaynaklanabilir. Bu çalışmada bulunan sıcaklık değerleri aynı veriyi kullanan Plaa ve arkadaşlarının değeri ile hata payları içinde aynıdır. Bundan başka galaksi merkezindeki gazın ışınım gücü için Flippis ve arkadaşlarının ROSAT verisi ile elde ettikleri değer $L_X = 1,04 \times 10^{44}$ ergs⁻¹, Plaa ve arkadaşlarının XMM-Newton verisi ile elde ettikleri değer $L_X = 1,25 \times 10^{43}$ ergs⁻¹ dir. Bu çalışmada ise Meka modeli temelli yapılan

hesaplamalarda MOS-1 için $L_X = 0,667 \times 10^{44}$ ergs⁻¹, MOS-2 için $L_X = 0,458 \times 10^{44}$ ergs⁻¹ ve PN için $L_X = 0,833 \times 10^{44}$ ergs⁻¹ bulunmuştur. Sonuçlar önceki iki çalışmanın ortalama değerlerini göstermektedir. Elde ettiğimiz L_X değerleri model bağımlı iken diğer çalışmalar değildir. Fark buradan kaynaklanıyor olabilir.

Bizim çalışmamızda Abell 1589 ve Abell 3530 galaksi kümeleri için MOS ve PN dedektörleri ile elde edilen X-ışını görüntülerinde, her iki küme için de merkez bölgelerinde bir sıcaklık yoğunluğu görülmektedir.

Plaa ve arkadaşlarının (2007) soğuk çekirdek veya soğuk olmayan çekirdek diye yapmış oldukları sınıflandırmaya göre Abell 3530 galaksi kümesi soğuk olmayan çekirdekli küme sınıfında yer aldığını ileri sürmüşlerdir. Bizim yapmış olduğumuz sıcaklık haritasının incelenmesi ile elde ettiğimiz sonuçlar bu referans ile uyum göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Abell, G. O., 1989, ApJS, 70, 1.
- Atkinson, S.; Astronomi (çev:M.Alev), TÜBİTAK, Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 1998.
- Baier, F.W., 1979, AN, 300, 85.
- Baier, F. W., 1995. AN, 316, 319.
- Bardelli, S. Zucca, E. ve Baldi, A.,2001, MNRAS, 320, 387.
- Bautz, L. P., ve Morgan, W. W., 1970, ApJ, 162, 149.
- Bilir, S., İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Popüler Bilim, (1997), 40, 15-18
- Einasto, M., Einasto, J., Tago, E., Müler, V., ve Andernach, H., 2001, AJ, 122, 2222-2242.
- Ercan, E.N., Hüdaverdi, M., Gök, F., Gün, G. İ., Güver, T., Furuzawa, A. ve Aktekin, E., XV Ulusal Astronomi Kongresi, Abell 2255 Kümesi Galaksilerin Çok Band Araştırması, 2006.
- Ehle, M., Breittellner, M., Díaz, T. M., González, R. R., Guainazzi, M., Loiseau, N., Rodríguez, P., Santos-Lleó, M., Schartel, N., Tomás, L., Verdugo, E. ve Dahlem, M., 2007, ESA Pres, XMM-Newton Users' Handbook Issue 2.5
- Ettori, S., Fabian, A. C. ve White, D. A., 1997, MNRAS, 289, 787-800.
- Flippis, De, E., Schindler, S. ve Erben, T., 2005, A&A, 444,387.
- Hickson, P., 1977, ApJ, 217, 16.
- Hubble, E. D., 1936, The Realm of the Nebulae, New Haven: Yale University Press, ISBN 36018182.
- Jansen, F., Lumb, D., Altieri, B., Clavel, J., Ehle, M., Erd, C., Gabriel, C., Guainazzi, M. ve Diğ., 2001, A&A, 365, L1-L6

Kravtsov, A. ve Klypin, A., Formation of the large-scale structure in the Universe: Filaments, National Center for Supercomputer Applications (NCSA), 2002

Lodders, K., 2003, ApJ, 591, 1220.

Mewe, R., Gronenschild, E.H.B.M., and van den Oord, G.H.J. 1985 A &AS, 62, 197

Mewe, R., Lemen, J.R., and van den Oord, G.H.J. 1986, A &AS, 65, 511

Moche, D. L., 1993, Astronomy: A Self-Teaching Guide (5th ed.), USA, 138.

Morgan, W. W., 1961, PNAS. U.S.A., 47, 905.

Oemler, A. Jr., 1974, ApJ, 194, 1.

Owen, F. N. ve Ledlow, J. M., 1997, ApJS, 108, 41-98.

