

**CÜCE NOVALARIN
X_IŞINI UYDU VERİLERİNİN ANALİZİ**

Metin ALTAN
Doktora Tezi

Fizik Anabilim Dalı
Mart-2002

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Metin ALTAN'ın "CÜCE NOVALARIN X-IŞINI UYDU VERİLERİNİN ANALİZİ" başlıklı Fizik Anabilim Dalındaki, Doktora Tezi 08/03/2002 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı

İmza

Üye (Tez danışmanı) : Prof. Dr. Muhsin ZOR

Üye : Prof. M. Türker ÖZKAN

Üye : Yard. Doç. Dr. A. Talat SAYGAÇ

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun
13.03.2002 tarih ve 9/1.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Orhan ÖZER
Fen Bilimleri Enstitüsü
Müdürü

Eşim Suna ve oğlum Atahan'a

ÖZET

Doktora Tezi

CÜCE NOVALARIN X-IŞINI UYDU VERİLERİNİN ANALİZİ

Metin ALTAN

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muhsin ZOR

Mart-2002, 358 sayfa

Bu tez çalışmasında, Cüce Novalara ait x-ışını verileri incelenmiştir. ROSAT (ROntgen SATellite) projesi kapsamında elde edilen ve HEASARC arşivinde derlenen x-ışını uydu verilerinden, değişik özellikteki cüce nova verileri indirgenmiş ve analizleri yapılmıştır. İndirgeme ve analiz aşamasında ESO-MIDAS (European Southern Observatory–Munich Image Data Analysis System) ve EXSAS (Extended X-ray Scientific Analysis System) programları kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında, daha önce literatürde bir arada incelenmeyen 4 adet ZC, 2 adet UG ve 14 adet SU alt gruplarından toplam 20 adet cüce nova x-ışını ROSAT gözlemi değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde (POWL) Güç Kanunu, (BBDY) Kara Cisim (enerji akısına indirgenmiş Planck spektrumu), (RSMF) Isısal Plazma Emisyonu (tam set Raymond-Smith), (BBEF) Kara Cisim (Planck spektrumu), (TBEF) Isısal Bremsstrahlung Modelleri kullanılmıştır. Sonuçta enerji, foton ve atmosfer üstü akı, sayım oranı, foton indeksi, hidrojen kolon yoğunluğu, sıcaklık, enerjideki akı genliği, sertlik oranı, emisyon ölçümü gibi, cüce novaların fiziksel özelliklerinin karakteristiğini yansıtan değerler elde edilmiştir. **TBEF** ve emisyon ölçümünde kullanılan **RSMF**, cüce novalar için en uygun modeller olduğu ortaya çıkarılmıştır. Sertlik oranlarının belirlenmesi ile, incelenen kaynakların yumuşak ve sert x-ışını sınıflandırması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Cüce nova, X-ışını veri analizi, MIDAS, EXSAS

ABSTRACT

PhD. Thesis

ANALYSIS OF X-RAY SATELLITE DATA OF DWARF NOVAE

Metin ALTAN

**Anadolu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Physics Program**

**Supervisor: Prof. Dr. Muhsin ZOR
March-2002, 358 pages**

In this thesis, the x-ray data of dwarf novae was investigated. Dwarf novae data which have different properties (from x-ray satellite data) obtained during ROSAT (ROntgen SATellite) project were reduced from HESARC archive and analysed by using ESO-MIDAS (European Southern Observatory-Munich Image Data Analysis System) and EXSAS (Extended X-ray Scientific Analysis System) programs.

In the contents of this work, X-ray ROSAT observations of total 20 dwarf novae which contain the groups of 4 objects from ZC, 2 objects from UG, and 14 objects from SU have been assested that in the literature they have not been considered together. During this investigation, five models which are (POWL) Power Law, (BBDY) Black Body (Planck spectrum which is reduced to energy flux), (BBEF) Black Body (Planck spectrum), (RSMF) Thermal Plasma Emission (full code Raymond-Smith), (TBEF) Thermal Bremsstrahlung models have been tested. As a result, the physical characteristics of those dwarf novae such as photon energy, photon flux above atmosphere, count rate, photon index, hydrogen column density, temperature, flux amplitude, hardness ratio, emission measure have been obtained. RSMF which is used for emission measurement and TBEF have been found to be the most suitable models for dwarf novae. Soft and hard X-rays of research sources were classified with the determination of the hardness ratio.

Keywords: Dwarf nova, X-ray data analysis, MIDAS, EXSAS

TEŞEKKÜR

Fırsatın ve değerin verilmediği bir emeğin hiçbir anlamı yoktur. Fırsat verildiği anda bir çalışma filizlenir, değer verildiği anda önem ve kimlik kazanır. Profesyonel anlamda fiziği tanımaya başladığım üniversite birinci sınıftan bu güne kadar bilgi, deneyim ve güvenini esirgemeyip beni bir meslektaş olarak gören, bu çalışmayı gerçekleştirebilmek için fırsat tanıyan ve bu çalışmanın önemine ve gerçekleşeceğine inanarak her aşamasında destekleyen, verdiği çalışma şevki, fikir ve ilham ile tez çalışmasının daha bilimsel temellere oturmasını sağlayan değerli hocam sayın Prof. Dr. Muhsin ZOR'a en içten teşekkür ve minnettarlığımı sunarım. Çalışmanın gerekliliğine inancı, desteği ve bilimsel tartışma platformları olmasaydı, böyle bir tez hiç yapılmamış olacaktı.

Tezin her aşamasında el birliği vererek fikir alışverişi yaptığımız, bilimsel problemleri göğüslediğimiz, astronomi ve astrofiziğin temel prensipleri ile tez çalışmasının her basamağını geliştirdiğimiz ve konu ile ilgili tüm araştırmacılara ıstık tutacak kalitede oluşturulmasını sağlayan İstanbul Üniversitesi'nden değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Türker Özkan ve sayın Yard. Doç. Dr. Talat Saygaç'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Meslek hayatımın ilk günlerinden bu güne kadar büyük ilgi ve heyecan duyduğum karadelik ve uzay-zaman kavramları benim için vazgeçilmez bir araştırma alanı olmuştur. Bu konularda kuramsal fizik adına tatmin edici bilgiye sahip olmadığım halde tez konumun bu kavramlar üzerine olmasını istemekteydim. Değerli hocam sayın Prof. Dr. Türker Özkan, birlikte yaptığımız görüşmeler sonucunda bu kavramların çalışılması konusunda yeterli deneysel ve uygulama verilerinin bulunmadığını ve İstanbul Üniversitesi'nde yapılan çalışmalara paralel konular üzerinde yoğunlaşarak daha sağlıklı bir tez çalışması yapılabileceğini önererek büyük bir çıkmaza girmemi engellemiştir. Tez konumun seçilmesi aşamasında beni yönlendirerek, ülkemiz astrofizik çalışmalarında ender çalışılan bir konu üzerinde yoğunlaşmamı sağladığı için Prof. Dr. Türker Özkan hocama ayrıca teşekkür ederim.

Farklı çalışma alanlarında olmamıza rağmen hiçbir zaman bilimsel kimliğinden taviz vermeyen kişiliği ile ve bilimin ortak dil olduğuna inanarak her zaman bilimsel platformlarda verdiğim mücadelelerde arkamda olan, birçok çalışmayı, problemi,

başarıları birlikte omuzladığımız değerli hocam Prof. Dr. Can AYDAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Tez çalışması sırasında sabır ve gayretlerini esirgemeyen diğer sevgili çalışma arkadaşlarım, Arş. Gör. Ayşe Canigür, Enstitü Sekreterimiz Ferah ÖZTÜRK, çalışmam süresince yanımdan ayrılmayan, heyecanını ve güvenini üzerimden eksiltmeyerek beni sürekli bilimsel tartışmalara sürükleyen bilim insanı Arş. Gör. Hakan Nefeslioğlu ve her açıdan manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü'nün değerli personeline sonsuz teşekkürler.

MIDAS ve EXSAS programlarının sağlıklı bir şekilde Linux platformunda çalıştırılmasında uzun bir süre yaşadığım problemlere birlikte çözüm aradığımız ve her aşamada büyük bir sabırla bana teknik destek sağlayan ROSAT Scientific Data Center Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik'den değerli hocam Dr. Reiner GRUBER'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmanın değişik aşamalarında bilimsel bir tartışma platformu oluşturan değerli hocalarım ODTÜ'den Yard. Doç. Dr. Şölen BALMAN ve Prof. Dr. Ümit Kızıloğlu'na, Boğaziçi Üniversitesi'nden Öğr. Gör. Gülnur İKİZGÜN'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Yaşamımda ve çalışmalarımnda herkesten fazla emeği olan ve yapacağım her çalışmam ile yaşayacak babam Fehmi ALTAN ve annem Ümmügülsüm ALTAN'a sonsuz teşekkürler.

Çalışmalarım sırasında manevi desteklerini eksik etmeyen saygıdeğer büyüklerin Hüsametkin KILIÇ ve Neziye KILIÇ'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatı paylaştığım Eşim Suna ALTAN ve paylaştığımız hayata gerçek bir anlam katan oğlumuz Atahan ALTAN'a, çalışmam süresince gösterdikleri sabır, hoşgörü, yardım ve manevi desteklerinden dolayı minnettarlığımın en büyüğü.

Çalışmanın tamamlanacağına benden daha fazla inanan ve desteklerini bundan sonrada her zaman hissedeceğimden emin olduğum, üzerimde emeği olan tüm bu insanlara ve burada adlarını sayamadığım sevgili dostlarıma, ...TEŞEKKÜRLER...

Metin ALTAN

Mart - 2002

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxi
1. GİRİŞ	1
2. X-IŞINI ASTROFİZİĞİNDE TEORİK YAKLAŞIMLAR	5
2.1. X-ışını Yayılma Mekanizmaları ve Kaynak Tayfı	6
2.2. Isısal Bremsstrahlung (serbest serbest) Işınımı	8
2.3. Kara Cisim Işınımı	14
2.4. Yüksek Sıcaklıklarda Üretim – Çift Sistemlerde Yığılma	15
2.5. Senkrotron Işınımı ile X-ışını Üretimi	18
2.6. Ters Compton Süreci İle X-ışını Üretimi	22
2.7. Raymond_Smith (Sıcak Plazmanın Yumuşak X-ışını Spektrumu)	24
2.7.1. İyonizasyon dengesi	25
2.7.2. Işınım işlemi	26
3. ASTROFİZİK ÇALIŞMALARINDA UYDU TEKNOLOJİSİ	29
3.1. 0.2-20 keV Enerji Aralığı İçin Cihaz Tasarımı	29
3.2. Orantılı Sayaç Detektörü Çalışma Prensipleri	31
3.3. Kolimatörler	35
3.4. Bir X-ışını Kaynağının, Kuvvetinin ve Konumunun Belirlenmesi	36
3.5. X-ışını Kaynağı Spektrumunun Belirlenmesi	38
3.6. Diğer Tip Detektörler	39
3.7. Bindirme (Modülasyon) Kolimatörleri	41
3.8. Odaklama Sistemleri	42

	<u>Sayfa</u>
4. KATAKLİSMİK DEĞİŞEN YILDIZLAR	44
4.1. Tanım ve Tarihteki Yeri	44
4.2. Sınıflandırılması	44
4.3. Çift Yıldızlar Olarak Kataklistik Değişen Yıldızlar	48
4.3.1. Sifonlar, rüzgarlar ve akıntılar	52
4.3.1.1. Sınır tabakası	52
4.3.1.1.1. Sifonlar	53
4.3.1.1.2. Sınır tabakasının sıcaklığı	55
4.3.1.2. Rüzgarlar	56
4.3.1.2.1. P.Cygni profili	56
4.3.1.3. Maddenin Disk İle Etkileşimi	59
4.3.2. Kütle Aktarımı, Sıcak Leke ve Yığılma Diski	59
4.3.3. Parlaklık ve Uzaklık	65
4.3.4. Tayf	65
4.3.5. Periyot	67
4.4. Nova ve Cüce Nova Patlamalarının Nedenleri ve Modelleri	67
4.4.1. Disk kararsızlığı modeli	68
4.4.2. Madde transfer kararsızlığı modeli	70
4.4.3. Süper patlamalar	71
5. MATERYAL ve METOD	72
5.1. ROSAT Projesi	72
5.2. Kullanılan programlar	73
5.3. Verilerin indirgenmesi	74
5.4. Verilerin Analizi	75
5.5. Uygulanan Modeller ve Temel Kavramlar	77
5.6. Sertlik Oranı (Hardness Ratio) Belirleme	81
5.7. Sayım Oranı (Count Rate) Belirleme	82
6. ANALİZ VE BULGULAR	83
6.1. Çalışılan Yıldızlara Ait Spektral Analiz Sonuçları	83
6.1.1. AB Dra Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	83
6.1.2. V426 Oph Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	97
6.1.3. WW Cet (a00) Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	110
6.1.4. WW Cet (a01) Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	123

	<u>Sayfa</u>
6.1.5. RU Peg Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	136
6.1.6. X Leo Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	149
6.1.7. BZ UMa Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	162
6.1.8. CU Vel Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	174
6.1.9. CY UMa Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	187
6.1.10. OY Car Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	200
6.1.11. SS UMi Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	212
6.1.12. SU UMa Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	225
6.1.13. SW UMa Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	238
6.1.14. T Leo Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	251
6.1.15. TY PsA Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	264
6.1.16. WX Hyi Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	277
6.1.17. WZ Sge Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	290
6.1.18. YZ Cnc [a01] Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	303
6.1.19. YZ Cnc [a02] Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	316
6.1.20. YZ Cnc [n00] Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları	329
6.2. Cüce Novaların Spektral Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması	342
7. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	354
KAYNAKLAR	358

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
2.1. Üç x-ışını mekanizmasının foton enerjisi ve akı yoğunluğu değişimi	6
2.2. Bremsstrahlung ışıınının şematik gösterimi	10
2.3. Bileşenler arasında spiral şekilde madde aktarımı	16
2.4. Relativistik elektronların manyetik alanda senkrotron ışıını üretmesi	18
2.5. Compton saçınımlarının şematik gösterimi	22
3.1. Kolimatör ve orantılı sayacın şematik gösterimi	30
3.2. Detektörde x-ışını fotonu ile elektronun etkileşim şeması	32
3.3. Eksenler yönünde dönen kolimatörde, ışıının demetinin geçişinin üçgensel değişimi	36
3.4. X-ışını kaynağında kuvvet ve konum belirleme	37
3.5. Detektörde sıfır ve maksimum geçişler	41
3.6. Parabolik ve hiperbolik sistemlerden oluşan x-ışını odaklama platformu	43
4.1. Cüce novaların üç alt sınıfına ait ışık eğrileri	46
4.2. Manyetik olmayan kataklismik sistemler	48
4.3. Beyaz cüce baş yıldızı manyetik olmayan, standart kataklismik değişen yıldız modeli	49
4.4. Manyetik kataklismik değişen sistemler	49
4.5. Diskteki materyalin yörüngesel hızı, sınır tabakasındaki hız ile beyaz cücenin çok daha küçük yüzey hızının çakışması	52
4.6. Yüksek yığılma oranlarında, sınır tabakasının sınır görüntüsü	53
4.7. Düşük yığılma oranında, sınır tabakası aktivitesi	54
4.8. Beyaz cüceden dışa doğru rüzgar akış	57
4.9. Bir çift yıldızın etrafındaki potansiyel kuyular	62
4.10. Koriolis kuvveti etkisi ile L1 noktasından ayrılmakta olan maddenin eğrilmesi	63
4.11. Sınırlı çevrim aktivitesinin oluşması için şartların bir eğri ile gösterilmesi	69
6.1. AB Dra yıldızına yönelik kaynak araştırma sonuçları	83
6.2. AB Dra yıldızının ROSAT Uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	84
6.3. AB Dra için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	84
6.4. AB Dra yıldızının ROSAT uydusu verisinden elde edilen ışık eğrisi	85
6.5. AB Dra yıldızının POWL model analiz sonuçları	85
6.6. AB Dra yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	86
6.7. AB Dra yıldızının BBDY model analizi sonuçları	87
6.8. AB Dra yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	88
6.9. AB Dra yıldızının BBEF modeli analiz sonuçları	89
6.10. AB Dra yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	90
6.11. AB Dra yıldızının RSMF model analizi sonuçları	91

	<u>Sayfa</u>
6.12. AB Dra yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	92
6.13. AB Dra yıldızının TBEF modeli analiz sonuçları	93
6.14. AB Dra yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	93
6.15. AB Dra yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	94
6.16. AB Dra yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	95
6.17. V426 Oph yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	97
6.18. V426 Oph yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	97
6.19. V426 Oph için kaynak ve arkaplan kıyaslanması	98
6.20. V426 Oph yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	98
6.21. V426 Oph yıldızının POWL model analizi sonuçları	99
6.22. V426 Oph yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	100
6.23. V426 Oph yıldızının BBDY model analizi sonuçları	101
6.24. V426 Oph yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	102
6.25. V426 Oph yıldızının BBEF model analizi sonuçları	102
6.26. V426 Oph yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	103
6.27. V426 Oph yıldızının RSMF model analizi sonuçları	104
6.28. V426 Oph yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	105
6.29. V426 Oph yıldızının TBEF model analizi sonuçları	106
6.30. V426 Oph yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	106
6.31. V426 Oph yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	107
6.32. V426 Oph yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	108
6.33. WW Cet [a00] yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	110
6.34. WW Cet [a00] yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme Sonuçları	110
6.35. WW Cet [a00] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	111
6.36. WW Cet [a00] yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	111
6.37. WW Cet [a00] yıldızının POWL model analizi sonuçları	112
6.38. WW Cet [a00] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	113
6.39. WW Cet [a00] yıldızının BBDY model analizi sonuçları	114
6.40. WW Cet [a00] yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	115
6.41. WW Cet [a00] yıldızının BBEF model analizi sonuçları	115
6.42. WW Cet [a00] yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	116
6.43. WW Cet [a00] yıldızının RSMF model analizi sonuçları	117
6.44. WW Cet [a00] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	118
6.45. WW Cet [a00] yıldızının TBEF model analizi sonuçları	119
6.46. WW Cet [a00] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	119
6.47. WW Cet [a00] yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	120

	<u>Sayfa</u>
6.48. WW Cet [a00] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	121
6.49. WW Cet [a01] yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	123
6.50. WW Cet [a01] yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	123
6.51. WW Cet [a01] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	124
6.52. WW Cet [a01] yıldızının ROSAT Uydu Verisinden elde edilen ışık eğrisi	124
6.53. WW Cet [a01] yıldızının POWL model analizi sonuçları	125
6.54. WW Cet [a01] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	126
6.55. WW Cet [a01] yıldızının BBDY model analizi sonuçları	127
6.56. WW Cet [a01] yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	127
6.57. WW Cet [a01] yıldızının BBEF model analizi sonuçları	128
6.58. WW Cet [a01] yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	129
6.59. WW Cet [a01] yıldızının RSMF model analizi sonuçları	130
6.60. WW Cet [a01] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	131
6.61. WW Cet [a01] yıldızının TBEF model analizi sonuçları	132
6.62. WW Cet [a01] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	132
6.63. WW Cet [a01] yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	133
6.64. WW Cet [a01] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	134
6.65. RU Peg yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	136
6.66. RU Peg yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	136
6.67. RU Peg için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	137
6.68. RU Peg yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	137
6.69. RU Peg yıldızının POWL model analizi sonuçları	138
6.70. RU Peg yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	139
6.71. RU Peg yıldızının BBDY model analizi sonuçları	140
6.72. RU Peg yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	140
6.73. RU Peg yıldızının BBEF model analizi sonuçları	141
6.74. RU Peg yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	142
6.75. RU Peg yıldızının RSMF model analizi sonuçları	143
6.76. RU Peg yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	144
6.77. RU Peg yıldızının TBEF model analizi sonuçları	145
6.78. RU Peg yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	145
6.79. RU Peg yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	146
6.80. RU Peg yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	147
6.81. ROSAT uydu verisinin X Leo yıldızına yönelik kaynak inceleme Sonuçları	149
6.82. X Leo yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	149
6.83. X Leo için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	150

	<u>Savfa</u>
6.84. X Leo yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışıık eğrisi	150
6.85. X Leo yıldızının POWL model analizi sonuçları	151
6.86. X Leo yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	152
6.87. X Leo yıldızının BBDY model analizi sonuçları	153
6.88. X Leo yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	153
6.89. X Leo yıldızının BBEF model analizi sonuçları	155
6.90. X Leo yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	155
6.91. X Leo yıldızının RSMF model analizi sonuçları	156
6.92. X Leo yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	157
6.93. X Leo yıldızının RSMF model analizi sonuçları	158
6.94. X Leo yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	159
6.95. X Leo yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değeri	160
6.96. X Leo yıldızının spektral analiz sonuç değeri	160
6.97. BZ UMa yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	162
6.98. BZ UMa yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	162
6.99. BZ UMa için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	163
6.100. BZ UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışıık eğrisi	163
6.101. BZ UMa yıldızının POWL model analizi sonuçları	164
6.102. BZ UMa yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	165
6.103. BZ UMa yıldızının BBDY model analizi sonuçları	166
6.104. BZ UMa yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	166
6.105. BZ UMa yıldızının BBEF model analizi sonuçları	167
6.106. BZ UMa yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	168
6.107. BZ UMa yıldızının RSMF model analizi sonuçları	169
6.108. BZ UMa yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	170
6.109. BZ UMa yıldızının TBEF model analizi sonuçları	171
6.110. BZ UMa yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	171
6.111. BZ UMa yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değeri	172
6.112. BZ UMa yıldızının spektral analiz sonuç değeri	172
6.113. CU Vel yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	174
6.114. CU Vel yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	174
6.115. CU Vel için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	175
6.116. CU Vel yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışıık eğrisi	175
6.117. CU Vel yıldızının POWL model analizi sonuçları	176
6.118. CU Vel yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	177
6.119. CU Vel yıldızının BBDY model analizi sonuçları	178

	<u>Savfa</u>
6.120. CU Vel yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	178
6.121. CU Vel yıldızının BBEF model analizi sonuçları	179
6.122. CU Vel yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	180
6.123. CU Vel yıldızının RSMF model analizi sonuçları	181
6.124. CU Vel yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	182
6.125. CU Vel yıldızının TBEF model analizi sonuçları	183
6.126. CU Vel yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	183
6.127. CU Vel yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	184
6.128. CU Vel yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	184
6.129. CY UMa yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	187
6.130. CY UMa yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	187
6.131. CY UMa için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	188
6.132. CY UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	188
6.133. CY UMa yıldızının POWL model analizi sonuçları	189
6.134. CY UMa yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	190
6.135. CY UMa yıldızının BBDY model analizi sonuçları	191
6.136. CY UMa yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	191
6.137. CY UMa yıldızının BBEF model analizi sonuçları	192
6.138. CY UMa yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	193
6.139. CY UMa yıldızının RSMF model analizi sonuçları	194
6.140. CY UMa yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	195
6.141. CY UMa yıldızının TBEF model analizi sonuçları	196
6.142. CY UMa yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	196
6.143. CY UMa yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	197
6.144. CY UMa yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	198
6.145. OY Car yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	200
6.146. OY Car yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	200
6.147. OY Car için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	201
6.148. OY Car yıldızının uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	201
6.149. OY Car yıldızının POWL model analizi sonuçları	202
6.150. OY Car yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	203
6.151. OY Car yıldızının BBDY model analizi sonuçları	204
6.152. OY Car yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	205
6.153. OY Car yıldızının BBEF model analizi sonuçları	205
6.154. OY Car yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	206
6.155. OY Car yıldızının RSMF model analizi sonuçları	207

	<u>Sayfa</u>
6.156. OY Car yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	208
6.157. OY Car yıldızının TBEF model analizi sonuçları	209
6.158. OY Car yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	209
6.159. SS UMi yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	212
6.160. SS UMi yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	212
6.161. SS UMi için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	213
6.162. SS UMi yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	213
6.163. SS UMi yıldızının POWL model analizi sonuçları	214
6.164. SS UMi yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	215
6.165. SS UMi yıldızının BBDY model analizi sonuçları	216
6.166. SS UMi yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	216
6.167. SS UMi yıldızının BBEF model analizi sonuçları	218
6.168. SS UMi yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	218
6.169. SS UMi yıldızının RSMF model analizi sonuçları	219
6.170. SS UMi yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	220
6.171. SS UMi yıldızının TBEF model analizi sonuçları	221
6.172. SS UMi yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	221
6.173. SS UMi yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	222
6.174. SS UMi yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	223
6.175. SU UMa yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	225
6.176. SU UMa yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	225
6.177. SU UMa için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	226
6.178. SU UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	226
6.179. SU UMa yıldızının POWL model analizi sonuçları	227
6.180. SU UMa yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	228
6.181. SU UMa yıldızının BBDY model analizi sonuçları	229
6.182. SU UMa yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	229
6.183. SU UMa yıldızının BBEF model analizi sonuçları	230
6.184. SU UMa yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	231
6.185. SU UMa yıldızının RSMF model analizi sonuçları	232
6.186. SU UMa yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	233
6.187. SU UMa yıldızının TBEF model analizi sonuçları	234
6.188. SU UMa yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	234
6.189. SU UMa yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	235
6.190. SU UMa yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	236
6.191. SW UMa yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	238

	<u>Sayfa</u>
6.192. SW UMa yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	238
6.193. SW UMa için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	239
6.194. SW UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	239
6.195. SW UMa yıldızının POWL model analizi sonuçları	240
6.196. SW UMa yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	241
6.197. SW UMa yıldızının BBDY model analizi sonuçları	242
6.198. SW UMa yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	242
6.199. SW UMa yıldızının BBEF model analizi sonuçları	243
6.200. SW UMa yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	244
6.201. SW UMa yıldızının RSMF model analizi sonuçları	245
6.202. SW UMa yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	246
6.203. SW UMa yıldızının TBEF model analizi sonuçları	247
6.204. SW UMa yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	247
6.205. SW UMa yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	248
6.206. SW UMa yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	249
6.207. T Leo yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	251
6.208. T Leo yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	251
6.209. T Leo için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	252
6.210. T Leo yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	252
6.211. T Leo yıldızının POWL model analizi sonuçları	253
6.212. T Leo yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	254
6.213. T Leo yıldızının BBDY model analizi sonuçları	255
6.214. T Leo yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	255
6.215. T Leo yıldızının BBEF model analizi sonuçları	256
6.216. T Leo yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	257
6.217. T Leo yıldızının RSMF model analizi sonuçları	258
6.218. T Leo yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	259
6.219. T Leo yıldızının TBEF model analizi sonuçları	260
6.220. T Leo yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	260
6.221. T Leo yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	261
6.222. T Leo yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	262
6.223. TY PsA yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	264
6.224. TY PsA yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	264
6.225. TY PsA için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	265
6.226. TY PsA yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	265
6.227. TY PsA yıldızının POWL model analizi sonuçları	266

	<u>Sayfa</u>
6.228. TY PsA yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	267
6.229. TY PsA yıldızının BBDY model analizi sonuçları	268
6.230. TY PsA yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	269
6.231. TY PsA yıldızının BBEF model analizi sonuçları	269
6.232. TY PsA yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	270
6.233. TY PsA yıldızının RSMF model analizi sonuçları	271
6.234. TY PsA yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	272
6.235. TY PsA yıldızının TBEF model analizi sonuçları	273
6.236. TY PsA yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	274
6.237. TY PsA yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	274
6.238. TY PsA yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	275
6.239. WX Hyi yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	277
6.240. WX Hyi yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	277
6.241. WX Hyi için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	278
6.242. WX Hyi yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	278
6.243. WX Hyi yıldızının POWL model analizi sonuçları	279
6.244. WX Hyi yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	280
6.245. WX Hyi yıldızının BBDY model analizi sonuçları	281
6.246. WX Hyi yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	281
6.247. WX Hyi yıldızının BBEF model analizi sonuçları	282
6.248. WX Hyi yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	283
6.249. WX Hyi yıldızının RSMF model analizi sonuçları	284
6.250. WX Hyi yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	285
6.251. WX Hyi yıldızının TBEF model analizi sonuçları	286
6.252. WX Hyi yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	286
6.253. WX Hyi yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	287
6.254. WX Hyi yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	288
6.255. WZ Sge yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	290
6.256. WZ Sge yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	290
6.257. WZ Sge için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	291
6.258. WZ Sge yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	291
6.259. WZ Sge yıldızının POWL model analizi sonuçları	292
6.260. WZ Sge yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	293
6.261. WZ Sge yıldızının BBDY model analizi sonuçları	294
6.262. WZ Sge yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	295
6.263. WZ Sge yıldızının BBEF model analizi sonuçları	295

	<u>Sayfa</u>
6.264. WZ Sge yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	296
6.265. WZ Sge yıldızının RSMF model analizi sonuçları	297
6.266. WZ Sge yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	298
6.267. WZ Sge yıldızının TBEF model analizi sonuçları	299
6.268. WZ Sge yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	299
6.269. WZ Sge yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	300
6.270. WZ Sge yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	301
6.271. YZ Cnc [a01] yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	303
6.272. YZ Cnc [a01] yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	303
6.273. YZ Cnc [a01] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	304
6.274. YZ Cnc [a01] yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	304
6.275. YZ Cnc [a01] yıldızının POWL model analizi sonuçları	305
6.276. YZ Cnc [a01] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	306
6.277. YZ Cnc [a01] yıldızının BBDY model analizi sonuçları	307
6.278. YZ Cnc [a01] yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	307
6.279. YZ Cnc [a01] yıldızının BBEF model analizi sonuçları	308
6.280. YZ Cnc [a01] yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	309
6.281. YZ Cnc [a01] yıldızının RSMF model analizi sonuçları	310
6.282. YZ Cnc [a01] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	311
6.283. YZ Cnc [a01] yıldızının TBEF model analizi sonuçları	312
6.284. YZ Cnc [a01] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	313
6.285. YZ Cnc [a01] yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	313
6.286. YZ Cnc [a01] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	314
6.287. YZ Cnc [a02] yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	316
6.288. YZ Cnc [a02] yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	316
6.289. YZ Cnc [a02] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	317
6.290. YZ Cnc [a02] yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	317
6.291. YZ Cnc [a02] yıldızının POWL model analizi sonuçları	318
6.292. YZ Cnc [a02] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	319
6.293. YZ Cnc [a02] yıldızının BBDY model analizi sonuçları	320
6.294. YZ Cnc [a02] yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	320
6.295. YZ Cnc [a02] yıldızının BBEF model analizi sonuçları	321
6.296. YZ Cnc [a02] yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	322
6.297. YZ Cnc [a02] yıldızının RSMF model analizi sonuçları	323
6.298. YZ Cnc [a02] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	324
6.299. YZ Cnc [a02] yıldızının TBEF model analizi sonuçları	325

	<u>Sayfa</u>
6.300. YZ Cnc [a02] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	325
6.301. YZ Cnc [a02] yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	326
6.302. YZ Cnc [a02] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	327
6.303. YZ Cnc [n00] yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları	329
6.304. YZ Cnc [n00] yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları	329
6.305. YZ Cnc [n00] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması	330
6.306. YZ Cnc [n00] yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi	330
6.307. YZ Cnc [n00] yıldızının POWL model analizi sonuçları	331
6.308. YZ Cnc [n00] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları	332
6.309. YZ Cnc [n00] yıldızının BBDY model analizi sonuçları	333
6.310. YZ Cnc [n00] yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları	333
6.311. YZ Cnc [n00] yıldızının BBEF model analizi sonuçları	334
6.312. YZ Cnc [n00] yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	335
6.313. YZ Cnc [n00] yıldızının RSMF model analizi sonuçları	336
6.314. YZ Cnc [n00] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	336
6.315. YZ Cnc [n00] yıldızının TBEF model analizi sonuçları	338
6.316. YZ Cnc [n00] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları	338
6.317. YZ Cnc [n00] yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri	339
6.318. YZ Cnc [n00] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri	340
6.319. (POWL) Güç kanunu modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları	342
6.320. (BBEF) Kara cisim modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları	342
6.321. (BBEF) Karacisim modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve sıcaklık değerlerine göre yıldızların dağılımları	343
6.322. (RSMF) Isısal Plazma Emisyonu modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları	343
6.323. (RSMF) Isısal Plazma Emisyonu modelinden elde edilen sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları	344
6.324. (TBEF) Isısal Bremsstrahlung modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları	344
6.325. (TBEF) Isısal Bremsstrahlung modelinden elde edilen sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları	345
6.326. Cüce novaların alt gruplarına göre yıldızların modele uyumluluk dağılımı	346
6.327. Yıldızların hr1 ve hr2 sertlik oranı dağılımları	347
6.328. Yıldızların düşük enerji değerlerine göre sertlik oranı dağılımları	347

	<u>Sayfa</u>
6.329. Yıldızların yüksek enerji değerlerine göre sertlik oranı dağılımları	348
6.330. Sertlik oranlarının cüce nova alt gruplarına göre dağılımı	348
6.331. Yıldızların eğim açısına göre emisyon ölçümü dağılımı	349
6.332. Yıldızların eğim açısına göre sayım oranı dağılımı	349
6.333. Yıldızların periyota göre emisyon ölçümü dağılımı	350
6.334. Yıldızların emisyon ölçümüne göre sayım oranı dağılımı	350

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
5.1. Sertlik oranı kanal ve enerji aralıkları	81
6.1. AB Dra yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	95
6.2. AB Dra yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	96
6.3. AB Dra yıldızının sayım oranı değeri	96
6.4. V426 Oph yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	109
6.5. V426 Oph yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	109
6.6. V426 Oph yıldızının sayım oranı değeri	109
6.7. WW Cet [a00] yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	121
6.8. WW Cet [a00] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	122
6.9. WW Cet [a00] yıldızının sayım oranı değeri	122
6.10. WW Cet [a01] yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	134
6.11. WW Cet [a01] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	135
6.12. WW Cet [a01] yıldızının sayım oranı değeri	135
6.13. RU Peg yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	147
6.14. RU Peg yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	148
6.15. RU Peg yıldızının sayım oranı değeri	148
6.16. X Leo yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	161
6.17. X Leo yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	161
6.18. X Leo yıldızının sayım oranı değeri	161
6.19. BZ UMa yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	173
6.20. BZ UMa yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	173
6.21. BZ UMa yıldızının sayım oranı değeri	173
6.22. CU Vel yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	185
6.23. CU Vel yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	186
6.24. CU Vel yıldızının sayım oranı değeri	186
6.25. CY UMa yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	198
6.26. CY UMa yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	199
6.27. CY UMa yıldızının sayım oranı değeri	199
6.28. OY Car yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	210
6.29. OY Car yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	211
6.30. OY Car yıldızının sayım oranı değeri	211
6.31. SS UMi yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	223
6.32. SS UMi yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	224
6.33. SS UMi yıldızının sayım oranı değeri	224

Sayfa

6.34.	SU UMa yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	236
6.35.	SU UMa yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	237
6.36.	SU UMa yıldızının sayım oranı değeri	237
6.37.	SW UMa yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	249
6.38.	SW UMa yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	250
6.39.	SW UMa yıldızının sayım oranı değeri	250
6.40.	T Leo yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	262
6.41.	T Leo yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	263
6.42.	T Leo yıldızının sayım oranı değeri	263
6.43.	TY PsA yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	276
6.44.	TY PsA yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	276
6.45.	TY PsA yıldızının sayım oranı değeri	276
6.46.	WX Hyi yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	289
6.47.	WX Hyi yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	289
6.48.	WX Hyi yıldızının sayım oranı değeri	289
6.49.	WZ Sge yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	302
6.50.	WZ Sge yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	302
6.51.	WZ Sge yıldızının sayım oranı değeri	302
6.52.	YZ Cnc [a01] yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	315
6.53.	YZ Cnc [a01] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	315
6.54.	YZ Cnc [a01] yıldızının sayım oranı değeri	315
6.55.	YZ Cnc [a02] yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	327
6.56.	YZ Cnc [a02] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	328
6.57.	YZ Cnc [a02] yıldızının sayım oranı değeri	328
6.58.	YZ Cnc [n00] yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları	340
6.59.	YZ Cnc [n00] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri	341
6.60.	YZ Cnc [n00] yıldızının sayım oranı değeri	341
6.61.	Yıldızların modellere uyumluluk değerleri	345
6.62.	Yıldızlardan gelen fotonların enerji aralıklarına göre kanallarda toplanma sayıları	346
6.63.	Spektral analiz sonuçlarının gruplara göre dağılımı	351
6.64.	İncelenen cüce novaların spektral analiz sonuçları	351

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ROSAT	:	ROntgen SATellite
ESO-MIDAS	:	European Southern Observatory–Munich Image Data Analysis System
EXSAS	:	Extended X-ray Scientific Analysis System
POWL	:	Power Law (Güç Kanunu)
BBDY	:	Black Body (Planck Spectrum) (Kara cisim)
BBEF	:	Black Body (Planck Spectrum) (Kara cisim)
RSMF	:	Thermal Plasma (Raymond-Smith-full code) (Isısal Plazma)
TBEF	:	Thermal Bremsstrahlung (Isısal Bremsstrahlung)
....”	:	Yaysaniye
EM	:	Emission Measure (Emisyon Ölçümü)
hr	:	Hardness Ratio (Sertlik Oranı)
CL	:	Confidence Level (Güvenlik Seviyesi)
cr	:	Count Rate (Sayım Oranı)
pf	:	Photon Flux (Foton Akısı)
ef	:	Energy Flux (Enerji Akısı)
Γ	:	Foton İndeksi
U Gem	:	U GEMINORUM
Z Cam	:	Z CAMELOPARDALIS
SU UMa	:	SU URSAE MAJORIS

1. GİRİŞ

İkinci Dünya Savaşı sırasında geliştirilen savaş teknolojisi, beraberinde uzay teknolojisini de getirdi ve bilimsel ilerlemelerde yeni bir dönem başlamış oldu. Buna paralel olarak, elektromanyetik spektrumun insan gözüne duyarlı olan küçük bir aralığından kurtulup daha geniş bir aralıkta algılama yeteneğine kavuşan bilim, gelişme hızını her geçen gün arttırarak, daha hassas ve kaliteli araştırma sonuçlarına ulaşmaktadır.

Elektromanyetik spektrumun bütün dalga boyları, yeryüzüne atmosfer dışından gelir. Elektromanyetik ışınının tamamı yere ulaşmaz, atmosfer tarafından absorblanan dalga boylarına ait ışınlamalar 1970 yıllarından günümüze kadar dünya çevresinde yörüngelere yerleştirilmiş uydular tarafından, detaylı bir şekilde incelenmektedir.

Kozmik dalga boyu bölgelerindeki ilk gözlemler balonlarla gerçekleştirilmeye başlanmış ve daha detaylı atmosfer üzeri çalışmalar roketlerin kullanılmaya başlanmasından sonra yapılabilmektedir. İlk x-ışını kaynağı gözlemi, Haziran 1962 tarihinde, 6 dakika atmosferin üzerine yükselebilen bir roket uçuşu sırasında gerçekleşmiştir. Günümüze kadar uzanan zaman diliminde, uzay araçlarının yörüngeye yerleştirdikleri uydu detektörler, yerden gözlenemeyen dalga boyu bölgelerinde, tüm uzayı haritalamakta ve teknolojinin her geçen gün gelişmesine paralel hassasiyette analizler yapmaktadırlar.

X-ışını astronomisi 1949 yılında güneş'ten gözlenen x-ışınları ile başladı. Diğer bazı gök cisimleri de x-ışını kaynağı olabilir düşüncesi ile A.B.D.'den Amerika Bilim ve Mühendislik Grubu tarafından, Ay'dan gelebilecek olası x-ışınlarını araştırmak üzere x-ışınına duyarlı detektörlerle donatılmış bir roket fırlatıldı, fakat x-ışını gözlenemedi. Gökyüzünde oldukça geniş bir bölge tarandı ve Scorpio ve Sagittarius takım yıldızları yönünden x-ışını algılandı. 1962'de Scorpio takımı yıldızının içindeki oldukça parlak bir kaynak olan Sco x-1 incelendi ve x-ışını kaynağı olarak değerlendirildi. Bu sonuç, 1962'de x-ışın astronomisinin kurucusu olarak kabul edilen Giacconi ve arkadaşları tarafından yayınlandı [1].

X-ışını astronomisinin gözlem bölgesi, 10^2 – 10^5 eV'luk enerjilere veya 10–0.01 nm dalgaboylarına karşılık gelen bölgelerdir. 10–0.01 nm bölgelerine sırasıyla yumuşak ve sert x-ışını bölgeleri denir. Gökyüzünün x-ışını dalga boylarında sistematik incelenmesi ise 1970 yıllarında, uydu teknolojisinin gelişmesiyle mümkün olmuştur.

X-ışınları bölgesinde tüm gökyüzünün ilk haritası, 1970'lerin başlarında, SAS1 (Small Astronomical Satellite -Uhuru) uydusuyla yapılmıştır. 1970'lerin sonlarında ise Yüksek Enerji Gözlemevi HEAO 1 ve 2 (Einstein) (High Energy Astronomy Observatories) gökyüzünü, Uhuru'dan çok daha yüksek bir hassasiyetle haritalamışlardır. Einstein Gözlemevi, ilk yapılan x-ışını teleskoplarının tespit edebildiklerinden yaklaşık bin kat daha sönük kaynakları tespit edebilmiştir. Bu, optik astronomide 15 cm'lik reflektörden 5 m'lik bir teleskopa atlamaya karşılık gelir. Bundan dolayı x-ışını astronomisinde 20 yılda meydana gelen gelişim, optik astronomideki 300 yıllık gelişime eşdeğerdir.

X-ışını astronomisi kapsamının teknolojik gelişmelere paralel olması, beraberinde toplanan verilerin değerlendirilmesinde de hızlı gelişmelerin olması gerekliliğini getirmiştir. Bu amaçla veri indirgeme ve değerlendirme aşamalarında ihtiyaç duyulan yazılım ve donanımlar, bilim ve teknolojinin gelebildiği son noktayı takip etmelidir. Buna paralel olarak konu ile ilgili araştırmacıların astronomi ve astrofizik bilgilerinin yanında, yazılım ve donanım bilgilerinin de geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Gelişen teknolojinin uç noktalarında yer alan uydu teknolojisi kullanılarak elde edilen hassas veriler, çok hızlı bir şekilde indirgenmekte ve yorumlanmak üzere arşivlenmektedir. Bu veri tabanlarında depolanan veriler daha tam anlamı ile yorumlanmadan, gelişmiş bir teknoloji kullanılarak tasarlanan detektörler, daha hassas veri algılayarak depolamaktadır. Bu nedenle eldeki verilerin kalitesinden ve bilimsel içeriğinden taviz vermeden daha hızlı bir şekilde tüketilmesi gereklidir.

Astronomi ve astrofizik bilgisi tabanını oluşturmuş araştırmacıların bu alanda daha verimli ürün çıkarabilmeleri için geliştirilen yardımcı yazılımlar, günümüz teknolojisi ve her geçen gün gelişen network sistemleri ile her araştırmacının

rahatlıkla ulaşabileceği bir platform oluşturmuştur. Oluşturulan network sisteminde uygulama programlar ve arşivlenen veriler, veri tabanlarında kullanıcılara sunulmaktadır. Böyle bir sistem dahilinde verilere ve yazılımlara ulaşma, indirgeme, analiz ve modelleme yapma ve ürünleri network ortamında interaktif etkileşimli olarak tartışma mekanizmaları ile sanal ortamda çalışma grupları kurulmalı ve çok kısa sürede ham verilerden ürünler çıkarılarak ilgili bilim adamlarınca sanal bilimsel platformlarda olgunlaştırılmalıdır.

Bu tez çalışmasının amacı, kataklismik değişen yıldızların alt grubu olan cüce novalara ait, sadece uydu aracılığı ile elde edilebilen x-ışını verilerini, genel astrofizik programları kullanarak indirmek ve fiziksel özelliklerini ortaya koyarak yorumlamaktır. Literatürde bir arada daha önce x-ışını spektral analizi açısından beş adet model kullanılarak incelenmeyen yirmi adet cüce nova analizi hedeflenmiştir. Bu amaç çerçevesinde yaptığımız çalışmada ilk adım olarak, her araştırmacının rahatlıkla ulaşabileceği yazılımlardan bir grup belirlenmiş ve bu grup uygun şartların sağlandığı bir sistem olarak tasarlanmıştır. Oluşturulan sistem kullanılarak Bir grup cüce novanın x-ışını uydu verileri indirgenmiş ve analizleri yapılmıştır. ROSAT (Röntgen Satellite) projesi kapsamında elde edilen ve HEASARC arşivinde derlenen x-ışını uydu verilerinden, değişik özellikteki cüce nova verileri indirgenmiş ve analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında cüce novalara ait spektral analiz algoritmaları uygulanmıştır. Bu aşamada AB Dra, V426 Oph, WW Cet [a00] ve WW Cet [a01] olmak üzere 4 adet **ZC** alt grubundan, RU Peg ve X Leo olmak üzere 2 adet **UG** alt grubundan, BZ UMa, CU Vel, CY UMa, OY Car, SS UMi, SU UMa, SW UMa, T Leo, TY PsA, WX Hyi, WZ Sge, YZ Cnc [a01], YZ Cnc [a02], YZ Cnc [n00] olmak üzere 14 adet **SU** alt grubundan toplam 20 adet cüce nova x-ışını ROSAT gözlemi değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde (Pow1) Güç Kanunu Modeli, (BBDY) Kara Cisim (enerji akısına indirgenmiş Planck spektrumu) Modeli, (RSMF) Isısal Plazma Emisyonu (tam set Raymond-Smith) Modeli, (BBEF) Kara Cisim (Planck spektrumu) Modeli, (TBEF) Isısal Bremsstrahlung Modeli olmak üzere 5 adet model üzerinde çalışılmıştır. Sonuçta tüm cüce novaların uydu görüntüleri ve ışık eğrileri oluşturulmuş, enerji, foton ve atmosfer üstü akı, sayım oranı, foton indeksi, hidrojen

kolon yoğunluğu, sıcaklık, enerjideki akı genliği, sertlik oranı, emisyon ölçümü gibi, cüce novaların fiziksel özelliklerini yansıtan değerler elde edilmiştir. Modele uygunluk eğri fitleri yapılarak χ^2 testine göre modellerin x-ışını kaynaklarına uygunluk araştırması yapılmıştır.

2. X-IŞINI ASTROFİZİĞİNDE TEORİK YAKLAŞIMLAR

X-ışını astrofiziğinde gözlemleri yorumlamak için bir çok model etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Kaynak değişkenliği; galaktik X-ışını kaynaklarının Süpernova kalıntılarından farklı olarak gösterdikleri ortak özellik, saat, dakika ve bazı durumlarda saniye zaman ölçeğinde x-ışını parlaklığı değişimi göstermeleridir. Örneğin Cygnus X-1, 1 milisaniye zaman ölçeğinde parlaklık değişimi gösterdiği gözlenmiştir. Bir başka örnek ise Radyo Galaksi Centaurus A verilebilir. Bu ekstragalaktik kaynak bir haftalık yoğunlukta kayda değer bir değişim göstermektedir.

Bu yoğunluk değişimleri, x-ışını yayma bölgesi sınırlarını belirleyebilmek için kullanılabilir. Kaynak bölgenin, birim hacim başına x-ışını parlaklığı sabit olan, R yarıçaplı basit bir küre biçiminde olduğunu varsayabiliriz. Bazı nedenlerden dolayı, yayma hacminin %1'inin merkezi olarak şiddetli derecede azaldığını düşünelim. X-ışını yayma hacminin çoğunluğu luminositede aşağı doğru bir yönelme göstermeksizin parlaklıkta hiçbir kayda değer değişim gözlenmez. Bundan dolayı luminosite değişimi aynı şekilde kaynak bölgenin geri kalanına iletilmelidir. Hiçbir sinyal ışık hızından daha hızlı hareket edemeyeceğinden dolayı, yayılma bölgesinin dış katmanlarından merkeze yönelme için gereken zaman en az $t=R/c$ olacaktır. Tüm hacimden gelen katkıların toplamı olarak gözlenen sinyal, yaklaşık t zamanda yavaş yavaş azalacaktır. Bundan dolayı eğer bir x-ışını kaynağı t zaman ölçeğinde, yoğunlukta %20'den daha fazla değişim gösteriyorsa, yayılma bölgesinin çapı yaklaşık olarak $R=c.t$ değerini aşamayacaktır. Bu sonuç, değişken radyo veya görsel ışık kaynakları için eşit ölçüde geçerlidir [2].

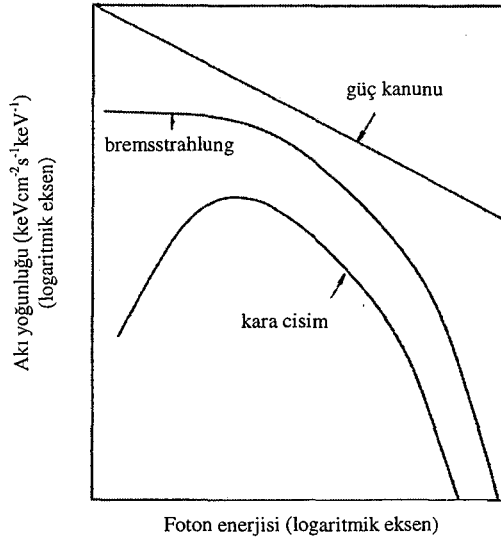
Bir saniyelik zaman ölçeğinde değişim gösteren x-ışını kaynakları, bu nedenle $R=c \times 1=3 \times 10^{10} \times 1 \text{ cm}=3 \times 10^5 \text{ km}$ 'den daha küçük çapa sahiptir. Bu sayıyı genel bir perspektif olarak kullandığımızda güneşimizin çapı $7 \times 10^5 \text{ km}$ değerini verir. Bir saatlik bir zaman ölçeğindeki değişkenlik, 10^{14} cm çapından daha küçük bir kaynak bölge anlamına gelmektedir ve çoğu galaktik kaynaklar bu zaman ölçeğinde değişkenlik gösterir. Daha yakın bir x-ışını kaynağı $500 \text{ pc}=1.5 \times 10^{21} \text{ cm}$ mesafede olduğunu düşünürsek, bir saat veya daha az zaman ölçeğinde değişkenliğe sahip bir

kaynağın açısal çapı $2 \times 10^{14} / 1.5 \times 10^{21}$ radyanı aşamaz veya $1''$ 'den daha küçüktür. Değişkenliklerinin temel alındığı bir çok galaktik x-ışını kaynakları, yıldız benzeri olarak sınıflandırılır.

2.1. X-ışını Yayılma Mekanizmaları ve Kaynak Tayfı

Astronomik objelerin yoğun x-ışını yayma prensiplerini açıklayabilmek için çeşitli mekanizmalar önerilmektedir. Bu mekanizmaların en iddialıları;

- i. milyonlarca derece kelvin sıcaklıkta, gövdeden yayılan **ısısal ışıma**,
- ii. manyetik alan etkisi altında, hareket eden enerjik kozmik ışını elektronları tarafından yayılan **senkrotron ışıması**,
- iii. yıldız ışığı veya mikrodalga fotonları ile çarpışması sonucu, kozmik ışın elektronlarının **ters compton saçılması**, şeklinde sıralanabilir.



Şekil 2.1. Üç x-ışını mekanizmasının foton enerjisi ve akı yoğunluğu değişimi

X-ışını mekanizmalarında foton enerjisi ve akı yoğunluğu değişimi karakteristik özellik gösterir (Şekil 2.1). Isısal ışıma, optik olarak ince bir gazdan gelen bremsstrahlung veya optik olarak kalın bir objeden gelen karacisim ışımasını karakteristiğinde olabilir. Gözlenen x-ışını tayfını yorumlamak amacı ile bu

mekanizmalardan biri veya birkaçını kullanarak bir model oluşturmak, yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır. Gözlenen tayf, genellikle aşağıda belirtilen özellikleri gösterir;

- a. düşük enerjilerde ani kesinti,
- b. eksponansiyel veya üstel olarak x-ışını enerjisinin artması ile azalan süreklilik.

Düşük enerjideki ani kesilme (low-energy cut-off), çizgide bir sapma şeklinde gözlenir ve genellikle soğuk bir materyal tarafından absorplanma şeklinde yorumlanır.

Üstel kurala bağlı enerji ile azalan süreklilik, güç kanunu enerji spektrumuna sahip elektronlar tarafından gerçekleştirilen ters Compton veya senkrotron işlemi ile oluşması olarak yorumlanır. Enerji ile eksponansiyel bir düşüş gösteren süreklilik, genellikle bir ısısal süreç tarafından türetildiği şeklinde yorumlanır. Kara cisim spektrumu belirgin bir pik gösterdiğinden, düşük enerjide spektrum düz ise bremsstrahlung ışıınımı belirlenir.

Bununla birlikte aşağıda açıklanan durumlar gözden kaçırılmamalıdır.

1. Sıcaklık belirgin sınırlarda olduğunda, sınırlı enerji aralığı üzerinde görülen bir güç kanunu spektrumu üretebilen bremsstrahlung modeli kurulabilir.
2. Oldukça kaba bir eksponansiyel x-ışını spektrumu üretebilen güç kanununa uymayan kozmik ışın elektronunun enerji spektrumunu kullanan senkrotron veya ters Compton modeli kurmak mümkündür.
3. Genellikle bremsstrahlung kaynağında üretilen spektral emisyon çizgilerini ayırt etmek mümkün olmadıkça, nüfuz eden soğuk materyalin absorpsiyonu tarafından düşük enerjideki fark edilir ani düşüş (cut-off) gösteren bremsstrahlung spektrumu ile kara cisim spektrumunu ayırt etmek zordur.

Kozmik x-ışını kaynaklarının doğasının anlaşılması kapsamında sahip olduğumuz bilgilere göre, ısısal üretim mekanizmaları (bremsstrahlung ve kara cisim), senkrotron ve ters Compton mekanizmalarından daha yaygındır [2].

2.2. Isısal Bremsstrahlung (serbest-serbest) Işınımı

10^7K 'nin üzerindeki sıcak gazlar, optik olarak ince olduklarında, bremsstrahlung ışıını yayarlar. Optik olarak ince; gazın yetersiz derecede kalın ve kendi ışıını fark edilebilir şekilde absorbe edebilecek kadar yoğun olduğu anlamına gelir. Bu olay da, gözlenen x-ışını spektrumunun kendi üretimi sırasındaki spektrum ile aynı olduğu sonucunu doğurur. Sıcak bir gaz prensip olarak bremsstrahlung, bağlı-bağı emisyon ve serbest-bağı emisyon olarak üç süreç kapsamında emisyon yapar. Diğer iki işlem süreci, çekirdeğin sınır yörüngesinde kalan son elektronların bulunduğu atomların varlığını gerektirir. Normal astrofiziksel element (örneğin genelde hidrojen, helyum ve atomik ağırlığın artması ile bollukları azalan daha ağır elementler) bolluklarına sahip gazlı plazmalar, 10^7K civarındaki sıcaklıklarda neredeyse tamamıyla iyonize olmuştur. Bu nedenle en dikkat çeken emisyon mekanizması bremsstrahlung'tur.

Bremsstrahlung (serbest-serbest ışıını) plazmadaki pozitif iyonların çekici Coulomb alanından geçtikleri gibi, elektronların ışıını yayması ile gerçekleşen işlem sürecidir. Gazın her birim hacmindeki yayılan ışıının spektrum ve yoğunluğunu karakterize eden ifade aşağıdaki gibidir.

$$B_\nu = 6.2 \times 10^{-39} g \exp\left(\frac{-h\nu}{kT}\right) \frac{1}{\sqrt{T}} n_e^2 \quad (2.1)$$

Eşitlikte;

B_ν , ($\text{erg cm}^{-3} \text{s}^{-1} \text{Hz}^{-1} \text{sr}^{-1}$) birimindeki ışıını yoğunluğu,

g ; Gaunt faktörü (ν frekansına bağlı olarak çok yavaş değişir),

h ; Planch sabiti (CGS birim sistemine göre),

k ; Boltzmann sabiti (CGS birim sistemine göre),

T ; (K) birimde sıcaklık,

n_e ; (cm^{-3}) birimde elektron yoğunluğu.

Eğer yayılma bölgesi bir V hacmine sahip ise, yayılan toplam enerjiyi karakterize eden ifade aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$L_\nu = 4\pi \times 6.2 \times 10^{-39} g \exp\left(\frac{-h\nu}{kT}\right) \frac{1}{\sqrt{T}} \int n_e^2 dV \quad \text{erg s}^{-1} \text{Hz}^{-1} \quad (2.2)$$

Denklemden $\int n_e^2 dV$ ifadesi (emission measure) yayılma ölçüsüdür.

Yayılan spektrum üzerinden integrasyon yapıldığında, toplam luminosite için aşağıdaki denklemi elde edebiliriz;

$$L = 1.64 \times 10^{-27} g \sqrt{T} \int n_e^2 dV \text{ ergs}^{-1} \quad (2.3)$$

Bundan dolayı ısısal bremsstrahlung; kT 'den daha büyük olan (fakat kT 'den çok daha küçük olan $h\nu$ 'ler için neredeyse sabit olan) foton enerjisi ($h\nu$) için eksponansiyel olarak düşen bir spektrum verir. Kara cisim spektrumu da yüksek enerjilerde benzer şekilde davranır, fakat kT 'den düşük enerjilerde (cut-off) spektrum kesilerek ν^2 kuralını takip eder. Eğer $h\nu=1\text{keV}$ ise $T \cong 1.2 \times 10^7 \text{ K}$ değerine $h\nu=kT$ eşitliği karşılık gelir.

Bremsstrahlung spektrumunun düşük enerjilere doğru (cut-off) kesilmesinin muhtemel iki nedeni vardır.

1. X-ışını kaynağına doğru çizgiden ayrılmadan soğuk materyal tarafından absorpsiyon. Bu etki galaktik düzlemde, 5 kpc veya daha fazla uzak mesafelerdeki kaynaklarda kaydadeğer bir şekilde fark edilir.

2. Yayılan plazmada serbest-serbest absorpsiyonun kendiliğinden atak yapmasıdır. Meydana gelen foton frekansı, genellikle spektrumun x-ışını kısmının altında yer alır ve elektronun yoğunluğuna ve yayılan plazmanın hacmine bağlıdır.

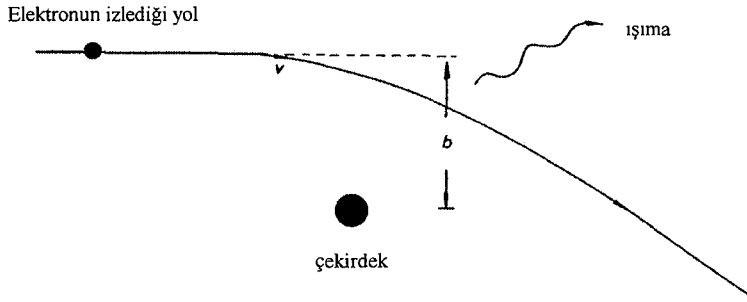
SCO X-1'in spektrumunun infrared kısmındaki serbest-serbest absorpsiyonun ilk atağının gözlenmesi, bu kaynaktaki elektron yoğunluğunu ortaya çıkarmak için kullanılmıştır.

$20 - 200 \times 10^6 \text{ K}$ aralığı temel alındığında, çeşitli galaktik x-ışını kaynaklarının tayf hesaplamalarında bremsstrahlung'un sadece sıcak gaz emisyon mekanizması için yeterli olduğu kabul edilir. Ancak, x-ışını kaynaklarının sıcak gaz modelleri kurulurken hesaplanması gereken iki ilave faktör vardır.

1. Gerçekçi sıcak gaz kütlesi, sıcaklık gradientine sahiptir, sonuç x-ışını spektrumu, farklı sıcaklıklar tarafından karakterize edilen bremsstrahlung tayfinin birleşimidir.

2. X-ışını sıcaklıklarında kozmik bir plazmanın tamamıyla iyonize olduğunu söylemek kesin olarak doğru değildir. $10^8 K$ 'de bile demir, bir veya iki sınır elektronunu tutar. Bu nedenle bremsstrahlung spektrumu üzerine FeXXV ve FeXXVI spektral çizgileri bindirilmelidir. Çizgi genişleme mekanizmasına göre, bu çizgiler Sco X-1 ve Cyg X-3'ü içeren kaynaklarda gözlenmektedir. $10^6 K$ 'de kozmik karışımın sıcak gaz spektrumu çizgi ışıınımı tarafından ön plana çıkarılırken, $10^7 K$ 'de diğer elementler tamamen iyonize olmazlar. Birkaç milyon derece sıcaklıkta optik olarak ince ısısal x-ışını kaynakları olduklarına inanılan Vela X ve Cygnus Loop gibi daha eski süpernova kalıntılarının basit eksponansiyel kuraldan göze çarpacak derecede sapan tayfa sahip oldukları sanılmaktadır.

Bremsstrahlung ışıınının basit fiziği aşağıdaki örnek ile kısaca açıklanmaktadır. Sıcak gaz, ilişkili oldukları atomlardan koparılan elektronları içerir. Relativistik olmayan v hızında hareket eden böyle bir elektronu göz önüne alalım ve etki parametresi b olan çekirdeğe yaklaştığını varsayalım (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Bremsstrahlung ışıınının şematik gösterimi

Elektron ile pozitif iyon arasındaki elektrostatik etkileşme, elektronun parabolik bir yörüngede iyon etrafında hareket etmesine neden olacaktır. Bu aşamada elektronun göstereceği ivme kabaca;

$$a = (K_1 e^2) / b^2 \quad (2.4)$$

şeklinde ifade edilebilir. Eşitlikte, e ; elektron yükü, K_1 ; sabit. Yaklaşık süre $t = b/v$ 'dir.

İyon elektrondan çok daha fazla ağır olduğundan, ivmesi ihmal edilebilir. Elektron, t ışınlama süresince oluşan ışınlama (puls) atımı olarak düşünülebilir. Buna benzer atımların Fourier analizi, foton frekansında belirgin unsurların olduğunu gösterir ve frekans ifadesi aşağıdaki şekilde formülize edilebilir.

$$\nu = \frac{1}{2\pi t} = \frac{v}{2\pi b} \quad (2.5)$$

Klasik elektromanyetik teoriye göre; ivmeli bir elektronun ışınlamasının elektromanyetik ışınlama enerjisi, ivmesinin karesi ile orantılıdır.

$$\frac{dE}{dt} = K_2 a^2 \quad (2.6)$$

K_3 sabit terimini ve ivmeyi (a) denklemde yerine koyarsak, aşağıdaki ifade elde edilir.

$$\frac{dE}{dt} = \frac{K_3}{b^4} \quad (2.7)$$

Çarpışmadaki bir elektron tarafından yayılan enerjinin miktarı;

$$E = \frac{dE}{dt} \cdot t = \frac{K_3}{b^4} \cdot \frac{b}{v} = \frac{K_3}{b^3 v} \quad (2.8)$$

şeklinde türetilen bir ifade ile açıklanabilir.

Plazmanın tüm ışınlamı, belli bir v hızı aralığına ve b çarpışma parametresi aralığına sahip bir çok elektronun etkisinin toplamı olacaktır. Adım adım ilerlemek gerekirse, öncelikle tüm elektronların aynı v hızına sahip olduklarını varsayarak farklı çarpışma parametrelerinin etkisi dikkate alınmalıdır. Bir elektron saniyede bir proton ile çarpıştığında olasılık Pdb ; çarpışma parametrelerine (b 'den $b+db$ 'ye değişen bir aralık içerir), " $2\pi b db$ " ile ifade edilen çarpışma halkası alanına, proton yoğunluğuna (aynı zamanda eşit değerde olan ve n_e ile gösterilen elektron yoğunluğuna) ve elektronun v hızına bağlıdır;

$$Pdb = 2\pi b db n_e v \quad (2.9)$$

Saniye başına çarpışma sayısı Ndb , b 'den $b+db$ 'ye değişen çarpışma parametreleri ile birlikte elektron yoğunluğuna (n_e) bağlıdır;

$$Ndb = 2\pi b db n_e^2 v \quad (2.10)$$

Bu çarpışmalar sonucu v 'den $v+dv$ 'ye frekans aralığında saniye başına birim hacime yayılan enerji miktarı;

$$I_v dv = ENdb \quad (2.11)$$

$$I_v dv = \frac{K_3}{b^3 v} 2\pi b db n_e^2 v \quad (2.12)$$

$$I_v dv = \frac{K_3 2\pi n_e^2 db}{b^2} \quad (2.13)$$

Frekans aralığı dv , aşağıdaki ifade kullanılarak çarpışma parametresi aralığı db ile ilişkilendirilir;

$$v = \frac{v}{2\pi b} \quad (2.14)$$

İfadenin diferansiyeli alınırsa;

$$|dv| = \frac{v db}{2\pi b^2} \quad (2.15)$$

elde edilir ve I_v eldesi için ifadede db yerine konulursa;

$$I_v dv = \frac{K_4 n_e^2 dv}{v} \quad (2.16)$$

eşitliği elde edilir. İfadede K_4 ; tüm sabit terimleri bir araya toplamaktadır.

Bu eşitlik, tek ve benzeri bulunmayan (unique) hızdaki elektronları içeren plazma tarafından yayılan spektrumun (I_v) düz olabileceği üzerinde durmaktadır. Bu spektrum, son derece yüksek foton frekanslarına ulaşamaz; spektrum, foton enerjisi elektronun toplam kinetik enerjisine ulaştığında kesilmelidir. Bu durumda;

$$h\nu = \frac{1}{2} m_0 v^2 \quad (2.17)$$

denklemini geçerlidir. Eşitlikte; h , Planck sabiti, m_0 , elektronun kütlesidir. X-ışını sıcaklıklarındaki plazmalarda bile elektronlar relativistik olmayan hızlarda hareket ederler.

Hesaplamayı tamamlamak için; T sıcaklığındaki ısısal eşitlikte olduğunu varsayarak, sadece plazmadaki elektronların hız dağılımlarının etkisini dikkate almak gerekir.

Hızın Maxwell-Boltzmann dağılımına göre;

$$v_x' \text{ den } v_x + dv_x' \text{ e} \quad (2.18)$$

$$v_y' \text{ den } v_y + dv_y' \text{ e} \quad (2.19)$$

$$v_z' \text{ den } v_z + dv_z' \text{ e} \quad (2.20)$$

kadar sınırlanan aralıktaki bileşenli hıza sahip elektronların kesri aşağıdaki ifade ile verilir;

$$f(v)d^3v = \left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{3/2} \exp\left(\frac{-m_0 v^2}{2kT}\right) d^3v \quad (2.21)$$

Denklemden; $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$ ve $d^3v = dv_x dv_y dv_z$ olarak değerlendirilir. $v d^3v$ hız aralığındaki elektronlar,

$$v < \frac{m_0 v^2}{2h} \text{ için } I_v dv = f(v) d^3v \frac{K_4 n_e^2}{v} \quad (2.22)$$

ifadesine uygun olarak gözlenen spektruma katkıda bulunur. Toplam gözlenen spektrum, elektronun hız dağılımı üzerinden integrasyonu ile elde edilir.

$$I_v dv = K_4 n_e^2 \int_{\sqrt{2hv/m_0}}^{\infty} \frac{f(v)}{v} d^3v dv \quad (2.23)$$

$$I_v dv = K_4 n_e^2 dv \left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{3/2} \int_{\sqrt{2hv/m_0}}^{\infty} \frac{1}{v} \exp\left(\frac{-m_0 v^2}{2kT}\right) d^3v \quad (2.24)$$

Küresel kutupsal koordinatlarda integrali tekrar yazarsak;

$$d^3v = v^2 dv d\theta \sin\theta d\phi \quad (2.25)$$

ve sonuçta,

$$\int = \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^{\pi} \sin\theta \int_{\sqrt{2hv/m_0}}^{\infty} v \exp\left(\frac{-m_0 v^2}{2kT}\right) dv \quad (2.26)$$

$$= \text{sabit} \times T \times \exp\left(\frac{hv}{kT}\right) \quad (2.27)$$

Bu durumda bremsstrahlung'dan beklenen spektrum aşağıdaki biçimi alır.

$$I_v dv = K_5 n_e^2 \frac{1}{T^{1/2}} \exp\left(\frac{hv}{kT}\right) \quad (2.28)$$

Daha detaylı bremsstrahlung ifadesi aşağıdaki yapıya ulaşır.

$$I_\nu d\nu = K_5 g(\nu) n_e^2 \frac{1}{T^{1/2}} \exp\left(-\frac{h\nu}{kT}\right) \quad (2.29)$$

Buradaki $g(\nu)$, sadece ν ile yavaşça değişen kuantum mekaniksel düzenli birleşme faktörüdür [2].

2.3. Kara Cisim Işınımı

Hangi emisyon mekanizması altında gerçekleşirse gerçekleşsin, optik olarak kalın sıcak bir cisim, kara cisim tayfı üretir. Bu olayın nedeni, optik olarak kalın gövde spektrumunun emisyondan olduğu gibi absorpsiyondan da etkilenmesidir. Bu nedenle, kendi ışınımını absorbe edebilecek kadar kalın olan bir bremsstrahlung kaynağının kara cisim spectrumuna sahip olduğu gözlenebilecektir. Sıcak bir nötron yıldızı, kara cisim spektrumuna sahiptir. Kara cisim ışınımının spektral yapısı, sadece emisyon yapan cismin T sıcaklığına bağlıdır. Planck kanununun verdiği spektral detaylar aşağıdaki ifade ile özetlenebilir;

$$\pi B_\nu = \frac{2\pi h \nu^3}{c^2 \{\exp(h\nu/kT) - 1\}} \quad (2.30)$$

Denklemdaki πB_ν ; birim frekans band genişliği başına, birim zamandaki birim alana düşen enerjidir, h ; planck sabiti, ν ; emisyon yapan foton frekansı, c ; ışık hızı, k ; Boltzman sabitidir.

Planck formülü pratik değildir, fakat uygulama için daha kolay olan aşağıdaki ilişkilerin türetilmesini sağlar. Pik emisyonda oluşan foton frekansı aşağıdaki formül ile verilir.

$$\nu \cong 10^{11} T (\text{Hz}) \quad (2.31)$$

Saniyede birim alanda yayılan toplam enerji miktarı; $\pi B = \sigma T^4$ eşitliği ile verilir. Bu ifadedeki σ ; Stefan Boltzman sabitidir.

Bir örnek olarak; 4keV'taki x-ışını bölgesinde kara cisim tayfı piki gösteren emisyonu yapan sıcak kütle ile ilişkili basit parametreleri hesaplayabiliriz. 4 keV'luk enerjiye sahip bir x-ışını fotonu, $\nu \cong 10^{18}$ Hz değerinde frekansa sahiptir.

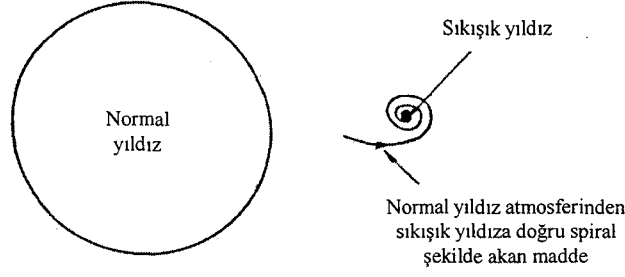
$T \cong \frac{10^{18}}{10^{11}} = 10^7$ ve birim alanda yayılan enerji miktarı;

$$B = 5.7 \times 10^{-5} \times 10^{28} = 5.7 \times 10^{23} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-2} \quad (2.32)$$

ifadesi ile verilebilir. Parlak bir galaktik x-ışını cismi $10^{37} \text{ erg s}^{-1}$ mertebesinde ışıyım gücüne sahip olabilir. Eğer kütle kara cisim ışıyım yayıcısı olsaydı, yüzey $10^{37} / (5.7 \times 10^{23}) = 1.8 \times 10^{13} \text{ cm}^2$ değerinde bir alana ihtiyaç duyacaktı. Eğer küresel bir yapıda olsaydı, $1.2 \times 10^6 \text{ cm} = 12 \text{ km}$ değerinde bir çapa ihtiyaç duyacaktı. Gerçekten çok küçük bir kütle, kara cisim ışıyım tarafından tipik x-ışını yıldızının x-ışını luminositesini üretebilir. Kütlenin böylesine inanılmaz yüksek sıcaklıklara nasıl ısıtılabilirdiğini açıklamak, ilginç bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.4. Yüksek Sıcaklıklarda Üretim – Çift Sistemlerde Yığılma

Bir model tipi, çoğunluk x-ışını yıldızları için hesaplamaya yönelik, ihtiyaç duyulan yüksek sıcaklık üretimini açıklamakta başarılı olmuştur. Problem sadece 10^7 - 10^8 K değerindeki sıcaklık üretimini açıklamak değil, aynı zamanda enerji girdisinin nasıl olup da 10^{36} - $10^{38} \text{ erg s}^{-1}$ mertebesinde bir x-ışıyımı kaybını desteklemeyi sürdürebileceğini açıklamaktır. Model; normal yıldıza çok yakın bir nötron yıldızı gibi, yoğun bir objenin varlığını savunur. Bir nötron yıldızının kütlesi kabaca Güneş'inkine eşittir fakat çapı yaklaşık 10km değerindedir. Olağanüstü yoğun bir maddeden yapılmıştır ve anormal güçlü kütle çekim alanı ile çevrilmiştir. Çok yüksek sıcaklıklar üretmek için gaz formundaki madde normal yıldızdan ayrılmalı ve kompakt objelerin kütle çekim potansiyeline düşmelidir. Gaz formdaki materyal kompakt objeye doğru düşerken yüksek hızlara doğru ivmelenenecektir ve kompakt yıldız çevresindeki yığılma diskine doğru şekillenecektir. Kompakt yıldızın çevresinde, düşen maddenin sahip olduğu açısal momentumdan etkilenecek yığılma diski şekillenir. Bu aşamalarda şekillenen yığılma diskinin iç kısmı, onlarca veya yüzlerce kelvin derece sıcaklıkta olacaktır. Açısal momentumunu kaybeden yığılma diskinden gelen ve kompakt objenin yüzeyine spiral hareketle yaklaşan madde benzer sıcaklığa ulaşacaktır. Isısal bremsstrahlung ve kara cisim modellerinin ikisinde de ışıyım böyle bir sistem tarafından üretilebilir.



Şekil 2.3. Bileşenler arasında spiral şekilde madde aktarımı

Basit bir hesap gösteriyor ki; x-ışını sıcaklıkları nötron yıldızı üzerine yığılma mekanizması ile üretilebilir (Şekil 2.3). Kütlesi $m_p = 1.67 \times 10^{-24} g$ olan ve sonsuzdan gelip nötron yıldızının yüzeyine düşen bir proton göz önüne alalım. Elde edilen kinetik enerji $E = GMm_p/R$ eşitliği ile verilir. İfadedeki M; nötron yıldızının kütlesi ($\approx 2 \times 10^{33} g$), R; nötron yıldızının çapı ($\approx 10^6 cm$), G; evrensel kütle çekim sabiti ($\approx 6.67 \times 10^{-8} CGS$ birimi). Verilen bu değerler $T = 10^8 K$ sıcaklık için $E = 10^{-4}$ erg enerji değerini verir. T sıcaklığında ısısal plazma içindeki bir proton, $E = 2 \times 10^{-8}$ erg enerji değeri ve $k = 1.38 \times 10^{-16} ergK^{-1}$ Boltzmann sabiti ile verilen $E = 1.5kT$ kinetik enerji ifadesi ile karakterize edilir. Bu nedenle x-ışınımı üretmek için içeri düşen protonlar, yeterli miktardan daha fazla kinetik enerjiye sahiptirler.

Daha sonra, ihtiyaç duyulan kütle aktarım oranını araştırmak gereklidir. X-ışınımında açıklanması gerekli luminosite $5 \times 10^{37} ergs^{-1}$ civarındadır. Kütle enerji girdileri aşağıdaki kesir ile karakterize edilir;

$$\frac{GM}{R} \frac{dM}{dt} \quad (2.33)$$

kesirdeki dM/dt kütle transfer oranı, M, R ve G ise yukarıda kullanıldıkları ile aynı değerlere sahiptirler. Kütle çekim enerji girdisini x-ışını luminositesine eşitleyerek yılda $dM/dt \approx 5 \times 10^{17} gs^{-1} \approx 10^{-8} M_{\odot}$ değerini bulabiliriz. Normal yıldızdan nötron yıldızına bunun gibi kütle transfer oranının mantıklı olduğu düşünülmektedir. Eğer normal yıldız dev veya süperdev ise yıldız, rüzgarı ile külesini kaybeder, daha büyük kütle kayıp oranları bir çok süperdevde optik spektroskopi aracılığı ile doğrudan gözlenebilir. Alternatif olarak; kütle transferi, Roche lobunun taşması ile

gerçekleşebilir, bu durumda; normal yıldız, dış katmanları yoğun yıldızın kütesel çekiminden etkileninceye kadar genişler. İzole edilmiş bir yoğun yıldızda, yıldızlar arası ortamdan durağan x-ışını kaynağına gelen uygun olmayan maddenin yığılması mümkün olabilecek bir olay değildir. Yığılma sisteminde, bu, sıcaklık ile tanımlanan emisyon alanlarının boyutudur ve bu nedenle pik emisyondaki dalga boyudur. Eğer bölge, nötron yıldızının boyutu ile kıyaslanabilecek boyutta ise, emisyon piki spektrumun x-ışını bölgesinde elde edilecektir.

Yığılma x-ışını kaynağı, kendinden sınırlı bir sistemdir. Eğer luminosite belirli bir değerden yukarı doğru artmış ise, x-ışınlarının ışıyım basıncı daha ilerideki yığılma materyalini sürükleyecek ve luminosite azalacaktır. Burada maksimum mümkün luminosity bilindiği gibi Eddington limitidir. Bu değer bir güneş kütleli sıkışık cisim için $10^{38} \text{ ergs}^{-1}$ 'dir ve sıkışık cismin kütlesi ile orantılıdır. Nötron yıldızlarının kütleleri 0.3 ile 2 güneş kütlesi arasında değiştiğine inanıldığına göre, bu kavram bir çok x-ışını yıldızının Eddington limitine yakın çalışması gerektiğini göstermektedir.

Yaygın olarak üzerinde durulan, beyaz cüce, nötron yıldızı ve karadelik olmak üzere üç sıkışık cisim sınıfı bulunmaktadır. Tümü yıldız evriminin ileri aşamalarını temsil eder. Bir beyaz cüce, nötron yıldızından daha büyüktür fakat kıyaslanabilir bir kütleye sahiptir. Eğer birkaç saniyeden daha kısa bir periyotta dönerse parçalanır. Karadelikler nötron yıldızlarından daha küçük ve daha ağırdırlar. Karadelik öylesine sıkı bir şekilde sıkıştırılmış ve öylesine güçlü bir kütesel çekim alanına sahip bir cisimdir ki, elektromanyetik ışıyım ondan kaçamaz. Karadeliklerin döndükleri görülemez ve belirli bir mesafedeki kütesel çekim alanının neden olması gerektiği yığılma diskinin bulunması veya yoldaşın hareketi gibi herhangi gözlemsel etkileri gözlenemez. Nötron yıldızları genellikle x-ışını çift sistemlerdeki sıkışık yıldızlar gibidirler, çünkü luminositeleri ve genellikle gözlenen pulsarı kolaylıkla tanımlanabilir. Güneşin iki katından daha fazla kütleye sahip bir yoğun cisim nötron yıldızı değildir fakat karadelik olabilir.

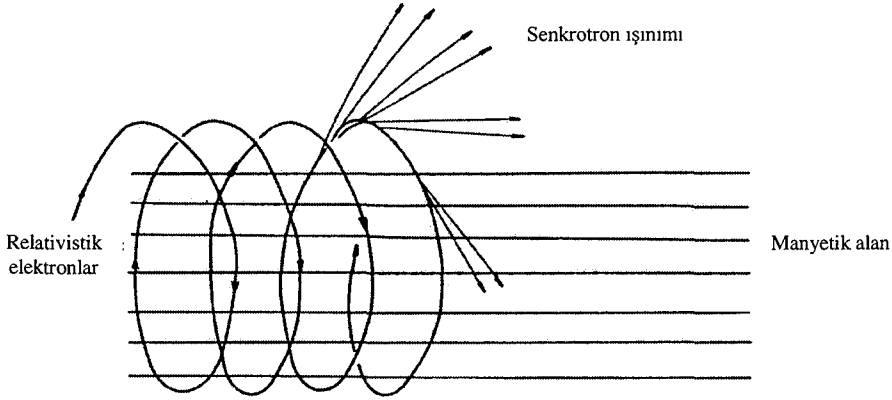
2.5. Senkrotron Işınımı ile X-ışını Üretimi

Senkrotron ışınımı, relativistik elektronların dairesel bir yolda hareket ettikleri ve manyetik alan tarafından ivmelendirildikleri zaman üretilirler.

Relativistik elektronlar, c ışık hızına yakın olan v hızları ile hareket ederler. Kinetik enerjileri $E = m_0 c^2 (\gamma - 1)$ eşitliği ile verilir. İfadedeki γ , özel relativite teorisindeki Lorentz faktörüdür ve aşağıda gösterilen ifade ile temsil edilir;

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (2.34)$$

m_0 ; elektronun durgun kütlesidir. Yüksek relativistik elektronlar için γ birleşimden daha büyük olacak ve sonuçta E kinetik enerjisi γ ile orantılı olacaktır. Elektronun ataleti relativistik hareket nedeni ile artacak ve sonuçta elektron γm_0 kütlesini sahipmiş gibi davranacaktır. Basit bir durum olarak; alan doğrultusundaki açılarda güçlü B manyetik alanının etkisinde hareket eden elektronu göz önüne alalım.



Şekil 2.4. Relativistik elektronların manyetik alanda senkrotron ışınımı üretmesi

Elektron $e\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ ile verilen kuvvete maruz kalarak hareket edecektir. Buradaki e ; elektrondaki elektriksel yüküdür (Şekil 2.4). Bu kuvvet, manyetik alan çizgilerinin oluşturduğu dairesel yollarda elektronun hareket etmesine neden olacaktır. Elektron üzerine etki eden manyetik kuvvet ile kütlesi ve merkezci ivmesinin ilişkilendirildiği ifadeyi aşağıdaki denklem ile verebiliriz;

$$evB = \gamma m_0 v^2 / R \quad (2.35)$$

İfadedeki R ; yörünge çapıdır. Yörüngesindeki elektronun periyodu aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$T = 2\pi R / v = 2\pi \gamma m_0 / (eB) \quad (2.36)$$

Elektron ivmelenmeye başladığı için elektromanyetik ışıyım yayacaktır. Eğer relativistik hızlarda hareket etmeseydi, ışıyım; frekansı $\nu = 1/T$ olan, bir sinüs dalgası olabilirdi ve cyclotron olarak isimlendirilirdi. Fakat elektronun relativistik hareketi iki önemli etkiyi tanımlar:

1. Elektron sadece ($\alpha = 1/\gamma \text{ rad}$) değerindeki açılı koniye doğru ışıyım yapar. Bu demektir ki; elektron, yörüngesinin $\alpha/2\pi$ 'lik kısmını işgal ederken gözlemci sadece bir ışıyım pulsını görür.

2. Gözlemci bu ışıyım pulsını gördüğünde, elektron gözlemciye doğru düzgün bir şekilde hareket eder. Sonuç olarak, gözlenen pulsın sürekliliği $1 - v/c$ oranı ile Doppler kaymasıdır. Gözlemci bu nedenle süresi yaklaşık olarak aşağıdaki ifade ile verilen bir pulse görür;

$$t = T \frac{\alpha}{2\pi} (1 - v/c) \quad (2.37)$$

γ ve B terimlerini ifadede yerine koyarsak;

$$t = \frac{2\pi \gamma m_0}{eB} \cdot \frac{1}{2\pi \gamma} \cdot (1 - v/c) \quad (2.38)$$

ve denklemdeki $v/c \equiv 1$ olduğundan;

$$(1 - v/c) \cdot (1 + v/c) = (1 - v^2/c^2) \equiv 2 \cdot (1 - v/c) \quad (2.39)$$

$$(1 - v/c) \equiv \frac{1}{2} \cdot (1 - v^2/c^2) = \frac{1}{2} \cdot \gamma^{-2} \quad (2.40)$$

$$t \equiv \frac{m_0}{eB2\gamma^2} \quad (2.41)$$

Eğer pulsasyon sinsilesi Fourier analizi tarafından kendi frekans bileşenlerine göre analiz edilirse, baskın frekans bileşeni $\nu = 1/2\pi t$ değerinde oluşacaktır. Bu nedenle

gözlenen ışınlam $\nu \equiv \gamma^2 \frac{eB}{m_0}$ frekans değerinde pik yapacaktır. Daha detaylı bir türetme ile aşağıdaki ifadeye ulaşılabilir;

$$\nu = 0.07 \gamma^2 \frac{eB}{m_0} \quad (2.42)$$

Eğer elektron manyetik alanda doğru açıda hareket etmiyorsa (genelde olduğu gibi) yukarıdaki formül hala geçerlidir, bu kapsamda geçerli şart; B , $B_{\perp}$ ile yer değiştirecek, doğru açıdaki manyetik alan bileşeni, elektron hareketini sağlayacaktır. Şimdi elektron manyetik alan çizgilerinde sarmal bir yörüngede hareket eder.

$E = \gamma m_0 c^2$ elektron enerjisi olarak göz önüne alındığında, Senkrotron ışınlamı olarak kaybolan enerji, $-\frac{dE}{dt} = b E^2 B^2$ ile verilir, ifadedeki b , kullanılan birime bağlı sabit bir değerdir. Bu denklemi türetebilmek için Relativistik elektrodinamikteki tüm davranışlara ihtiyaç duyulur.

Senkrotron teorisi, süpernova kalıntılarındaki radyo emisyonunu, radyo galaksilerini ve Crab nebulasının x-ışını emisyonunu açıklamak için kullanılabilen bir mekanizmadır. Crab'taki manyetik alanın gücü yaklaşık $5 \times 10^{-4} \text{G} = 5 \times 10^{-8} \text{Wbm}^{-2}$ değerindedir. $\nu = 10^{18} \text{Hz}$ (4keV) frekans değerine sahip fotonlar üreten elektronlar, aşağıda verilen eşitlikteki Lorentz faktörüne sahip olmalıdırlar;

$$\nu = 0.07 \gamma^2 \frac{eB}{m_0} \quad (2.43)$$

$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ve $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$ değerleri kullanılarak; $\gamma = 4 \times 10^7$ veya alternatif olarak $E = 2 \times 10^{13} \text{eV}$ değerleri bulunabilir. Bu nedenle, senkrotron mekanizması tarafından üretilen x-ışını üretimi olağanüstü yüksek enerjilerdeki elektronlara ihtiyaç duyar. Crab nebulasında $10^8 - 10^9 \text{eV}$ enerji değerlerine sahip elektronlar radyo emisyonu üretirler.

Senkrotron ışınlamı normalde iki gözlemsel eleman ile tanımlanır;

- ışınlam doğrusal polarize olmuştur,
- ışınlam spektrumu $I(\nu) = k \nu^{-\alpha}$ üstel kuralına göre davranış gösterir.

Elektronların manyetik alanda sadece doğru açı ile ivmelenmesi nedeni ile ışınlam polarizasyonu ani takip eder ve sonuçta elektron ivmelenmesi doğrultusundaki

polarize olmuş ışınım elektrik vektörleri azalır. Kozmik ışın enerji spektrumunun üstel kural doğasına göre ışınım spektrumu bir üstel kural sonucudur.

Farz edelim ki; elektron spektrumu, E ile $E+dE$ arasındaki enerjisi $N(E)dE$ olan elektronlardan oluşsun. Daha sonra, elektron spektrumunun üstel kural doğası, m sabit olmak üzere, $N(E)=N_0E^m$ ifadesi ile açıklanabilir. E enerjisi elektronları, $E\equiv\gamma m_0c^2$ ifadesi ile verilen γ Lorentz faktörüne sahip olacaklardır. E enerjisine sahip bir elektron, $-dE/dt = bE^2B_\perp^2$ ile verilen oranda senkrotron ışınımı ile enerji kaybedecektir. İfadedeki b ; sabittir ve fotonların $\nu = aB_\perp E^2$ ile verilen frekansa sahip olmalarına sebep olacaktır. ν ile $\nu+d\nu$ aralığında frekansa sahip fotonlar, aşağıda verilen yoğunluk ifadesi ile E ile $E+dE$ enerji aralığındaki elektronlar tarafından üretilir;

$$I(\nu)d\nu = \left(-dE/dt\right) \cdot N(E)dE \quad (2.44)$$

Şu andan itibaren spektral yapıları sabitlerin değerlerine bağlı olmayan K_1 , K_2 gibi tanımlanmamış sabitler serisi kullanılacaktır. dE/dt ve $N(E)$ denklemde yerine konulursa;

$$I(\nu)d\nu = K_1 E^2 B_\perp^2 E^{-m} dE \quad (2.45)$$

$d\nu$ terimindeki dE 'yi açıklamak gereklidir;

$$\nu = aE^2 B_\perp \quad d\nu = 2aB_\perp E dE$$

$I(\nu)$ için türetilen ifadede dE yerine konulursa;

$$I(\nu)d\nu = K_{21} E B_\perp E^{-m} d\nu \quad (2.46)$$

elde edilir ve ν frekans teriminde E yerine konulduğunda aşağıdaki sonuca ulaşılır.

$$I(\nu)d\nu = K_3 B_\perp (\nu/B_\perp)^{(1-m)/2} d\nu \quad (2.47)$$

$$I(\nu)d\nu = K_3 B_\perp^{(m+1)/2} \nu^{(1-m)/2} d\nu \quad (2.48)$$

Böylece E^{-m} 'e bağımlı elektron enerji spektrumu farklı fakat ilişkili olan senkrotron spektrumunu yönlendirecektir. Spektral index ise aşağıdaki ifade ile verilir;

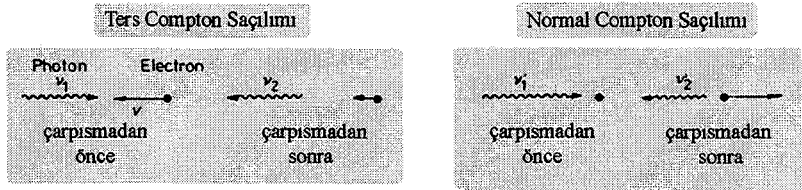
$$I(\nu) \propto \nu^{-\alpha} \quad (2.49)$$

Burada $\alpha = \frac{m-1}{2}$ şeklinde bir ifade ile tanımlanır.

2.6. Ters Compton Süreci İle X-ışını Üretimi

Ters Compton ışınlamayı; relativistik elektron ile düşük enerjili fotonun çarpışması sonucu üretilir. Elektron fotona aktarılan kinetik enerjisini kaybeder. Eğer düşük enerjili foton ν_1 frekansına sahip ise ve sonuç foton ν_2 frekansına sahip ise bu iki parçacık arasındaki ilişki aşağıdaki yaklaşım ile ifade edilir;

$$\nu_2 \cong \gamma^2 \nu_1 \quad (2.50)$$



Şekil 2.5. Compton saçılımlarının şematik gösterimi

Matematiksel karışıklıktan kaçınmak amacı ile özel bir durum olarak fotonun 180° 'lik bir saçılma davranışı gösterdiğini varsayalım (Şekil 2.5). Öncelikle başlangıçta hareketsiz duran bir elektron tarafından saçılan x-ışını fotonunun bulunduğu normal Compton saçılması olayını göz önüne alalım. Farz edelim ki saçılma öncesinde foton ν_1 frekansına ve $\lambda_1 = c/\nu_1$ dalga boyuna sahip olsun ve saçılmadan sonraki dalga boyu λ_2 olsun. λ' dalga boyundaki fotonun enerjisi hc/λ' ve hareket doğrultusundaki momentumu h/λ' olacaktır. Çarpışma öncesinde elektron hareketsizdir ve sıfır kinetik enerjiye ve momentuma sahiptir. Elektron çarpışma sonrasında s' hızı ile geri tepecektir. Geri tepme hızı relativistik olduğu için $(\Gamma'-1)m_0c^2$ ve $\Gamma'm_0s'$ ifadeleri elektronun kinetik enerji ve momentumu için kullanılabilir. Burada Γ' değeri

$$\Gamma' = \left(1 - \frac{s'^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (2.51)$$

şeklinde ifade edilir. Çarpışmadaki enerji momentum korunumunu aşağıdaki denklem ile açıklanabilir;

$$\text{Enerji : } \frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_2} + (\Gamma' - 1)m_0c^2 \quad (2.52)$$

$$\text{Momentum : } \frac{h}{\lambda_1} = \Gamma' m_0 s' - \frac{h}{\lambda_2} \quad (2.53)$$

Γ' , s' ile ilişkilidir ve bu kapsamda yukarıdaki denklemlerin çözümünden ulaşılabilecek sonuç aşağıdaki ifade ile verilebilir;

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{2h}{m_0c} \quad (2.54)$$

Ters Compton saçılması aynı yukarıdaki gibi birbiri ile etkileşimli bir süreçtir, fakat, elektronda görülen atalet relativistik bir harekettir. İki fotonun dalga boyları, elektronun önceki hızına bağlı olarak Doppler kayması gözlenir. Tamamen relativistik Dopler kayması ilişkisini kullanarak, gözlemcinin durağan çerçevesine düşen foton kırmızıya kaymış olarak görülecektir;

$$\lambda_1 = \lambda_1' \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}} \quad (2.55)$$

ve saçılan foton maviye kaymış olarak görülecektir;

$$\lambda_2 = \lambda_2' \sqrt{\frac{1 - v/c}{1 + v/c}} \quad (2.56)$$

Fakat, yukarıdaki Compton saçılımı analizinden ;

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{2h}{m_0c} \quad (2.57)$$

$$\lambda_2 \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}} - \lambda_1 \sqrt{\frac{1 - v/c}{1 + v/c}} = \frac{2h}{m_0c} \quad (2.58)$$

Yüksek relativistik elektron için;

$$\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2} \quad (2.59)$$

ve $v \approx c$ olduğunda sonuçta $1 + v/c \approx 2$ olacaktır.

$$\sqrt{\frac{1 - v/c}{1 + v/c}} = \sqrt{\frac{1 - v^2/c^2}{(1 + v/c)^2}} \approx \sqrt{\frac{1 - v^2/c^2}{4}} = \frac{1}{2\gamma} \quad (2.60)$$

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{4\gamma^2} + \frac{h}{\gamma m_0 c} \quad (2.61)$$

Astrofiziksel ilişkideki tüm durumlar için;

$$\frac{h}{\gamma m_0 c} \ll \frac{\lambda_1}{4\gamma^2} \quad \lambda_2 \cong \frac{\lambda_1}{4\gamma^2}$$

$v_1 = \frac{c}{\lambda_1}$ ve $v_2 = \frac{c}{\lambda_2}$ değerleri kullanılarak aşağıdaki sonuç elde edilir;

$$v_2 \cong 4\gamma^2 v_1 \quad (2.62)$$

Eğer farklı açılardaki çarpışma göz önüne alınsaydı, aşağıdaki ifadeye ulaşıldı;

$$v_2 \cong \gamma^2 v_1 \quad (2.63)$$

Yüksek enerjili foton enerjisine dönüştürülen elektron enerjisindeki oran, düşük enerjili fotonların enerji yoğunluğu (ω) ile orantılıdır.

X-ışınları üretimi tartışmalarında genellikle düşük enerjili fotonların iki kaynağı göz önünde bulundurulur. $\gamma=35(1.5 \times 10^7 \text{ eV})$ değerine sahip elektronlar ile etkileşimli $v=6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ frekansına sahip yıldız ışığı fotonları, 4 keV (10^{18} Hz) x-ışınları üretecekler ve böylece $5 \times 10^{10} \text{ Hz}$ değerindeki mikrodalga arkafon fotonları, $\gamma=5000$ ($E = 2.5 \times 10^9 \text{ eV}$) değerindeki elektron ile etkileşecektir.

Ters Compton sürecinden beklenen x-ışını spektrumu, işareti, elektron enerji spektrumunun spektral işareti ile ilişkili olan üstel kuralda olacaktır.

2.7. Raymond-Smith (sıcak plazmanın yumuşak x-ışını spektrumu)

Sıcak optik olarak ince plasmanın interstellar durumundaki denge ionizasyonunda yüksek miktarda ışıınım yayar. Dalga boyu 200 Å 'nın altında olan materyallerin elektron sıcaklıkları 1.6×10^5 ile 1.0×10^8 arasında oluşu ilginç sonuçlar doğurur.

Spektra interstellar ortamın sıcak kısmını kapsamaktadır. Bu kısımlar solar korona yerine orta yaştaki supernova kalıntılarını içerir. Bundan dolayı, dielektronik yeniden birleşme oranı ve Allen'in kozmik bolluğu düşük yoğunluk limiti için önemlidir. (1973): 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.

2.7.1. İyonizasyon dengesi

a) İyonizasyon oranı

Elektronların çarpışmasal iyonizasyonu için kullanılan değer katsayıları, klasik çarpışma parametrelerinin (ECIP-exchange classical impact parameter) değişimidir.

Element Z'nin iyonu z için,

$$C_{Z,z} = \frac{2\alpha C}{\pi} \left(\frac{I_H}{kT} \right)^{1/2} \sum_i \zeta(i) \int_{\chi(i)}^{\infty} Q(\epsilon) e^{-\epsilon/kT} d\epsilon \quad (2.64)$$

burada, $2\alpha C/\pi = 2.649 \times 10^8$ ve CGS birimindedir, I_H hidrojenin iyonizasyon potansiyelidir, k Boltzman sabitidir ve T elektron ısısıdır. Toplam temel durumunda kabukların hepsini içerir, $\zeta(i)$ kabuktaki elektronların sayısıdır, $\chi(i)$, i no'lu kabuğun iyonizasyon potansiyeli, ϵ elektron enerjisi, Q iyonizasyon kesiti birim olarak

$$\pi a_0^2 = 8.7972 \times 10^{-17} \text{ cm}^2 \quad (2.65)$$

ECIP oranı;

$$C_{Z,z} = 1.3 \times 10^{-8} T^{1/2} \xi F I^{-2} \exp(-I/kT) \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \quad (2.66)$$

burada ξ valence kabukta bulunan elektron sayısıdır, F odaklama faktörüdür ve I ise eV'deki iyonizasyon potansiyelidir. Burada F 'nin uygun seçimi için, bu formül kT 'nin I 'dan küçük olduğu durumlarda daha doğruya yakındır, fakat yüksek enerjilerde enerjinin artması sırasında iyonizasyon kesitinin azalmasını dikkate almadığından dolayı, $kT > I$ durumunda olduğunun üstünde iyonizasyon değeri verir.

Bazı iyonlar için iç kabuk elektronlarının hareketlenmesi otoiyonizasyona neden olur. Valance ve K-kabuk fotoiyonizasyon oranı, boyuta, geometriye, sıcak gaz bölgesinin çevresine dayanır. Deneysel olarak belirlenen iyonizasyon oranları kullanılan oranlarla iyi bir şekilde uyum göstermiştir.

b) Yeniden Birleşme Oranı

Radyoaktif yeniden birleşme oranı üç kısımda incelenir. Hidrojenik yeniden birleşmenin valence kabuğun üst kabuklarında olduğu düşünülür. En düşük seviye yerine valence kabuğun alt kabukları için (örnek: Na-Ar isodiziliminin 3d durumu için), hidrojenik yeniden birleşme kullanılmıştır. Doğru enerji durumuna karşı gelecek şekilde değiştirilmiş ve nispi birleşim oranının farklı açısal momentum alt

seviyelerinin ısı fonksiyonu gibi tahminini içerir. Sonuçta, yer seviyesinde yeniden birleşme için (Al-Ar içdiziliminde 3p için) fotoiyonizasyon kesiti ve detaylandırılmış eşitlik prensibi kullanılarak:

$$\sigma_{ph} = \sigma_T \left[\alpha \left(\frac{v_T}{v} \right)^3 \right] + (1 - \alpha) \left(\frac{v_T}{v} \right)^{s+1}, \quad \frac{\sigma_{ph}}{\sigma_{rec}} = \frac{m^2 c^2 v^2}{(h\nu)^2} \frac{g_z + 1}{g_z} \quad (2.67)$$

σ_{ph} 'nin parametrik uyumudur. Bu uyumda σ_T fotoiyonizasyon eşik değeri foton frekansı eşik değerindedir (v_T). Üçüncü terim bazı iyonları içerir. Foton enerjisi $h\nu$ 'dir, m ise elektron kütesidir, ve g_z+1 , g_z yeniden oluşan iyonların yeniden birleşme öncesi ve sonrasıdır. Fotoiyonlaşmanın hareketli evrede iyonların yeniden birleşmesi ile bazı iyonların dielektronik yeniden birleşme oranını düşürecektir, fakat şu anda, demir hariç, bu işlemi dikkate alan oran uygun değildir. Bu işlemin dahil edilmesi, verilen iyonun düşük sıcaklıkta iyonlaşma parçasının en yüksek değeri almasına neden olur, ve bu C-Ne isodizilimlerinde buluna iyonlar için oldukça önemli olacaktır. Bu isodizilimlerde komşu iyonların transfer enerjileri ve salınım dayanımları oldukça yakındır, bundan dolayı geniş band x-ışını saçınımı güçlü şekilde etkilenmeyecektir [3].

2.7.2. Işınım işlemi

a) Süreklilik

Yeniden birleşme spektrumu radyoaktif yeniden birleşme oranı için yukarıda verilen metodla belirlenir. Ortaya çıkan seviyeler için yeniden birleşme hidrojenik olarak karakterize edilir. Bu sürede fotoiyonizasyon kesiti için yukarıdaki parametrik uyum aşağıdaki toplam iyon, z ve element Z 'yi verir,

$$\frac{dP}{d(h\nu)} = \frac{n_{Z,z}}{n_Z} \frac{n_z}{n_H} \frac{\sigma_{rec}}{d(h\nu)} \frac{vf(v)dv}{h\nu} \quad (2.68)$$

$$= \frac{n_{Z,z}}{n_Z} \frac{n_z}{n_H} 1.31 \times 10^{-31} \frac{g_{z-1}}{g_z} \chi^3 \times \exp\left(\frac{\chi - h\nu}{86.17 T_6}\right) \sigma_{18} \left(\frac{\chi}{h\nu}\right)^{s-3} T_6^{-3/2} \times \left[\alpha + (1 - \alpha) \frac{\chi}{h\nu} \right] \frac{ergs}{cm^3 \cdot s \cdot eV} \quad (2.69)$$

Burada $f(v)$ Maxveliyen dağılımıdır, χ z-1 iyonunun eV'deki iyonizasyon potansiyelidir, sigma σ_{18} 10^{-18} cm² birimde fotoiyonizasyon değerinin eşik değeridir, $h\nu$ eV'deki foton enerjisidir ve T_6 milyon derecedeki elektron sıcaklığıdır. Sakin ortamda alt seviyelerin yeniden birleşmeleri ayrı olarak ele alınmıştır ve doğru dejenere oranı kullanılmıştır. Ca ve Ni'nin yeniden birleşme ışıınımı önemsizdir ve yok farz edilebilir.

İki foton spektrumu aşağıdaki şekilde verilmiştir,

$$\frac{dP}{d(h\nu)} = \frac{12}{(h\nu_T)^2} \frac{\nu}{\nu_T} \left(1 - \frac{\nu}{\nu_T}\right) h\nu P_2 \quad (2.70)$$

hidrojenik iyonların durgun seviyeleri için $2s^2S$ ve helyum benzeri iyonların $1s2s^1S$, $h\nu_T$ durgun seviyenin enerjisi ve P_2 , o seviyedeki bozuşma sonucu çıkan toplam yayılan güçtür. Durağan seviyelerin tahrik sonucu çıkan değerleri Mewe (1972)'nin Gaunt faktörleri ile elde edilmiştir, buna yüksek seviyelerdeki elektron akışı eklenmiştir.

b) Çizgiler

İzinli çizgi ışıınımı aşağıda verilmiştir;

$$P = \frac{n_{z,z}}{n_z} \frac{n_z}{n_H} \left[B\alpha_{di} E \times 1.602 \times 10^{-12} + 2.72 \times 10^{-15} \times f\bar{g} \frac{E}{E_{ex}} T^{-1/2} \exp\left(-11590 \times \frac{E_{ex}}{T}\right) \right] \frac{ergs}{cm^3 \cdot s} \quad (2.71)$$

burada E ve E_{ex} foton ve ortaya çıkan enerjiler eV olarak, $\bar{g}$ çarpışmasal ortaya çıkan Gaunt faktörü, ve f efektif emilen titreşim dayanımıdır. Dışarıdan alınan α_{di} , dielektronik yeniden birleşme oranı katsayısıdır. Salınım dayanımları, bir çok durumda sözkonusudur veya bazı durumlarda iç kabuk geçişleri hariç bir çok geçişlerde ekstrapole edilmiştir. Bu durumda efektif salınım dayanımı olarak $\bar{g} = 0.2$ alınması gereklidir ve sonuç çarpışma dayanımını verir.

Helyum benzeri iyonların $1s2l$ seviyelerinin ortaya çıkması için gerekli değerler Gaunt faktörleri ayarlanarak yeni çarpışma-dayanım hesaplamalarıyla daha iyi uyum sağlamıştır. Bu seviyelerde yeniden birleşenler ve hidrojenik iyonların açığa

ıkan tüm seviyeleri bu iŖe dahildir. Neon benzeri iyonlar için, doğrudan veya elektrikteki kademeli diziye ayrı olarak ekstrapole edilmiŖtir. Elektrikteki kademeli diziye katkılar, doğrudan H ve helyum benzeri iyonların hesaplanması ile yapılmıŖtır. Bu Al isodizisindeki bazı dnŖmlerin interpolasyonuna izin verir. Burada bulunan diğer çizgiler için, Van Regemorter'in genel Gaunt faktörü kullanılmıŖtır. Rezonans dnŖmnn hemen yanındaki rezonans olmayan dnŖm oranı lityum benzeri iyonların davranıŖından tahmin edilmiŖtir.

YumuŖak X-ıŖını spektrum sonuçları Raymond, Smith (1977) tarafından sunulmuŖtur. Elektrikteki kademeli dizilerin (cascades) yüksek seviyeler içermesi neon türü iyonlar için çok önemlidir. İzin verilen çizgi ıŖınımında, uyduların bulunması bazı zayıf rezonans çizgilerinin dayanımalarında ölçülebilecek boyutlarda farklılıklar yapacaktır. Bunun sonuçları, eŖik seviyesinin altındaki elektronların çizgi saçınım kabiliyetlerinin dielektronik yeniden birleŖmeye adım olacak saınımına neden olmalarıdır. Gerçek ve efektif saçınım enerjileri arasındaki zıtlık Z' le birlikte artar. Bundan dolayı, bu iŖlem Fe XXVI $L\gamma$ ve $L\delta$ çizgileri için aralığın dŖk tarafındaki sıcaklıklarda oluŖur [3].

3. ASTROFİZİK ÇALIŞMALARINDA UYDU TEKNOLOJİSİ

0.2-20 keV enerji seviyeleri arasındaki gözlemler, atmosfer gazlarının güçlü soğurma özelliğinden dolayı, 120 km yüksekliğin üzerindeki yüksekliklerden yapılmalıdır. Bu nedenle x-ışını astronomisindeki tüm gözlemler, dünya atmosferinin üzerindeki platformlarda gerçekleşmektedir. Bu olay, sonda roketi kullanımını gerektirebilir, 4-5 dakika içerisinde 120 km'nin üzerinde bir yörüngeye yerleşebilir. Ya da, 500 km yüksekliğinde bir yörüngeye sahip olabilecek bir uydu da kullanılabilir. Dünyanın radyasyon şeridi nedeniyle yüksek uydu yörüngeleri, x-ışını astronomisinde istenmeyen bir durumdur. Dünya'nın radyasyon şeridindeki yüklü atomik parçacıklar, x-ışını detektörlerinde, yüksek arkafon sinyali ulaşmasına neden olurlar. Radyasyon şeritleri, geomagnetic enlemlerde düşüktür ve bu yüzden x-ışını astronomisi uyduları için ekvatorial yörüngeler tercih edilir. Bu nedenle sonda roketleri kutuplardan uzakta fırlatılır. Genellikle, roket ve uydu platformlarında orantılı sayaç dedektörleri ile yapılan x-ışını çalışmaları 0.2-20 keV enerji seviyeleri arasında gerçekleştirilir.

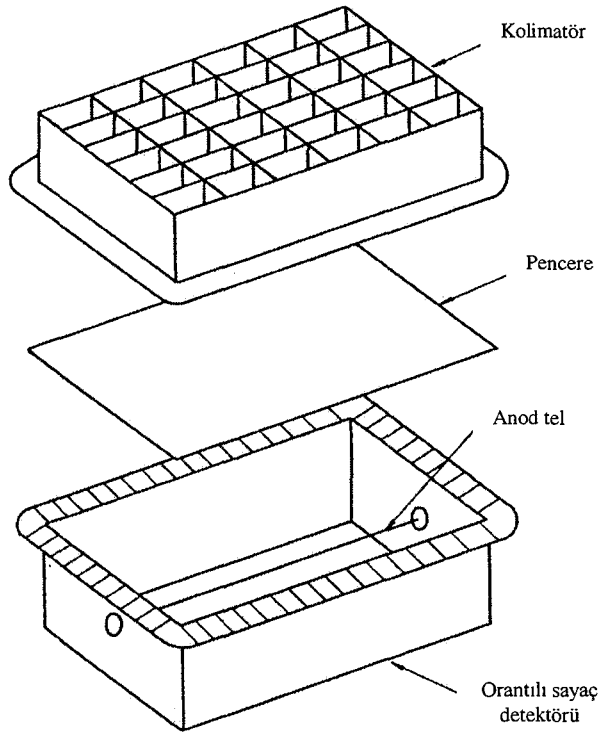
30-150 keV enerji seviyeleri arasında; x-ışını gözlemleri 35 km'nin üzerindeki yüksekliklerde (örneğin balon platformlarında) yapılmaktadır. Yüksek enerjili x-ışınları atmosferce, biraz daha zayıf bir şekilde soğuruldukları için, yüksekliği daha az olan yerlerde (~35 km) çalışmak mümkündür. Roket uçuşunun dakika mertebesindeki süresinin aksine, balon uçuşunun süresi saatler mertebesinde. Ayrıca, uydular da 30-150 keV arasındaki enerji seviyelerinde kullanılabilir. Her iki durumda da, bu enerji seviyelerindeki çalışmalar için, detektör olarak parıldama sayaçlarına başvurulur.

3.1. 0.2-20 keV Enerji Aralığı İçin Cihaz Tasarımı

Uyuşmaları belirlemek için kullanılan geleneksel alet çeşidinden başka bir yada daha fazla orantılı sayaç detektörü, bir kolimatörün arkasına yerleştirilir. Bunun sonucundaki düzenek, kolimatör eksenince belirlenen yönden gelen x-ışınlarına duyarlıdır. Bu x-ışını teleskopu, uzaydaki çalışma bölgesini hassas bir şekilde tarar. Teleskopun görüş alanı içerisinde bir x-ışını kaynağı geçerken, detektör tarafından

artan bir tepki algılanır. Bu tepki, elektronik devrelerce işlendikten sonra, uzay aracının yönelme doğrultusu ile ilgili bilgiyle birlikte, radyo telemetre yoluyla yere iletilir.

Teleskopun yönelme noktası genellikle uzay aracının hareketince belirlenir. Hareket, önceki roket ölçümlerindeki gibi *-Uhuru uydusunda olduğu gibi, sabit bir eksen etrafında basit bir dönme-* aracın dönmesini ve yalpalamasını içerebilir. Ya da; daha deneyimli uzay manevraları ve programlanmış bir hareket ile, teleskop tarafından, uzaydaki özel bir bölgenin taranması sağlanır. Teleskopun yönelme noktası, uzay aracının üzerine monte edilmiş olan hassas detektörlerce kontrol edilir. Bu hassas detektörler, dünyanın ufkunu, manyetik alanını, güneşi, ayı ve görünür yıldızları algılar. Bazen jiroskoplar da kullanılır. Normalde, teleskopun yönelme noktasını, radyo telemetre yoluyla dünyaya iletilen detektör sinyallerinden yararlanarak yeniden düzenleme işlemi bilgisayarlar tarafından yapılır.



Şekil 3.1. Kolimatör ve orantılı sayacın şematik gösterimi

Bu temel teknik, optiksel astronom standartlarınca biraz kaba bir yaklaşımdır. Konumsal çözünürlük, normalde, “açı yayı dakikasında” ölçülür. Bu optiksel teleskopla elde edildenden yüzlerce defa daha zayıftır. Ayrıca, x-ışını astronomu, belli bir bölgeyi taramanın yanı sıra, her astronomik cisim taramalıdır. Diğer taraftan, x-ışını astronomu, taradığı her nesneden tayfsal bilgi elde eder. Bindirme kolimatörü kullanarak konumsal çözünürlüğü arttırmak için özel bir teknik kullanılır. Ekliptiğe yakın olan x-ışını cisimleri için, ayın karartmalarının ortaya çıkış zamanlarından elde edilen çok kesin konumsal bilgiler ortaya çıkar. Birçok x-ışını teleskoplarında, odaklama optiğinin ve görüntüleme detektörlerinin kullanılması denenmektedir. Böyle bir sistemi taşıyan ilk önemli uydu Kasım 1978’de fırlatılan HEAO-B’dir. Böyle açısal çözünürlüğü ve görüntüleme kapasitesi yüksek olan odaklayıcı teleskoplar, x-ışını astronomisinde önemli gelişmeleri beraberinde getirmiştir [2].

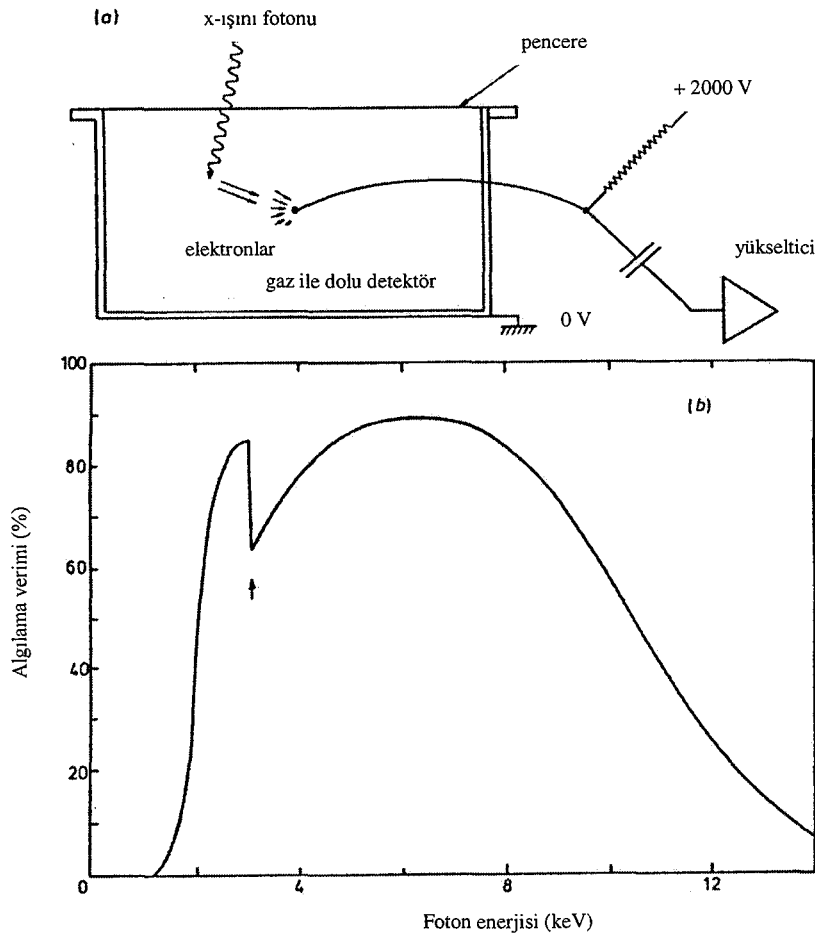
3.2. Orantılı Sayaç Detektörü Çalışma Prensipleri

Orantılı sayaç detektörleri 0.2-25 keV enerji seviyelerinde çalışan x-ışını teleskoplarının çoğunluğunda kullanılır. Bu detektörler, bir tarafı hafif bir metal yaprağından ya da plastikten yapılmış olan, elektriksel iletkenliğe sahip bir kaptan oluşur. Toplam gaz basıncı, yaklaşık olarak atmosferik olmak kaydıyla, bu kap % 90 oranında kısmi basıncı olan soygaz karışımı içerir (xenon, argon veya neon gibi) veya; % 10’luk kısmi basınçlı poliatomik sönmüş gaz içerir (metan veya karbondioksit gibi). Detektör kabının ucundaki yalıtkanlar arasına, çapı 100-200 μm olan anod teller yerleştirilir. Bu anod tele +200 V’lik bir potansiyel uygulanır ve az parazitli bir elektronik yükseltece bağlanır. Çeşitli detektörler, 1000 cm^2 ’lik bir alana sahip olan duyarlı bir pencere oluşturmak için bir araya getirilirler. Detektör kaplarının, uzaydaki boşluğa karşı gazı içeride tutabilmesi için, yeteri kadar güçlü ve sızdırmaz olması gerekmektedir.

Detektörün çalışma prensibini şu şekilde özetleyebiliriz;

Bir tane x-ışını fotonu detektöre pencereden girer. Bu foton, fotoelektriksel bir şekilde soygaz tarafından soğurulur. Ortaya çıkan fotoelektron, gelen x-ışını fotonunun enerjisi ile karşılaştırılabilir bir enerjiye sahiptir ve başka atomları

iyonlaştırarak bu enerjisini kaybeder. Sonuçta ortaya çıkan serbest elektronlar anod tele doğru harekete geçerler. Anod tele yaklaştıkça, kuvvetli bir elektrik alanı etkisine girmeye başlarlar ve başka gaz atomlarını iyonlaştırıcı enerjilere sahip olana kadar ivmelendirilirler. Böylelikle anoda ulaşan elektronların çarpışması ortaya çıkar (gazların kuvvetlenmesi gerçekleşir). Elektronlar tele ulaştıkça, telin üzerinde yük oluşumuna neden olurlar ve bu da elektriksel şoklarca yükselteç tarafından algılanır (Şekil 3.2). Pozitif iyonlar, detektörün katoduna doğru daha yavaş sürüklenirler ve bu yük hareketi, aynı zamanda, anod üzerindeki sinyalleri oluşturur. Durağan gaz'ın fonksiyonu; pozitif yüklü iyonlar katoda ulaşınca, daha fazla iyonlaşma olmasını engellemektir. Orantılı sayaç detektöründeki sinyal, normalde, yükselteç tarafından 0.5×10^{-6} s. zaman ölçeğinde pulslara çevrilir.



Şekil 3.2. Detektörde x-ışını fotonu ile elektronun etkileşim şeması

Orantılı sayaç detektörünün tepkisi kesikli pulslar içerdiğinden, algılanan her x-ışını için, bu tepki genelde sayma oranı olarak adlandırılır. Çıkış pulsunun büyüklüğü birincil fotoelektron veya gelen x-ışını tarafından oluşan fotoelektronun enerjisiyle orantılıdır. Çünkü, birincil fotoelektronlar tarafından üretilen iyon çiftlerinin sayısı, fotoelektronların enerjisiyle orantılıdır (yaklaşık 30 eV, tek bir iyon çifti üretmek için kullanılır). Gaz yükseltgenmesi olayı doğrusaldır ve kazanç, normalde 10^4 - 10^6 'lık seviyeler arasındadır. Bu olay aynı zamanda detektör geometrisinin bir fonksiyonudur ve gaz basıncına, bileşimine ve anod voltajına bağlıdır. Aynı enerjiye sahip birincil fotoelektronların ürettiği puls büyültmelerinde, bazı ayrımlar olabilir. Bunun nedeni üretilen iyon çifti sayısındaki istatistiki dalgalanmadır. Bunu takip eden prensip: birincil fotoelektronların enerjileri, gelen x-ışını enerjisine eşit olduğu zaman, çıkış pulsu biraz saçılım karakteristiğindeki farklılıkla birlikte, x-ışını enerjisi ile orantılıdır. Tipik bir orantılı sayacın çözünürlüğü yaklaşık %16 civarındadır (6 keV enerji düzeyinde). Bu enerji çözünürlüğü yüzdeliği düşük enerjilerde kötüleşmektedir ((enerji)^{-1/2} oranında değişim gösterir). Bir başka karmaşıklık ise, puls yüksekliği çıkışı ile gelen x-ışını enerjisi arasındaki ilişkide ortaya çıkmaktadır. X-ışını, birinci soygaz atomunu iyonlaştırınca, en içteki elektronu atomdan koparır.

E_{pe} ; fotoelektronun sahip olacağı enerji, E_{xe} ; gelen x-ışını enerjisi, E_e ; elektronun atoma bağlanma enerjisi olmak üzere, bu fotoelektronun sahip olacağı enerji; $E_{pe} = E_{xe} - E_e$ şeklindedir.

Atom, hızlı bir şekilde bir ya da bir kaç tane daha ikincil x-ışını fotonu yayarak, kendi elektron kabuğunu düzeltir. Eğer bu fotoelektronlar gaz tarafından tekrar emilirse, başka elektronlar ortaya çıkar ve toplam fotoelektron enerjisi yaklaşık olarak gelen x-ışını enerjisine eşit olur. Eğer, diğer taraftan, ikincil bir foton sayaçtan kaçarsa, onun enerjisi kaydedilmemiş olacaktır. Bunun sonucu şudur; tek enerjili gelen x-ışını demetine tepki olarak orantılı sayaç çift tepeli puls yüksekliği üretir. Asıl tepe yüksekliği, gelen x-ışını enerjisiyle orantılı olan pulsları içerir. “kaçan tepe”, ana tepeden daha az yükseltilidir.

H_p ; içerdiği puls yüksekliği, E_{xe} ; gelen x-ışını enerjisi, E_f ; kaçan foton enerjisi olmak üzere; içerdiği şok yüksekliği $H_p = E_{xe} - E_f$ kadar enerji miktarıyla orantılıdır. Gaz argon ise, kaçan foton enerjisi miktarı 3 keV civarındadır.

Bir orantılı sayacın detektörünün kuantum verimliliği, %80 ya da daha yüksek değerlere ulaşabilir. Düşük enerjili kısmında, penceredeki x-ışını absorpsiyonu, yüksek enerji kısmında ise gazın x-ışınına olan saydamlığıyla sınırlandırılmıştır. Bu yüzden, çok düşük enerjiye sahip olan x-ışınları, pencereden giremez ve yüksek enerjili x-ışınları da pencereden soğrulmadan dümdüz geçerler. Genelde kullanılan pencere materyalleri kalınlığı bir kaç mikrometre olan plastik filmleri içerir. Bu filmlerin geçirgenliği 0.2 keV kadardır ve metal berilyum yaprakları 50-100 μm kalınlığında olup 2 keV'a kadar geçirgendir. Uydu teleskoplarında bir yıldan fazla dayanması gereken sızdırmaz detektörler için sadece metal pencereler yeteri kadar “gaz kaçırmaz”dır. Çokça kullanılan gaz karışımları atmosferik basınçta kalınlıkları yaklaşık 50mm olan Ar/CO₂ ve Xenon/CO₂ dir.

Orantılı sayaç detektörü, sadece x-ışınımına cevap vermez, aynı zamanda detektörden geçen yüklü parçacıklara ve gama ışınlarına da duyarlıdır. Detektör, dünya atmosferi üzerinde, kozmik ışın parçacıkları ve gama ışını akısı içine yerleştirilir. Bu nedenle, istenmeyen arkafon kaynağı sayımları olacaktır. Aşağıda yazılı ölçümler, genellikle bu istenmeyen arkafon etkisini minimuma indirici düzeyde alınmıştır:

1. Detektörün duyarlı düzeyinin altındaki ve üstündeki x-ışını enerjilerine karşılık gelen değerdeki pulslar, radyo telemetre yoluyla yere iletilmeden önce elektroniksel olarak irdelenir.

2. Prensip olarak işlem sırasında koruyucu detektörler etkin bir rol oynamaktadır. Bunlar x-ışını detektörünün etrafına ek olarak yerleştirilen detektörlerdir. Geçiş yapmaya çalışan yüklü parçacıklar, x-ışını detektöründen ve bir yada daha fazla koruyucu detektörden tepki oluşmasına yol açarlar. Bu arada, herhangi bir x-ışını demeti, koruyucu detektörü etkilemeyecektir. Eş zamanlı bir sayım koruyucu detektör tarafından kaydedildiği zaman, ters kavuşma devresi, x-ışını detektörünce yapılan sayımın ihmal edildiğinden emin olur.

3. Etkileşim sırasında kurma süresi ayırımına başvurulur. Elektronik bir devre x-ışını orantı detektöründeki olayların kurma süresini ayırır. Gama ışını ve kozmik ışınlarının arkafon kurma süresi, x-ışınlarınınkinden ve devre tarafından elenen uzun kurma süreli pulslardan daha uzundur.

Bütün bu sistemler, günümüz x-ışını astronomi paketlerinde kullanılmaktadır. Kozmik ışıınımdan dolayı yaklaşık $0.01 \text{ sayım cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 'lik bir arkafon etki oranı ortaya çıkar. Fakat kullanım sürecinde, detektörün görüş alanı sınırlandırılarak, izotopik astronomiksel x-ışını fonuna sistemin tepkisi minimum hale getirilebilir [2].

Özet olarak; orantılı sayaç detektörleri, x-ışını bulmada yüksek bir verimliliğe, yüksek zamansal çözünürlüğe, orta enerji çözünürlüğüne sahiptir ve arka fon oranı kabul edilebilir bir seviyeye indirilebilir. Yüzlerce cm^2 'lik hassas alanlarda imal edilebilir. Ultra-ince pencere kullanımıyla, düşük enerji limiti 0.2 keV 'a çekilebilir.

3.3. Kolimatörler

Bir kolimatör, dedektör penceresinin tam önüne yerleştirilmiş paralel metal tabaka dağılımını içerir. Detektör vakumlu bir ortamda olduğunda, kolimatör pencereyi dedektörün gaz basıncına karşı destekler.

Kolimatör, eksen boyunca gelen x-ışınlarını tam olarak detektöre geçirir ve ekseninden uzakta olan yönde gelen ışıını engeller. Kolimatörün tepkisi üçgenseldir. X-ışını kaynağından bir paralel x-ışını demetinin, kolimatör üzerine geldiğini varsayalım. Şekil 3.3a'daki x-ekseni yönünde kolimatör döndürüldükçe, ışıını demetinin geçişi üçgensel bir şekilde değişecektir. Benzer olarak, eğer kolimatör diğer eksen (y_ekseni) etrafında döndürülürse, Şekil 3.3c'de gösterilen şekilde bir geçiş kalıbı oluşacaktır. Kolimatör tepkisinin genişliği, her üçgen için açısal FWHM tarafından belirlenir. Böylece d, l ve w boyutlarını kullanarak, Şekil 3.3a'da gösterildiği gibi,

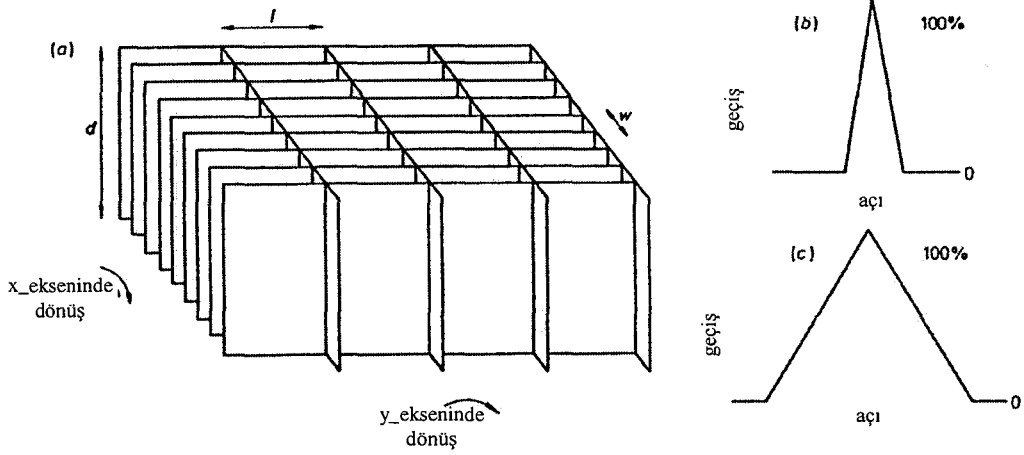
x-ekseni etrafında FWHM;

$$\tan^{-1}w/d \approx w/d \text{ rad,}$$

y_ekseni etrafında FWHM;

$$\tan^{-1}l/d \approx l/d \text{ rad.}$$

Toplam açının $2 \times \text{FWHM}$ üzerindeki geçişler sıfır değildir. 0.25° ’den çok daha küçük olduğundan kolimatörün FWHM değeri için ayarlamak çok zordur.

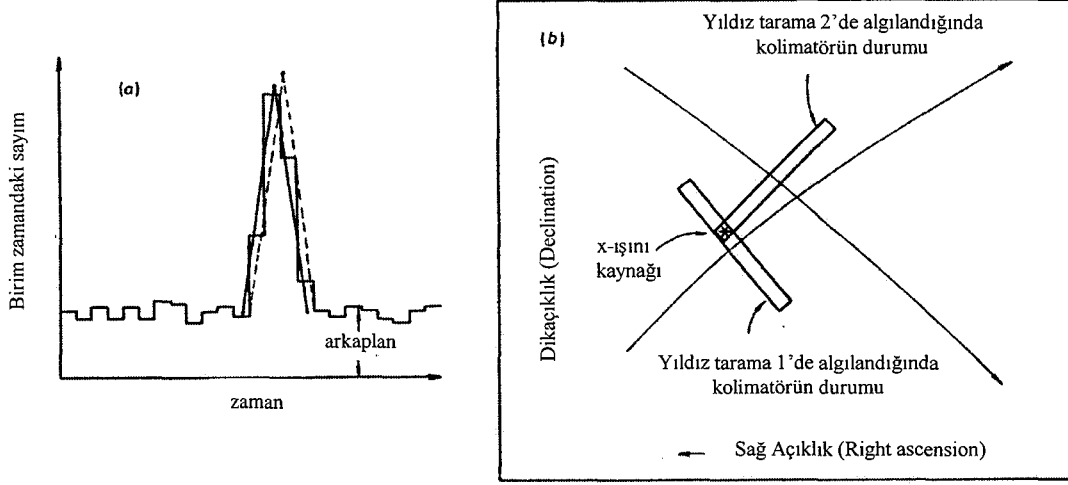


Şekil 3.3. Eksenler yönünde dönen kolimatörde, ışıının demetinin geçişinin üçgensel değişimi.

3.4. Bir X-ışını Kaynağının, Kuvvetinin ve Konumunun Belirlenmesi

X-ışını teleskopunu taşıyan uzay aracının rotasyon yapması, kolimatör ekseninin gökyüzündeki bir bölgeyi taramasına neden olur. Kolimatör ekseninin, dönme eksenine normal olduğu dönen bir uzay aracı için, bu bölge, gök küresi içinde büyük bir çember olacaktır. Kolimatör geçirme modelinin açısal genişliğinden dolayı, gökyüzünde sonlu yekpare açılık bir bölüm, herhangi bir anda gözlenebilir. Kolimatör eksenini yolundaki tek bir x-ışını kaynağı, genişliği kolimatörün uygun bir FWHM değeriyle karakterize edilen bir üçgensel sayma oranı oluşturur. Aynı zamanda yıldızın dayanıklılığı ile orantılı bir yükseklik ile de karakterize edilir. Eğer kolimatör görüş alanı içerisinde ise kolimatör ekseninin altında veya üstünde kalan, aynı dayanıklılığa sahip benzer bir x-ışını yıldızı, aynı genişlikte ama yüksekliği az olan bir tepkiye yol açar. O zaman, kolimatör eksenini yönelme noktası, o, üçgenin tepesinde, x-ışını kaynağının konumunu bir boyutta belirler. Eğer x-ışını kaynağı yıldız benzeri değilse ama genişleşmiş bir nebula benzeri cisim ise, sadece nebula'nın genişliği kolimatör FWHM'na yaklaşır ya da uzaklaşırsa bu genişleşmiş bir tepki gibi gözükür. Yıldız benzeri bazı x-ışını kaynaklarının yorumlanması kolimatörün

üçgensel tepkimesinden daha ziyade kaynakların yoğunluk değişikliklerinden çıkarılır.



Şekil 3.4. X-ışını kaynağında kuvvet ve konum belirleme

Üzerinde durulan alet türü ile, bir x-ışını kaynağını iki boyutta belirlemek ve konumlandırmak için, kaynağı en az iki defa gözlemlemek gerekmektedir. İkinci ideal tarama, kolimatör eksenini doğrultusu ile birinci doğrultu, 90° kesiştiğinde yapılır (Şekil 3.4). Açılı kolimatörlerin daha itinalı düzenlenişi $\approx$ ikinci bir tarama ihtiyacını ortadan kaldırabilir. X-ışını kaynağı gözleminin analizi, gözlenen kaynağın x-ışını verisine üçgen uydurmayı ve onun yüksekliğini ve konumunu ölçmeyi içerir. Yükseklik ve konum, kuvvetin dayanıklılığına bağlı hatalarla belirlenir. X-ışını fotonları ve arkafon olaylarının detektöre ulaştığı rastlantı durumunda, ideal üçgensel tepki deforme olacaktır. b ; 1 saniyedeki ortalama arkafon oranı, s ; üçgenin tepesindeki kaynaktan, ortalama sayma oranı olmak üzere, kaynağın, üçgenin yarım maksimum noktaları arasında taranması için gereken süre t ise, kaynak sayımlarının toplam sayısı:

$$st \pm \sqrt{(s+b)t} = S \pm \sqrt{S+B} \text{ olacaktır.}$$

S ve B , t zamanı içinde, kaynaktaki ve arkafondaki, ortalama sayma sayısıdır. $\sqrt{S+B}$, fotonların ve arkafon olaylarının rasgele ulaşımından kaynaklanan standart

sapmadır. s 'in ölçülebileceği, kesirsel hata $S/\sqrt{S+B}$ şeklindedir, ve kuvvetli kaynaklar ve küçük arka planlar için daha iyi sonuç verir. Üçgenin merkezinin konumsal durumundaki hata $FWHM \times S/\sqrt{S+B}$ şeklindedir. Bu şekilde ölçülen kaynak dayanıklılığı detektör verimi için ve kaynak ile kolimatör eksenini doğrultusundaki açı için düzeltilebilecektir.

3.5. X-ışını Kaynağı Spektrumunun Belirlenmesi

Orantılı sayaç detektörüyle bir x-ışını kaynağı gözlemlendiğinde, her gelen fotonun enerjisi, detektör tarafından, elektriksel puls yüksekliğine çevrilir. Bu yüzden, kaynağın x-ışını spektrumunu ölçmek için, puls yüksekliği dağılımını incelemek gerekmektedir. Bazı sistemlerde, pulslar uzay aracı bünyesindeki yükseklik kanallarında analiz edilir ve spektrum, yer istasyonuna içerdiği yükseklik bilgisi ile birlikte, tek tek iletilir ve sonra puls yüksekliği laboratuvarlarda belirlenir.

Kaynak gözleminden puls yükseklik spektrumu elde edilince, ilk olarak gerekli işlem, arka fon etkisinden dolayı kirliliği gidermektir. Bu işlem; detektörün gökyüzündeki boş bir alana karşılık gelen pozdan elde edilen puls yükseklik spektrumunun, kaynak pozunun puls yükseklik spektrumundan çıkarılması ile yapılır.

İkinci olarak; oluşan puls yükseklik spektrumunu, kaynağın x-ışını spektrumuna çevirmek gerekmektedir. Başlangıç olarak, her puls yükseklik kanalına, bir x-ışını enerjisi uygulanır. Bu genellikle, ^{55}Fe (5.9 keV) gibi, monokromatik kalibrasyon kaynakları yardımıyla yapılır. Temelde, yapılması gereken tek işlem; toplanmış her sayımı, algılanan x-ışını fotonları teriminde bir spektrum üretmek için gerekli olan enerjideki detektör verimine bölmektir. Pratikte; bu yetersiz bir uygulamadır. Çünkü detektörün sonlu çözünürlüğünü ve kayıp pik özelliklerini hesaba katmaz. Bu durumdan kurtulmak için, problem ters çevrilebilir. Önce, benzer bir x-ışını spektrumu ele alınır ve sonra kusurlarına rağmen olabildiğince hassas kabul edebileceğimiz detektörün tepki gösterebileceği puls yükseklik spektrumu hesaplanır. Hesaplanan puls yükseklik spektrumu, gözlenen ile karşılaştırılır. Gözlenen ile hesaplanan arasında yeterli bir uyuma sağlanıncaya kadar, farklı x-ışını

spektrumları için işlem tekrarlanır. Bu işlemde denenen x-ışını spektrumu yapıları genellikle bremsstrahlung yayılım çizgileri, kara cisim ve güç konunu çeşitleriyle birlikte düşük enerjili sürekli tayf spektrumudur.

Kaynak spektrumunun ölçüm hassasiyeti, temelde sinyal-parazit faktörüne dayanır: $S/\sqrt{S+B}$, S; kaynaktan toplanan sayımların toplam sayısı, B; aynı zaman aralığındaki eski zaman sayımlarının toplamı sayıdır. Spektrum belirlenmesindeki hata, sıcaklıkta yada spektral indekste ve düşük enerji cut-off'unda (x-ışını spektrumunun kesilmesinde) bir belirsizliğe yol açar. Kaynaklar zayıf olarak gözlemlendiğinde, tek bir spectral model kurmak mümkün değildir.

Güneş dışında, x-ışını astronomlarınca spektral çizgilerin keşfedilmesi çok gelişmiş değildir. Bir takım x-ışını kaynaklarında, Sco X-1 ve cyg X-3'ü içeren, 6,5 keV civarda, yumuşak puls yükseklik spektrumunda küçük bir çıkıntı olarak gözlenen demir çizgileri, orantılı sayaçlar ile gözlenmiştir ve kullanılan orantılı sayaç detektörünün sınırlı çözünürlüğünü yansıtan genişlikleri vardır. Dar çizgiler için Bragg kristal spektrometresi kullanılarak araştırmalar yapılmıştır. Bragg kristal spektrometresinde, kaynaktan yayılan x-ışınları, detektöre ulaşmadan önce kristalimsi bir materyal tarafından yansıtılır. Sadece dalga boyu, λ olmak üzere;

$$2d \sin \beta = n\lambda$$

koşulunu sağlayan x-ışınları detektörü üzerine yansıtılır. Diğerleri kristal tarafından soğrulur. İfadede, $n= 1,2,3,\dots$, d; kristal ızgara aralığı, $\beta \rightarrow$ Bragga açısıdır. Sistemde %1'lik dalga boyu (veya enerji) çözünürlüğü mümkündür.

3.6. Diğer Tip Detektörler

Parıldama sayacı detektörü, enerjisi 10 keV'tan büyük olan x-ışınlarını belirlemekte kullanılabilir. İçeriğinde, 6 mm'lik ince sodyum kristali ya da optiksel olarak ışık çoğaltıcı tüpün yüzüne bağlanmış talyum sezyum iyodu vardır. Bir x-ışını fotonu kristale girdiğinde, orantılı sayacın gazında olduğu gibi fotoelektriksel bir şekilde soğrulur. Fotoelektron, kristaldeki bazı atomları iyonlaştırır. Bu iyonlaşma enerjisinin bir kısmı görünür ışık pırıltısına ya da ışık çoğaltıcı tarafından pırıltıya

dönüştürülür. Işık çoğaltıcıdan gelen elektriksel puls yüksekliği, gelen x-ışını enerjisiyle orantılıdır. Orantılı sayaç gibi, parıldama detektörü spektral bilgi üretir. Parıldama sayacı, orantılı sayaçta olandan daha yüksek enerjili x-ışınlarında çalışır. Çünkü; yüksek atomik sayılı maddeden yapılmış yoğun bir kristali vardır ve bu kristal yapı, orantılı sayaçtaki gaza göre x-ışını geçişini daha çok durdurma özelliğine sahiptir. Eğer 100 mm civarında kalın detektör kristalleri kullanılırsa, parıldama detektörleri enerjisi 1meV değerinden fazla olan fotonlara karşı duyarlı hale getirilebilir. Fakat bu tip kalın kristal detektörleri, ince kristal yapılara nazaran, 30 keV civarında olan daha az enerji çözünürlüğüne sahiptir. Parıldama sayacı, ayrıca, kozmik ışın parçacıklarına da duyarlıdır ve normalde, arka fon sayımını azaltmak için, ters kavuşmada, koruyucu detektörlerle kullanılırlar.

Kanal çoğaltıcı sistem, 3 keV'un altındaki x-ışınlarını bulmada sınırlı bir işlem uygular. Bu sistem temelde vakum aletidir ve uzaydaki kullanımında pencereye ihtiyacı yoktur. X-ışınları özel kaplanmış foto yayıcı bir yüzeye düşerler (bu yüzey elektron yayar). Bu elektronlar bir elektrik alanı tarafından dirençli bir tüp içerisinde hızlandırıldıklarından, ikinci bir yayılımla yükseltilirler. Tüpün sonunda , elektron sinyali toplanır ve yükselticiye konulur. Kanal çoğaltıcı , orantılı sayaçtaki gibi ,enerji çözünürlüğüne sahip değildir ve spectral bilgi elde etmek için, x-ışını demetine yerleştirilmiş filtrelerle birlikte kullanılmalıdır. Kanal matrix, bir birimde üretilen kanal çoğaltıcıların, iki boyutta dizilmesidir, x-ışını görüntüleme sisteminde bazı uygulamaları vardır.

Konuma duyarlı orantılı sayaç detektörleri, uzayda bulunan x-ışını görüntüleme teleskopları sayesinde çok değerli bilgiler toplamaktadır. Tek dirençli anod tel, birkaç paralel anod tel ya da bazı dirençli anod tellerin birleşiminden oluşan normal bir orantılı sayaç içerir. Tel boyunca gelen x-ışınlarının konumu dirençli anod tel ile, elektrik sinyalinin boyutu karşılaştırılarak bulunabilir. Çok telli detektör ile, tellerin yönüne dik yöndeki x-ışınlarının ulaştığı yerin konumu, çeşitli tellerdeki sinyallerin karşılaştırılması ile bulunabilir.

3.7. Bindirme (Modülasyon) Kolimatörleri

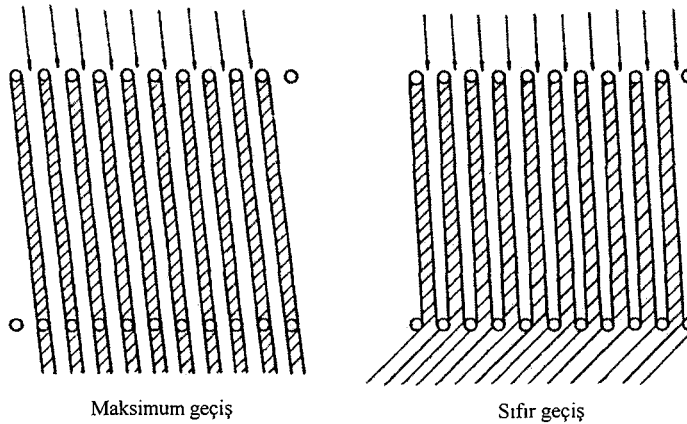
Bindirme kolimatörü iki yada daha fazla paralel ızgara şeklindeki düzlem tellerden oluşur. Teller, genellikle, birbirinden, her birinin çapı kadar ayrılmıştır, ve yüksek atomik sayılı materyalden -Tungsten gibi (Tungsten; x-ışınlarına karşı çok opaktır)- yapılmıştır.

Kolimatörün çalışma prensibini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz;

Izgaranın ön kısmının, yıldızdan gelen paralel x-ışını demeti ile aydınlatıldığını varsayarsak, ön kısımdaki tellerin arkadaki ızgara bölümüne gölgesi düşecektir. Eğer, gölgeler teller arası boşluklara düşerse, arka ızgaranın ötesinde detektöre x-ışını yayılımı ulaşmayacaktır. Eğer, diğer taraftan, gölgeler tellerin üzerine düşerse, detektör ön ızgaranın üzerine düşen x-ışınının yarısını alacaktır. Bindirme kolimatörü, şimdi, kaynak üzerinde taranmalı, tarama oranına bağlı olarak frekansın detektör sinyali periyodik olarak büyütülür. Bu, tarama oranından başka, p; tellerin yüksekliği, ızgara mesafesi, s'ye de bağlıdır. Bir maksimum ve komşu minimum (bindirme plakasındaki) arasında taranan açı;

$\frac{1}{2} \times \Delta\theta$ civarında olduğundan $\tan \Delta\theta = \frac{p}{s}$ sonucuna ulaşılır.

Daha küçük açısal çözünürlüğü, $\Delta\theta$, olan bindirme kolimatörü tasarlamak daha kolaydır. Tek bir tarayıcı, bindirme kolimatörü kullanışsızdır. Çünkü ölçülen kaynak konumunda belirsizlik vardır. Sadece kaynağın boyutunun belirlenmesinde çok daha sağlıklı sonuç verir.



Şekil 3.5. Detektörde sıfır ve maksimum geçişler

Yıldız benzeri bir kaynak % 100 bindirme derinliği üretir. Bu değer genişlemiş bir kaynak için daha azdır. Bu, kaynak genişlemesi, $\Delta\theta$, oranına bağlıdır. Bu durumda; tarayıcı bindirme kolimatörü, girişim ölçer gibi davranır.

Bindirme kolimatörünün çeşitli adaptasyonları kaynak konumu hesabında çok kullanışlı bir alet olmasına yol açmıştır. Biraz farklı $\Delta\theta$ değerine sahip olan iki bindirme kolimatör sistemi aynı roket üzerine yollanmış ve kaynak boyunca taranmıştır. Çıkışların görelî fazlarından, kaynağın pozisyonundaki belirsizliklerin çoğunu elemek mümkündür. Durumu iki boyutta ölçmek için, aleti döndürdükten sonra tarama işlemini tekrarlamak gerekmiştir.

