TÜBİTAK

Amanyetik Kataklismik Değişken Sistemlerin X-ışın İncelemeleri Ve Sınır Katmanı Teorisinin Gözlemsel Araştırmaları

Program Kodu : 1001

Proje No : 114F351

Rapor Dönemi : 15/04/2015 -- 15/07/2017 (Sonuç)

Proje Yürütücüsü : **Prof. Dr. Şölen BALMAN**

Bursiyerler : Armin Nabizadeh
Çiğdem Gamsızkan
Nasrin Sheshvan-Talebpour

MART 2019
ISTANBUL

ÖNSÖZ

İş bu yazı 29 Kasım 2018 de e-posta ile iletilen yazınıza müteakip yürütücüsü bulunduğum TÜBİTAK 1001 projesi No: 114F351 “Amanyetik Kataklismik Değişken sistemlerin X-ışını incelemeleri ve Sınır Katmanı Teorisinin Gözlemsel Araştırmaları” üzerine derlenmiştir. Yazınızda projenin iptal edileceğini bildirmiş bulunmaktasınız. Bu proje aynı zamanda COST aksiyon projesi olan “Exploring Fundemental Physics with Compact Stars: NewCompStar” da katılmıştır. Bu COST aksiyon sonlanmıştır. Bilginiz olduğu üzere, bu projenin ilk iki gelişme raporu değerlendirilmiş ve kabul edilmiştir. Tarafınızdan proje bütçesi proje bitim tarihi 15.04.2017 de kapatılmıştır (proje 24 aydır). Gelişme raporlarında yazıldığı üzere analizlerin ve bilimsel çalışmanın çoğu bu zaman zarfında bitirilmiştir. Son kısımda makale ve öğrenci tezi yazımına ayrılmıştır. Proje son raporu gerek kişisel gerekse öğrencilerin yavaşlığından (tez yazımı) gibi çeşitli sebeplerden zamanında yetişmemiştir (15.07.2017). Bu sebeple de gönderilmemiştir. Yürütücü TÜBİTAK tarafından gönderilecek yaptırımı belirten usule uygun gerekçeli bir yazı almamıştır. Tekrar gönderilmesi sözle bildirilse de bunun nedeni anlaşılamamıştır. Daha sonra Ağustos 2018 de TUBİTAK MFAG tarafından proje raporunu istemeyi unuttuk sonuç raporunu 15 Ekim 2018 tarihine kadar gönderin diye açıkça yazılan bir resmi yazı tarafıma gönderilmiştir. Cengiz Arıcı ile bu konuda resmi olarak ne yapmam gerektiğini bilmediğim üzerine 4 Eylülde bir yazışma yapmış olmama rağmen bir cevap alamadım. Fakat 6 Ağustos 2018 tarihinde ben ODTÜ Fizik bölümündeki görevimden istifa ederek Istanbula taşındığım üzere verilen 15 Ekim 2018 tarihinde size resmi bir yazı veya proje son raporu artık göndermem mümkün olmamıştır. Daha sonrada 29 kasımda iptal edileceğini bildiren resmi yazınız bana ulaştı. Bu yazıya neden gerek olduğu tarafımca anlaşılmış değildir. Tarafınızdan kapanmış proje bütçesi ve kabul edilmiş iki gelişme (bütün gelişme raporları bu kadar) olduğu üzere böyle bir projeyi iptal etmek usul gereği uygun olmamaktadır. Bu projenin sonuç raporu çok önemli değildir çünkü bir çok analiz ve yorumlar zaten gelişme raporlarında bulunmaktadır. Konu başlığı üzere bu iki sene de tamamiyle anlaşılacak ve bitirilecek bir araştırma da değildir amaç öğrenci yetişmesi ve bu konu da yeni ilerlemeler sağlamaktır. 114F351 nolu projenin sonucunda bir SCI giren A klasmanında dergi de bir yayın yapılmıştır ve Armin Nabizadeh in master tezi tamamen bitmiştir. Öğrenci Finlandiya’da doktora çalışmalarını başka bir konu üzerine devam ettirmektedir. Bir de başka bir doktora öğrencisi yarı zamanlı çalışmıştır fakat zaten doktorayı da yapmayıp Türkiye’den ve ODTÜ den ayrılmıştır. Bunlar dışında yürütücünün bir adet tekrar (review) niteliğinde konferans makalesi yazılmıştır. Ayrıca bir takım konferans bildirileri ve yayınlanmış posterler bulunmaktadır. Uzatma isteğinde belirtilen bazı işler de Armin Nabizadeh’in tez yazımı ve yürütücü tez danışmanın (şahsım) düzeltmeleri çok olduğundan o zaman bitirilememiştir.

Sonuç olarak 114F351 projesi sonlanmıştır ve iptali açıkladığım üzere usulen yanlış olacaktır, tarafınızdan kapatılması gereğini bildiririm.

Saygılarımla,

Prof. Dr. Şölen. Balman

ÖZET

Bu proje amanyetik sistemlerden bazı tür sistemleri ele alarak devam etmekte olan Chandra, XMM-Newton ve SWIFT gibi uydu gözlemevlerinden alınmış veya öneri verilerek alınacak X-ışını verilerinin tayfsal ve zamansal analizlerini yapmayı amaçlamıştır. X-ışını veri analizleriyle amanyetik CV lerdeki iç disk yapısını, optik-kalın disk sonlanmasını, sıcak akıntı formasyonunu (optik-ince) çalışmayı ve sınır katman karakter özelliklerini ve yapısını belirlemeyi hedefledik. Bu çalışmanın getirisi yakalaşık 30 senedir standard , sabit madde aktarım oranlı optik-kalın disk yapısı ve standard sınır katmanlarına sahip olduğu düşünülen amanyetik CV lerin aslında disklerinde standard olmayan sıcak optik-ince adveksiyon-domine akıntılar içeren ve çok yüksek madde aktarım oranlarında bile optik-ince kalabilen standard olmayan sınır katman yapısına sahip olabileceklerini göstermiş daha önceki çalışmalara ek yeni bulgulara ulaşılması ve bu konularda öğrenci yetiştirmek olmuştur. Bu çalışmayla CV lerin X-ışını çiftlerine çok daha benzer yapılarda olduğunu daha da beliginleşmiştir. Amanteyik sistemler içerisinde cüce novalar, nova-gibi ve tanımsız sistemlerinin analizlerine yoğunlaşılmıştır. Ayrıca nova ve tekrarlayan nova sistemlerinde ılık ve sıcak soğurgan etkileri çalışmaları da proje kapsamına alınmıştır. Yüksek çözünürlüklü X-ışını tayflarında complex soğurma modellemesi yaparak yıldızlararası ortamın soğurmasından başka, sitemlerdeki hareket eden çarpışmalı ve foto-iyonize gazdan kaynaklanan sistem rüzgarı veya şok bazlı soğurmayı da hesaplamaktır, bu sistemlerin kontinyum emisyonunun da daha iyi modellenmesini sağlamıştır.

TÜBİTAK'ın proje için verdiği desteğe teşekkür ederiz.

ABSTRACT

Cataclysmic variables (CVs) are interacting binaries hosting a white dwarf (WD) primary star accreting material from a late-type main sequence star. Accreting material forms a disk that is expected to reach all the way to the WD in cases where the magnetic field of the WD is weak ($B < 0.01$ MG), and these systems are referred to as nonmagnetic CVs. These objects are classified according to their eruptive behaviour as novae and recurrent novae, dwarf novae, nova-likes, SW Sex stars , ect. This project undertakes an observational study of some of these class of objects in the X-ray wavelengths using X-ray spectral and temporal analysis of data from the present X-ray statellites missions like Chandra, XMM-Newton and SWIFT. Using X-ray analysis we study the inner disk structure, formation of hot flows in CV disks and the boundary layer characteristics of nonmagnetic CVs. This brings in a new perspective in to the understanding of disks in CV systems making them closer to X-ray binaries. It breaks the very standard constant accretion rate CV disk approach showing that CVs can have non standard disks and moreover can have non-standard boundary layers changing the definition of boundary layers for CVs. We also plan to investigate existence of warm absorbers in nonmagnetic CV systems and classical or recurrent novae . The high resolution X-ray spectra (e.g. XMM-RGS, Chandra-LETG) in few of these systems show existence of absorption features/lines (blue shifted). Our main aim is to model the absorption components detected in the high resolution spectra independently from the assumed continuum model. We assume that there is complex absorption of interstellar, photoionized gas origin in the moving material along the line of sight from a wind in these systems. In addition to deriving the absorption properties, we will obtained CNO abundances of elements in the wind. Our Project encountered a detailed warm and hot absorber analysis of two classical novae. This has helped to improve the continuum model parameters and undestanding of where and how the wind forms and the novae CNO abundances together with the WD evolution in the nova outburst stage.

We thank TÜBİTAK for the support they provided for our project.

1. GİRİŞ

Kataklismik Değişkenler (CVs) birincil bir beyaz cüce (WD) ve ikincil geç-tip anakol yıldızından oluşan etkileşen çift yıldız sistemleridir. Amanyetik kataklismik değişkenlerde ikicil yıldızdan yığılan gaz bir disk oluşturur ve manyetik alanlar zayıf olduğu için (B < 0.01 MG) bu disk beyaz cüceye kadar ulaşır (bakınız Warner 1995). Bu objeler patlama karakteristiklerine göre novalar, tekrarlayan novalar, cüce novalar, nova-gibi sistemler ve alt sistemleri gibi sınıflara ayrılırlar. Bu proje amanyetik sistemlerden bazı tür sistemleri ele alarak Chandra, XMM-Newton ve SWIFT gibi uydu gözlemevlerinden alınmış arşiv verilerini veya alınacak X-ışını verilerinin tayfsal ve zamansal analizlerini yapmayı amaçlamaktadır. X-ışını veri analizleriyle amanyetik CV lerdeki iç disk yapısını, optik-kalın disk sonlanmasını, sıcak akıntı formasyonunu (optik-ince) çalışmayı ve sınır katman karakter özelliklerini ve yapısını belirlemeyi hedeflemekteyiz. Bu çalışmanın getirisi yakalaşık 30 senedir standard , sabit madde aktarım oranlı optik-kalın disk yapısı ve standard sınır katmanlarına sahip olduğu düşünülen amanyetik CV lerin aslında disklerinde standard olmayan sıcak optik-ince akıntılar, adveksiyon-domine akıntılar , içeren ve çok yüksek madde aktarım oranlarında bile optik-ince kalabilen standard olmayan sınır katman yapılarına sahip olabileceklerini olacaktır. Bu CV lerin X-ışını çiftlerine çok daha benzer yapılarda olduğunu da gösterecektir. Yüksek madde aktarım oranına sahip amanyetik nova-gibi sistemlerden **(** $\geq 1\times10^{-9}$ Msun yr^{-1}) üç kaynak üzerine yapılan bir çalışmada (Balman, Godon, Sion 2014) X-ışını tayf analizleri sistemlerde çoklu-sıcaklık dağılımına sahip optik-ince eşit-basınçlı (isobaric) soğuyan akıntılar olduğunu ve bunların diskte viryal sıcaklıklara eriştiğini gösterdi (21-50 keV). Bu sert X-ışını yayan sınır katmanlardaki plazma emisyonunun basit eşit-basınçlı soğuyan akıntılardan da farklılaştığı gözlemlendi. Bu sistemlerin ikisinde ayrıca güç kanunu emisyon bileşkesi de bulundu. Bunun sınır katmanı emisyonunun iç diskten Compton saçılmasıyla yada sistemlerdeki rüzgardan saçılmasıyla alakalı olduğu belirtildi. Not etmek gerekir ki nova-gibi sistemlerin madde aktarım oranları genel standard disk teorisine göre sınır katmanlarının optik-kalın olmasını gerektirmekte yani EUVE/yumuşak X-ışını emisyonu beklenmekte. Sert X-ışını yayan bu sınır katmanlarının öz-ışıması madde aktarım diskine nazaran oldukça düşük bulunduğundan, sistemlerde EUVE/yumuşak X-ışını bileşkesi olmadığından ve de X-ışını sıcaklıkları viryal değerlerde bulunduğundan, yüksek madde aktarım oranına sahip bu nova-gibi sistermler için sınır katmanı yapısının adveksiyon-domine yarı-küresel madde aktarım akıntıları olduğu yada ek olarak sistemlerde korona olabileceği sonucuna varıldı. Özellikle bu tür bir sınır katmanı bu sistemler de görülen ve basit disk rüzgarlarıyla açıklanamayan çok hızlı iki-kutuplu ve/ya rotasyon-domine rüzgar dış-akıntılarını rahatlıkla açıklayabildiği yazarlarca belirtildi. Projemizin önemli amaçlarından biri de bu çalışmayı başka amanyetik sistemlere de taşıyarak bunun amanyetik sistemlerin genel bir karateristiği olduğunu belirlemek yada farklı gurupları tespit etmektir.