Plaa, De, F., Werner, N., Bleeker, J. A. M., Vink, J., Kaastra, J. S. ve Mendez, M., 2007, A&A, 465, 345.

Ricker, P. M. ve Sarazin, C. L., 2001, ApJ, 561-621

Rood, H. J. ve Sastry, G. N., 1971, PASP, 83-313.

Quintana, H., Ramirez, A., Melnick, J., Raychaudhury, S., Slezak, E., 1995, AJ, 110, 463.

Soltau, H. ve Titze, B., MPI Yarı İletken Laboratuvarı, Almanya, <http://www.PNsensor.de>

Vettolani, G., Chincarini, G., Scaramella, R. ve Zamorani, G., 1990, ApJ, 99, 1709.

White, D.A., Jones, C. ve Forman, W., 1997, MNRAS, 292, 419-476.

Zwicky, F., Herzog, E., Wild, P., arpowicz, M. ve Kowal, C. T., 1961-1968, Catalogue of Galaxies and Clusters of Galaxies, Vol. 1-6. Pasadena: Caltech

<http://xmm.vilspa.esa.es>

<http://xmm.vilspa.esa.es/sas>

<http://www.sr.bham.ac.uk/xmm3>

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Galaksi>

http://en.wikipedia.org/wiki/Dark_energy

http://en.wikipedia.org/wiki/Hubble_sequence

http://en.wikipedia.org/wiki/Shapley_Supercluster

<http://www.nasa.gov>

<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>

<http://library.thinquest.org/C005731/birth.html>

Ekler

EK 1: Bazı X-ışını Uydularının Genel Özellikleri
(http://space.mit.edu/~jonathan/xray_detect.html)

Uydu	Aygıt	Enerji Aralığı [keV]	Uzaysal		Tayfsal Çözünürlük ¹ [eV]			
			Görüş Alanı (FOV)	Çözünürlük. FWHM	0.1 keV	0.5 keV	1 keV	6 keV
<u>Uhuru</u> 1970-75 ilk uydu		2-20	1°×10°					
<u>HEAO-1</u> 1977-79 ilk geniş uydu	LASS (A-1)	1-20	Birkaç°					
	CXE (A-2)	0.2-60	Birkaç°					
	MC (A-3)	1-20	Birkaç°	~1'				
	(A-4)	15-10 ⁴	1°×20°					
<u>Einstein</u> (HEAO-2) 1978-81 ilk görüntü teleskobu	IPC	0.3-3.5	75'	1'				
	HRI	0.2-3.0	25'	4"				
	SSS	0.5-4.5	6'			E/dE=3-25		
	FPCS	0.4-2.6	6'				3	
	MPC	2-15	1.5°					1200
<u>Tenma</u> (Astro-B) 1983-85	PCs	2-60	~3°					550 FWHM
	telesc.	0.1-2.0	0.2×5°					

Uydu	Aygit	Enerji Aralığı [keV]	Görüş Alanı (FOV)	Çözünürlük. FWHM	0.1 keV	0.5 keV	1 keV	6 keV
			0.75°					
	LE+CM A	.05-2.0	2°	18"				
	LE+PSD							
	GS	2-20						
<u>Ginga</u> (Astro-C) 1987-91	LAC	1.5-37	0.8×1.7°					~1200
	ASM	1-20	1×180°					
	GBD	1.5-500	4π sr					
<u>BBXRT</u> 2-11 Dec 1990		0.3-12	17.4'	4' diam. pixel		85	90	150
<u>ROSAT</u> 1990-99	HRI	0.1-2.4	20'×20'	5"				
	PSPC	0.1-2.4	114'	15"		~380	500	
<u>ASCA</u> (Astro-D) 1993-00	SIS	0.4-10	22'×22'	1'		50-100	70-140	120-320
	GIS	0.7-10	50'	3'			190	460
<u>BeppoSA</u> <u>X</u> 1996-02	LECS	0.1-2	37'	2-3'		125	190	530
	MECS	1.3-10	28' (r)	2-3'				480
	HPGSPC	3-120	1.1°					600
	PDS	15-300	1.4°					
	WFC	1.8-28	20°×20°	5'				1200