Değişken boşluklu bindirme kolimatöründe, alet sabit yıldızlara göre durağan tutulur ve ızgaralar arasındaki boşluk değiştirilir. Böylece bindirme frekansı, kaynağın pozisyonuna bağlı duruma gelir. Bu alet, çeşitli kaynakları bir arada değerlendirebilme özelliğine sahiptir. Fakat 2 boyutta konumsal bilgi elde edebilmek için, döndürmeli ve ızgara taraması tekrarlanmalıdır. Dönme bindirme kolimatörü (RMC) en çok kullanılan alettir. Tek, sabit boşluklu bindirme kolimatörü eksenel olarak gökyüzünde sabit bir pozisyona çevrilmiştir ve sonra eksenî etrafında döndürülür. Görüş alanı içerisindeki her bir nokta kaynak, daha karışık bindirme modelleri üretir. Değişik nitelikte data analizi yaparak, alandaki nokta kaynakların 2 boyutta haritasını çıkarmak mümkündür.

Bindirme kolimatörünün en önemli özelliği, x-ışını kaynaklarını daha fazla hassasiyetle konumlandırabilmesidir. Yüksek çözünürlüklü kolimatöre göre daha duyarlıdır, çünkü bindirme kolimatörüyle gökyüzünde geniş bir parça tararken , kaynak genişliği oldukça büyüktür.

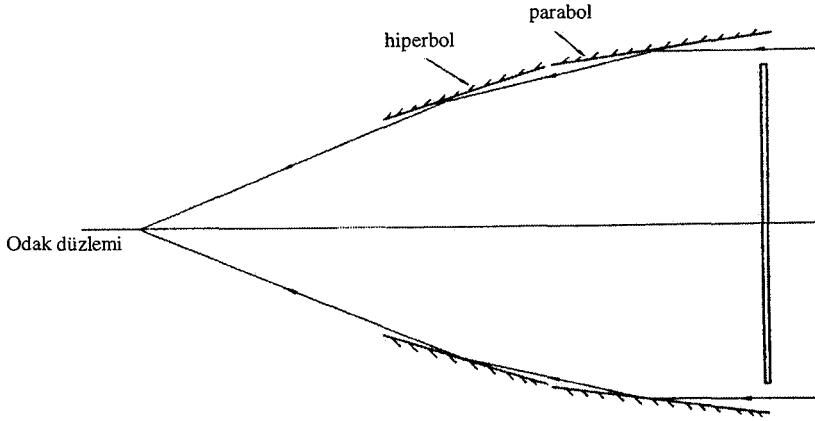
3.8. Odaklama Sistemleri

Parlatılmış metal yüzeyden sıyrılıp gelen yansıma kullanılarak x-ışınlarını odaklamak mümkündür. Maddenin soğurma özelliklerinin etkin olduğu lensler ve normal geliş açılı aynalar, x-ışını dalga boylarında kullanışsızdır. Temel x-ışını optiksel bileşeni, bu yüzden, parabol sıyrılıp geliş yansıtıcısı içerir. Bu yansıma düşük

x-ışını enerjilerinde daha verimlidir. Pratikte aletler 3 veya 4 keV un altında kullanışlıdır.

Sıyrılıp_geliş kolimatörü küçük bir dedektör üzerine gelen x-ışınına yoğunlaşacak düzeyde bir alettir. Genellikle odaklama bir boyutta yapılır. Odaklayıcı x-ışını teleskobu , yüksek kaliteli görüntüler için 2 yansıtıcı yüzeyden faydalanır. Biri yüzey parabol, diğeri ise hiperboldür (Şekil 3.6).

Gözlemlerin çoğu böyle odaklayıcı teleskoplarla olmuştur ve Güneş alanında yapılmıştır. Çünkü, fotografik film üzerinde kaydedilebilecek yeteri kadar akıyı burada oluşturur. Görüntüleyici x-ışını yansıtıcısı ile duyarlı görüntüleyici orantılı sayaç detektörünün birleşmesi gözlemsel x-ışını astronomisi için büyük bir gelecek sözü verir. Bu çeşit bir alet taşıyan ilk uydu HEAO-B'dir [2].



Şekil 3.6. Parabolik ve hiperbolik sistemlerden oluşan x-ışını odaklama platformu

4. KATAKLİSMİK DEĞİŞEN YILDIZLAR

4.1. Tanım ve Tarihteki Yeri

Novalar, cüce novalar ve tekrarlayan novalar, yıldızların dağılıp gitmesine ya da çökmesine neden olmaksızın şiddetli patlamalar gösterirler. Böylesi bir patlama davranışını açıklayabilmek üzere, Yunanca bir kelime olan "**Kataklysmos**" kelimesinden türetilen "**Kataklismik Değişen Yıldızlar**" deyiimi 1938'den beri, bu tür patlamalar gösteren çift yıldızlar için kullanılmaktadır. Bugün bu grup içerisinde yer alan nova benzeri yıldızlar ise, çok daha sonra kataklismik değişen yıldızlar içerisinde ele alınmaya başlanmıştır.

İlk kataklismik değişen yıldız (U Gem), 1855'de Hind tarafından belirlenmiştir. 1955'de Struve, bütün kataklismik değişenlerin çift yıldız olduğunu ortaya koymuştur. Kataklismik değişen yıldızlar için kütle transfer eden bir model ilk kez 1956'da Crawford ve Kraft tarafından ileri sürülmüştür. 1971'de Warner ve Nather, kataklismik değişenlerin patlama ışık eğrisindeki titreşimlerini ortaya koymuşlardır. 1971'de Smak, kataklismik çift yıldızlar için standart bir model teklif etmiştir. 1974'de Vogt ve 1975'de Warner, cüce novalardaki süper patlamaları belirlemişlerdir. Warner 1979'de baş yıldızların beyaz cüce olduğu tartışmasını başlatmıştır. Kataklismik değişen yıldızların beyaz cüce kütleleri, bileşen yıldızların kütle, yarıçap, ışıyım gücü, diskler, sınır tabakası ve manyetik sistemlerdeki yığılma sütunları, kataklismik değişenleri oluşturan belli başlı gurupların modelleri, manyetik beyaz cüce yığılmaları, AM Her (Polar sistemleri) yıldızları, intermediate polar sistemleri, kataklismik çiftlerin sayıları ve belirlenen özellikleri ve bunun gibi bir çok konu üzerine çalışmalar bu güne kadar gelmiştir.

4.2. Sınıflandırılması

Kataklismik değişen yıldızların geleneksel sınıflaması, ışık değişimlerinin karakterine dayanır. Novalar, tekrarlayan novalar, cüce novalar ve nova benzeri yıldızlar bu yıldız tipinin dört ana sınıfıdır. Bunun haricinde simbiyotik yıldızların da bir sınıf olduğu düşünülmektedir. WZ Sge yıldızının önce tekrarlayan nova sınıfında

yeralması fakat daha sonra yeniden sınıflandırılarak cüce nova sınıfının bir üyesi kabul edilmesi gibi bir çok yıldızın dahil olduğu sınıfın belirlenmesinde güçlük çekilmektedir.

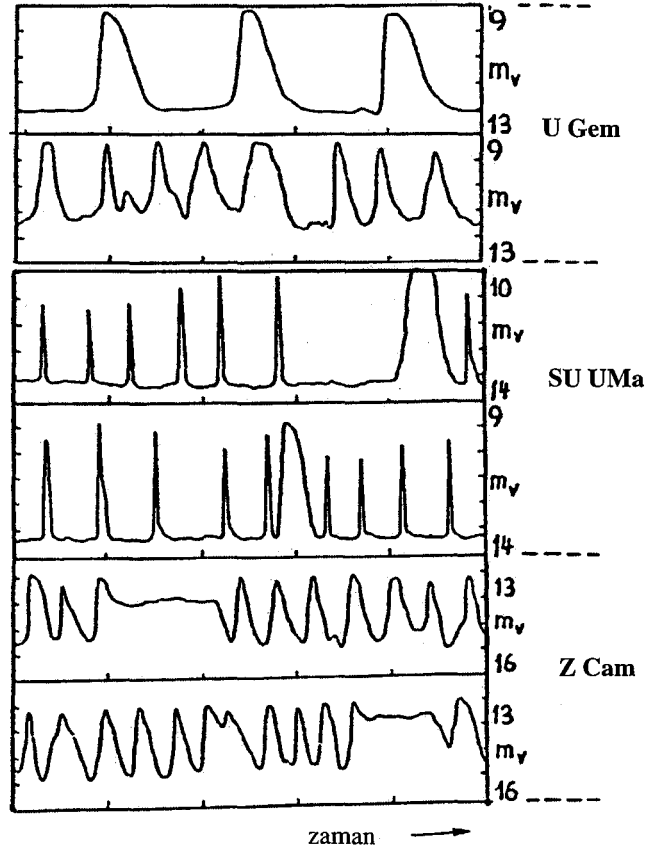
Kataklismik değişen sistemlerin alt sınıflarının genel özelliklerini aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

"Novalar" (N), sadece bir kez patlama aktivitesi gösteren, ışık eğrilerinde parlaklıkları hızla artan, ama azalması daha yavaş olan büyük patlamalara sahip yıldızlardır. Patlama genliği 8-18 kadir ve patlamanın ilk 100 gününde yayınlanan toplam enerji $10^{44} - 10^{45}$ erg'dir. Bu patlamada $10^{-5} - 10^{-4} M_{\odot}$ kütleli bir kabuk, 1000 km/sn mertebesindeki hızlarla fırlatılır. Patlama (2^m) maksimumundan sonraki parlaklığın azalma hızına göre, **Hızlı (NA)**, **yavaş (NB)** ve **Çok Yavaş Nova (NO)**'lar olarak sınıflandırılırlar. Hızlı novalarda maksimum parlaklıktan sonraki üç kadirlik bir düşüş, yaklaşık 110 günde gerçekleşir. Yavaş novalarda bu üç kadirlik düşüş 100 günden çok daha uzun bir sürede gerçekleşir. Ayrıca bu tip novaların çoğunda patlamadan 4-5 ay sonra derin ve geniş bir minimum gözlenir. Bunu hemen hemen hiç tedirgin edilmemiş düzgün bir azalma eğrisi izler. Çok yavaş novalara tipik bir örnek olan RT Ser patladıktan sonra bu durumunu 10 yıl süreyle koruduktan sonra minimuma doğru inmeye başlamıştır. Bir nova patlaması tanımlanırken, bir yıldızın yalnızca bir kere patlaması dikkate alınır. Ancak yine de, novaların birden fazla patladıklarına ilişkin görüşler vardır. Bu patlamaların tekrarlama süresi 10 yıl olarak tahmin edilmektedir. Bazı novalar maksimumdan yaklaşık 120 gün sonra, optik bölgede birkaç kadirlik ani bir sönükleşme gösterirler ve bu hızlı sönükleşmeden önceki parlaklık değişiminden daha sönük bir ikinci maksimum yaparlar.

"Tekrarlayan Novalar" (NR) deyimi, nova patlamalarından daha küçük ama birden fazla patlaması gözlenmiş olanlar için kullanılır. Bu patlamaların tekrarlama sıklığı 10 ile 100 yıl arasında veya daha fazla olabilir. Patlama genlikleri $7^m - 9^m$ ve patlama sırasında yayınlanan enerji $10^{43} - 10^{44}$ erg arasındadır.

Maksimuma yükseliş genellikle 24 saat gibi çok kısa bir süre olur. İniş ise birkaç ay sürebilir. Bu yıldızlarda her bir patlamaya ait ışık eğrileri hemen hemen özdeştir.

"Cüce Novalar" (DN), genel özellikleri açısından sık, küçük ve kısa süren patlamalara sahiptir. Patlama genlikleri 2^m-6^m ve bu patlamalarda yayınlanan enerji $10^{38}-10^{39}$ erg ve patlamaların tekrarlaması zamanı 10-500 gün arasında değişir. Bu yıldızlara ait ışık eğrileri Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Cüce novaların üç alt sınıfına ait ışık eğrileri.

Cüce novalar, ışık eğrileri temel alınarak üç alt sınıfa ayrılırlar.

U GEMINORUM (U Gem); Yalnızca normal patlamalar gösteren U Gem yıldızları, 30-500 gün veya daha uzun aralıklı patlamalar gösterirler. Patlamalar quasi-periyodik (patlamalar arasında geçen süreler bir kaç patlama için hemen hemen aynı) olmasına rağmen, daha sonra belirgin biçimde olup genellikle 2-6 kadirdir.

Z CAMELOPARDALIS (Z Cam); Patlama sonrası sakin evreye inerken, düşüşün aniden kesilerek uzun süre aynı seviyede kaldıktan sonra sakin evreye inmesi "Duraksama", Z Cam yıldızlarının genel özelliğidir. Z Cam yıldızlarındaki patlamalar

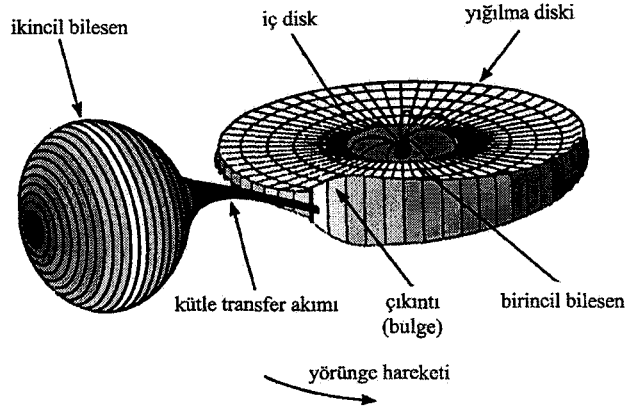
da quasi-periyodik olarak her 10-30 gün veya daha uzun sürede bir meydana gelir. Işık eğrilerinde tesadüfi aralıklarla duraksamalar olur. Bu duraksamalarda yıldızdaki parlaklık değişimleri durur veya parlaklık 1 kadirten daha az olan küçük bir genlik ile değişir. Duraksamalar, yıldız bir patlamadan sönükleşmeye geçtiği zaman, genellikle maksimumdan inişin 1/3'ü kadar bir parlaklık değişimi olduğunda meydana gelirler. Duraksama süreleri ise birkaç haftadan birkaç yıla kadar değişir. Genellikle bir duraksamanın sonunda yıldız, sakin düzeye kadar sönükleşmeye devam eder.

SU URSAE MAJORIS (SU UMa); Düzenli aralıklarla tekrarlanan "Normal ve Süper Patlama" özellikleri sergileyen SU Uma yıldızları, iki farklı tipte patlama aktivitesi gösterirler. 1-3 gün süreli normal patlamalar her 10-30 gün veya daha uzun sürede bir, süper patlamalar ise daha seyrek olarak, yani her 10-15 normal patlamada bir meydana gelirler. Süper patlamalar, normal patlamalardan 0.5-1 kadir daha parlak ve periyodiktirler, öyle ki her bir yıldız iki veya daha çok süper patlama periyoduna sahiptir. Her bir periyot 3-30 çevrim sürer ve bir periyottan diğerine değişim ani olur. Ayrıca bu yıldızlarda süper hörgüçler de görülür. Süper hörgüçler bir süper patlama başlangıcından 2-3 gün sonra görülen parlaklık artışları olup, periyodiktirler ve periyotları, sistemin yörünge periyodundan %1-3 daha uzundur. Süper hörgüçlerin genlikleri, başka bir parlaklık artışı olan hörgüçlerin genliğinden %25-40 daha fazladır (hörgüçler 0.2-0.3 kadirdir). Süper hörgüçler bir süper patlama boyunca devam ederler; yıldız sönükleşmeye ve süper patlama bitmeye başlarken, süper hörgüçlerin parlaklığı azalır ve sonra tamamen gözden kaybolurlar.

"Nova Benzeri Yıldızlar" (NL), Farklı bir patlama aktivitesi göstermezler. Hatta parlaklıklarında 2-5 kadirlik düşüşler gözlenen anti patlamalar gerçekleştirirler. Genellikle cüce novaların patlama sırasındaki görünüşüne benzerler. Ancak bir kısmı ışık eğrilerinin görünüşü açısından diğer kataklismik yıldızlara benzerken, bazıları kuvvetli manyetik sistemlerdir [1].

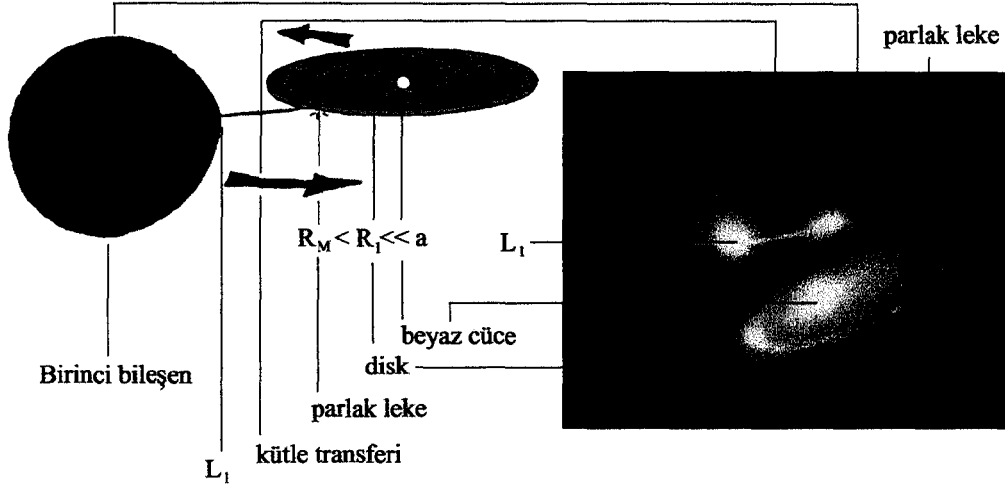
4.3. Çift Yıldızlar Olarak Katakлизмik Değişen Yıldızlar

Hemen hemen tüm katakлизмik değişenlerin, etkileşen yakın çift sistemler olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 4.2). Birincil bileşen, bir beyaz cücedir. İkincil bileşen ise birkaç istisna dışında düşük kütleli bir anakol yıldızı, genellikle G,K,M spektral tiplerinden bir alt cücedir. Roche lobunu dolduran ikinci bileşen, iç Lagrange noktasından kütle kaybeder. Kütle kaybı beyaz cüce doğrultusunda olmasına rağmen, açısal momentum ve beyaz cücenin küçük boyutları sebebi ile, materyal direkt olarak beyaz cüce yüzeyine ulaşamaz. Bunun yerine beyaz cüce etrafında dönen gazlı bir disk oluşturur. Söz konusu yığılma diski, nova-benzeri cisimlerde olduğu gibi, cüce nova aktivitesinin meydana geldiği yer olarak düşünülür. Transfer edilmekte olan materyalin, diskin dış kısımlarına çarparak kinetik enerjisini dağıtması ile bu çarpışma noktası civarında, sıcak leke olarak adlandırılan bir bölge meydana gelir.



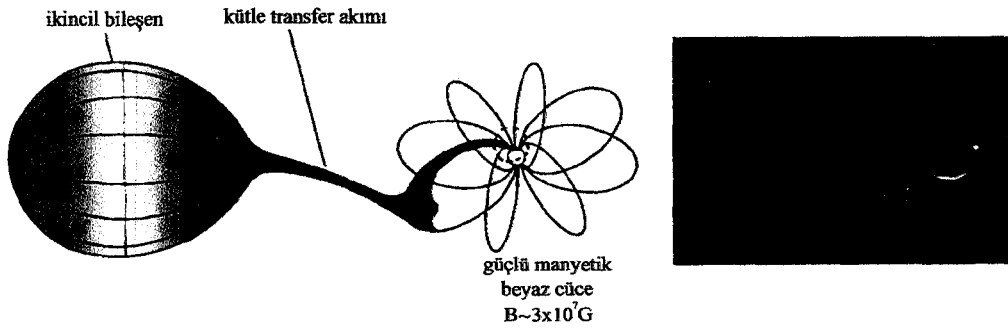
Şekil 4.2. Manyetik olmayan katakлизмik sistemler.

Beyaz cüce baş yıldızı manyetik olmayan, standart katakлизмik değişen yıldız modeli Şekil 4.3’de verilmiştir. Kalın oklar sistemin dönüş yönünü, disk içerisindeki ince oklar maddenin dönüş yönünü göstermektedir. R_M manyetosfer yarıçapı, R_1 , beyaz cücenin yarıçapı ve a , yıldızların merkezleri arasındaki uzaklıktır.



Şekil 4.3. Beyaz cüce baş yıldızı manyetik olmayan, standart kataklismik değişen yıldız modeli

Madde akımı, kütle çekim tarafından idare edilmekte olduğu zaman bu model kabul edilebilir sonuçlar vermektedir. Ancak beyaz cüce bir manyetik alana sahip olduğu takdirde, manyetik alan şiddetine bağlı olarak modelde bazı değişimler yapılır. Kuvvetli manyetik alana sahip bir beyaz cüce içeren AM Herculis yıldızlarında (polarlar) manyetik alan disk oluşumunu engeller ve kütle transferi yığılma kolonları aracılığı ile meydana gelir (Şekil 4.4). Orta seviyedeki manyetik alan şiddetlerine sahip DQ Herculis yıldızlarında (Intermediate Polar), yine manyetik alanın şiddetine bağlı bir mesafede kesilen disk varlığını korurken, yığılma kolonları da vardır.



Şekil 4.4. Manyetik kataklismik değişen sistemler.

Birincil Bileşen; tüm kataklismik değişenlerde birincil bileşen bir beyaz cücedir. Birincil bileşenin beyaz cüce olduğunu gösteren direkt kanıtlar fotometrik ve tayfsal çalışmalarla elde edilmiştir.

a. Tutulmalar, birincil bileşenin boyutlarının beyaz cücelerin boyutlarında olduğunu gösterir.

b. Absorpsiyon çizgilerinin geniş kanatlarının sebebinin bir beyaz cüce olduğu düşünülmektedir.

c. Morötesi radyasyon, sıcak bir beyaz cücenin tayfsal dağılım karakteristiğine sahiptir.

Tüm bunlar sadece beyaz cüce, diğer bileşenlere göre parlak olduğu durumlarda, yani minimumdaki cüce novalarda gözlenebilir.

d. Yığılma ışınım güçleri, anakol yıldızları için çok yüksek, nötron yıldızları için çok düşük görünür.

e. Emisyon çizgilerinin tam genişliğinden çıkarılmış hızlar, disklerin iç yapılarının beyaz cücelerin yarıçapları ile karşılaştırılabilir büyüklükte olduğunu gösterir.

f. Çok kısa periyotlu osilasyonlar, aşağıdaki bağıntı doğrultusunda beyaz cücelerin tipik ortalama yoğunluklarını ifade eder;

$$P_{ort} \propto (G\rho)^{-1/2}$$

Burada P_{ort} ; kısa periyotlu osilasyonun ortalama periyodu, G ; evrensel çekim sabiti, ρ ; ortalama yoğundur.

Kataklismik çiftlerdeki beyaz cücelerin kütlelerini belirlemek zordur. Kütlelerin belirlenebildiği durumlarda bunların genellikle büyük oldukları görülmüştür. Kataklismik değişenlerdeki beyaz cüce kütleleri çoğunlukla $0.5-1 M_{\odot}$ arasındadır. Tüm bilinen novalardaki beyaz cüce kütleleri $1M_{\odot}$ 'den azdır. Bununla birlikte, novaların küçük bir kısmı için sistem parametrelerinin bilinmesi ve bu parametrelerin belirlenmesindeki hatalar göz önüne alındığında bu sonucun öneminin az olduğu görülür. Yani kataklismik değişenlerin hepsinin beyaz cüce kütleleri istatistik olarak özdeş olabilir. Burada göze çarpan bir özellik, kataklismik çiftlerdeki

beyaz cüce kütlelerinin tek halde bulunan beyaz cüce kütlelerinden oldukça büyük olmasıdır.

İkincil bileşen; İkincil bileşenleri G, K veya M tayfsal sınıfından büyük kütleli anakol yıldızları olan kataklismik değişen yıldızlarda, ikincil bileşenlerin parlaklık sınıfları konusunda da bazı istisnalar vardır. Bilinen tüm cüce novalar ve nova-benzeri yıldızlarda ikincil bileşen bir kırmızı cücedir. İkincil bileşenin kütlesi sistem periyodu ile doğru orantılıdır. Yani, daha uzun periyotlu sistemlerin daha yüksek kütleli ikincillere sahip olmaları gerekir. Yapılan çalışmalar sonucunda yapılan bir genellemeye göre kataklismik değişenlerdeki ikincil bileşenlerin kütlelerinin $1 M_{\odot}$ 'den az olduğu belirlenmiştir.

Manyetik olmayan beyaz cücelerin kısa dalgaboylarındaki ışınımının, beyaz cüce ve onu çevreleyen bir yığılma diskinden geldiği belirlenmiştir. Gözlemsel olarak, bu sistemlerin beyaz cüce içerdikleri ortaya konulmuştur. Buna ilişkin kanıtlar; kısa periyodik titreşimler, kohorent titreşimler, hızlı tutulmalar ve bazı durumlarda doğrudan beyaz cücenin tayfının belirlenmesidir.

Beyaz ışıktaki 8-100 saniye arasında periyotlara sahip ve genlikleri %0.1 kadar civarında olan titreşimlerden kısa periyotlu olanları "Kohorent" uzun periyotlu olanları ise "Peryodiğe Benzer -Quasi Peryodic" titreşimler olarak adlandırılır. Bunların periyotları beyaz cücelerin radyal olmayan pulsasyonları için hesaplanmış periyotlara benzemektedir. Ancak titreşimler, yığılma diskinin iç kenarlarından kaynaklanır. Çok kararlı bazı titreşimlerin ise, beyaz cücenin dönmesi ile ilgili olduğu öne sürülmüştür. Bazı kataklismik değişen yıldızlarda beyaz cüce ve parlak lekenin ayrı ayrı tutulduğu gözlenmiştir. Ayrıca, kataklismik değişen yıldızlardaki beyaz cücelerin bir kırmızı dev veya bir süper devden biçimlendiğine inanılır. Bileşen yıldızları ise kataklismik değişenlerin çoğu için bir cüce yıldızdır. Tayfları gözlenebilenlerin, Güneş'den daha soğuk G, K, M tayf sınıflarından bir yıldız olduğu ortaya çıkar.

Bileşenleri dev yıldız olan T CrB gibi üyeler dışında, kataklismik değişen yıldızların bileşen yıldızları, yörünge periyotlarına göre üçe ayrılarak incelenir. Buna göre, uzun periyotlu grup olan ($10^h < p < 2^d$) kataklismik değişenlerde bileşen yıldız bir miktar gelişmiştir. Bunların yarıçapları aynı kütledeki bir anakol yıldızından 1.2

ile 1.5 kez daha büyüktür. Kısa Peryotlu grupta ($3^h < p < 10^h$) yıldızlar anakola yakın ve anakol yıldızlarından ayrılabilir. Çok kısa periyotlu grubun ($P < 2^h$) bileşen yıldızları ise Roche lobunu doldurmuş anakol yıldızlarıdır.

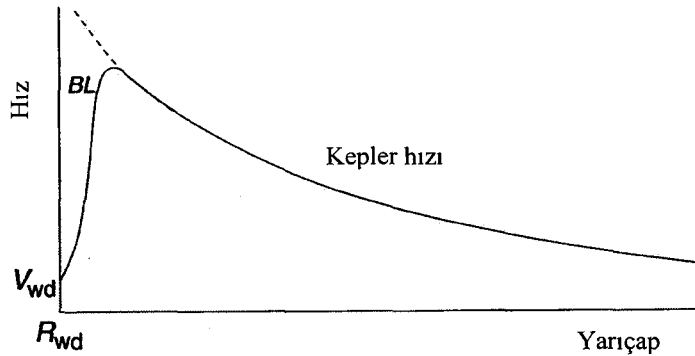
Gözlemsel olarak, bileşen yıldızlar anakol yıldızlarından ayrılamazlar. Teorik açıdan ise, onlar evrimlerinin başlangıç safhalarında bir hayli kütleli yıldızlar olarak düşünülmüştür. Fakat kütlelerinin çoğu ortak zarf evresinde ve daha sonraki evrelerde kaybolmuştur. Ortak zarf evresinden sonra bileşen yıldız kendi Roche lobuna değinceye kadar sistemin yıldızları manyetik frenleme uygular. Daha sonra kütle transferi periyot boşluğunun üstünde yer alan sistemlerde manyetik frenleme, periyot boşluğunun altında yer alanlarda ise çekimsel ısıtım tarafından yönlendirilir [1].

4.3.1. Sifonlar, rüzgarlar ve Akıntılar

Maddelerin diskin içine nasıl girdiği (akıntı-disk etkileşimi) ve onun nasıl diskten ayrıldığı (sınır tabakası) kavramları, mekanizmaların anlaşılması açısından çok önemlidir.

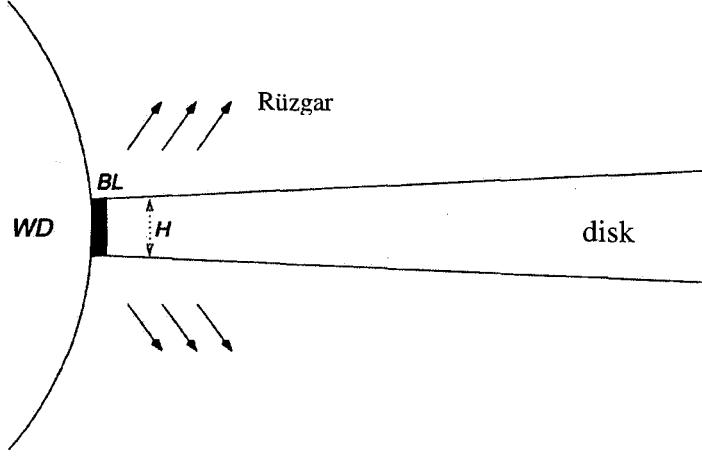
4.3.1.1. Sınır tabakası

Beyaz cücenin yüzeyindeki Keplerian hızı $\sim 3000 \text{ km s}^{-1}$ dir, fakat beyaz cüce özellikle sadece $\sim 300 \text{ km s}^{-1}$ yüzey hızıyla çok yavaş olarak döner. Yığılan maddeler, sınır tabakası olarak bilinen geçiş bölgesinde beyaz cücenin hızına kadar yavaşlamalıdır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Diskteki materyalin yörüngesel hızı, sınır tabakasındaki hız ile beyaz cücenin çok daha küçük yüzey hızının karşılaştırılması (BL; sınır tabakası, WD; beyaz cüce).

Yavaşlayan maddenin kinetik enerjisi ısıya dönüşür ve yayılarak uzaklaşır; sıcak sınır tabakası, bu mekanizma ile, toplam ısımanın yarısını yayabilir.



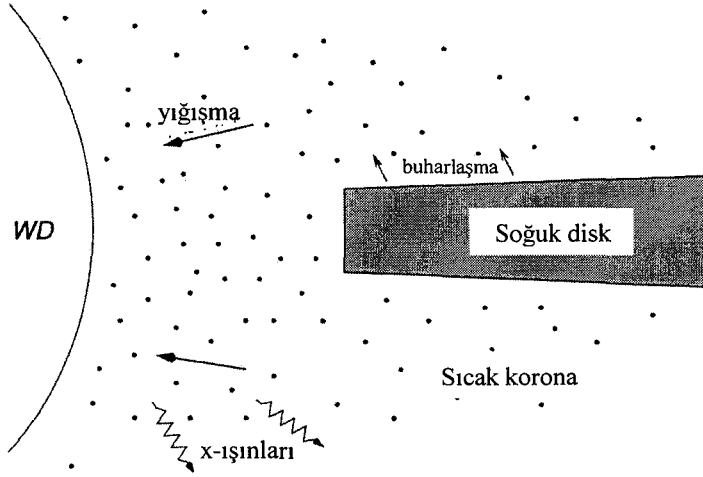
Şekil 4.6. Yüksek yığılma oranlarında, sınır tabakasının sınır görüntüsü.

Disk in yüksekliği (H), sadece $\sim 0.01 R_{wd}$ dir, ve sınır tabakasının radial uzantısı hala küçüktür. Beyaz cücenin etrafındaki bu küçük şerit, sistemin toplam luminositesinin yarısı kadar yayılabilir. Bir rüzgar dış akışı, sınır tabakası ve/veya iç diskten ışıma ile gerçekleşir (Şekil 4.6). Yüksek yığılma oranında, sınır tabakası, ortaya çıkan radyasyonu engellemek için yeterince madde içerir, bu olay tabakayı optik olarak kalın yapar. Tüm katmanlar, kabaca bu disk in en ısınan kısmından 6 kat fazla ısıda, ~ 200.000 K karakteristik sıcaklıkta "kara cisim" ışımasını yayana kadar ısınır [4].

4.3.1.1.1. Sifonlar

Yığılma oranı $\sim 3 \times 10^{13} \text{ kg s}^{-1} (5 \times 10^{10} M_{\odot} \text{ yr}^{-1})$ 'den daha az olduğunda yukarıda incelenen sistem çalışmaz. Yüksek sıcaklıkta oldukça zayıf madde kendini enerji ışıması için zorlar ve soğur. Soğumanın baskın şekli *bremsstrahlung* ışımasına neden olan yüklü tanecikler arasındaki çarpışmadır. Fakat, düşük yoğunluklu maddede, çarpışma az gerçekleşir. Soğuk olmadığında, sıcak gaz yayılır. Yoğunluk düşer, soğuk daha da artınca genişleme sürer. Bu durumda içteki disk daha da ısınarak koronaya difüz eder. Düşük yığılma oranında, sınır tabakası, sıcak içinde

buharlaşıp ve koronaya difüz eder, böylece enerjik x-ışınlarının artmasına neden olur. Dikkat edilmelidir ki, yığılma çok geniş bir bölgede daha yüksek yığılma oranlarında olmaktadır (Şekil 4.7). Etkin olarak, sınır tabakası şimdi $\sim 10^8$ K sıcaklık ile zayıf ve optik olarak ince bölgede daha da genişler.



Şekil 4.7. Düşük yığılma oranında, sınır tabakası aktivitesi

Böyle bir korona sifon etkisiyle kendini besler. Beyaz cüce'ye doğru madde akışı korona sıcaklığını korumak için gravitasyonel enerji açığa çıkarır ve sıcak korona enerjisi diskin içine iletir, buharlaşan madde koronayı tekrar üretir. Açısal momentumu korumak için, koronanın bir kısmı dışarı doğru akar ve sonuç olarak dış diskte yoğunlaşır.

Birkaç gözlenen olay bir sifonun davet edilmesi ile açıklanabilir. Örneğin, cüce nova, patlama sırasında, sakin evredekinden daha kuvvetli x-ışını yaymaktadır. Sakin evre emisyonu küçük sayıda çok enerjik x-ışını üreterek koronadan ayrılır. Patlamada yığılma oranı parlaklık sırasıyla artar, böylece sınır tabakası yeterince soğuk olabilir ve optik olarak kalın konuma dönebilir.

İkinci olarak, diskin ana gövdesi üzerinden dışarı doğru koronal madde akışı emisyon çizgileri üretecektir, böylece diskin ana gövdesi optik olarak kalın olsa bile

beyaz cücenin sakin evre spektrasının neden güçlü emisyon çizgileri gösterdiği açıklanabilir.

Korona içine merkezi diskin buharlaşması, cüce nova patlamalarındaki UV gecikmesi ile açıklanabilir. Bu tür patlamaların başlangıcında, UV akısındaki basamak artışı, optik akı artışından ~ 1 gün sonra yer alır. Bu şöyle açıklanır; ısınan dalga patlama sırasında dış diske (optik olarak yayılmayla) hızlı bir şekilde gönderilir, fakat en içteki (UV yayılımı) bölgesi patlamaya katılmadan önce merkezi boşluğun madde ile yeniden dolmasını beklemek zorundadır.

4.3.1.1.2. Sınır Tabakasının Sıcaklığı

Bir M beyaz cüce kütesinden, r uzaklıktaki açığa çıkan kütesel çekim potansiyel enerji $U \sim GMm/r$ ile verilir, Keplerian hız $v = \sqrt{GM/r}$ ve kinetik enerji $1/2 m v^2 \sim GMm/2r$ veya $\sim 1/2 U$ şeklindedir.

Optik olarak ince kılıftaki madde beyaz cüce yüzeyi ile çarpışır ve enerji ısıya dönüşür. Bir gaz taneciğinin enerji eşitliğinde, $3/2 kT$, kinetik enerji ile sınır tabakası sıcaklığını verilir;

$$kT \sim \frac{GMm_m}{G.R_{wd}} \quad (4.1)$$

burada, m_p : protonun yarı kütesi olarak ortalama tanecik kütesi, sıcak plazma yaklaşık olarak eşit sayıdaki elektron ve protonları içerir. Tipik bir beyaz cüce için kütle ve yarıçap ($0.7 M_\odot$ ve $8 \times 10^6 m$) sıcaklık $\sim 2 \times 10^8$ K veya enerji eşdeğeri olarak ~ 20 keV dir.

Optik olarak kalın kılıf içinde, sınır tabakasının her tarafı termal olduktan sonra kara cisim ışımasında olduğu gibi benzer enerji ortaya çıkar. Sınır tabakası (Şekil 4.7) beyaz cüce yanındaki disk kalınlığına eşit yükseklikte (H) beyaz cücenin etrafında bir şerit olarak düşünülebilir. Böylece, yayılma alanı $\sim 2\pi RH$ 'dır ve ortaya çıkan potansiyel enerji oranına; kara cisim ışımasına eşittir.

$$2\pi RH\sigma T^4 = \frac{GM\dot{m}}{2R_{wd}} \quad (4.2)$$

Bu eşitlikte $\dot{m}$ = yığılma oranıdır. Tipik değerler için; $H \sim 0.01R$, $\dot{m} \sim 10^{14} \text{ kgs}^{-1}$ ve sıcaklık $\sim 200.000K$ veya enerji eş değeri $\sim 20eV$ 'dir.

Böylece optik olarak ince koşullarda düşük yığılma oranları, daha az emisyon oluştururken, optik olarak kalın koşullarda yüksek yığılma oranlarındaki sınır tabakası, UV ve yumuşak x-ışınını çok daha fazla yayar, fakat bu yayılma zor gerçekleşen bir x-ışımasıdır.

4.3.1.2. Rüzgarlar

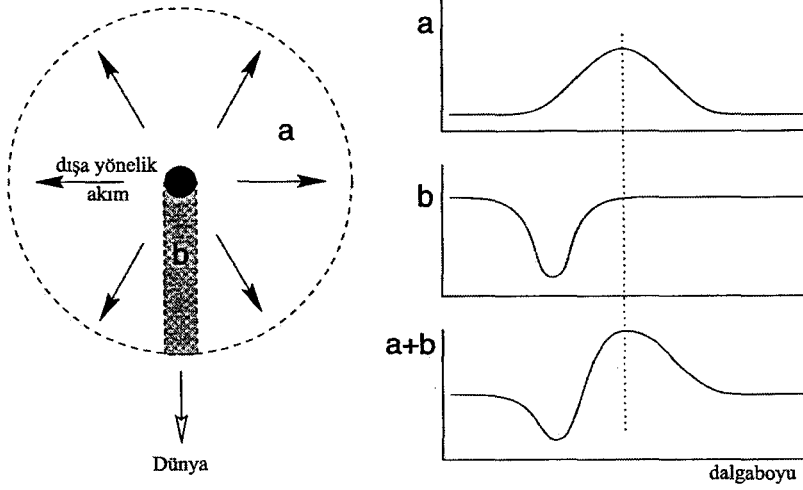
Sınır tabakasının yanındaki bir atom, kütleçekim aracılığı ile beyaz cüceye doğru çekilecektir. Fakat bunlar, sınır tabakasından dışarı doğru akan enerjik fotonlar tarafından bombardıman edilerek ters yönde bir baskı oluştururlar. Eğer atom yeterince foton absorbe ederse, çift yıldızın dışına akan rüzgarın bir parçası olması için atom, fotonu püskürtecektir.

Atomlar, özellikle düşük enerji yörüngesinden bir sonraki düşük enerji yörüngesine yükselmek için kesinlikle doğru enerjiye sahip absorbe edilen fotonlarda etkilidir. Bu karakterdeki bir atom, hızlı bir şekilde uyarılacak, absorbe edilen fotonun bir kopyasının yayılmasıyla taban durumuna geri dönecektir. Atom, daha sonra, çevrimi devam ettirmek için diğer bir fotonu absorbe edebilir. Uyarılmış ve uyarılmamış arasındaki bu hızlı birbirini takip etmeler, rezonans geçişler ve sonuç spektral çizgi, rezonans çizgisi olarak tanımlanır.

Absorbe edilen fotonlar sınır tabakasından dışarı doğru hareket ettiği için onların momentumları, atomu dışarı doğru itecektir; bununla birlikte uyarılmamış fotonlar rasgele yönlerde yayılır, sonuç olarak momentumlarının net etkisi yoktur. Etkin olarak, atom fotonları dışa doğru olan ışıma akışından farklı yönlerde dağıtır ve dışarıya doğru sürükler. Bu rüzgar için tetikleyici bir mekanizmadır [4].

4.3.1.2.1. P Cygni Profili

Rezonans çizgileri, radyasyonu yönlendiren rüzgar karakteristiğini ifade eden P Cygni profili gösterdiği için, kataklizmik değişenler dış rüzgar akışına sahiptirler. Beyaz cüceden dış akış, şematik olarak Şekil 4.8.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.8. Beyaz cüceden dışa doğru rüzgar akışı.

Bazı rezonans çizgi fotonları rüzgar tarafından bize doğru saçılır. Sonuç çizgisi akış düzeninden dolayı Doppler kayması karakteristiğinde genişler. Bu genişleme bizden uzaklaşma niteliğinde ise kırmızıya kayma, bize yaklaşma niteliğinde ise maviye kayma şeklindedir. Rüzgar zayıftır ve böylece, ondan yayılma düşük süreklilikli karakteristik gösterir. Bir beyaz cüceden dış akış olan bir rüzgar P Cygni çizgi profiline yükselti verir.

Dış akışın büyük bir kısmı;

- rüzgar hareketine karşılık gelen bir çift genişleme profili ile, beyaz cüceden saçılmış rezonans çizgi fotonları yayar,
- sıcak süreklilik, eksi rüzgar tarafından saçılan ve bize doğru olan rüzgar hareketinden dolayı, çizgi gerisi mavi dalga boyuna sahip fotonları görürüz.

Böylece bütün üstüste binmiş çizgi profilleri, dış akı karakteristiğindeki maviye kayma absorpsiyonu ve çizgi emisyon karışımı içerir.

Beyaz cüceye direkt olarak bakıldığında, sıcak sınır tabakasından gelen güçlü bir süreklilik görülür. Rüzgar atomlarını harekete geçirmek için yeterli enerjiye sahip süreklilik fotonları saçılacaktır ve onların bulunduğu yerdeki absorpsiyon elemanları sonucunda kaybolurlar. Beyaz cücenin önündeki rüzgar nedeniyle bize doğru akan bu

absorbsiyon elemanları, kurtulma hızı ile karşılaştırılabilir oranda maviye kayacaktır. Kurtulma hızı, çift yıldızdan kaçma hızına ve kütleçekim potansiyelinin etkisine sahip olan rüzgar hızıdır. Bu, beyaz cüce yüzeyindeki kinetik ve potansiyel enerji eşitliğiyle bulunur;

$$\frac{1}{2}mv^2 = GM_{bc} m/R_{bc} \frac{1}{2} \quad (4.3)$$

ve

$$v_{kurtulma} = \sqrt{2GM_{wd}/R_{wd}} \quad (4.4)$$

elde edilir.

Uzaysal olarak farklı bileşenler çözümlenemeyebilir, fakat gözlemlenen iki bileşenin toplamıdır. Bir maviye kayma absorpsiyon çukuru P Cygni profili olarak tanımlanan bir emisyon hattı içinde kesilir. Patlama pik seviyesi süresinde ve nova benzeri durumda yığılma oranının en yüksek olduğu zaman, kataklizmik mekanizma rüzgarları Pcygni profilinin kullanılması ile değerlendirilir. Rüzgarla konusunda bilinenler henüz temel seviyede olduğundan detaylar açıklanamamıştır. Yerleşik olan kavramlar arasında;

- Rüzgarın sınır tabakasından mı yoksa iç diskten mi kaynaklandığı bilinmemektedir. Sınır tabakası daha parlaktır, fakat iç diskteki yüksek yörüngesel hız rüzgarın hızının artmasına yardım edebilir. Belki, diskteki manyetik alanların tanecikleri dışarı doğru fırlatılması için tetikleme yapmasına yardım eder.
- Rüzgarın iki kutuplu olması açıklanamamaktadır. Buna paralel olarak rüzgar yoğunluğunun yörünge düzlemi üzerindeki açıya bağlı olmasının nedeni de bilinmemektedir.
- Rüzgarın yörüngesel dönemeye nasıl bağlı olduğu bilinmemektedir. P Cygni profilinin bazı sistemlerde yörüngesel duruma bağlı değişimine dair bazı ipuçları vardır, fakat bunun için henüz iyi bir model değildir.
- Yığılma akışının ne kadarının rüzgar olarak püskürtüldüğü bilinmemektedir. Tahminler yüzde birkaçtan yüzde 30'a kadar değişmektedir.

4.3.1.3. Maddenin disk ile etkileşimi

Disk-madde akışı çarpışma doğasının, hem gözlemsel olarak ve hem bilgisayarda etkileşim modellemesiyle araştırılması yapılmaktadır. Yörüngesel hörgüç ve emisyon-çizgisi parlak noktayı tanımlar, bu kapsamda, akışın kinetik enerjisinin çoğunun darbe sırasında dağıldığı, fakat detayların disk sınırlarının yüksekliği gibi bazı belirsiz parametrelere bağlı olduğu göz ardı edilmemelidir.

Gözlemsel olarak, biliyoruz ki, maddenin bir kısmı düzlemin dışına, yukarıya doğru fırlatılabilir. Bu, yörüngesel dönemin ~ 0.8 'e düştüğü/çukurlaştığı yüksek eğimli sistemlerin x-ışını ışık eğrilerinden çıkar. Bu fazda, madde akışı-disk sıçrama bölgesi beyaz cücenin önündedir ve düzlemin dışına sıçratılan madde beyaz cüceden ve sınır tabakasından enerji x-ışını emisyonu absorbe edebilir.

Bazı çukurlar, tahmin edildiği gibi, ayrıcalıklı olarak ~ 0.8 fazında oluşmasına rağmen her yerde de oluşabilirler, örneğin tutulmadan sonra (0.0-0.2 fazı). Belki akış çarpışması, disk ağzı boyunca durağan dalga olarak yerleşir ki burada madde yörüngedeki gibi düzlemin altında ve üstünde osilasyon yapar. Bu mekanizma mutlaka gözlem ile desteklenmelidir.

Bazı göstergelere göre, madde akışının tamamı diskin sınırlarındaki etkileşim tarafından sonlanmaz. Simülasyonlar desteklemektedir ki, disk üzerinden olan akışkan maddenin $\sim 10\%$ 'u, işlemde $\sim 30\%$ yavaşlamaya neden olur, fakat beyaz cücenin çok yakınındaki diske yeniden çarpıncaya kadar, kabaca serbest düşüş yörüngesinin devamı için yönetilir (modellemedeki yaklaşıma bağlı olarak tamamlanmasına rağmen, bunlar belirsizdir). Yeni çarpışma ile fırlatılan madde anormal fazlarda etkinliğin düşmesine neden olur.

4.3.2. Kütle Aktarımı, Sıcak Leke ve Yığılma Diski

Kütle Oranı; Beyaz cücenin ve kütle kaybeden bileşenin kütleleri arasındaki oran M_1/M_2 ; novalar, cüce novalar ve nova-benzeri yıldızlar için 1-6 arasındadır. Uzun periyotlu birkaç sistemde 1'den biraz daha az kütle oranları (bileşen yıldız daha kütleli) bulunmuş olmasına rağmen, klasik nova olmayan bu sistemlerin sayısının az olması nedeni ile bu durumun bir anlam ifade edip etmediği açık değildir. Daha uzun

periyotlu sistemlerin daha küleli ikincil bileşenlere sahip olması gereklidir. Bunun bir sonucu olarak M_1/M_2 oranının periyot ile ters orantılı olması beklenir.

Kataklismik değişen yıldızların baş yıldızları, kütleleri $1.44 M_{\odot}$ 'lik Chandrasekhar kütle limitinin altında kalan beyaz cücelerdir. Bileşen yıldızları ise, dev bileşenli birkaç yıldız dışında alt cüce yıldızlardan oluşmuştur.

Normal bir ayırık çift yıldız sistemi için kütleler, yarıçaplar ve eğim açısı, radyal hız eğrilerinden ve ışık eğrilerinden elde edilebilir. Kataklismik değişenler için de Roche modelinin gözönüne alınmadığı zamanlar bu metod uygulanmıştır. Ancak çok daha doğru sonuçlar Roche geometrisinin uygulanması ile elde edilebilmiştir.

Kendi Roche hacmini doldurmuş ve küresel kabul edilen bir bileşen yıldız için Pacynski'nin hesaplamalarına göre;

$$R_2/a = 0.38 + 0.20 \log q \quad 0.3 < q < 20 \quad (4.5)$$

$$R_2/a = 0.462 (q/_{1+q})^{1/3} \quad 0 < q < 0.8 \quad (4.6)$$

yazılabilir. Burada $q = M_2/M_1$ olup, M_1 , baş yıldızın, M_2 bileşen yıldızın kütesidir.

Daha sonra Warner (1972, 1976), kataklismik çiftler için daha iyi bir sonuç veren aşağıdaki bağıntıyı ortaya koymuştur;

$$R_2/R_{\odot} = 0.959 M_2/M_{\odot} \quad (4.7)$$

Bu Keplerin 3. kanunu ile birleştirilerek;

$$M_2/M_{\odot} = 3.18 \cdot 10^{-5} P(s) \quad (4.8)$$

periyotla (saniye biriminde), bileşen yıldız kütleleri arasındaki bağıntı elde edilir.

Bileşen yıldızların tayfı, yalnızca uzun periyotlu kataklismik değişen sistemlerde alınabilir. Bunun dışında elde edilen tayflar genellikle sistemin diğer bölgelerine ve bileşenine ait emisyon tayflarıdır. Bu durumda Roche geometrisinin yardımı ile sistemlere ilişkin parametreler, dolayısıyla kütleler elde edilebilir. 1973'de Warner, yığılma diskinden yayınlanan emisyon çizgilerinden elde edilen radyal hız eğrisinin genliği ile Roche lobunun çapına eşit olarak yayılmış bu yığılma diskine ilişkin $v(r_d)$ değerinin yalnızca kütle oranının bir fonksiyonu olduğunu ortaya koymuştur. Yani;

$$\frac{K_1}{v(r_d)} \sin i = f^2(q) \frac{q}{(1+q)^2} \quad (4.9)$$

burada

$$f(q) = 0.500 - 0.227 \log q \quad 0.1 < q < 10 \quad (4.10)$$

ve f , L_1 iç Lagrange noktası ile beyaz cüce merkezi arasındaki uzaklık, $v(r_d)$, diskten ölçülen hızdır. Warner tarafından elde edilen bir başka bağıntı;

$$\frac{R_2}{M_2^{1/2}} = (G/4\pi)^{1/3} \left(\frac{(1+q)}{q} \right)^{1/3} P^{1/3} (0.38 + 0.20 \log q) \quad (4.11)$$

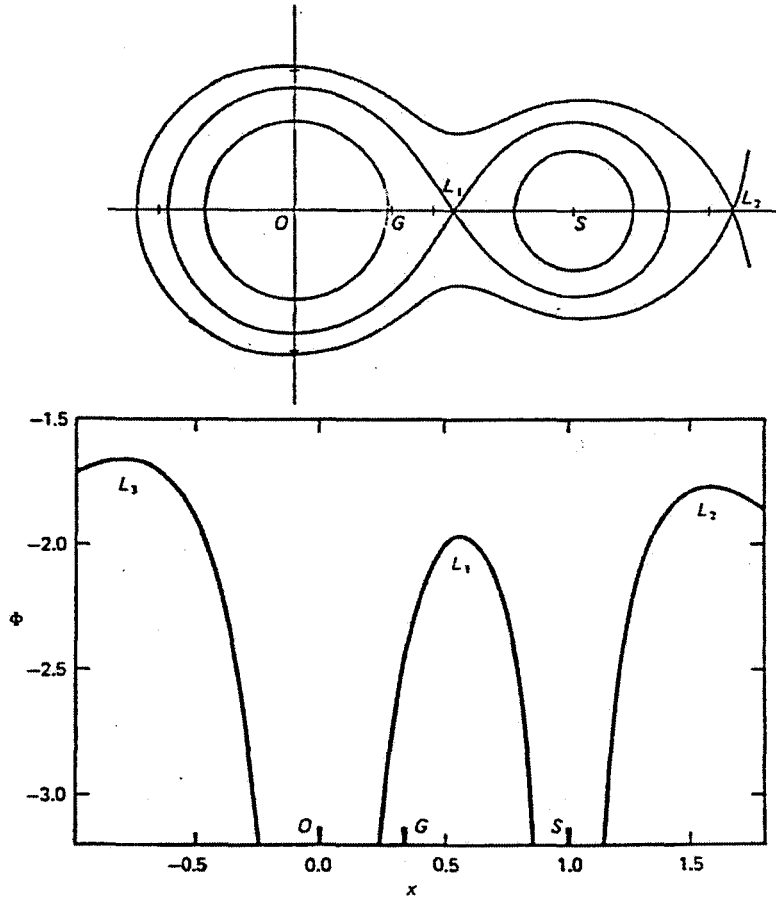
bu ($0.1 < q < 1$) aralığında sağlanır. Bu bağıntının yukarıdaki birinci bağıntı ile kombinasyonu sonucu, emisyon çizgilerinden elde edilen radyal hızlarla kataklismik değişen yıldızlar için kütleler belirlenebilir. Bu metodun zorluğu, $(v(r_d) \sin i)$ 'nin ölçülmesidir. Çünkü çizgi profillerinin hangi kısmının, diskteki bu varsayıma dayanan denge yarıçapından yayınlandığını anlayabilmek zordur. 1976'da Warner, emisyon çizgi profillerinin yarı genişliği ile bu değeri bir tutturmuştur. Fakat fiziksel ilişki yeterince açık değildir. Bu çalışmalara paralel olarak, 1981'de Schoembs ve Vogt, çizgilerin en uzak kanatlarından ölçüm yapmayı teklif ettiler. Buranın ışıınımı beyaz cüceye en yakın bölgelerde üretilmektedir. Bu metod ile elde edilen sonuçlar daha güvenilir sonuçlardır.

Kataklismik değişen yıldızlardaki beyaz cücelerin ortalama kütlesi $0.90 \pm 0.06 M_\odot$ iken, tek olarak bulunan beyaz cücelerin ortalama kütlesi $0.62 \pm 0.08 M_\odot$ 'dir.

Yakın çift yıldızların sınıflandırılmasında ve çift yıldız geometrisinde "Roche Modeli" temel alınır. Bu modelde yıldızların kütle ve yarıçapları dikkate alınır. Ayrıca, bu model çift yıldız evrimi ile de ilişkilidir. Çünkü bir yıldız ancak Roche lobunu doldurduğunda kararsız hale gelip madde atmaya başlamaktadır.

Roche modelinin uygulanmasında güçlük çekilen yakın çift yıldızlar için alternatif modeller ortaya konulmakla beraber, kataklismik değişen yıldızların anlaşılmasında esas olarak bu model kullanılmaktadır. Modelin varsayımları şunlardır;

- a) Yakın çift yıldızların bileşenlerinden kütle kaybeden yıldız hidrostatik dengede iken, kaybedilen bu kütleyi alan bileşen de ısısal denge halindedir.
- b) Sistemlerin bileşenlerinde merkezi yoğunlaşma çok fazladır.
- c) Yıldızlarda büyük kütleli konvektif hareketler ve radyal titreşimler yoktur.
- d) Yörüngeler daireseldir.
- e) Dönme eksenleri yörünge düzlemine diktir.
- f) Yıldızların kendi dönme dönemleri ile yörünge dönemi eş-zamanlıdır.



Şekil 4.9. Bir çift yıldızın etrafındaki potansiyel kuyular.

Kataklismik değişen yıldızlarda bileşen yıldızın Roche lobunu doldurmasının bir sonucu olarak baş yıldızla doğru bir madde akışı olmaktadır. Beyaz cücenin yeterli manyetik alana sahip olmaması durumunda bu madde baş yıldızın oldukça küçük boyutundan dolayı doğrudan doğruya onun yüzeyine çarpmadan, korunan açısız

momentumla beraber baş yıldızın Roche lobu içerisinde bir yörünge çizerek (Kepler Yörüngeleri), tekrar gelmeye devam eden madde ile buluşur. Böylece beyaz cüce etrafında bir halka oluşur. Vizkozite çekim, kuvvetleri bu halkayı hem beyaz cüce yüzeyine doğru hem de Roche yüzeyinin sınırlarına doğru yayarak bir "Yığılma Diski" oluşturur. Bu oluşum, Roche modeli yardımıyla şöyle açıklanabilir:

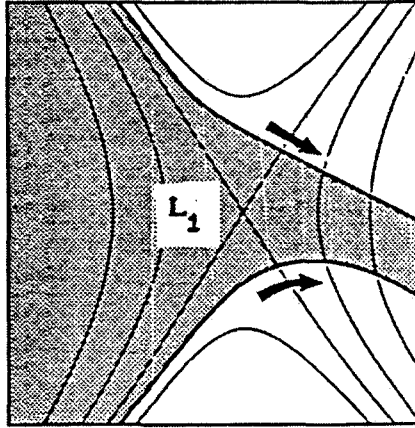
Roche potansiyeli Φ , iki yıldızın arasındaki uzaklığın bir fonksiyonudur. Şekil 4.9'da görüldüğü gibi, iki yıldız etrafında derin potansiyel kuyuları vardır ve L_1 noktasında potansiyel maksimumdur. Bileşen yıldızın yüzey potansiyeli L_1 noktasındaki potansiyele erişirse, bu noktadan diğer yıldızın potansiyel kuyusuna doğru (Roche lobuna) madde akışı başlar.

Bu maddenin akışı;

$$\dot{M} \equiv (\rho C_s W^2)_{L_1} \equiv (\rho C_s^3)_{L_1} / \Omega \quad (4.12)$$

şeklinde verilir. Burada $\Omega^2 = G(M_1 + M_2)/a^3$, sistemin açısal hızı W^2 , Roche lobundan gelen madde akımının kalınlığı C_s , yoğunluğu ρ olup L_1 civarındaki değerlerdir. Bu akım koriolis kuvvetinin etkisi ile bir miktar eğrilir (Şekil 4.10)

Baş yıldızın Roche lobuna giren madde aynı zamanda bir açısal momentuma da sahip olduğu için doğrudan baş yıldızla düşmeyip, kepleryan yörüngeler çizerek onun etrafında bir halka oluşturur.



Şekil 4.10. Koriolis kuvveti etkisi ile L_1 noktasından ayrılmakta olan maddenin eğrilmesi.

Baş yıldız etrafında diferansiyel olarak dönen bu halkanın bir kısmı baş yıldıza doğru hareket ederken, bir kısmı da dışa doğru saçılarak bir disk oluşturur. Böyle bir diskin ışıınım gücü;

$$L_{disk} \cong L_{sabit} \cong \frac{GM_w \dot{M}}{2R_w} \cong 10^{33} \text{ erg/s} \quad (4.13)$$

olarak, Güneşin ışıınım gücünün 1/4'ü oranında çıkar. Burada $R_w = 6 \times 10^8 \text{ cm}$, $\dot{M} = 10^{-16} \text{ g/s}$ veya $(1.6 \times 10^{-10} M_{\odot} \text{ yıl}^{-1})$ olarak kabul edilmiştir. Buradan giderek diskin dış ve iç kenarındaki sıcaklıklar da bulunabilir. Stefan kanununda;

$$(2\pi R_d^2)(\sigma T_{dış}^4) \cong \frac{GM_w \dot{M}}{2R_d} \quad (4.14)$$

olup burada R_d diskin dış yarıçapı olmak üzere, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-5} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-4}$, $M_w = 1M_{\odot}$, $R_d = 4 \times 10^{10} \text{ cm}$ ve $\dot{M} = 10^{-16} \text{ gr s}^{-1}$ alınırsa; $T_{dış} = 2 \times 10^3 \text{ K}$ bulunur. İç kısımda ise $R_w = 6 \times 10^8 \text{ cm}$ alınırsa; $T_{iç} = 5 \times 10^4 \text{ K}$ elde edilir.

Yığılma diskleri normal şartlarda bu şekilde tanımlanırken, sistemlerin sakin veya patlama evrelerine göre kararlı veya kararsız, optikçe kalın veya optikçe ince diskler olarak da tanımlanırlar. Bileşen yıldızdan sürekli olarak gelmeye devam eden maddenin bu diskin dış bölgelerine çarpması sonucu, "Sıcak Leke" veya "Parlak Leke" denilen bir başka bölge daha oluşur. Çarpışma kinetik enerjisinin yayınladığı ışıınım ışık eğrilerinde bir kadirde daha az parlaklıklarda ve yörünge periyodu ile uyumlu olarak gözlenebilir.

Yığılma diski içerisindeki madde beyaz cüceye yaklaştığı zaman, büyük miktarlarda gravitasyonel enerji açığa çıkar. Bu enerjinin yarısı -Virial Teoremi'ne uygun olarak-, disk maddesinin içinde kinetik enerjiye dönüşürken diğer yarısı da ışıınım enerjisine çevrilir. Bu da diskin ışıınım gücü oldukça yüksek bir bölge haline gelmesine yol açar. Beyaz cüce Kepleryan hızla dönmez, böylece disk alanının en iç kısmı ile beyaz cüce yüzeyi arasındaki bölgede disk maddesi beyaz cücenin hızını frenler ve bunun sonucunda ilave bir ışıınım enerjisi serbest kalarak bir "Sınır Tabakası" biçimlenir. Buradan alınan ışıınım ise en az baş yıldızınki kadar güçlüdür.

Bileşen yıldızdan gelen madde akımı, yığılma diski ve parlak leke, kataklismik çiftlerin baş ve bileşen yıldızları ile beraber beş ışınım bölgesinden üçünü oluştururlar.

Baş yıldızın yeterince kuvvetli manyetik alana sahip olması durumunda, bileşen yıldızdan gelen madde akımı manyetik alan kuvvet çizgilerini takip ederek baş yıldızın manyetik kutuplarında madde sütunları oluşturur. Bu durumda yığılma diski yerine yığılma sütunlarından söz edilir. Manyetik alanın daha az olması durumunda, yığılma diskinin iç kısımlarındaki madde, sütunlar oluşturur.

Fotometrik olarak, tutulma gösteren sistemlerde yığılma diski, parlak leke ve beyaz cüce ışık eğrilerinde gözlenebilir.

Tayfsal olarak da yığılma diskinin tayfı sürekli bir tayf ve emisyon çizgileri ile karakterize edilirken, madde akışı ve parlak leke, emisyon çizgileri ile karakterize edilir.

4.3.3. Parlaklık ve Uzaklık

Mutlak parlaklık; minimumdaki cüce novaların 8 kadir civarında olan mutlak parlaklığı, bir beyaz cüceninkinden ($M_v > 10^m$) çok daha parlaktır. Cüce novalar için $M_v(\text{max})$ parlaklığı, artan periyot ile yükselir. En kısa periyotlarda (1.5 saat) $M_v(\text{max}) \approx 5.3$ kadir iken, $P \approx 7$ saate $M_v(\text{max}) = 4.4$ kadirdir.

4.3.4. Tayf

Elektromanyetik tayfın farklı aralıkları, bir kataklismik cismin farklı bölgeleri hakkında bilgi verir. X-ışını gözlemlerinde yığılma diski ile beyaz cüce arasında etkileşmelerin olduğu sıcak bölgeler hakkında fikir edinilmektedir. Morötesi ışınımın önemli kısmı yığılma diskinden yayınlanır. Optik aralık, diskin dış-soğuk kısımları hakkında, nova zarfının “fotosferi” hakkında ve ikincil yıldız üzerine bilgi verir. Kırmızı ötesi süreklilik yine ikincil bileşen üzerine ve muhtemelen var olan toz zarfı ile iyonize gaz hakkında bilgi sağlar. Radyo ışınımı, dıştaki iyonize gaz ve varsa jetler sebebi ile meydana gelir.

Cüce novalarda, patlama evresinde iki farklı davranış tespit edilmiştir. İlkinde morötesi ve optik akı yaklaşık olarak aynı anda yükselmeye başlar ve bu yükselme davranışı bir arada devam eder. İkincisinde ise morötesi akıda optik akıya göre birkaç saatlik belirgin bir gecikme vardır. Bu durumda morötesi akı yükselmeye devam ederken optik akı maksimuma ulaşır. Morötesi ve optik akının aynı anda yükselmesine çok az durumda rastlanmakla birlikte çoğunlukla cüce novalarda görülür. Bir patlamadan sonra iniş daima tüm dalgaboylarında aynı anda gerçekleşir.

Yapılan gözlemler şu varsayım altında açıklanabilir; Morötesi gecikmesi durumunda patlama dış diskte, yani beyaz cüceden uzakta başlar, akının optik ve morötesi dalgaboylarında eş zamanlı olarak yükselmesi durumunda ise patlama iç diskte başlar. Patlama diskin dış kısımlarında başlarsa bu kısımların soğuk olması nedeni ile ışıınım ilk olarak optik dalgaboylarında görülür. Patlama beyaz cüceye doğru ilerleyince morötesi dalgaboylarında da ışıınım görülmeye başlar. Diğer taraftan eğer patlama diskin iç kısımlarında yani beyaz cüceye yakın bölgelerde başlarsa, her iki dalgaboyu aralığı da aynı anda etkilenir.

Optik bölgede cüce novaların sakin durum tayflarına emisyon çizgileri hakimdir ve bu çizgiler yığılma diski, sıcak leke ve sistemin gaz akımı bölgelerinden kaynaklanırlar. H ve HeI çizgileri değişmeyen bir durumdadır. HeII ve CaII çizgileri de çoğunlukla kuvvetlidir. Cüce nova tayflarında zayıf çizgilerin belirlenmesi, geniş olmaları sebebi ile güçtür. Bir cüce nova tayfındaki emisyon çizgileri patlama boyunca absorpsiyona döner. HeII $\lambda 4686\text{\AA}$ çizgisi patlama sırasında bazen emisyon halinde görülür ve geniş H absorpsiyon çizgilerinin merkezlerinde dar emisyon korları da oluşur. Parlaklık sakin seviyeye düşerken tayf da sakin durum karakterine döner.

Bazı cüce novaların patlama tayflarında CIV, SiIV ve NV'in emisyon ve absorpsiyon bileşenleri aynı anda bulunabilir. P Cygni profili olarak adlandırılan bu çizginin merkezinde hemen hemen değişmeyen bileşen varken, absorpsiyon bileşeni 3000-5000 km/sn'lik hızlara karşılık gelen değerlerle kısa dalga boylarına doğru kayar. P Cygni profilinin diskten uzaklaşan bir rüzgarda meydana geldiği

düşünülmektedir; gözlemciye doğru hareket eden atomlar ışığı saçarak akının düşmesine sebep olurlar.

4.3.5. Periyot

Kataklismik değişenlerin yörünge periyotları konusunda bazı dikkate değer özellikler vardır. Tüm kataklizmik değişenler 80 dakikanın üzerinde ve 15 saatten kısa yörünge periyotlarına sahiptirler. Alt sınıflar dikkate alınmadığı takdirde novaların, cüce novaların ve nova benzeri yıldızların aynı yörünge periyotlarına sahip oldukları söylenebilir. Sistemlerin çoğunluğu 1, 3 ve 5 saat arasındaki yörünge periyotlarına sahip olmalarına rağmen, bu yoğunlaşmanın içinde kabaca 2 ve 3 saat arasında belirgin bir boşluk göze çarpmaktadır. Periyot boşluğu adı verilen bu bölgeye karşılık gelen yörünge periyotlarına sahip çok az sayıda sistem vardır. Periyotların alt sınıflara göre dağılımı hakkında da bazı genellemeler yapılabilir; tüm U Gem ve Z Cam tipi cüce novalar 3 saatten daha büyük periyotlara sahiptirler; tüm SU Uma tipi cüce novalar için 2 saatten daha az yörünge periyotları belirlenmiştir.

Periyot boşluğu çeşitli nedenlerle meydana gelebilir. Kataklismik değişenler bu bölgedeki periyotlarda oluşmuyor ve evrimleşmiyor olabilirler veya yörünge periyotları öylesine hızlı değişir ve periyot boşluğu öylesine hızlı geçer ki, sistemi bu durumda iken belirleme olasılığımız çok düşer, ya da bazen sistemde kütle transferi durur ve böylece sistem bir kataklismik çift olarak tespit edilmesini sağlayan karakteristikleri gösteremez.

Kataklismik değişenler kısa periyotlu sistemlerden oluşurlar. Kısa periyotlar 80^m civarında son bulur. Bu değerden daha kısa periyotlarda yer alan sistemler, dejenere helyum bileşenlere sahiptir. Uzun periyotların bitimi ise 13^h civarındadır. Bundan büyük periyotlu sistemlerin bileşenleri beyaz cüce veya nötron yıldızlarıdır.

4.4. Nova ve Cüce Nova Patlamalarının Nedenleri ve Modelleri

Patlamalar; novalar, tekrarlayan novalar ve cüce novalarda görülür. Patlamaların nedenleri nova ve tekrarlayan novalar için aynı olmakla beraber cüce novalarda farklıdır. Nova patlamalarının ana fikri, beyaz cüce yüzeyinde oluşan

termonükleer süreçlere dayandırılmıştır. Bütün yıldızların %95'i hayatlarının sonunda bir beyaz cüce olurlar. Yani bir beyaz cüce, hidrojen ve helyumu yakarak dejenere hale gelmiş karbon, azot ve oksijen açısından zengin bir yıldız kalıntısıdır. Kütle transferinin bir sonucu olarak soğuk bileşenden transfer edilen madde beyaz cüce yüzeyi etrafında birikerek bir hidrojen kabuk oluşturur. Devam eden madde transferi sonucunda yoğunluk artarak gaz dejenere olmaya başlar. Yoğunluk ve sıcaklık yeterince arttığı zaman hidrojenin yakıldığı termonükleer reaksiyonlar başlar. Beyaz cüce içerisindeki karbon, azot ve oksijence zengin ortam, bu yanmada katalizör rolü oynar. Böylece bir yanma sonucu oluşan patlamada atılan madde miktarı, $10^{-5} - 10^{-4} M_{\odot}$ civarındadır.

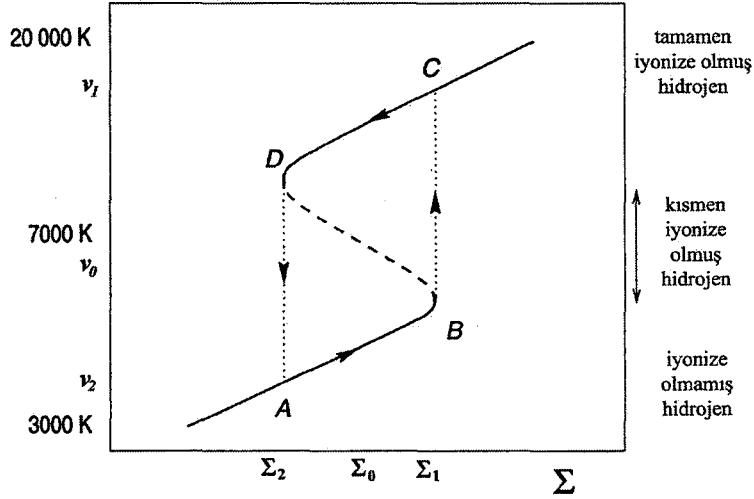
Nova patlamalarına ilişkin pek çok model değişik kütleler ($0.5-1.25 M_{\odot}$), beyaz cüce ışıyım güçleri, madde transfer miktarları ($10^{-5}-10^{-11} M_{\odot} \text{ yıl}^{-1}$), ve CNO elementleri tarafından zenginleştirilmiş maddenin değişik değerleri kullanılarak yapılmıştır. Tayfsal olarak gözlenen bir nova patlaması sırasında bu elementler güneşteki bolluklarına göre 10-100 kat daha fazla gözlenmiştir.

Cüce novaların patlamaları sırasında tayfsal davranışlarına bakıldığında görsel bölgede çizgilerin maviye kaymadığı, klasik ve tekrarlayan novalara benzemediği görülür. Cüce novalarda patlamadan sorumlu olan kısım disklerdir. Mümkün iki patlama mekanizması teklif edilmiştir. "Yığılma Diskindeki Akışkan Kararsızlığı veya Disk Kararsızlığı Modeli" ve "Kütle Transfer Kararsızlığı Modeli".

4.4.1. Disk Kararsızlığı Modeli

Cüce nova patlamaları, bileşen yıldızdan gelen ve diskin dış kısımlarında biriken maddenin artması ve diskin kendi içindeki bazı kararsızlıkların tetiklenmesinden oluşmaktadır. Buna paralel olarak bu kararsızlıkların viskozite değişiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Uygun fizik şartlar altında, diskin durumu viskozitenin iki kararlı denge değeri arasında değişebilir. Çünkü viskozite ν , disk vasıtasıyla transfer edilen maddenin yeterliliğinden sorumludur. Bu da önemli değişikliklerin yüzey yoğunluğunda (Σ) olduğunu gösterir. Kararlı bir disk için şart $d\nu/d\Sigma \geq 0$ olmalıdır. Eğer Şekil.4.11'deki eğriye benzer bir şart varsa, yüzey

yoğunluğu kararlı bir değerde kalmaz ve sonuç sınırlı bir çevrim davranışıdır. Şekilde, viskozitenin varsayılan denge değeri v_0 'dır. Kararlı hali belirleyen viskosite (v_0, Σ_0), yüzey yoğunluğunun ulaşılabilir değerine karşılık gelmez. Patlama aktivitesini yönlendiren diskteki şartlar, (v_1, Σ_1) ve (v_2, Σ_2) denge değerleri arasında gidip gelecektir.



Şekil 4.11. Sınırlı çevrim aktivitesinin oluşması için şartların bir eğri ile gösterilmesi.

Görüldüğü gibi, düşük yüzey yoğunluğu, Σ_1 değerine kadar artar. Σ_1 'deki daha fazla artış viskozitede bir sıçramayı gösterir. Viskozite v_1 olduğu zaman (bu sınırlı çevrim oluşması şartıdır) bu değer v_0 'dan yüksektir. Daha fazla madde diskteki bu belirli bölgenin dışına transfer edilerek doyar ve böylece yüzey yoğunluğu Σ_2 değerine kadar azalır. Bundan sonraki artış viskozitedeki diğer bir sıçramayı belirler. Bu anda v_2 , denge değeri v_0 'dan daha düşüktür. Bunun bir sonucu olarak yüzey yoğunluğu yeniden artar ve çevrim devam eder.

Yığılma disklerinde yüksek miktardaki kütlenin belirli bir alanda bulunması yüksek sıcaklık gerektirir. Cüce novalardaki yarı düzenli parlaklık değişimleri, eğer bu sınırlı çevrim aktivitesi bütün diske veya en azından büyük bir kısmına maledilirse anlaşılabilir. Eğer, diske kütle girişi devamlı ise, bu yüzey yoğunluğunu yeterince yüksek tutar. Kütle girişi ve çıkışı arasında bir viskozite dengesi oluşur ve patlama olmaz. Diskin konvektif halden radyatif hale değişimi, sınırlı çevrim aktivitesi için

fiziksel bir zemin sağlamaya adaydır. Pek çok araştırmacı grubu yığılma diskinin davranışlarını incelerken, hidrojenin iyonizasyonunun disk kararsızlığını yönlendirecek mekanizma olduğunu ve böylece cüce nova patlamalarının oluştuğunu ileri sürmüşlerdir.

4.4.2. Madde Transfer Kararsızlığı Modeli

Bazı araştırmaların sonucunda, bileşen yıldızın atmosferindeki kararsızlıkların, geçici olarak diske transfer edilen kütle miktarında artışa neden olacağı ve bunun sonucunda da patlamaların oluşacağı ileri sürülmüştür. Bu teorinin temeli Roche lobu tarafından sınırlanmış dinamik denge halindeki bir yıldıza dayanır. Tek bir yıldız düşünüldüğünde, yüzeyinden maddenin kaçabilmesi için, bu yıldızın çekim gücünün yenilmesi gerekir. Oysa Roche lobu durumunda maddeyi yalnızca kritik Roche yüzeyinin üzerine kadar çıkarmak yeterlidir ki, bu daha az enerji gerektirir. Soğuk bir yıldızın sınırlanmış atmosferinde mümkün iki kararsızlık önemlidir: Zarftaki konveksiyon ve gravitasyonel yığılmanın sıfır olduğu L_1 noktası civarındaki iyonizasyon bölgeleri. Kütle transfer kararsızlığının genel fikri bileşen yıldızın atmosferinde L_1 civarında kararsızlığın oluşması, beyaz cücenin Roche lobuna doğru madde transferi ve bunun bir patlamaya neden olması ve aynı zamanda atmosferinde bir boşalma olmasına dayanır. Kararsızlık tarafından sağlanan enerji yeterli miktardaki maddeyi komşu Roche lobuna taşıyamadığı zaman bu olay sona erer. Bu süreçten dolayı yıldız termal dengenin dışına çıktığından büzülür ve Roche yüzeyinden ayrılır. Bu esnada onun sakin evresi başlamış olup kütle transferi ancak düşük seviyedeki yıldız rüzgarları mertebesinde devam eder. Daha sonra yıldız derin tabakalarından, kaybolan enerjisini kazanmaya başlar, yeniden termal dengeye gelir ve genişleyerek bir sonraki kararsızlığı oluşturmaya hazırlanır. Bu sürecin periyodu yani, hesaplanmış patlama periyotları (kararsız atmosferlerin dinlenme zamanları) 10-200 gün, maksimum patlama sırasında kütle transfer miktarları 3.1×10^{-9} - $3.1 \times 10^{-11} M_{\odot}$ yıl⁻¹ ve genlikleri birkaç kadir civarındadır [1].

4.4.3. Süper patlamalar

Cüce novaların normal patlamalarından yaklaşık 1 kadir daha fazla ve daha uzun süreli devam eden patlamaları, "Süper Patlama" olarak adlandırılır. Bunların açıklanabilmesi için farklı modeller yapılmıştır. Kuvvetli manyetik dönen beyaz cüceler, eksentrik yörüngeye sahip SU UMa yıldızları, bileşen yıldızın yüzeyinden ortaya çıkan ve diskle temas eden akı tüpleri, soğuk yıldızın yüzeyindeki lekeler, iç yoğun diskin etrafını saran eksentrik diskler, dış eksentrik diskler, değişen kütle transferine beyaz cücenin tepkisi, yığılma disklerindeki kararsızlıklar yapılan çalışmalardan bazılarıdır.

5. MATERYAL ve METOD

5.1. ROSAT Projesi

Bu çalışmada analizi yapılan cüce novaların uydu verileri, ROSAT (ROntgen SATellite) Uydusu tarafından alınmıştır. 1 Haziran 1990 tarihinde fırlatılan ROSAT uydusunun eğim açısı 53°'dir. 575 km yükseklikte dairesel yörüngede dönerek veri toplayan ROSAT, 2 çeşit teleskopa sahiptir;

1. X-ışını teleskopu, 0.1-2.4 keV enerji aralığına duyarlıdır.
2. XUV teleskopu; 20-200 eV enerji aralığına duyarlıdır.

Amerika ve İngilterenin katkıları ile Alman projesi olarak gerçekleştirilen ROSAT projesinin özellikle fırlatma aşamasını ve x-ışını teleskopunun 3 odaklı detektörünü USA (NASA ve SAO) desteklemiştir. XUV teleskopu ise İngiliz enstitüleri (Universities of Leicester and Birmingham, The Mullard Space Science Laboratory, The Imperial College of Science Technology, Medicine and The Rutherford Appleton Laboratory) tarafından yapılmıştır.

ROSAT Uydusuna ait teleskoplardan biri X-Işını Telescope (XRT)'dir. Fourfold nested Wolter 1 tip ayna (80 cm yarıçaplı) ve 3 odaksal düzlem detektör içerir. Bunlardan ikisi 20 yaysaniye pozisyonsal çözünürlüklü PSPC'dir ve ortalama enerji çözünürlüğü 4'den 5 band'a, 0.1'den 2.4 keV'a enerji aralığı olarak verilir. Bu detektörler 2 derece görüntü alanına sahiptirler. Detektörlerden biri 25 ocak 1991 tarihinde kaybedilmiştir. Üçüncü detektör, HRI (High Resolution Imager) yüksek çözünürlüklü görüntüleyici kanal düzlem detektörü, birkaç yaysaniyelik çözünürlüğe izin verir. Einstein uydusunda HRI tekrar kullanılmıştır.

XUV teleskobu veya Wide Field Camera (WFC); odak düzleminde 2 kanal düzlem detektörü bulunduran Wolter 1 tipi teleskoptur. Pozisyonsal çözünürlüğü 5 derece, geniş görüntü alanı merkezinde 1 yaysaniyedir. 4 dalgaboyu bandlarında tanımlanan filtreler, 20-200 eV (60-600Å) enerji aralığında spektral bilgi elde etmek için kullanılır.

X-ışını ve XUV aynalarının odaksal düzlemindeki detektörler, her foton ayırımını kaydederler. PSPC cihazı, örneğin detektör koordinatlarındaki foton olayının

2 boyutlu pozisyonunu, varış zamanı ve enerjisinin ölçümü olarak olayın puls yüksekliğini değerlendirir. Her olayın verisi farklı alt sistemlerden gelen esnek bilgiler ile birlikte uydu üzerinde bulunan kaydedici ile hemen yazılır. Yer istasyonu ile uydu arasında günde 5-6 sürekli temas ile kaydedicide toplanan veri dünyaya nakledilir. Verilerin kalitesi RSDC’de kontrol edilir. Telemetre, verinin tüm seti ve ek olarak yörünge yüksekliği, komutlar ve görev programı bilgileri RSDC’ye ve birkaç gün sonra da UK’daki WFC Data merkezine gönderilir (ROSAT projesi ile ilgili daha detaylı bilgi ek-CD’de verilmiştir).

ROSAT uydusu 150.000’den fazla kaynağı tespit etmiştir. En fazla iki yıl kullanılması planlanan uydu sekiz yıldan fazla hizmet vermiştir. Uydu aralık 1998 yılında görevini tamamlamıştır. ROSAT uydusunun olumsuz taraflarından biri sadece düşük enerjili x-ışınlarını görebilmesiydi. ROSAT ile algılanan x-ışınları ancak bir kağıt parçasından geçebilecek yeteneğe sahiptir. Oysa yeni teknoloji XMM ve Chandra uyduları kalın bir telefon rehberinden bile geçebilen ışınları yakalayabilecek çözünürlüğe sahiptirler. Bu nedenle ROSAT verisi ile analizleri yapılan cüce novaların daha sonraki aşamada Chandra ve XMM verileri ile tekrar incelenmesi, kıyaslama açısından yararlı olacaktır.

5.2. Kullanılan Programlar

Tez çalışması sırasında kullanılan Spektral Analiz paketi, ışıyım yayan cisimlerin enerji durumlarının tanımlandığı sıcaklık, spektral içerik, foton veya enerji akısı, luminosite gibi parametrelere ulaşmak için yakalanan fotonların spektrum indirgemesi işlemini yapmaktadır. Ayna, detektör, filtre gibi tasarlanan tüm cihazlar, modüler şekilde birbirinden bağımsız olarak belli standartlar dahilinde ayrı ayrı tasarlanmıştır.

EXSAS alt sistem programları, EXSAS yapısı için tanımlanan genel kuralları takip eder. Özellikle, tüm ilgili MIDAS komutları bu paket ile oluşturulan sonuç dosyalarına uygulanabilir. Sistem batch modda veya interaktif olarak çalışabilir. Genel komut başlıklarının üzerinden kısaca geçerek EXSAS programının genel yapısını inceleyelim.

Yüksek spektrum atma (puls) analizi için genel prensip SELECT AMPLITUDE ve BIN AMPLITUDE gibi veri projeksiyon komutları ile başlamaktır. Tüm gerekli düzeltmeler (ayna ve dedektör yeterliliği, ölüm zamanı vb.) hem ham veriye direkt olarak uygulanır, hemde gözlemlerle karşılaştırmak için uygun modeller ayarlamak üzere sonuç düzeltme vektörü içinde CORRECT/SPECTRUM ile uygulanır. Gözlenen sayım oranı spektrum PREPARE/SPECTRUM komutu kullanılarak üretilebilir ve PLOT/SPECTRUM komutu ile kağıda dökülebilir. Spektrumlar arasında basit matematiksel işlemler OPERATE/SPECTRUM komutu ile yapılır. BIN/DETECTOR_RESPONSE komutu, gözlenen spektruma göre düzenlenmiş özel detektör cevap matrisi oluşturmaya izin verir. Gözlenen spektrum için bu paketin ana komutu olan MODEL/SPECTRUM çok etkin bir algoritmadır. Buradan türetilen FIT/SPECTRUM komutu standart modele fit etmeye izin veren en kullanışlı metoddur. CREATE/PARFIL FIT komutu kullanılarak normal ASCII parametre dosyası oluşturulabilir. Fit edilmiş spektrumun standart dökümü PLOT/FIT_SPECTRUM komutu ile elde edilebilir. PLOT/ERROR_ELLIPSE komutu, geliştirilen kovaryans matrisi ile hata elipslerini çizmeyi sağlar. Eğer MODEL/SPECTRUM çıktısı χ^2 değerleri civarındaki en iyi fit değerleri ile spektral parametrelerin 1D veya 2D gritlerini verirse PLOT/CHI2_CONTOUR komutu uygun grafik çıktıyı oluşturur. Sonuçta, INTEGRATE/AKI-DENSITY komutu, sırasıyla foton ve enerji akısını hesaplamak için kullanılabilir. Ek olarak, kırmızıya kayan kaynaklar için luminositeler özel kozmolojik model tarafından elde edilebilir. Eğer bir obje farklı cihazlar ile gözlenirse fit birleşmiş spektruma eklenebilir. Kullanışlı MERGE/SPECTRA komutu, MODEL/SPECTRUM ve FIT/SPECTRUM ile direkt bağlantılı kullanılabilen dosyalar içine giren tüm tek dosyaları birleştirir (EXSAS ve MIDAS programlarının açıklamaları ile ilgili daha detaylı bilgi ek-CD'de verilmiştir) [6].

5.3. Verilerin İndirgenmesi

Tez çalışması sırasında kullandığımız cüce novaların ROSAT uydu verileri, <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/db-perl/W3Browse> adresindeki HEASARC (High Energy Astrophysics Science Archive Research Center) arşivinden internet aracılığı ile çekilmiştir. Verilerin çekilme aşamasında gözleme ait *.anc ve *.bas arşiv dosyaları *.tar dosyası olarak çekilmiş ve ait olduğu isimdeki dosya altında açılmıştır (Tez çalışmasında analizleri yapılan x-ışını kaynaklarının işlenmemiş verileri ek-CD’de verilmiştir). Uygulamalar sırasında kullanılan işletim sistemi platformu LINUX ve sürümü de MANDRAKE 7.2 olarak seçilmiştir. Uygulama programlarının, kullanılacak tüm modüllerinin üzerinde çalışabilmesi için yapılan denemeler sonrasında, işletim sistemi belirlenmiştir. Verilerde etkin bir şekilde format dönüşümü yapılabilmesi, elde edilen veriler üzerinde fiziksel düzeltmelerin yapılabilmesi ve değişik platformlar için paylaşım hazırlanması amacı ile ikinci işletim sistemi olarak aynı bilgisayara Windows (Millenium) kurulmuş ve aralarında dosya paylaşımı sağlanmıştır. İndirgeme ve analiz aşamasında ESO-MIDAS (European Southern Observatory–Munich Image Data Analysis System) ve EXSAS (Extended X-ışını Scientific Analysis System) programları kullanılmıştır. <ftp://ftp.xışını.mpe.mpg.de/exsas/> internet adresinden EXSAS ve <ftp://ftphost.hq.eso.org/pub/midaspub/> internet adresinden MIDAS astrofizik paket programları indirilmiş, aralarındaki etkileşimler ve linkler yapılandırılarak linux platformunda kurulmuştur (Tez çalışması sırasında kullanılan MIDAS ve EXSAS programlarının 2001-EXSAS ve 1999-MIDAS sürümleri ile bunların kurulum algoritmaları ek-CD’de verilmiştir).

5.4. Verilerin Analizi

Verilerin analize hazırlanması amacı ile *.tar uzantılı sıkıştırılmış veriler açılarak *.bas ve *.anc dosyaları elde edilmiş, daha sonra EXSAS algoritmaları için INTAPE/RDF komutu kullanılarak veriler analize uygun yapıya getirilmiştir. Yaptığımız analizlerde kullandığımız “events” dosyasına BIN/IMAGE komutu uygulanarak görüntü oluşturulmuş, kaynak araştırması yapılmış ve analizi yapılacak

kaynak, görüntü üzerinde belirlenmiştir. Belirleme aşamasında FWHM değeri en küçük olan kaynak aranmıştır. Uydu detektörünün kaynak yıldıza merkezlenmesi ile kaynaktan gelen enerjinin oluşturduğu grafikteki gauss eğrisi incelendiğinde, merkezdeki yoğunluk maksimum olur. Eğrinin maksimum yüksekliğinin yarısındaki tam genişlik değeri (FWHM-Full Width at Half Maximum) detektörün merkezlendiği kaynak için en küçük değer olmalıdır. Tam olarak odaklanmış merkezden uzaktaki kaynakların FWHM değerleri artacaktır. Bu nedenle kaynak araştırmasında en küçük FWHM değeri olan (75.74) kaynak, hedef kaynak olarak belirlenmiştir. Merkeze çok yakın bazı kaynakların FWHM değerleri aynı olduğundan, bir başka parametre olan ve koordinatları yansıtan RIGHT_ASCENSION ve DECLINATION değerleri dikkate alınarak incelenen kaynağın daha sağlıklı belirlenmesi sağlanmıştır. Radyal ve azimutal profilleri gözönünde bulundurularak yarıçapa göre yoğunluktaki değişimi irdelenmiş ve görüntü üzerinde yaysaniye cinsinden yarıçap belirlenmiştir. Bu aşamada, maksimum yoğunluktan minimum yoğunluğa doğru düzenli bir azalışın sağlandığı ve arkaplandan kaynaklanan enerjiden dolayı sabit bir yoğunluğun gözlemlendiği anda veya yakındaki başka bir kaynaktan gelen enerjiden dolayı tekrar artma aşamasına geçtiği anda, okunan değer yarıçap olarak tespit edilmiştir. Kaynak yarıçapının belirlediği alana eşit alanı kaplayacak ve enerji yayan bir kaynağın olmadığı alandan alınan değerler, arkaplan değerleri olarak belirlenmiş ve arka fondaki enerji değerlerinin analizleri etkilememesi için tez çalışması kapsamında verideki toplam değerden çıkarılmıştır. Analizlerde kullanılan “ $r_{1yıldız}$ ”; terimi yıldızın olması gereken yarıçapını, “ $r_{2arkaplan}$ ” terimi ise; $r_{1yıldız}$ değerinin 10 yaysaniye mesafe uzağından alınan bir yarıçapı temsil etmektedir. “ $r_{3arkaplan}$ ” terimi; $r_{1yıldız}$ yarıçapının sınırladığı alana eşit bir alan belirlemek amacı ile, $r_{3arkaplan}-r_{2arkaplan}$ yarıçap farkından doğan yüzük şeklindeki alanın oluşmasında kullanılacak yarıçap değeridir. Bu yarıçap değerleri dikkate alınarak, arkaplan değeri için belirlenen alan aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$Alan_{yıldız} = Alan_{arkaplan} = \pi(r_{3arkaplan})^2 - \pi(r_{2arkaplan})^2 = \pi(r_{yıldız})^2 \quad (5.1)$$

Daha sonra gözlem süresince cüce nova aktivitelerinin hangi zamanda gerçekleştiğini karakterize eden ışık eğrisi çıkarılmıştır.

Spektral analiz kapsamında 4 adet ZC, 2 adet UG ve 14 adet SU alt gruplarından toplam 20 adet cüce nova x-ışını ROSAT gözlemi değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde (Powl) Güç Kanunu Modeli, (BBDY) Kara Cisim Modeli (enerji akısına indirgenmiş Planck spektrumu), (RSMF) Isısal Plazma Emisyonu Modeli (Tam set - Raymond-Smith), (BBEF) Kara Cisim Modeli (Planck spektrumu), (TBEF) Isısal Bremsstrahlung Modeli olmak üzere 5 adet model kullanılmıştır. Sonuçta cüce novaların fiziksel özelliklerinin karakteristiğini yansıtan değerler elde edilmiştir. Bu değerlerden bazıları; foton akısı ($\text{foton/cm}^2/\text{s}$ ve $\text{erg/cm}^2/\text{s}$), sayım oranı (count rate) (counts/s), enerji akısı ($\text{erg/cm}^2/\text{s}$), atmosfer üstü akı ($\text{foton/cm}^2/\text{s}$ ve $\text{erg/cm}^2/\text{s}$), hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} H.\text{atom/cm}^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri ($\text{foton/cm}^2/\text{s/keV}$), foton indeks değeri (Γ), sıcaklık (keV), enerji akısı genliği ($\text{keV/cm}^2/\text{s}$) şeklinde sıralanabilir (Tez çalışması sırasında x-ışınlarının analizine yönelik uygulanan algoritmalar ek-CD'de verilmiştir).

5.5. Uygulanan Modeller ve Temel Kavramlar

Uyguladığımız modellerde kullanılan değişkenlerin irdelenmesi, incelenen yıldıza uyacak en iyi modelin belirlenmesi aşamasında çok önemlidir. Bu nedenle değişkenleri karakterize eden temel kavramları kısaca inceleyelim.

Akı, dünya atmosferinin üst katmanlarında ölçülür. Bir kaynağın x-ışını parlaklığı için sezgisel olarak verilen akı, kaynaktan gelen algılanmış enerji miktarıdır ve $\text{foton/cm}^2/\text{s}$ veya $\text{ergs/cm}^2/\text{s}$ birimi ile tanımlanır. Kaynağın parlaklığına veya asıl enerji çıktısına olduğu gibi kaynağın uzaklığına da bağlıdır.

Gözlenen akı, kaynağın parlaklığının bir ölçüsüdür. Gerçek luminosite (L), akı (F) ve kaynaktan olan uzaklığın (d) karesi ile doğrudan ilişkilidir ($L=4\pi d^2 F$).

X-ışını detektörünün sayım oranı (C); foton akısı (F), detektör randıman oranı (η) ve detektör alanı (A) ifadelerini içerir ve detektörün enerji aralığı üzerinden integraline eşittir:

$$C = A \int F(E) \eta(E) dE \quad (5.2)$$

Foton akısı, bir x-ışını kaynak akısının en açık şekli ile foton/cm²/s birimindeki, en basit ölçümüdür. Aynı zamanda akı, temel olarak gerçek x-ışını enerji bandı üzerinde algılanan toplam enerjidir. Genellikle erg/cm²/s veya keV/cm²/s birimleri ile tanımlanır. Enerji akıları, sadece aynı tayfa sahip kaynaklar için foton akısı ile direkt olarak orantılıdır.

Spektral yoğunluk genellikle keV/cm²/s/keV biriminde tanımlanmasına rağmen SI birim sistemindeki W/m²/Hz, diğer spektral aralıklar ile kıyaslanabilmesi için uygundur. Enerji tayfları, keV birimindeki enerjiye karşılık keVcm⁻²s⁻¹keV⁻¹ birimindeki tayfsal yoğunluk olarak tasarlanan grafiklerde, genellikle logaritmik eksenlerde gösterilir. Yaygın olarak kullanılan diğer sistem, log foton/cm²/s/keV birimine karşı log keV olarak çizilir.

Solgun yıldızlar logaritmik ilişkiye göre daha büyük kadire sahiptir.

$$m_s = -2.5 \times \log_{10} \left(\frac{f_s}{f_o} \right) \quad (5.3)$$

Burada m_s , yıldız kadiri; f_s , yıldız akısı; f_o sıfır kadirdeki akıdır.

Bir astronomik kaynağın luminositesi, yaydığı enerjinin ölçüsüdür. Gözlenen akıdan farklı olarak luminosite, kaynağın temel özelliğidir. Luminosite (L), Enerji akı ile ilişkilidir. F , ters kare kanununa göre;

$$F = \left(\frac{L}{4\pi D^2} \right) \quad (5.4)$$

Burada D , kaynağın uzaklığıdır. X-ışını astronomisinde; luminositeler ergs⁻¹ (1erg s⁻¹=10⁻⁷ W) birimi ile tanımlanır. Uzaklıklar ise; parsek olarak (pc) verilir (1pc=3.1x10¹⁸cm=3.1x10¹⁶m; 1kpc=10³pc). Bu özelliklerdeki değişkenlere sahip olan modellerin detaylı açıklaması aşağıda verilmiştir.

Güç Kanunu Modeli (powl);

$$f(E; A, \Gamma, E_o) dE = A \left(\frac{E}{E_o} \right)^\Gamma dE \quad (5.5)$$

ifadesi ile verilen güç kanunu modelinde kullanılan değişkenler:

E ; enerji (keV), E_0 ; referans enerji (keV), A ; referans enerjideki akı genliği (foton/cm²/s/keV), Γ ; foton indeksi.

Modelin uygulaması sonucunda elde edilen değerler:

Hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} H.atom/cm^2$), E_0 referans enerjideki akı genliği (foton/cm²/s/keV) ve Γ ; foton indeksi.

Kara cisim modeli (enerji akısına indirgenmiş -planck spektrumu) (bbdy);

$$f(E; A, T) dE = \frac{A}{sabit \times T} \frac{\left(\frac{E}{T}\right)^2}{e^{\frac{E}{T}} - 1} dE \quad (5.6)$$

ifadesi ile verilen kara cisim modelinde kullanılan değişkenler:

E ; enerji (keV), A ; foton akısı genliği (foton/cm²/s),
sabit = $2 \times \zeta(3) = 2.404$, ζ : Riemann'ın Zeta fonksiyonu, T ; sıcaklık (keV).

Modelin uygulaması sonucunda elde edilen değerler:

Hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} H.atom/cm^2$), foton akısı değeri (foton/cm²/s) ve T ; sıcaklık (keV).

Kara cisim modeli (planck spectrumu) (bbef);

$$f(E; A, T) dE = \frac{A}{\frac{\pi^4}{15} T^2} \frac{\left(\frac{E}{T}\right)^2}{e^{\frac{E}{T}} - 1} dE \quad (5.7)$$

ifadesi ile verilen kara cisim modelinde kullanılan değişkenler:

E ; enerji (keV), A ; enerji akısı genliği (keV/cm²/s), T ; sıcaklık (keV).

Modelin uygulaması sonucunda elde edilen değerler:

Hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} H.atom/cm^2$), enerji akısı değeri (keV/cm²/s) ve T ; sıcaklık (keV).

Isısal plazma emisyonu modeli (tam set -Raymond-Smith) (rsmf);

$$f(E; A, T, "elementbolluğu") dE = A \times \Lambda(E; T, "elementbolluğu") dE$$

ifadesi ile verilen ısısal plazma emisyonu modelinde kullanılan değişkenler:

E ; enerji (keV), A ; indirgenmiş genlik (cm^{-5}), T ; sıcaklık (keV), $\Lambda(E; T, He, C, N, O, Ne, Mg, Si, S, Ar, Ca, Fe, Ni)$

Modelin uygulaması sonucunda elde edilen değerler:

Hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} H.atom / \text{cm}^2$), indirgenmiş genlik

$$A = \frac{10^{-14}}{(4\pi D_L^2)} \int n_e n_H dV \text{ (cm}^{-5}\text{)} \quad (5.8)$$

T ; plazma sıcaklığı (keV),

Element bolluklarının belirlenmesine yönelik diğer parametreler aşağıda verilmiştir. Ancak bu çalışmada element bolluğu tayinine yönelik uygulama kapsam dışı bırakılmıştır.

par4.....He ($= 10^{10.93-12}$)	par5.....C ($= 10^{8.52-12}$)
par6.....N ($= 10^{7.96-12}$)	par7.....O ($= 10^{8.82-12}$)
par8.....Ne ($= 10^{7.92-12}$)	par9.....Mg ($= 10^{7.42-12}$)
par10.....Si ($= 10^{7.52-12}$)	par11.....S ($= 10^{7.2-12}$)
par12.....Ar ($= 10^{6.9-12}$)	par13.....Ca ($= 10^{6.3-12}$)
par14.....Fe ($= 10^{7.6-12}$)	par15.....Ni ($= 10^{6.3-12}$)

Emisyon ölçüm (Emission measure) değeri için yıldızın bilinen uzaklığı D , pc birimindedir. $1pc = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$ olduğu göz önünde bulundurularak,

$$EM = \int_v n_e n_H dv \text{ olarak tanımlanan emisyon ölçümü değerini (RSMF) Isısal plazma}$$

emisyonu (tam set -Raymond-Smith) modelinde hesaplanan indirgenmiş genlik değeri yardımı ile bulunabilir. Emisyon ölçümü ifadesindeki n_e ; electron için yoğunluk numaraası, n_H ; hidrojen atomu için yoğunluk numarası. Genel ifadede değişkenleri yerine koyarsak yıldız için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = A \times 10^{14} \times 4 \times \pi \times D_L^2 \text{ cm}^{-3} \quad (5.9)$$

Isısal Bremsstrahlung modeli (tbef);

$$f(E; A, T, HEH, E_1, E_2) dE = \frac{A}{C} e^{-\frac{E}{T}} \frac{1}{E} g(E, T, HEH) dE \quad (5.10)$$

ifadesi ile verilen kara cisim modelinde kullanılan değişkenler:

E ; enerji (keV), A ; E_1 ve E_2 enerji aralığındaki enerji akısı genliği (keV/cm²/s), T ; sıcaklık (keV), HEH ; He/H bolluğu,

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

Modelin uygulaması sonucunda elde edilen değerler:

Hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$), E_1 ve E_2 enerji aralığındaki enerji akısı değeri (keV/cm²/s) ve T ; sıcaklık (keV), He/H bolluğu HEH , E_1 enerji artışının sol sınırı (keV), E_2 enerji artışının sağ sınırı (keV) [6].

5.6. Sertlik Oranı (Hardness Ratio) Belirleme;

X-ışını kaynaklarının sertlik oranları, kaynağın fiziksel karakterini yansıtan önemli bir özelliktir. Sertlik oranının temel prensibi, incelenen x-ışını kaynağına ait yüksek enerjili fotonların duyarlı olduğu kanal aralıklarındaki sayımın, düşük enerjili fotonlara duyarlı kanal aralıklarındaki sayıya oranıdır. Oranın büyük olması kaynağın sert x-ışını, oranın küçük olması ise kaynağın yumuşak x-ışını özelliğinde olduğunu belirler.

ROSAT Uydusunun kanal aralıkları ve enerji değerleri Çizelge 5.1’de verilmiştir. Küçük numaralara sahip kanallar düşük enerjili, büyük numaralara sahip kanallar ise yüksek enerjili fotonların toplandığı kanal aralıklarıdır. Yüksek kanallarda toplanan fotonların sayısının düşük kanallarda toplanan fotonların sayısına oranladığımızda, söz konusu kaynağın sertlik oranı değerine ulaşırız. Yüksek enerji bölgesini daha detaylı irdelemek amacı ile büyük kanal numaralarını iki guruba ayırarak oranlamak mümkündür.

Çizelge 5.1. Sertlik oranı kanal ve enerji aralıkları

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
0.1-0.5 keV	0.52-2.01 keV	0.6-1.1 keV	0.9-2 keV	1.1-1.8 keV	1.8-2.4 keV

Sertlik oranı belirleme aşamasında standart algoritma hr_1 ve hr_2 olarak verilmiştir. Yüksek enerjili fotonlara daha duyarlı sertlik oranı değerleri ise hr_3 , hr_4 , hr_5 , hr_6 olarak verilmiştir [8] (Sertlik oranı ile ilgili uygulanması önerilen algoritmalar ek-CD’de verilmiştir).

$$hr1 = \frac{(52 - 201) - (11 - 41)}{(52 - 201) + (11 - 41)} \quad (5.11)$$

$$hr2 = \frac{(91 - 201) - (52 - 90)}{(91 - 201) + (52 - 90)} \quad (5.12)$$

$$hr3 = \frac{(11 - 41)}{(91 - 201)} \quad (5.13)$$

$$hr4 = \frac{(52 - 90)}{(91 - 201)} \quad (5.14)$$

$$hr5 = \frac{(52 - 90)}{(151 - 201)} \quad (5.15)$$

$$hr6 = \frac{(91 - 150)}{(151 - 201)} \quad (5.16)$$

5.7. Sayım Oranı (Count Rate) Belirleme

HEASARC veri tabanından elde edilen ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından incelenen yıldızla ait CTS ve VIG_GOR değerleri okunur. Daha sonra TIM_INT değeri gözlem zamanı olarak ve LIF_TIME ise hesaplanmış zaman faktörü olarak belirlenir. Elde edilen bu parametreler kullanılarak incelenen yıldızın sayım oranı aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$SAYIMORANI = \frac{CTS \times VIG_GOR}{TIM_INT \times LIF_TIM} \quad (5.17)$$

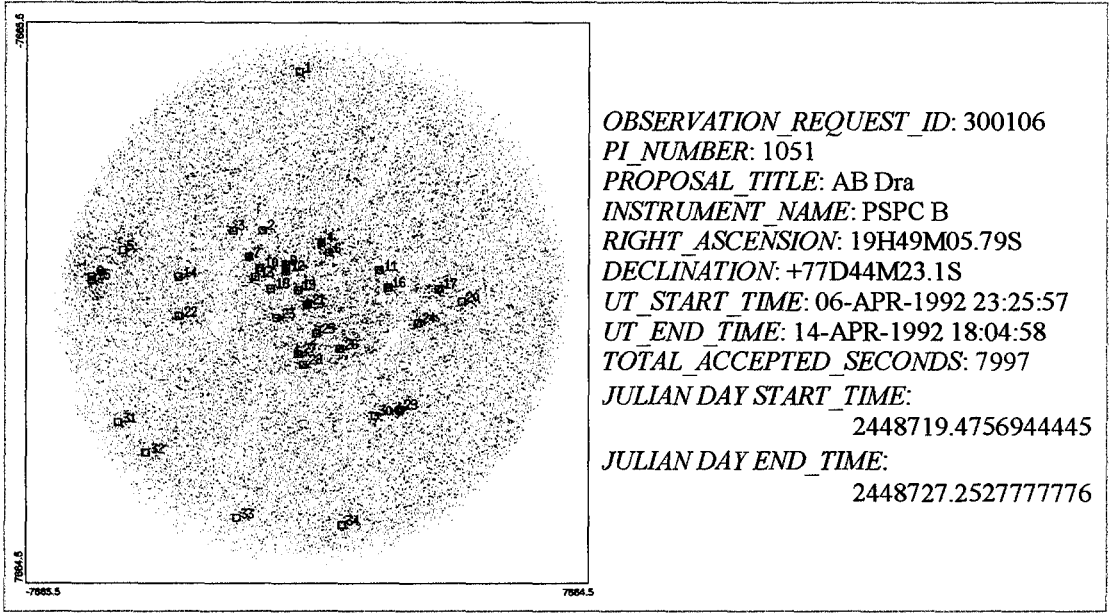
6. ANALİZ VE BULGULAR

Bu bölümde, 20 adet cüce nova uydu verisi ile, 5 model üzerinde çalışılmış, materyal ve metod bölümünde anlatılan analiz uygulamalarına yönelik ayrıntılar gözönünde bulundurularak, analizler sonucunda elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

6.1. Çalışılan Yıldızlara Ait Spektral Analiz Sonuçları

6.1.1. AB Dra Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

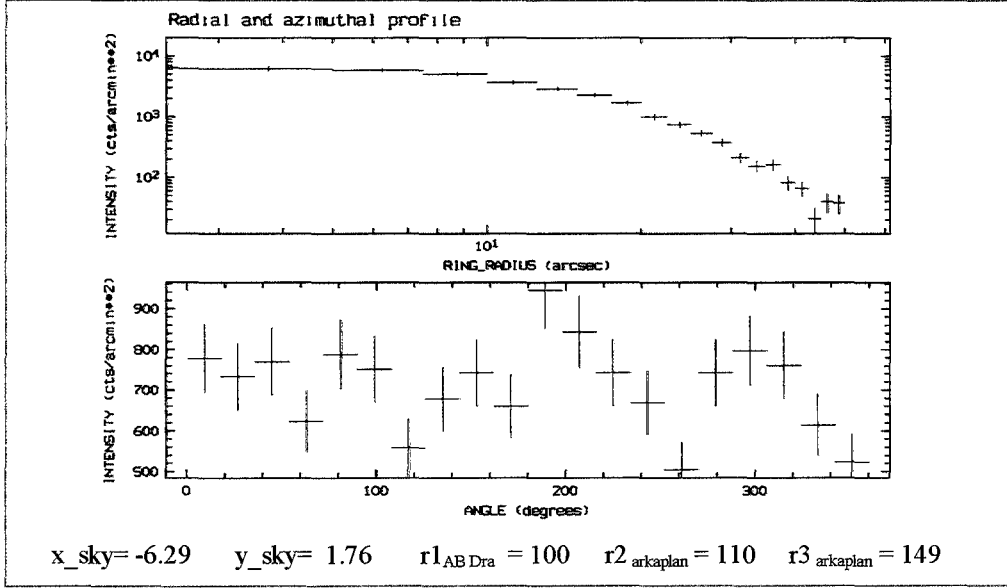
AB Dra gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.1. AB Dra yıldızına yönelik kaynak araştırma sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300106n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde, 21 numaralı kaynak AB Dra olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler ortaya çıkartılmıştır (Şekil 6.1). Elde edilen bilgiler kapsamında, *OBSERVATION_REQUEST_ID* ve *PI_NUMBER* ifadesi ile verilen değerler, gözlem önerisi ve veri tabanında bulunacağı adresi karakterize etmektedir. *PROPOSAL_TITLE*, gözlemi yapılan yıldızı, *INSTRUMENT_NAME*, ifadesi ise gözlem sırasında kullanılan ROSAT detektörünü ve kullanılan filtreyi içermektedir. *RIGHT_ASCENSION* ve *DECLINATION* terimleri koordinatları, *UT_START_TIME*, *UT_END_TIME* terimleri gözlemin başlangıç ve bitiş zamanlarını, *JULIAN DAY START_TIME* ve *JULIAN DAY END_TIME* terimleri ise başlangıç ve bitiş zamanlarının Jullian günlerini ifade etmektedir. *TOTAL_ACCEPTED_SECONDS* terimi ile, gözlem sırasında kaynaktan veri alma süresi belirtilmiştir.

AB Dra gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

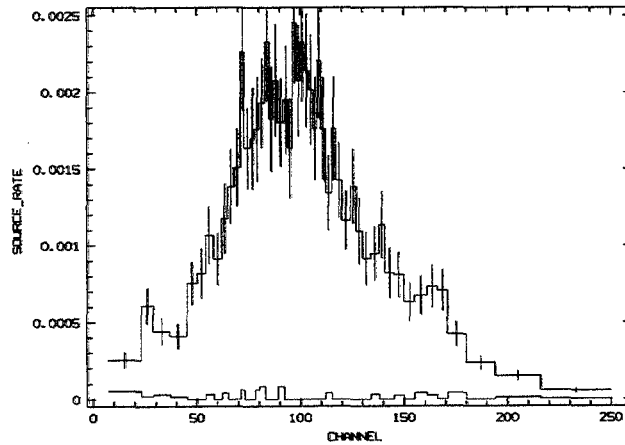


Şekil 6.2. AB Dra yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

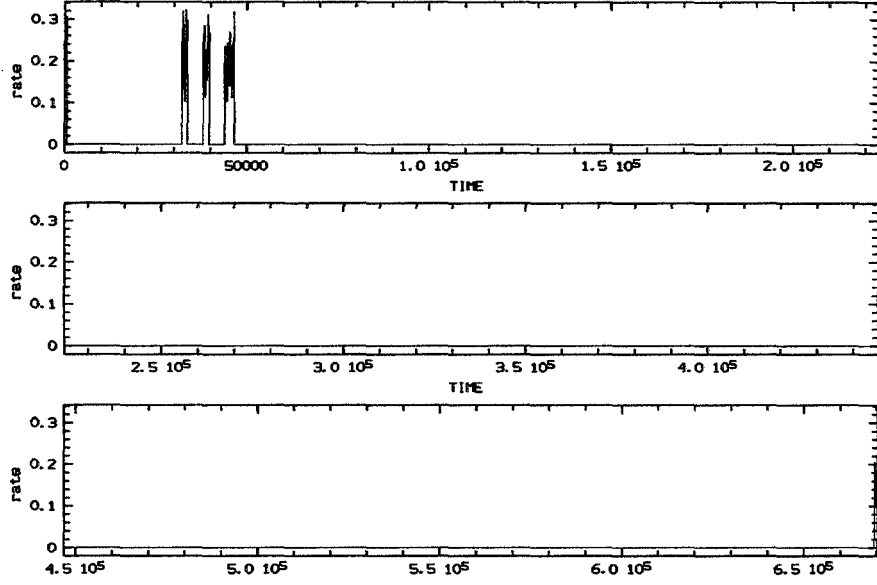
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.2). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde, yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, AB Dra için görüntü üzerinde 100" 'lik bir yarıçap tespit edilmiştir.

AB Dra gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağın, uydu verisindeki $r1_{AB Dra}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3 - r2_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin tek bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.3).



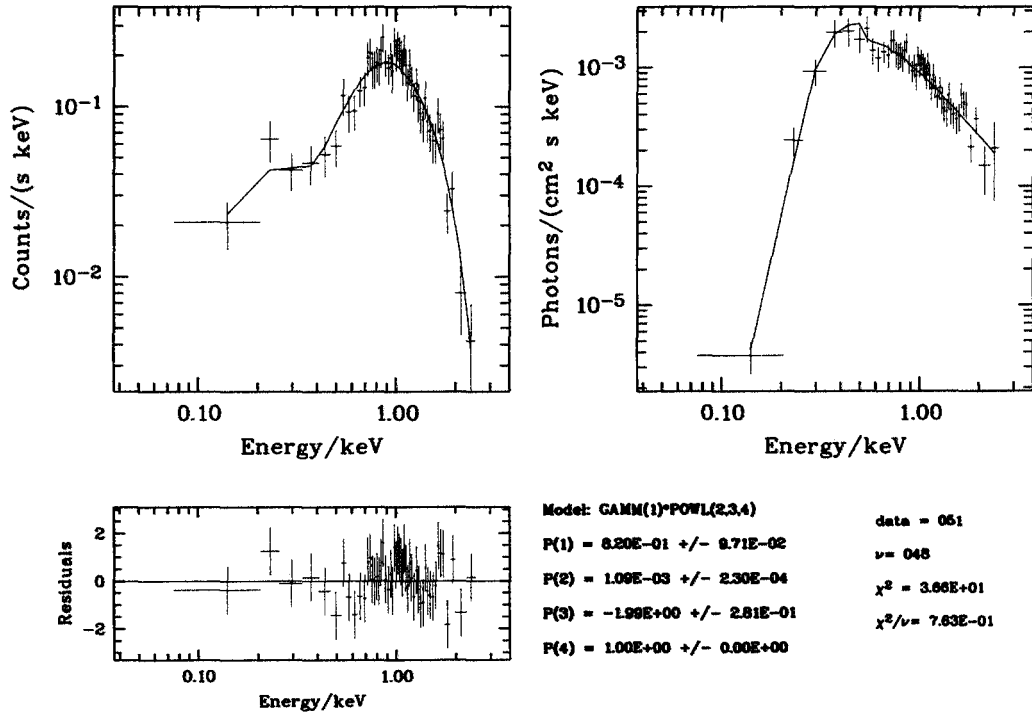
Şekil 6.3. AB Dra için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.4. AB Dra yıldızının ROSAT uydusu verisinden elde edilen ışık eğrisi

AB Dra yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin 369 ile 615. saniyeleri arasında kalan bölümünde aktivite belirlenmiş ve gözlem sonuna kadar sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.4).

AB Dra gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi

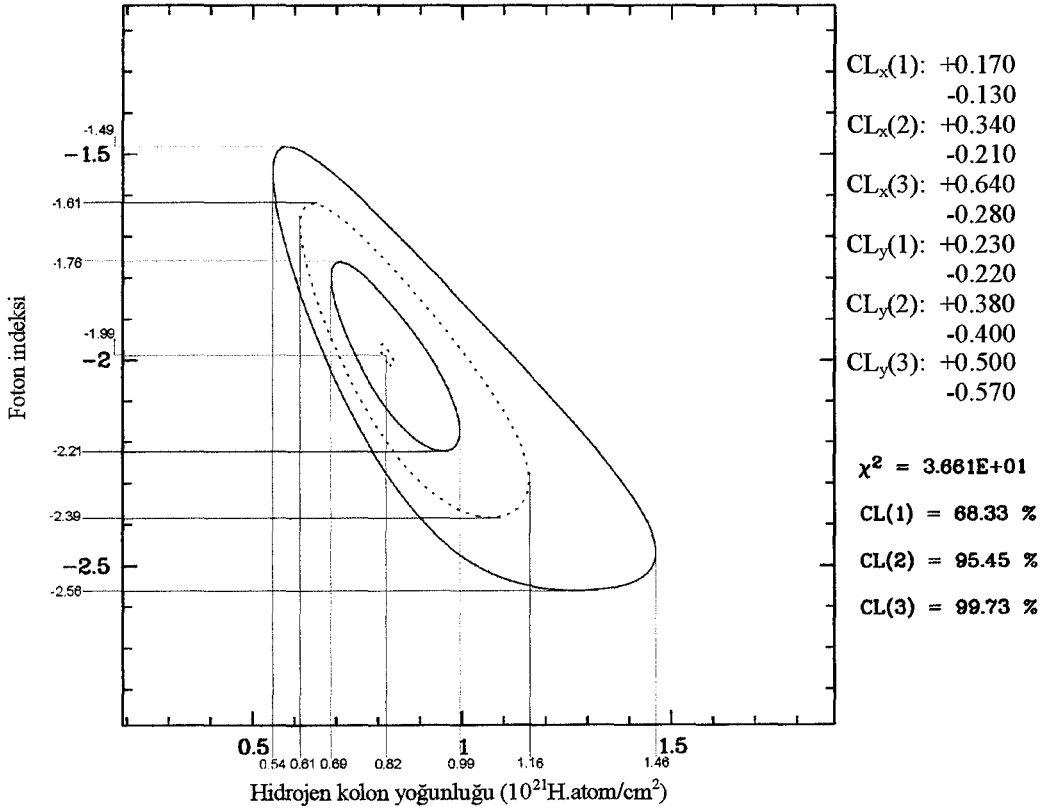


Şekil 6.5. AB Dra yıldızının POWL modeli analiz sonuçları

Analiz sonuçlarında elde edilen grafiklerde, gözlenen değerler ve hata miktarları kırmızı renkli çizgiler ile, beklenen değerler ise mavi renkli çizgi ile temsil edilmektedir. Şeklin 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. Gözlem sırasında algılanan foton sayısı **data** ile, gözlem için elde edilen serbestlik derecesi ise **v** ile gösterilmiştir. Modele uyumluluğun karakteristiğini belirten χ^2/v , indirgenmiş χ^2 değerini belirtir. Güç kanunu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 36.6 ve serbestlik derecesi 48 olarak tespit edilmiş, indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.763 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.5).

Modelin sonuç değerlerine göre;

hidrojen kolon yoğunluğu $0.82 \pm 9.71 \times 10^{-2} \times 10^{21} \text{H.atom/cm}^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 1.09 \times 10^{-3} \pm 2.3 \times 10^{-4} \text{ foton/cm}^2/\text{s/keV}$ ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.99 \pm 0.281$ olarak bulunmuştur.



Şekil 6.6. AB Dra yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Şekil 6.6'da $CL_x(\text{no})$ ve $CL_y(\text{no})$ olarak ifade edilen değerler, grafikteki x-ekseni ve y-ekseninde tanımlanan %68.33, %95.45 ve %99.73 (Confidence Level) güvenilirlik seviyesi değerlerini göstermektedir.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde, χ^2 değeri 36.61 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğunun;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.82^{+0.17}_{-0.13} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.82^{+0.34}_{-0.21} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2 ,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.82^{+0.64}_{-0.28} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2 ,$$

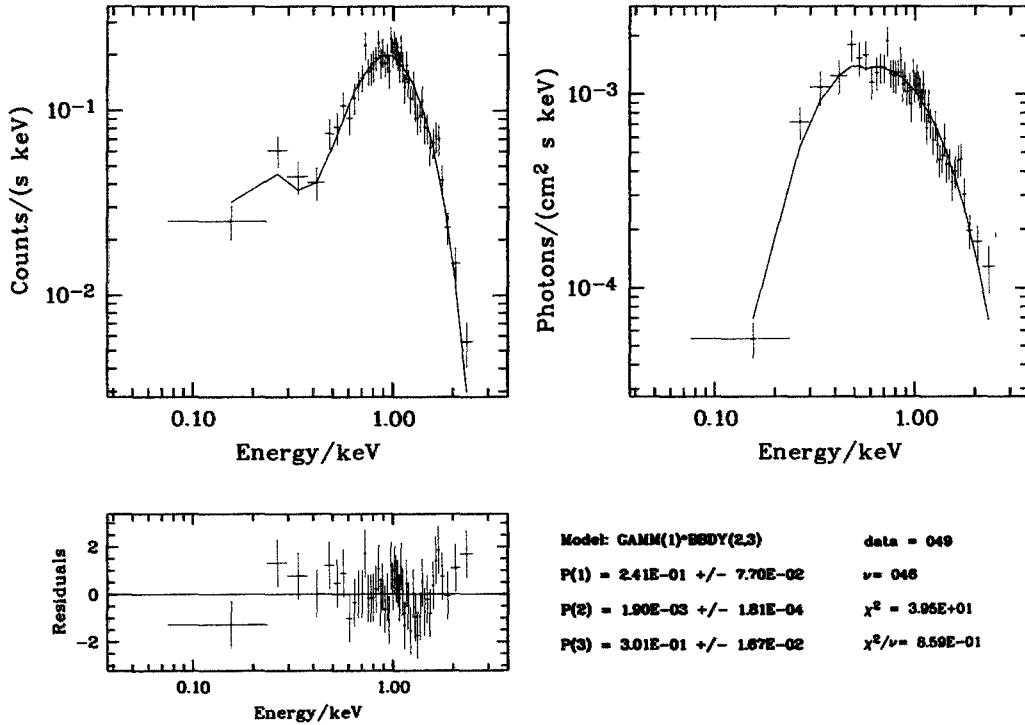
olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde ise;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } -1.99^{+0.23}_{-0.22} ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } -1.99^{+0.38}_{-0.40} ,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } -1.99^{+0.50}_{-0.57} , \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.6).}$$

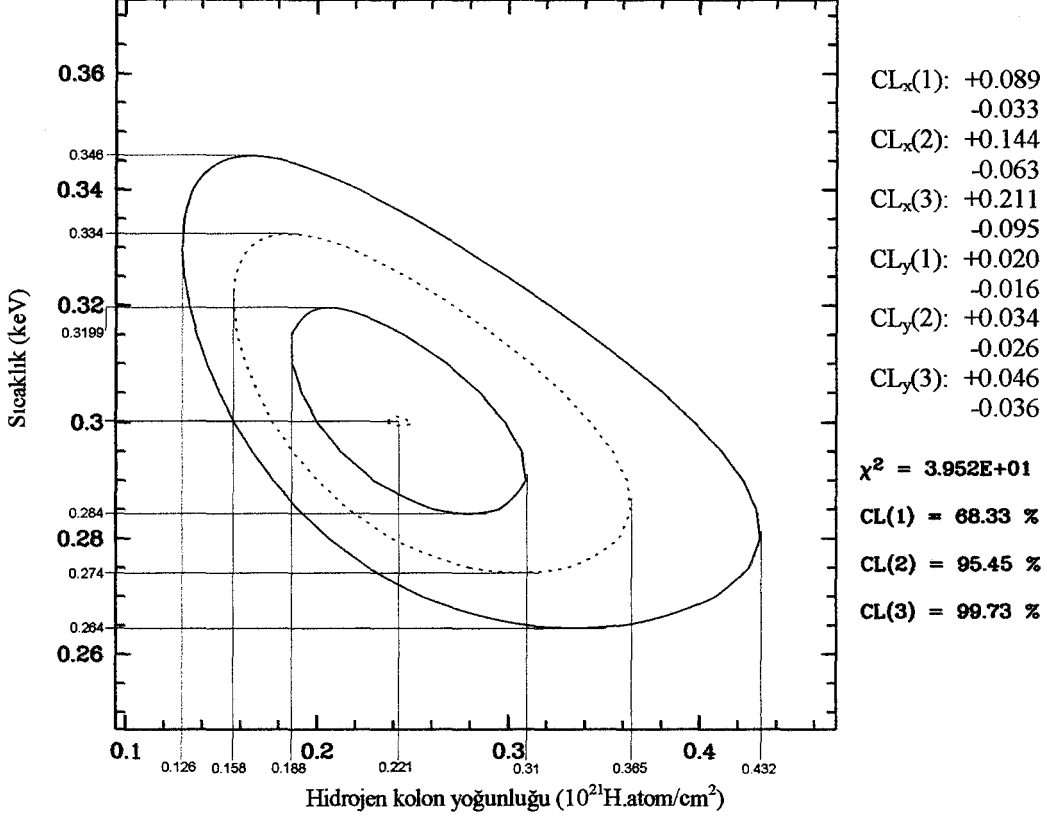
AB Dra gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi



Şekil 6.7. AB Dra yıldızının BBDY Model analizi sonuçları

Kara cisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 39.5 ve serbestlik derecesi 46 olarak tespit edilmiş, indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.859 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.7).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.241 \pm 7.70 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akısı değeri $1.9 \times 10^{-3} \pm 1.81 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.301 \pm 1.67 \times 10^{-2}$ keV olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.8. AB Dra yıldızının BBDY Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 39.52 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğunun;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.221^{+0.089}_{-0.033} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.221^{+0.144}_{-0.063} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.221^{+0.211}_{-0.095} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri ise;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.3^{+0.020}_{-0.016} \text{ keV},$$

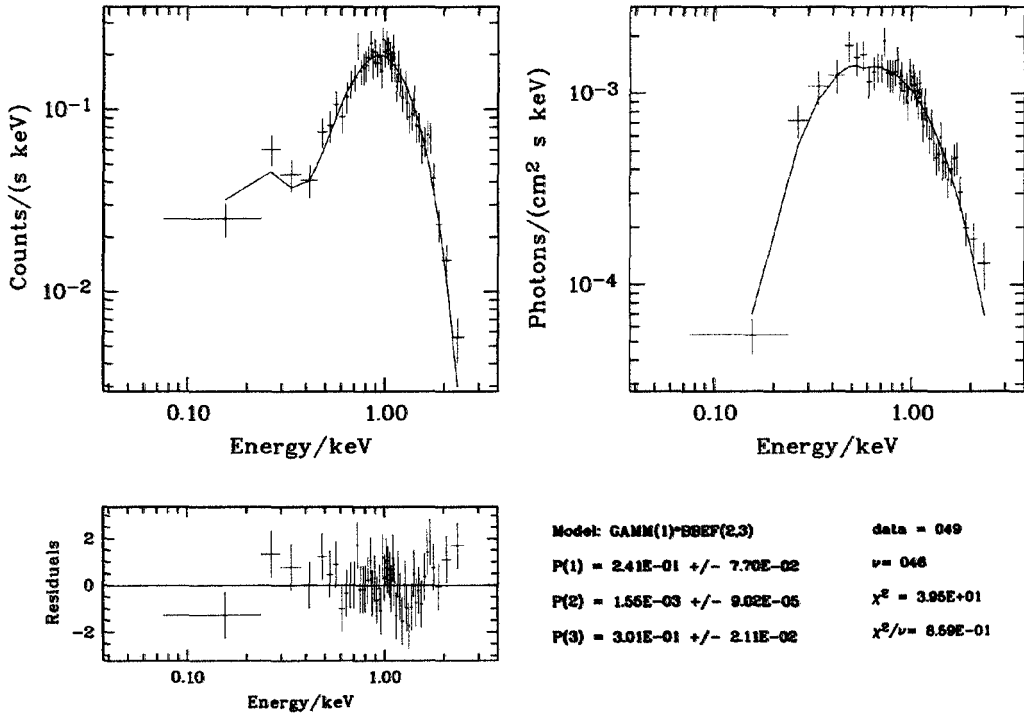
$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.3^{+0.034}_{-0.026} \text{ keV},$$

%99.73 güven aralığında $0.3^{+0.046}_{-0.036}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.8).

Kara cisim modeline uyumluluk 0.8591 olduğundan AB Dra yıldızı için kara cisim modeli uyumludur.

AB Dra gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi

Kara cisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 39.5 ve serbestlik derecesi 46 olarak tespit edilmiş, indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.859 olarak bulunmuştur (Şekil 6.9). Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.241 \pm 7.70 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, enerji akısı değeri $1.55 \times 10^{-3} \pm 9.02 \times 10^{-5} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.301 \pm 2.11 \times 10^{-2} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.9. AB Dra yıldızının BBEF modeli analiz sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 39.52 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğunun;

%68.33 güven aralığında $0.241^{+0.069}_{-0.054} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.241^{+0.121}_{-0.083} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

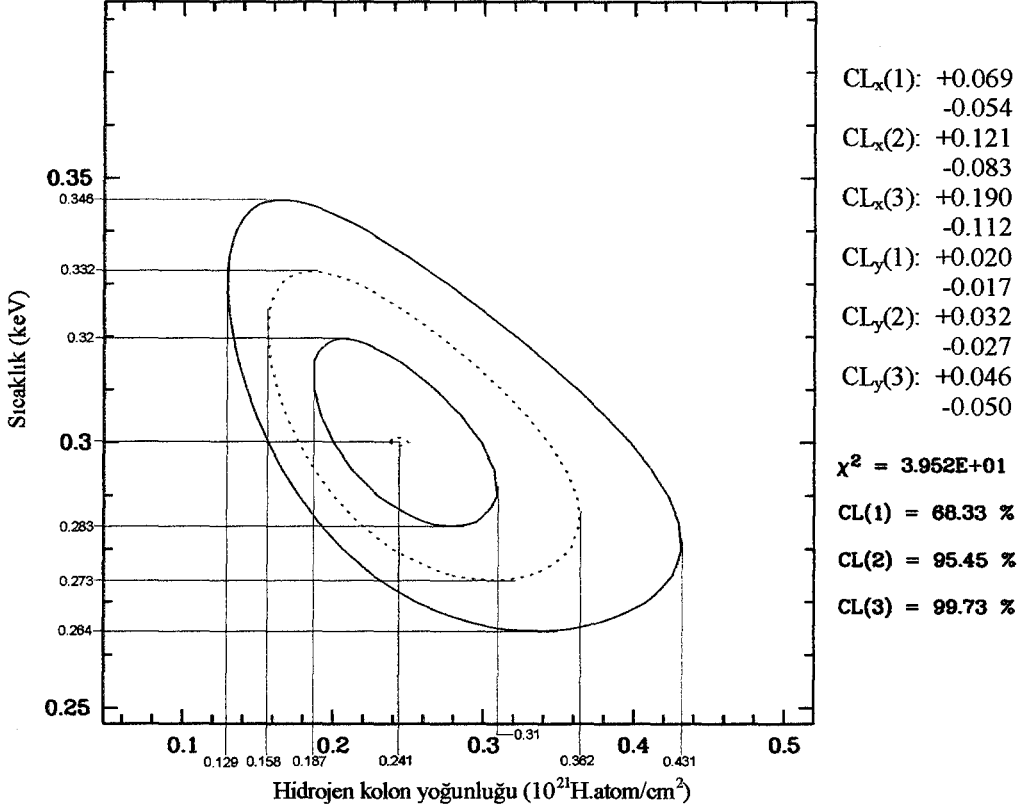
%99.73 güven aralığında $0.241^{+0.190}_{-0.112} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.3^{+0.020}_{-0.017} \text{ keV}$,

%95.45 güven aralığında $0.3^{+0.032}_{-0.027} \text{ keV}$,

%99.73 güven aralığında $0.3^{+0.046}_{-0.050} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.10).



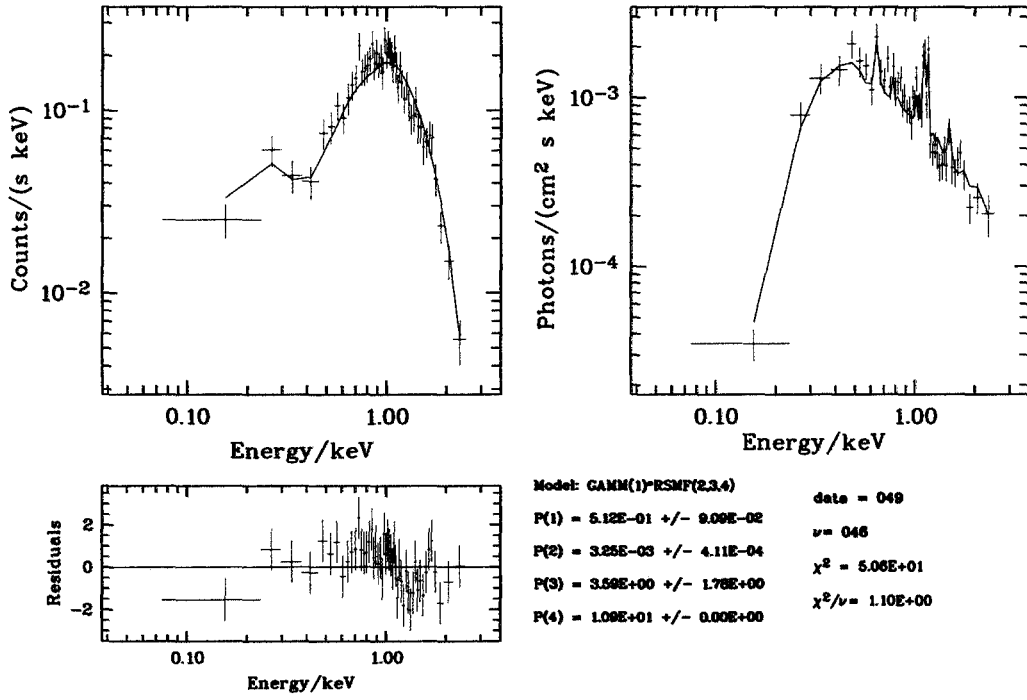
Şekil 6.10. AB Dra yıldızının BBEF Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk 0.8591 olduğundan AB Dra için kara cisim modeli uygun bir modeldir.

AB Dra gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) (tam set Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyon modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 50.6 ve serbestlik derecesi 46 olarak tespit edilmiş, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.1 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.11). Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon

yoğunluğu $0.512 \pm 9.09 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $3.25 \times 10^{-3} \pm 4.11 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.59 \pm 1.78 keV$ olarak bulunmuştur.



Şekil 6.11. AB Dra yıldızının RSMF Model analizi sonuçları

Isısal Plazma Emisyon modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 50.6 ve serbestlik derecesi 46 olarak tespit edilmiş, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.1 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.11). Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.512 \pm 9.09 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $3.25 \times 10^{-3} \pm 4.11 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.59 \pm 1.78 keV$ olarak bulunmuştur.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde, χ^2 değeri 50.64 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğunun;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.51^{+0.052}_{-0.042} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.51^{+0.091}_{-0.068} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

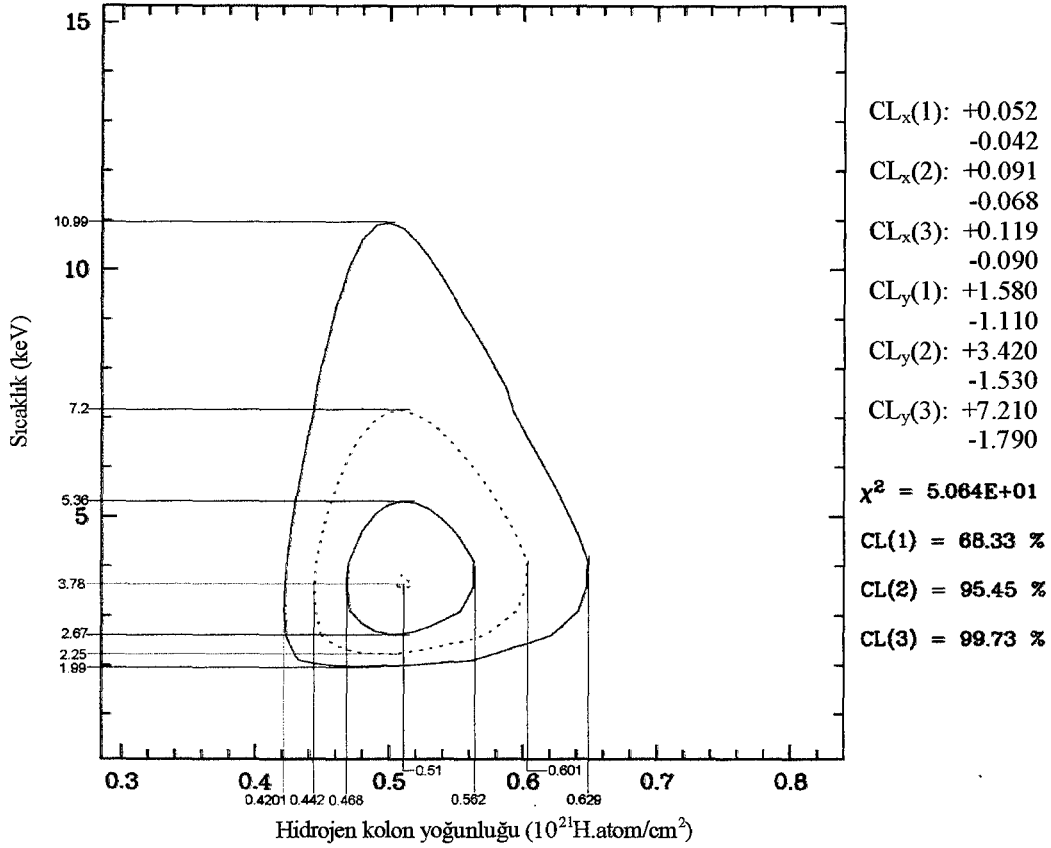
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.51^{+0.119}_{-0.090} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 3.78^{+1.58}_{-1.11} keV,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 3.78^{+3.42}_{-1.53} keV,$$

%99.73 güven aralığında $3.78^{+7.21}_{-1.79}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.12).



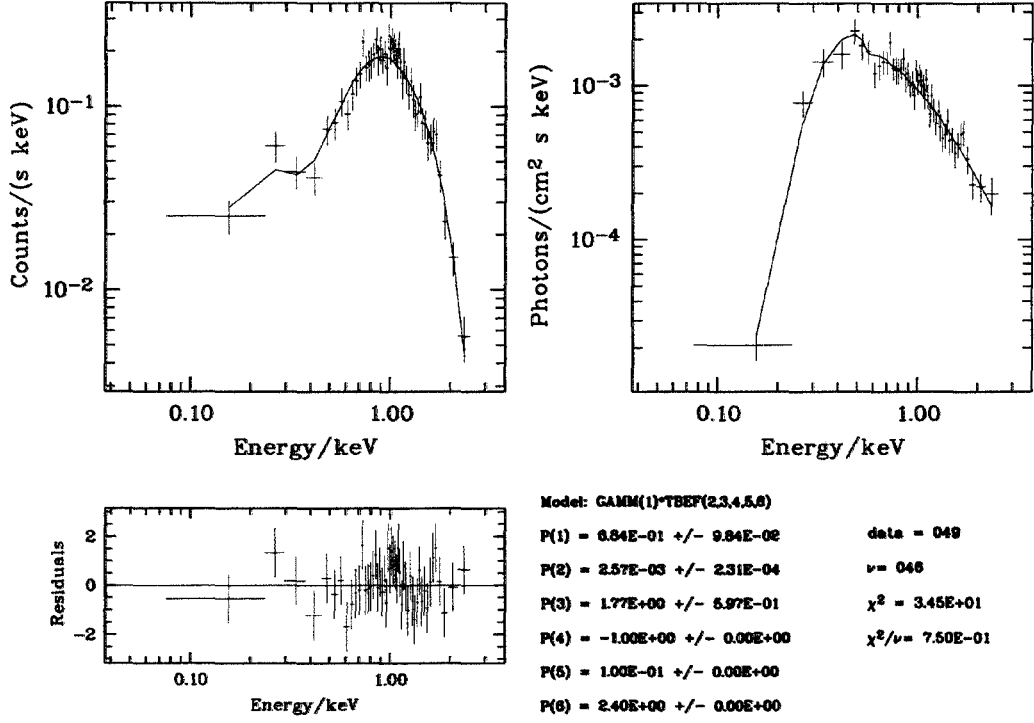
Şekil 6.12. AB Dra yıldızının RSMF Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1,10087 uyumluluk değeri ile AB Dra yıldızı için Isısal plazma emisyonu modelinin uygun olduğu bulunmuştur.

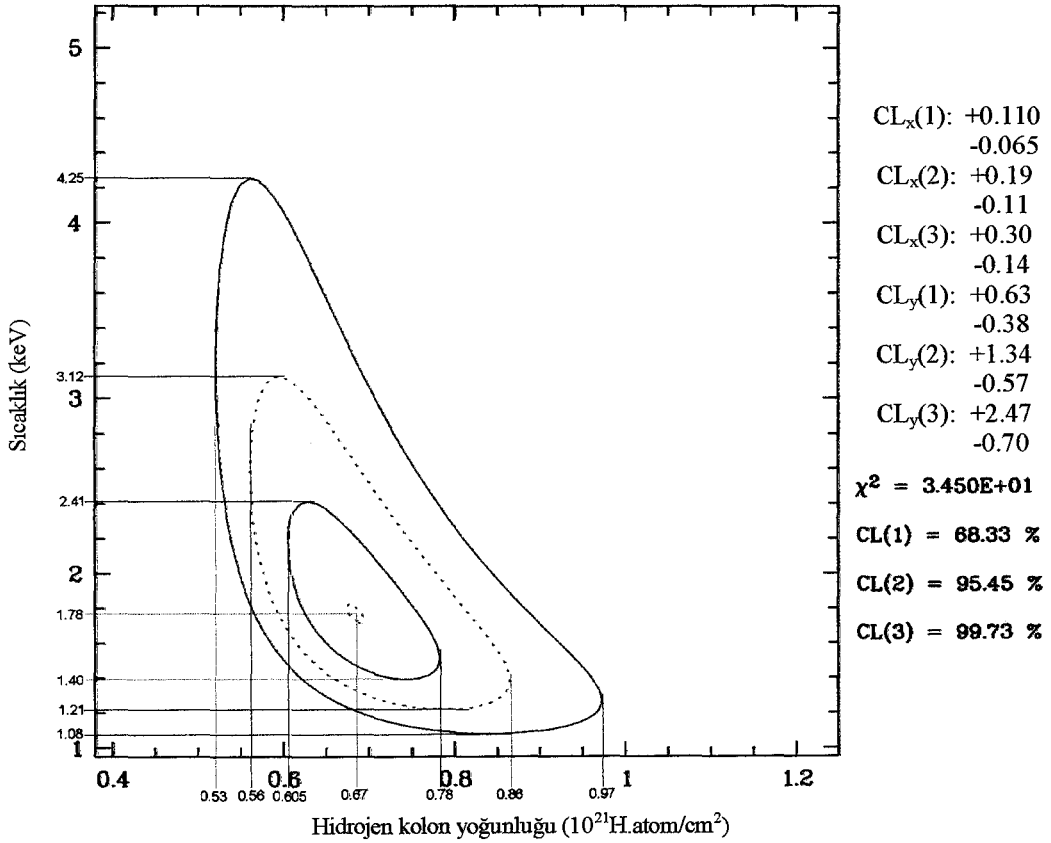
AB Dra gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

TBEF Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 34.5 ve serbestlik derecesi 46 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri 0.75 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.13).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.684 \pm 9.84 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atoms/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genlik değeri $2.57 \times 10^{-3} \pm 2.31 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 1.77 \pm 0.597 keV$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.13. AB Dra yıldızının TBEF modeli analiz sonuçları



Şekil 6.14. AB Dra yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde, χ^2 değeri 34.5 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğunun;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.67_{-0.065}^{+0.110} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.67_{-0.11}^{+0.19} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.67_{-0.14}^{+0.30} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

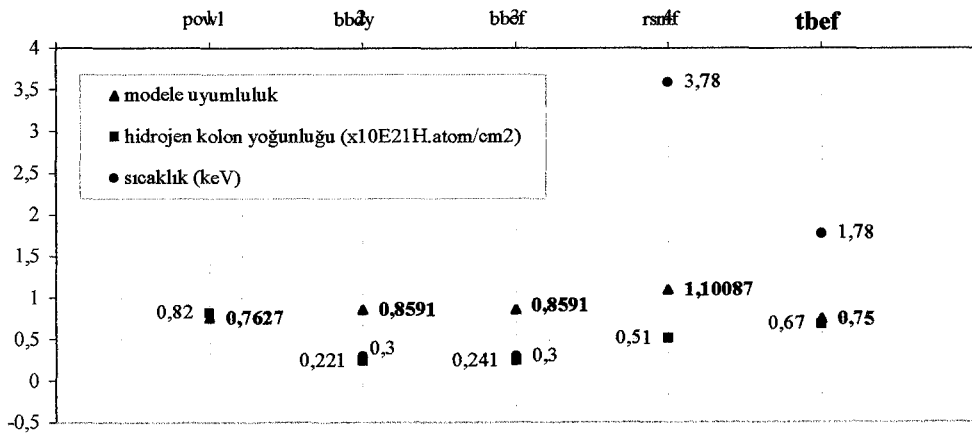
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 1.78_{-0.38}^{+0.63} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 1.78_{-0.57}^{+1.34} \text{ keV},$$

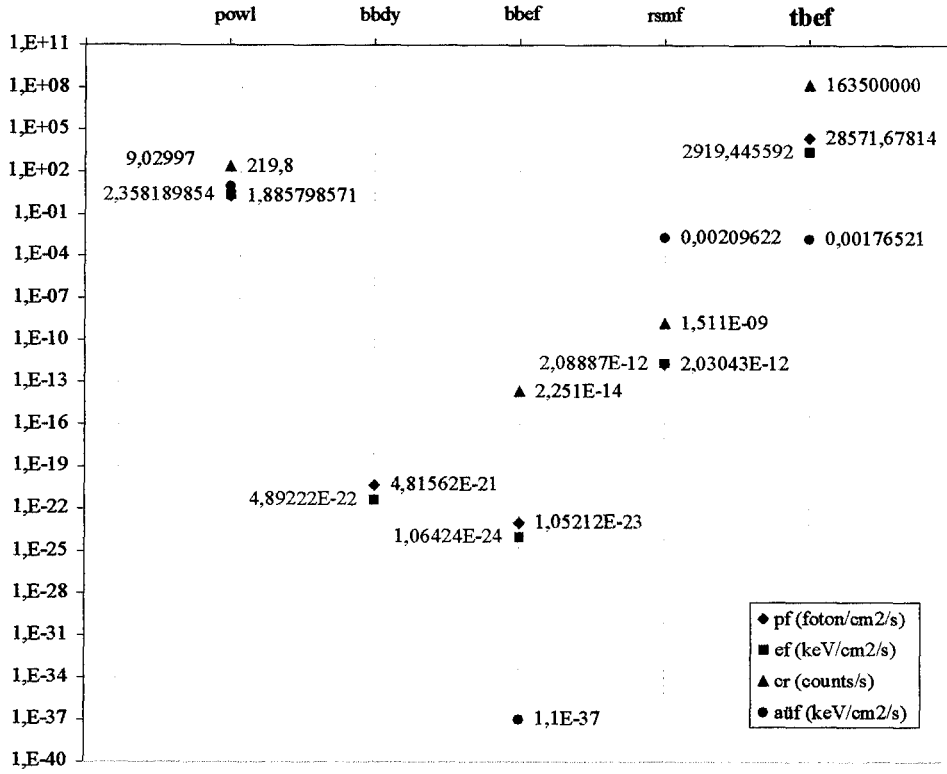
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 1.78_{-0.70}^{+2.47} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.14).}$$

0.75 uyumluluk değeri ile AB Dra yıldızı için ısısal bremsstrahlung modelinin uygun olduğu bulunmuştur.

