



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI CÜCE NOVALARIN X-IŞIN UYDU VERİLERİNİN
ANALİZİ**

**Astronom Işıl ERDEVE
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı**

**Danışman
Prof.Dr. M. Türker ÖZKAN**

Haziran, 2004

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezinde ROSAT uydusunun x-ışın verileri kullanılarak üç cüce novanın tayfsal analizi yapılmıştır. Tezin en büyük amaçlarından biri, x-ışın uydu verilerinin indirgenmesinin ve sonuçların yorumlanmasının öğrenilebilmesidir. Bunun için HEASARC veri arşivinden yıldızların verileri alınmıştır. Veri analizi öğrenildikten sonra elde edilen bulgular kullanılarak bazı yorumlar yapılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında emeği geçen herkese teşekkür ederim. Öncelikle, Yüksek Lisans eğitimim boyunca ve bu çalışmanın her aşamasında gösterdiği destek ve yardımlarından ötürü tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. M. Türker Özkan'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasında kullanılan paket programların çalışmasını öğreten ve konuyla ilgili değerli bilgi ve deneyimlerini aktaran ve yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Metin Altan'a teşekkürlerimi sunarım.

Çeşitli tartışmalarla fikir alışverişinde bulunduğumuz ve özellikle Midas – Exsas programının kullanımı konusunda bana çok yardımcı olan Dr. Rainer Gruber'e teşekkür ederim. Çalışmamda bana sağladığı teknik imkanlardan dolayı İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'ne teşekkür ederim.

Son olarak, hayatımın her alanında maddi ve manevi her türlü fedakarlıkta bulunan ve hiçbir zaman desteklerini eksik etmeyen aileme minnetlerimi sunarım.

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerince desteklenmiştir.
Proje No: T – 237/06032003

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	İ
İÇİNDEKİLER	İİ
ŞEKİL LİSTESİ.....	IV
TABLO LİSTESİ	VI
SEMBOL LİSTESİ	VII
ÖZET	IX
SUMMARY	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	3
2.1. Kataklistmik Değişenler	3
2.2. Cüce Novaların X-ışın Özellikleri	7
2.3. Sınır Tabaka Modeli	11
3. MALZEME VE YÖNTEM	13
3.1. Kullanılan Gözlem Verileri Ve İndirgemeler	13
3.2. Rosat Uydusu.....	14
3.3. Kullanılan Modeller.....	15
3.3.1. Karacisim Modeli.....	16
3.3.2. Güç Kanunu Modeli.....	17
3.3.3. Raymond – Smith Modeli	17
3.3.4. Isısal Bremsstrahlung Modeli.....	18
3.4. Çalışılan Yıldızlar.....	19
3.4.1. AB Dra	19
3.4.2. BC UMa	20
3.4.3. YY Dra	21
3.5. MİDAS-EXSAS PAKET PROGRAMI	21

4. BULGULAR	23
4.1. SEÇİLEN YILDIZLARIN TAYFSAL ANALİZ SONUÇLARI.....	23
4.1.1. AB Dra	24
4.1.2. BC UMa	35
4.1.3. YY Dra	46
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	57
KAYNAKLAR	61
EKLER	65
Ek – A: Nokta Kaynak İçin Midas – Exsas Paket Programı İle Rosat Uydu Verisinin Analizi	65
Ek – B: Geniş Kaynak İçin Midas – Exsas Paket Programı İle Rosat Uydu Verisinin Analizi	79
Ek – C: Rosat Uydusu	83
Ek – D: Çalışılan Yıldızların Uzaysal Analiz Sonuçları	87
Ek – D.1. AB Dra.....	87
Ek – D.2. BC UMa.....	90
Ek – D.3. YY Dra.....	92
ÖZGEÇMİŞ	96

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: Katakлизмik değişen modeli ve Roche eř potansiyel yüzeyleri.....	3
Şekil 2.2	: Anakol yıldızı, yığılma diski ve beyaz cüceyi gösteren bir katakлизмik değişenin temsili resmi. Parlak leke anakol yıldızının maddesinin, yığılma diskiyle karşılaştığı yerdedir	4
Şekil 2.3	: Katakлизмik çift yıldızların ana grubu cüce novaların alt gruplarının ışık eğrileri. En üstteki ışık eğrisi U Gem türü, ortadaki Z Cam türü ve en alttaki şekilde SU UMa türü yıldızlara aittir	6
Şekil 2.4	: Sıcaklığa göre emisyon ölçümünün dağılımı	8
Şekil 2.5	: Bir patlama süresince SS Cygni'nin optik, yumuşak x-ışını (< 0.5 keV) ve sert x-ışını (> 1 keV) şiddeti.....	9
Şekil 4.1	: AB Dra yıldızının karacisim modeline göre uyumluluk analizi.....	24
Şekil 4.2	: AB Dra yıldızının karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları	25
Şekil 4.3	: AB Dra yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre uyumluluk analizi.....	26
Şekil 4.4	: AB Dra yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları	27
Şekil 4.5	: AB Dra yıldızının güç kanunu modeline göre uyumluluk analizi.....	28
Şekil 4.6	: AB Dra yıldızının güç kanunu modeline göre χ^2 testi sonuçları	29
Şekil 4.7	: AB Dra yıldızının Raymond – Smith modeline göre uyumluluk analizi	30
Şekil 4.8	: AB Dra yıldızının Raymond – Smith modeline göre χ^2 testi sonuçları....	31
Şekil 4.9	: AB Dra yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre uyumluluk analizi	32
Şekil 4.10	: AB Dra yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre χ^2 testi sonuçları	33
Şekil 4.11	: BC UMa yıldızının karacisim modeline göre uyumluluk analizi.....	35
Şekil 4.12	: BC UMa yıldızının karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları	36
Şekil 4.13	: BC UMa yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre uyumluluk analizi.....	37
Şekil 4.14	: BC UMa yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları	38
Şekil 4.15	: BC UMa yıldızının güç kanunu modeline göre uyumluluk analizi.....	39
Şekil 4.16	: BC UMa yıldızının güç kanunu modeline göre χ^2 testi sonuçları	40
Şekil 4.17	: BC UMa yıldızının Raymond – Smith modeline göre uyumluluk analizi	41
Şekil 4.18	: BC UMa yıldızının Raymond – Smith modeline göre χ^2 testi sonuçları..	42
Şekil 4.19	: BC UMa yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre uyumluluk analizi	43
Şekil 4.20	: BC UMa yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre χ^2 testi sonuçları	44

Şekil 4.21	: YY Dra yıldızının karacisim modeline göre uyumluluk analizi	46
Şekil 4.22	: YY Dra yıldızının karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları.....	47
Şekil 4.23	: YY Dra yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre uyumluluk analizi.....	48
Şekil 4.24	: YY Dra yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları	49
Şekil 4.25	: YY Dra yıldızının güç kanunu modeline göre uyumluluk analizi	50
Şekil 4.26	: YY Dra yıldızının güç kanunu modeline göre χ^2 testi sonuçları.....	51
Şekil 4.27	: YY Dra yıldızının Raymond – Smith modeline göre uyumluluk analizi.	52
Şekil 4.28	: YY Dra yıldızının Raymond – Smith modeline göre χ^2 testi sonuçları	53
Şekil 4.29	: YY Dra yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre uyumluluk analizi	54
Şekil 4.30	: YY Dra yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre χ^2 testi sonuçları	55
Şekil Ek – A.1:	AB Dra yıldızının kaynak tayfi.....	75
Şekil Ek – B.1:	YY Dra yıldızının ilk görüntüsü	79
Şekil Ek – B.2:	YY Dra yıldızının events.tbl dosyasından oluşturulan kaynak araştırması sonuçları.....	80
Şekil Ek – B.3:	YY Dra yıldızının kırılmış görüntüsü	81
Şekil Ek – B.4:	YY Dra yıldızının heart.tbl dosyasından oluşturulan kaynak araştırması sonuçları	82
Şekil Ek – C .1:	ROSAT uydusunun parçalı görüntüsü.....	83
Şekil Ek – C .2:	X-ışın teleskopunun yandan kesiti.....	85
Şekil Ek – D.1:	AB Dra yıldızının kaynak araştırma sonuçları	87
Şekil Ek – D.2:	AB Dra yıldızının ROSAT uydu verisinden belirlenen yarıçapı.....	88
Şekil Ek – D.3:	AB Dra yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi.....	89
Şekil Ek – D.4:	Arka plan tayfi ile birlikte AB Dra yıldızının kaynak tayfi.....	89
Şekil Ek – D.5:	BC UMa yıldızının kaynak araştırma sonuçları	90
Şekil Ek – D.6:	BC UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden belirlenen yarıçapı.....	91
Şekil Ek – D.7:	BC UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi... ..	91
Şekil Ek – D.8:	Arka plan tayfi ile birlikte BC UMa yıldızının kaynak tayfi.....	92
Şekil Ek – D.9:	YY Dra yıldızının kaynak araştırma sonuçları	93
Şekil Ek – D.10:	YY Dra yıldızının ROSAT uydu verisinden belirlenen yarıçapı.....	94
Şekil Ek – D.11:	YY Dra yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	94
Şekil Ek – D.12:	Arka plan tayfi ile birlikte YY Dra yıldızının kaynak tayfi.....	95

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	: Çalışılan yıldız verilerinin özellikleri	13
Tablo 5.1	: AB Dra'nın tayfsal analiz sonuçları	58
Tablo 5.2	: BC UMa'nın tayfsal analiz sonuçları	59
Tablo 5.3	: YY Dra'nın tayfsal analiz sonuçları	60
Tablo Ek – C .1	: Yörünge Parametreleri.....	83

SEMBOL LİSTESİ

- A : foton akısı genliği
B : manyetik alan şiddeti
C : $\int_{E_2}^{E_1} e^{-\frac{E}{T}} g(E, T, HEH) dE$
D_L : ışınım gücünden bulunan uzaklık
E : enerji
E₀ : referans enerji
EM : emisyon ölçümü
EÖ : emisyon ölçümü
F_x : x-ışın akısı
F_{opt} : optik akısı
g : Gaunt çarpanı
G : genel çekim sabiti
HEH : He/H bolluğu
i : eğim
k : Boltzman sabiti
L_{disk} : diskin ışınım gücü
L_{optik} : optik ışınım gücü
L_{ST} : sınır tabaka ışınım gücü
L_x : x-ışın ışınım gücü
M̄ : kütle yığılma hızı
M_☉ : güneşin kütlesi
M_{BC} : beyaz cücenin kütlesi
m_H : hidrojenin kütlesi
n_e : elektron sayı yoğunluğu
n_H : hidrojen sayı yoğunluğu
P_{yörünge} : yörünge periyodu

- R_{bc} : beyaz cücenin yarıçapı
 T : sıcaklık
 T_{kc} : kara cisim sıcaklığı
 T_{vir} : viryel sıcaklık
 V : hacim
 ζ : Riemann Zeta fonksiyonu
 Γ : foton indeksi
 Λ : soğuma fonksiyonu
 σ_i : standart sapma

ÖZET

BAZI CÜCE NOVALARIN X-IŞIN UYDU VERİLERİNİN ANALİZİ

Bu yüksek lisans tezinde ROSAT uydusunun x-ışın verileri kullanılarak üç cüce novanın tayfsal analizi yapılmıştır.

Bunun için HEASARC veri arşivinden, AB Dra, BC UMa ve YY Dra yıldızlarının verileri alınmıştır. Veriler ESO Midas – Exsas programı kullanılarak indirgenmiş ve bu yıldızların x-ışın tayflarına karacisim, enerji akısına indirgenmiş karacisim, ısısal bremsstrahlung, Raymond – Smith ve güç kanunu modelleri uygulanmıştır.

Tayfsal analiz sonucunda elde edilen χ^2 değerleri, AB Dra yıldızının tayfına uyan modelin Raymond – Smith olabileceğini gösterirken, BC UMa ve YY Dra yıldızlarının tayflarının ısısal bremsstrahlung modeli ile iyi bir şekilde tanımlandığını gösterir.

SUMMARY

X – RAY SATELLITE DATA ANALYSIS OF SOME DWARF NOVAE

In this master thesis, the spectral analysis of three dwarf novae are studied using ROSAT X-Ray data.

For this purpose we take the x-ray data of AB Dra, BC Uma and YY Dra from HEASARC data archives. The data were reduced using ESO Midas – Exsas program and the x-ray spectra of the stars are fitted with a black body, a black body normalized to energy flux, a thermal bremsstrahlung, a Raymond – Smith and a power law models.

χ^2 values obtained from the spectral analysis show that spectrum of AB Dra can be fitted by a Raymond-Smith model, whereas spectra of BC UMa and YY Dra are well described by a thermal bremsstrahlung model.

1. GİRİŞ

Cüce novalar kataklismik değişen yıldızların bir alt sınıfı olup, uzun dönemli görsel ışık eğrilerine göre U Gem, Z Cam ve SU UMa olmak üzere üç alt sınıfa ayrılırlar. Manyetik olmayan sistemlerde yığılma, birincil bileşenin yüzeyine kadar ulaşan bir disk aracılığıyla meydana gelir. Yığılan madde, yavaşça dönen beyaz cücenin yüzeyine yerleşmek için, diskin iç yüzeyinde kinetik enerjisini ve açısal momentumunu dağıtmalıdır. Bu, bir dizi şok veya çalkantı (türbülans) yoluyla ince bir sınır tabaka sayesinde olabilir. Her iki durumda da sınır tabaka düşük yığılma hızlarında ($\dot{M} \leq 10^{16} \text{ g s}^{-1}$) optik olarak ince olmaya başlar ve 10^8 K° civarında sıcaklıklara ulaşır. Böylece ısısal bremsstrahlung yoluyla sert x-ışınları yayınlamaya başlar. Bu gibi düşük yığılma hızlarında x-ışını yayınlayan plazmanın disk düzleminin dışına genişlemesi mümkündür ve bu sayede beyaz cücenin etrafında sıcak bir korona bile şekillenebilir. Yığılma ışınım gücünün yarısının sınır tabakadan yayınlanması beklenir [1]. Patlama evrelerinde yığılma hızı yüksek ise ($\dot{M} \gg 10^{16} \text{ gs}^{-1}$), sınır tabaka optikçe kalın olacak ve $\sim 10^5 \text{ K}^\circ$ lik bir karacisim ışıması yapacaktır [2].

Bu yüksek lisans tez çalışmasında cüce novaların Z Cam, SU UMa ve U Gem alt sınıflarından seçilen sırasıyla AB Dra, BC UMa ve YY Dra yıldızlarının x-ışın tayfsal analizleri yapılmış ve sonuçları sunulmuştur. Bunun için HEASARC [3] veri arşivinden ROSAT (0.1 – 2.4 keV) uydusu verileri alınmıştır. X-ışın alıcısı olarak kullanılan konuma duyarlı orantılı sayaç PSPC 0.1 – 2.5 keV enerji aralığındaki fotonlara duyarlıdır. Veri indirgemedede MIDAS-EXSAS paket programları kullanılmıştır.

AB Dra yıldızı, Z Cam türü bir cüce novadır. İkincil bileşeni bir kırmızı cücedir. Her 13.4 günde bir patlama geçirir. Bu patlamalar sırasında sistemin parlaklığı $12^m - 15.5^m$ arasında değişir ve yörünge periyodu $P_{\text{yörünge}} = 3.65$ saattir [4]. Bu çalışmada, AB Dra'nın sakin evre verisi kullanılmıştır.

BC UMa yıldızı, SU UMa türü bir cüce novadır. Bu cüce novalar normal patlamaya ek olarak daha uzun süreli ve daha fazla genlikli süper patlamalar gösterirler. BC UMa'nın süper patlamaları çok uzun bir tekrarlanma periyoduna sahiptir (süper maksimumlar arası ~ 1000 gün). Sistemin parlaklığı $11.8^m - 18.4^m$ arasında değişir ve yörünge periyodu $P_{\text{yörünge}} = 1.5$ saattir [5]. Bu çalışmada, BC UMa'nın sakin evre verisi kullanılmıştır.

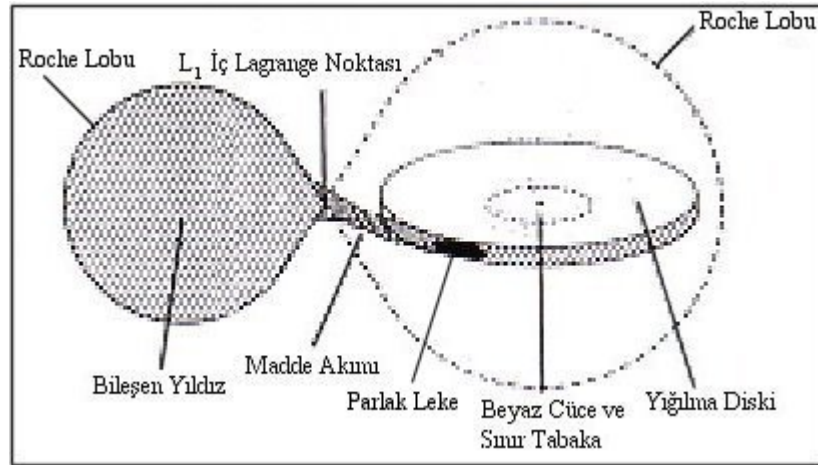
YY Dra, yıldızı U Gem türü bir cüce novadır. M4 tipi bileşen yıldızla sahiptir. 5^m civarında parlayarak 4 gün içinde sakin evreye dönen düzensiz küçük cüce nova patlamaları geçirir. Patlamaların tekrarlanma zamanı 870 gündür. Yörünge periyodu $P_{\text{yörünge}} = 3.96$ saattir [6]. Bu çalışmada, YY Dra'nın sakin evre verisi kullanılmıştır.

Genel Kısımlar bölümünde cüce novaların tanımı ve x-ışın özelliklerine ait bilgiler ile sınır tabakası modeli yer almaktadır. Malzeme ve Yöntem bölümünde, bu tez çalışmasında verisi kullanılmış olan ROSAT [7] [8] uydusu ve veri indirgemedede kullanılan MIDAS-EXSAS paket programı hakkında kısa bilgiler verilmiştir. Ayrıca tayfsal analizde kullanılan modeller tanımlanmış ve çalışılan yıldızlar hakkında bilgi verilmiştir. Bulgular bölümünde çalışılan yıldızların uygulanan modeller sonucunda bulunan sıcaklık, hidrojen kolon yoğunluğu, emisyon ölçümü, foton akısı, enerji akısı, sayım oranı gibi fiziksel parametreleri yer almaktadır. Tartışma ve Sonuç bölümünde ise bulgular bölümünde yapılan çalışmanın sonucunda ortaya çıkan, çalışılan yıldızlar için en uygun model ile bu modele ait sonuçlar diğer çalışmalarla karşılaştırılarak sunulmaktadır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. KATAKLİSMİK DEĞİŞENLER

Yakın bir çift sistemde, bileşen yıldızlar arasındaki uzaklık, kuvvetli bir etkileşme olacak kadar küçüktür. Sistemin içinde bulunan küçük bir kütle üç ivmenin etkisi altında kalır: iki yıldızın çekim ivmesi ve yörünge hareketinden oluşan merkezkaç ivme. Her üç kuvvetin etkisinden oluşan toplam potansiyel bir şekil üzerinde işaretlenirse, her yıldızın etki alanının sınırlı olduğu görülür. Eş potansiyeli temsil eden noktaların geometrik yerlerine “Roche eş potansiyel yüzeyleri” denir (Şekil 2.1). Bu yüzeylerin çevrelediği iki yıldızın etrafındaki üç boyutlu hacimler Roche lobları olarak bilinir [9].



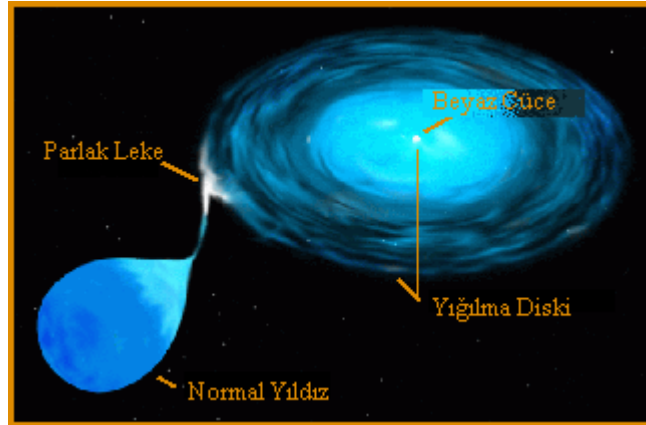
Şekil 2.1: Kataklizmik değişen modeli ve Roche eş potansiyel yüzeyleri.

Kopal'ın sınıflaması tüm çift sistemleri üç gruba böler:

- 1- Eğer yıldızlar Roche loblarını doldurmamışlarsa bunlara ayırık çiftler denir.
- 2- Çiftlerden sadece biri Roche lobunu doldurmuşsa bunlara yarı ayırık çiftler denir.
- 3- Çiftlerin her ikisi de Roche loblarını doldurmuşlarsa ve fiziksel olarak birbirlerine değiyorlarsa bunlara da değen çift sistemler denir.

Roche modeli, dairesel yörüngelerde dolanan iki yıldızın çekimsel bir nokta kaynak gibi davrandığını ve yıldızın dış tabakalarındaki parçacıklarda sadece çekimsel kuvvetlerin etkin olduğunu varsayar [10].

Kataklismik değişen, genellikle beyaz cüce olan dejenere bir başyıldız ile buna kütle aktaran ve genellikle ana kol yıldızı olan bir yoldaş yıldızdan oluşan yarı ayırık bir çift sistemdir. Kataklismik değişenlerde, daha düşük yoğunluklu olan yoldaş yıldızın dış tabakaları başyıldızın çekim etkisi yüzünden bozulur. İki yıldız birbirine yaklaştıkça, Roche lobunu dolduran yoldaş yıldızın L_1 noktasından, beyaz cüceye doğru madde akışı meydana gelir [11]. Beyaz cücenin manyetik alanı yeterince güçlü değilse gelen madde diskin dış kenarına çarpar ve ışınım gücünde artışa sebep olur. Buna parlak leke denir (Şekil 2.2). Beyaz cüce çok yoğun olduğundan potansiyel enerji çok büyüktür ve yığılma olayı süresince bu enerji x-ışınlarına dönüşür. Galaksimizde muhtemelen böyle milyonlarca kataklismik değişen vardır. Fakat sadece Güneşimize yakın olanlar x-ışınlarında tespit edilmiştir. Bunun nedeni kataklismik değişenlerin x-ışınlarında çok sönük olmasıdır. X-ışın emisyonları, koronal x-ışın kaynaklarının biraz üstünde ve x-ışın çiftlerinin epey altındadır [12].

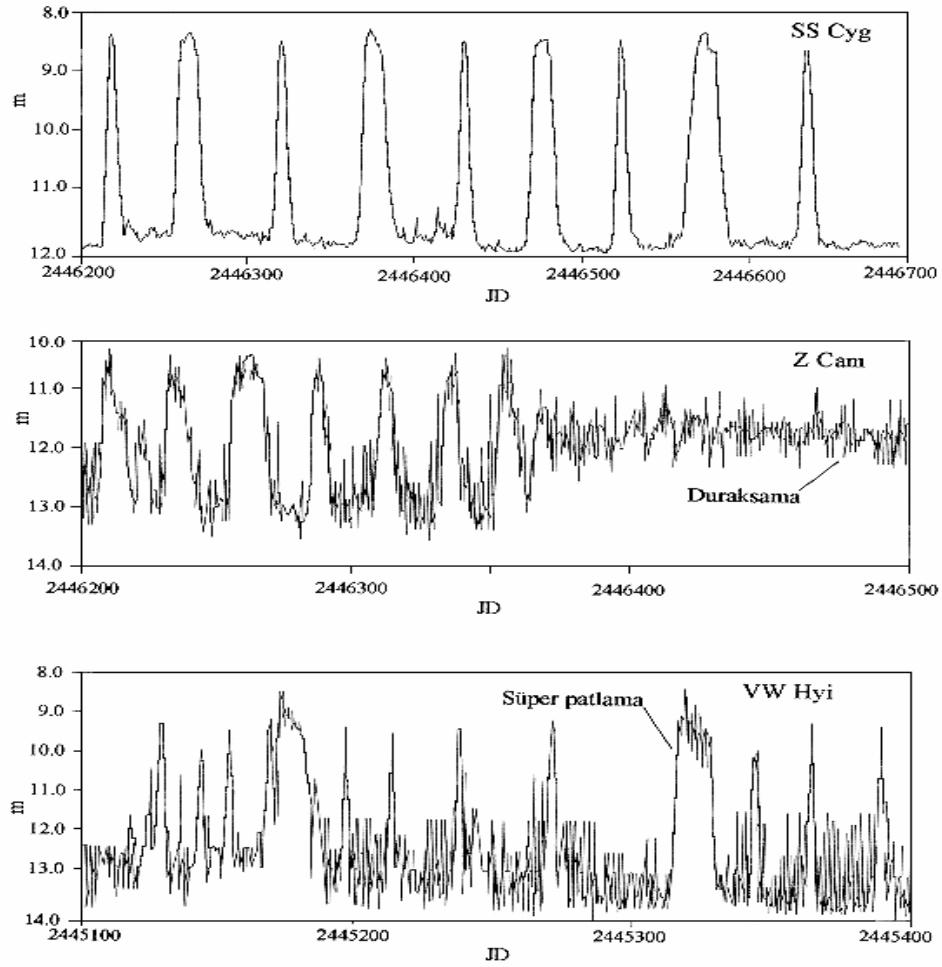


Şekil 2.2: Anadol yıldızı, yığılma diski ve beyaz cüceyi gösteren bir kataklismik değişenin temsili resmi. Parlak leke anadol yıldızının maddesinin, yığılma diskiyle karşılaştığı yerdedir.

Astronomlar kataklismik değişenleri patlamalarından dolayı 19.yy'ın ortalarında keşfettiler. Kataklismik değişenler patlama özelliklerine göre alt sınıflara ayrılmışlardır: Klasik novalar, tekrarlayan novalar, nova benzeri sistemler ve cüce novalar. Klasik novalar bir kez patlama gösterir ve patlamanın genliği kataklismik değişenler arasında

en büyüktür. Işık eğrisinde kendisini, hızlı bir çıkış ve daha yavaş bir iniş şeklinde gösterir. Klasik nova patlamaları, beyaz cücenin yüzeyindeki hidrojen bakımından zengin maddenin ani çekirdeksel birleşmesinden kaynaklanır [12]. (Çünkü çekirdeksel yanma sadece, beyaz cücenin üzerine yığılan hidrojen tabakasında meydana gelir.) Diğer taraftan cüce novalar sık, küçük genlikli ve daha kısa süren patlamalar gösterirler [13]. Cüce nova patlamaları, ya kütle transfer modeli ya da disk kararsızlığı modeliyle açıklanır. Kütle transferi modelinde patlamalar kütle kaybeden yıldızın davranışıyla ilgilidir. Kütle transfer edildiği için, ikincil bileşen tarafından kaybedilen maddedeki büyük bir miktar artış, diskin ışımaya gücünde uygun bir miktar artışa sebep olmalıdır. Disk kararsızlığı modelinde ise, ikincil yıldızdan madde transferinin zamanla kabaca sabit olduğu varsayılır. Disk görünüşünde biraz değişiklik yaratarak, diskin içyapısı değişene kadar, gittikçe daha fazla madde biriktirir (viskozitenin arttığına inanılır) ve parlaklığında bir artış olur [14]. Tekrarlayan novaların patlama davranışı, klasik novalarla cüce novaların arasındadır. Bir kereden fazla ve novalardan daha küçük genlikli patlamalar gösterirler. Patlamaların arası 10 ile 50 yıl arasında değişir. Kütle transfer oranının çok yüksek olduğu durumlarda ise disk sürekli patlama evresinde bulunacaktır. Böyle yıldızlara nova benzeri değişenler denir. Nova benzeri sistemler ile klasik novalar, benzer tip yıldızlardır. Aralarındaki tek fark klasik novaların, bir nova patlaması geçirdiğinin gözlenmesidir [11] [12] [13] [14].

Cüce novalarda yoldaş yıldızın Roche lobundan taşan madde beyaz cücenin Roche lobuna girer. Bu madde akımının gösterdiği özellikler, beyaz cücenin üzerine yığılma hızına ve beyaz cücenin manyetik alan şiddetine bağlıdır. Manyetik olmayan sistemler ($B \leq 10^4$) olan cüce novalarda gelen madde doğrudan beyaz cücenin üzerine düşmek yerine onun etrafında bir yörüngede dolanmaya başlar ve sürekli olarak gelen yeni maddeyle birleşir. Böylece beyaz cüce etrafında madde birikimi olur. Buna yığılma diski denir. Cüce nova patlamaları, beyaz cüce üzerine düşük hızla yığılan maddenin hızındaki geçici artışlardan kaynaklanır. Yığılma hızı yüksek sistemler ve diski olmayan sistemler cüce nova patlamaları göstermezler. Cüce nova patlamaları klasik novalardan daha küçük genlikte ve daha yüksek frekansta olabilir. Yığılma diskinin iç kısmı ile beyaz cüce arasında olan alana sınır tabaka denir ve cüce novalardaki x-ışınlarının çoğu buradan yayınlanır [15].



Şekil 2.3: Kataklişik çift yıldızların ana grubu cüce novalarının alt gruplarının ışık eğrileri. En üstteki ışık eğrisi U Gem türü, ortadaki Z Cam türü ve en alttaki şekilde SU UMa türü yıldızlara aittir.

Cüce novalar uzun dönemli görsel ışık eğrilerine göre SU UMa, U Gem ve Z Cam olmak üzere üç alt sınıfa ayrılırlar. U Gem tipi cüce novalar, parlaklığında bir günde 3–5 kadir kadar bir artış ve yaklaşık 10 günlük zaman ölçeğinde bir azalış gösterirler [14]. SU UMa yıldızları, her 10 – 30 günde veya daha uzun aralıklarla meydana gelen 2^m – 6^m genlikli normal patlamalara ek olarak her 10 – 15 patlamada bir meydana gelen, normal patlamalardan 0.5^m – 1^m daha yüksek genlikli süper patlamalar gösterirler [16]. Z Cam yıldızlarının patlamaları 10 – 30 gün veya daha uzun aralıklarla meydana gelirler. Bu tip cüce novalar, patlama tepesinden iniş aşamasına geçildiğinde, toplam genliğin $2/3$ 'ünde bazen aylar süren duraksamalar gösterirler. Sistemin duraksama boyunca parlaklık değişimi ya durur ya da 1 kadirden küçük genlikli parlaklık

değişimleri gösterir. Duraksamanın sonunda ise sistem sakin evreye kadar sönükleşmeye devam eder (Şekil 2.3).

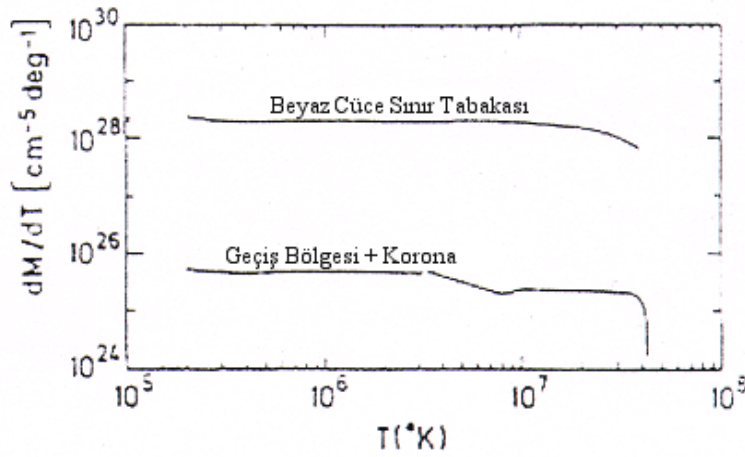
2.2. CÜCE NOVALARIN X-IŞIN ÖZELLİKLERİ

Birkaçı dışında tüm cüce novalar $\approx 10^{-11}$ erg cm⁻² s⁻¹ düzeyindeki x-ışın akılarında ışınım yaparlar. Bu akı ışınım gücüne çevrilirse $L_x \approx 10^{29} - 10^{32}$ erg s⁻¹ değerine karşılık gelir. Cüce novalar arasında x-ışın akısının optik veya UV akısına oranı (F_x / F_{opt}) SU UMa yıldızlarında $F_x / F_{opt} \cong 0.1$, U Gem yıldızlar ve Z Cam yıldızlarında $F_x / F_{opt} \cong 0.01$ 'dir ve temel olarak optik akısındaki değişimlerden kaynaklanan bir düşüş görülür. Yüksek \dot{M} 'ye sahip kataklizmik değişenlerin düşük F_x / F_{opt} oranı gösterdiği ve artan $P_{yör}$ ile azalan F_x / F_{opt} oranı gösterdiği bulunmuştur. Bu bağıntıya göre: UV akısı, artan $P_{yör}$ 'nin çok kuvvetli bir fonksiyonudur ve bu da muhtemelen \dot{M} ile ilişkilidir. Yüksek bir \dot{M} diskin daha fazla UV akısı fakat daha az bir x-ışın akısının yayınlamasına neden olur [17]. Çünkü yüksek \dot{M} da Compton saçılmasını sağlayan optik derinlik artar ve sert x-ışınları gizlenirken beyaz cüce yumuşak bir x-ışın yayınlayıcısı olmaya başlar [2]. Düşük \dot{M} 'lı sistemlerin ise, yüksek \dot{M} 'lı sistemlere göre daha yüksek F_x / F_{opt} akılarıyla ışınım yaptıkları görülmektedir [18].

Cüce novaların iki bileşenli değişen bir x-ışın tayfi olduğu bulunmuştur. Sadece optik patlama süresince belirgin olan yumuşak bileşen $kT < 50$ eV'lik bir kara cisim sıcaklığına sahiptir. Sakin optik evreye uygun yüksek sıcaklıklar ile sert bileşen $kT = 1 - 20$ keV'lik bir ısısal bremsstrahlung sıcaklığına sahiptir [2].