Uydu	Aygıt	Enerji Aralığı [keV]	Görüş Alanı (FOV)	Çözünürlük. FWHM	0.1 keV	0.5 keV	1 keV	6 keV
Astro-E 10 Feb 2000 R.I.P.	XRS	0.4-10	4'×2'	1.5'		12	12	12
	XIS	0.4-10	19'×19'	1.5'		~35	~50	130
	HXD	10-700	4 Pi		30% (10keV); 9% (662keV)			
<u>RossiXTE</u> 1995-	PCA	2-60	1°					1125
	HEXTE	15-250	1°					
	ASM	2-10						
<u>Chandra</u> (AXAF) 1999-	HRC-I	.08-10	31'×31'	<0.4"			80	
	HRC-S	.08-6	7'×97'		0.1	1.3	5	180
	ACIS-I	0.2-10	16'×16'	1-2" (0.49" pix)		50(FI)/ 115(BI)	55(FI)/ 125(BI)	130(FI)/ 190(BI)
	ACIS-S	0.5-10	8'×48'				1 FWHM	45 FWHM
	+HEG	0.9-10						
	+MEG	0.4-5				0.5 FWHM	2 FWHM	75 FWHM
	+LETG	0.2-9				1.5	5	300
<u>XMM-Newton</u> 2000-	MOS	0.2-12	30'	6"		~50	57	130
	PN	0.1-12	30'	6"		~60	67	125
	RGS	0.33-2.5	~5'			0.8 HEW, 1.5 FWHM	4.0 HEW, 4.5 FWHM	

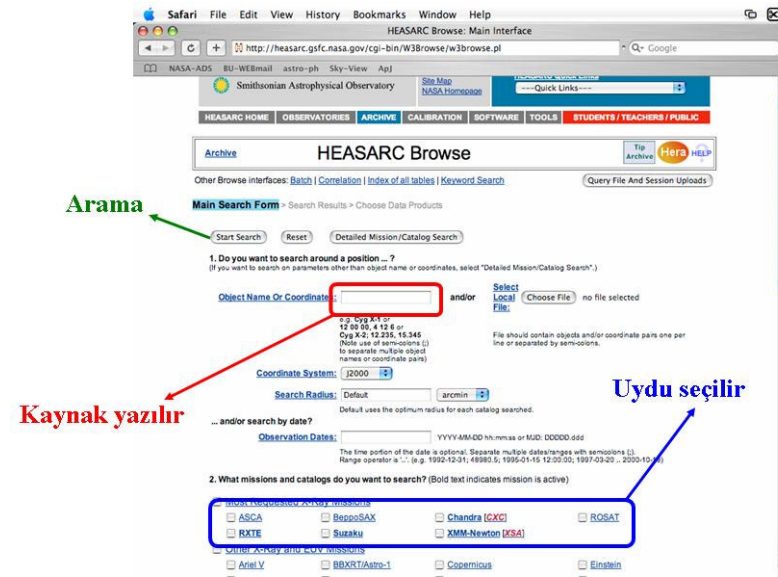
Uydu	Aygıt	Enerji Aralığı [keV]	Görüş Alanı (FOV)	Çözünürlük. FWHM	0.1 keV	0.5 keV	1 keV	6 keV
<u>Suzaku</u> (Astro-E2) 2005-	XRS R.I.P.	0.3-12	2.9'×2.9'	2.0'		7	7	7
	XIS	0.4-12 (0.2-12 FI)	18'×18'	2.0'		~35	~50	130
	HXD PIN	10-60	34'×34'		~3000			
	HXD GSO	30-600	4.5°×4.5°		~10% (sqrt (7.6/E _{MeV}))% FWHM)			

Ek-2: Analiz İşlemlerinde (SAS) Kullanılan Komutlar.

Analiz yapılacak bilgisayara SAS analiz programı kurulduktan sonra analiz işlemlerine geçilir (<http://xmm.vilspa.esa.es/sas/>).

A. Başlangıç

1. Çalışılacak dizin belirlenip, çalışacağımız kaynağın ham verisi internetten bu dizin içine indirilir.(Örneğin; /home/astro1/canakkale/)



Şekil 51: İnternette ham veri indirme

2. İnen dosyanın uzantısı “.tar” olduğundan

tar -xvf indirilen dosya adı

komutu ile açılır.

3. “.tar” uzantılı dosya açılınca ODF isimli bir klasör oluşur bu klasör içinde “.gz” uzantılı zip dosyalar vardır. Bu “.gz” uzantılı dosyalar

gunzip *.gz

komutu ile açılır.

4. Zip dosyalarını açtıktan sonra çalışılacak konsol için analiz programının gerekli ayarlarının yapılması gerekmektedir. Analiz için “sas65 veya sas70 (SAS: Science Analysis Software, 65 ve 70 ise versiyon numaraları)” programları kullanılmaktadır. Bu ayarları aktif hale getirmek için

sas65 veya **sas70**

ve sonra

heainit

komutları çalıştırılır.