AB Dra için değerlendirilen modeller içinde 0.75 χ^2 değeri ile Isısal Bremsstrahlung (TBEF), en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.15). Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen uyumluluk değerleri birbirine çok yakın olduğundan tüm modellerin AB Dra için uygun olduğu tespit edilmiştir. Hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.15’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.16’da verilmiştir.



Şekil 6.15. AB Dra yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri



Şekil 6.16. AB Dra yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

AB Dra yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.1.'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. AB Dra yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} H. atom / cm^2$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
powl	0.82 ^{+0.34} _{-0.21}	0.0019 ^{+2.3×10⁻⁴} _{-2.3×10⁻⁴}	-1.99 ^{+0.38} _{-0.40}	0,7627
bbdy	0.221 ^{+0.144} _{-0.083}	foton akısı (foton/cm ² /s) 0.0019 ^{+1.81×10⁻⁴} _{-1.81×10⁻⁴}	T (keV) 0.3 ^{+0.034} _{-0.026}	0,8591
bbef	0.241 ^{+0.121} _{-0.083}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 1.55×10 ⁻³ ^{+9.02×10⁻⁵} _{-9.02×10⁻⁵}	T (keV) 0.3 ^{+0.082} _{-0.027}	0,8591
rsmf	0.51 ^{+0.091} _{-0.068}	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) 3.25×10 ⁻³ ^{+4.1×10⁻⁴} _{-4.1×10⁻⁴}	T (keV) 3.78 ^{+3.42} _{-1.53}	1,10087
tbef	0.67 ^{+0.19} _{-0.11}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 2.57×10 ⁻³ ^{+2.31×10⁻⁴} _{-2.31×10⁻⁴}	T (keV) 1.78 ^{+1.34} _{-0.57}	0,75

AB Dra yıldızı için emisyon ölçümü

AB Dra'nın bilinen uzaklığı $D=200$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(3.25 \times 10^{-3} \pm 4.11 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimiz zaman, AB Dra için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 15.69 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

AB Dra yıldızı için sertlik oranı değerleri

AB Dra için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri Çizelge 6.2'de verilmiştir.

Çizelge 6.2. AB Dra yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
17	265	91	174	131	43
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,879432624	0,313207547	0,097701149	0,522988506	2,116279070	3,046511628

AB Dra yıldızı için sayım oranı değeri

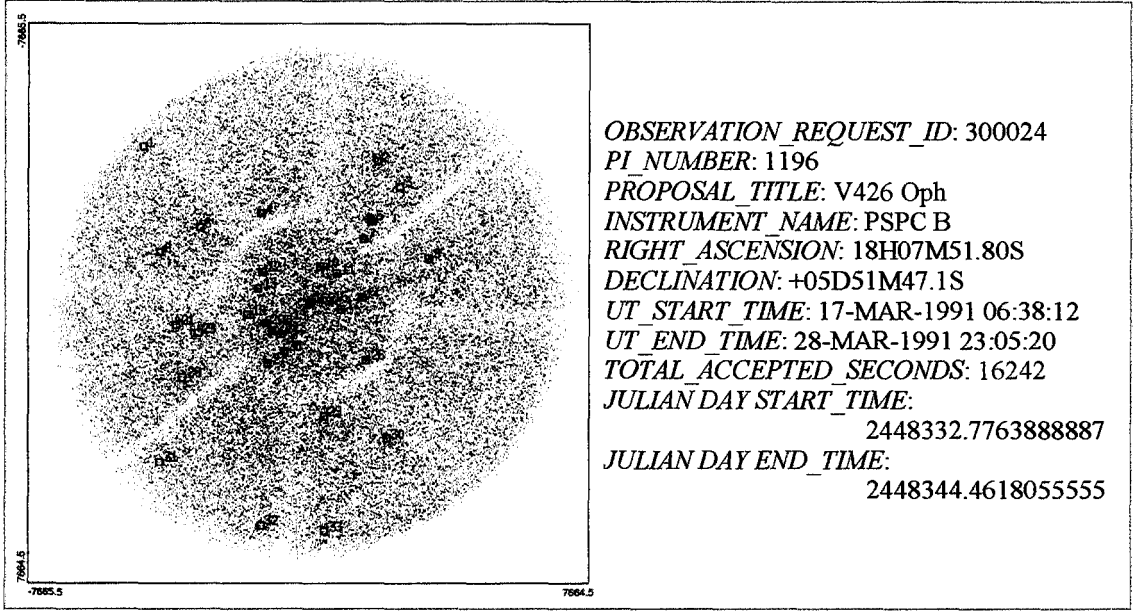
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.3).

Çizelge 6.3. AB Dra yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
AB Dra	1551,76	1,007	7997	0,971126616	0,201210699

6.1.2. V426 Oph Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

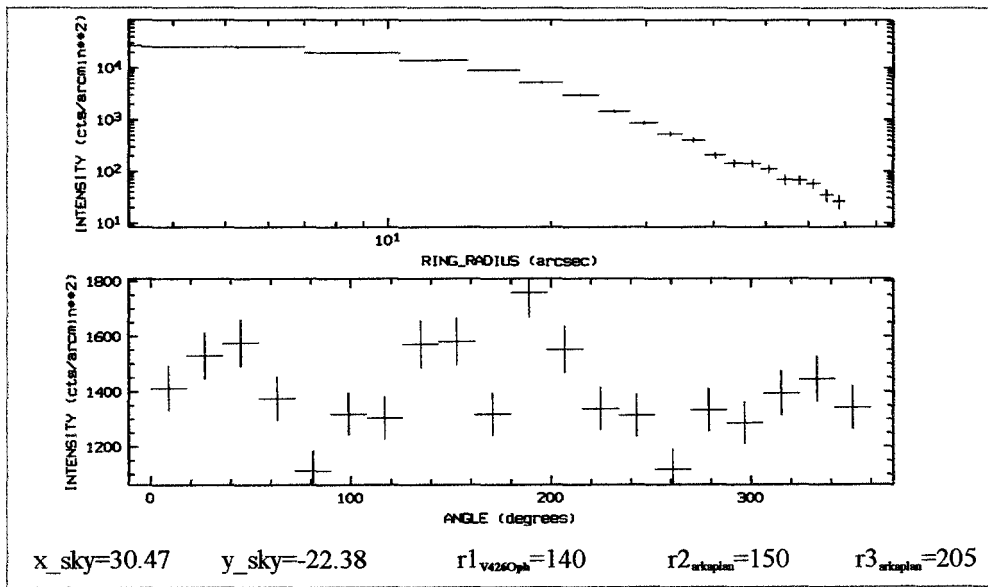
V426 Oph gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.17. V426 Oph yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300024n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 16 numaralı kaynak V426 Oph olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.17.)

V426 Oph gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

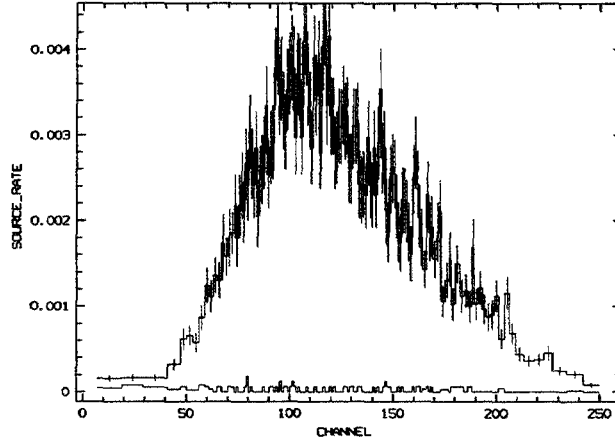


Şekil 6.18. V426 Oph yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

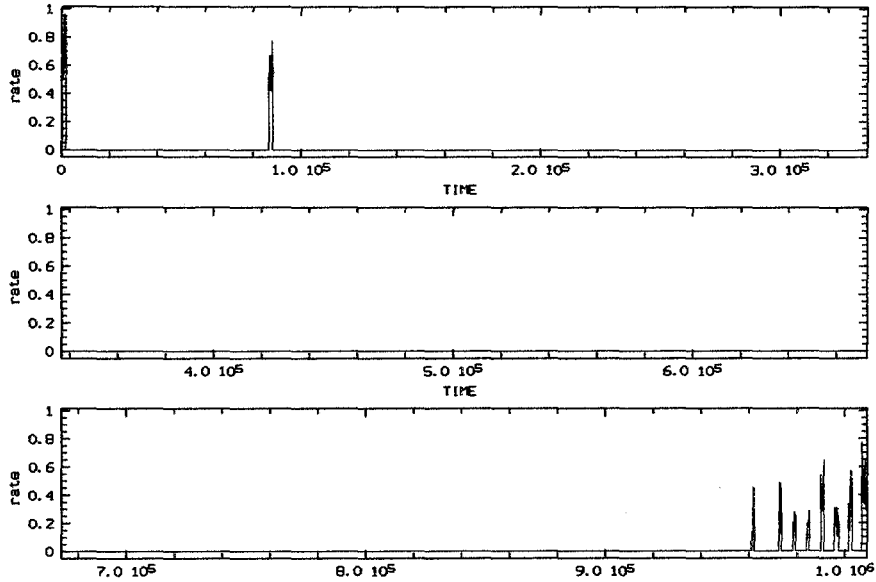
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.18). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, V426 Oph için görüntü üzerinde 140" bir yarıçap tespit edilmiştir.

V426 Oph gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{V426Oph}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin tek bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.19).



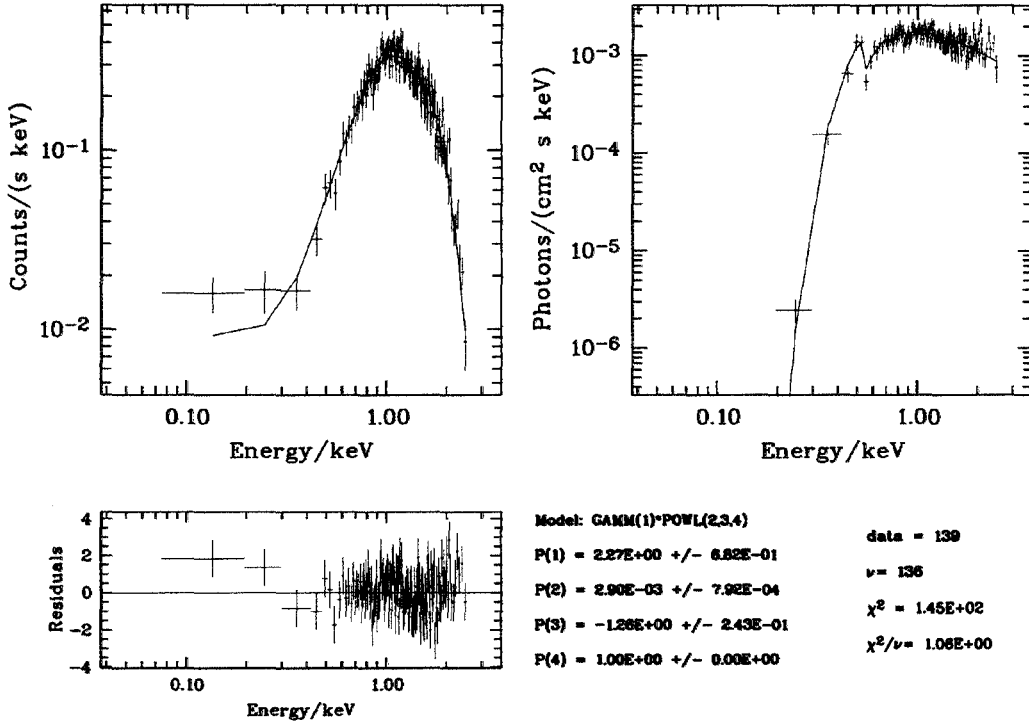
Şekil 6.19. V426 Oph için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.20. V426 Oph yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

V426 Oph yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin 1624.2 saniyesi ve 9.6×10^5 ile 1×10^6 saniyeleri arasında kalan bölümlerde aktivite belirlenmiş, bu aralıkların dışındaki zamanların sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.20).

V426 Oph gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.21. V426 Oph yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 145 ve serbestlik derecesi 136, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.06 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.21).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $2.27 \pm 0.682 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 2.9 \times 10^{-3} \pm 7.92 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.2 \pm 0.24$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 144.6 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 2.28^{+0.55}_{-0.55} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

%95.45 güven aralığında $2.28^{+0.94}_{-0.88} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

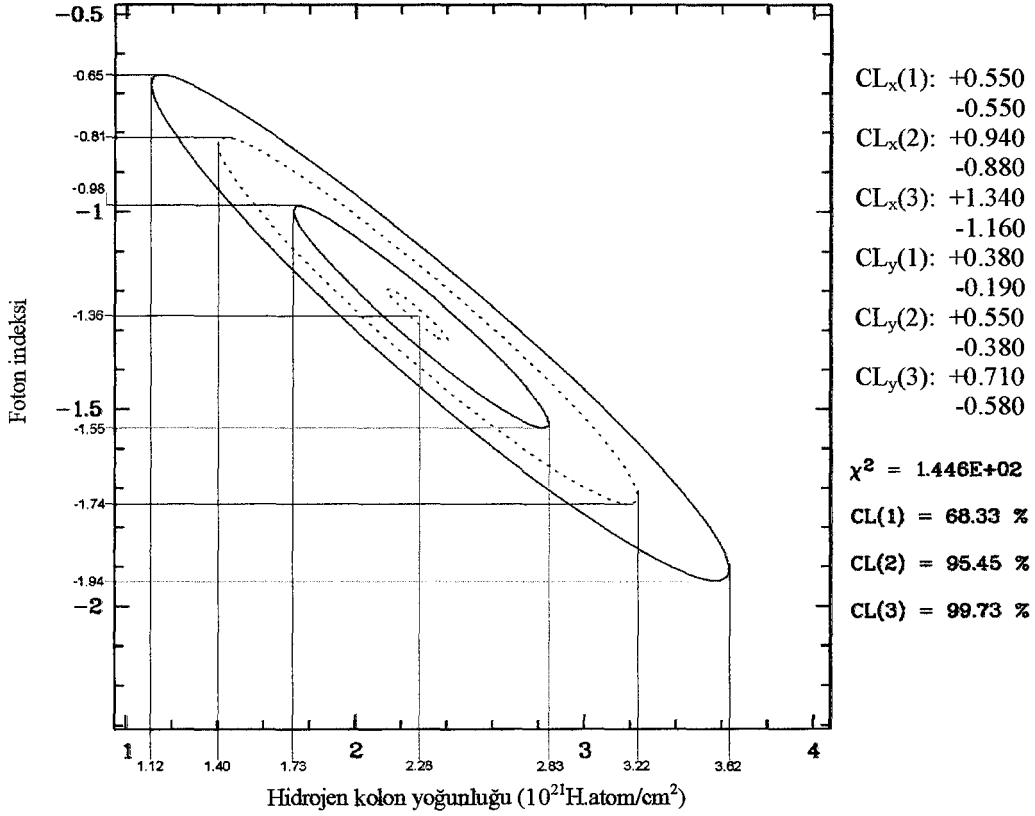
%99.73 güven aralığında $2.28^{+1.34}_{-1.16} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.36^{+0.38}_{-0.19}$,

%95.45 güven aralığında $-1.36^{+0.55}_{-0.38}$,

%99.73 güven aralığında $-1.36^{+0.71}_{-0.58}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.22).

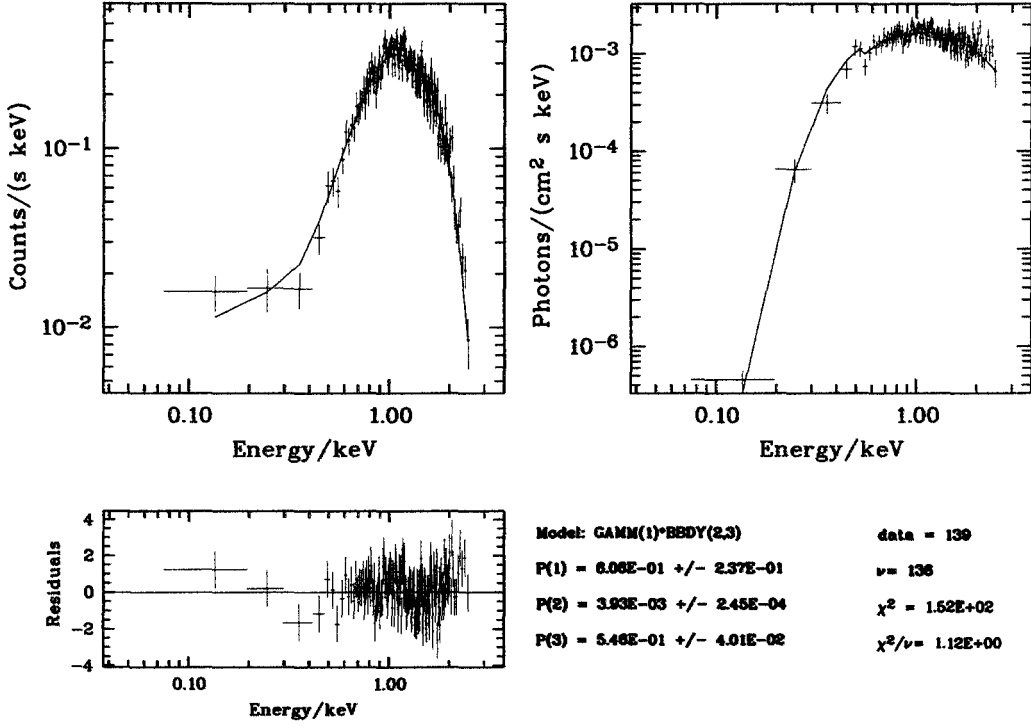


Şekil 6.22. V426 Oph yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

V426 Oph gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 152 ve serbestlik derecesi 136'dır. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.12 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.23).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu 0.606 ± 0.237 ($\times 10^{21} H.atom / cm^2$), foton akısı değeri $3.93 \times 10^{-3} \pm 2.45 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.546 \pm 4.01 \times 10^{-2}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.23. V426 Oph yıldızının BBDY model analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 151.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.605^{+0.235}_{-0.155} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.605^{+0.435}_{-0.235} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.605^{+0.655}_{-0.275} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

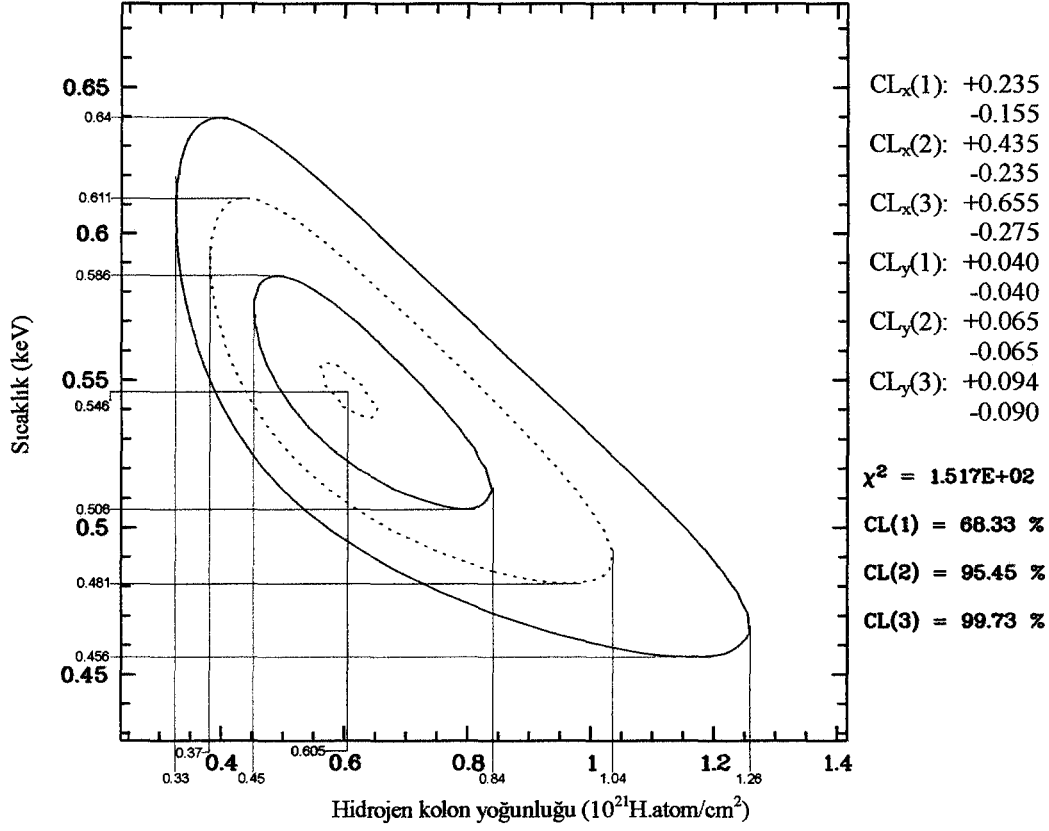
olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.546^{+0.04}_{-0.04} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.546^{+0.065}_{-0.065} \text{ keV},$$

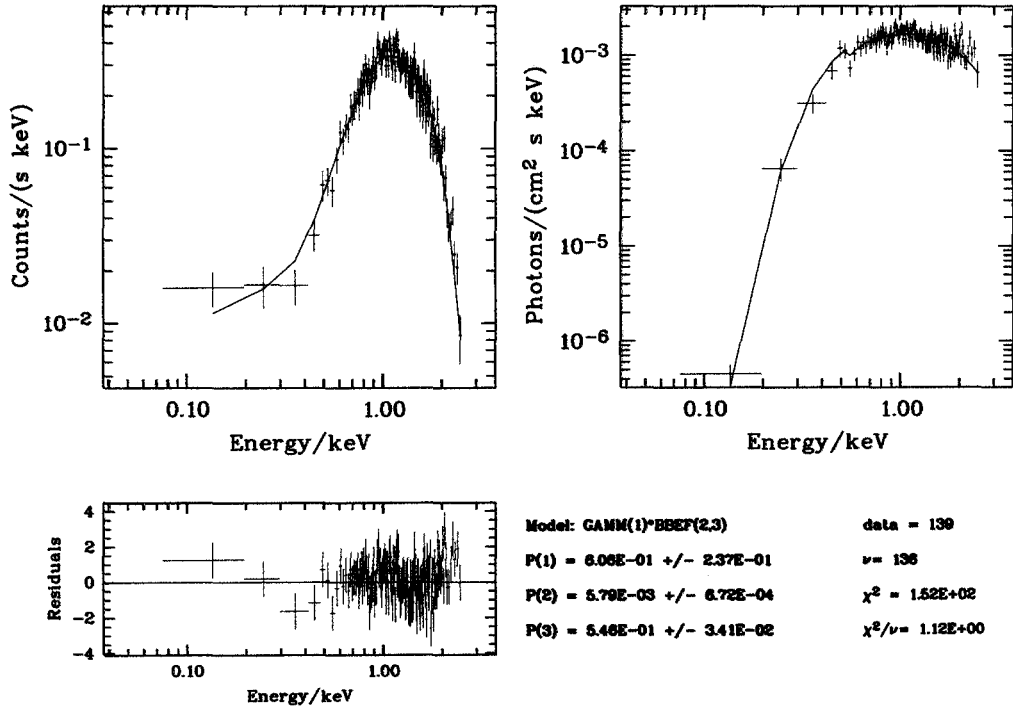
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.546^{+0.094}_{-0.090} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.24).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 1.1154 olduğundan kara cisim modeli V426 Oph yıldızı için uygun bir modeldir.



Şekil 6.24. V426 Oph yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

V426 Oph gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.25. V426 Oph yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 152 ve serbestlik derecesi 136'dır. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.12 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.25).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.606 \pm 0.237 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, enerji akısı değeri $5.79 \times 10^{-3} \pm 6.72 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.546 \pm 3.41 \times 10^{-2} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 151.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.61_{-0.16}^{+0.23} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

%95.45 güven aralığında $0.61_{-0.23}^{+0.43} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

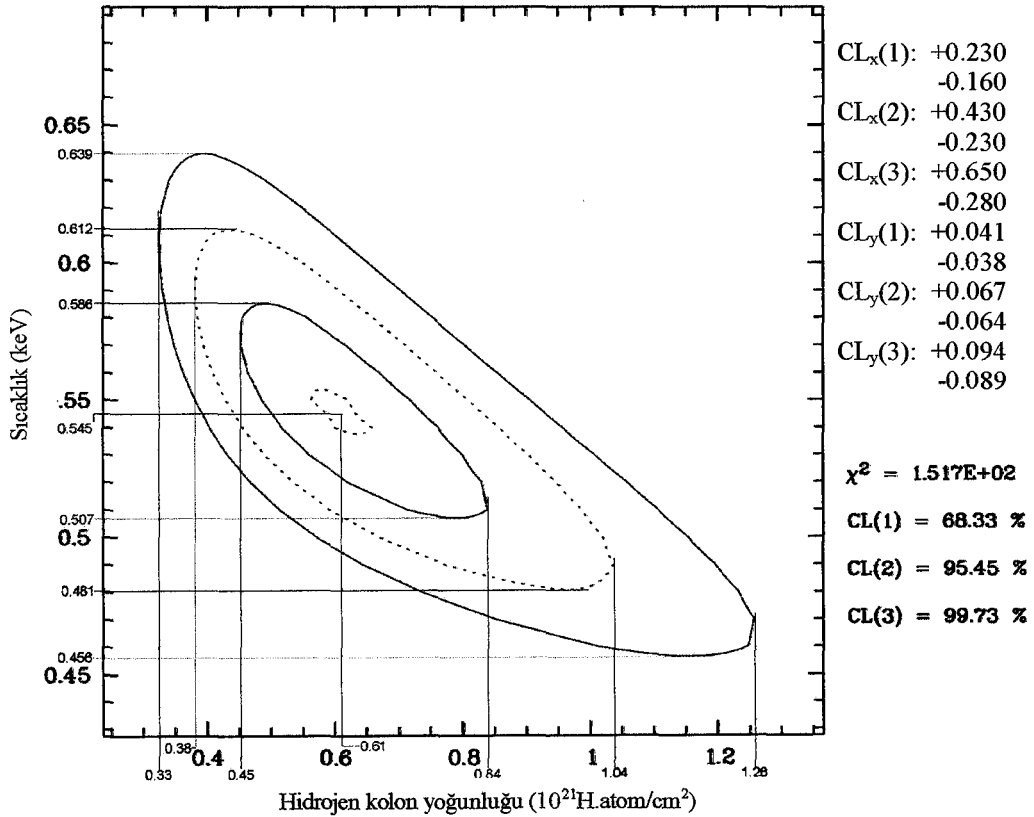
%99.73 güven aralığında $0.61_{-0.28}^{+0.65} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.545_{-0.038}^{+0.041} \text{ keV}$,

%95.45 güven aralığında $0.545_{-0.064}^{+0.067} \text{ keV}$,

%99.73 güven aralığında $0.545_{-0.089}^{+0.094} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.26).

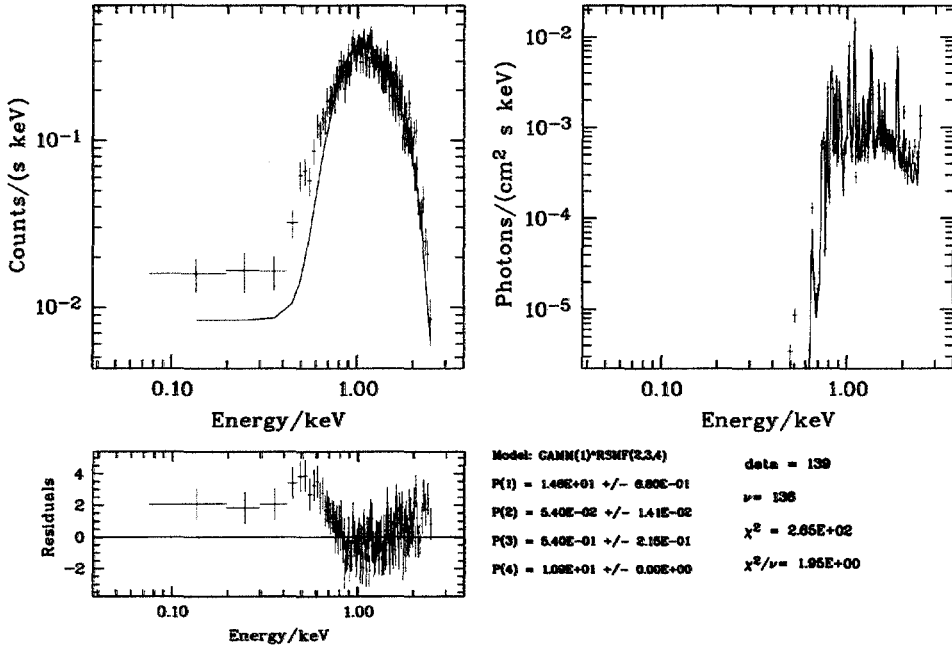


Şekil 6.26. V426 Oph yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk 1.1154 olduğundan kara cisim modeli V426 Oph yıldızı için uygun bir modeldir.

V426Oph gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 265 ve serbestlik derecesi 136 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.95 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.27).



Şekil 6.27. V426 Oph yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $14.6 \pm 0.68 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $5.4 \times 10^{-2} \pm 1.41 \times 10^{-2} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.54 \pm 0.215 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 144.5 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 2.299^{+0.301}_{-0.190} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 2.299^{+0.441}_{-0.284} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

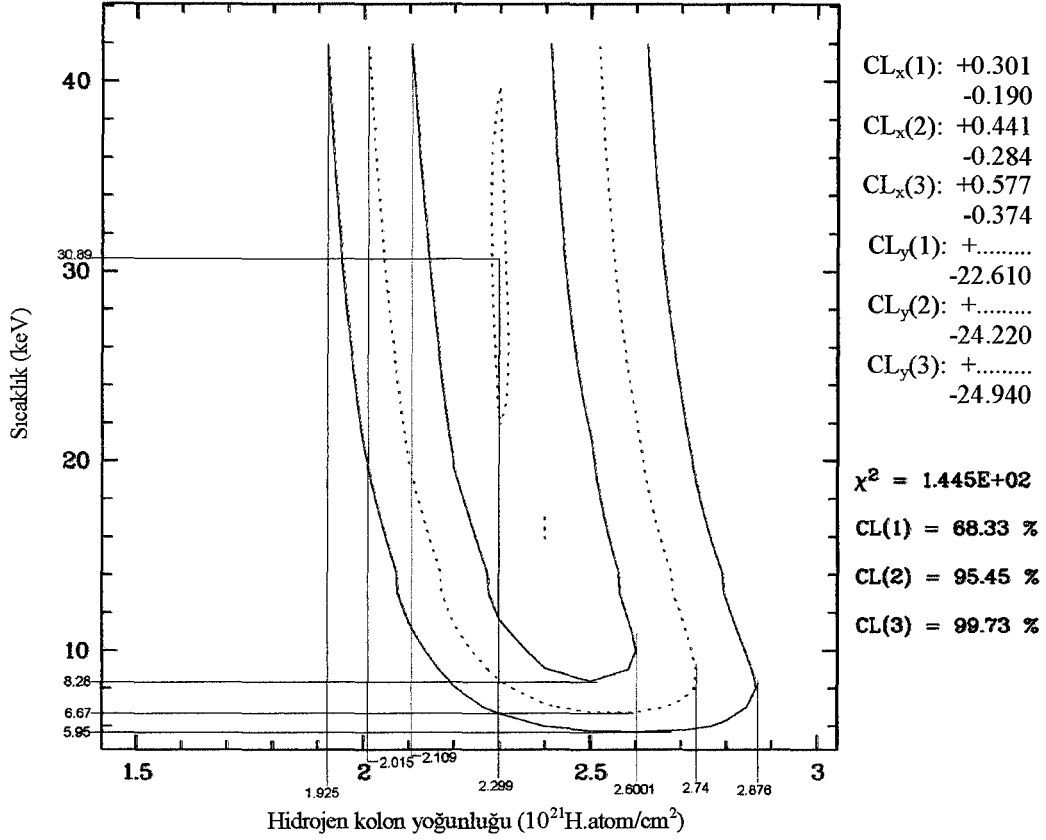
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 2.299^{+0.577}_{-0.374} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $30.89^{+.....}_{-22.61}$ keV,

%95.45 güven aralığında $30.89^{+.....}_{-24.22}$ keV,

%99.73 güven aralığında $30.89^{+.....}_{-24.94}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.28).



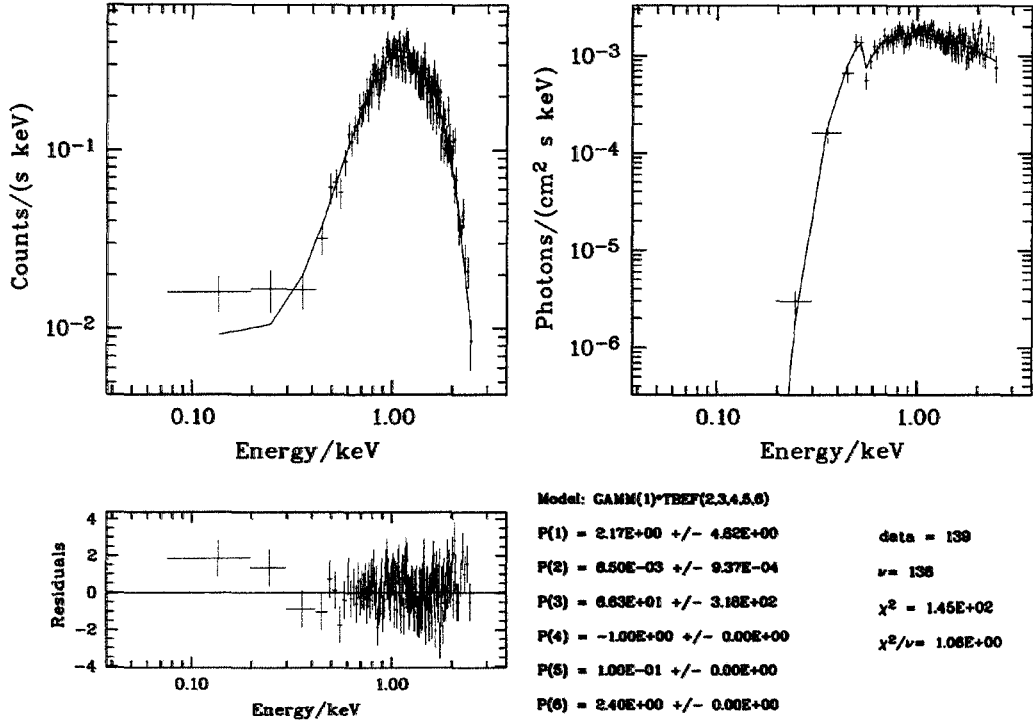
Şekil 6.28. V426 Oph yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.0625 uyumluluk değeri ile RSMF, V426 Oph için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

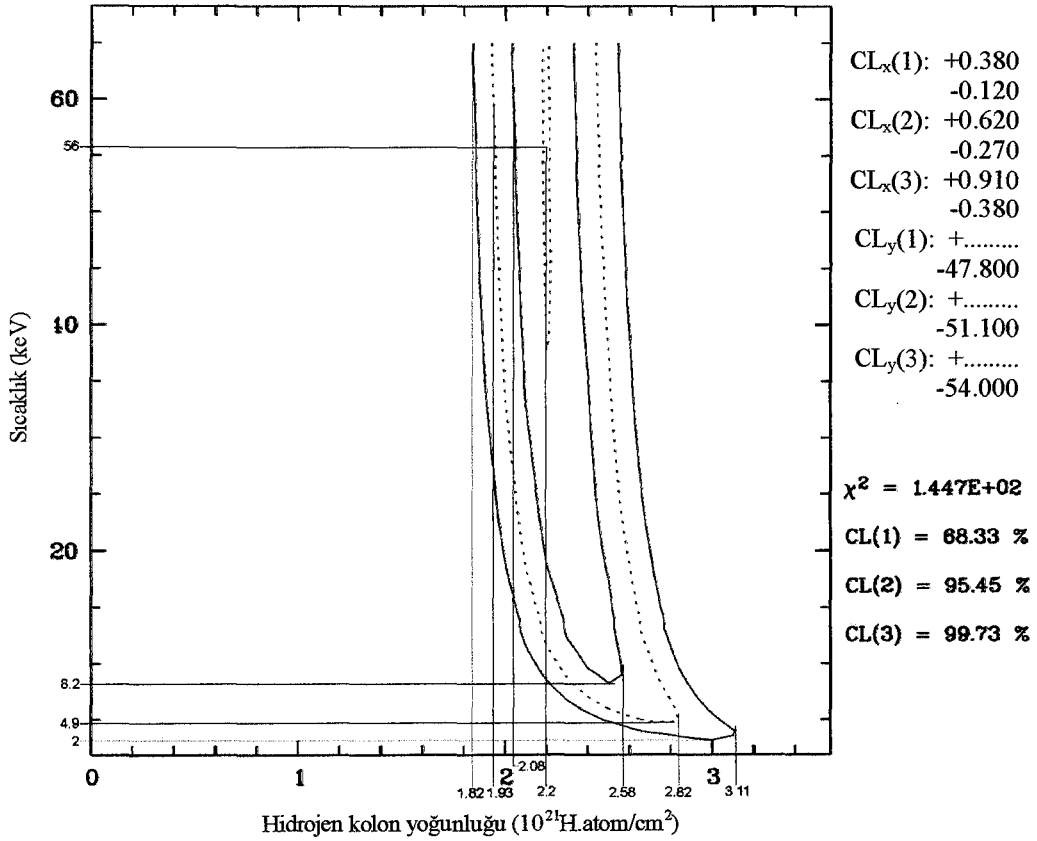
V426 Oph gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 145 ve serbestlik derecesi 136 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.06 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.29).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $2.17 \pm 4.82 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genlik değeri $6.5 \times 10^{-3} \pm 9.37 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 66.3 \pm 318 keV$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.29. V426 Oph yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.30. V426 Oph yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 144.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 2.2^{+0.380}_{-0.120} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 2.2^{+0.62}_{-0.27} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

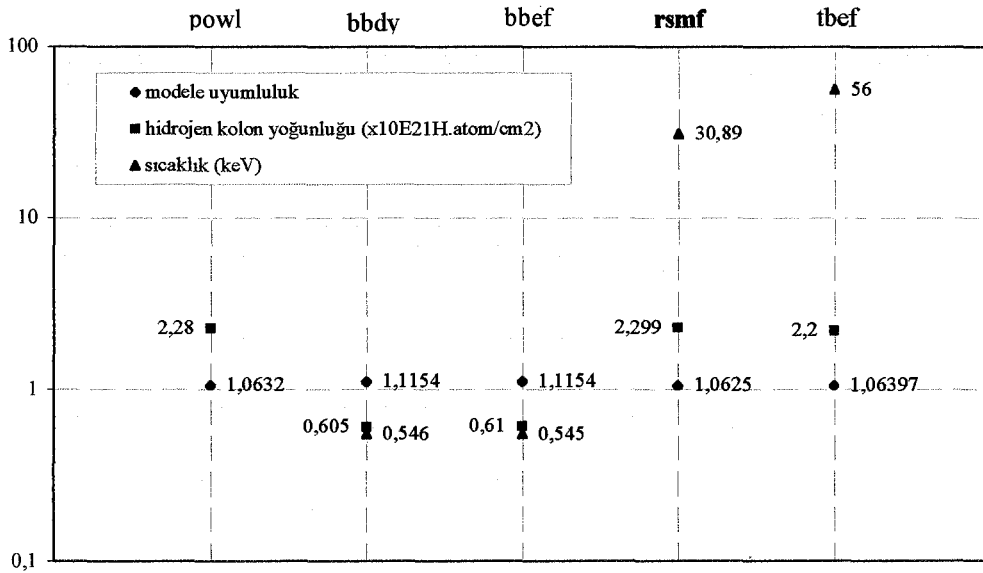
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 2.2^{+0.91}_{-0.38} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 56^{+.....}_{-47.8} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 56^{+.....}_{-51.1} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 56^{+.....}_{-54.0} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.30).}$$

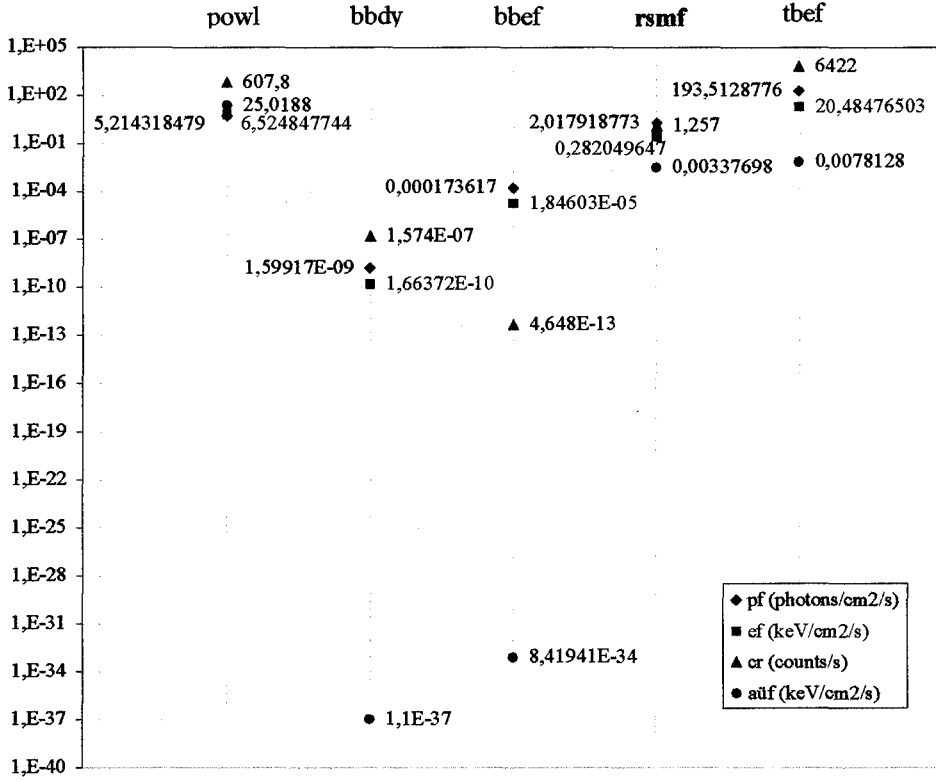


Şekil 6.31. V426 Oph yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

1.06397 değeri ile TBEF, V426 Oph için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.

V426 Oph için değerlendirilen modeller içinde 1.0625 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Plazma Emisyonu (RSMF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.31). Şekildeki değerler üzerinde daha rahat değerlendirme yapılabilmesi için dikey eksen logaritmik olarak gösterilmiştir.

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri şekil 6.31’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri şekil 6.32’de verilmiştir.



Şekil 6.32. V426 Oph yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

V426 Oph yıldızı için emisyon ölçümü

V426 Oph’nın bilinen uzaklığı $D=100$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(0.054 \pm 0.0141 \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, V426 Oph için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 65.18 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

V426 Oph yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.4.'de verilmiştir.

Çizelge 6.4. V426 Oph yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} H.atom / cm^2$	akı genişliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
pow1	$2.28^{+0.94}_{-0.88}$	$0.0029^{+7.92 \times 10^{-4}}_{-7.92 \times 10^{-4}}$	$-1.36^{+0.55}_{-0.38}$	1,0632
bbdy	$0.605^{+0.435}_{-0.235}$	foton akısı (foton/cm ² /s) $0.00393^{+2.45 \times 10^{-4}}_{-2.45 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.546^{+0.065}_{-0.065}$	1,1154
bbef	$0.61^{+0.43}_{-0.23}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $5.79 \times 10^{-3} \begin{smallmatrix} +6.72 \times 10^{-4} \\ -6.72 \times 10^{-4} \end{smallmatrix}$	T (keV) $0.545^{+0.067}_{-0.064}$	1.1154
rsmf	$2.299^{+0.441}_{-0.284}$	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) $5.4 \times 10^{-2} \begin{smallmatrix} +1.41 \times 10^{-2} \\ -1.41 \times 10^{-2} \end{smallmatrix}$	T (keV) $30.89^{+.....}_{-24.22}$	1,0625
tbef	$2.2^{+0.62}_{-0.27}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $6.5 \times 10^{-3} \begin{smallmatrix} +9.37 \times 10^{-4} \\ -9.37 \times 10^{-4} \end{smallmatrix}$	T (keV) $56^{+.....}_{-51.1}$	1.06397

V426 Oph yıldızı için sertlik oranı değerleri

V426 Oph için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri Çizelge 6.5'de verilmiştir.

Çizelge 6.5. V426 Oph yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
16	96	273	803	611	192
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,714285714	0,492565056	0,019925280	0,339975093	1,421875000	3,182291667

V426 Oph yıldızı için sayım oranı değeri

ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde, incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.6).

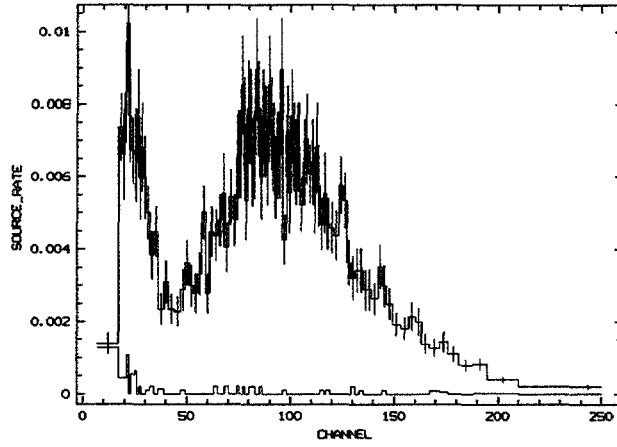
Çizelge 6.6. V426 Oph yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
V426 Oph	5794,38	1,007	16242	0,977155983	0,367648706

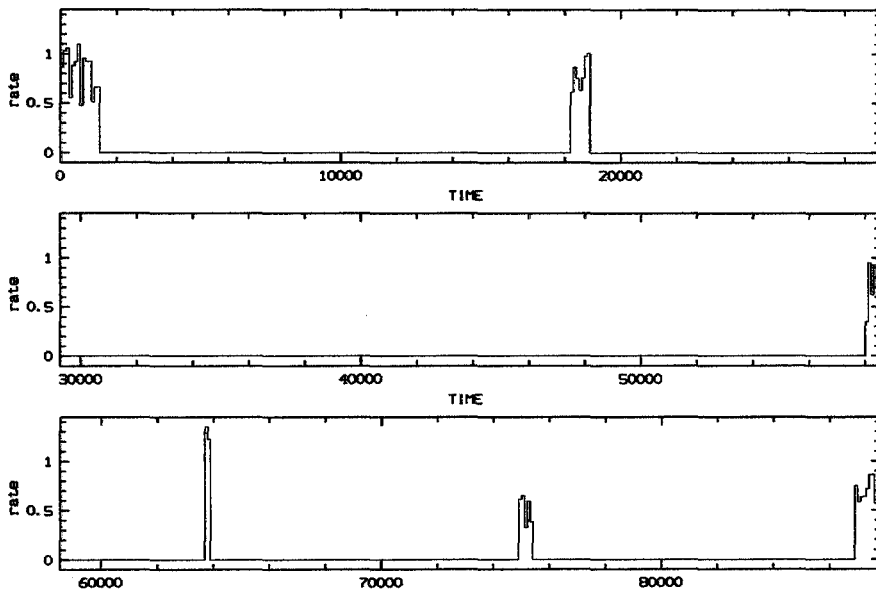
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.34). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, WW Cet [a00] için görüntü üzerinde 150"’lik bir yarıçap tespit edilmiştir. 40° civarında sıra dışı bir yoğunluk artışı belirlenmiştir.

WW Cet [a00] gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağın, uydu verisindeki $r1_{WWCet}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r2_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.35).



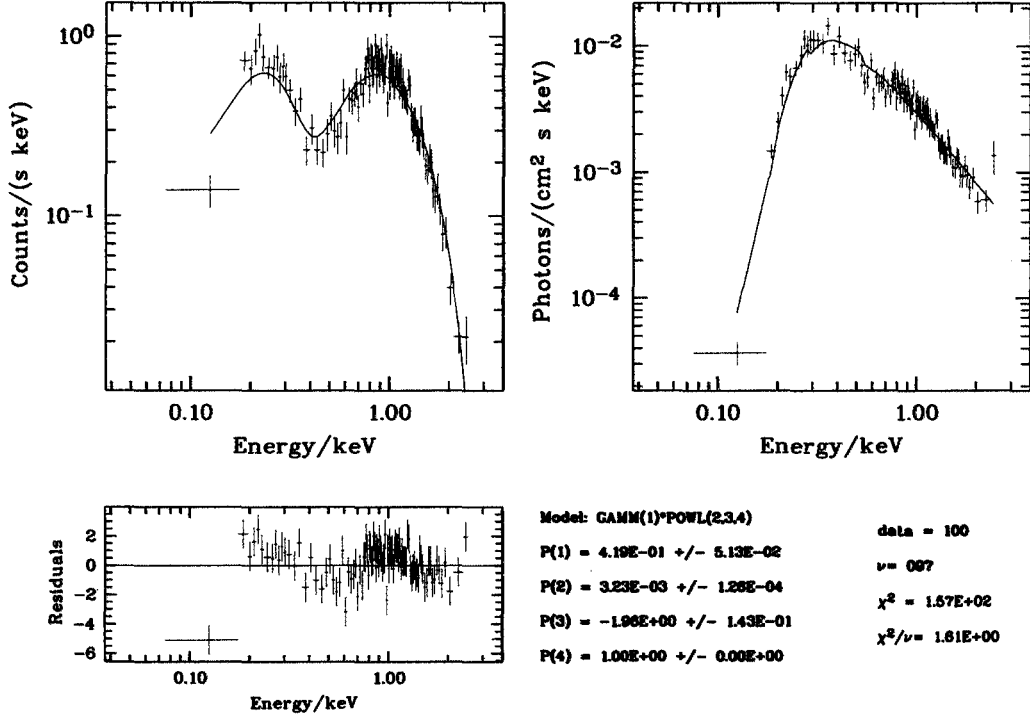
Şekil 6.35. WW Cet [a00] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.36. WW Cet [a00] yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

WW Cet [a00] yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin (0-106.9), (961.74-1015.17), (3098.94-3125.65), (3408.83-3419.52), (4007.25-4176), (4648.41-4701.84) saniyelerinde aktivite belirlenmiştir (Şekil 6.36).

WW Cet [a00] gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.37. WW Cet [a00] yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 157 ve serbestlik derecesi 97, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.61 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.37).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.419 \pm 5.13 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atoms/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genlik değeri $3.23 \times 10^{-3} \pm 1.26 \times 10^{-4}$ foton/ $cm^2/s/keV$ ve $\Gamma = -1.96 \pm 0.143$ foton indeks değeri olarak çıkarılmıştır.

Foton indeksi ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 156.6 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.419^{+0.039}_{-0.038} \times 10^{21} H.atoms/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.419^{+0.064}_{-0.061} \times 10^{21} H.atoms/cm^2,$$

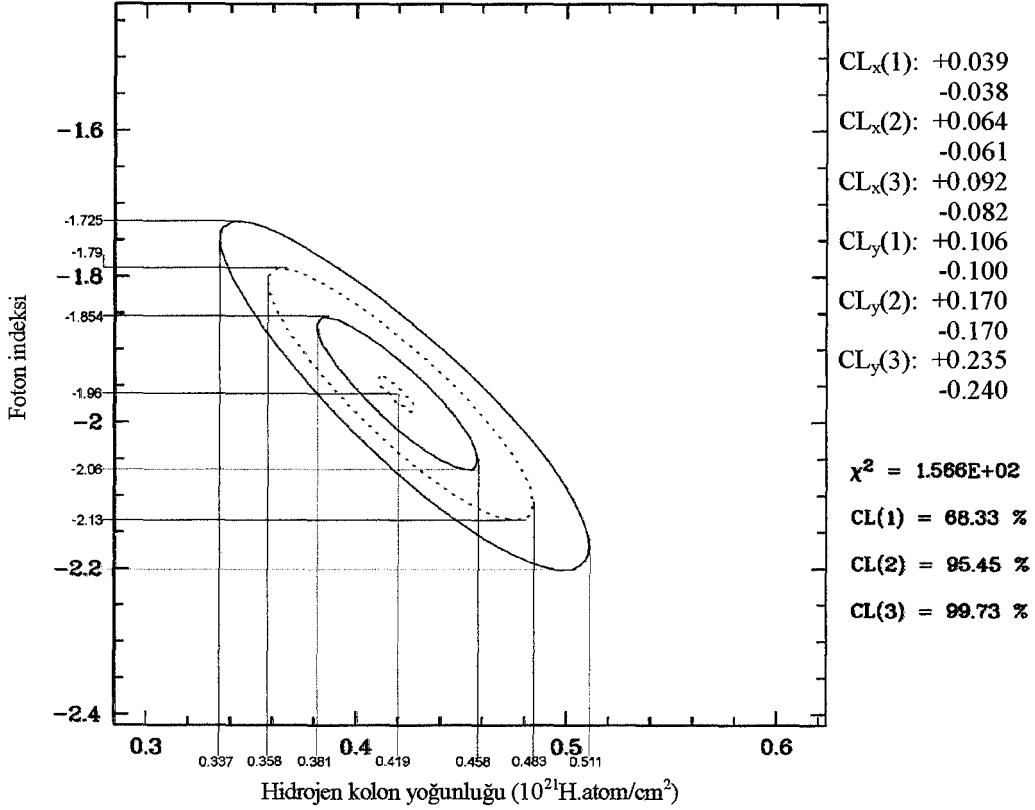
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.419^{+0.092}_{-0.082} \times 10^{21} H.atoms/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Foton indeksi değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.96^{+0.106}_{-0.100}$,

%95.45 güven aralığında $-1.96^{+0.170}_{-0.170}$,

%99.73 güven aralığında $-1.96^{+0.235}_{-0.240}$, olarak belirlenmiştir (Şekil 6.38).



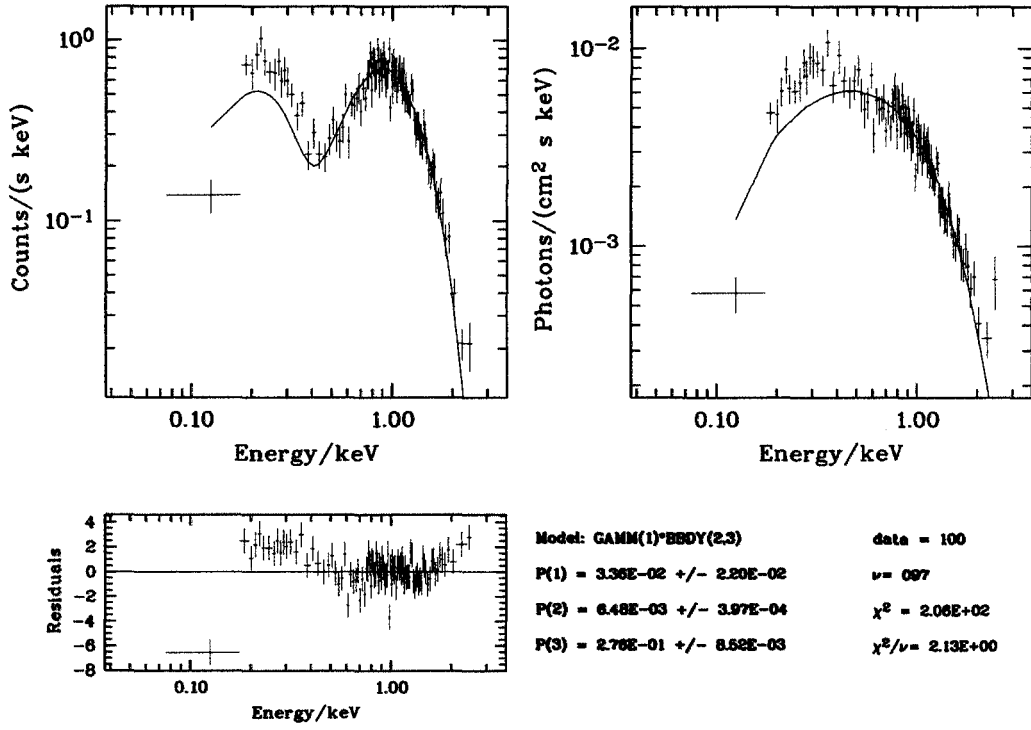
Şekil 6.38. WW Cet [a00] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.6144 uyumluluk değeri ile güç kanunu modeli WW Cet için kabul edilebilirlik sınırları içindedir.

WW Cet [a00] gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 206 ve serbestlik derecesi 97'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.13 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.39).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0336 \pm 0.022 \times 10^{21} H.atoms/cm^2$, foton akısı değeri $6.48 \times 10^{-3} \pm 3.97 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.276 \pm 8.52 \times 10^{-3}$ keV olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.39. WW Cet [a00] yıldızının BBDY model analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 206.3 olarak çıkarılmıştır. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.034^{+0.016}_{-0.016} \times 10^{21} H.atoms/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.034^{+0.028}_{-0.023} \times 10^{21} H.atoms/cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.034^{+0.039}_{-0.032} \times 10^{21} H.atoms/cm^2,$$

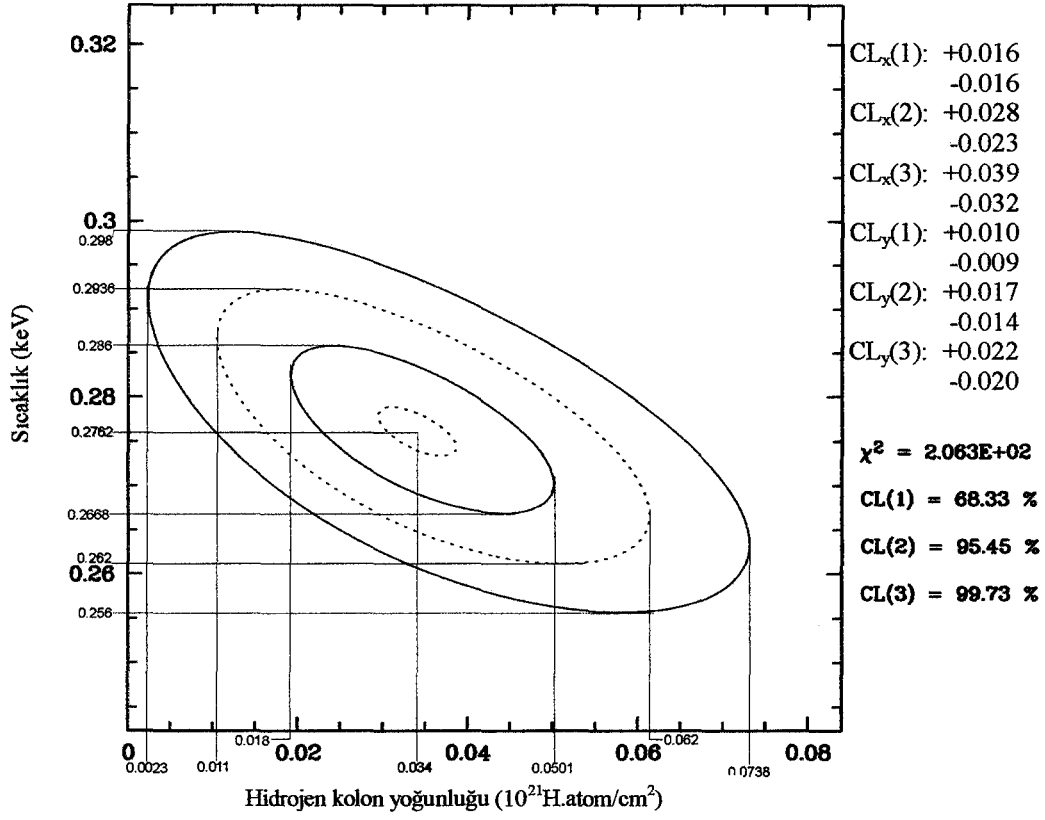
olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2762^{+0.010}_{-0.009} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2762^{+0.017}_{-0.014} \text{ keV},$$

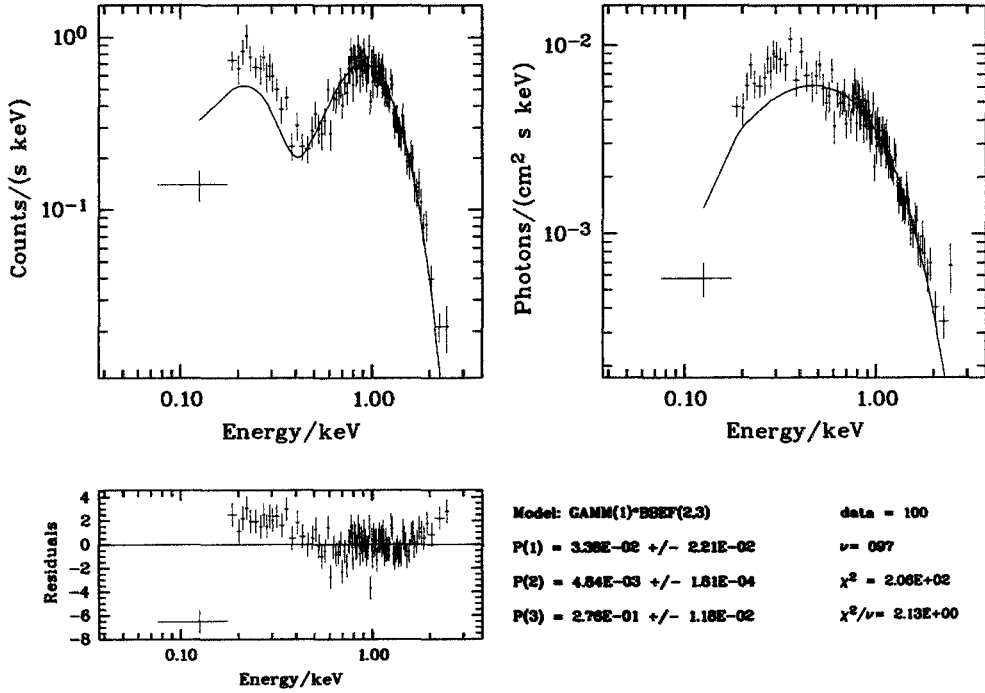
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2762^{+0.022}_{-0.020} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.40).}$$

Kara cisim modele uyumluluk 2.1268 olmasından dolayı modelin WW Cet [a00] yıldızı için uygun olmadığı ortaya çıkmıştır.



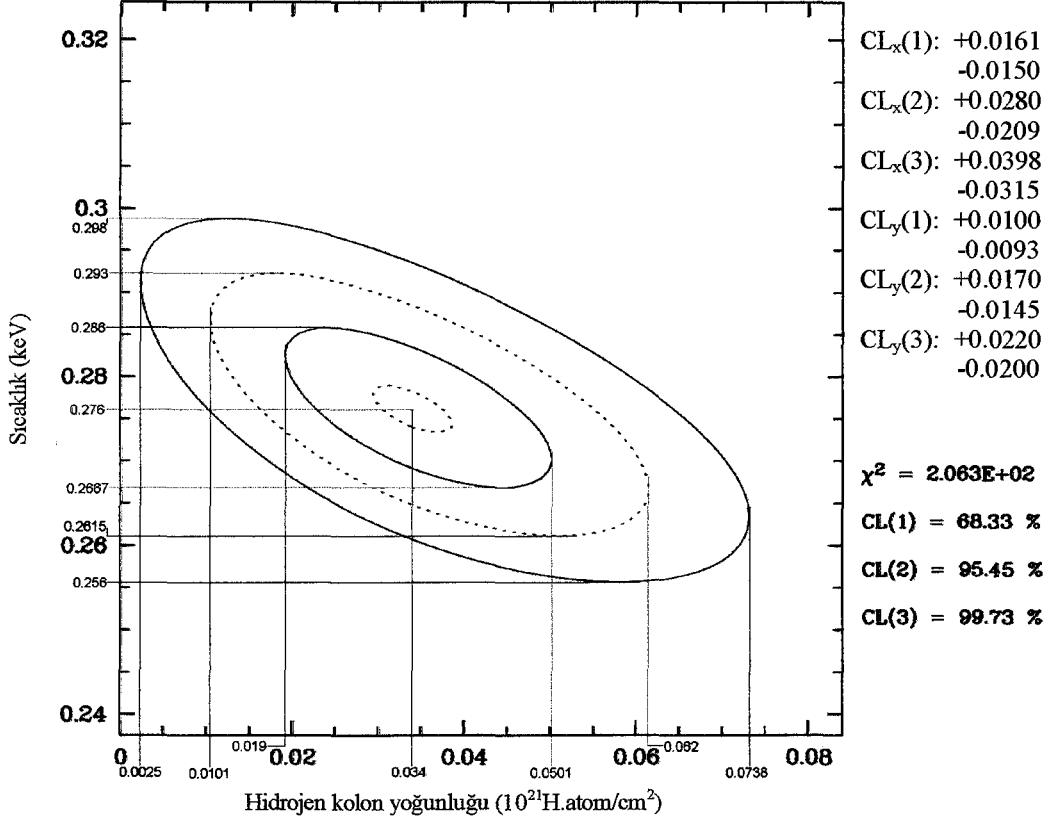
Şekil 6.40. WW Cet [a00] yıldızının BBDY Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

WW Cet [a00] gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.41. WW Cet [a00] yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 206 ve serbestlik derecesi 97'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.13 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.41).



Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0338 \pm 0.0221 \times 10^{21} H.atoms / cm^2$, enerji akı değeri $4.84 \times 10^{-3} \pm 1.81 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.276 \pm 1.18 \times 10^{-2} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 206.3 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğunun;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.034^{+0.0161}_{-0.0150} \times 10^{21} H.atoms / cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.034^{+0.0280}_{-0.0209} \times 10^{21} H.atoms / cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.034^{+0.0398}_{-0.0315} \times 10^{21} H.atoms / cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.276^{+0.0100}_{-0.0093} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.276^{+0.0170}_{-0.0145} \text{ keV},$$

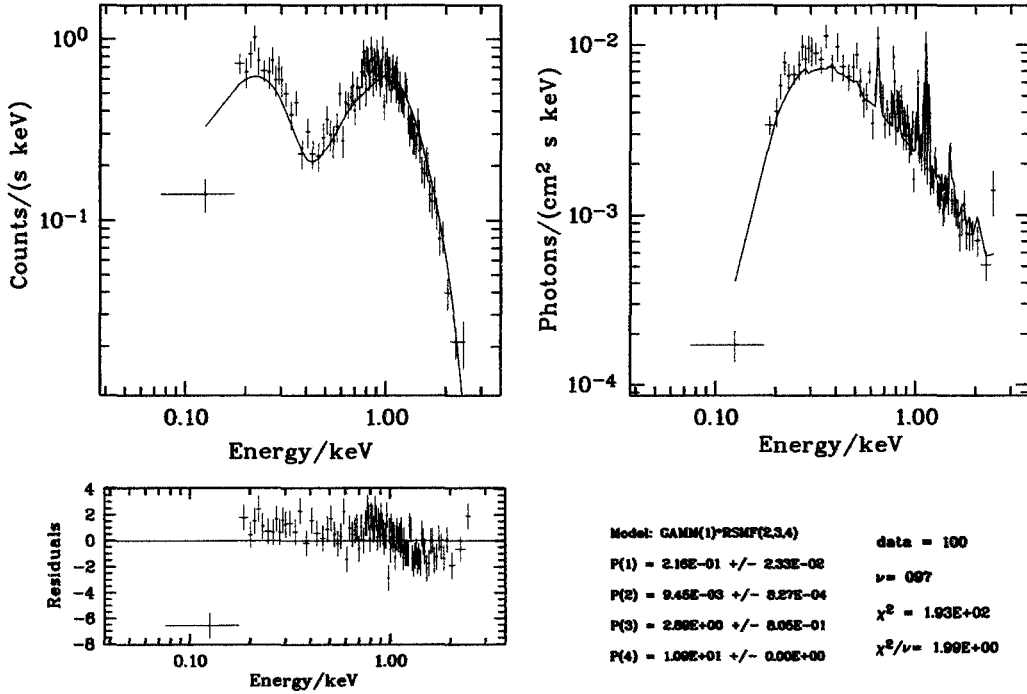
%99.73 güven aralığında $0.276^{+0.022}_{-0.020}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.42).

Kara cisim modeline uyumluluk 2.1268 olmasından dolayı modelin WW Cet [a00] yıldızı için uygun olmadığı ortaya çıkmıştır.

WW Cet [a00] gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF)

[full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 193 ve serbestlik derecesi 97 olarak bulunmuş, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.99 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.43). Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu, $0.216 \pm 0.0233 \times 10^{21} H.atoms/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $9.45 \times 10^{-3} \pm 8.27 \times 10^{-4}$ cm^{-5} ve sıcaklık değeri $T = 2.89 \pm 0.805$ keV olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.43. WW Cet [a00] yıldızının RSMF Model analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 193 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.2176^{+0.043}_{-0.015} \times 10^{21} H.atoms/cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.2176^{+0.023}_{-0.023} \times 10^{21} H.atoms/cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.2176^{+0.033}_{-0.031} \times 10^{21} H.atoms / cm^2$,

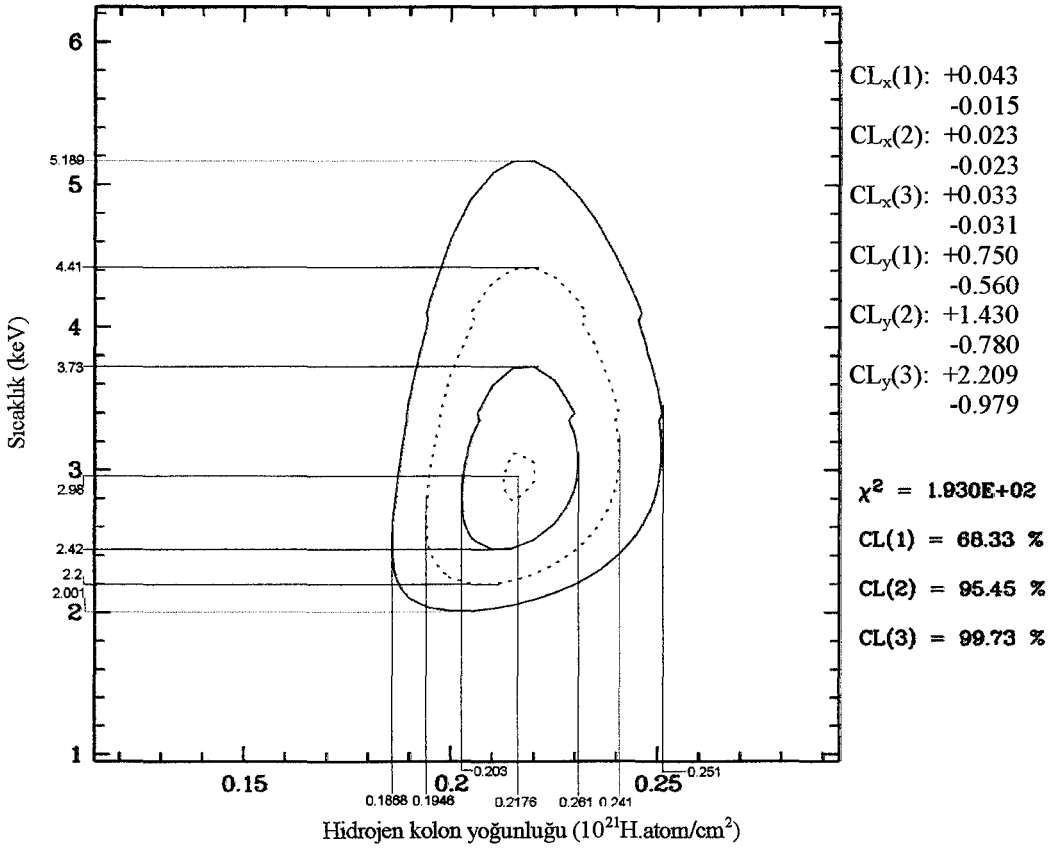
olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $2.98^{+0.750}_{-0.560}$ keV,

%95.45 güven aralığında $2.98^{+1.430}_{-0.780}$ keV,

%99.73 güven aralığında $2.98^{+2.209}_{-0.979}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.44).

1.9896 uyumluluk değeri ile RSMF, WW Cet için uygun bir model olabilme sınırları içindedir.



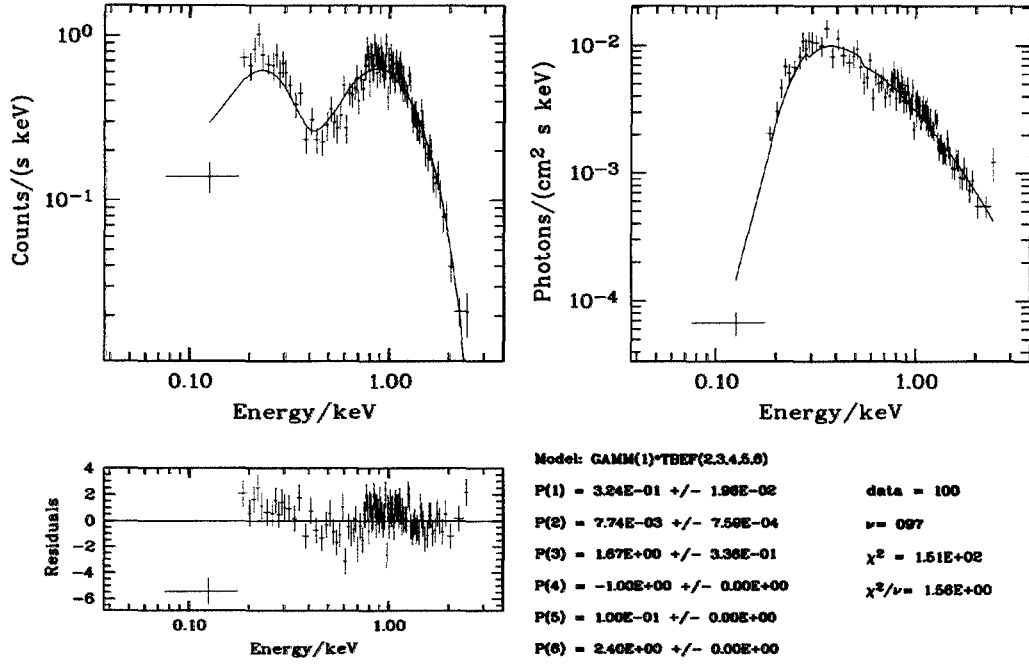
Şekil 6.44. WW Cet [a00] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

WW Cet [a00] gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

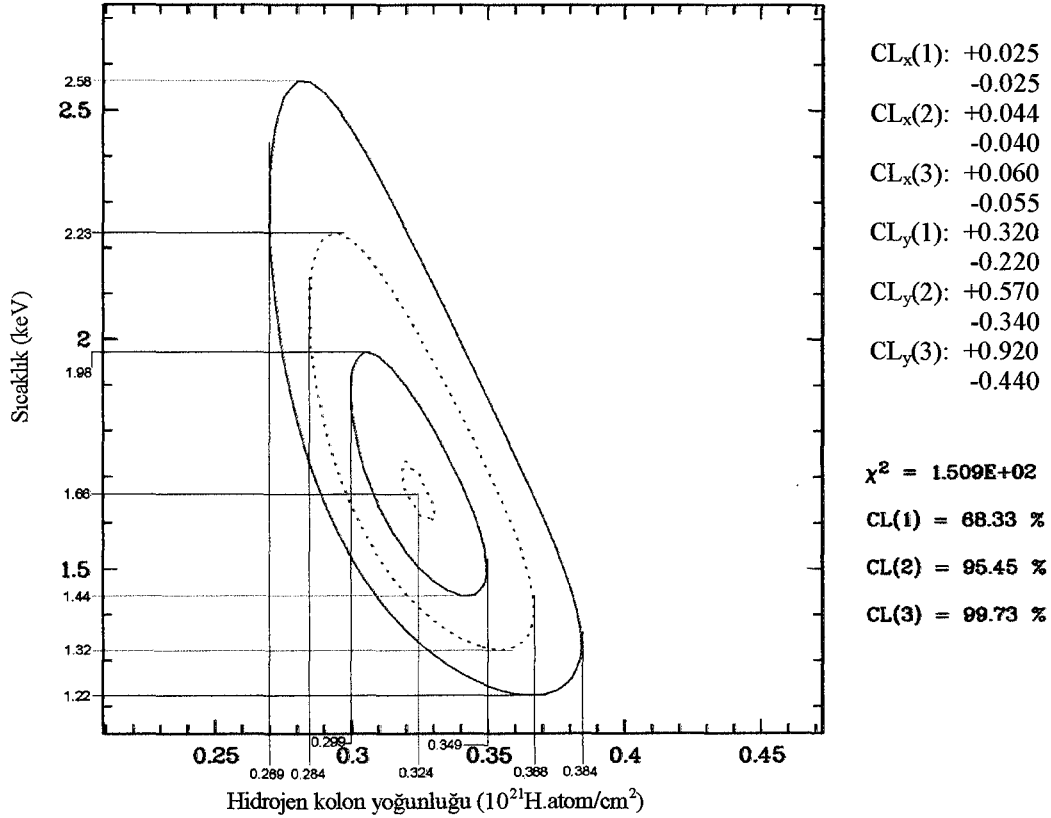
Thermal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 151 ve serbestlik derecesi 97'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.56 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.45).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.324 \pm 0.0196 \times 10^{21} H.atoms / cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akı genlik değeri

$7.74 \times 10^{-3} \pm 7.59 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 1.67 \pm 0.336 \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.45. WW Cet [a00] yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.46. WW Cet [a00] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 150.9 olarak belirlenmiştir. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.324^{+0.025}_{-0.025} \times 10^{21} \text{ H.atoms / cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.324^{+0.044}_{-0.040} \times 10^{21} \text{ H.atoms / cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.324^{+0.060}_{-0.055} \times 10^{21} \text{ H.atoms / cm}^2,$$

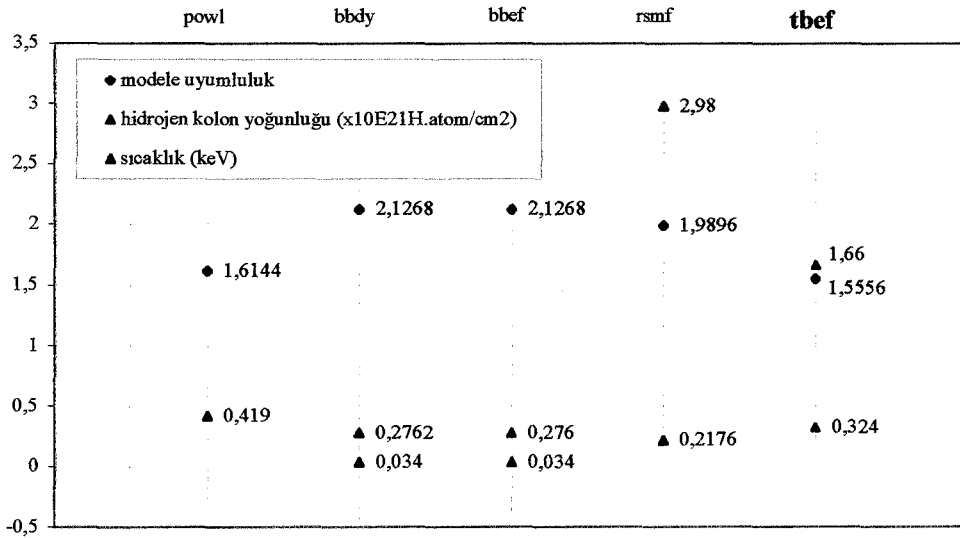
olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 1.66^{+0.320}_{-0.220} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 1.66^{+0.570}_{-0.340} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 1.66^{+0.920}_{-0.440} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.46).}$$

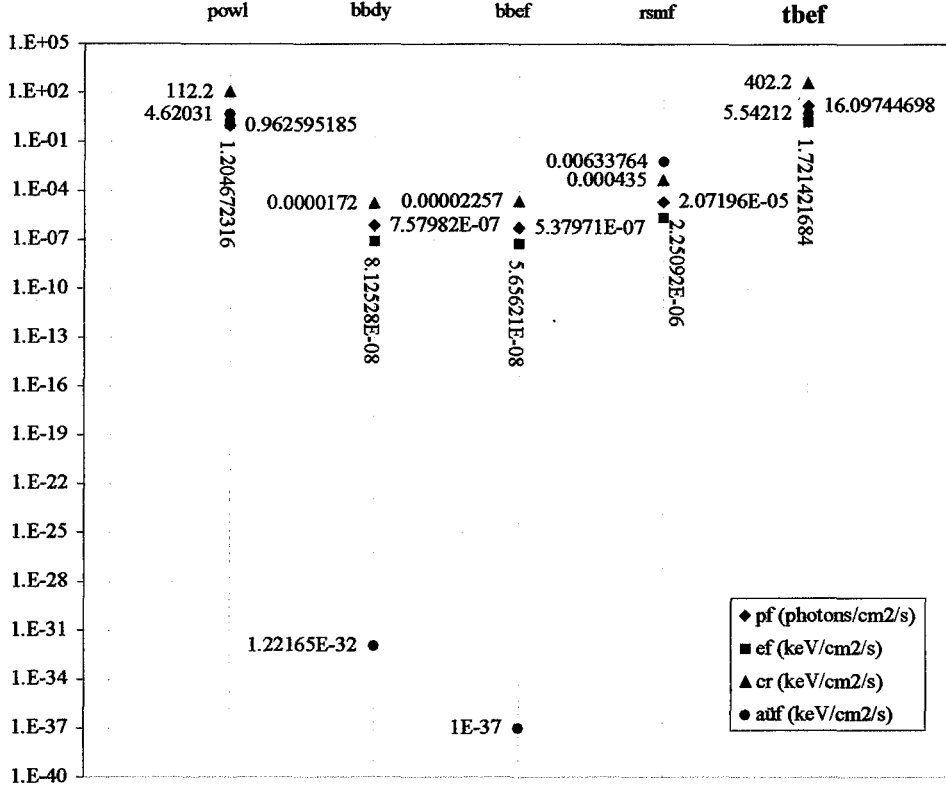
1.5556 uyumluluk değeri ile TBEF, WW Cet için uygun bir model olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.47. WW Cet [a00] yılızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

WW Cet [a00] için değerlendirilen modeller içinde 1.5556 uyumluluk değeri ile Isısal Bremsstrahlung en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.47).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.47'de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.48'de verilmiş ve tüm modellere göre spektral analiz sonuçları Çizelge 6.7'de verilmiştir.



Şekil 6.48. WW Cet [a00] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

Çizelge 6.7. WW Cet [a00] yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} H. atom / cm^2$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
powl	$0.419^{+0.064}_{-0.061}$	$0.00323^{+1.26 \times 10^{-4}}_{-1.26 \times 10^{-4}}$	$-1.96^{+0.170}_{-0.170}$	1,6144
bbdy	$0.034^{+0.028}_{-0.023}$	foton akısı (foton/cm ² /s) $0.00648^{+3.97 \times 10^{-4}}_{-3.97 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.2762^{+0.017}_{-0.014}$	2.1268
bbef	$0.034^{+0.0280}_{-0.0209}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $5.79 \times 10^{-3}^{+6.72 \times 10^{-4}}_{-6.72 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.276^{+0.0170}_{-0.0145}$	2.1268
rsmf	$0.2176^{+0.023}_{-0.023}$	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) $9.45 \times 10^{-3}^{+8.27 \times 10^{-4}}_{-8.27 \times 10^{-4}}$	T (keV) $2.98^{+1.43}_{-0.78}$	1,9896
tbef	$0.324^{+0.044}_{-0.040}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $7.74 \times 10^{-3}^{+7.59 \times 10^{-4}}_{-7.59 \times 10^{-4}}$	T (keV) $1.66^{+0.570}_{-0.340}$	1.5556

WW Cet [a00] yıldızı için emisyon ölçümü

WW Cet [a00]'nın bilinen uzaklığı $D=100$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(9.45 \times 10^{-3} \pm 8.27 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde WW Cet [a00] için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 11.4 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

WW Cet [a00] yıldızı için sertlik oranı

WW Cet [a00] için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.8'de verilmiştir.

Çizelge 6.8. WW Cet [a00] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
136	471	165	306	250	56
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,551894563	0,299363057	0,444444444	0,539215686	2,946428571	4,464285714

WW Cet [a00] yıldızı için sayım oranı değeri

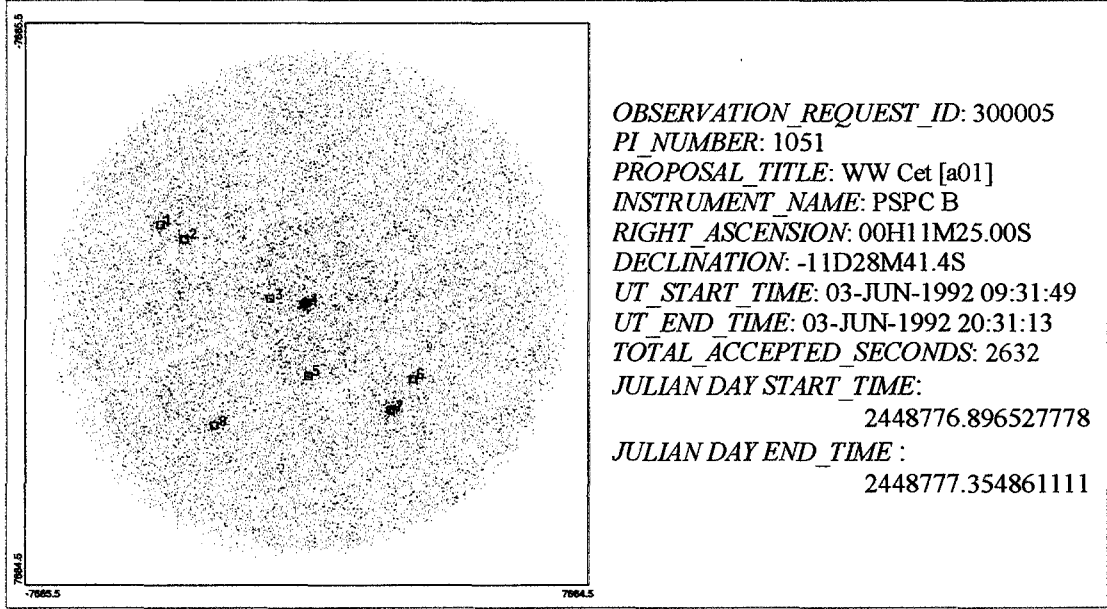
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.9).

Çizelge 6.9. WW Cet [a00] yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
WW Cet [a00]	1433,21	1,004	4702	0,969605684	0,315620908

6.1.4. WW Cet [a01] Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

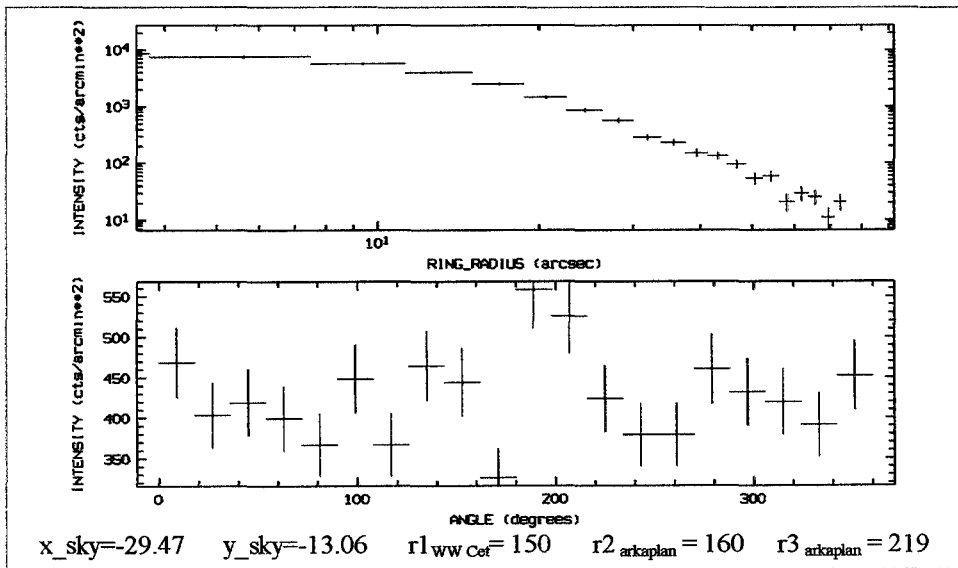
WW Cet [a01] gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.49. WW Cet [a01] yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300005a01 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 4 numaralı kaynak WW Cet olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler ortaya çıkartılmıştır (Şekil 6.49).

WW Cet [a01] gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

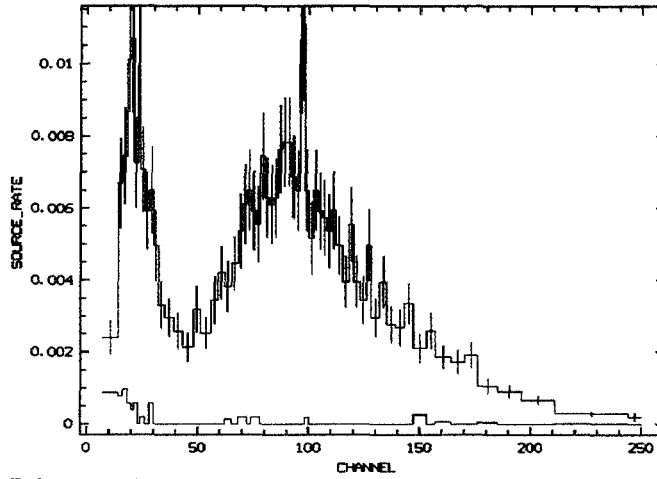


Şekil 6.50. WW Cet [a01] yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

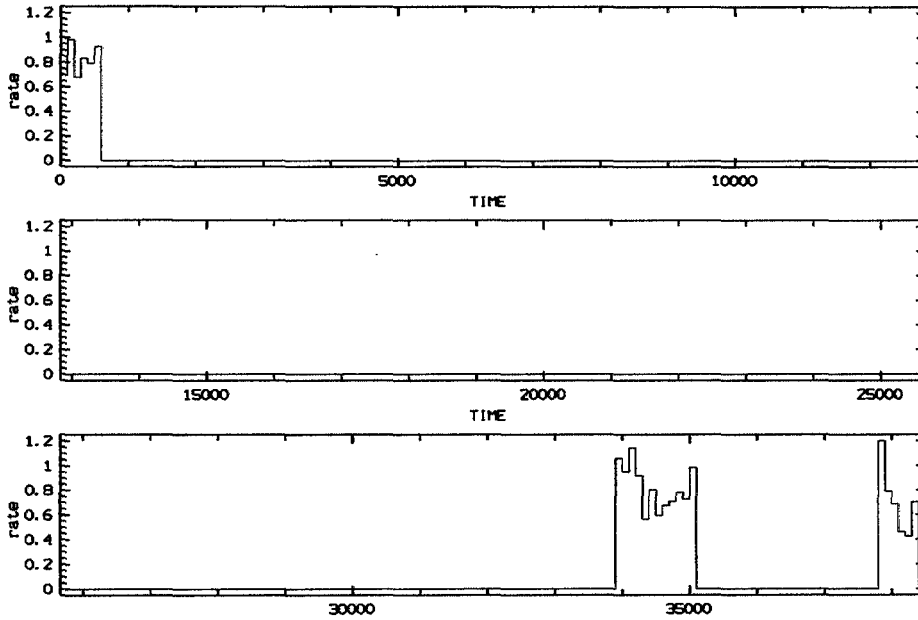
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.50). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, WW Cet [a01] için görüntü üzerinde 150"’lik bir yarıçap belirlenmiştir.

WW Cet [a01] gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağın, uydu verisindeki konumunda $r1_{WWCet[a01]}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r2-r3_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin tek bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.51).



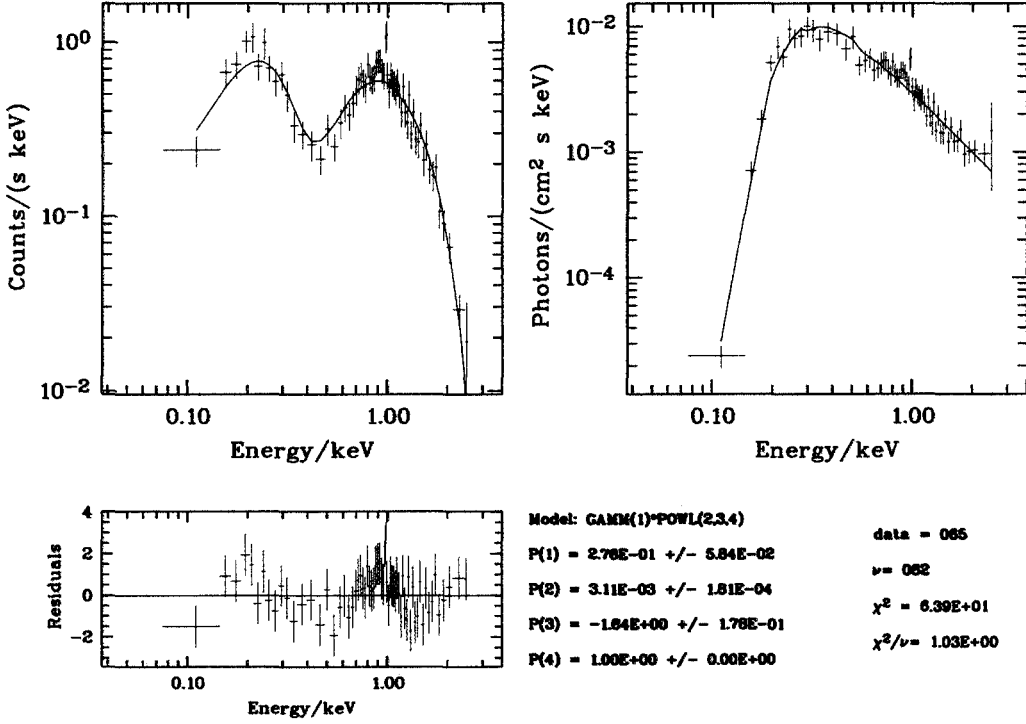
Şekil 6.51. WW Cet [a01] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.52. WW Cet [a01] yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

WW Cet yıldızına ait ışık eğrisinde, gözlemin (0-41.016), (2324.24-2392.6), (2584.008-2631.86) saniyeleri arasında aktivite belirlenmiştir (Şekil 6.52).

WW Cet [a01] gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.53. WW Cet [a01] yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 63.9 ve serbestlik derecesi 62 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.03 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.53). Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.276 \pm 5.84 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $3.11 \times 10^{-3} \pm 1.81 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.64 \pm 0.178$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeksi ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 63.93'dür. Hidrojen kolon yoğunluğunun;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.277^{+0.045}_{-0.046} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.277^{+0.079}_{-0.073} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

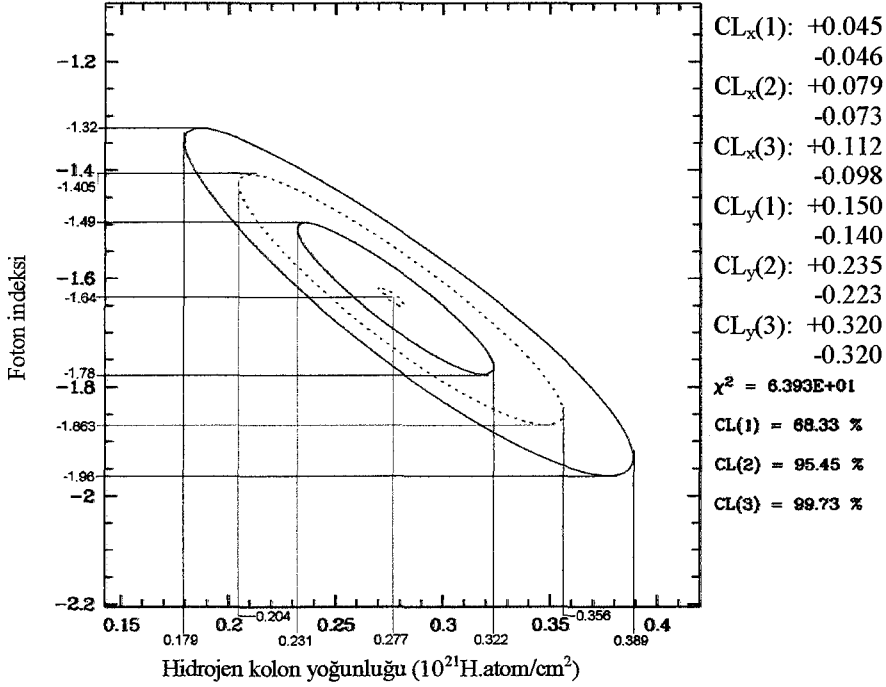
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.277^{+0.112}_{-0.098} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.64^{+0.150}_{-0.140}$,

%95.45 güven aralığında $-1.64^{+0.235}_{-0.223}$,

%99.73 güven aralığında $-1.64^{+0.320}_{-0.320}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.54).



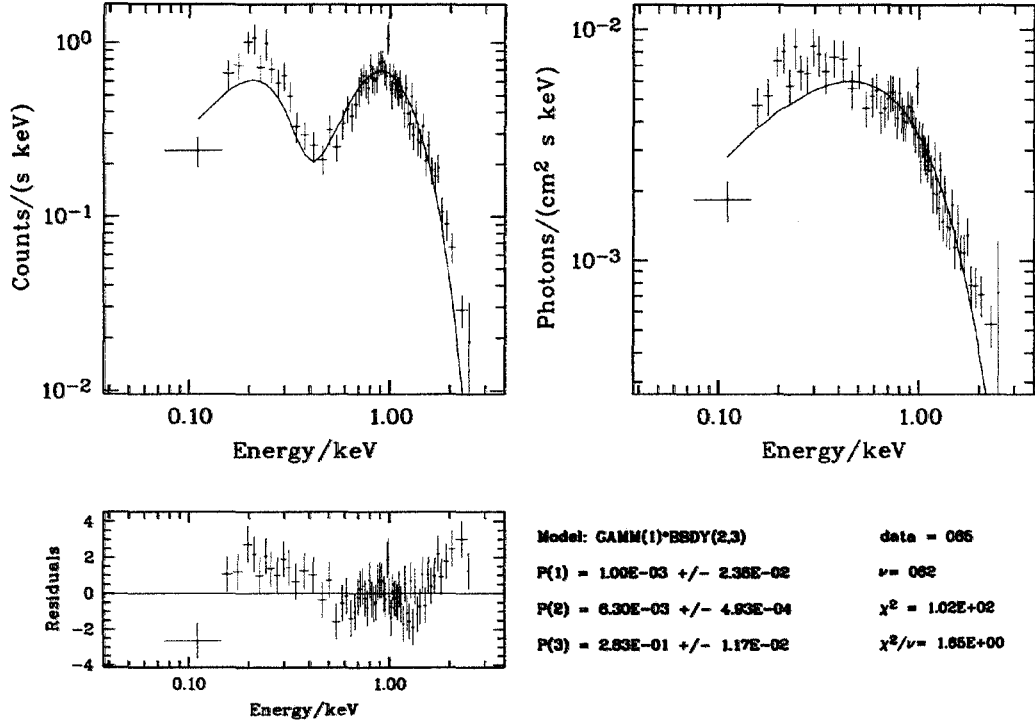
Şekil 6.54. WW Cet [a01] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.0311 uyumluluk değerine sahip POWL, WW Cet için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

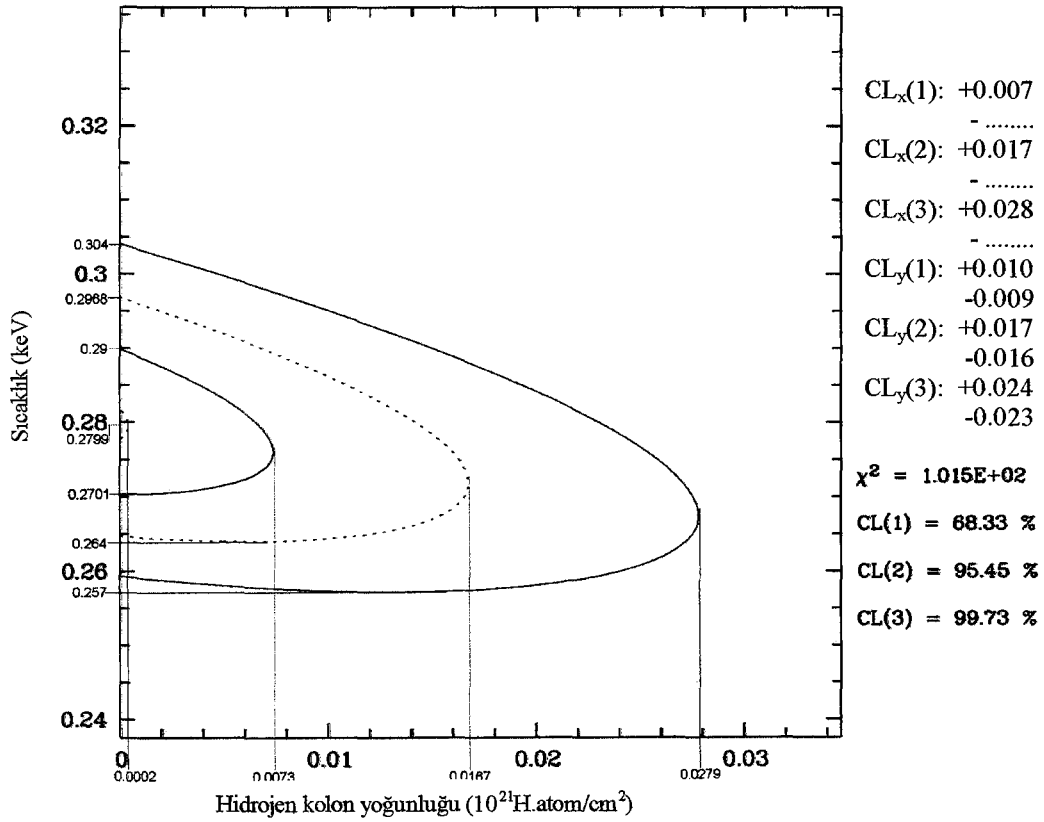
WW Cet [a01] gözlemi için Karacisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 102 ve serbestlik derecesi 62'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.65 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.55).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0238 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akısı değeri $6.3 \times 10^{-3} \pm 4.93 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.283 \pm 1.17 \times 10^{-2}$ keV olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.55. WW Cet [a01] yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.56. WW Cet [a01] yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 101.5, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0002_{-0.0001}^{+0.0007} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0002_{-0.0001}^{+0.0017} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0002_{-0.0001}^{+0.0028} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

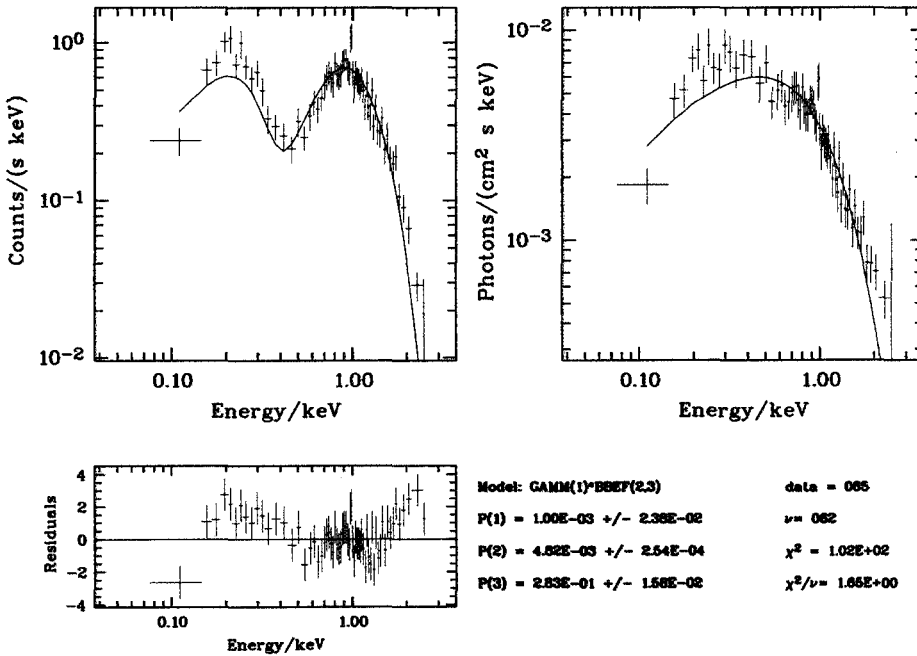
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2799_{-0.009}^{+0.010} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2799_{-0.016}^{+0.017} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2799_{-0.023}^{+0.024} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.56).}$$

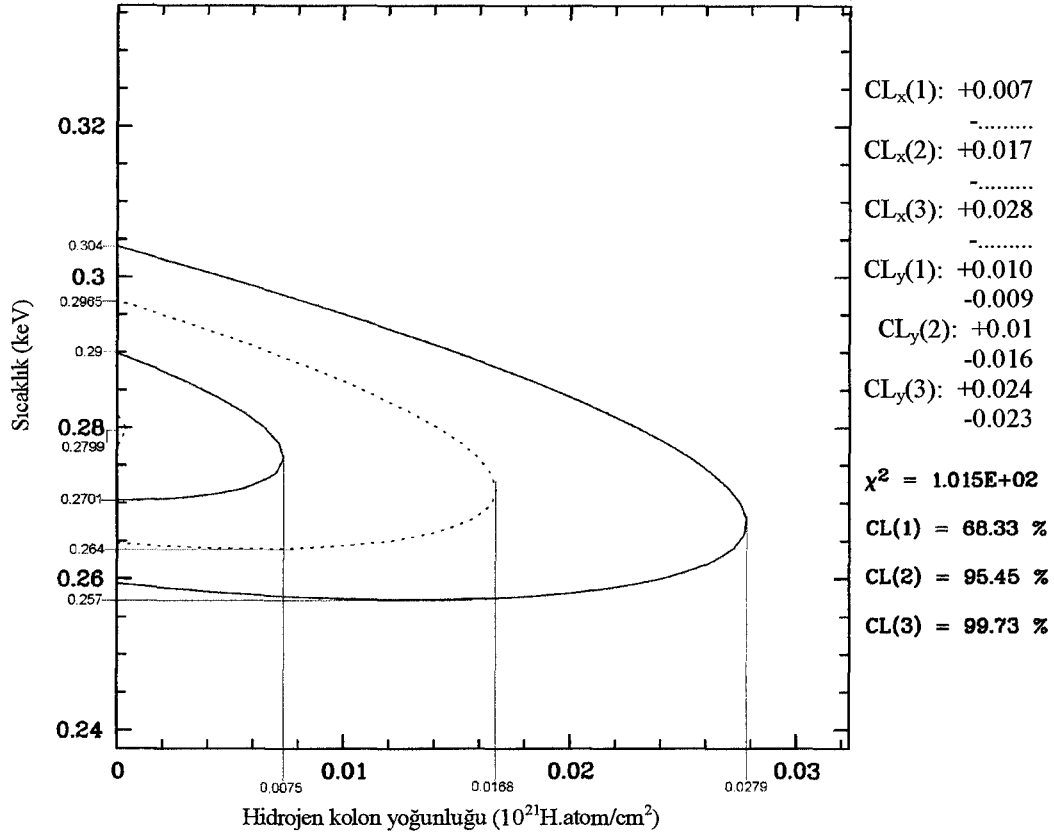
Kara cisim modeline uyumluluk 1.6371 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olmasından dolayı WW Cet yıldızı için modelin uygun olabileceği ortaya çıkmıştır.

WW Cet [a01] gözlemi için Karacisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.57. WW Cet [a01] yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 102 ve serbestlik derecesi 62'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.65 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.57).



Şekil 6.58. WW Cet [a01] yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu değeri $0.001 \pm 0.0238 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, enerji akısı değeri $4.82 \times 10^{-3} \pm 2.54 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 0.283 \pm 1.58 \times 10^{-2} keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 101.5, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0002_{-.....}^{+0.007} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0002_{-.....}^{+0.017} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0002_{-.....}^{+0.0028} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2799_{-0.009}^{+0.010} keV,$$

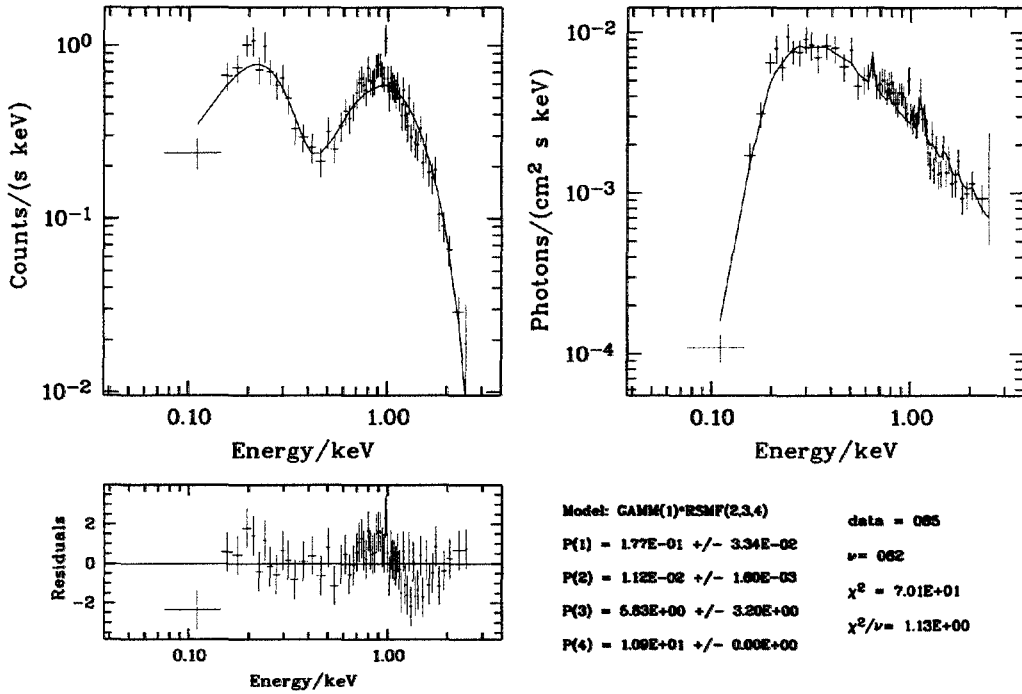
$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2799_{-0.016}^{+0.010} keV,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2799_{-0.023}^{+0.024} keV, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.58).}$$

Karacisim modeline uyumluluk 1.6371 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olmasından dolayı WW Cet yıldızı için modelin uygun olabileceği ortaya çıkmıştır.

WW Cet [a01] gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plasma Emission modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 70.1 ve serbestlik derecesi 62'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.13 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.59).



Şekil 6.59. WW Cet [a01] yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.177 \pm 3.34 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $1.12 \times 10^{-2} \pm 1.6 \times 10^{-3} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 5.83 \pm 3.2 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 70.37, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.177^{+0.017}_{-0.016} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.177^{+0.029}_{-0.026} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

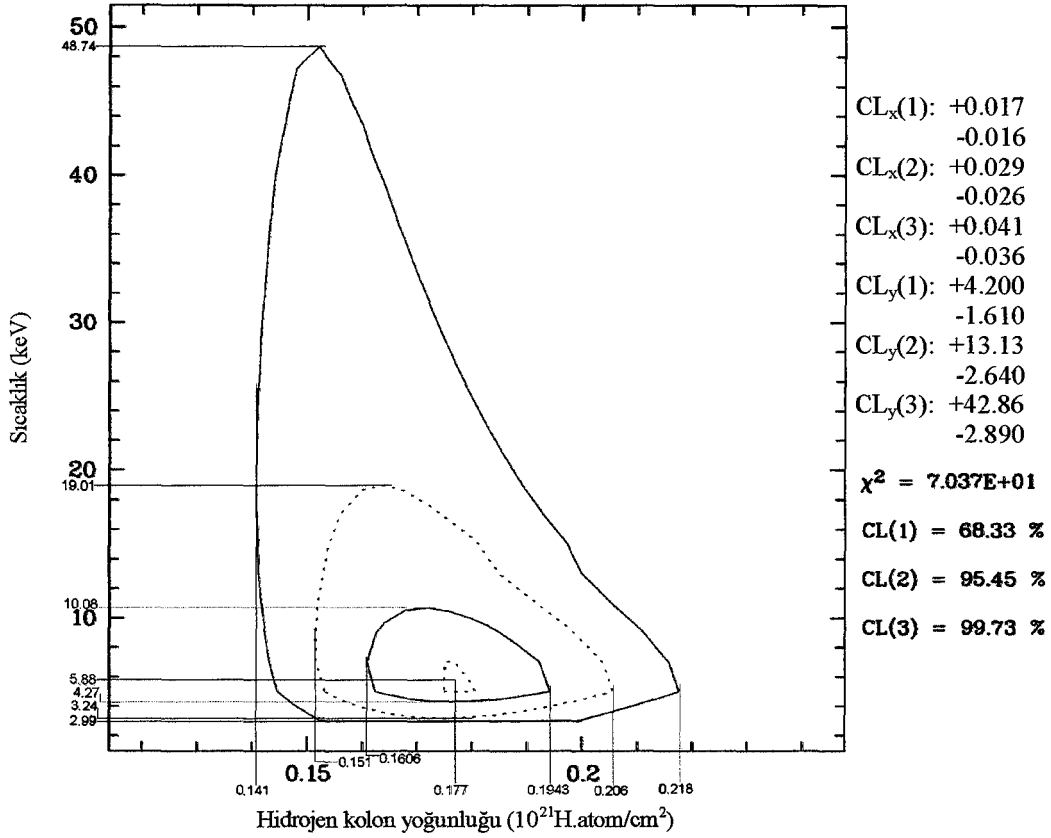
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.177^{+0.041}_{-0.036} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $5.88^{+4.200}_{-1.610}$ keV,

%95.45 güven aralığında $5.88^{+13.13}_{-2.640}$ keV,

%99.73 güven aralığında $5.88^{+42.86}_{-2.890}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.60).



Şekil 6.60. WW Cet [a01] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

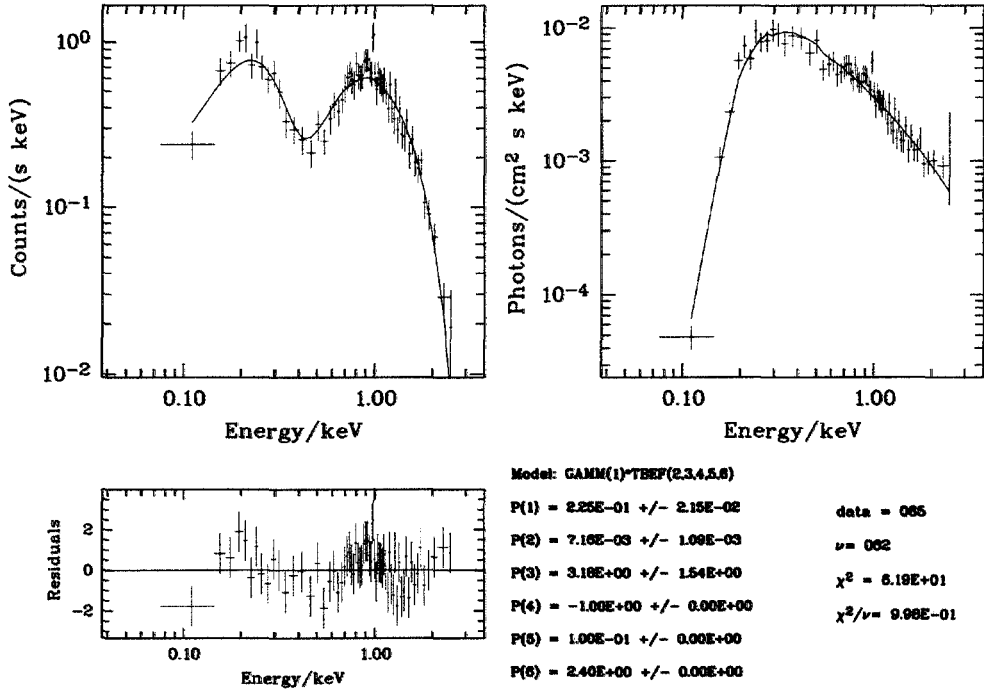
1,135 uyumluluk değerine göre RSMF modeli WW Cet için kabul edilebilir.

WW Cet [a01] gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

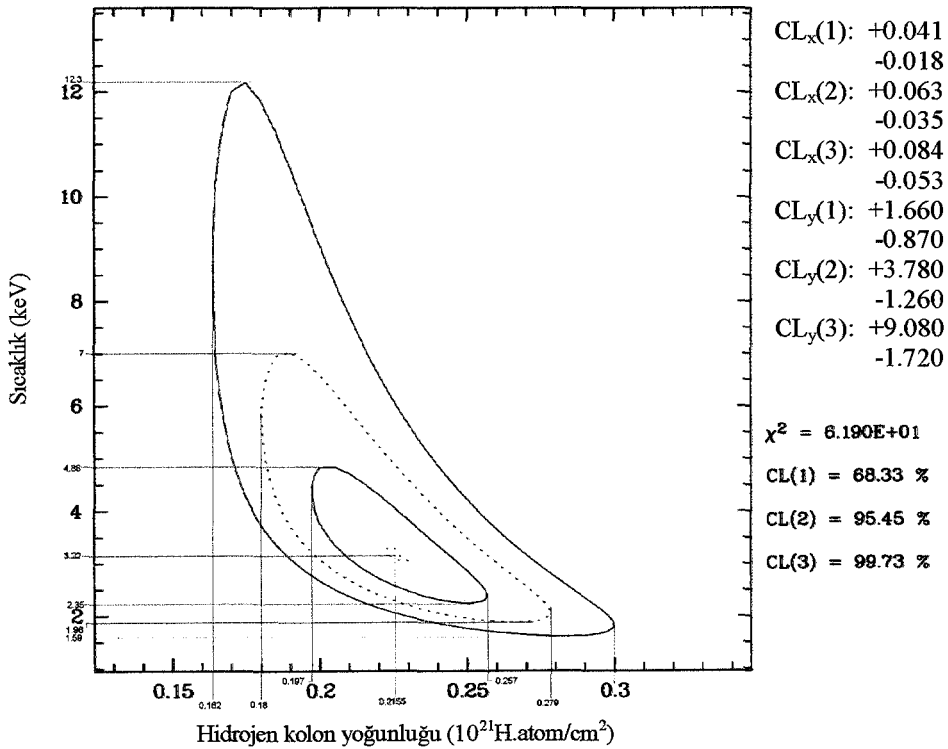
Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 61.9 ve serbestlik derecesi 62'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 0.998 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.61).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.225 \pm 0.0215 \times 10^{21} H.atoms / cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akı genliği değeri

$7.16 \times 10^{-3} \pm 1.09 \times 10^{-3} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.18 \pm 1.54 \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.61. WW Cet [a01] yıldızının TBEF modeli analizi sonuçları



Şekil 6.62. WW Cet [a01] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 61.9, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2155^{+0.041}_{-0.018} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2155^{+0.063}_{-0.035} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2155^{+0.084}_{-0.053} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

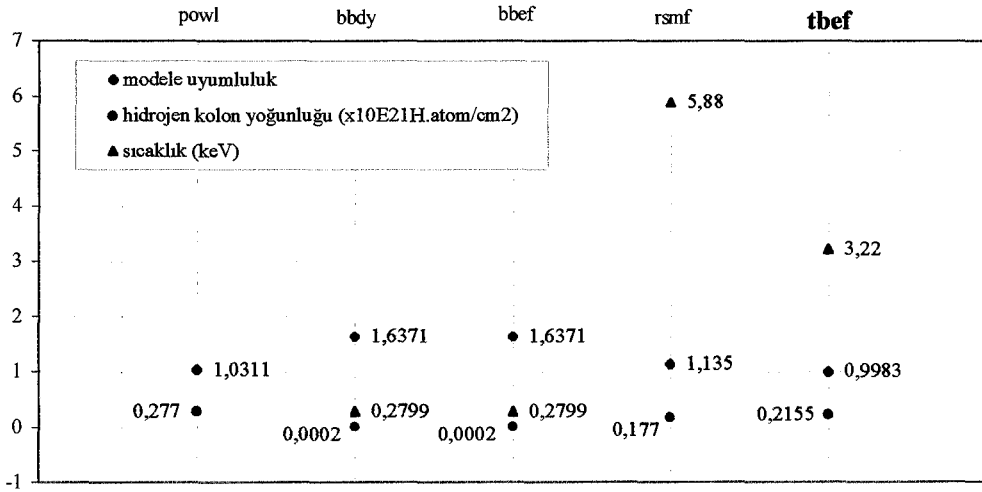
olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 3.22^{+1.660}_{-0.870} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 3.22^{+3.780}_{-1.260} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 3.22^{+9.080}_{-1.720} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.62).}$$

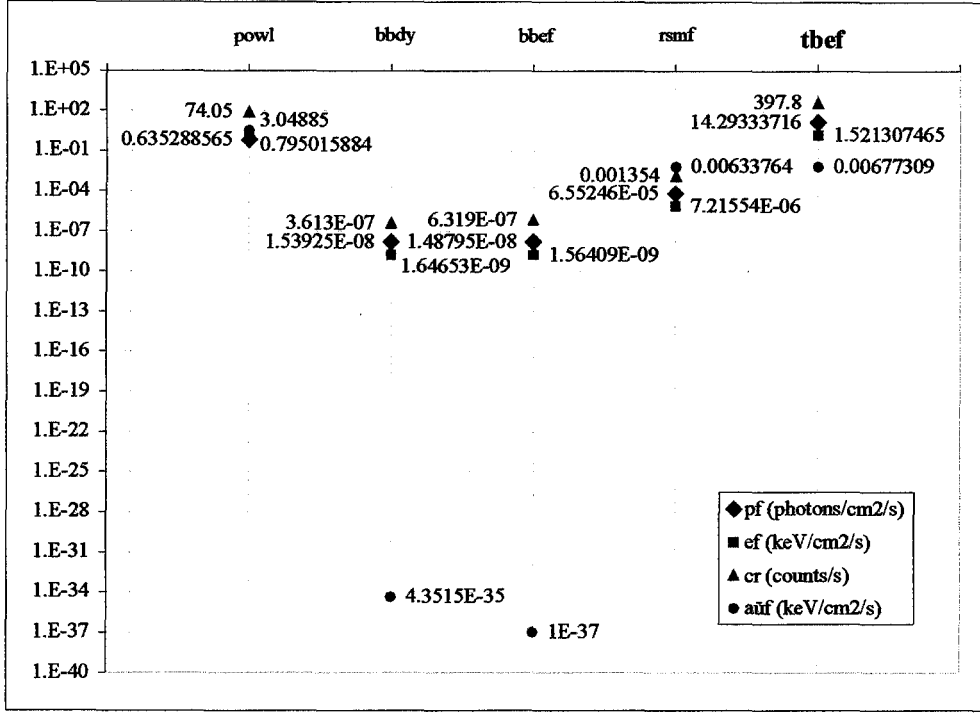
0.9983 değeri ile TBEF, WW Cet için uygun bir model olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.63. WW Cet [a01] yılızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

WW Cet için değerlendirilen modeller içinde 1.56 χ^2 değeri ile Isısal Bremsstrahlung en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.63).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.63’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.64’de verilmiştir.



Şekil 6.64. WW Cet [a01] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

Çizelge 6.10. WW Cet [a01] yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} H.atom / cm^2$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
powl	$0.277^{+0.079}_{-0.073}$	$0.00311^{+1.81 \times 10^{-4}}_{-1.81 \times 10^{-4}}$	$-1.64^{+0.235}_{-0.223}$	1,0311
bbdy	$0.0002^{+0.017}_{-0.0001}$	foton akısı (foton/cm ² /s) $0.00630^{+4.93 \times 10^{-4}}_{-4.93 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.2799^{+0.017}_{-0.016}$	1,6371
bbef	$0.0002^{+0.017}_{-0.0001}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $4.82 \times 10^{-3}^{+2.54 \times 10^{-4}}_{-2.54 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.2799^{+0.010}_{-0.016}$	1.6371
rsmf	$0.177^{+0.029}_{-0.026}$	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) $1.12 \times 10^{-2}^{+1.6 \times 10^{-3}}_{-1.6 \times 10^{-3}}$	T (keV) $5.88^{+13.13}_{-2.640}$	1,135
tbef	$0.2155^{+0.063}_{-0.035}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $7.16 \times 10^{-3}^{+1.09 \times 10^{-3}}_{-1.09 \times 10^{-3}}$	T (keV) $3.22^{+3.780}_{-1.260}$	0.9983

WW Cet yıldızının spektral analiz sonuçları tüm parametreler göz önünde bulundurularak Çizelge 6.10’da verilmiştir.

WW Cet [a01] yıldızı için emisyon ölçümü

WW Cet'in bilinen uzaklığı $D=100$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(1.12 \times 10^{-2} \pm 1.6 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde WW Cet [a01] için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 13.5185792 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

WW Cet [a01] için sertlik oranı değerleri

WW Cet için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri Çizelge 6.11'de verilmiştir.

Çizelge 6.11. WW Cet [a01] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
144	363	148	215	157	42
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0.431952663	0.184573003	0.669767442	0.688372093	3.523809524	3.738095238

WW Cet [a01] yıldızı için sayım oranı değeri

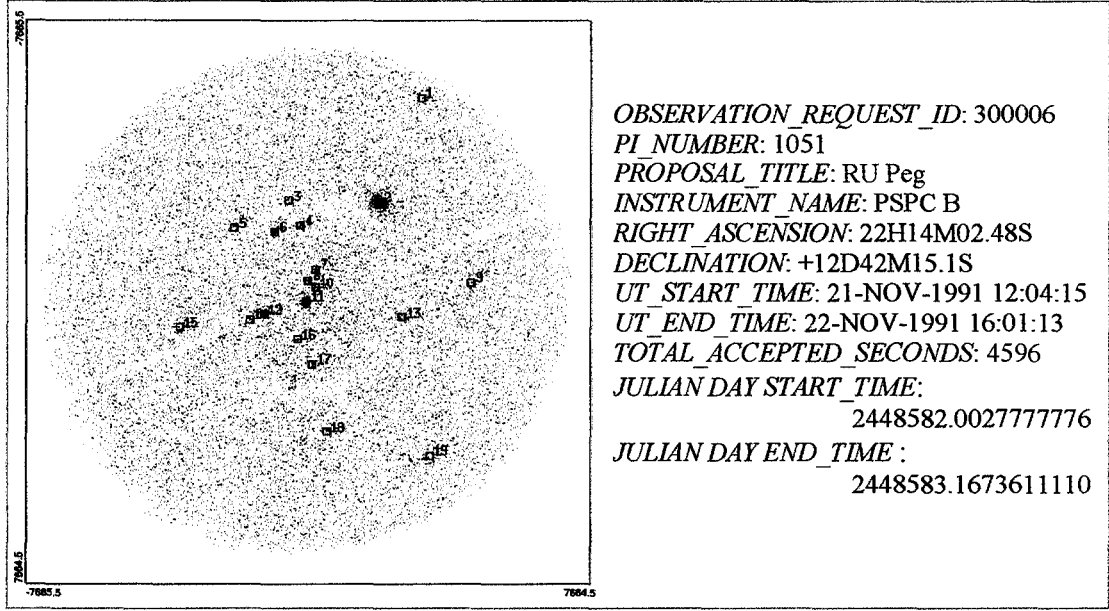
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.12).

Çizelge 6.12. WW Cet [a01] yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
WW Cet [a01]	2061,63	1,007	2632	0,974284708	0,809596132

6.1.5. RU Peg Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

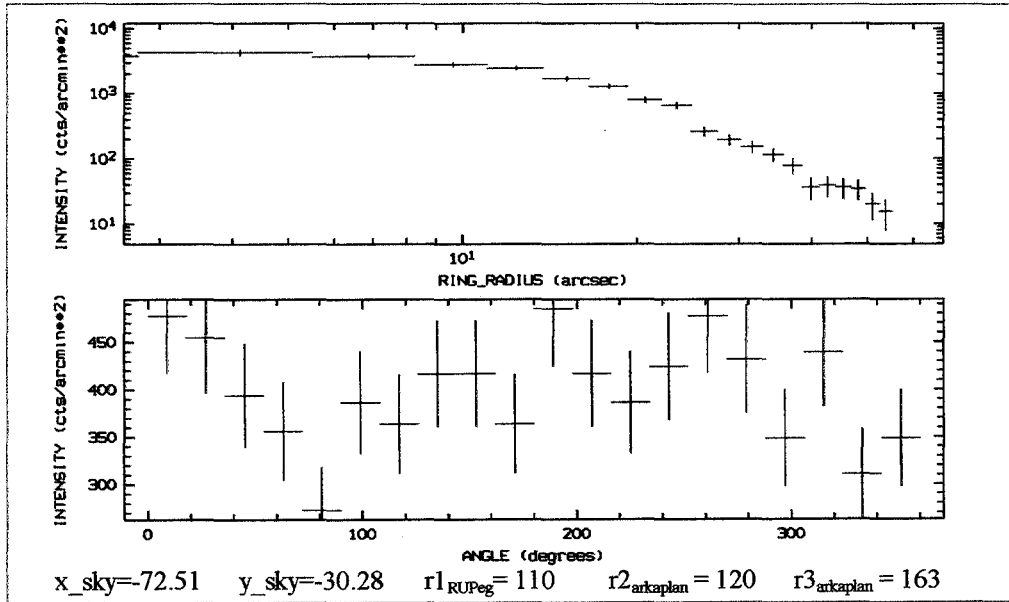
RU Peg gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.65. RU Peg yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300006n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 11 numaralı kaynak RU Peg olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler ortaya çıkartılmıştır (Şekil 6.65).

RU Peg gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

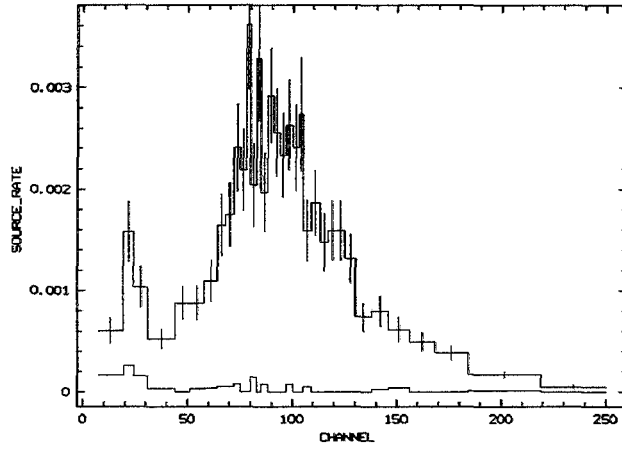


Şekil 6.66. RU Peg yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

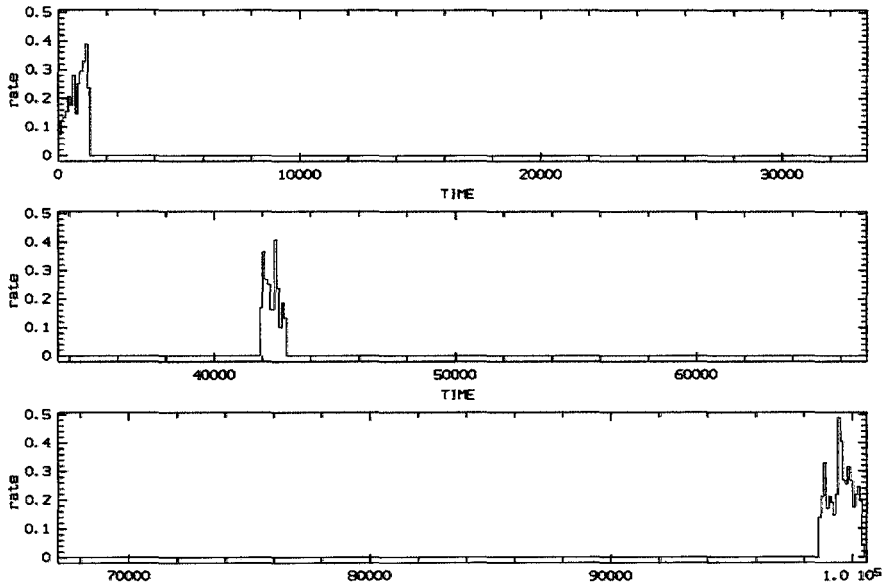
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.66). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, RU Peg için görüntü üzerinde 110" 'lık bir yarıçap uygun görülmüştür.

RU Peg gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağın, uydu verisindeki konumdaki $r_{1\text{RU Peg}}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r_{2\text{arkaplan}}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin tek bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.67).



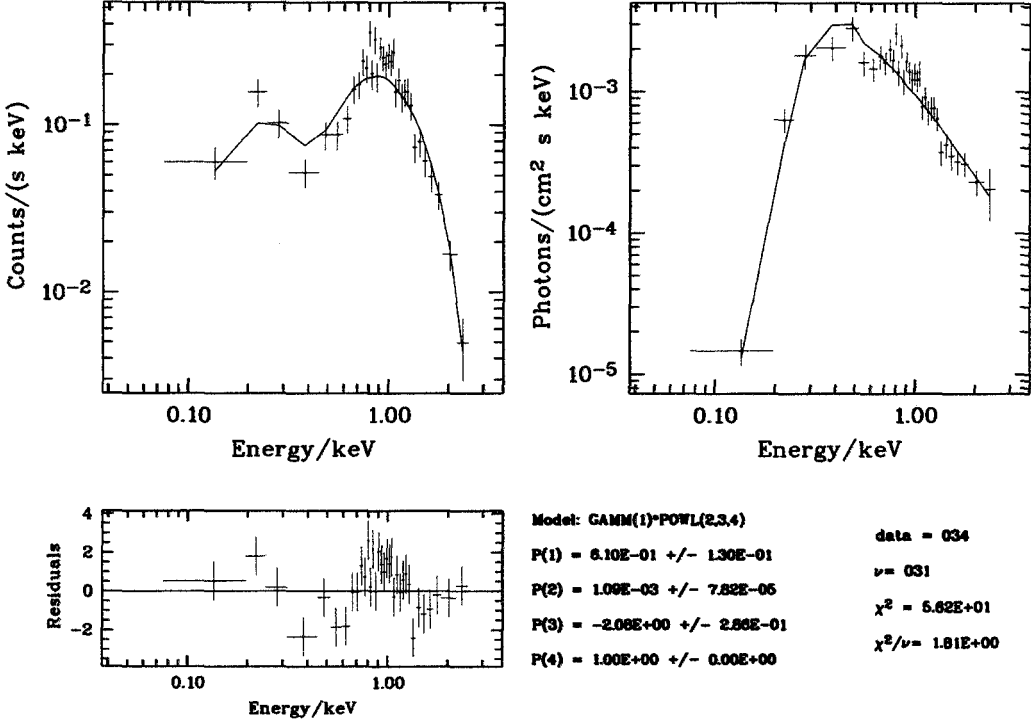
Şekil 6.67. RU Peg için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.68. RU Peg yıldızının ROSAT Uydu Verisinden elde edilen ışık eğrisi

RU Peg yıldızına ait ışık eğrisinde, gözlemin (0-55.152), (1930.32-1976.28), (4517.868-4596) saniyeleri arasında aktivite belirlenmiştir (Şekil 6.68).

RU Peg gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.69. RU Peg yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 56.2 ve serbestlik derecesi 31, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.81 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.69).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu değeri $0.61 \pm 0.13 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $1.09 \times 10^{-3} \pm 7.82 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -2.08 \pm 0.286$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 56.17, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.61_{-0.100}^{+0.120} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.61_{-0.160}^{+0.200} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

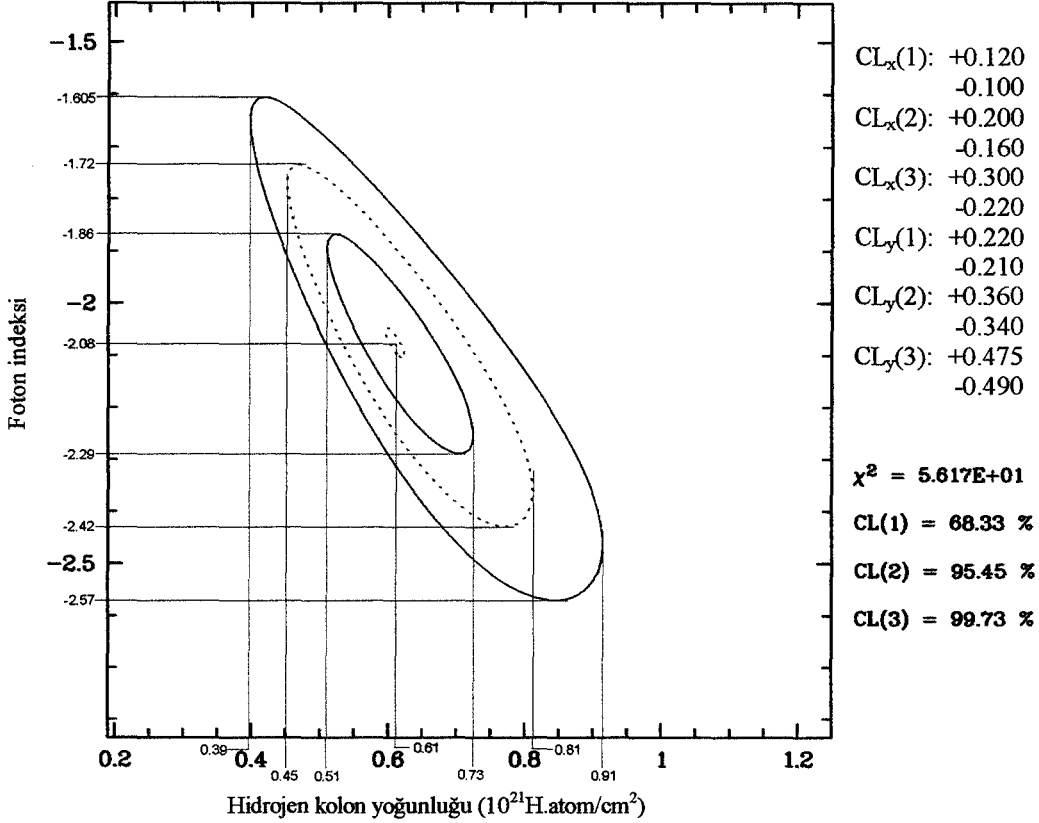
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.61_{-0.220}^{+0.300} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-2.06^{+0.220}_{-0.210}$,

%95.45 güven aralığında $-2.06^{+0.360}_{-0.340}$,

%99.73 güven aralığında $-2.06^{+0.475}_{-0.490}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.70).

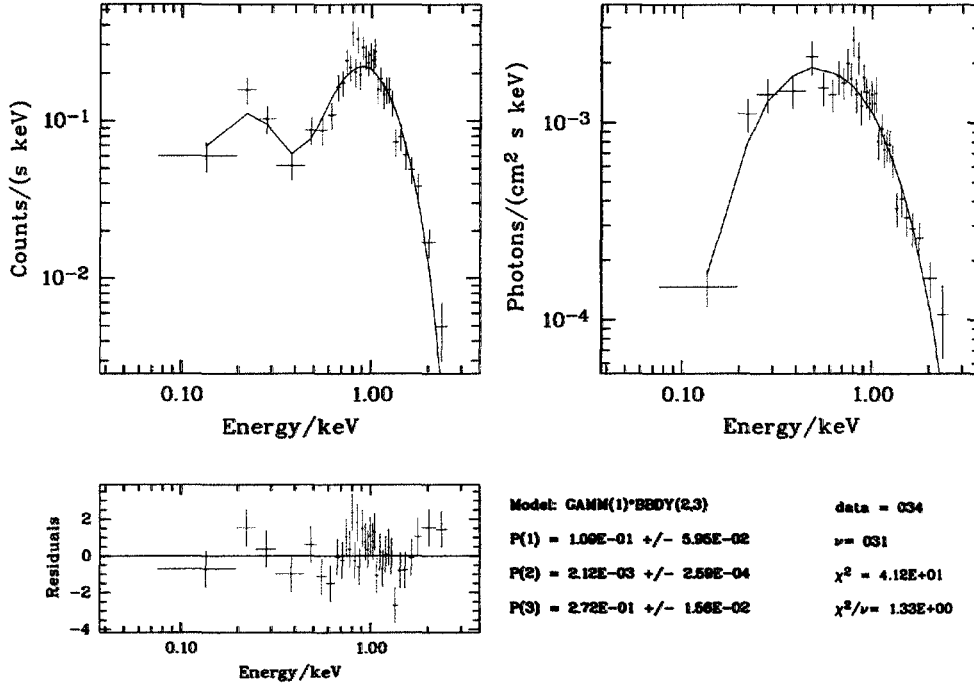


Şekil 6.70. RU Peg yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

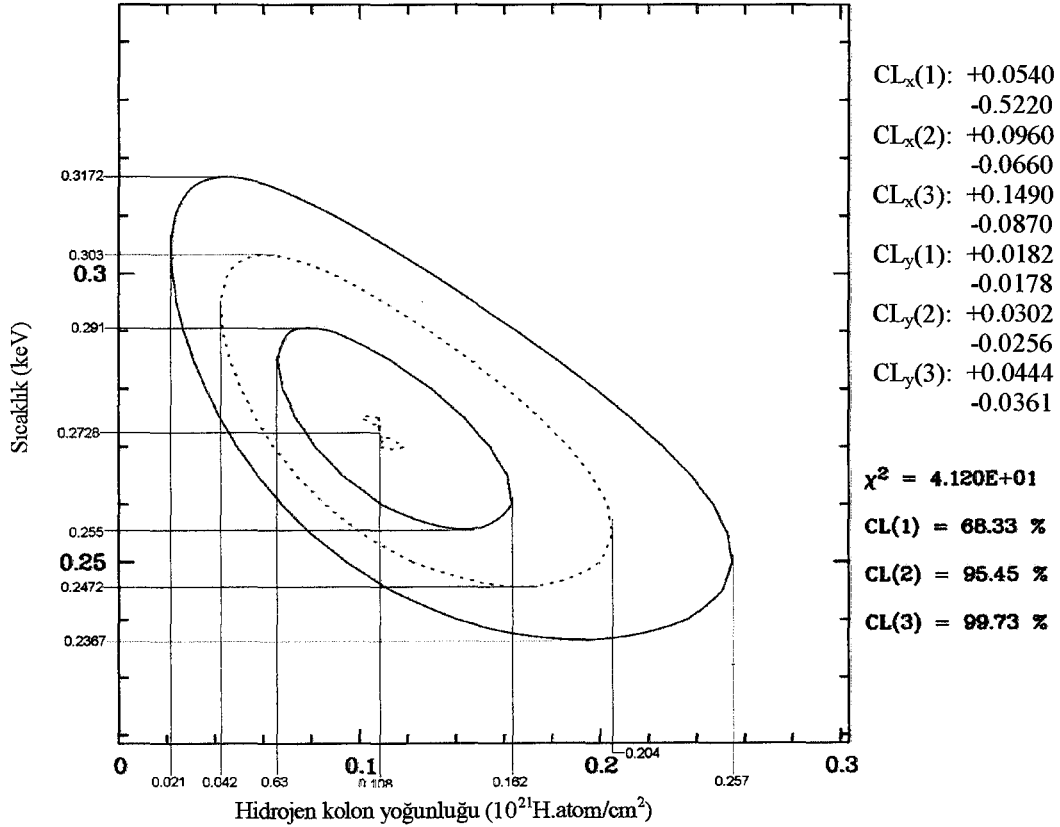
RU Peg gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 41.2 ve serbestlik derecesi 31, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.33 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.71).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.109 \pm 0.0595 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akısı değeri $2.12 \times 10^{-3} \pm 2.59 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.272 \pm 1.56 \times 10^{-2}$ keV olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.71. RU Peg yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.72. RU Peg yıldızının BBDY Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 41.2, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.108^{+0.054}_{-0.522} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.108^{+0.096}_{-0.066} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.108^{+0.149}_{-0.087} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

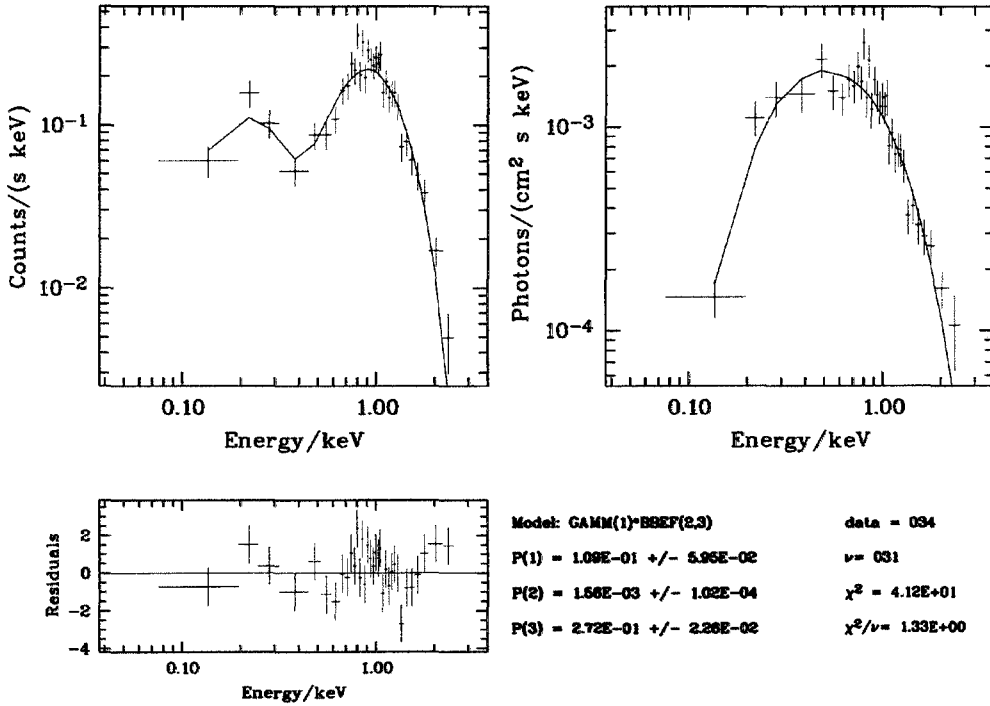
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2728^{+0.0182}_{-0.0178} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2728^{+0.0302}_{-0.0256} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2728^{+0.0444}_{-0.0361} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.72).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 1.329 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olduğundan dolayı RU Peg yıldızı için modelin uygun olabileceği ortaya çıkmıştır.