Cüce nova sistemlerinin X-ışını gözlemlerinin çeşitliği tam olarak açıklanamayan bir fenomen olmaya devam etmektedir. Bu sistemlerin durgun fazda eşit-basınçlı soğuyan akıntı plazma emisyonuyla iyi modellenebildiğini biliyoruz. Disk patlaması fazında ise genelde beklenmeyen bir düşük öz-ışımalı sert X-ışını bileşkesi ve sadece birkaç sistemde optik-kalın sınır katmanıyla açıklanabilecek bir yumuşak X-ışını/EUVE bileşkesi bulunmuştur. Cüce nova sistemlerinde X-ışını ışık eğrilerindeki aperiyodik parlaklık varyasyonun ilerleyen dalgalanma modeli ile açıklandığında band-limitli gürültü oluşturduğunu göstermiştir (Balman ve Revnivtsev 2012). Bu yazarlar cüce nova sistemlerinde durgun fazda güç tayflarında belirli frekanslarda 1-6 mHz gürültü kesilmesi bulmuşlardır. Bu optik-kalın disk yapısının bozulduğunu ve **optik-kalın** disk sonlanması olduğunu ortaya çıkarmıştır (disk son yarıçapı $(3.0\text{-}10.0)\times10^{9}$ cm). Rossi-X-ray Timing Explorer ve RTT150 optik teleskobundan alınan verilerde durgun fazda yüksek disk çapında sonlanmış olan optik-kalın diskin patlama evresinde içeri girdiği ve beyaz cücede sonlandığı tesbit edilmiştir. Bununla beraber aynı yazarların makalesinde simultane X-ışını ve UV ışık eğrilerinin kros-korelasyon analizleri beş cüce novada 96-181 sn. zaman-gecikme-adımları (time-lag) hesaplanmıştır. Bütün bunlar cüce nova sistemlerinde ve belkide başka

amanyetik sistemlerde optik-kalın disk sonlanması olduğunu , bununla beraber iç disk yarı/total iyonize olmuş ve sıcak optik-ince akıntıların oluşmuş olabileceğini göstermektedir. Bu karakteristiklerle karadelik içeren düşük kütleli X-ışını çiftlerine benzeyebildiklerini de görüyoruz. Proje de spektral analizleri güç tayfı ve kros-korelasyon analizleriyle de destekleyerek bu sonuçlara benzerlik gösteren başka sistemlerde olduğunu bulmayı amaçlıyoruz.

Son olarak, amanyetik sistemlerde ılık soğurgan etkilerini çalışmayı planlıyoruz. Yüksek çözünürlüklü X-ışını tayfları bazı cüce nova , SS Cyg, süper yumuşak X-ışını kaynakları Cal 83 ve RXJ0513 ve klasik nova sistemeride soğurma çizgileri göstermektedir. Amacımız bu yüksek çözünürlüklü X-ışını verilerinde (XMM-RGS, Chandra-LETG) complex soğurma modellemesi yaparak yıldızlararası ortamın soğurmasından başka sitemlerdeki hareket eden foto-ionize veya çarpışmalı-ionize gazdan kaynaklanan soğurmaları, bununla beraber sistem rüzgarı ve şok bazlı soğurmayıda hesaplamaktır. Soğurma özelliklerinin bulunmasından başka rüzgarlardaki bolluk oranlarının özellikle CNO oranlarının ölçülmesini de sağlayacaktır. Projemiz bu tür sistemlerde detaylı ılık ve sıcak soğurgan analizlerini ilk defa yaparak literatüre kazandırmayı hedeflemektedir. Bu aynı zamanda kontinyum model parametrelerinin daha doğru hesaplanmasını ve rüzgarın nerden nasıl kaynaklandığını anlaşılmasını da sağlayacaktır.

Aşağıda iki yıllık 15/04/2015—15/07/2017 bu projede yaptığımız çalışmaların ve çalışmalarımıza bağlı gelişmeleri bulabilirsiniz:

2. CÜCE NOVALAR VE X-IŞINI ANALİZLERİ: Z Cha, SS Aur, EY Cyg

Amanyetik kataklismik değişkenlerde ikincil yıldızdan yığılan gaz bir disk oluşturur ve manyetik alanlar zayıf olduğu için (B < 0.01 MG) bu disk beyaz cüceye kadar ulaşır (bakınız Warner 1995). Dünya CV literatürü konjektüründe bu sistemlerin standart disk teorisinin iyi çalışılabileceği laboratuvarlardan biri olduğu inancının hakim olduğunu bilmekteyiz. Standart disk teorisi (Shakura ve Sunyaev 1973; Lynden-Bell ve Pringle 1974) madde aktarımında viskoz enerji yitimin lokal dik yönde kaybını esas alır. Standart teoriye göre madde aktarım öz-ışımasının yarısı disk üstünden diğer yarsıda beyaz cüceye çok kayın bir lokasyonda olan sınır katmanından gravitasyonel radyasyonla dağılır (CV lerde standard teoriye göre sınır katman boyutu/ lokasyonu disk üstünde 8×10^{8} cm den daha küçük disk çapındadır). Beyaz cüceye yaklaşan hızlı gaz akıntısı rotasyonel kinetik enerjisinin büyük bir bölümünü emisyonla atmadan beyaz cücenin üstüne düşemez, bu da hızının azalmasına ve maddenin sıkışarak ısınmasına neden olur, akan madde beyaz cüce etrafında bir sınır katmanı oluşturur. Madde aktarım öz-ışımasının diğer yarısını da burda kaybeden madde beyaz cüceye aktarılır (Kluzniak 1987). Standard beyaz cüce disk teorisine göre $1\times10^{-9.5}$ $M_{\odot}$ yr^{-1} madde aktarım oranlarından büyük oranlar için bu sınır katmanının optik-kalın bir yapıya sahip olduğu ve EUVE/yumuşak X-ışını kara-cisim ışıması (13-50 eV) yapması gerektiği hesaplanmıştır (Popham ve Narayan 1995, Godon ve ark. 1995, Popham 1999, Hertfelder ve ark. 2013). Bundan daha düşük madde katarım oranlarında sınır katmanının optik-ince karakterde olduğu ve sert X-ışınları emisyonu yayıp yaklaşık 10 keV civarı sıcaklıklara sahip olduğu bilinmektedir (Narayan ve Popham 1993, Popham 1999). Bundan başka bir de yayılma katmanı oluşabilir bu da 1×10^{-8} $M_{\odot}yr^{-1}$ dan daha yüksek madde aktarımlarında beyaz cücenin üzerine yayılan maddeden kaynaklandığı belirlenmiştir (Piro ve Bilsten 2004). Sınır katmanının yapısının sadece madde katarım oranına bağlı olmadığı bunun beyaz cüce rotasyon hızı, viskozite parametresine ($v=\alpha c_s H$) ve beyaz cüce kütlesine göre de değişebileceği bilinmektedir.

CV disk sistemlerinin düşük madde aktarımı gösteren guruplarında, genel olarak durgun fazda cüce nova sistemleri diyebiliriz FUV gözlemleri beyaz cücelerin sıcaklıklarını ve özışımalarını belirlenmesini sağlamıştır. X-ışını gözlemleri ile de optik-ince sınır katmanına sahip olan bu sistemlerin plazma sıcaklıkları ve sınır katmanı özışıması klasikbyaklaşımlarla hesaplanmıştır (Balman 2012 ve burdaki referanslar). Yeni ve devam eden X-ışını uydularıyla (Suzaku, Chandra, XMM-Newton, Swift) gözlemlenen cüce novaların sınır katmanlarının standart 1-bouytlu sabit madde aktarımı gözteren, 10^{-10} —10^{-12} Msun yr^{-1} 1-boyutlu disk simulasyonlarıyla örtüştüğü görüldü. Bu sınır katmanlarının X-ışını tayfları eşit-basınçlı soğuyan

akıntılarla gayet iyi modellenebilmekte, ve maximum plazma sıcaklıkları 9-55 keV civarında bulunmaktadır (Szkody ve ark. 2002, Pandel ve ark. 2005, Rana ve ark. 2006, Okada ve ark 2008, Ishida ve ark. 2009, Mukai ve ark. 2009, Balman ve ark. 2011, Balman 2014). Fakat, Balman ve Revnivtsev (2012) çalışmasında ortaya atılan yüksek disk yarı çapında optik-kalın disk sonlanması ve optik-ince sıcak akıntı formasyonu , cüce novaların disk yapısının da standard olmayabileceğini göstermektedir. Bu yazarlar cüce nova sistemlerinde durgun fazda güç tayflarında belirli frekanslarda 1-6 mHz gürültü kesilmesi bulmuşlardır. Bu optik-kalın disk yapısının bozulduğunu ve disk sonlanması olduğunu ortaya çıkarmıştır (disk son yarıçapı $(3.0\text{-}10.0)\times10^{9}$ cm). Rossi-X-ray Timing Explorer, XMM-Newton ve RTT150 optik teleskobundan alınan verilerde üç adet sistemde durgun fazda yüksek disk çapında sonlanmış olan optik-kalın diskin patlama evresinde içeri girdiği ve beyaz cücede sonlandığı tesbit edilmiştir (Balman 2105). Bununla beraber Balman ve Revnivtsev (2012) makalesinde simultane X-ışını ve UV ışık eğrilerinin kros-korelasyon analizleri beş cüce novada (bu üçü dahil) 96-181 sn. zaman-gecikme-adımları (time-lag) hesaplanmıştır.

CV lerin sınır katmanlarından gelen ışıma hakkında ilk kapsamlı çalışma Einstein IPC verileriyle yapılmıştır (Patterson ve Raymond 1985). Daha sonra ROSAT uydusuyla yapılan gözlemlerde ise amanyetik durgun (veya bilinen) faz sistemlerin özışımalarının birkaç x 10^{32} erg/sn den daha fazla olmadığı ve hepsinin sert X-ışını emisyonuna sahip olduğu bulundu (van Teeseling ve ark. 1995, 1996). Nova-gibi sistemlerin ROSAT taraması ve analizlerinin yapıldığı bir makalede de bu sistemlerde beklenen sıcaklıklarda yumuşak X-ışını emisyonu olmadığı belirtildi (Greiner 1998). Daha sonraki nova-gibi sistemlerin ASCA ve XMM-Newton çalışmalarında da eşit-basınçlı soğuyan akıntılarla (çoklu-sıcaklık gösteren thermal plasma) modellenen sert X-ışını yayan objeler oldukları konförme edildi. Tabiiki yüksek madde aktarımı yapan bu sistemlerin neden EUVE/yumuşak X-ışını göstermedikleri anlaşılamamıştır. UV spektroskopisindeki yeni gelişmeler yüksek madde aktarımı yapan amanyetik CV sistemlerinde disklerin standard yapıdan uzaklaştığı özellikle iç diskte sınır katmanının da bulunduğu bölgelerde optik-ince corona ve kromosfer olabilecek bölgeler olduğu analizlerle anlaşılmıştır (Puebla ve ark. 2007). Ayrıca eklips haritası çalışmalarından cüce nova sistemlerinde durgun fazlarda parlaklık sıcaklığı dağılımının (disk yarıçapına göre) standart disk beklentilerinin güç kanunundan ($R^{-3/4}$) farklı olarak oldukça düz bir güç kanunu olduğu hgesaplanmıştır. Bu da CV disklerinin standart disk teorisi ile açıklanamayacağını göstermektedir (bakınız: Wood 1990, Baptista ve Borteletto 2004, Borges ve Baptista 2005, Biro 2000). Yakın zamanlardaki çalışmalarda modifiye edilmiş iç disk sonlanması hesaplayan standard akışkanlı disk teorisi hesaplanmıştır (Godon ve ark. 2017). UV verileriyle uygunluk göstermektedir fakat iç disk çapları X-ışını gözlemlerinin hesaplarından küçük bulunmaktadır.

Narayan ve Popham (1993) çalışması CV sınır katmanlarının optik-ince yapıya sahip olduklarını, disk içine doğru uzayabileceklerini ve (düşük) madde aktarım oranından gelen gravitasyonel enerjiyi radyatif olarak salamadıkları için şişerek genişleyecek ve soğuyamadıkları içinde advektif madde aktarım akıntıları haline gelebileceklerini gösterdi. Fakat bunu yüksek aktarım oranına sahip CV lerde bulmadı. Yukarıdaki çalışma bunun olduğunu göstermektedir. Popham ve Narayan (1995) çalışmalarında disklerde yüksek aktarım oranlarında alpha 0.1 den büyükse ve optik-derinlik 1 den küçükse sınır katmanlarının optik-ince kalabileceği belirtilmiş fakat bu yapının nasıl bir karakteristiği olacağı irdelenmemiştir. Medvedev ve Menou (2002) ve Menou (2000) durgun fazda cüce nova sistemlerideki sıcak akıntı formasyonunu ve sınır katman yapısını ve genel olarak bu sistemlerdeki ADAF-benzeri madde akıntılarını tartışmıştır fakat bu teorik çalışmalar oldukça başlangıç seviyesindedir. Advektif-madde akarımı yapan CV lerde sınır katmanı ışımasının oldukça düşük olması enerjinin beyaz cüceye direk atarılması ve sonuçta beyaz cücenin ısınması beklenmektedir. Cüce nova sistemleri için disk buharlaşmasına dayalı sıcak akıntı ve korona formasyonu modelleri de yapılmıştır (Meyer ve Meyer-Hofmeister 1994, Liu 1995, 2008). Bununla beraber X-ışını çiftlerinde özellikle karadelik içeren sistemlerde, adveksiyon-domine madde aktarımı (ADAF yada sıcak akıntılar) oldukça çalışılmıştır. Bu sistemlerde ADAFların karadelik olay ufkuna kadar uzadıkları ve diskin üstünde bir corona oluşturduğu kabul edilmektedir (Esin ve ark. 1997, Narayan ve McClintock 2008). ADAFlar alpha-viskozite reçetesine dayanan ve viskoziteyle yitim sağlaması gereken madde aktarım akıntısının enerjıyi gazın içinde saklayarak merkezdeki kompak objeye direk olarak aktarmasına

bağlı bir disk yapısıdır, madde aktarım enerjisi gravitasyonel radyasyonla yitilmez.

Biz bu projemiz de cüce novaların özellikle XMM-Newton ve Chandra arşiv verilerinin bir dökümünü yaptık ve bunlara gelişigüzel şans eseri bulunmuş cüce nova verilerini de ekledik. Bunlar içerisinden bir kısmını bu proje de analiz etmeye karar verdik. Bunlar XMM-Newton ile direk gözlenmiş olan Z Cha, SS Aur ve EY Cyg cüce novalarıdır. Lisans öğrencisi Armin Nabizadeh, yürütücü Şölen Balman denetiminde bu kaynaklardan SS Aur ve EY Cyg'in analizlerini içeren bir Yüksek Lisans tezi yapmıştır. Z Cha cüce novasının XMM-Newton arşivlerinde hem durgun faz da hem de yüksek patlama fazında iki adet veri seti bulunmaktadır. Yürütücü Şölen Balman bu iki setin karşılaştırılmalı bir analizini yapmıştır. Aşağıda Üç kaynağın analiz sonuçları Tablolar ve Figürlerle detaylandırılmaktadır.