Sakin evredeki cüce novalarda diskteki yığılma hızı düşüktür ($\dot{M} \leq 10^{16}$ g s⁻¹) ve disk önemli bir x-ışın emisyonuna katkıda bulunmak için çok soğuktur [19]. Ama düşük \dot{M} 'lı sistemlerde sert x-ışınları çok kuvvetlidir. Bu sistemler kuvvetli H β emisyon çizgileri ve daha büyük F_x / F_{opt} oranı gösterirler [19]. Düşük yığılma hızlarında sınır tabakanın yoğunluğu ve optik derinliği düşüktür ve kendini yeterince soğutamaz. Böylece enerjisini uzaklara yayınlamaya yüksek sıcaklıklara ($\sim 10^8$ K) ulaşır [20]. Bu cisimlerden gelen x-ışınlarında 1 - 20 keV'lik ısısal bremsstrahlung hakim olmalıdır

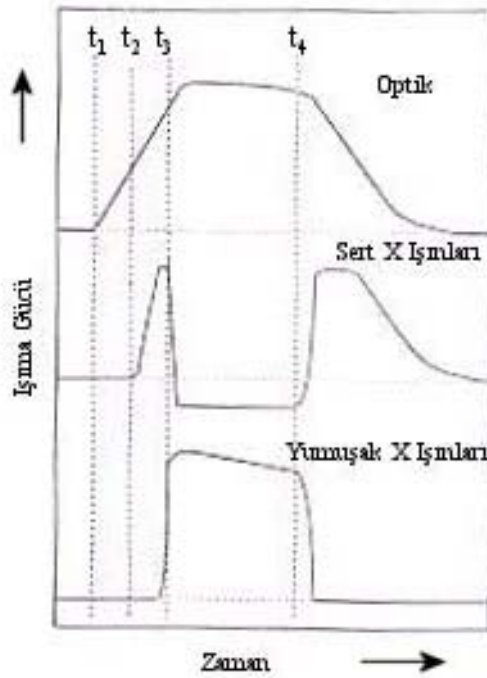
[2]. Standart yığılma teorisine göre, yığılan maddeden gelen çekimsel enerji, diskten ve sınır tabakadan kabaca eşit olarak ortaya çıkmalıdır. X-ışın gözlemleri, x-ışın ışıma gücünün gerçekte teorik olarak beklenenden daha düşük olduğunu göstermektedir [19]. Bir açıklama şöyledir: Altta yatan soğuk yığılma diskinin üzerinde şekillenen sıcak bir korona, beyaz cücenin etrafındaki iç diskin buharlaşmasına yol açar. Korona yoluyla kütle kaybı $10^{-11} M_{\odot}/\text{yıl}$ mertebesinde. X-ışınları başlıca, beyaz cücenin etrafındaki yoğun ısıl sınır tabakadan ve kısmen de diskin üzerindeki koronadan kaynaklanır (Şekil 2.4) [21].



Şekil 2.4: Sıcaklığa göre emisyon ölçümünün dağılımı.

Kütle transfer hızının bir fonksiyonu olarak x-ışını yayınlayan gazın özellikleri hakkındaki bilgi cüce novaların patlama dönemlerindeki gözlemlerinden sağlanır [22]. Yüksek yığılma hızlarında sınır tabaka optik olarak kalın olmaya başlar ve enerjisinin çoğunu 10^5 K civarındaki sıcaklıklarda yayınlar [20]. Bir cüce nova patlaması sırasında sert x-ışınları başlangıçta yükselir (genellikle optik patlamanın başlamasından 1 gün sonraya kadar olan bir gecikme ile başlar) fakat sonra patlamanın sonuna kadar bastırılır. Patlamanın sonunda tekrar yükselir. (Benzer şekilde yüksek \dot{M} 'ya (ve böylece yüksek yığılma ışıma gücü) sahip nova benzeri kataklizmik değişenlerin düşük L_x , x-ışın ışıma güçleri, vardır.) Diğer taraftan yumuşak x-ışın akıları cüce nova patlamaları sırasında oldukça zenginleşir, fakat yine optik patlamaya göre bir miktar gecikme ile olur [17] (Şekil 2.5). Cüce nova patlamaları için yapılan çeşitli modeller optik ve morötesi akısındaki azalmanın, diskin dış kenarında başlayan ve beyaz cüceye

yakın iç kenarında biten, bir yığılma diski soğumasından kaynaklandığı konusunda birleşirler. Bu nedenle optik patlamanın sonu, beyaz cüceyi saran disk bölgesinin sakin duruma dönüşü şeklinde tanımlanır. Böylece bu geçişin hemen sonrasında x-ışın akısındaki çıkış, sert x-ışınların emisyonununun yığılma diskiyle beyaz cüce arasındaki sınır tabaka tarafından kontrol edildiğini ve muhtemelen buradan kaynaklandığını gösterir [23].



Şekil 2.5: Bir patlama süresince SS Cygni'nin optik, yumuşak x-ışını (< 0.5 keV) ve sert x-ışını (> 1 keV) şiddeti.

X-ışın tayfsal eğrilerinden çıkarılan hidrojenin soğurma kolon yoğunlukları genellikle $10^{20} - 10^{21} \text{ cm}^{-2}$ aralığında bulunmuştur. Düşük kolon yoğunluğu yıldızın uç morötesi (EUV; extreme ultraviolet) ve yumuşak x-ışın bölgesinde daha iyi çalışılmasına olanak verir.

0.5 - 2.5 keV aralığı içindeki x-ışın tayfsal akı dağılımı çoğu kataklismik değişen için oldukça benzer görülmektedir. Bununla beraber sistemlerin her biri dönemden döneme, hem ışınma gücünde hem de sıcaklıkta önemli değişiklikler gösterebilirler. Manyetik olmayan kataklismik değişenlerin x-ışın tayfları genellikle 1-5 keV aralığında (bremsstrahlung) sıcaklıklar gösterirler. Sakin evredeki cüce novalar sert x-ışın

kaynakları olup, (bremsstrahlung) sıcaklıkları birkaç keV ile yaklaşık 10 keV aralığında değişir. X-ışın tayflarından geçirilen eğrilerdeki sistematik fazlalıklar x-ışın emisyonlarının tek sıcaklığı içeren modellerle iyi uyuşmadığını göstermektedir, bunun yerine düşük ve yüksek \dot{M} 'lı kataklismik değişenler belli bir sıcaklık aralığında tanımlanmalıdır [17]. Ayrıca Richman [18] daha büyük kütleli beyaz cücesi olan kataklismik değişenlerin, daha yumuşak tayflara sahip olduğunu göstermiştir.

$EM = \int n_e^2 dV$ şeklinde tanımlanan emisyon ölçümü (burada n_e elektron yoğunluğu ve V ışınımın salındığı hacimdir) \dot{M} 'nın kuvvetli bir fonksiyonu değildir. Ancak bu büyüklük yüksek eğimli (i) kataklismik değişenler için azalır. Bu, $i < 70^\circ$ olan kataklismik değişenler için, x-ışın kaynağının diskin dış kısımlarındaki madde tarafından ya da ikincil bileşen tarafından örtülmesinden kaynaklanamaz. EM ve i arasındaki bu ters bağıntı, x-ışınlarının optik olarak ince, oldukça büyük bir hacimden yayımlandığı modellerle uyuşmaz. Diğer taraftan eğer x-ışınları diskin iç kısmından ortaya çıkarsa ve optikçe ince x-ışın kaynağının yükseklik ölçeği diskin kalınlığından çok daha büyük değilse, emisyon ölçümü i eğimi ile ters orantılı olabilir. Yapılan çalışmalar sonucunda yüksek eğimli sistemlerde x-ışın akısının çoğunun yığılma diski tarafından soğurulduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum da yörünge eğimi, i , ile gözlenen x-ışın akısı arasında bir ters bağıntı verir [17].

Sonuç olarak, manyetik olmayan sistemlerde x-ışın emisyonunun en olası kaynağı sınır tabakasıdır. Bu sistemlerde sınır tabaka emisyonu, soğuyan bir plazmanın şok ısıtılmasından kaynaklanmalıdır ve beyaz cücenin yüzeyine inmeden önce yoğunlaşmalıdır. İleride yüksek kaliteli x-ışın tayfları ile manyetik olmayan kataklismik değişenlerde genişlemiş çizgiler, sıcak soğurucular ve foto iyonize plazma emisyonları tespit edilmeye başlanabilir [15].

2.3. SINIR TABAKA MODELİ

Manyetik olmayan sistemlerde yığılma disk tarafından yönetilir. Temel teori, yığılan maddenin çekimsel potansiyel enerjisinin yarısının diskteki viskozite yoluyla serbest kaldığını ve diğer yarısının da disk ile beyaz cücenin yüzey tabakası arasındaki bir sınır tabakada serbest kaldığını ileri sürer [17]. Sınır tabakadaki madde Kepleryen hızlarla hareket eder ve muhtemelen parçalanma hızından daha yavaş dönen beyaz cüce ile çarpışır. Bu çarpışmanın sonucunda diskin ve sınır tabakanın

$$L_{disk} \approx L_{ST} \approx \frac{GM_{BC}\dot{M}}{2R_{BC}} \quad (2.1)$$

şeklinde ışımalarına neden olur. Burada M_{BC} ve R_{BC} sırasıyla beyaz cücenin kütlesi ve yarıçapını göstermektedir. Örneğin $M_{BC} = 1 M_{\odot}$, $R_{BC} = 10^9$ cm ve $\dot{M} = 10^{-10} M_{\odot}/\text{yıl}$ alınırsa ışımaya gücü için 4×10^{32} erg/s değeri elde edilir. Bu düşük ışımaya güçlü x-ışınları diskin görünüşünü kuvvetlice etkileyemezler. Disk genellikle x-ışınlarını yayınlamak için çok soğuktur ($kT < 1$ eV). Disk en çok optik ve mor ötesinde ışınım yapar. Sınır tabaka ise çoğunlukla uç mor ötesi ve x-ışınlarında ışınım yapar.

\dot{M} 'nin düşük olduğu yani sakin evredeki cüce novalarda sınır tabaka optikçe ince olarak gözlenir. Şoklar gazı

$$kT_{vir} = \frac{GM_{BC}m_H}{6kR_{BC}} \approx 20 \text{ keV} \quad (2.2)$$

ile verilen viryel sıcaklığı mertebesine getirir. \dot{M} 'nin yüksek olduğu yani patlamadaki cüce novalarda veya nova benzeri sistemlerde sınır tabakası optik olarak kalın olduğu gözlenir. Sınır tabakanın soğuması etkindir ve x-ışın tayfi

$$kT_{kc} = \left(\frac{GM_{BC}\dot{M}}{8\pi\sigma R_{BC}^3} \right)^{1/4} \approx 10 \text{ eV} \quad (2.3)$$

şeklinde verilen yaklaşık karacisim sıcaklığı ile ısıya dönüşür ve $L_x > 10^{34}$ erg/s olur [17].

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. KULLANILAN GÖZLEM VERİLERİ VE İNDİRGEMELER

Bu çalışmada cüce novaların Z Cam alt sınıfından AB Dra, SU UMa alt sınıfından BC UMa ve U Gem alt sınıfından YY Dra yıldızlarının, ROSAT [7] [8] (0.1 – 2.4 keV) uydu verileri kullanılmıştır. AB Dra yıldızının HEASARC [3] veri arşivinde RP701410N00, RP300106N00, RP700498A00, RP700498A01, RS930313N00 ve RS930314N00 isimli, PSPC sayacıyla alınmış altı tane gözlem verisi bulunmaktadır. BC UMa yıldızının RP701073N00, RP201237A01, RP201237N00, RS930821N00, RS930822N00 ve RS930924N00 olmak üzere, PSPC sayacıyla alınmış altı tane gözlem verisi bulunmaktadır. YY Dra yıldızının ise RP300367N00, RP300117N00, RS930412N00, RS930411 ve RS930514N00 olmak üzere, PSPC sayacıyla alınmış beş tane gözlem verisi bulunmaktadır.

Bu veri paketlerinden gözlem süreleri ve foton sayıları göz önüne alınarak AB Dra yıldızının RP300106N00 isimli veri paketi, BC UMa yıldızının RP701073N00 isimli veri paketi ve YY Dra yıldızının RP300117N00 isimli veri paketi analiz için seçilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Çalışılan yıldız verilerinin özellikleri.

Kaynak	Sağ Açıklık (2000)	Dik Açıklık (2000)	İlk Gözlem	Son Gözlem	Toplam Gözlem Süresi (s)	Sayım oranı (sayı/s)	Sınıf
AB Dra	19 ^h 49 ^m 04.80 ^s	+77° 44' 24.0"	06.04.1992	14.04.1992	7997	0.915	Z Cam
BC UMa	11 ^h 53 ^m 24.00 ^s	+49° 31' 12.0"	01.12.1992	02.12.1992	6586	1.269	SU UMa
YY Dra	11 ^h 43 ^m 38.40 ^s	+71° 41' 24.0"	29.12.1991	29.12.1991	4186	0.5329	U Gem

Veri indirgemedede astronomik görüntü işleme sistemi MIDAS'ın altında çalışan EXSAS paket programı kullanıldı. Görüntü büyüklüğü değerlerinden ($EXT_ML < 50$ ise nokta kaynak, $EXT_ML > 50$ ise geniş kaynak) nokta kaynak olduğu anlaşılan AB Dra ve BC UMa yıldızlarının, Ek – A'da verilen nokta kaynak için Midas – Exsas paket programı kullanılarak, veri analizi yapılmıştır. Yıldızların uzaysal analiz sonuçları Ek – D.1 ve Ek – D.2'de verilmektedir. Geniş kaynak olan YY Dra'nın veri analizi ise, Ek – B'de verilen geniş kaynak için veri analiz yöntemiyle yapılmıştır. YY Dra'nın uzaysal analiz sonuçları Ek – D.3'te verilmektedir.

3.2. ROSAT UYDUSU

Röntgen uydusu (Röntgen Satellite), ROSAT [7][8], Almanya, Amerika ve İngiltere arasındaki işbirliği programı uyarınca geliştirilen bir x-ışın gözlemevidir. 1 Haziran 1990 tarihinde Birleşik Devletlerde fırlatıldı ve 580 km yükseklikte dairesel bir yörüngeye oturtuldu. Yaklaşık 9 yıl sonra 12 Şubat 1999'da görevine son verildi (bk. Ek – C).

ROSAT uydusunun taşıdığı bilimsel aletler iki görüntü teleskopundan oluşuyordu. Birincisi, geniş X-ışın Teleskopu (XRT, X-ray telescope), 0.1 keV – 2 keV (100 Å – 6 Å) enerji aralığındaki yumuşak x-ışınlarını ölçmek için üretilmişti. İkincisi, geniş alan kamerası (WFC, wide field camera), 0.04 keV – 0.2 keV (300 Å – 60 Å) enerji aralığında uç mor ötesi bölgesinde ölçüm yapmaktaydı. X-ışın alıcısı olarak iki konuma duyarlı orantılı sayaç (PSPC; position sensitive proportional counters) (0.1 – 2.5 keV enerji aralığındaki fotonlara duyarlıdır [23]) ve bir yüksek çözünürlüklü görüntüleyici (HRI; high resolution imager) kullanıldı.

ROSAT ilk tüm gökyüzü araştırmasını 125.000 x-ışın ve 479 EUV kaynağın keşfini sağlayan görüntülü teleskoplarla yaptı. Buna ek olarak Galaktik x-ışın emisyonu dağılımı, eşsiz açılal çözünürlükle (<1') haritalandı. Gözlem zamanının çoğu, seçilmiş hedeflerin nokta gözlemlerine ayrıldı. ~ 2000 saniye ~ 1 milyon saniye arasındaki gözlem süreleriyle toplam 4580 PSPC ve 4482 HRI alanı gözlemlendi. Bu gözlemler 24 ülkeden 700 bilim adamının isteği doğrultusunda yapıldı. ROSAT kaynaklı yayınların toplam sayısı 4787'dir ve bunların % 54,9'u hakemli dergilerde yayınlanmıştır. Bütün

ROSAT verisinin indirilmesi yapılmış ve arşivlenmiştir. İstenen veriye <http://wave.xray.mpe.mpg.de/rosat/catalogues> [24] adresinden ulaşılabilir.

3.3. KULLANILAN MODELLER

Çeşitli astronomik cisimlerden yayınlanan x-ışınlarının üretimi için başlıca üç mekanizma tanımlanabilir. Bunlar; sıcaklıkları birkaç milyon derece kelvine varan cisimlerden yayınlanan ısısal radyasyon, bir manyetik alan içinde hareket eden yüksek enerjili kozmik ışın elektronlarının senkrotron radyasyonu ve mikro dalga fotonları ile çarpışan kozmik ışınların oluşturduğu ters Compton saçılmasıdır. Isısal radyasyon ya optik olarak ince bir gazdan yayınlanan bremsstrahlung radyasyonu ya da optik olarak kalın bir cisimden yayınlanan karacisim radyasyonu olabilir. Gözlenen tayflar genellikle şu özellikleri gösterirler:

1. düşük enerji aralıklarına doğru keskin bir kıvrılma
2. ya güç kanunu modeline uygun olarak ya da üstel olarak, artan enerji ile azalan bir sürekli tayf.

Bunlardan düşük enerjilerdeki keskin kıvrılma, görüş doğrultusunda var olan bir soğuk madde tarafından soğurulmayı işaret eder. Artan x-ışın enerjisi ile güç kanunu modeline göre sürekli tayftaki düşme, genellikle bir güç kanunu tayfına sahip elektronlarca meydana getirilmiş bir senkrotron veya ters Compton mekanizmasının varlığını gösterir. Artan x-ışın enerjisi ile üstel olarak düşme gösteren sürekli bir tayf ise x-ışınlarının ısısal bir işlemle üretildiğini gösterir [25].

Bu şekilde x-ışın üretim mekanizmaları göz önünde bulundurularak ve yapılan diğer çalışmalardan faydalanılarak ROSAT x-ışın verisine uygulanacak, aşağıda açıklanan en uygun beş model tespit edilmiştir. Modeller ile gözlemler arasındaki istatistik uyumluluk χ^2 istatistiğine göre belirlenmiştir. χ^2 şu şekilde tanımlanır:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{y_i - y(x_i; a_1, a_2, \dots, a_M)}{\sigma_i} \right)^2 \quad (3.1)$$

burada $y(x_i; a_1, a_2, \dots, a_M)$: a_1, a_2, \dots, a_M parametrelerine bağlı modelin fonksiyonu, y_i : gözlem verisi, N : veri sayısı ve σ_i : model ve veri arasındaki fark (standart sapma)'dır [27].

ν serbestlik derecesinin (kanal sayısından modelin parametre sayısı çıkarılarak hesaplanır) χ^2 ye bölümüyle elde edilen ve indirgenmiş χ^2 olarak bilinen χ^2/ν 'nin 1'e yakınlığı ($\chi^2 \sim \nu$), modelin uygunluğunu gösterirken, 1'den çok büyük χ^2/ν değeri, modelin tayfı iyi temsil etmediğini, ve 1'den çok küçük χ^2/ν değeri de verideki hataları gösterir [37].

3.3.1. Karacisim Modeli

Karacisim, elektromanyetik radyasyonun mükemmel yayınlayıcısı ve mükemmel soğurucusu olan ideal bir cisimdir. Bir karacisim sadece enerjiyi bütün dalga boylarında soğurmaz aynı zamanda bütün dalga boylarında yayınlar. Fakat bunu verilen herhangi bir sıcaklık için mümkün en yüksek yoğunlukta yapar. Bir yıldız, yıldızın gazları enerjinin çok iyi soğurucuları oldukları için bir karacisme iyi bir yaklaşımdır [26]. Optik olarak kalın sıcak bir cisim bir karacisim ışınımı yayınlar. Çünkü optik kalın bir cisim için tayf emisyonundan olduğu gibi soğurmadan da etkilenir. Karacisim radyasyonunun tayfsal biçimi sadece yayınlayıcının T sıcaklığına bağlıdır [25]. Aşağıda karacisim modelinin iki gösterimi görülmektedir.

Karacisim modeli:

$$f(E; A, T)dE = \frac{A}{\text{sabit} \cdot T} \frac{\left(\frac{E}{T}\right)^2}{e^{\frac{E}{T}} - 1} dE \quad (3.2)$$

Burada, E : enerji (keV), A : foton akısı genliği (foton/cm²/s), $\text{sabit} = 2 \times \zeta(3) = 2.404\dots$
 ζ : Riemann Zeta fonksiyonu, T : radyasyon sıcaklığı (keV)'dir.

Modelin uygulanması sonucunda, hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21}$ H.atom/cm²), foton akısı (foton/cm²/s) ve T sıcaklık (keV) bulunur [27].

Enerji akısına indirgenmiş karacisim modeli:

$$f(E; A, T)dE = \frac{A}{\frac{\pi^4}{15} T^2} \frac{\left(\frac{E}{T}\right)^2}{e^{\frac{E}{T}} - 1} dE \quad (3.3)$$

Burada, E: enerji (keV), A: foton akısı genliği (keV/cm²/s), T: radyasyon sıcaklığı (keV)'dir.

Modelin uygulanması sonucunda, hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21}$ H.atom/cm²), foton akısı (keV/cm²/s) ve T sıcaklık (keV) bulunur [27].

3.3.2. Güç Kanunu Modeli

Fizikte güç kanunu, değişken iki değer x ve y arasındaki ilişkidir. Bu ilişki $y = ax^k$ şeklinde yazılabilir. Burada a, orantı katsayısı ve k de, güç kanunun üssü olan sabitlerdir. Aşağıda, kullanılan güç kanunu modelinin fonksiyonu verilmektedir:

$$f(E; A, \Gamma, E_0)dE = A \left(\frac{E}{E_0}\right)^\Gamma dE \quad (3.4)$$

Burada E: enerji (keV), E₀: referans enerji (keV) (genellikle 1 alınır), A: referans enerjideki akı genliği (foton/cm²/s/keV), Γ : foton indeksidir.

Modelin uygulanması ile hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21}$ H.atom/cm²), E₀ referans enerjisindeki akı genliği (foton/cm²/s/keV) ve Γ foton indeksi bulunur [27].

3.3.3. Raymond – Smith Modeli

Raymond – Smith modeli, optik olarak ince sıcak bir plazma ile bolluklar ve yıldızlararası koşullara uygun iyonlaşma dengesi tarafından yayınlanan radyasyon tayfını içeren bir modeldir. Tayfların yıldız koronasından ziyade, süpernova kalıntısı gibi yıldızlararası ortamın sıcak bölgelerine uygulanması düşünülmüştür. Kullanılan kozmik bolluklar şöyledir: He = 10,93; C = 8,52; N = 7,96; O = 8,82; Ne = 7,92; Mg =

7,42; Si = 7,52; S = 7,20; Ar = 6,90; Ca = 6,30; Fe = 7,60; Ni = 6,30 [28]. Aşağıda, kullanılan Raymond – Smith modelinin fonksiyonu verilmektedir:

$$f(E; A, T, "bolluklar")dE = A \cdot \Lambda(E; T, "bolluklar")dE \quad (3.5)$$

Burada E: enerji (keV), A: indirgenmiş genlik (cm^{-5}), T: plazma sıcaklığı (keV), $\Lambda(E; T, \text{He, C, N, O, Ne, Mg, Si, S, Ar, Ca, Fe, Ni})$: hesaplanmış soğuma fonksiyonudur.

Modelin uygulanması ile hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21}$ H.atom/ cm^2), T plazma sıcaklığı ve indirgenmiş genlik

$$A = \frac{10^{-14}}{4\pi D_L^2} \int_V n_e n_H dV \text{ cm}^{-5} \quad (3.6)$$

bulunur. Burada D_L : ışınma gücünden bulunan uzaklık, $\int_V n_e n_H dV$: emisyon ölçümü ve n_e ve n_H : sırasıyla elektron ve hidrojen sayı yoğunluklarıdır.

Buradan da anlaşılacağı gibi Raymond – Smith modelinde hesaplanan indirgenmiş genlik değeri yardımı ile emisyon ölçümü değeri hesaplanabilir. Denklem (3.5)'den

$$E\ddot{O} = A \times 10^{14} \times 4\pi \times D_L^2 \text{ cm}^{-3} \quad (3.7)$$

olduğu görülür. Burada yıldızın bilinen uzaklığı D_L , cm cinsindedir [27].

3.3.4 Isısal Bremsstrahlung Modeli

Bremsstrahlung veya frenleme radyasyonu, elektron gibi yüklü parçacıkların, atom çekirdeği gibi başka bir yüklü parçacık tarafından saptırılarak ivmelendirilmesiyle üretilen elektromanyetik radyasyondur [26]. Bremsstrahlung sürekli bir tayfa sahiptir. Sıcaklığı 10^7 K'nin üzerinde olan gazlar, optik olarak ince iseler bremsstrahlung radyasyonu yayınlarlar. Optik olarak incenin anlamı gazın kendi radyasyonunu soğurabilmesi için yeterince kalın ve yoğun olmamasıdır. Bu olay da, gözlenen x-ışını tayfinin kendi üretimi sırasındaki tayf ile aynı olduğu sonucunu doğurur. Sıcak bir gaz başlıca üç farklı yolla ışınım yayımlayabilir: Bremsstrahlung, bağlı – bağlı yayınım ve serbest – bağlı yayınım. Bağlı – bağlı ve serbest – bağlı yayınımında elektronların bir

kısmı bir çekirdek etrafındaki yörüngede bağlı kalan atomlar söz konusudur. 10^7 K'deki gazlar tamamen iyonize olmuş plazmalar olduklarından, burada düşünülmesi gereken başlıca yayılım mekanizması bremsstrahlung ışınımı olmalıdır. Bremsstrahlung ışınımı serbest – serbest bir radyasyon olup bir plazmadaki Coulomb çekim alanından geçen elektronlarca yayınlanır [25]. Aşağıda, kullanılan ısısal bremsstrahlung modelinin fonksiyonu verilmektedir:

$$f(E; A, T, HEH, E_1, E_2) dE = \frac{A}{C} e^{-\frac{E}{T}} \frac{1}{E} g(E, T, HEH) dE \quad (3.8)$$

Burada E: enerji (keV), A: E_1 ve E_2 enerji aralığındaki enerji akısı genliği (keV/cm²/s), T: kaynak sıcaklığı (keV), HEH: He/H bolluğudur. C aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$C = \int_{E_2}^{E_1} e^{-\frac{E}{T}} g(E, T, HEH) dE \quad (3.9)$$

Burada g(E,T,HEH): Gaunt çarpanıdır.

Modelin uygulanması sonucunda, hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21}$ H.atom/cm²), E_1 ve E_2 enerji aralığındaki enerji akısı genliği (keV/cm²/s) ve T sıcaklığı (keV) bulunur [27].

3.4. ÇALIŞILAN YILDIZLAR

3.4.1. AB Dra

AB Draconis, Z Cam türü bir cüce novadır. İkincil bileşeni bir kırmızı cücedir. Her 13.4 günde bir patlama geçirir. Bu patlamalar sırasında sistemin parlaklığı $12^m - 15.5^m$ arasında değişir. Bu sistemde patlamanın süresi 2.5'tan 7 güne kadar değişir. H_α emisyon çizgisinin radyal hız gözlemlerinden yörünge periyodunun $P_{yörünge} = 0.15198 \pm 0.00014$ gün olduğu bulunmuştur. AB Dra sert x-ışın emisyonunun zayıf bir kaynağıdır. Ortalama renk sıcaklığı $T = 20000$ K, uzaklığı 350 parsek, yığılma diski ve üzerindeki sıcak lekeden kaynaklanan, sistemin toplam ışınımı $L_{optik} = 10^{33}$ erg/s'dir ve yığılma oranı $\dot{M} = 5 \times 10^{16}$ g/s'dir [4]. Kullanılan diğer iki yıldız göre AB Dra x-ışınlarında çok çalışılmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır; HEAO – 1 uydusuyla Cordova ve diğ. [2], Eracleus ve diğ. [1] ve ROSAT PSPC ile Richman [18], Verbunt ve diğ. [29].

Bu çalışmada, AB Draconis yıldızının, HEASARC [3] veri arşivinden rp300106n00 numaralı PSPCB sayacıyla alınmış gözlem verisi kullanılmıştır. Gözleme başlangıç tarihi 6 Nisan 1992 ve bitiş tarihi 14 Nisan 1992 ve gözlem süresi 7997 saniyedir. Sağ açıklık (rektasansyon) $19^{\text{h}} 49^{\text{m}} 04.80^{\text{s}}$, dik açıklık (deklınasyon) $+77^{\circ} 44' 24.0''$ dir. Verinin kullanıma verildiği tarih 4 Nisan 1996'dır. Toplam gözlem süresi her ne kadar 8 gün gözükse de Şekil Ek – D.3'deki ışık eğrisinden gözlemin ilk ve son günü foton alındığı görülmektedir. AAVSO'dan [30] alınan bilgilere göre bu dönemler yıldızın patlamaya çıkış ve patlamadan iniş evresine denk gelmektedir. Patlama evresine ait veri bulunmamaktadır.

3.4.2. BC UMa

BC Ursae Majoris, SU UMa türü bir cüce novadır. Bu cüce novalar normal patlamaya ek olarak daha uzun süreli ve daha fazla genlikli süper patlamalar gösterirler. BC UMa'nın süper patlamaları çok uzun bir tekrarlanma periyoduna sahiptir (süper maksimumlar arası ~ 1000 gün). BC UMa yıldızı, M5+ tip bir ikincil bileşene sahiptir. Sistemin parlaklığı $11.8^{\text{m}} - 18.4^{\text{m}}$ arasında değişir ve yörünge periyodu $P_{\text{yörünge}} = 0.0626$ gündür [5]. BC UMa yıldızı x-ışınlarında HEAO – 1 uydusuyla Cordova ve diğ. [2] tarafından ve ROSAT PSPC ile Richman [18] tarafından çalışılmıştır.

Bu çalışmada, BC Ursae Majoris yıldızının, HEASARC [3] veri arşivinden rp701073n00 sıra numaralı PSPCB sayacıyla alınmış gözlem verisi kullanılmıştır. Gözleme başlangıç tarihi 1 Aralık 1992 ve bitiş tarihi 2 Aralık 1992 ve gözlem süresi 6586 saniyedir. Sağ açıklık $11^{\text{h}} 53^{\text{m}} 24.00^{\text{s}}$, dik açıklık $+49^{\circ} 31' 12.0''$ dir. Verinin kullanıma verildiği tarih 9 Temmuz 1996'dır. AAVSO'dan [30] alınan bilgilere göre BC UMa'nın, gözlem sırasında, patlamadan ~ 10 gün önceki sakin evrede olduğu görülmektedir.

3.4.3. YY Dra

İlk olarak 1934 yılında Tsevech tarafından keşfedilen ve YY Draconis diye isimlendirilen bu yıldız, 16. kadirden bir değişen yıldız olup, daha sonra DO Draconis olarak isimlendirilen değişenle aynı yıldız olduğu konusunda bir karışıklık yaşanmıştır. 1980'den beri iki isim, Ariel 5 uydusunun 3A 1148+719 numaralı kaynağının x-ışın kopyası olduğu için eş anlamlı olarak kullanılmıştır. Yörünge periyodu 3.96 saat, bir M4 ikincil yıldızı (155 pc uzaklık verir) ve yörünge eğimi $42^\circ \pm 5^\circ$ 'dir. ROSAT gözlemlerinde 246.6 saniyede bir x-ışın atımı gözlenirken, görsel periyotları 265, 275 ve 550 saniyedir. HRI ile yapılan uzun bir ROSAT gözleminin analizi de sadece bu x-ışın periyodunda önemli bir sinyal olduğunu göstermiştir. Bu periyotlar en iyi, 529 s periyotla dönen manyetik bir beyaz cücenin iki yığılma kutbundan kaynaklandığı şeklinde açıklanır. YY Dra'nın x-ışını yayımlayan bölgesinin sıcak (10^5 K den büyük) ve küçük (beyaz cüce yüzeyinin % 5'inden az) olduğu bulunmuştur. İlk kez 1983 yılında Wenzel tarafından YY Dra'nın, 5^m civarında parlayarak 4 gün içinde sakin evreye dönen düzensiz küçük cüce nova patlamaları geçirdiğine dikkat çekilmiştir. Tekrarlanma zamanının 870 gün olduğu ve manyetik olmayan sistemlerden daha yüksek düşüş hızı olduğu bulunmuştur. Patlamalar disk kararsızlığı modeli ile tutarlıdır ve disk patlamada hiçbir zaman beyaz cüce yüzeyine ulaşmaz [6]. YY Dra yıldızı x-ışınlarında, Einstein uydusu ile Eracleus ve diğ. [1] tarafından, ROSAT PSPC ile Richman [18], Verbunt ve diğ. [29] tarafından çalışılmıştır.

Bu çalışmada, YY Draconis yıldızının, HEASARC [3] veri arşivinden rp300117n00 sıra numaralı PSPCB sayacıyla alınmış gözlem verisi kullanılmıştır. Gözlem tarihi 29 Kasım 1991 ve gözlem süresi 4186 saniyedir. Sağ açıklık $11^h 43^m 38.40^s$, dik açıklık $+71^\circ 41' 24.0''$ 'dir. Verinin kullanıma verildiği tarih 18 Ekim 1995'dir. AAVSO'dan [30] alınan bilgilere göre yıldızın gözlem sırasında sakin evrede olduğu görülmüştür.

3.4. MIDAS-EXSAS PAKET PROGRAMI

Geçmişte birçok kişi tarafından görüldü ki; ham ya da işlenmemiş veriyi içeren arşivler, sonuç verici bir şekilde, sadece uygun bir analiz yazılımı mevcutsa kullanılabilir. ROSAT verisi için bu ihtiyacın cevabı, Genişletilmiş X-ışın Bilimsel Analiz Sistemi [27] (EXSAS; Extended X-Ray Scientific Analysis System)'dir. EXSAS, özel olarak

ROSAT XRT ve WFC aletlerinden alınan verinin analizi için ve genel olarak da x-ışın verisinin analizi için ROSAT Bilimsel Veri Merkezi (RSDC; The ROSAT Science Data Centers) tarafından geliştirildi. Bu uygulama yazılım parçalarının geniş toplama astronomik görüntü işleme sistemi olarak iyi bilinen ve Güney Avrupa Gözlemevi (ESO; European Southern Observatory) tarafından geliştirilip dağıtılan ESO – MIDAS'ın (Munich Görüntü Veri Analizi Sistemi, Munich Image Data Analysis System) içine yerleştirildi. EXSAS – MIDAS, taşınabilir ve VMS ve farklı UNIX işletim sistemlerine yüklenebilir. Bağımsız bilgisayar sistemlerinin veri dağılımıyla uyumunu garanti etmek için, EXSAS'a girilen bütün veri FITS (Esnek Görüntü Taşıma Sistemi, Flexible Image Transport System: astronomlar tarafından geniş çapta kabul edilmiş bir veri taşıma sistemi) formunda olmalıdır. MIDAS – EXSAS yazılımı, ROSAT gözlemcileri tarafından RSDC'nin internet sitesinden [31] alınabilir.

4. BULGULAR

4.1. SEÇİLEN YILDIZLARIN TAYFSAL ANALİZ SONUÇLARI

Bu çalışmada yıldızların modele uyumluluk analizi χ^2 yöntemiyle yapılmıştır. AB Dra yıldızının tayfına uygulanan beş modelin uyumluluk analizleri Şekil 4.1, 4.3, 4.5, 4.7 ve 4.9'da, BC UMa yıldızının Şekil 4.11, 4.13, 4.15, 4.17 ve 4.19'da ve YY Dra'nın Şekil 4.21, 4.23, 4.25, 4.27 ve 4.29'da verilmektedir. Bu şekillerde, hata miktarları ile gözlenen değerler ve buna uygulanan teorik eğriler görülmektedir. Şekillerin üst kısmında bulunan soldaki grafik, enerjiye göre saniyedeki sayımı, sağdaki grafik ise enerjiye göre saniyede cm^2 den geçen fotonların dağılımını göstermektedir. Sol altta bulunan grafik ise gözlenen ile beklenen değerler arasındaki sapmaları temsil etmektedir.