RU Peg gözlemi için Karacisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.73. RU Peg yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 41.2, serbestlik derecesi 31, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.33 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.73).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.109 \pm 0.0595 \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2$, enerji akı değeri $1.56 \times 10^{-3} \pm 1.02 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.272 \pm 2.26 \times 10^{-2} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 41.2, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.109^{+0.053}_{-0.044} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.109^{+0.096}_{-0.067} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

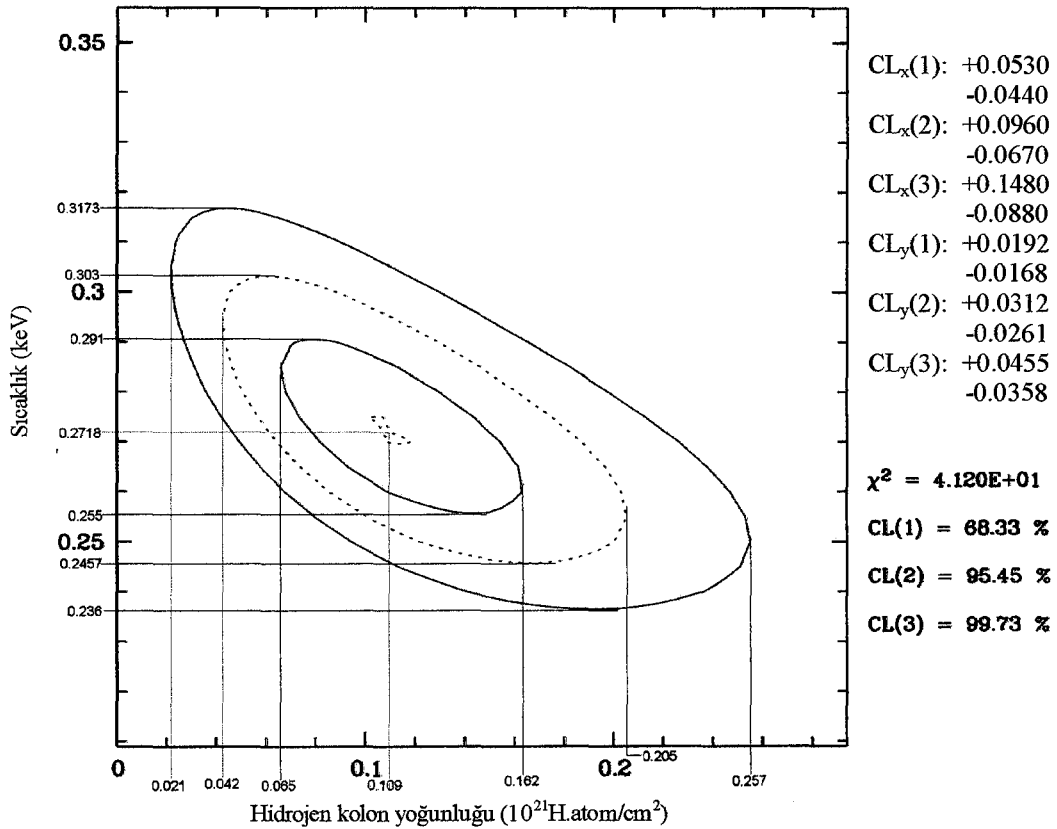
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.109^{+0.148}_{-0.088} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2718^{+0.0192}_{-0.0168} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2718^{+0.0312}_{-0.0261} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2718^{+0.0455}_{-0.0358} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.74).}$$



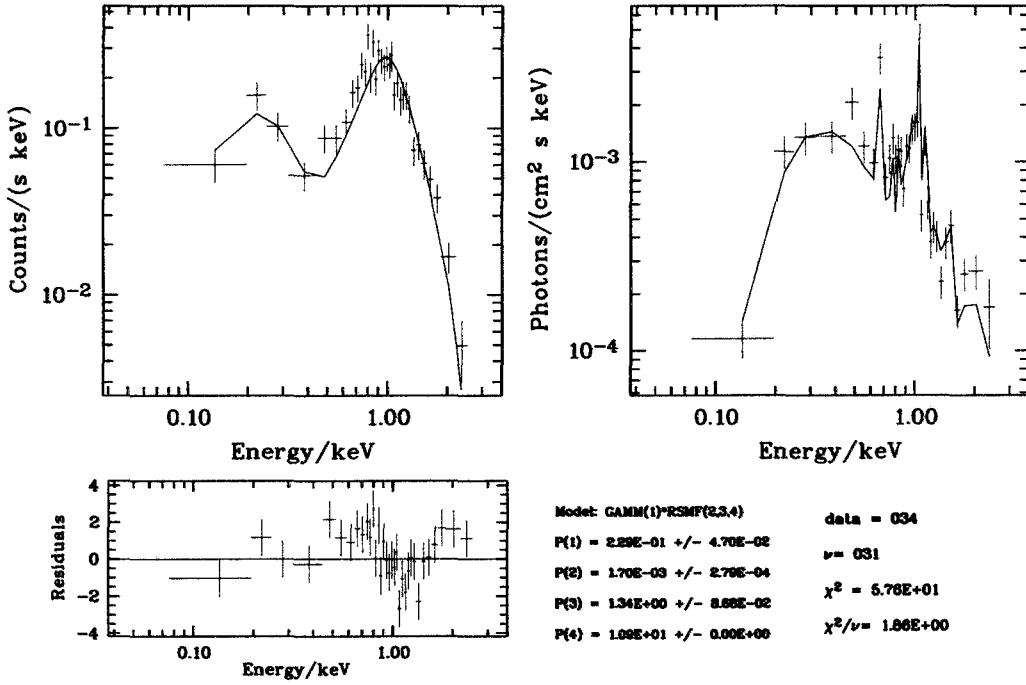
Şekil 6.74. RU Peg yıldızının BBEF Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk 1.329 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olmasından dolayı RU Peg yıldızı için modelin uygun olabileceği ortaya çıkmıştır.

RU Peg gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code]

(Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal plazma emisyonu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 57.6 ve serbestlik derecesi 31, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.86 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.75).



Şekil 6.75. RU Peg yıldızının RSMF model analizi sonuçları

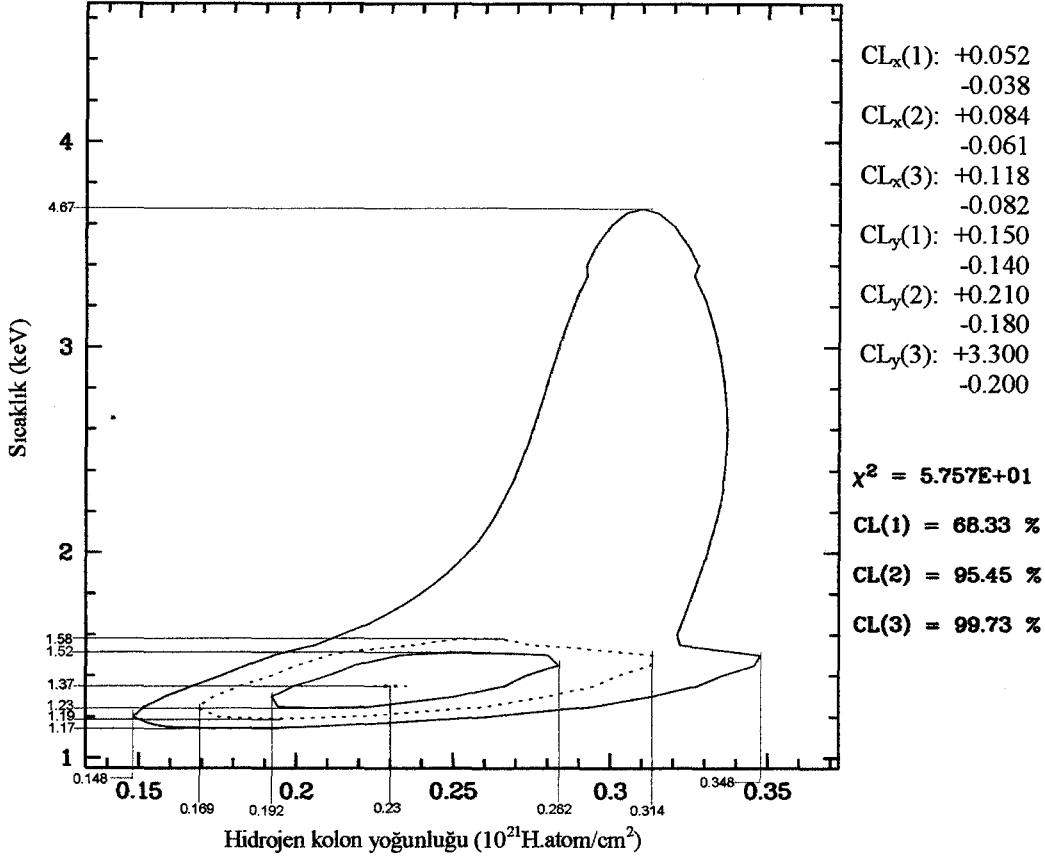
Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.229 \pm 4.7 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $1.7 \times 10^{-3} \pm 2.79 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 1.34 \pm 8.68 \times 10^{-2} keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 57.57, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.23_{-0.038}^{+0.052} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.23_{-0.061}^{+0.084} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

%99.73 güven aralığında $0.23^{+0.118}_{-0.082} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,
 olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;
 %68.33 güven aralığında $1.37^{+0.150}_{-0.140}$ keV,
 %95.45 güven aralığında $1.37^{+0.210}_{-0.180}$ keV,
 %99.73 güven aralığında $1.37^{+3.300}_{-0.200}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.76).



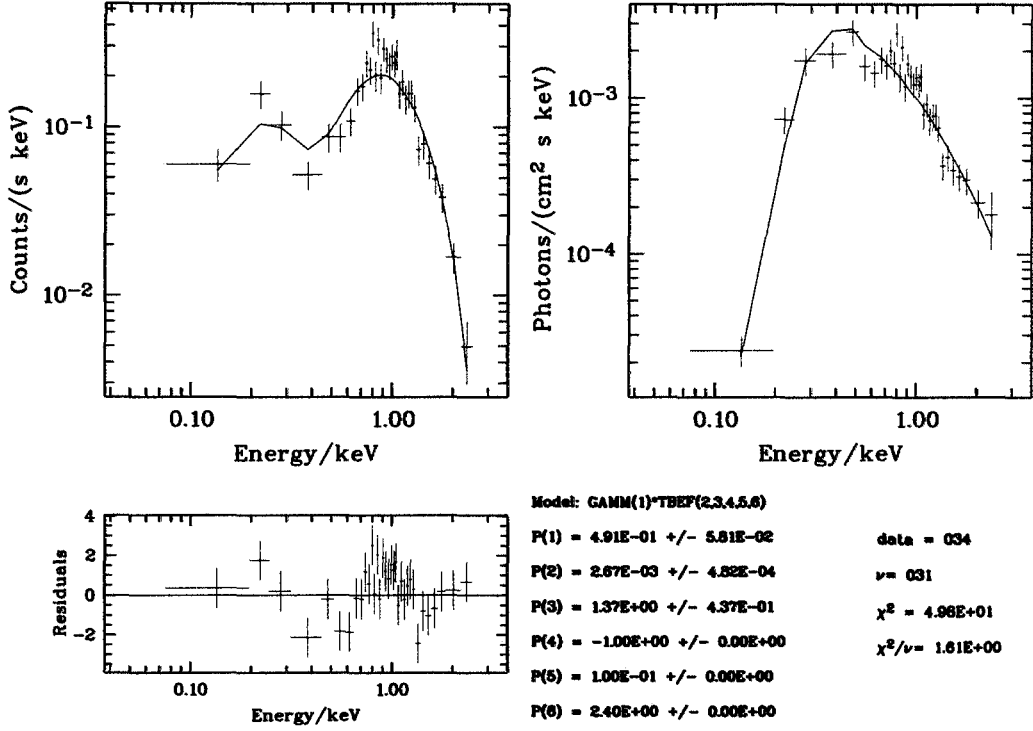
Şekil 6.76. RU Peg yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.8571 uyumluluk değeri ile RSMF, RU Peg için uygun olarak belirlenmiştir.

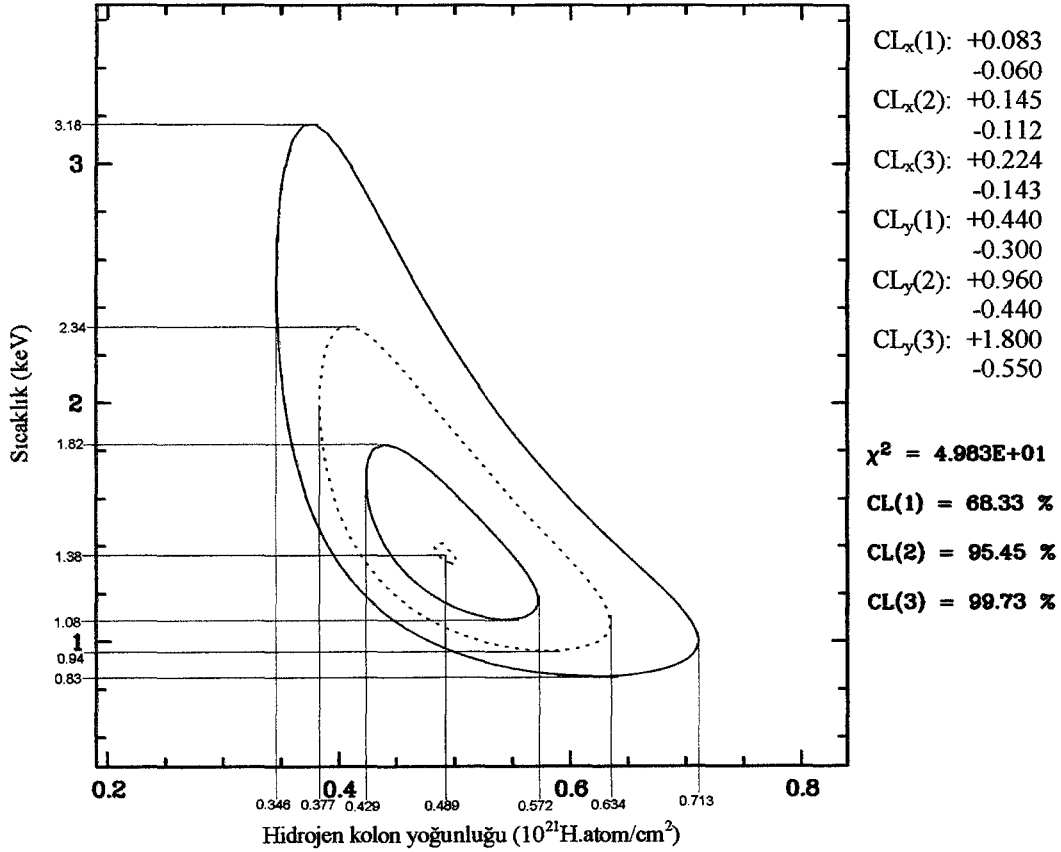
RU Peg gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

Isısal Bremsstrahlung Modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 49.8 ve serbestlik derecesi 31, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.61 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.77)

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.491 \pm 0.0581 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, enerji akı genlik değeri $2.76 \times 10^{-3} \pm 4.82 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 1.37 \pm 0.437 keV$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.77. RU Peg yıldızının TBEF Model analizi sonuçları



Şekil 6.78. RU Peg yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 49.83, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.489^{+0.083}_{-0.060} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.489^{+0.145}_{-0.112} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.489^{+0.224}_{-0.143} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

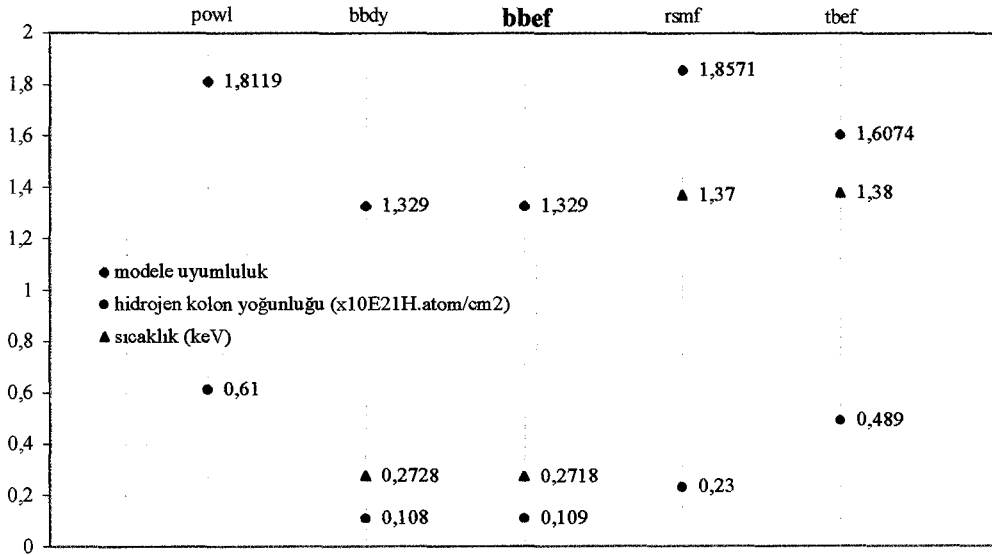
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 1.38^{+0.440}_{-0.300} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 1.38^{+0.960}_{-0.440} \text{ keV},$$

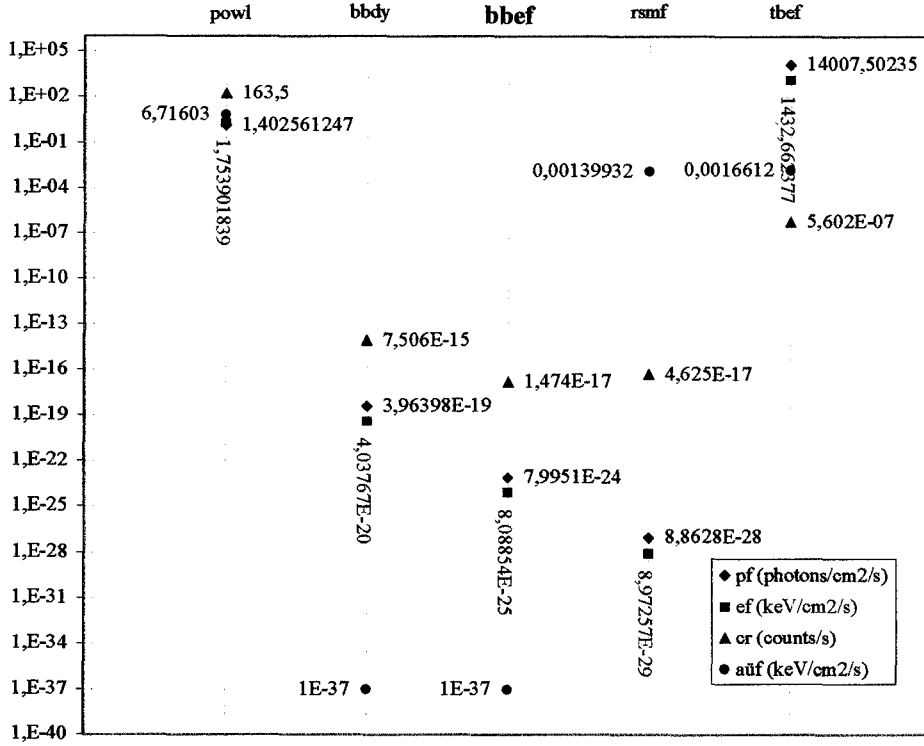
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 1.38^{+1.800}_{-0.550} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.78).}$$

1.6074 uyum iyiliği oranı ile RU Peg yıldızı için (TBEF) Isısal Bremsstrahlung model kabul edilebilir bir uygunluk göstermiştir.

RU Peg için değerlendirilen modeller içinde 1.329 χ^2 uyumluluk değeri ile kara cisim (BBEF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.79). Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.79’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.80’de verilmiştir.



Şekil 6.79. RU Peg yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri



Şekil 6.80. RU Peg yılızının spektral analiz sonuç değerleri

RU Peg yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.13’de verilmiştir.

Çizelge 6.13. RU Peg yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH	akı genliği	foton	chi ² /v
	$\times 10^{21} H \text{ atom} / \text{cm}^2$	(foton/cm ² /s/keV)	indeksi	
powl	$0.61^{+0.200}_{-0.160}$	$0.0029^{+7.92 \times 10^{-4}}_{-7.92 \times 10^{-4}}$	$-2.06^{+0.360}_{-0.340}$	1,8119
bbdy	$0.108^{+0.096}_{-0.066}$	foton akısı (foton/cm ² /s) $0.00109^{+7.82 \times 10^{-5}}_{-7.82 \times 10^{-5}}$	T (keV) $0.2728^{+0.0302}_{-0.0256}$	1,329
bbef	$0.109^{+0.096}_{-0.067}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $1.56 \times 10^{-3}^{+1.02 \times 10^{-4}}_{-1.02 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.2718^{+0.0312}_{-0.0261}$	1.329
rsmf	$0.23^{+0.084}_{-0.061}$	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) $1.7 \times 10^{-3}^{+2.79 \times 10^{-4}}_{-2.79 \times 10^{-4}}$	T (keV) $1.37^{+0.210}_{-0.180}$	1,8571
tbef	$0.489^{+0.145}_{-0.112}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $2.67 \times 10^{-3}^{+4.82 \times 10^{-4}}_{-4.82 \times 10^{-4}}$	T (keV) $1.38^{+0.960}_{-0.440}$	1.6074

RU Peg yıldızı için emisyon ölçümü

RU Peg'nın bilinen uzaklığı $D=174$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(=1.7 \times 10^{-3} \pm 1.6 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde RU Peg için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 6.2124 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

RU Peg yıldızı için emisyon ölçümü

RU Peg için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri Çizelge 6.14'de verilmiştir.

Çizelge 6.14. RU Peg yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
36	293	114	179	147	28
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,781155015	0,221843003	0,201117318	0,636871508	4,071428571	5,250000000

RU Peg yıldızı için sayım oranı değeri

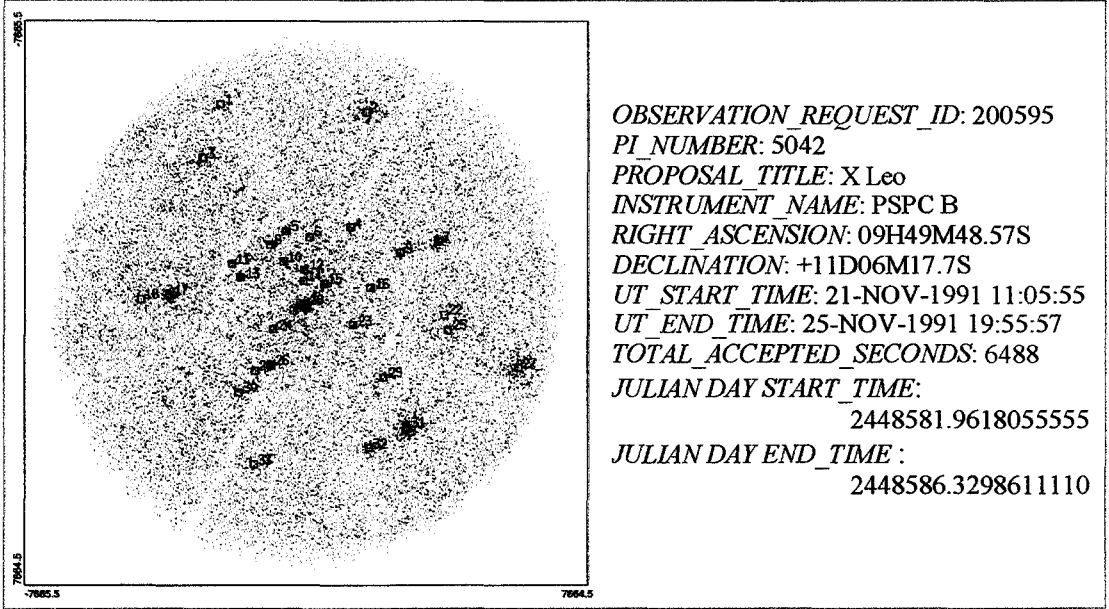
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.15).

Çizelge 6.15. RU Peg yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
RU Peg	1052,62	1,007	4596	0,9658884	0,238777894

6.1.6. X Leo Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

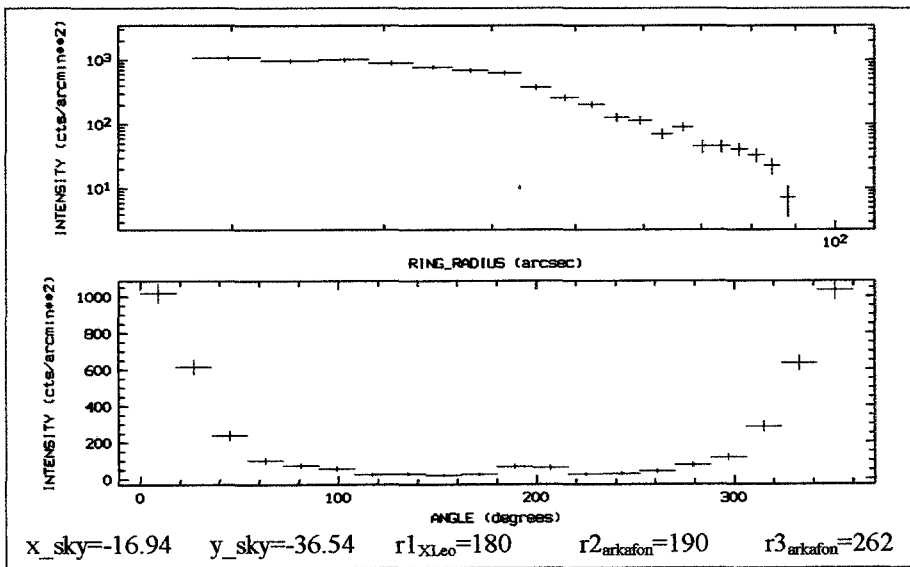
X Leo gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.81. ROSAT Uydu Verisinin X Leo yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp200595n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 29 numaralı kaynak X Leo olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler ortaya çıkartılmıştır (Şekil 6.81).

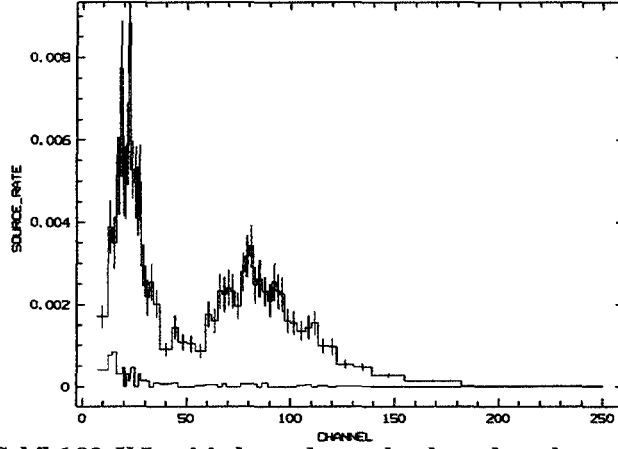
X Leo gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri



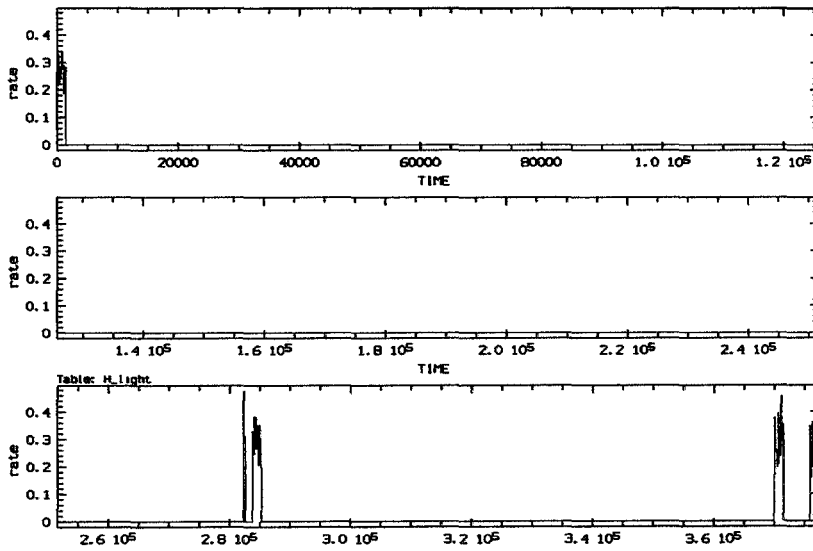
Şekil 6.82. X Leo yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkafon için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.82). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, X Leo için görüntü üzerinde 180" bir yarıçap belirlenmiştir. Buna paralel olarak radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı, yüzeye yakın bölümde ani bir düşüşün olduğu gözlenmiştir. Radyal profilde merkezden yüzeye yoğunluk değişiminde 10^3 mertebesinde bir değişim göstermiş ancak azimutal profildeki değişim çok daha belirgin bir farklılık sergilemektedir. Buna paralel olarak 0 ve 360 derecelerde maksimum artış gözlenmiştir.

X Leo gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması



Şekil 6.83. X Leo için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması

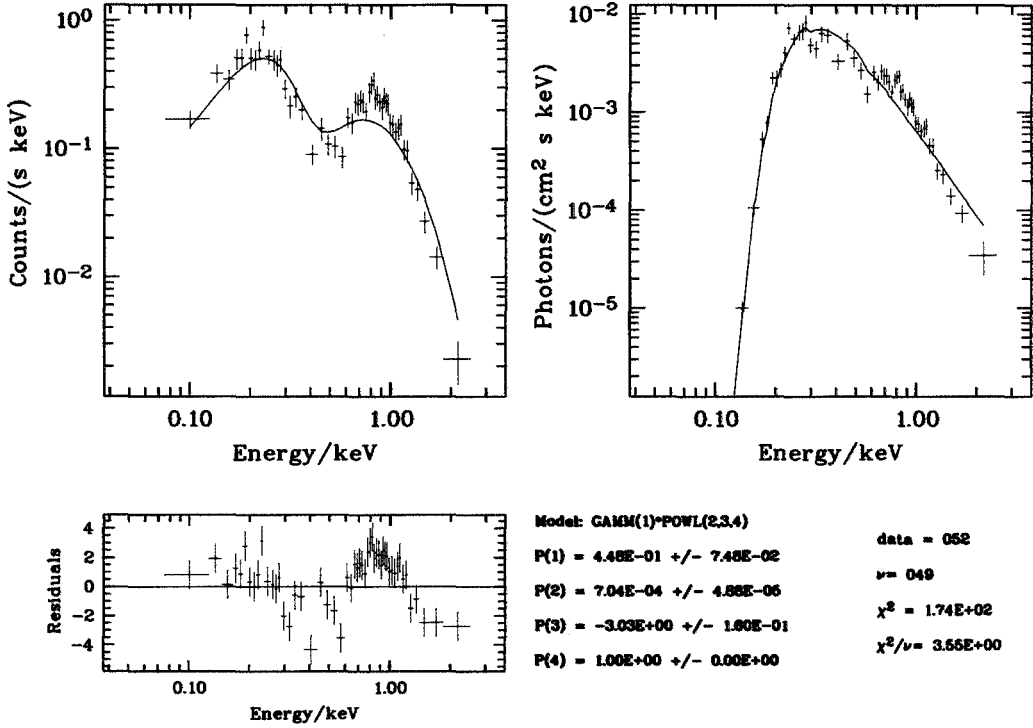


Şekil 6.84. X Leo yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

Kaynağın, uydu verisindeki konumdaki r1_{X Leo} yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve r2-r3_{arkafon} yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkafon verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.83).

X Leo yıldızına ait ışık eğrisinde, gözlemin (0-34.147), (4780.63-4866), (6317.263-6488) saniyeleri arasında aktivite belirlenmiştir (Şekil 6.84).

X Leo gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.85. X Leo yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 174 ve serbestlik derecesi 49, indirgenmiş χ^2 değeri ise 3.55 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.85).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu değeri $0.448 \pm 7.48 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genlik değeri $7.04 \times 10^{-4} \pm 4.88 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -3.03 \pm 0.16$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 174.1, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.449^{+0.059}_{-0.057} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

%95.45 güven aralığında $0.449^{+0.093}_{-0.090} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2$,

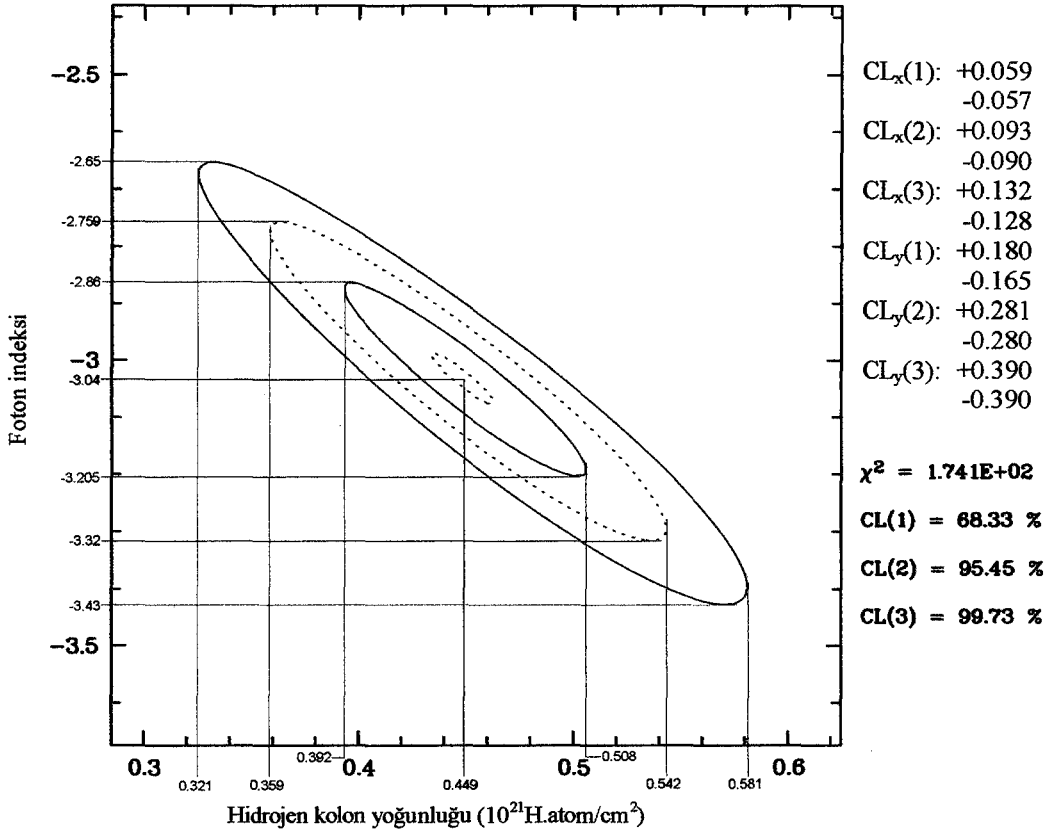
%99.73 güven aralığında $0.449^{+0.132}_{-0.128} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-3.04^{+0.180}_{-0.165}$,

%95.45 güven aralığında $-3.04^{+0.281}_{-0.280}$,

%99.73 güven aralığında $-3.04^{+0.39}_{-0.39}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.86).

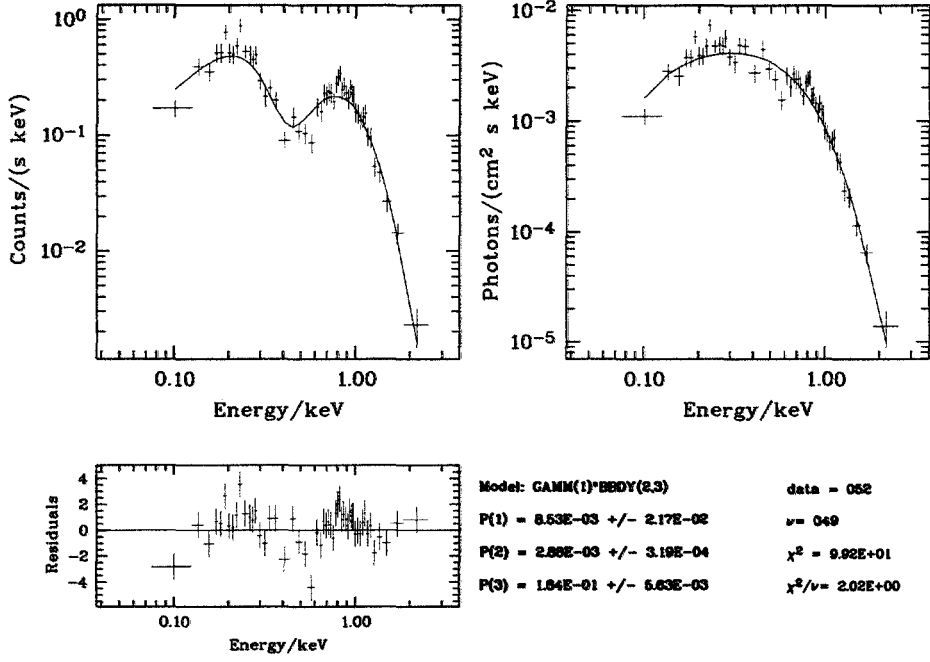


Şekil 6.86. X Leo yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

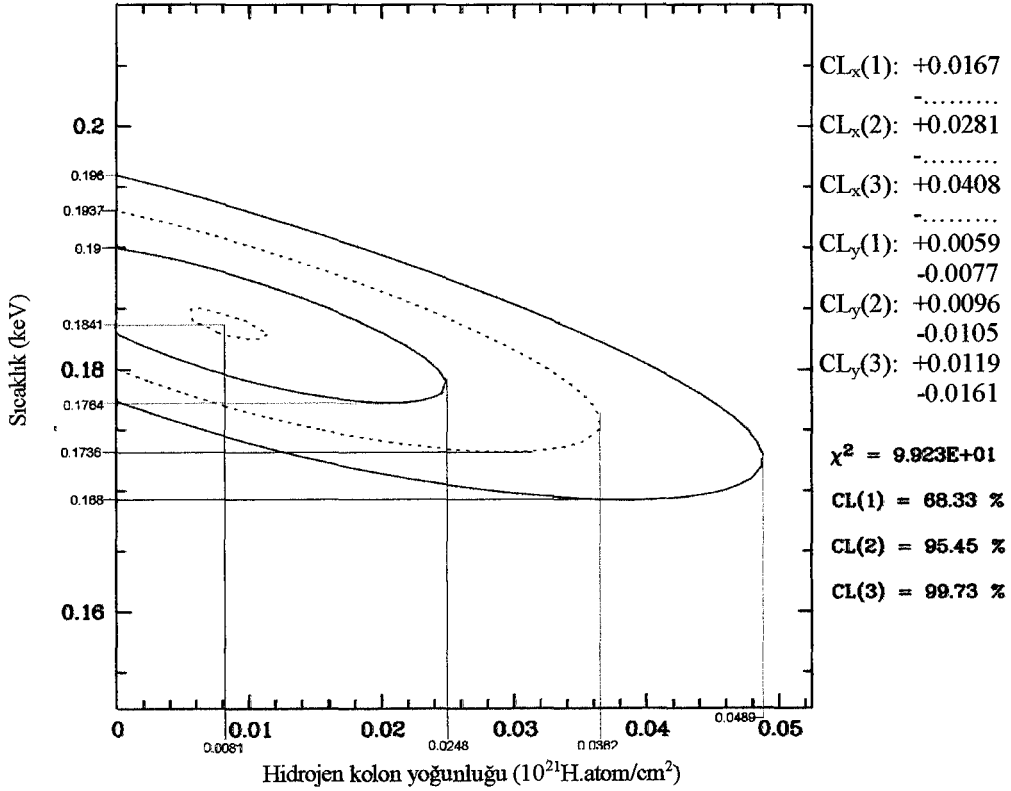
3.5530 uyumluluk değeri ile POWL'un, X Leo için uygun bir model olmadığı belirlenmiştir.

X Leo gözlemi için Karacisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 92.2 ve serbestlik derecesi 49, indirgenmiş χ^2 değeri ise 2.02 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.87).



Şekil 6.87. X Leo yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.88. X Leo yıldızının BBDY Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $8.53 \times 10^{-3} \pm 0.0217 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akı değeri $2.88 \times 10^{-3} \pm 3.19 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.184 \pm 5.63 \times 10^{-3}$ keV olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 99.23, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0081_{-0.0001}^{+0.0167} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0081_{-0.0001}^{+0.0281} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0081_{-0.0001}^{+0.0408} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.1841_{-0.0077}^{+0.0059} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.1841_{-0.0105}^{+0.0096} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.1841_{-0.0161}^{+0.0119} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.88).}$$

Kara cisim modele uyumluluk 2.025 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olmamasından dolayı X Leo yıldızı için modelin kabul edilemeyeceği ortaya çıkmıştır.

X Leo gözlemi için Karacisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 99.2 ve serbestlik derecesi 49, indirgenmiş χ^2 değeri ise 2.02 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.89).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.00839 \pm 0.0217 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, enerji akı değeri $1.43 \times 10^{-3} \pm 9.81 \times 10^{-5}$ keV/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.184 \pm 9.69 \times 10^{-3}$ keV olarak çıkarılmıştır.

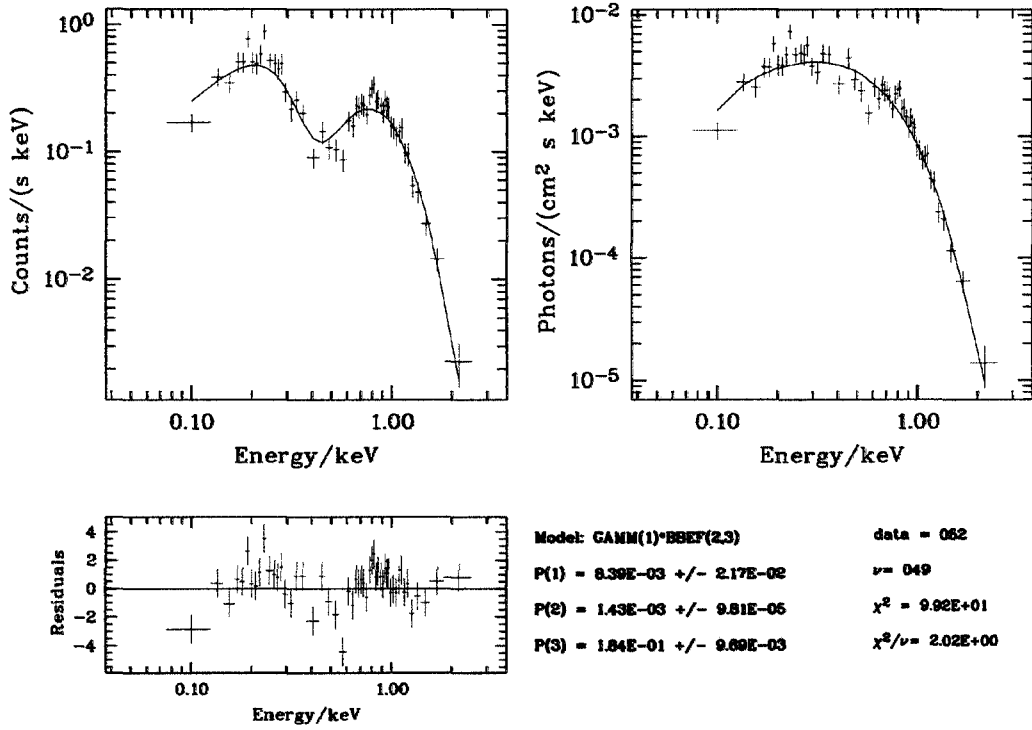
Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 99.23, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0068_{-0.0001}^{+0.0181} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

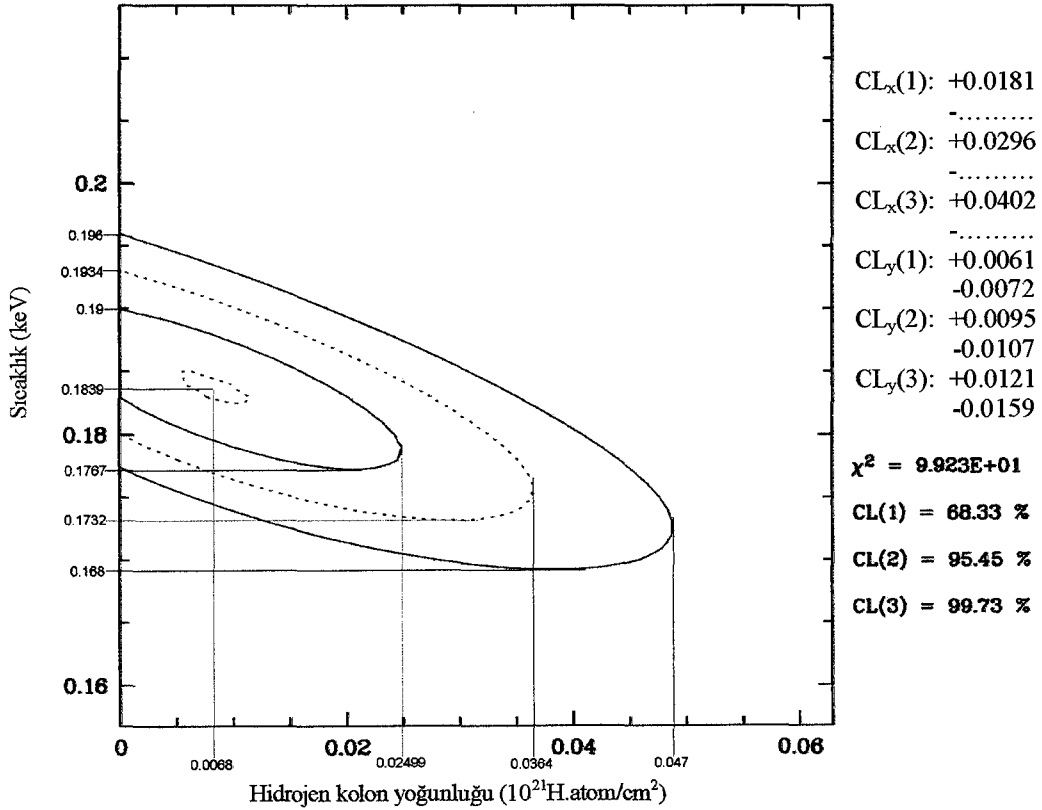
$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0068_{-0.0001}^{+0.0296} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0068_{-0.0001}^{+0.0402} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.89. X Leo yıldızının BBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.90. X Leo yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.1839^{+0.0061}_{-0.0072}$ keV,

%95.45 güven aralığında $0.1839^{+0.0095}_{-0.0107}$ keV,

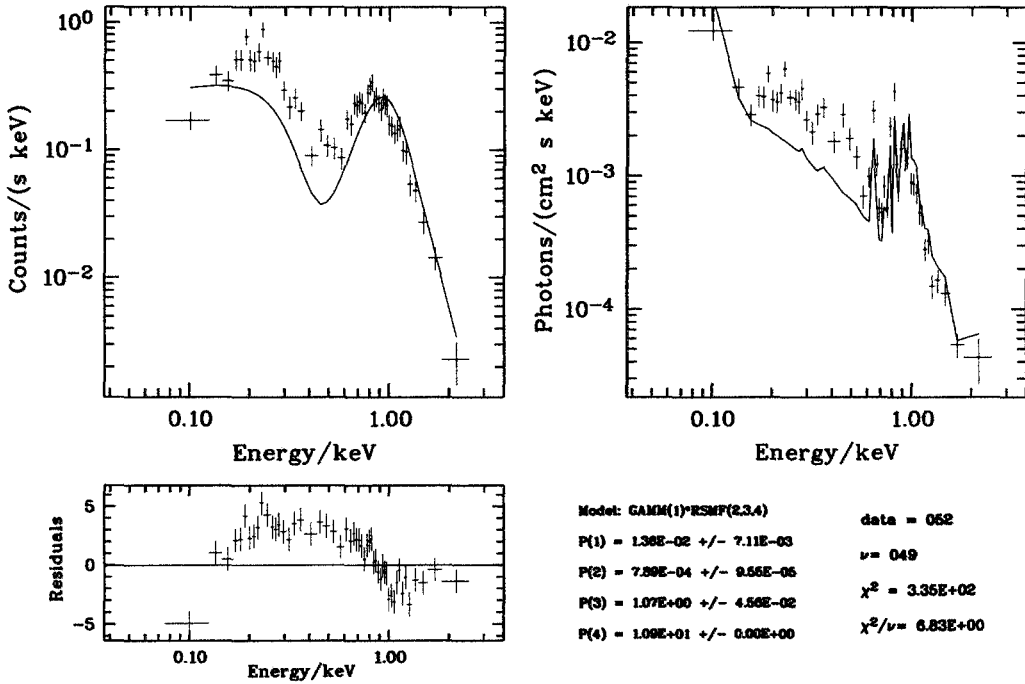
%99.73 güven aralığında $0.1839^{+0.0121}_{-0.0159}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.90).

Kara cisim modele uyumluluk 2.025 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olmamasından dolayı X Leo yıldızı için modelin uygun olmadığı ortaya çıkmıştır.

X Leo gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code]

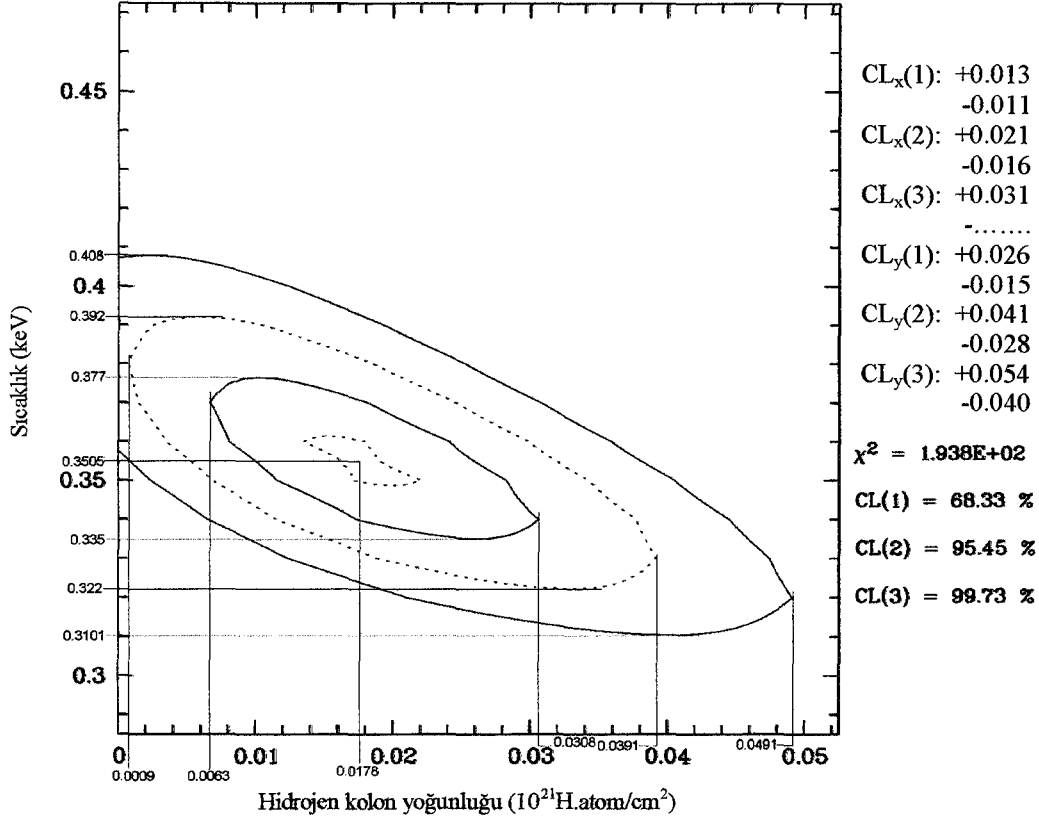
(Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plasma Emission (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 335 ve serbestlik derecesi 49, indirgenmiş χ^2 değeri ise 6.83 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.91).



Şekil 6.91. X Leo yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $1.36 \pm 7.11 \times 10^{-3} \times 10^{21} H.atom/cm^2$ normalize edilmiş genlik değeri $7.89 \times 10^{-4} \pm 9.55 \times 10^{-5} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 1.07 \pm 4.56 \times 10^{-2} keV$ olarak bulunmuştur.



Şekil 6.92. X Leo yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 193.8, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

%68.33 güven aralığında $0.0178^{+0.013}_{-0.011} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0178^{+0.021}_{-0.016} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.0178^{+0.031}_{-0.040} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.3505^{+0.026}_{-0.015}$ keV,

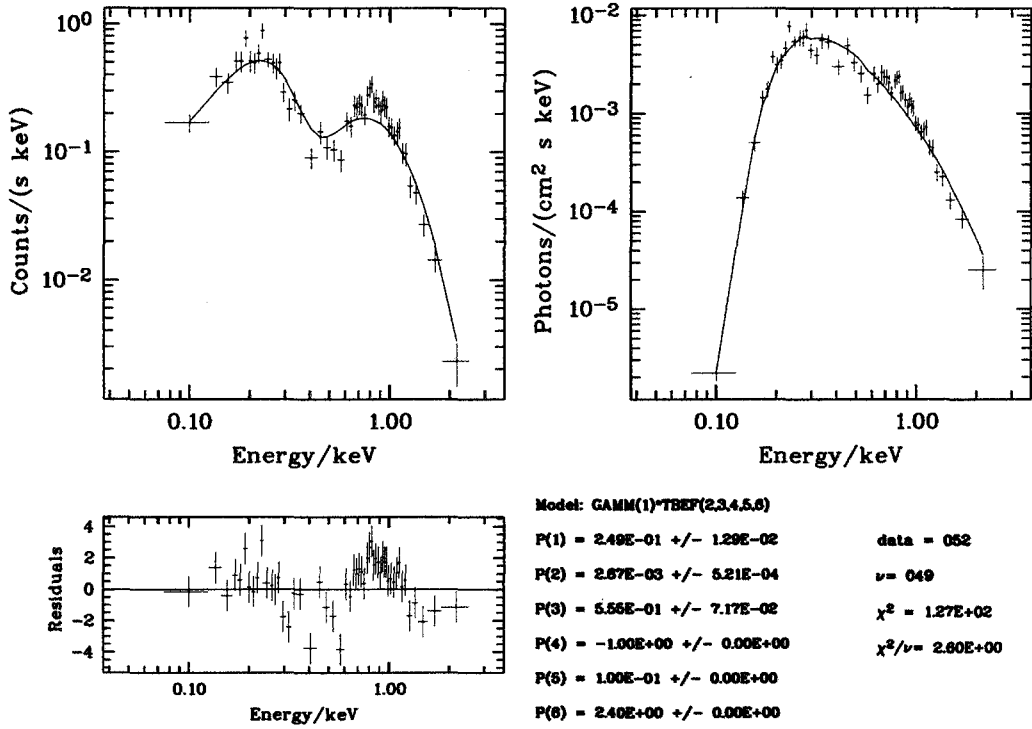
%95.45 güven aralığında $0.3505^{+0.041}_{-0.028}$ keV,

%99.73 güven aralığında $0.3505^{+0.054}_{-0.040}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.92).

Uyumluluk değeri 3.9551 olduğundan RSMF modelin X Leo için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

X Leo gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 127 ve serbestlik derecesi 49, indirgenmiş χ^2 değeri ise 2.6 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.93)



Şekil 6.93. X Leo yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.249 \pm 0.0129 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akı genlik değeri $2.67 \times 10^{-3} \pm 5.21 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 0.555 \pm 7.17 \times 10^{-2} keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 127.3, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.249^{+0.032}_{-0.030} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.249^{+0.053}_{-0.048} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

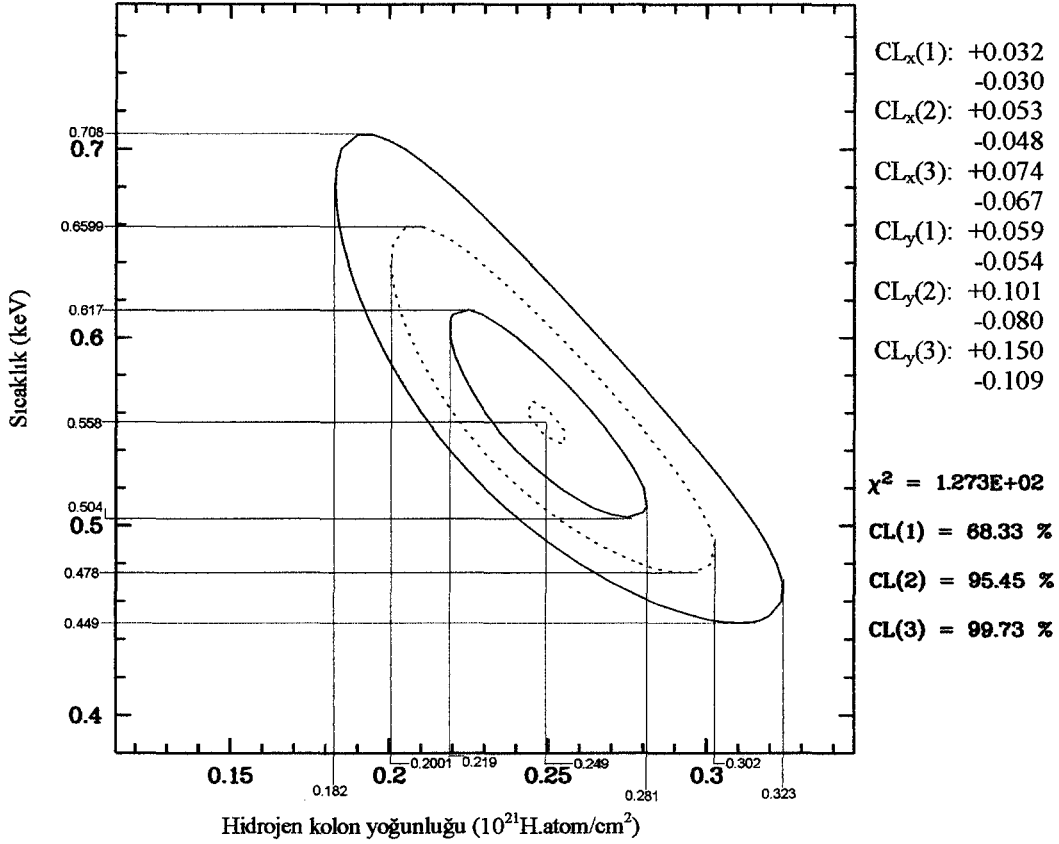
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.249^{+0.074}_{-0.067} \times 10^{21} H.atom/cm^2, \text{ olduğu belirlenmiştir.}$$

Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.558^{+0.059}_{-0.054} keV,$$

%95.45 güven aralığında $0.558^{+0.101}_{-0.080}$ keV,

%99.73 güven aralığında $0.558^{+0.150}_{-0.109}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.94).



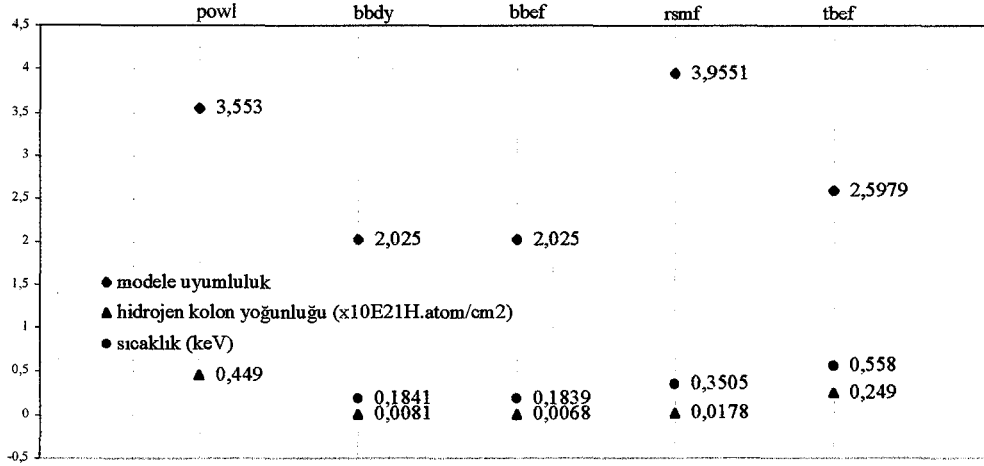
Şekil 6.94. X Leo yıldızının RSMF Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

2.5979 uyumluluk değeri ile TBEF'in, X Leo için uygun bir model olmadığı ortaya çıkmıştır.

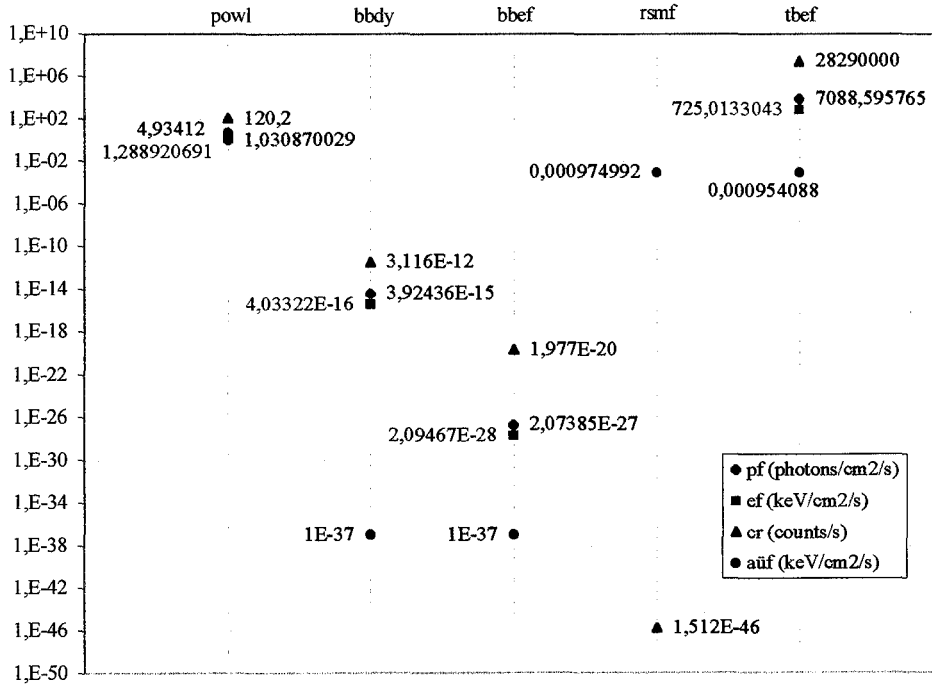
X Leo için değerlendirilen modeller içinde χ^2 değerinin 2'den küçük olduğu model belirlenemediği için hiçbir model tatmin edici hassasiyette uygun bulunamamıştır (Şekil 6.95).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri şekil 6.95'de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri şekil 6.96'da verilmiştir.

X Leo yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.16.'da verilmiştir.



Şekil 6.95. X Leo yıldızının spektral analiz ve χ^2 sonuç değerleri



Şekil 6.96. X Leo yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

X Leo yıldızı için emisyon ölçümü

X Leo'nun bilinen uzaklığı $D=345$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini ($7.89 \times 10^{-4} \pm 9.55 \times 10^{-5} \text{ cm}^{-5}$) genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde X Leo için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 11.3351 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

Çizelge 6.16. X Leo yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

powl	nH $0.449^{+0.093}_{-0.090}$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV) $0.00704^{+4.88 \times 10^{-5}}_{-4.88 \times 10^{-5}}$	foton indeksi $-3.04^{+0.281}_{-0.280}$	chi²/v 3.5530
bbdy	nH $0.0081^{+0.0281}_{-0.0000}$	foton akısı (foton/cm ² /s) $0.00288^{+3.19 \times 10^{-4}}_{-3.19 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.1841^{+0.0096}_{-0.0105}$	2.025
bbef	nH $0.0068^{+0.0296}_{-0.0000}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $1.43 \times 10^{-3} \quad ^{+9.81 \times 10^{-5}}_{-9.81 \times 10^{-5}}$	T (keV) $0.1839^{+0.0095}_{-0.0107}$	2.025
rsmf	nH $0.0178^{+0.021}_{-0.016}$	normalize edilmiş A (cm⁻⁵) $5.4 \times 10^{-2} \quad ^{+1.41 \times 10^{-2}}_{-1.41 \times 10^{-2}}$	T (keV) $0.3505^{+0.041}_{-0.028}$	3.9551
tbef	nH $0.249^{+0.053}_{-0.048}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $276 \times 10^{+5.2 \times 10^4}_{-5.2 \times 10^4}$	T (keV) $0.558^{+0.101}_{-0.080}$	2.5979

X Leo yıldızı için sertlik oranı değerleri

X Leo için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.17’de verilmiştir.

Çizelge 6.17. X Leo yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
155	200	102	98	96	2
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0.126760563	-0.020000000	1.581632653	1.040816327	51.000000000	48.000000000

X Leo yıldızı için sayım oranı değeri

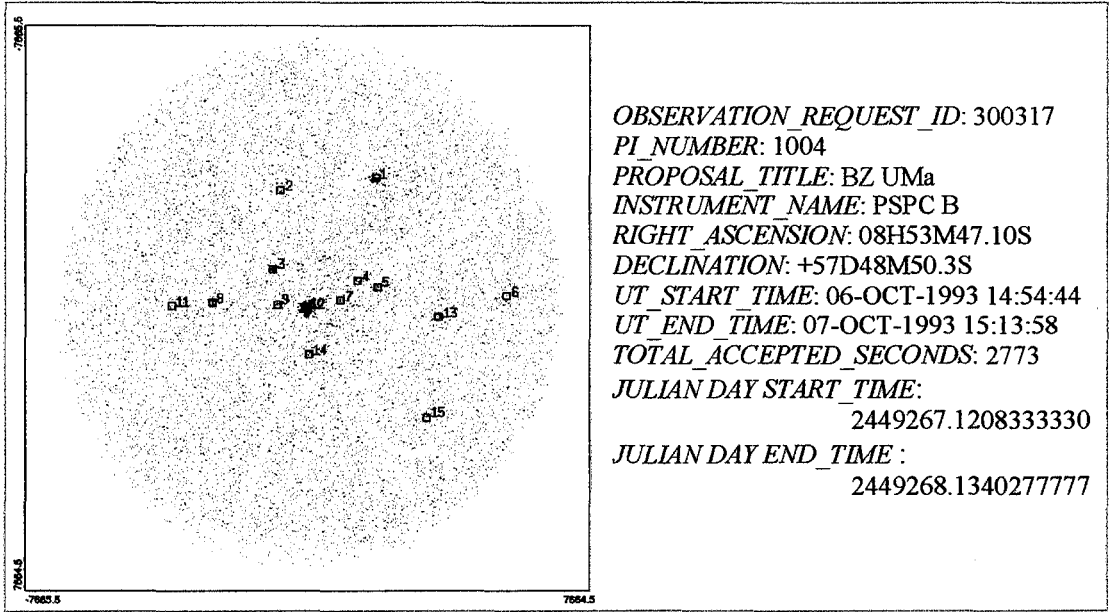
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.18).

Çizelge 6.18. X Leo yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
X Leo	1117,13	1,006	6488	0,973927915	0,177854165

6.1.7. BZ UMa Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

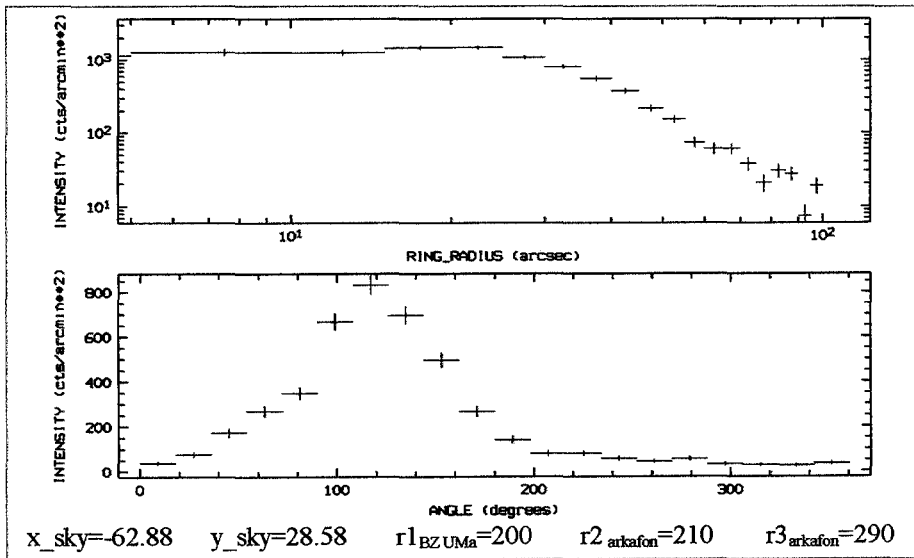
BZ UMa gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.97. BZ UMa yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300317n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 12 numaralı kaynak BZ UMa olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler ortaya çıkartılmıştır (Şekil 6.97).

BZ UMa gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

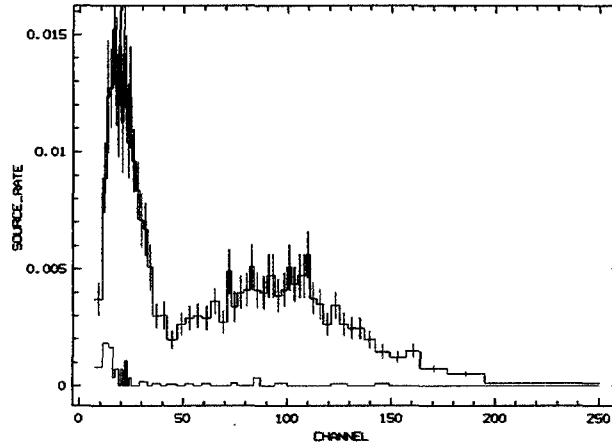


Şekil 6.98. BZ UMa yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

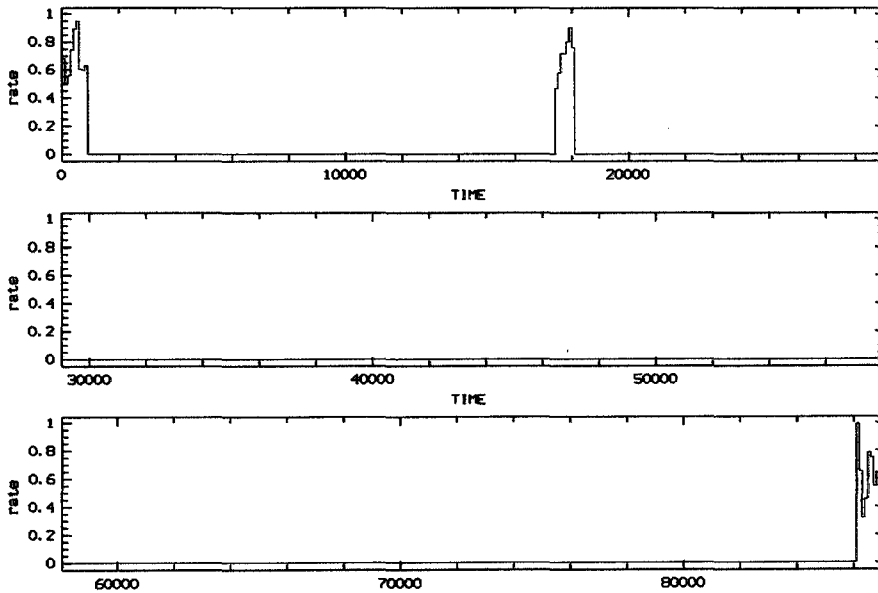
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkafon için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.98). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, BZ UMa için görüntü üzerinde 200" bir yarıçap belirlenmiş, buna paralel olarak azimutal profil 120 derecede belirgin fiziksel bir değişim tespit edilmiş, yoğunlukta hissedilir bir artış belirlenmiştir.

BZ UMa gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağın, uydu verisindeki konumdaki $r_{1\text{BZ UMa}}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r_2\text{-}r_{3\text{arkafon}}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkafon verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.99).



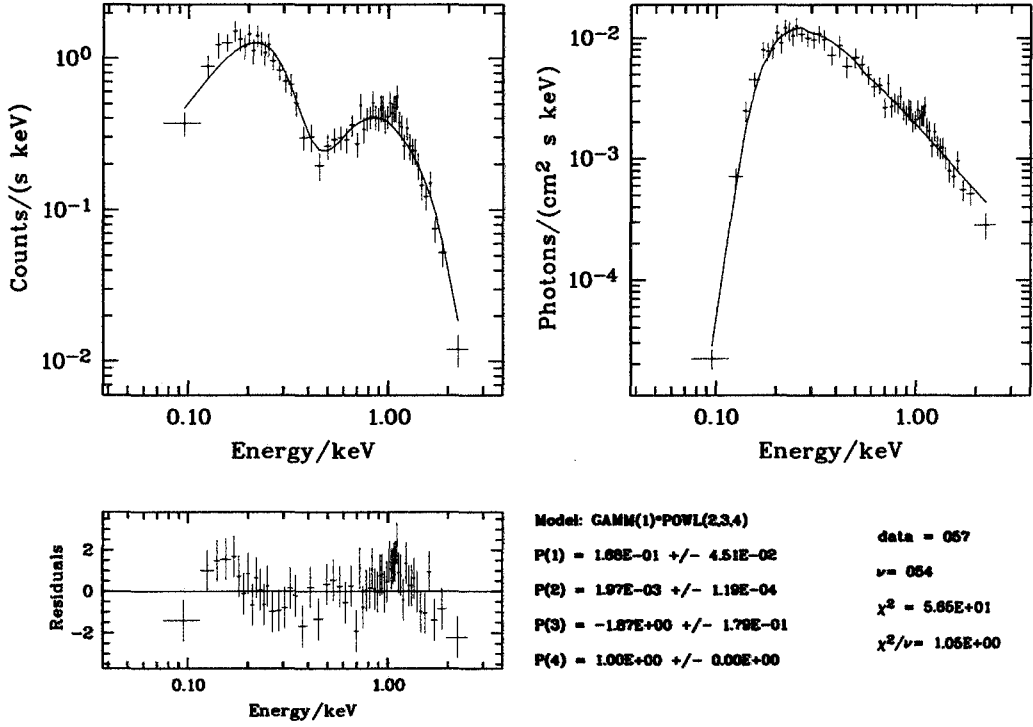
Şekil 6.99. BZ UMa için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.100. BZ UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

BZ UMa yıldızına ait ışık eğrisinde, gözlemin (0-31.873), (557.777-576.9), (2741.07-2773) saniyeleri arasında aktivite belirlenmiştir (Şekil 6.100).

BZ UMa gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.101. BZ UMa yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 56.5 ve serbestlik derecesi 54'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.05 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.101).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.168 \pm 4.51 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genlik değeri $1.97 \times 10^3 \pm 1.19 \times 10^4$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.87 \pm 0.179$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 56.55, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.168_{-0.036}^{+0.037} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.168_{-0.055}^{+0.063} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

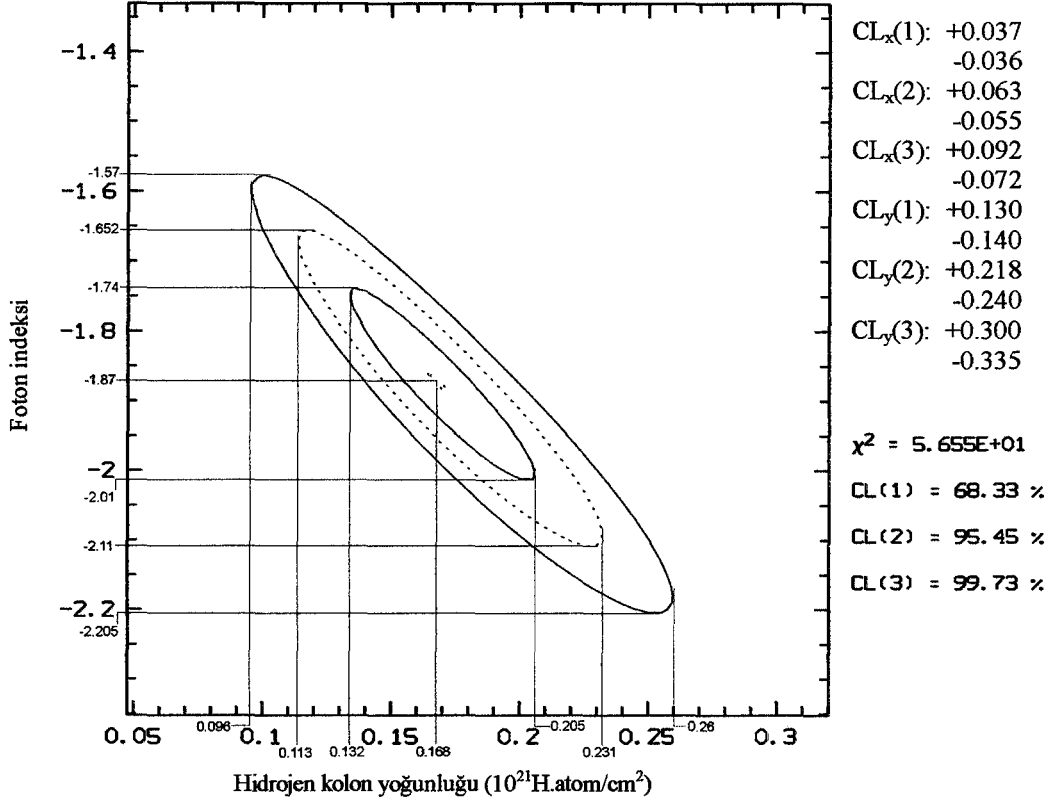
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.168_{-0.072}^{+0.092} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.87^{+0.130}_{-0.140}$,

%95.45 güven aralığında $-1.87^{+0.218}_{-0.240}$,

%99.73 güven aralığında $-1.87^{+0.300}_{-0.335}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.102).



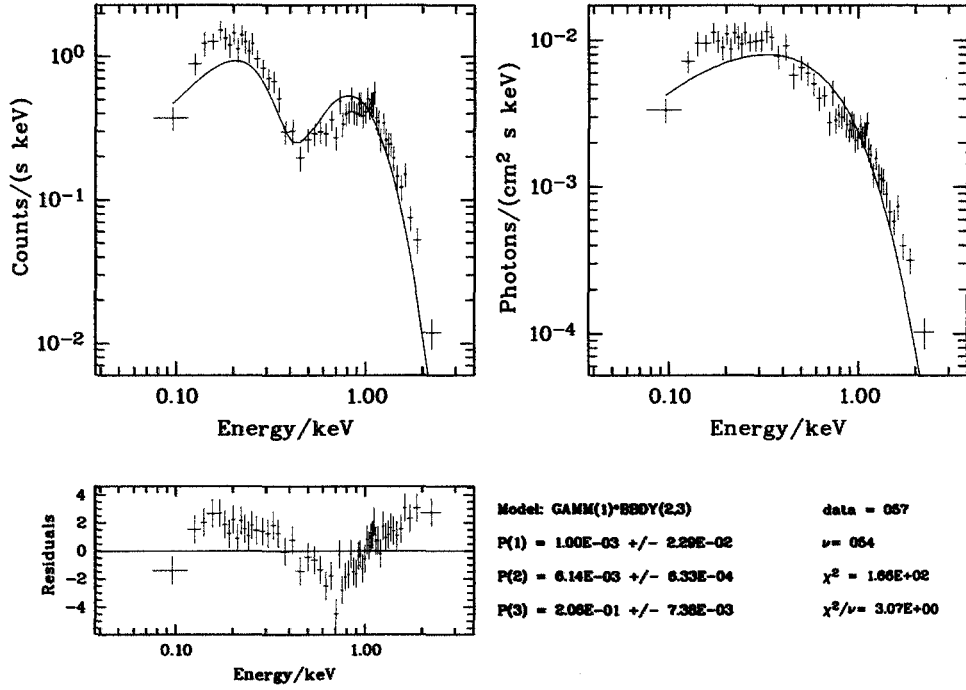
Şekil 6.102. BZ UMa yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

BZ UMa gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

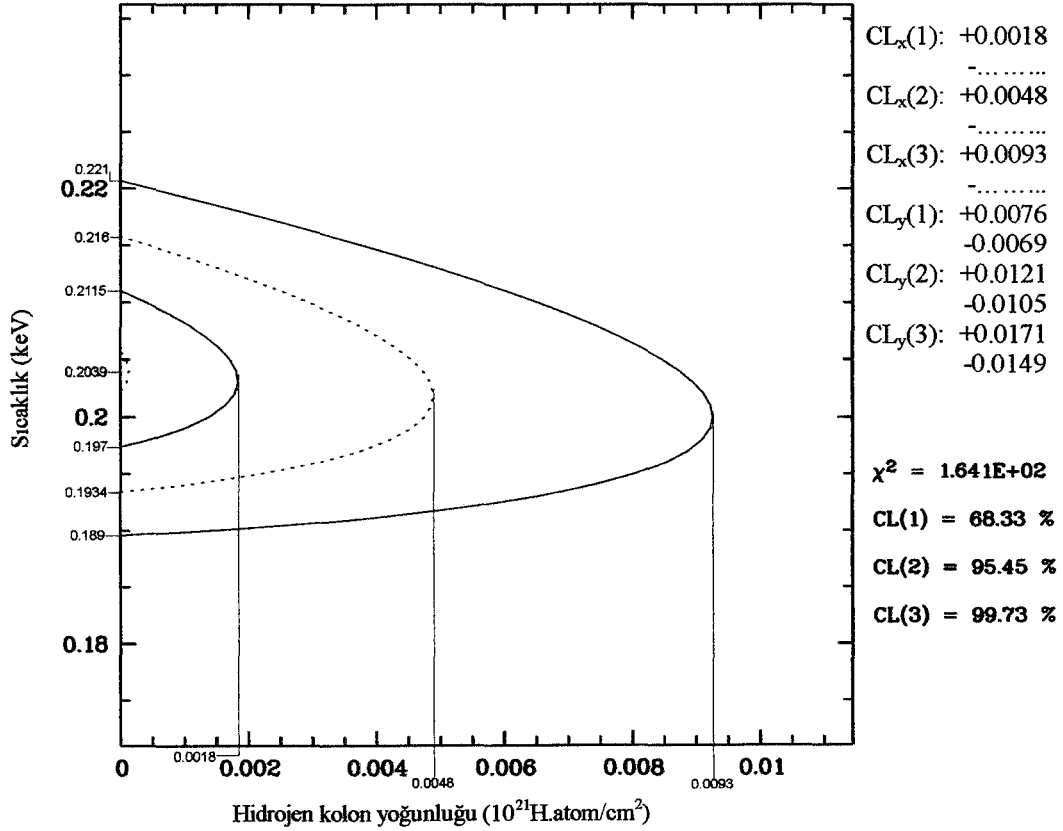
Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 166 ve serbestlik derecesi 54, indirgenmiş χ^2 değeri ise 3.07 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.103).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0229 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akı değeri $6.14 \times 10^{-3} \pm 6.33 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.206 \pm 7.38 \times 10^{-3}$ keV olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 164.1 olarak bulunmuştur.



Şekil 6.103. BZ UMa yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.104. BZ UMa yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0001^{+0.0018}_{-0.0001} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0001^{+0.0048}_{-0.0001} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.0001^{+0.093}_{-0.0001} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

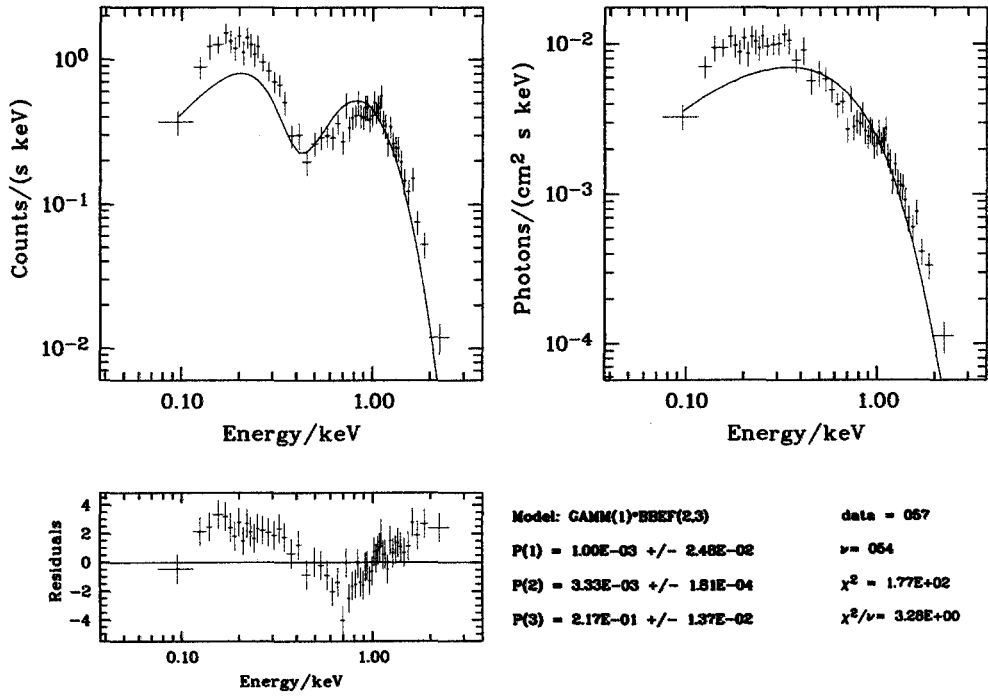
%68.33 güven aralığında $0.2039^{+0.0076}_{-0.0069}$ keV,

%95.45 güven aralığında $0.2039^{+0.0121}_{-0.0105}$ keV,

%99.73 güven aralığında $0.2039^{+0.0171}_{-0.0149}$ keV, olduğu bulunmuştur (Şekil 6.104).

Kara cisim modele uyumluluk 3.07 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olmamasından dolayı BZ UMa yıldızı için modelin uygun olamayacağı ortaya çıkmıştır

BZ UMa gözlemi için Karacisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.105. BZ UMa yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 177 ve serbestlik derecesi 54, indirgenmiş χ^2 değeri ise 3.28 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.105). Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0248 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, enerji

akısı değeri $3.33 \times 10^{-3} \pm 1.81 \times 10^{-4}$ keV/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.217 \pm 1.37 \times 10^{-2}$ keV olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 164.1, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

%68.33 güven aralığında $0.0001_{-0.0001}^{+0.0018} \times 10^{21} \text{H.atom/cm}^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0001_{-0.0001}^{+0.0049} \times 10^{21} \text{H.atom/cm}^2$,

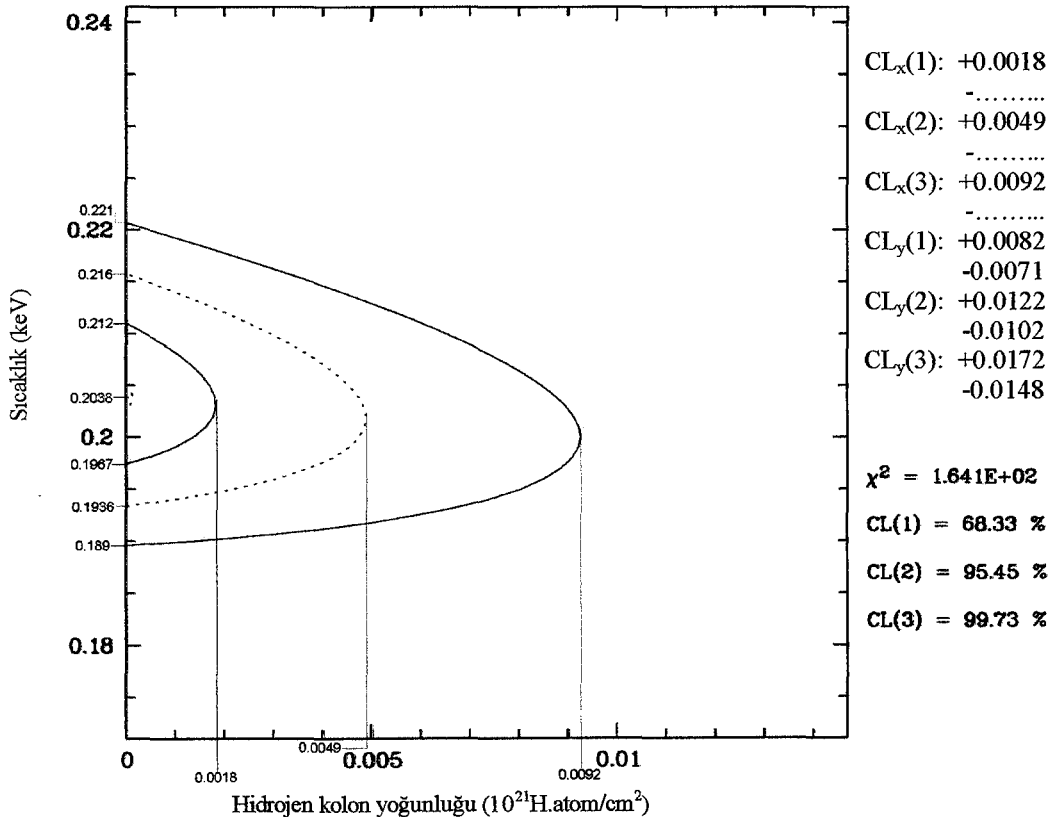
%99.73 güven aralığında $0.0001_{-0.0001}^{+0.0092} \times 10^{21} \text{H.atom/cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.2038_{-0.0071}^{+0.0082}$ keV,

%95.45 güven aralığında $0.2038_{-0.0102}^{+0.0122}$ keV,

%99.73 güven aralığında $0.2038_{-0.0148}^{+0.0172}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.106).

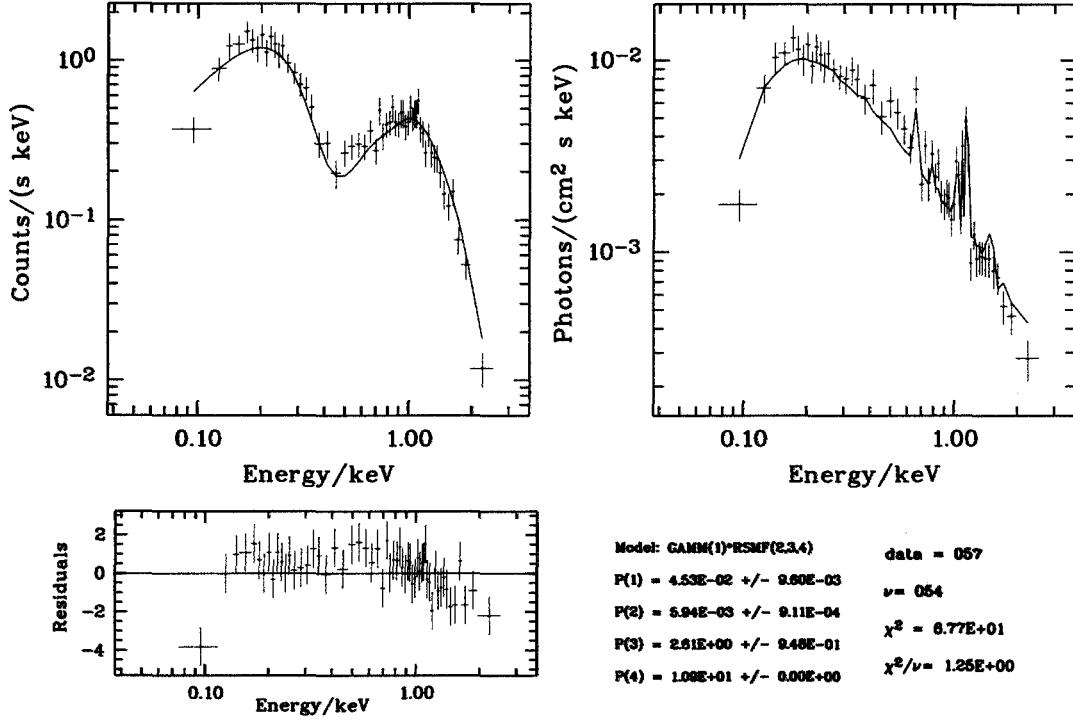


Şekil 6.106. BZ UMa yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modele uyumluluk 3.28 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olmadığından BZ UMa yıldızı için modelin uygun değildir.

**BZ UMa gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code]
(Raymond Smith) uyumluluk analizi**

Isısal plazma emisyon modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 67.7 ve serbestlik derecesi 54, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.25 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.107).



Şekil 6.107. BZ UMa yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $4.53 \times 10^{-2} \pm 9.6 \times 10^{-3} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $5.94 \times 10^{-3} \pm 9.11 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık $T = 2.61 \pm 0.948 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 68.39, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.049^{+0.009}_{-0.012} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.049^{+0.012}_{-0.017} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

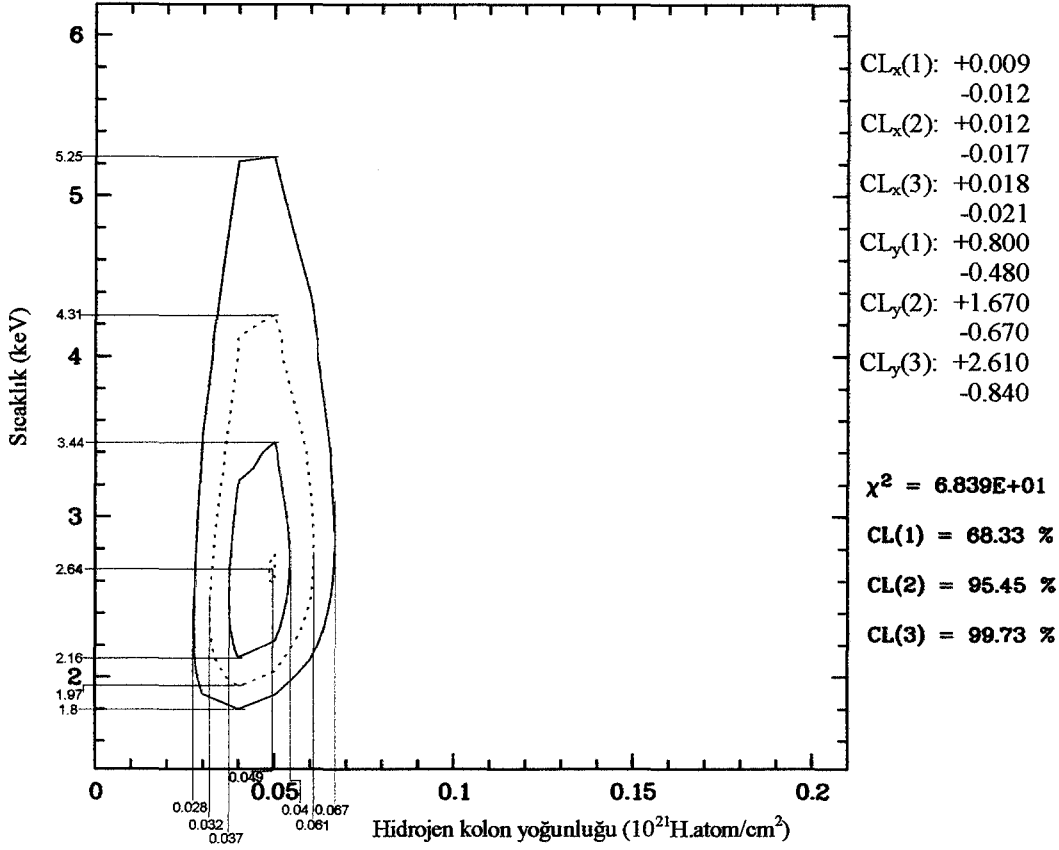
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.049^{+0.018}_{-0.021} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 2.64^{+0.800}_{-0.480} keV,$$

%95.45 güven aralığında $2.64^{+1.67}_{-0.67}$ keV,

%99.73 güven aralığında $2.64^{+2.610}_{-0.840}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.108).



Şekil 6.108. BZ UMa yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

BZ UMa gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

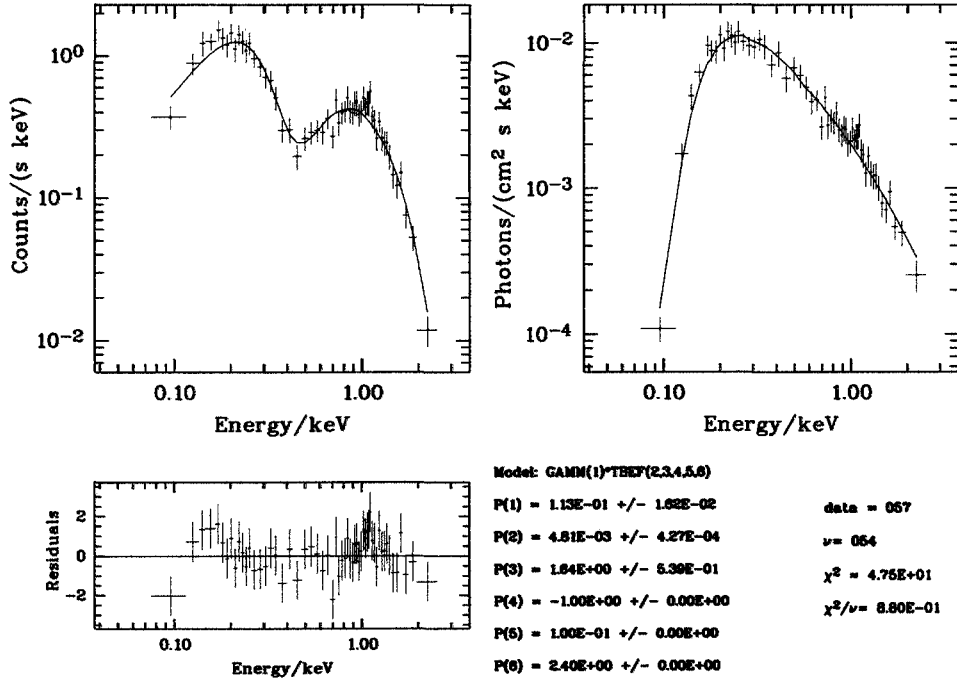
Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 47.5 ve serbestlik derecesi 54, İndirgenmiş χ^2 değeri ise 0.88 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.109).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu değeri $0.113 \pm 0.0162 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akı genlik değeri $4.81 \times 10^{-3} \pm 4.27 \times 10^{-4}$ keV/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 1.64 \pm 0.539$ keV olarak çıkarılmıştır. Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 47.51, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

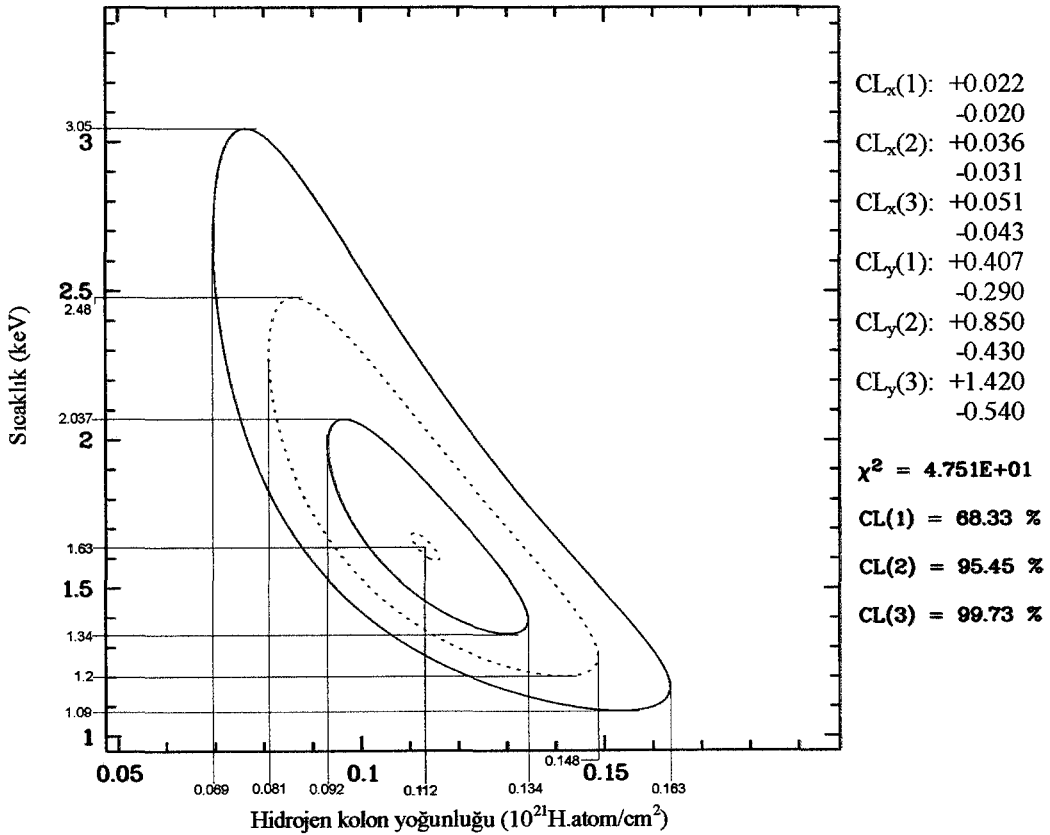
%68.33 güven aralığında $0.112^{+0.022}_{-0.020} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.112^{+0.036}_{-0.031} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.112^{+0.051}_{-0.043} \times 10^{21} \text{H.atom/cm}^2$, olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.109. BZ UMa yıldızının TBEF model analizi sonuçları



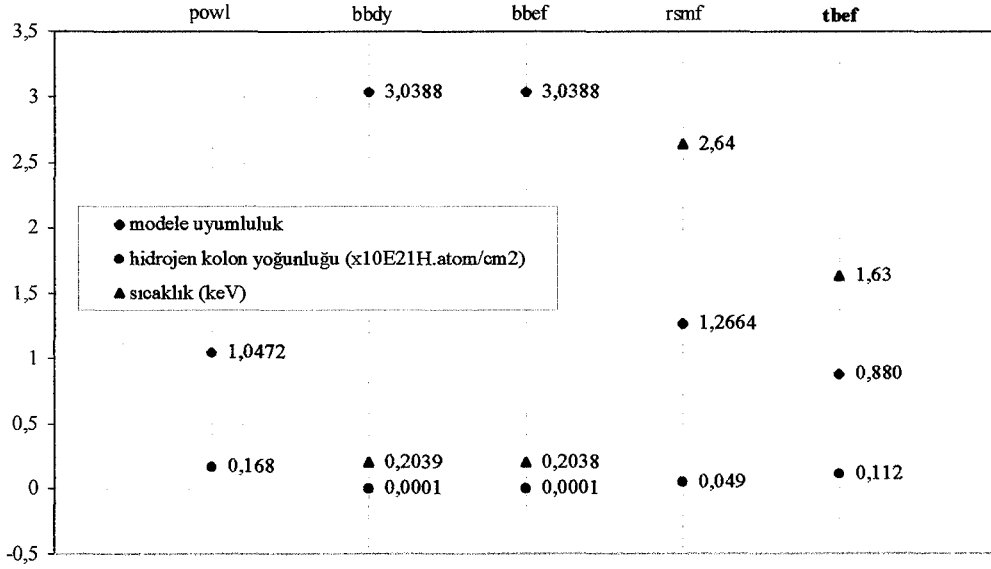
Şekil 6.110. BZ UMa yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

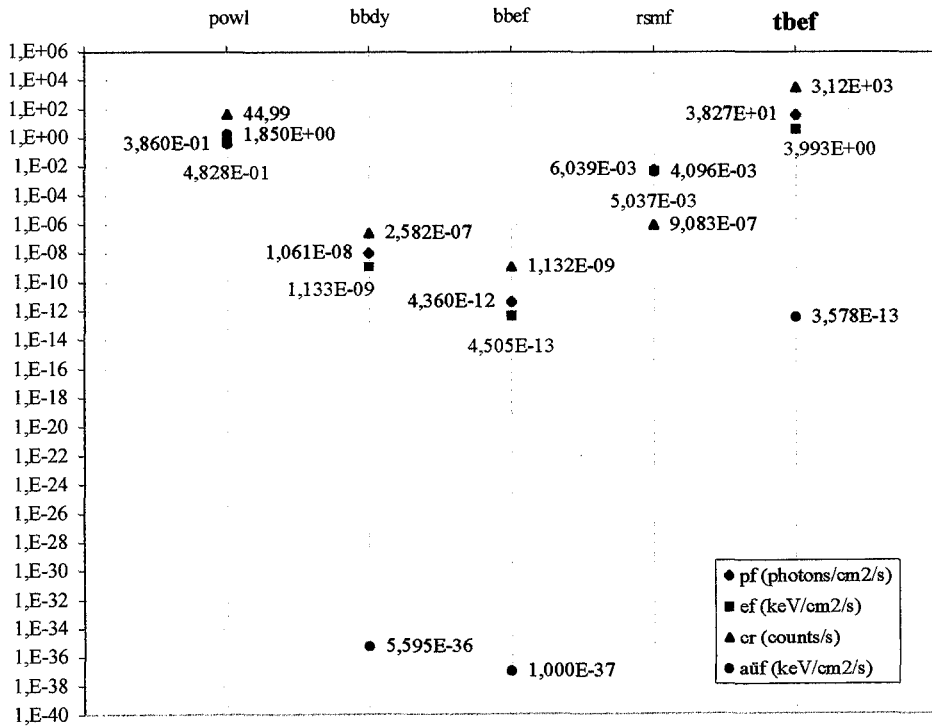
%68.33 güven aralığında $1.63^{+0.407}_{-0.290}$ keV,

%95.45 güven aralığında $1.63^{+0.850}_{-0.430}$ keV,

%99.73 güven aralığında $1.63^{+1.420}_{-0.540}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.110).



Şekil 6.111. BZ UMa yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri



Şekil 6.112. BZ UMa yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

Çizelge 6.19. BZ UMa yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} H.atom / cm^2$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
powl	0.168 ^{+0.063} _{-0.055}	0.00197 ^{+1.19×10⁻⁴} _{-1.19×10⁻⁴}	-1.87 ^{+0.218} _{-0.240}	1,0472
bbdy	0.0001 ^{+0.0048} _{-.....}	foton akısı (foton/cm ² /s) 0.00614 ^{+6.33×10⁻⁴} _{-6.33×10⁻⁴}	T (keV) 0.2039 ^{+0.0121} _{-0.0105}	3.0388
bbef	0.0001 ^{+0.0049} _{-.....}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 3.33 × 10 ⁻³ ^{+1.81×10⁻⁴} _{-1.81×10⁻⁴}	T (keV) 0.2038 ^{+0.0122} _{-0.0102}	3.0388
rsmf	0.049 ^{+0.012} _{-0.017}	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) 5.94 × 10 ⁻³ ^{+9.11×10⁻⁴} _{-9.11×10⁻⁴}	T (keV) 2.64 ^{+1.67} _{-0.67}	1,2664
tbef	0.112 ^{+0.036} _{-0.031}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 4.8×10 ⁻³ ^{+4.27×10⁻⁴} _{-4.27×10⁻⁴}	T (keV) 1.63 ^{+0.850} _{-0.430}	0.8798

BZ UMa için değerlendirilen modeller içinde 0.88 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Bremsstrahlung (TBEF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.111). Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.111’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.112’de verilmiştir. BZ UMa yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.19.’da verilmiştir.

BZ UMa yıldızı için sertlik oranı değerleri

BZ UMa için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri Çizelge 6.20’de verilmiştir.

Çizelge 6.20. BZ UMa yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
260	332	117	215	146	37
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,121621622	0,295180723	1,209302326	0,544186047	3,162162162	3,945945946

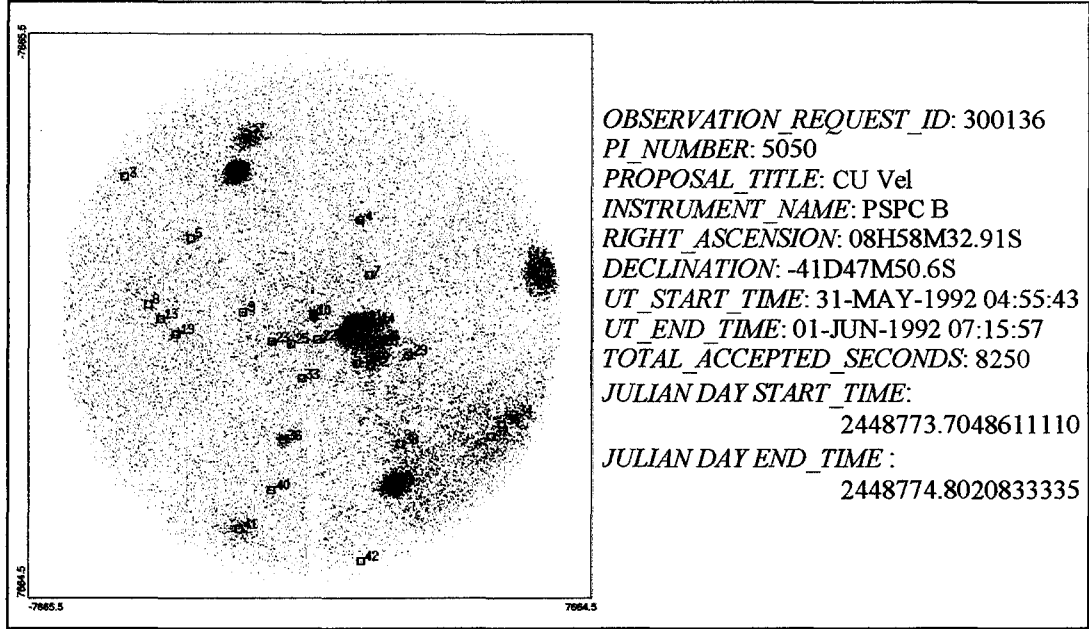
BZ UMa yıldızı için sayım oranı değeri

Çizelge 6.21. BZ UMa yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
BZ UMa	331,84	1,007	2773	0,970305383	0,124193794

6.1.8. CU Vel Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

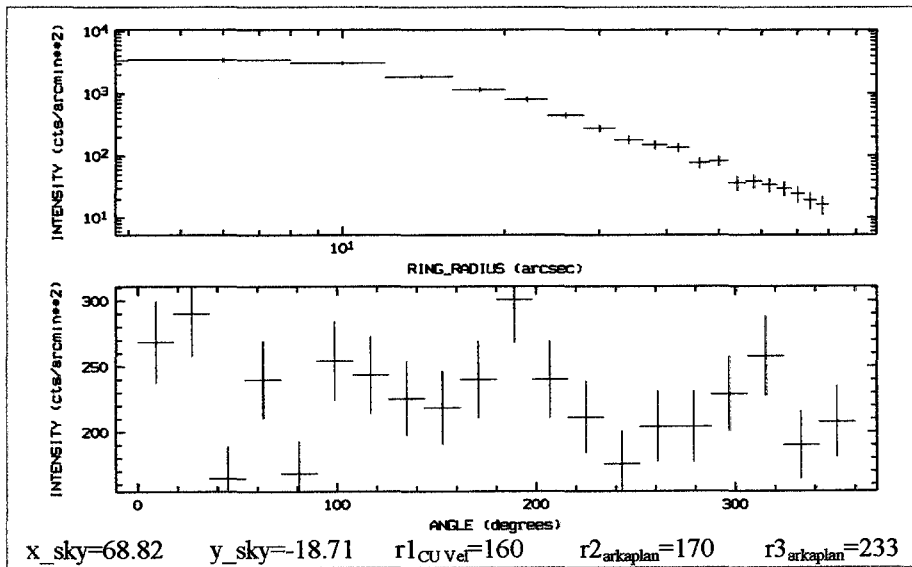
CU Vel gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.113. CU Vel yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300136n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 10 numaralı kaynak CU Vel olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler ortaya çıkartılmıştır (Şekil 6.113).

CU Vel gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

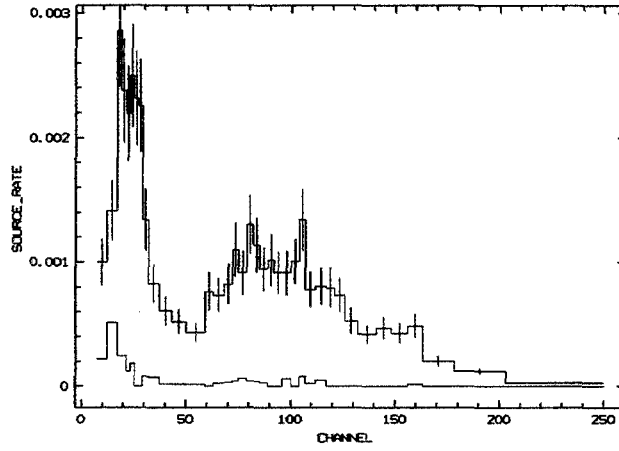


Şekil 6.114. CU Vel yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

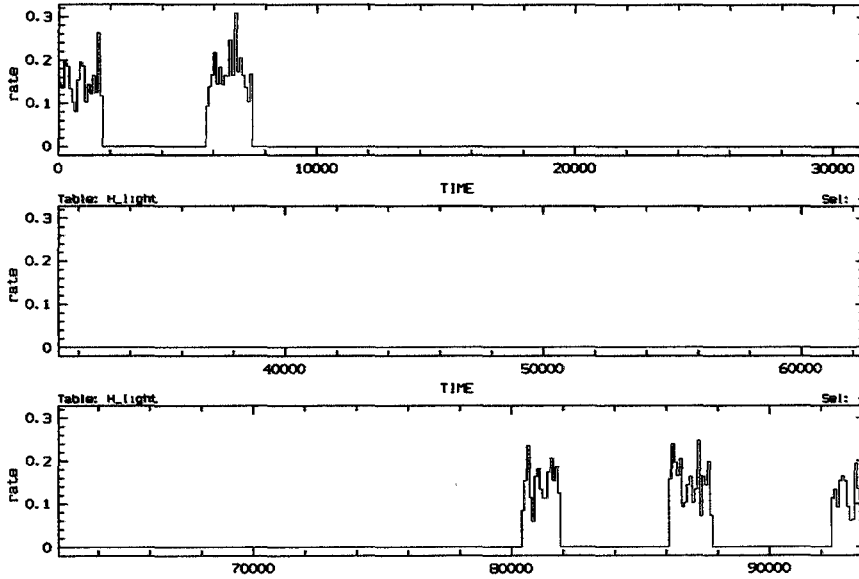
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.114) Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, CU Vel için görüntü üzerinde 160" bir yarıçap uygun görülmüştür.

CU Vel gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağın, uydu verisindeki konumdaki r_1 CU Vel yarıçapının belirlediğı alandan alınan yıldız ve r_2 - r_3 arkaplan yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiğı belirlenmiştir (Şekil 6.115).



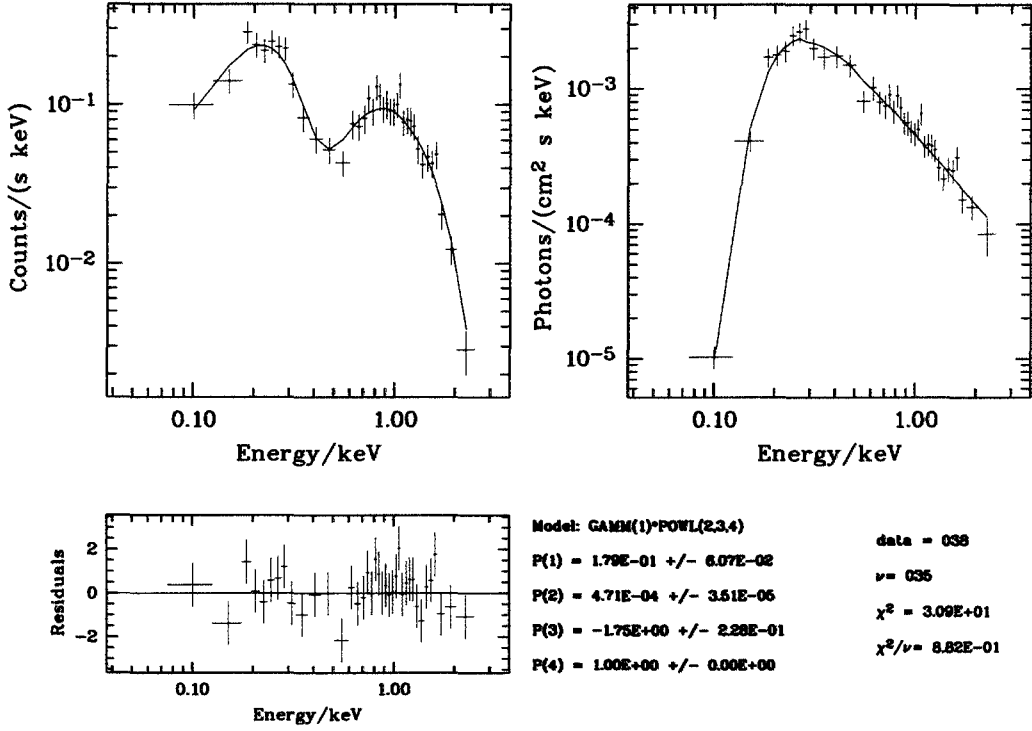
Şekil 6.115. CU Vel için kaynak ve arkaplan kıyaslanması



Şekil 6.116. CU Vel yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

CU Vel yıldızına ait ışık eğrisinde, gözlemin (0-351.04), (509-596.76), (7021.67-7196.32), (7547.36-7722.88), (8091.47-8250) saniyeleri arasında aktivite belirlenmiştir (Şekil 6.116).

CU Vel gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.117. CU Vel yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu modeli sonuçlarına göre χ^2 değeri 30.9 ve serbestlik derecesi 35, indirgenmiş χ^2 değeri ise 0.882 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.117).

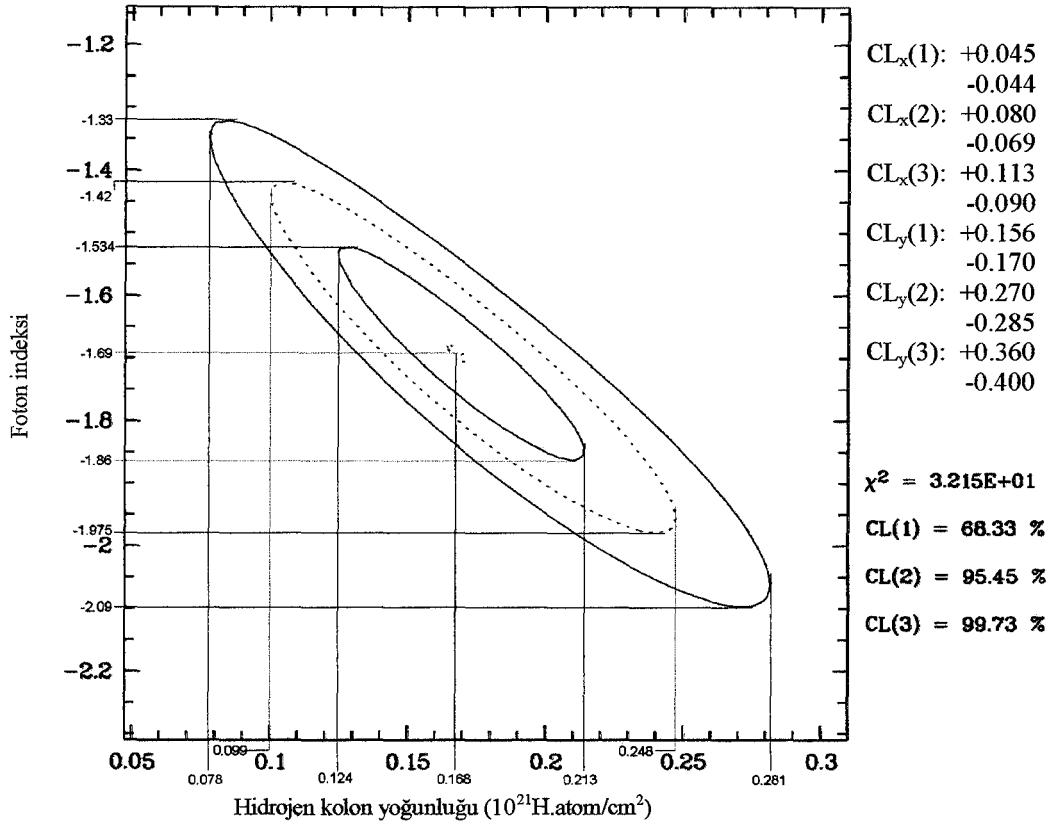
Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.179 \pm 6.07 \times 10^{-2}$ ($\times 10^{21} nH$) atoms/cm², E_0 referans enerjideki akı genlik değeri $4.71 \times 10^{-4} \pm 3.51 \times 10^{-5} \times 10^{21} H.atom/cm^2$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.75 \pm 0.228$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 32.15, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.168_{-0.044}^{+0.045} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.168_{-0.069}^{+0.080} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

%99.73 güven aralığında $0.168^{+0.113}_{-0.090} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,
 olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;
 %68.33 güven aralığında $-1.69^{+0.156}_{-0.170}$,
 %95.45 güven aralığında $-1.69^{+0.270}_{-0.285}$,
 %99.73 güven aralığında $-1.69^{+0.360}_{-0.400}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.118).

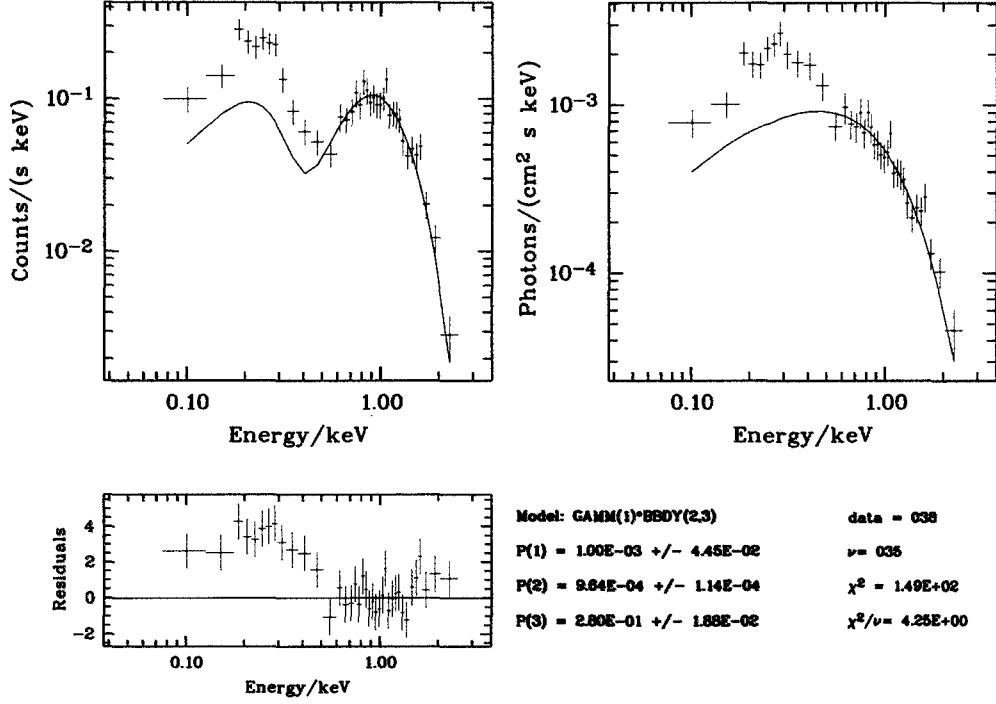


Şekil 6.118. CU Vel yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

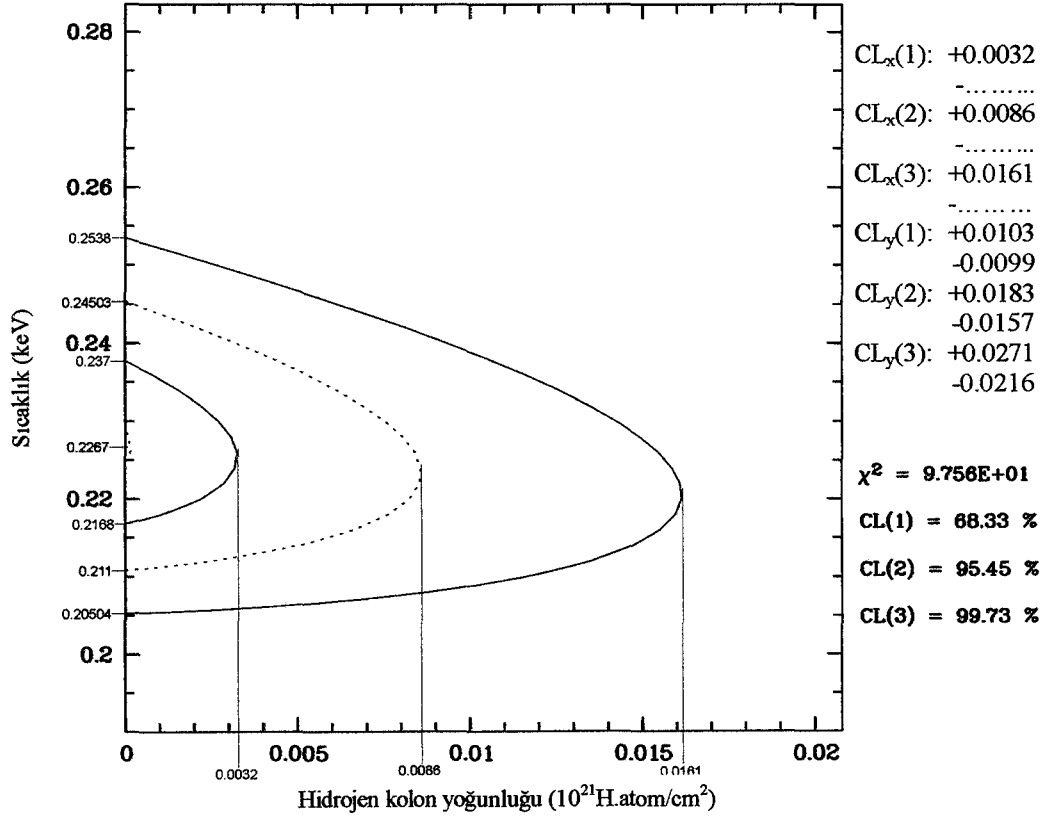
CU Vel gözlemi için Karacisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 149 ve serbestlik derecesi 35, indirgenmiş χ^2 değeri ise 4.25 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.119).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0445 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, foton akısı değeri $9.64 \times 10^{-4} \pm 1.14 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.280 \pm 1.88 \times 10^{-2}$ keV olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.119. CU Vel yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.120. CU Vel yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 97.56, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0001^{+0.0032}_{-0.0001} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0001^{+0.0086}_{-0.0001} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0001^{+0.0161}_{-0.0001} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2267^{+0.0103}_{-0.0099} \text{ keV},$$

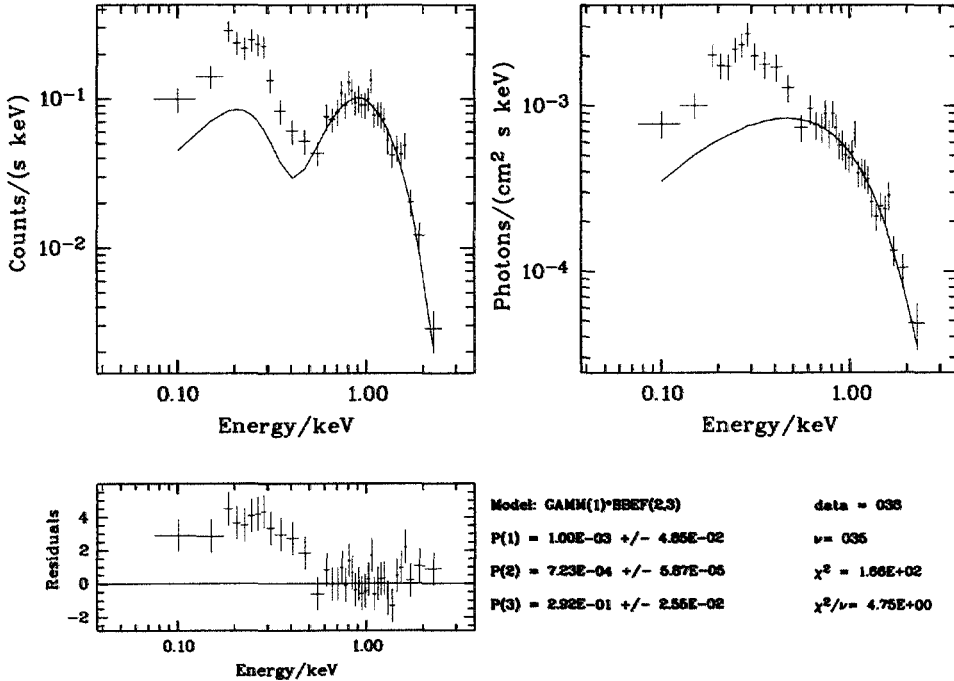
$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2267^{+0.0183}_{-0.0157} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2267^{+0.0271}_{-0.0216} \text{ keV}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.120).}$$

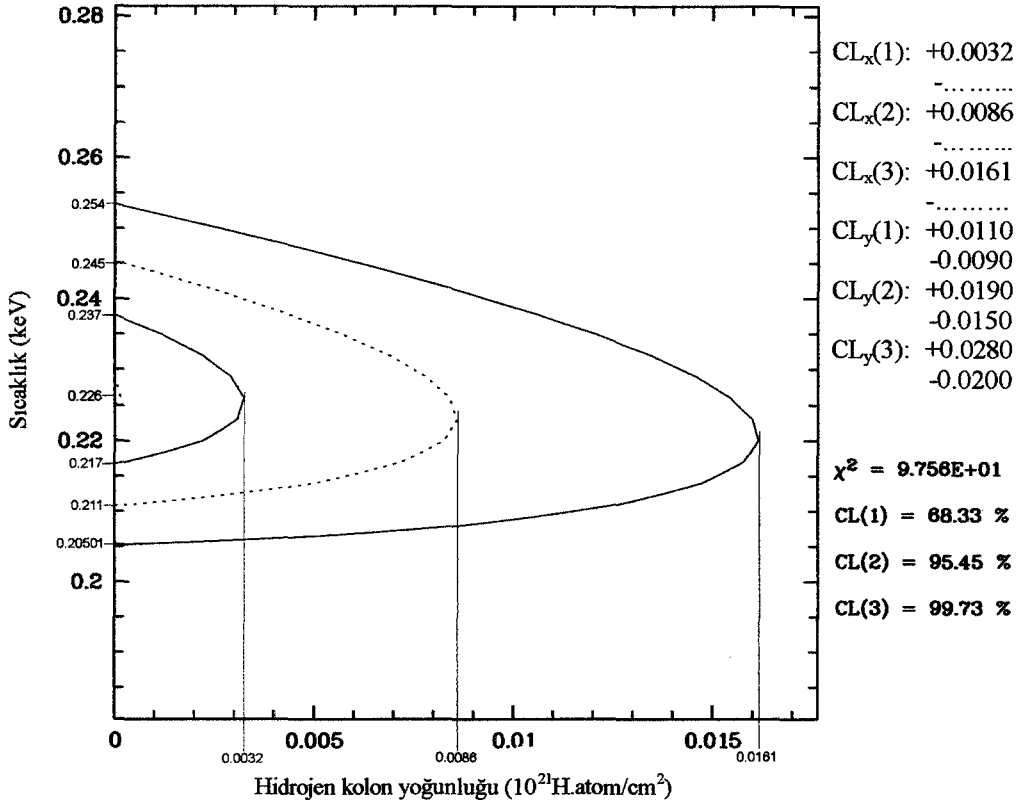
Sayım oranı çok düşük olduğundan spektral analiz sonuçlarındaki foton akısı, atmosfer üstü akı ve enerji akısı değerleri sağlıklı sonuç vermemiştir. Kara cisim modele uyumluluk 4.25 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olmamasından dolayı CU Vel yıldızı için modelin uygun olamayacağı ortaya çıkmıştır.

CU Vel gözlemi için Karacisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 166 ve serbestlik derecesi 35, İndirgenmiş χ^2 değeri ise 4.75 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.121).



Şekil 6.121. CU Vel yıldızının BBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.122. CU Vel yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0485 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, enerji akısı değeri $7.23 \times 10^{-4} \pm 5.87 \times 10^{-5} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.292 \pm 2.55 \times 10^{-2} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 97.56, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

%68.33 güven aralığında $0.0001^{+0.0032}_{-0.0001} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0001^{+0.0086}_{-0.0001} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

%99.73 güven aralığında $0.0001^{+0.0161}_{-0.0001} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.226^{+0.011}_{-0.009} \text{ keV}$,

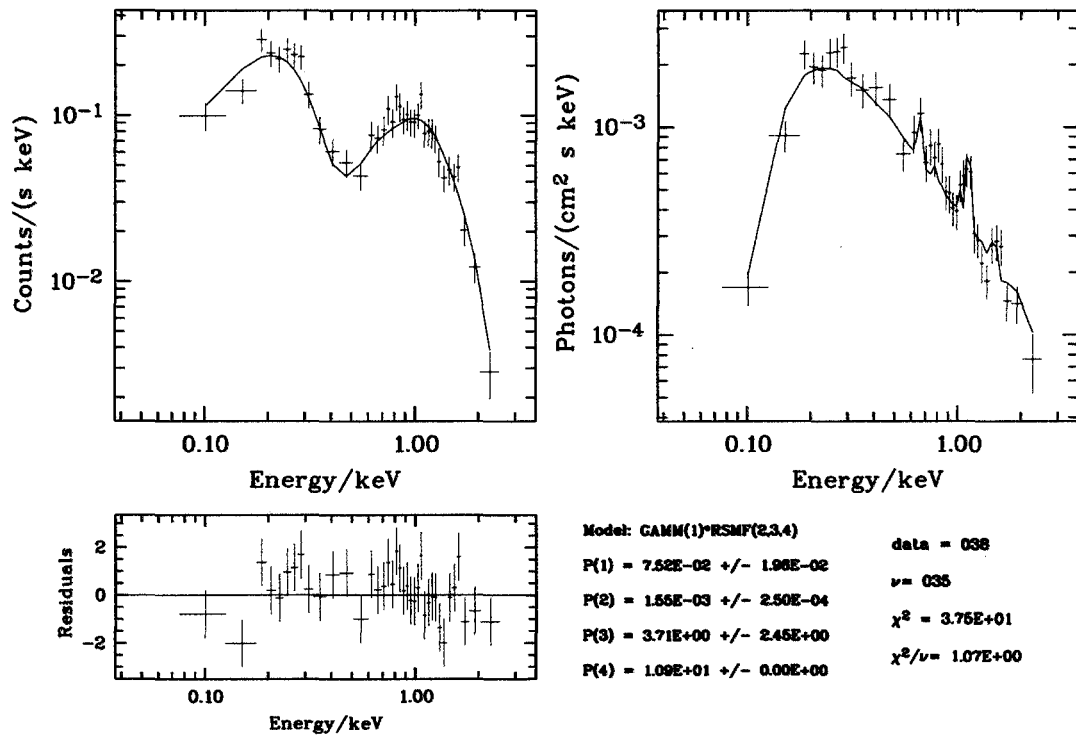
%95.45 güven aralığında $0.226^{+0.019}_{-0.015} \text{ keV}$,

%99.73 güven aralığında $0.226^{+0.028}_{-0.020} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.122)

Kara cisim modele uyumluluk 4.75 olması kabul edilebilir sınırlar içinde olmamasından dolayı CU Vel yıldızı için modelin uygun olamadığı sonucuna varılmıştır.

CU Vel gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi

Thermal Plasma Emission (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 37.5 ve serbestlik derecesi 35 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.07 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.123).



Şekil 6.123. CU Vel yıldızının RSMF model analizi sonuçları

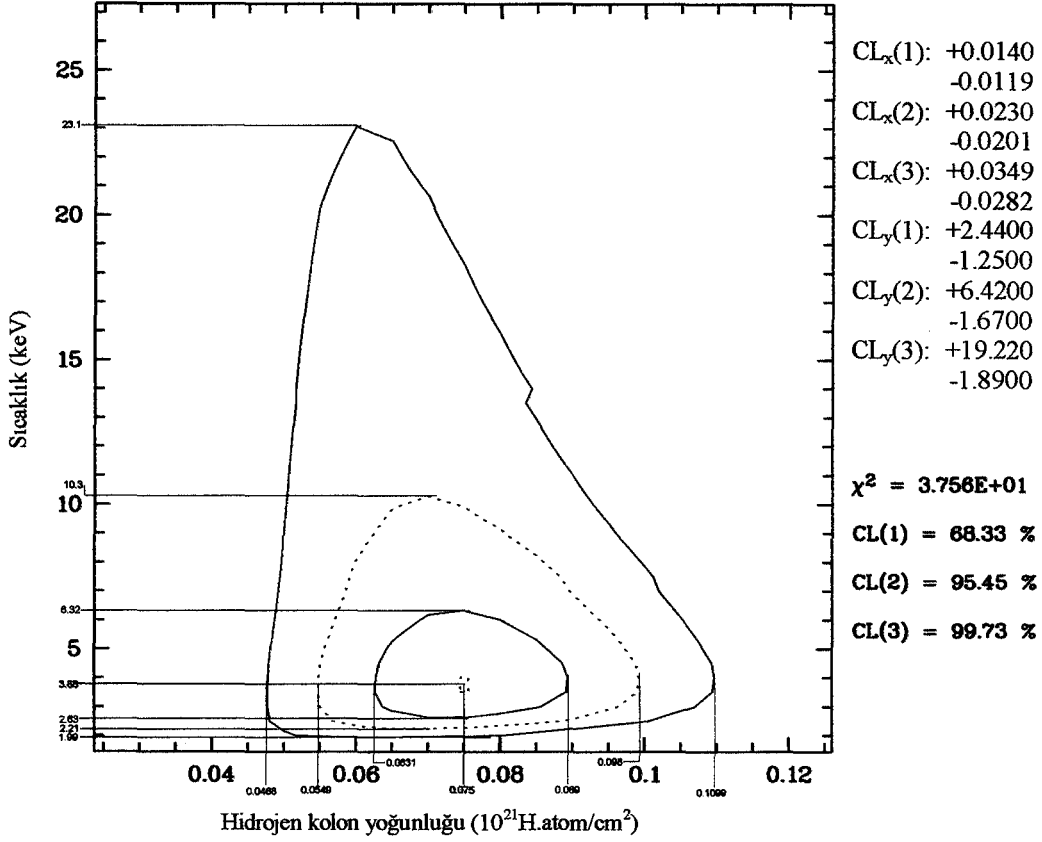
Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $7.52 \times 10^{-2} \pm 1.96 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $1.55 \times 10^{-3} \pm 2.5 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.71 \pm 2.45 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 37.56, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.075_{-0.0119}^{+0.0140} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

%95.45 güven aralığında $0.075^{+0.0230}_{-0.0201} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.075^{+0.0349}_{-0.0282} \times 10^{21} H.atom / cm^2$, olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.124. CU Vel yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $3.88^{+2.440}_{-1.250}$ keV,

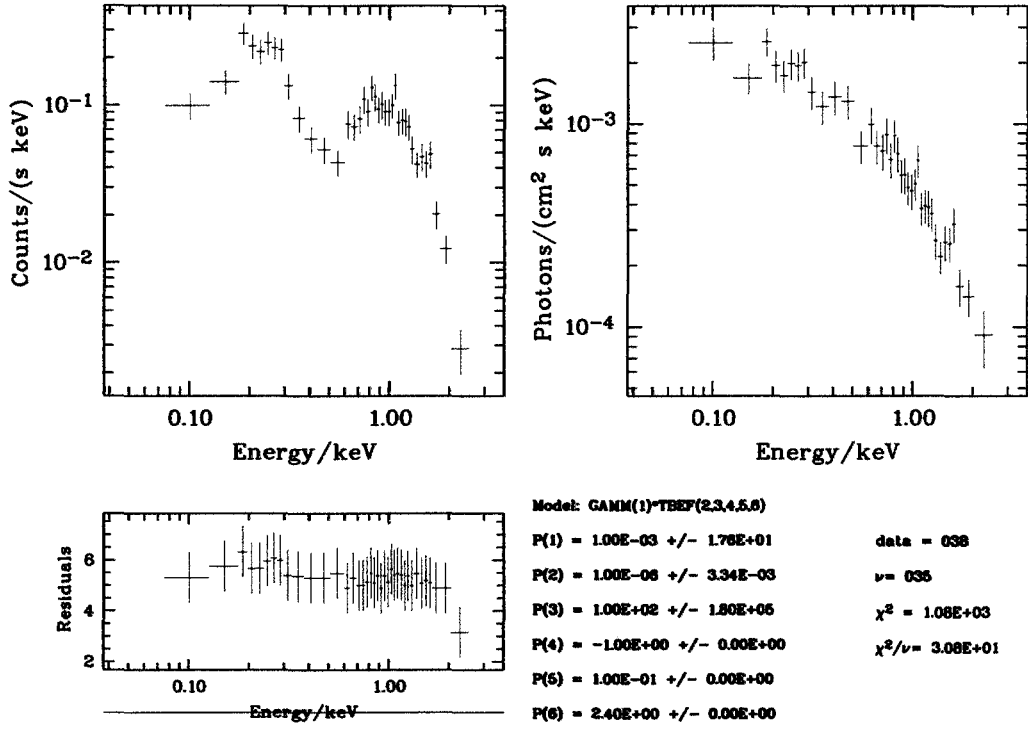
%95.45 güven aralığında $3.88^{+6.420}_{-1.670}$ keV,

%99.73 güven aralığında $3.88^{+19.22}_{-1.890}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.124).