2.1 Z Cha

Z Cha SU UMa tipi bir cüce novadır. Normal disk patlamaları veya parlamaları ve süper disk patlamaları gösterir. Tutulma gözlenen yüksek eğimli (~82° Wood et al. 1986) bir sistemdir . Smak (2007) tutulma evrelerinde alınan optik ışık eğrileri hem disk hem de parlak nokta (hot spot) tutulmasını kolayca ayrıştırmıştır. Sistemdeki sıcak noktanın orbital hörgücünün özellikle süper patlamalarda büyümesi bu sistemdeki disk patlamalarının madde aktarım oranının yükselmesiyle olduğunu göstermektedir. Orbital periyodu P= 1.78 sa (Baptista ve ark. 2002) olarak hesaplanmıştır. Tutulma gösteren sistemler sınır katmanlarının nerede ve boyutunun ne kadar olduğunun belirlenmesi için elverişli laboratuvarları oluştururlar. Tutulma çalışmalarından beyaz cücenin kütlesi 0.85 $M_{\odot}$ ve ikincil yıldız da 0.125 $M_{\odot}$ bulunmuştur (Wade & Horne 1988).

Bu projede amacımız amayetik sistemlerin madde aktarım geometrilerini anlamak ve sınır katmanı yapılarını ve burdaki madde aktarım akışları karakterlerini çalışmak olduğu için standart tipik bir cüce nova sistemi olan ve tutulma gösteren Z Cha'nın analizi yapıldı (Şölen Balman tarafından). Bu sistemin hem durgun faz hemde disk patlaması fazında var olan iki ayrı XMM–Newton uydu gözlemevi verilerini kullanıldı. Böylece madde aktarım oranı farklılıklarında da sistem değişikliklerini inceleyebildik.

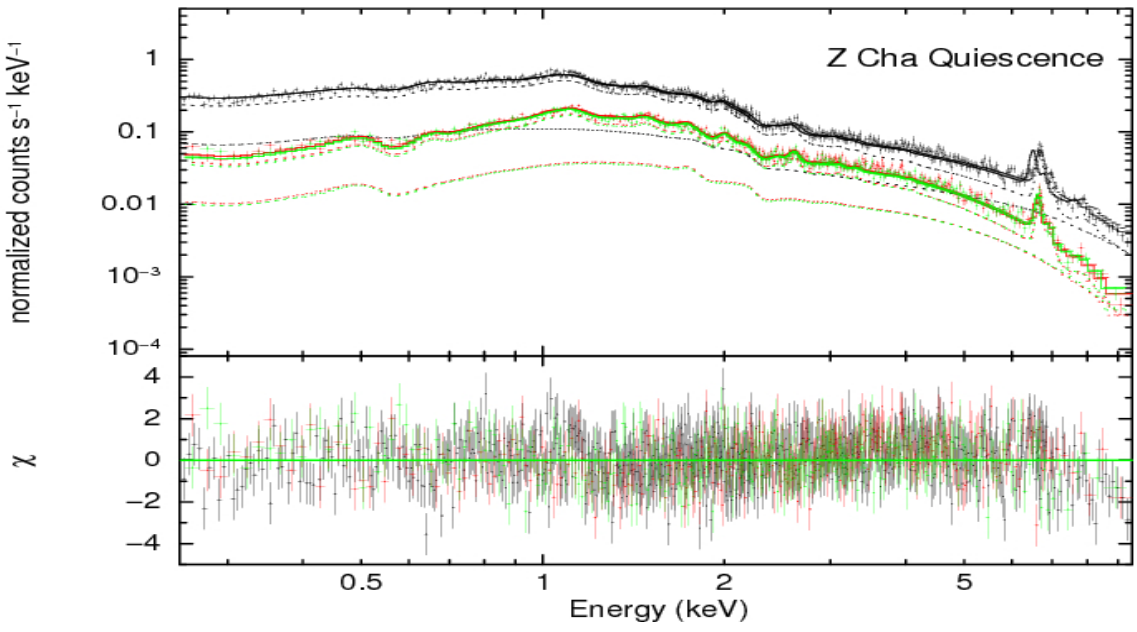
XMM–Newton Uydu Gözlemevi üç teleskop kullanmakta ve bunların odaklarında da EPIC cameraları (European Photon Imaging Camera – üç adet) bulunmaktadır. Bunlardan ikisinde MOS (multi-object spectrometer) biri de pn CCDleri bulunur (0.1-15.0 keV; Jansen ve ark. 2001, Turner ve ark. 2001). Teleskoba gelen ışınlardan yaklaşık yarısı RGS (reflection grating spectrometer) yansıma rende spektrografına gelir (0.3-2.5 keV) ve burda kayıtlanır. Teleskop görüş alanı 30 açı dakikadır. Ayrıca üstünde bir de optik monitör (OM) olan 30 cm lik bir küçük teleskop daha bulunmaktadır. Bu teleskop verileri ya imaj modunda yada zaman serisi olarak alınmaktadır. Z Cha durgun fazda 19-21 Aralık 2003 (100 ksn) ve yüksek fazda patlama evresinde 30 Eylül-01 Ekim 2005 de gözlenmiştir (90 ksn). Analizler SAS v.11 (science analysis software) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. EPIC analizlerinde *epproc* ve *emproc* programlarıyla ön indirgeme yapılmış ve proses edilmiş photon-liste dosyalarıyla (event files) karşılaştırılmıştr. Sonraki analizler de X-ışını tayfları *especget* programıyla elde edilmiştir. Işık eğrileri de *evselect* programı ve *lcmath* FTOOLS programıyla hesaplanmıştır. RGS verilerinden yüksek çözünürlüklü spektral tayflarda *rgsproc* programıyla çıkarılmıştır. Daha sonra RGS1 ve RGS2 verileri *rgscombine* ile birleştirilmiştir. B-bandında alınmış OM verilerinden zaman serileri de omfchain ile elde edilmiştir. Bütün analiz detaylarını http://xmm2.esac.esa.int/sas/ websitesinde bulabilirsiniz. Diğer spektral uyumlamalar ve güç tayf analizleri HEASoft yazılımları XSPEC ve FTOOLS ile yapılmıştır (bakınız -- http://heasarc.nasa.gov/lheasoft/).

Analizler oldukça detaylı yapılmıştır. Hem durgun faz hem de yüksek faz EPIC verileri (pn ve MOS1-2) XSPEC ile simultane olarak çeşitli modellerle uyumlanmıştır. Tablo 2.1.1 Durgun faz da ve Tablo 2.1.2 de yüksek fazda Z Cha EPIC verilerine yapılan uyumlamaları ve çıkan spektral parametreleri göstermektedir. Uyumlanmış EPIC tayfları da Figür 2.1.1 ve 2.1.2 de bulunabilir. Buna göre durgun faz da yaklaşık 8-10 keV kadar maksimum sıcaklığı olan bir çoklu-sıcaklık plasma emisyonu verileri modellemektedir. Bulunan yıldızlar arası soğurma Dicky & Lockman (1990) ve Willengale ve ark. (2013) bulgularıyla tamamen örtüştürmektedir ($NH=0.12\times10^{22}$ cm^{-2}). Eklenen bir güç kanunu modeli de uyumlamaları 3σ da iyileştirmektedir. Ayrıca parçalı kapatan soğurma modeli de aynı şekilde bir uyumlama düzeltmesi getirmektedir. Nitrojen

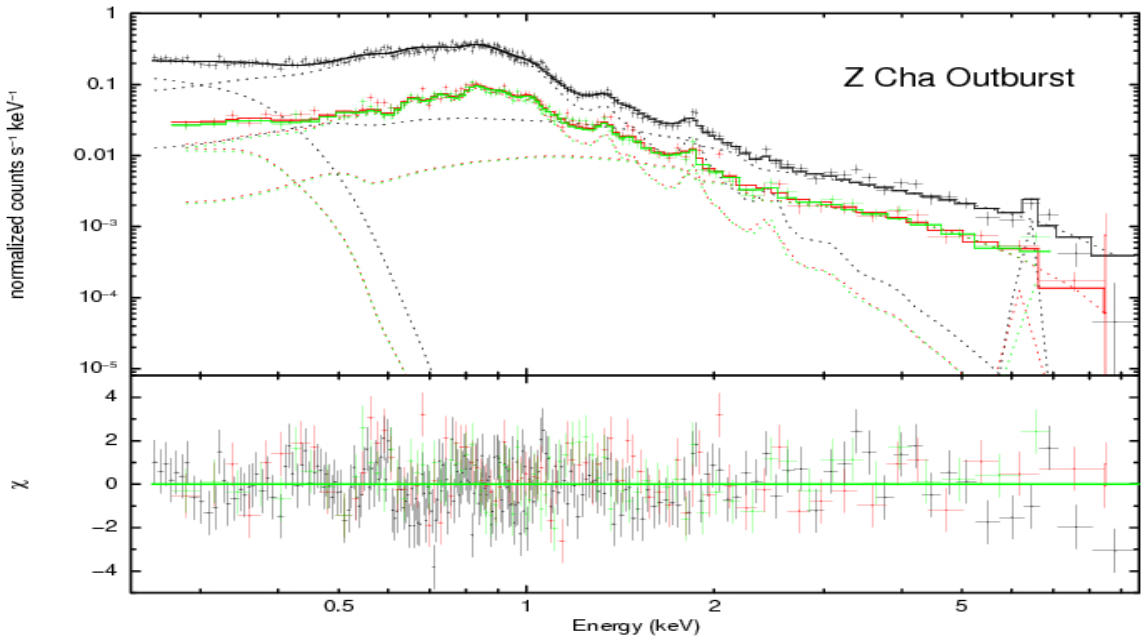
yaklaşık güneş bolluğunun iki katı kadar çıkmıştır. Öz-ışıma $L_x \approx 5\times10^{30}$ erk/sn bulunmuştur. Güç kanunu özışıması 2×10^{30} erk/sn olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak durgun faz genelde cüce novalardan beklenen sonuçları vermiştir. Yanlız ek olarak bulunan güç kanunu bileşkesi standart bir madde aktarım akışının olmadığını belitmektedir. Güç kanunu sistemde Komptonizasyon olduğunun bir belirtisidir. Bunun için RGS verileri ile çizgi tanımlaması ve R ve G oranı hesaplarıyla plazmadaki durumun belirlenebilmesi gerekmektedir.

Yüksek faz uyumlamalarında durum farklıdır. Tablodan da görüleceği üzere, yüksek fazda sınır katmanının sıkılaştığı ve beklenen kara cisim ışımasının 24-40 eV arasında bulunuğu görülmektedir. Yanlız bunu hesaplamak için yıldızlarası soğurmayı sabitlemek zorunda kaldık. Bu bileşke ancak böyle bulunabiliyor. Thermal çoklu-sıcaklık plazma emisyonunda maximum sıcalık yaklaşık 1 keV ye düşüyor. Genelde bolluklar güneş-altı gözüküyor. Özışıma $L_x \approx 3.2\times10^{30}$ erk/sn ve thermal plazma ışıması da 8×10^{29} erk/sn bulunmuştur. Güç kanunu özışıması 3×10^{29} erk/sn olarak hesaplanmıştır. Yumuşak X-ışını bileşkesi 0.1-10.0 keV arasında 7×10^{30} erk/sn ışıma sağlamaktadır. Bu sonuçlar genelde *DIM -Disk instability model-* teorisi için beklenenlerle çok örtüşmesede, cüce nova gözlemleriyle ötüşmektedir. Sert X-ışınları akısı düşmüştür. Genelde öz-ışıma sert bileşkelerde durgun fazın altında yumuşak bileşkeyi eklersek durgun fazın üstüne çıkamktadır. Fakat yumuşak x-ışını bileşke ışıması yaklaşık beklenenin 200-100 katı kadar azdır. Bunun sebebi sistemdeki saçılma olabilir özellikle sistemin tutulmalı olduğunu düşünürsek.