5. Çalışılacak programları aktif hale getirdikten sonra konsol ile indirilen veri arasındaki ayarlar şu şekilde yapılmalıdır.

setenv SAS_CCFPATH /home/astro1/ccf/

setenv SAS_CCF /home/astro1/canakkale/0109890501/ODF/ccf.cif

setenv SAS_DIR /usr/bin/xmmsas_20050815_1803

setenv SAS_PATH /usr/bin/xmmsas_20050815_1803

setenv SAS_ODF /home/astro1/canakkale/0109890501/ODF/

(italik yazılar çalışılacak kaynağa veya dizine göre değişmektedir. Buradaki “ccf” bilgisayarda bulunan ayar (calibration) dosyalarıdır.)

6. Ayarları tamamladıktan sonra XMM-analizi için gerekli programı şu komut ile aktif hale getirilir.

csh xmm_anal_init_csh

(bu özel bir döngüdür.)

7. Çalışılacak ana klasör içinde 3 tane alt klasör oluşturup, bu dosyalara **mos1**, **mos2** ve **PN** isimleri verilir. Dosyaları oluşturmak için şu komut kullanılır.

mkdir dosya adı

8. Daha sonra açılan “gunzip” dosyalarının oluşturduğu klasör dizini altından (/home/astro1/canakkale/0109890501/ODF/RED/Chain) analizde kullanacak event dosyalarını bulup, mos1, mos2 ve PN klasörleri içine kopyalanır. Bunları şu komut dizini ile yapıyoruz.

Dosya arama için:

mos1: ls *M1*EVLI*

mos2: ls *M2*EVLI*

PN: ls *PN*EVLI*

Kopyalama için:

mos1: cp bulunan dosya adı kopyalanacak dizin(home/cannakkale/A111/mos1)

mos2: cp bulunan dosya adı kopyalanacak dizin(home/cannakkale/A111/mos2)

PN: cp bulunan dosya adı kopyalanacak dizin(home/cannakkale/A111/PN)

9. Dosyaları kopyaladıktan sonra bu kopyalanan eventlerin isimleri değiştirilir (analiz sırasında işlem kolaylığı olsun diye bu işlem yapılmaktadır). Bu işlem mos1, mos2 ve PN için ayrı ayrı yapılır.

mv şimdiki dosya adı yeni dosya adı (m1_event.fits)

10. Buraya kadar analize başlamak için gereken temel işlemler yapılmıştır.

Analizin ilk aşaması olarak IŞIK EĞRİSİ oluşturulur.

11. IŞIK EĞRİSİ oluşturmak için

evselect table:m1_event.fits:EVENTS withrateset=yes rateset=m1_ligthcurve.fits

maketimecolumn=yes timecolumn=TIME timebinsize=100

makeratecolumn=yes

komutu kullanılmaktadır (Bu işlem mos1, mos2 ve PN için ayrı ayrı yapılmalıdır, m1_event.fits; girdi dosyamız ve m1_ligthcurve.fits ise çıktı dosyamızdır.).

12. Oluşturulan ışık eğrisini (m1_lightcurve.fits) görmek için “fplot” komutu kullanılır.

fplot m1_ligthcurve.fits

13. Işık eğrisin inceleyerek filtreleme yapılacak aralık belirlenir. Filtreleme işlemi, alınan ham veri içinde sadece çalışılacak kaynağa ait bilgi dışında dış etkilerinde bulunmasından dolayı yapılmaktadır.

14. Filtreleme aralığı belirledikten sonra kısıtlama dosyası oluşturulur.

tabtigen table:m1_lightcurve.fits:RATE

expression='(RATE>=5)&&(RATE<=10)' gtiset=m1_gtisel.fits

timecolumn=TIME

(Burada oluşan m1_gtisel.fits en iyi zaman aralığı anlamındadır.)

15. Kısıtlama dosyası oluşturduktan sonra ham veri FİLTRELENİR.

16. FİLTRELEME işlemini şu komut ile yapılır.

```
evselect          table=m1_event.fits:EVENTS          withfilteredset=yes  
expression='(PATTERN          <=12)&&(PI          in  
[200:12000])&&#XMMEA_EM&&GTI(m1_gtisel.fits,TIME)'  
  
filteredset=m1_filt.ev          filtertype=expression          keepfilteroutput=yes  
updateexposure=yes filterexposure=yes
```

Bu işlem sonucunda “m1_filt.ev” dosyası yani temizlenmiş veri elde edilir. (NOT: PN için filtreleme yaparken XMMEA_EM bu komutu şöyle yazılır XMMEA_EP).