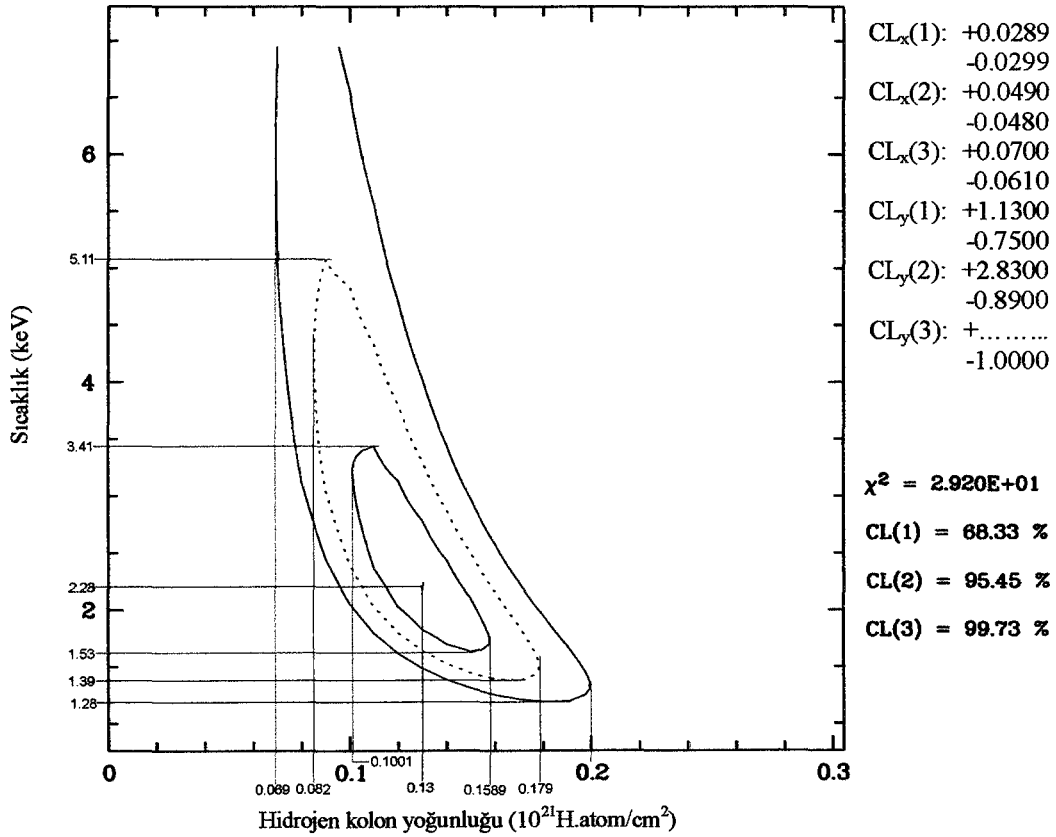
CU Vel gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

Thermal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 1080 ve serbestlik derecesi 35, indirgenmiş χ^2 değeri ise 30.8 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.125).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 17.6 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genlik değeri $= 1 \times 10^{-6} \pm 3.34 \times 10^{-3} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 100 \pm 1.8 \times 10^5 \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.125. CU Vel yıldızının TBEF model analizi sonuçları



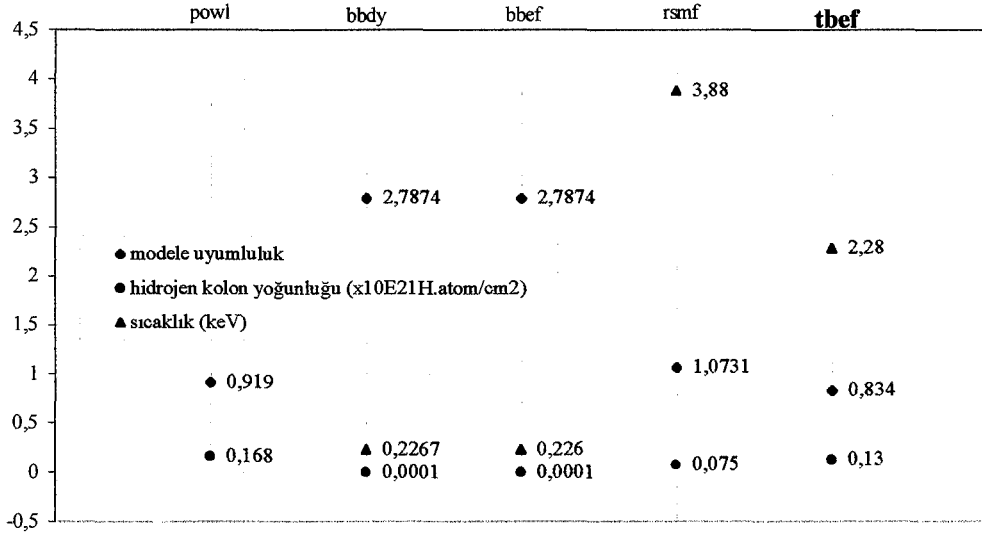
Şekil 6.126. CU Vel yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 29.20, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

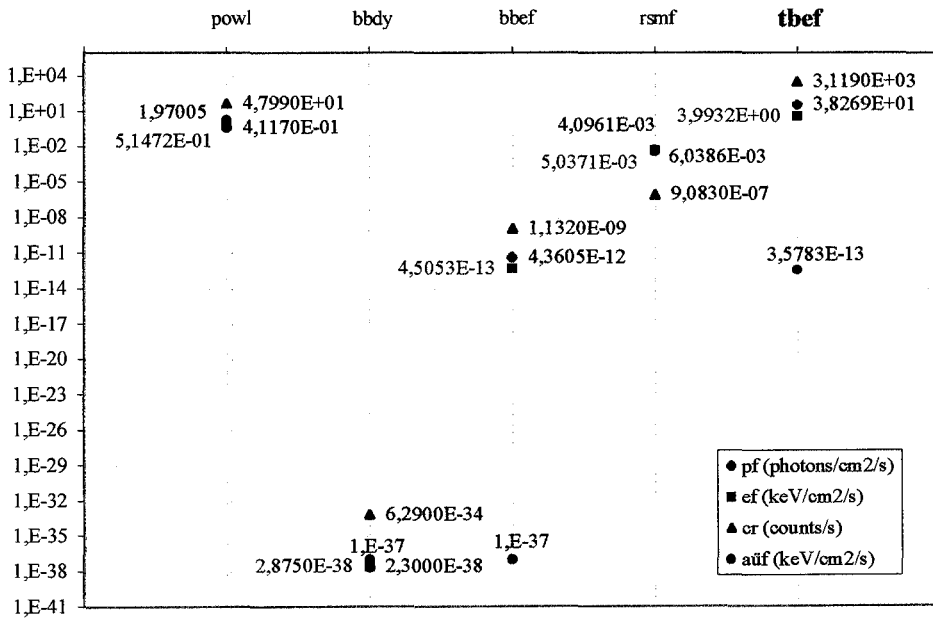
%68.33 güven aralığında $0.13^{+0.0289}_{-0.0299} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.13^{+0.049}_{-0.048} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.13^{+0.070}_{-0.061} \times 10^{21} H.atom / cm^2$, olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.127. CU Vela'nın spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri



Şekil 6.128. CU Vela'nın spektral analiz sonuç değerleri

Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $2.28^{+1.130}_{-0.750}$ keV,

%95.45 güven aralığında $2.28^{+2.83}_{-0.89}$ keV,

%99.73 güven aralığında $2.28^{+.....}_{-1.000}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.126).

CU Vel için değerlendirilen modeller içinde $1.07 \chi^2$ uyumluluk değeri ile ısısal plazma emisyon modeli (RSMF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.127).

Çizelge 6.22. CU Vel yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} H. atom / cm^2$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
powl	$0.168^{+0.080}_{-0.069}$	$0.000471^{+3.51 \times 10^{-5}}_{-3.51 \times 10^{-5}}$	$-1.69^{+0.270}_{-0.285}$	0.9185
bbdy	$0.0001^{+0.0086}_{-.....}$	foton akısı (foton/cm ² /s) $0.000964^{+1.14 \times 10^{-4}}_{-1.14 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.2267^{+0.0183}_{-0.0157}$	2.7874
bbef	$0.0001^{+0.0086}_{-.....}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $7.23 \times 10^{-4} \begin{smallmatrix} +5.87 \times 10^{-5} \\ -5.87 \times 10^{-5} \end{smallmatrix}$	T (keV) $0.226^{+0.019}_{-0.015}$	2.7874
rsmf	$0.075^{+0.0230}_{-0.0201}$	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) $1.55 \times 10^{-3} \begin{smallmatrix} +2.5 \times 10^{-4} \\ -2.5 \times 10^{-4} \end{smallmatrix}$	T (keV) $3.88^{+6.420}_{-1.670}$	1,0731
tbef	$0.13^{+0.049}_{-0.048}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $1 \times 10^{-6} \begin{smallmatrix} +3.34 \times 10^{-3} \\ -3.34 \times 10^{-3} \end{smallmatrix}$	T (keV) $2.28^{+2.83}_{-0.89}$	0.8342

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.127’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.128’de verilmiştir.

CU Vel yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.22.’da verilmiştir.

CU Vel yıldızı için emisyon ölçümü

CU Vel'nın bilinen uzaklığı $D=200$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini ($=1.55 \times 10^{-3} \pm 2.5 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5}$) genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde CU Vel için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 14,96 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

CU Vel yıldızı için sertlik oranı değerleri

CU Vel için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.23'de verilmiştir.

Çizelge 6.23. CU Vel yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
80	127	42	85	66	19
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,227053140	0,338582677	0,941176471	0,494117647	2,210526316	3,473684211

CU Vel yıldızı için sayım oranı değeri

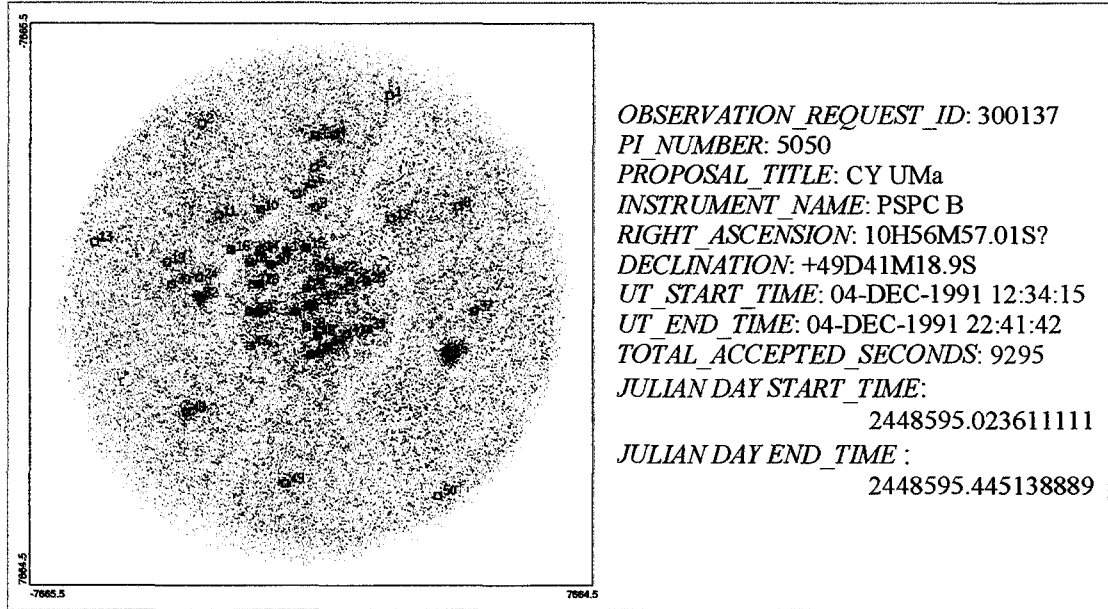
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.24).

Çizelge 6.24. CU Vel yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
CU Vel	1209,55	1,007	8250	0,975385785	0,151364115

6.1.9. CY UMa Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

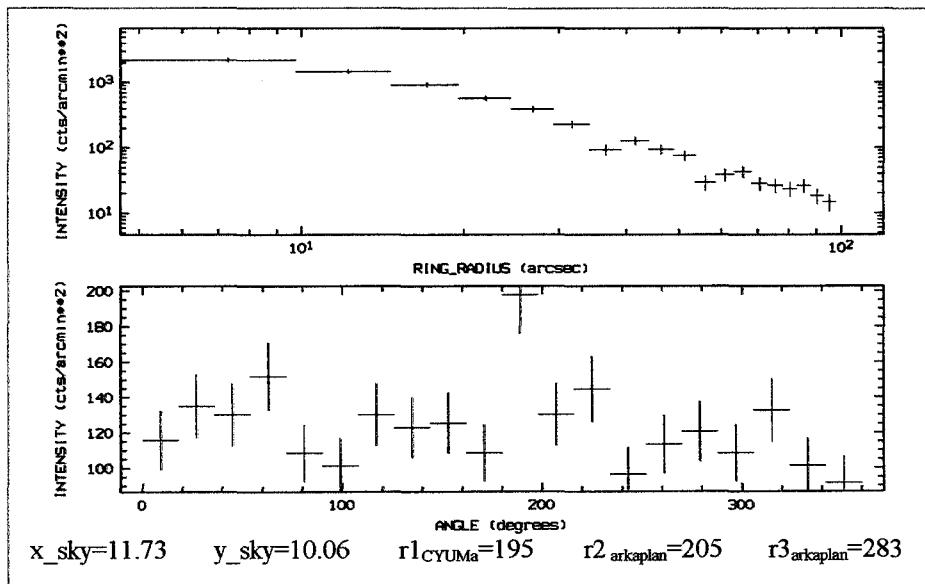
CY UMa gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.129. CY UMa yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300137n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 33 numaralı kaynak CY UMa olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler ortaya çıkartılmıştır (Şekil 6.129).

CY UMa gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

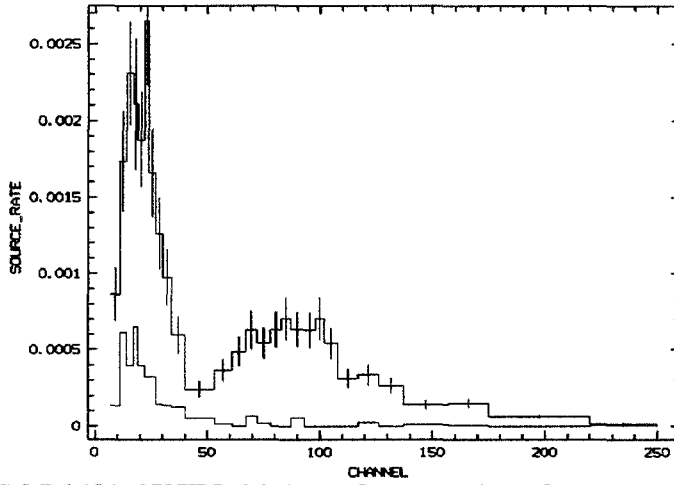


Şekil 6.130. CY UMa yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

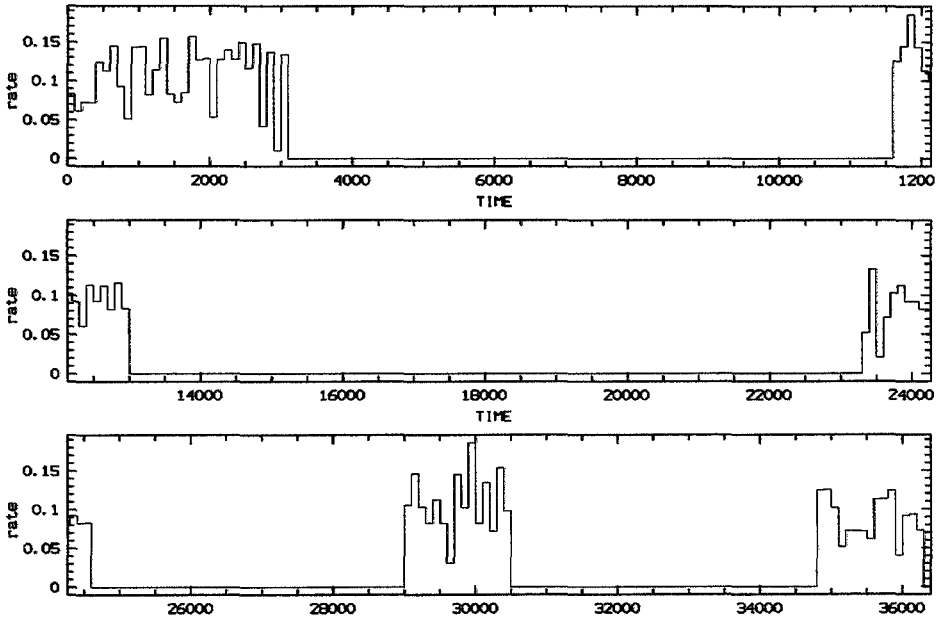
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.130). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, CY UMa için görüntü üzerinde 195" yaysaniyelik bir yarıçap uygun görülmüştür.

CY UMa gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağın, uydu verisindeki konumdaki r_1 CY UMa yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve r_2 - r_3 arkaplan yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.131).



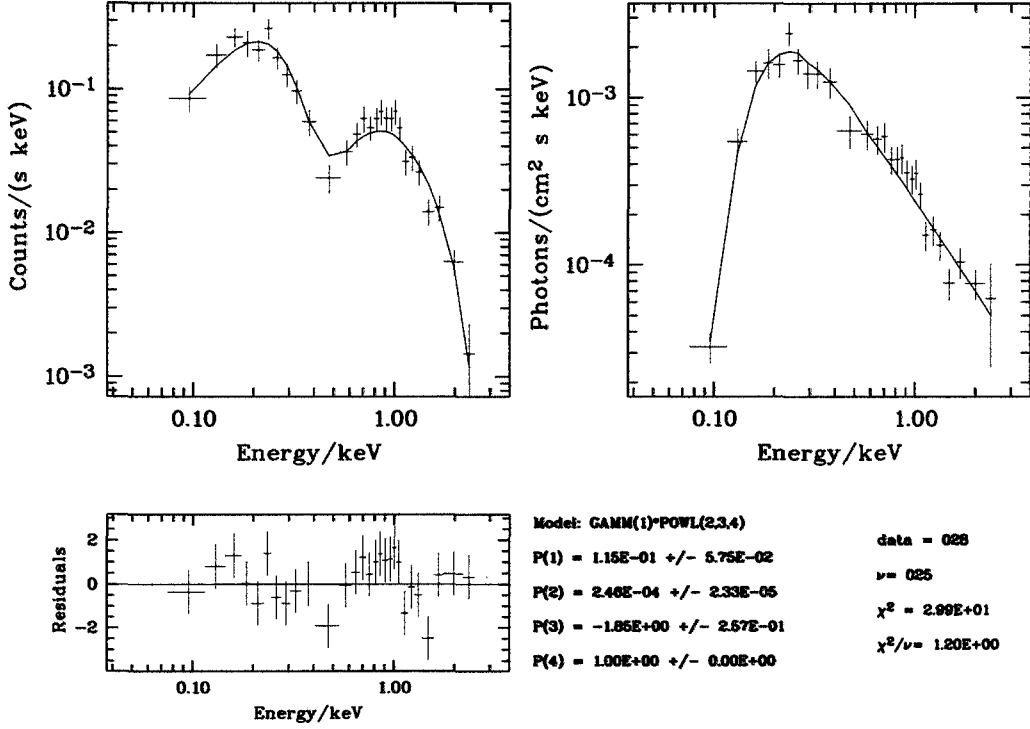
Şekil 6.131. CY UMa için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.132. CY UMa yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

CY UMa yıldızına ait ışık eğrisinde, gözlemin (0-763.95), (2928.475-3310.45), (5933.345-6238.925), (7384.85-7766.825), (8836.355-9294.725) saniyeleri arasında aktivite belirlenmiştir (Şekil 6.132).

CY UMa gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.133. CY UMa yıldızının POWL Model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 29.9 ve serbestlik derecesi 25, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.2 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.133).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.115 \pm 5.75 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genlik değeri $2.46 \times 10^{-4} \pm 2.33 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve $\Gamma = -1.85 \pm 0.257$ foton indeks değeri olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 29.9, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.118_{-0.045}^{+0.050} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.118_{-0.073}^{+0.090} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

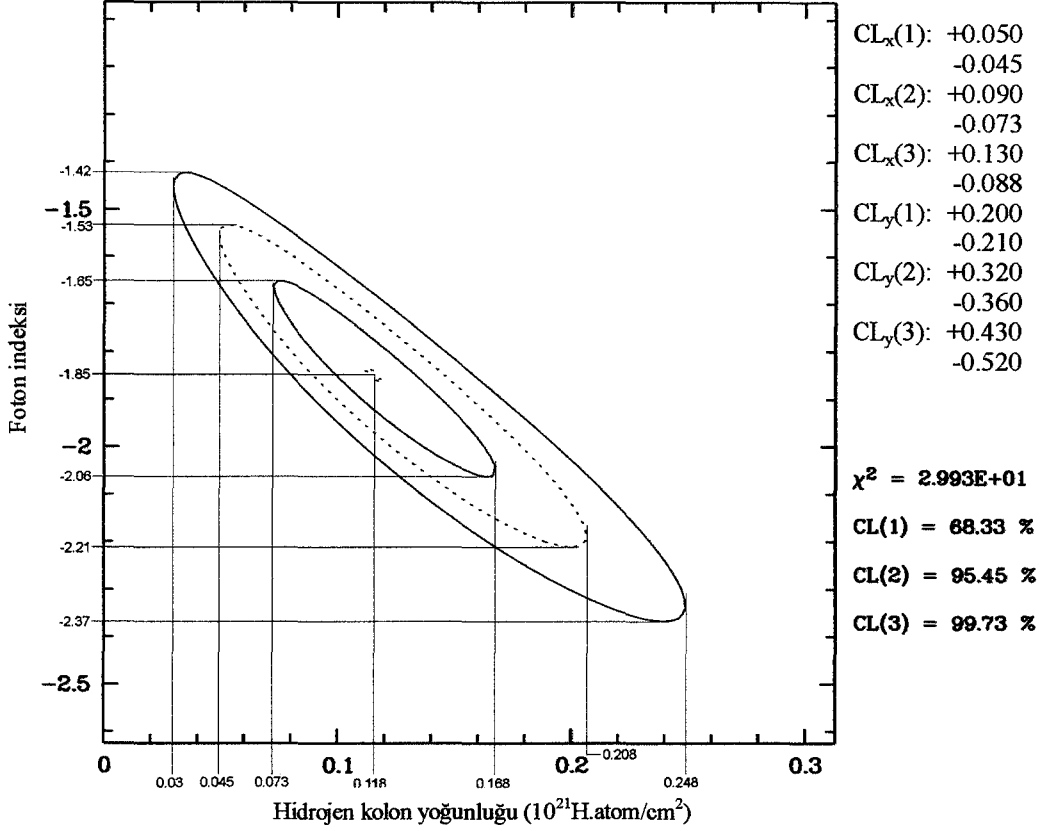
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.118_{-0.088}^{+0.130} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.85^{+0.20}_{-0.21}$,

%95.45 güven aralığında $-1.85^{+0.32}_{-0.36}$,

%99.73 güven aralığında $-1.85^{+0.43}_{-0.52}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.134).



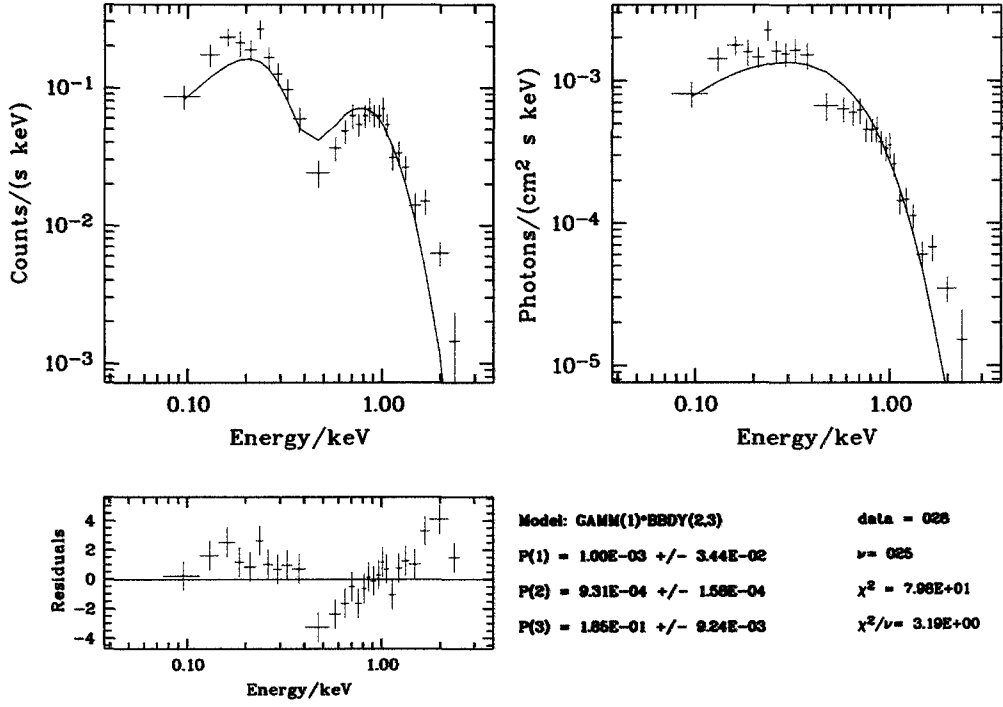
Şekil 6.134. CY UMa yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.1972 uyumluluk değeri ile POWL, CY UMa için uygun olduğu belirlenmiştir.

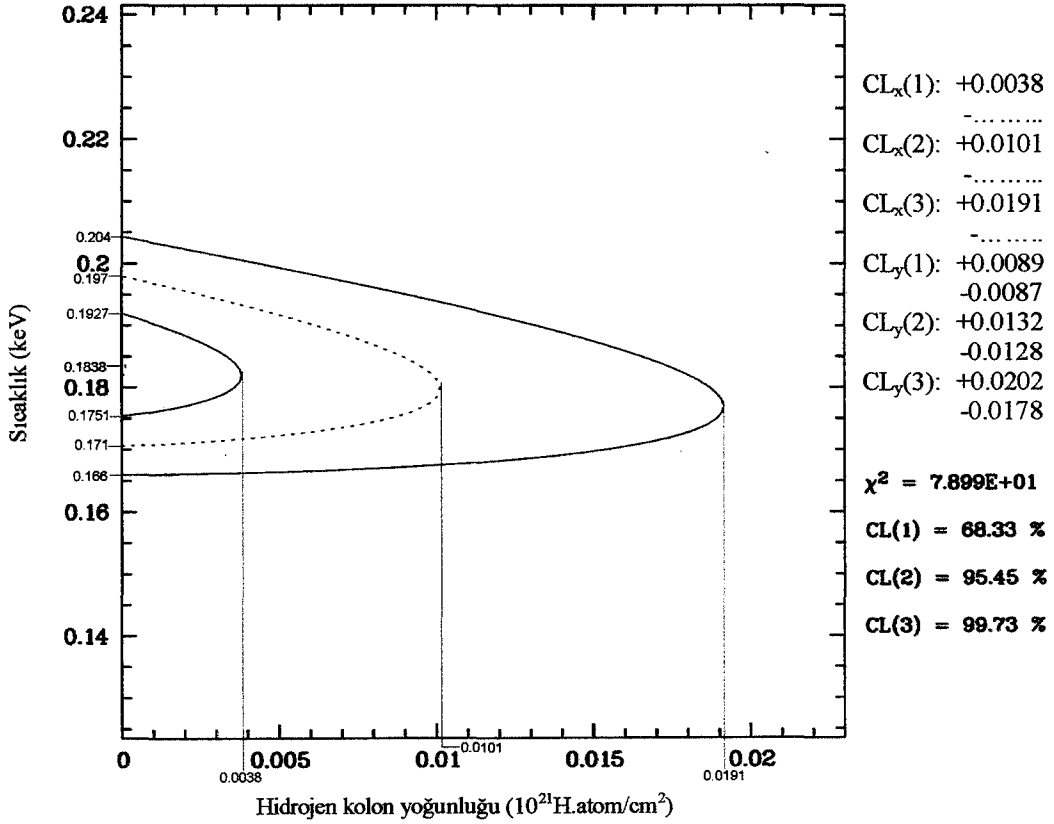
CY UMa gözlemi için Karacisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Karacisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 79.8 ve serbestlik derecesi 25, indirgenmiş χ^2 değeri ise 3.19 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.135).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $1 \times 10^{-3} \pm 3.44 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akı değeri $9.31 \times 10^{-4} \pm 1.58 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.185 \pm 9.24 \times 10^{-3}$ keV olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.135. CY UMa yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.136. CY UMa yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 78.99, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0001^{+0.0038}_{-0.0001} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0001^{+0.0101}_{-0.0001} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2 ,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0001^{+0.0191}_{-0.0001} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2 ,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.1838^{+0.0089}_{-0.0087} \text{ keV},$$

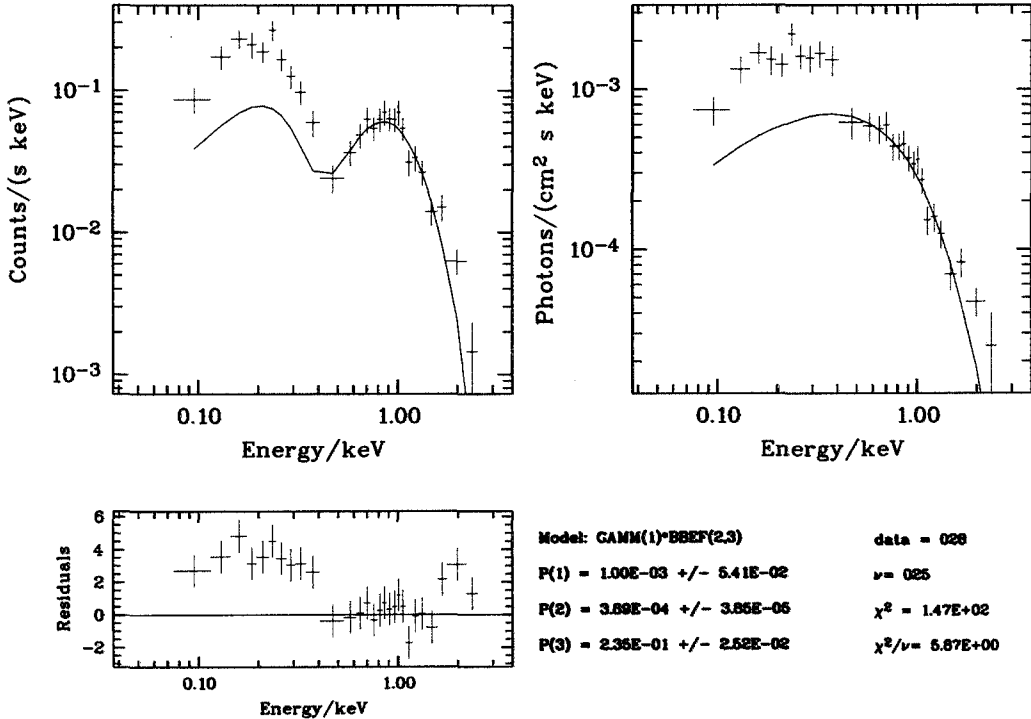
$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.1838^{+0.0132}_{-0.0128} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.1838^{+0.0202}_{-0.0178} \text{ keV}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.136).}$$

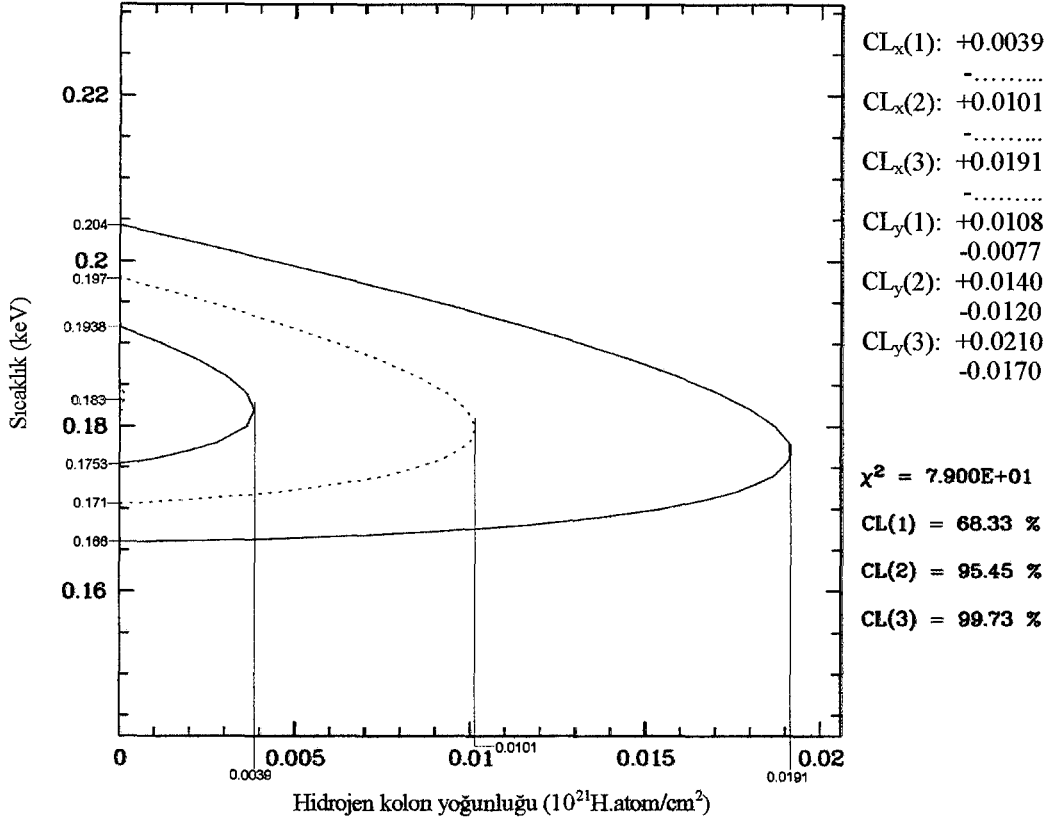
Kara cisim modele uyumluluk 3.1596 olduğundan CY UMa'nın model ile uyuşmadığı belirlenmiştir.

CY UMa gözlemi için Karacisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 147 ve serbestlik derecesi 25, indirgenmiş χ^2 değeri ise 5.87 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.137).



Şekil 6.137. CY UMa yıldızının BBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.138. CY UMa yıldızının BBF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $1 \times 10^{-3} \pm 5.4 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom / cm^2$, enerji akı değeri $3.89 \times 10^{-4} \pm 3.85 \times 10^{-5} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 0.235 \pm 2.52 \times 10^{-2} keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 79, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0001_{-0.0039}^{+0.0039} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0001_{-0.0101}^{+0.0101} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0001_{-0.0191}^{+0.0191} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.183_{-0.0077}^{+0.0108} keV,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.183_{-0.0120}^{+0.0140} keV,$$

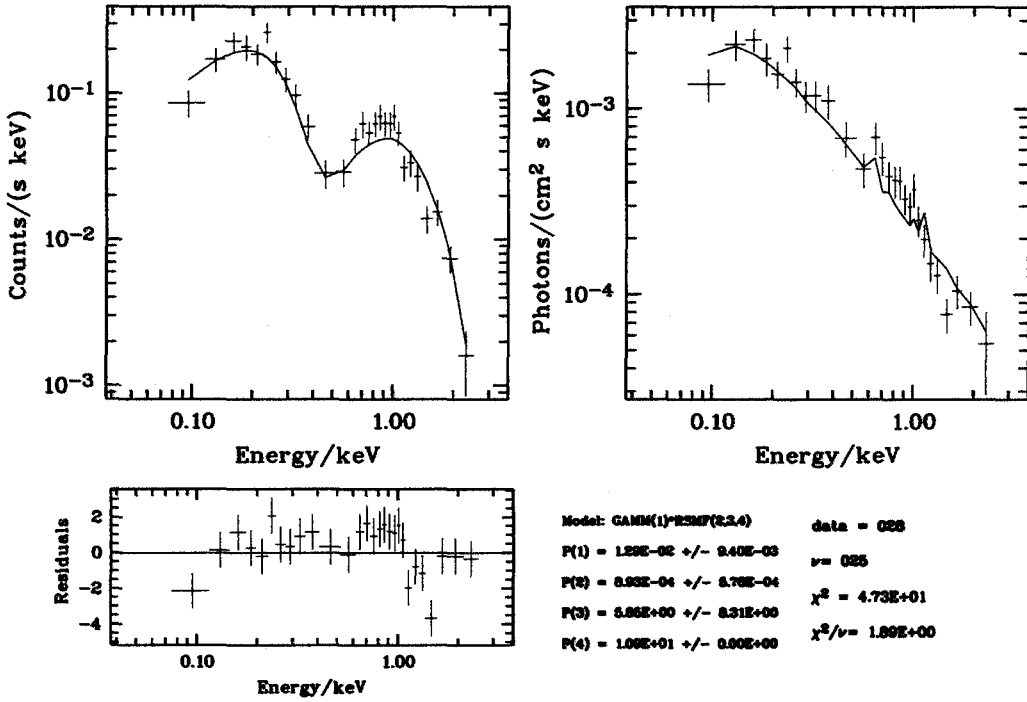
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.183_{-0.0170}^{+0.0210} keV, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.138).}$$

Kara cisim modele uyumluluk 3.16 olduğundan CY UMa'nın model ile uyuşmadığı belirlenmiştir.

CY UMa gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code]

(Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 47 ve serbestlik derecesi 25 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.88 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.139).



Şekil 6.139. CY UMa yıldızının RSMF model analizi sonuçları

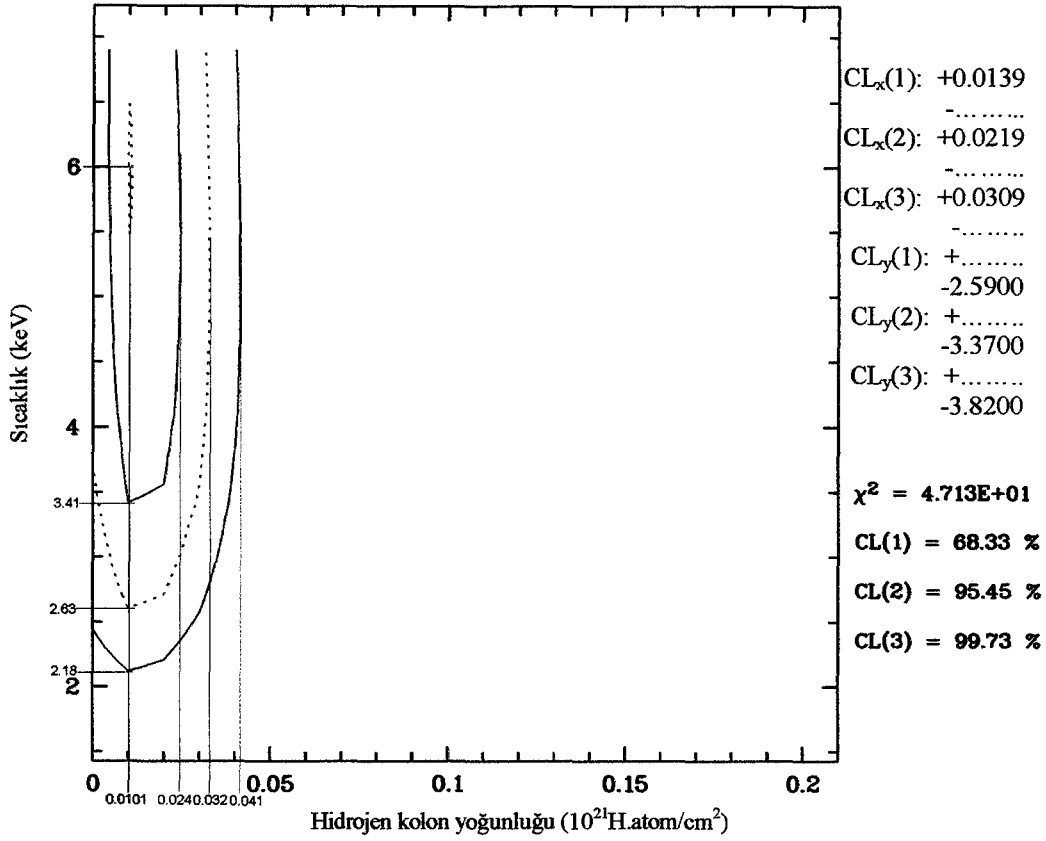
Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $1.36 \times 10^{-2} \pm 1.25 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $8.69 \times 10^{-4} \pm 6.1 \times 10^{-4} cm^{-3}$ ve sıcaklık değeri $T = 5.04 \pm 4.31 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 47.13, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

%68.33 güven aralığında $0.0101^{+0.0139}_{-0.0139} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0101^{+0.0219}_{-0.0219} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.0101^{+0.0309}_{-0.0309} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.140. CY UMa yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $6^{+.....}_{-2.59}$ keV,

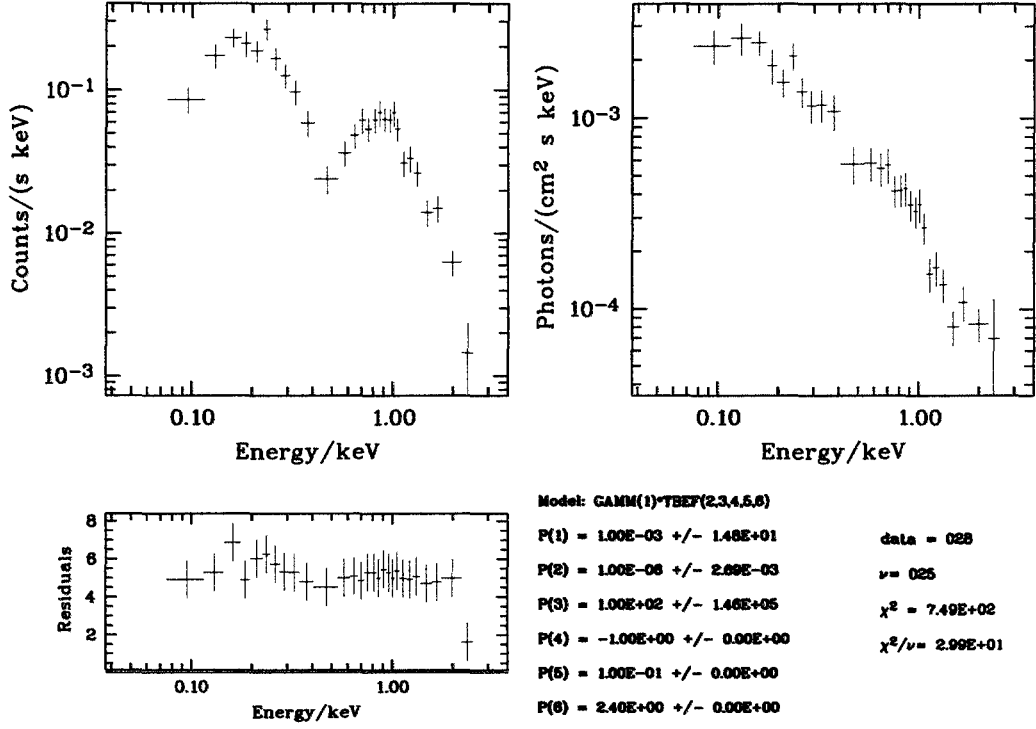
%95.45 güven aralığında $6^{+.....}_{-3.37}$ keV,

%99.73 güven aralığında $6^{+.....}_{-3.82}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.140).

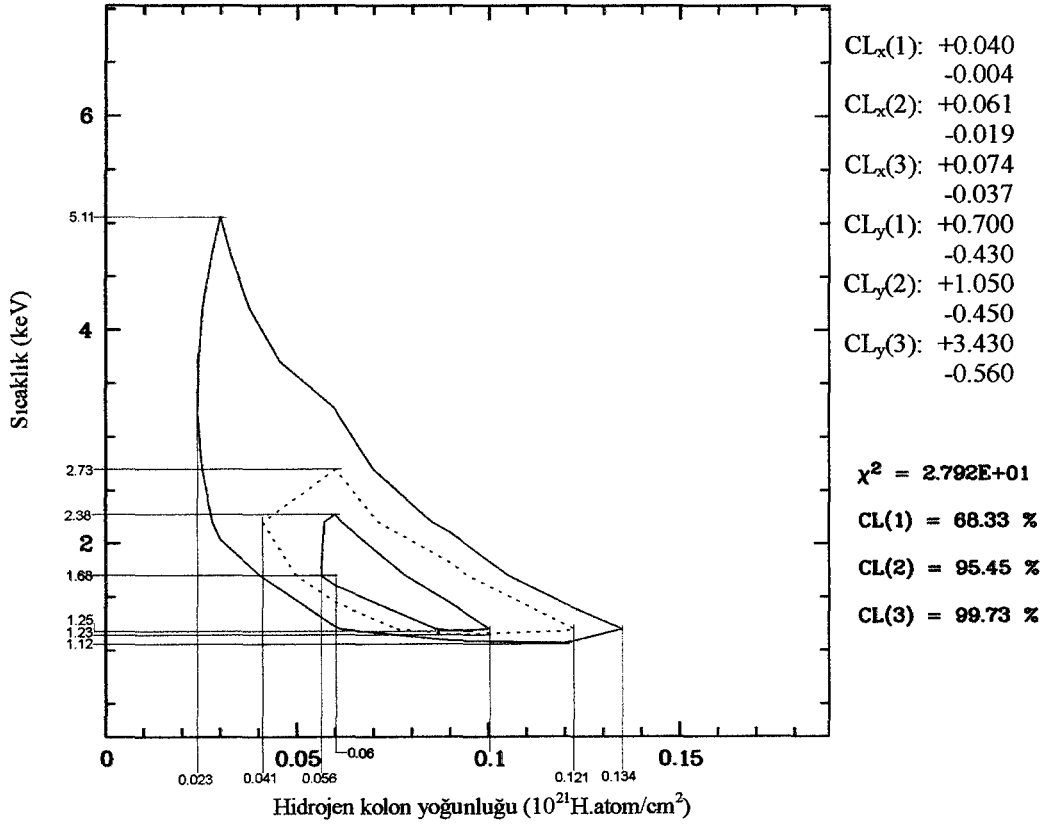
RSMF modele uyumluluk 1.8852 olduğundan CY UMa'nın model ile çok az uyduğu belirlenmiştir.

CY UMa gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Thermal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 749 ve serbestlik derecesi 25 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 29.9 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.141). Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $1 \times 10^{-3} \pm 14.8 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akı genliği $1 \times 10^6 \pm 269 \times 10^3$ keV/cm²/s ve sıcaklık $T = 100 \pm 1.46 \times 10^{+5}$ keV'dir.



Şekil 6.141. CY UMa yıldızının TBEF modeli analizi sonuçları



Şekil 6.142. CY UMa yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 27.92, hidrojen kolon yoğunluğu dikkate alındığında;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.06^{+0.040}_{-0.004} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.06^{+0.061}_{-0.019} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2 ,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.06^{+0.074}_{-0.037} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2 ,$$

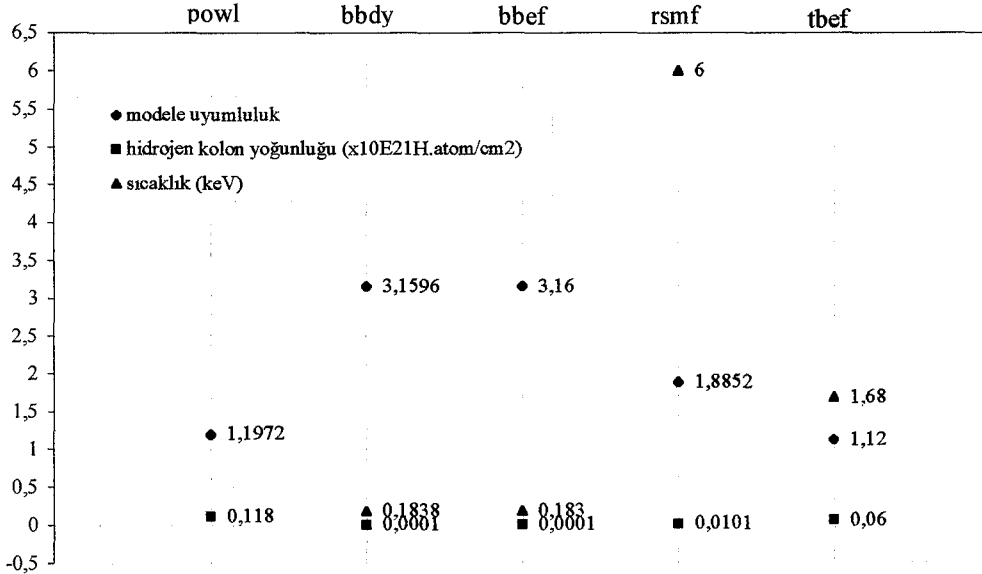
olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 1.68^{+0.700}_{-0.430} \text{ keV},$$

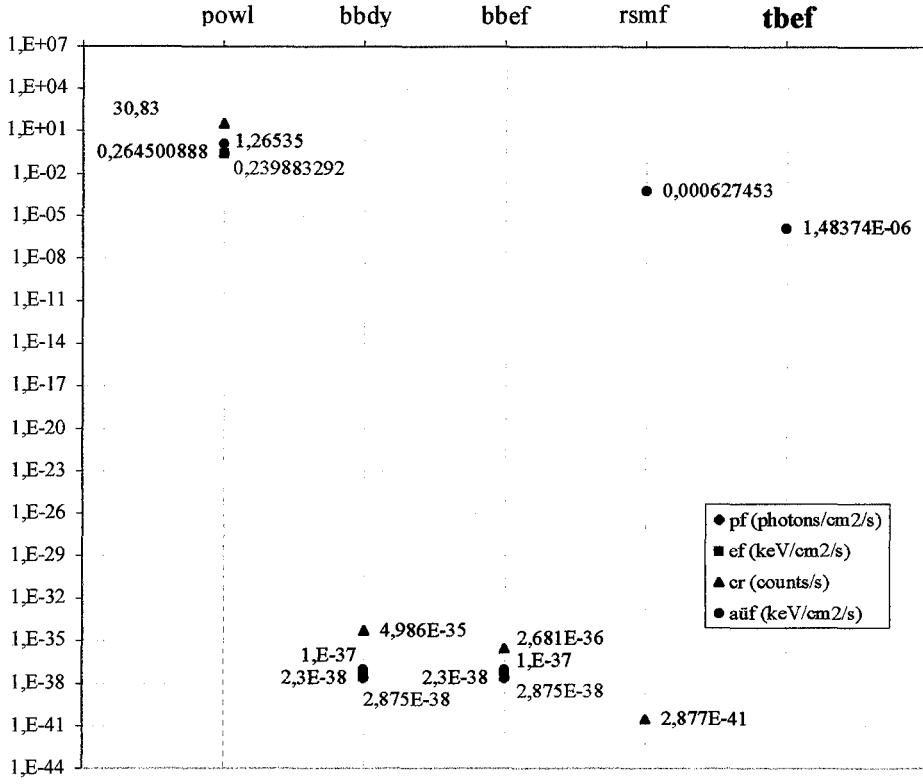
$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 1.68^{+1.050}_{-0.450} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 1.68^{+3.430}_{-0.560} \text{ keV}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.142).}$$

TBEF modeline uyumluluk 1.1168 olduğundan CY UMa'nın model ile uyduğu belirlenmiştir. CY UMa için değerlendirilen modeller içinde 1.1168 χ^2 uyumluluk değeri ile Thermal Bremsstrahlung (TBEF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.143). Beş model birlikte değerlendirilerek yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.143'de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.144'da verilmiştir.



Şekil 6.143. CY UMa yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri



Şekil 6.144. CY UMa yılızının spektral analiz sonuç değerleri

CY UMa yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.25.'da verilmiştir.

Çizelge 6.25. CY UMa yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH	akı genliği	foton	chi ² /v
	$\times 10^{21} H.atom/cm^2$	(foton/cm ² /s/keV)	indeksi	
powl	$0.118^{+0.090}_{-0.073}$	$0.000246^{+2.33 \times 10^{-5}}_{-2.33 \times 10^{-5}}$	$-1.85^{+0.32}_{-0.36}$	1,1972
bbdy	$0.0001^{+0.0101}_{-.....}$	foton akısı (foton/cm ² /s) $0.00093^{+1.58 \times 10^{-4}}_{-1.58 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.1838^{+0.0132}_{-0.0128}$	3.1596
bbef	$0.0001^{+0.0101}_{-.....}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $3.89 \times 10^{-4} \quad ^{+3.85 \times 10^{-5}}_{-3.85 \times 10^{-5}}$	T (keV) $0.183^{+0.0140}_{-0.0120}$	3.16
rsmf	$0.0101^{+0.0219}_{-.....}$	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) $8.93 \times 10^{-4} \quad ^{+5.78 \times 10^{-4}}_{-5.78 \times 10^{-4}}$	T (keV) $6^{+.....}_{-3.37}$	1,8852
tbef	$0.06^{+0.061}_{-0.019}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $1 \times 10^{-6} \quad ^{+2.69 \times 10^{-3}}_{-2.69 \times 10^{-3}}$	T (keV) $1.68^{+1.050}_{-0.450}$	1.1168

CY UMa yıldızı için emisyon ölçümü

CY UMa'nın bilinen uzaklığı $D=300$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini ($0.000893 \pm 0.000578 \text{ cm}^{-5}$) genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde CY UMa için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 9.44 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

CY UMa yıldızı için sertlik oranı değerleri

CY UMa için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri Çizelge 6.26'de verilmiştir.

Çizelge 6.26. CY UMa yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
84	67	30	37	31	7
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
-0,112582781	0,104477612	2,270270270	0,810810811	4,285714286	4,428571429

CY UMa yıldızı için sayım oranı değeri

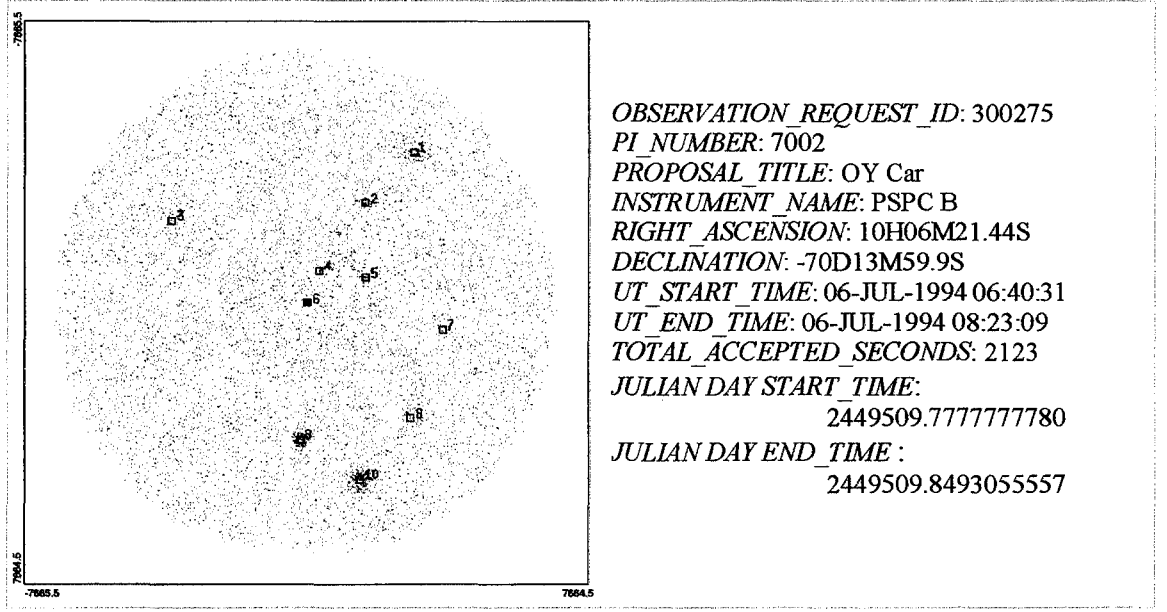
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.27).

Çizelge 6.27. CY UMa yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
CY UMa	862,71	1,006	9295	0,972148955	0,096046292

6.1.10. OY Car Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

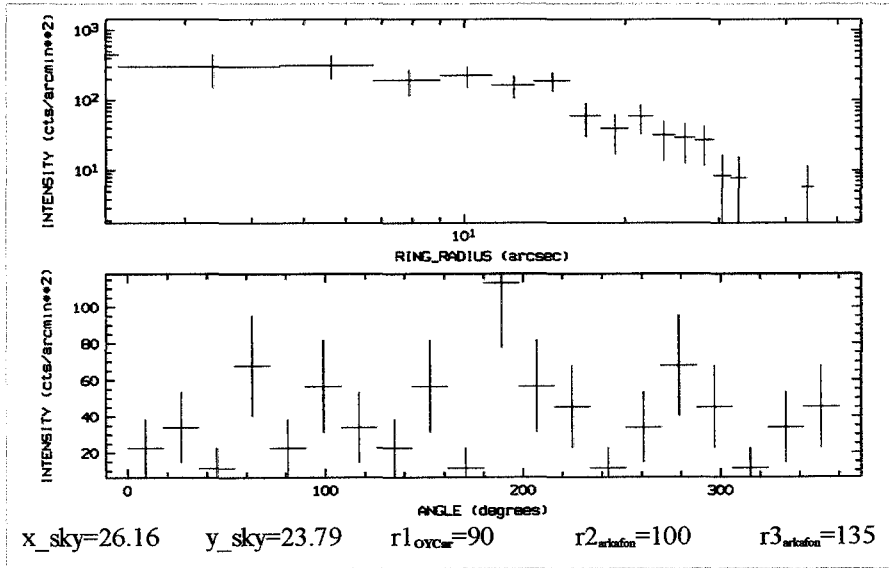
OY Car gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.145. OY Car yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300275a01 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 6 numaralı kaynak OY Car olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler ortaya çıkartılmıştır (Şekil 6.145.)

OY Car gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

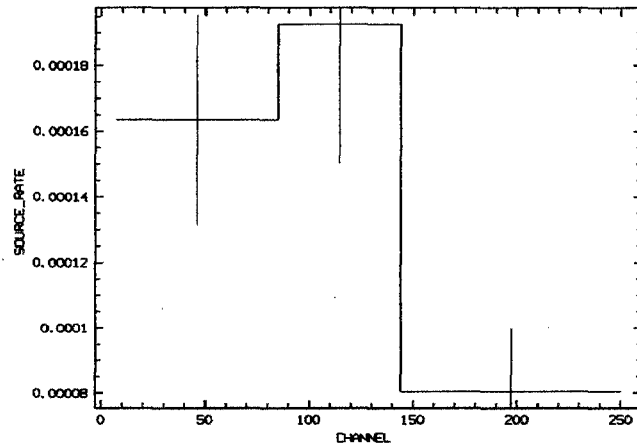


Şekil 6.146. OY Car yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

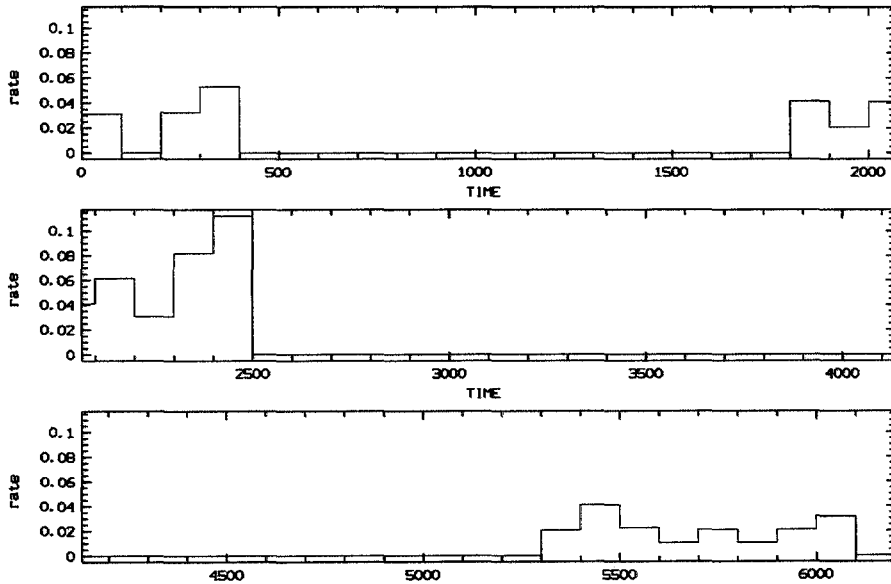
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.146). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, OY Car için görüntü üzerinde 90" bir yarıçap tespit edilmiştir.

OY Car gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, r_{OYCar} yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve r_3 - r_4 arkaplan yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin tek bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.147).



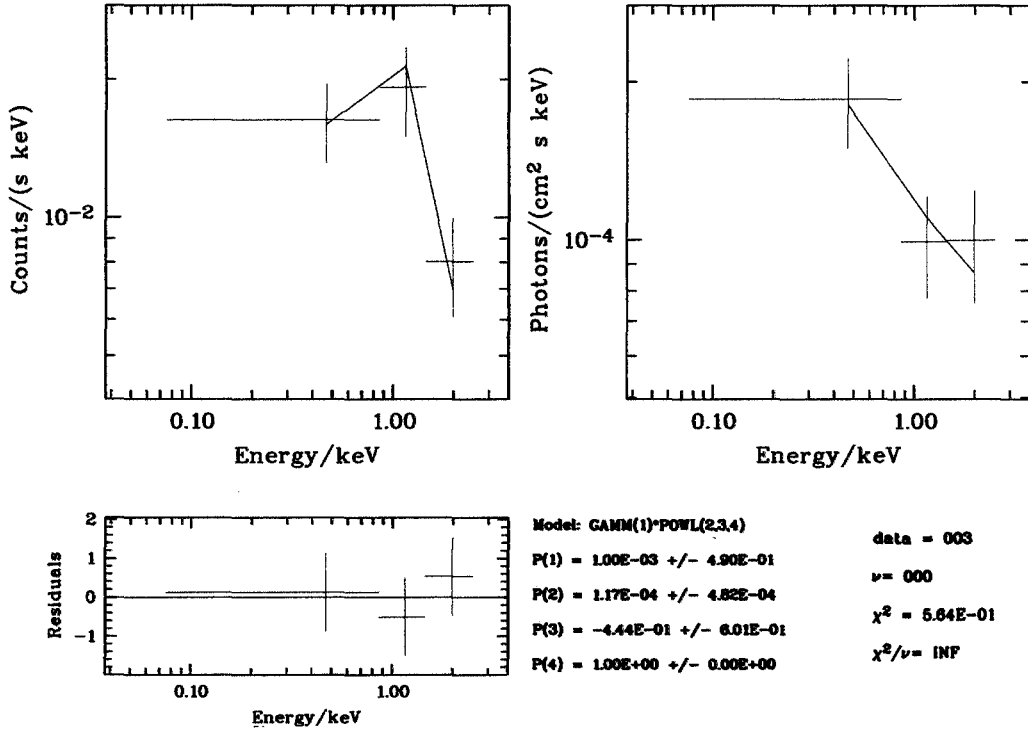
Şekil 6.147. OY Car için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.148. OY Car yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

OY Car yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin (0-136.968), (616.356-856.05), (1814.826-2088.762) saniyeleri arasında kalan bölümlerde aktivite belirlenmiş, bu aralıkların dışındaki zamanların sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.148).

OY Car gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.149. OY Car yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 0.564 ve serbestlik derecesi 0, indirgenmiş χ^2 değeri ise sonsuz olarak belirlenmiştir (Şekil .6.149).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 4.9 \times 10^{-1} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 1.74 \times 10^{-4} \pm 4.82 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -0.444 \pm 0.601$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 0.556 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0_{-.....}^{+0.02} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

%95.45 güven aralığında $0^{+2.56}_{-.....} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

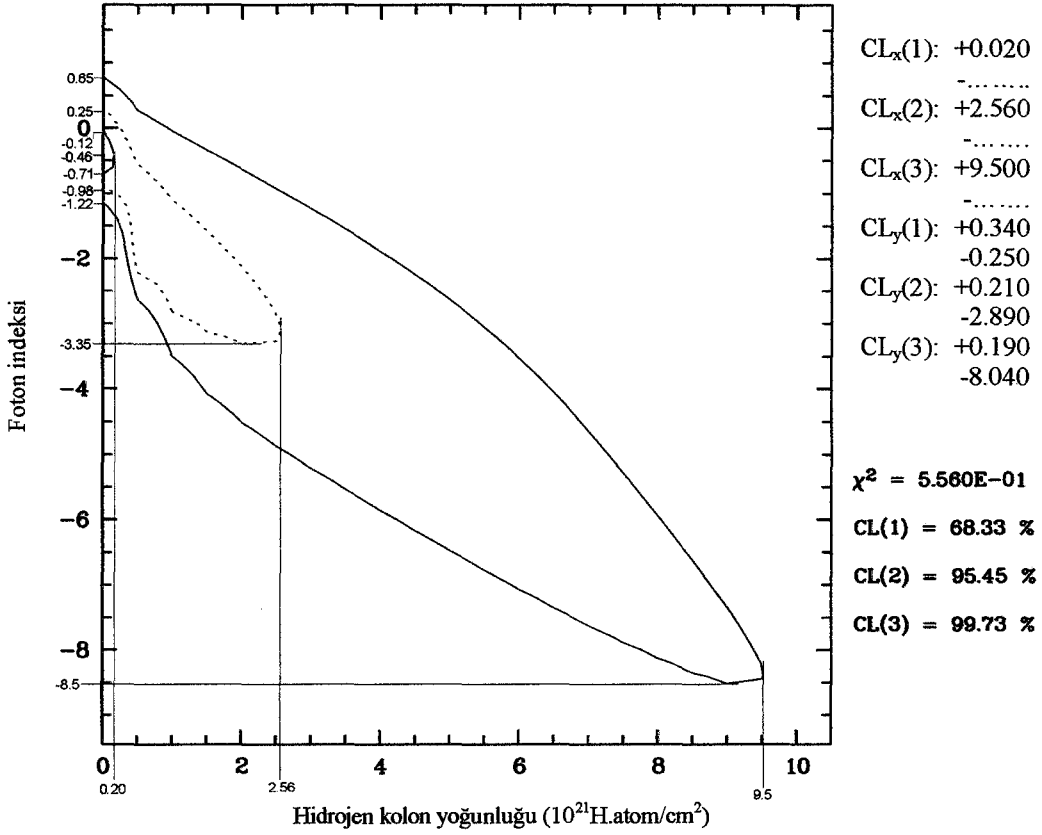
%99.73 güven aralığında $0^{+9.5}_{-....} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-0.46^{+0.34}_{-0.25}$,

%95.45 güven aralığında $-0.46^{+0.21}_{-2.89}$,

%99.73 güven aralığında $-0.46^{+0.19}_{-8.04}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.150).

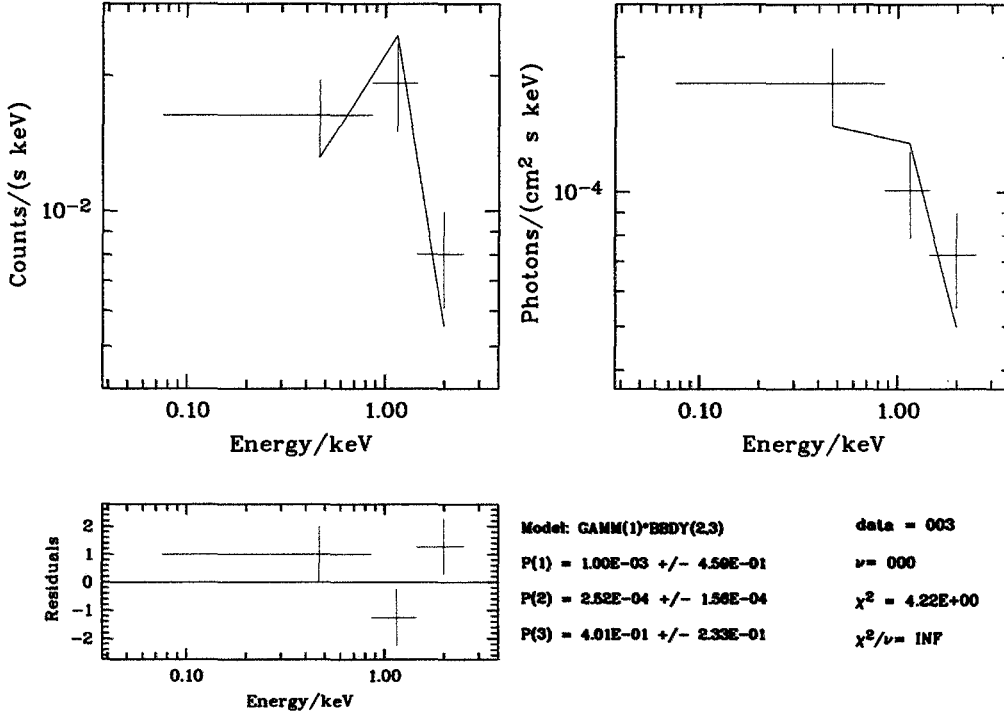


Şekil 6.150. OY Car yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

OY Car gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Karacisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 4.22 ve serbestlik derecesi 0'dır. İndirgenmiş χ^2 değeri ise sonsuz olarak belirlenmiştir (Şekil .6.151).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.459 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, foton akıskı değeri $2.52 \times 10^{-4} \pm 1.56 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.401 \pm 0.233$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.151. OY Car yıldızının BBDY model analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 13.89 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.00}^{+0.49} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.00}^{+1.601} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.00}^{+4.601} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

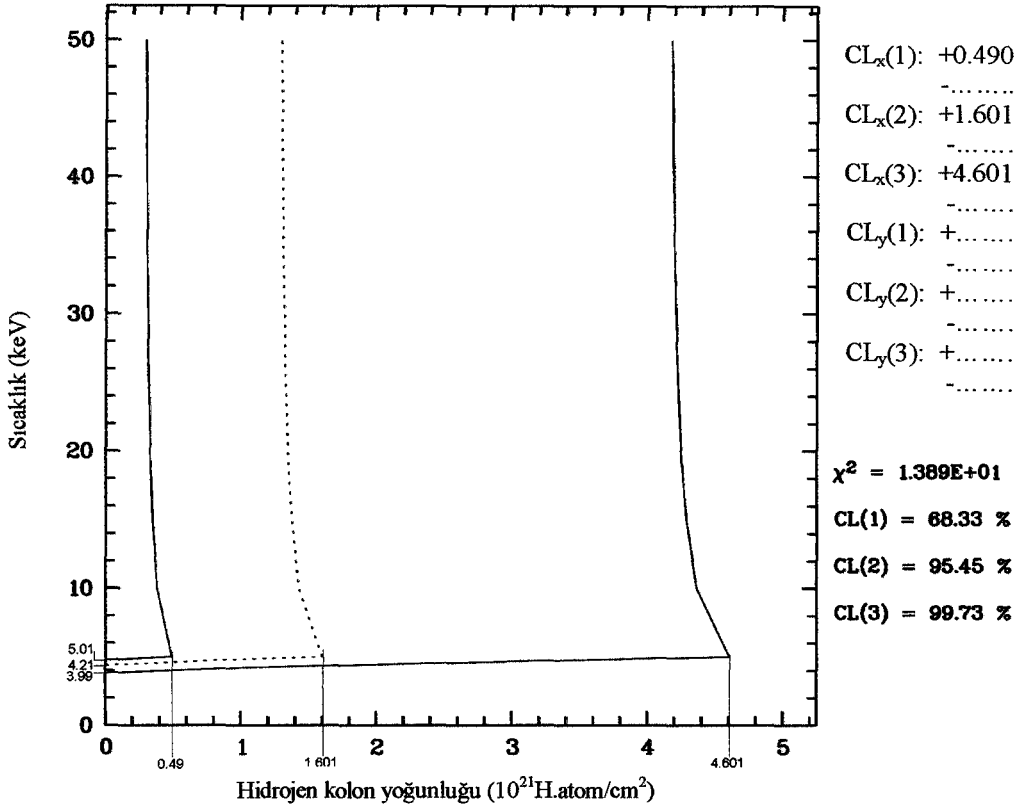
olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } ..._{-0.00}^{+0.00} ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } ..._{-0.00}^{+0.00} ,$$

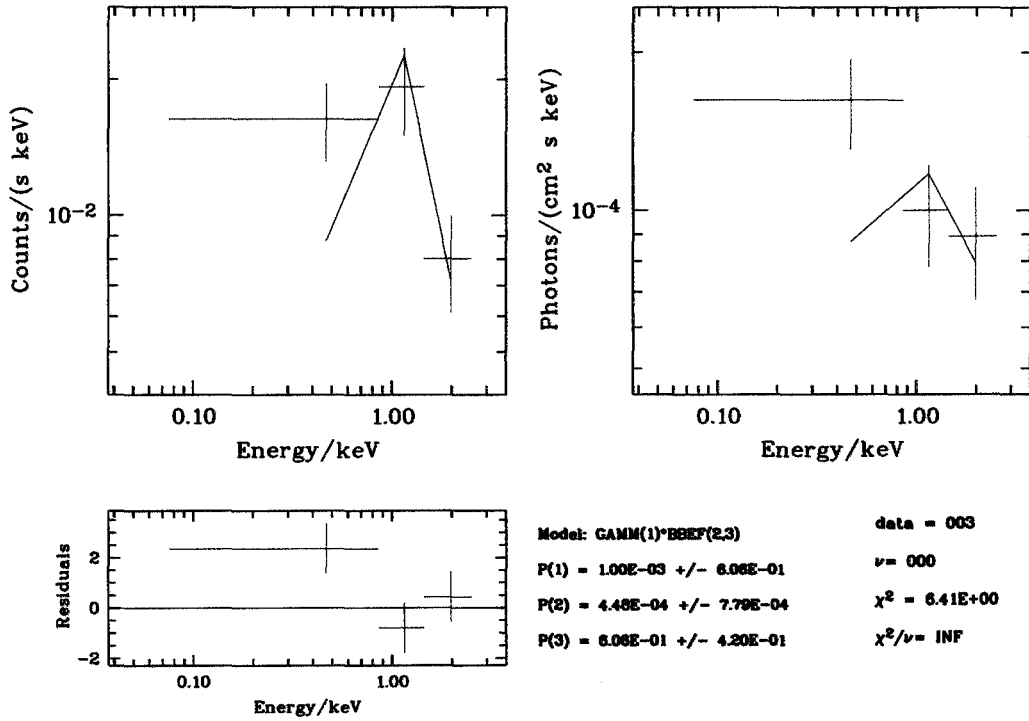
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } ..._{-0.00}^{+0.00} , \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.152).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk tanımsız olduğundan kara cisim modeli OY Car yıldızı için uygun bir model değildir, spektral analiz sonuçlarındaki foton akısı, atmosfer üstü akı ve enerji akısı değerleri sağlıklı sonuç vermemiştir. Bu değerlerin daha hassas belirlenmesi için daha farklı modeller üzerinde analizler yapılarak sonuca gidilmesi gereklidir.



Şekil 6.152. OY Car yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

OY Car gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.153. OY Car yıldızının BBEF Model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 6.41 ve serbestlik derecesi 0'dır. İndirgenmiş χ^2 değeri ise sonsuz olarak belirlenmiştir (Şekil 6.153).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.606 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, enerji akıskısı değeri $4.48 \times 10^{-4} \pm 7.79 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.606 \pm 4.2 \times 10^{-1} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 49.03 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0^{+0.22}_{-0.000} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0^{+0.96}_{-0.000} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

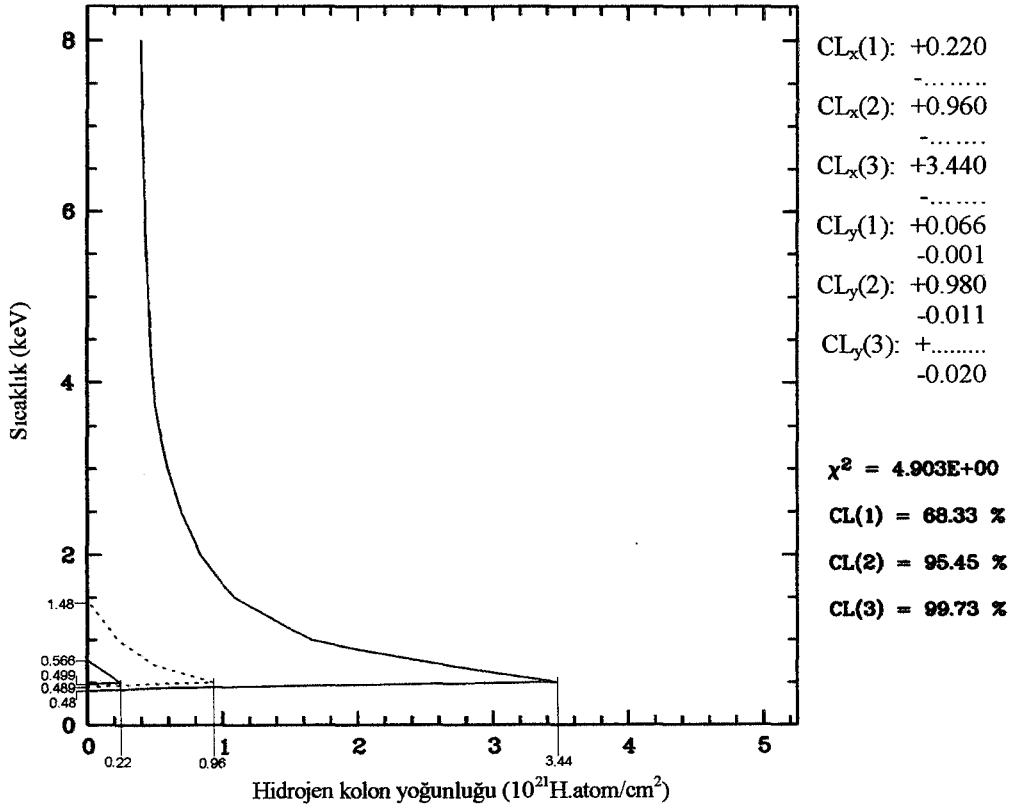
%99.73 güven aralığında $0.0^{+3.44}_{-0.000} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.5^{+0.066}_{-0.001} \text{ keV}$,

%95.45 güven aralığında $0.5^{+0.980}_{-0.011} \text{ keV}$,

%99.73 güven aralığında $0.5^{+0.020}_{-0.002} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.154).



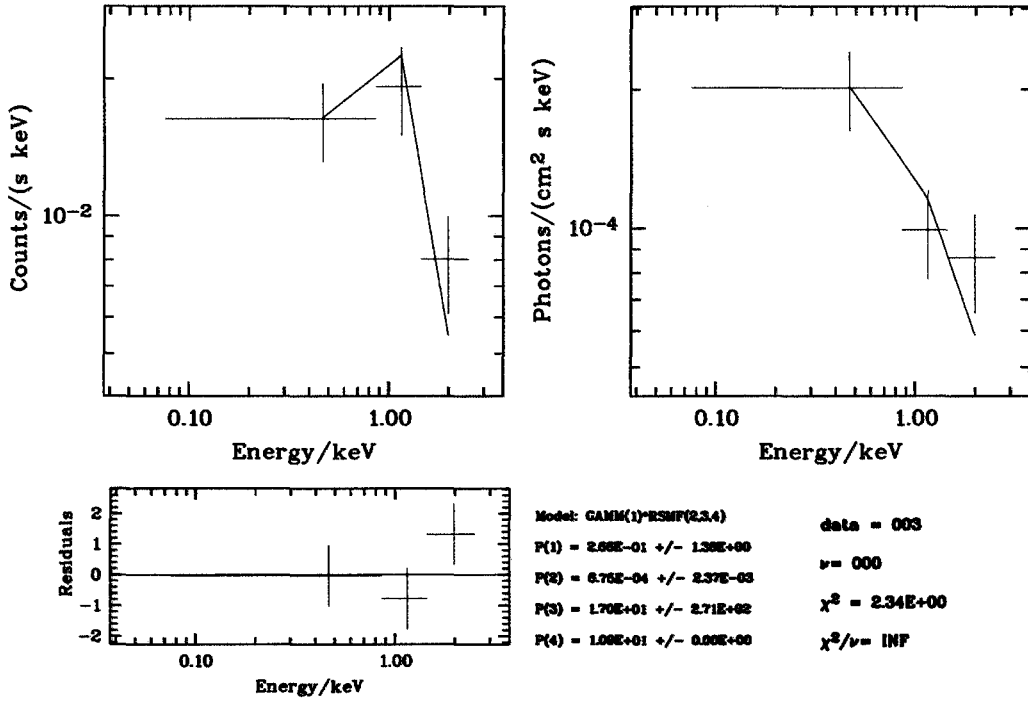
Şekil 6.154. OY Car yıldızının BBF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk tanımsız olduğundan kara cisim modeli OY Car yıldızı için uygun bir model değildir.

OYCar gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code]

(Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 2.34 ve serbestlik derecesi 0 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise sonsuz olarak belirlenmiştir (Şekil.6.155).



Şekil 6.155. OY Car yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.266 \pm 1.38 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş amplitude değeri $6.75 \times 10^{-4} \pm 2.37 \times 10^{-3} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 17 \pm 271 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 3.563 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.5^{+0.47}_{-0.04} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.5^{+1.601}_{-0.16} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

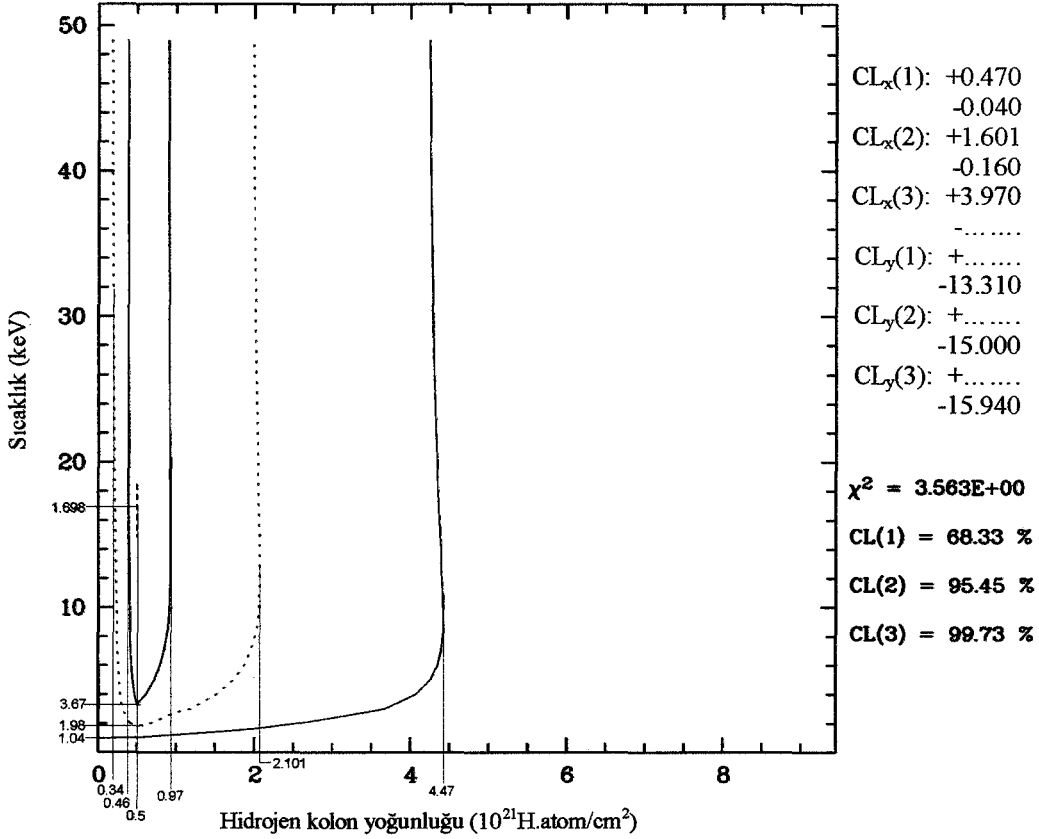
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.5^{+3.97}_{-.....} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $1.698^{+.....}_{-13.310}$ keV,

%95.45 güven aralığında $1.698^{+.....}_{-15}$ keV,

%99.73 güven aralığında $1.698^{+.....}_{-15}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.156).

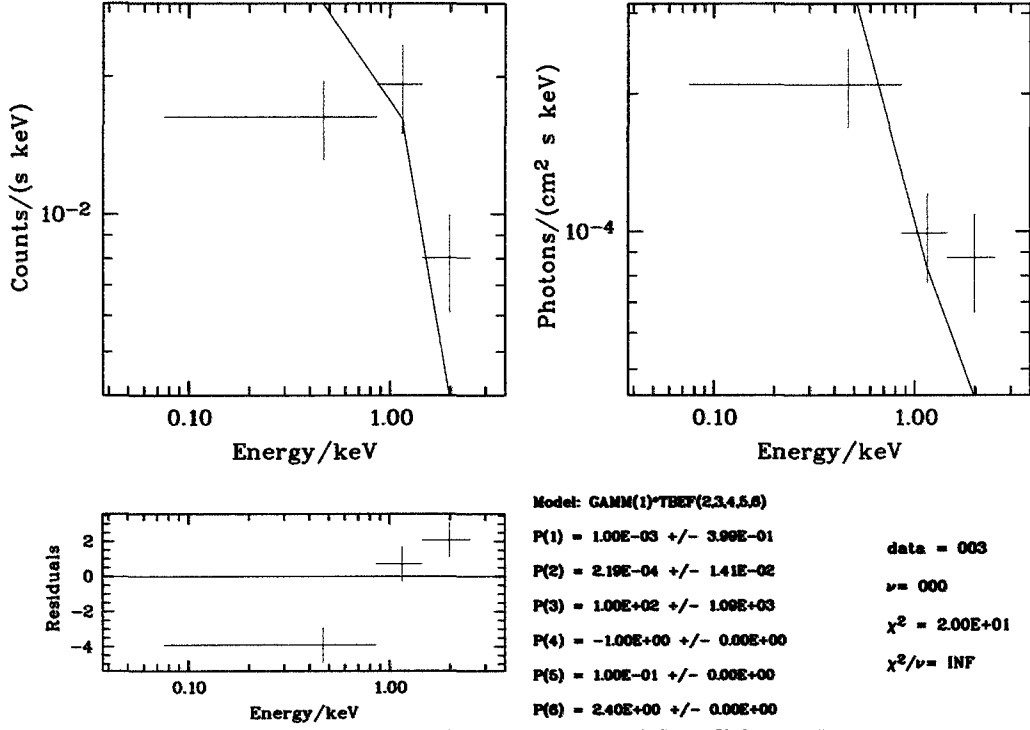


Şekil 6.156. OY Car yıldızının RSMF Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

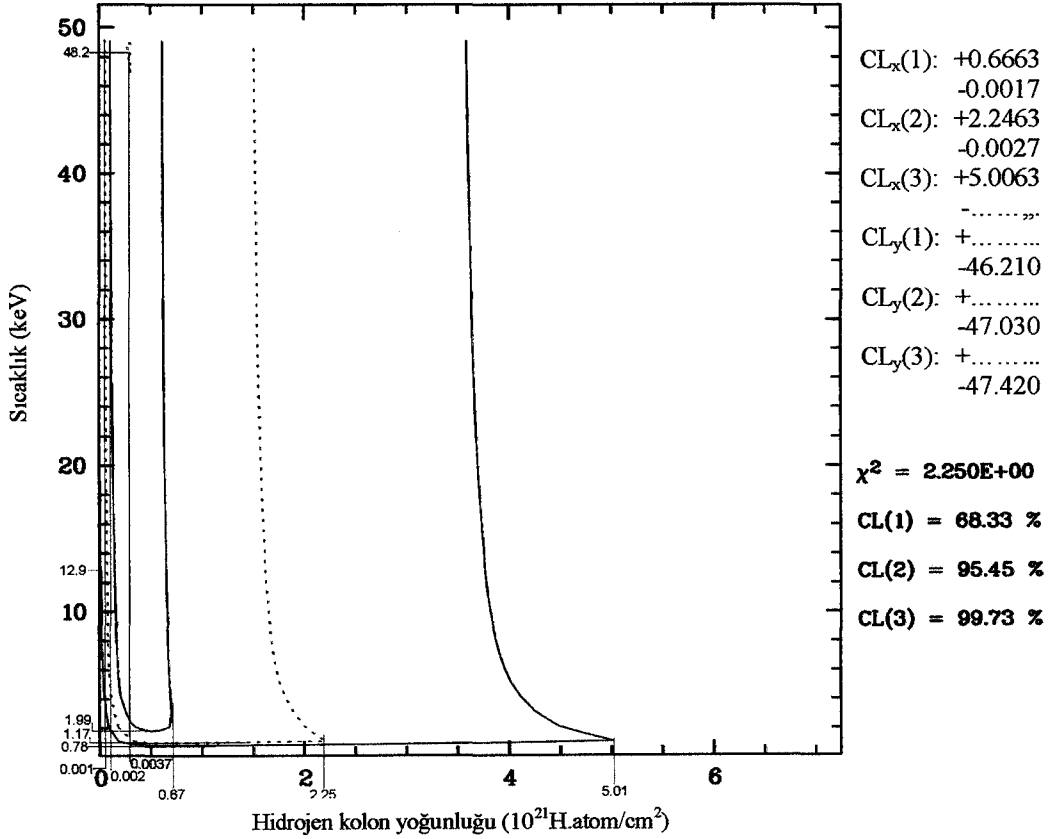
RSMF, OY Car için uygun olmayan bir model olduğu belirlenmiştir.

OY Car gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 20 ve serbestlik derecesi 0 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise sonsuz olarak belirlenmiştir (Şekil 6.157). Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.399 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akıskısı amplitude değeri $2.19 \times 10^{-4} \pm 1.41 \times 10^{-2} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 100 \pm 1090 keV$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.157. OY Car yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.158. OY Car yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 2.25 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0037^{+0.6663}_{-0.0017} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0037^{+2.2463}_{-0.0027} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0037^{+5.0063}_{-0.0027} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 48.2^{+0.000}_{-46.21} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 48.2^{+0.000}_{-47.03} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 48.2^{+0.000}_{-47.42} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.158).}$$

OY Car için değerlendirilen modeller içinde χ^2 uyumluluk değeri kabul edilebilir sınırlar içinde olan model bulunamamıştır. OY Car yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.28’de verilmiştir.

Çizelge 6.28. OY Car yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} H.atom/cm^2$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi²/v
powl	$0^{+2.56}_{-0.000}$	$0.000117^{+4.82 \times 10^{-4}}_{-4.82 \times 10^{-4}}$	$-0.46^{+0.21}_{-2.89}$	-
bbdy	$0.0^{+1.601}_{-0.000}$	foton akıskısı (foton/cm ² /s) $0.000252^{+1.56 \times 10^{-4}}_{-1.56 \times 10^{-4}}$	T (keV) -	-
bbef	$0.0^{+0.96}_{-0.000}$	enerji akıskısı (keV/cm ² /s) $4.48 \times 10^{-4} \begin{matrix} +7.79 \times 10^{-4} \\ -7.79 \times 10^{-4} \end{matrix}$	T (keV) $0.5^{+0.980}_{-0.011}$	-
rsmf	$0.5^{+1.601}_{-0.16}$	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) $6.75 \times 10^{-4} \begin{matrix} +2.37 \times 10^{-3} \\ -2.37 \times 10^{-3} \end{matrix}$	T (keV) $1.698^{+0.000}_{-15}$	-
tbef	$0.0037^{+2.2463}_{-0.0027}$	enerji akıskısı (keV/cm ² /s) $2.19 \times 10^{-4} \begin{matrix} +1.4 \times 10^{-2} \\ -1.4 \times 10^{-2} \end{matrix}$	T (keV) $48.2^{+0.000}_{-47.03}$	-

OY Car yıldızı için emisyon ölçümü

OY Car'nın bilinen uzaklığı $D=100$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini ($0.000675 \pm 0.00237 \text{ cm}^{-5}$) genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, OY Car için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 0.81 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

OY Car yıldızı için sertlik oranı değerleri

OY Car için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.29'de verilmiştir.

Çizelge 6.29. OY Car yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
0	30	10	20	4	4
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
1,00	0,33	0,00	0,50	2,50	1,00

OY Car yıldızı için sayım oranı değeri

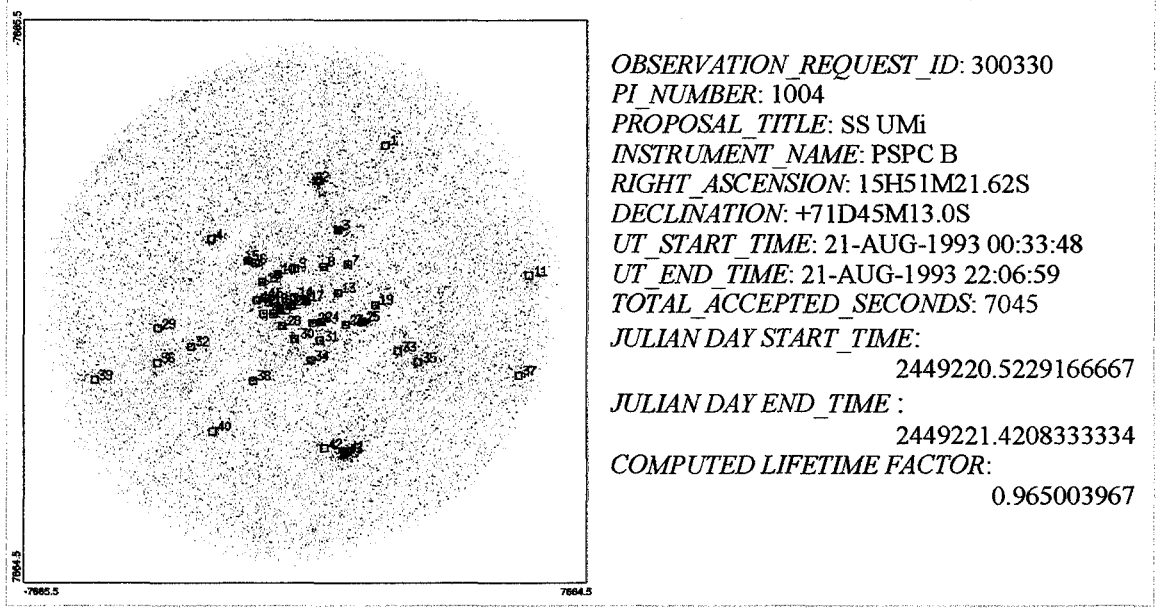
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.30).

Çizelge 6.30. OY Car yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
OY Car	68,81	1,004	2123	0,970377147	0,033534722

6.1.11. SS UMi Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

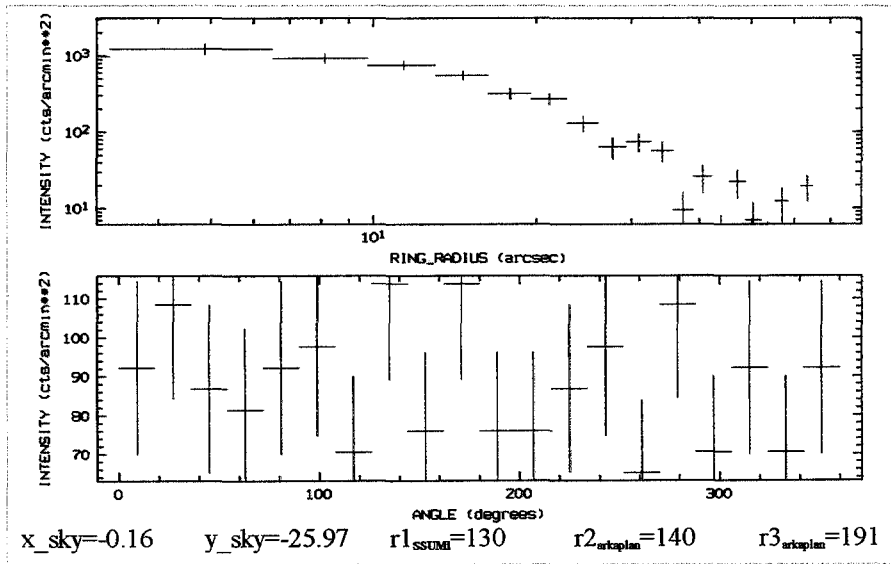
SS UMi gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.159. SS UMi yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300330n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 17 numaralı kaynak SS UMi olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.159.)

SS UMi gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

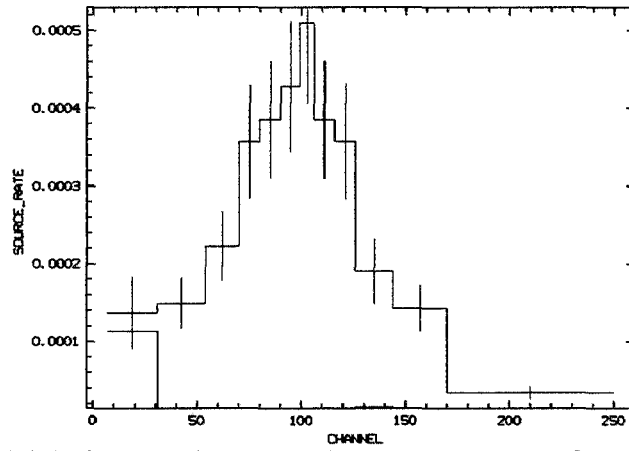


Şekil 6.160. SS UMi yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

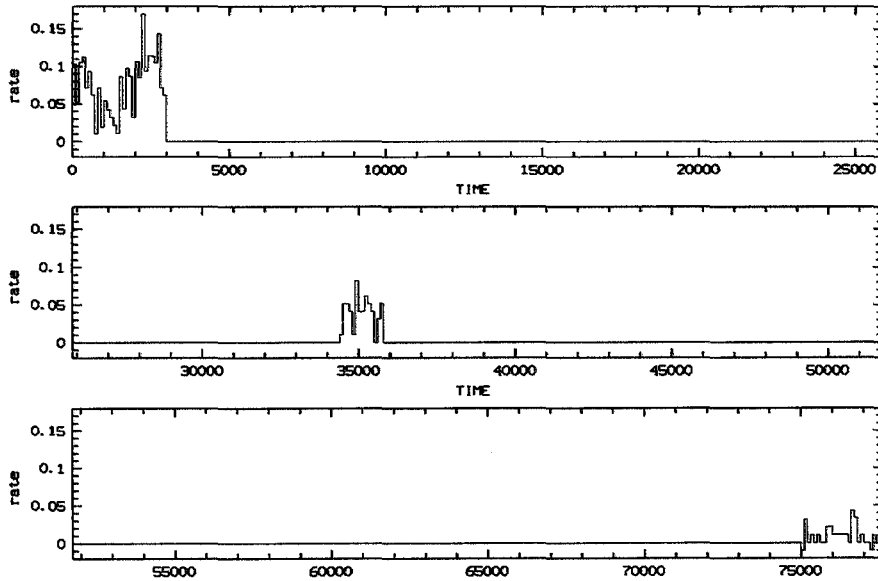
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.160). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, SS UMi için görüntü üzerinde 130" bir yarıçap tespit edilmiştir.

SS UMi gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{SSUMi}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin tek bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.161).



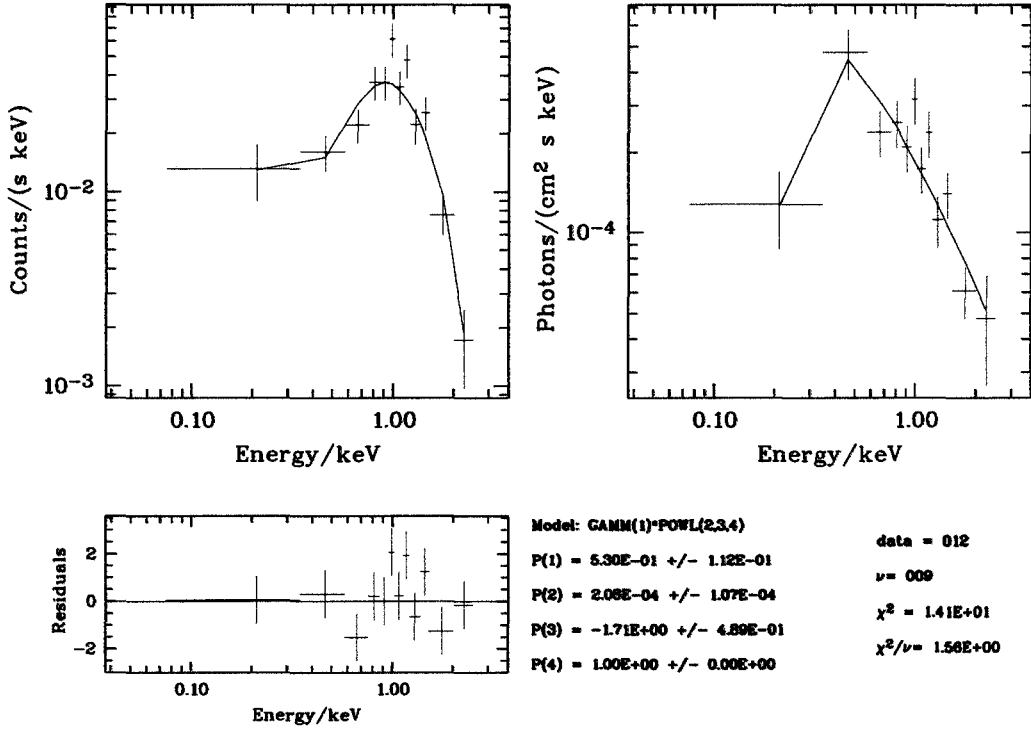
Şekil 6.161. SS UMi için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.162. SS UMi yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

SS UMi yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin (0-270.96), (3070.88-3251.52), (6774-7045) saniyeleri arasında kalan bölümlerde aktivite belirlenmiş, bu aralıkların dışındaki zamanların sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.162).

SS UMi gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.163. SS UMi yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 14.1 ve serbestlik derecesi 9, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.56 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.163).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.53 \pm 0.112 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 2.08 \times 10^{-4} \pm 1.07 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.71 \pm 0.48$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 14.38 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.5^{+0.25}_{-0.14} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.5^{+2.70}_{-0.26} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

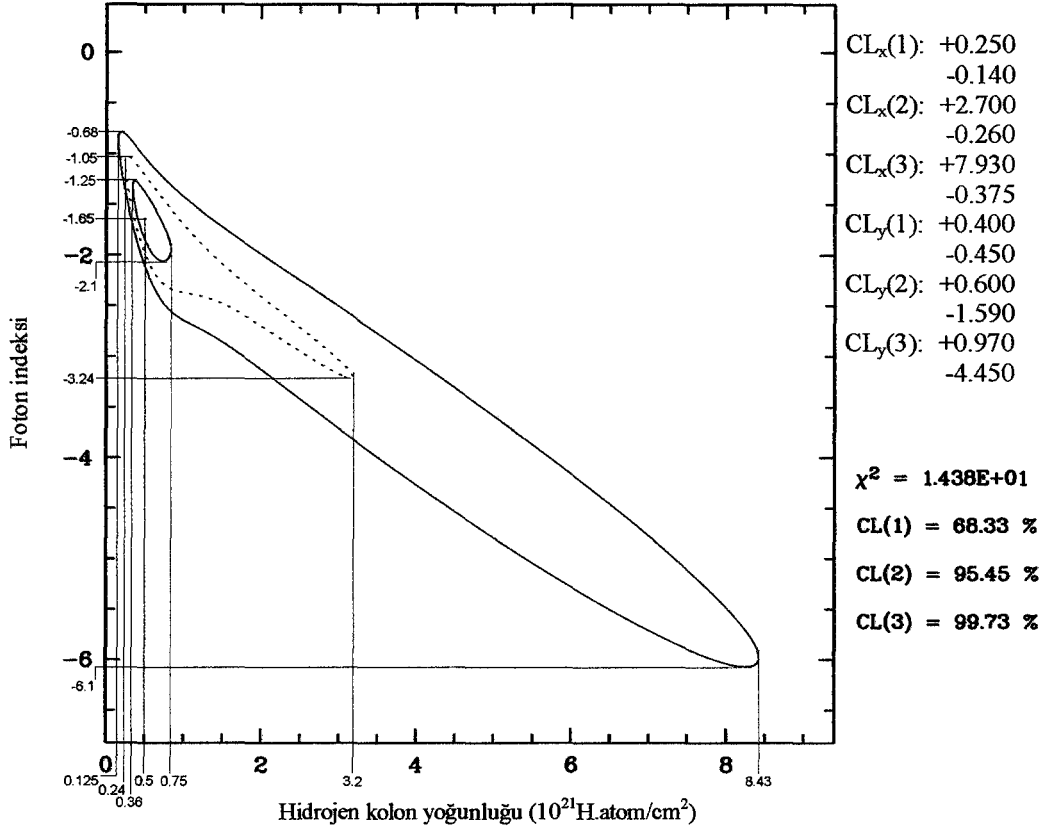
%99.73 güven aralığında $0.5^{+7.930}_{-0.375} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.65^{+0.40}_{-0.45}$ keV,

%95.45 güven aralığında $-1.65^{+0.60}_{-1.59}$ keV,

%99.73 güven aralığında $-1.65^{+0.97}_{-4.45}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.164).

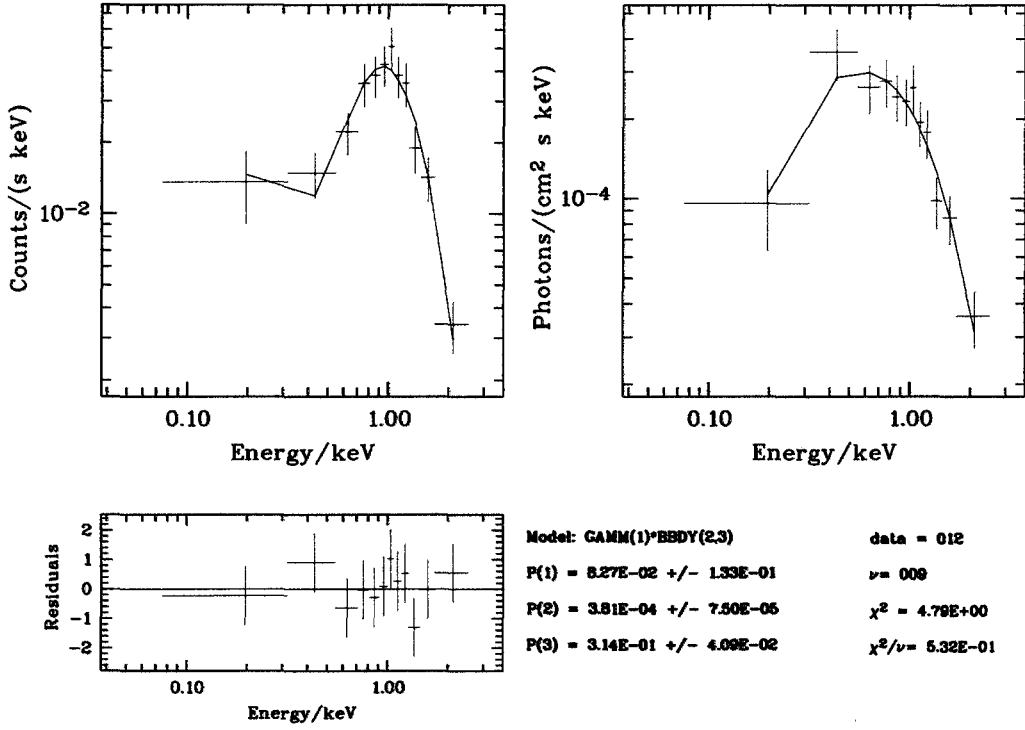


Şekil 6.164. SS UMi yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

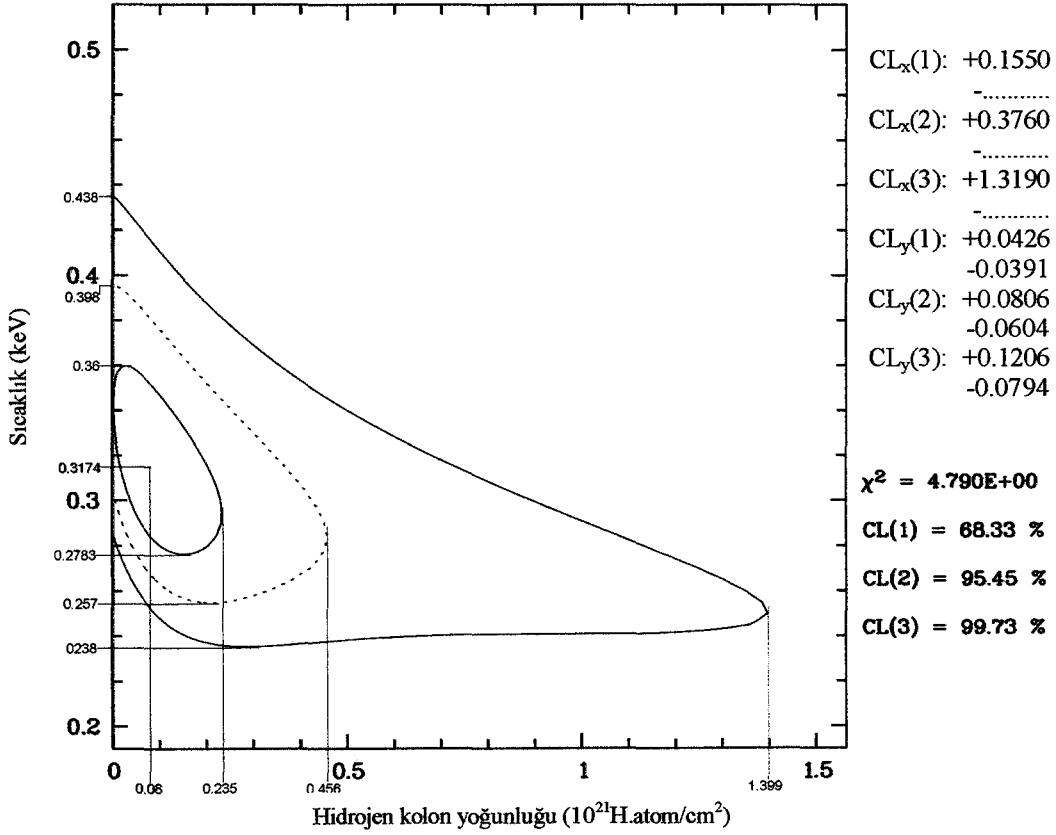
SS UMi gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Karacisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 4.79 ve serbestlik derecesi 9'dur. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 0.532 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.165).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0827 \pm 0.133 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akısı değeri $3.81 \times 10^{-4} \pm 7.5 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.314 \pm 4.09 \times 10^{-2}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.165. SS UMi yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.166. SS UMi yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 4.79 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.08_{-0.0000}^{+0.155} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.08_{-0.0000}^{+0.376} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.08_{-0.0000}^{+1.319} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.3174_{-0.0391}^{+0.0426} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.3174_{-0.0604}^{+0.0806} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.3174_{-0.0794}^{+0.1206} \text{ keV}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.166).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 0.5322 olduğundan kara cisim modeli SS UMi yıldızı için uygun bir modeldir.

SS UMi gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 4.79 ve serbestlik derecesi 9'dur. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 0.532 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.167).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0827 \pm 0.133 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, enerji akısı değeri $3.23 \times 10^{-4} \pm 4.75 \times 10^{-5} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.314 \pm 4.85 \times 10^{-2} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 4.79 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.08_{-0.0000}^{+0.15} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.08_{-0.0000}^{+0.376} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

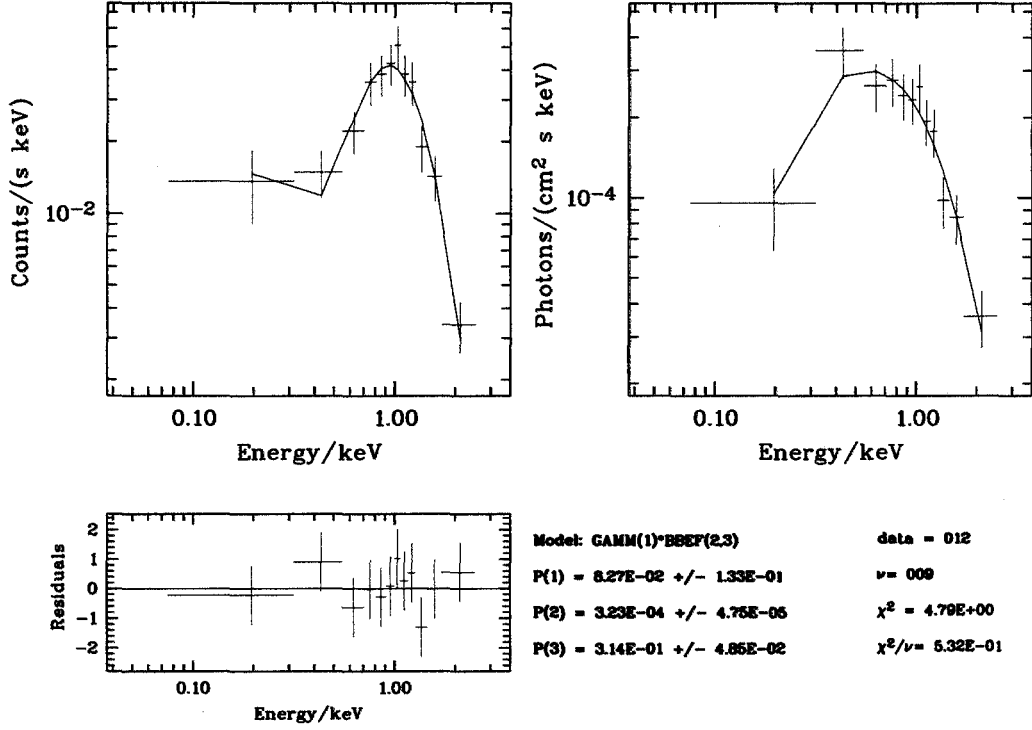
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.08_{-0.0000}^{+1.319} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

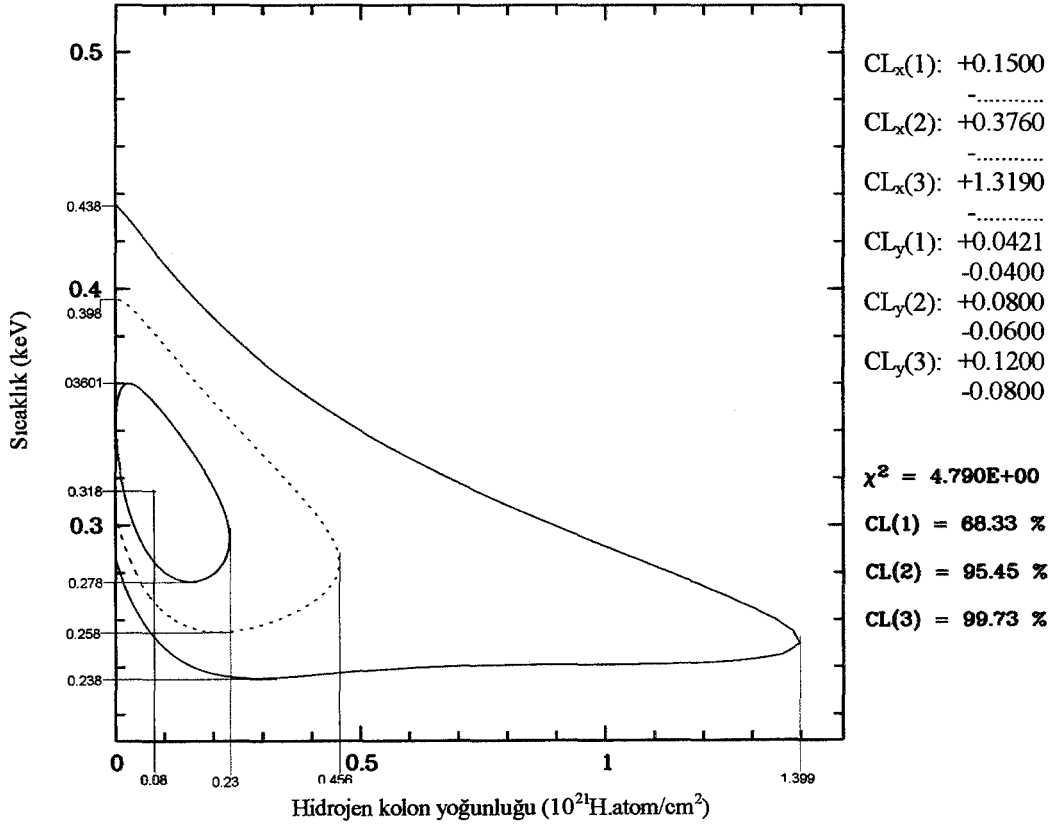
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.318_{-0.0400}^{+0.0421} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.318_{-0.060}^{+0.080} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.318_{-0.080}^{+0.120} \text{ keV}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.168).}$$



Şekil 6.167. SS UMi yıldızının BBEF model analizi sonuçları

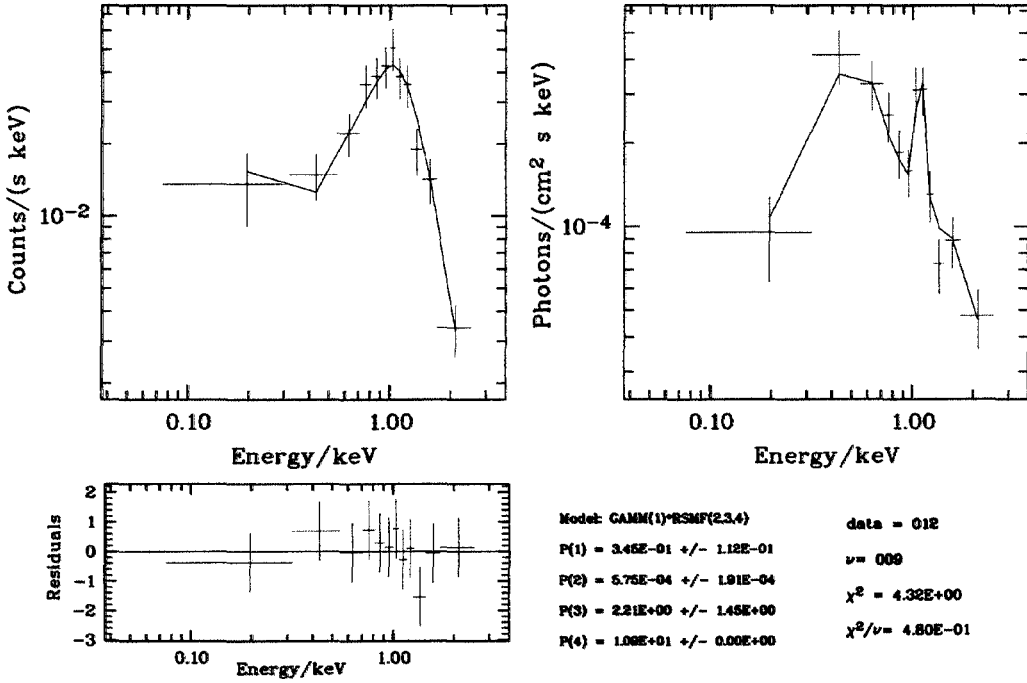


Şekil 6.168. SS UMi yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk 0.5322 olduğundan kara cisim modeli SS UMi yıldızı için uygun bir modeldir.

SSUMi gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 4.32 ve serbestlik derecesi 9 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 0.48 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.169).



Şekil 6.169. SS UMi yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.345 \pm 0.112 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $5.75 \times 10^{-4} \pm 1.91 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 2.21 \pm 1.45 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 4.397 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.35^{+0.128}_{-0.129} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.35^{+0.278}_{-0.151} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

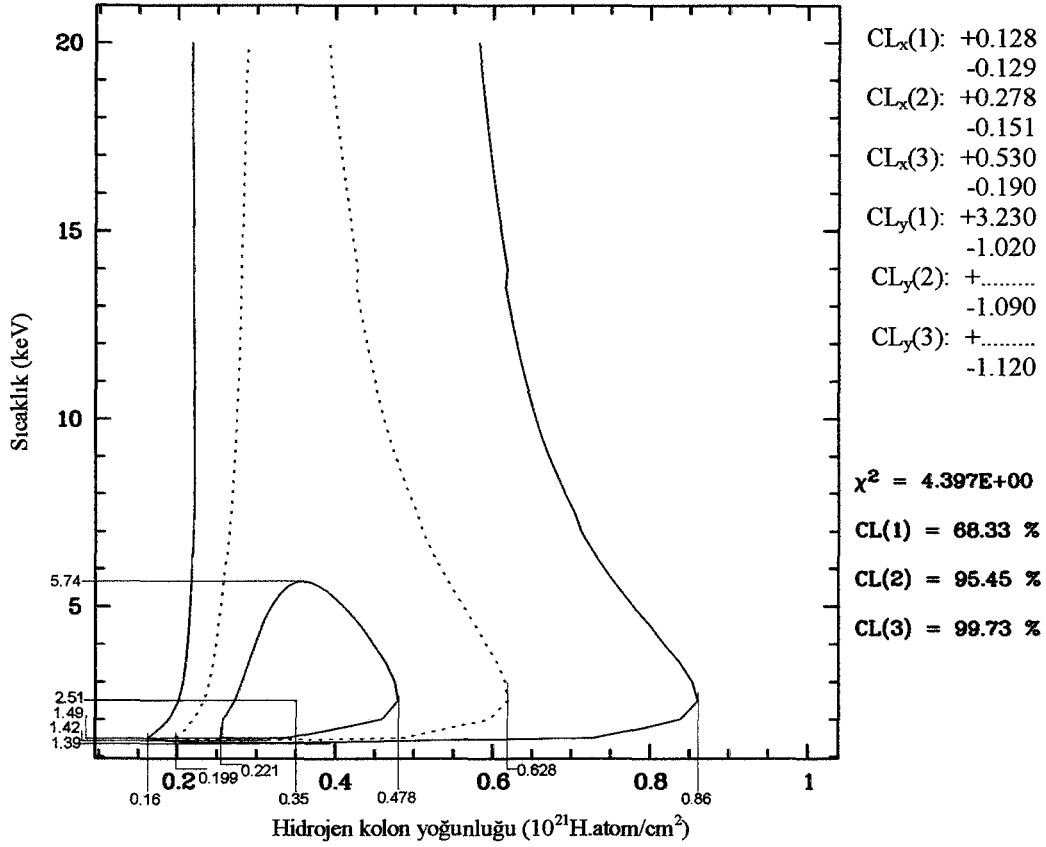
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.35^{+0.530}_{-0.190} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $2.51^{+3.23}_{-1.02}$ keV,

%95.45 güven aralığında $2.51^{+.....}_{-1.09}$ keV,

%99.73 güven aralığında $2.51^{+.....}_{-1.12}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.170).



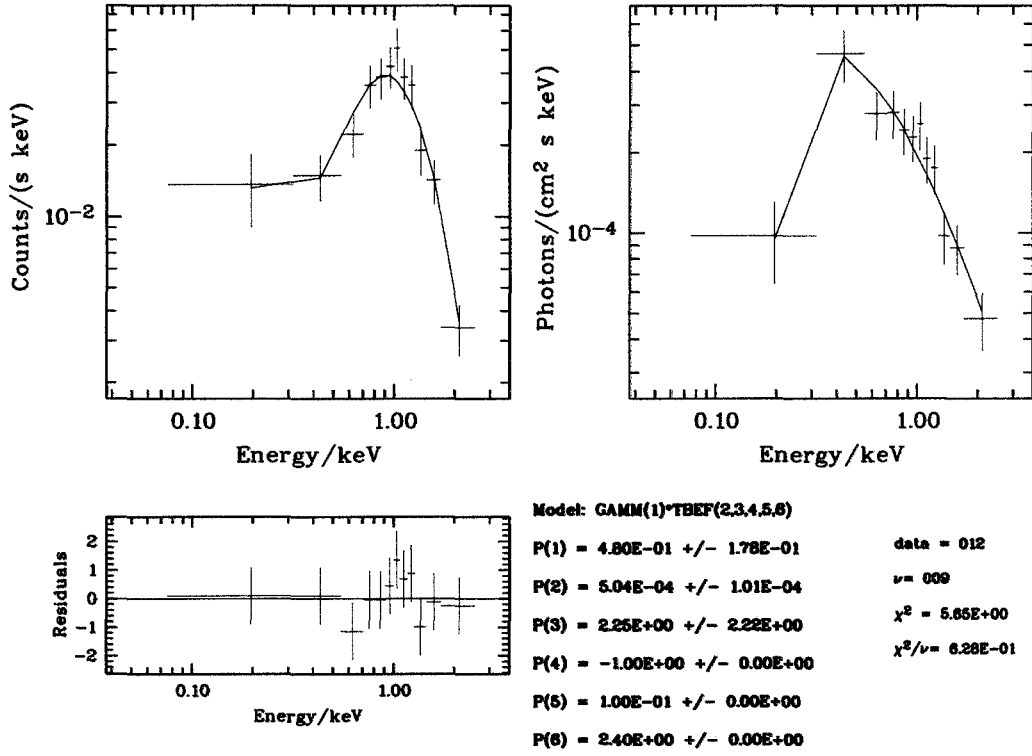
Şekil 6.170. SS UMi yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

0.4885 uyumluluk değeri ile RSMF, SS UMi için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

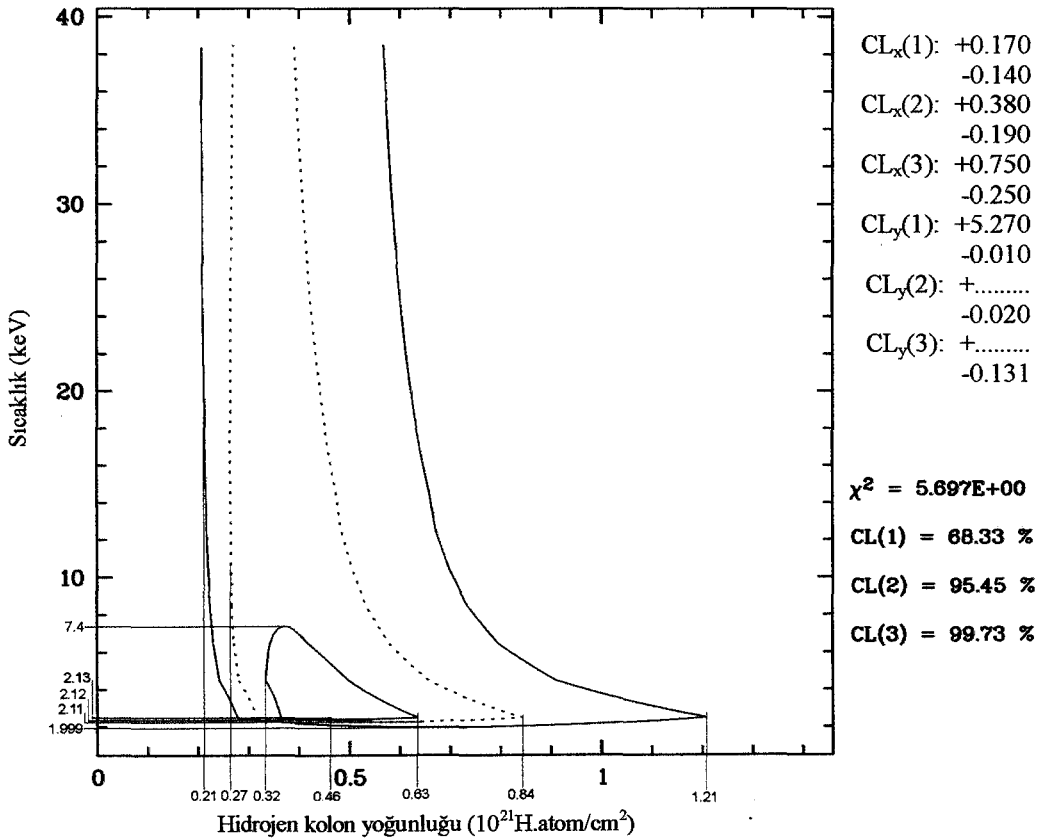
SS UMi gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 5.65 ve serbestlik derecesi 9 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 0.628 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.171).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.48 \pm 0.178 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı amplitud değeri $5.04 \times 10^{-4} \pm 1.01 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 2.25 \pm 2.22 keV$ 'dir.



Şekil 6.171. SS UMi yıldızının TBEF modeli analizi sonuçları



Şekil 6.172. SS UMi yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 144.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.46_{-0.14}^{+0.17} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.46_{-0.19}^{+0.38} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.46_{-0.25}^{+0.75} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

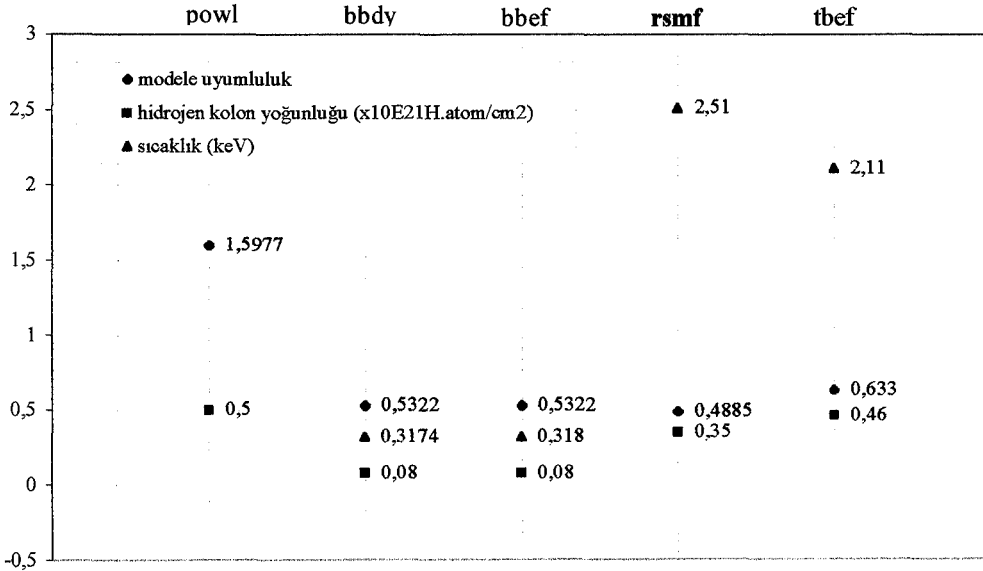
olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 2.11_{-0.01}^{+5.27} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 2.11_{-0.02}^{+.....} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 2.11_{-0.131}^{+.....} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.172).}$$

0.633 değeri ile TBEF, SS UMi için uygun bir model olarak tespit edilmiştir. SS UMi için değerlendirilen modeller içinde 0.4885 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Plazma Emisyonu (RSMF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.173). Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.173’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.174’de verilmiştir.



Şekil 6.173. SS UMi yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

SS UMi yıldızı için emisyon ölçümü

SS UMi'nın uzaklığı literatürden bulunamadığı için emisyon ölçümü hesaplanamamıştır.

SS UMi yıldızı için sertlik oranı değerleri

SS UMi için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.32'de verilmiştir.

Çizelge 6.32. SS UMi yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
10	79	24	55	47	8
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,775280899	0,392405063	0,181818182	0,436363636	3,000000000	5,875000000

SS UMi yıldızı için sayım oranı değeri

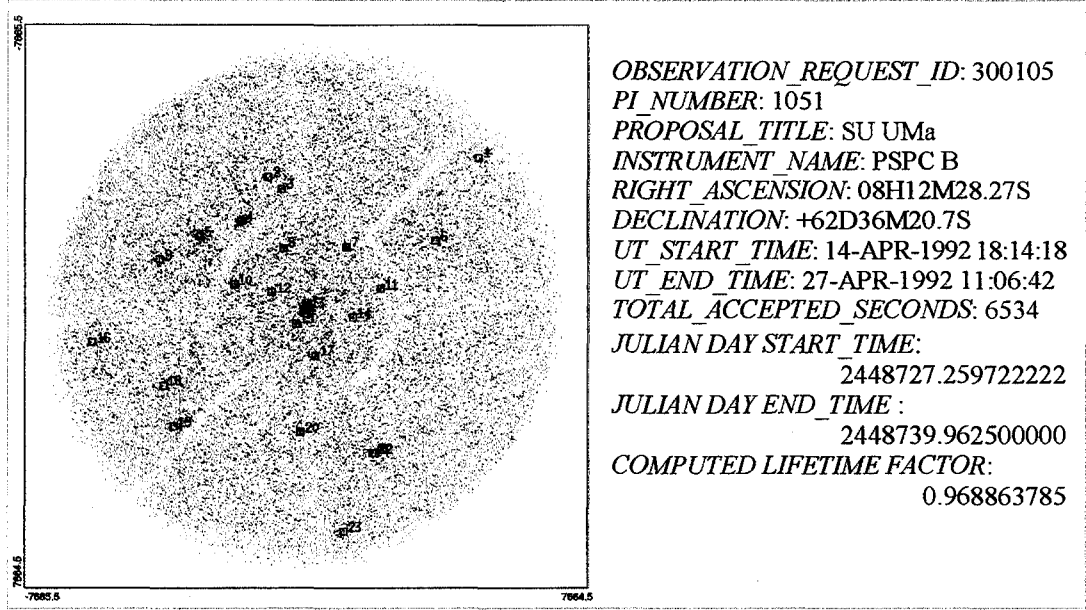
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.33).

Çizelge 6.33. SS UMi yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
SS Umi	306,91	1,007	7045	0,965003967	0,045460103

6.1.12. SU UMa Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

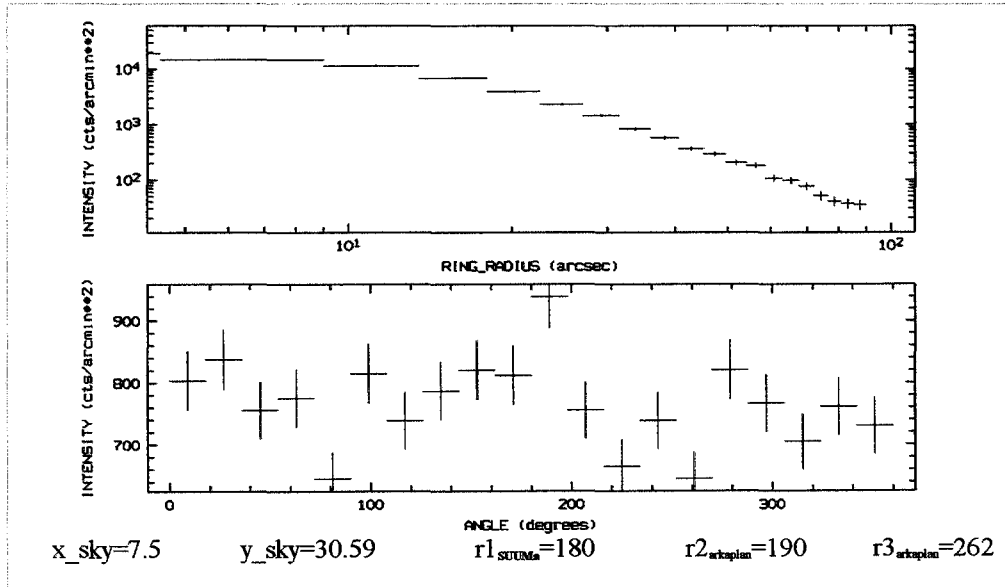
SU UMa gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.175. SU UMa yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300105n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 13 numaralı kaynak SU UMa olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.175.)

SU UMa gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

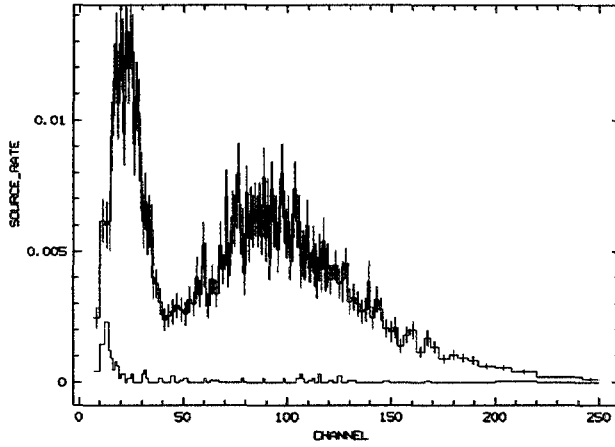


Şekil 6.176. SU UMa yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

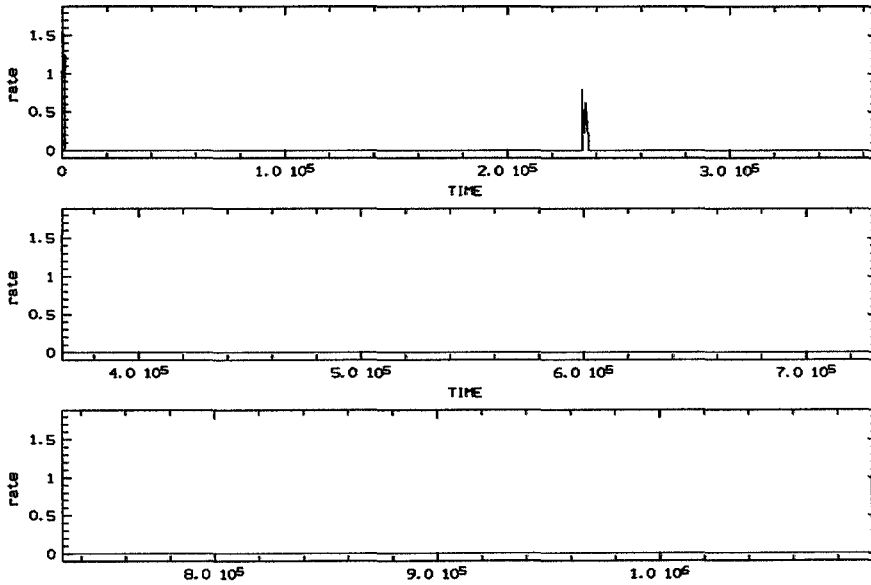
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.176). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, SU UMa için görüntü üzerinde 180" bir yarıçap tespit edilmiştir.

SU UMa gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r_{1\text{SUUMa}}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r_{3\text{-}r_{4\text{arkaplan}}}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.177).



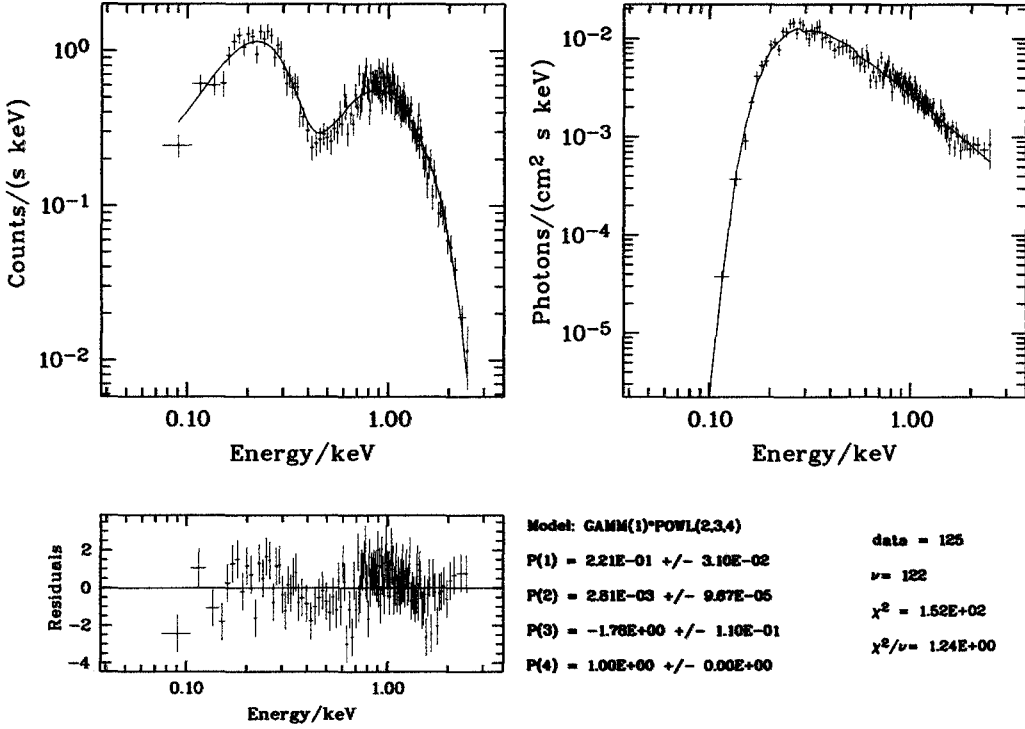
Şekil 6.177. SU UMa için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.178. SU UMa yıldızının ROSAT Uydu Verisinden elde edilen ışık eğrisi

SU UMa yıldızına ait ROSAT gözleminde elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin 1425.6 saniyesi ve 6534 saniyelerinde aktivite belirlenmiş, bu saniyelerin dışındaki zamanların sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.178).

SU UMa gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.179. SU UMa yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 152 ve serbestlik derecesi 122, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.24 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.179).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.221 \pm 3.1 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 2.81 \times 10^{-3} \pm 9.67 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.78 \pm 0.11$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 151.9 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.221^{+0.025}_{-0.023} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

%95.45 güven aralığında $0.221^{+0.040}_{-0.038} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

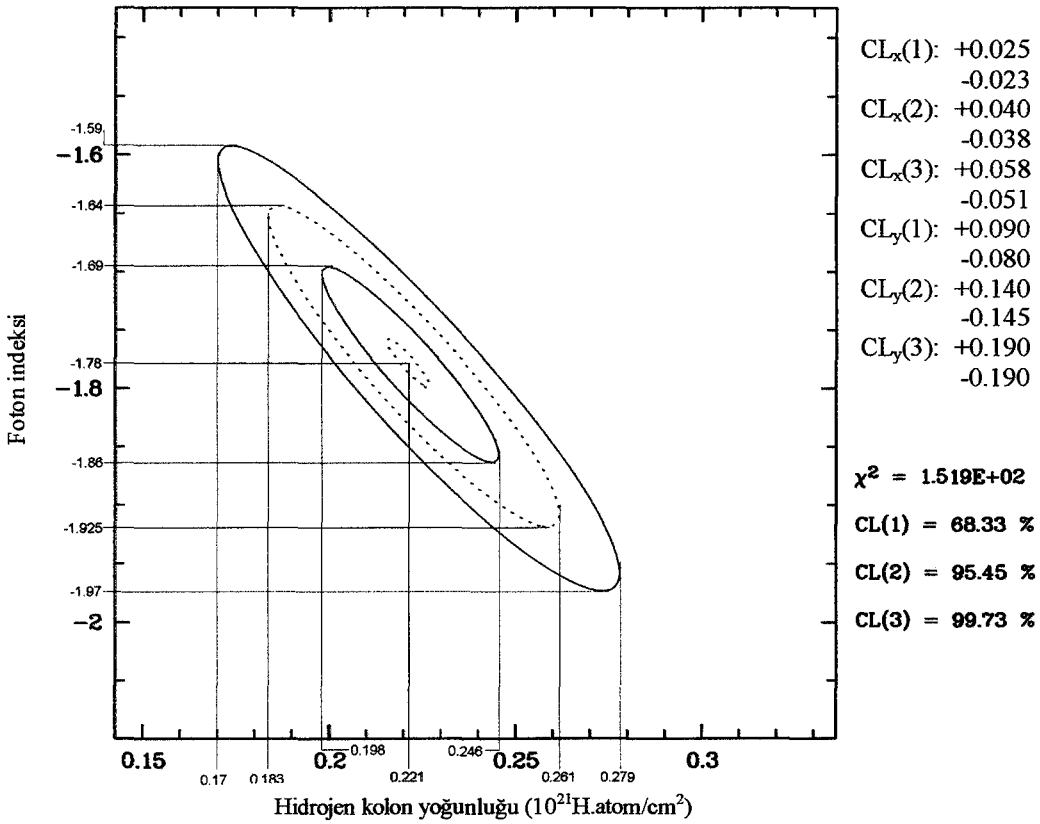
%99.73 güven aralığında $0.221^{+0.058}_{-0.051} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.78^{+0.090}_{-0.080}$ keV,

%95.45 güven aralığında $-1.78^{+0.140}_{-0.145}$ keV,

%99.73 güven aralığında $-1.78^{+0.190}_{-0.190}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.180).

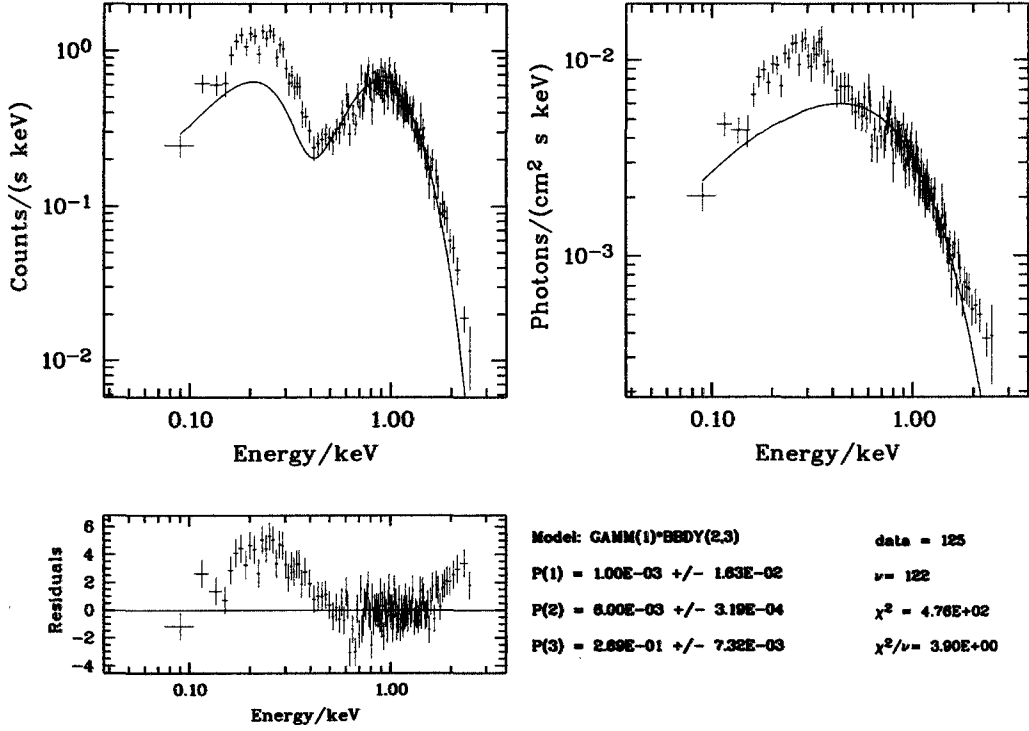


Şekil 6.180. SU UMa yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

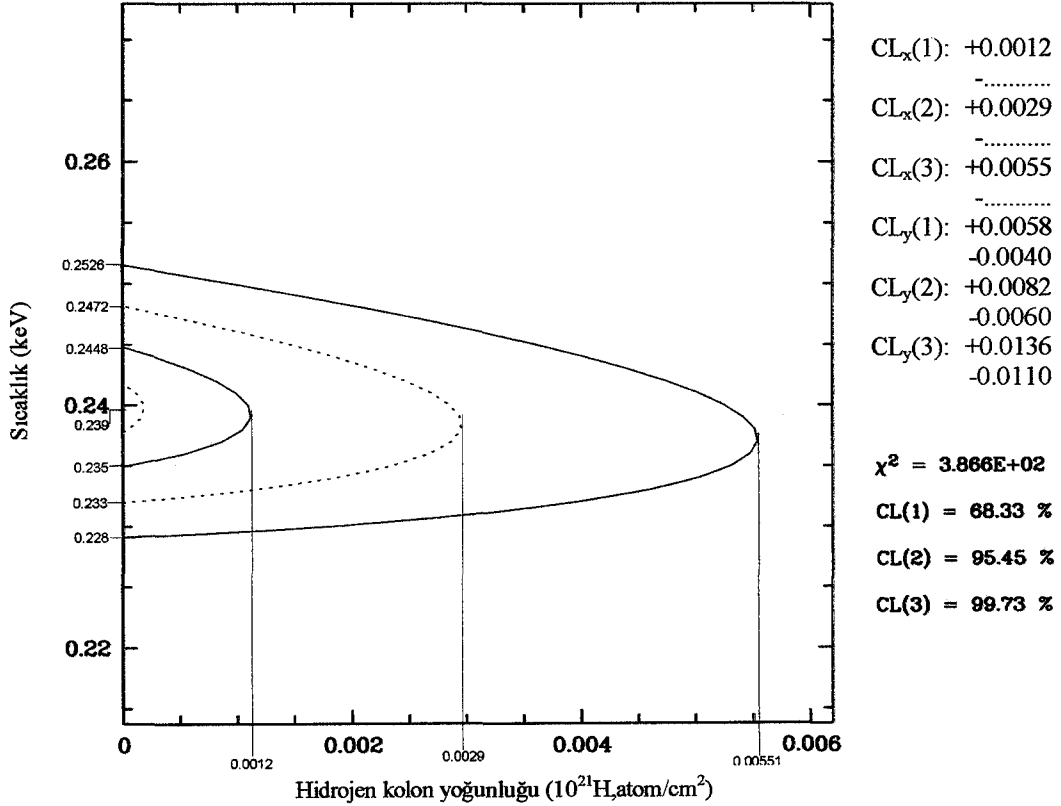
SU UMa gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Karacisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 476 ve serbestlik derecesi 122'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 3.9 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.181).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0163 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akı değeri $6 \times 10^{-3} \pm 3.19 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.269 \pm 7.32 \times 10^{-3}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.181. SU UMa yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.182. SU UMa yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 386.6 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.0001}^{+0.0012} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.0001}^{+0.0029} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.0001}^{+0.0055} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

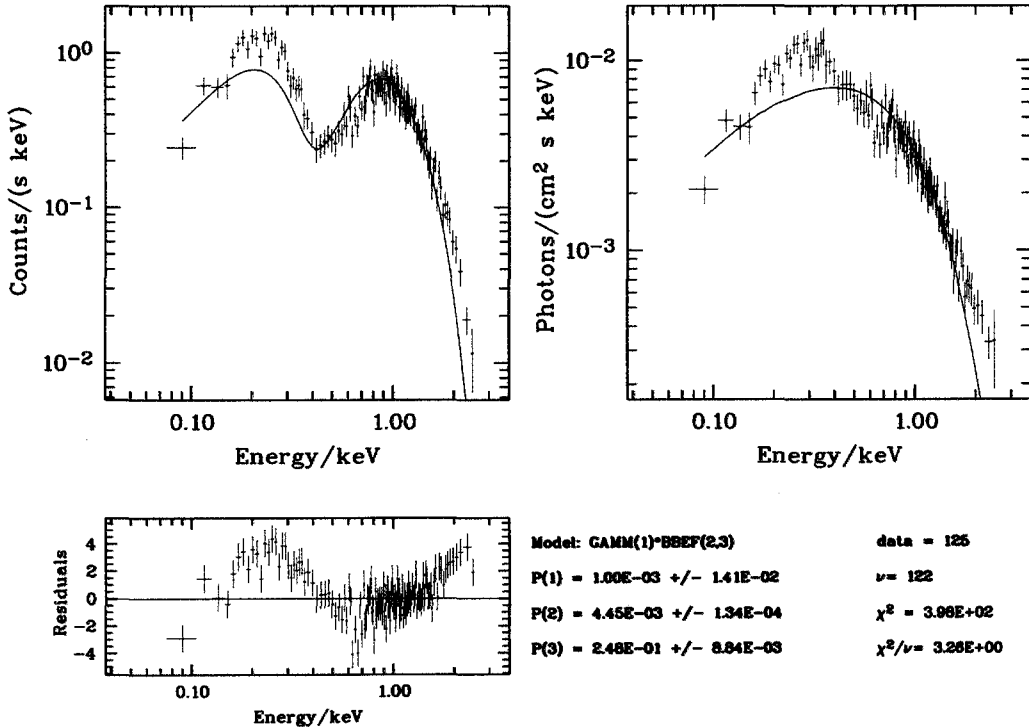
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.239_{-0.0040}^{+0.0058} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.239_{-0.0060}^{+0.0082} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.239_{-0.0110}^{+0.0136} \text{ keV}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.182).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 3.16 olduğundan kara cisim modeli SU UMa yıldızı için uygun bir model değildir.