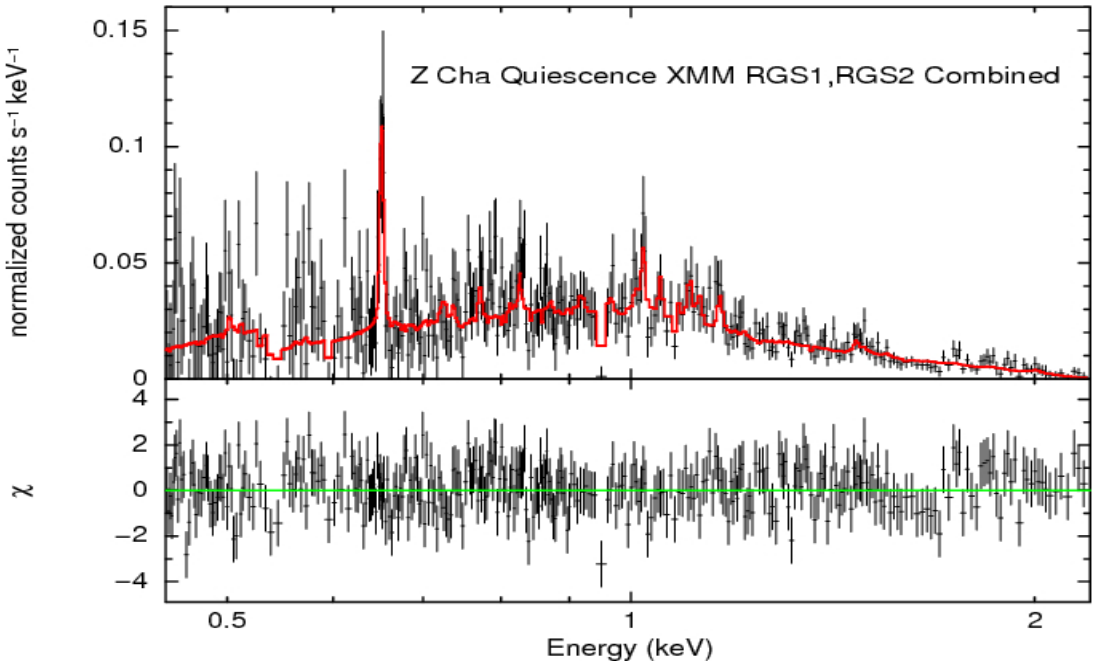
Genel olarak RGS verilerinden elde edilen tayflar Figür 2.1.3 (durgun) ve 2.1.4 (yüksek faz) bulunabilir. Fakat durgun fazda ve de yüksek fazda sistemin O Ne Mg çizgilerinde tripletleri gösterdiği belirlenmiştir. Durgun fazda rezonans çizgileri hiç gözlemlenmemiştir ve çizgilerdeki akı sürekli emisyona göre azdır. Yüksek fazda interkombinasyon çizgilerinin akı olarak fazlalaştığını resonans çizgilerinin görüldüğünü ama plazmanın halen iyonizasyon eşitlemesinden uzak olduğunu belirlemekteyiz. Yüksek fazda toplam çizgi akılarında 10 katı kadar büyüme olmuştur. Bu konudaki detaylar yazılmakta olan makale de tartışılacaktır. Fakat plazmanın hem durgun hem de yüksek fazda iyonizasyon eşitlenmesinde olmadığı görülmektedir. Çizgilerdeki değişiklik düşen plazma sıcaklığı ve yükselen plazma yoğunluğu ile açıklanabilir**.** Bu iyonizasyon eşitliğide olmama durumu diskteki sıcak advektif akışkanların bir özelliğidir.



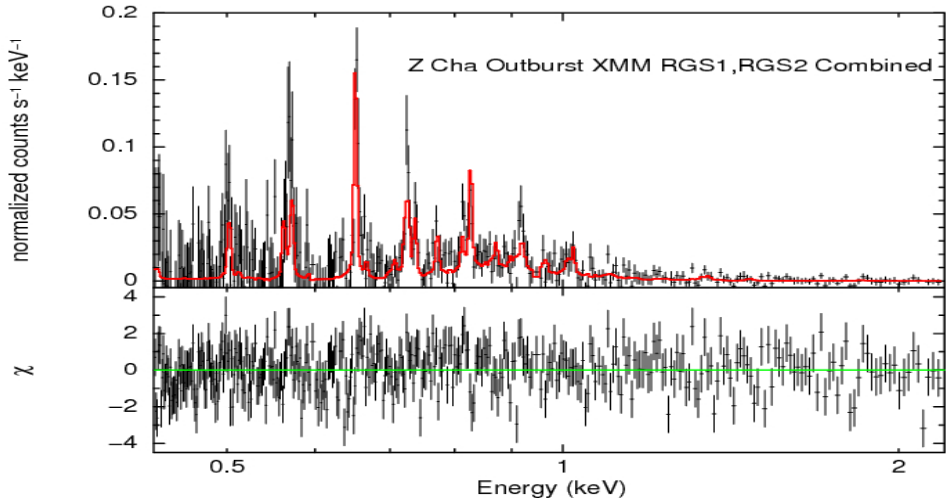
Figür 2.1.1 : Durgun Faz da Z Cha'nın EPIC tayflarının simultane uyumlaması



Figür 2.1.2 : Yüksek Faz da (patlama) Z Cha'nın EPIC tayflarının simultane uyumlaması



Figür 2.1.3: Durgun Faz da Z Cha'nın XMM-Newton RGS1+2 combine tayfının uyumlaması; (CEVMKL) modeli kullanılmıştır.



Figür 2.1.4 : Yüksek Faz da (patlama) Z Cha'nın XMM-Newton RGS1+2 kombine tayfının uyumlaması; (CEVMKL) modeli kullanılmıştır.

Tablo 2.1.1 : Z Cha'nın durgun fazda EPIC tayflarının simultane uyumlamasından elde edilen spektral parametreler

Table 1. Spectral Parameters of the Fits to the Quiescent EPIC Spectra of Z Cha

Model	Parameter	Fit-1	Fit-2	Fit-3
TBabs	$N_H(10^{22}\text{atoms cm}^{-2})$	$0.11^{+0.01}_{-0.01}$	N/A	N/A
pcfabs	$N_H(10^{22}\text{atoms cm}^{-2})$	N/A	$0.20^{+0.06}_{-0.01}$	$0.19^{+0.3}_{-0.2}$
	covering fraction	N/A	$0.78^{+0.02}_{-0.03}$	$0.79^{+0.03}_{-0.03}$
CEVMKL	α	$2.6^{+0.2}_{-0.4}$	$1.65^{+0.10}_{-0.28}$	$1.94^{+0.18}_{-0.18}$
	T_{max}(keV)	$10.0^{+1.0}_{-0.2}$	$11.6^{+1.4}_{-0.3}$	$7.6^{+1.0}_{-0.4}$
	K_{CEVMKL}	$1.1^{+0.07}_{-0.07}\times10^{-2}$	$7.5^{+0.8}_{-0.7}\times10^{-3}$	$5.7^{+1.5}_{-0.8}\times10^{-3}$
$N/N_\odot$		fixed solar	$4.9^{+1.4}_{-1.4}$	$2.2^{+1.7}_{-1.6}$
$O/O_\odot$		fixed solar	$0.93^{+0.15}_{-0.12}$	$0.8^{+0.1}_{-0.2}$
$Ne/Ne_\odot$		$1.8^{+0.4}_{-0.4}$	$0.45^{+0.21}_{-0.21}$	$0.4^{+0.3}_{-0.2}$
$Si/Si_\odot$		$1.5^{+0.2}_{-0.3}$	$1.12^{+0.22}_{-0.07}$	$1.5^{+0.4}_{-0.2}$
$S/S_\odot$		$2.1^{+0.3}_{-0.4}$	$1.74^{+0.28}_{-0.31}$	$2.1^{+0.6}_{-0.3}$
$Fe/Fe_\odot$		$0.8^{+0.1}_{-0.1}$	$0.80^{+0.03}_{-0.05}$	$0.90^{+0.20}_{-0.03}$
Power law	$\text{PhoIndex}_{powerlaw}$	N/A	N/A	$1.35^{+0.10}_{-0.10}$
	$K_{powerlaw}$	N/A	N/A	$1.9^{+0.6}_{-0.5}\times10^{-4}$
	$\chi^2_\nu(\nu)$	1.4 (1294)	1.25 (1293)	1.13 (1291)
Flux	$(10^{-12}\text{erg cm}^{-2}\text{s}^{-1})$	$5.2^{+0.2}_{-0.5}$	$5.0^{+1.0}_{-0.2}$	$5.1^{+1.4}_{-0.8}$
Luminosity	$(10^{30}\text{erg s}^{-1})$	$5.5^{+0.3}_{-0.5}$	$5.3^{+1.1}_{-0.2}$	$5.4^{+1.5}_{-0.8}$
$Flux_{cevmkl}$	$(10^{-12}\text{erg cm}^{-2}\text{s}^{-1})$	$5.2^{+0.2}_{-0.5}$	$5.0^{+1.0}_{-0.2}$	$3.2^{+0.8}_{-0.5}$
L_{cevmkl}	$(10^{30}\text{erg s}^{-1})$	$5.2^{+0.2}_{-0.5}$	$5.0^{+1.0}_{-0.2}$	$3.4^{+0.9}_{-0.6}$
$Flux_{powerlaw}$	$(10^{-12}\text{erg cm}^{-2}\text{s}^{-1})$	N/A	N/A	$2.0^{+0.8}_{-0.7}$
$L_{powerlaw}$	$(10^{30}\text{erg s}^{-1})$	N/A	N/A	$2.1^{+0.9}_{-0.7}$

Notes. Fits are performed using EPIC pn and MOS data in the 0.3-10.0 keV range. A constant value model is fitted as a free parameter to account for the normalization between different detectors. N_H is the absorbing column, α is the index of the power-law emissivity function ($dEM = (T/T_{max})^{\alpha-1}dT/T_{max}$), T_{max} is the maximum temperature for the CEVMKL model, K_{CEVMKL} is the normalization for the CEVMKL model, and $K_{powerlaw}$ is the normalization for the power law model. All errors are calculated at 90% confidence limit for a single parameter. The unabsorbed X-ray flux and the luminosities are given in the range 0.2-10.0 keV. For luminosities the distance of 97 pc is assumed.

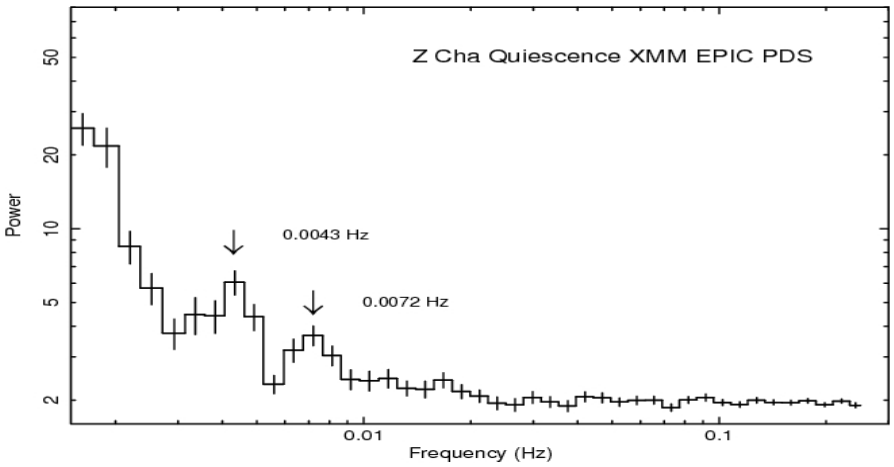
Tablo 2.1.2 : Z Cha'nın Yüksek fazda (patlama) EPIC tayflarının simultane uyumlamasından elde edilen spektral parametreler

Table 2. Spectral Parameters of the Fit to the Qutburst EPIC Spectra of Z Cha

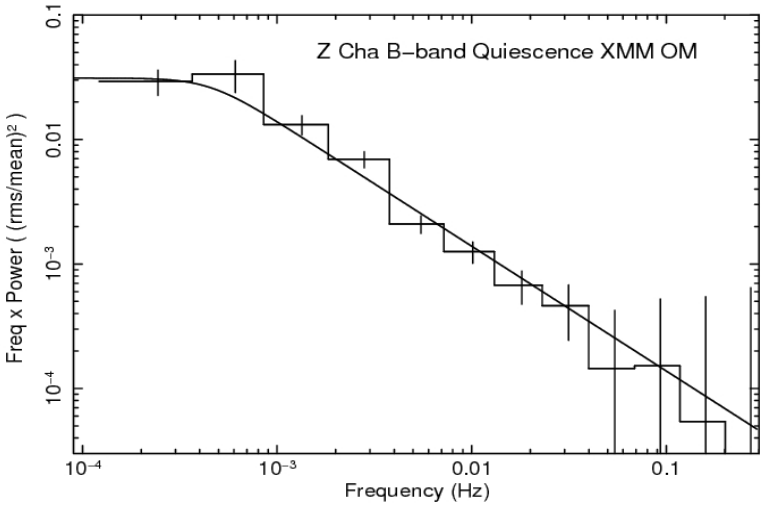
Model	Parameter	Fit values	FTEST Probability†
TBabs	$N_H(10^{22}\text{atoms cm}^{-2})$	0.12 (fixed)	N/A
Blackbody	T_{BB} (keV)	$3.4^{+0.7}_{-1.0}\times10^{-2}$	8.7×10^{-31}
	K_{BB}	$1.2^{+2.0}_{-0.65}\times10^{-4}$	
CEVMKL	α	$<0.1(2\sigma)$	N/A
	T_{max} (keV)	$0.92^{+0.1}_{-0.1}$	
	K_{CEVMKL}	$4.2^{+0.7}_{-0.7}\times10^{-4}$	
$N/N_\odot$		$<0.32(2\sigma)$	0.055
$O/O_\odot$		$0.71^{+0.15}_{-0.10}$	
$Ne/Ne_\odot$		$0.37^{+0.24}_{-0.20}$	
$S/S_\odot$		$1.6^{+0.7}_{-0.6}$	
$Fe/Fe_\odot$		$0.58^{+0.11}_{-0.10}$	
Power law	Photon $\text{Index}_{powerlaw}$	$1.66^{+0.12}_{-0.14}$	4.4×10^{-44}
	$K_{powerlaw}$	$4.3^{+0.7}_{-0.9}\times10^{-5}$	
Gaussian	Line Energy (keV)	6.4 (fixed)	0.001
	Sigma (keV)	0.03 (fixed)	
	$K_{Gaussian}$	$7.5^{+3.2}_{-3.3}\times10^{-7}$	
	$\chi^2_\nu(\nu)$	1.20 (371)	
	Flux (10^{-12}erg cm^{-2}s^{-1})	$2.8^{+6.0}_{-1.8}$	
	Luminosity (10^{30}erg s^{-1})	$3.2^{+6.8}_{-2.1}$	
	Flux_{cevmkl} (10^{-12}erg cm^{-2}s^{-1})	$0.84^{+0.14}_{-0.14}$	
	L_{cevmkl} (10^{30}erg s^{-1})	$0.89^{+0.15}_{-0.15}$	
	$\text{Flux}_{powerlaw}$ (10^{-12}erg cm^{-2}s^{-1})	$0.33^{+0.10}_{-0.10}$	
	$L_{powerlaw}$ (10^{30}erg s^{-1})	$0.35^{+0.11}_{-0.11}$	
	Flux_{BB} (10^{-12}erg cm^{-2}s^{-1})	$6.3^{+13.2}_{-4.7}$	
	L_{BB} (10^{30}erg s^{-1})	$6.7^{+14.0}_{-5.1}$	

Nucita ve ark. (2011) makalesinde Z Cha nın durgun fazdaki ışık eğrisi ve tutulma analizleri tayf analizleriyle beraber yapılmıştır. Burdan farklı olarak yazarların tayfların uyumlamasında bulduğu CEVMKL ve basit soğurma modelinin indirgenmiş $\chi 2$ değeri 1.8 dir ki Tablo 2.1.2 de verilen 1.13 değeri bundan çok daha doğru bir model bulduğumuzu belirtmektedir ve 3σ üzerinde bir düzeltme getirmektedir.