17. Filtreleme işlemi bittikten sonra **görüntü** oluşturma işlemlerine geçilir.

```
evselect table:m1_filt.ev:EVENTS withinageset=yes imageset=m1_image.fits  
xcolumn=X ycolumn=Y ximagesize=600 yimagesize=600
```

Bir enerji aralığında görüntü oluşturmak istenirse;

```
Evselect          table:m1_filt.ev:EVENTS          withimageset=yes
imageset=m1_softimage.fits  xcolumn=X  ycolumn=Y  ximagesize=600
yimagesize=600  filtertype=expression  expression='(FLAG==0)&&(PI in
[300:1000])'
```

(NOT: Burada xcolumn=X denirse sky görüntü elde edilir, eğer xcolumn=DETX denirse detektör görüntüsü elde edilir.)

18. Görüntüleri elde edildikten sonra (mos1, mos2 ve PN için toplam 12 görüntü {[soft(0.3-1.0keV), medium(1.0-1.6keV), hard(1.6-10keV) ve genel(0.3-10keV]} ekranda görmek “SAS” paketi içinde yer alan “ds9” görüntüleme programı kullanılır.

ds9 dosya ismi(m1_softimage.fits)

B. XIMAGE

XIMAGE, SAS paketi içinde görüntüler üzerinde değişiklikler yapmak için kullanılan karmaşık bir programdır. XIMAGE’de kullanılan bazı komutlar ve açıklamaları şu şekilde verilebilir.

1. DOSYA OKUTMA

read dosya adı

Genellikle görüntü okutturulduğunda görüntünün maksimum değeri küçüktür. Daha net bir görüntü elde edilmesi için

read/bscale=1000 dosya adı

komutu kullanılır. (burada 1000 büyütme katsayısıdır.)

(örneğin; read/ bscale=1000 PN_hardimage.fits)

2. oluşturulan görüntülerin x ve y eksenlerine yazı yazma veya oradaki yazıları silmek için aşağıdaki komut kullanılır.

cct/set spectrum.tab

title " "

title/lower " "

3. Görüntü üzerinde ızgaralar oluşturmak için

grid/lstyle=4/col=0/labco=1

komutu kullanılır. Burada lstyle; çizilen çizgi türü, col; rengi ve labco ise çizgi kalınlığını gösterir.

4. Oluşturulan görüntünün ekrana mı yoksa başka bir şekilde görüntülemek için kullanılan komutlar

cpd /xw bilgisayar ekranında gösterir

cpd /ps ekranda göstermez “.ps” uzantılı dosya içine siyah-beyaz olarak kayıt eder.

cpd /cps ekranda göstermez “.ps” uzantılı dosya içine renkli olarak kayıt eder.

5. görüntünün son halini bilgisayar ekranında görüntülemek için

dis/log/min=5000/nof

komutu kullanılır. Sadece **dis** komutu ile sade bir şekilde gösterir. **dis/log** komutu ile logaritmik olarak gösterir. Komutun sonuna “**min=100**” komutu eklenirse yazılan en küçük aralıktan başlayarak görüntüyü gösterir. **nof** komutu ise resmin çevresinde herhangi bir yazının gösterilmemesini sağlar.

6. Görüntü üzerinde konturlar oluşturmak için **image_contour.perl** döngüsü kullanılır. Bu döngü ile iki farklı dosya oluşturulur, bunlar **contour.lvl** ve **contour.lbl** dosyalarıdır. Bunlar şu komut ile oluşturulur.

perl image_contour.perl X Y Z W contour

Burada;

X: görüntünün maksimumu

Y: oluşturmak istediğimiz kontur sayısı

Z: resmi büyütme oranı (bscale)

W: genellikle 0 “sıfır”dır.

contour: oluşacak .lvl ve .lbl dosyalarının ismi

7. Oluşturulan bu konturları

level/file=contour.lvl/load

cont/load/col=14/over/noframe/lw=0.5

grid/lstyle=4/col=0/labco=1

@contour.lbl

komut dizisi izlenerek görüntü üzerine aktarılır (Görüntüyü display yapmadan önce komutlar kullanılır)

8. Oluşturulan görüntü üzerine yazı yazmak için

label/vx=0.55/vy=0.97/col=1/just=center/fo=ro/csize=1 "ABELL XXX, ID: YYY"

label/vx=0.55/vy=0.94/col=1/just=center/fo=ro/csize=1 "EPIC-MOSAIC,HIGH (1.6-10.0)keV"

komutları kullanılmaktadır.

9. Elde edilen görüntüleri birleştirmek için (üst üste koymak)

emosaic imagesets='image1.fits image2.fits image3.fits'
mosaicdset=emosaic_img.fits

komutu kullanılmaktadır.