SU UMa gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.183. SU UMa yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 398 ve serbestlik derecesi 122'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 3.26 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.183).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0141 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, enerji akısı değeri $4.45 \times 10^{-3} \pm 1.34 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.248 \pm 8.84 \times 10^{-3} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 386.6 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0_{-0.0012}^{+0.0012} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0_{-0.0029}^{+0.0029} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

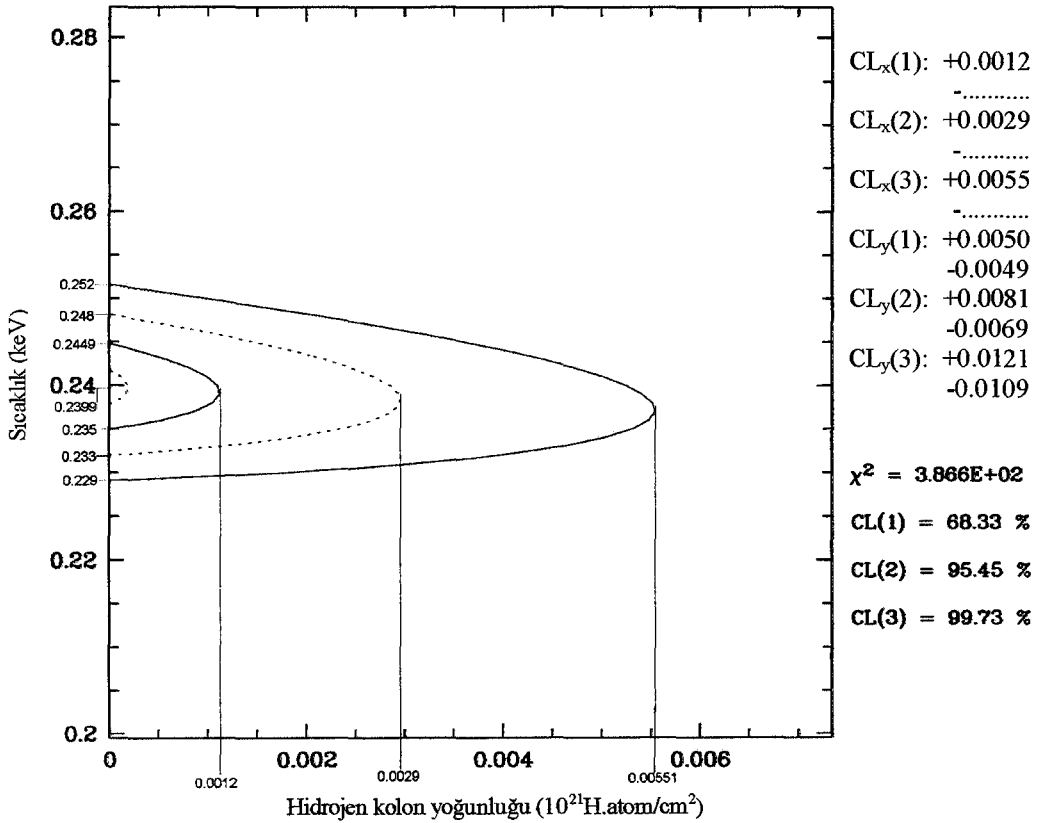
%99.73 güven aralığında $0.0_{-0.0055}^{+0.0055} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.2399_{-0.0049}^{+0.0050} \text{ keV}$,

%95.45 güven aralığında $0.2399_{-0.0069}^{+0.0081} \text{ keV}$,

%99.73 güven aralığında $0.2399_{-0.0109}^{+0.0121} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.184).



Şekil 6.184. SU UMa yıldızının BBEF Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

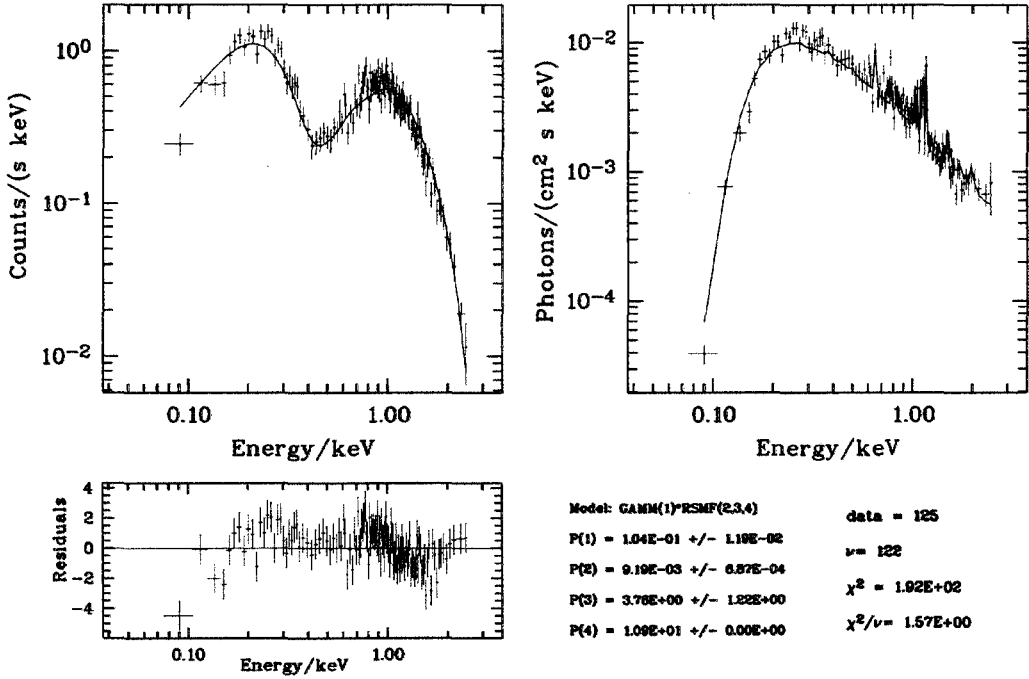
Kara cisim modeline uyumluluk 3.1688 olduğundan SU UMa yıldızı için uygun bir model değildir.

SUUMa gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code]

(Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 192 ve serbestlik derecesi 122 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.57 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.185).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.104 \pm 0.0119 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $9.19 \times 10^{-3} \pm 6.87 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.76 \pm 1.22 keV$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.185. SU UMa yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 191.4 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.104^{+0.0080}_{-0.0070} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.104^{+0.0120}_{-0.0104} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

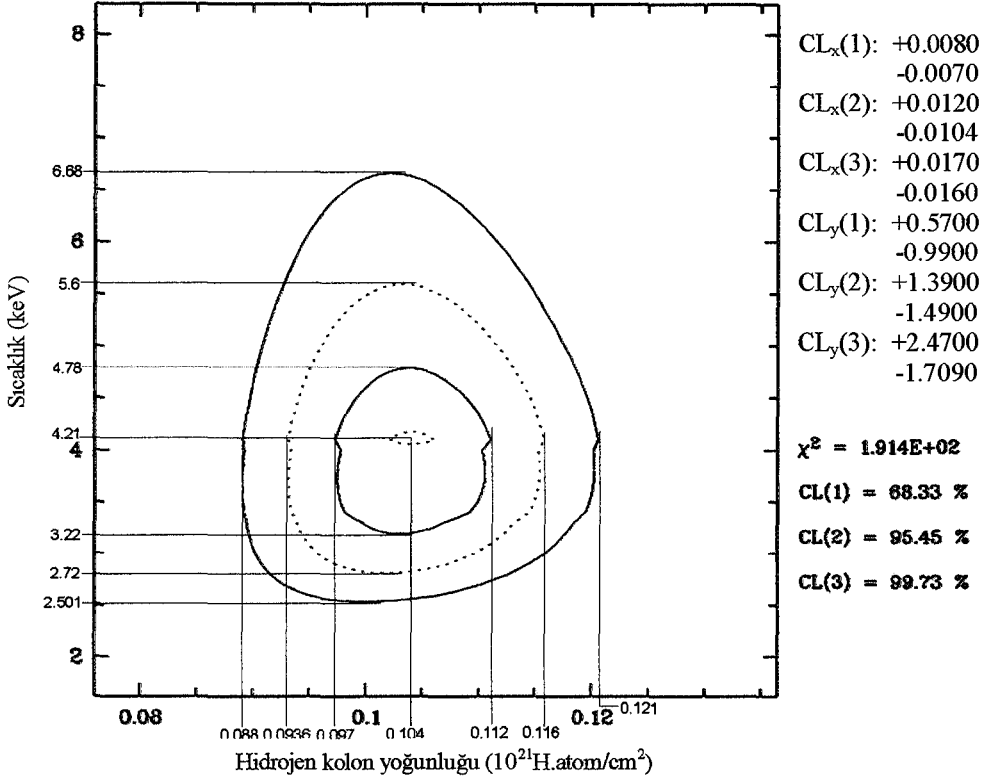
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.104^{+0.0170}_{-0.0160} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $4.21^{+0.5700}_{-0.9900}$ keV,

%95.45 güven aralığında $4.21^{+1.3900}_{-1.4900}$ keV,

%99.73 güven aralığında $4.21^{+2.4700}_{-1.7090}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.186).



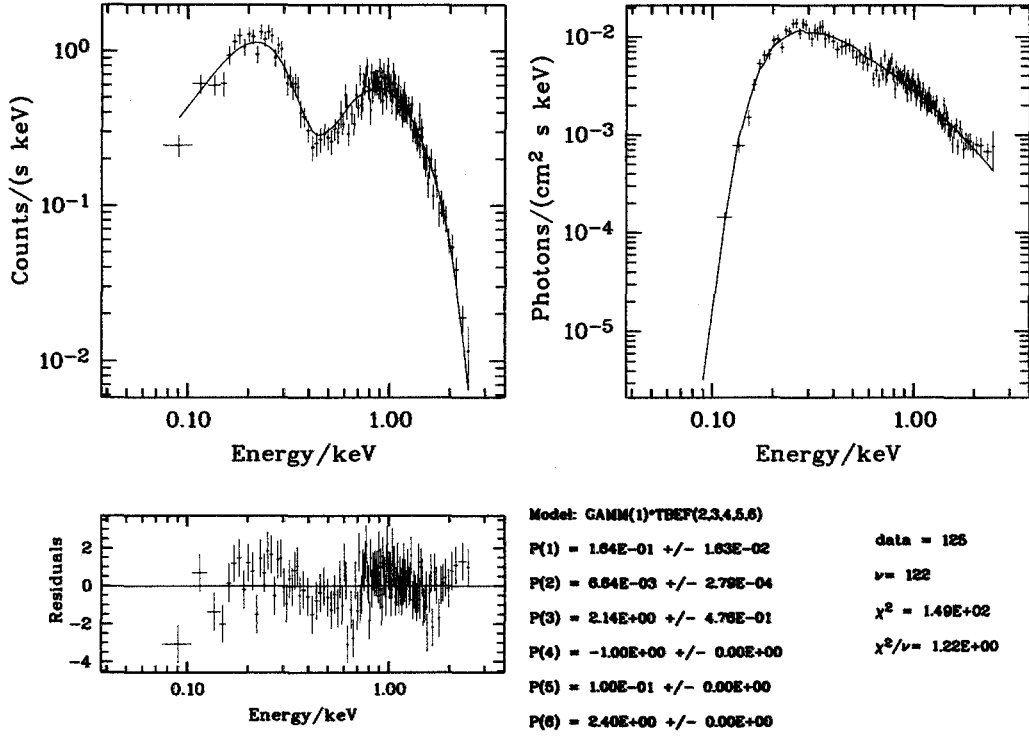
Şekil 6.186. SU UMa yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.5688 uyumluluk değeri ile RSMF, SU UMa için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

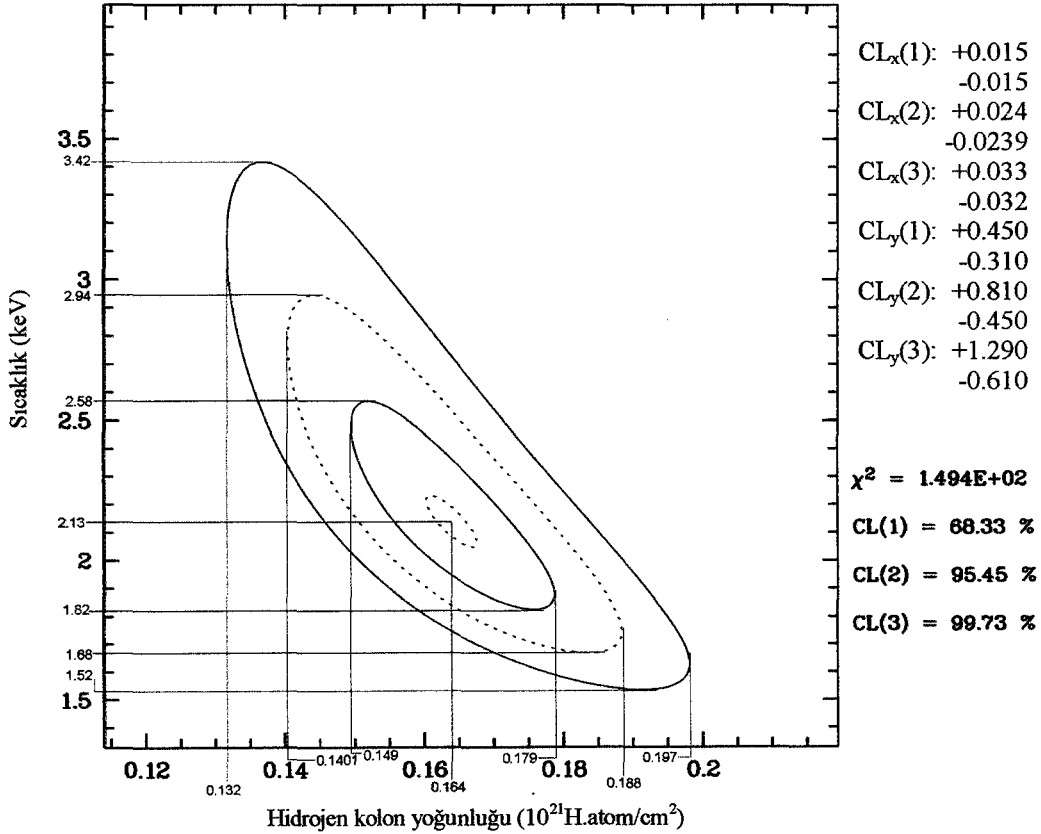
SU UMa gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 149 ve serbestlik derecesi 122 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.22 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.187).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.164 \pm 0.0163 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genlik değeri $6.64 \times 10^{-3} \pm 2.79 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 2.14 \pm 0.476 \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.187. SU UMa yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.188. SU UMa yıldızının TBEF Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 149.4 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.164^{+0.015}_{-0.015} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.164^{+0.0240}_{-0.0239} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

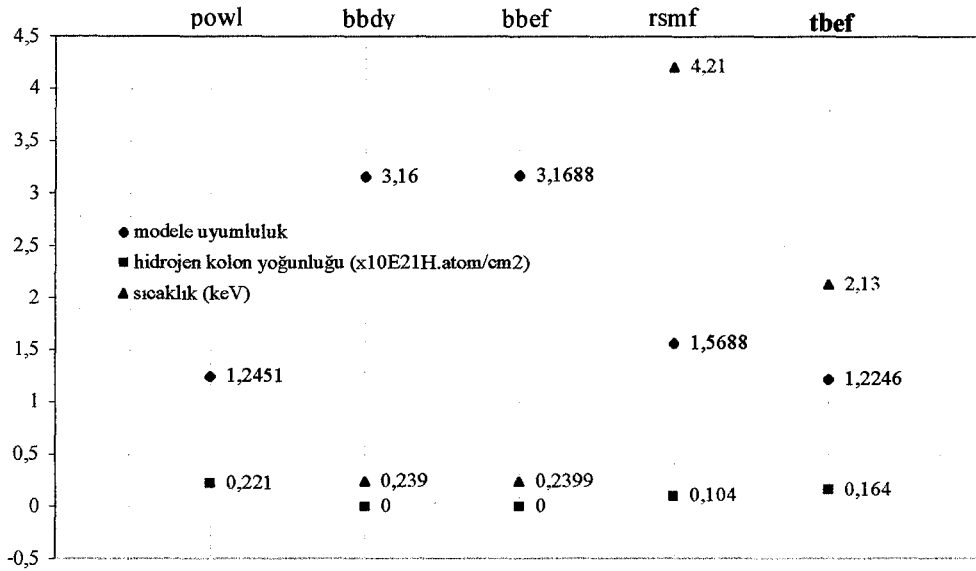
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.164^{+0.033}_{-0.032} \times 10^{21} H.atom / cm^2 ,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 2.13^{+0.45}_{-0.31} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 2.13^{+0.81}_{-0.45} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 2.13^{+1.29}_{-0.61} \text{ keV}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.188).}$$

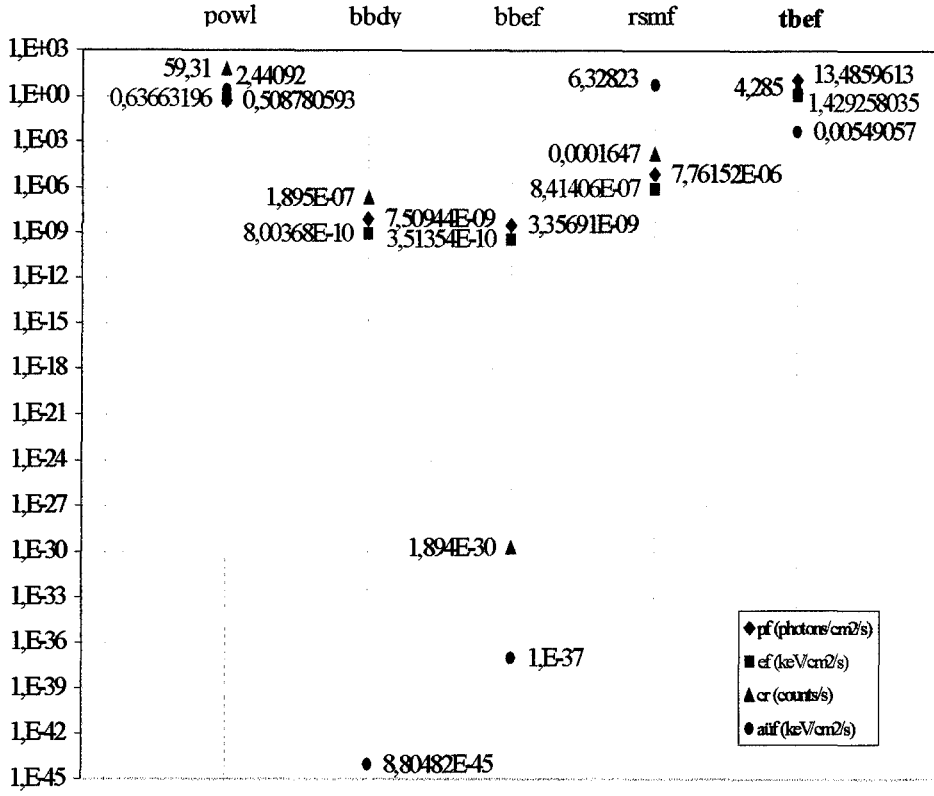


Şekil 6.189. SU UMa yıldıznın spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

1.2246 değeri ile TBef, SU UMa için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.

SU UMa için değerlendirilen modeller içinde 1.2246 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Bremsstrahlung (TBef) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.189).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.189’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.190’da verilmiştir.



Şekil 6.190. SU UMa yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

SU UMa yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.34’de verilmiştir.

Çizelge 6.34. SU UMa yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} \text{ H atom / cm}^2$	akı genişliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
powl	$0.221^{+0.040}_{-0.038}$	$0.00281^{+9.67 \times 10^{-5}}_{-9.67 \times 10^{-5}}$	$-1.78^{+0.140}_{-0.145}$	1.2451
bbdy	$0.0^{+0.0029}_{-0.0000}$	foton akısı (foton/cm ² /s) $0.006^{+3.19 \times 10^{-4}}_{-3.19 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.239^{+0.0082}_{-0.0060}$	3.16
bbef	$0.0^{+0.0029}_{-0.0000}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $4.45 \times 10^{-3} \text{ }^{+1.34 \times 10^{-4}}_{-1.34 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.2399^{+0.0081}_{-0.0069}$	3.1688
rsmf	$0.104^{+0.0120}_{-0.0104}$	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) $9.19 \times 10^{-3} \text{ }^{+6.87 \times 10^{-4}}_{-6.87 \times 10^{-4}}$	T (keV) $4.21^{+1.3900}_{-1.4900}$	1.5688
tbef	$0.164^{+0.0240}_{-0.0239}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $6.64 \times 10^{-3} \text{ }^{+2.79 \times 10^{-4}}_{-2.79 \times 10^{-4}}$	T (keV) $2.13^{+0.81}_{-0.45}$	1.2246

SU UMa yıldızı için emisyon ölçümü

SU UMa'nın bilinen uzaklığı $D=280$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(0.00919 \pm 6.87 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, SU UMa için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 86,96 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

SU UMa yıldızı için sertlik oranı değerleri

SU UMa için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.35'de verilmiştir.

Çizelge 6.35. SU UMa yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
119	524	206	318	643	157
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,629860031	0,213740458	0,374213836	0,647798742	1,312101911	4,095541401

SU UMa yıldızı için sayım oranı değeri

ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.36).

Çizelge 6.36. SU UMa yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
SU UMa	5292,47	1,006	6534	0,968863785	0,841035897

SW UMa gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



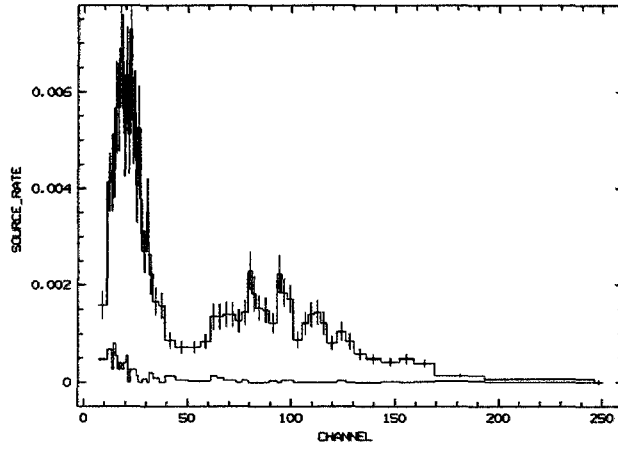
SW UMa gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri



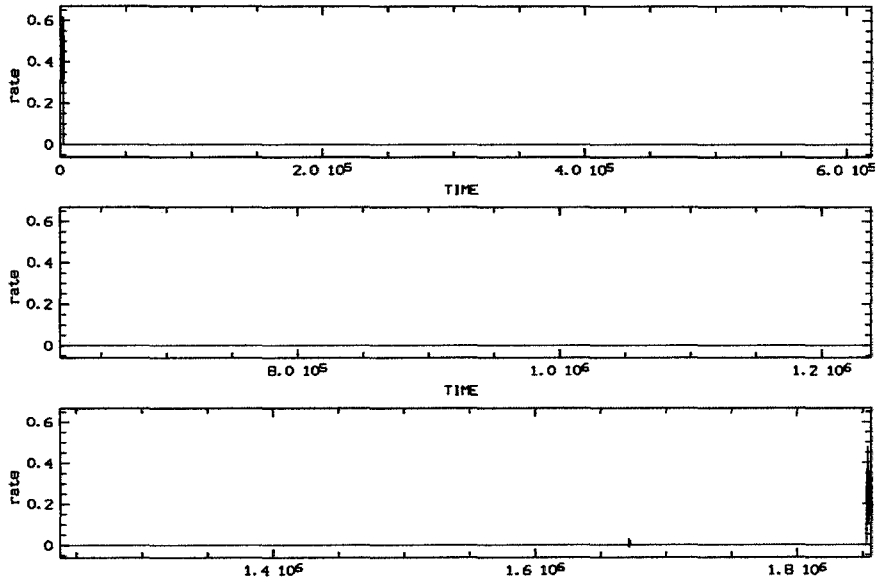
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.192). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, SW UMa için görüntü üzerinde 190" bir yarıçap tespit edilmiştir.

SW UMa gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{SWUMa}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.193).



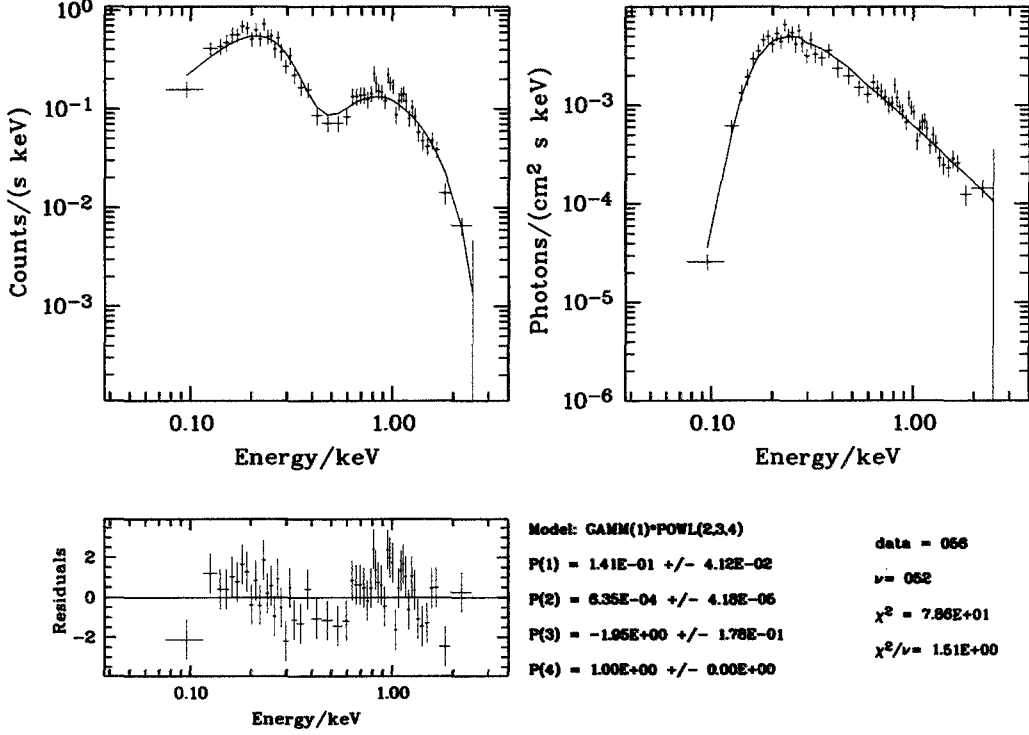
Şekil 6.193. SW UMa için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.194. SW UMa yıldızının ROSAT Uydu Verisinden elde edilen ışık eğrisi

SW UMa yıldızına ait ROSAT gözleminde elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin 1. saniyesi ve 7452. saniyelerinde aktivite belirlenmiş, bunların dışındaki zamanların sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.194).

SW UMa gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.195. SW UMa yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 78.6 ve serbestlik derecesi 52, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.51 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.195).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.141 \pm 4.12 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 6.35 \times 10^{-4} \pm 4.18 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.95 \pm 0.178$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 78.65 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.14_{-0.030}^{+0.034} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.14_{-0.048}^{+0.059} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

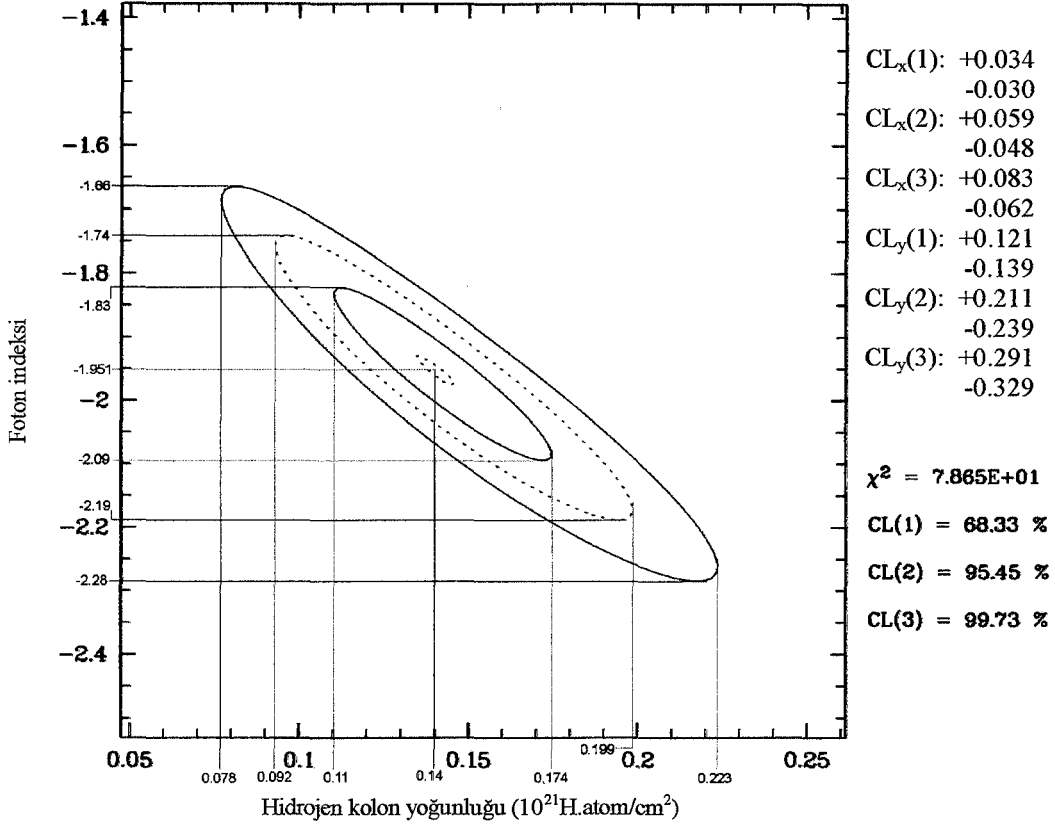
%99.73 güven aralığında $0.14^{+0.083}_{-0.062} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.951^{+0.121}_{-0.139}$,

%95.45 güven aralığında $-1.951^{+0.211}_{-0.239}$,

%99.73 güven aralığında $-1.951^{+0.191}_{-0.329}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.196).

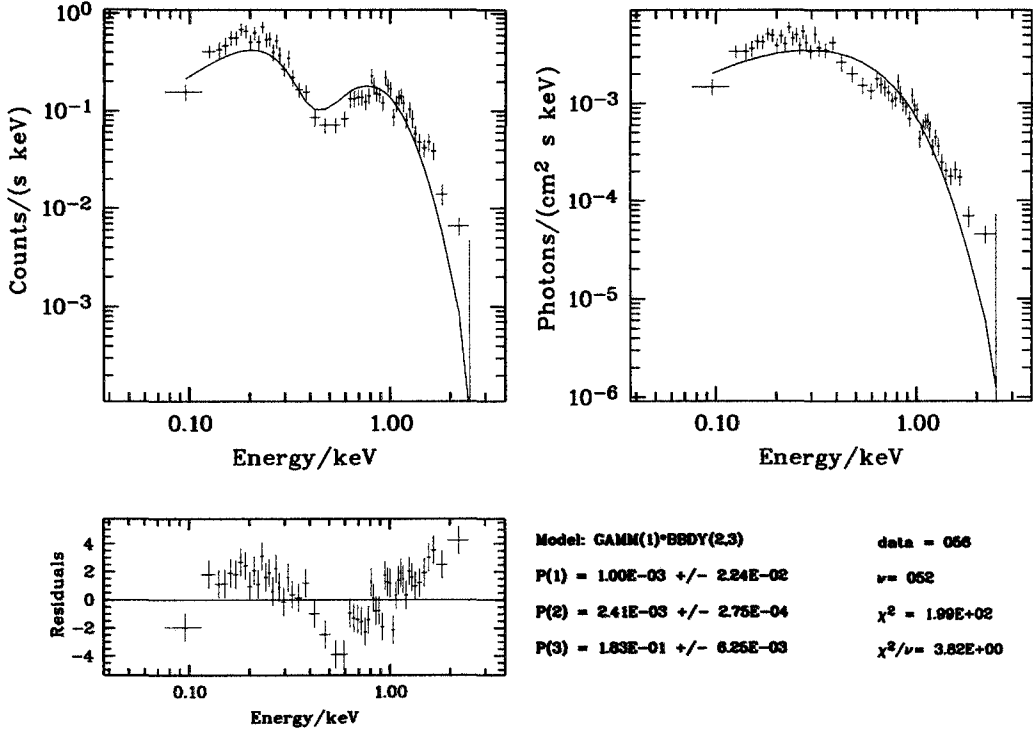


Şekil 6.196. SW UMa yıldızının POWL Modeli güvenilirlik analizi sonuçları

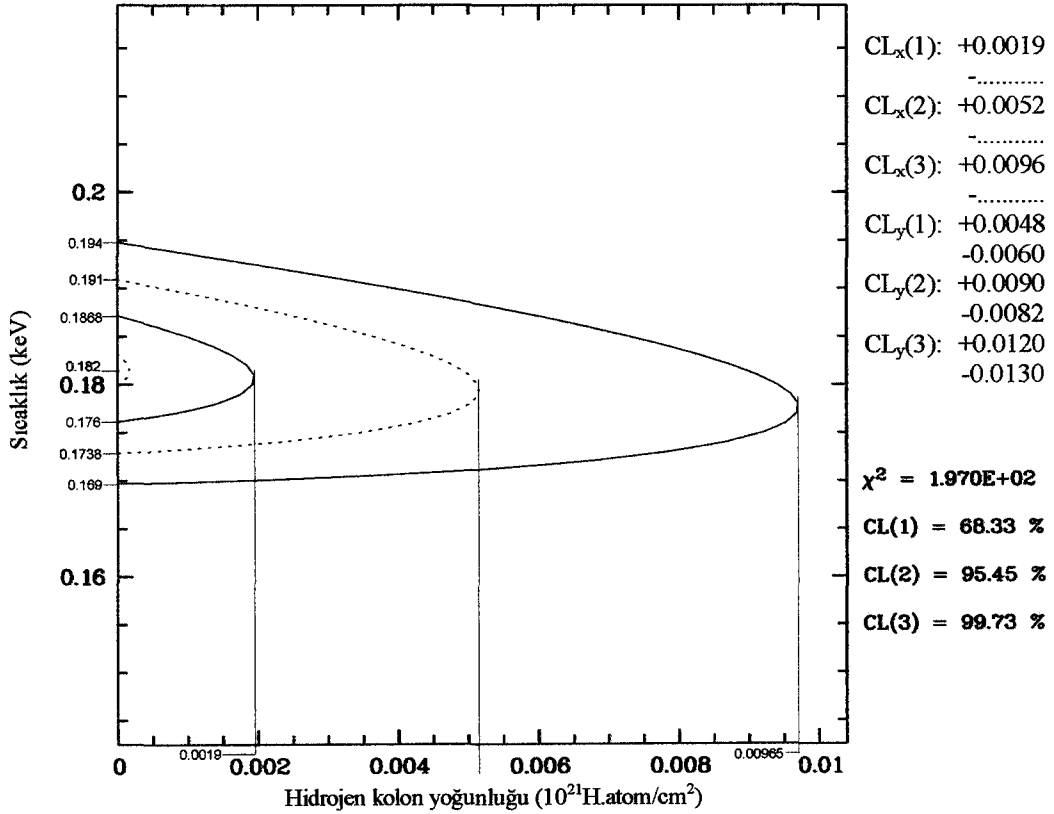
SW UMa gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 199 ve serbestlik derecesi 52'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 3.82 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.197).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0224 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, foton akısı değeri $2.41 \times 10^{-3} \pm 2.75 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.183 \pm 6.25 \times 10^{-3}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.197. SW UMa yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.198. SW UMa yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 197 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.0000}^{+0.0019} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.0000}^{+0.0052} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.0000}^{+0.0096} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

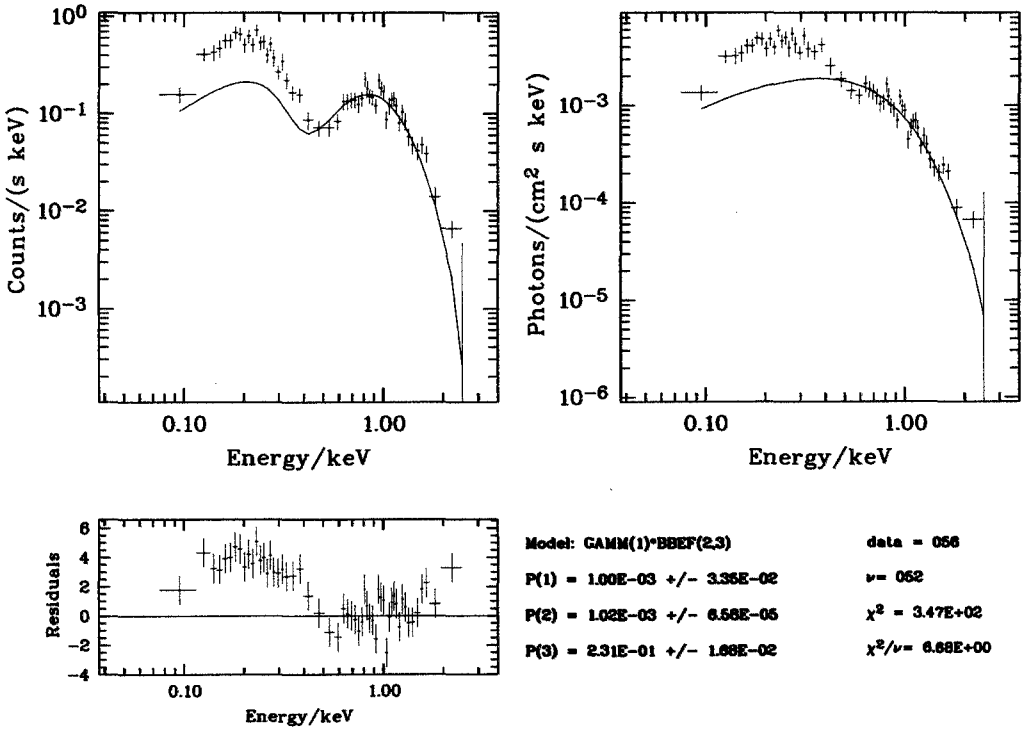
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.182_{-0.0060}^{+0.0048} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.182_{-0.0082}^{+0.0090} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.182_{-0.0130}^{+0.0120} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.198).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 3.7884 olduğundan kara cisim modeli SW UMa yıldızı için uygun bir model değildir.

SW UMa gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.199. SW UMa yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 347 ve serbestlik derecesi 52'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 6.68 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.199).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0335 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, enerji akısı değeri $1.02 \times 10^{-3} \pm 6.58 \times 10^{-5} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.231 \pm 1.68 \times 10^{-2} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 197 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0_{-0.0019}^{+0.0019} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0_{-0.0052}^{+0.0052} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

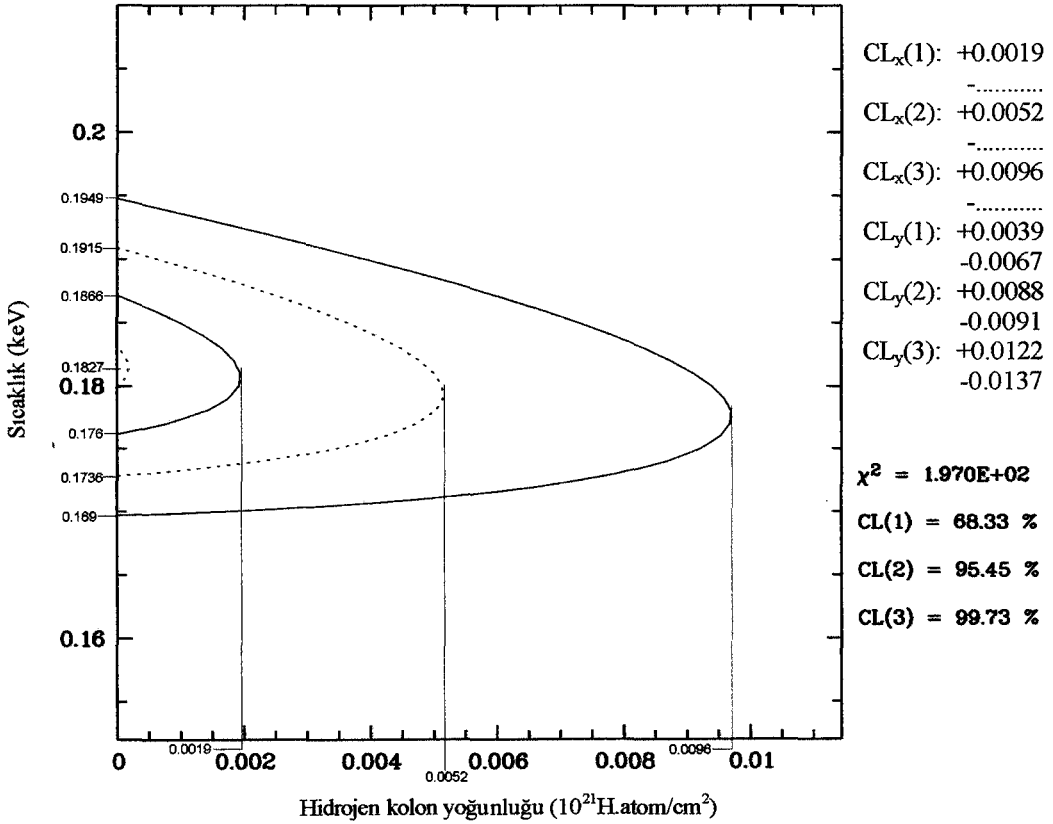
%99.73 güven aralığında $0.0_{-0.0096}^{+0.0096} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.1827_{-0.0067}^{+0.0039} \text{ keV}$,

%95.45 güven aralığında $0.1827_{-0.0091}^{+0.0088} \text{ keV}$,

%99.73 güven aralığında $0.1827_{-0.0137}^{+0.0122} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.200).



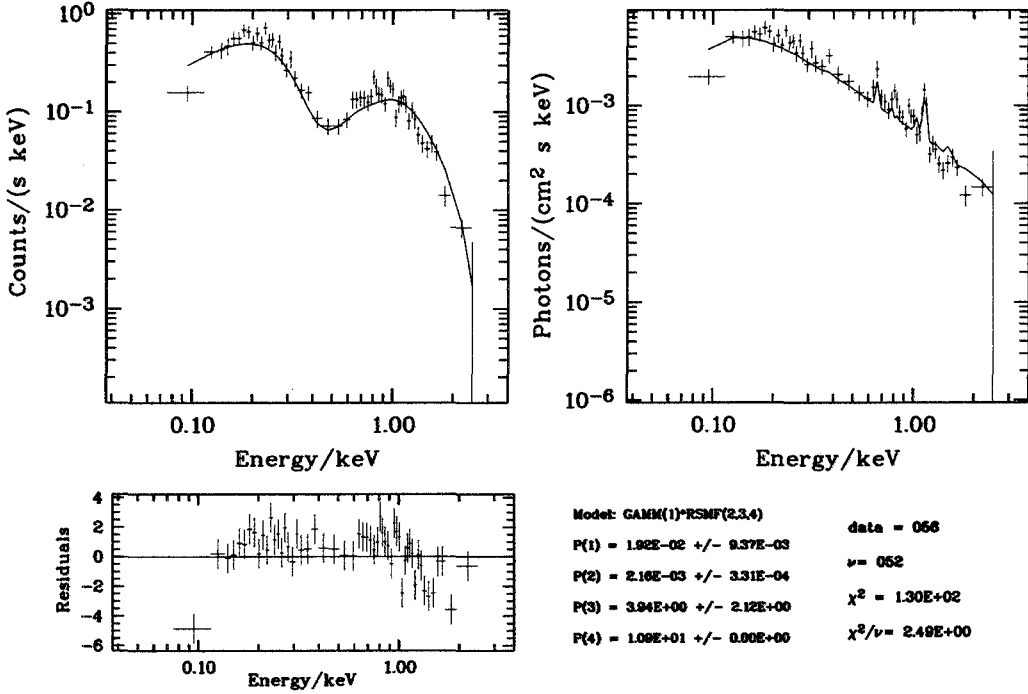
Şekil 6.200. SW UMa yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk 3.7884 olduğundan kara cisim modeli SW UMa yıldızı için uygun bir model değildir.

SWUMa gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code]

(Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 130 ve serbestlik derecesi 52 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.49 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.201).



Şekil 6.201. SW UMa yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0192 \pm 0.00937 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş amplitud değeri $2.16 \times 10^{-3} \pm 3.31 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.94 \pm 2.12 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 129 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.02_{-0.0070}^{+0.0074} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.02_{-0.0110}^{+0.0126} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

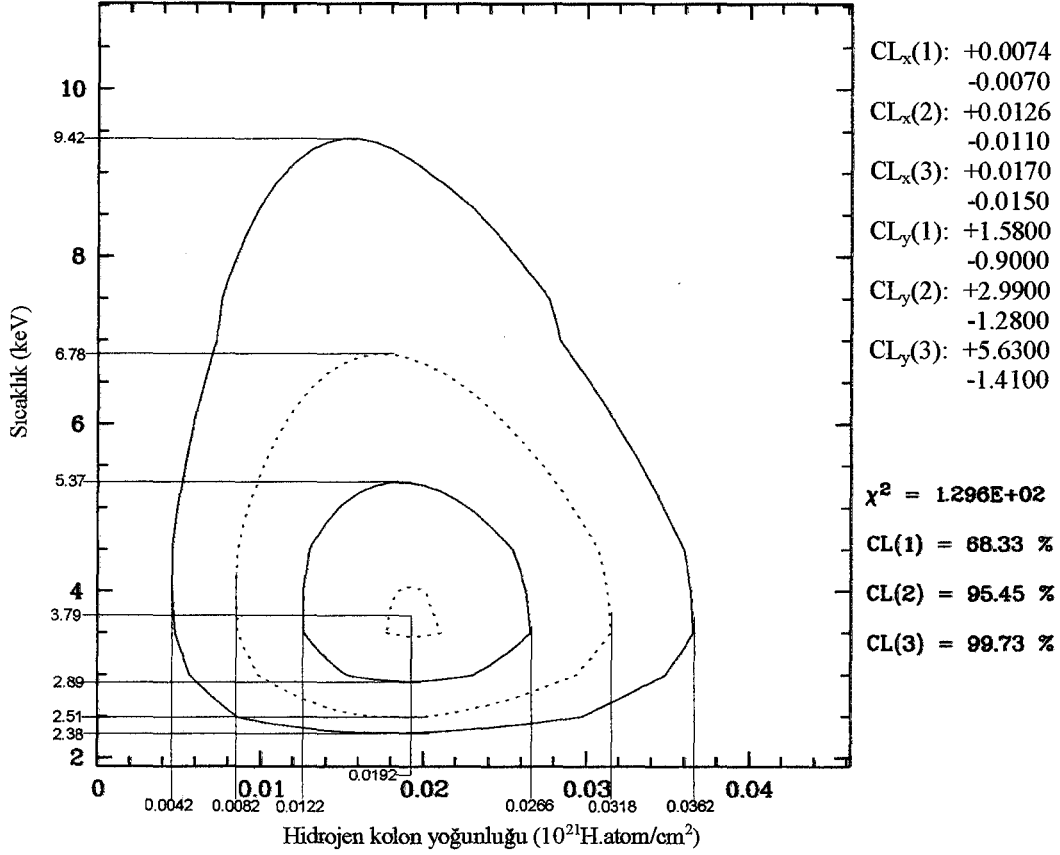
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.02_{-0.0150}^{+0.0170} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $3.79^{+1.58}_{-0.90}$ keV,

%95.45 güven aralığında $3.79^{+2.99}_{-1.28}$ keV,

%99.73 güven aralığında $3.79^{+5.63}_{-1.41}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.202).



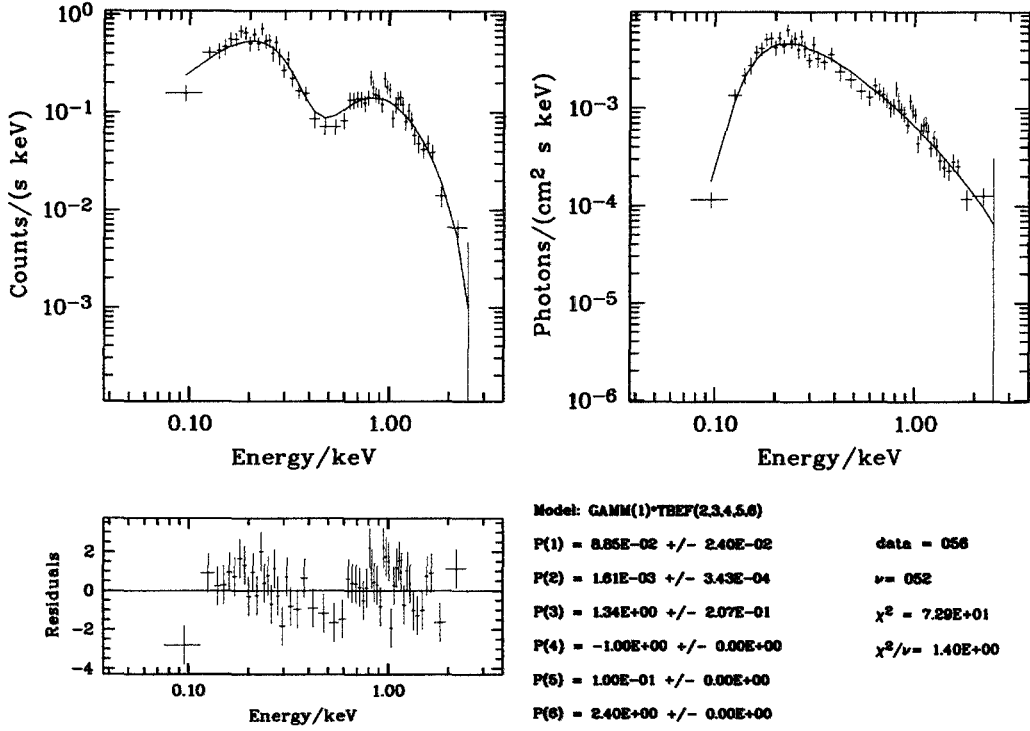
Şekil 6.202. SW UMa yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

2.4923 uyumluluk değeri ile RSMF, SW UMa için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

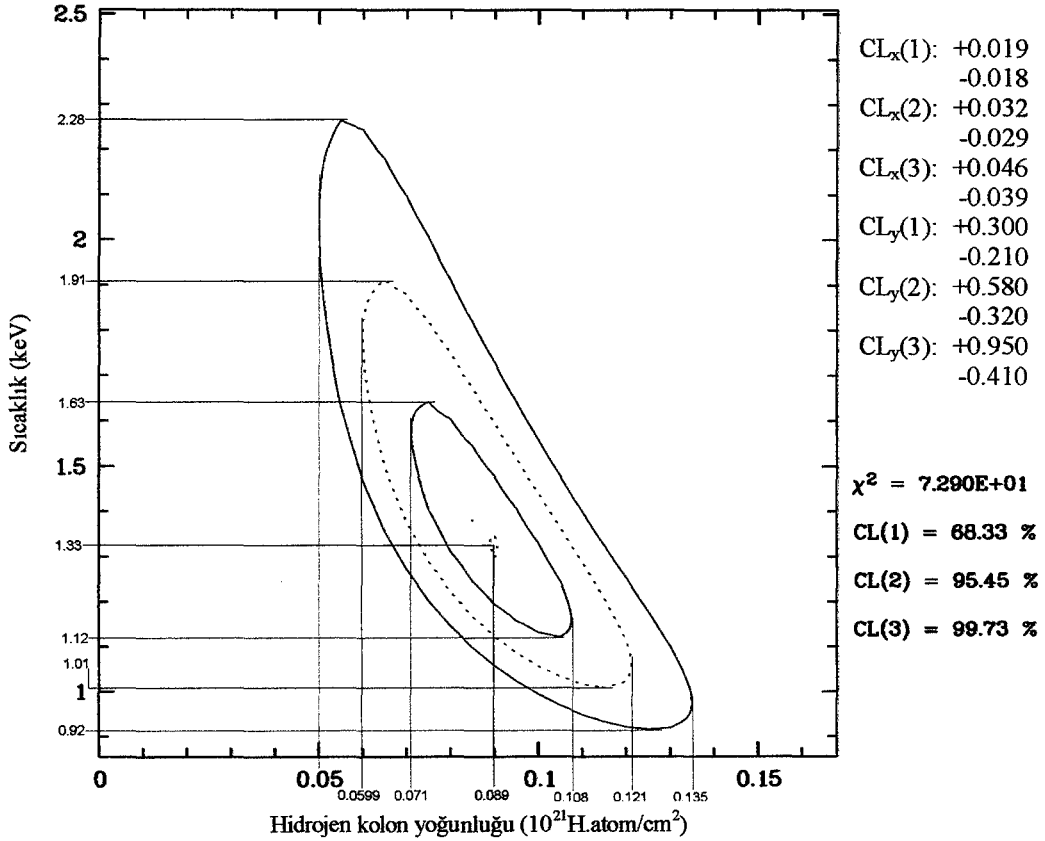
SW UMa gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 72.9 ve serbestlik derecesi 52 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.4 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.203).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0885 \pm 0.024 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genliği değeri $6.5 \times 10^{-3} \pm 9.37 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 1.34 \pm 0.207 keV$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.203. SW UMa yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.204. SW UMa yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 72.9 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.089^{+0.019}_{-0.018} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.089^{+0.032}_{-0.029} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.089^{+0.046}_{-0.039} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

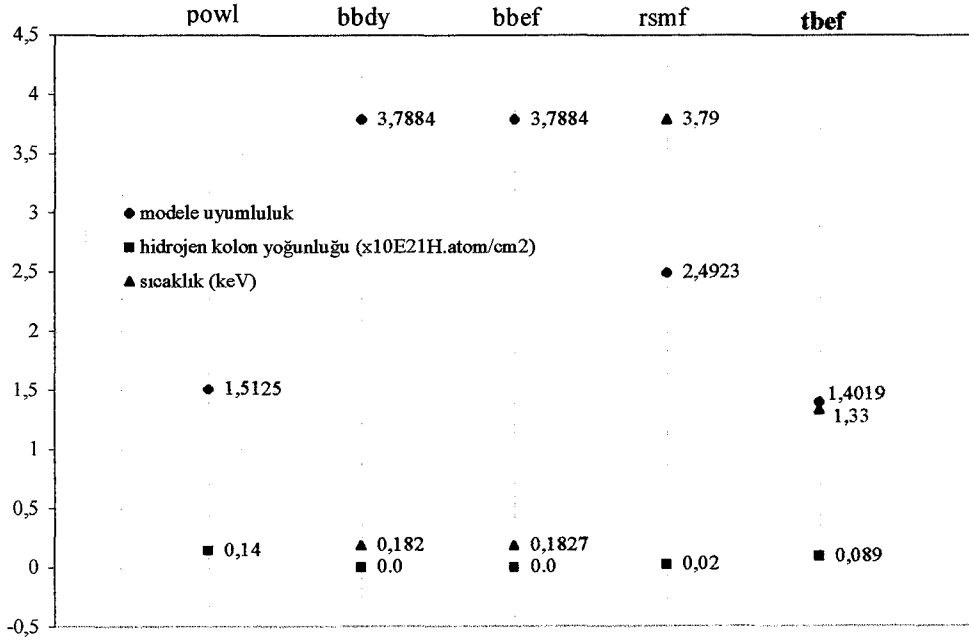
olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 1.33^{+0.30}_{-0.21} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 1.33^{+0.58}_{-0.32} \text{ keV},$$

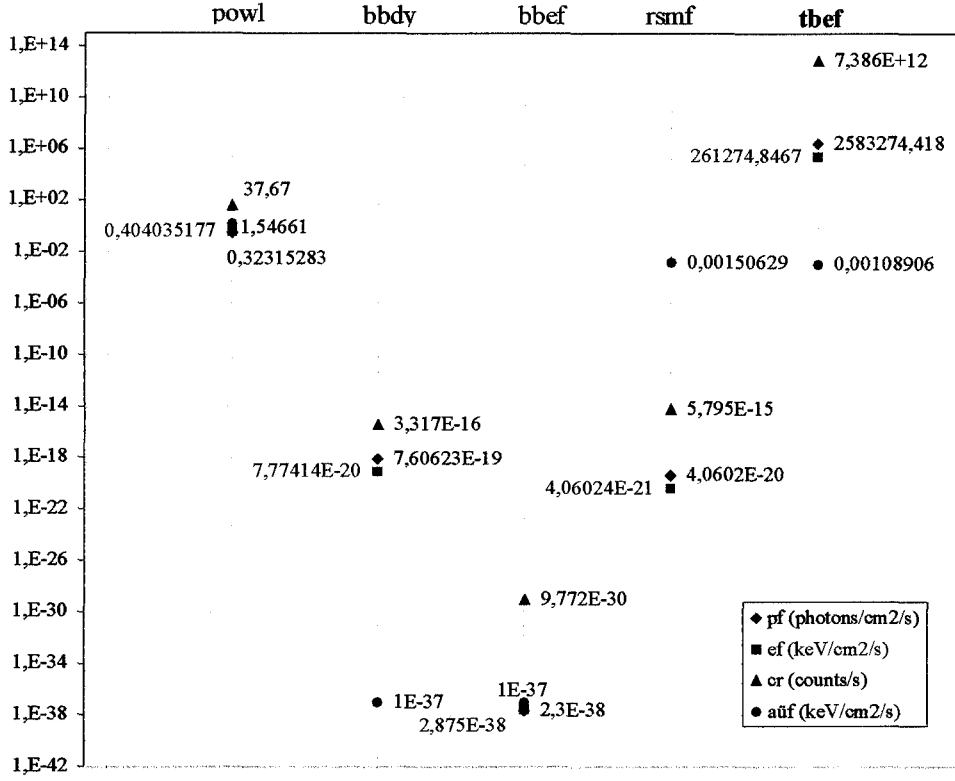
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 1.33^{+0.950}_{-0.410} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.204).}$$

1.4019 değeri ile TBEF, SW UMa için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6.205. SW UMa yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

SW UMa için değerlendirilen modeller içinde 1.4019 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Bremsstrahlung (TBEF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.205).



Şekil 6.206. SW UMa yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

Çizelge 6.37. SW UMa yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} H. atom / cm^2$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
powl	$0.14^{+0.059}_{-0.048}$	$0.000635^{+4.18 \times 10^{-5}}_{-4.18 \times 10^{-5}}$	$-1.951^{+0.211}_{-0.239}$	1,5125
bbdy	$0.0^{+0.0052}_{-0.000000}$	foton akısı (foton/cm²/s) $0.00241^{+2.75 \times 10^{-4}}_{-2.75 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.182^{+0.0090}_{-0.0082}$	3.7884
bbef	$0.0^{+0.0019}_{-0.000000}$	enerji akısı (keV/cm²/s) $1.02 \times 10^{-3}^{+6.58 \times 10^{-5}}_{-6.58 \times 10^{-5}}$	T (keV) $0.1827^{+0.0088}_{-0.0091}$	3.7884
rsmf	$0.02^{+0.0126}_{-0.0110}$	normalize edilmiş A (cm⁻⁵) $2.16 \times 10^{-3}^{+3.31 \times 10^{-4}}_{-3.31 \times 10^{-4}}$	T (keV) $3.79^{+2.99}_{-1.28}$	2.4923
tbef	$0.089^{+0.032}_{-0.029}$	enerji akısı (keV/cm²/s) $1.61 \times 10^{-3}^{+3.43 \times 10^{-4}}_{-3.43 \times 10^{-4}}$	T (keV) $1.33^{+0.58}_{-0.32}$	1.4019

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri şekil 6.205’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri şekil 6.206’da

verilmiştir. SW UMa yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.37.'de verilmiştir.

SW UMa yıldızı için emisyon ölçümü

SW UMa'nın bilinen uzaklığı $D=140$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(2.16 \times 10^{-3} \pm 3.31 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, SW UMa için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 5.11 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

SW UMa yıldızı için sertlik oranı değerleri

SW UMa için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.38'de verilmiştir.

Çizelge 6.38. SW UMa yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
304	319	127	192	143	54
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,024077047	0,203761755	1,583333333	0,661458333	2,351851852	2,648148148

SW UMa yıldızı için sayım oranı değeri

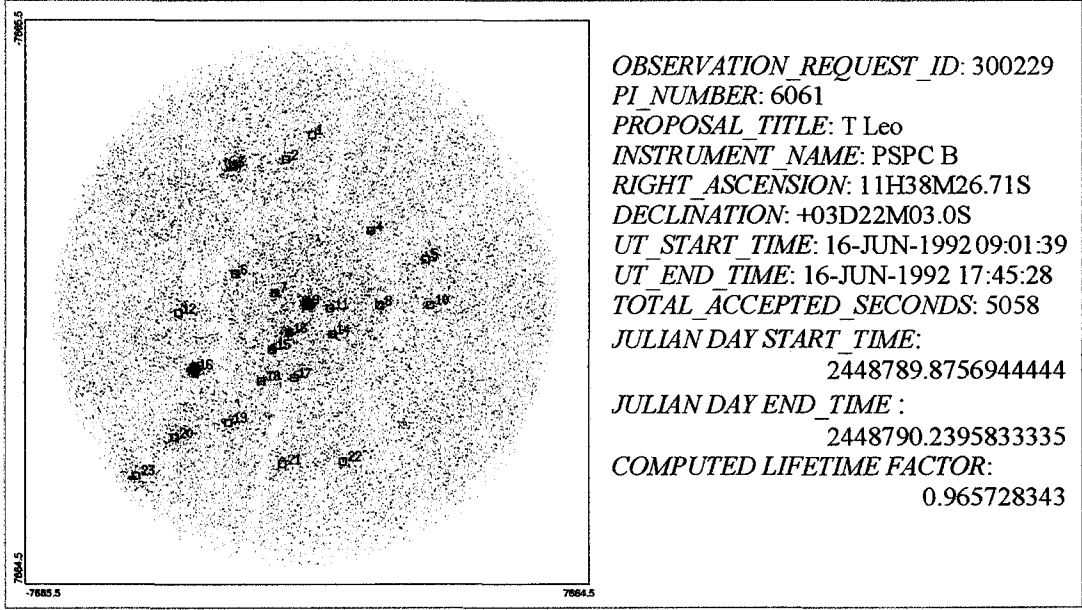
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.39).

Çizelge 6.39. SW UMa yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
SW UMa	1847	1,006	7452	0,970854521	0,256825341

6.1.14. T Leo Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

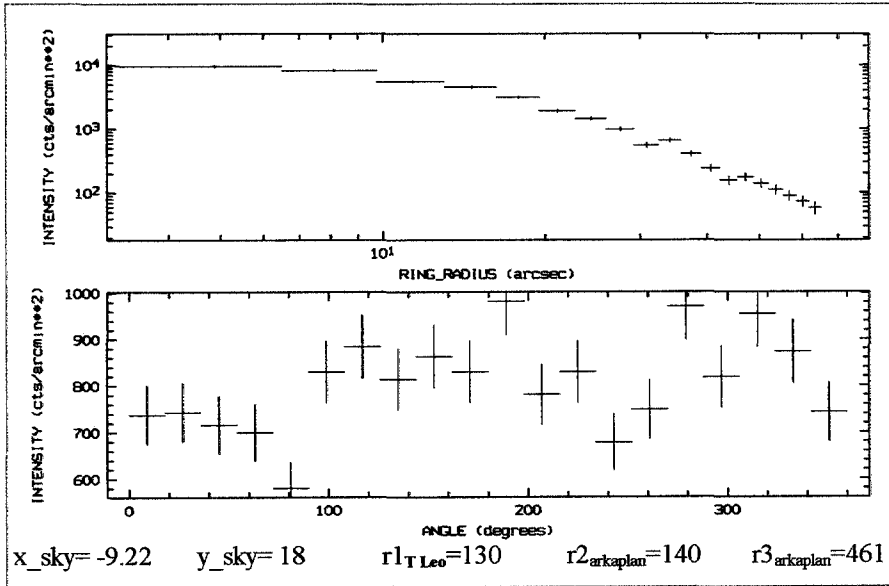
Tleo gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.207. T Leo yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300229n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 9 numaralı kaynak T Leo olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.207).

T Leo gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

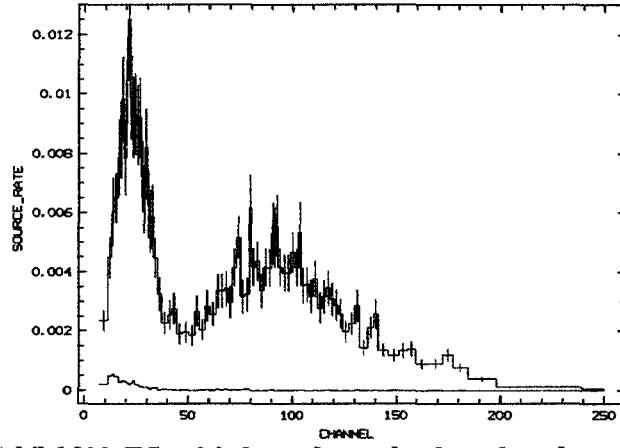


Şekil 6.208. T Leo yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

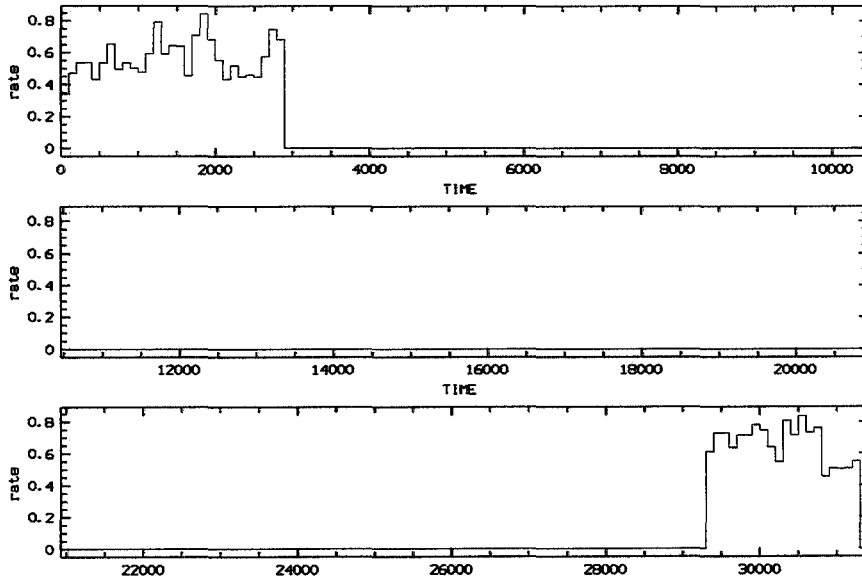
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.208). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, T Leo için görüntü üzerinde $130''$ bir yarıçap tespit edilmiştir.

T Leo gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{TLeo}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.209).



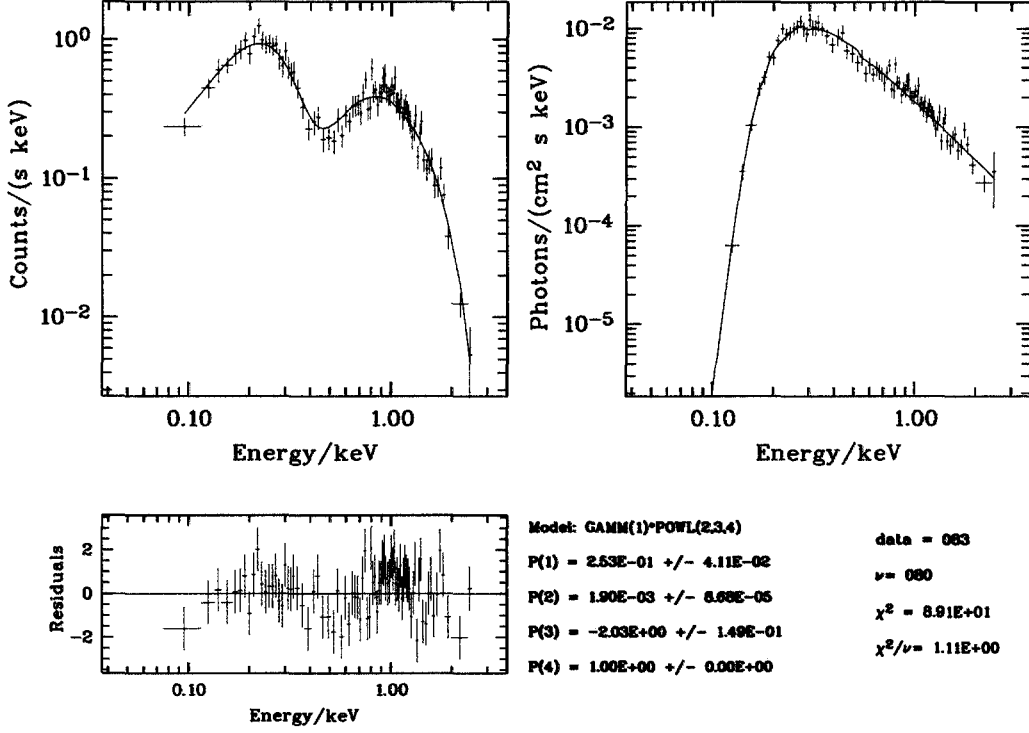
Şekil 6.209. T Leo için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.210. T Leo yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

T Leo yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin (0-481.71) ve (4704.701-5058) saniyeleri arasında aktivite belirlenmiş, diğer zamanlarda sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.210).

T Leo gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.211. T Leo yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 89.1 ve serbestlik derecesi 80, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.11 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.211).

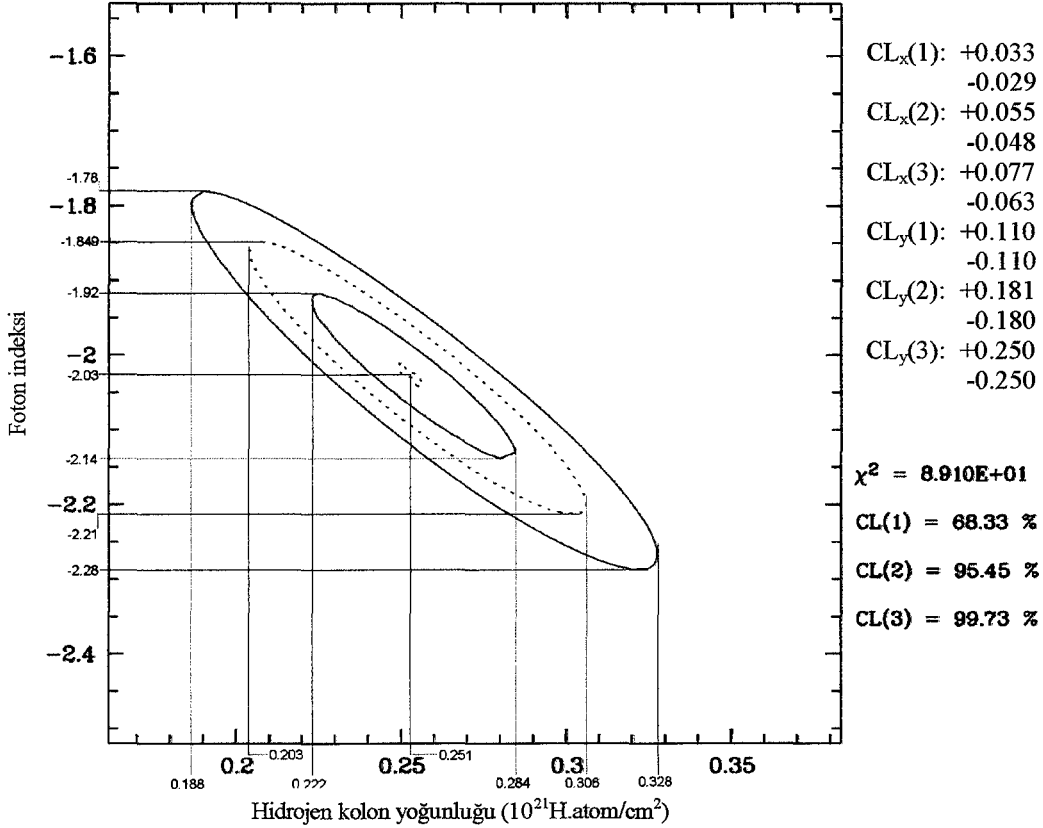
Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.253 \pm 4.11 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 1.9 \times 10^{-3} \pm 8.68 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -2.03 \pm 0.149$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 89.1 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.251_{-0.029}^{+0.033} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.251_{-0.048}^{+0.055} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

%99.73 güven aralığında $0.251^{+0.077}_{-0.063} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,
 olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;
 %68.33 güven aralığında $-2.03^{+0.110}_{-0.110}$,
 %95.45 güven aralığında $-2.03^{+0.181}_{-0.180}$,
 %99.73 güven aralığında $-2.03^{+0.250}_{-0.250}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.212).

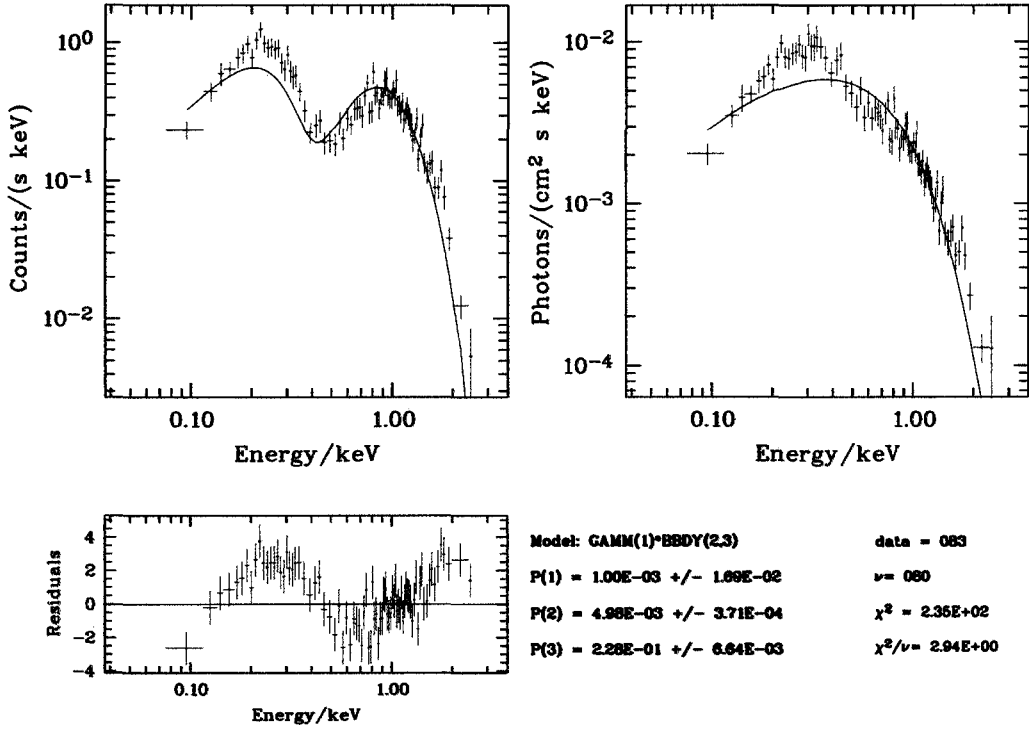


Şekil 6.212. T Leo yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

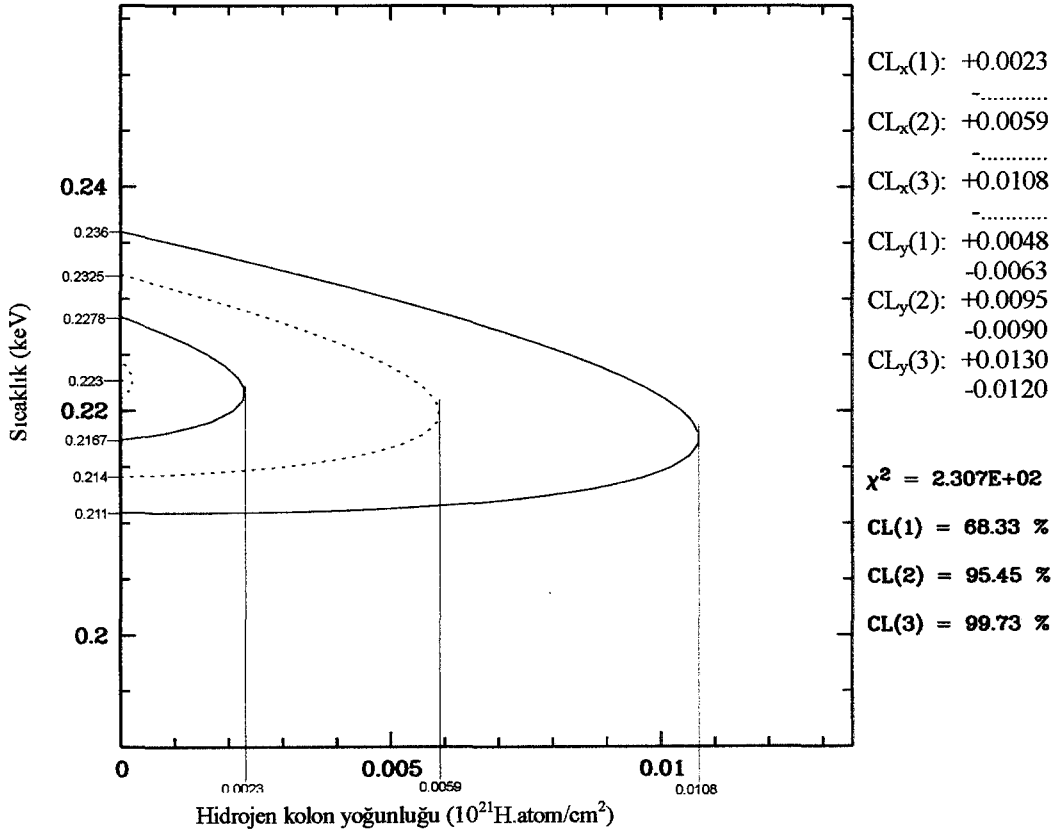
T Leo gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 235 ve serbestlik derecesi 80'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.94 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.213).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0169 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, foton akı değeri $4.98 \times 10^{-3} \pm 3.71 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.228 \pm 6.64 \times 10^{-3}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.213. T Leo yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.214. T Leo yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 197 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.0063}^{+0.0023} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.0090}^{+0.0059} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.0120}^{+0.0108} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

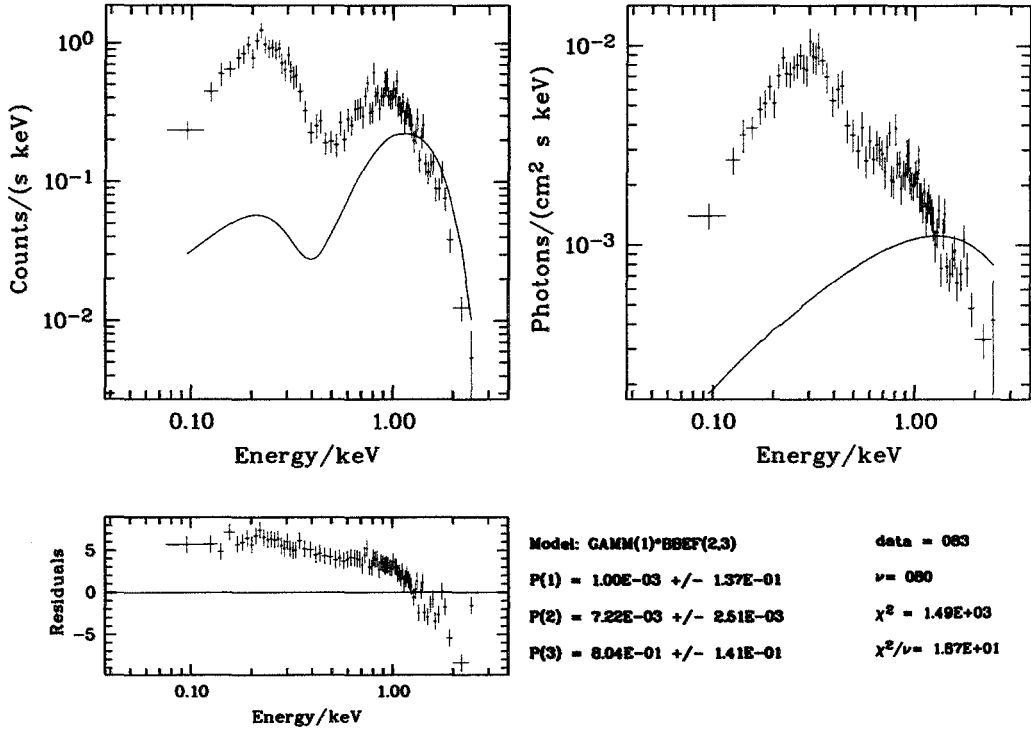
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.223_{-0.0063}^{+0.0048} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.223_{-0.0090}^{+0.0095} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.223_{-0.0120}^{+0.0130} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.214).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 2.88375 olduğundan kara cisim modeli T Leo yıldızı için uygun bir model değildir.

T Leo gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.215. T Leo yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 1490 ve serbestlik derecesi 80'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 18.7 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.215).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.137 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, enerji akısı değeri $7.22 \times 10^{-3} \pm 2.51 \times 10^{-3} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.804 \pm 1.41 \times 10^{-1} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 230.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0_{-0.000234}^{+0.00234} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0_{-0.000580}^{+0.00580} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

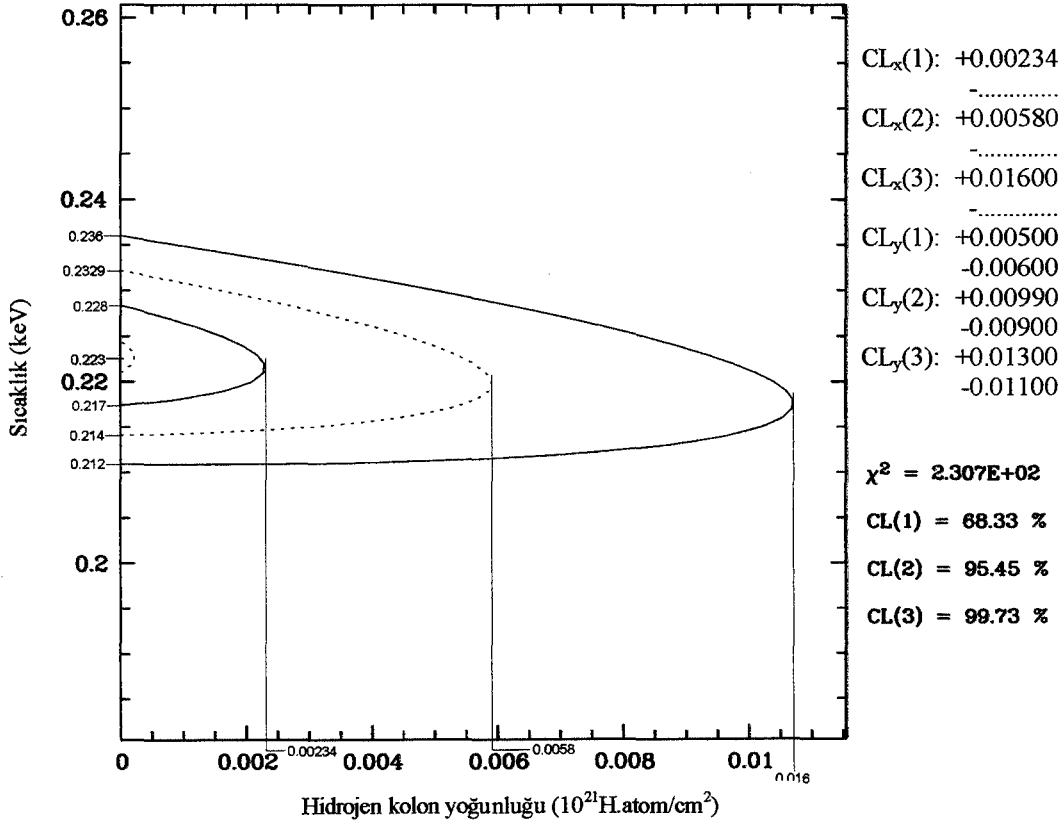
%99.73 güven aralığında $0.0_{-0.00160}^{+0.0160} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.223_{-0.00600}^{+0.00500} \text{ keV}$,

%95.45 güven aralığında $0.223_{-0.00900}^{+0.00990} \text{ keV}$,

%99.73 güven aralığında $0.223_{-0.01100}^{+0.01300} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.216).



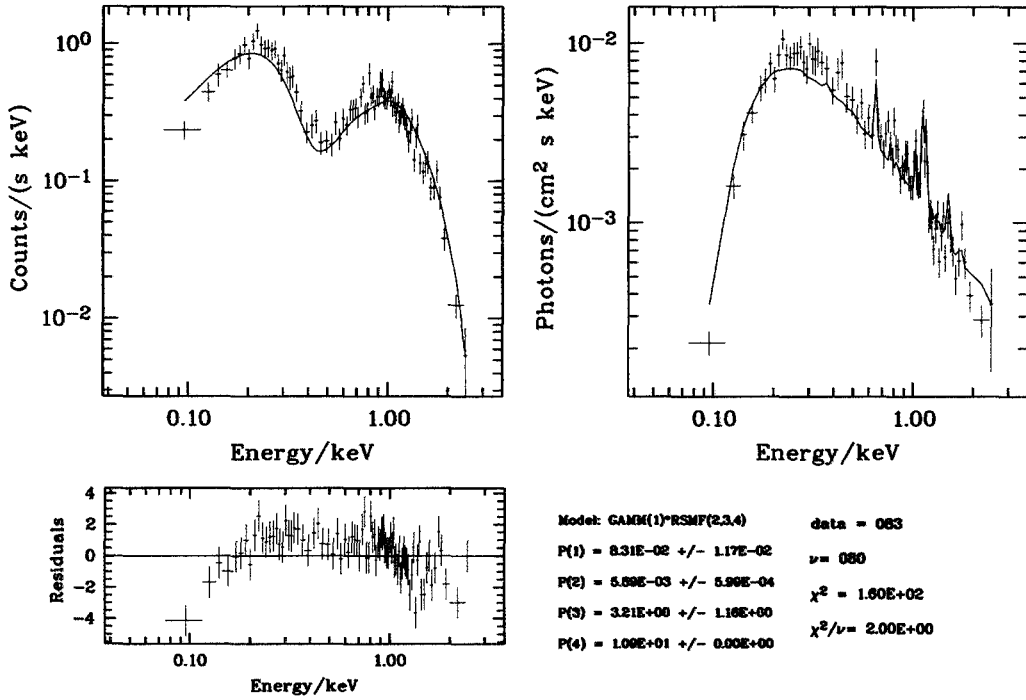
Şekil 6.216. T Leo yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk 2.88375 olduğundan kara cisim modeli T Leo yıldızı için uygun bir model değildir.

T Leo gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code]

(Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 130 ve serbestlik derecesi 52 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.49 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.217).



Şekil 6.217. T Leo yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0831 \pm 0.0117 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $5.89 \times 10^{-3} \pm 5.99 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.21 \pm 1.16 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 160 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0838^{+0.0082}_{-0.0078} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0838^{+0.0130}_{-0.0128} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

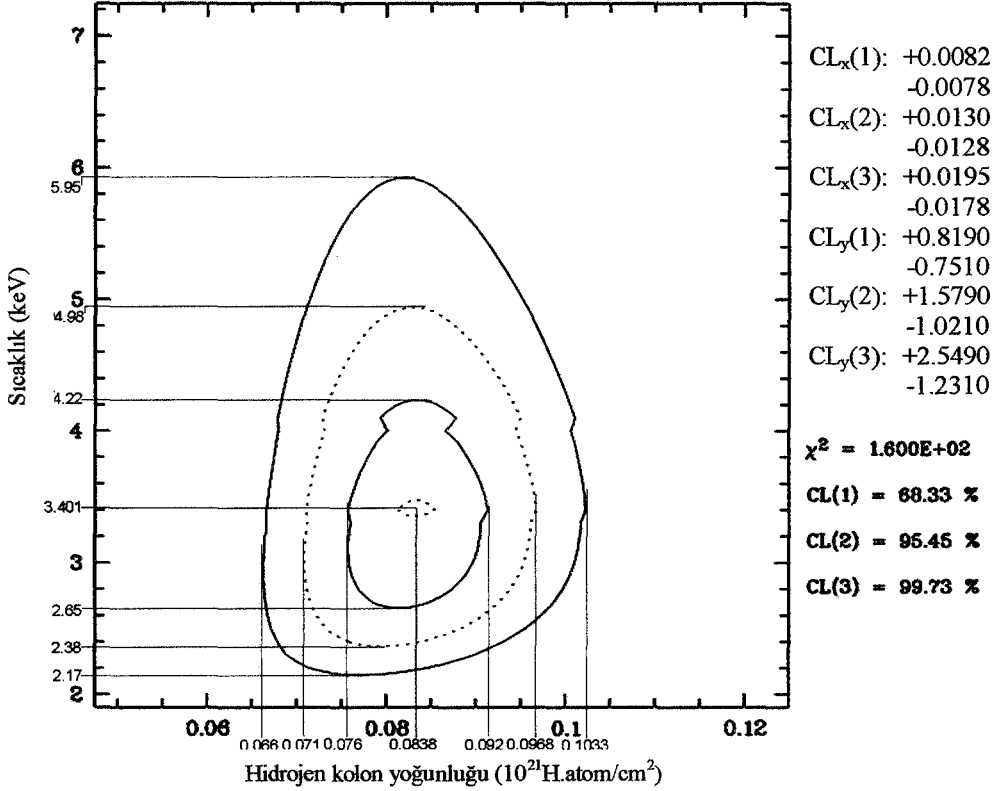
%99.73 güven aralığında $0.0838^{+0.0195}_{-0.0178} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $3.401^{+0.8190}_{-0.7510}$ keV,

%95.45 güven aralığında $3.401^{+1.5790}_{-1.0210}$ keV,

%99.73 güven aralığında $3.401^{+2.5490}_{-1.2310}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.218).



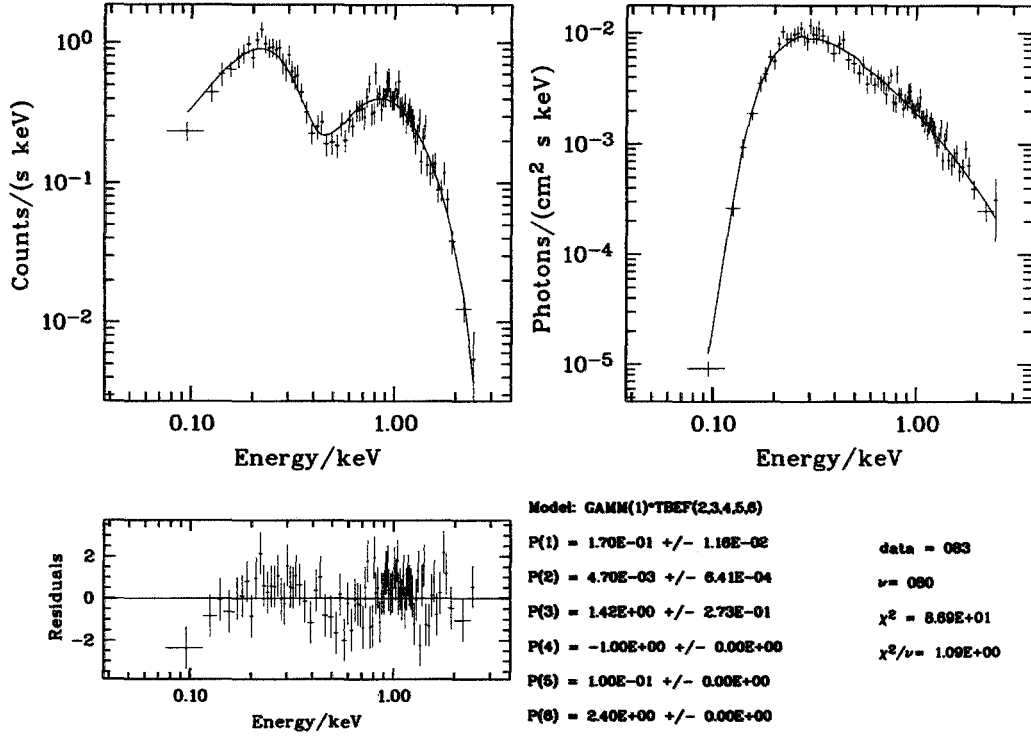
Şekil 6.218. T Leo yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

2.0 uyumluluk değeri ile RSMF, T Leo için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

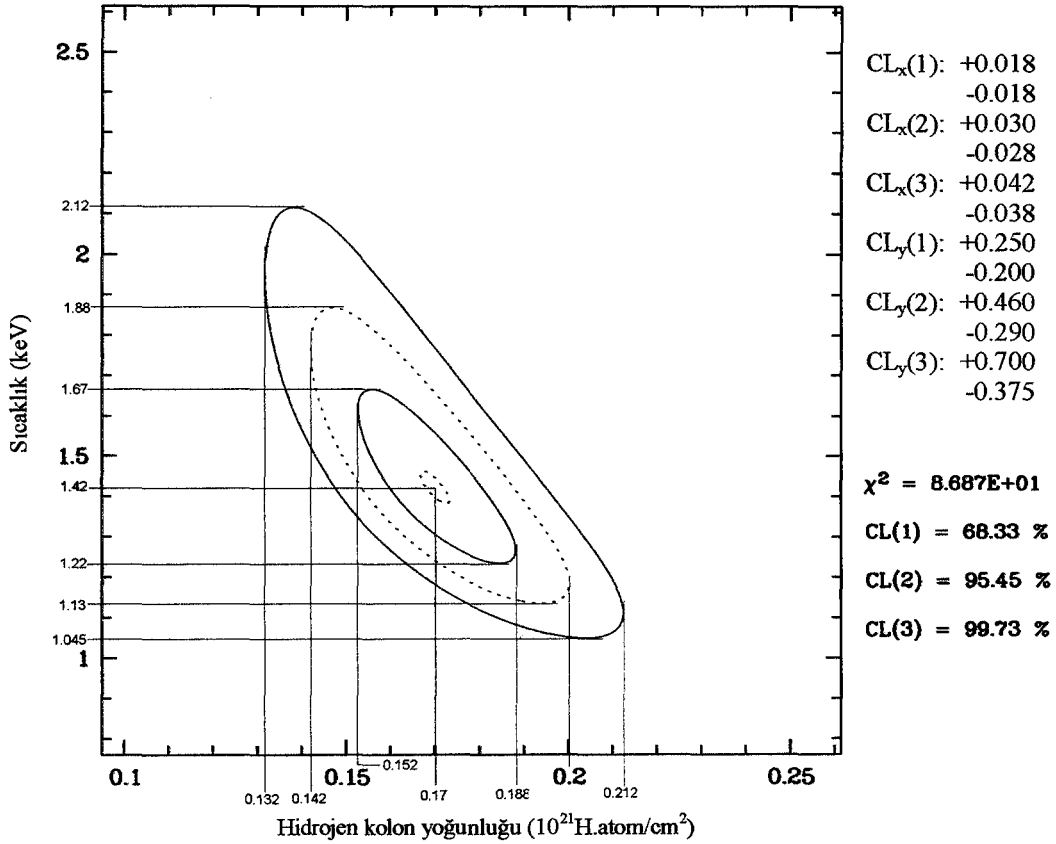
T Leo gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 86.9 ve serbestlik derecesi 80 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.09 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.219).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.17 \pm 0.0116 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı amplitude değeri $4.7 \times 10^{-3} \pm 6.41 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 1.42 \pm 0.273 \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.219. T Leo yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.220. T Leo yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 86.87 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.17^{+0.018}_{-0.018} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.17^{+0.030}_{-0.028} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.17^{+0.042}_{-0.038} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

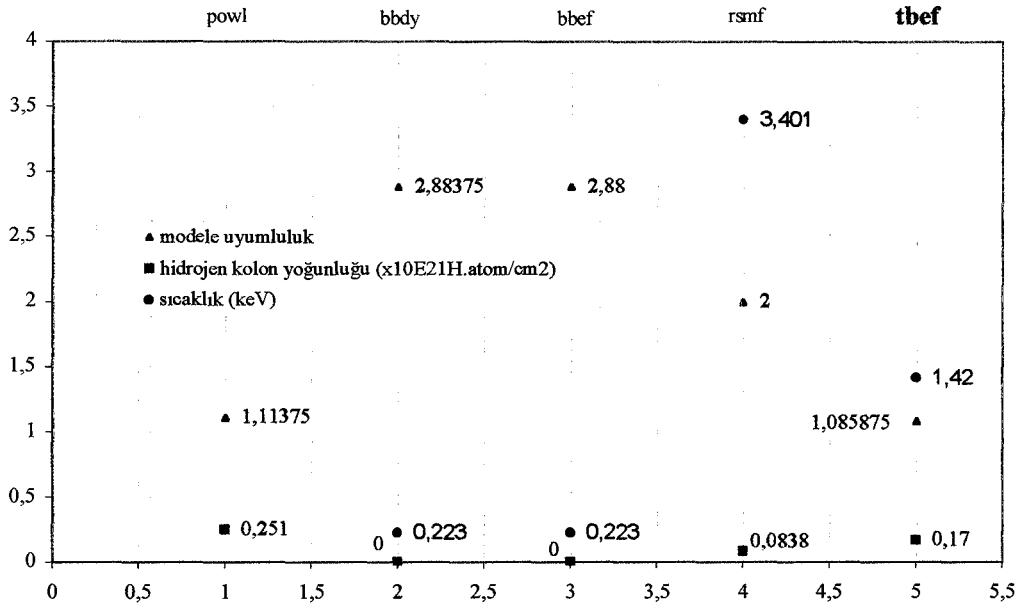
olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 1.42^{+0.250}_{-0.200} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 1.42^{+0.460}_{-0.290} \text{ keV},$$

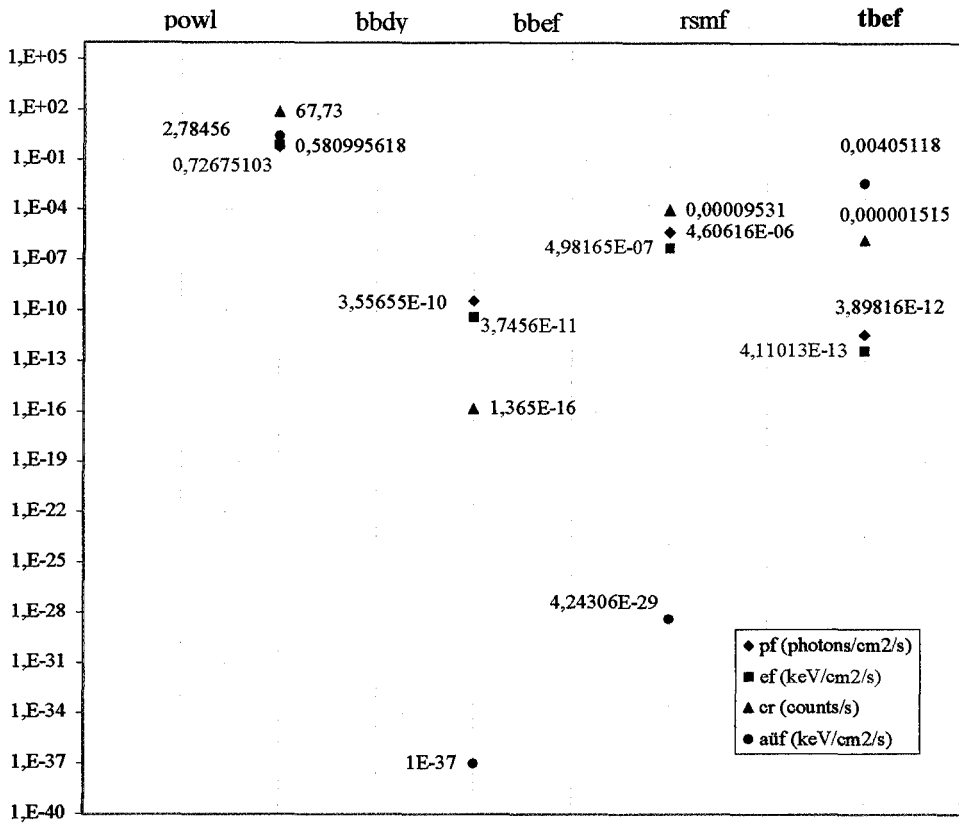
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 1.42^{+0.700}_{-0.375} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.220).}$$

1.08587 değeri ile TBEF, T Leo için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6.221. T Leo yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

T Leo için değerlendirilen modeller içinde 1.4019 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Bremsstrahlung (TBEF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.221).



Şekil 6.222. T Leo yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

Çizelge 6.40. T Leo yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH	akı genliği	foton	
	$\times 10^{21} H.atom / cm^2$	(foton/cm ² /s/keV)	indeksi	chi ² /v
powl	$0.251^{+0.033}_{-0.029}$	$0.00190^{+8.68 \times 10^{-5}}_{-8.68 \times 10^{-5}}$	$-2.03^{+0.181}_{-0.180}$	1,11375
bbdy	$0.0^{+0.0059}_{-0.0059}$	foton akısı (foton/cm ² /s) $0.00498^{+3.7 \times 10^{-4}}_{-3.7 \times 10^{-4}}$	T (keV) $0.223^{+0.0095}_{-0.0090}$	2.88375
bbef	$0.0^{+0.00580}_{-0.00580}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $7.22 \times 10^{-3}^{+2.51 \times 10^{-3}}_{-2.51 \times 10^{-3}}$	T (keV) $0.223^{+0.00990}_{-0.00900}$	2.88375
rsmf	$0.0838^{+0.0130}_{-0.0128}$	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) $5.89 \times 10^{-3}^{+5.99 \times 10^{-4}}_{-5.99 \times 10^{-4}}$	T (keV) $3.401^{+1.5790}_{-1.0210}$	2.0
tbef	$0.17^{+0.030}_{-0.028}$	enerji akısı (keV/cm ² /s) $4.70 \times 10^{-3}^{+6.41 \times 10^{-4}}_{-6.41 \times 10^{-4}}$	T (keV) $1.42^{+0.460}_{-0.290}$	1.085875

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri şekil 6.221’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri şekil 6.222’de

verilmiştir. T Leo yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.40.'de verilmiştir.

T Leo yıldızı için emisyon ölçümü

T Leo'nın bilinen uzaklığı $D=110$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(5.89 \times 10^{-3} \pm 5.99 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, T Leo için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 8.6 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

T Leo yıldızı için sertlik oranı değerleri

T Leo için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.41'de verilmiştir.

Çizelge 6.41. T Leo yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
204	437	157	280	225	55
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,363494540	0,281464531	0,728571429	0,560714286	2,854545455	4,090909091

T Leo yıldızı için sayım oranı değeri

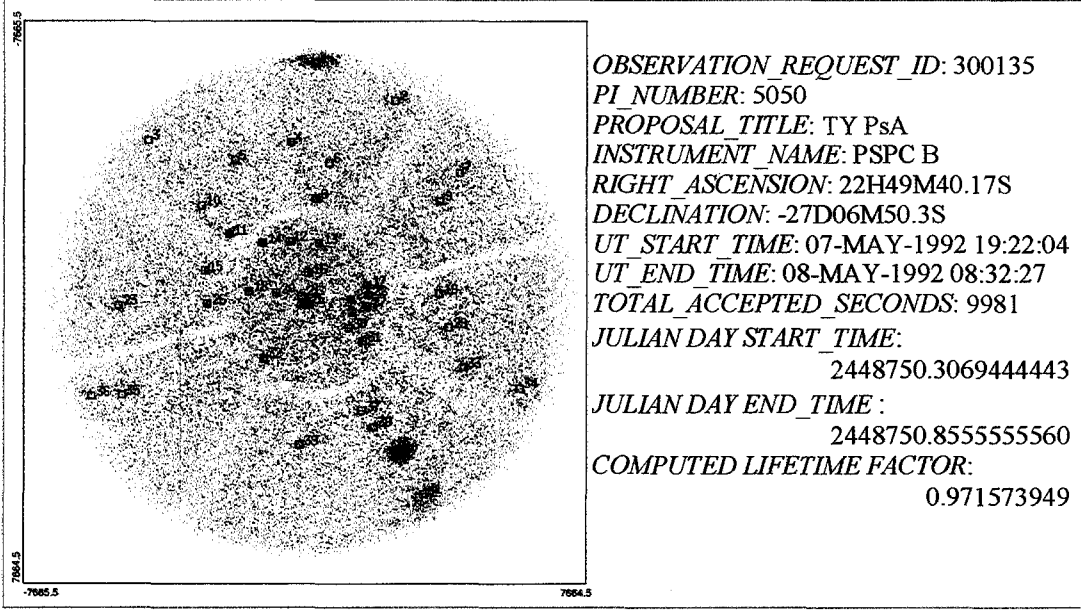
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.42).

Çizelge 6.42. T Leo yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
T Leo	2983,94	1,007	5058	0,965728343	0,615156694

6.1.15. TY PsA Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

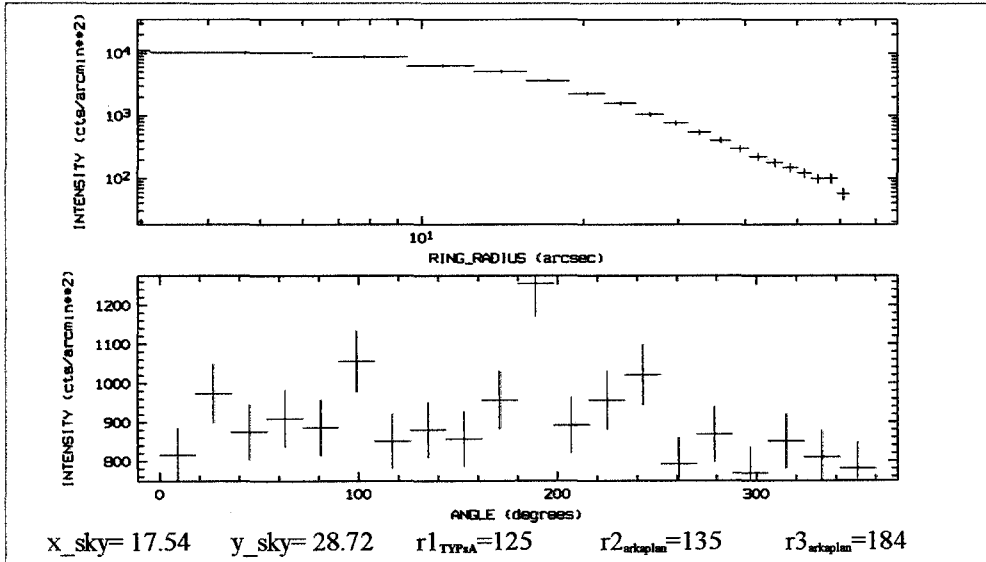
TY PsA gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.223. TY PsA yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300135n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 25 numaralı kaynak TY PsA olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.223).

TY PsA gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

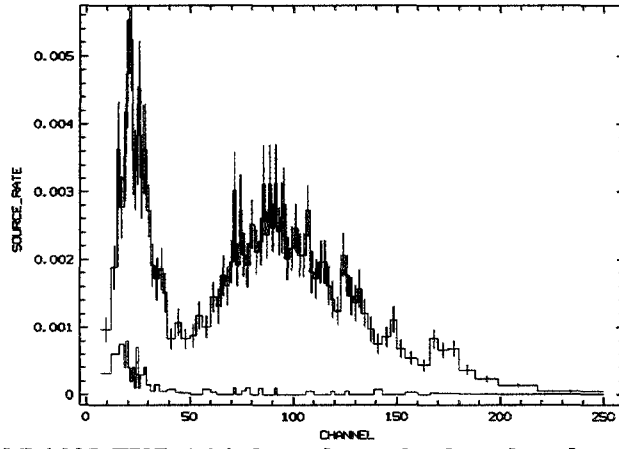


Şekil 6.224. TY PsA yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

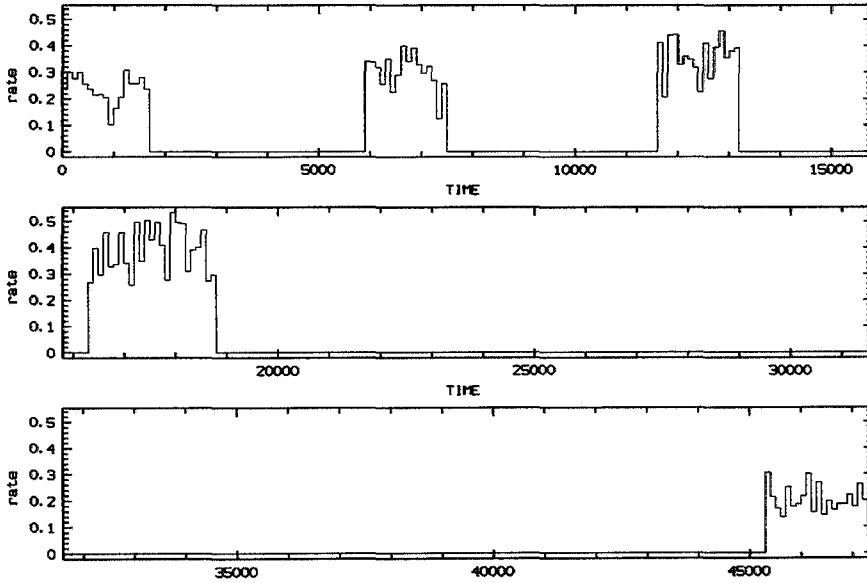
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.225). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, TY PsA için görüntü üzerinde 125" 'lık bir yarıçap tespit edilmiştir.

TY PsA gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{TYPSA}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.225).



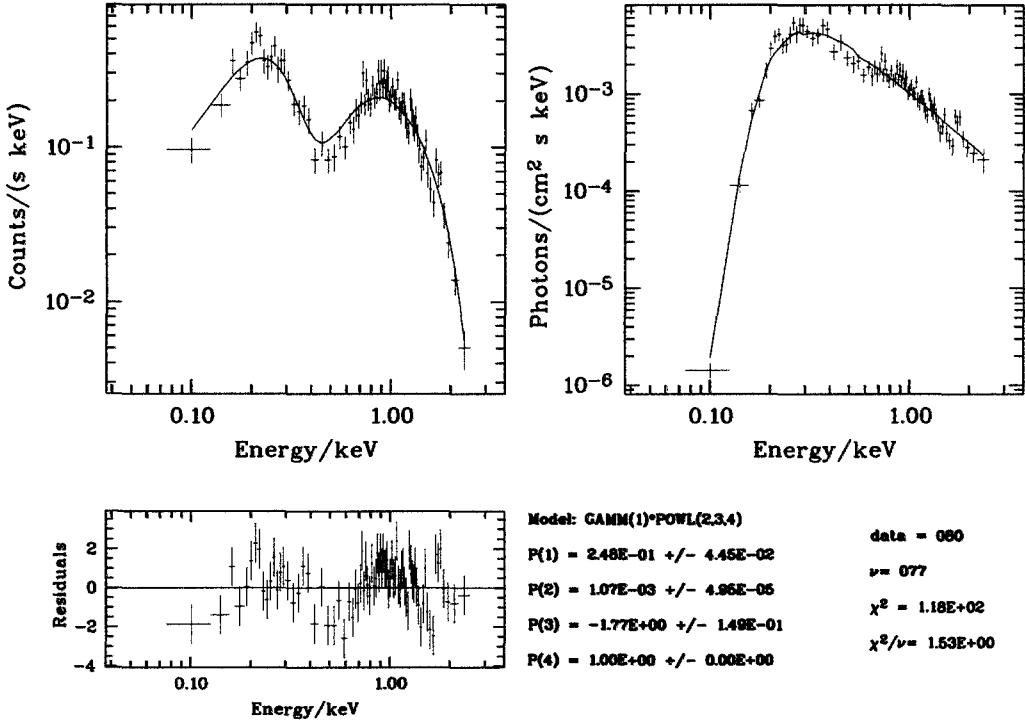
Şekil 6.225. TY PsA için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.226. TY PsA yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

TY PsA yıldızına ait ROSAT gözleminde elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin (0-357.214), (1260.756-1575.945), (2416.449-2752.65), (3404.0412-3950.368) ve (9497.695-9981) saniyeleri arasında aktivite belirlenmiş, diğer zamanlarda sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.226).

TY PsA gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.227. TY PsA yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 118 ve serbestlik derecesi 77, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.53 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.227).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.248 \pm 4.45 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 1.07 \times 10^{-3} \pm 4.95 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.77 \pm 0.149$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 117.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.249^{+0.033}_{-0.033} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.249^{+0.056}_{-0.052} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

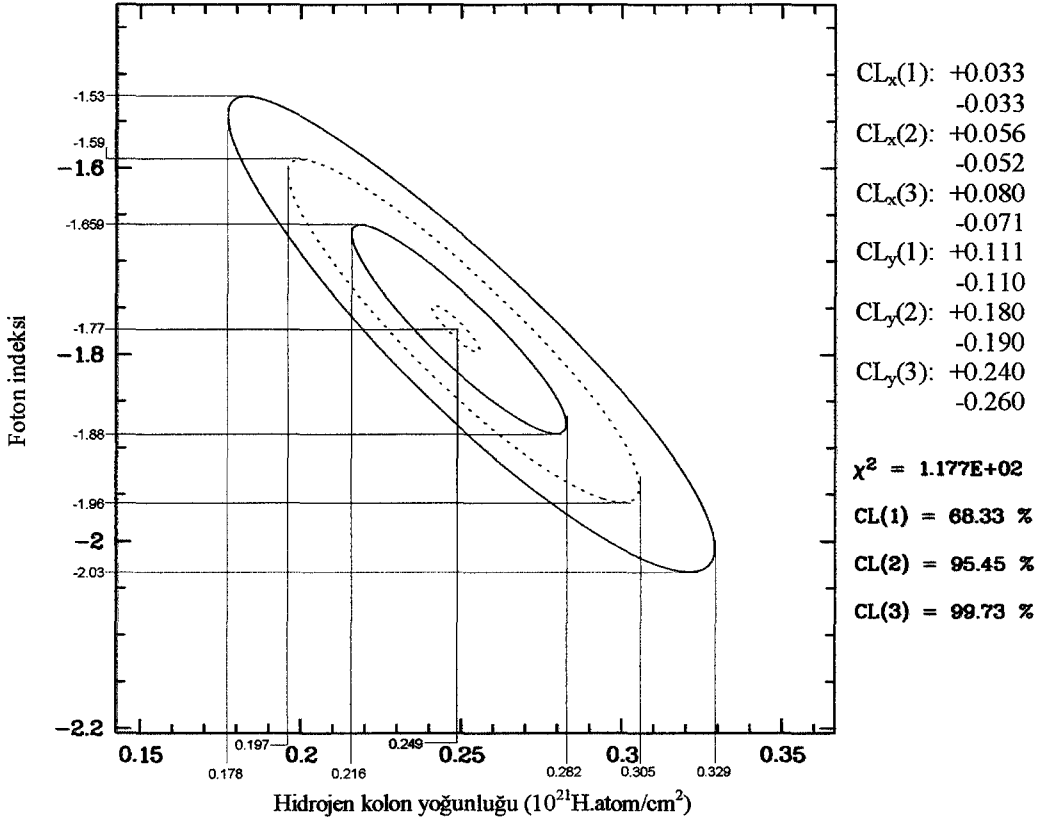
%99.73 güven aralığında $0.249^{+0.080}_{-0.071} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.77^{+0.111}_{-0.110}$,

%95.45 güven aralığında $-1.77^{+0.180}_{-0.190}$,

%99.73 güven aralığında $-1.77^{+0.240}_{-0.260}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.228).

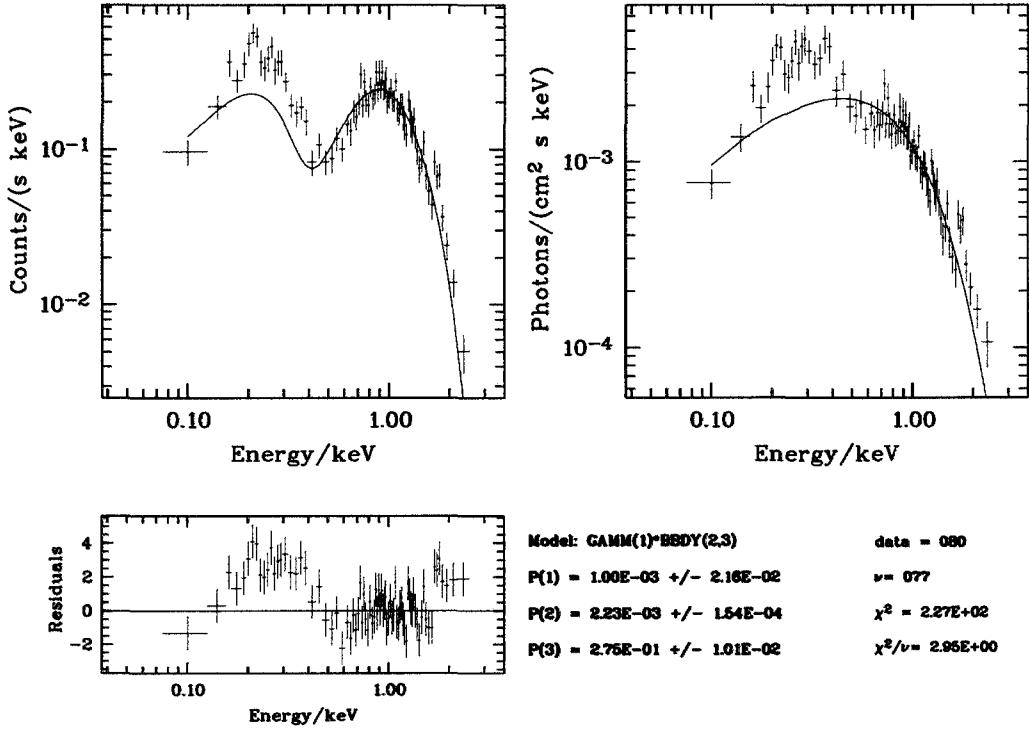


Şekil 6.228. TY PsA yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

TY PsA gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Karacisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 227 ve serbestlik derecesi 77'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.95 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.229).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0216 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, foton akı değeri $2.23 \times 10^{-3} \pm 1.54 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.275 \pm 1.01 \times 10^{-2}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.229. TY PsA yıldızının BBDY model analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 206.9 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0^{+0.0029}_{-0.0029} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0^{+0.0074}_{-0.0074} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0^{+0.0134}_{-0.0134} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

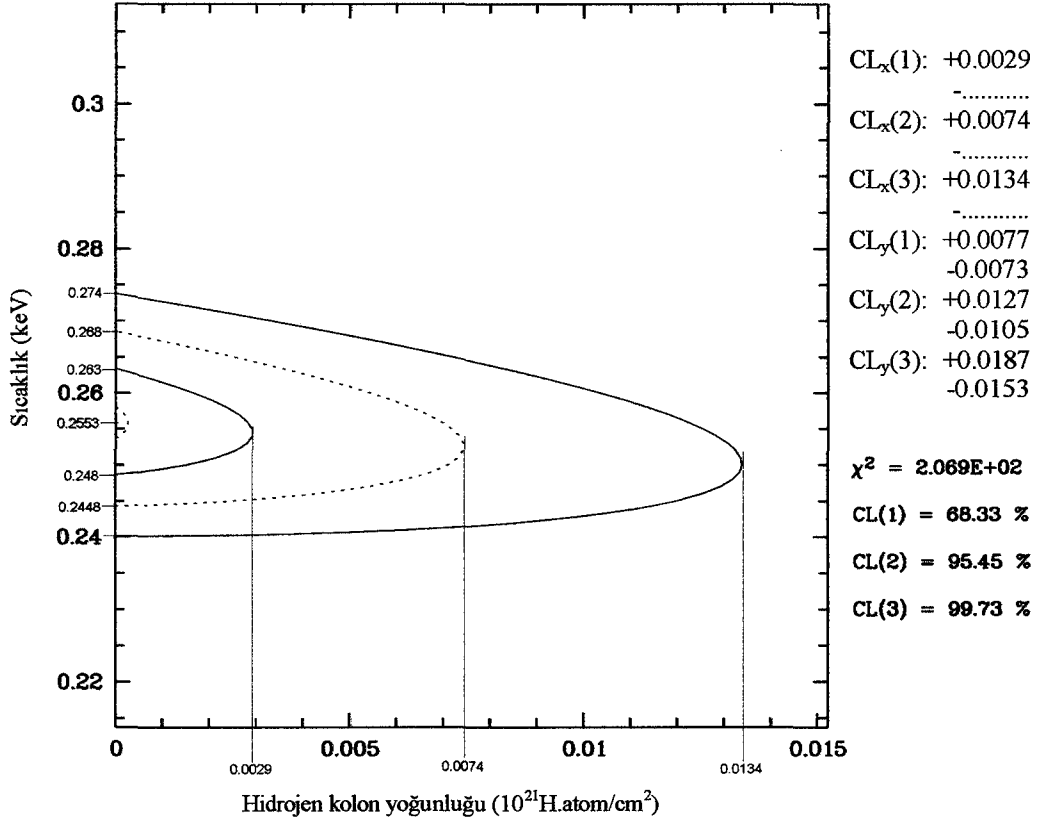
olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2553^{+0.0077}_{-0.0073} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2553^{+0.0127}_{-0.0105} \text{ keV},$$

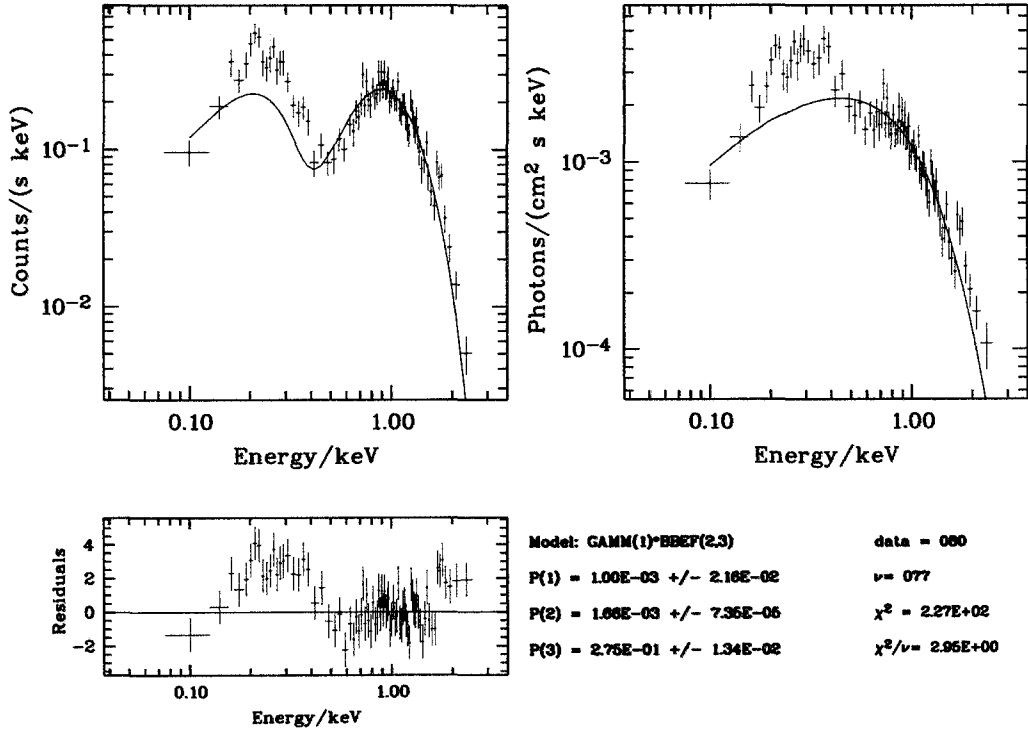
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2553^{+0.0187}_{-0.0153} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.230).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 2.687 olduğundan kara cisim modeli TY PsA yıldızı için uygun bir model değildir.



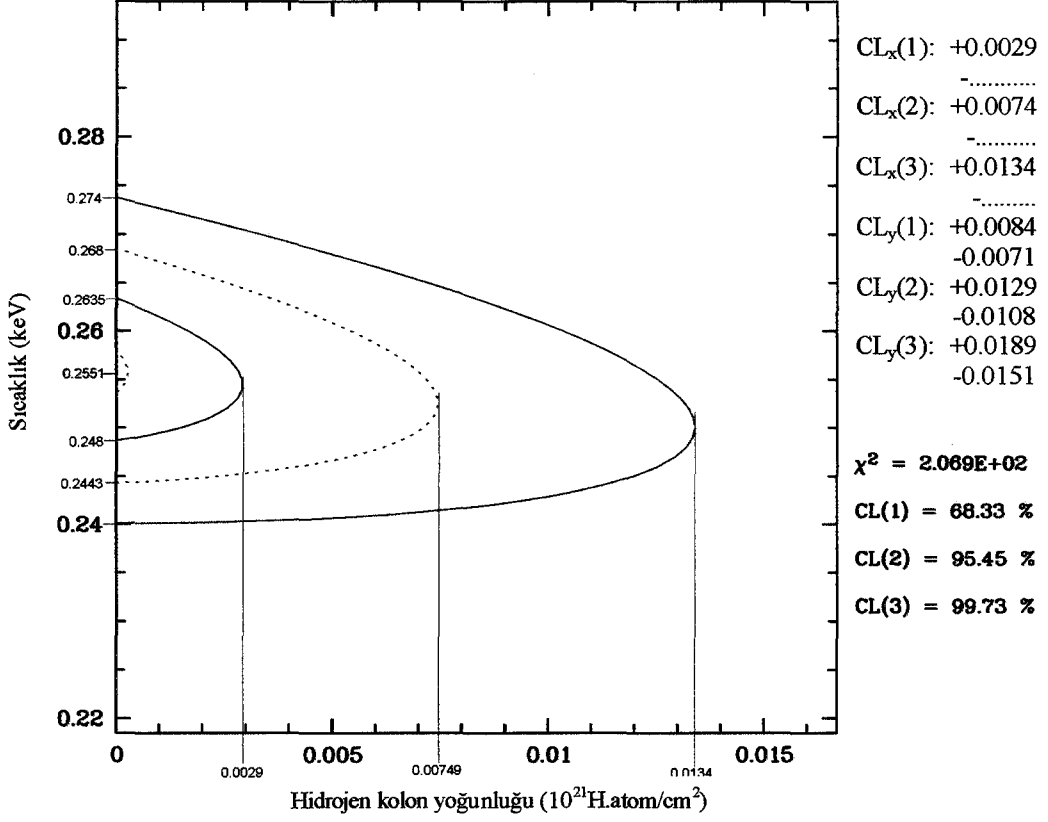
Şekil 6.230. TY PsA yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

TY PsA gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.231. TY PsA yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 227 ve serbestlik derecesi 77'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.95 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.231).



Şekil 6.232. TY PsA yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0216 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, enerji akısı değeri $1.66 \times 10^{-3} \pm 7.35 \times 10^{-5} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 0.275 \pm 1.34 \times 10^{-2} keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 206.9 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0^{+0.0029}_{-0.0029} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0^{+0.0074}_{-0.0074} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.0^{+0.0134}_{-0.0134} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.2551^{+0.0084}_{-0.0071} keV$,

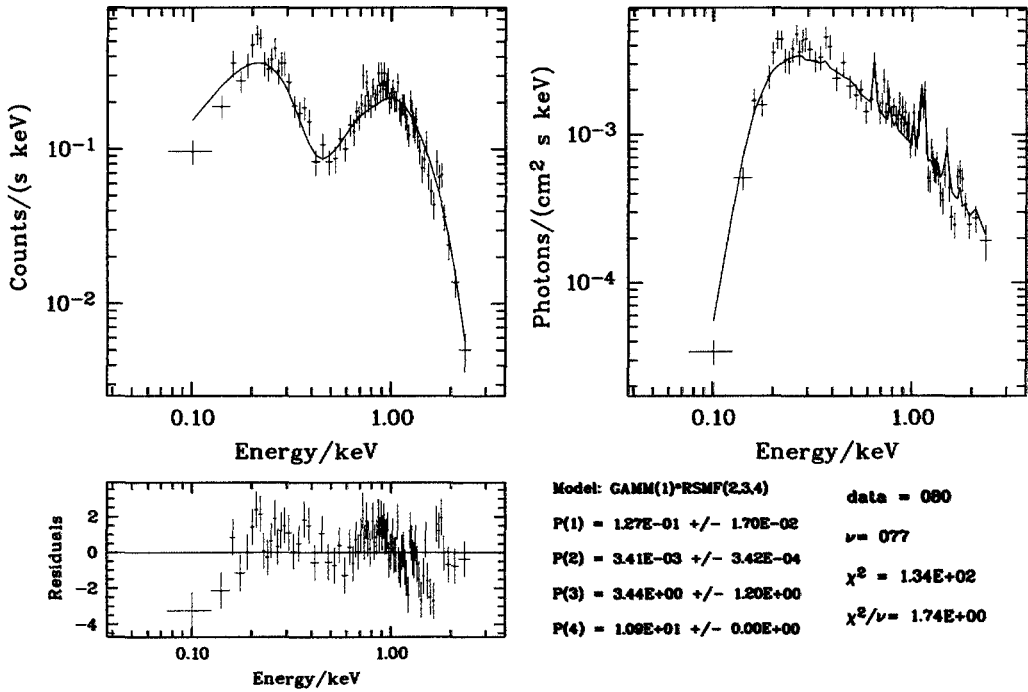
%95.45 güven aralığında $0.2551^{+0.0129}_{-0.0108}$ keV,

%99.73 güven aralığında $0.2551^{+0.0189}_{-0.0151}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.232).

Kara cisim modeline uyumluluk 2.687 olduğundan kara cisim modeli TY PsA yıldızı için uygun bir model değildir.

TY PsA gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 134 ve serbestlik derecesi 77 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.74 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.233).



Şekil 6.233. TY PsA yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.127 \pm 0.017 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş amplitude değeri $3.41 \times 10^{-3} \pm 3.42 \times 10^{-4} cm^{-3}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.44 \pm 1.2$ keV olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 133.9 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.127^{+0.0105}_{-0.0485} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

%95.45 güven aralığında $0.127^{+0.0185}_{-0.0175} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

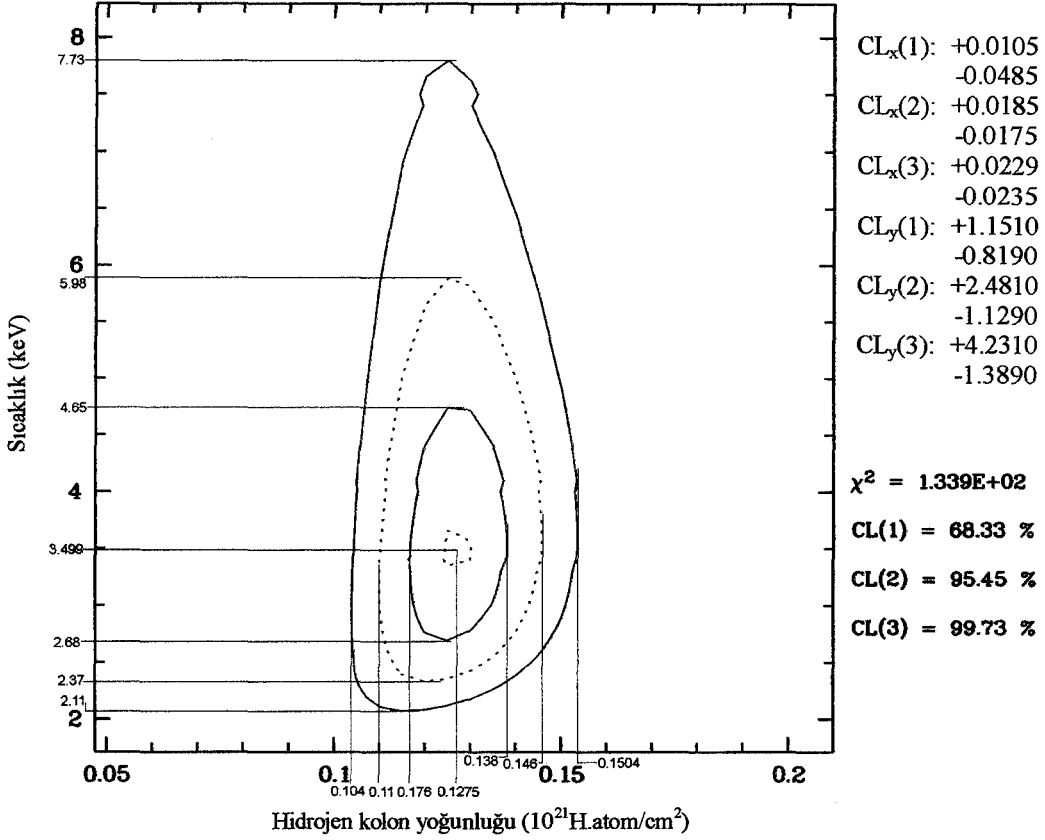
%99.73 güven aralığında $0.127^{+0.0229}_{-0.0235} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $3.499^{+1.151}_{-0.819} \text{ keV}$,

%95.45 güven aralığında $3.499^{+2.481}_{-1.129} \text{ keV}$,

%99.73 güven aralığında $3.499^{+4.231}_{-1.389} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.234).



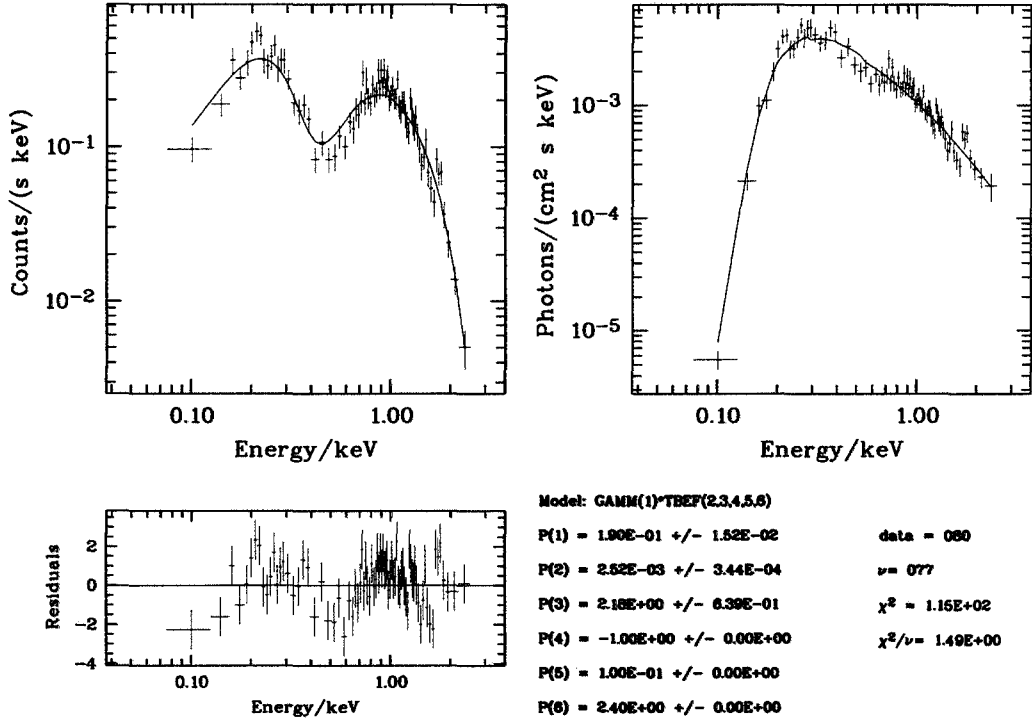
Şekil 6.234. TY PsA yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.7389 uyumluluk değeri ile RSMF, TY PsA için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

TY PsA gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 115 ve serbestlik derecesi 77 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.49 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.235).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.19 \pm 0.0152 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genliği değeri $2.52 \times 10^{-3} \pm 3.44 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 2.18 \pm 0.639 keV$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.235. TY PsA yıldızının TBEF model analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 114.8 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.1901^{+0.0219}_{-0.0211} \times 10^{21} H.atom/cm^2$

%95.45 güven aralığında $0.1901^{+0.0359}_{-0.0351} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

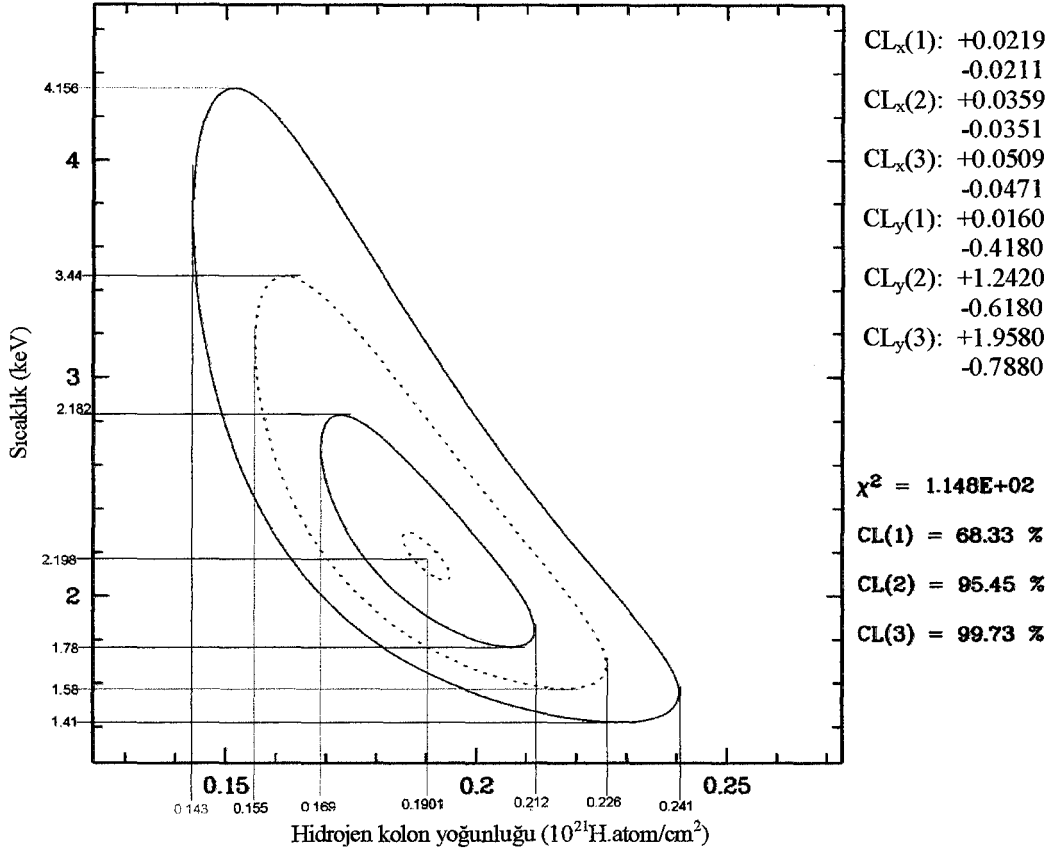
%99.73 güven aralığında $0.1901^{+0.0509}_{-0.0471} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $2.198^{+0.016}_{-0.418} keV$,

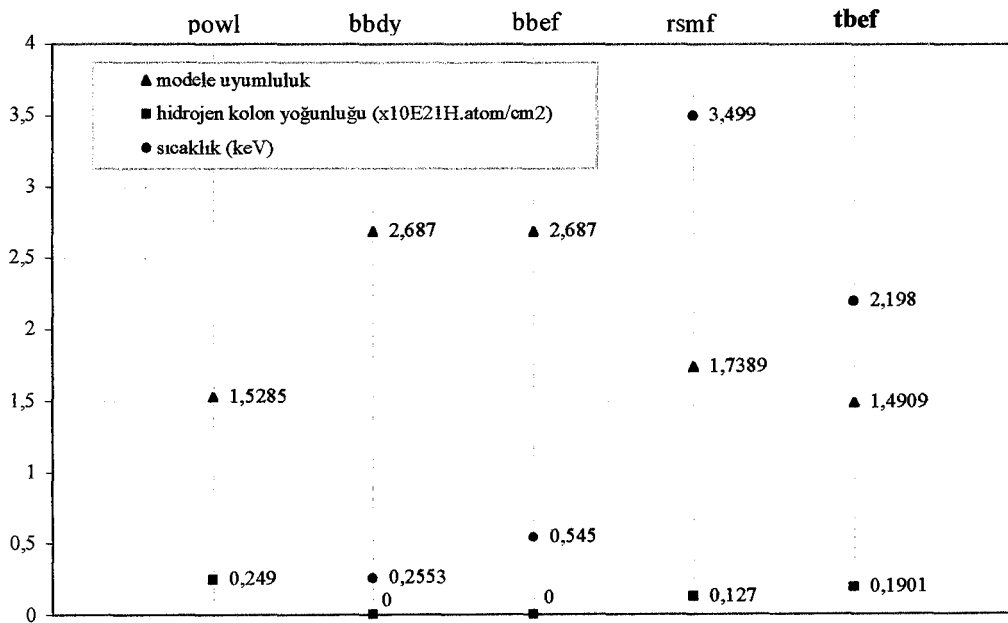
%95.45 güven aralığında $2.198^{+1.242}_{-0.618} keV$,

%99.73 güven aralığında $2.198^{+1.958}_{-0.788} keV$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.236).



Şekil 6.236. TY PsA yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

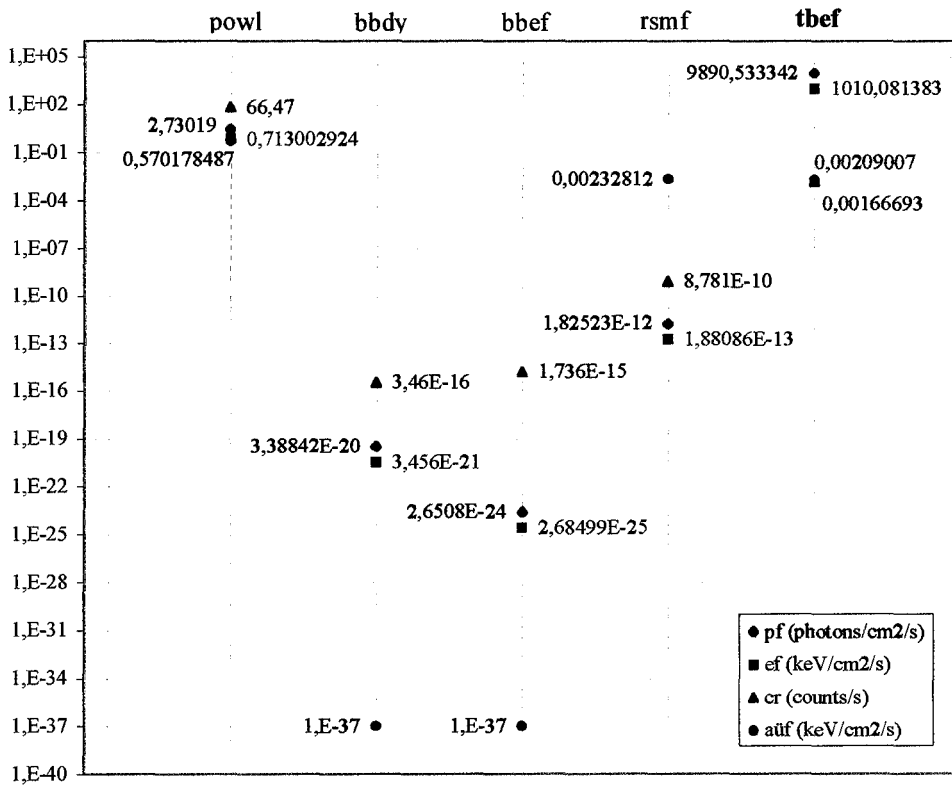
1.4909 değeri ile TBEF, TY PsA için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6.237. TY PsA yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

TY PsA için değerlendirilen modeller içinde 1.4909 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Bremsstrahlung (TBEF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.237).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.237’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.238’de verilmiştir.