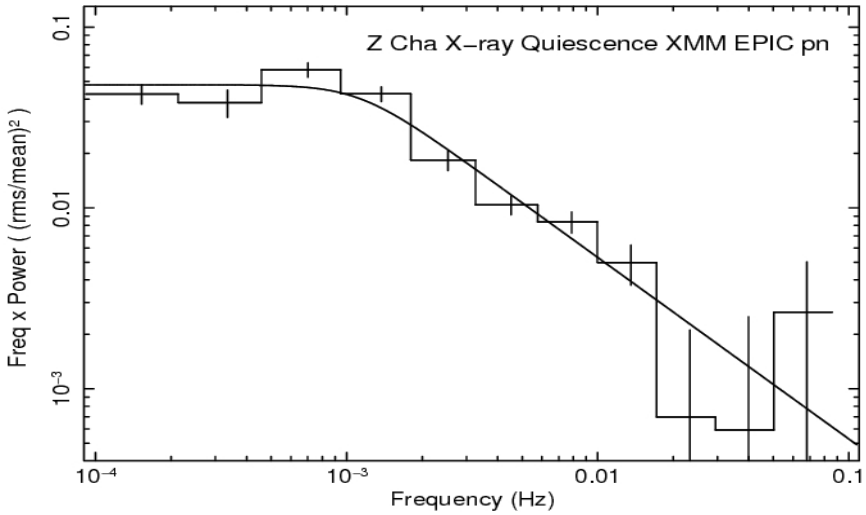
Işık eğrisi analizleri bu makalede olduğu için bu çalışmaya katmadım ama güç tayfı analizlerini yaptım ve hem X-ışını hem de OM B-band zaman serisi analizlerini ekledim. EPIC pn ve MOS ve B-band ışık eğrilerini kullanarak durgun fazda 0.0043 Hz ve 0.0072 Hz de QPO (yarı-periyodik salınım) olduğunu düşündüğüm pikler buldum (bakınız Şekil 2.1.5). Bu QPOlar yüksek fazlarda gözükmemektedir. Şekil 2.1.6-2.1.10 Z Cha'nın ilk ikisi durgun faz, son ikisi yüksek fazdaki güç tayflarını göstermektedir. Bu tayflara bakıldığında ve ilerleyen dalgalanmalar modeliyle Balman & Revnivtsev (2012) de olduğu gibi modellendiğinde , durgun fazda 0.6 mHz de olan frekans kesintisi, yüksek fazda 1 mHz kadar düştüğünü hesapladık. Bu diskin SU Uma ve SS Cyg'de de kanıtlandığı üzere içeri dışarı hareketini göstermektedir, fakat hareket hata bazında yüksek bir anlamlılık faktörüyle belirlenememektedir. Bu yüksek frekans kesimleri diskte sıcak akışların olduğunu ve diskteki bu akışkan karakteristiğinin değişimini gösteren kesimlerinin yüksek çaplarda meydana geldiğini belirtmektedir. Z Cha'nın durgun fazda ve yüksek fazda çapraz-korelasyon analizleri de yapılmış ve 120 sn lik bir zaman kayması diğer cüce novalara aynı şekilde hesaplanmıştır.



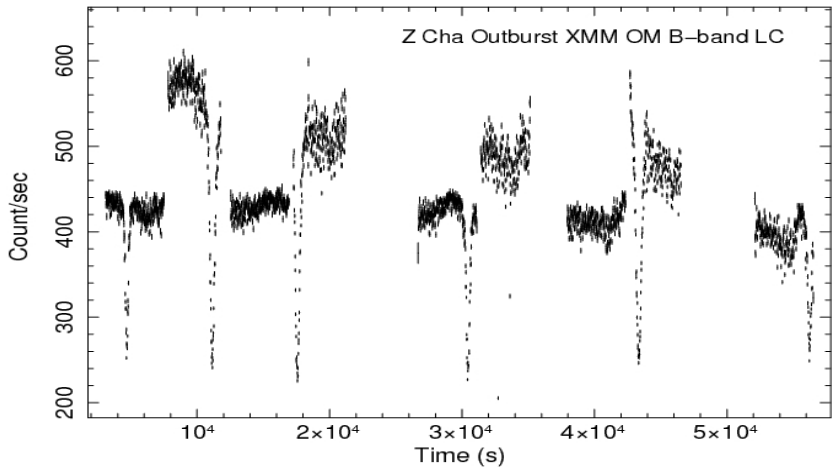
Figür 2.1.5: Z Cha'nın XMM-Newton EPIC güç tayfı ve bulunan QPOlar (Durgun faz)



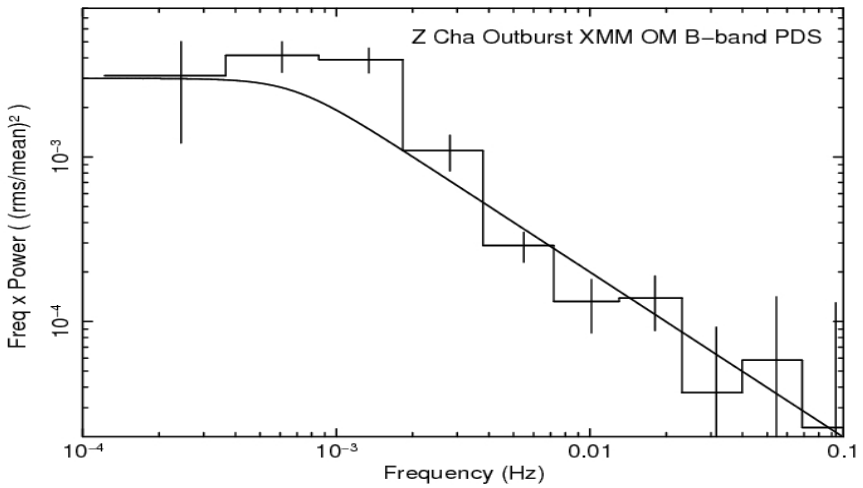
Figür 2.1.6: Z Cha'nın XMM-Newton OM optik B-band güç tayfı (parçalanmış ve averaj yapılmış) – Durgun faz. Düz çizgi ilerleyen dalgalar modelinin uyumlamasıdır.



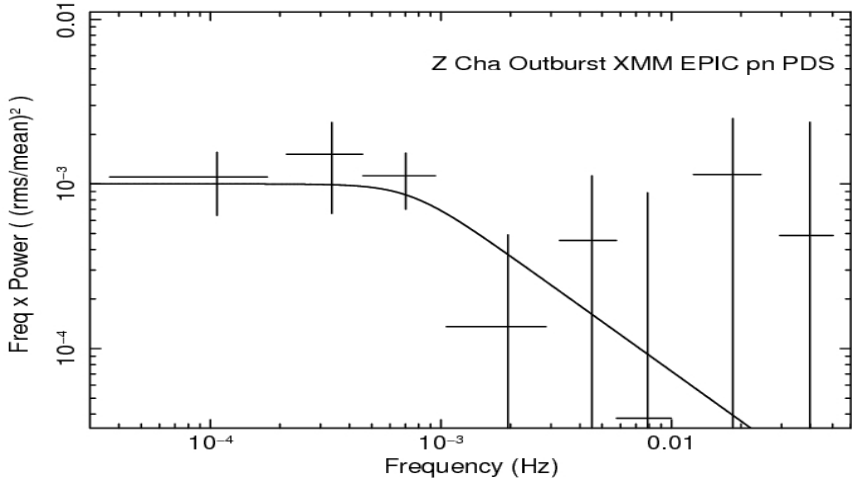
Figür 2.1.7: Z Cha'nın XMM-Newton EPIC güç tayfı (parçalanmış ve averaj yapılmış) – Durgun faz. Düz çizgi ilerleyen dalgalar modelinin uyumlamasıdır



Figür 2.1.8: Z Cha'nın XMM-Newton OM optik B-band ışık eğrisi (Yüksek Faz).



Figür 2.1.9: Z Cha'nın XMM-Newton OM optik B-band güç tayfı (parçalanmış ve averaj yapılmış) – Durgun faz. Düz çizgi ilerleyen dalgalar modelinin uyumlamasıdır.



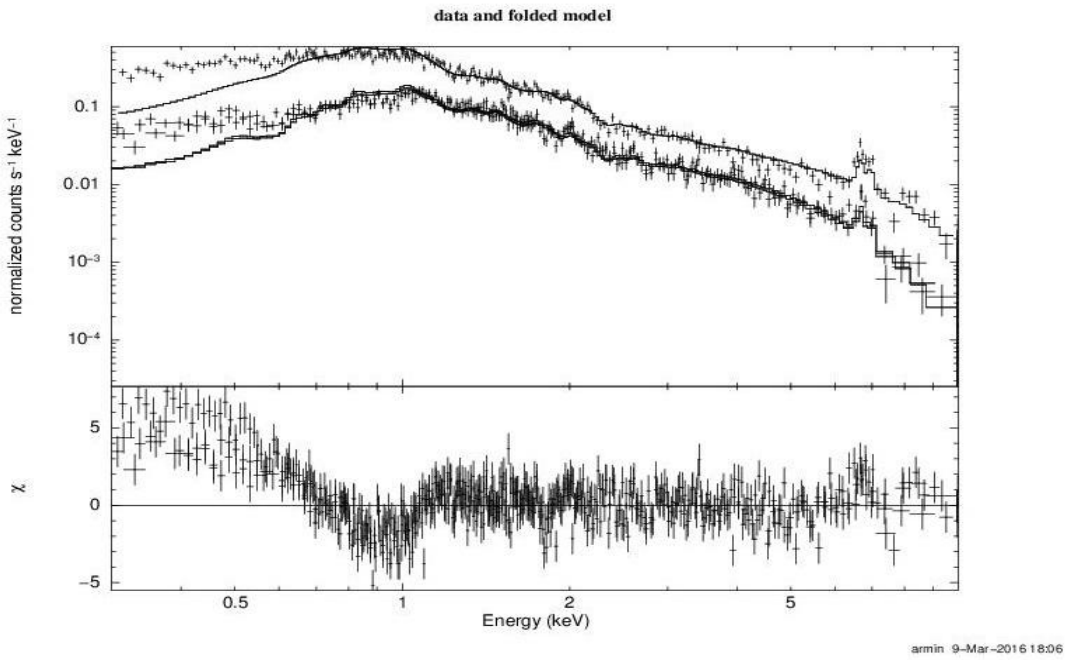
Figür 2.1.10: Z Cha'nın XMM-Newton EPIC güç tayfı (parçalanmış ve averaj yapılmış) – Durgun faz. Düz çizgi ilerleyen dalgalar modelinin uyumlamasıdır

2.2 SS Aur

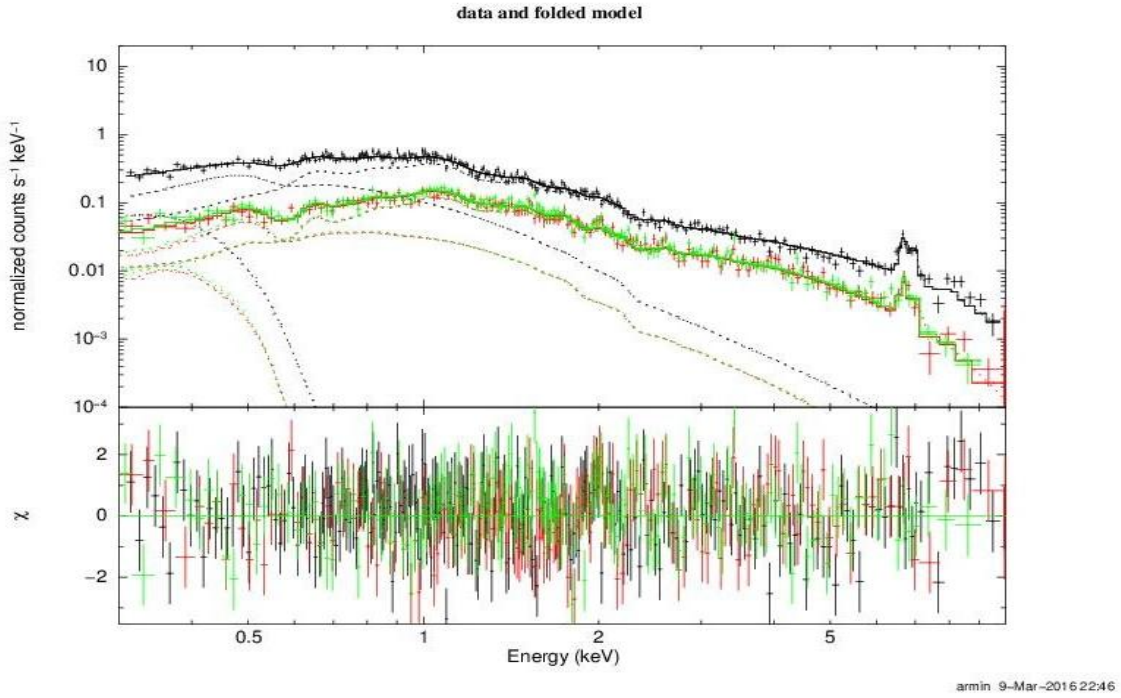
SS Aur U Gem tipi bir cüce novadır (Ritter & Kolb 1998). Hα çizgilerinden hesaplan orbital peryodu 263.232 dakikadır. Kaynak uzaklığı yaklaşık 200 pc ve beyaz cüce kütlesi 1.03 $M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır (Urban & Sion 2006) . Sistemde UV bölgesinde yapılan tayf analizlerinde 48 kK lik sıcak bir sert bileşke de bulunmuştur. Standart disk teorisine göre iç diskte parlak bir hızlı dönen sıcak halka bölge olarak adlandırılmıştır (Sion ve ark. 2004) . SS Aur X-ışınlarında detaylı bir şekilde analiz edilmemiştir bu sebeple durgun fazda alınmış XMM-Newton arşiv verilerini analiz etmeye karar verdik.