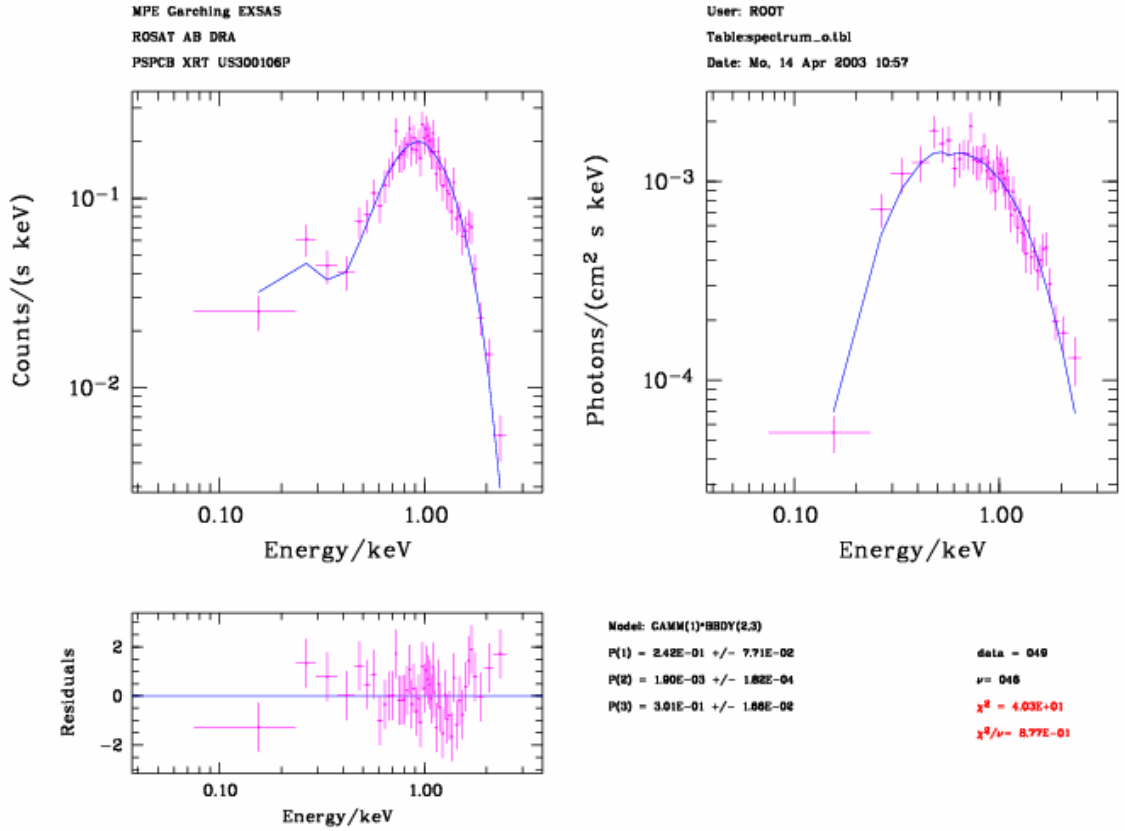
4.1.1. AB Dra

HEASARC veri tabanından [3], ROSAT uydusunun PSPC filtresiyle alınmış AB Dra yıldızının rp300106n00 numaralı gözlemi alınmıştır. 41.3 EXT_ML (< 50) değeriyle bir nokta kaynak olduğu tespit edilmiş ve uygun komutlar kullanılarak analiz edilmiştir (bk. Ek – A). Ayrıca yıldızın uzaysal analizi için Ek – D.1’e bakınız.

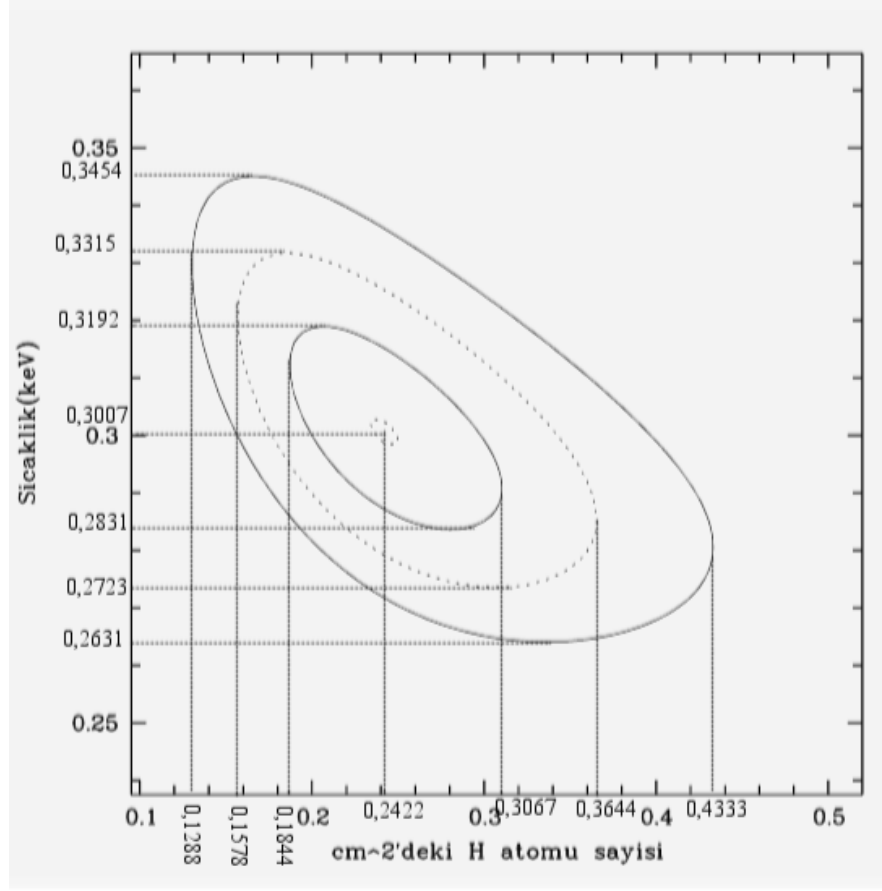
Karacisim Modeli Uyumluluk Analizi

Karacisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 40.3 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.877 olarak bulunmuştur (Şekil 4.1).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.242 \pm 0.071 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 , foton akısı değeri $1.9 \times 10^{-3} \pm 1.82 \times 10^{-4}$ foton/ cm^2/s ve sıcaklık değeri $T = 0.301 \pm 0.0168$ keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.1: AB Dra yıldızının karacisim modeline göre uyumluluk analizi.



Şekil 4.2: AB Dra yıldızının karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 40.35 indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.8772 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.2422 + 0.0645 / -0.0578 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 95.45 güven aralığında $0.2422 + 0.1222 / -0.0844 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 99.73 güven aralığında $0.2422 + 0.1911 / -0.1134 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $0.3007 + 0.0185 / -0.0176$ keV,

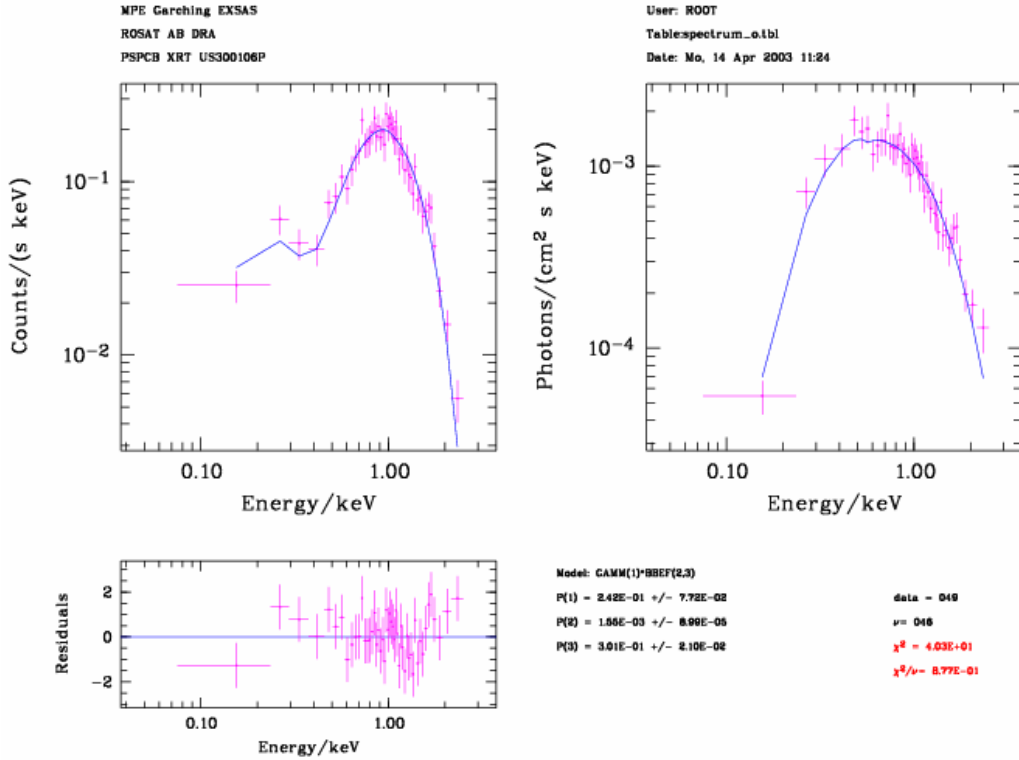
% 95.45 güven aralığında $0.3007 + 0.0308 / - 0.0284$ keV,
 % 99.73 güven aralığında $0.3007 + 0.0447 / - 0.0376$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.2).

Enerji Akısına İndirgenmiş Karacisim Modeli Uyumluluk Analizi

Karacisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 40.3 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.877 olarak bulunmuştur (Şekil 4.3).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.242 \pm 0.072 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 , enerji akısı değeri $1.55 \times 10^{-3} \pm 8.99 \times 10^{-5}$ foton/ cm^2/s ve sıcaklık değeri $T = 0.301 \pm 0.021$ keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.3: AB Dra yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre uyumluluk analizi.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 40.35, indirgenmiş χ^2

değeri ise 0.8772 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.2425 + 0.0650 / -0.0575 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 95.45 güven aralığında $0.2425 + 0.1225 / -0.0850 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 99.73 güven aralığında $0.2425 + 0.1925 / -0.1150 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

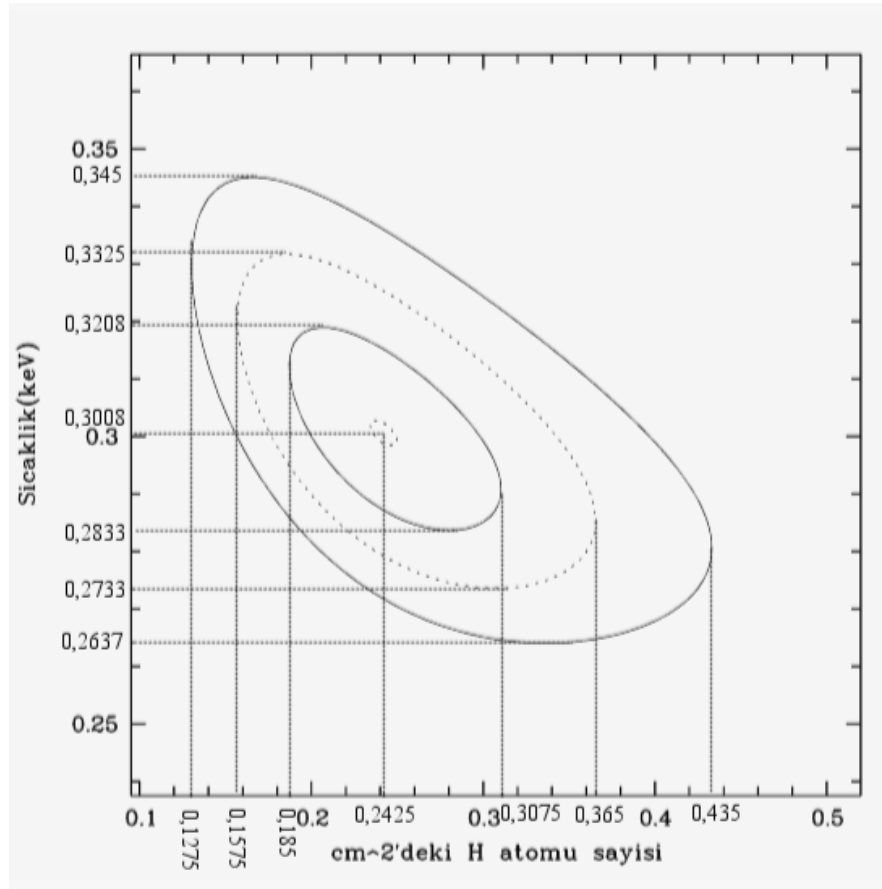
sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $0.3008 + 0.0200 / -0.0175$ keV,

% 95.45 güven aralığında $0.3008 + 0.0317 / -0.0275$ keV,

% 99.73 güven aralığında $0.3008 + 0.0442 / -0.0371$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4).

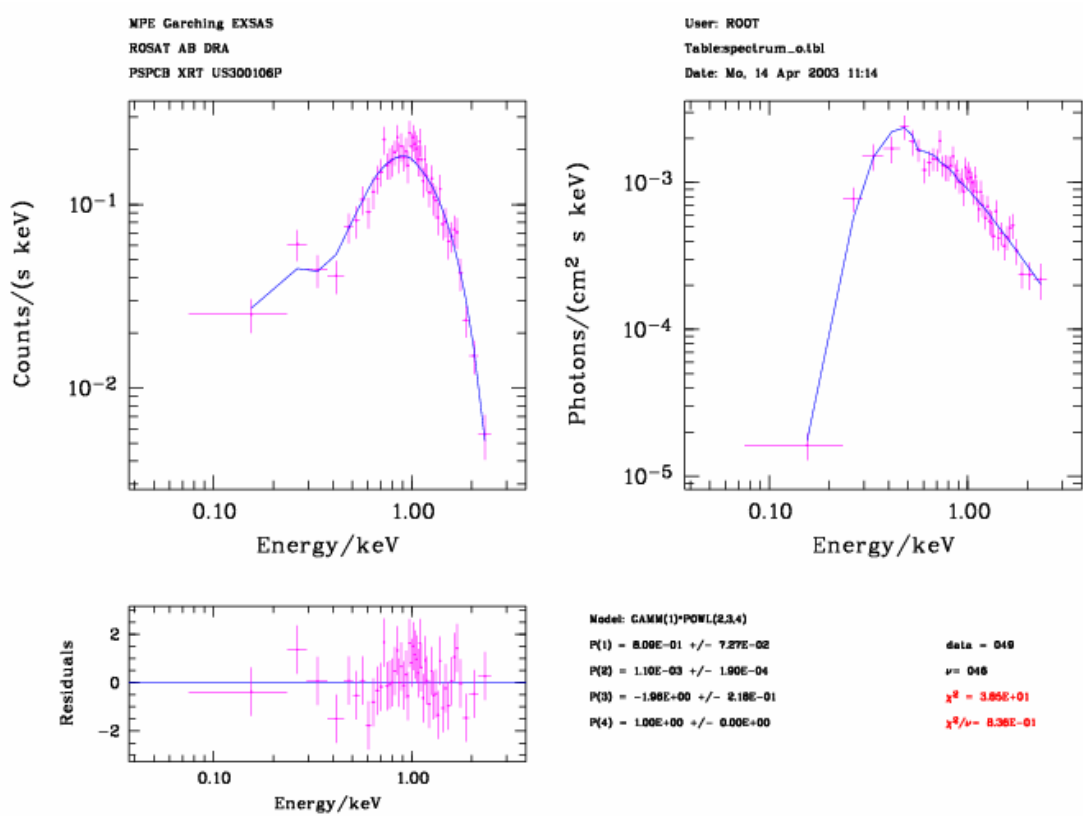


Şekil 4.4: AB Dra yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Güç Kanunu Modeli Uyumluluk Analizi

Güç kanunu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 38.5 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.836 olarak bulunmuştur (Şekil 4.5).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.809 \pm 0.0727 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 , E_0 referans enerjisindeki akı genliği değeri $A = 1.1 \times 10^{-3} \pm 1.9 \times 10^{-4}$ foton/ $\text{cm}^2/\text{s}/\text{keV}$ ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.96 \pm 0.215$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.5: AB Dra yıldızının güç kanunu modeline göre uyumluluk analizi.

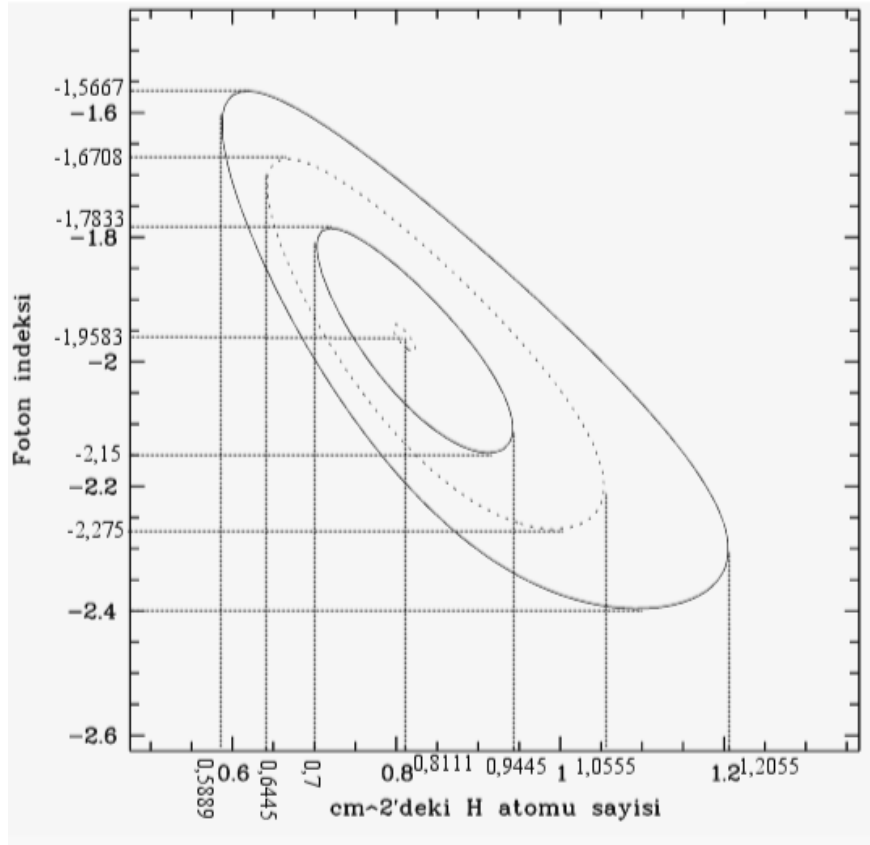
Foton indeksi ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 38.48, indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.8367 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.811 + 0.1334 / -0.1111 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,
 % 95.45 güven aralığında $0.811 + 0.2444 / -0.1666 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,
 % 99.73 güven aralığında $0.811 + 0.3944 / -0.2222 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

foton indeksi değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $-1.96 + 0.175 / -0.192$,
 % 95.45 güven aralığında $-1.96 + 0.287 / -0.317$,
 % 99.73 güven aralığında $-1.96 + 0.391 / -0.442$,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.6).

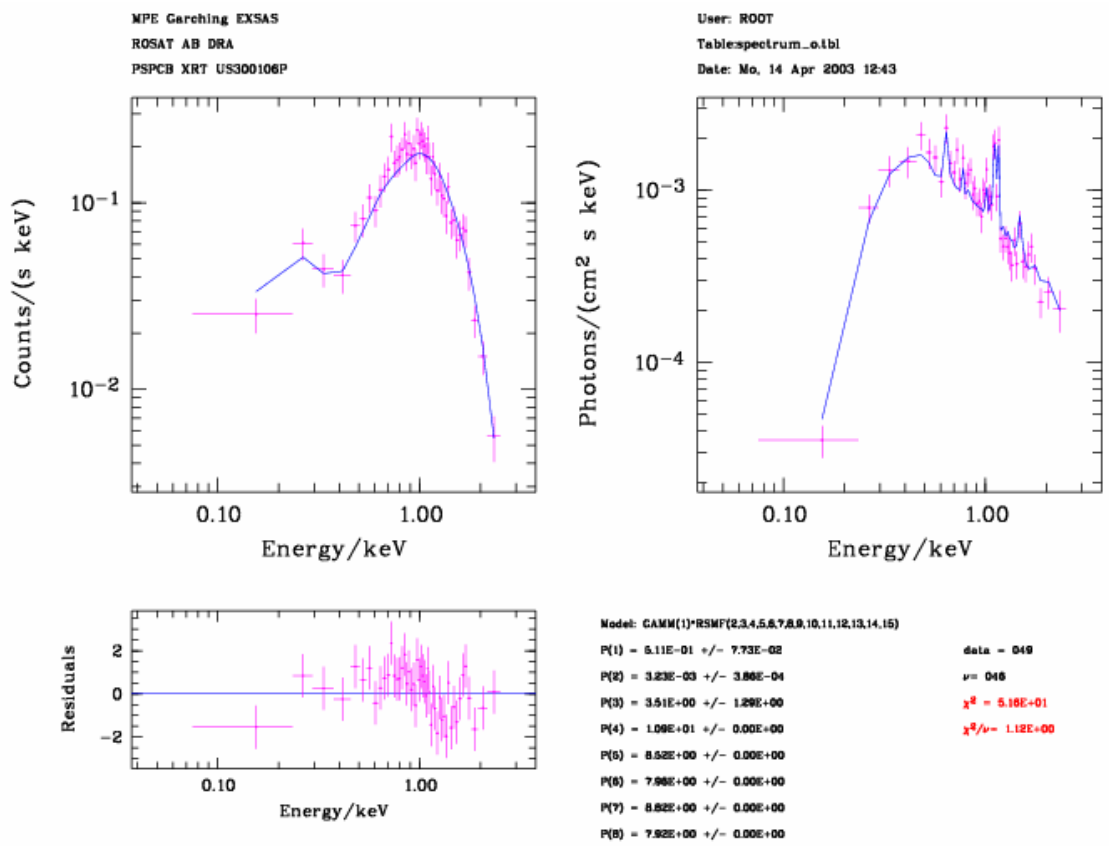


Şekil 4.6: AB Dra yıldızının güç kanunu modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Raymond – Smith Modeli

Raymond – Smith modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 51.6 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.12 olarak bulunmuştur (Şekil 4.7).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.511 \pm 0.0773 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 , normalize edilmiş genlik değeri $3.23 \times 10^{-3} \pm 3.86 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.51 \pm 1.29 \text{ keV}$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.7: AB Dra yıldızının Raymond – Smith modeline göre uyumluluk analizi.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 51.65, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.1228 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.509 +0.053 / -0.042 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 95.45 güven aralığında $0.509 +0.093 / -0.067 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 99.73 güven aralığında $0.509 + 0.138 / -0.089 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

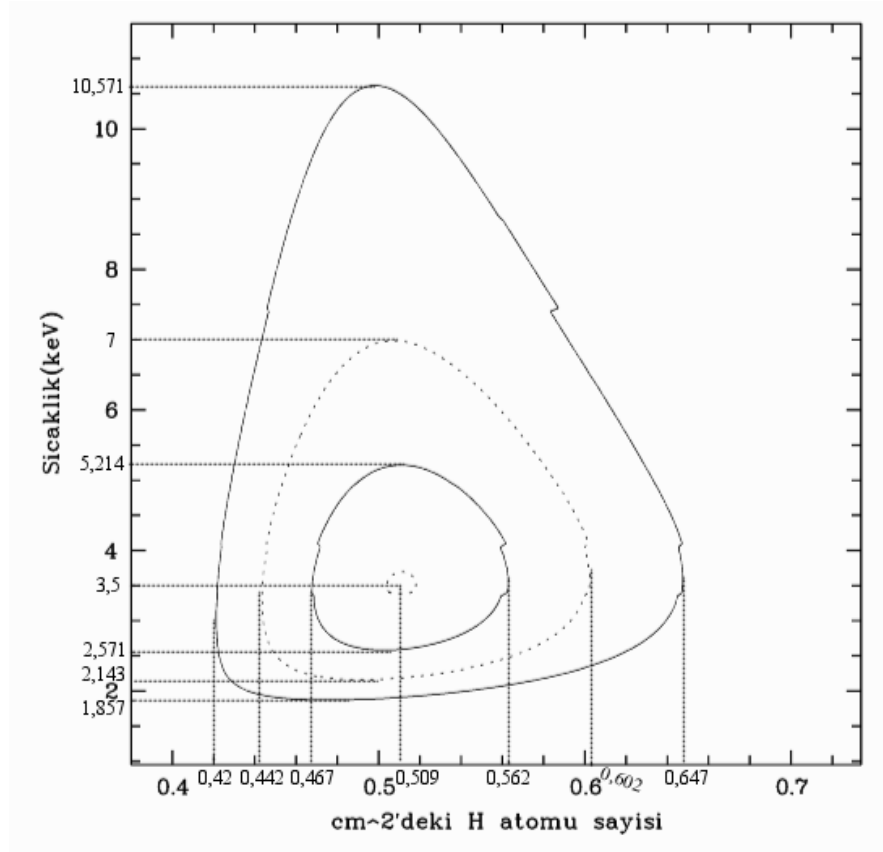
sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $3.5 + 1.714 / -0.929$ keV,

% 95.45 güven aralığında $3.5 + 3.500 / -1.357$ keV,

% 99.73 güven aralığında $3.5 + 7.071 / -1.643$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.8).

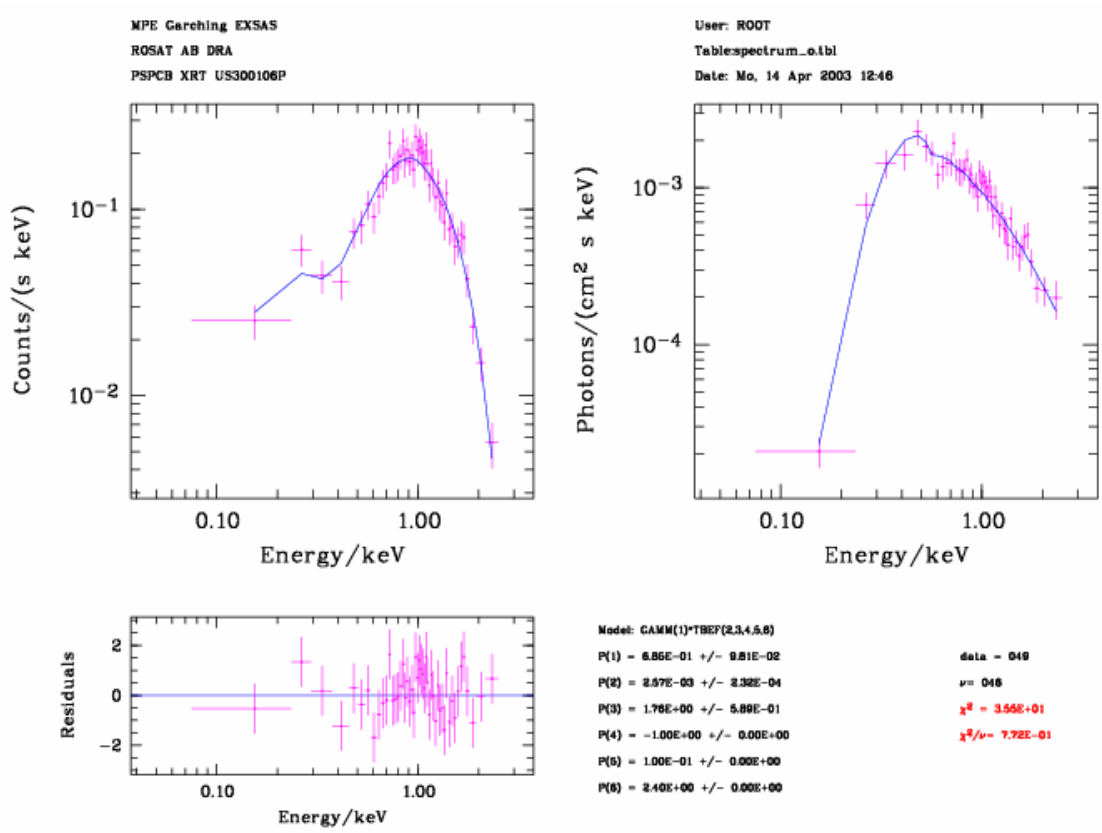


Şekil 4.8: AB Dra yıldızının Raymond – Smith modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Isısal Bremsstrahlung Modeli Uyumluluk Analizi

Isısal bremsstrahlung modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 35.5 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.772 olarak bulunmuştur (Şekil 4.9).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.685 \pm 0.0981 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 , $[E_1$ ve E_2 aralığında] enerji akısı genlik değeri $2.57 \times 10^{-3} \pm 2.32 \times 10^{-4}$ keV/ cm^2/s ve sıcaklık değeri $T = 1.78 \pm 0.589$ keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.9: AB Dra yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre uyumluluk analizi.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 35.50, indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.7717 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.689 + 0.100 / - 0.089 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 95.45 güven aralığında $0.689 + 0.178 / - 0.128 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 99.73 güven aralığında $0.689 + 0.289 / -0.172 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

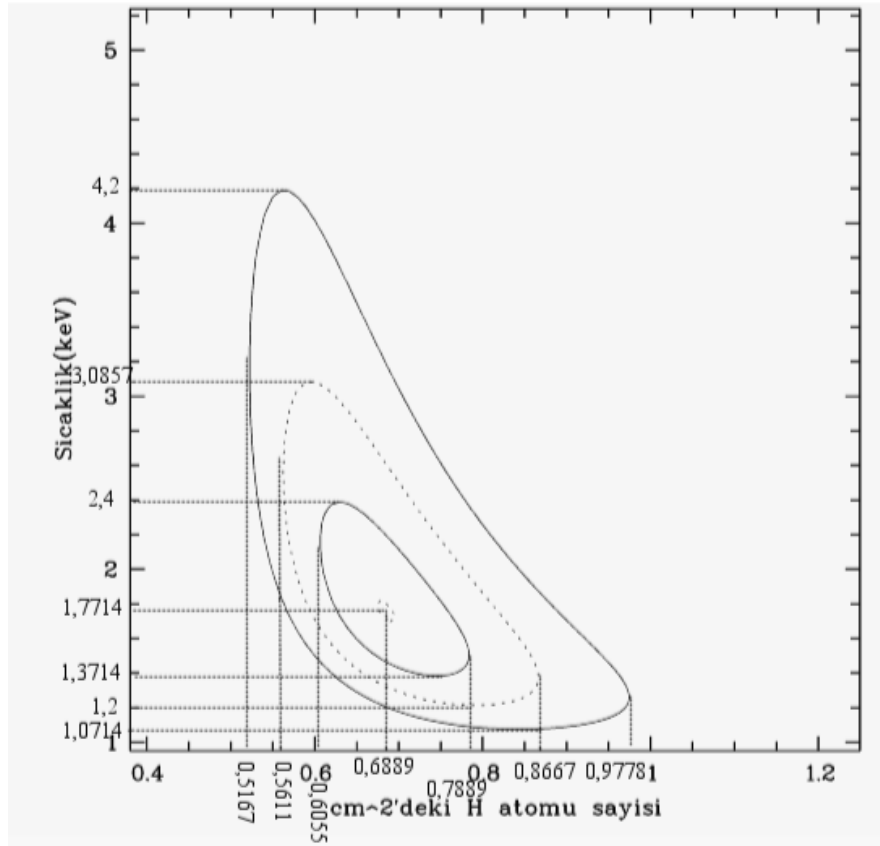
sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $1.771 + 0.629 / -0.400$ keV,

% 95.45 güven aralığında $1.771 + 1.315 / -0.571$ keV,

% 99.73 güven aralığında $1.771 + 2.429 / -0.700$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: AB Dra yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Emisyon Ölçümü

AB Dra yıldızının bilinen uzaklığı $D = 350 \text{ pc} [4] = 350 \times 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$ olduğu göz önünde bulundurularak, Raymond – Smith modelinden hesaplanan normalize edilmiş genlik değeri $A = 3.23 \times 10^{-3} \pm 3.86 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5}$ genel emisyon ölçümü formülü (3.7)'de yerine konulursa, emisyon ölçümünün $E\ddot{O} = 4.48 \times 10^{54} \text{ cm}^{-3}$ olduğu görülür.

Foton ve Enerji Akısı

Yapılan analizlerin sonucunda AB Dra yıldızının güç kanunu modelinden elde edilen foton akısı $= 9.972 \times 10^{-03} \text{ foton/cm}^2/\text{s}$ ve enerji akısı $= 3.397 \times 10^{-03} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ veya $5.443 \times 10^{-12} \text{ erg/cm}^2/\text{s}$ bulunmuştur.

Sayım Oranı

Yapılan analizlerin sonucunda AB Dra yıldızının güç kanunu modelinden elde edilen sayım oranı $= 0.9150 \text{ sayı/s}$ bulunmuştur.

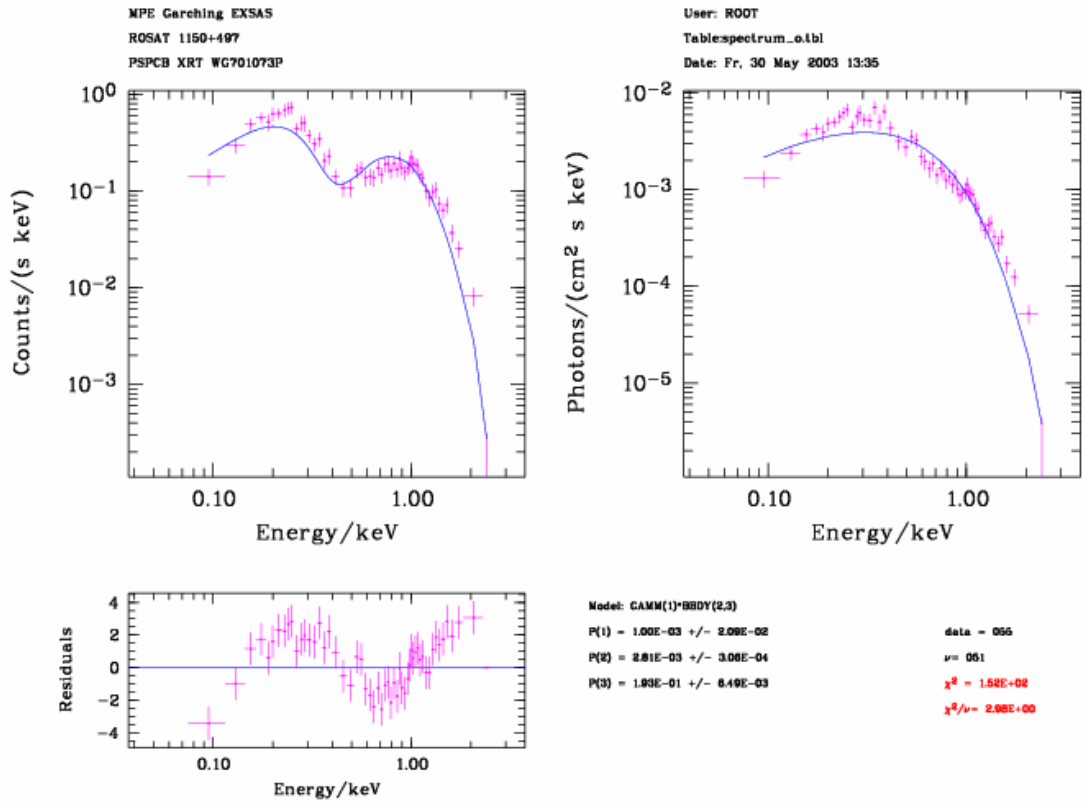
4.1.2. BC UMa

HEASARC veri tabanından [3], ROSAT uydusunun PSPC filtresiyle alınmış BC UMa yıldızının rp701073n00 numaralı gözlemi alınmıştır. 49.7 EXT_ML (< 50) değeriyle bir nokta kaynak olduğu tespit edilmiş ve uygun komutlar kullanılarak analiz edilmiştir (bk. Ek – A). Ayrıca yıldızın uzaysal analizi için Ek – D.2’ye bakınız.