C. TAYF OLUŞTURMA

Tayf analizinde 4 (dört) ayrı dosya gerekmektedir. Bunlar;

1. “pi” uzantılı dosya

evselect table=PN_filt.ev:EVENTS spectrumset=PN.pi spectralbinsize=5


```
withspecranges=true          specchannelmin=0          specchannelmax=20479  
withspectrumset=true energycolumn=PI  
  
expression='(FLAG==0)&&(PATTERN<=4)&&(PI in [200:14000])&&((X,Y)  
IN cricle(ra,dec,600))
```

Bu komut ile “**PN.pi**” gibi doya oluşturulur. Uygulana komutun “((X,Y) IN cricle(ra,dec,600))” kısmında ra seçilen bölgenin sağ açıklık, dec seçilen bölgenin dik açıklık ve 600 ise seçilen bölgenin yarıçapıdır. Daha sonra oluşan “pi” uzantılı dosyanın fit olması için

```
backscale spectrumset=PN.pi badpixlocation=PN_filt.ev
```

komutu uygulanır.

2. Arkaplan “bgd”

```
evselect table=PN_filt.ev:EVENTS spectrumset=PN_bgd.pi spectralbinsize=5  
  
withspecranges=true          specchannelmin=0          specchannelmax=20479  
withspectrumset=true energycolumn=PI  
  
expression='(FLAG==0)&&(PATTERN<=4)&&(PI in [200:14000])&&((X,Y)  
IN cricle(x,y,içr,dışr))
```

Bu komut ile “**PN_bgd.pi**” gibi doya oluşturulur. Daha sonra oluşan arkaplan dosyasının fit olması için

```
backscale spectrumset=PN_bgd.pi badpixlocation=PN_filt.ev
```

komutu uygulanır.

3. RESPONSE (Yanıt dosyası)

```
rmfgen spectrumset=PN.pi rmfset=PN.rmf
```

Bu komut ile “rmf” uzantılı dosya oluşturulur.

4. ARF

**arfgen arfset=PN.arf spectrumset=PN.pi extendedsource=no withrmfset=true
rmfset=PN.rmf modelee=yes withbadpixcorr=yes badpixlocation=PN_filt.ev
modelootcorr=yes**

Bu komut ile “arf” uzantılı dosya oluşturulur.

Bu dört dosya oluşturulduktan sonra “Xspec11” programında tayf analizi yapılır.

D. SOURCE DETECTION (NOKTA KAYNAK ANALİZİ)

1. İşlem karmaşıklığını basitleştirmek için ayrı bir dosya dizini oluşturulur ve oluşturulan dosya içine Mos1, Mos2 ve PN CCD’lerine ait temizlenmiş eventler (3 tane) ve oluşturulan resimler (12 tane) kopyalanır (örneğin oluşturulacak dosya “sourcedetection” isimli bir dosya olabilir).

2. Kopyalama işlemlerinden sonra nokta kaynak analizi için gerekli komut olan

atthkgen atthkset=attitude.fits timestep=1

komutu kullanılır. Burada “attitude.fits” dosyası oluşturulur.

3. Nokta kaynak analizi Mos1, Mos2 ve PN için ayrı ayrı yapılmaktadır. Örneğin Mos1 için nokta kaynak analizinde;

**eexpmap attitudeset=attitude.fits eventset=m1_filt.ev imageset=mos1-
allimage.fits expimageset='mos1_soft_exp.fits mos1_medium_exp.fits
mos1_hard_exp.fits' pimin='300 1000 1600' pimax='1000 1600 10000'**

komutu kullanılarak “*exp.fits” uzantılı 3 (yumuşak-orta-sert) tane dosyası oluşturulur.

5. Oluşturulan “*.exp.fits” uzantılı dosyalar için analiz ayrı ayrı devam eder. Aşağıdaki komut yumuşak enerji aralığındaki (soft) görüntüyü için verilmektedir.

ewavelet imageset=mos1-soft.fits srclistset=mos1_soft_srclist.fits

expmapset=mos1_soft_exp.fits useexpmap=yes threshold=5 savebkgrnd=yes

bkgrndset=mos1_soft_bgd.fits makerecon=yes

recimageset=mos1_soft_recon.fits

minscale=2 maxscale=8 edgethreshold=10 niter=4

Bu işlem diğer enerji aralıkları içinde yapılmalıdır. Bu komut sonuçunda “*srclist.fits” uzantılı bir dosya oluşur. Bu dosya için seçilen enerji aralığı içinde yapılan nokta kaynaklar hakkında bilgiler bulunmaktadır. Bu “*srclist.fits” uzantılı dosyayı bir “txt” uzantılı dosyaya çevirmek için

csH srclst2dat.csh mos1_soft_srclist.fits

komutu kullanılır. Bu komut sonucunda “*.srclist.txt” uzantılı dosya elde edilir.