Şekil 6.238. TY PsA yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

TY PsA yıldızı için emisyon ölçümü

TY PsA’nın bilinen uzaklığı $D=190$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(0.00341 \pm 0.000342 \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, TY PsA için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 14.8584 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

TY PsA yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.43.'de verilmiştir.

Çizelge 6.43. TY PsA yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} H.atom / cm^2$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi²/v
pow1	0.249 ^{+0.033} _{-0.033}	0.00107 ^{+4.95×10⁻⁵} _{-4.95×10⁻⁵}	-1.77 ^{+0.180} _{-0.190}	1,5285
bbdy	0.0 ^{+0.0074} _{-.....}	foton akısı (foton/cm ² /s) 0.00223 ^{+1.54×10⁻⁴} _{-1.54×10⁻⁴}	T (keV) 0.2553 ^{+0.0127} _{-0.0105}	2.687
bbef	0.0 ^{+0.0074} _{-.....}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 0.00166 × 10 ⁻³ ^{+7.35×10⁻⁵} _{-7.35×10⁻⁵}	T (keV) 0.545 ^{+0.067} _{-0.064}	2.687
rsmf	0.127 ^{+0.0185} _{-0.0175}	normalize edilmiş A (cm⁻⁵) 3.41 × 10 ⁻³ ^{+3.42×10⁻⁴} _{-3.42×10⁻⁴}	T (keV) 3.499 ^{+2.481} _{-1.129}	1.7389
tbef	0.1901 ^{+0.0359} _{-0.0351}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 2.52 × 10 ⁻³ ^{+3.44×10⁻⁴} _{-3.44×10⁻⁴}	T (keV) 2.198 ^{+1.242} _{-0.618}	1.4909

TY PsA yıldızı için sertlik oranı değerleri

TY PsA için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.44'de verilmiştir.

Çizelge 6.44. TY PsA yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
98	287	105	182	246	54
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0,490909091	0,268292683	0,538461538	0,576923077	1,944444444	4,555555556

TY PsA yıldızı için sayım oranı değeri

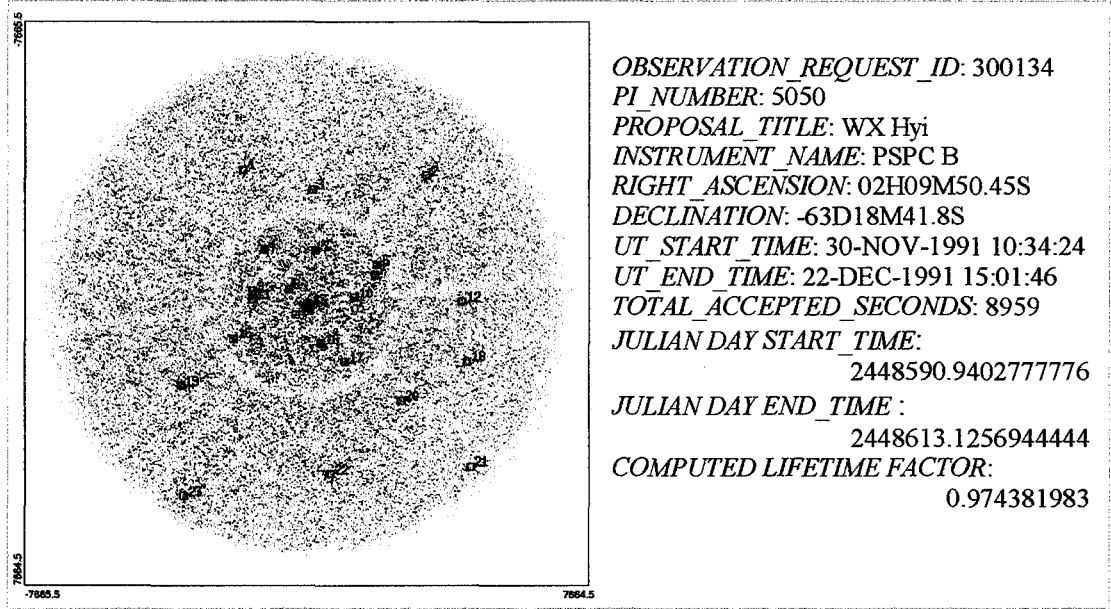
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG-GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM-INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.45).

Çizelge 6.45. TY PsA yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG-GOR	TIM-INT	LIF-TIME	COUNT-RATE
TY PsA	3038,56	1,007	9981	0,971573949	0,315534877

6.1.16. WX Hyi Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

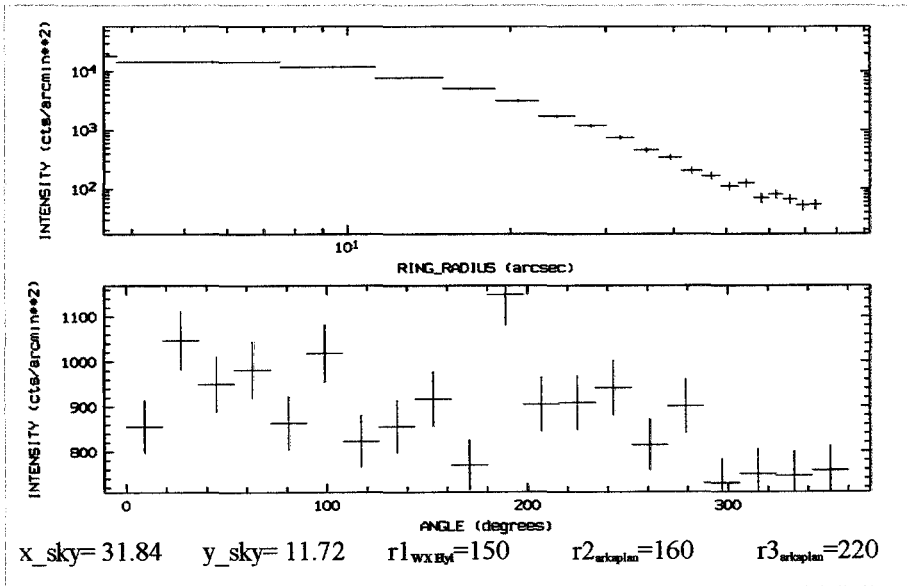
WX Hyi gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.239. WX Hyi yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300134n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 13 numaralı kaynak WX Hyi olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.239).

WX Hyi gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

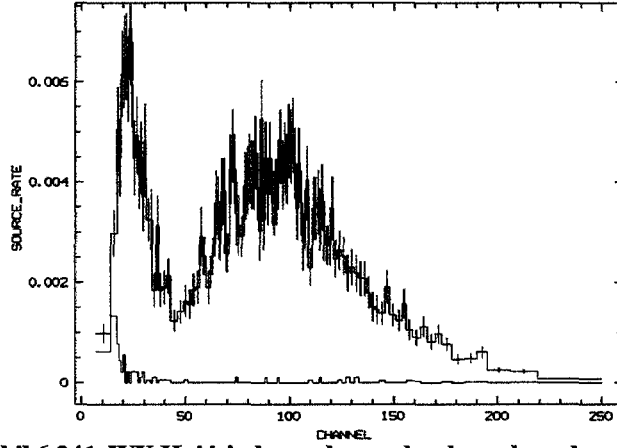


Şekil 6.240. WX Hyi yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

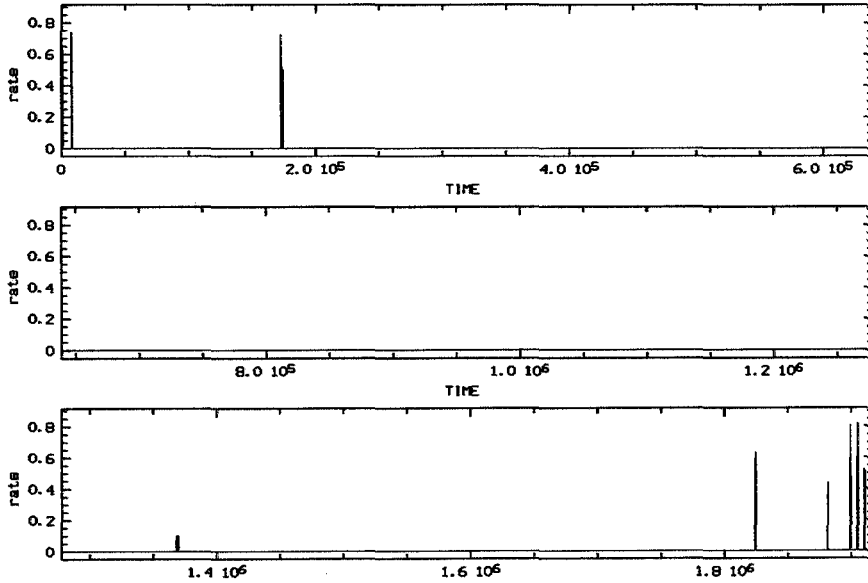
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.240). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, WX Hyi için görüntü üzerinde 150"’lik bir yarıçap tespit edilmiştir.

WX Hyi gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{WX\ Hyi}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.241).



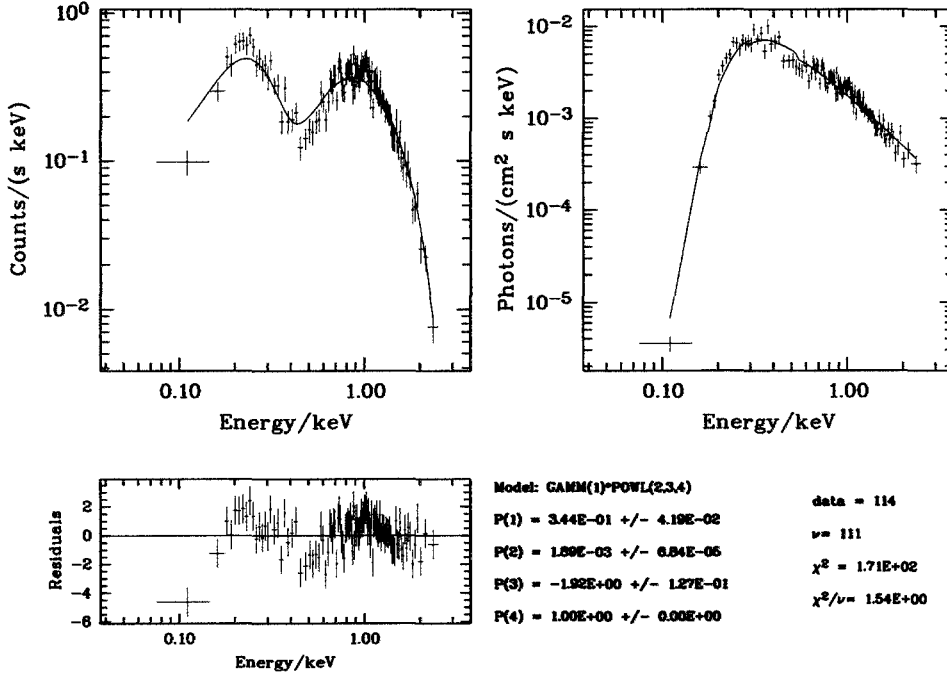
Şekil 6.241. WX Hyi için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.242. WX Hyi yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

WX Hyi yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin 0., 781.04., 6248.3268., 8384.703., 8614.4212. saniyelerde ve 8729.28-8959. saniyeleri arasında aktivite belirlenmiş, diğer zamanlarda sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.242).

WX Hyi gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.243. WX Hyi yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 171 ve serbestlik derecesi 111, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.54 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.243).

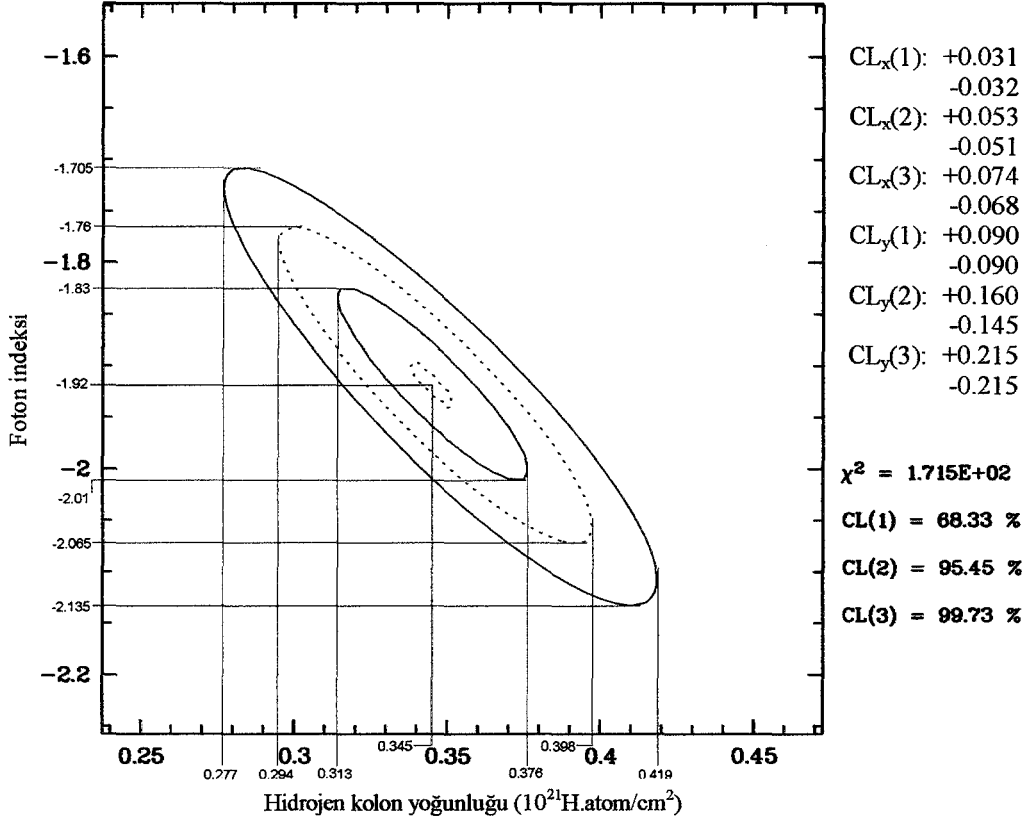
Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.344 \pm 4.19 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 1.89 \times 10^{-3} \pm 6.84 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.92 \pm 0.127$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 171.5 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.345^{+0.031}_{-0.032} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.345^{+0.053}_{-0.051} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

%99.73 güven aralığında $0.345^{+0.074}_{-0.068} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,
 olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;
 %68.33 güven aralığında $-1.92^{+0.090}_{-0.090}$,
 %95.45 güven aralığında $-1.92^{+0.160}_{-0.145}$,
 %99.73 güven aralığında $-1.92^{+0.215}_{-0.215}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.244).



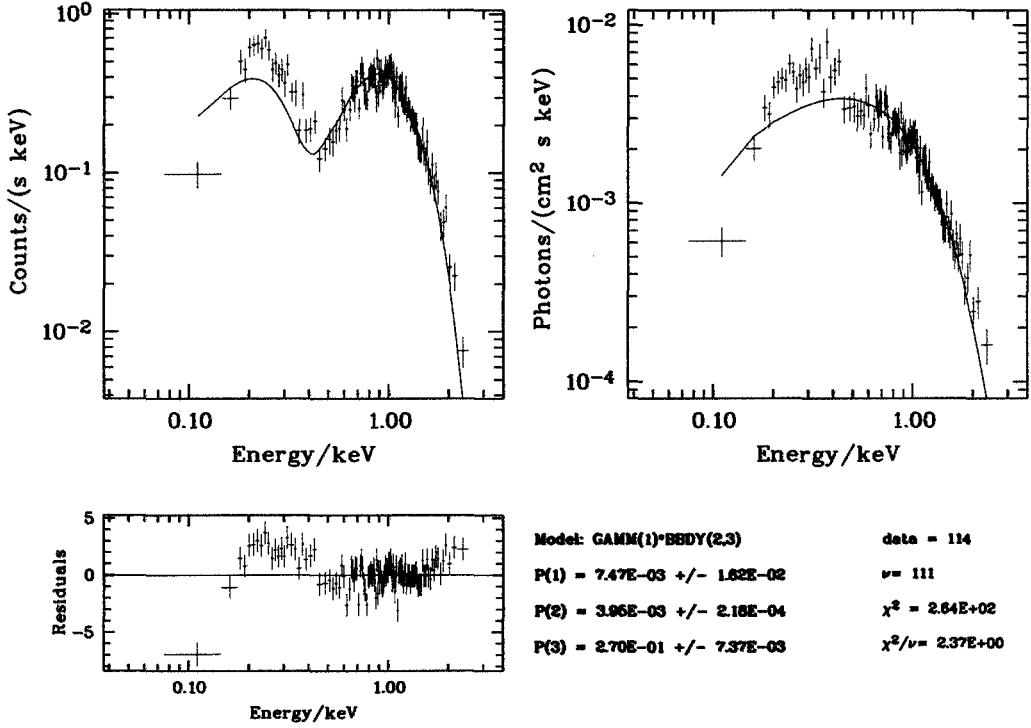
Şekil 6.244. WX Hyi yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Güç kanunu modeline uyumluluk 1.5450 olduğundan güç kanunu modeli WX Hyi yıldızı için uygun bir modeldir.

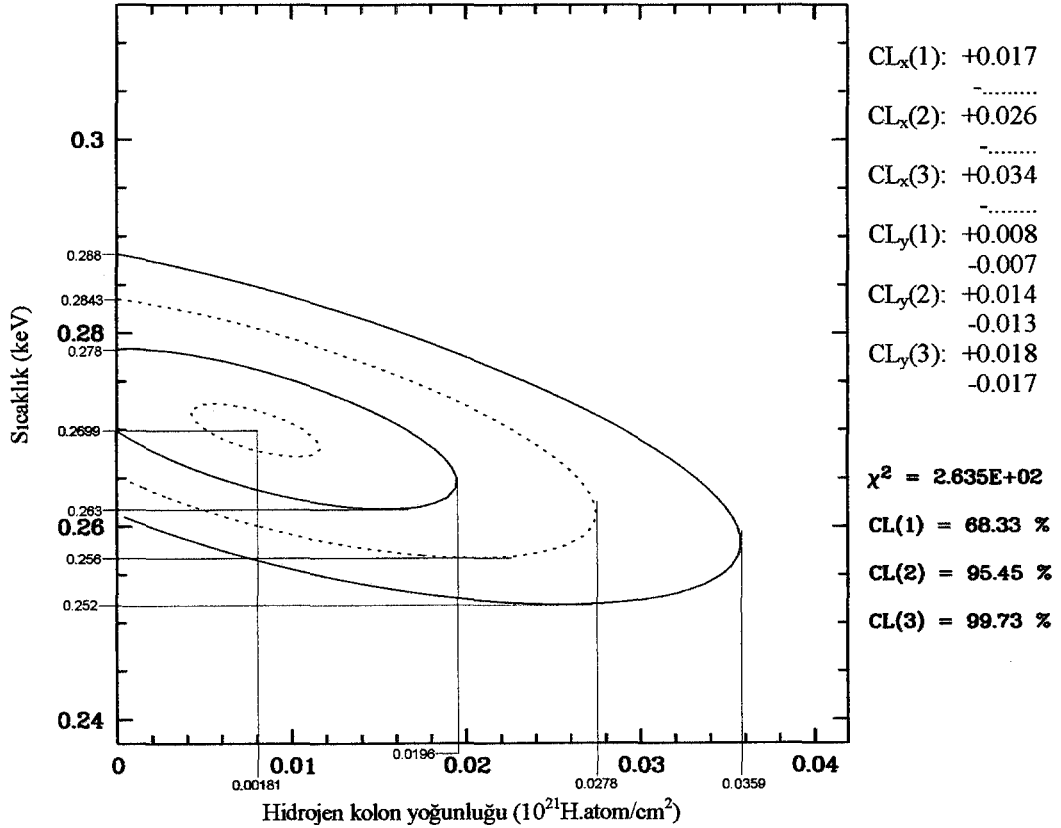
WX Hyi gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Karacisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 264 ve serbestlik derecesi 111'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.37 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.245).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.00747 \pm 0.0162 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akı değeri $3.95 \times 10^{-3} \pm 2.18 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.27 \pm 7.37 \times 10^{-3}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.245. WX Hyi yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.246. WX Hyi yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 263.5 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.00181^{+0.017}_{-0.017} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.00181^{+0.026}_{-0.026} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.00181^{+0.034}_{-0.034} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

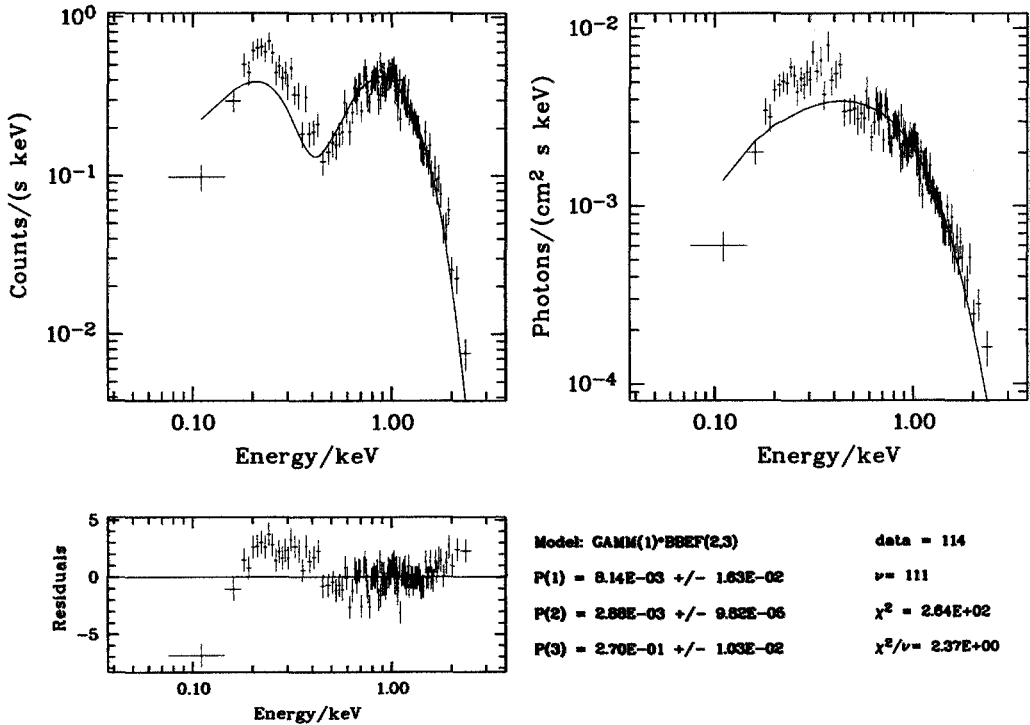
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2699^{+0.008}_{-0.007} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2699^{+0.014}_{-0.013} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2699^{+0.018}_{-0.017} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.246).}$$

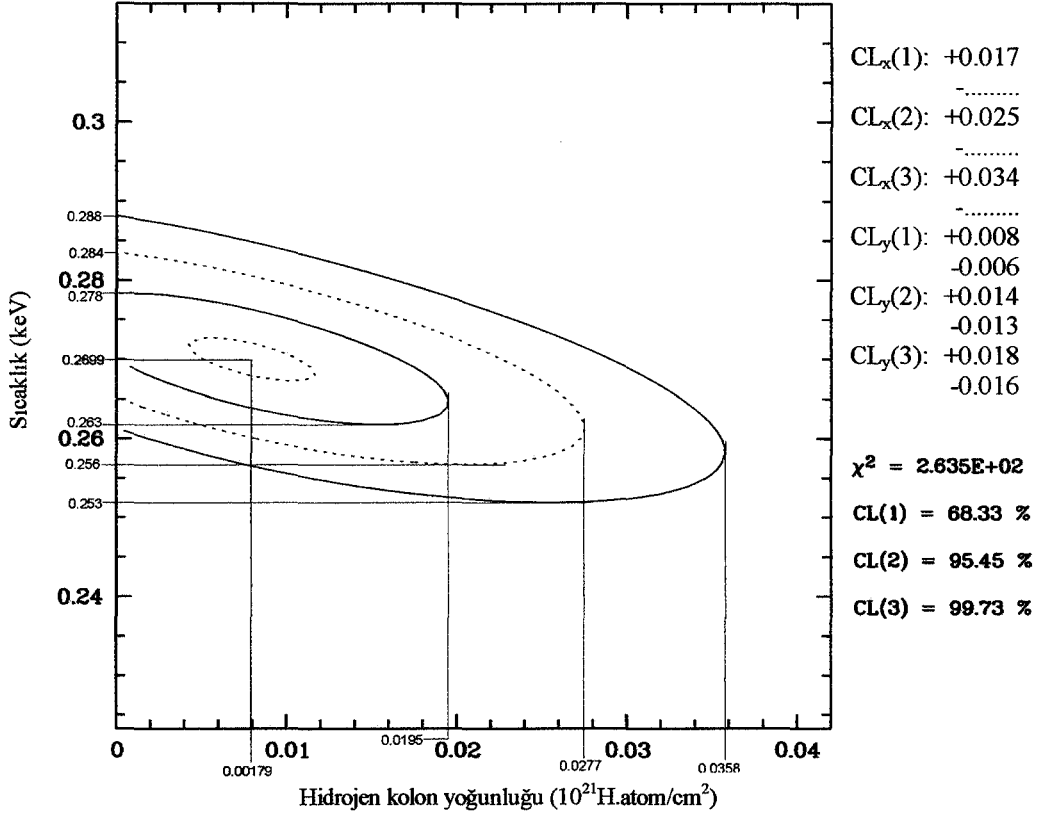
Kara cisim modeline uyumluluk 2.3738 olduğundan kara cisim modeli WX Hyi yıldızı için uygun bir model değildir.

WX Hyi gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.247. WX Hyi yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 264 ve serbestlik derecesi 111'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.37 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.247).



Şekil 6.248. WX Hyi yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.00814 \pm 0.0163 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, enerji akısı değeri $1.66 \times 10^{-3} \pm 7.35 \times 10^{-5} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.27 \pm 1.03 \times 10^{-2} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 263.5 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.00179_{-0.0006}^{+0.0017} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.00179_{-0.0013}^{+0.0025} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.00179_{-0.0016}^{+0.0034} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2699_{-0.006}^{+0.008},$$

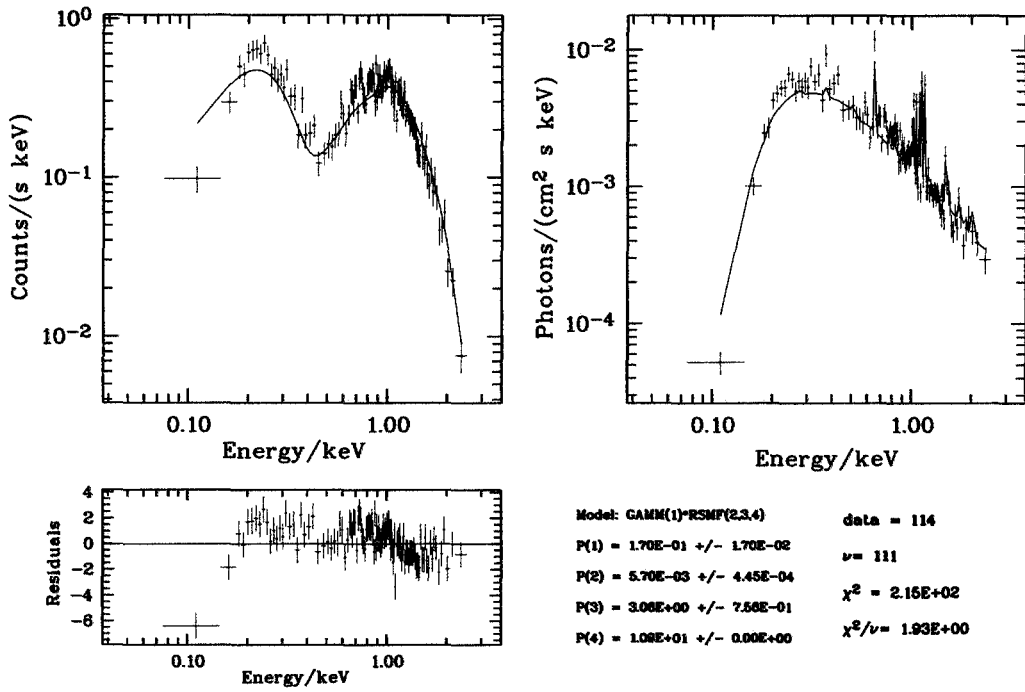
$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2699_{-0.013}^{+0.014},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2699_{-0.016}^{+0.018}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.248).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 2.3738 olduğundan kara cisim modeli WX Hyi yıldızı için uygun bir model değildir.

WX Hyi gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 215 ve serbestlik derecesi 111 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.93 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.249).



Şekil 6.249. WX Hyi yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.17 \pm 0.017 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $5.7 \times 10^{-3} \pm 4.45 \times 10^{-4} cm^{-3}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.06 \pm 0.756 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 214.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.1708^{+0.011}_{-0.010} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.1708^{+0.017}_{-0.016} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

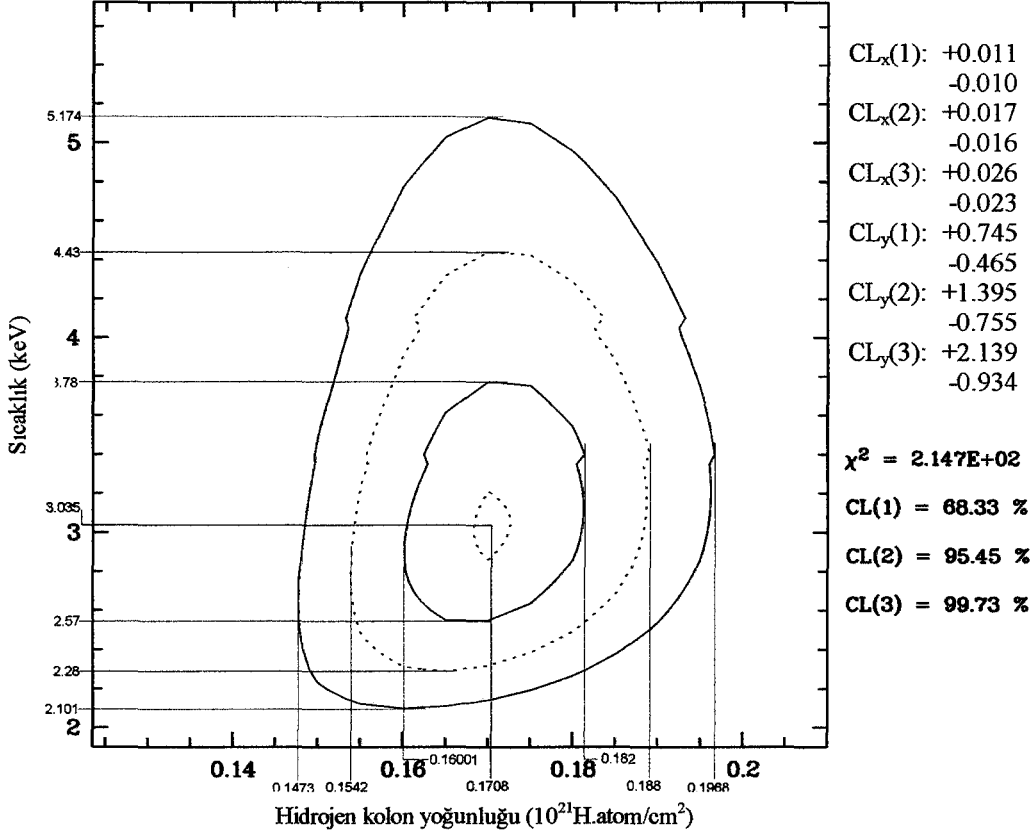
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.1708^{+0.026}_{-0.023} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $3.035^{+0.745}_{-0.465}$ keV,

%95.45 güven aralığında $3.035^{+1.395}_{-0.755}$ keV,

%99.73 güven aralığında $3.035^{+2.139}_{-0.934}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.250).



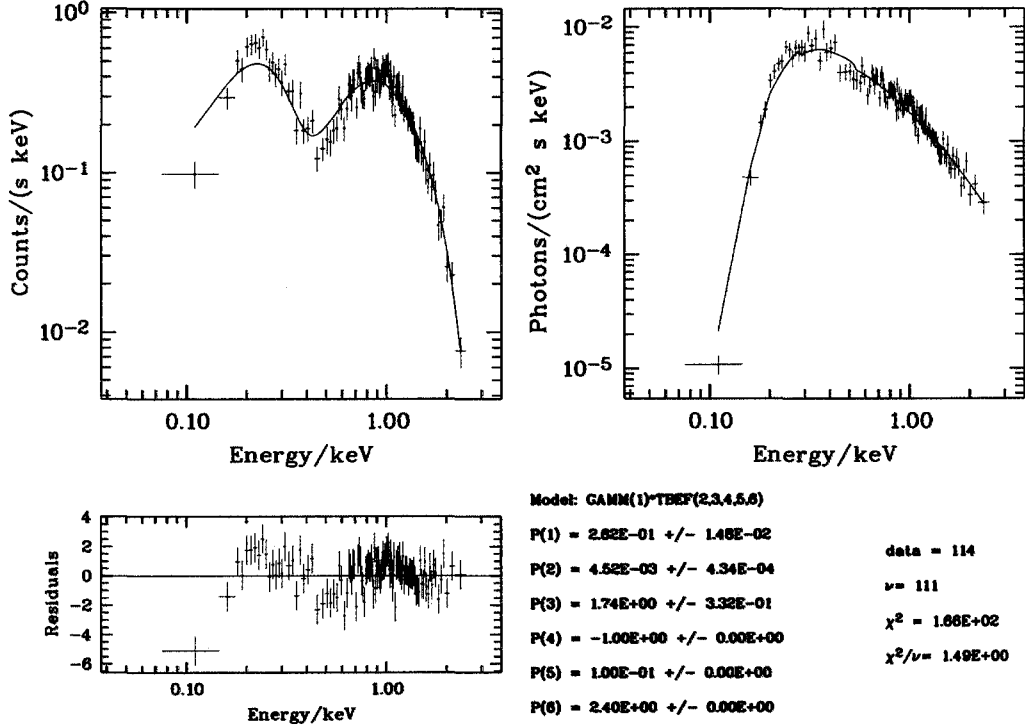
Şekil 6.250. WX Hii yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.9342 uyumluluk değeri ile RSMF, WX Hii için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

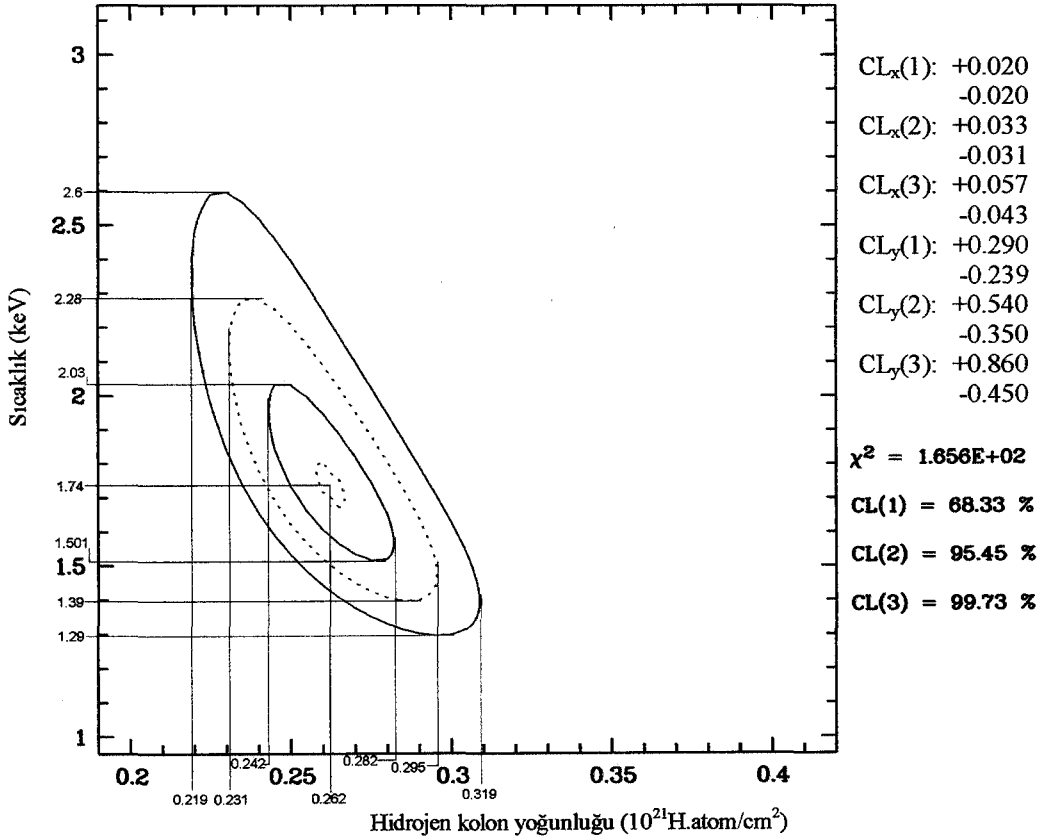
WX Hii gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 166 ve serbestlik derecesi 111 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.49 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.251).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.262 \pm 0.0148 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genliği değeri $4.52 \times 10^{-3} \pm 4.34 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 1.74 \pm 0.332 \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.251. WX Hyi yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.252. WX Hyi yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 165.6 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.262_{-0.020}^{+0.020} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.262_{-0.031}^{+0.033} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.262_{-0.043}^{+0.057} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

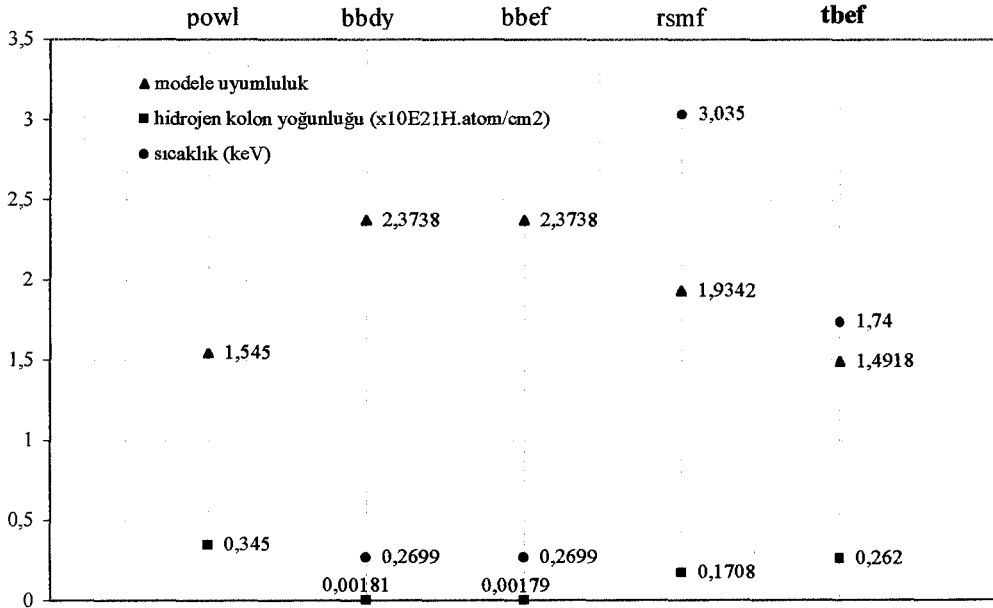
olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 1.74_{-0.239}^{+0.290} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 1.74_{-0.350}^{+0.540} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 1.74_{-0.450}^{+0.860} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.252).}$$

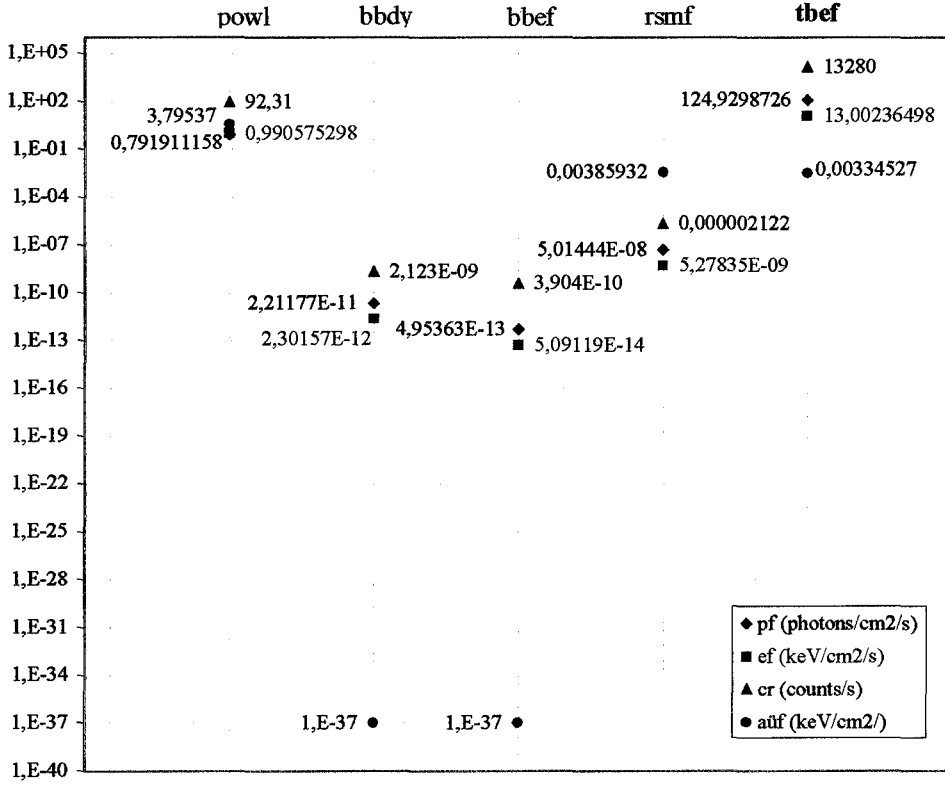
1.4918 değeri ile TBEF, WX Hyi için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6.253. WX Hyi yığınının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

WX Hyi için değerlendirilen modeller içinde 1.4918 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Bremsstrahlung (TBEF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.253).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri şekil 6.253’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri şekil 6.254’de verilmiştir.



Şekil 6.254. WX Hyi yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

WX Hyi yıldızı için emisyon ölçümü

WX Hyi’nın bilinen uzaklığı $D=265$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini ($0.0057 \pm 0.000445 \text{ cm}^{-5}$) genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, WX Hyi için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 48.3147 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

WX Hyi yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.46.’de verilmiştir.

Çizelge 6.46. WX Hyi yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH $\times 10^{21} \text{ H.atom} / \text{cm}^2$	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
pow1	0.345 ^{+0.053} _{-0.051}	0.00189 ^{+6.84×10⁻⁵} _{-6.84×10⁻⁵}	-1.92 ^{+0.160} _{-0.145}	1.5450
bddy	0.00181 ^{+0.026} _{-.....}	foton akısı (foton/cm ² /s) 0.00395 ^{+2.18×10⁻⁴} _{-2.18×10⁻⁴}	T (keV) 0.2699 ^{+0.014} _{-0.013}	2.3738
bbef	0.00179 ^{+0.025} _{-.....}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 0.00288 × 10 ⁻³ ^{+9.82×10⁻⁵} _{-9.82×10⁻⁵}	T (keV) 0.2699 ^{+0.014} _{-0.013}	2.3738
rsmf	0.1708 ^{+0.017} _{-0.016}	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) 5.7 × 10 ⁻³ ^{+4.45×10⁻⁴} _{-4.45×10⁻⁴}	T (keV) 3.035 ^{+1.395} _{-0.755}	1.9342
tbef	0.262 ^{+0.033} _{-0.031}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 4.52 × 10 ⁻³ ^{+4.34×10⁻⁴} _{-3.44×10⁻⁴}	T (keV) 1.74 ^{+0.540} _{-0.350}	1.4918

WX Hyi yıldızı için sertlik oranı değerleri

WX Hyi için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri Çizelge 6.47’de verilmiştir.

Çizelge 6.47. WX Hyi yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
125	327	133	194	162	41
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0.446902655	0.186544343	0.644329897	0.685567010	3.243902439	3.951219512

WX Hyi yıldızı için sayım oranı değeri

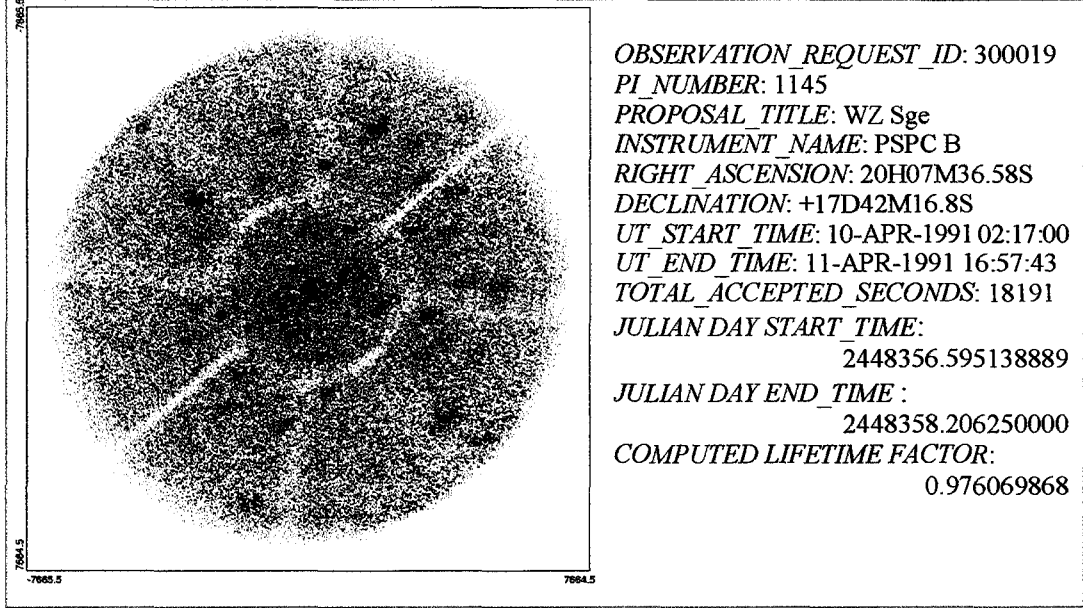
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG_GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM_INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.48).

Çizelge 6.48. WX Hyi yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG_GOR	TIM_INT	LIF_TIME	COUNT_RATE
WX Hyi	4251,24	1,005	8959	0,974381983	0,489432612

6.1.17. WZ Sge Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

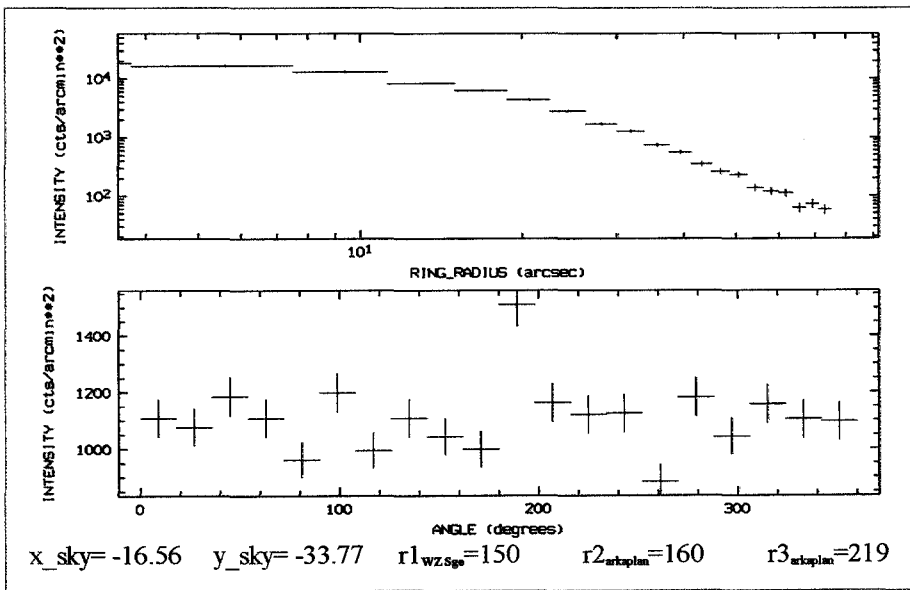
WZ Sge gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.255. WZ Sge yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300019n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 24 numaralı kaynak WZ Sge olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.255).

WZ Sge gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

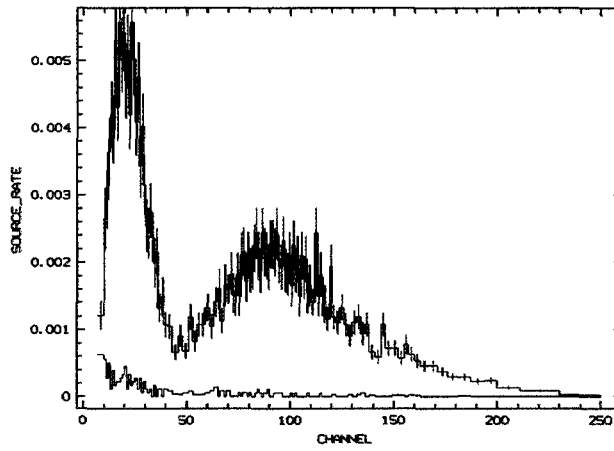


Şekil 6.256. WZ Sge yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

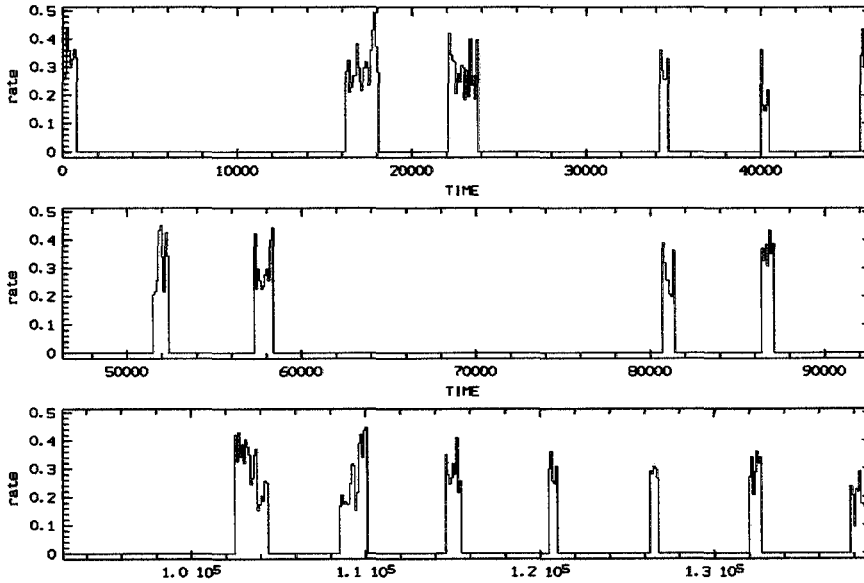
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.256). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, WZ Sge için görüntü üzerinde 150" 'lik bir yarıçap tespit edilmiştir.

WZ Sge gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{WZ\ Sge}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.257).



Şekil 6.257. WZ Sge için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması

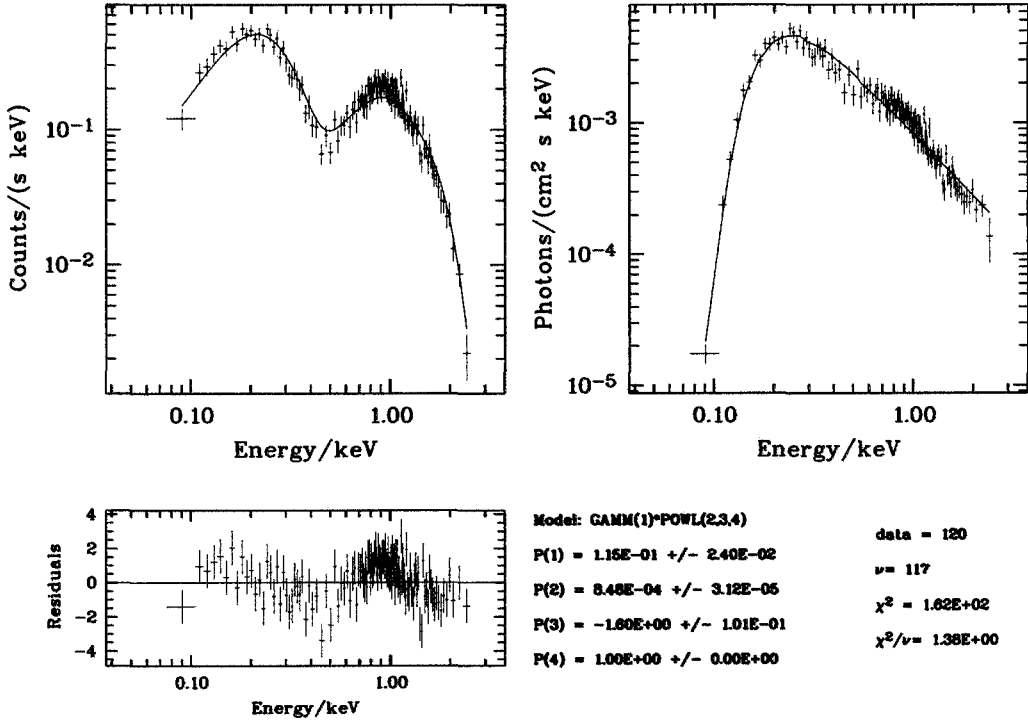


Şekil 6.258. WZ Sge yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

WZ Sge yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin 0-129.9357, 2078.9712-2338.8426, 2728.6497-2858.5854, 6691.6885-

6795.6371, 7471.30275-7662.063, 13253.4414-13552.2935, 14033.0556-14292.927, 14812.6698-15072.5412, 17151.5124-17281.4481, 17931.1266-18191 saniyeleri arasında ve 4183.9295., 5197.428., 5977.0422., 10524.7917., 11304.4059., 15722.2197., 16371.8982. saniyelerde aktivite belirlenmiş, diğer zamanlarda sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.258).

WZ Sge gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.259. WZ Sge yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 162 ve serbestlik derecesi 117, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.38 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.259).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.115 \pm 2.4 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 8.48 \times 10^{-4} \pm 3.12 \times 10^{-5}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.6 \pm 0.101$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 161.5 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.115^{+0.020}_{-0.018} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2$,

%95.45 güven aralığında $0.115^{+0.034}_{-0.031} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2$,

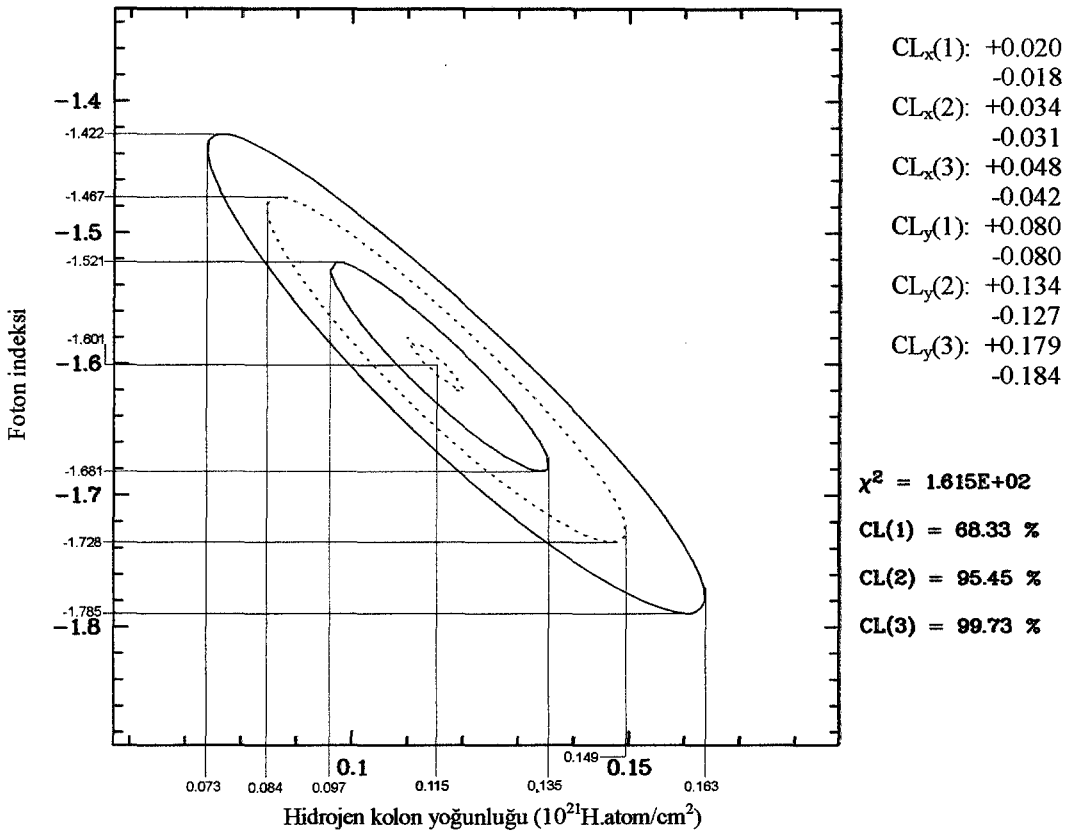
%99.73 güven aralığında $0.115^{+0.048}_{-0.042} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.601^{+0.080}_{-0.080}$,

%95.45 güven aralığında $-1.601^{+0.134}_{-0.127}$,

%99.73 güven aralığında $-1.601^{+0.179}_{-0.184}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.260).



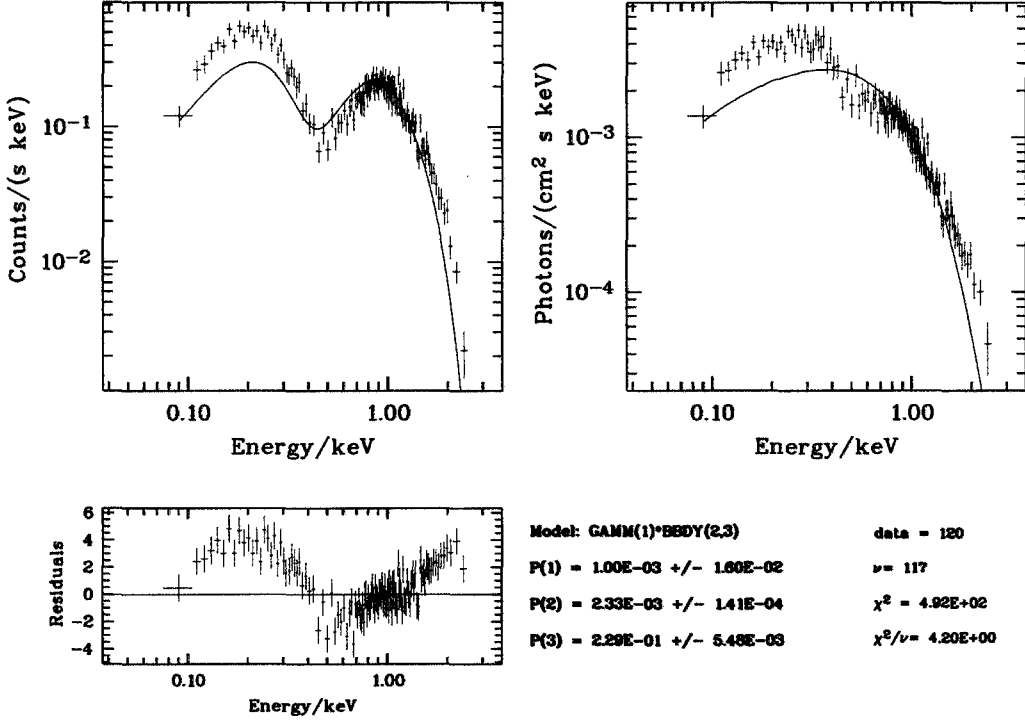
Şekil 6.260. WZ Sge yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Güç kanunu modeline uyumluluk 1.38034 olduğundan güç kanunu modeli WZ Sge yıldızı için uygun bir modeldir.

WZ Sge gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Karacisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 492 ve serbestlik derecesi 117'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 4.2 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.261).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.016 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, foton akısı değeri $2.33 \times 10^{-3} \pm 1.41 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.229 \pm 5.48 \times 10^{-3}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.261. WZ Sge yıldızının BBDY model analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 444.2 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0_{-0.000158}^{+0.000158} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0_{-0.001570}^{+0.001570} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.0_{-0.002900}^{+0.002900} \times 10^{21} H.atom / cm^2$,

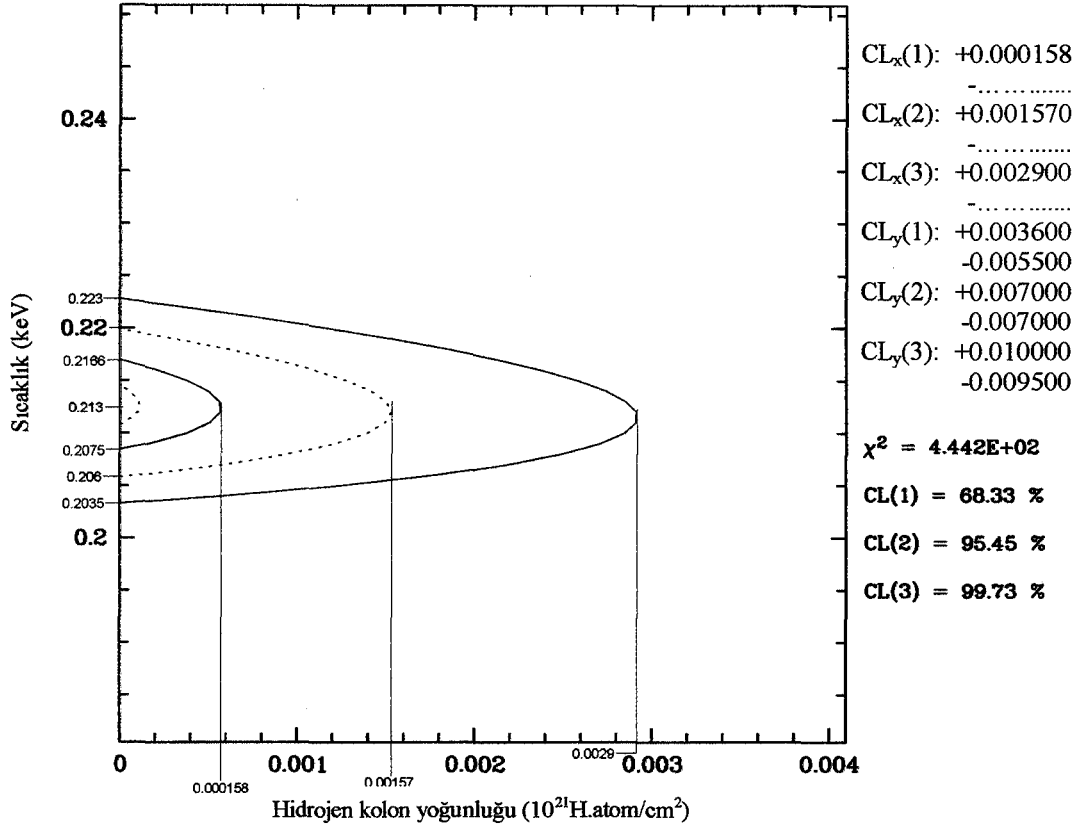
olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.213_{-0.005500}^{+0.003600}$ keV,

%95.45 güven aralığında $0.213_{-0.007000}^{+0.007000}$ keV,

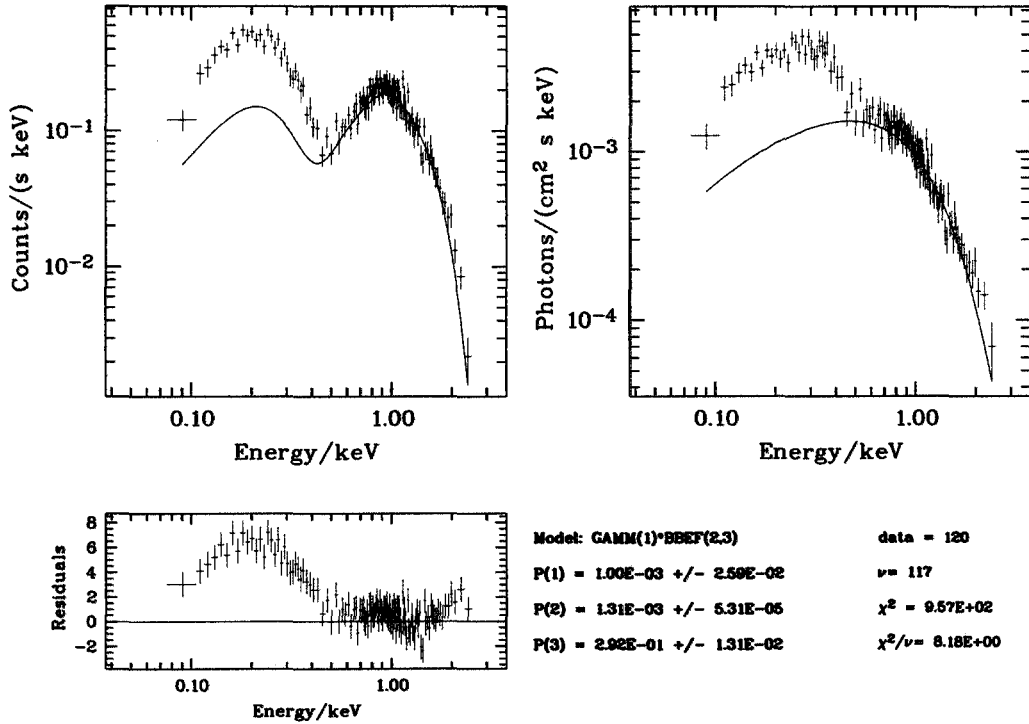
%99.73 güven aralığında $0.213_{-0.009500}^{+0.010000}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.262).

Kara cisim modeline uyumluluk 3.79658 olduğundan kara cisim modeli WZ Sge yıldızı için uygun bir model değildir.



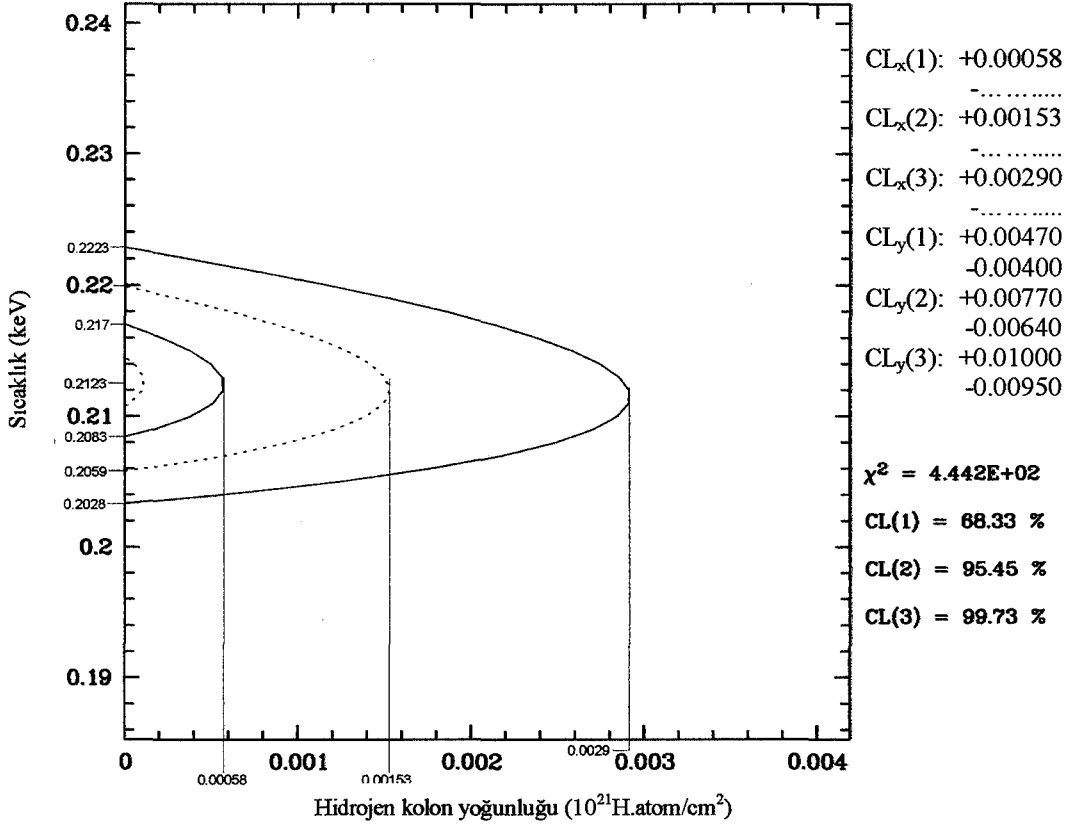
Şekil 6.262. WZ Sge yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

WZ Sge gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.263. WZ Sge yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 957 ve serbestlik derecesi 117'dir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 8.18 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.263).



Şekil 6.264. WZ Sge yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0259 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, enerji akısı değeri $1.31 \times 10^{-3} \pm 5.31 \times 10^{-5} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 0.292 \pm 1.31 \times 10^{-2} keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 444.2 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0_{-0.00058}^{+0.00058} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0_{-0.00153}^{+0.00153} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%99.73 güven aralığında $0.0_{-0.00290}^{+0.00290} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.2123_{-0.00400}^{+0.00470} keV$,

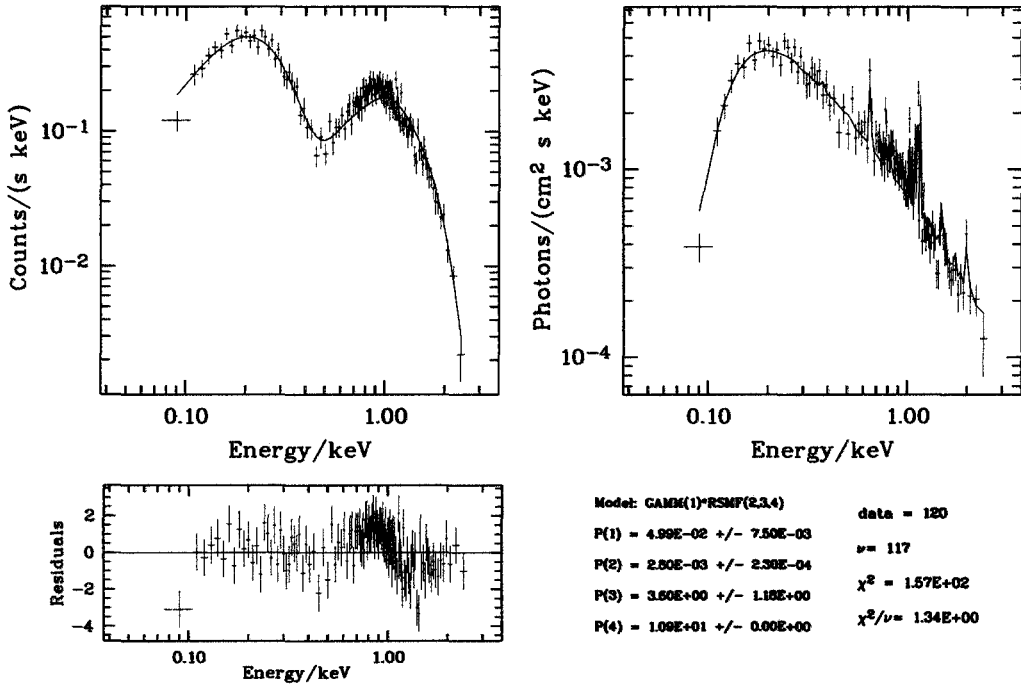
%95.45 güven aralığında $0.2123^{+0.00770}_{-0.00640}$ keV,

%99.73 güven aralığında $0.2123^{+0.01000}_{-0.00950}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.248).

Kara cisim modeline uyumluluk 3.796581 olduğundan kara cisim modeli WZ Sge yıldızı için uygun bir model değildir.

WZ Sge gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 157 ve serbestlik derecesi 117 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.34 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.265).



Şekil 6.265. WZ Sge yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0499 \pm 0.0075 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $2.8 \times 10^{-3} \pm 2.3 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.6 \pm 1.18$ keV olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 214.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0499^{+0.008}_{-0.005} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0499^{+0.009}_{-0.008} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2$,

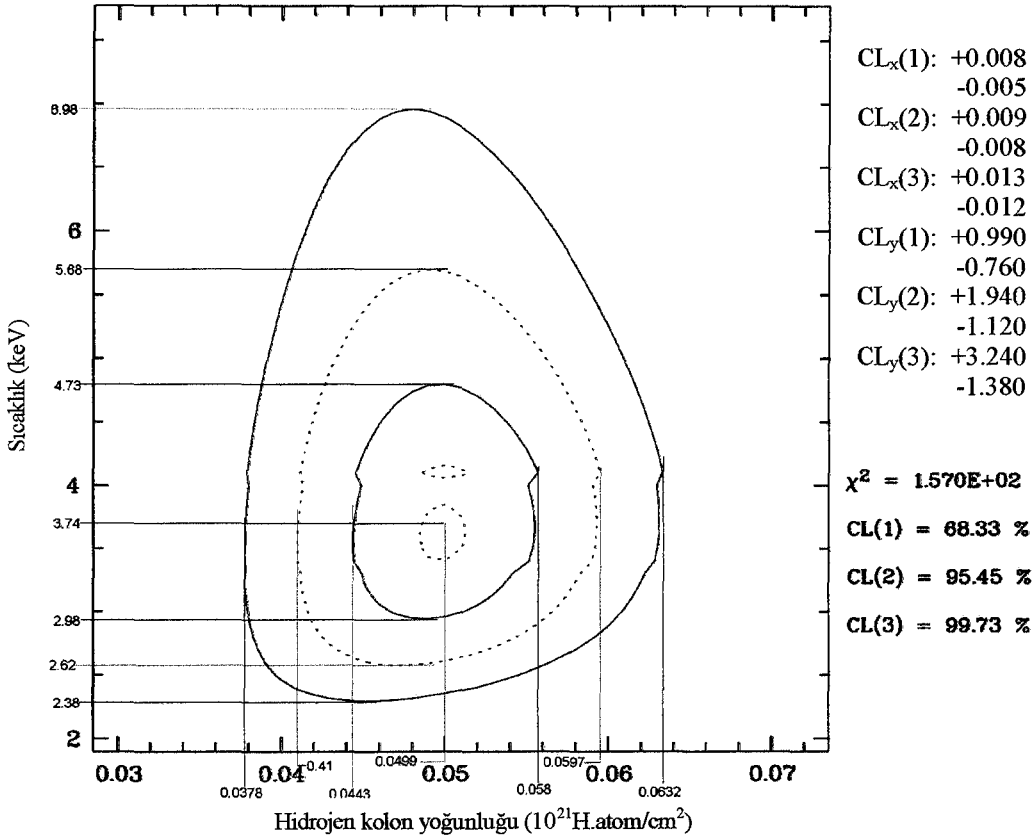
%99.73 güven aralığında $0.0499^{+0.013}_{-0.012} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2$,

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $3.74^{+0.990}_{-0.760} \text{ keV}$,

%95.45 güven aralığında $3.74^{+1.940}_{-1.120} \text{ keV}$,

%99.73 güven aralığında $3.74^{+3.240}_{-1.380} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.266).

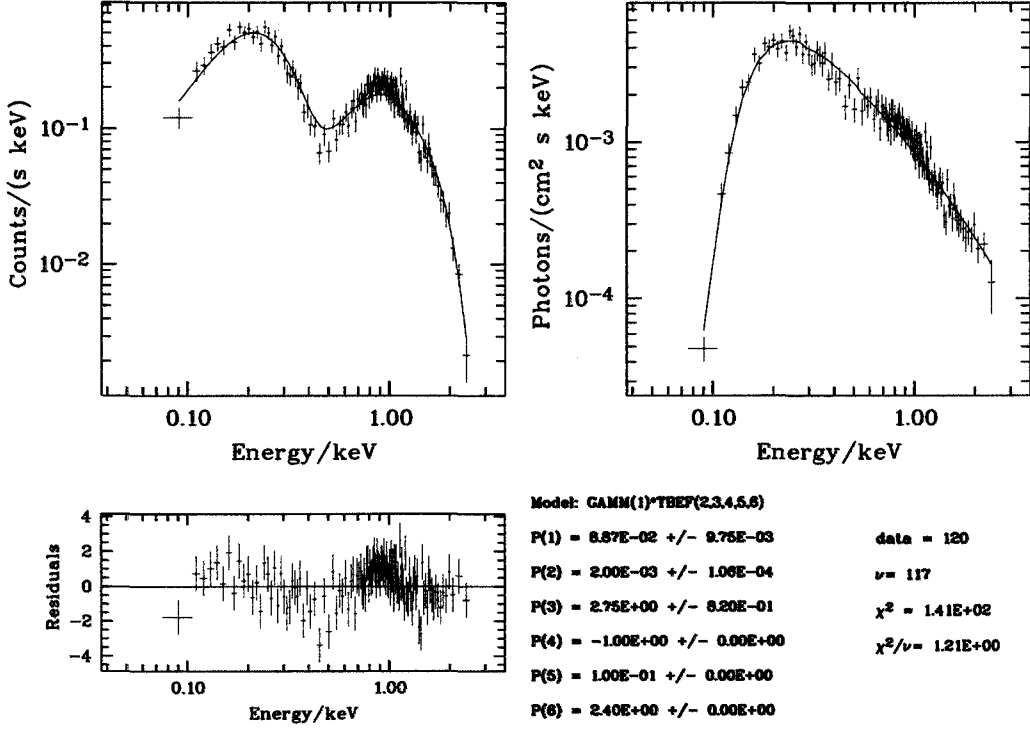


Şekil 6.266. WZ Sge yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

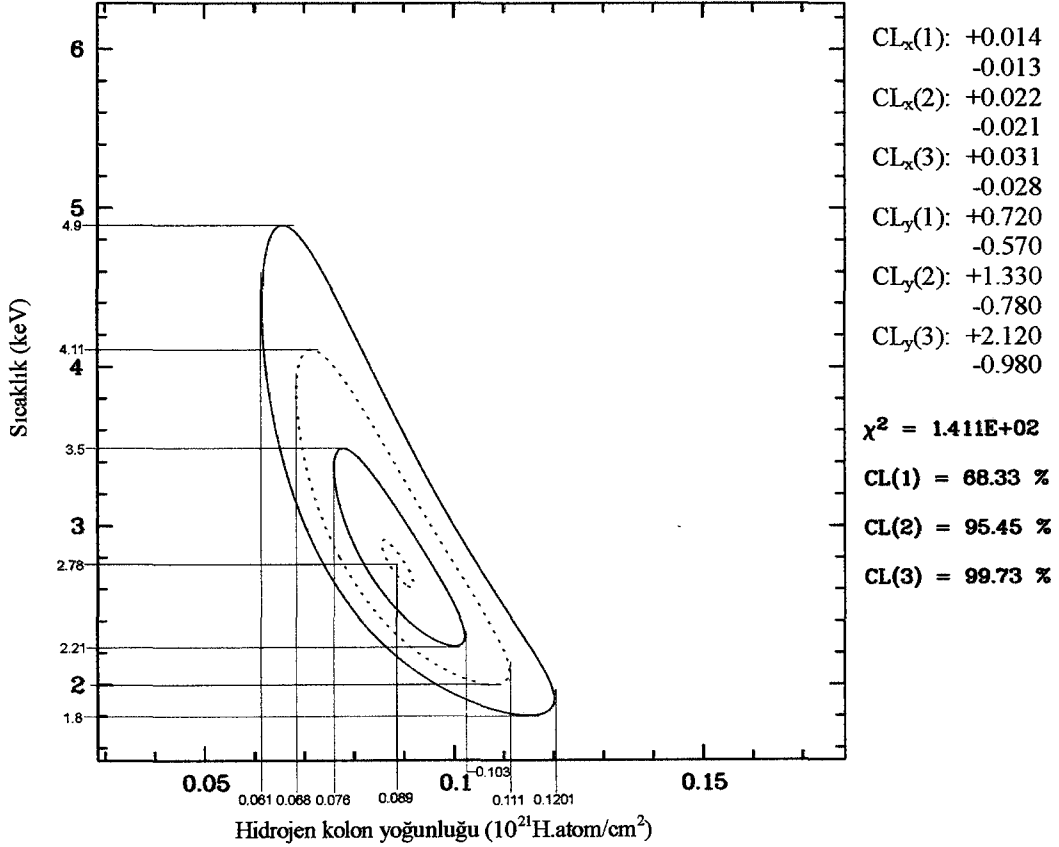
1.34188 uyumluluk değeri ile RSMF, WZ Sge için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

WZ Sge gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 141 ve serbestlik derecesi 117 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.21 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.267).



Şekil 6.267. WZ Sge yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.268. WZ Sge yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.0887 \pm 0.00975 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genliği değeri $2 \times 10^{-3} \pm 1.06 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 2.75 \pm 0.82 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 141.1 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.089^{+0.014}_{-0.013} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.089^{+0.022}_{-0.021} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.089^{+0.031}_{-0.028} \times 10^{21} H.atom / cm^2,$$

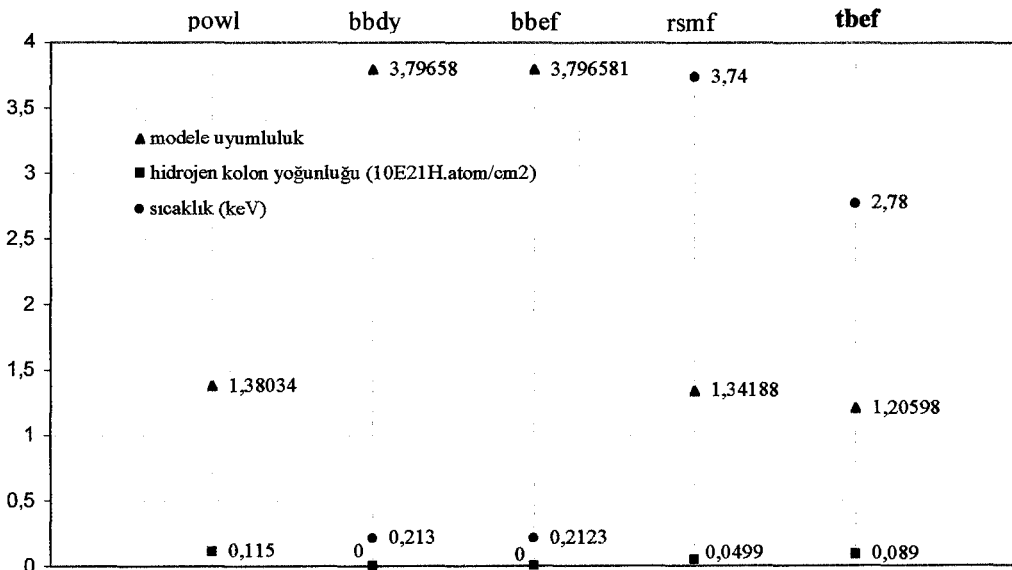
olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 2.78^{+0.720}_{-0.570} keV,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 2.78^{+1.330}_{-0.780} keV,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 2.78^{+2.120}_{-0.980} keV, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.268).}$$

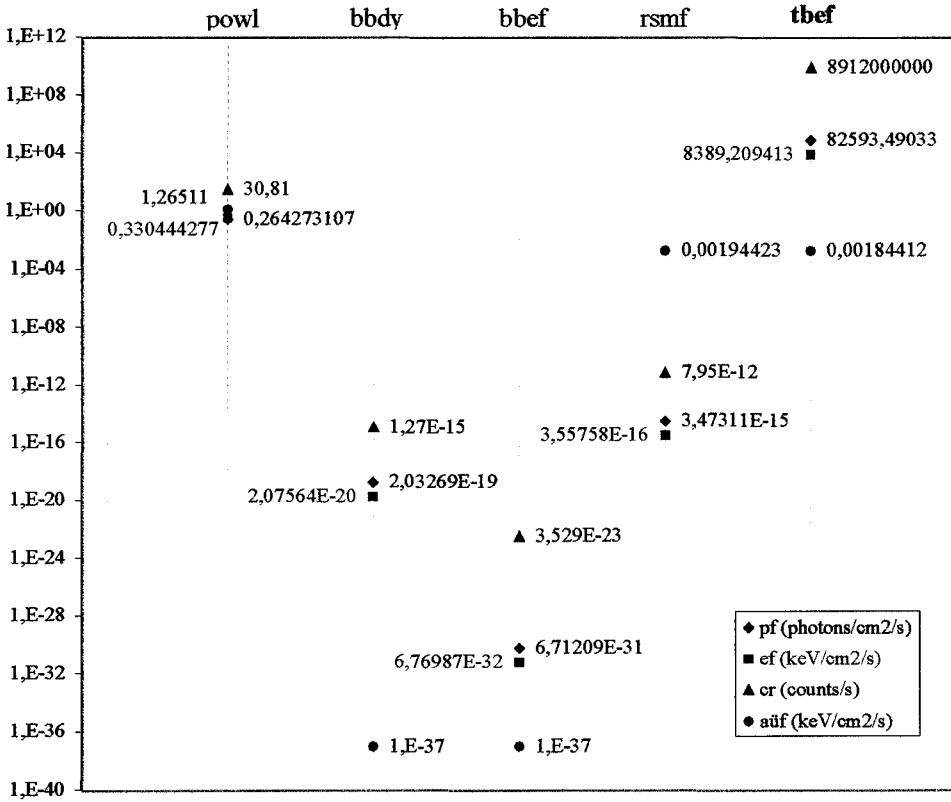
1.20598 değeri ile TBEF, WZ Sge için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6.269. WZ Sge yılızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

WZ Sge için değerlendirilen modeller içinde 1.20598 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Bremsstrahlung (TBEF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.269).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.269’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.270’de verilmiştir.



Şekil 6.270. WZ Sge yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

WZ Sge yıldızı için emisyon ölçümü

WZ Sge’nın bilinen uzaklığı $D=48$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(0.0028 \pm 0.00023 \text{ cm}^{-5})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, WZ Sge için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 0.778670162 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

WZ Sge yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.49.’de verilmiştir.

Çizelge 6.49. WZ Sge yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

powl	nH 0.115 ^{+0.034} _{-0.031}	akı genliği (foton/cm ² /s/keV) 0.00084 ^{+3.12×10⁻⁵} _{-3.12×10⁻⁵}	foton indeksi -1.601 ^{+0.134} _{-0.127}	chi²/v 1.38034
bbdy	0.0 ^{+0.001570} _{-.....}	foton akısı (foton/cm ² /s) 0.00233 ^{+1.4×10⁻⁴} _{-1.4×10⁻⁴}	T (keV) 0.213 ^{+0.007000} _{-0.007000}	3.79658
bbef	0.0 ^{+0.00153} _{-.....}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 0.00131 ^{+5.31×10⁻⁵} _{-5.31×10⁻⁵}	T (keV) 0.2123 ^{+0.00770} _{-0.00640}	3.796581
rsmf	0.0499 ^{+0.009} _{-0.008}	normalize edilmiş A (cm⁻⁵) 0.0028 ^{+2.3×10⁻⁴} _{-2.3×10⁻⁴}	T (keV) 3.74 ^{+1.940} _{-1.120}	1.34188
tbef	0.089 ^{+0.022} _{-0.021}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 0.002 ^{+1.06×10⁻⁴} _{-1.06×10⁻⁴}	T (keV) 2.78 ^{+1.330} _{-0.780}	1.20598

WZ Sge yıldızı için sertlik oranı değerleri

WZ Sge için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.50’de verilmiştir.

Çizelge 6.50. WZ Sge yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
120	250	90	160	124	36
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0.351351351	0.280000000	0.750000000	0.562500000	2.500000000	3.444444444

WZ Sge yıldızı için sayım oranı değeri

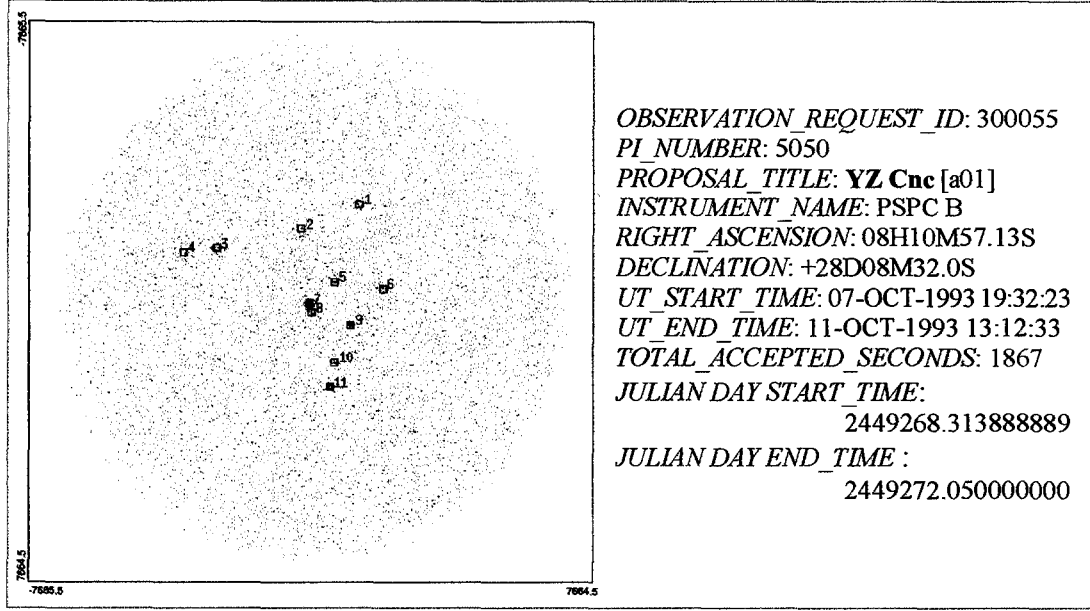
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG_GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM_INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.48).

Çizelge 6.51. WZ Sge yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG_GOR	TIM_INT	LIF_TIME	COUNT_RATE
WZ Sge	4251,24	1,005	8959	0,974381983	0,489432612

6.1.18. YZ Cnc [a01] Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

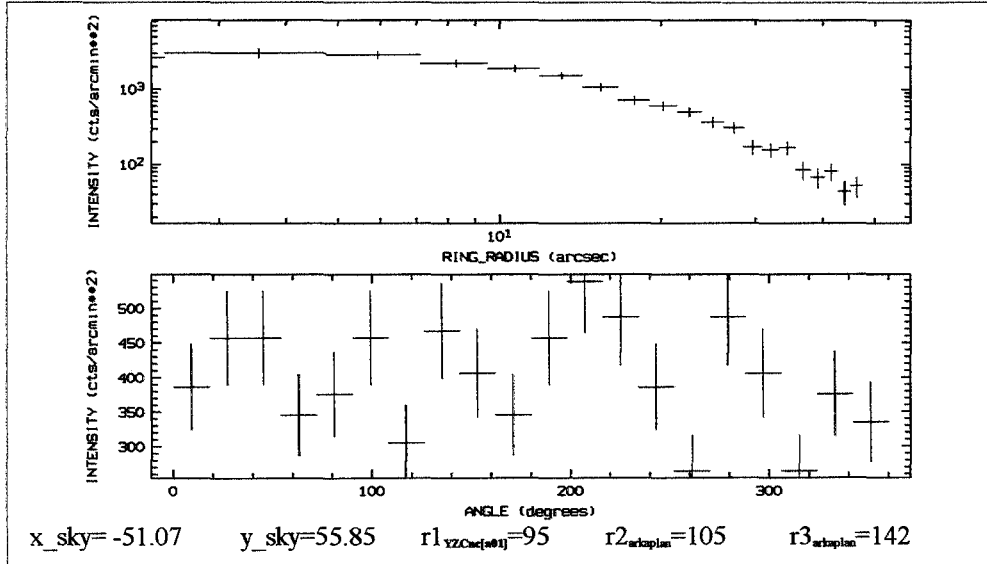
YZ Cnc [a01] gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.271. YZ Cnc [a01] yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300055a01 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 7 numaralı kaynak YZ Cnc [a01] olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.271.)

YZ Cnc [a01] gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

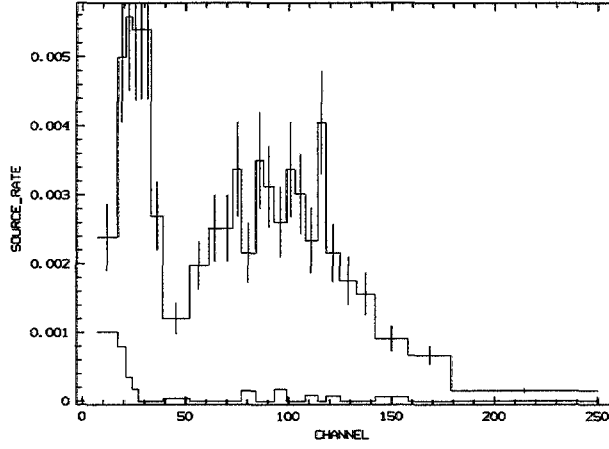


Şekil 6.272. YZ Cnc [a01] yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

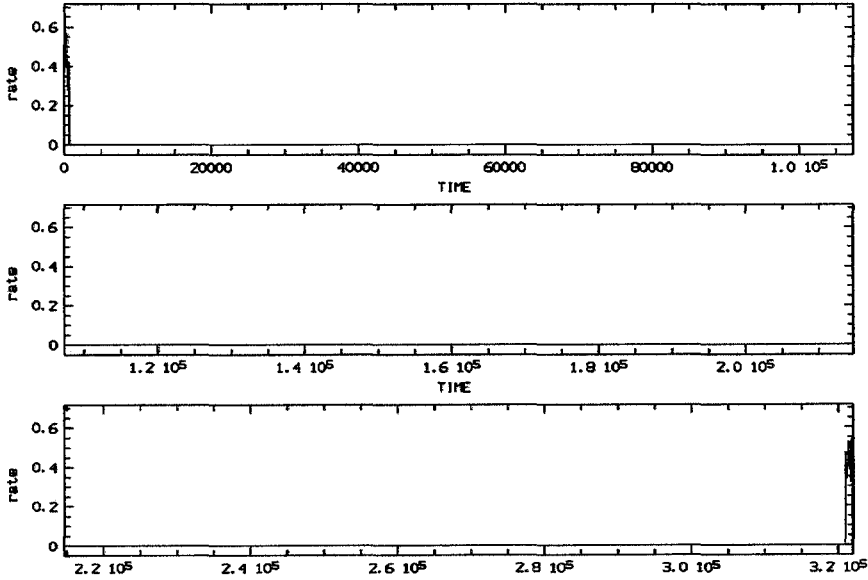
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.272). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, YZ Cnc [a01] için görüntü üzerinde 95" bir yarıçap tespit edilmiştir.

YZ Cnc [a01] gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{YZCnc[a01]}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.273).



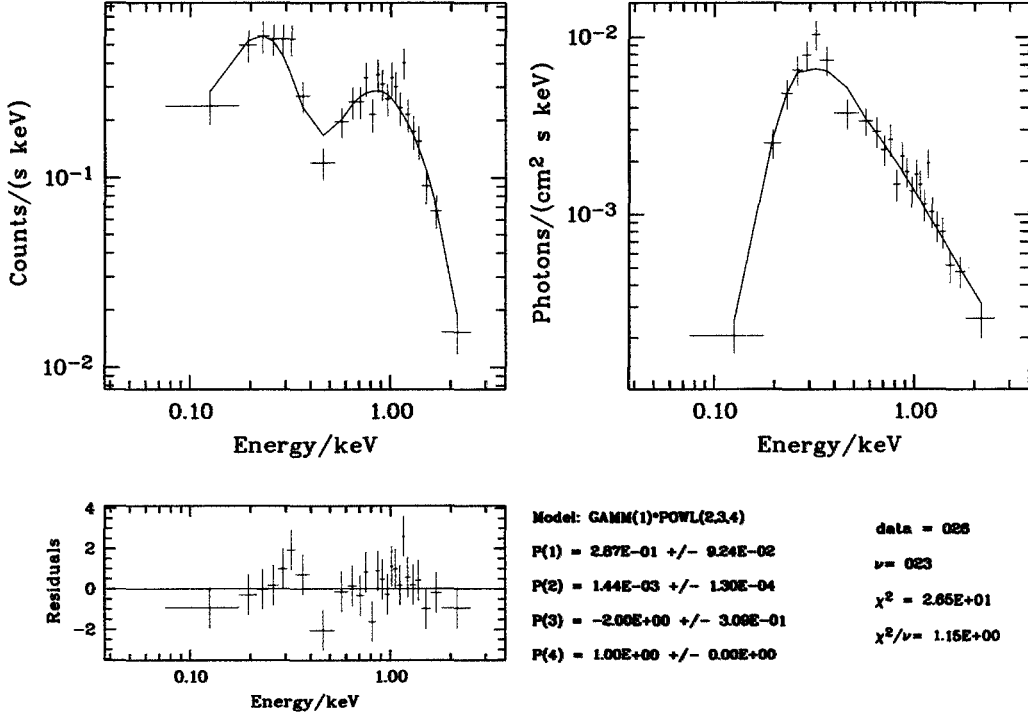
Şekil 6.273. YZ Cnc [a01] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.274. YZ Cnc [a01] yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

YZ Cnc [a01] yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin 0. ve 1867. saniyelerde aktivite belirlenmiş, bu aralıkların dışındaki zamanların sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.274).

YZ Cnc [a01] gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.275. YZ Cnc [a01] yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 26.5 ve serbestlik derecesi 23, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.15 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.275).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.287 \pm 9.24 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 1.44 \times 10^{-3} \pm 1.3 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -2 \pm 0.309$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 27.72 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.27_{-0.061}^{+0.070} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.27_{-0.100}^{+0.119} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

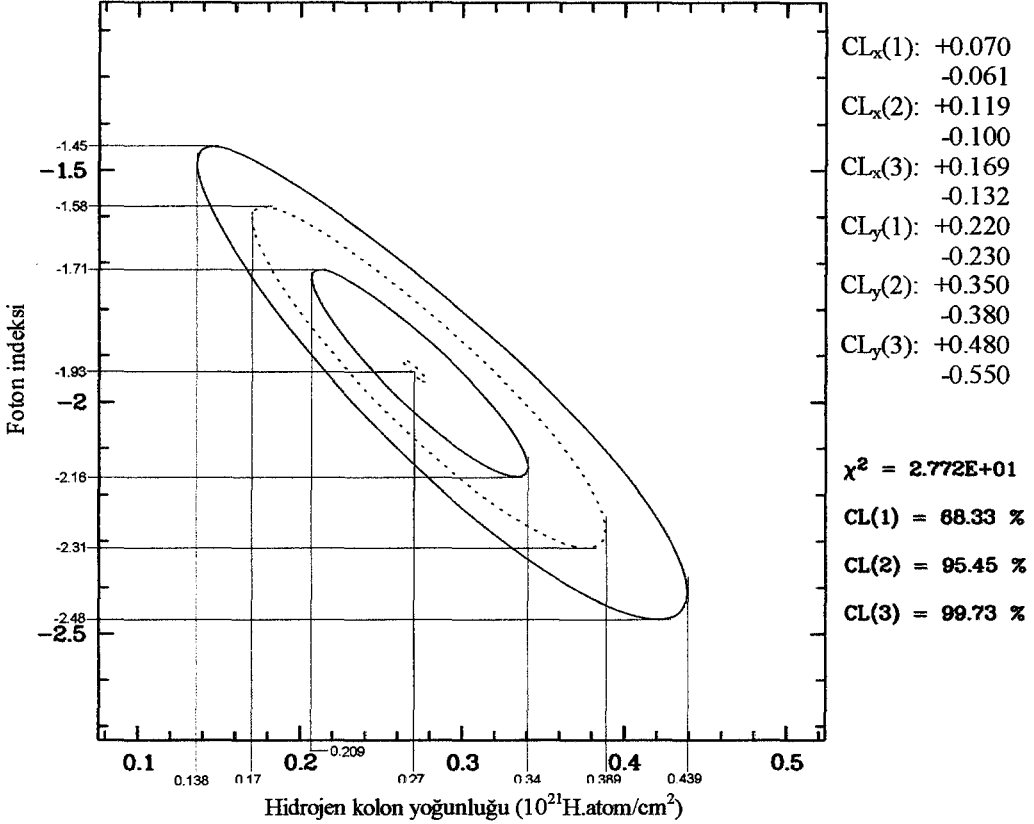
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.27_{-0.132}^{+0.169} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.93^{+0.220}_{-0.230}$,

%95.45 güven aralığında $-1.93^{+0.350}_{-0.380}$,

%99.73 güven aralığında $-1.93^{+0.480}_{-0.550}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.276).



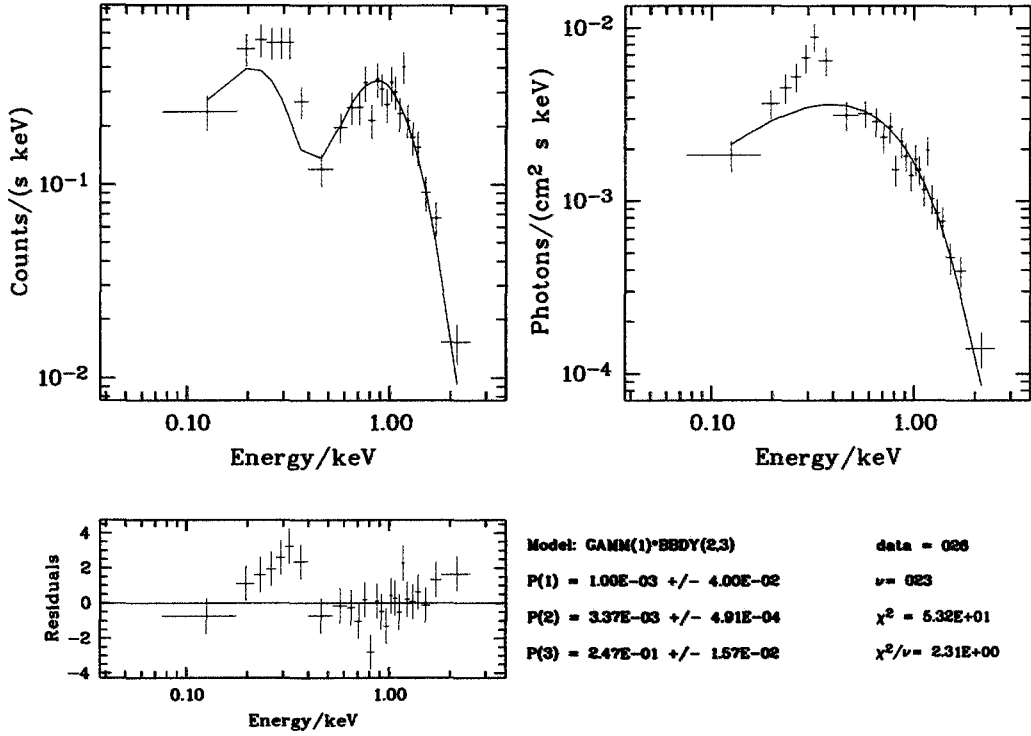
Şekil 6.276. YZ Cnc [a01] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.2052 uyumluluk sonucu ile güç kanunu modeli, YZ Cnc [a01] yıldızı için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

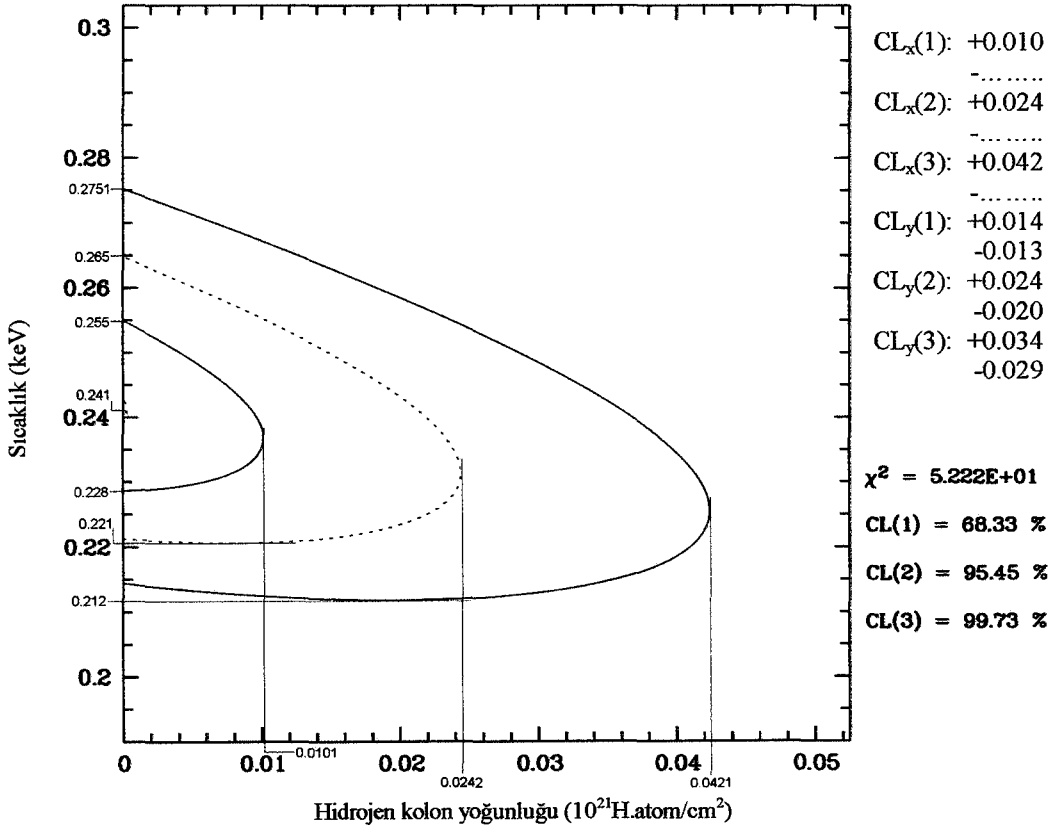
YZ Cnc [a01] gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Karacisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 53.2 ve serbestlik derecesi 23'dür. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.31 olarak belirlenmiştir (Şekil .6.277).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.04 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akısı değeri $3.37 \times 10^{-3} \pm 4.91 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.247 \pm 1.57 \times 10^{-2}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.277. YZ Cnc [a01] yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.278. YZ Cnc [a01] yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 52.22 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.000}^{+0.010} \times 10^{21} H.\text{atom}/\text{cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.000}^{+0.024} \times 10^{21} H.\text{atom}/\text{cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.000}^{+0.042} \times 10^{21} H.\text{atom}/\text{cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

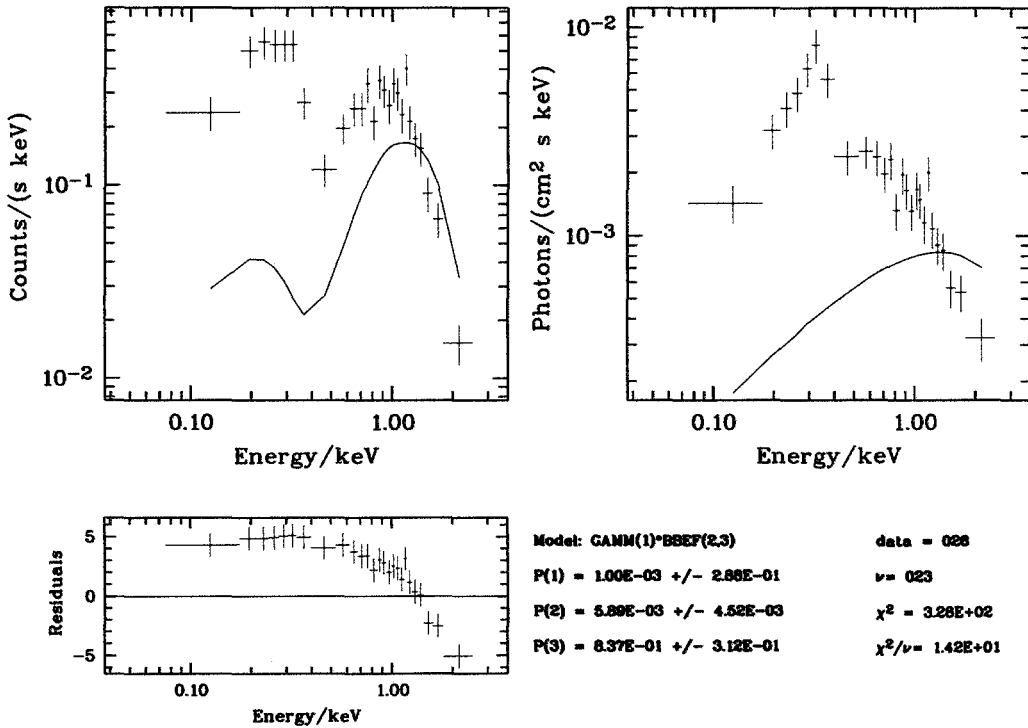
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.241_{-0.013}^{+0.014} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.241_{-0.020}^{+0.024} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.241_{-0.029}^{+0.034} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.278).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 2.27043 olduğundan kara cisim modeli YZ Cnc [a01] yıldızı için uygun bir model değildir.

YZ Cnc [a01] gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.279. YZ Cnc [a01] yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 328 ve serbestlik derecesi 23'dür. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 14.2 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.279).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.288 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, enerji akısı değeri $5.89 \times 10^{-3} \pm 4.52 \times 10^{-3} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.837 \pm 0.312 \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 52.23 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.001}^{+0.010} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.001}^{+0.024} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

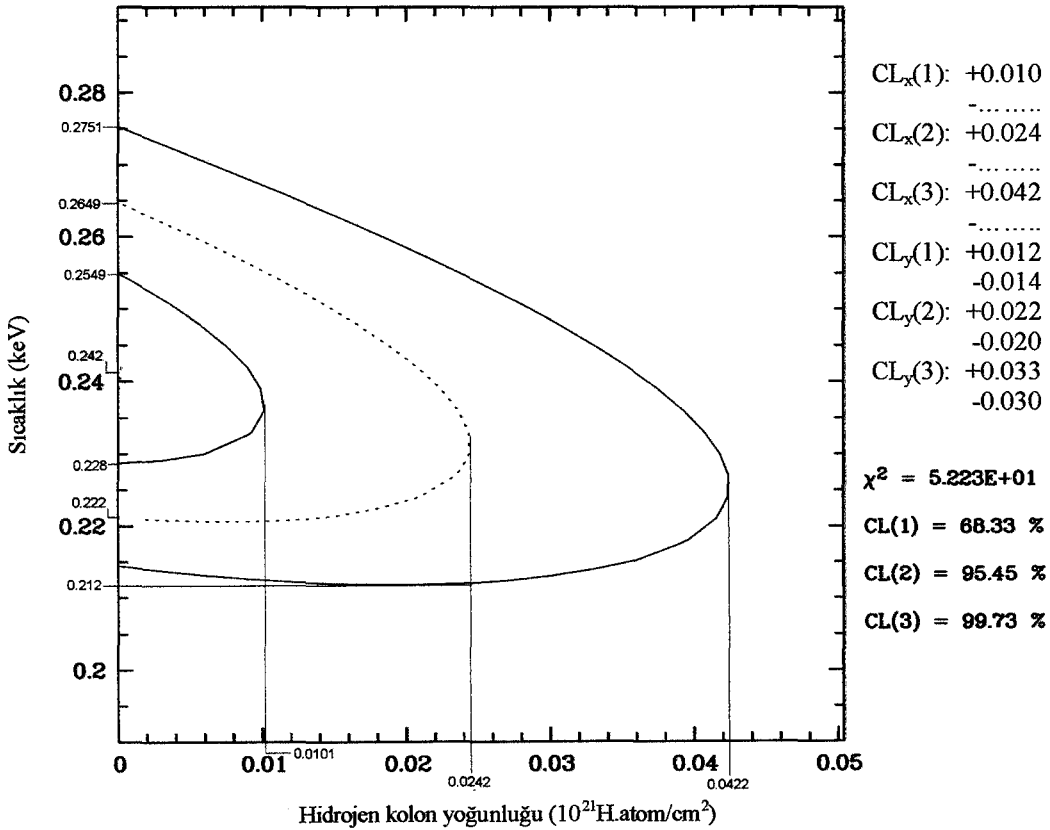
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.001}^{+0.042} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.242_{-0.014}^{+0.012} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.242_{-0.020}^{+0.022} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.242_{-0.030}^{+0.033} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.280).}$$

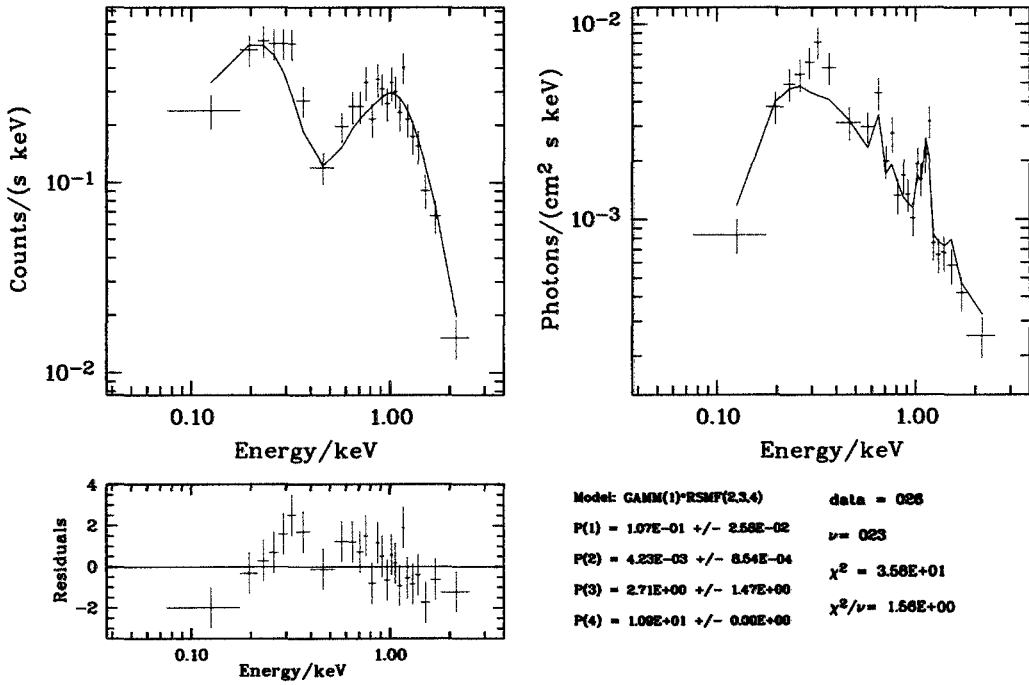


Şekil 6.280. YZ Cnc [a01] yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk 2.270869 olduğundan kara cisim modeli YZ Cnc [a01] yıldızı için uygun bir modeldir.

YZ Cnc [a01] gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 35.8 ve serbestlik derecesi 23 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.56 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.281).



Şekil 6.281. YZ Cnc [a01] yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.107 \pm 0.0258 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $4.23 \times 10^{-3} \pm 8.54 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 2.71 \pm 1.47 keV$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 35.79 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.108^{+0.020}_{-0.021} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.108^{+0.036}_{-0.032} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

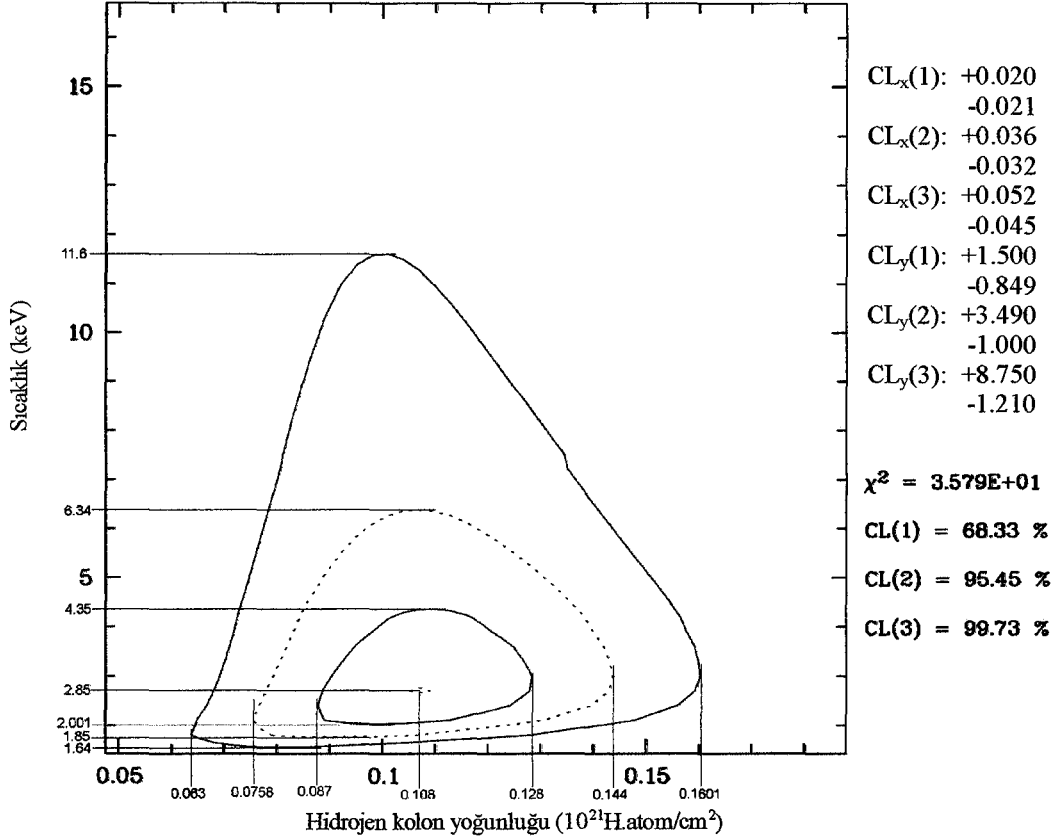
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.108^{+0.052}_{-0.045} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $2.85^{+1.500}_{-0.849}$ keV,

%95.45 güven aralığında $2.85^{+3.490}_{-1.000}$ keV,

%99.73 güven aralığında $2.85^{+8.750}_{-1.210}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.282).



Şekil 6.282. YZ Cnc [a01] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

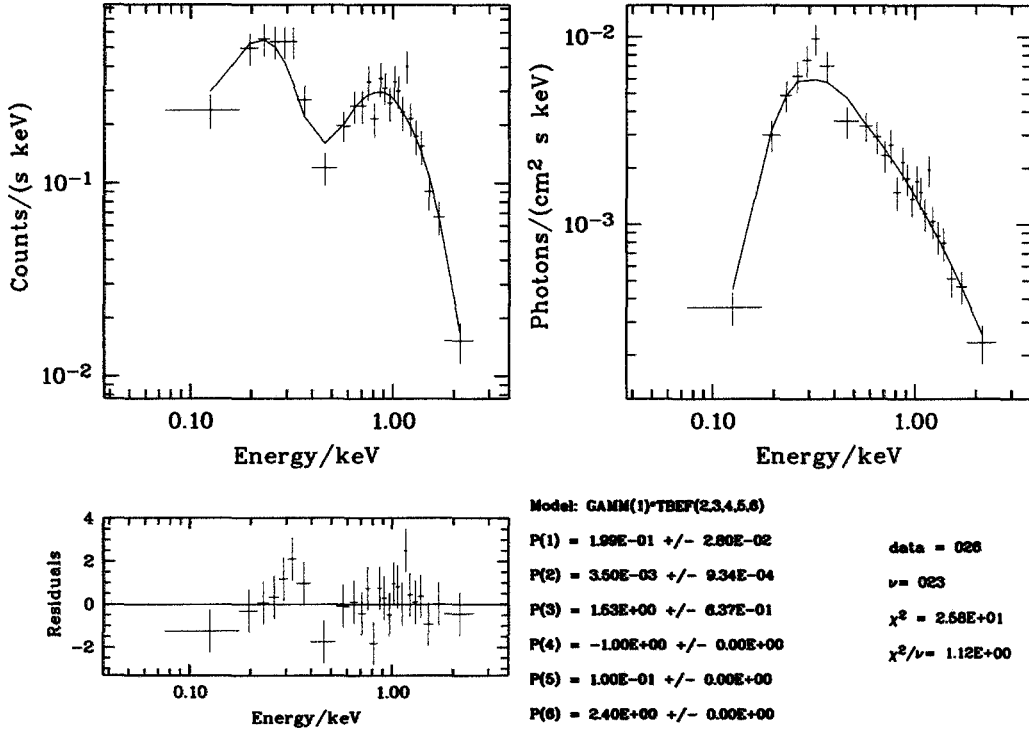
1.55608 uyumluluk değeri ile RSMF, YZ Cnc [a01] için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

YZ Cnc [a01] gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 25.8 ve serbestlik derecesi 23 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.12 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.283).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.199 \pm 0.028 \times 10^{21} H.atom / cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genlik değeri

$3.5 \times 10^{-3} \pm 9.34 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 1.53 \pm 0.637 \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.283. YZ Cnc [a01] yıldızının TBEF model analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 25.85 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.199^{+0.042}_{-0.039} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.199^{+0.072}_{-0.063} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

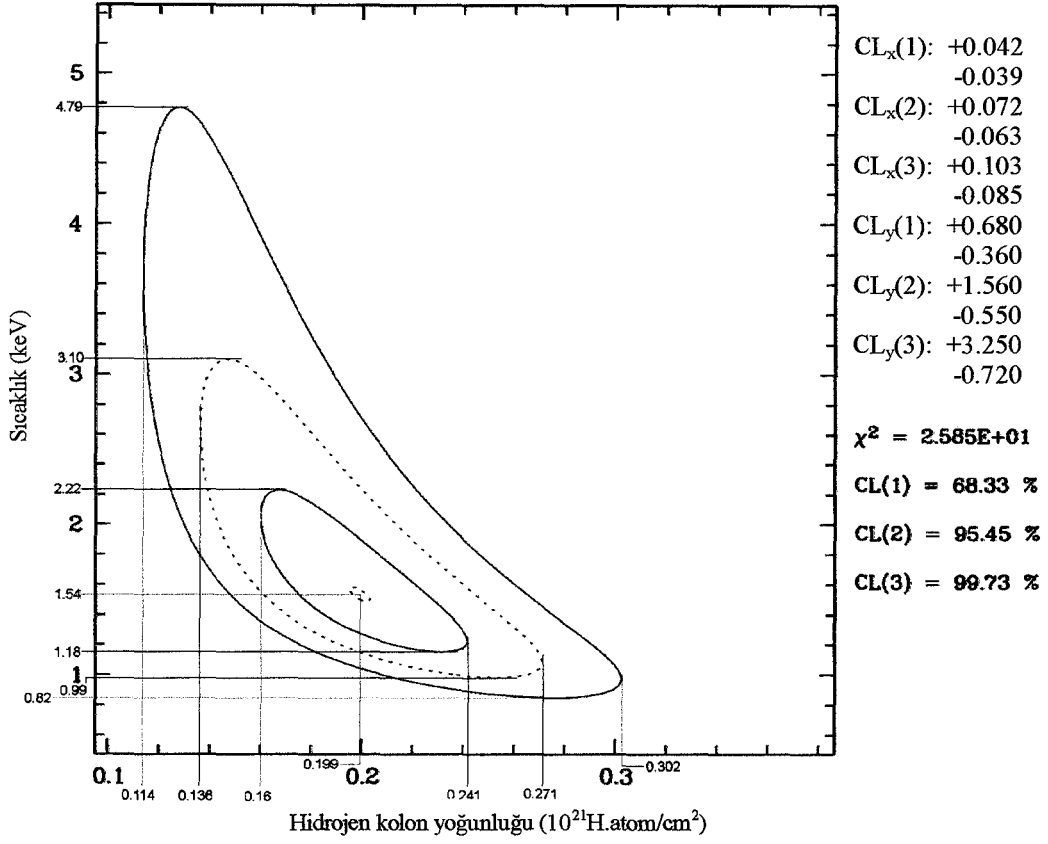
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.199^{+0.103}_{-0.085} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

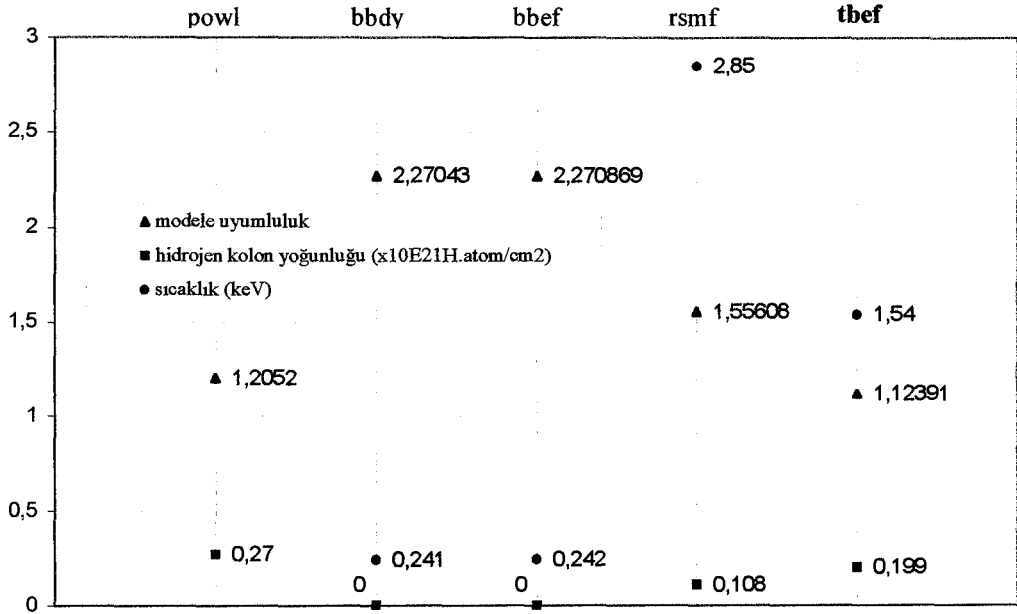
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 1.54^{+0.680}_{-0.360} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 1.54^{+1.560}_{-0.550} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 1.54^{+3.250}_{-0.720} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.284).}$$



Şekil 6.284. YZ Cnc [a01] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

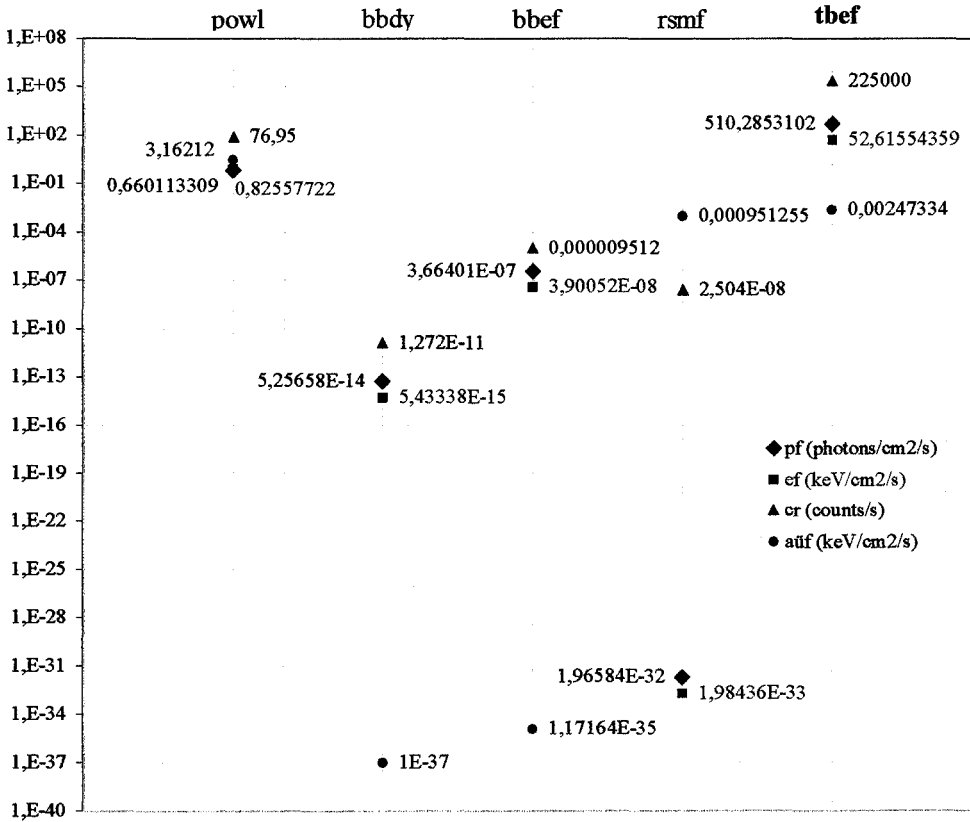


Şekil 6.285. YZ Cnc [a01] yıldızının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

1.12391 değeri ile TBEF, YZ Cnc [a01] için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.

YZ Cnc [a01] için değerlendirilen modeller içinde 1.12391 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Bremsstrahlung (TBEF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.285).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri şekil 6.285’de ve foton akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri şekil 6.286’de verilmiştir.



Şekil 6.286. YZ Cnc [a01] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

YZ Cnc [a01] yıldızı için emisyon ölçümü

YZ Cnc [a01]’nın bilinen uzaklığı $D=290$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(4.23 \times 10^{-3} \pm 8.54 \times 10^{-4})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, YZ Cnc [a01] için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 42,94 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

YZ Cnc [a01] yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.52’de verilmiştir.

Çizelge 6.52. YZ Cnc [a01] yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
powl	0.27 ^{+0.119} _{-0.100}	0.00144 ^{+1.3×10⁻⁴} _{-1.3×10⁻⁴}	-1.93 ^{+0.350} _{-0.380}	1.2052
bbdy	0.0 ^{+0.024} _{-.....}	foton akısı (foton/cm ² /s) 0.00337 ^{+4.9×10⁻⁴} _{-4.9×10⁻⁴}	T (keV) 0.241 ^{+0.024} _{-0.020}	2.27043
bbef	0.0 ^{+0.024} _{-.....}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 5.89 × 10 ⁻³ ^{+4.52×10⁻³} _{-4.52×10⁻³}	T (keV) 0.242 ^{+0.022} _{-0.020}	2.270869
rsmf	0.108 ^{+0.036} _{-0.032}	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) 4.23 × 10 ⁻³ ^{+8.54×10⁻⁴} _{-8.54×10⁻⁴}	T (keV) 2.85 ^{+3.490} _{-1.000}	1.55608
tbef	0.199 ^{+0.072} _{-0.063}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 3.5×10 ⁻³ ^{+9.34×10⁻⁴} _{-9.34×10⁻⁴}	T (keV) 1.54 ^{+1.560} _{-0.550}	1.12391

YZ Cnc [a01] yıldızı için sertlik oranı değerleri

YZ Cnc [a01] için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri çizelge 6.53’de verilmiştir.

Çizelge 6.53. YZ Cnc [a01] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
111	187	78	109	92	17
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0.255033557	0.165775401	1.018348624	0.715596330	4.588235294	5.411764706

YZ Cnc [a01] yıldızı için sayım oranı değeri

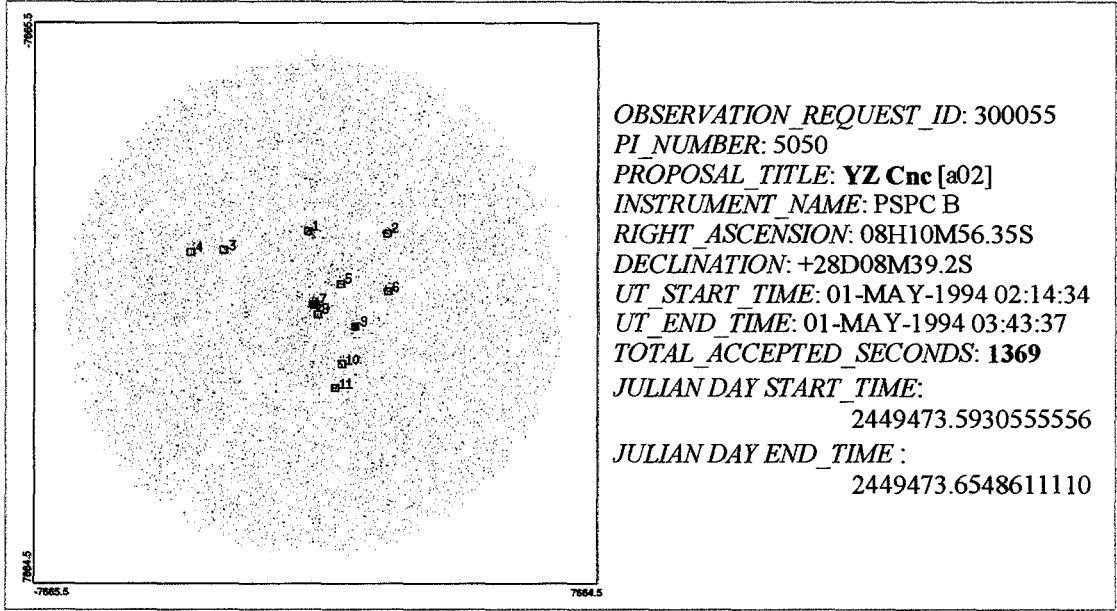
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG_GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM_INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.54).

Çizelge 6.54. YZ Cnc [a01] yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG GOR	TIM INT	LIF TIME	COUNT RATE
YZ Cnc [a01]	828,94	1,007	1867	0,971596122	0,460174423

6.1.19. YZ Cnc [a02] Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

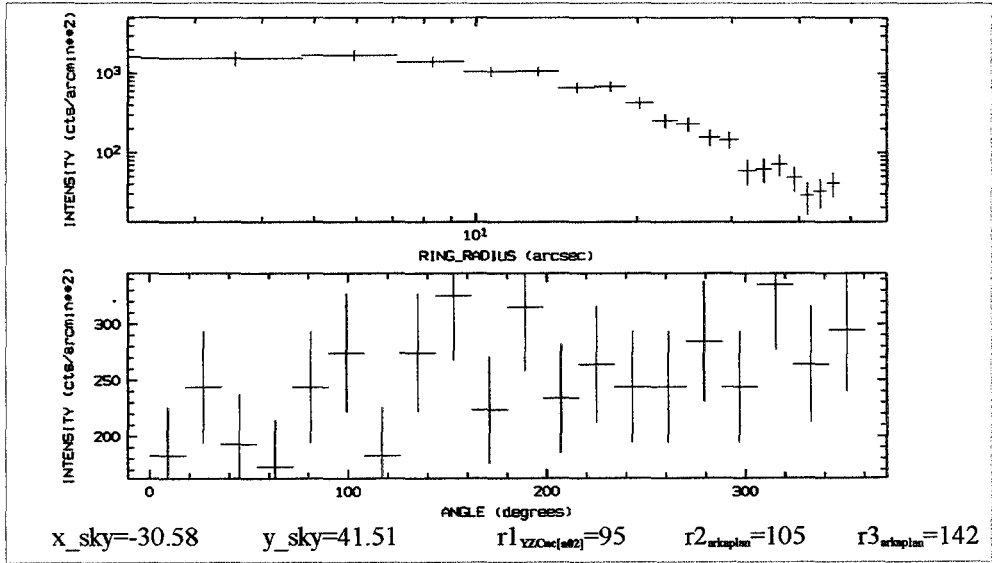
YZ Cnc [a02] gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.287. YZ Cnc [a02] yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300055a02 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 7 numaralı kaynak YZ Cnc [a02] olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.287)

YZ Cnc [a02] gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

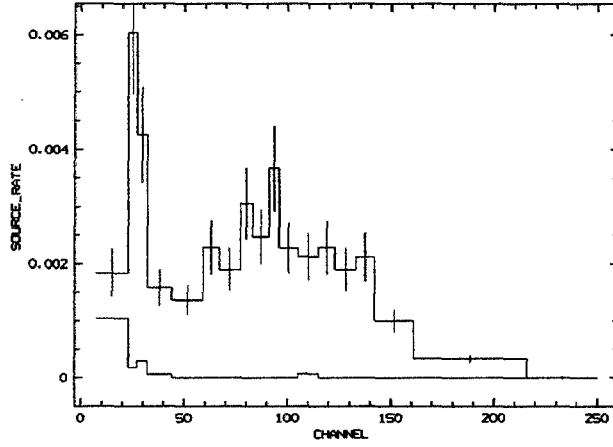


Şekil 6.288. YZ Cnc [a02] yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

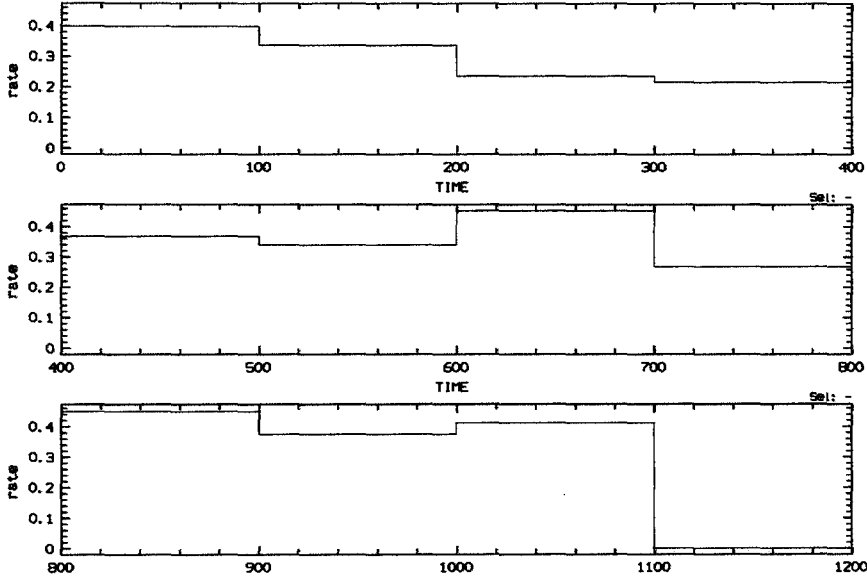
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.288). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, YZ Cnc [a02] için görüntü üzerinde 95" bir yarıçap tespit edilmiştir.

YZ Cnc [a02] gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{YZCnc[a02]}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.289).



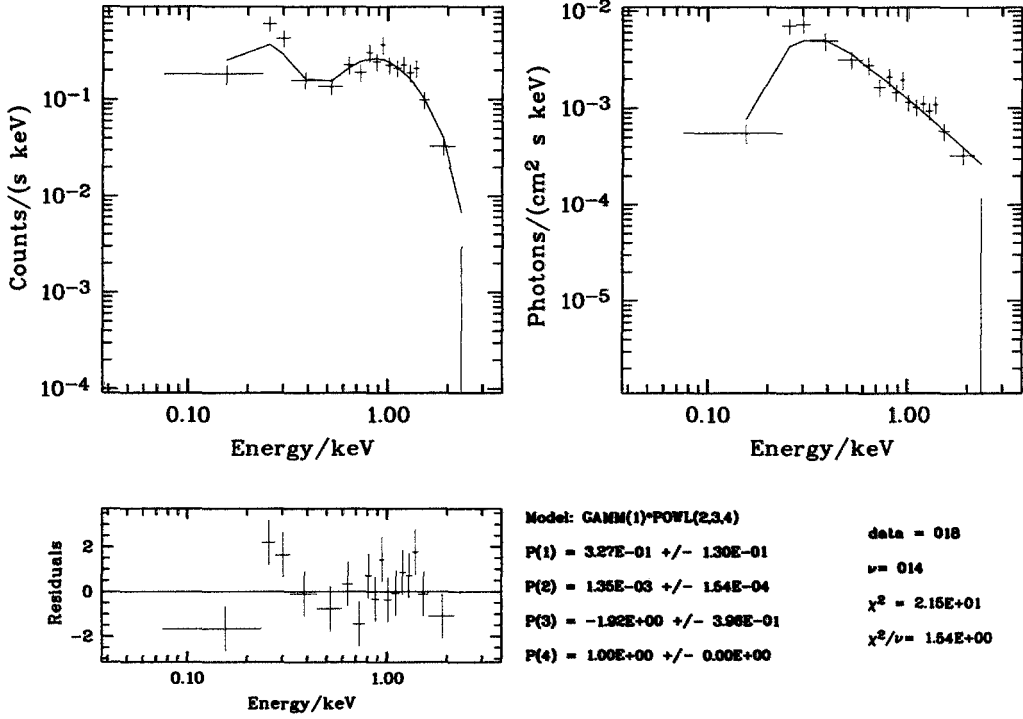
Şekil 6.289. YZ Cnc [a02] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.290. YZ Cnc [a02] yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

YZ Cnc [a02] yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin 0-1254.916 saniyeleri arasında kalan bölümlerde aktivite belirlenmiş, diğer zamanların sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.290).

YZ Cnc [a02] gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.291. YZ Cnc [a02] yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 21.5 ve serbestlik derecesi 14, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.54 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.291).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.327 \pm 0.13 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 1.35 \times 10^{-3} \pm 1.54 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.92 \pm 0.396$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 21.5 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.33^{+0.105}_{-0.090} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.33^{+0.175}_{-0.150} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

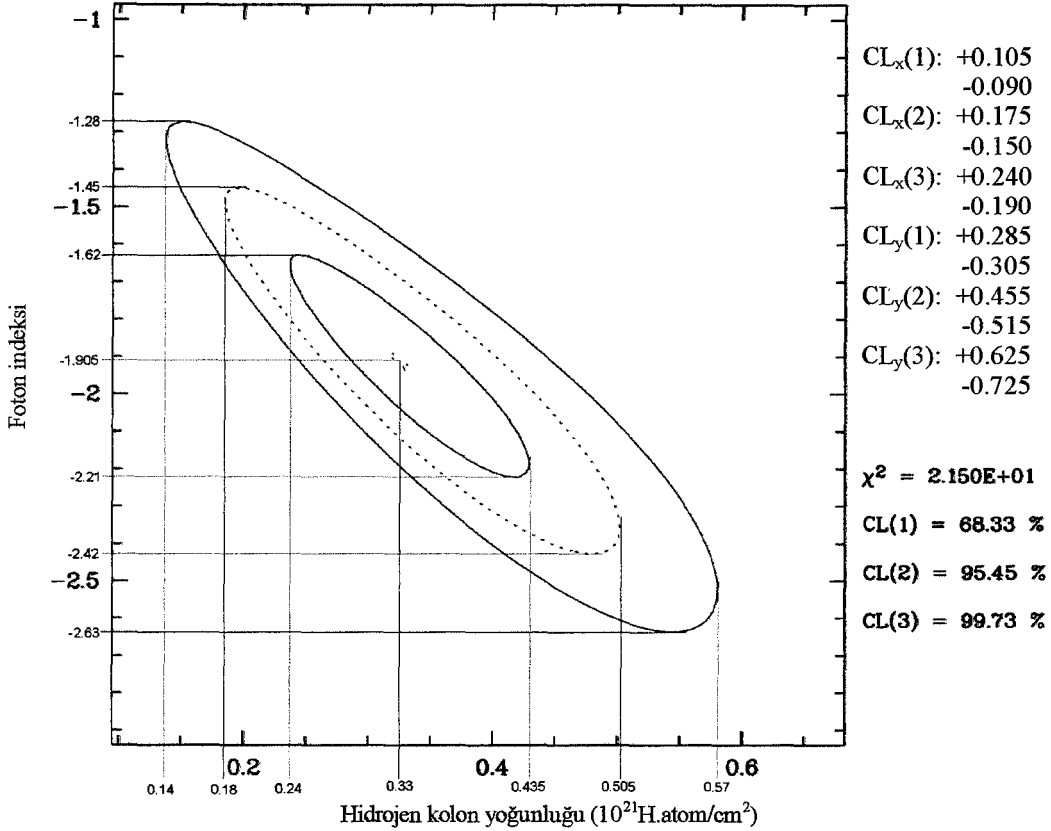
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.33^{+0.240}_{-0.190} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $-1.905^{+0.285}_{-0.305}$,

%95.45 güven aralığında $-1.905^{+0.455}_{-0.515}$,

%99.73 güven aralığında $-1.905^{+0.625}_{-0.725}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.292).