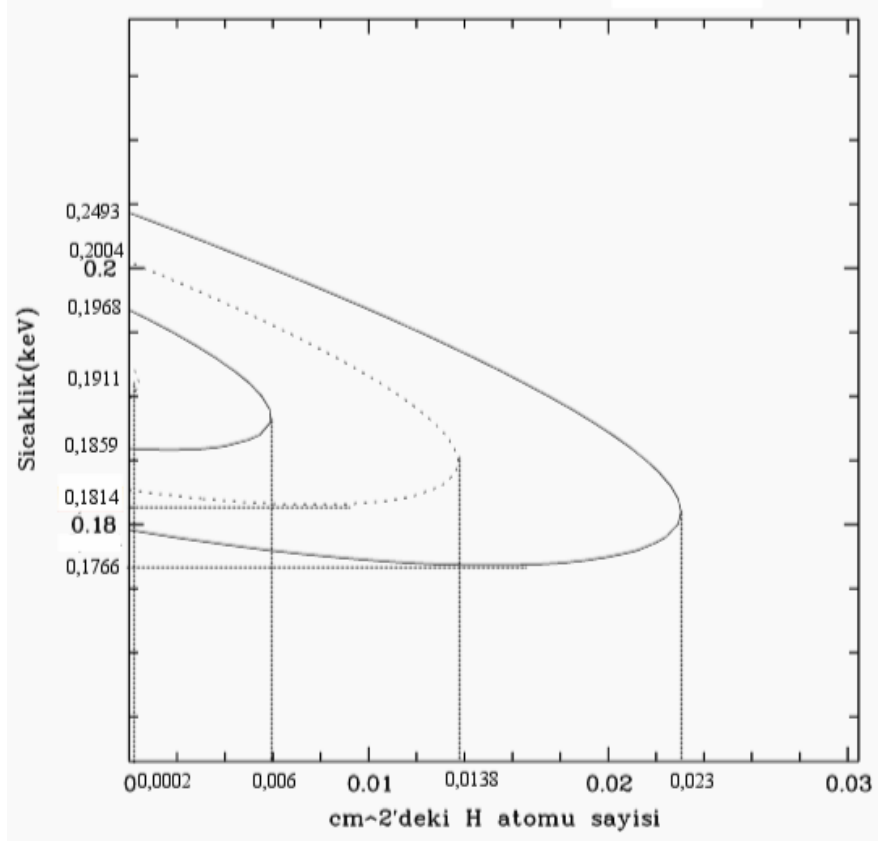
Karacisim Modeli Uyumluluk Analizi

Karacisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 152 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 2.98 olarak bulunmuştur (Şekil 4.11).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0209 \times 10^{21}$ H.atom / cm², foton akısı değeri $2.81 \times 10^{-3} \pm 3.06 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.193 \pm 0.00649$ keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.11: BC UMa yıldızının karacisim modeline göre uyumluluk analizi.



Şekil 4.12: BC UMa yıldızının karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 151.2 indirgenmiş χ^2 değeri ise 2.965 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.0002 + 0.0058 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 95.45 güven aralığında $0.0002 + 0.0136 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 99.73 güven aralığında $0.0002 + 0.0228 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $0.1911 + 0.0057 / -0.0052$ keV,

% 95.45 güven aralığında $0.1911 + 0.0093 / -0.0097$ keV,

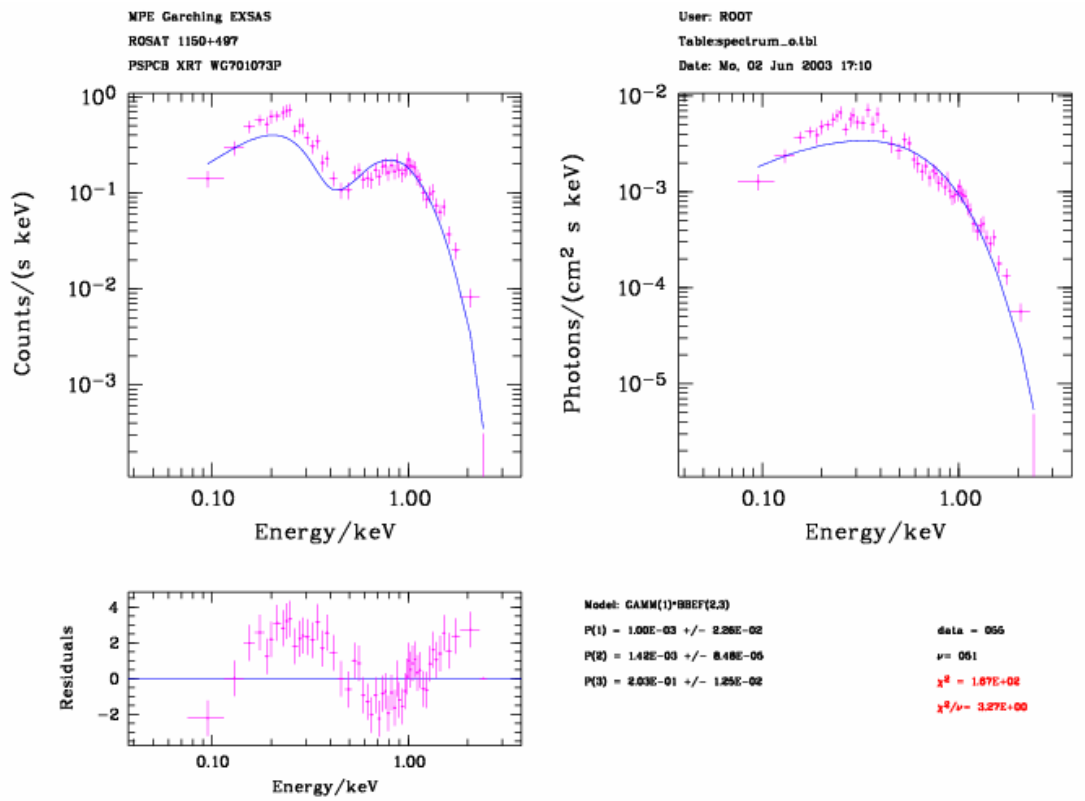
% 99.73 güven aralığında $0.1911 + 0.0582 / -0.0145$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.12).

Enerji Akısına İndirgenmiş Karacisim Modeli Uyumluluk Analizi

Karacisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 167 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 3.27 olarak bulunmuştur (Şekil 4.13).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0226 \times 10^{21}$ H.atom / cm², enerji akısı değeri $1.42 \times 10^{-3} \pm 8.48 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.203 \pm 0.0125$ keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.13: BC UMA yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre uyumluluk analizi.

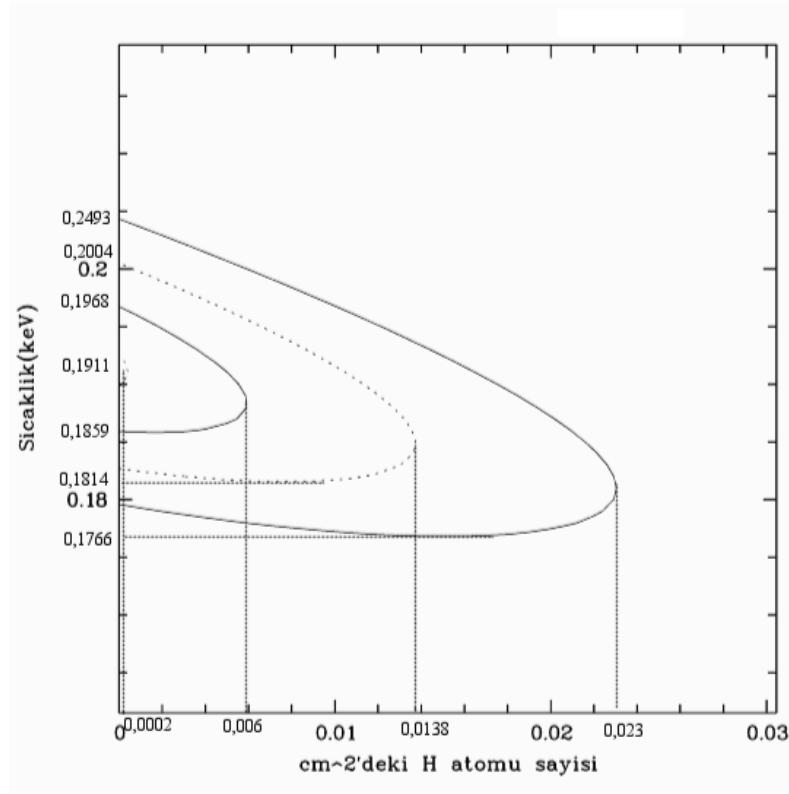
Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 151.2 indirgenmiş χ^2 değeri ise 2.965 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.0002 + 0.0058 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,
 % 95.45 güven aralığında $0.0002 + 0.0136 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,
 % 99.73 güven aralığında $0.0002 + 0.0228 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $0.1911 + 0.0057 / -0.0052$ keV,
 % 95.45 güven aralığında $0.1911 + 0.0093 / -0.0097$ keV,
 % 99.73 güven aralığında $0.1911 + 0.0582 / -0.0145$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.14).

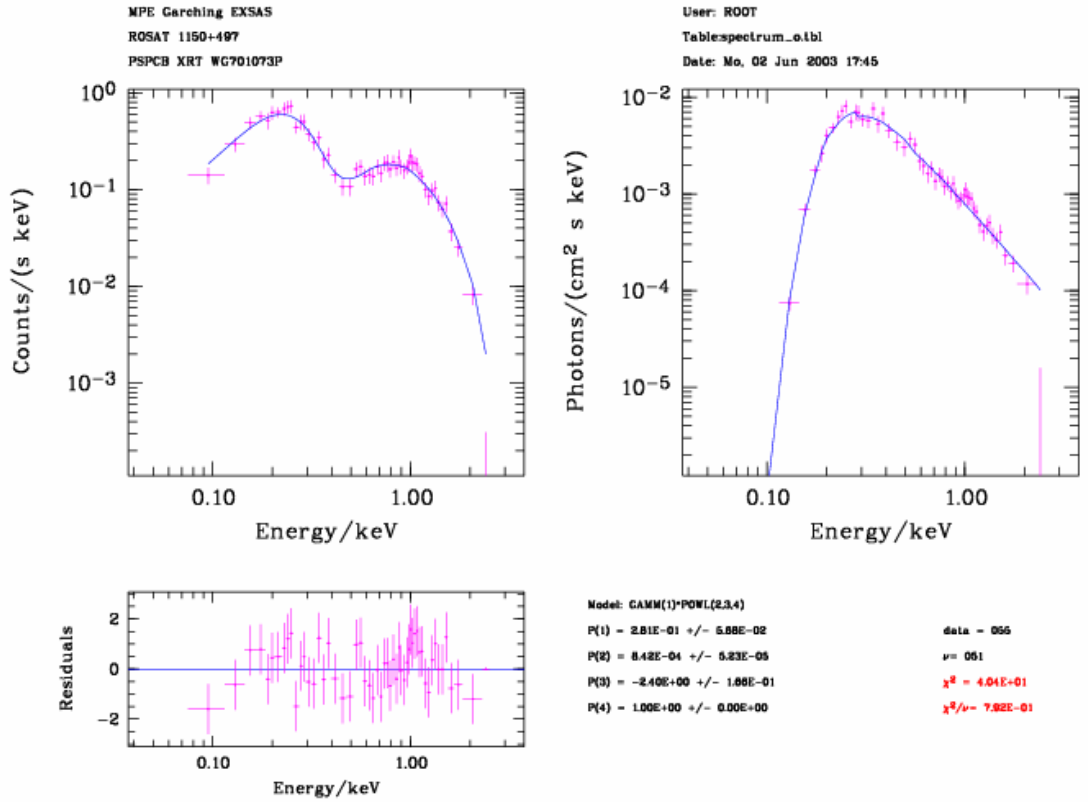


Şekil 4.14: BC UMa yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Güç Kanunu Modeli Uyumluluk Analizi

Güç kanunu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 40.4 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.792 olarak bulunmuştur (Şekil 4.15).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.281 \pm 0.0568 \times 10^{21}$ H.atom / cm², E₀ referans enerjisindeki akı genliği değeri $A = 8.42 \times 10^{-4} \pm 5.23 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -2.40 \pm 0.166$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.15: BC UMa yıldızının güç kanunu modeline göre uyumluluk analizi.

Foton indeksi ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 40.41, indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.7923 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.282 +0.043 / -0.042 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

% 95.45 güven aralığında $0.282 +0.072 / -0.067 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

% 99.73 güven aralığında $0.282 +0.103 / -0.090 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

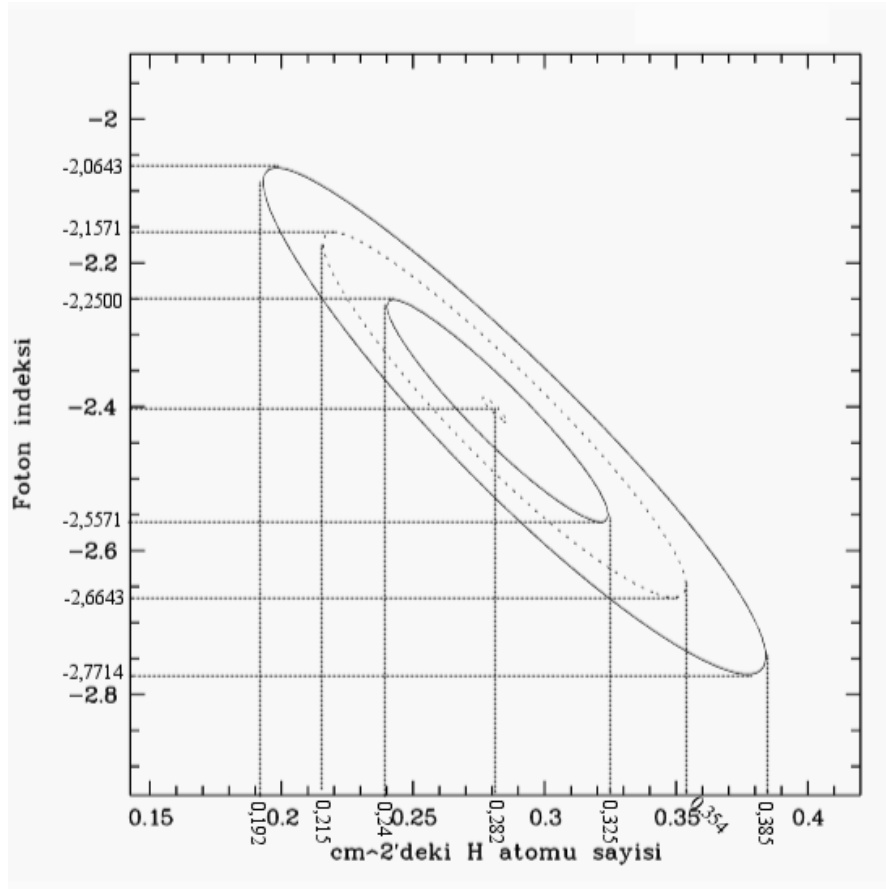
foton indeksi değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $-2.40 + 0.150 / -0.157$,

% 95.45 güven aralığında $-2.40 + 0.243 / -0.264$,

% 99.73 güven aralığında $-2.40 + 0.391 / -0.442$,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.16).

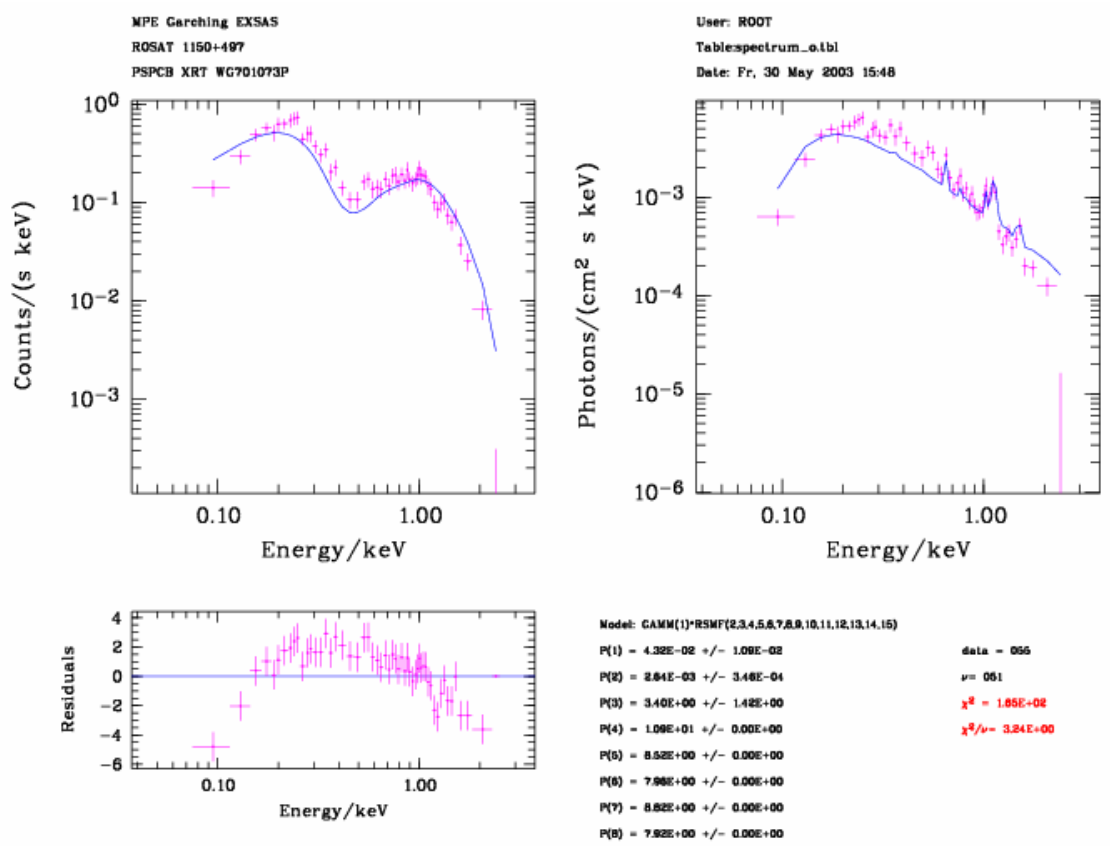


Şekil 4.16: BC UMa yıldızının güç kanunu modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Raymond – Smith Modeli

Raymond – Smith modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 165 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 3.24 olarak bulunmuştur (Şekil 4.17).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0432 \pm 0.0109 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 , normalize edilmiş genlik değeri $2.64 \times 10^{-3} \pm 3.46 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.4 \pm 1.42 \text{ keV}$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.17: BC UMa yıldızının Raymond – Smith modeline göre uyumluluk analizi.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 165 indirgenmiş χ^2 değeri ise 3.24 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.043 +0.008 / -0.007 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 95.45 güven aralığında $0.043 +0.014 / -0.012 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 99.73 güven aralığında $0.043 + 0.020 / -0.016 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

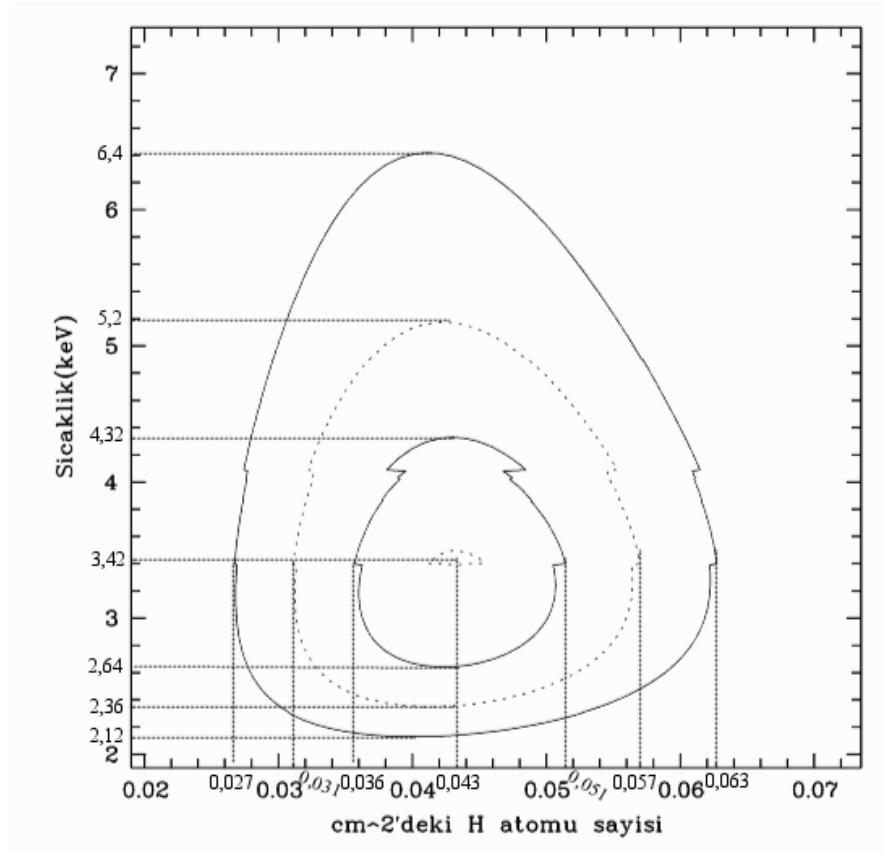
sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $3.42 + 0.09 / -0.78$ keV,

% 95.45 güven aralığında $3.42 + 1.78 / -1.06$ keV,

% 99.73 güven aralığında $3.42 + 2.98 / -1.30$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.18).

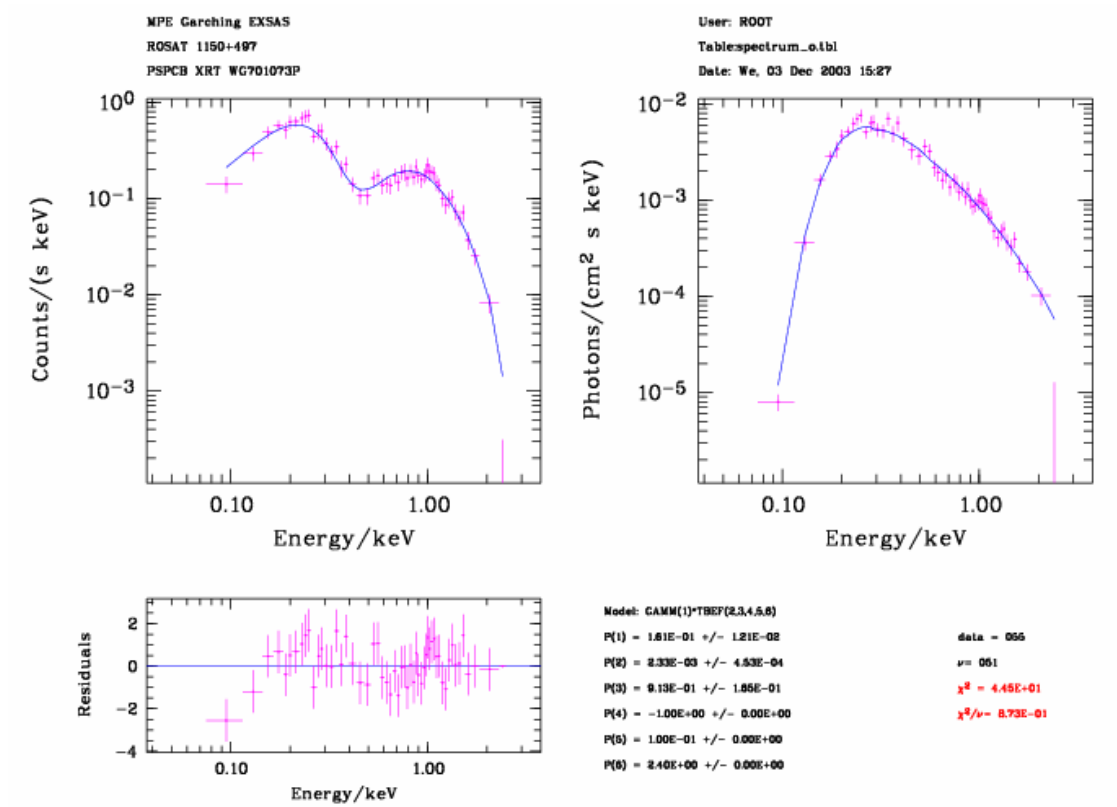


Şekil 4.18: BC UMa yıldızının Raymond – Smith modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Isısal Bremsstrahlung Modeli Uyumluluk Analizi

Isısal bremsstrahlung modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 44,5 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.873 olarak bulunmuştur (Şekil 4.19).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.161 \pm 0.0121 \times 10^{21}$ H.atom / cm², [E₁ ve E₂ aralığında] enerji akısı genlik değeri $2.33 \times 10^{-3} \pm 4.53 \times 10^{-4}$ keV/cm²/s ve sıcaklık değeri T = 0.913 ± 0.165 keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.19: BC UMa yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre uyumluluk analizi.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 44.52, indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.8729 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.161 +0.024 / -0.022 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

% 95.45 güven aralığında $0.161 +0.040 / -0.035 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

% 99.73 güven aralığında $0.161 +0.056 / -0.047 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

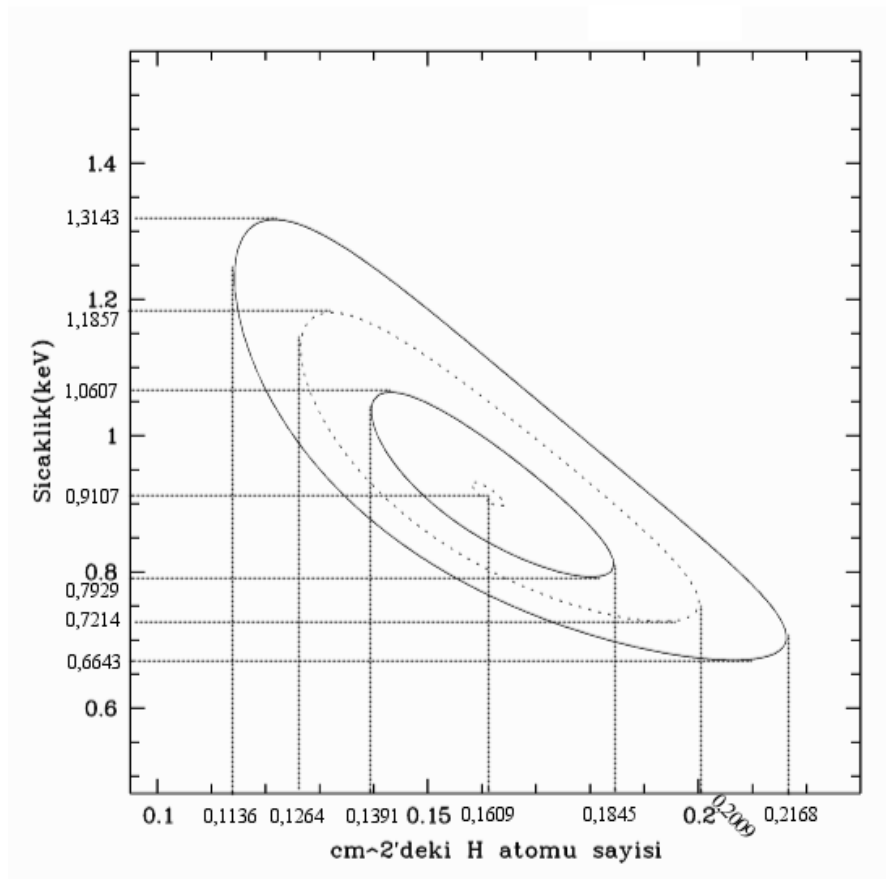
sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $0.911 +0.150 / -0.118$ keV,

% 95.45 güven aralığında $0.911 +0.275 / -0.190$ keV,

% 99.73 güven aralığında $0.911 +0.403 / -0.247$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.20).



Şekil 4.20: BC UMa yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Emisyon Ölçümü

BC UMa yıldızının uzaklığı Mukai ve diğ. [32] tarafından % 50 sistematik hatayla 265 pc bulunmuştur. $D = 265 \text{ pc} = 265 \times 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$ olduğu göz önünde bulundurularak, Raymond – Smith modelinden hesaplanan normalize edilmiş genlik değeri $A = 2.64 \times 10^{-3} \pm 3.46 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5}$ genel emisyon ölçümü formülü (3.7)'de yerine konulursa, emisyon ölçümünün $E\ddot{O} = 2.24 \times 10^{54} \text{ cm}^{-3}$ olduğu görülür.

Foton ve Enerji Akısı

Yapılan analizlerin sonucunda BC UMa yıldızının güç kanunu modelinden elde edilen foton akısı $= 1.498 \times 10^{-02} \text{ foton/cm}^2/\text{s}$ ve enerji akısı $= 3.813 \times 10^{-03} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ veya $6.109 \times 10^{-12} \text{ erg/cm}^2/\text{s}$ bulunmuştur.

Sayım Oranı

Yapılan analizlerin sonucunda BC UMa yıldızının güç kanunu modelinden elde edilen sayım oranı $= 1.269 \text{ sayı/s}$ bulunmuştur.

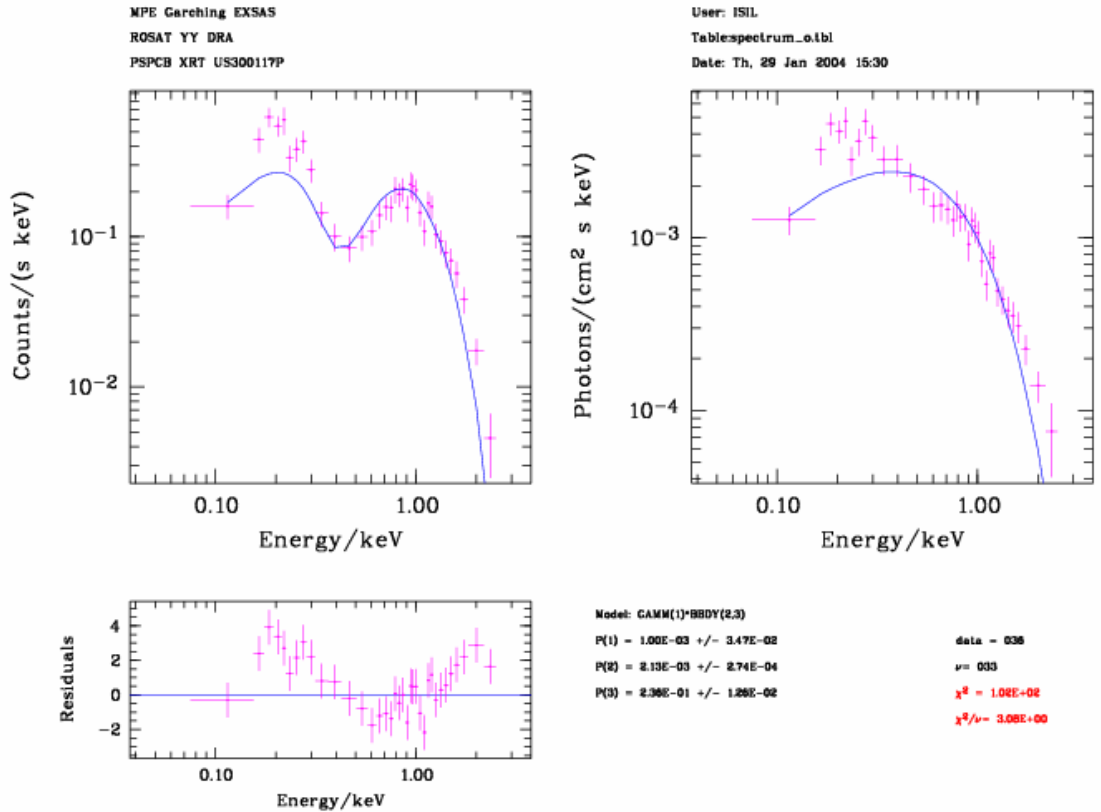
4.1.3. YY Dra

HEASARC veri tabanından [3], ROSAT uydusunun PSPC filtresiyle alınmış YY Dra yıldızının rp300117n00 numaralı gözlemi alınmıştır. 90.8 EXT_ML (> 50) değeriyle bir geniş kaynak olduğu tespit edilmiş ve uygun komutlar kullanılarak analiz edilmiştir (bk. Ek – B). Ayrıca yıldızın uzaysal analizi için Ek – D.3’e bakınız.