TABLolar LİSTESİ	<u>Say. No</u>
Tablo 1: Galaksi Kümelerinin morfolojik sınıflandırması	8
Tablo 2: XMM-Newton Uydusunun Özellikleri	14
Tablo 3: Yansıtmalı Izgara Tayföçerin özellikleri	25
Tablo 4: Optik Monitör (OM)'ün özellikleri	26
Tablo 5: Uzaklık ve Zenginlik Sınıflandırması	30
Tablo 6: Abell 3530 Galaksi Kümesi için elde edilmiş bazı parametreler	35
Tablo 7: Abell 1589 için "Xspec" programı ile yapılan tayf analizinde elde edilen sonuçlar	47
Tablo 8: Abell 1589 Galaksi Kümesi için, yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarında ve her bir kameradan elde edilen nokta kaynakların (galaksilerin) sayılarının istatistik dağılımı	51
Tablo 9: Abell 3530 için "Xspec" programı ile yapılan tayf analizinde elde edilen sonuçlar	61
Tablo 10: Abell 3530 Galaksi Kümesi için, yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarında ve her bir kameradan elde edilen nokta kaynakların istatistik dağılımı	65

9. ŐEKİLLER LİSTESİ

Say. No

Şekil 1: Kozmik maddenin dağılımları	1
Şekil 2: Galaksi Kümelerinin kozmik ağ üzerindeki yerleri	2
Şekil 3: Hubble Diyapazon Diyagramı	4
Şekil 4: Messier 87'nin optik görüntüsü	5
Şekil 5: Andromeda Galaksisi'nin optik görüntüsü	6
Şekil 6: Büyük Magellan Bulut'unun optik görüntüsü	7
Şekil 7: Sırasıyla Abell 2199, Abell 1656, Abell 426 (Perseus), Abell 2065, Abell 2151 ve Abell 400 galaksi kümelerinin optik görüntüleri	10
Şekil 8-a: Abell 3530 galaksi kümesinin Shapley Süperkümesi içindeki X-ışını görüntüsü	11
Şekil 8-b: Abell 3530 galaksi kümesinin Shapley Süperkümesi içindeki şemasal gösterimi	12
Şekil 9: XMM-Newton uydusunun yörüngesinin şematik olarak gösterimi	13
Şekil 10: XMM-Newton Uydusunun bileşenleri ve şematik gösterimi	16
Şekil 11: Teleskop konfigürasyonu	17
Şekil 12: Wolter Teleskop tipleri	19
Şekil 13: XMM'in ayna modülü	20
Şekil 14: Parabolid ve Hiperpolidlerin şematik gösterimi	20
Şekil 15: Şekil 14: XMM teleskobunun etki alanı	21
Şekil 16: CCD'lerin şematik gösterimi	22
Şekil 17: XMM-MOS CCD	23

Şekil 18: XMM-PN CCD	24
Şekil 19: Yansıtımlı Izgara Tayföçlerin şematik gösterimi	25
Şekil 20: Optik Monitör Bileşenleri	26
Şekil 21: Cassegrain teleskopu'nun şematik gösterimi	27
Şekil 22: Abell 1589 galaksi kümesinin optik bölgede alınan CCD görüntüsü	28
Şekil 23: Abell 1589 galaksi kümesi için iki yoğunluk maksimumunun izopletler ile gösterimi	29
Şekil 24: Akı yoğunluğu dağılımı	31
Şekil 25: Abell 3530 galaksi kümesinin optik bölgede alınan CCD görüntüsü	32
Şekil 26: Abell 3530 ve Abell 3532 kümeleri için hız dağılım grafikleri	33
Şekil 27: Abell 3528 kompleks kümesinin eş yoğunluk konturları	34
Şekil 28: Abell 1589 galaksi kümesi için elde edilen ışık eğrisi	39
Şekil 29-a: Abell 1589'un MOS detektöründen yumuşak (0,3-1,0keV), orta (1,0-1,6keV), sert (1,6-10,0keV) ve geniş (0,3-10,0keV) enerji aralıklarında elde edilen görüntüleri	40
Şekil 29-b: Abell 1589'un PN detektöründen yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen görüntüleri	41
Şekil 30: Abell 1589'un MOS ve PN detektöründen alınan görüntülerin birleştirilmesi sonucunda yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen EPIC (üst üste konulmuş) görüntüleri	42
Şekil 31: Bremsstrahlung ışınmasının şematik gösterimi	44