XMM-Newton gözlemi 7 Nisan 2008 de 51 ks olarak alınmıştır. Bu veri setinde EPIC pn ve MOS, RGS verileriye OM verileri dahil edilistir. EPIC pn (European Photon Imaging Camera pn detector) ve MOS1-2 (Multi-Object Spectrograph) orta spektral çözünürlükle tayf ve iyi zamansal çözünürlükte ışık eğrisi sağlamaktadır. RGS (yansıma rende spektrografı) da yüksek çözünürlükte tayf üretmek için kullanılmaktadır. OM (optik monitiör-- 30 cm teleskop) genelde ya ışık eğrisi yada imaj verisi elde etmek için kullanılmatadır. Bizim kullandığımız OM verilerini, UVW1 filtresiyle, UV bandında zamansal seri üreterek analiz ettik. Genelde bütün XMM-Newton verileri standart SAS yazılımıyla ön indirgeme yapılarak tayflar, ışık eğrileri ve dedektör tepki ve efektif alan dosyaları elde edildi. Bütün X-ışını ışık eğrileri 0.1 sn ve OM UV ışık eğrileri de 0.5 sn zamansal çözünürlükte hesaplanmıştır. Tayflar yapılırken *emchain* ve *epchain* programlarıyla indirgeme yapıldıktan sonra *epsecget* programıyla da tayflar oluşturuldu. RGS analizi *rgsproc* ve *rgscombine* programlarıyla yapıldı. Fakat çıkan tayfta sinyal gürültü oranı düşük olduğundan iyi sonuçlar vermedi, bu sepeble rapora katmadık.
EPIC pn ve MOS1-2 tayflarının simultane olarak XSPEC yazılımı ile analizini yaptık. Bunları ilk önce Tbabs (Wils ve ark. 2000) çarpan modeli ve CEVMKL çoklu-sıcaklık (Mewe ve ark. 1986) plasma emisyon modeli ile uyumladık. Bu uyumlamada çıkan soğurma yıldızlarası değerden az çıkınca yıldızlararası soğurmayı (Dicky ve Lockman 1990) ve Willengale ve ark. 2013) *nhtot* hesap programını kullanarak sabitledik. Bu modellemeden çıkan sonuç Figür 2.2.1 de verilmiştir. Bu figürde açık bir yumuşak fazlalık vardır ve uyumlama minimum indirgenmiş $\chi 2$ olarak 2.0 dan daha büyük değerler vermiştir. Sonuç olarak bu fazlalık en düzgün şekilde bir kara cisim ışımasıyla uyumlanabilmiştir. Bu uyumlama indirgenmiş $\chi 2$ olarak 1.05 vermektedir (bakınız Figür 2.2.2) . Tablo 2.2.1 de bu uyumlamadan çıkan spektral parametreler bulunabilir.

Kaynağın UV ve X-ışınlarında orbit varyasyonlarına bakmak için OM verilerinden ve EPIC verilerinden elde edilen ışık eğrilerini orbital periyod üzerinden katlayarak. Averaj dönem faz profillerini elde ettik. Figür 2.2.3-2.2.4, OM UVW1 ve EPIC pn ışık eğrilerini göstermektedir. Figür 2.2.5-2.2.6 de UVW1 ve X-ışını katlanmış faz profilleri verilmiştir. Bu raporda örnek olarak bir UV ışık eğrisi ve EPIC pn ışık eğrisi kullanılmıştır. Orbit faz profilleri için EPIC MOS 1 ve 2 eklenmiştir.
Burda ilginç sonuçlardan biri UV deki salınımın yüzde modülasyonu X-ışınınkinden az olduğudur. En son olarak UVW1 ışık eğrisinden ve EPIC pn X-ışını eğrisinden çıkan güç tayfları verilmiştir (Figür 2.2.5 : UV ve Figür 2.2.6: X-ray) . Bu güç tayfları tekil intervallerden hesaplanmış ve tekrar guruplanmamıştır. Bu tayflarda diskten orijine ettiğini düşündüğümüz kırmızı gürültü bulduk, fakat yüksek anlamlılık (signifikans) veren bir QPO (yarı-periyodik salınım) bulamadık.
Spektral parametrelerde bulduğumuz 24 eV sıcaklıklı kara cisim ışıması tipik bir sınır katmanı sıcaklığıdır. Bu da İlk defa bir cüce nova da ***durgun fazda*** bulunmuş optik kalın sınır katmanı olabileceğini düşünüyoruz. Uyumlamada ayrıca güneş bolluklarından fazla demir ve oxijen de bulduk. SS Aur daki optik ince çoklu-sıcaklık plasma emisyonu maximum sıcaklığı kT_{max} 22 keV ve 0.1-50 keV enerji bandında X-ışını özışıması da 2.0×10^{33} erk/sn olarak hespladık. Bu sonuçları bir makale olarak hazırlıyoruz. Bu karakteristikleri standart ve standart olmayan disk akışları ile açıklayabilmektyiz. Optik ince ışımasız sıcak akışların bazı madde aktarım oranlarında beyaz cüceye yakın bir yerde optik kalın sınır katmanı oluşturabileceğinin bir göstergesi olabilir. Bu CV disk teorisi için oldukça yeni bir olgu olacaktır.



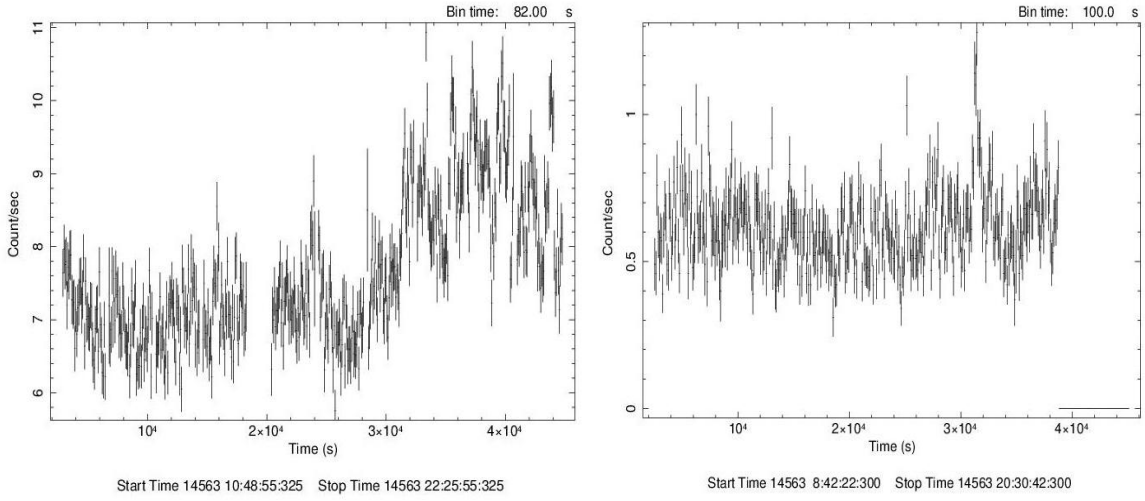
Figür 2.2.1 : Durgun Faz da SS Aur'un EPIC tayflarının simultane uyumlaması. Yumuşak fazlalık 0.5 keV altında gözükmektedir.



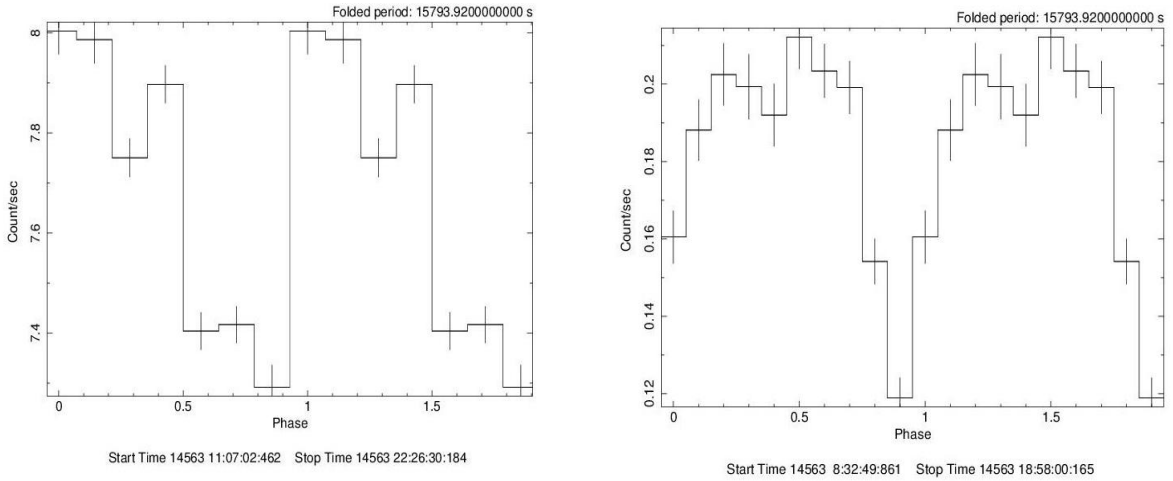
Figür 2.2.2 : Durgun Faz da SS Aur'un EPIC tayflarının simultane uyumlaması. Yumuşak fazlalık 0.5 keV altında kara cisim ışıması modeliyle uyumlanmıştır.

Tablo 2.2.1 : SS Aur'un durgun fazda EPIC tayflarının simultane uyumlamasından elde edilen spektral parametreler

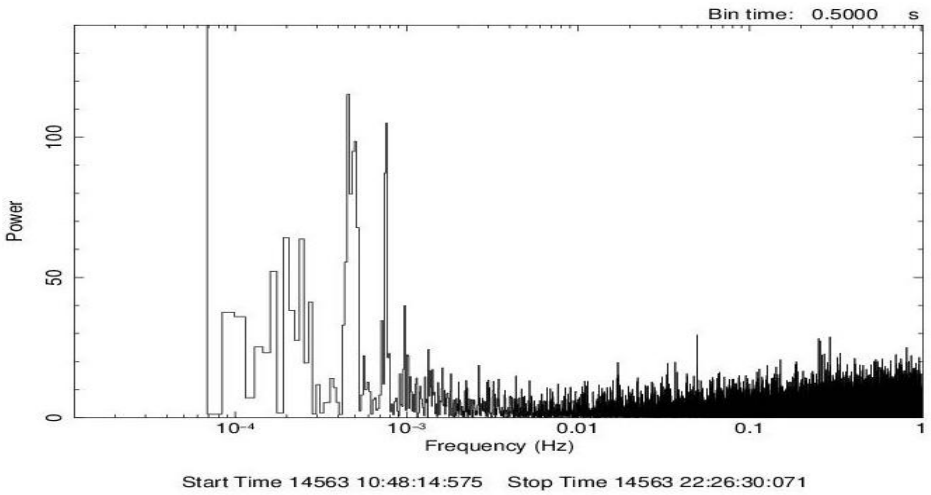
Model	Component	Value
tbabs	$N_H(\times 10^{22} cm^{-2})$	0.23 (Fixed)
constant		$0.95^{+0.02}_{-0.02}$
bbody	$kT(eV)$	$26.0^{+1.0}_{-1.0}$
	$K_{bbody}(\times 10^{-3})$	$6.7^{+2.0}_{-2.0}$
	$F_{BB}(\times 10^{-10} ergs^{-1} cm^{-2})$	$2.5^{+0.9}_{-0.8}$
	$L_{X,BB}(\times 10^{33} ergs^{-1})$	$1.9^{+0.4}_{-0.4}$
powerlaw	$PhoIndex$	$3.9^{+0.34}_{-0.29}$
	$K_{POWERLAW}(\times 10^{-4})$	$1.9^{+0.4}_{-0.4}$
	$F_{PO}(\times 10^{-11} ergs^{-1} cm^{-2})$	$1.4^{+0.2}_{-0.8}$
	$L_{X,PO}(\times 10^{31} ergs^{-1})$	$6.9^{+8.5}_{-3.6}$
cevmkl	$kT_{max}(keV)$	$23.3^{+6.6}_{-4.0}$
	$K_{CEVMKL}(\times 10^{-4})$	$1.9^{+0.1}_{-0.2}$
	$alpha$	$0.8^{+0.08}_{-0.08}$
	O	$4.3^{+1.2}_{-0.9}$
	Fe	$1.9^{+0.4}_{-0.3}$
	$F_{CEV}(\times 10^{-12} ergs^{-1} cm^{-2})$	$4.4^{+0.6}_{-0.6}$
	$L_{X,CEV}(\times 10^{31} ergs^{-1})$	$2.1^{+0.3}_{-0.3}$
χ^2_ν (dof)		1.05 (588)
F_{unabs}	$(\times 10^{-10} ergs^{-1} cm^{-2})$	$2.7^{+1.1}_{-0.9}$
$L_{X,unabs}$	$(\times 10^{33} ergs^{-1})$	$1.3^{+0.5}_{-0.4}$



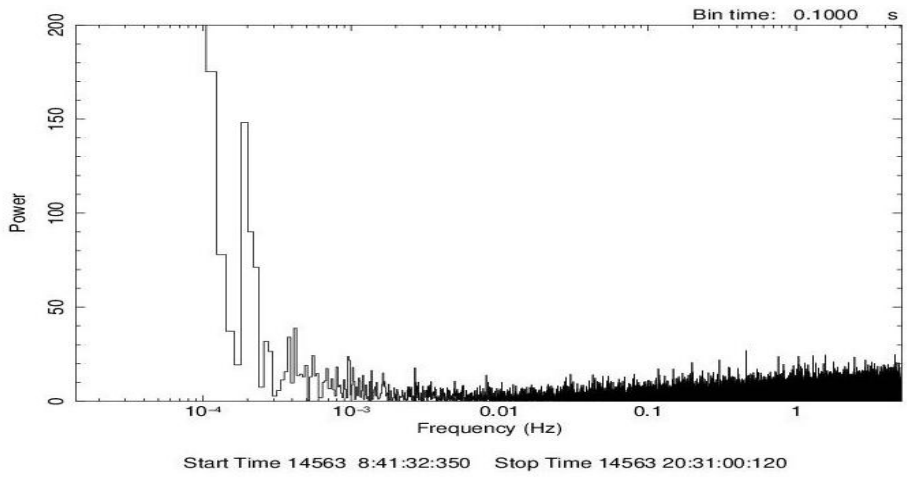
Figür 2.2.3 ve Figür 2.2.4 : SS Aur-- UV ışık eğrisi. OM UVW1 filtresi ile alınmıştır (sol tarafta) ve XMM-Newton EPIC pn ışık eğrisi (sağ tarafta). Yersiz parlamalar için temizlenmiştir.