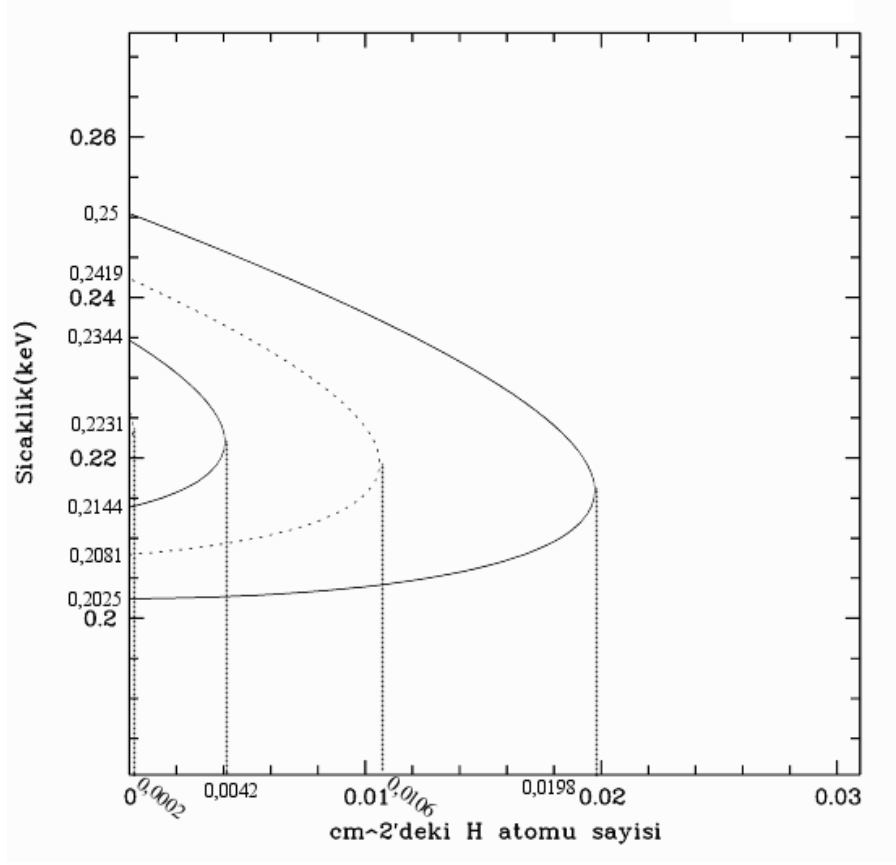
Karacisim Modeli Uyumluluk Analizi

Karacisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 102 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 3.08 olarak bulunmuştur (Şekil 4.21).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0347 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 , foton akısı değeri $2.13 \times 10^{-3} \pm 2.74 \times 10^{-4}$ foton/ cm^2/s ve sıcaklık değeri $T = 0.236 \pm 0.0126$ keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.21: YY Dra yıldızının karacisim modeline göre uyumluluk analizi.



Şekil 4.22: YY Dra yıldızının karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 96.7 indirgenmiş χ^2 değeri ise 2.930 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.0002 + 0.0040 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 95.45 güven aralığında $0.0002 + 0.0104 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 99.73 güven aralığında $0.0002 + 0.0196 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $0.2231 + 0.1130 / -0.0087$ keV,

% 95.45 güven aralığında $0.2231 + 0.0188 / -0.0150$ keV,

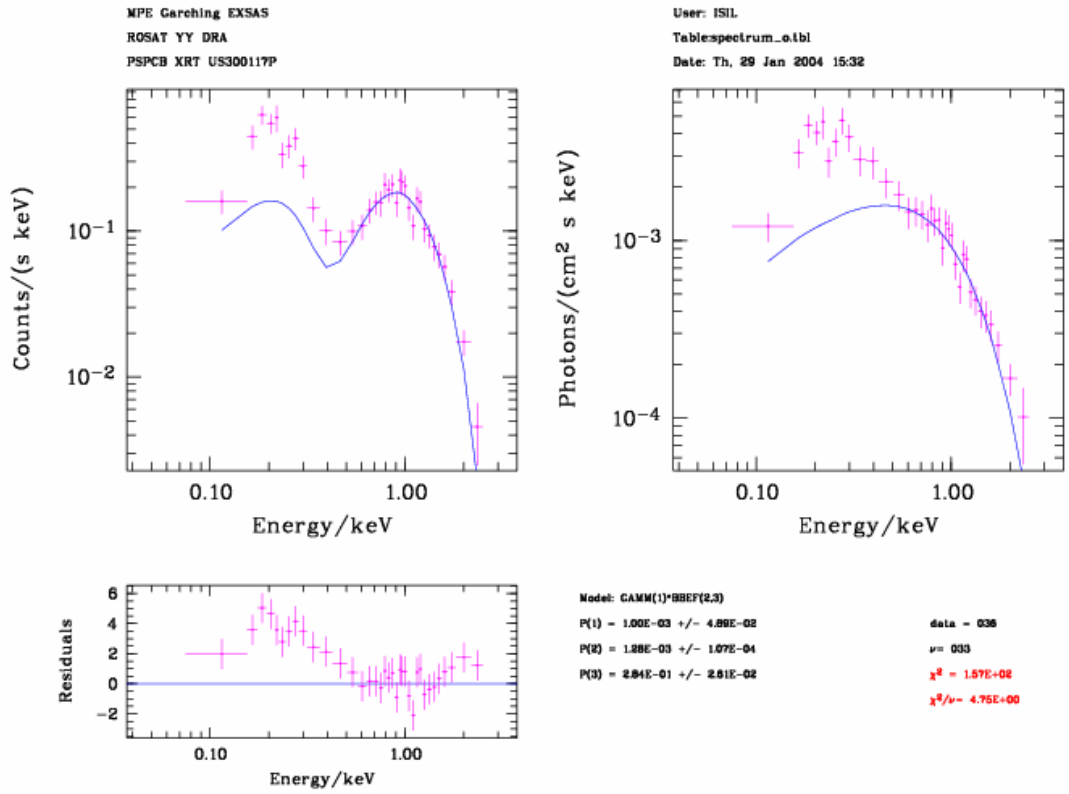
% 99.73 güven aralığında $0.2231 +0.0269 / -0.0206$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.22).

Enerji Akısına İndirgenmiş Karacisim Modeli Uyumluluk Analizi

Karacisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 157 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 4.75 olarak bulunmuştur (Şekil 4.23).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0489 \times 10^{21}$ H.atom / cm², enerji akısı değeri $1.28 \times 10^{-3} \pm 1.07 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.284 \pm 0.0261$ keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.23: YY Dra yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre uyumluluk analizi.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 96.7 indirgenmiş χ^2 değeri ise 2.930 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon

yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.0002 + 0.0038 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 95.45 güven aralığında $0.0002 + 0.0104 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 99.73 güven aralığında $0.0002 + 0.0196 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

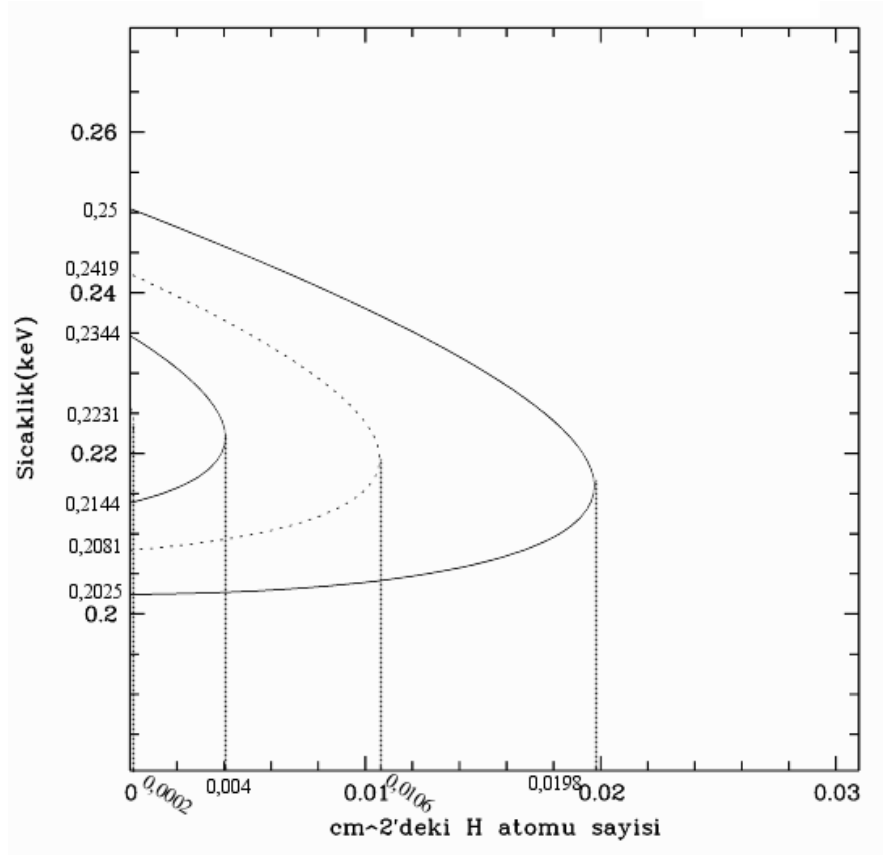
sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $0.2231 + 0.0113 / -0.0087$ keV,

% 95.45 güven aralığında $0.2231 + 0.0188 / -0.0150$ keV,

% 99.73 güven aralığında $0.2231 + 0.0269 / -0.0206$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.24).

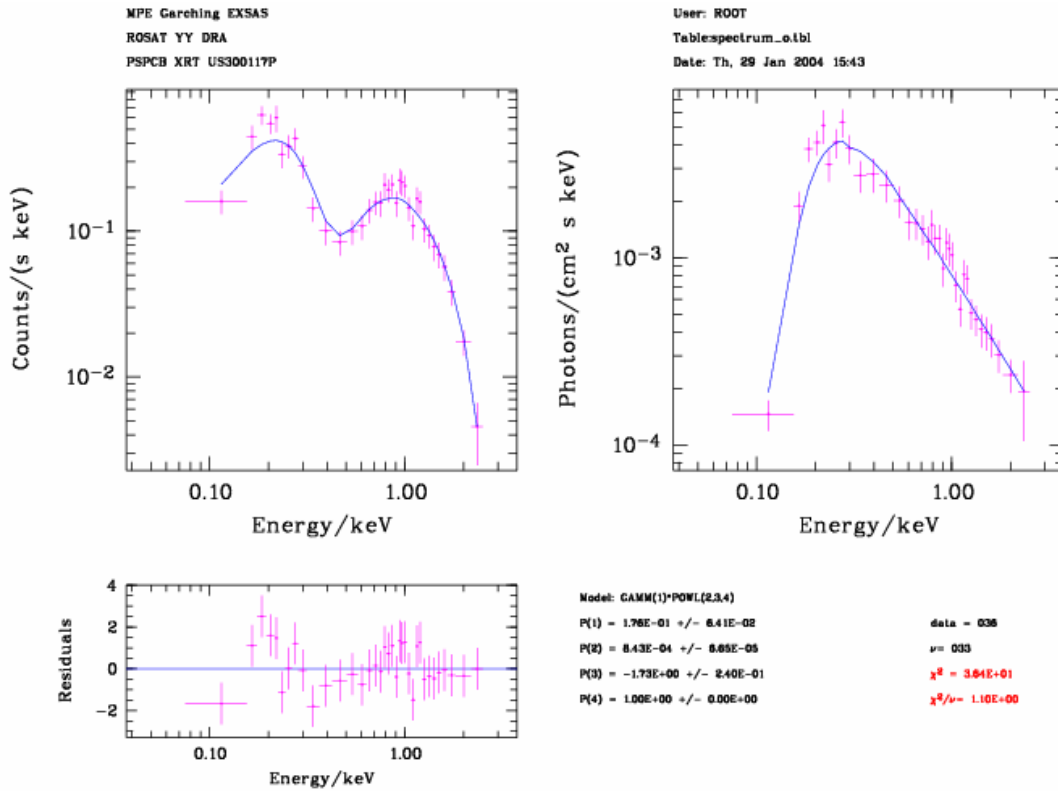


Şekil 4.24: YY Dra yıldızının enerji akısına indirgenmiş karacisim modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Güç Kanunu Modeli Uyumluluk Analizi

Güç kanunu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 36.4 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.1 olarak bulunmuştur (Şekil 4.25).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.176 \pm 0.0641 \times 10^{21}$ H.atom / cm², E₀ referans enerjisindeki akı genliği değeri $A = 8.43 \times 10^{-4} \pm 6.65 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.73 \pm 0.240$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.25: YY Dra yıldızının güç kanunu modeline göre uyumluluk analizi.

Foton indeksi ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 36.39, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.103 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.176 +0.052 / -0.048 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

% 95.45 güven aralığında $0.176 +0.088 / -0.074 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

% 99.73 güven aralığında $0.176 +0.126 / -0.098 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

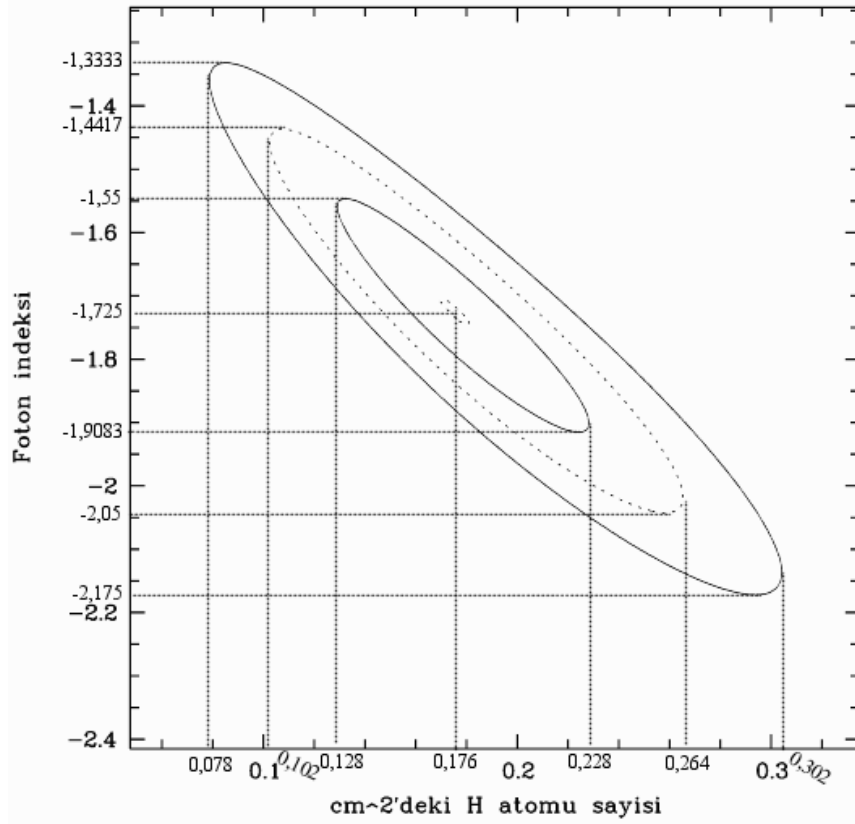
foton indeksi değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $-1.73 +0.180 / -0.178$,

% 95.45 güven aralığında $-1.73 +0.288 / -0.320$,

% 99.73 güven aralığında $-1.73 +0.397 / -0.445$,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.26).

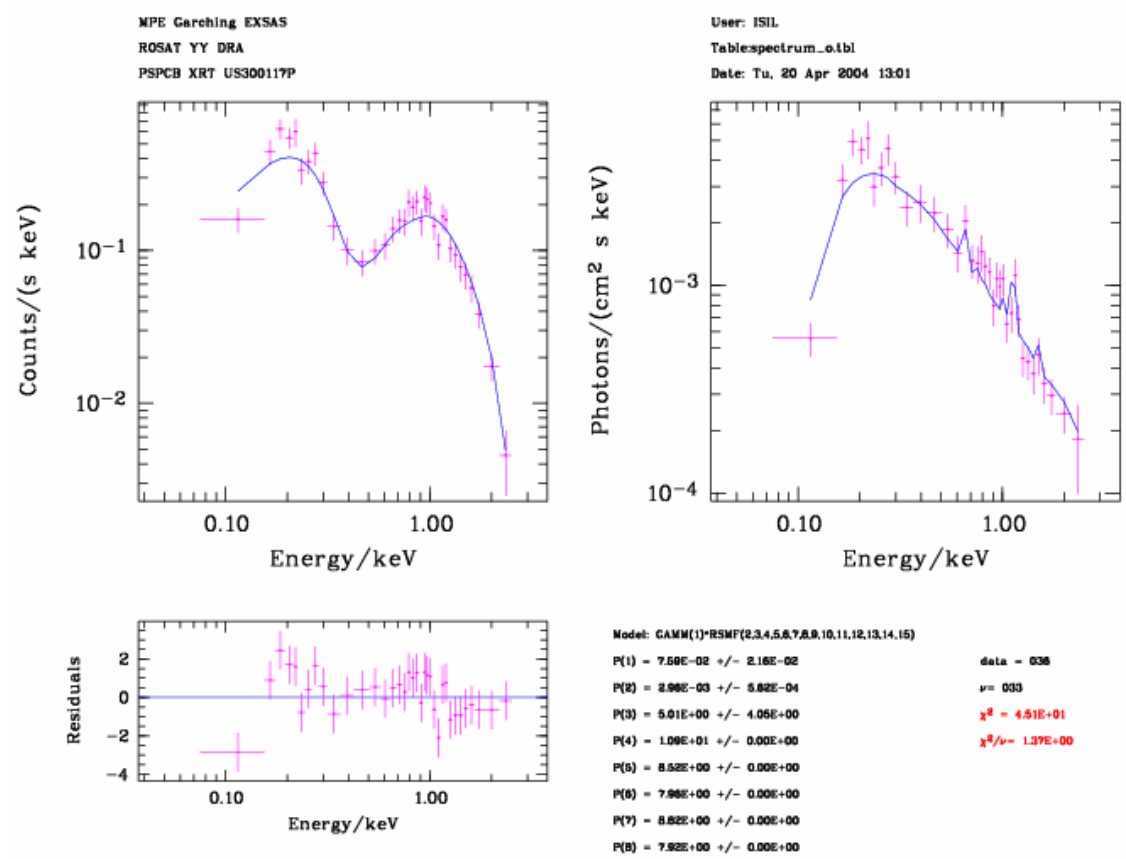


Şekil 4.26: YY Dra yıldızının güç kanunu modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Raymond – Smith Modeli

Raymond – Smith modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 45.1 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.37 olarak bulunmuştur (Şekil 4.27).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0759 \pm 0.0216 \times 10^{21}$ H.atom / cm², normalize edilmiş genlik değeri $2.96 \times 10^{-3} \pm 5.62 \times 10^{-4}$ cm⁻⁵ ve sıcaklık değeri $T = 5.01 \pm 4.05$ keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.27: YY Dra yıldızının Raymond – Smith modeline göre uyumluluk analizi.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 45.1, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.37 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.076 + 0.015 / - 0.014 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

% 95.45 güven aralığında $0.076 + 0.025 / - 0.017 \times 10^{21}$ H.atom / cm²,

% 99.73 güven aralığında $0.076 + 0.036 / -0.031 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

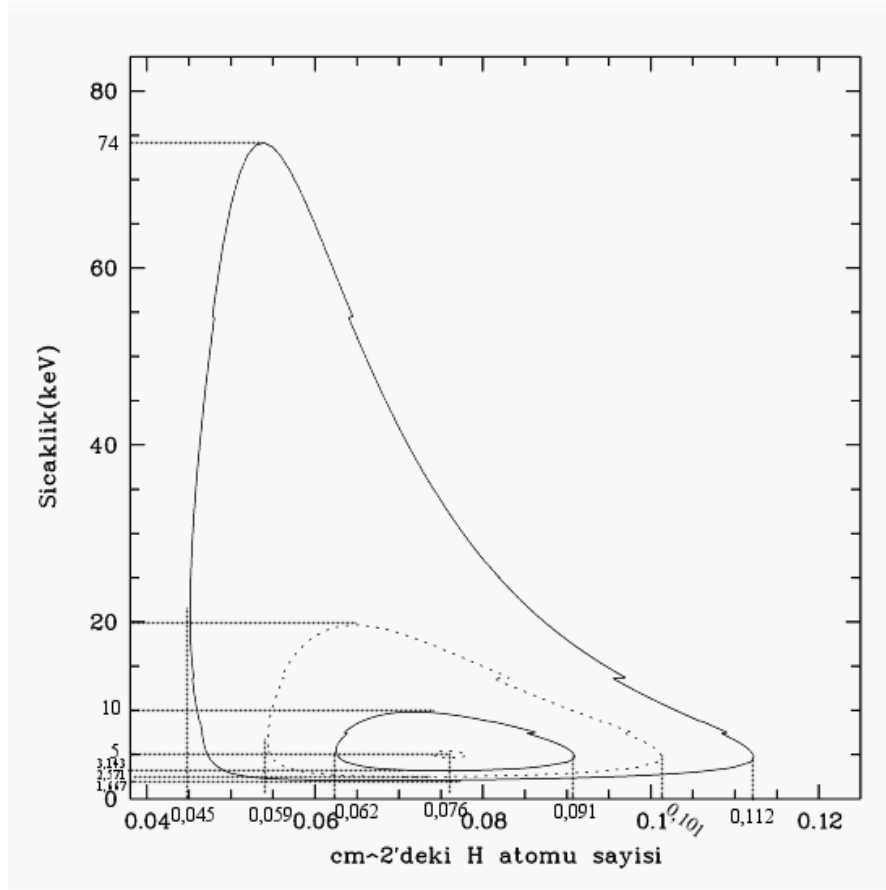
sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $5 + 5 / -1.86$ keV,

% 95.45 güven aralığında $5 + 15 / -2.43$ keV,

% 99.73 güven aralığında $5 + 69 / -3.33$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.28).

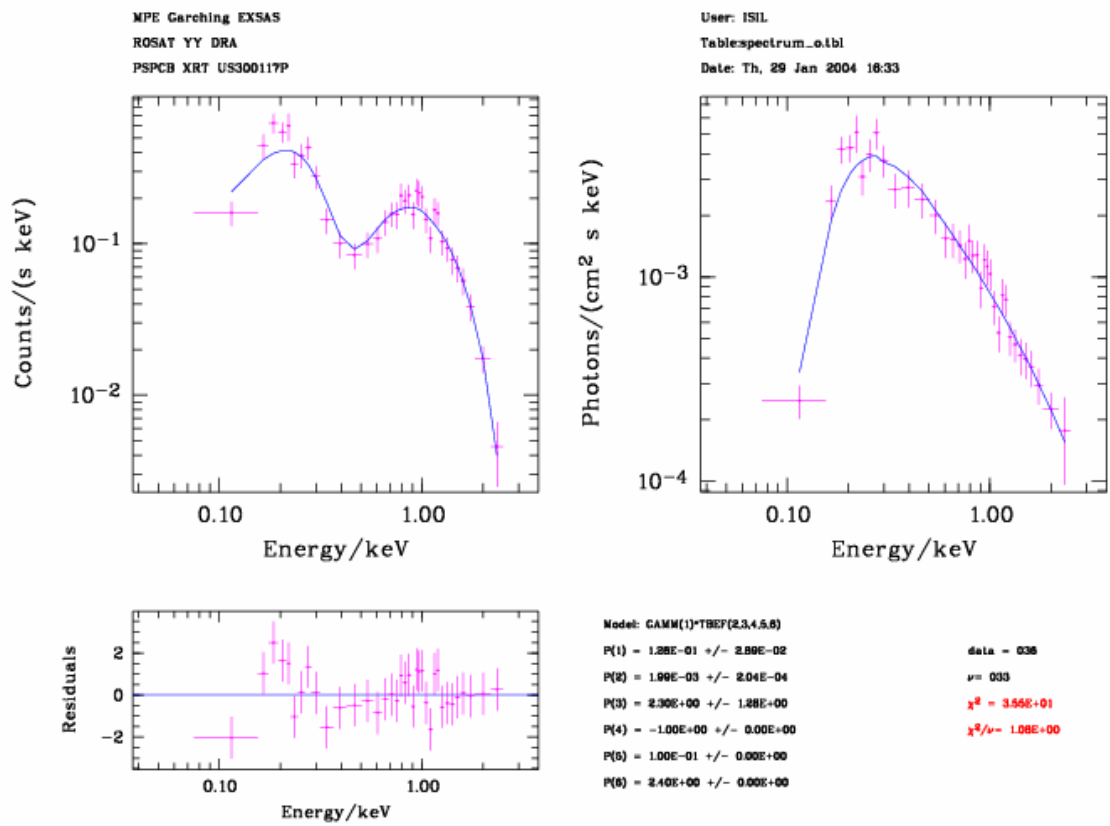


Şekil 4.28: YY Dra yıldızının Raymond – Smith modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Isısal Bremsstrahlung Modeli Uyumluluk Analizi

Isısal bremsstrahlung modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 35.5 ve indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.08 olarak bulunmuştur (Şekil 4.29).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.128 \pm 0.0289 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 , $[E_1$ ve E_2 aralığında] enerji akısı genlik değeri $1.99 \times 10^{-3} \pm 2.04 \times 10^{-4}$ keV/ cm^2/s ve sıcaklık değeri $T = 2.30 \pm 1.28$ keV olarak bulunmuştur.



Şekil 4.29: YY Dra yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre uyumluluk analizi.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 35.55, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.077 olarak bulunmuştur. Güvenilirlik derecesi ile birlikte hidrojen kolon yoğunluğu değerlerinin;

% 68.33 güven aralığında $0.129 +0.031 / -0.030 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 95.45 güven aralığında $0.129 +0.052 / -0.048 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

% 99.73 güven aralığında $0.129 + 0.075 / - 0.065 \times 10^{21}$ H.atom / cm^2 ,

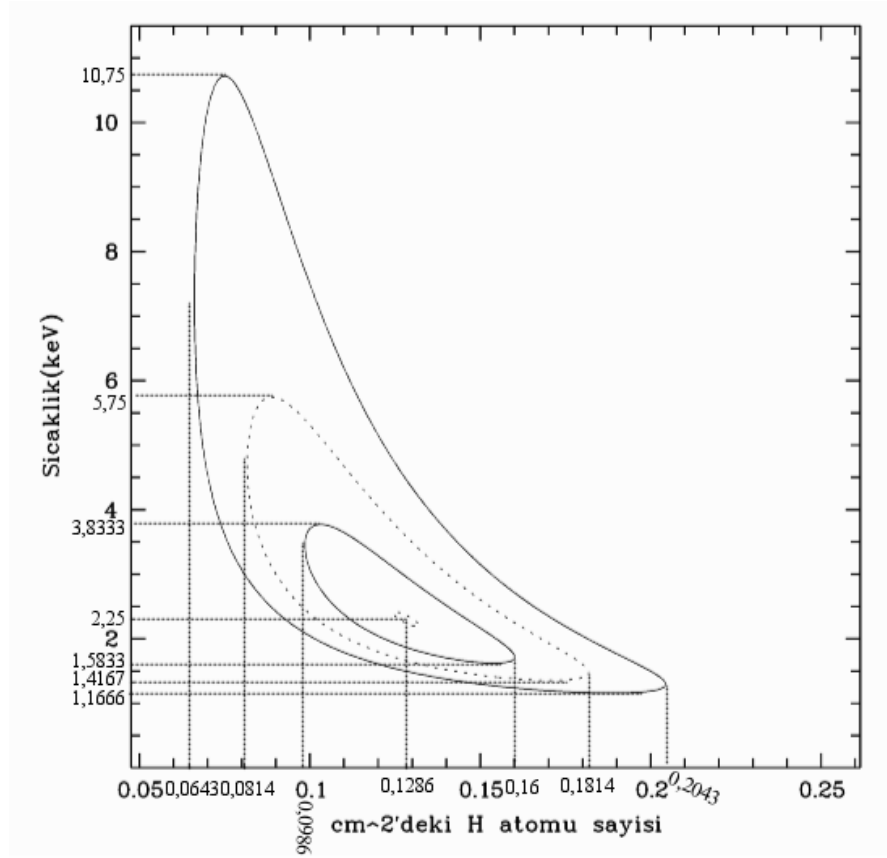
sıcaklık değerlerinin ise;

% 68.33 güven aralığında $2.25 + 1.583 / - 0.667$ keV,

% 95.45 güven aralığında $2.25 + 3.500 / - 0.833$ keV,

% 99.73 güven aralığında $2.25 + 8.500 / - 1.083$ keV,

olduğu bulunmuştur (Şekil 4.30).



Şekil 4.30: YY Dra yıldızının ısısal bremsstrahlung modeline göre χ^2 testi sonuçları.

Emisyon Ölçümü

YY Dra yıldızının bilinen uzaklığı $D = 155 \text{ pc} [6] = 155 \times 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$ olduğu göz önünde bulundurularak, Raymond – Smith modelinden hesaplanan normalize edilmiş genlik değeri $A = 2.96 \times 10^{-3} \pm 5.62 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5}$ genel emisyon ölçümü formülü (3.7)'de yerine konulursa emisyon ölçümünün $E\ddot{O} = 8.59 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$ olduğu görülür.

Foton ve Enerji Akısı

Yapılan analizlerin sonucunda YY Dra yıldızının güç kanunu modelinden elde edilen foton akısı $= 5.565 \times 10^{-03} \text{ foton/cm}^2/\text{s}$ ve enerji akısı $= 2.274 \times 10^{-03} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ veya $3.644 \times 10^{-12} \text{ erg/cm}^2/\text{s}$ bulunmuştur.

Sayım Oranı

Yapılan analizlerin sonucunda YY Dra yıldızının güç kanunu modelinden elde edilen sayım oranı $= 0.5329 \text{ sayı/s}$ bulunmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışmasında, kataklismik değişen yıldızların, cüce novalar sınıfından Z Cam, SU UMa ve U Gem tipi alt sınıflarından, AB Dra, BC UMa ve YY Dra yıldızlarının ROSAT uydusundan alınan x-ışın verilerinin tayfsal analizi beş model çerçevesinde değerlendirilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

AB Dra yıldızı için değerlendirilen modeller içinde 1.1228 uyumluluk değeri ile Raymond – Smith modelinin ve 0.8772 uyumluluk değeri ile karacisim modelinin uygun sonucu veren modeller olduğu görülmüştür (Tablo 5.1). Ancak AAVSO'dan [30] alınan verilere göre AB Dra'nın tayfin alındığı zamanda patlamaya çıkış ve patlamadan iniş evresinde olduğu da göz önüne alınınca ve sınır tabakası modeline göre sakin evrede x-ışınlarının optik ince ve sıcak bir plazmadan yayınlanması beklendiği için Raymond – Smith modelinin daha iyi olduğu düşünülmüştür. Buna göre AB Dra yıldızının hidrojen kolon yoğunluğu $0.509_{-0.067}^{+0.093} \times 10^{21}$ H.atom / cm² ve sıcaklık değeri $T = 3.5_{-1.357}^{+3.500}$ keV'dir. Ayrıca AB Dra yıldızı için emisyon ölçümü değerinin 4.48×10^{54} cm⁻³ olduğu bulunmuştur. Altan [33] yaptığı çalışmada AB Dra yıldızının ROSAT verisini kullanmış ve en uygun modelin Raymond – Smith modeli olduğunu belirlemiştir. Bu model sonucunda bulduğu hidrojen kolon yoğunluğu $0.51_{-0.068}^{+0.091} \times 10^{21}$ H.atom / cm² ve sıcaklık değeri $T = 3.78_{-1.53}^{+3.42}$ keV'dir. Vrtilek ve diğ. [34] yaptıkları çalışmada AB Dra yıldızının ROSAT verisini kullanmışlar ve Raymond – Smith modeline göre hidrojen kolon yoğunluğunu 5.8×10^{20} cm⁻² ve sıcaklığı 2.4 keV bulmuşlardır.

Bununla birlikte AB Dra yıldızına uygulanan diğer modeller de uygunluk açısından kabul edilebilir değerler içindedirler. Tablo 5.1'de AB Dra'nın bütün modellerden elde edilen sonuçları verilmektedir. Bu modellerden ısısal bremsstrahlung modeli Altan [33], Richman [18] ve Vrtilek ve diğ. [34]'nin AB Dra yıldızının ROSAT verisini kullanarak yaptıkları çalışmalarıyla uyumludur. Richman [18] yaptığı çalışmada $6.3 \pm 0.8 \times 10^{20}$

cm^{-2} hidrojen kolon yoğunluğu ve 2.0 ± 0.6 keV bremsstrahlung sıcaklığı, Vrtilek ve diğ. [34] yaptıkları çalışmada ısısal bremsstrahlung modeline göre hidrojen kolon yoğunluğunu $7.9 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ ve sıcaklığı 1.5 keV, Altan [33] yaptığı çalışmada hidrojen kolon yoğunluğunu $0.6840 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$ ve sıcaklığı 1.77 keV hesaplamıştır.

Vrtilek ve diğ. [34] güç kanunu modeline göre hidrojen kolon yoğunluğunu $9.4 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$, foton indeksini -2.1, Altan [33] güç kanunu modeline göre hidrojen kolon yoğunluğunu $0.82 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$, foton indeksini -1.99 hesaplamıştır. Bu sonuçlar da, bu tez çalışmasında yapılan güç kanunu modelinin sonuçlarıyla uyumludur (Tablo 5.1).

Tablo 5.1: AB Dra'nın tayfsal analiz sonuçları.

Model	χ^2/ν	$N_{\text{H}} (\times 10^{21} \text{ H.atom} / \text{cm}^2)^{\text{a}}$	kT (keV) ^a	Akı ($\times 10^{-12} \text{ erg/cm}^2/\text{s}$) ^b	Foton İndeksi ^a	EÖ ($\times 10^{54} \text{ cm}^{-3}$)
Karacisim	0.8772	$0.2422^{+0.1222}_{-0.0844}$	$0.3007^{+0.0308}_{-0.0284}$			
Enerji Akısına İndirgenmiş Karacisim	0.8772	$0.2425^{+0.1225}_{-0.0850}$	$0.3008^{+0.0317}_{-0.0275}$			
Güç Kanunu	0.8367	$0.811^{+0.2444}_{-0.1666}$		5.443	$-1.96^{+0.287}_{-0.317}$	
Raymond - Smith	1.1228	$0.509^{+0.093}_{-0.067}$	$3.5^{+3.500}_{-1.357}$			4.48
Isısal Bremsstrahlung	0.7717	$0.689^{+0.178}_{-0.128}$	$1.771^{+1.315}_{-0.571}$			

^a Hata miktarları %95.45 güvenilirlik seviyesinde verilmiştir.

^b 0.1 – 2.4 keV enerji aralığı alınmıştır.

X-ışınlarında çok az çalışılan BC UMa yıldızı için değerlendirilen modeller içinde 0.8729 uyumluluk değeri ile ısısal bremsstrahlung modelinin en uygun sonucu veren model olduğu görülmüştür [Tablo 5.2]. Buna göre BC UMa yıldızının hidrojen kolon yoğunluğu $0.161^{+0.040}_{-0.035} \times 10^{21} \text{ H.atom} / \text{cm}^2$, ve sıcaklık değeri $T = 0.911^{+0.275}_{-0.275}$ keV'dir. Ayrıca güç kanunu modelinin de uygunluk açısından kabul edilebilir olduğu ancak, karacisim ve Raymond – Smith modelleri kabul edilebilir sınırların dışında olduğundan, tayfi iyi temsil etmediği görülmüştür. BC UMa yıldızı için emisyon ölçümü değerinin

$2.24 \times 10^{54} \text{ cm}^{-3}$ olduğu bulunmuştur. BC UMa'nın bütün modellerden elde edilen sonuçları Tablo 5.2'de verilmektedir.

Tablo 5.2: BC UMa'nın tayfsal analiz sonuçları.