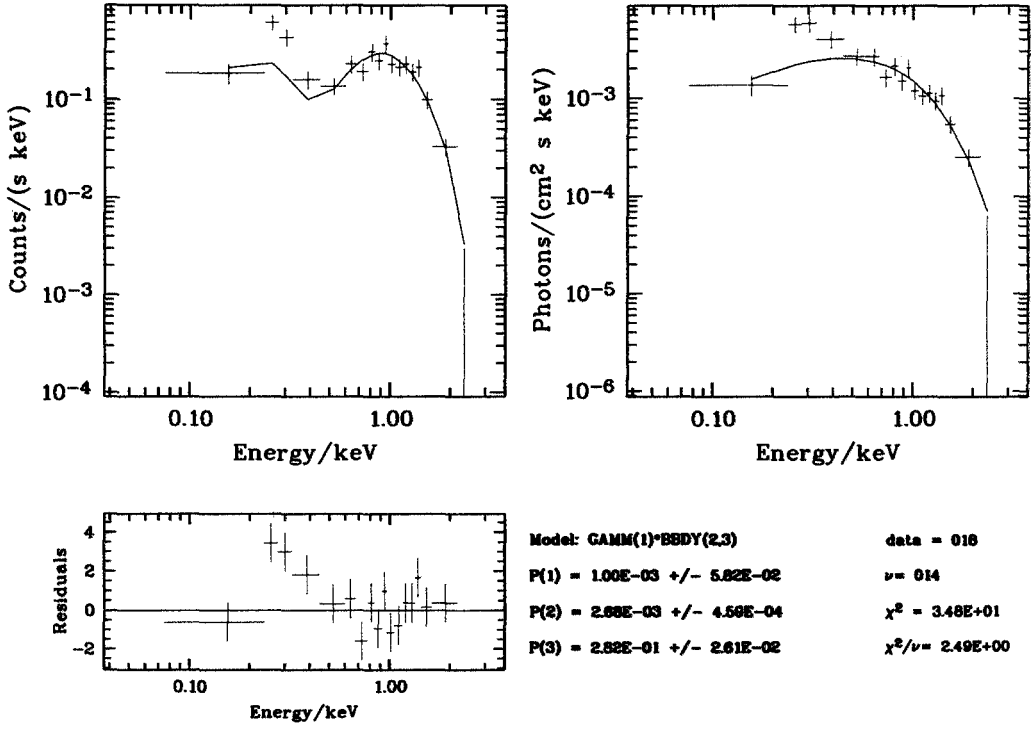
Şekil 6.292. YZ Cnc [a02] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.5357 uyumluluk sonucu ile güç kanunu modeli, YZ Cnc [a02] yıldızı için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

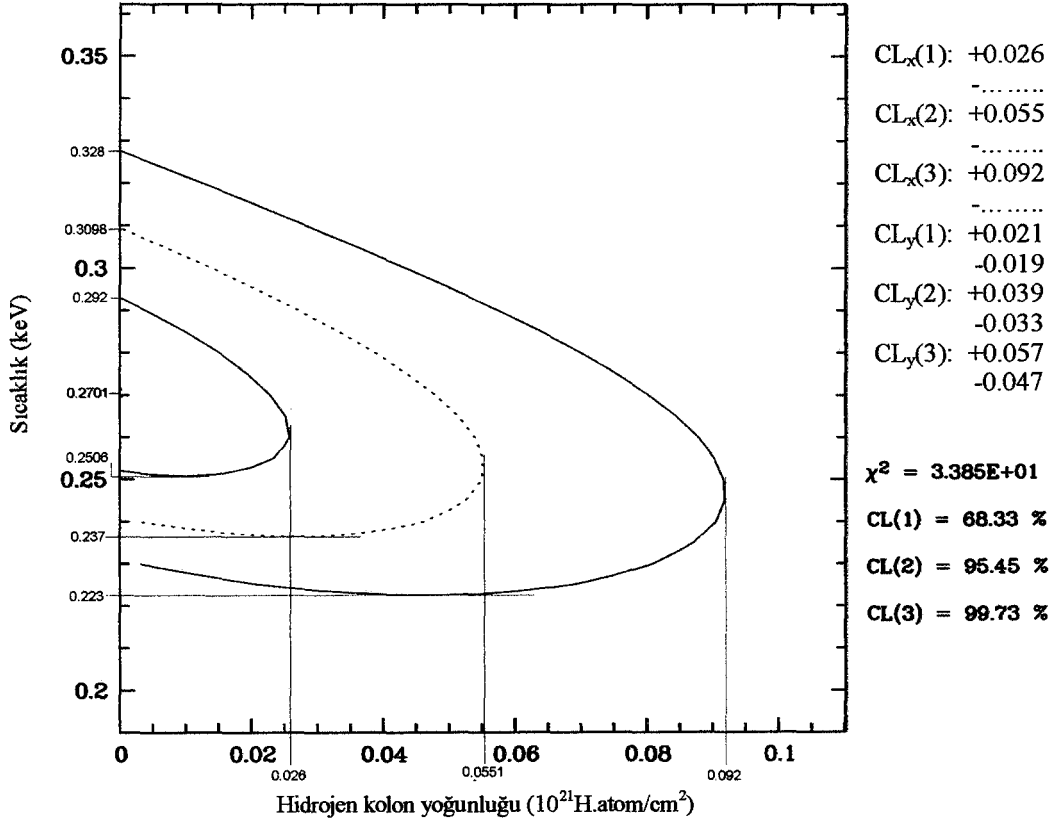
YZ Cnc [a02] gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 34.8 ve serbestlik derecesi 14'dür. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.49 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.293).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0582 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akısı değeri $2.68 \times 10^{-3} \pm 4.59 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.282 \pm 2.61 \times 10^{-2}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.293. YZ Cnc [a02] yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.294. YZ Cnc [a02] yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 33.85 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.000}^{+0.026} \times 10^{21} H.\text{atom}/\text{cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.000}^{+0.055} \times 10^{21} H.\text{atom}/\text{cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.000}^{+0.092} \times 10^{21} H.\text{atom}/\text{cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

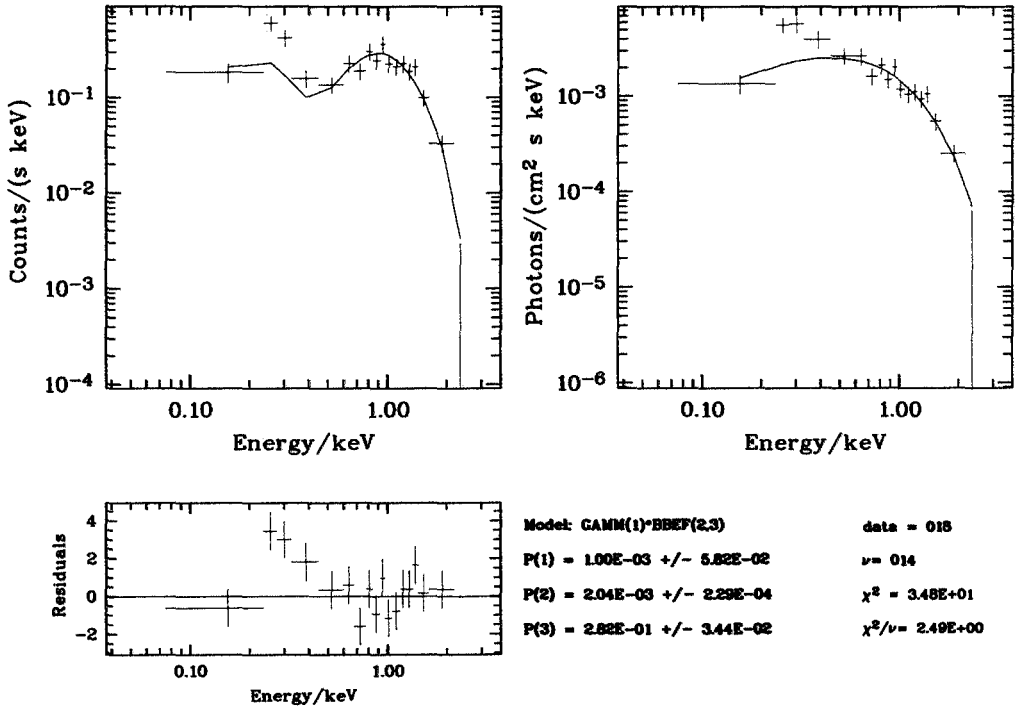
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.2701_{-0.019}^{+0.021} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.2701_{-0.033}^{+0.039} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.2701_{-0.047}^{+0.057} \text{ keV}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.294).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 2.4178 olduğundan kara cisim modeli YZ Cnc [a02] yıldızı için uygun bir model değildir.

YZ Cnc [a02] gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.295. YZ Cnc [a02] yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 34.8 ve serbestlik derecesi 14'dür. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 2.49 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.295).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0582 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, enerji akısı değeri $2.04 \times 10^{-3} \pm 2.29 \times 10^{-4} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.282 \pm 3.44 \times 10^{-2} \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 151.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

%68.33 güven aralığında $0.0_{-0.0000}^{+0.025} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

%95.45 güven aralığında $0.0_{-0.0000}^{+0.055} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

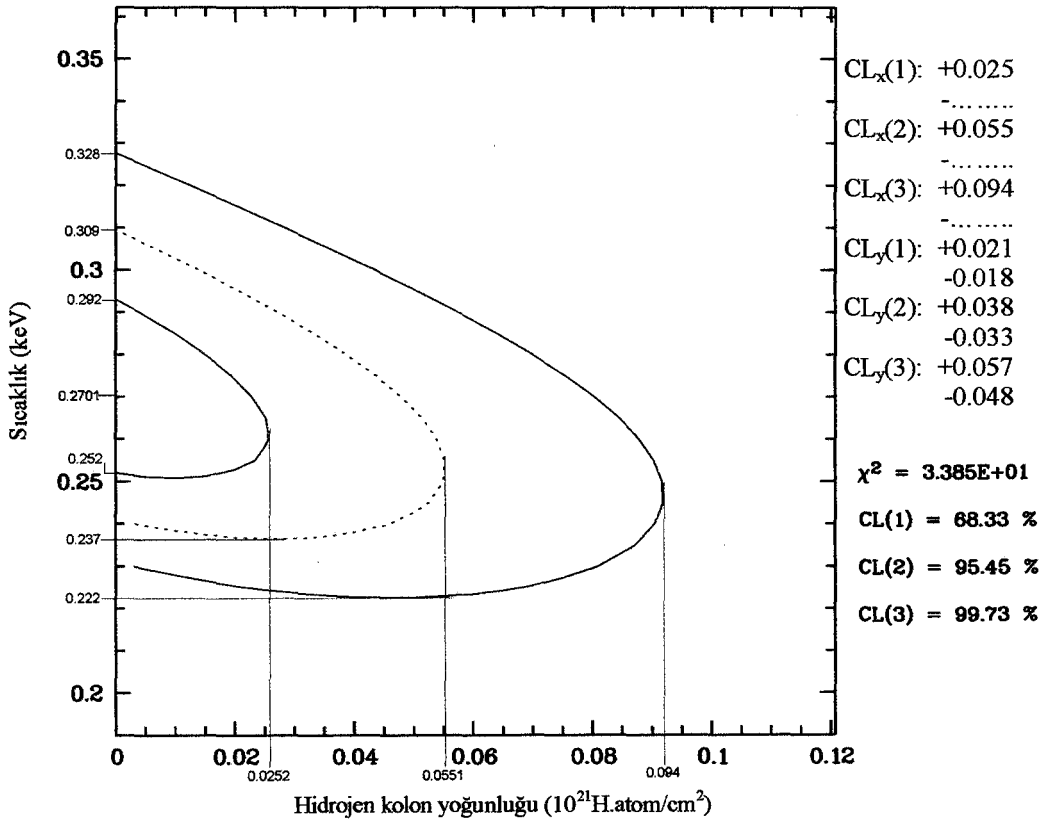
%99.73 güven aralığında $0.0_{-0.0000}^{+0.094} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$,

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $0.2701_{-0.018}^{+0.021} \text{ keV}$,

%95.45 güven aralığında $0.2701_{-0.033}^{+0.038} \text{ keV}$,

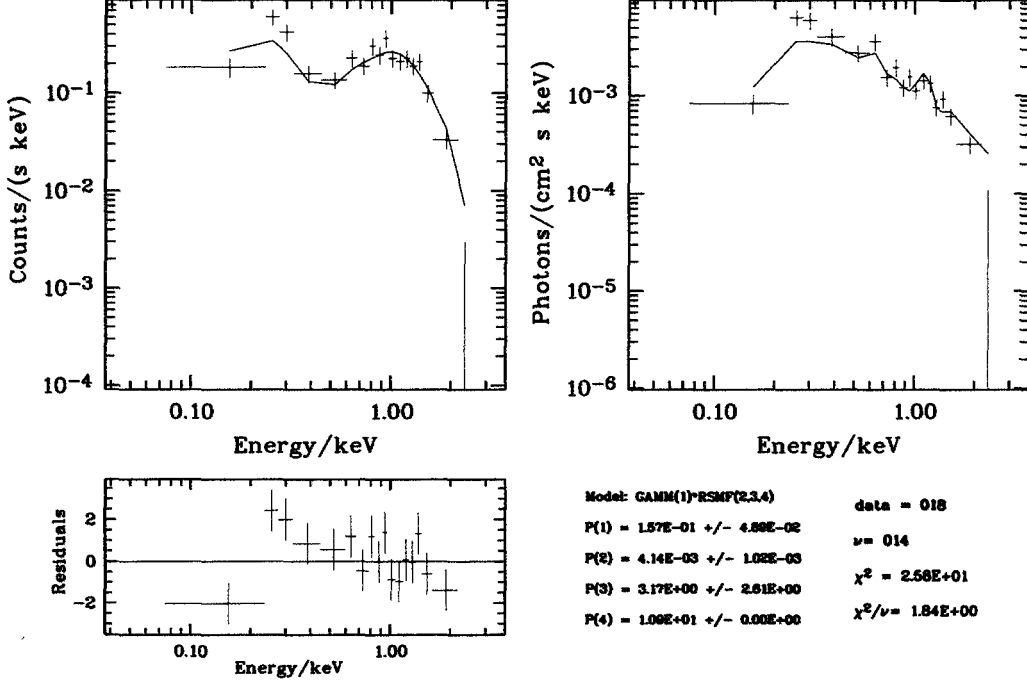
%99.73 güven aralığında $0.2701_{-0.048}^{+0.057} \text{ keV}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.296).



Şekil 6.296. YZ Cnc [a02] yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk 2.4178 olduğundan kara cisim modeli YZ Cnc [a02] yıldızı için uygun bir model değildir.

YZCnc[a02] gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code] (Raymond Smith) uyumluluk analizi



Şekil 6.297. YZ Cnc [a02] yıldızının RSMF model analizi sonuçları

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 25.8 ve serbestlik derecesi 14 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.84 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.297).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.157 \pm 0.0489 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $4.14 \times 10^{-3} \pm 1.02 \times 10^{-3} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 3.17 \pm 2.61$ keV olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 25.87 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.159^{+0.0350}_{-0.0310} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.159^{+0.0610}_{-0.0490} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.159^{+0.0970}_{-0.0650} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

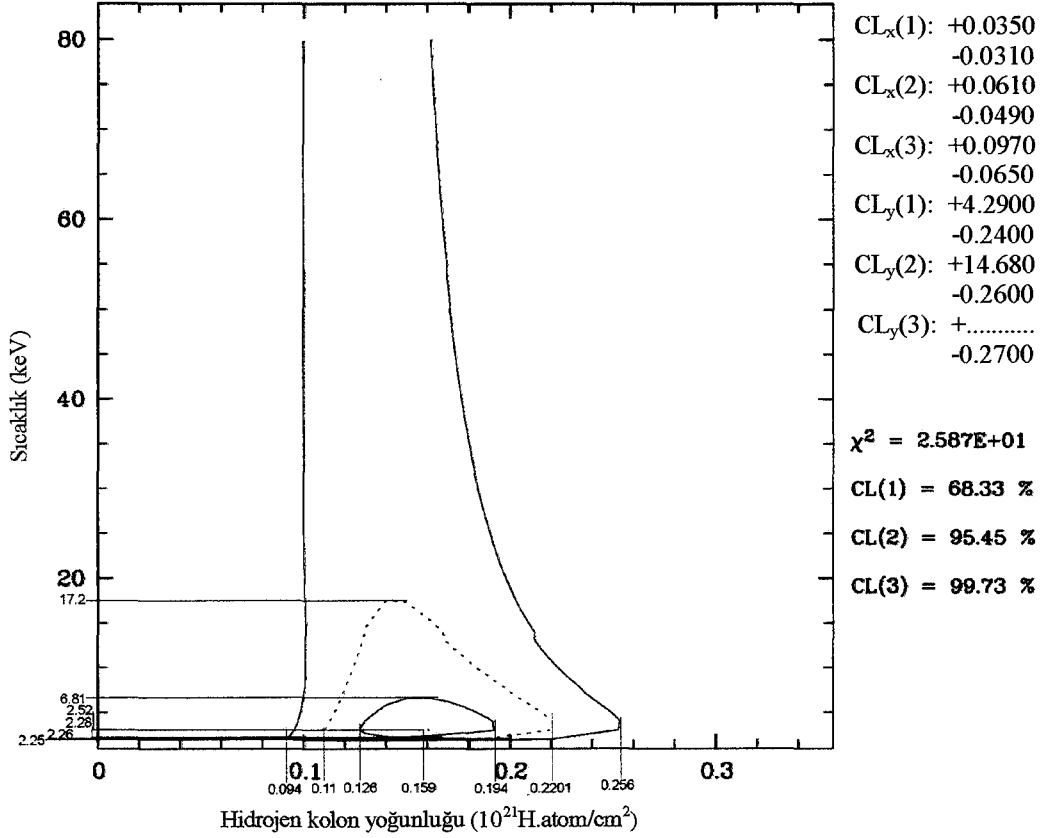
olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

%68.33 güven aralığında $2.52^{+4.2900}_{-0.2400}$ keV,

%95.45 güven aralığında $2.52^{+14.680}_{-0.2600}$ keV,

%99.73 güven aralığında $2.52^{+.....}_{-0.2700}$ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.298).

1.847857 uyumluluk değeri ile RSMF, YZ Cnc [a02] için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

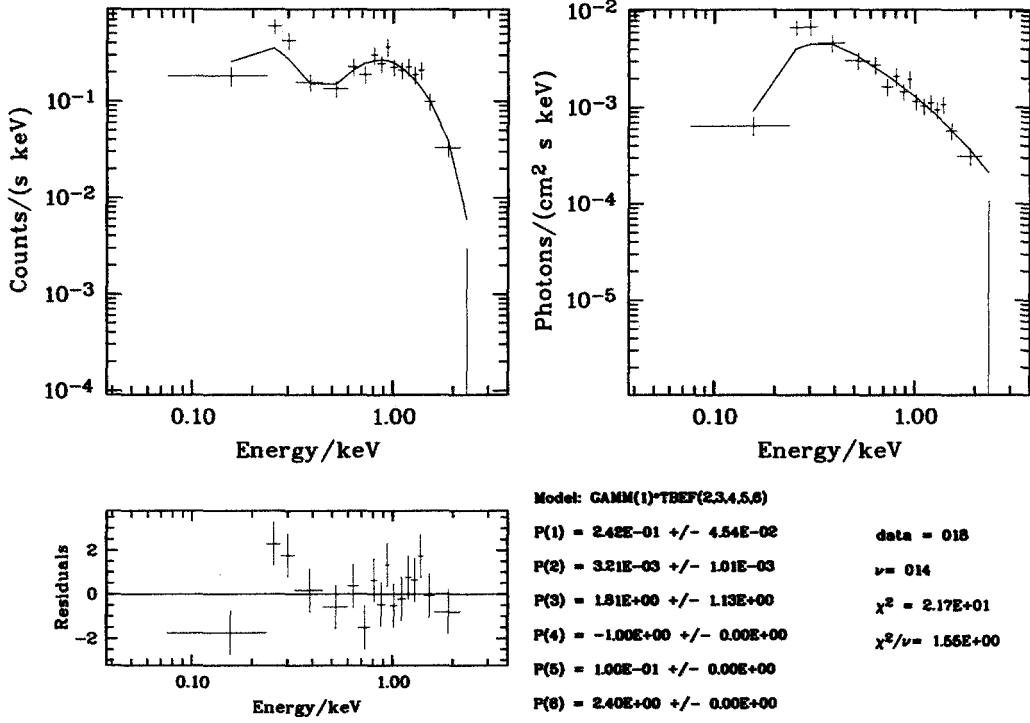


Şekil 6.298. YZ Cnc [a02] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

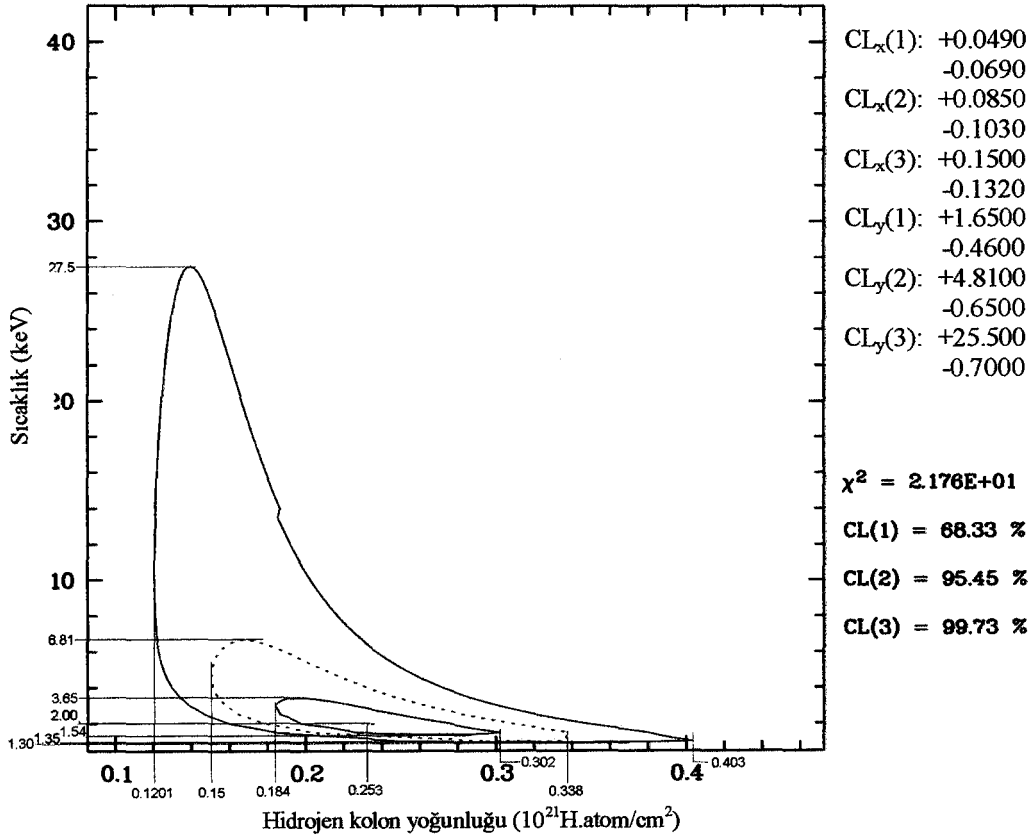
YZ Cnc [a02] gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 21.7 ve serbestlik derecesi 14 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.55 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.299).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.242 \pm 0.0454 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genlik değeri $3.21 \times 10^{-3} \pm 1.01 \times 10^{-3} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 1.81 \pm 1.13 keV$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.299. YZ Cnc [a02] yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.300. YZ Cnc [a02] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 21.76 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.253^{+0.049}_{-0.069} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.253^{+0.085}_{-0.103} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

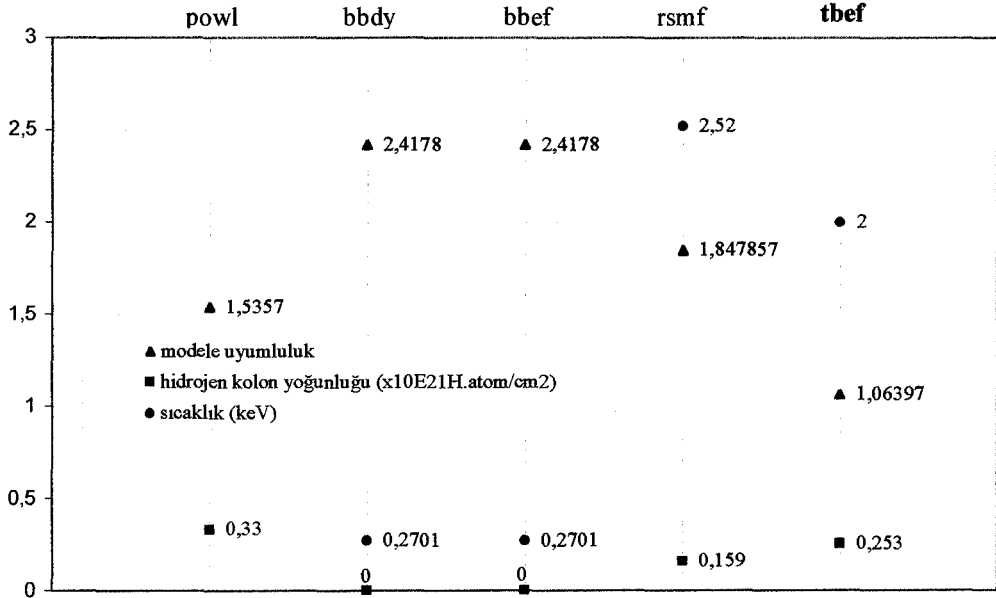
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.253^{+0.650}_{-0.460} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 2^{+1.65}_{-0.46} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 2^{+4.81}_{-0.65} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 2^{+25.5}_{-0.70} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.300).}$$



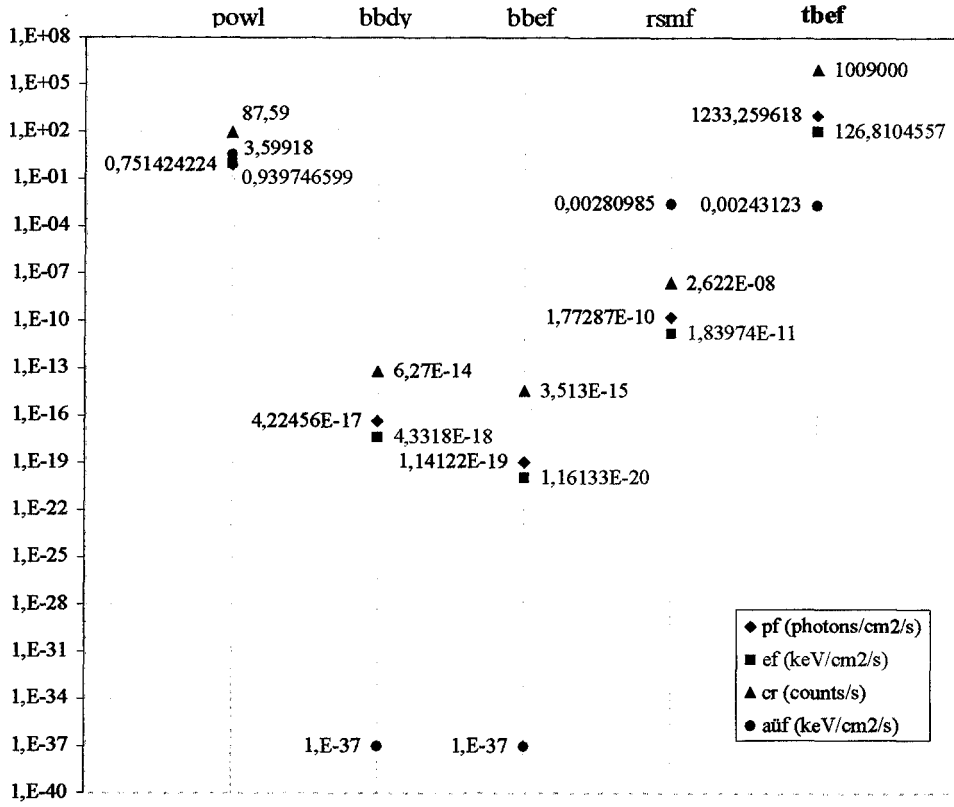
Şekil 6.301. YZ Cnc [a02] yığınının spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

1.06397 değeri ile TBEF, YZ Cnc [a02] için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.

YZ Cnc [a02] için değerlendirilen modeller içinde 1.0625 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Plazma Emisyonu (RSMF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.301).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.301’de ve foton

akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.302’de verilmiştir.



Şekil 6.302. YZ Cnc [a02] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

YZ Cnc [a02] yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.55.’de verilmiştir.

Çizelge 6.55. YZ Cnc (a01) yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH	akı genliği (foton/cm ² /s/keV)	foton indeksi	chi ² /v
powl	0.33 ^{+0.175} _{-0.150}	1.35 × 10 ⁻³ ^{+1.54×10⁻⁴} _{-1.54×10⁻⁴}	-1.905 ^{+0.455} _{-0.515}	1.5357
bbdy	0.0 ^{+0.055} _{-.....}	foton akısı (foton/cm ² /s) 0.00268 ^{+4.59×10⁻⁴} _{-4.59×10⁻⁴}	T (keV) 0.2701 ^{+0.039} _{-0.033}	2.4178
bbef	0.0 ^{+0.055} _{-.....}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 2.04 × 10 ⁻³ ^{+2.29×10⁻⁴} _{-2.29×10⁻⁴}	T (keV) 0.2701 ^{+0.038} _{-0.033}	2.4178
rsmf	0.159 ^{+0.0610} _{-0.0490}	normalize edilmiş A (cm ⁻⁵) 4.14 × 10 ⁻³ ^{+1.02×10⁻³} _{-1.02×10⁻³}	T (keV) 2.52 ^{+14.680} _{-0.2600}	1.847857
tbef	0.253 ^{+0.085} _{-0.103}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 3.21×10 ³ ^{+1010³} _{-1010³}	T (keV) 2 ^{+4.81} _{-0.65}	1.06397

YZ Cnc [a02] yıldızı için emisyon ölçümü

YZ Cnc [a02]'nin bilinen uzaklığı $D=290$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(4.14 \times 10^{-3} \pm 1.02 \times 10^{-3})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, YZ Cnc [a02] için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 42,02515888 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

YZ Cnc [a02] yıldızı için sertlik oranı değerleri

YZ Cnc [a02] için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri Çizelge 6.56'da verilmiştir.

Çizelge 6.56. YZ Cnc [a02] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
74	185	62	123	91	16
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0.428571429	0.329729730	0.601626016	0.504065041	3.875000000	5.687500000

YZ Cnc [a02] yıldızı için sayım oranı değeri

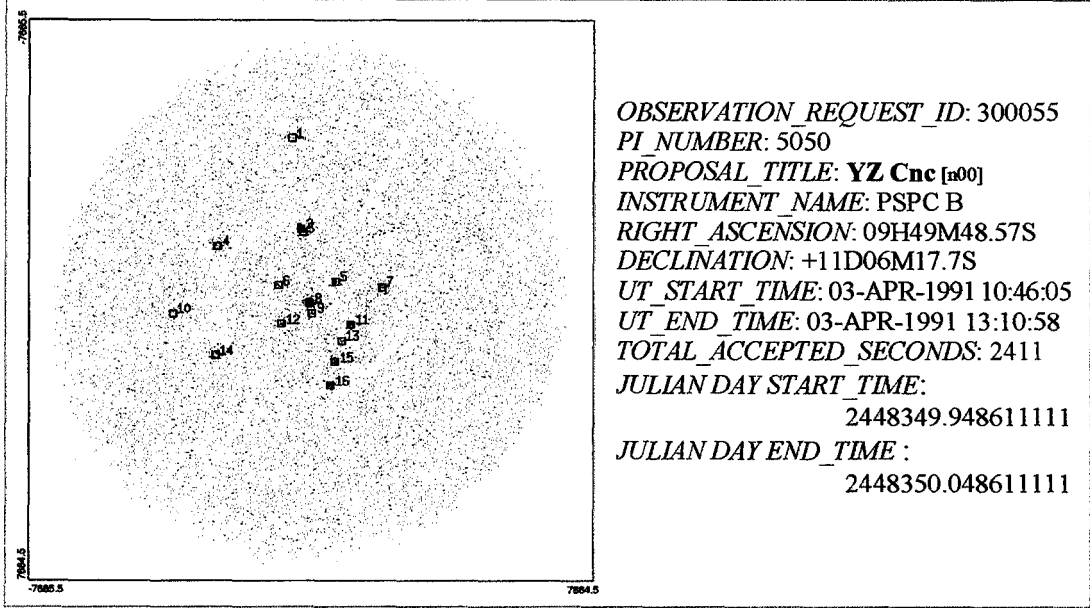
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG_GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM_INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.57).

Çizelge 6.57. YZ Cnc [a02] yıldızının sayım oranı değeri

	CTS	VIG_GOR	TIM_INT	LIF_TIME	COUNT_RATE
YZ Cnc [a02]	531,5	1,003	1369	0,967724442	0,402391727

6.1.20. YZ Cnc [n00] Yıldızının Spektral Analiz Sonuçları

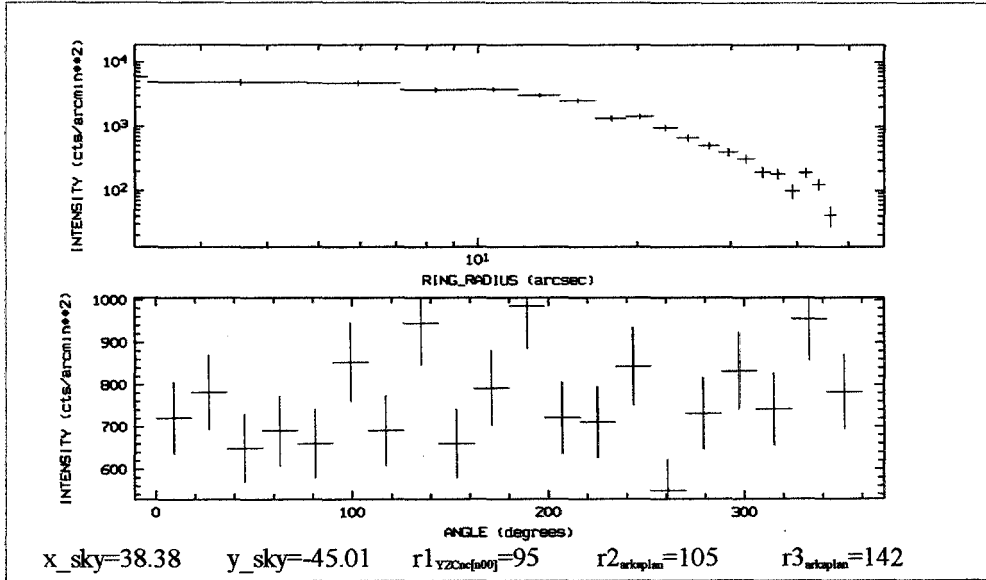
YZ Cnc [n00] gözlemi için görüntü oluşturma ve kaynak araştırması



Şekil 6.303. YZ Cnc [n00] yıldızına yönelik kaynak inceleme sonuçları

HEASARC veri tabanından alınan rp300055n00 kayıtlı ROSAT gözlemi indirildiğinde 8 numaralı kaynak YZ Cnc [n00] olarak tespit edilmiş ve uydu görüntüsü ile gözleme ilişkin genel bilgiler belirlenmiştir (Şekil 6.303.)

YZ Cnc [n00] gözlemi için yarıçap belirleme işlemleri

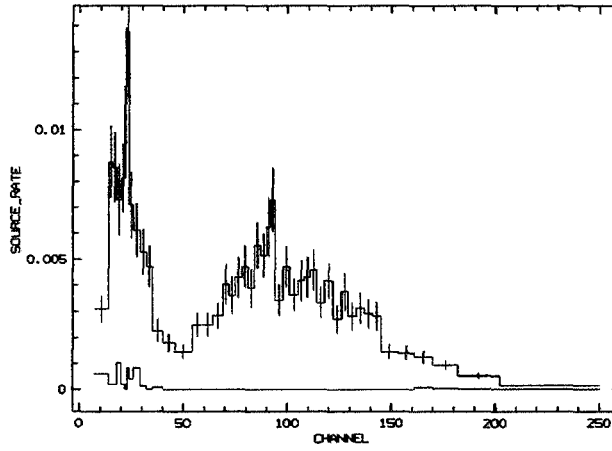


Şekil 6.304. YZ Cnc [n00] yıldızının ROSAT uydu verisindeki yarıçap belirleme sonuçları

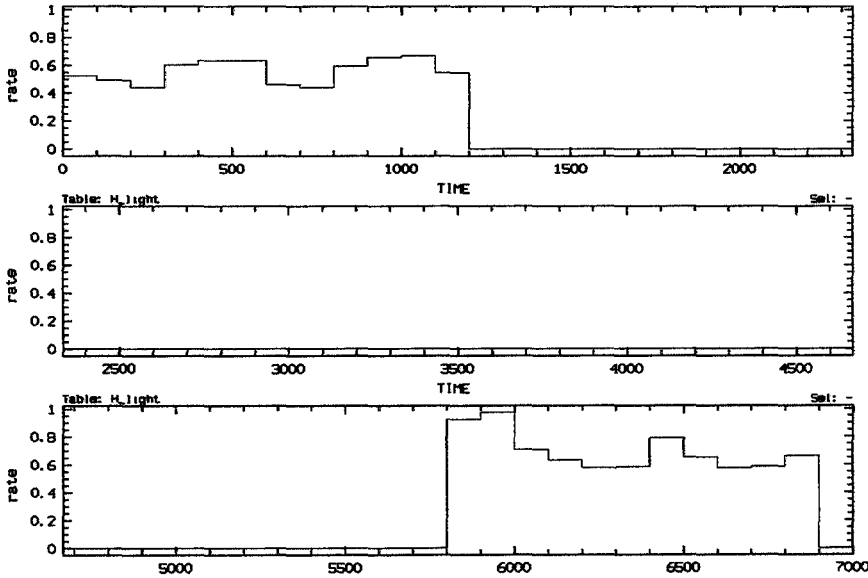
Uydu görüntüsü üzerinden yıldız ve arkaplan için yarıçap değerleri belirlenmiştir (Şekil 6.304). Radial ve azimutal profiller incelendiğinde yoğunluğun merkezden yüzeye kadar düzgün bir şekilde azaldığı göz önünde bulundurularak, YZ Cnc [n00] için görüntü üzerinde 95" bir yarıçap tespit edilmiştir.

YZ Cnc [n00] gözlemi için ışık eğrisi oluşturulması

Kaynağa ait uydu verisi üzerinde, $r1_{YZCnc[n00]}$ yarıçapının belirlediği alandan alınan yıldız ve $r3-r4_{arkaplan}$ yarıçaplarının sınırladığı alandan alınan arkaplan verisinin kıyaslanması ile uydu verisinin çift bileşenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 6.305).



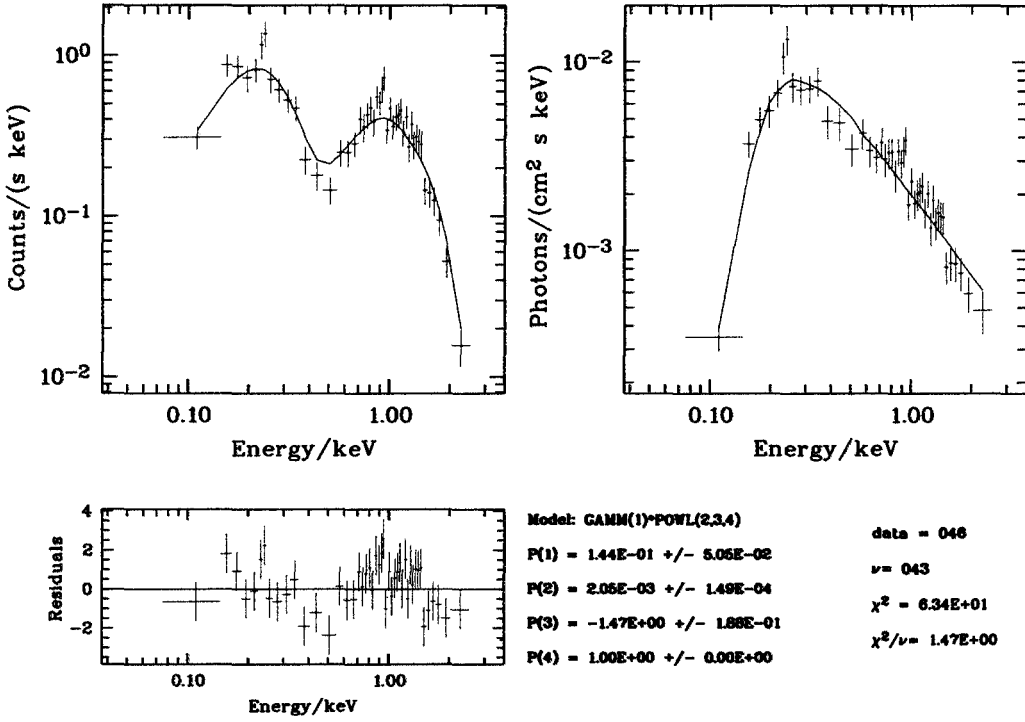
Şekil 6.305. YZ Cnc [n00] için kaynak ve arkaplanın kıyaslanması



Şekil 6.306. YZ Cnc [n00] yıldızının ROSAT uydu verisinden elde edilen ışık eğrisi

YZ Cnc [n00] yıldızına ait ROSAT gözleminden elde edilen ışık eğrisinde, gözlemin 0-413.31 ve 1997.68-2376.557 saniyeleri arasında kalan bölümlerde aktivite belirlenmiş, bu aralıkların dışındaki zamanların sakin bir dönem geçirdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.306).

YZ Cnc [n00] gözlemi için (POWL) güç kanunu modeli uyumluluk analizi



Şekil 6.307. YZ Cnc [n00] yıldızının POWL model analizi sonuçları

Güç kanunu model sonuçlarına göre χ^2 değeri 63.4 ve serbestlik derecesi 43, indirgenmiş χ^2 değeri ise 1.47 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.307).

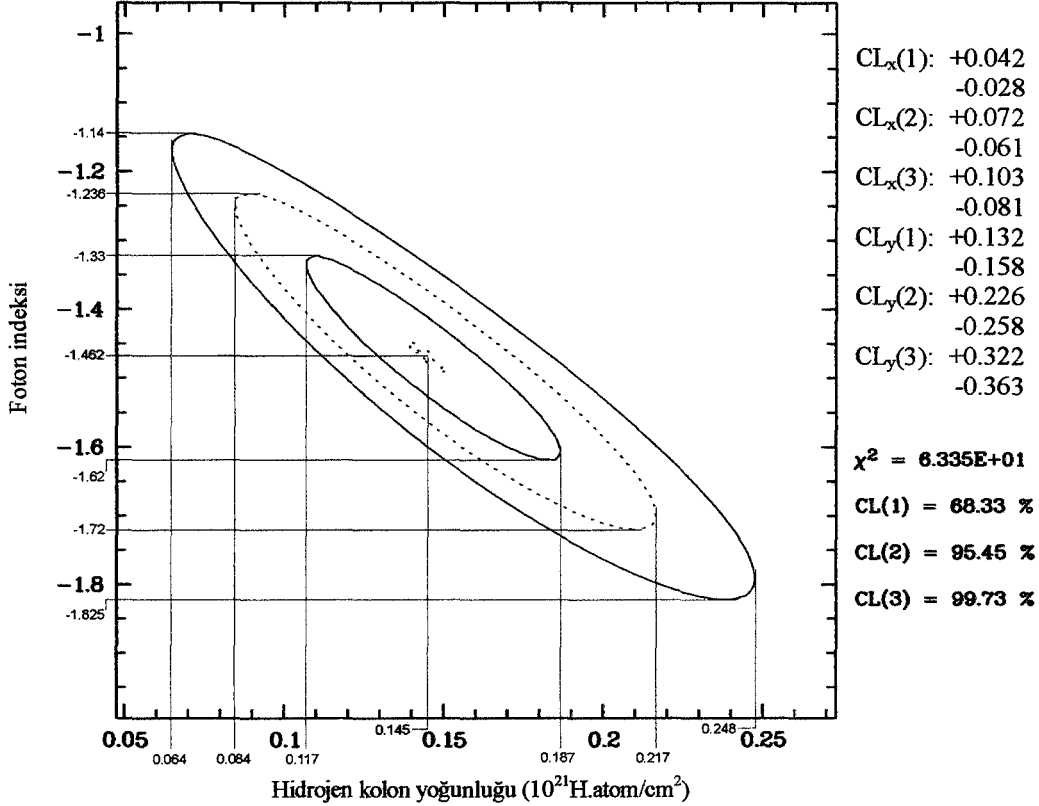
Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.144 \pm 5.05 \times 10^{-2} \times 10^{21} H.atom/cm^2$, E_0 referans enerjideki akı genliği değeri $A = 2.05 \times 10^{-3} \pm 1.49 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s/keV ve foton indeks değeri $\Gamma = -1.47 \pm 0.188$ olarak çıkarılmıştır.

Foton indeks ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak, güvenilirlik seviyesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 63.35 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.145^{+0.042}_{-0.028} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.145^{+0.072}_{-0.061} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

%99.73 güven aralığında $0.145^{+0.103}_{-0.081} \times 10^{21} H.atom/cm^2$,
 olduğu belirlenmiştir. Foton indeks değerleri incelendiğinde;
 %68.33 güven aralığında $-1.462^{+0.132}_{-0.158}$,
 %95.45 güven aralığında $-1.462^{+0.226}_{-0.258}$,
 %99.73 güven aralığında $-1.462^{+0.322}_{-0.363}$, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.308).



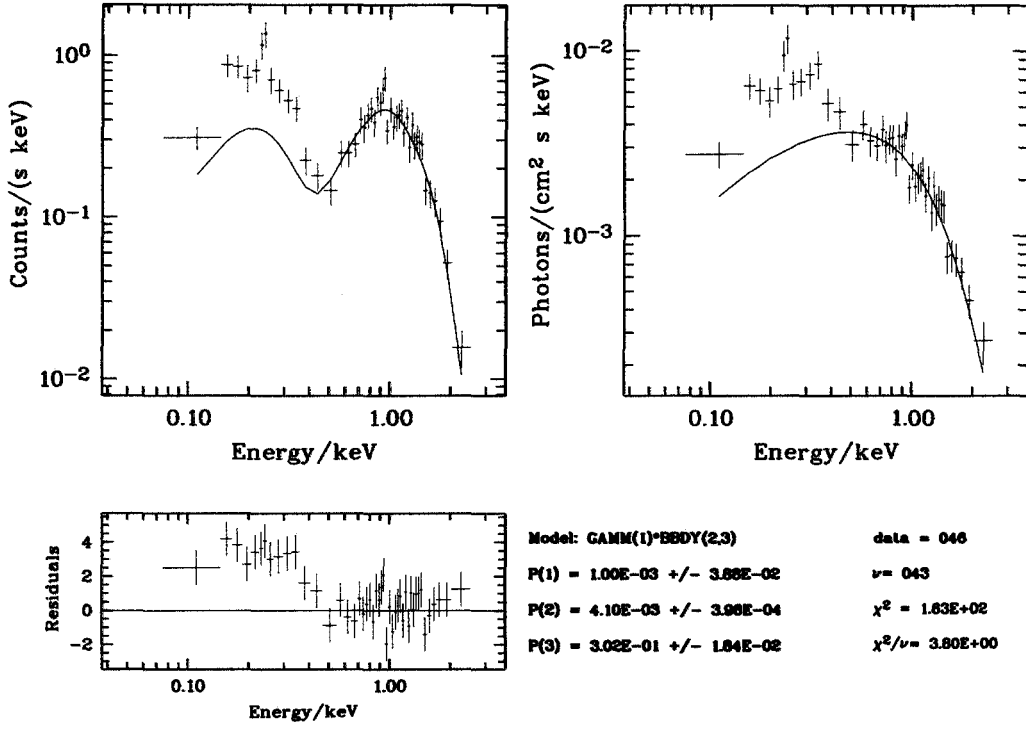
Şekil 6.308. YZ Cnc [n00] yıldızının POWL modeli güvenilirlik analizi sonuçları

1.473255 uyumluluk sonucu ile güç kanunu modeli, YZ Cnc [n00] yıldızı için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

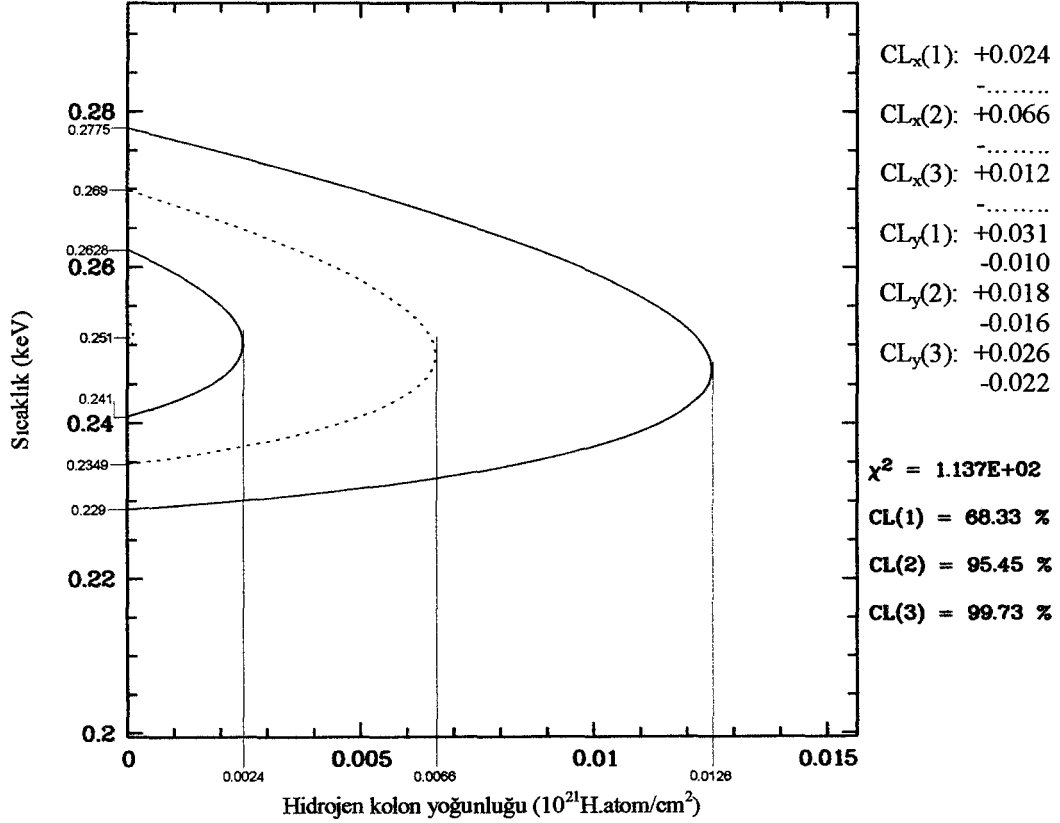
YZ Cnc [n00] gözlemi için kara cisim modeli (BBDY) uyumluluk analizi

Karacisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 163 ve serbestlik derecesi 43'dür. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 3.8 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.309).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0388 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, foton akısı değeri $4.1 \times 10^{-3} \pm 3.96 \times 10^{-4}$ foton/cm²/s ve sıcaklık değeri $T = 0.302 \pm 1.84 \times 10^{-2}$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.309. YZ Cnc [n00] yıldızının BBDY model analizi sonuçları



Şekil 6.310. YZ Cnc [n00] yıldızının BBDY modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 113.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.004}^{+0.024} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.006}^{+0.066} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.012}^{+0.012} \times 10^{21} H.\text{atom} / \text{cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

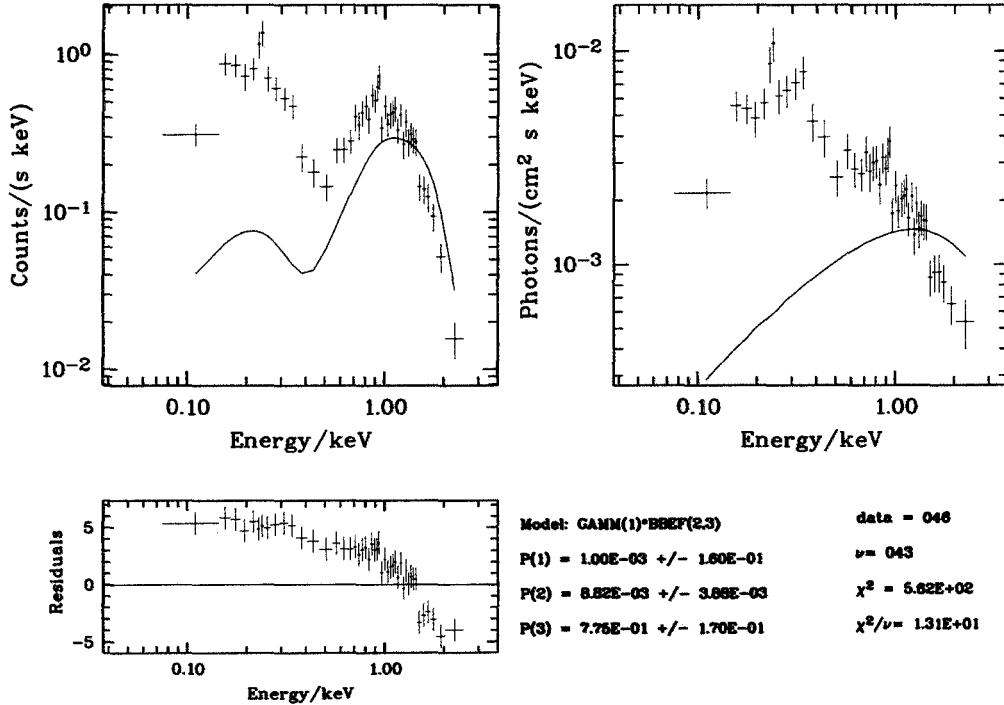
$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.251_{-0.010}^{+0.031} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.251_{-0.016}^{+0.018} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.251_{-0.022}^{+0.026} \text{ keV}, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.310).}$$

Kara cisim modeline uyumluluk 1.1154 olduğundan kara cisim modeli YZ Cnc [n00] yıldızı için uygun bir modeldir.

YZ Cnc [n00] gözlemi için kara cisim modeli (BBEF) uyumluluk analizi



Şekil 6.311. YZ Cnc [n00] yıldızının BBEF model analizi sonuçları

Kara cisim model sonuçlarına göre χ^2 değeri 562 ve serbestlik derecesi 43'dür. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 13.1 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.311).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.16 \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2$, enerji akısı değeri $8.82 \times 10^{-3} \pm 3.88 \times 10^{-3} \text{ keV/cm}^2/\text{s}$ ve sıcaklık değeri $T = 0.775 \pm 0.17 \text{ keV}$ olarak çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 113.7 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.002}^{+0.002} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.006}^{+0.006} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

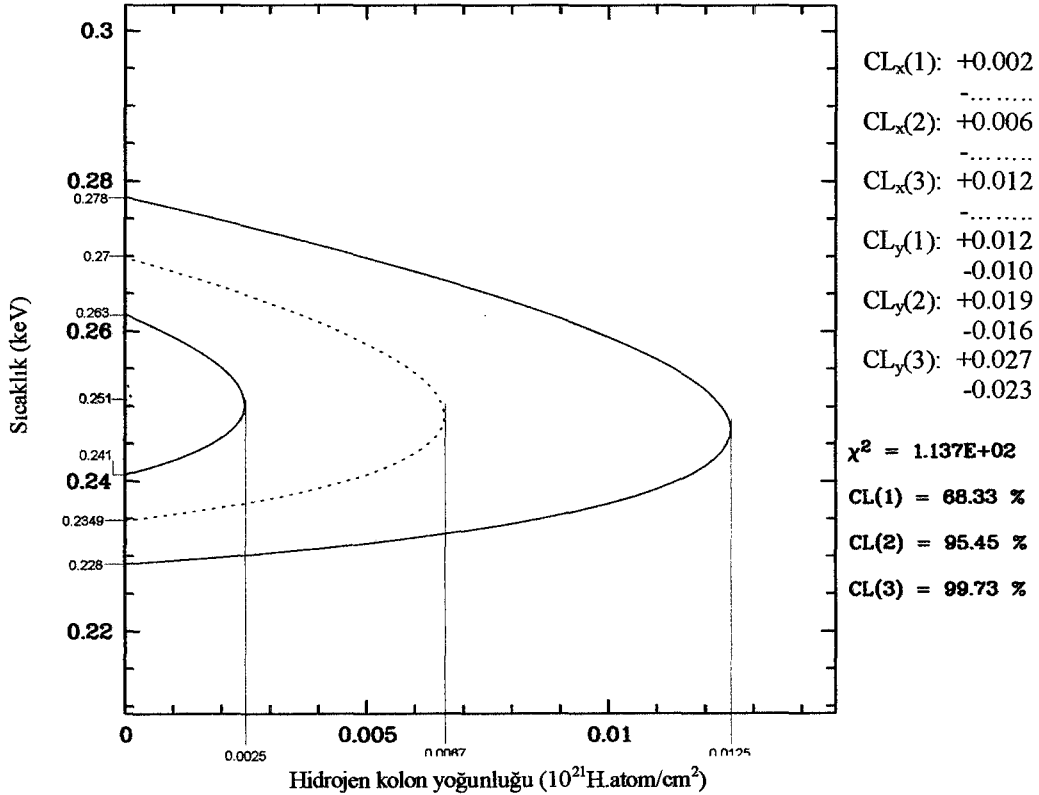
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.0_{-0.012}^{+0.012} \times 10^{21} \text{ H.atom/cm}^2,$$

olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.251_{-0.010}^{+0.012} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.251_{-0.016}^{+0.019} \text{ keV},$$

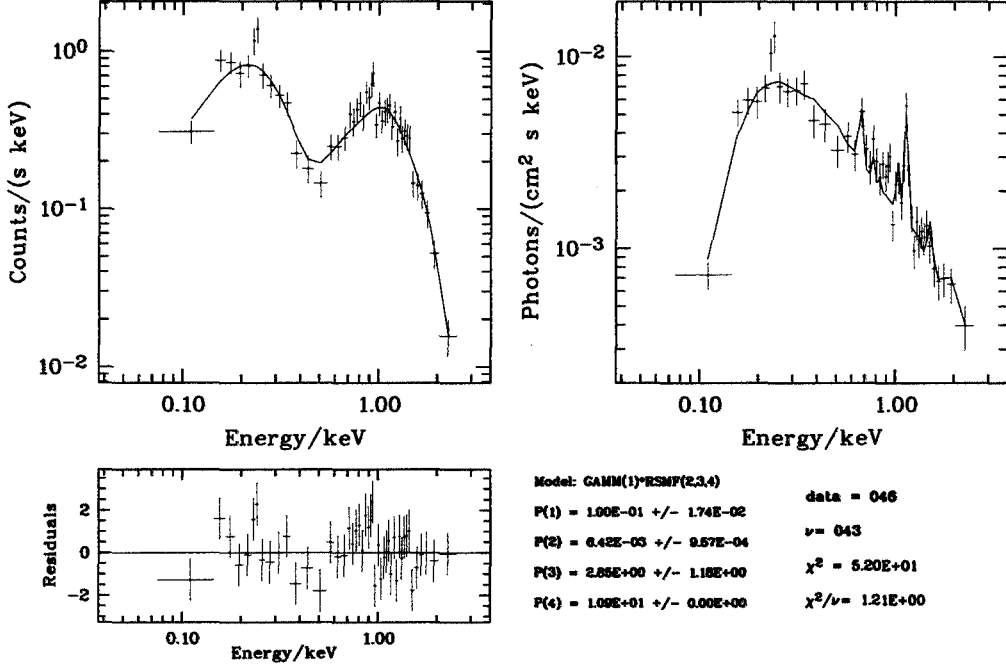
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.251_{-0.023}^{+0.027} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.312).}$$



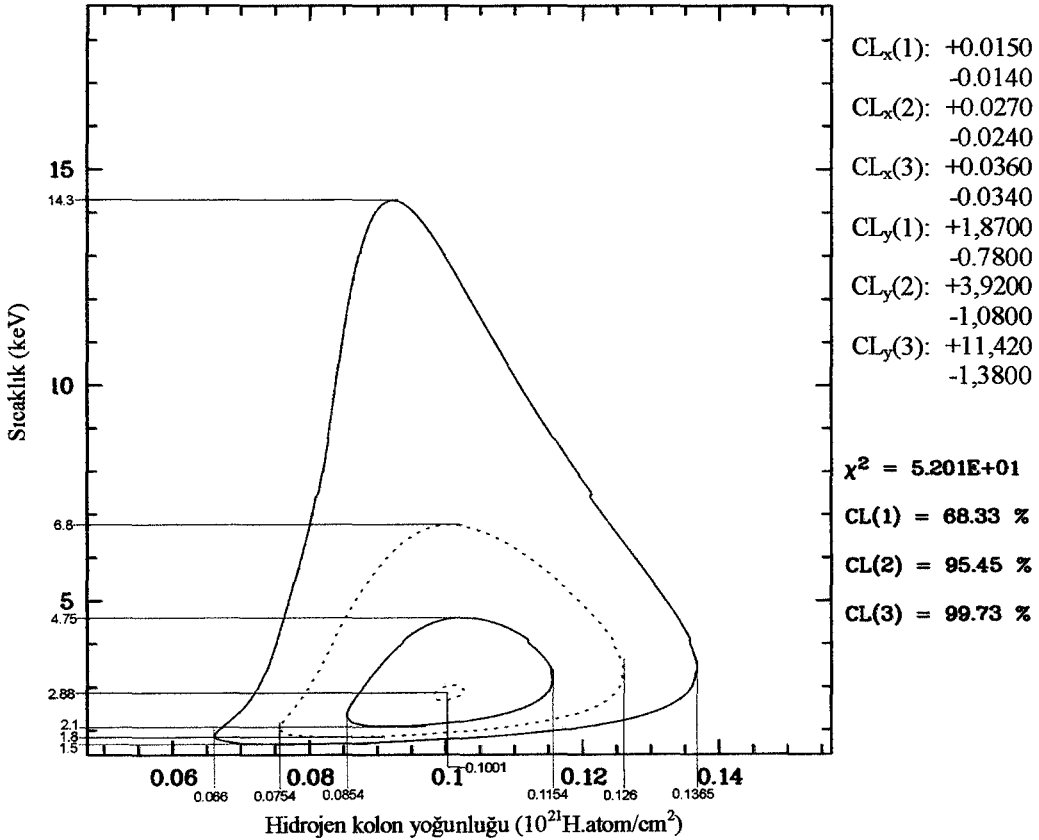
Şekil 6.312. YZ Cnc [n00] yıldızının BBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Kara cisim modeline uyumluluk 2.644186 olduğundan kara cisim modeli YZ Cnc [n00] yıldızı için uygun bir modeldir.

**YZCnc[n00] gözlemi için Isısal Plazma Emisyonu modeli (RSMF) [full code]
(Raymond Smith) uyumluluk analizi**



Şekil 6.313. YZ Cnc [n00] yıldızının RSMF model analizi sonuçları



Şekil 6.314. YZ Cnc [n00] yıldızının RSMF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Isısal Plazma Emisyonu (Raymond-Smith) model sonuçlarına göre χ^2 değeri 52 ve serbestlik derecesi 43 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.21 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.313).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.001 \pm 0.0174 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, normalize edilmiş genlik değeri $6.42 \times 10^{-3} \pm 9.57 \times 10^{-4} cm^{-5}$ ve sıcaklık değeri $T = 2.85 \pm 1.18 keV$ olarak çıkarılmıştır (Şekil 6.313).

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 52.01 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.1001^{+0.0150}_{-0.0140} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.1001^{+0.0270}_{-0.0240} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.1001^{+0.0360}_{-0.0340} \times 10^{21} H.atom/cm^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 2.88^{+1.8700}_{-0.7800} keV,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 2.88^{+3.9200}_{-1.0800} keV,$$

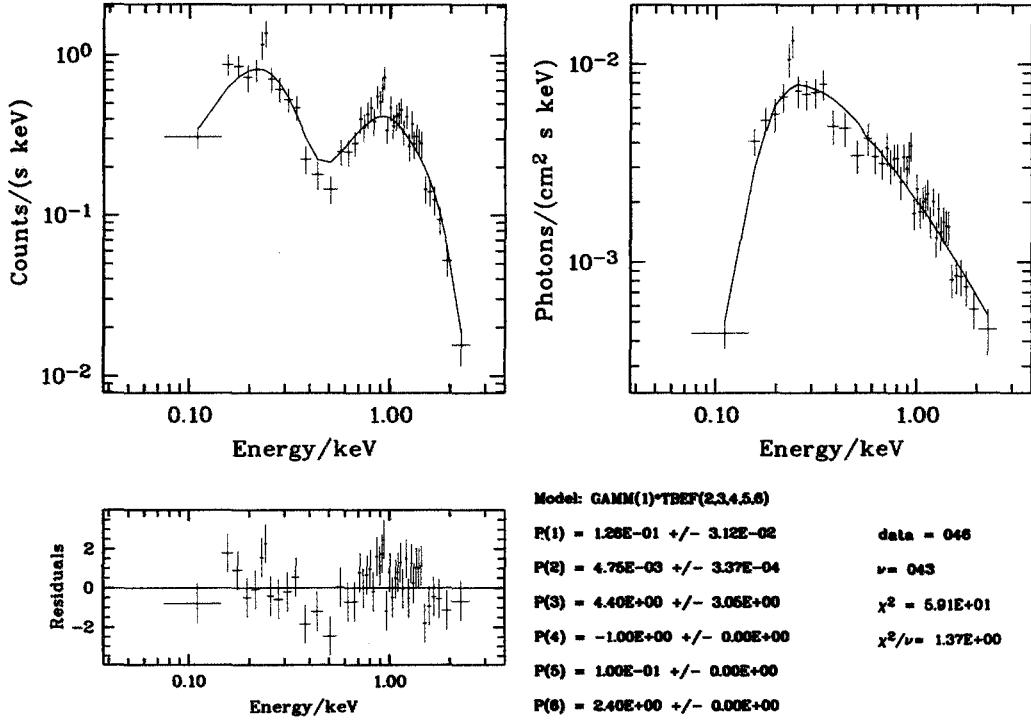
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 2.88^{+11.420}_{-1.3800} keV, \text{ olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.314).}$$

1.209534 uyumluluk değeri ile RSMF, YZ Cnc [n00] için uygun bir model olarak belirlenmiştir.

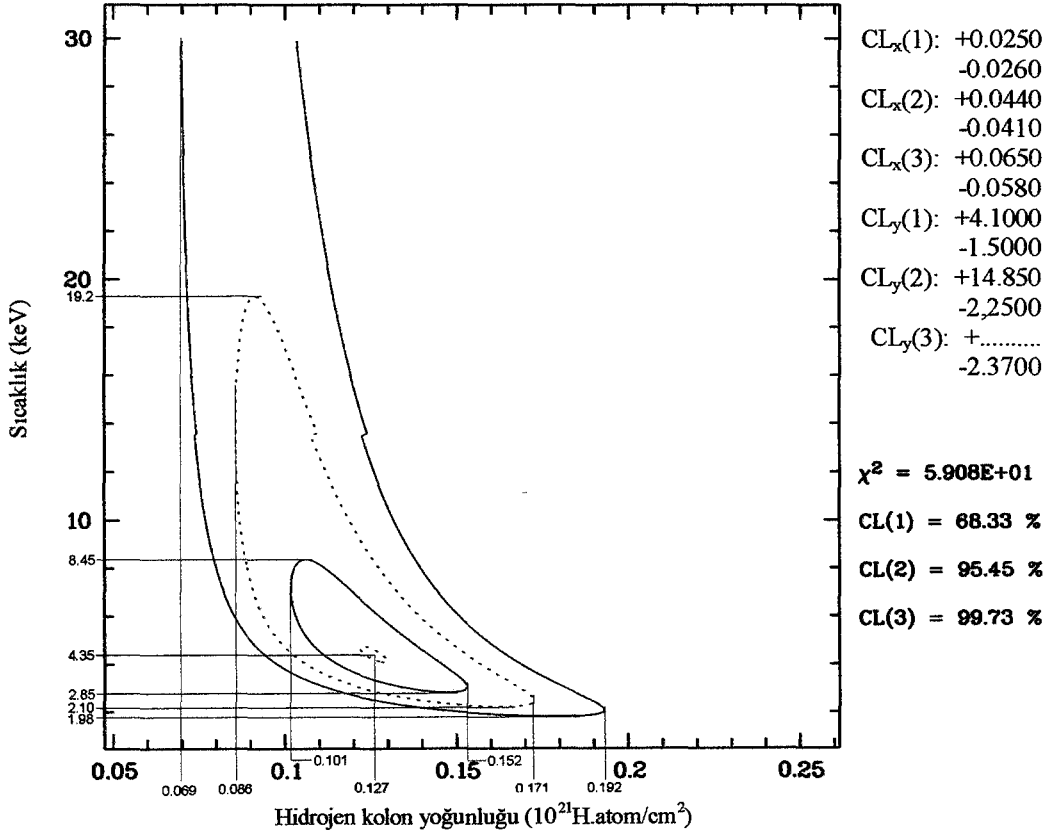
YZ Cnc [n00] gözlemi için Isısal Bremsstrahlung (TBEF) modeli uyumluluk analizi

(TBEF) Isısal Bremsstrahlung Model sonuçlarına göre χ^2 değeri 59.1 ve serbestlik derecesi 43 olarak tespit edilmiştir. İndirgenmiş χ^2 değeri ise 1.37 olarak belirlenmiştir (Şekil 6.315).

Modelin sonuç değerlerine göre; hidrojen kolon yoğunluğu $0.126 \pm 0.0312 \times 10^{21} H.atom/cm^2$, [E1 ve E2 aralığında] enerji akısı genlik değeri $4.75 \times 10^{-3} \pm 3.37 \times 10^{-4} keV/cm^2/s$ ve sıcaklık değeri $T = 4.4 \pm 3.05 keV$ olarak çıkarılmıştır.



Şekil 6.315. YZ Cnc [n00] yıldızının TBEF model analizi sonuçları



Şekil 6.316. YZ Cnc [n00] yıldızının TBEF modeli güvenilirlik analizi sonuçları

Sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu bazında daha hassas bir hata analizi yapılarak güvenilirlik derecesi ile birlikte değerler incelendiğinde χ^2 değeri 59.08 olarak bulunmuştur. Hidrojen kolon yoğunluğu;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 0.127^{+0.0250}_{-0.0260} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 0.127^{+0.0440}_{-0.0410} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

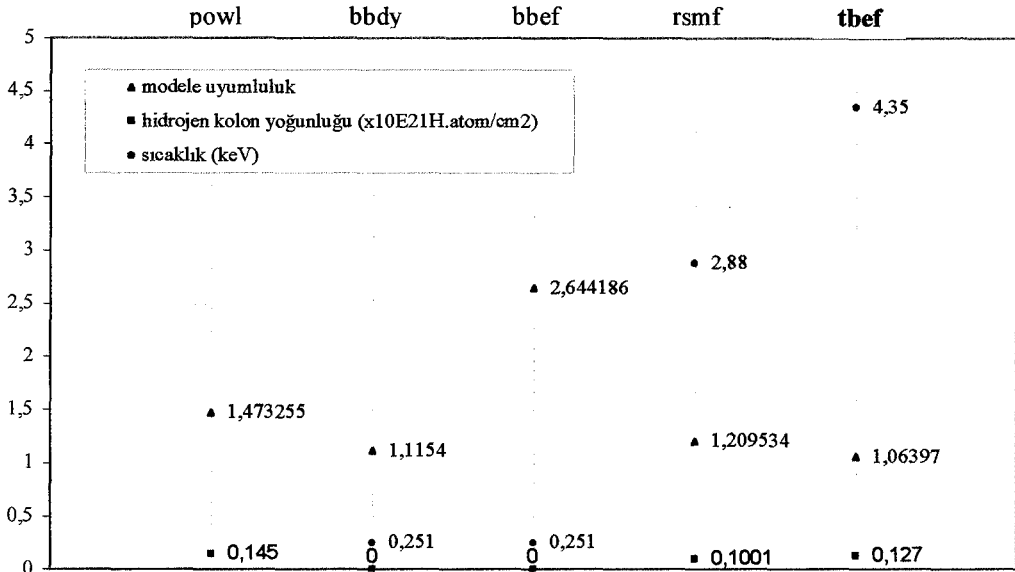
$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 0.127^{+0.0650}_{-0.0580} \times 10^{21} \text{ H.atom / cm}^2,$$

olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde;

$$\%68.33 \text{ güven aralığında } 4.35^{+4.1000}_{-1.5000} \text{ keV},$$

$$\%95.45 \text{ güven aralığında } 4.35^{+14.850}_{-2.3700} \text{ keV},$$

$$\%99.73 \text{ güven aralığında } 4.35^{+.....}_{-2.3700} \text{ keV, olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.316).}$$



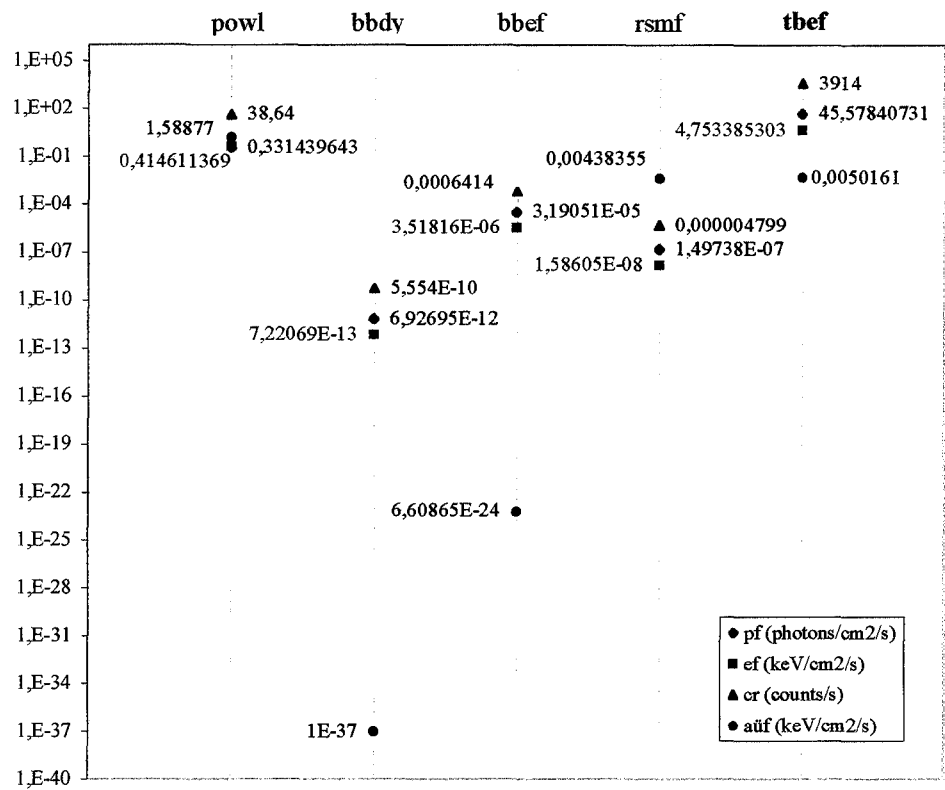
Şekil 6.317. YZ Cnc [n00] yılımın spektral analiz ve modele uyumluluk sonuç değerleri

1.373953 değeri ile TBEF, YZ Cnc [n00] için uygun bir model olarak tespit edilmiştir.

YZ Cnc [n00] için değerlendirilen modeller içinde 1.209534 χ^2 uyumluluk değeri ile Isısal Plazma Emisyonu (RSMF) en uygun fit sonucunu veren model olarak belirlenmiştir (Şekil 6.317).

Beş model birlikte değerlendirildiğinde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen hidrojen kolon yoğunluk değerleri ve sıcaklık değerleri Şekil 6.317’de ve foton

akısı, enerji akısı, sayım oranı ve atmosfer üzeri akı değerleri Şekil 6.318’de verilmiştir.



Şekil 6.318. YZ Cnc [n00] yıldızının spektral analiz sonuç değerleri

Çizelge 6.58. YZ Cnc [n00] yıldızının tüm modellere göre spektral analiz sonuçları

	nH	akı genişliği	foton	chi ² /v
	× 10 ²¹ H.atom / cm ²	(foton/cm ² /s/keV)	indeksi	
powl	0.145 ^{+0.072} _{-0.061}	2.05 × 10 ⁻³ ^{+1.49 × 10⁻⁴} _{-1.49 × 10⁻⁴}	-1.462 ^{+0.226} _{-0.258}	1.473255
bbdy	0.0 ^{+0.066} _{-.....}	foton akısı (foton/cm ² /s) 0.0041 ^{+3.96 × 10⁻⁴} _{-3.96 × 10⁻⁴}	T (keV) 0.251 ^{+0.018} _{-0.016}	1.1154
bbef	0.0 ^{+0.006} _{-.....}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 8.82 × 10 ⁻³ ^{+3.88 × 10⁻³} _{-3.88 × 10⁻³}	T (keV) 0.251 ^{+0.019} _{-0.016}	2.644186
rsmf	0.1001 ^{+0.0270} _{-0.0240}	normalize edilmiş A (cm ⁻³) 6.42 × 10 ⁻³ ^{+9.57 × 10⁻⁴} _{-9.57 × 10⁻⁴}	T (keV) 2.88 ^{+3.9200} _{-1.0800}	1.209534
tbef	0.127 ^{+0.0440} _{-0.0410}	enerji akısı (keV/cm ² /s) 4.75 × 10 ⁻³ ^{+3.37 × 10⁻⁴} _{-3.37 × 10⁻⁴}	T (keV) 4.35 ^{+14.850} _{-2.3700}	1.06397

YZ Cnc [n00] yıldızının, tüm modeller gözönünde bulundurularak elde edilen, sonuç değerleri Çizelge 6.58.'de verilmiştir.

YZ Cnc [n00] yıldızı için emisyon ölçümü

YZ Cnc [n00]'nin bilinen uzaklığı $D=290$ pc değerinde olduğu göz önünde bulundurarak, Isısal Plazma Emisyon Modelinden hesapladığımız normalize edilmiş genlik değerini $(6.42 \times 10^{-3} \pm 9.57 \times 10^{-4})$ genel emisyon ölçümü ifadesinde değerlendirdiğimizde, YZ Cnc [n00] için emisyon ölçüm değerine ulaşırız;

$$EM = 65,1694492752 \times 10^{53} \text{ cm}^{-3}$$

YZ Cnc [n00] yıldızı için sertlik oranı değerleri

YZ Cnc [n00] için, materyal ve metod bölümündeki sertlik oranı teorik hesaplama yöntemleri gözönünde bulundurularak hesaplanan sertlik oranı değerleri Çizelge 6.59'da verilmiştir.

Çizelge 6.59. YZ Cnc [n00] yıldızının değişik kanal aralıklarındaki sertlik oranı değerleri

A (11-41)	B (52-201)	C (52-90)	D (91-201)	D1 (91-150)	D2 (151-201)
174	361	122	239	162	40
hr1	hr2	hr3	hr4	hr5	hr6
0.349532710	0.324099723	0.728033473	0.510460251	3.050000000	4.050000000

YZ Cnc [n00] yıldızı için sayım oranı değeri

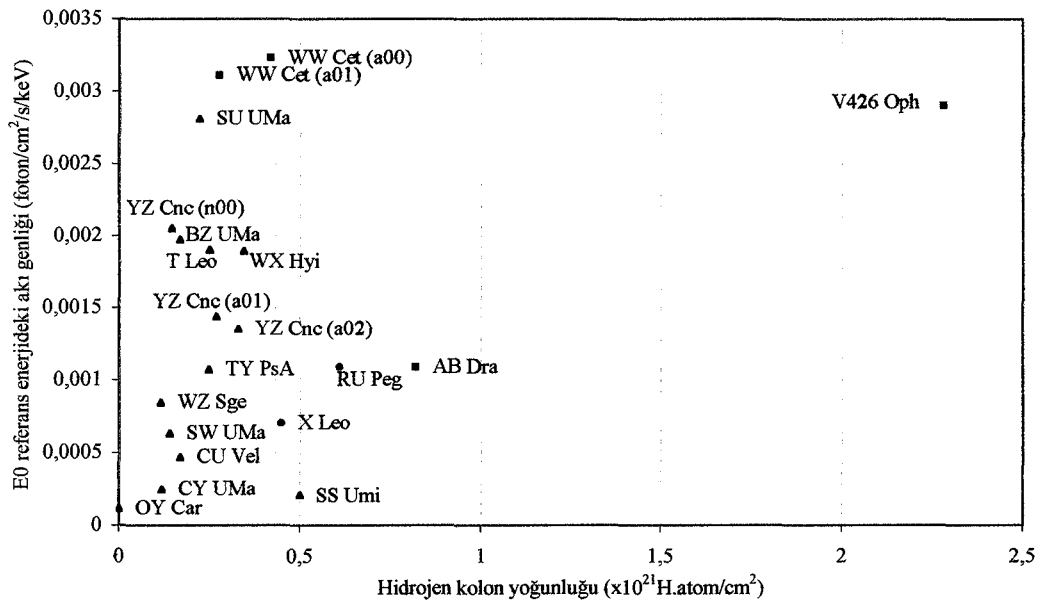
ROSAT verisinin indirgenmesi sürecinde oluşturulan solst.tbl dosyasından elde edilen parametreler CTS ve VIG_GOR değerleri ile birlikte gözlem süresi olan TIM_INT ve hesaplanan yaşam zamanı faktörü olan LIF_TIME değerleri birlikte değerlendirildiğinde incelenen yıldızın sayım oranı hesaplanmıştır (Çizelge 6.60).

Çizelge 6.60. YZ Cnc [n00] yıldızının sayım oranı değeri

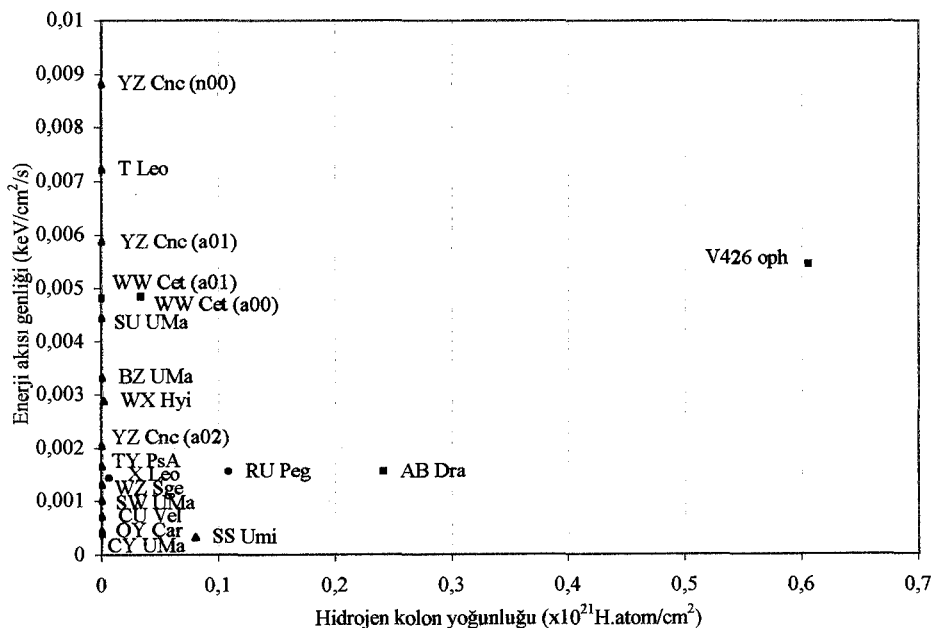
	CTS	VIG GOR	TIM INT	LIF TIME	COUNT RATE
YZ Cnc [n00]	1551,48	1,006	2411	0,981465517	0,659586725

6.2. Cüce Novaların Spektral Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

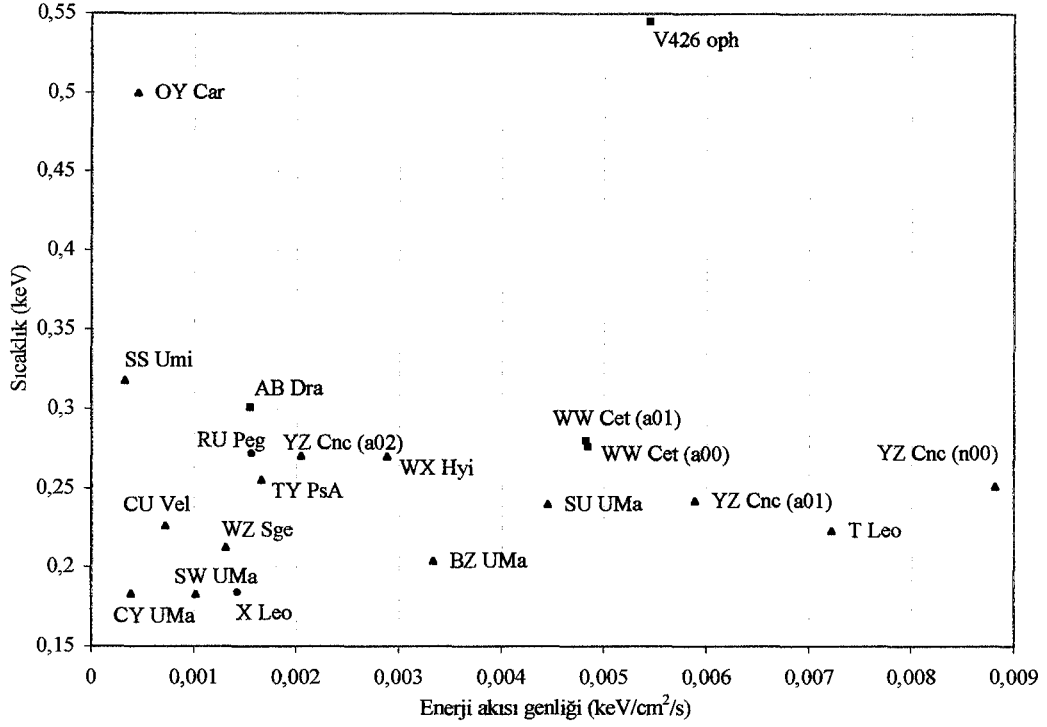
Bu alt bölümde çalışmamızda incelenen 20 cüce novanın elde edilen tüm bulguları grafikler ve çizelgeler halinde karşılaştırılmaktadır. Grafikler halinde sunulan analiz sonuçlarında, SU tipi cüce nova değerleri mavi ile, UG tipi cüce nova değerleri yeşil ile ve ZC tipi cüce nova değerleri kırmızı ile temsil edilmektedir.



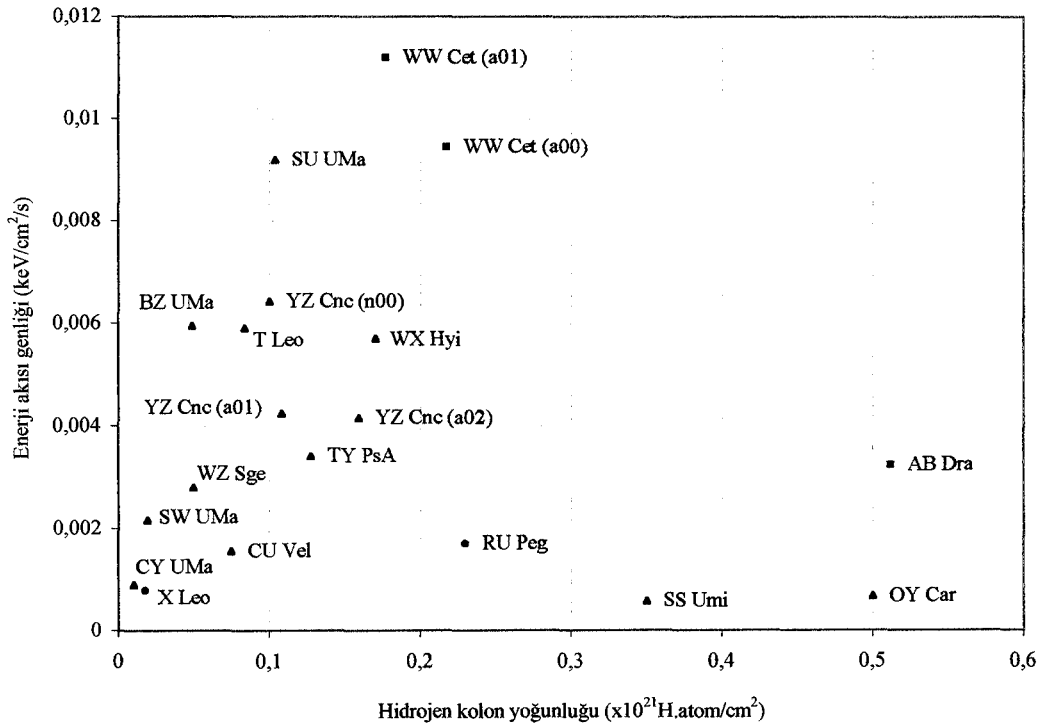
Şekil 6.319. (POWL) Güç kanunu modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları.



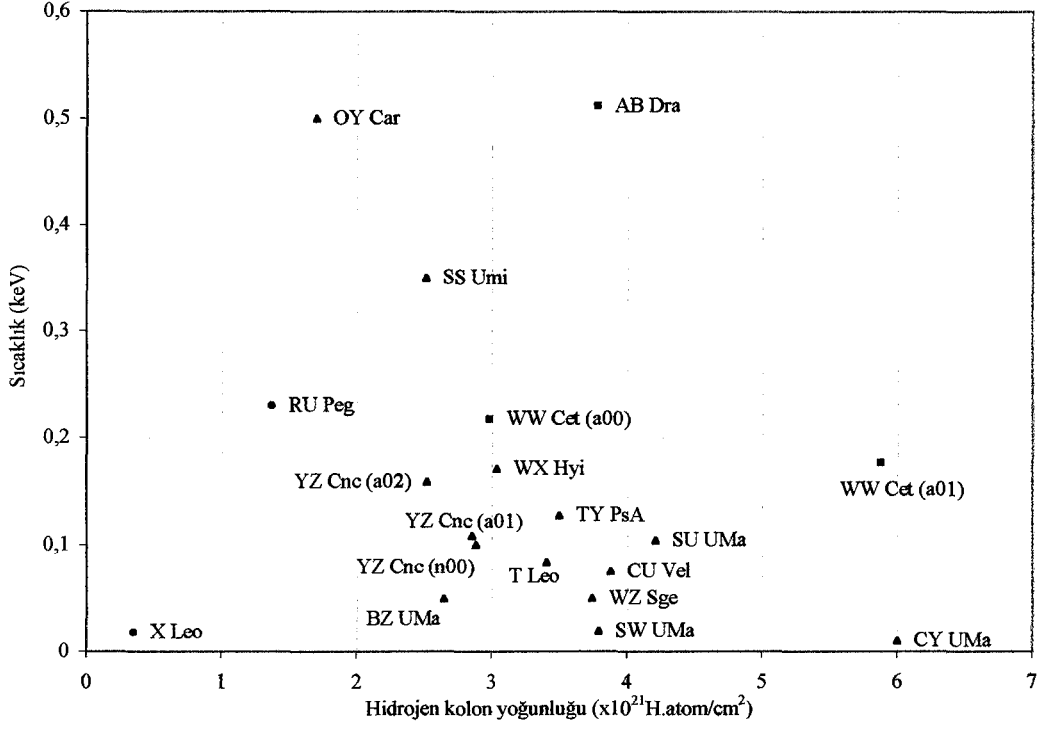
Şekil 6.320. (BBEF) Kara cisim modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları.



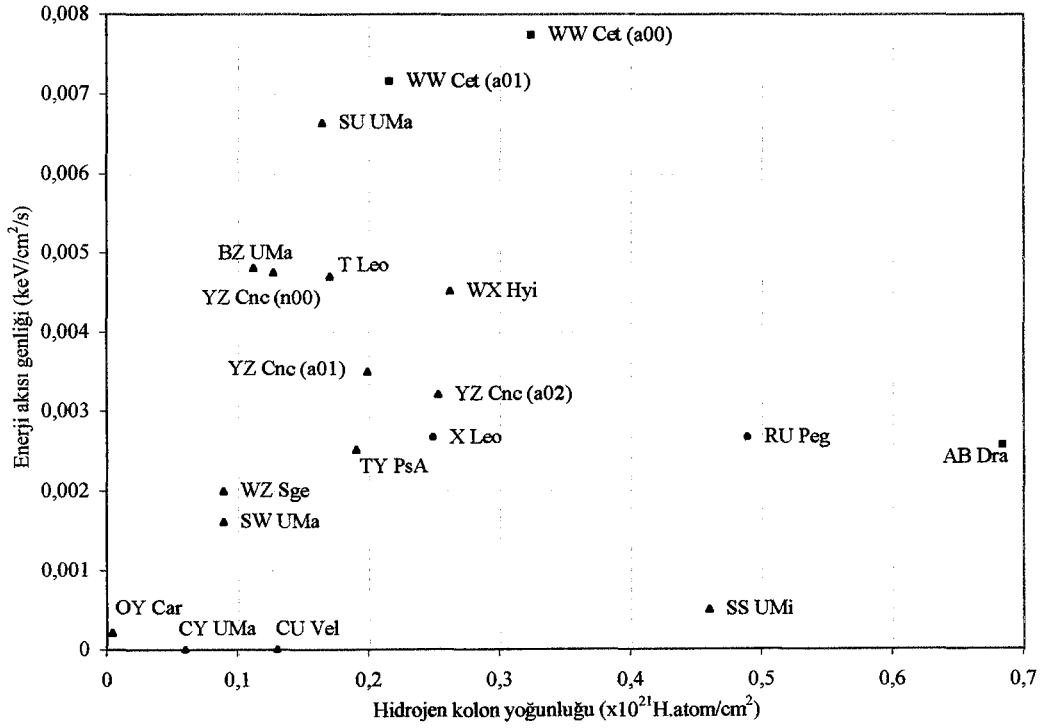
Şekil 6.321. (BBEF) Karacisim modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve sıcaklık değerlerine göre yıldızların dağılımları.



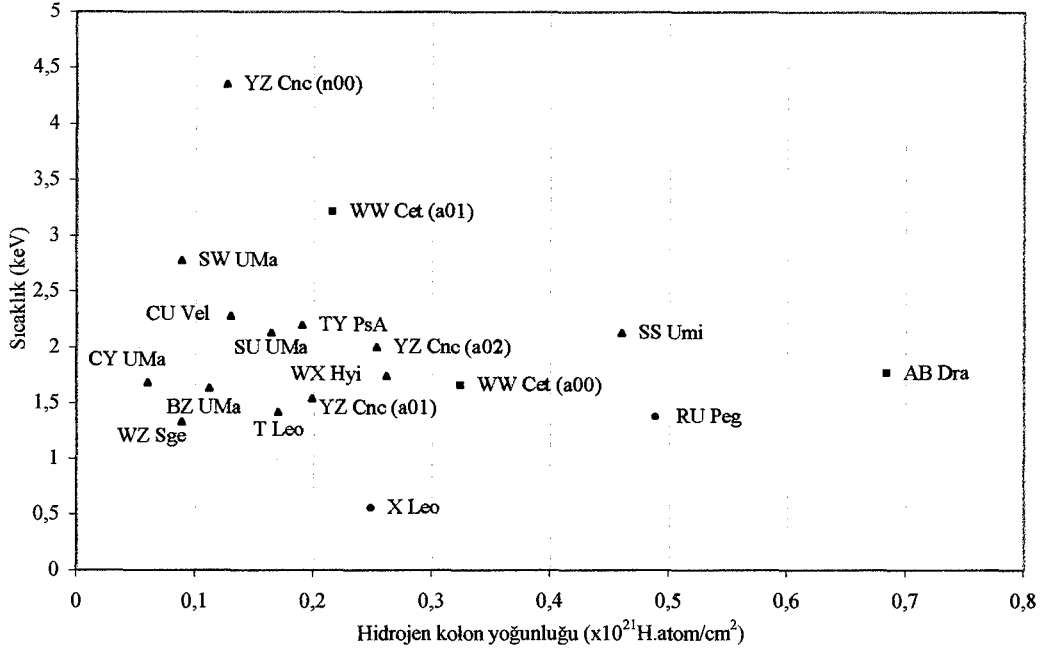
Şekil 6.322. (RSMF) Isısal Plazma Emisyonu modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları.



Şekil 6.323. (RSMF) Isısal Plazma Emisyonu modelinden elde edilen sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları.



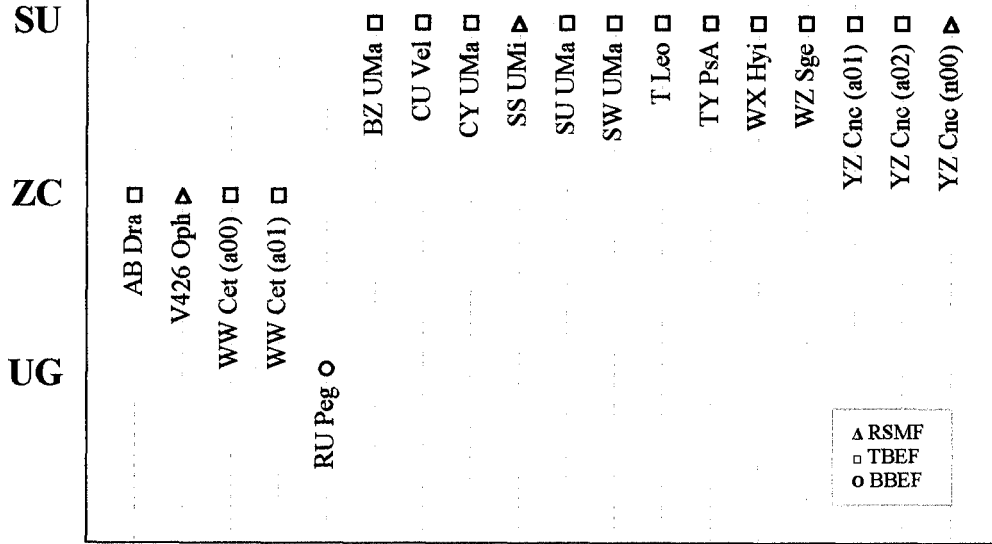
Şekil 6.324. (TBEF) Isısal Bremsstrahlung modelinden elde edilen enerji akısı genliği ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları.



Şekil 6.325. (TBEF) Isısal Bremsstrahlung modelinden elde edilen sıcaklık ve hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine göre yıldızların dağılımları.

Çizelge 6.61. Yıldızların modellere uyumluluk değerleri

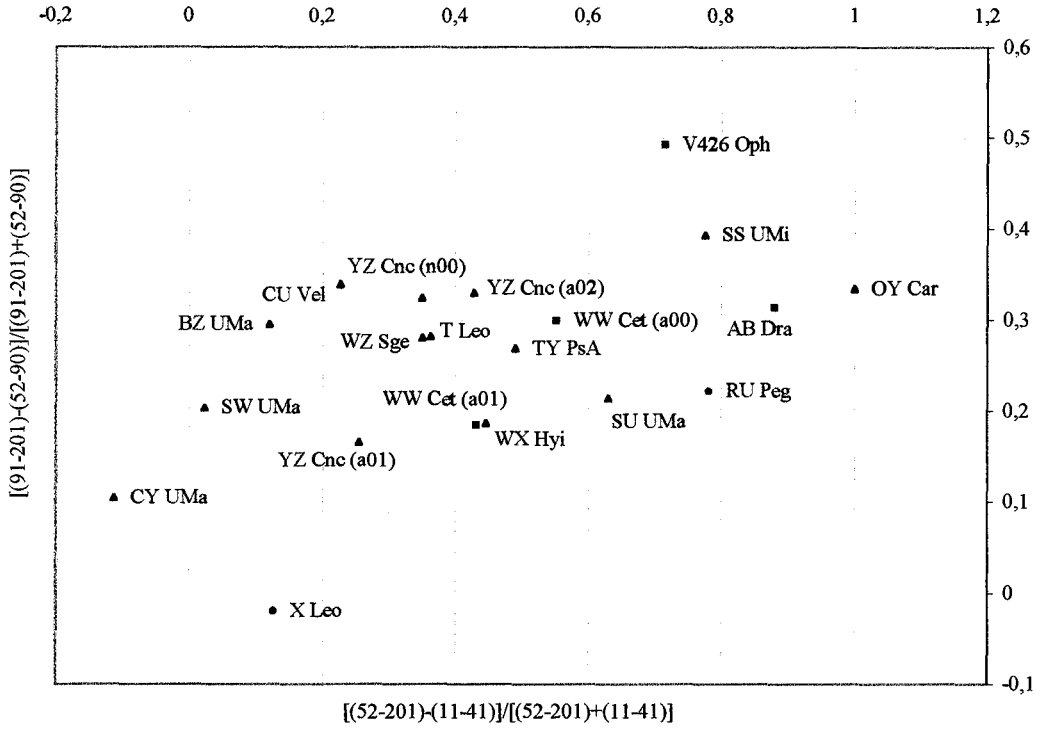
yıldızlar	powl	bbdy	bbef	rsmf	tbef
AB Dra	0,70000	0,85910	0,85910	1,10087	0,75000
V426oph	1,06320	1,11540	1,11540	1,06250	1,06397
WW Cet (a00)	1,61440	2,12680	2,12680	1,98960	1,55560
WW Cet (a01)	1,03110	1,63710	1,63710	1,13500	0,99830
RU Peg	1,81190	1,32900	1,32900	1,85710	1,60740
X Leo	3,55300	2,02500	2,02500	3,95510	2,59790
BZ UMa	1,04720	3,03880	3,03880	1,26640	0,87980
CU Vel	0,91850	2,78740	2,78740	1,07310	0,83420
CY UMa	1,19720	3,15960	3,16000	1,88520	1,11680
OY Car	*	*	*	*	*
SS UMi	1,59770	0,53220	0,53220	0,48850	0,63300
SU UMa	1,24510	3,16000	3,16880	1,56880	1,22460
SW UMa	1,51250	3,78840	3,78840	2,49230	1,40190
T Leo	1,11375	2,88375	2,88375	2,00000	1,08587
TY PsA	1,52857	2,68700	2,68700	1,73890	1,49090
WX Hyi	1,54500	2,37380	2,37380	1,93420	1,49180
WZ Sge	1,63670	3,79650	3,37650	1,34180	1,20180
YZ Cnc (a01)	1,20520	2,27040	2,27080	1,55600	1,12390
YZ Cnc (a02)	1,53570	2,41780	2,41780	1,84780	1,55420
YZ Cnc (n00)	1,47320	2,64410	2,64410	1,20950	1,37390



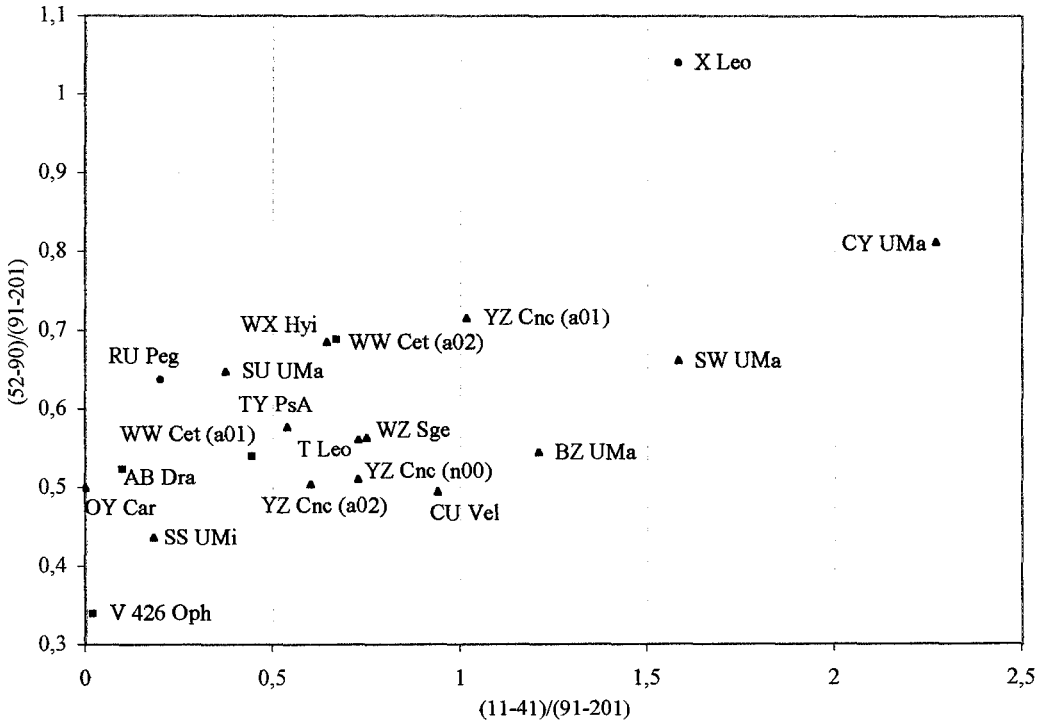
Şekil 6.326. Cüce novaların alt gruplarına göre yıldızların modele uyumluluk dağılımı

Çizelge 6.62. Yıldızlardan gelen fotonların enerji aralıklarına göre kanallarda toplanma sayıları

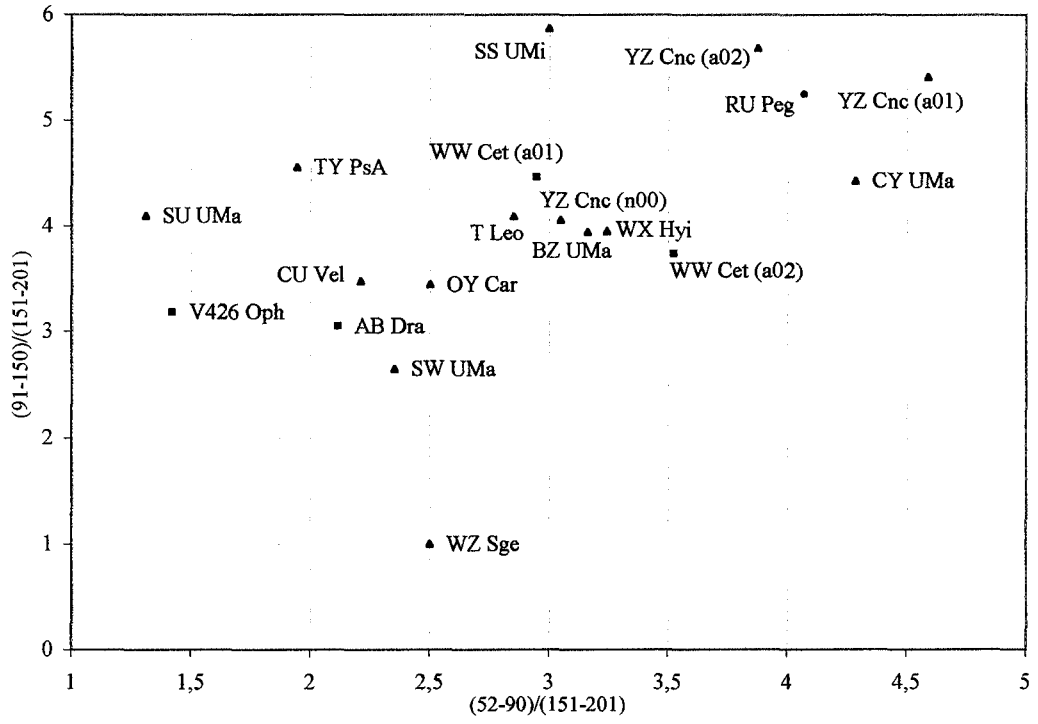
	A	B	C	D	D1	D2	D3
	11-41	52-201	52-90	91-201	91-150	151-201	192-201
AB Dra	17	265	91	174	131	43	4
V426 Oph	16	96	273	803	611	192	25
WW Cet (a01)	136	471	165	306	250	56	8
WW Cet (a02)	144	363	148	215	157	42	5
RU Peg	36	293	114	179	147	28	1
X Leo	155	200	102	98	96	2	0
BZ UMa	260	332	117	215	146	37	1
CU Vel	80	127	42	85	66	19	8
CY UMa	84	67	30	37	31	7	0
OY Car	0	30	10	20	4	4	0
SS Umi	10	79	24	55	47	8	1
SU UMa	119	524	206	318	643	157	20
SW UMa	304	319	127	192	143	54	7
T Leo	204	437	157	280	225	55	2
TY PsA	98	287	105	182	246	54	5
WX Hyi	125	327	133	194	162	41	3
WZ Sge	120	250	90	160	124	36	2
YZ Cnc (a01)	111	187	78	109	92	17	1
YZ Cnc (a02)	74	185	62	123	91	16	1
YZ Cnc (n00)	174	361	122	239	162	40	5



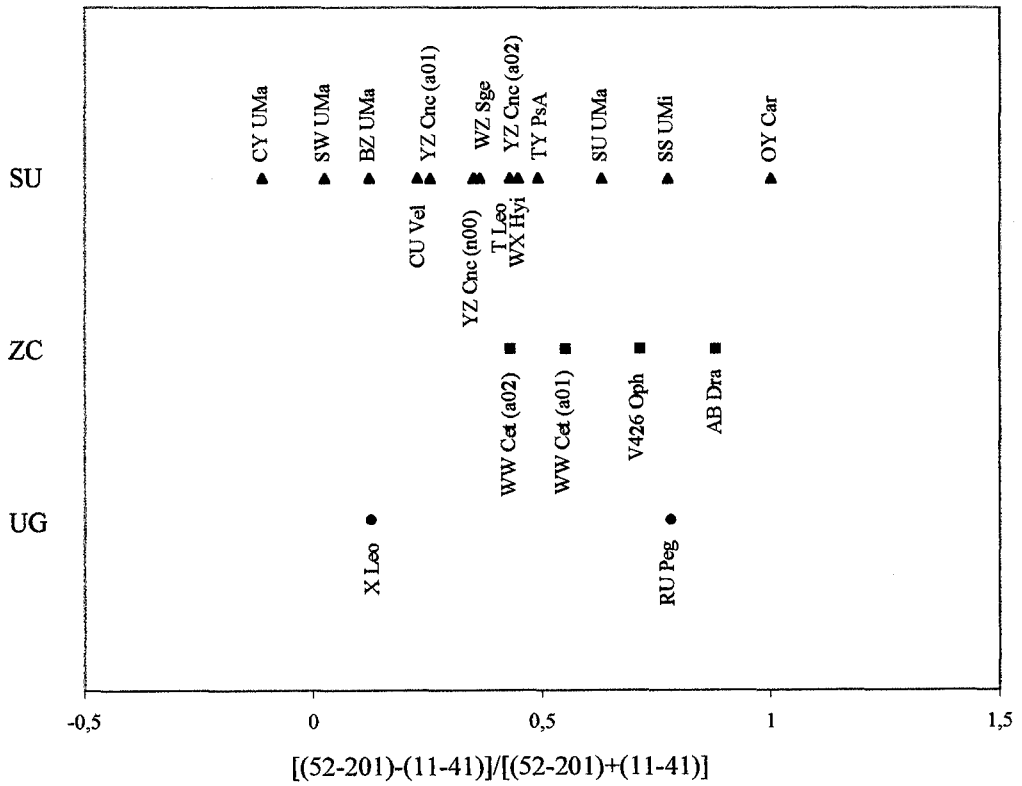
Şekil 6.327. Yıldızların hr1 ve hr2 sertlik oranı dağılımları



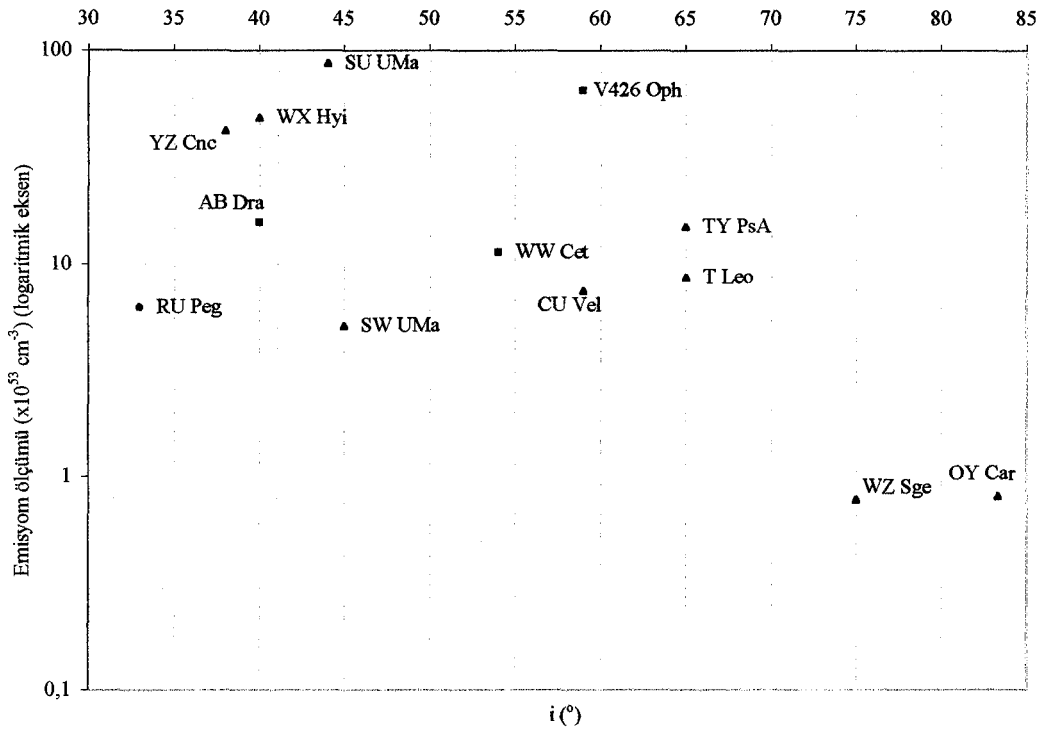
Şekil 6.328. Yıldızların düşük enerji değerlerine göre sertlik oranı dağılımları



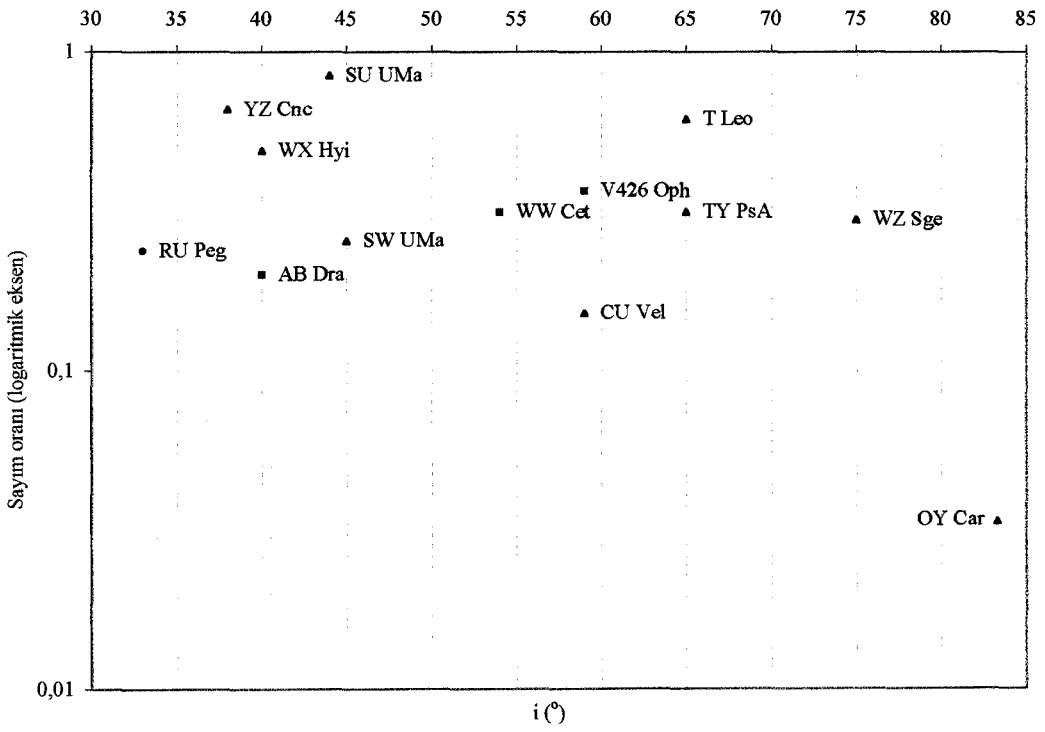
Şekil 6.329. Yıldızların yüksek enerji değerlerine göre sertlik oranı dağılımları



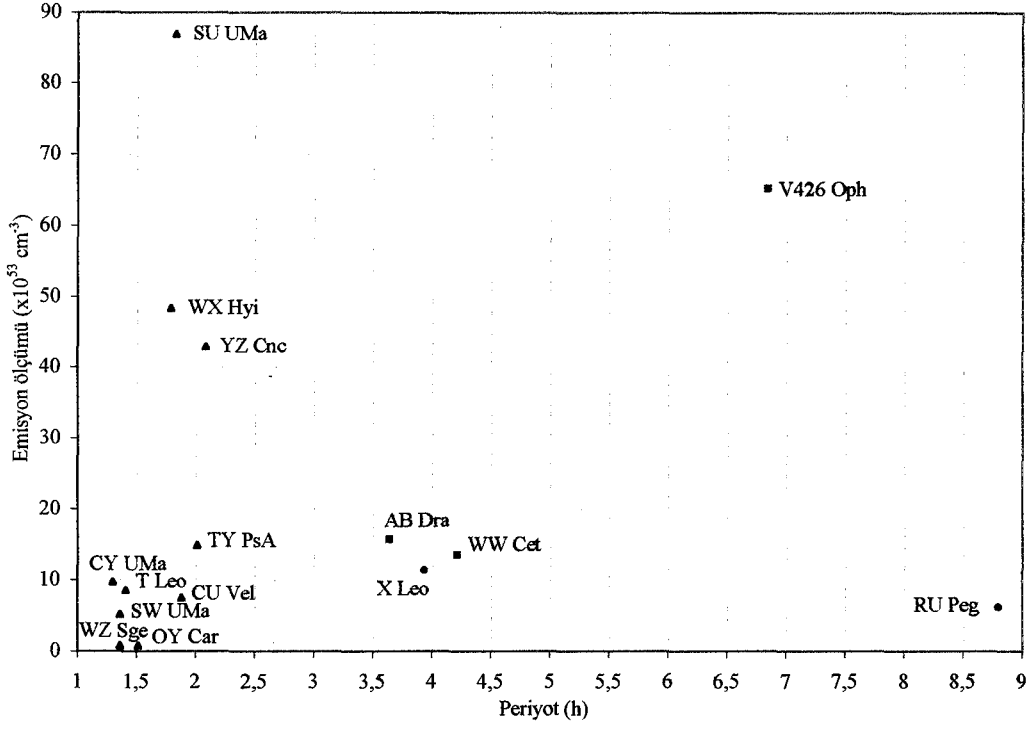
Şekil 6.330. Sertlik oranlarının cüce nova alt gruplarına göre dağılımı



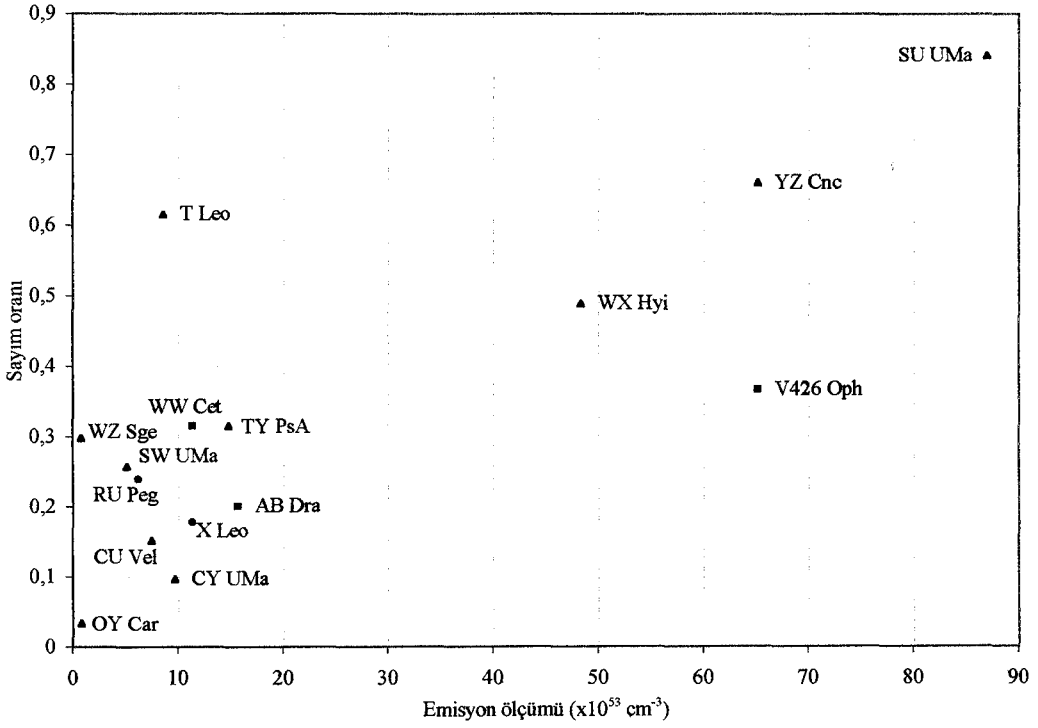
Şekil 6.331. Yıldızların eğim açısına göre emisyon ölçümü dağılımı



Şekil 6.332. Yıldızların eğim açısına göre sayım oranı dağılımı



Şekil 6.333. Yıldızların periyota göre emisyon ölçümü dağılımı



Şekil 6.334. Yıldızların emisyon ölçümüne göre sayım oranı dağılımı

Çizelge 6.63. Spektral analiz sonuçlarının gruplara göre dağılımı.

BBEF	ZC	UG	SU	
hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} \text{H.atom/cm}^2$)	0,2203	0,0579	0,005863	ZC > UG > SU
enerji akısı genliği (keV/cm2/s)	0,004165	0,001495	0,002893	ZC > SU > UG
Sıcaklık (keV)	0,350475	0,22785	0,255485	ZC > SU > UG
TBEF	ZC	UG	SU	
hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} \text{H.atom/cm}^2$)	0,855875	0,369	0,164914	ZC > UG > SU
enerji akısı genliği (keV/cm2/s)	0,0059925	0,00267	0,0027846	ZC > SU > UG
Sıcaklık (keV)	15,6625	0,969	5,386285	ZC > SU > UG
RSMF	ZC	UG	SU	
hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} \text{H.atom/cm}^2$)	0,8014	0,1239	0,136171	ZC > SU > UG
enerji akısı genliği (keV/cm2/s)	0,019475	0,0012445	0,003826	ZC > SU > UG
Sıcaklık (keV)	10,8825	0,86025	3,3323571	ZC > SU > UG

Çizelge 6.64. İncelenen cüce novaların spektral analiz sonuçları.

		hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} \text{H .atom / cm}^2$)	Enerji akısı genliği (keV/cm2/s)	Sıcaklık (keV)
AB Dra	BBEF	0,241 ^{+0.121} _{-0.083}	0,00155 ^{+9.02×10⁻⁵} _{-9.02×10⁻⁵}	0,301 ^{+0.032} _{-0.027}
	RSMF	0,512 ^{+0.091} _{-0.068}	0,00325 ^{+4.1×10⁻⁴} _{-4.1×10⁻⁴}	3,78 ⁺³⁴² _{-1.53}
	TBEF	0,684 ^{+0.19} _{-0.11}	0,00257 ^{+2.31×10⁻⁴} _{-2.31×10⁻⁴}	1,77 ^{+1.34} _{-0.57}
V426 Oph	BBEF	0,606 ^{+0.43} _{-0.23}	0,00545 ^{+6.72×10⁻⁴} _{-6.72×10⁻⁴}	0,545 ^{+0.067} _{-0.064}
	RSMF	2,299 ^{+0.441} _{-0.284}	0,054 ^{+1.41×10⁻²} _{-1.41×10⁻²}	30.89 ^{+.....} _{-24.22}
	TBEF	2,2 ^{+0.62} _{-0.27}	0,0065 ^{+9.37×10⁻⁴} _{-9.37×10⁻⁴}	56 ^{+.....} _{-51.1}
ww cet (a00)	BBEF	0,034 ^{+0.0280} _{-0.0209}	0,00484 ^{+1.81×10⁻⁴} _{-1.81×10⁻⁴}	0,276 ^{+0.0170} _{-0.0145}
	RSMF	0,2176 ^{+0.023} _{-0.023}	0,00945 ^{+8.27×10⁻⁴} _{-8.27×10⁻⁴}	2,98 ^{+1.43} _{-0.78}
	TBEF	0,324 ^{+0.044} _{-0.040}	0,00774 ^{+7.59×10⁻⁴} _{-7.59×10⁻⁴}	1,66 ^{+0.57} _{-0.34}
ww cet (a01)	BBEF	0,0002 ^{+0.017} _{-.....}	0,00482 ^{+2.54×10⁻⁴} _{-2.54×10⁻⁴}	0,2799 ^{+0.010} _{-0.016}
	RSMF	0,177 ^{+0.029} _{-0.026}	0,0112 ^{+1.6×10⁻³} _{-1.6×10⁻³}	5,88 ^{+13.13} _{-2.640}
	TBEF	0,2155 ^{+0.063} _{-0.035}	0,00716 ^{+1.09×10⁻³} _{-1.09×10⁻³}	3,22 ^{+3.78} _{-1.26}
Ru Peg	BBEF	0,109 ^{+0.096} _{-0.067}	0,00156 ^{+1.02×10⁻⁴} _{-1.02×10⁻⁴}	0,2718 ^{+0.0312} _{-0.0312}
	RSMF	0,23 ^{+0.084} _{-0.061}	0,0017 ^{+2.79×10⁻⁴} _{-2.79×10⁻⁴}	1,37 ^{+0.21} _{-0.18}
	TBEF	0,489 ^{+0.145} _{-0.112}	0,00267 ^{+4.82×10⁻⁴} _{-4.82×10⁻⁴}	1,38 ^{+0.96} _{-0.44}

Çizelge 6.64. İncelenen cüce novaların spektral analiz sonuçları (devam)

		hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} \text{ H.atom} / \text{cm}^2$)	Enerji akısı genliği (keV/cm ² /s)	Sıcaklık (keV)
X Leo	BBEF	0,0068 ^{+0.0296} _{.....}	0,00143 ^{+9.81×10⁻⁵} _{-9.81×10⁻⁵}	0,1839 ^{+0.0095} _{-0.0107}
	RSMF	0,0178 ^{+0.021} _{-0.016}	0,000789 ^{+9.55×10⁻⁵} _{-9.55×10⁻⁵}	0.3505 ^{+0.041} _{-0.028}
	TBEF	0,249 ^{+0.053} _{-0.048}	0,00267 ^{+5.21×10⁻⁴} _{-5.21×10⁻⁴}	0,558 ^{+0.101} _{-0.080}
BZ UMa	BBEF	0,0001 ^{+0.0049} _{.....}	0,00333 ^{+1.81×10⁻⁴} _{-1.81×10⁻⁴}	0,2038 ^{+0.0122} _{-0.0102}
	RSMF	0,049 ^{+0.012} _{-0.017}	0,00594 ^{+9.11×10⁻⁴} _{-9.11×10⁻⁴}	2,64 ^{+1.67} _{-0.67}
	TBEF	0,112 ^{+0.036} _{-0.031}	0,00481 ^{+4.27×10⁻⁴} _{-4.27×10⁻⁴}	1,63 ^{+0.850} _{-0.430}
CU Vel	BBEF	0,0001 ^{+0.0086} _{.....}	0,000723 ^{+5.87×10⁻⁵} _{-5.87×10⁻⁵}	0,226 ^{+0.019} _{-0.015}
	RSMF	0,075 ^{+0.0230} _{-0.0201}	0,00155 ^{+2.5×10⁻⁴} _{-2.5×10⁻⁴}	3,88 ^{+6.42} _{-1.67}
	TBEF	0.13 ^{+0.049} _{-0.048}	1×10 ⁻⁶ ^{+3.34×10⁻⁴} _{-3.34×10⁻⁴}	2.28 ^{+2.83} _{-0.89}
CY UMa	BBEF	0,0001 ^{+0.0101} _{.....}	0,000389 ^{+3.85×10⁻⁵} _{-3.85×10⁻⁵}	0,183 ^{+0.014} _{-0.012}
	RSMF	0,0101 ^{+0.0219} _{.....}	0,000893 ^{+5.78×10⁻⁴} _{-5.78×10⁻⁴}	6 ⁺ _{-3.37}
	TBEF	0,06 ^{+0.061} _{-0.019}	1×10 ⁻⁶ ^{+2.69×10⁻³} _{-2.69×10⁻³}	1.68 ^{+1.050} _{-0.450}
OY Car	BBEF	0,0 ^{+0.96} _{.....}	0,000448 ^{+7.79×10⁻⁴} _{-7.79×10⁻⁴}	0,5 ^{+0.980} _{-0.011}
	RSMF	0,5 ^{+1.601} _{-0.16}	0,000675 ^{+2.37×10⁻³} _{-2.37×10⁻³}	1.698 ⁺ ₋₁₅
	TBEF	0,0037 ^{+2.2463} _{-0.0027}	0,000219 ^{+1.41×10⁻²} _{-1.41×10⁻²}	48.2 ⁺ _{-47.03}
SS Umi	BBEF	0,08 ^{+0.376} _{.....}	0,000323 ^{+4.75×10⁻⁵} _{-4.75×10⁻⁵}	0,318 ^{+0.08} _{-0.06}
	RSMF	0,35 ^{+0.278} _{-0.151}	0,000575 ^{+1.91×10⁻⁴} _{-1.91×10⁻⁴}	2,51 ⁺ _{-1.090}
	TBEF	0,46 ^{+0.38} _{-0.19}	0,000504 ^{+1.01×10⁻⁴} _{-1.01×10⁻⁴}	2,13 ⁺ _{-0.02}
SUUMa	BBEF	0,0 ^{+0.0029} _{.....}	0,00445 ^{+1.34×10⁻⁴} _{-1.34×10⁻⁴}	0,2399 ^{+0.0081} _{-0.0069}
	RSMF	0,104 ^{+0.0120} _{-0.0104}	0,00919 ^{+6.87×10⁻⁴} _{-6.87×10⁻⁴}	4.21 ^{+1.39} _{-1.49}
	TBEF	0,164 ^{+0.0240} _{-0.0239}	0,00664 ^{+2.79×10⁻⁴} _{-2.79×10⁻⁴}	2,13 ^{+0.810} _{-0.450}
SWUMa	BBEF	0,0 ^{+0.0052} _{.....}	0,00102 ^{+6.58×10⁻⁵} _{-6.58×10⁻⁵}	0,1827 ^{+0.0088} _{-0.0091}
	RSMF	0,0192 ^{+0.0126} _{-0.0110}	0,00216 ^{+3.31×10⁻⁴} _{-3.31×10⁻⁴}	3,79 ^{+2.99} _{-1.28}
	TBEF	0,089 ^{+0.032} _{-0.029}	0,00161 ^{+3.43×10⁻⁴} _{-3.43×10⁻⁴}	1,33 ^{+0.58} _{-0.32}

Çizelge 6.64. İncelenen cüce novaların spektral analiz sonuçları (devam)

		hidrojen kolon yoğunluğu ($\times 10^{21} H \text{ atom / cm}^2$)	Enerji akısı genliği (keV/cm ² /s)	Sıcaklık (keV)
Tleo	BBEF	0,0 ^{+0.0058} ₋₋₋₋₋	0,00722 ^{+2.51×10⁻³} _{-2.51×10⁻³}	0,223 ^{+0.0099} _{-0.0090}
	RSMF	0,0838 ^{+0.0130} _{-0.0128}	0,00589 ^{+5.99×10⁻⁴} _{-5.99×10⁻⁴}	3,401 ^{+1.5790} _{-1.0210}
	TBEF	0,17 ^{+0.030} _{-0.028}	0,0047 ^{+6.41×10⁻⁴} _{-6.41×10⁻⁴}	1,42 ^{+0.460} _{-0.290}
TYPsA	BBEF	0,0 ^{+0.0074} ₋₋₋₋₋	0,00166 ^{+7.35×10⁻⁵} _{-7.35×10⁻⁵}	0,2551 ^{+0.0129} _{-0.0108}
	RSMF	0,1275 ^{+0.0185} _{-0.0175}	0,00341 ^{+3.42×10⁻⁴} _{-3.42×10⁻⁴}	3,499 ^{+2.481} _{-1.129}
	TBEF	0,1901 ^{+0.0359} _{-0.0351}	0,00252 ^{+3.44×10⁻⁴} _{-3.44×10⁻⁴}	2,198 ^{+1.242} _{-0.618}
WXHyi	BBEF	0,00179 ^{+0.025} ₋₋₋₋₋	0,00288 ^{+9.82×10⁻⁵} _{-9.82×10⁻⁵}	0,2699 ^{+0.014} _{-0.013}
	RSMF	0,1708 ^{+0.017} _{-0.016}	0,0057 ^{+4.45×10⁻⁴} _{-4.45×10⁻⁴}	3,035 ^{+1.395} _{-0.755}
	TBEF	0,262 ^{+0.033} _{-0.031}	0,00452 ^{+4.34×10⁻⁴} _{-4.34×10⁻⁴}	1,74 ^{+0.540} _{-0.350}
WZSge	BBEF	0,0 ^{+0.00153} ₋₋₋₋₋	0,00131 ^{+5.31×10⁻⁵} _{-5.31×10⁻⁵}	0,2123 ^{+0.0077} _{-0.0095}
	RSMF	0,0499 ^{+0.009} _{-0.008}	0,0028 ^{+2.3×10⁻⁴} _{-2.3×10⁻⁴}	3,74 ^{+0.94} _{-1.12}
	TBEF	0,089 ^{+0.022} _{-0.021}	0,002 ^{+1.06×10⁻⁴} _{-1.06×10⁻⁴}	2,78 ^{+1.33} _{-0.78}
YZCnc (a01)	BBEF	0,0 ^{+0.024} ₋₋₋₋₋	0,00589 ^{+4.52×10⁻³} _{-4.52×10⁻³}	0,242 ^{+0.022} _{-0.020}
	RSMF	0,108 ^{+0.036} _{-0.032}	0,00423 ^{+8.54×10⁻⁴} _{-8.54×10⁻⁴}	2,85 ^{+3.49} _{-1.00}
	TBEF	0,199 ^{+0.072} _{-0.063}	0,0035 ^{+9.34×10⁻⁴} _{-9.34×10⁻⁴}	1,54 ^{+1.56} _{-0.55}
YZCnc (a02)	BBEF	0,0 ^{+0.055} ₋₋₋₋₋	0,00204 ^{+2.29×10⁻⁴} _{-2.29×10⁻⁴}	0,2701 ^{+0.038} _{-0.033}
	RSMF	0,159 ^{+0.061} _{-0.049}	0,00414 ^{+1.02×10⁻³} _{-1.02×10⁻³}	2.52 ^{+14.68} _{-0.260}
	TBEF	0,253 ^{+0.085} _{-0.103}	0,00321 ^{+1.01×10⁻³} _{-1.01×10⁻³}	2 ^{+4.81} _{-0.65}
YZCnc (n00)	BBEF	0,0 ^{+0.006} ₋₋₋₋₋	0,00882 ^{+3.88×10⁻³} _{-3.88×10⁻³}	0,251 ^{+0.019} _{-0.016}
	RSMF	0,1001 ^{+0.027} _{-0.024}	0,00642 ^{+9.57×10⁻⁴} _{-9.57×10⁻⁴}	2,88 ^{+3.92} _{-1.08}
	TBEF	0,127 ^{+0.044} _{-0.041}	0,00475 ^{+3.37×10⁻⁴} _{-3.37×10⁻⁴}	4,35 ^{+14.85} _{-2.250}

7. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada, kataklismik değişen yıldızlardan cüce novaların alt grupları olan ZC grubundan 4, UG grubundan 2 ve SU grubundan 14 olmak üzere, ROSAT uydusundan alınan 20 cüce novanın x-ışını verilerinin spektral analizi yapılmış ve 5 model çerçevesinde değerlendirilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Bu değerlendirmeler yapılırken alt gruplardaki yıldız sayıları dikkate alınmalıdır.

- Güç kanunu modeli analizine göre, SU tipi cüce novalar diğer gruplara göre daha düşük hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine sahiptir. Enerji akısı genliği değerleri incelendiğinde ZC tipi cüce novalar yüksek, SU tipi cüce novalar ise düşük akı genliklerine sahiptirler (Şekil 6.319).

- Kara cisim modeli (BBEF) analizine göre, SU tipi cüce novalar düşük değerler almışken, UG ve ZC tipi yıldızlar ise daha yüksek hidrojen kolon yoğunluğu değerlerine sahiptirler. Enerji akısı genliği bazında incelendiğinde tüm alt gruplar çok düşük değerlerde saçılım göstermekle birlikte SU tipi alt grup yıldızları grafik üzerinde düşük, orta ve yüksek akı genliklerinde üç grup oluşturmaktadır (Şekil 6.320).

- Kara cisim modelinde sıcaklık ile hidrojen kolon yoğunluğu değerleri birlikte incelendiğinde; nispeten düşük sıcaklıklara sahip yıldızlar birbirine yakın değerler almış olmalarına rağmen saçılım göstermekte ve cüce nova alt gurubu bakımından kısmi gruplaşma görülmektedir (Şekil 6.321).

- Isısal plazma emisyonu modeline göre, UG tipi cüce novalar düşük, ZC tipi cüce novalar ise yüksek enerji akısı genliği değerleri göstermektedir. RSMF modeline göre ZC tipi cüce novalar yüksek hidrojen kolon yoğunluğu değerleri göstermektedir (Şekil 6.322).

- Isısal plazma emisyonu modeline göre; 30.89 keV ile V426 Oph, en yüksek sıcaklık değerine sahiptir, hidrojen kolon yoğunluğu değeri ise $2.299 \times 10^{21} \text{H.atom/cm}^2$ 'dir. Grafiğin daha belirgin olması açısından bu değer grafikte gösterilmemiştir (Şekil 6.323). Hidrojen kolon yoğunluğu V426 Oph hariç tüm yıldızlar için çok düşük değerler almış, ZC tipi cüce novalar nispeten daha yüksek değerlerde gruplaşmışlardır.

- Isısal Bremsstrahlung modeline göre; hidrojen kolon yoğunluğu bazında üç tip cüce nova grubu birbirleri ile kıyaslandığında, SU tipi yıldızlar küçük, UG ve ZC tipi yıldızlar ise biraz daha yüksek değerlerde toplanmışlardır. Enerji akısı genliği incelendiğinde çok düşük değerler alan yıldızlardan SU tipi yıldızlar ZC tipi cüce novalara göre daha küçük değerler almaktadır (Şekil 6.324).

- Isısal Bremsstrahlung modeli kapsamında, sıcaklık değerlerine göre SU alt grup cüce novalarından OY Car ve ZC alt grubundan V426 Oph yüksek sıcaklık değerleri alırken, diğer tüm alt grup cüce novalar bir birine çok yakın değerler almışlardır (Şekil 6.325).

- İncelenen yıldızların uygulanan modellere uyumluluğu göz önünde bulundurulduğunda; AB Dra ve WW Cet (a01) için en uygun model TBEF olmakla birlikte tüm modeller uygunluk açısından kabul edilebilir sınırlar içindedir. V426 Oph ve SS UMi için en uygun model RSMF'dir, ancak yine diğer tüm modellerin uyumluluk değerleri 2'nin altında olduğu için kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. WW Cet (a00), BZ UMa, CU Vel, CY UMa, SU UMa, SW UMa, T Leo, TY PsA, WX Hyi, WZ Sge, YZ Cnc (a01), YZ Cnc (a02) yıldızları için en uygun model TBEF olarak belirlenmiş ve BBDY ve BBEF kara cisim modelleri ise kabul edilebilir sınırların dışında olduğu için uygun bulunmamıştır. Aynı şekilde BBDY ve BBEF modelleri YZ Cnc (n00) içinde uygun değildir fakat bu yıldız için en uygun model RSMF olarak belirlenmiştir. X Leo için uygulanan hiçbir model uygun bulunamamıştır. ROSAT uydusunun enerji aralığı çok düşük x-ışını bölgesine duyarlı olduğundan yüksek x-ışını enerji değerlerine sahip OY Car için yeterince veri toplanamadığından model analizleri sonuç vermemiştir. UG cüce nova alt grubunda olan RU Peg için ise tüm modeller uygun bulunmuş, ancak en uygun model BBEF olarak belirlenmiştir (Çizelge 6.61).

- Analizler sonucunda, iki adet SU, bir adet ZC alt grup cüce novasından olmak üzere toplam üç yıldız RSMF, UG alt grubundan bir adet yıldız BBEF ve ZC alt grubundan 3, SU alt grubundan ise 11 adet cüce novanın TBEF modeline uygun olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6.326).

- ROSAT Uydusunun kanal aralıkları A (11-41/0.1-0.5 keV) ve B (52-201/0.52-2.01 keV) enerji değerlerine göre sınıflandırılmıştır. Düşük enerji değerlerinin daha ayrıntılı irdelenmesi için B kanal aralığı C (52-90/0.6-1.1 keV)

ve D (91-201/0.9-2 keV) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Aynı şekilde yüksek enerji değerlerinin daha ayrıntılı analiz edilebilmesi için D kanal aralığı D1 (91-150/1.1-1.8 keV) ve D2 (151-201/1.8-2.4 keV) olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır. Böylece tüm yıldızlar için gelen fotonlar, sahip oldukları enerji değerlerine göre ait oldukları kanal sınıfında toplanır. Çalışmamızda bu fotonların sayısı EXSAS algoritmaları uygulanarak bulunmuş, materyal ve metot bölümünde anlatılan bağıntılar vasıtasıyla sertlik oranları belirlenmiştir (Çizelge 6.62). Sertlik oranı analizi, incelenen yıldızların yumuşak veya sert x-ışını kaynağı sınıflamasındaki yerini belirlemektedir. ROSAT uydusunun yumuşak x-ışını bölgesine duyarlı olmasından dolayı incelediğimiz yıldızların ancak birbirlerine kıyasla sert ve yumuşak x-ışını kaynağı sıralamasını yapabiliriz. Bu çerçevede analizlerimizi değerlendirdiğimizde, sertlik oranı değerlerine göre yumuşaktan sert doğru bir sıralama yapmak mümkündür (Şekil 6.327). Öncelikle yüksek enerjilere duyarlı kaynakların irdelendiği dikey eksen göz önünde bulundurularak, pozitif değerlere sahip yıldızların negatiflere kıyasla çok daha sert x-ışını kaynakları olduğunu görmekteyiz. Yukarıdan aşağıya doğru sertlik oranı azalmaktadır. Düşük enerjili kaynakların irdelendiği yatay eksen dikkate alındığında ise büyük değerlere gidildikçe diğerlerine kıyasla daha sert x-ışını kaynakları görülmektedir.

- Düşük enerjiler Şekil 6.328’de ve yüksek enerjiler ise Şekil 6.329’de çok daha detaylı olarak grafiklere aktarılmıştır. Şekil 6.329 değerlendirildiğinde, X Leo yıldızının hr5 değeri 51 ve hr6 değeri 48 olarak elde edilmiş ve diğer yıldız verilerinin daha rahat irdelenmesi için grafikten çıkarılmıştır.

- Sertlik oranlarının cüce nova alt gruplarına göre dağılımları Şekil 6.330’da verilmiştir. Sertlik oranının 0.5 değerinden büyük olduğu sistemlerde x-ışını tayfları soğurulmaktadır. Özellikle ZC sistemlerinde bu durum açıkça görülmektedir.

- Şekil 6.331 ve Şekil 6.332 incelendiğinde yüksek eğim değerlerine doğru gidildikçe hem emisyon ölçümü değerleri, hemde sayım oranı değerlerinde bir azalma olduğu görülmektedir. Bu ilişki literatürde de vurgulanmaktadır [10]. Bu ilişkilere seçim etkilerinin neden olduğunu belirtmek gerekir. Örneğin bir çok sistemin eğiminde belirsizlikler vardır. Özellikle küçük eğimleri belirlemek zordur. Şekil 6.331 ve Şekil 6.332’den de görüleceği üzere 30°’den küçük cüce

nova yoktur. Bu ilişkiye paralel olarak, x-ışınlarının büyük bir yüzdesinin beyaz cüceye çok yakın bölgeden çıktığını vurgulamak gerekir.

- Düşük periyoda ve geneli düşük emisyon ölçümüne sahip olan SU UMa tipi yıldızlar Şekil 6.333’de grafiğin sol alt köşesinde toplanmışlardır.

- Sayım oranı ve emisyon ölçümleri dikkate alındığında SU UMa tipi cüce novalarda doğrusala yakın bir ilişki gözlenmektedir (Şekil 6.334).

- Tez çalışmamız sırasında incelediğimiz BBEF, TBEF, RSMF modellerinden elde edilen hidrojen kolon yoğunluğu, enerji akısı genliği ve sıcaklık değerlerinin cüce nova alt gruplarına göre ortalamaları alınarak gruplar arasında kıyaslanması yapılmıştır (Çizelge 6.63). Tüm modellerde enerji akısı genliğindeki sıralama $ZC > SU > UG$ ve sıcaklık değerlerindeki sıralama $ZC > SU > UG$ şeklinde olmuştur. Ancak hidrojen kolon yoğunluğu sıralaması BBEF ve TBEF modellerinde $ZC > UG > SU$ olmasına rağmen RSMF modelinde $ZC > SU > UG$ sıralaması gerçekleşmiştir. Cüce novaların alt grupları dikkate alındığında, enerji akısı genliği ve sıcaklık değerlerinin sıralamasının modelden bağımsız olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca paralel olarak tüm modeller dikkate alındığında en yüksek hidrojen kolon yoğunluğu, sıcaklık ve enerji akısı genliği değerlerine sahip cüce nova alt grubu ZC alt grubudur.

- İncelenen yıldızların uygulanan modellere uyumluluğu, saniyede gelen fotonların yoğunluk ve sayısının enerjiye göre olan dağılımları göz önünde bulundurularak modellerden elde edilen sonuçların karşılaştırılması sonucunda anlaşılabilir. Bu tip karşılaştırmalar, her bir yıldız için analiz ve bulgular kısmında verilmektedir. Bu karşılaştırmalara dayanan χ^2 testlerinin sonuçları Çizelge 6.61’de verilmiştir.

- Gerek Çizelge 6.61’den, gerekse Şekil 6.326’dan açıktır ki, her yıldızın gözlemlerine göre uygunluk gösterdiği model belirlenmiştir. Bu karşılaştırmaların doğruluğunu kabul ederek, her bir yıldız için söz konusu modellerden hesaplanan hidrojen kolon yoğunluğu, sıcaklık, enerji akısı genliği değerleri Çizelge 6.64’de verilmiştir.

- Tez çalışmamız kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda incelenen 20 cüce novaya ait x-ışını gözlemlerine genel anlamda en uygun modelin TBEF olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] SAYGAÇ, A.T., *VW Hydri Katakлизмik Değişen Yıldızın Optik ve Morötesi Tayfsal Analizi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (1992).
- [2] ADAMS, D.J., *Cosmic X-Ray Astronomy*, Monographs on Astronomical Subjects 6, Adam Hilger Ltd, Bristol (1980).
- [3] RAYMOND, J.C. ve SMITH, B.W., *Soft X-Ray Spectrum of a Hot Plasma*, The Astronomical Journal Supplement Series, **35**, 419-439 (1977).
- [4] HELLIER, C., *Cataclysmic Variable Stars, How and Why They Vary*, Springer, UK (2001).
- [5] WARNER, B., Absolute Magnitudes of Cataclysmic Variables, Mon. Not. R. Astr. Soc. 227, 23-73 (1987).
- [6] EXSAS (Extended X-ray Scientific Analysis System) kullanım kitapları <http://wave.xray.mpe.mpg.de/exsas/users-guide>
- [7] WARNER, B., *Cataclysmic Variable Stars*, Cambridge Astrophysics Series 28, New York, USA (1995).
- [8] TEESELING, A.V. ve VERBUNT F., ROSAT X-Ray Observations of Ten Cataclysmic Variables, Astronomy and Astrophysics, **292**, 519-533 (1994).
- [9] CHARLES, P.A., SEWARD, F.D., *Exploring the X-Ray Universe*, Cambridge University Press, New York, USA (1995).
- [10] TEESELING, A.V., BEUERMANN, K. ve VERBUNT, F., The X-ray Source in non-magnetic cataclysmic variables, Astronomy and Astrophysics, **315**, 467-474 (1996).