Figür 2.2.5 ve Figür 2.2.6 : SS Aur-- UV ortalama ışık eğrisi (orbit dönemine katlanmıştır). OM UVW1 filtresi ile alınmıştır (sol tarafta) ve XMM-Newton EPIC MOS ortalama ışık eğrisi; yine sistemin orbit dönemine katlanmıştır (sağ tarafta). Yersiz parlamalar için temizlenmiştir.



Figür 2.2.7: SS Aur'ın XMM-Newton OM UV (UVW1-filtresi ile) güç tayfı. Güç tayfı tekil interval için hesaplanmıştır (güç tayfı averajı alınmamıştır).



Figür 2.2.8: SS Aur'ın XMM-Newton EPIC pn güç tayfı. Güç tayfı tekil interval için hesaplanmıştır (güç tayfı averajı alınmamıştır).

2.3 EY Cyg

EY Cyg, U Gem tipi bir cüce novadır (Ritter & Kolb 1998). Durgun fazda V=14.8 kadir patlama fazında V=11 kadir olarak gözlenir. Patlama aralığı 240 gün kadardır (Kholopov ve Efremov 1976) yaklaşık patlama evresi 30 gündür (Piening 1978). ROSAT ile ilk X-ışını akısı 3×10^{-13} cm^{-2} s^{-1} olarak bulunmuştur (0.4-2.2 keV). Sion ve ark. (2004) beya cüce sıcaklığını 24000 K bulmuştur. Hacke ve Andronov (1988) fotometrik gözlemlerden periyodunu 0.181828 gün bulmuşlardır. Biz analizlerimizde bu periyodu kullandık. Kaynak uzaklığı çeşitli metodlarla hesplanmış ve 700-250 pc arasında bulunmaktadır. Düşük limit ikincil yıldızın spektral tipinden kaynaklanmaktadır. Biz Tovmassian ve ark. (2002) verileriyle örtüşük 450 pc kullandık. Echevarria ve ark. (2007) sistemde soğurma bileşkeleri tespit etmiş ve sistemin oldukça uzakta olduğu soğurmanın yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu yazarların analizlerinden çıkan orbital periyod ise 0.45932590(2) gün olarak çok farklı bulunmuştur.

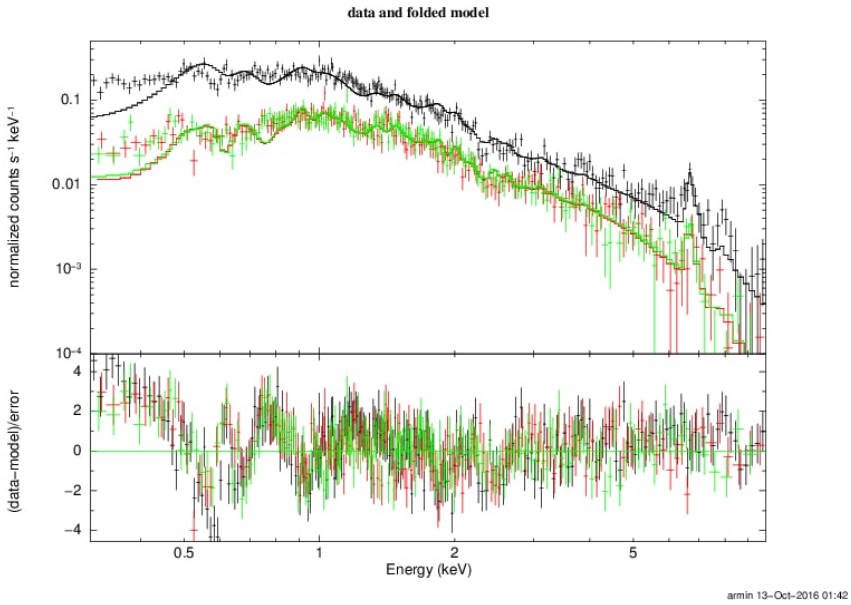
XMM –Newton Uydu Gözlemevi üç teleskop kullanmakta ve bunların odaklarında da EPIC cameraları (European Photon Imaging Camera – üç adet) bulunmaktadır. Bunlardan ikisinde MOS (metal oxide semiconductor) biri de pn CCDleri bulunur (0.1-15.0 keV; Jansen ve ark. 2001, Turner ve ark. 2001). Teleskoba gelen ışınlardan yaklaşık yarısı RGS (reflection grating spectrometer) yansıma rende spektrografına gelir (0.3-2.5 keV) ve burda kayıtlanır.

XMM-Newton gözlemi 7 Nisan 2008 de 51 ks olarak alınmıştır. Bu veri setinde EPIC pn ve MOS, RGS verilerini kullanarak analiz yaptık. EPIC pn (European Photon Imaging Camera pn detector) ve MOS1-2 (Metal Oxide Semiconductor detectors) orta spektral çözünürlükle tayf ve iyi zamansal çözünürlükte ışık eğrisi sağlamaktadır. RGS (yansıma rende spektrografı) da yüksek çözünürlükte tayf üretmek için kullanılmaktadır. Genelde bütün XMM-Newton verileri standart SAS (v.14) yazılımıyla ön indirgeme yapılarak tayflar, ışık eğrileri ve dedektör tepki ve efektif alan dosyaları elde edildi. Bütün X-ışını ışık eğrileri 0.1 sn zamansal çözünürlükte hesaplanmıştır. Tayflar yapılırken *emchain* ve *epchain* programlarıyla indirgeme yapıldıktan sonra *epsecget* programıyla da tayflar oluşturuldu. RGS analizi *rgsproc* ve *rgscombine* programlarıyla yapıldı. Fakat çıkan tayfta sinyal gürültü oranı düşük olduğundan iyi sonuçlar vermedi, bu sepeble rapora katmadık.

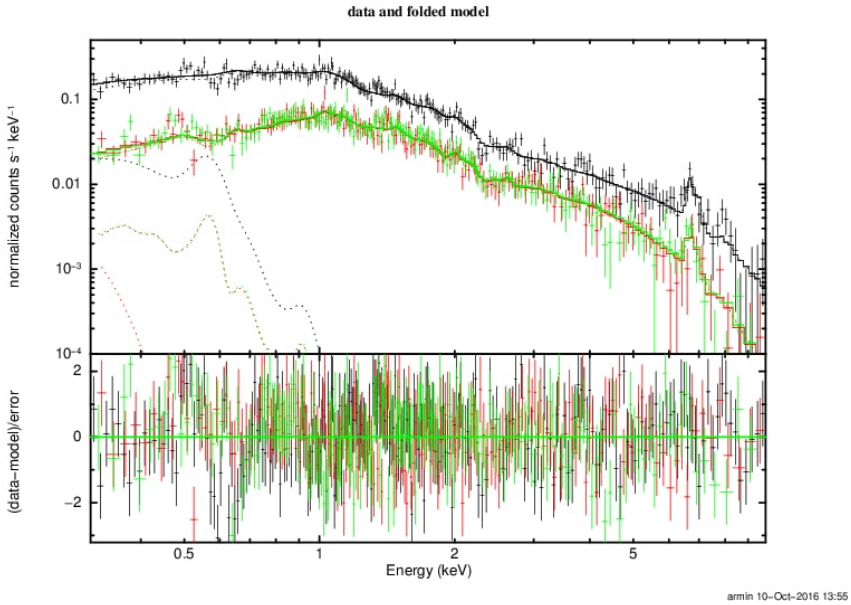
EPIC pn ve MOS1-2 tayflarının simultane olarak XSPEC yazılımı ile analizini yaptık. Bunları ilkönce Tbabs (Wilms ve ark. 2000) çarpan modeli ve CEVMKL çoklu-sıcaklık (Mewe ve ark. 1986) plazma emisyon modeli ile uyumladık. Bu uyumlamada çıkan soğurma yıldızlarası değerden az çıkınca yıldızlararası soğurmayı (Dicky ve Lockman 1990) ve Willingale ve ark. 2013) *nhtot* hesap programını kullanarak sabitledik. Bu modellemeden çıkan sonuç Figür 2.3.1 de verilmiştir. Bu figürde açık bir yumuşak fazlalık vardır ve uyumlama minimum indirgenmiş $\chi 2$ olarak 1.8 gibi bir değer vermiştir. Sonuç olarak bu fazlalık en düzgün şekilde bir kara cisim ışımasıyla veya bir plazma emisyon modeli MEKAL ile uyumlanabilmiştir. Bu uyumlama indirgenmiş $\chi 2$ olarak 0.95 vermektedir (bakınız Figür 2.3.2). Tablo 2.3.1 de bu uyumlamadan çıkan spektral parametreler bulunabilir. Sonuçta MEKAL modeli daha iyi ve anlamlı bir fit ve uyumlama parametreleri sağladığı için tercih edilmiştir.

Kaynağın X-ışınlarında orbit varyasyonlarına bakmak için EPIC verilerinden elde edilen ışık eğrilerini orbital periyod üzerinden katlayarak averaj dönem faz profillerini elde ettik. Figür 2.3.3 tekil EPIC pn MOS1-2 ışık eğrilerini göstermektedir. Figür 2.3.4'de toplanmış bütün EPIC X-ışını eğrilerinin orbit dönemine katlanmış faz profilleri verilmiştir.

En son olarak EPIC pn ve MOS1-2 X-ışını eğrisinden güç tayfları elde edilmiştir (Figür 2.3.5 ve 2.3.6) . Bu güç tayfları tekil intervallerden hesaplanmış ve tekrar guruplanmamıştır. Orbit döneminin bulunduğu yerde bir geniş pik görünmektedir 6.3×10^{-4} Hz. Fakat asıl yüksek pik yaklaşık $(1.6\text{-}2.0)\times10^{-4}$ Hz arasında çıkmaktadır. MOS ve pn dedektörlerinde tam olarak aynı yerde gözükmemesi dikkatimizi çekmiştir. Bu sinyalin gerçekliği tam olarak anlaşılmamıştır. Aynı yerde gözükmememsi bir kırmızı gürültü artığı olmasını güçlendirmektedir. Bu bir disk QPO suna (yarı periyodik salınımı) aday olabilir. Bunun dışında ayrıca bir yumuşak orta kutupsal (IP) manyetik KD sisteme de aday olabilir.



Figür 2.3.1 : Durgun Faz da EY Cyg'in EPIC tayflarının simultane uyumlaması. Yumuşak fazlalık 0.5 keV altında gözükmektedir.



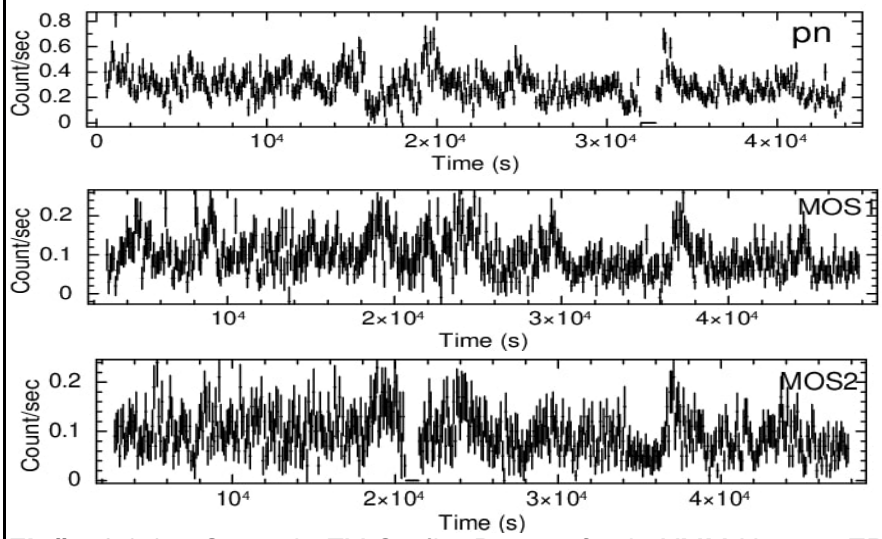
Figür 2.3.2 : Durgun Faz da EY Cyg'in EPIC tayflarının simultane uyumlaması. Yumuşak fazlalık 0.5 keV altında kara cisim ışıması modeliyle uyumlanmıştır.