Model	χ^2/ν	$N_H (\times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2)^a$	$kT \text{ (keV)}^a$	Akı ($\times 10^{-12} \text{ erg/cm}^2/\text{s}$) ^b	Foton İndeksi ^a	$E\dot{O} (\times 10^{54} \text{ cm}^{-3})$
Karacisim	2.965	$0.0002^{+0.0136}_{-0.0002}$	$0.1911^{+0.0093}_{-0.0097}$			
Enerji Akısına İndirgenmiş Karacisim	2.965	$0.0002^{+0.0136}_{-0.0002}$	$0.1911^{+0.0093}_{-0.0097}$			
Güç Kanunu	0.7923	$0.282^{+0.072}_{-0.067}$		6.109	$-2.40^{+0.243}_{-0.264}$	
Raymond - Smith	3.24	$0.043^{+0.014}_{-0.012}$	$3.42^{+1.78}_{-1.06}$			2.24
Isısal Bremsstrahlung	0.8729	$0.161^{+0.040}_{-0.035}$	$0.911^{+0.275}_{-0.000}$			

^a Hata miktarları %95.45 güvenilirlik seviyesinde verilmiştir.

^b 0.1 – 2.4 keV enerji aralığı alınmıştır.

YY Dra yıldızı için değerlendirilen modeller içinde 1.077 uyumluluk değeri ile ısısal bremsstrahlung modelinin en uygun sonucu veren model olduğu görülmüştür [Tablo 5.3]. Buna göre YY Dra yıldızının hidrojen kolon yoğunluğu $0.129^{+0.052}_{-0.048} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2$, ve sıcaklık değeri $T = 2.25^{+3.500}_{-0.833} \text{ keV}$ 'dir. Bu sonuçlar hata miktarları içinde kalan farklılıklarla birlikte Richman [18] ile uyumludur. Richman [18] yaptığı çalışmada YY Dra yıldızının ROSAT verisini kullanmış ve $2.0 \pm 0.2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ hidrojen kolon yoğunluğu ile $1.5 \pm 0.2 \text{ keV}$ bremsstrahlung sıcaklığı hesaplamıştır.

Ayrıca YY Dra yıldızı için güç kanunu ve Raymond – Smith modellerinin de uygunluk açısından kabul edilebilir olduğu ancak karacisim modelinin tayfi iyi temsil etmediği görülmüştür. YY Dra yıldızı için emisyon ölçümü değerinin $8.59 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$ olduğu bulunmuştur. YY Dra'nın bütün modellerden elde edilen sonuçları Tablo 5.3'de verilmektedir.

Tablo 5.3: YY Dra'nın tayfsal analiz sonuçları.

Model	χ^2/ν	$N_H (\times 10^{21})$ H.atom / cm ² ^a	kT (keV) ^a	Akı ($\times 10^{-12}$) erg/cm ² /s ^b	Foton İndeksi ^a	EÖ ($\times 10^{54}$) cm ⁻³
Karacisim	2.930	0.0002 ^{+0.0104} ₋₋₋	0.2231 ^{+0.0188} _{-0.0150}			
Enerji Akısına İndirgenmiş Karacisim	2.930	0.0002 ^{+0.0104} ₋₋₋	0.2231 ^{+0.0188} _{-0.0150}			
Güç Kanunu	1.103	0.176 ^{+0.088} _{-0.074}		3.644	-1.73 ^{+0.288} _{-0.320}	
Raymond - Smith	1.37	0.076 ^{+0.025} _{-0.017}	5 ⁺¹⁵ _{-2.43}			0.859
Isısal Bremsstrahlung	1.077	0.129 ^{+0.052} _{-0.048}	2.25 ^{+3.500} _{-0.833}			

^a Hata miktarları %95.45 güvenilirlik seviyesinde verilmiştir.

^b 0.1 – 2.4 keV enerji aralığı alınmıştır.

Çalışılan yıldızların kaynak doğrultusundaki soğurucu maddenin kolon yoğunlukları, 10^{20} cm⁻² civarında çıkmıştır. Bu da soğurmanın yıldızlararası maddeden kaynaklandığını gösterir [1].

Manyetik olmayan kataklizmik değişenler için emisyon ölçümüyle *i* eğimi arasındaki ters bağıntıyı van Teeseling ve diğ. [35] 1996 yılındaki çalışmalarında ortaya koymuşlardır. Buna göre, yüksek yörünge eğimine sahip olan yıldızların düşük emisyon ölçümlerinin olması öngörülmektedir. Bu çalışmada eğimi bilinen tek yıldız YY Dra'nın (*i* ~ 45°) 0.859×10^{54} cm⁻³ olan emisyon ölçümünün beklenenden bir miktar düşük olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, AB Dra yıldızının Raymond - Smith ve BC UMA ve YY Dra yıldızlarının ısısal bremsstrahlung modeli ile iyi bir şekilde tanımlanabilmesi, yıldızların gözlem sırasında sakin evrede oldukları da göz önünde bulundurularak, x-ışınlarının sıcak ve optik olarak ince bir sınır tabakadan yayınlanmasını destekler. Sınır tabaka modeline göre sakin evredeki cüce novalardan 1 – 20 keV aralığında sert x-ışınları, patlama evresindeki cüce novalardan < 50 eV yumuşak x-ışınları beklenir [2]. Bulunan ısısal bremsstrahlung sıcaklıkları (1 – 2.5 keV), bu varsayım ile uyum içerisindedir.

KAYNAKLAR

1. ERACLEUS, M., HALPERN, J., PATTERSON, J., 1991, *X-Ray Spectra Of Cataclysmic Variables From The Einstein Observatory*, The Astrophysical Journal, 382, 290 – 300.
2. CORDOVA, F.A., JENSEN, K.A., NUGENT, J.J., 1981, *The HEAO – 1 Soft X-Ray Survey Of Cataclysmic Variable Stars*, Mon. Not. R. Astr. Soc., 196, 1 – 12.
3. WHITE, N. E., 2004, *NASA's High Energy Astrophysics Science Archive Research Center* [online], Goddard Space Flight Center and Smithsonian Astrophysical Observatory, <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/> [Ziyaret Tarihi: 19 Mayıs 2004].
4. VOLOSHINA, I.B., SHUGAROV, S. Y., 1989, *Photoelectric Observations of the Dwarf Nova Ab-Draconis*, Pisma V. Astronomicheskii Zhurnal V., 15, 723 – 731.
5. PATTERSON, J., THORSTENSEN, J. R., KEMP, J., SKILLMAN, D. R., VANMUNSTER, T., HARVEY, D. A., FRIED, R. A., JENSEN, L., COOK, L. M., REA, R., MONARD, B., MCCORMICK, J., VELTHUIS, F., WALKER, S., MARTIN, B., BOLT, G., PAVLENKO, E., O'DONOGHUE, D., GUNN, J., NOVAK, R., MASI, G., GARRADD, G., BUTTERWORTH, N., KRAJCI, T., FOOTE, J., BESHORE E., 2003, *Superhumps in Cataclysmic Binaries. XXIV. Twenty More Dwarf Novae*, Publications of the Astronomical Society of the Pacific 115, 1308 – 1329
6. SZKODY, P., NISHIKIDA, K., ERB, D., MUKAI, K., HELLIER, C., UEMURA, M., KATO, T., PAVLENKO, E., KATYSHEVA, N., SHUGAROV, S., COOK, L., 2002, *X-Ray/Optical Studies of Two Outbursts of the Intermediate Polar YY (DO) Draconis*, The Astronomical Journal, 123, 413 – 419.
7. PETRE, R., 2004, *The ROSAT Mission* [online], Goddard Space Flight Center, <http://guinan.gsfc.nasa.gov/docs/rosat/roskof.html> [Ziyaret Tarihi: 19 Mayıs 2004].
8. THE X-RAY SERVICE GROUP, 1997, *ROSAT* [online], X-Ray Astronomy <http://wave.xray.mpe.mpg.de/rosat/> [Ziyaret Tarihi: 19 Mayıs 2004].
9. KARAALİ, S., 1999, *Yıldızların Evrimi*, İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü, İstanbul, 975 – 404 – 575 – 5.
10. BATTEN, A., 1973, *Binary And Multiple Systems Of Stars*, Pergamon Press, Oxford.

11. HELLIER, C., 2001, *Cataclysmic Variable Stars – How and Why They Vary*, Springer/Praxis, New York, 1-85233-211-5.
12. LOCHNER, J., 2004, *Cataclysmic Variables* [online], NASA Goddard Space Flight Center, <http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/known1/cataclysmicvariables.html> [Ziyaret Tarihi: 19 Mayıs 2004].
13. PRINGLE, J.E., WADE, R.A., 1985, *Interacting Binary Stars*, Cambridge University Press, London, 0 521 26608 4.
14. CHARLES, P. A., SEWARD, F. D., 1995, *Exploring The X-Ray Universe*, Cambridge University Press, 0 521 26182 1.
15. MUKAI, K., 2001, *X-Ray Spectroscopy Of Cataclysmic Variables* [online], arXiv.org Physics e-Print Archive, <http://arXiv.org/abs/astro-ph/0112048> [Ziyaret Tarihi: 8 Haziran 2004].
16. AK, T., 1999, *Cüce Novaların Uzun Süreli Davranışları*, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
17. E. KUULKERS, A. NORTON, A. SCHWOPE, B. WARNER, 2003, *X-Rays From Cataclysmic Variables* [online], arXiv.org Physics e-Print Archive, <http://www.arxiv.org/pdf/astro-ph/0302351> [Ziyaret Tarihi: 8 Haziran 2004].
18. RICHMAN, H.R., 1996, *X-Ray Spectra Of Cataclysmic Variables From ROSAT*, The Astrophysical Journal, 462, 404 – 427.
19. PERNA, R., MCDOWELL, J., MENO, K., RAYMOND, J., MEDVEDEV, M. V., 2003, *Chandra Observations Of The Dwarf Nova WX Hyi In Quiescence*, The Astrophysical Journal, 598, 545-552.
20. PATTERSON, J., RAYMOND, J.C., 1985, *X-Ray Emission From Cataclysmic Variables With Accretion Disks. I. Hard X-Rays*, The Astrophysical Journal, 292, 535 – 549.
21. MEYER, F., MEYER – HOFMEISTER, E., LIU, F.K., 1996, *The Origin Of X-Rays From Dwarf Novae In Quiescence*, MPE Report 263, 163 – 164
22. HARTMANN, H.W., WHEATLEY, P.J., HEISE, J., MATTEI, J.A., VERBUNT, F., 1999, *The X-Ray Spectra Of VW Hydri During The Outburst Cycle*, Astronomy and Astrophysics, 349, 588 – 594.
23. WHEATLEY, P.J., VERBUNT, F., BELLONI, T., WATSON, M.G., NAYLOR, T., ISHIDA, M., DUCK, S.R., PFEFFERMANN, E., 1996, *The X-Ray And Euv Spectrum Of The Dwarf Nova VW Hydri In Outburst And Quiescence*, Astronomy and Astrophysics, 307, 137 – 148.

24. THE X-RAY SERVICE GROUP, 2001, *ROSAT Catalogues* [online], X-Ray Astronomy, <http://wave.xray.mpe.mpg.de/rosat/catalogues> [Ziyaret Tarihi: 7 Haziran 2004].
25. ADAMS, D.J., 1980, *Cosmic X-Ray Astronomy*, Adam Hilger Ltd., Bristol, 0 – 85274 – 253 – 3.
26. THE IMAGINE TEAM, 2004, *Imagine The Universe, Dictionary* [online], High Energy Astrophysics Science Archive Research Center (HEASARC), <http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/dictionary.html> [Ziyaret Tarihi: 8 Haziran 2004].
27. ZIMMERMANN, U., BOESE, G., BECKER, W., BELLONI, T., DOBEREINER, S., IZZO, C., KAHABKA, P., SCHWENTKER, O., 1998, *EXSAS User's Guide: Extended X-Ray Scientific Analysis System To Evaluate Data From The Astronomical X-Ray Satellite ROSAT* [online], MPE Report, <http://wave.xray.mpe.mpg.de/exsas/users-guide> [Ziyaret Tarihi: 8 Haziran 2004].
28. RAYMOND, J.C., SMITH, B.W., 1977, *Soft X-Ray Spectrum Of A Hot Plasma*, The Astrophysical Journal Supplement Series, 35, 419 – 439.
29. VERBUNT, F., BUNK, W.H., RITTER, H., PFEFFERMANN, E., 1997, *Cataclysmic Variables In The ROSAT PSPC All Sky Survey*, Astronomy and Astrophysics, 327, 602 – 613.
30. AAVSO, 2004, *American Association Of Variable Star Observer* [online], Cambridge USA, <http://www.aavso.org> [Ziyaret Tarihi: 19 Mayıs 2004].
31. THE X-RAY SERVICE GROUP, 2003, *EXSAS* [online], X-Ray Astronomy, <http://wave.xray.mpe.mpg.de/exsas> [Ziyaret Tarihi: 8 Haziran 2004].
32. MUKAI, K., MASON, K.O., HOWELL, S.B., SMITH, J.A., CALLANAN, P.J., CHARLES, P.A., HASSALL, B.J.M., MACHIN, G., NAYLOR, T., SMALE, A.P., VAN PARADİJS, J., 1990, *Spectroscopy Of Faint, High Latitude Cataclysmic Variable Candidates*, Mon. Not. R. Astr. Soc., 245, 385 – 391.
33. ALTAN, M., 2002, *Cüce Novaların X-ışını Uydu Verilerinin Analizi*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
34. VRTILEK, S.D., SILBER, A., RAYMOND, J.C., PATTERSON, J., 1994, *ROSAT Observations Of Cataclysmic Variables: A Search For The Boundary Layer Emission*, The Astrophysical Journal, 425, 787 – 796.
35. VAN TEESELING, A., BEUERMANN, K., VERBUNT, F., 1996, the x-ray source in non-magnetic cataclysmic variables, Astronomy and Astrophysics, 315, 467 – 474.

36. THE X-RAY SERVICE GROUP, 2001, *Payload* [online], Max-Planck-Institut Für Extraterrestrische Physik, <http://wave.xray.mpe.mpg.de/rosat/mission/rosat/payload> [Ziyaret Tarihi: 19 Mayıs 2004].
37. ARNAUD, K., DORMAN, B., 2000, *Xspec: An X-Ray Spectral Fitting Package User's Guide for Version 11*, Heasarc Laboratory For High Energy Astrophysics NASA/GSFC, Greenbelt, MD 20771.

EKLER

EK – A: NOKTA KAYNAK İÇİN MİDAS – EXSAS PAKET PROGRAMI İLE ROSAT UYDU VERİSİNİN ANALİZİ

Burada örnek olarak 41.3 EXT_ML değeriyle bir nokta kaynak olan AB Dra yıldızı ele alınacaktır. Önce internetten alınan anc.fits ve bas.fits dosyaları açılır. Anc, ancillary yani yörünge bilgileri gibi bazı yardımcı bilgileri içeren fits dosyasıdır. Bas ise, basic yani temel bilgileri içeren fits dosyasıdır. Bunun için kullanılan komut ve çıkan sonuçlar şöyledir :

```
Midas 001> intape/rdf disk rp300106n00_anc.fits anc
```

```
-----  
Instrument: ROSAT PSPC  
-----
```

```
Data type >anc< found in file >rp300106n00_anc.fits<
```

```
Reading anc from disk...
```

```
Table rf0002      : AB DRA      , Table r,c:    6,  14  
Table rf0002a    : AB DRA      , Table r,c:  181,  19  
Table rf0002b    : AB DRA      , Table r,c: 10236,  16  
Table rf0002c    : AB DRA      , Table r,c:   809,   9  
Table rf0002d    : AB DRA      , Table r,c:  5109,  32  
Table rf0002e    : AB DRA      , Table r,c:   43,  12  
Table rf0002f    : AB DRA      , Table r,c:   16,   1
```

```
Converting ancillary files to EXSAS format:
```

```
Creating table <orbit.tbl>:
```

```
Columns :DATE and :DAYSEC created  
Column  :XSUN created  
Column  :YSUN created  
Column  :ZSUN created  
Column  :XMOON created  
Column  :YMOON created  
Column  :ZMOON created  
Column  :XSATELLITE created  
Column  :YSATELLITE created  
Column  :ZSATELLITE created  
Column  :LONGITUDE created  
Column  :LATITUDE created
```

Column :ALTITUDE created
 Column :HOURANGLE created
 Column :AZIMUTSAT created
 Column :ELEVATION created
 Column :DISTSAT created

Upgrading descriptor header with EXSAS descriptors...

Table <orbit.tbl> created

Creating table <attitude.tbl>:

Column :TIME created
 Column :XOFFSET created
 Column :YOFFSET created
 Column :ROLL created
 Column :COS_ROLL created
 Column :SIN_ROLL created
 Column :RA created
 Column :DEC created
 Column :SAT_ROLL created
 Column :ASP_ERR created

No. of selections: 10236

Column :ASP_FLG created

Upgrading descriptor header with EXSAS descriptors...

Table <attitude.tbl> created

Creating table <eventrates.tbl>:

Column :TIME created
 Column :EE_MV created
 Column :EE_AEXE created
 Column :EE_AILL created
 Column :EE_A2LL created
 Column :EE_XE created
 Column :EE_AXE created
 Column :SA_RATE created
 Column :EE_SAAD_A created
 Column :EE_SAAD_B created
 Column :EE_A1HL created
 Column :EE_A2HL created
 Column :EE_K1R created
 Column :EE_K2R created

Column :EE_VAL1 created
 Column :EE_VAL2 created

Upgrading descriptor header with EXSAS descriptors...

Table <eventrates.tbl> created

Conversion into EXSAS format completed.
Midas 002> intape/rdf disk rp300106n00_bas.fits bas

 Instrument: ROSAT PSPC

Data type >bas< found in file >rp300106n00_bas.fits<

Reading bas from disk...

Table rf0001 : AB DRA , Table r,c: 7, 3
 Table rf0001a : AB DRA , Table r,c: 41300, 8
 Table rf0001b : AB DRA , Table r,c: 4363, 8
 Table rf0001c : AB DRA , Table r,c: 40, 22
 Table rf0001d : AB DRA , Table r,c: 6, 36
 Table rf0001e : AB DRA , Table r,c: 1, 36

Converting basic files to EXSAS format:

Creating PET <events.tbl>:

Column :AMPL created
 Column :XPIX created
 Column :YPIX created
 Column :XDET created
 Column :YDET created
 Column :RAW_AMPL created

Upgrading descriptor header with EXSAS descriptors...

minimum, maximum in XPIX -6929 7128
 minimum, maximum in YPIX -7328 7187
 # small maps in x, y 16 16

event	x-map	y-map	map_no	XPIX	YPIX
1	11	9	139	2923	92
100	9	3	41	1063	-5243
10000	7	14	215	-1394	4873

```
20000  4  11  164 -3538  1926
30000  8   2   24  249 -5817
40000  3  12  179 -5028  3118
```

```
number of entries handled          41300
minimum # of entries  0 at small map  1
maximum # of entries 1836 at small map 136
```

begin of sorting
Table sorting according to sky map number...

*(Sorting might fail for too large tables: if this happens,
 use the slow-sort option - see HELP MAKE/PEM).*

Checking sorting of the new table...
Done.

Photon Event Table <events.tbl> has been created.

**** Rejected events table found, but not converted! ****

Conversion into EXSAS format completed.

Aşağıdaki komutlar ile sırasıyla events.tbl dosyasındaki foton bilgileri bir görüntü oluşturacak şekilde toplanır ve image1 dosyasına konur. Daha sonra oluşturulan bu image1 dosyası ekranda gösterilir ve son komutla events.tbl dosyasındaki olası kaynaklar taranarak bulunan kaynaklar ile ilgili bilgiler solst dosyasına yazılır.

Midas 003> bin/image 30 input=events output=image1

*.
 Reading input photon list and writing to output...*

*.
 Image will be 512x 512 pixels...*

*.
 10100 events have been handled (24% done)
 20100 events have been handled (48% done)
 30100 events have been handled (72% done)
 40100 events have been handled (97% done)
 41300 events have been handled in total.*

*.
 Image image1.bdf created*

*.
 Header updating...
 Updated.*

*-----
 The list of executed Projection commands is written to the file logfil.cmd
 -----*

Midas 004> load/ima image1 cuts=0,5
16 bit display: no. of cells = 64, will be set to 256

LUTsize has been changed to 256

Midas 005> detect/sources image1 events ? display 10 ? ? ?

Settings: ROSAT,PSPCB

Task : DETELOC

Parameter file deteloc.epf created

** local source detection L D E T E C*

Read image image1.bdf

Read mask image EXSAS_CAL:mask057.bdf

Create lslst1.tbl with 15 sources with a likelihood .ge. 10.0

Open source list file lslst1.tbl

Settings: ROSAT,PSPCB

Task : CREABG

Parameter file creabg.epf created

** Create background spline*

Read mask image EXSAS_CAL:mask057.bdf

Reading table lslst1.tbl

ITERATION STEPS STARTED

STEP CHISQR NOUTS

1 1.76379836 1

2 1.77306449 2

3 1.77306449 3

4 1.77306449 4

Write spline-fitted background image bacmp1.bdf

**** Descriptor LIF_TIM not found in input image*

**** Apply command COMPUTE/LIFE_TIME to background image*

Settings: ROSAT,PSPCB

Task : DETEMAP

Parameter file detemap.epf created

** map source detection M D E T E C*

Read image image1.bdf

Read background map bacmp1.bdf

Read mask image EXSAS_CAL:mask057.bdf

Create mslst1.tbl with 41 sources with a likelihood .ge. 10.0

Open source list file mslst1.tbl

Settings: ROSAT,PSPCB

Task : MERGSOU

Parameter file mergsou.epf created

** merge deteloc and detemap source lists*

Read background map bacmp1.bdf

Reading table lslst1.tbl

Reading table mslst1.tbl

Creating table mplst.tbl with 42 merged sources

Open source list file mplst.tbl

Settings: ROSAT,PSPCB

Task : DETEMAX

Parameter file detemax.epf created

** Maximum likelihood source detection*

MISSION = ROSAT DETECTOR = PSPC

Read merged source table mplst.tbl

Source 1 of 42 in total

*Warning: bad input position, uneven background, or
nearby source in extraction circle (7.4 sigma)*

Source 2 of 42 in total

Source 3 of 42 in total

Source 4 of 42 in total

Source 5 of 42 in total

Source 6 of 42 in total

Source 7 of 42 in total

Source 8 of 42 in total

Source 9 of 42 in total

*Warning: bad input position, uneven background, or
nearby source in extraction circle (5.5 sigma)*

Source 10 of 42 in total

*Warning: bad input position, uneven background, or
nearby source in extraction circle (12.5 sigma)*

Source 11 of 42 in total

Source 12 of 42 in total

Source 13 of 42 in total

Source 14 of 42 in total

Source 15 of 42 in total

Source 16 of 42 in total

*Warning: bad input position, uneven background, or
nearby source in extraction circle (5.7 sigma)*

Source 17 of 42 in total
Source 18 of 42 in total
Source 19 of 42 in total
Source 20 of 42 in total
Source 21 of 42 in total
Source 22 of 42 in total
Source 23 of 42 in total
Source 24 of 42 in total
Source 25 of 42 in total
Source 26 of 42 in total
Source 27 of 42 in total
Source 28 of 42 in total
Source 29 of 42 in total
Source 30 of 42 in total
Source 31 of 42 in total
Source 32 of 42 in total
Source 33 of 42 in total
Source 34 of 42 in total
Source 35 of 42 in total
Source 36 of 42 in total
Source 37 of 42 in total
Warning: bad input position, uneven background, or nearby source in extraction circle (6.5 sigma)
Source 38 of 42 in total
Source 39 of 42 in total
Warning: bad input position, uneven background, or nearby source in extraction circle (7.0 sigma)
Source 40 of 42 in total
Warning: bad input position, uneven background, or nearby source in extraction circle (6.0 sigma)
Source 41 of 42 in total
Warning: bad input position, uneven background, or nearby source in extraction circle (8.3 sigma)
Source 42 of 42 in total
Warning: bad input position, uneven background, or nearby source in extraction circle (7.2 sigma)
Creating table mllst.tbl
42 sources accepted with likelihood > 0.0
Creating table solst.tbl
34 sources accepted with a likelihood > 10.0
Open source list file solst.tbl
Source Detection is finished ...

Aşağıdaki komut ile solst dosyasındaki koordinatlar 2000 ekinoksuna çevrilir.

Midas 006> transform/coord solst solst_2000

Mission, detector: ROSAT PSPCB

*POINTING projection of tangential plane assumed
Coordinate table solst_2000 created*

Midas 007> read/tab solst_2000

komutu ile solst_2000 dosyasının içeriği okunur ve rektansiyon ve deklinasyon değerlerinden AB Dra yıldızı bulunarak piksel cinsinden x_sky ve y_sky değerleri alınır. Buna göre merkezdeki 21 numaralı yıldız AB Dra olarak belirlenmiş ve x_sky= -6,29 ve y_sky= 1,76 olduğu görülmüştür (Şekil Ek – D.1).

Midas 008> plot/ring events -6.29,1.76,0.0,110

frame image1.bdf used for reference

A circle is drawn to indicate the selected area on the image display...

Selecting photons and generating profiles...

Profiles tables <radevents.tbl> and <azievents.tbl> created.

Plotting results...

yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, kaynağın görüntüde kapladığı yeri yay saniyesi cinsinden belirlemek için 8. komut kullanılır. Burada bir önceki komutta bulunan x_sky ve y_sky değerleri kullanılır. Bu x ve y koordinatlarının merkezinden itibaren r1 yarıçaplı bir çember çizilir ve grafik ekranının üst panelindeki şiddet değerlerinin azalması incelenir. Şiddetin en aza indiği noktadaki x değeri, yarıçapı verir. Bu yöntemle AB Dra yıldızının r1 yarıçapının 100" olduğu bulunmuştur (Şekil Ek – D.2).

Midas 09> set/projection correct

****** CORRECTION MODE IS ON for: ******

** Vignetting correction, using calibration file*

EXSAS_CAL:effarea_pspcb

** Dead time correction, using HK data file*

eventrates

Type SET/PROJECTION NOCORRECT for setting correction mode OFF

komutu ile elde edilen veride her foton için dedektörün pozisyonuna ve spesifik enerjisine göre otomatik olarak düzeltme yapılır.

***Midas 010> sel/ring [-6.29,1.76,0.0,100] [-6.29,1.76,110,149]-
bin time 100 *events *light***

Running Projection in CORRECTION mode:

BIN data will be corrected for vignetting using table:

EXSAS_CAL:effarea_pspcb

and for the dead time using HK data from table:

eventrates

.
Reading input photon list and writing to output...
2271 events have been handled in total.

.
BIN table light.tbl created (count rate)
(Data are CORRECTED for vignetting!)
(Data are CORRECTED for dead time!)

.
Header updating...
Updated.

The list of executed Projection commands is written to the file logfil.cmd

komutu ile ışık eğrisi çizimi için kullanılacak dosya oluşturulur. Bu komutta -6.29 = x_sky, 1.76 = y_sky ve 0.0 merkez ve 100 = r1 daha önce bulunan değerlerdir. Ayrıca arka plandan karşılaştırma yapmak için ışınım alınması gerekir. Bunun için yine 0.0 merkez olacak şekilde r1 yarıçapının dışından başlamak üzere r1 ile çizilen çemberin alanına eşit alanda bir halka seçilir. Bu yöntemle bulunan r2 ve r3 yarıçapları sırasıyla 110" , 149" dir. Daha sonra 100'er saniyelik aralarla bu fotonlar toplanır ve light dosyası oluşturulur.

Midas 011> prepare/light light :rate

Komutu ile ışık eğrisi seçilen kaynak ve arka plan halkasına ait fotonlar kullanılarak hazırlanır ve sonuçlar :rate kolonuna yazılır.

Midas 012> plot/light light 3 :rate

komutu ile ışık eğrisi zaman değerleri birbirini takip edecek şekilde üç grafik halinde çizdirilir (Şekil Ek – D.3).

Midas 013> set/projection nocorrect

**** CORRECTION IS OFF ****

BIN dataset created from now on will be NOT corrected

daha önce çalıştırılan otomatik düzeltmeyi kapatır.

Midas 014> set/projection correct=exsas_cal:effarea_pspcb

**** CORRECTION MODE IS ON for: ****

** Vignetting correction, using calibration file*
exsas_cal:effarea_pspcb

Type SET/PROJECTION NOCORRECT for setting correction mode OFF

komutu ile düzeltmelerin ROSAT uydusu üzerindeki PSPC filtresi için hazırlanmış effarea_pspcb dosyası ile yapılması sağlanır.

**Midas 015> sel/ring [-6.29,1.76,0.0,100] [-6.29,1.76,110,149]-
bin ampl 1,8,250 *events *raw_spectrum**

.
*Running Projection in CORRECTION mode:
BIN data will be corrected for vignetting using table:
exsas_cal:effarea_pspcb*

.
*Reading input photon list and writing to output...
2271 events have been handled in total.*

.
*BIN table raw_spectrum.tbl created (spectral)
(Data are CORRECTED for vignetting!)*

.
*Header updating...
Updated.*

The list of executed Projection commands is written to the file logfil.cmd

komutunda spektrum hazırlamak için kaynağa ve arka plana ait fotonlar halkalar şeklinde seçilir. -6.29 = x_sky, 1.76 = y_sky, 100 = r1, 110 = r2, 149 = r3 değerleri yukarıda bulunan değerlerdir. Buradaki 1: toplama adımı, 8: ilk kanal numarası 250: son kanal numarasıdır. Kullanılacak bilgiler events.tbl dosyasından alınıp elde edilen sonuçlar raw_spectrum.tbl dosyasına yazılır.

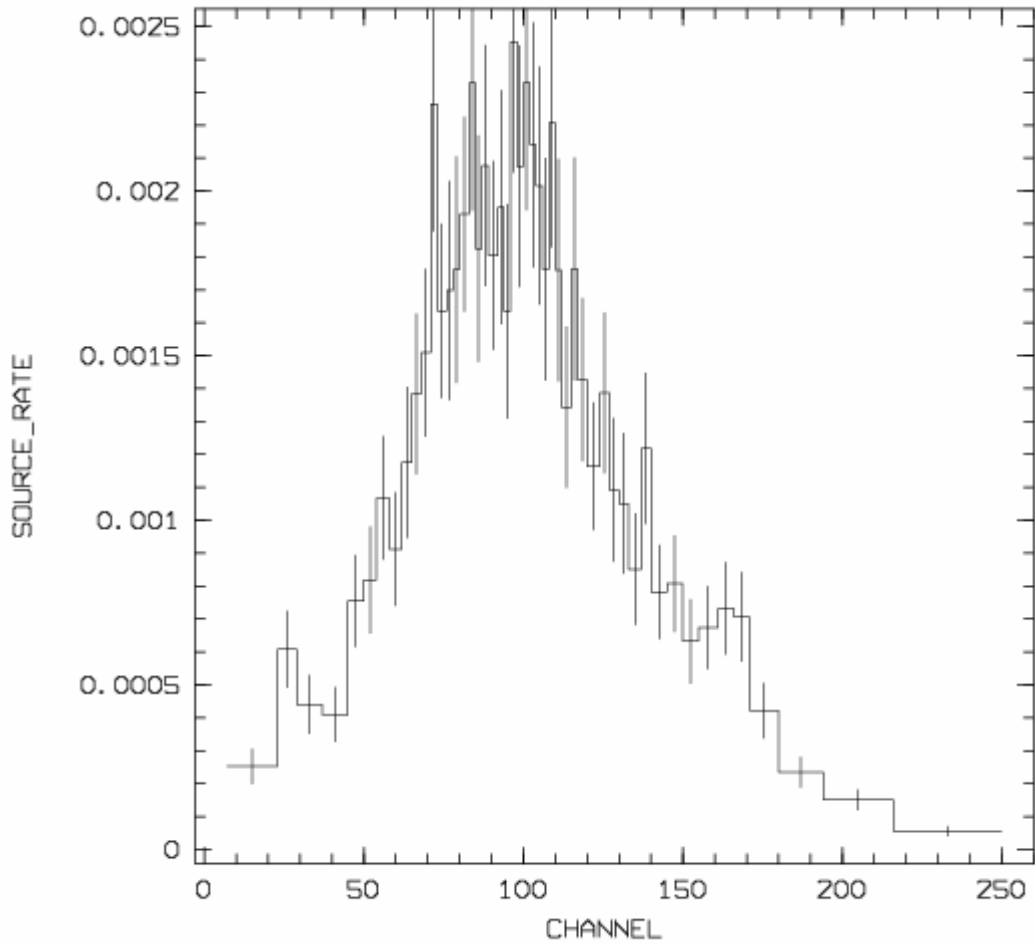
Midas 016> prepare/spectrum raw_spectrum spectrum ? 5

Output SPE file written to spectrum

bir önceki komutta oluşturulan raw_spectrum dosyası kullanılarak spectrum dosyası hazırlanır. 5 rakamı sinyal/gürültü oranını belirtir.

Midas 017> plot/spectrum spectrum s y

komutu ile kaynağa ait tayf, hata çubukları ile birlikte grafik ekranına çizdirilir. Buradaki s harfi kaynağı, y harfi ise hata çubuklarını ifade eder (Şekil Ek – A.1).



Şekil Ek – A.1: AB Dra yıldızının kaynak tayfı.

Midas 018> overplot/spectrum spectrum b

komutu ile de biraz önce çizilen tayfin üzerine arka planın tayfı eklenir (Şekil Ek – D.4). Burada kullanılan b harfi arka planı ifade eder.

Midas 019> fit/spectrum powl spectrum ? exsas_cal:effarea_pspcb

```

descriptor TIM_SEL1(1) > 42907994.54 --> AO-2 or later:
using default response matrix exsas_cal:drmpspc.bdf
bin/detector spectrum exsas_cal:drmpspc drmpspc_b
Create binned detector response matrix drmpspc_b.
model/spectrum spectrum_powl.epf spectrum spectrum_o exsas_cal:effarea_pspcb drm
pspc_b
model/spectrum spectrum_powl.epf spectrum spectrum_o exsas_cal:effarea_pspcb drm
pspc_b

```

Got spectral parameters from spectrum_powl.epf.

Got observed spectral data from spectrum.

*Got corrected effective area from exsas_cal:effarea_pspcb.
Got detector response matrix from drmpspc_b.*

DATA SET 1

*MODEL 1 GAMM(1)*POWL(2,3,4)
PARAMETER 1 0.1 0.001 1000. 0. PREFIT
PARAMETER 2 1.0 1.E-5 1.E+5 0. PREFIT
PARAMETER 3 -1.0 -8.0 0.0 0. FREE
PARAMETER 4 1.0
REDSHIFT 0.0
2-parameter pre-fit with parameter: 1, 2,*

*Iteration 1: lambda=0.1 chi-square/ 47= 2.2508E+07
P01= 0.1426 P02= 0.5830*

*Iteration 2: lambda=1.0E-02 chi-square/ 47= 4.2922E+05
P01= 0.1650 P02= 8.5611E-02*

*Iteration 5: lambda=1.0E-05 chi-square/ 46= 0.8364
P01= 0.8093 P02= 1.0970E-03 P03= -1.963*

----- Convergence ! -----

P parameter, E* correlated error, D* uncorrelated error
P01= 0.8093 P02= 1.0970E-03 P03= -1.963
E01= 7.2732E-02 E02= 1.8968E-04 E03= 0.2184
D01= 0.1434 D02= 8.1219E-05 D03= 0.2278*

Initialize table spectrum_o.tbl.