Şekil 32-a: Abell 1589 galaksi kümesinin “Xspec” programı ile MOS-1 ve MOS-2 detektörlerinden elde edilen tayf uyumları	45
Şekil 32-b: Abell 1589 galaksi kümesinin “Xspec” programı ile PN ve EPIC detektörlerinden elde edilen tayf uyumları	45
Şekil 33: Abell 1589 Galaksi Kümesinin MOS-1 kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarındaki elde edilen nokta kaynaklar	48
Şekil 34: Abell 1589 Galaksi Kümesinin MOS-2 kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarındaki elde edilen nokta kaynaklar	49
Şekil 35: Abell 1589 Galaksi Kümesinin PN kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarındaki elde edilen nokta kaynaklar	50
Şekil 36: Kütle oranı yaklaşık 1:1 olan galaksi kümelerinin çarpışmasında simülasyon gösterimi	53
Şekil 37: Abell 1589 galaksi kümesine ait sıcaklık haritası ve metal haritalarının üzerine yerleştirilmiş X-ışını konturları (nokta kaynaklar çıkarılmış)	53
Şekil 38: Abell 1589 galaksi kümesine ait optik görüntü üzerine yerleştirilmiş X-ışını konturları	54
Şekil 39: Abell 1589 Galaksi Kümesinin sıcaklık (sol) ve metal haritaları (sağ)	54
Şekil 40: Abell 3530 galaksi kümesi için elde edilen ışık eğrisi	55
Şekil 41-a: Abell 3530’un MOS detektörü ile yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen görüntüler	56

Şekil 41-b: Abell 3530'un PN detektörü ile yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen görüntüler	57
Şekil 42: Abell 3530'un MOS ve PN detektörleri ile alınan görüntülerinin birleştirilmesi sonucunda yumuşak, orta, sert ve geniş enerji aralıklarında elde edilen EPIC görüntüleri	58
Şekil 43-a: Abell 3530 galaksi kümesinin "Xspec" programı ile MOS-1 ve MOS-2 detektörlerinden elde edilen tayf uyumları	59
Şekil 43-b: Abell 3530 galaksi kümesinin "Xspec" programı ile PN ve EPIC detektörlerinden elde edilen tayf uyumları	60
Şekil 44: Abell 3530 Galaksi Kümesinin MOS-1 kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarında elde edilen nokta kaynaklar	62
Şekil 45: Abell 3530 Galaksi Kümesinin MOS-2 kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarında elde edilen nokta kaynaklar	63
Şekil 46: Abell 3530 Galaksi Kümesinin PN kamerasından yumuşak, orta ve sert enerji aralıklarındaki elde edilen nokta kaynaklar	64
Şekil 47: Kütle oranı eş olamayan (3:1-5:1) galaksi kümelerinin çarpışmasının simülasyon gösterimi	66
Şekil 48: Abell 3530 Galaksi Kümesinin sıcaklık (sol) ve metal haritaları (sağ)	66
Şekil 49: Abell 3530 galaksi kümesine ait optik görüntü üzerine yerleştirilmiş X-ışını konturları	67
Şekil 50: Abell 3530galaksi kümesine ait sıcaklık haritası ve metal haritalarının üzerine yerleştirilmiş X-ışını konturları	67

Yaşam Öyküsü

Adı Soyadı : Burak UĞRAŞ

Doğum Yeri ve Yılı : İZMİR / 1984

Adres :6418 Sok. No: 79/1 Sabuncu Apt. Şemikler-Karşıyaka/İZMİR

Eğitim Durumu

1997-2000 : Etimesgut Lisesi, Ankara

2000-2005 : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Fizik Bölümü

2005-2008 : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik

Anabilim Dalı

Akademik Deneyim

2007 IARS Astrofizik Yaz Okulu Ders Asistanı – Boğaziçi
Üniversitesi/İstanbul

2007 106T310 no'lu TUBITAK projesi

2007 II. Amatör Astronomi Sempozyumu, Galaksi Kümeleri: Abell 1589 ve
Abell 3530 - Kültür Üniversitesi/İstanbul

2006 XV. Ulusal Astronomi Kongresi IV. Ulusal Öğrenci Astronomi
Kongresi, Kromosferik Aktif Çift Yıldızlar (CAB) Kataloğunun
Güncellenmesi – Kültür Üniversitesi/İstanbul

2005 104T508 no'lu TUBITAK projesi