Midas 020>plot/fit spectrum_o ?? nice

komutları ile güç kanunu modeline göre spektrumu fit edilir ve çizdirilir (Şekil 4.5).

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapmak için şu komutlar kullanılır:

Midas 021> bin/detector spectrum ? spectrum_drm

*--> AO-2 or later:
using default response matrix drmpspc.bdf*

Create binned detector response matrix spectrum_drm.

öncelikle gözlenen tayfa göre detektörün karşılığı hesaplanır ve sonuçlar spectrum_drm dosyasına yazdırılır.

Midas 022> crea/parfil fitspe spectrum_grid ? ? ? expert

Task : FITSPE

Parameter file spectrum_grid.epf created

tarama noktalarındaki χ^2 değerlerini üretmek için, bir parametre dosyası yaratmak gerekir. Bunun için yukarıdaki komut kullanılabilir yada editör ekranından bir spectrum_grid.par dosyası yaratılıp içine her bir parametre değeri ve tarama adımları aşağıdaki gibi yazılır.

```
FIT
FOLD
INPUT_FILE spectrum
OUTPUT_FILE spectrum_grid
CORRECTION_FILE exsas_cal:effarea_pspcb
RESPONSE_FILE spectrum_drm
MODEL gamm(1)*powl(2,3,4)
PAR1 0.5 1.3 0.01 grid
PAR2 1.E-2 1.E-7 1.E+5 0. free
PAR3 -2.5 -1.5 0.01 grid
REDSH 0.0
```

Midas 023> model/spectrum spectrum_grid.par

daha sonra χ^2 değerlerini araştırmak için bu komut kullanılır.

Midas 024> plot/chi2_contour spectrum_grid 3 ? xlab='cm^2'deki H atomu sayısı' - ylab='Foton indeksi'

hidrojen kolon yoğunluğu ve foton indeksi parametrelerinin sabit χ^2 değerleri kullanılarak, güvenilirlik seviyelerinin kontür çiziminin yapılması için bir grafik penceresi yaratılır (Şekil 4.6).

Foton Ve Enerji Akısının Hesaplanması

Editör ekranında integrated_fux.par dosyası yaratılır ve içine şu bilgiler konulur:

```
cal
model powl(1,2)
parameter 1 1.0970E-03
parameter 2 -1.963
```

Midas 024>model/spectrum integrated_flux

komutu çalıştırılarak sonuçlar ekrana yazılır.

Toplam Sayım Oranının Hesaplanması

Editör ekranında count_rate.par dosyası yaratılır ve içine şu bilgiler konulur:

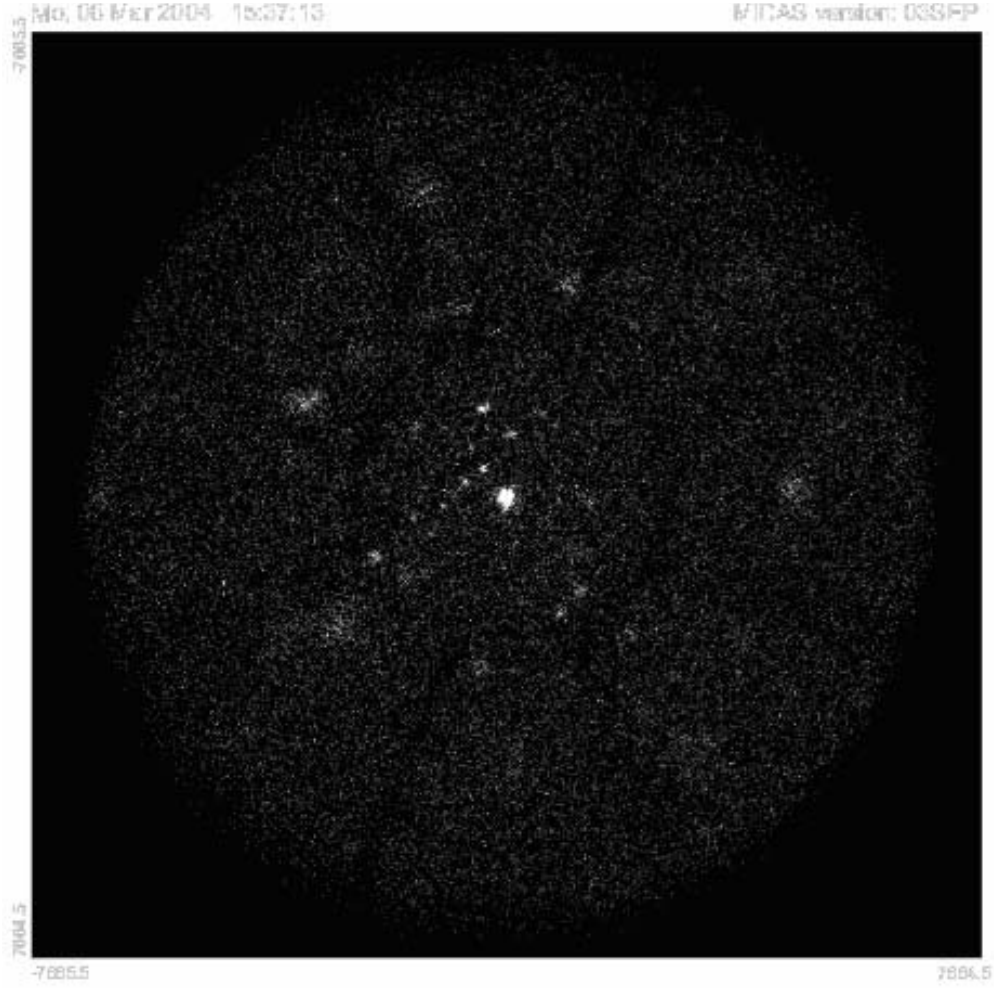
```
cal  
fold  
cor_file exsas_cal:effarea_pspcb  
res_file exsas_cal:drmpspc  
model powl(1,2)  
parameter 1 1.0970E-03  
parameter 2 -1.963
```

Midas 025>model/spectrum count_rate

komutu çalıştırılarak sonuçlar ekrana yazılır.

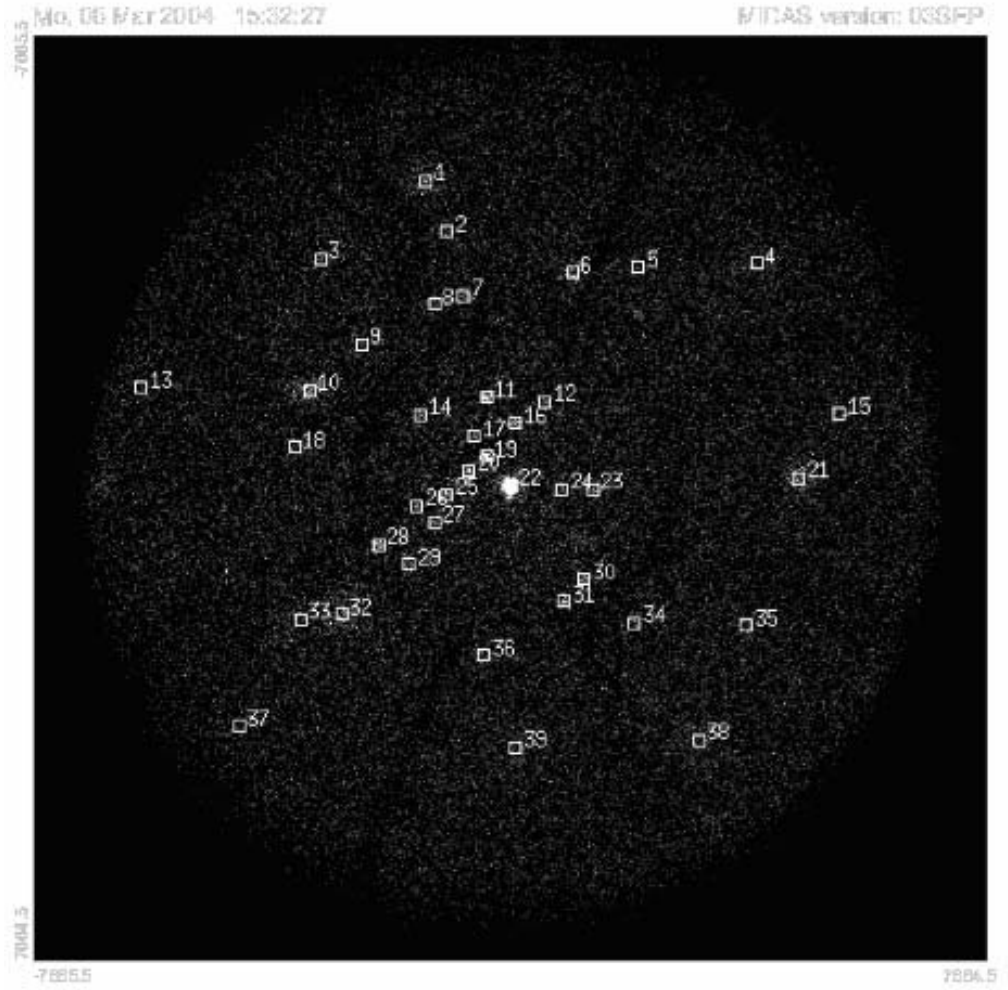
EK – B: GENİŞ KAYNAK İÇİN MİDAS – EXSAS PAKET PROGRAMI İLE ROSAT UYDU VERİSİNİN ANALİZİ

Burada örnek olarak 90.8 EXT_ML değeriyle bir geniş kaynak olan YY Dra yıldızı ele alınacaktır. İnternetten alınan anc.fits ve bas.fits dosyaları Ek – A’da belirtildiği gibi açılır ve görüntü oluşturulur (Şekil Ek – B.1).



Şekil Ek – B.1: YY Dra yıldızının ilk görüntüsü.

Ek – A’da anlatıldığı gibi events.tbl dosyasındaki olası kaynaklar taranarak bulunan kaynaklar ile ilgili bilgiler solst.tbl dosyasına yazılır (Şekil Ek – B.2).



Şekil Ek – B.2: YY Dra yıldızının events.tbl dosyasından oluşturulan kaynak araştırması sonuçları.

Rektesansyon ve deklinasyon değerlerine göre merkezdeki 22 numaralı yıldızın YY Dra olduğu görülmektedir.

Midas 001>read/tab solst.tbl :EXT_ML

Komutu ile solst tablosundaki EXT_ML sütununda 22 numaralı YY Dra yıldızına karşılık gelen değere bakılır. Eğer bu değer 50'den küçük ise yıldız nokta kaynak büyük ise yıldız geniş kaynaktır. YY Dra, 90.8 EXT_ML değeri ile bir geniş kaynaktır. Bu durumda events tablosundan geniş kaynak ve arka plan ışınımı içeren kalp şekilli bir uzay parçası seçilerek yeni bir foton listesi oluşturulur. Bunun için en iyi yöntem aşağıdaki gibi logfill.cmd isimli bir ASCII komut dosyası oluşturmaktır:

INPUT events

A = SEL/RING : center = (0.29,5.64) radius = 375

B = SEL/RING : center = (-0.29,5.64) radius = 375

C = SEL/BOX : (0.58,-0.29) TO (-0.58,5.64)

SEL/SECTOR A+B+C: CENTER = (0.0,-1.0) ANGLES = 60 , 150

OUTPUT TO heart

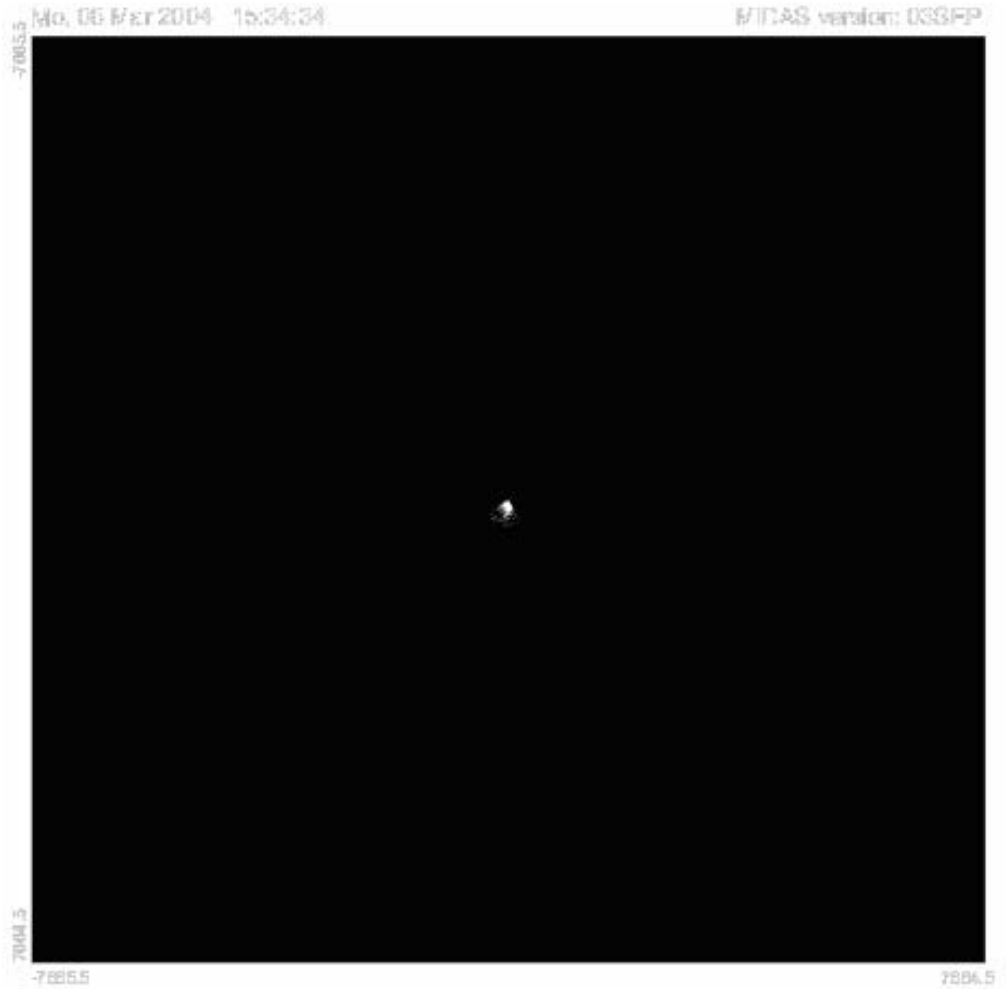
END

Burada events.tbl dosyasından YY Dra ve arka plan ışınımına ait fotonlar alınıp heart.tbl dosyasına yazılır.

Midas 002>MAKE/PROJECTION logfil.cmd

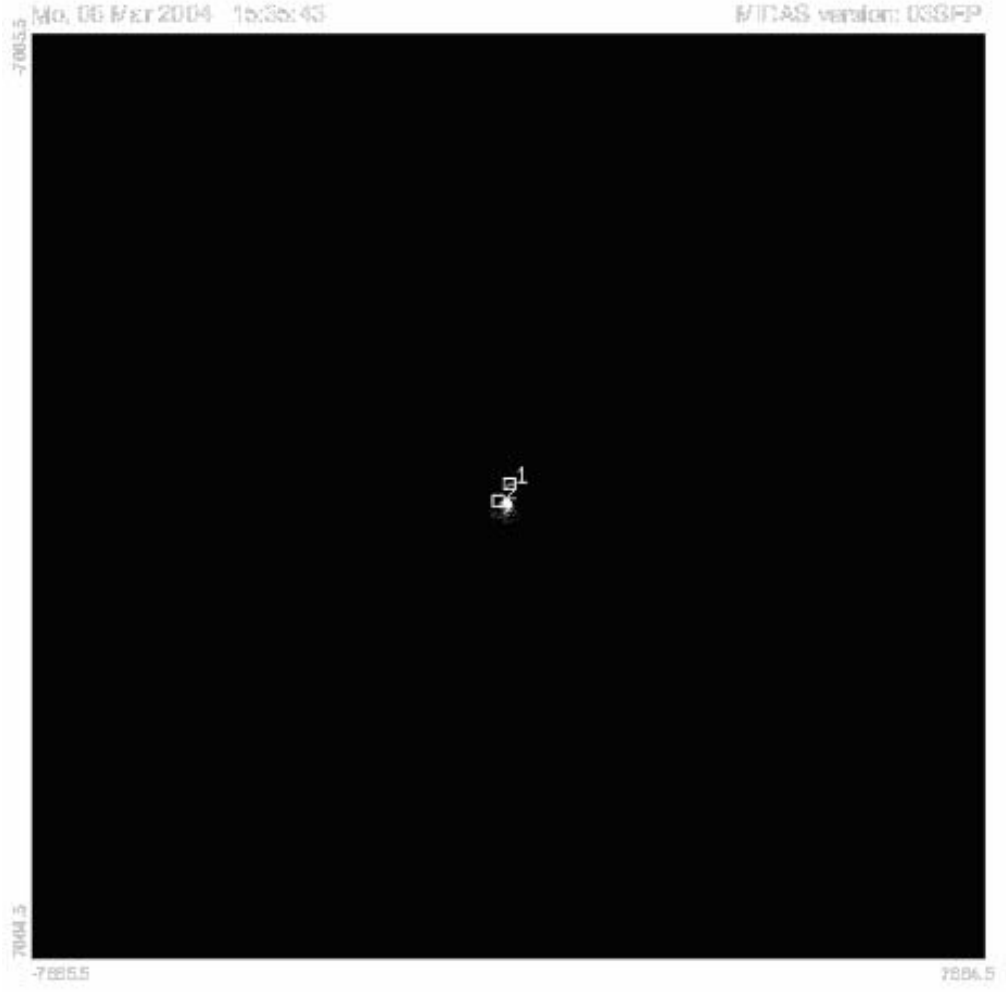
komutu çalıştırılarak bu işlem yaptırılır.

Ek – A’da belirtildiği gibi görüntü yeniden oluşturulur. Fakat bu sefer events.tbl dosyası yerine heart.tbl dosyası kullanılır (Şekil Ek – B.3).



Şekil Ek – B.3: YY Dra yıldızının kırılmış görüntüsü.

heart.tbl dosyasındaki olası kaynaklar taranarak rektasansyon ve deklinasyon değerlerine göre merkezdeki 1 numaralı yıldızın YY Dra (Şekil Ek – B.4) ve elde edilen görüntüde yıldızın $x_sky = -6.58$ ve $y_sky = 32.98$ olduğu görülmüştür.



Şekil Ek – B.4: YY Dra yıldızının heart.tbl dosyasından oluşturulan kaynak araştırması sonuçları.

Bundan sonraki işlemler Ek – A’da anlatıldığı gibi devam eder. Fakat events.tbl dosyası yerine, oluşturulan yeni foton dosyası heart.tbl kullanılır.

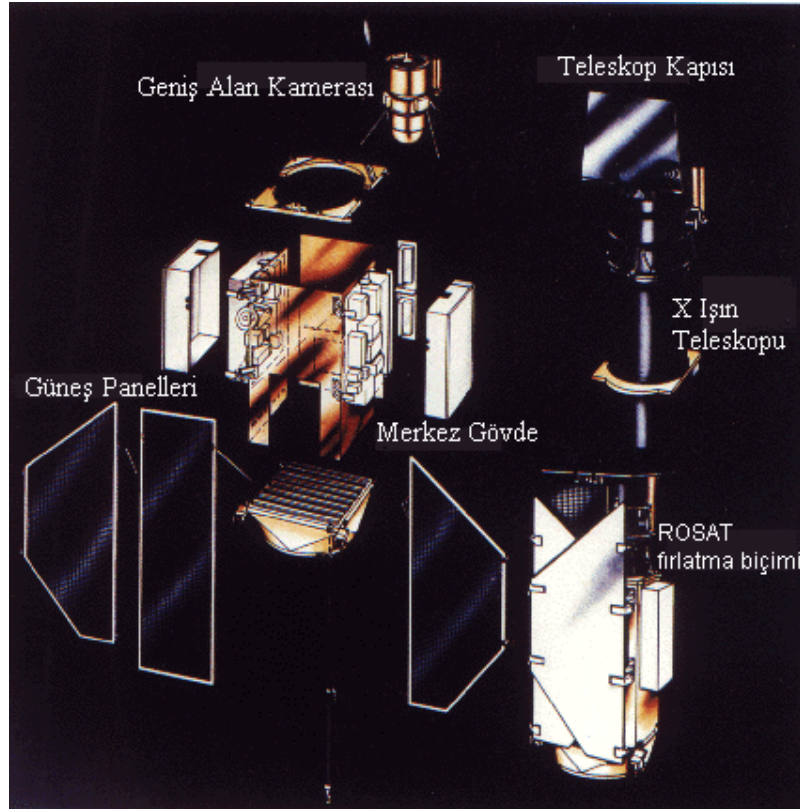
EK – C: ROSAT UYDUSU

Röntgen uydusu (Röntgen Satellite) [7][8], ROSAT (Şekil 3.1), Almanya, Amerika ve İngiltere arasındaki işbirliği programı uyarınca geliştirilen bir x-ışın gözlemevidir. 1 Haziran 1990 tarihinde Birleşik Devletlerde fırlatıldı ve 580 km yükseklikte dairesel bir yörüngeye oturtuldu (Tablo 3.1). Yaklaşık 9 yıl sonra 12 Şubat 1999’da görevine son verildi.

Tablo Ek – C.1: Yörünge Parametreleri.

Fırlatma	1-6-1990, 17:48 yerel
Yükseklik	580 km
Eğim	53°
Basıklık	<0,1%
Yörünge periyodu	96.2 da.
Yalpalama	66 gün
Yer merkeziyle bağlantılar	6 x 8 da / gün

ROSAT uydusunun taşıdığı bilimsel aletler iki görüntü teleskopundan oluşuyordu. Birincisi, geniş X-ışın Teleskopu (XRT, X-ray telescope), 0.1 keV – 2 keV (100 Å – 6 Å) enerji aralığındaki yumuşak x-ışınlarını ölçmek için üretilmişti. İkincisi, geniş alan kamerası (WFC, wide field camera), 0.04 keV – 0.2 keV (300 Å – 60 Å) enerji aralığında uç mor ötesi bölgesinde ölçüm yapmaktaydı [36].

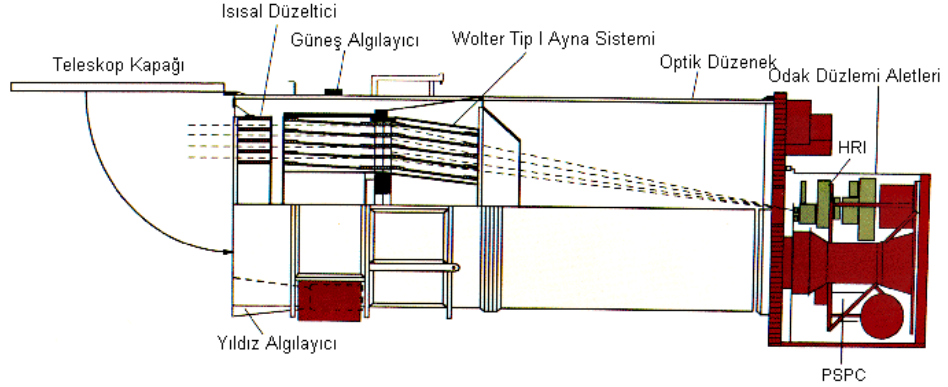


Şekil Ek – C. 1: ROSAT uydusunun parçalı görüntüsü.

Şekil Ek – C. 1’de fırlatma şekliyle ROSAT uydusunun parçaları görülmektedir. ROSAT, yörüngesine, güneş panellerine ihtiyaç duyan bir Delta II roketiyle fırlatıldı. Yörüngeye oturunca güneş panelleri, XRT ve WFC’nin ayna kapıları ve anten yerleşti.

X-ışın teleskopu [36] aşağıdaki grupları içermektedir:

- *Teleskop kapak mekanizması*, fırlatma süresince kapakları kapalı tutup, yerden gelen komutla açar.
- *Isı bozucu*, teleskop açıklığı yoluyla ısı kaybını engeller ve rasgele ışınlar için bir kalkan görevi görür.
- *Wolter I tip ayna düzeneği*, cam seramik bir madde Zerodurdan yapılan iç bükey parabolik – hiperbolik ayna çiftinden gelen x-ışınlarını odaklar.
- *Manyetik elektron saptırıcı*, alıcının arka plan akı oranını tespit eder ve 100 kat azaltır.
- *Güvenli ışık sistemi*, alıcı değişikliklerinden sonra teleskop ve x-ışın alıcı yer değişikliklerinin ısısal bozulmasından kaynaklanan yanlış ayarlamaları tespit eder ve ölçer.
- *Odak düzlemi aletleri*, tamamen bilimsel aletleri içerir. X-ışın alıcısı olarak iki konuma duyarlı orantılı sayaç (PSPC; position sensitive proportional counters) (0.1 – 2.5 keV enerji aralığındaki fotonlara duyarlıdır [23]) ve bir yüksek çözünürlüklü görüntüleyici (HRI; high resolution imager) içerir. Bunlar odakta pozisyon değiştirmek için küçük bir kule üzerine oturtulmuştur. Aynı zamanda küçük kuleye, alıcılar ve PSPC'lere alıcı gazı (%60 Ar, %20 Xe, %20 CH₄) akışını sağlayan gaz destek sistemi için yükselticiler kurulmuştur. Deneyde elde edilen veri ve kontrol elektronikleri, küçük kulenin çevresindeki sabit bir platforma yerleştirilmiştir.
- *XRT'nin yapısı*, yukarıda bahsedilen bütün gruplarla ilişkilidir ve onları destekler. Ayrıca yapısal ve ısısal gereksinimleri garanti eder.
- *XRT ısısal kontrol*, aktif ve pasif ısısal kontrol ölçümleri anlamında özellikle ayna topluluğu ve teleskop yapısından kaynaklanan çok katı gereksinimlere göre ısısal bir ortam sağlar.



Şekil Ek – C. 2: X-ışın teleskopunun yandan kesiti.

Teleskopun ön tüpüne iki yıldız takipçisi ve gyro paketi yerleştirilmiştir ve bunlar yer bulmada kullanılan en önemli ölçüm birimleridir.

Geniş alan kamerası (WFC) [36], uç morötesi ışınımını x-ışın alıcısının mikro kanallı yüzeyine (MCP) odaklamak için üç alüminyum ayna kullanır. Odak düzleminde bir küçük kule topluluğu, iki benzer alıcı topluluğundan birini seçmek için kullanılır. Her MCP alıcısı önemli olan yüksek voltajlı güç desteği ve ön yükselteçleriyle birlikte kurulmuştur.

Bir ön kapatma kapısı, ayna açıklığını korumak ve yörünge çalışması sırasında açmak için kullanılır.

Ayna açıklığından saçılan güneş ışınımını uzak tutmak ve aynalar ve uzay arasındaki ısısal ayrımı sağlamak için aynaların önüne bir şaşırtma düzeneği yerleştirilmiştir.

Aynalar tarafından teleskopun içine yansıtılan arka plan elektronları, saptırıcı bir manyetik sistem tarafından alıcı düzeneğinin dışına saptırılırlar.

Konum verisi bir yıldız takip birimi tarafından alınır, aynaların optik eksenine paralel hale getirilir ve yıldız takip elektronikleriyle birlikte teleskopun dışına yerleştirilmiştir.

Güç destek birimi de teleskopun dışına takılmıştır.

Bir komut ve veri depolama elektronik paketi, teleskopun arka bitimine kurulmuş ve yarı küresel bir koruyucuyla kuşatılmıştır.

WFC'nin dış yüzeyleri, çok katlı ısısal yalıtım maddeleriyle kaplanmıştır.

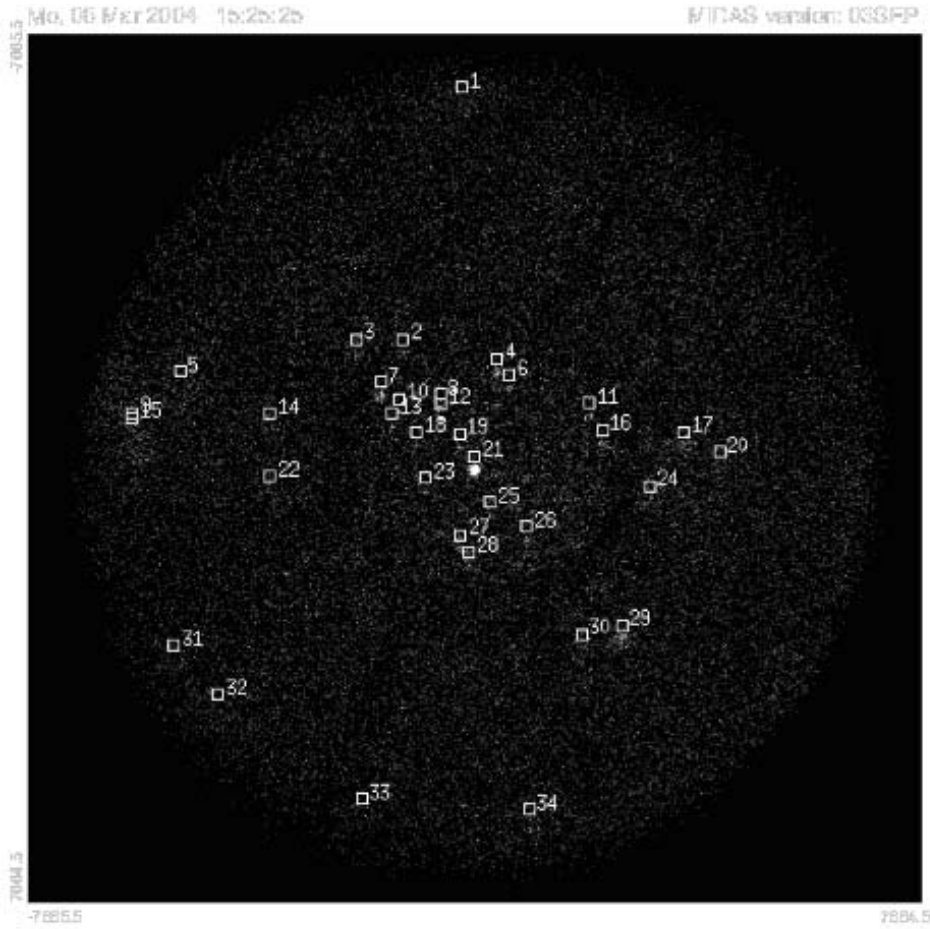
ROSAT ilk tüm gökyüzü araştırmasını 125.000 x-ışın ve 479 EUV kaynağın keşfini sağlayan görüntülü teleskoplarla yaptı. Buna ek olarak Galaktik x-ışın emisyonu dağılımı, eşsiz açısal çözünürlükle (<1') haritalandı. Gözlem zamanının çoğu, seçilmiş hedeflerin nokta gözlemlerine ayrıldı. ~ 2000 saniye ~ 1 milyon saniye arasındaki gözlem süreleriyle toplam 4580 PSPC ve 4482 HRI alanı gözlemlendi. Bu gözlemler 24 ülkeden 700 bilim adamının isteği doğrultusunda yapıldı. ROSAT kaynaklı yayınların

toplam sayısı 4787'dir ve bunların % 54.9'u hakemli dergilerde yayınlanmıştır. Bütün ROSAT verisinin indirilmesi yapılmış ve arşivlenmiştir. İstenen veriye <http://wave.xray.mpe.mpg.de/rosat/catalogues> [24] adresinden ulaşılabilir.

EK – D: ÇALIŞILAN YILDIZLARIN UZAYSAL ANALİZ SONUÇLARI

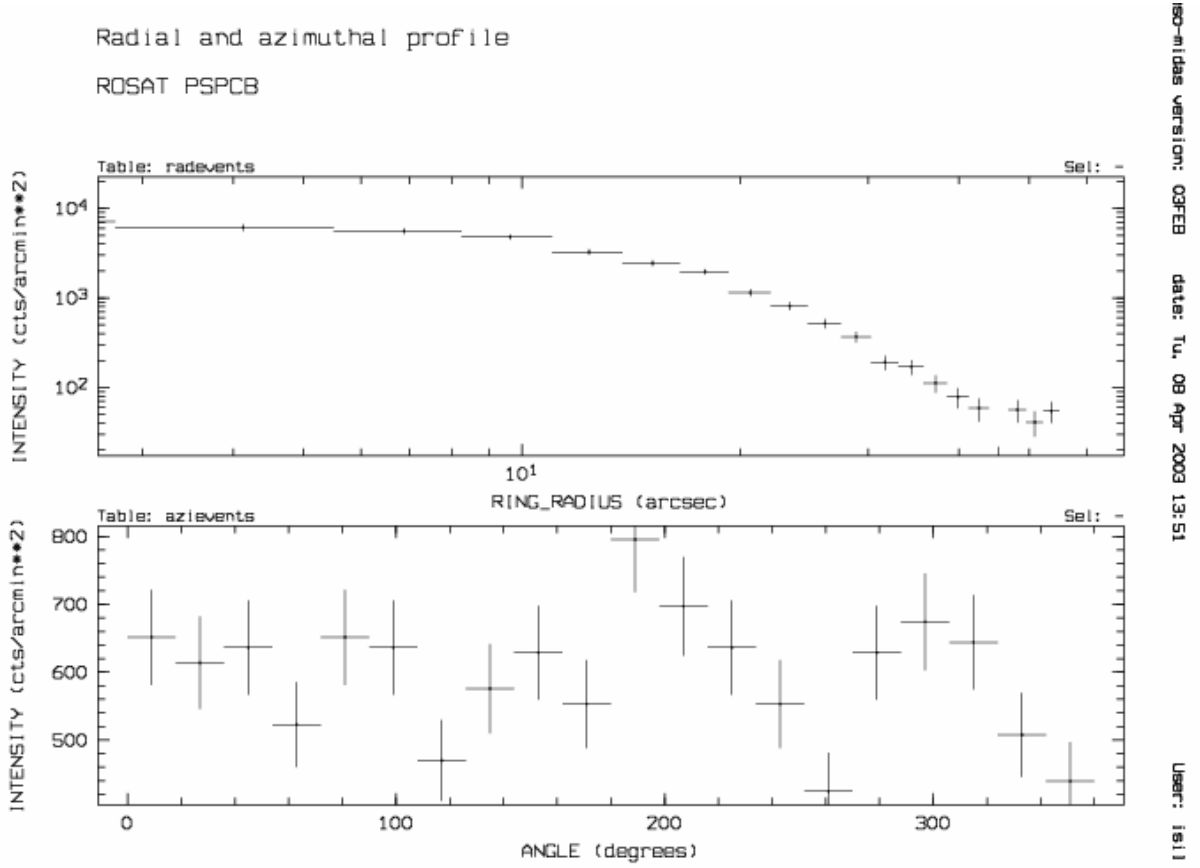
Ek – D.1. AB Dra

HEASARC veri tabınından [3], ROSAT uydusunun PSPC filtresiyle alınan AB Dra yıldızının rp300106n00 numaralı gözlemi alınmıştır. 41.3 EXT_ML değeriyle bir nokta kaynak olduğu tespit edilmiş ve uygun komutlar kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre rektasansyon ve deklinasyon değerlerinden merkezdeki 21 numaralı yıldız AB Dra olarak belirlenmiş (Şekil Ek – D.1) ve elde edilen görüntüde yıldızın $x_sky = -6.29$ ve $y_sky = 1.76$ olduğu görülmüştür (bkz. Ek – A).



Şekil Ek – D.1: AB Dra yıldızının kaynak araştırma sonuçları.

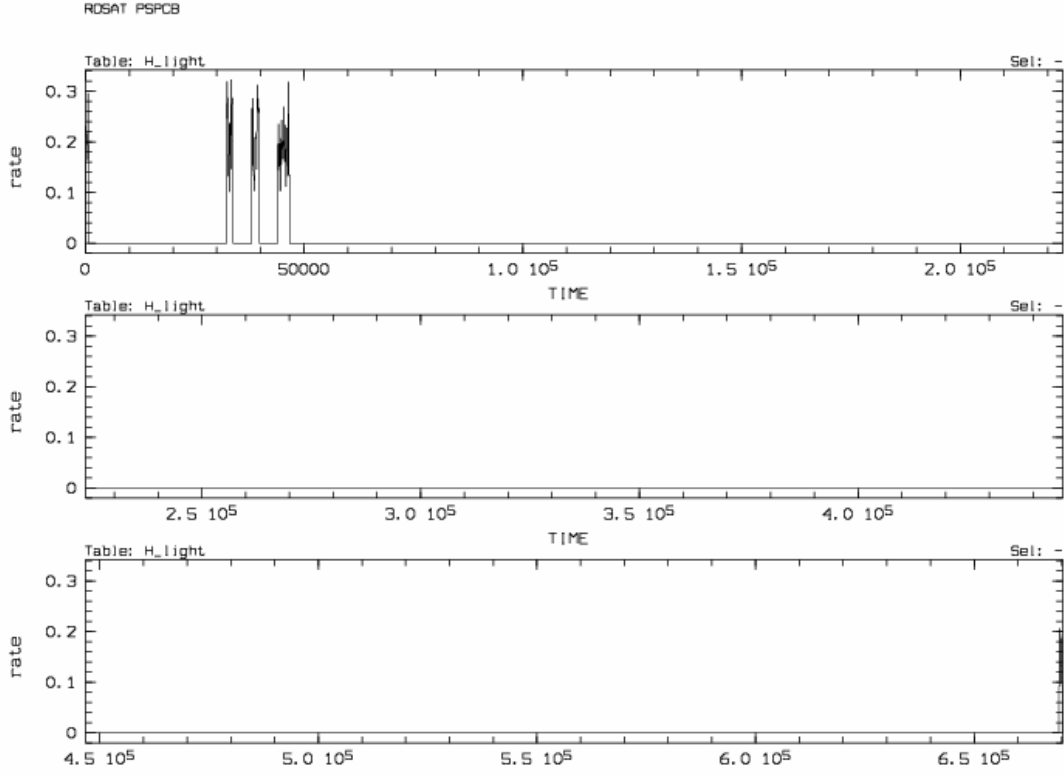
Radyal ve azimutal profiller incelendiğinde, yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, AB Dra yıldızı için görüntü üzerinde 100" bir yarıçap tespit edilmiştir (Şekil Ek – D.2).



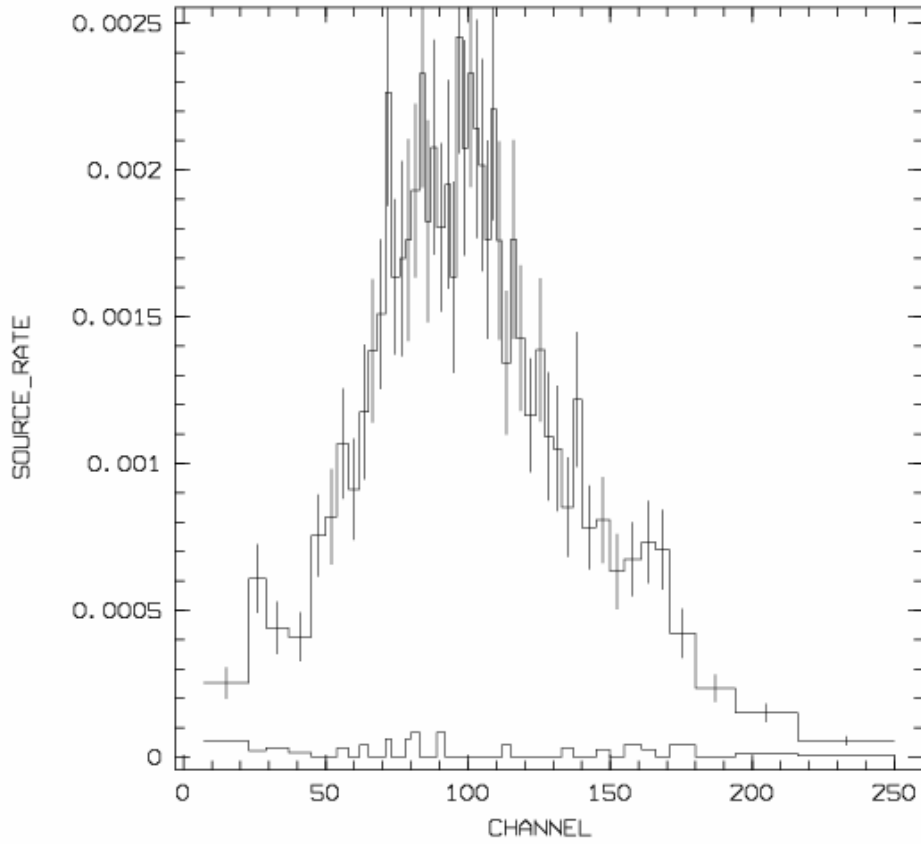
Şekil Ek – D.2: AB Dra yıldızının ROSAT uydu verisinden belirlenen yarıçapı.

Kaynağın ışık eğrisini ve kaynak tayfını oluştururken arka plandan karşılaştırma yapmak için ışınım almamız gerekir. Bunun için tespit edilen r_2 ve r_3 yarıçapları sırasıyla $110''$, $149''$ dir. Şekil Ek – D.3 de AB Dra yıldızının ROSAT gözleminde elde edilen ışık eğrisi zaman değerleri birbirini takip edecek şekilde üç grafik halinde görülmektedir.

Kaynağın uydu verisindeki belirlenen alanı ile arka plandan alınan ışınımın kıyaslandığı kaynak tayfı Şekil Ek – D.4 de verilmektedir.



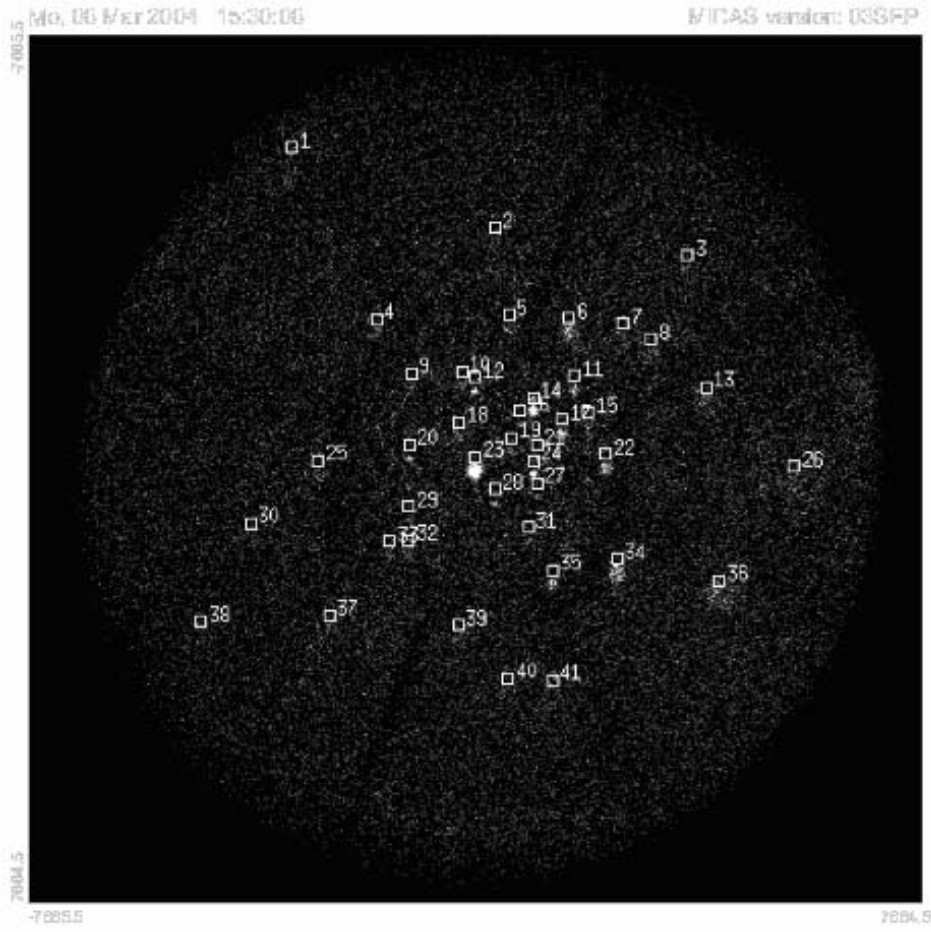
Şekil Ek – D.3: AB Dra yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi.



Şekil Ek – D.4: Arka plan tayfı ile birlikte AB Dra yıldızının kaynak tayfı.

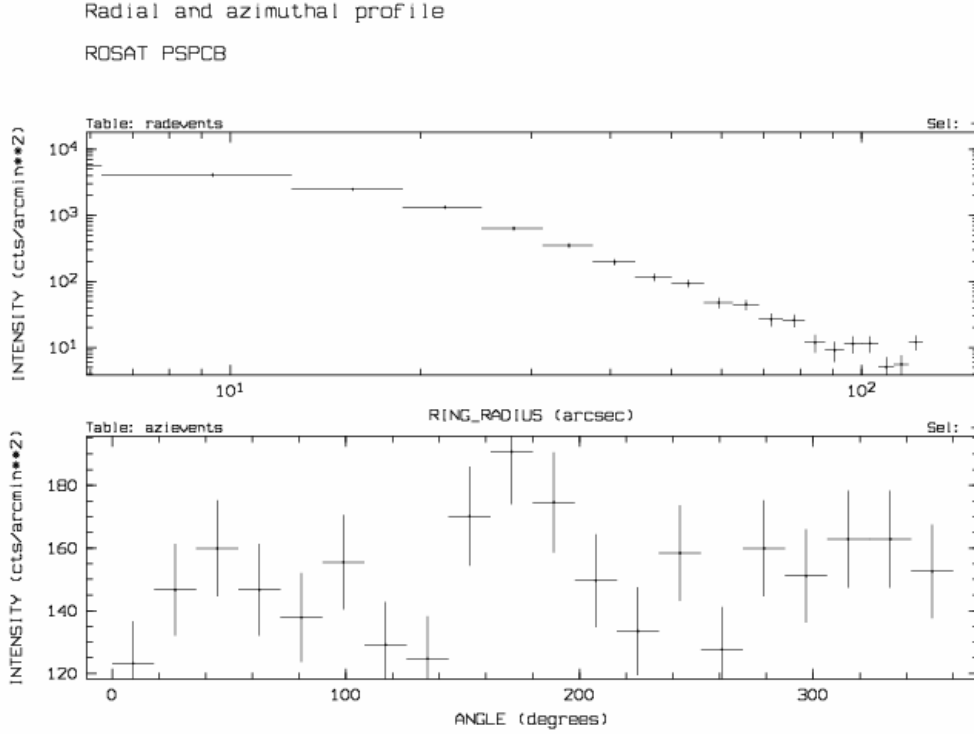
Ek – D.2. BC UMa

HEASARC veri tabanından [3], ROSAT uydusunun PSPC filtresiyle alınan BC UMa yıldızının rp701073n00 numaralı gözlemi alınmıştır. 49.7 EXT_ML değeriyle bir nokta kaynak olduğu tespit edilmiş ve uygun komutlar kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre rektasasyon ve deklinasyon değerlerinden merkezdeki 23 numaralı yıldız BC UMa olarak belirlenmiş (Şekil Ek – D.5) ve elde edilen görüntüde yıldızın $x_sky = -9.94$ ve $y_sky = 4.44$ olduğu görülmüştür (bkz. Ek – A).



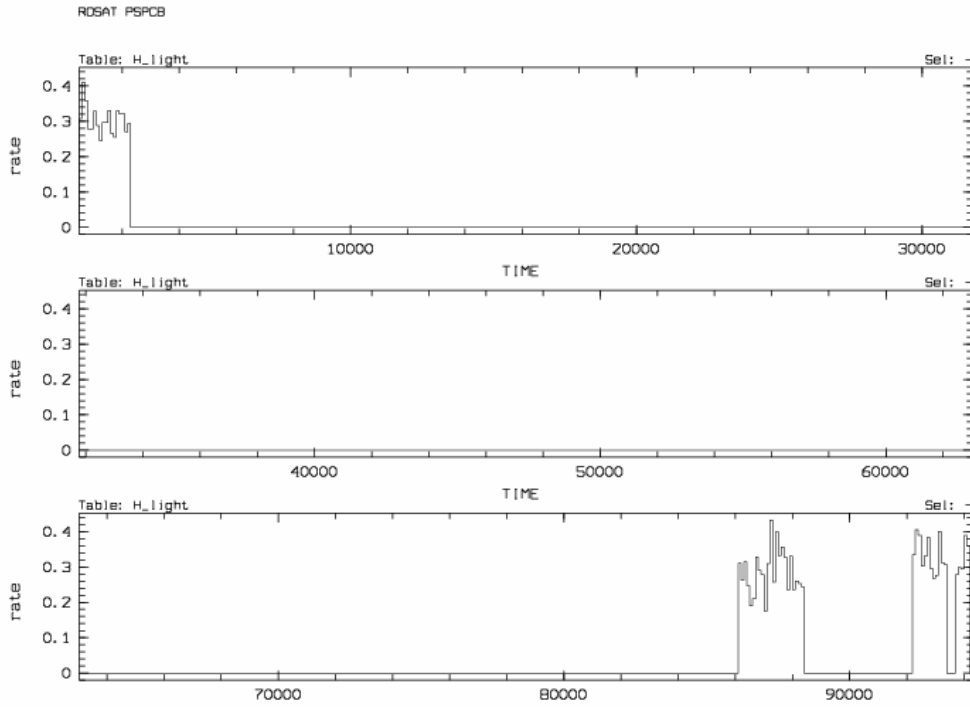
Şekil Ek – D.5: BC UMa yıldızının kaynak araştırma sonuçları.

Radyal ve azimutal profiller incelendiğinde, yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, BC UMa yıldızı için görüntü üzerinde 250" bir yarıçap tespit edilmiştir (Şekil Ek – D.6).



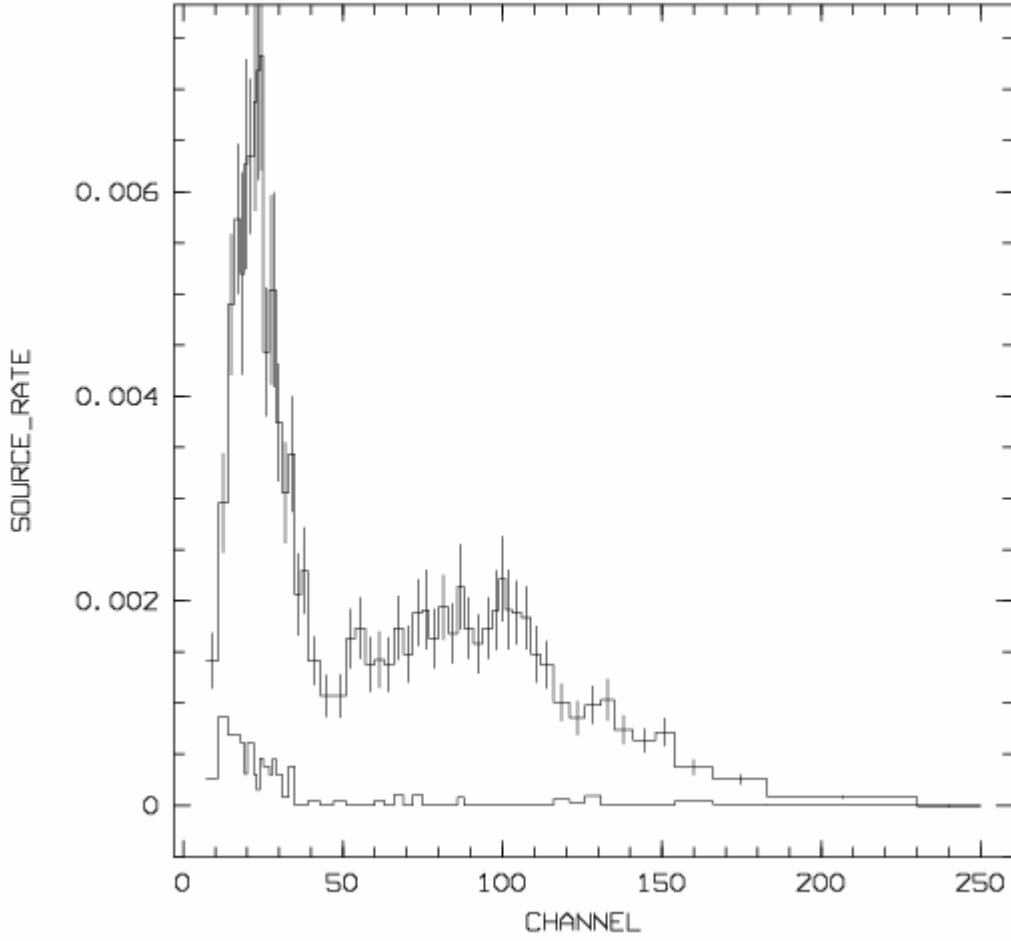
Şekil Ek – D.6: BC UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden belirlenen yarıçapı.

Kaynağın ışık eğrisini ve kaynak tayfını oluştururken arka plandan karşılaştırma yapmak için ışınım almamız gerekir. Bunun için tespit edilen r2 ve r3 yarıçapları sırasıyla 260" , 361" dir. Şekil Ek – D.7 de BC UMa yıldızının ROSAT gözleminde elde edilen ışık eğrisi zaman değerleri birbirini takip edecek şekilde üç grafik halinde görülmektedir.



Şekil Ek – D.7: BC UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi.

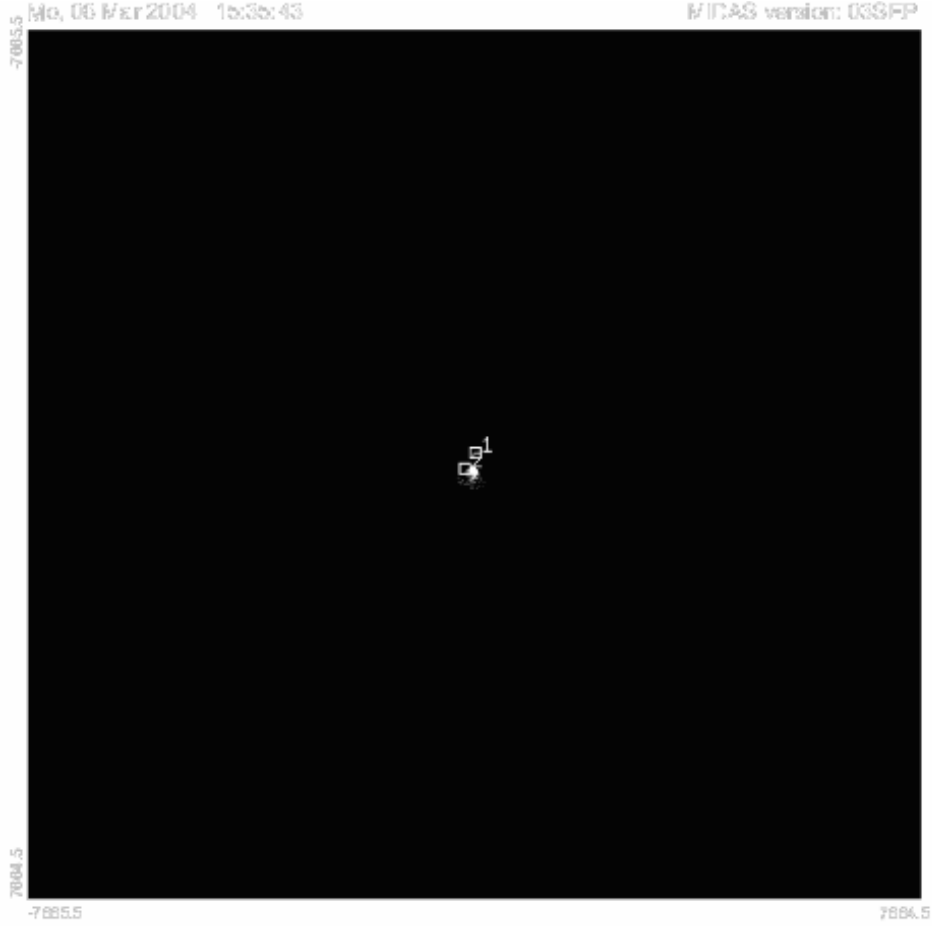
Kaynağın uydu verisindeki belirlenen alanı ile arka plandan alınan ışınımın kıyaslandığı kaynak tayfı Şekil Ek – D.8 de verilmektedir.



Şekil Ek – D.8: Arka plan tayfı ile birlikte BC UMa yıldızının kaynak tayfı.

Ek – D.3. YY Dra Yıldızının Uzaysal Analiz Sonuçları

HEASARC veri tabınından [3], ROSAT uydusunun PSPC filtresiyle alınan YY Dra yıldızının rp300117n00 numaralı gözlemi alınmıştır. 90.8 EXT_ML değeriyle bir geniş kaynak olduğu tespit edilmiş ve uygun komutlar kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre rektasansyon ve deklinasyon değerlerinden merkezdeki 1 numaralı yıldız YY Dra olarak belirlenmiş (Şekil Ek – D.9) ve elde edilen görüntüde yıldızın $x_{sky} = -6.58$ ve $y_{sky} = 32.98$ olduğu görülmüştür (bkz. Ek – B).

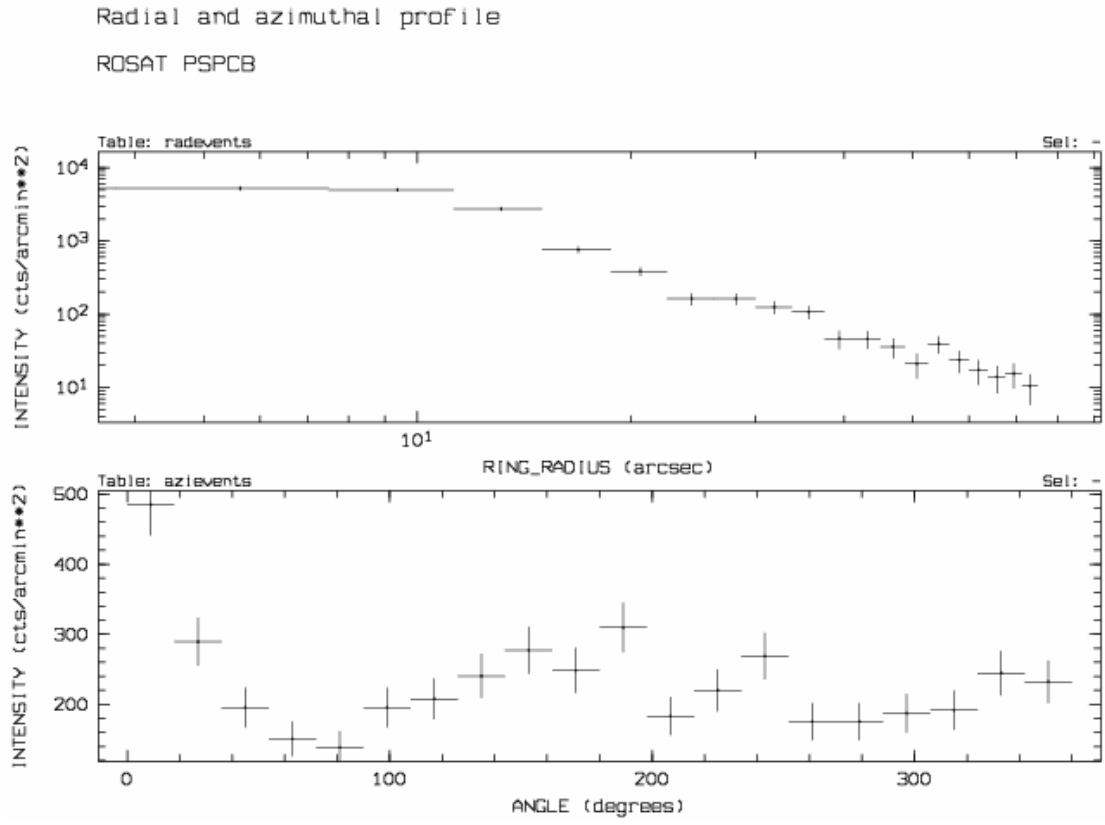


Şekil Ek – D.9: YY Dra yıldızının kaynak araştırma sonuçları.

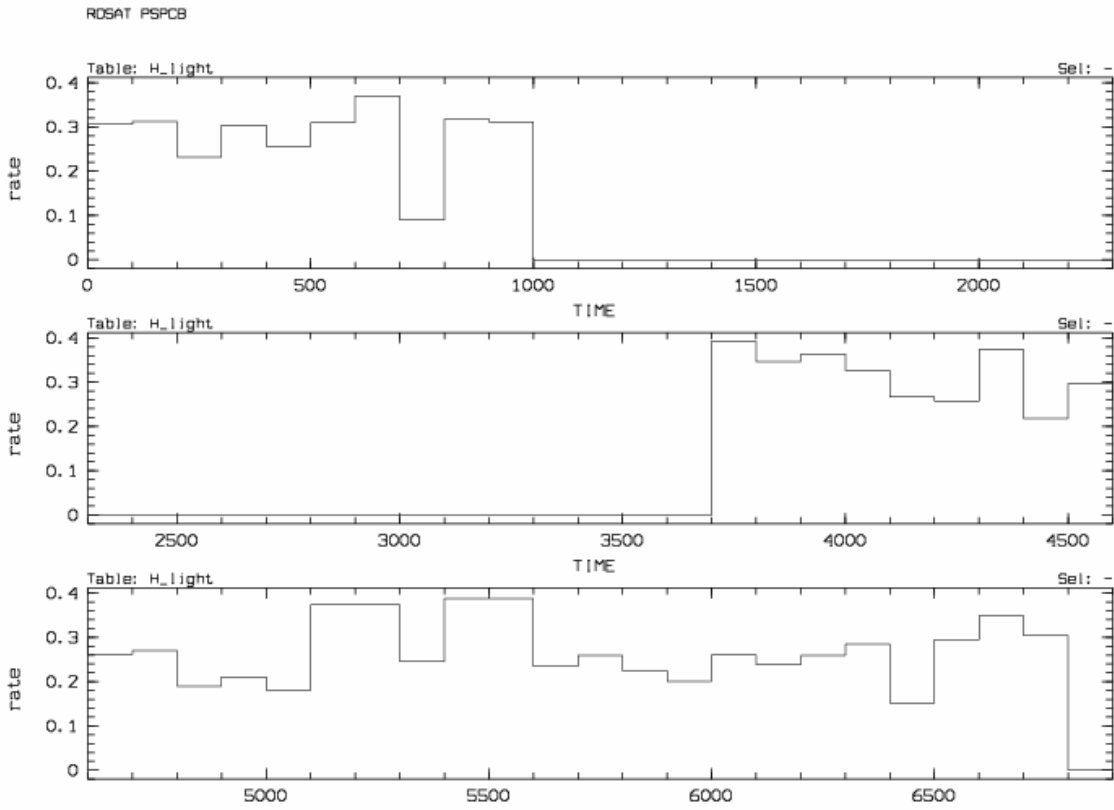
Radyal ve azimutal profiller incelendiğinde, yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, YY Dra yıldızı için görüntü üzerinde 150" bir yarıçap tespit edilmiştir (Şekil Ek – D.10).

Kaynağın ışık eğrisini ve kaynak tayfını oluştururken arka plandan karşılaştırma yapmak için ışınım almamız gerekir. Bunun için tespit edilen r2 ve r3 yarıçapları sırasıyla 160" , 220" dir. Şekil Ek – D.11 de YY Dra yıldızının ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisi zaman değerleri birbirini takip edecek şekilde üç grafik halinde görülmektedir.

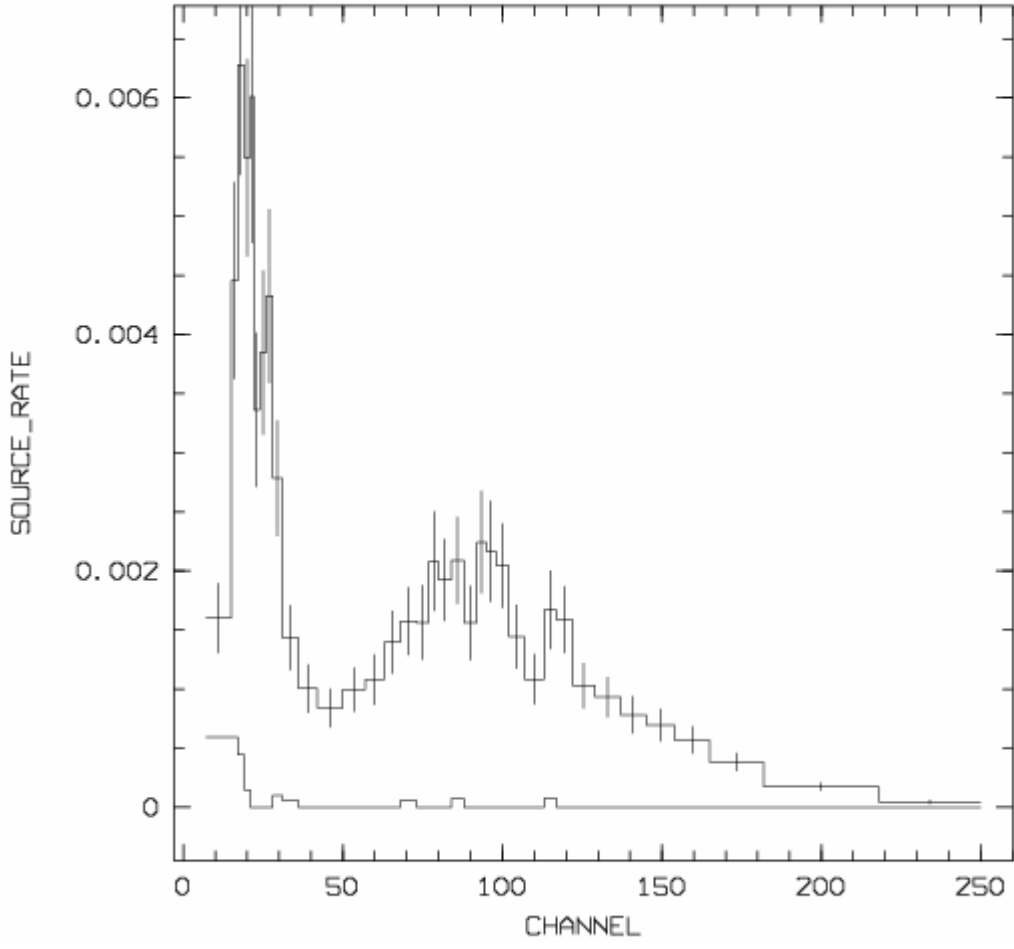
Kaynağın uydu verisindeki belirlenen alanı ile arka plandan alınan ışınımın kıyaslandığı kaynak tayfı Şekil Ek – D.12 de verilmektedir.



Şekil Ek – D.10: YY Dra yıldızının ROSAT uydu verisinden belirlenen yarıçapı.



Şekil Ek – D.11: YY Dra yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi.



Şekil Ek – D.12: Arka plan tayfı ile birlikte YY Dra yıldızının kaynak tayfı.

ÖZGEÇMİŞ

Soyadı: ERDEVE

Adı: Işıl

Doğum Tarihi: 05.09.1977

Doğum Yeri: İstanbul

Uyruğu: T.C.

Yabancı Dil: İngilizce

Adres: Altıntepe Çayırsoğ. Erdem sit. F/15 81570 Küçükyalı/İstanbul

E-posta: isilerdeve@hotmail.com

Tel: 0216 388 80 54

Eğitim:

İlkokul: Ahmet Rasim İlköğretim Okulu, Küçükyalı – İstanbul

Ortaokul: Halit Armay İlköğretim Okulu, Küçükyalı – İstanbul

Lise: Kadir Has Lisesi, Küçükyalı – İstanbul (1991-1994)

Lisans: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü,
Beyazıt – İstanbul (1994-2000)

Yüksek Lisans: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay
Bilimleri Bölümü, Beyazıt – İstanbul (2000-)

Katıldığı Toplantılar:

- Orta Öğretimde Temel Bilimler Sempozyumu, Astronomi: Matematik ve Fen Bilimlerinin Uygulama Alanı, İstanbul, 1-2.11.1998
- TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin Açılışı, Bakırlitepe-Antalya, 05.09.1997
- XI. Ulusal Astronomi Kongresi, Fırat Üniversitesi-Elazığ, 8-11.08.1999
- The Last Total Eclipse of The Millennium in Turkey, İTÜ- İstanbul, 13-15.08.1999

- Astronomi ve Uzay Bilimlerinde Yeni Gelişmeler, İstanbul Üniversitesi- İstanbul, 02.02.2001
- New Directions for Close Binary Studies: “The Royal Road to the Stars”, Dardanos – Çanakkale (Turkey), 24-28.06.2002
- XIII. Ulusal Astronomi Toplantısı, Antalya TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi- Antalya, 02-06.09.2002

Projeler:

- Adı: Örnek Bir WEB Sitesi:Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü ve Gözlemevi Araştırma Merkezi WEB Sayfası
Kurum: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü ve İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi
Kod: 1269/050599
Yürütücü: Yard.Doç.Dr. Sevinç Gülseçen
Başl.-Bit.Tarihleri: 05.05.1999 – 2000
- Adı: 11 Ağustos 1999 Tam Güneş Tutulması Gözlemlerinde Kullanılacak 4 Aletin Çalışma Prensipleri
Kurum: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü ve İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi
Kod: ÖR – 83/280699
Yürütücü: Işıl Erdeve
Başl.-Bit.Tarihleri: 1999 – 2000
- Adı: Bazı Cüce Novaların X-ışın Uydu Verilerinin Analizi
Kurum: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü ve İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi
Kod: T – 237/06032003
Yürütücü: Işıl Erdeve
Başl.-Bit.Tarihleri: 2003 -

Bilgisayar Programları:

İşletim Sistemi: Windows, Linux

Programlama Dili: Fortran, Qbasic

Paket Programlar: Microsoft Office Programları, Midas – Exsas.