Tablo 2.3.1 : EY CYg'in durgun fazda EPIC tayflarının simultane uyumlamasından elde edilen spektral parametreler

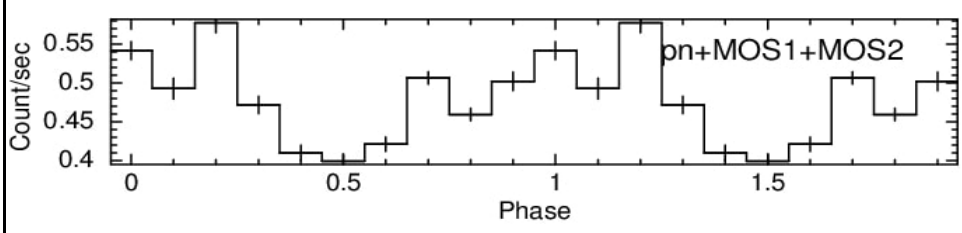
Model	Component	Value
tbabs	$N_H(\times 10^{22} cm^{-2})$	$0.04^{+0.02}_{-0.01}$
constant		$0.98^{+0.03}_{-0.03}$
mekal	$kT(KeV)$	$0.1^{+0.01}_{-0.02}$
	$K_{MEKAL}(\times 10^{-5})$	$2.7^{+1.3}_{-1.3}$
	$F_{MKL}(\times 10^{-14} ergs^{-1} cm^{-2})$	$5.6^{+3.2}_{-2.9}$
	$L_{X,MKL}(\times 10^{30} ergs^{-1})$	$1.4^{+0.4}_{-0.4}$
cevmkl	$kT_{max}(keV)$	$14.9^{+3.3}_{-2.2}$
	$K_{CEVMKL}(\times 10^{-3})$	$1.6^{+0.2}_{-0.2}$
	$alpha$	$1.2^{+0.2}_{-0.2}$
	$F_{CEV}(\times 10^{-12} ergs^{-1} cm^{-2})$	$1.9^{+0.1}_{-0.1}$
	$L_{X,CEV}(\times 10^{31} ergs^{-1})$	$2.1^{+0.3}_{-0.3}$
χ^2_ν (dof)		1.04 (527)

Table 2.5: Spectral Parameters of the best fit model to the EY Cyg Spectra.

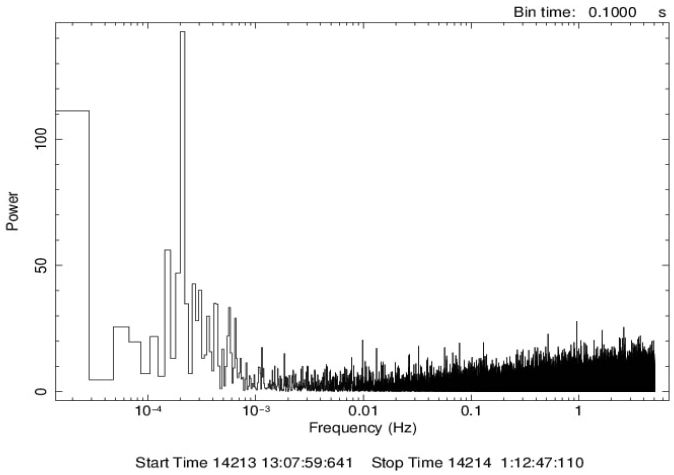
N_H is the absorbing neutral hydrogen column density for the *tbabs*. kT is the plasma temperature for the *MEKAL* model. K_{MEKAL} is the normalization for the *MEKAL* model. kT_{max} is the maximum temperature for the *CEVMKL* model. K_{CEVMKL} is the normalization for the *CEVMKL* model.



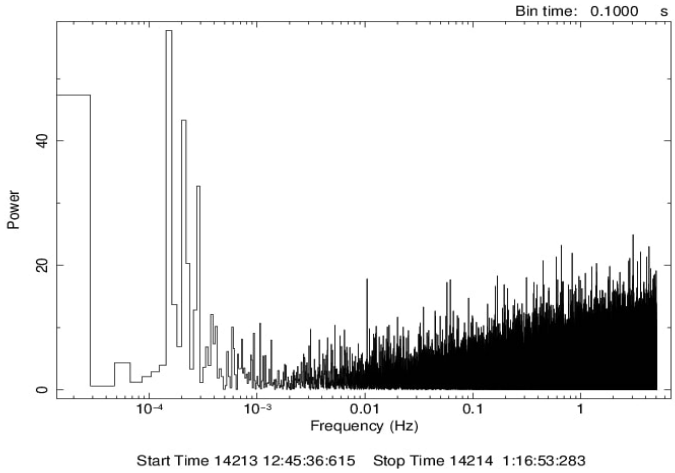
Figür 2.3.3 : Sırasıyla EY Cyg'in Durgun fazda XMM-Newton EPIC pn, MOS1 ve MOS2 ışık eğrisi.



Figür 2.3.4 : XMM-Newton EPIC pn+MOS1+MOS2 ortalama ışık eğrisi; sistemin orbit dönemine katlanmıştır.



Figür 2.3.5: EY Cyg'in XMM-Newton EPIC pn güç tayfı. Güç tayfı tekil interval için hesaplanmıştır (güç tayfı averajı alınmamıştır).



Figür 2.3.6: EY Cyg'in XMM-Newton EPIC MOS güç tayfı. Güç tayfı tekil interval için hesaplanmıştır (güç tayfı averajı alınmamıştır).

Table 2.3.2: The X-ray Luminosity of K0 Spectral Type Stars

Name/ROSAT Name	Spectral Type	Distance	L_X
RX J 0540.0-5343	K0V	164^{+24}_{-18}	$1.57^{+1.0}_{-1.0}(\times 10^{30} ergs^{-1})$
RX J 0548.0-6241	K0/1V	170^{+34}_{-22}	$1.6^{+2.3}_{-1.0}(\times 10^{30} ergs^{-1})$
RX J 1429.4-0049	K0V	87^{+6}_{-6}	$1.2^{+0.5}_{-0.4}(\times 10^{30} ergs^{-1})$
RX J 1433.3-0126	K0/1V	506^{+156}_{-75}	$12.3^{+19.2}_{-8.0}(\times 10^{30} ergs^{-1})$

EY Cyg sisteminin X-ışını spektrasında bulunan ikinci MEKAL komponantının ikincil yıldızından kaynaklandığını bulduk. Tablo 2.3.2 de Benzer K0 tipinde olan ikincil yıldızlardan gelen öz-ışımaların ve bilinen sıcaklıkları bizim Tablo 2.3.1 deki MEKAL bileşkesine benzemektedir. Yaklaşık 100 eV sıcaklık, 5.6×10-14 erg/cm^2/sn akı ve 1.4×10^{30} erg/sn öz-ışıma yukardaki parametrelerle uyuşmaktadır. X-ışını verileriyle uyumlu olarak sistemde bu band da ikincil yıldız kaynaklı ışıma olduğuna inanıyoruz.

3. KLASİFİKASYONU TANIMLANMAMIŞ CV SİSTEMLERİNİN ANALİZLERİ : TW Pic

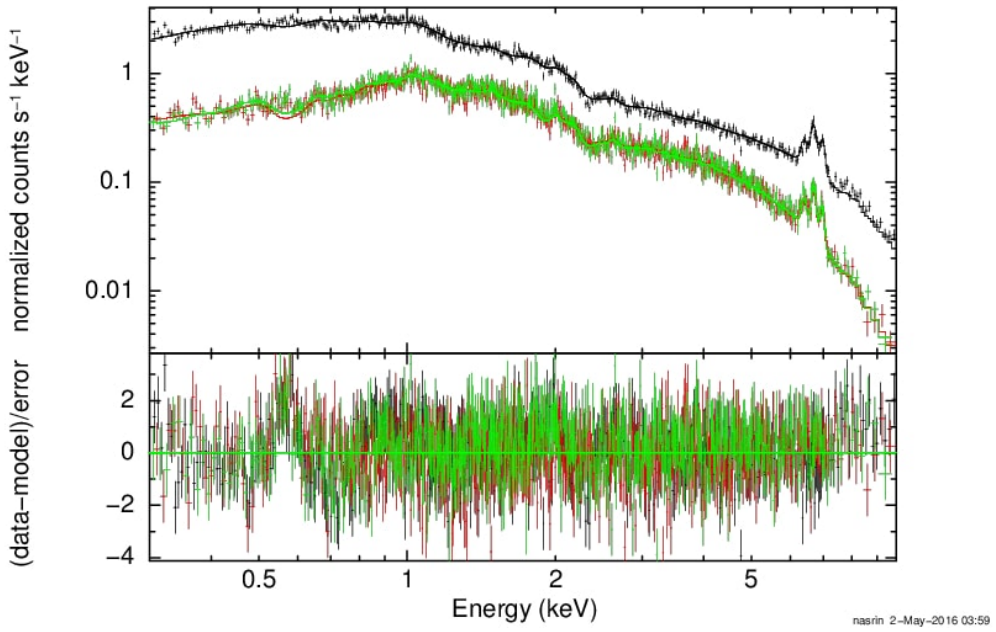
Bu bölümde CV arşiv listemizde bulunan amanyetik olarak bilinen fakat manyetik sistem özellikleri de gösteren bir CV olan TW Pic sisteminin analizleri bulunabilir, analizler yürütücü Şölen Balman denetiminde Nasrin Sheshvan-Talebpour ve Armin Nabizadeh (XMM-Newton ve Swift; RXTE-Şölen Balman) tarafından yapılmıştır.

TW Pic 14 Kadir parlaklaığı olan bir CV dir ve orta kutupsal olarak teklif edilmiştir ama X-ışınlarında kanıtlanmamıştır. Sistemde optik bandda birçok yarı periyodik salınım bulumuştur (Mouchet ve ark. 1991). Optik band analizlerinde Patterson ve Moulden (1993) tarafından orbit dönem periyodu 6.06 saat olarak bulunmuştur. Ephemerides HJD= 2448207.785(14)+0.2525(12)E olarak hesaplanmıştır. Sistemin kaynak uzaklığı 617 pc kadardır (Özdönmez ve Bilir 2015).

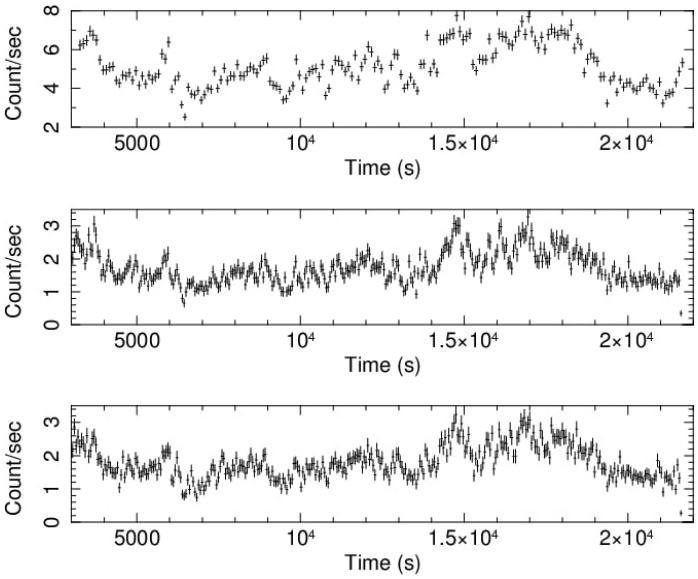
XMM –Newton Uydu Gözlemevi üç teleskop kullanmakta ve bunların odaklarında da EPIC cameraları (European Photon Imaging Camera – üç adet) bulunmaktadır. Bunlardan ikisinde MOS (metal oxide semiconductor) biri de pn CCDleri bulunur (0.1-15.0 keV; Jansen ve ark. 2001, Turner ve ark. 2001). Teleskoba gelen ışınlardan yaklaşık yarısı RGS (reflection grating spectrometer) yansıma rende spektrografına gelir (0.3-2.5 keV) ve burda kayıtlanır. Teleskop görüş alanı 30 açı dakikadır. Ayrıca üstünde bir de optical monitör (OM) olan 30 cm lik bir küçük teleskop daha bulunmaktadır. Bu teleskop verileri ya imaj modunda yada zaman serisi olarak alınmaktadır TW Pic durgun düşük fazda 2 Mart 2008 (47 ksn) ve yine düşük durgun fazda 25 Nisan 2008 gözlenmiştir (18 ksn). Analizler SAS v.14 (science analysis software) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. EPIC analizlerinde *epproc* ve *emproc* programlarıyla ön indirgeme yapılmış ve proses edilmiş photon-liste dosyalarıyla (event files) karşılaştırılmıştır. Sonraki analizler de X-ışını tayfları *especget* programıyla elde edilmiştir. Işık eğrileri de *evselect* programı ve *lcmath* FTOOLS programıyla hesaplanmıştır. B-bandında alınmış OM verilerinden zaman serileri de omfchain ile elde edilmiştir. Bütün analiz detayları http://xmm2.esac.esa.int/sas/ websitesinde bulabilirsiniz. Diğer spektral uyumlamalar ve güç tayf analizleri HEASoft yazılımları XSPEC ve FTOOLS ile yapılmıştır (bakınız -- http://heasarc.nasa.gov/lheasoft/).

Analizler oldukça detaylı yapılmıştır. Hem durgun faz hem de yüksek durgun fazda EPIC verileri (pn ve MOS1-2) XSPEC ile simultane olarak çeşitli modellerle uyumlanmıştır. Tablo 3.1 Durgun düşük fazda ki iki ayrı XMM_newton gözleminin EPIC verilerine yapılan uyumlamaları ve çıkan spektral parametreleri göstermektedir. Uyumlanmış EPIC tayfları da Figür 3.1 ve 3.6 de bulunabilir. Buna göre durgun faz verilerini yaklaşık 26-35 keV kadar maksimum sıcaklığı olan çoklu-sıcaklık plasma emisyonu tayfı modellemektedir. Yıldızlar arası soğurma Dicky & Lockman (1990) ve Willingale ve ark. (2013) bulgularıyla alınıp uyumlamalarda sabitlenmiştir (NH $\approx 0.05\times10^{22}$ cm^{-2}).

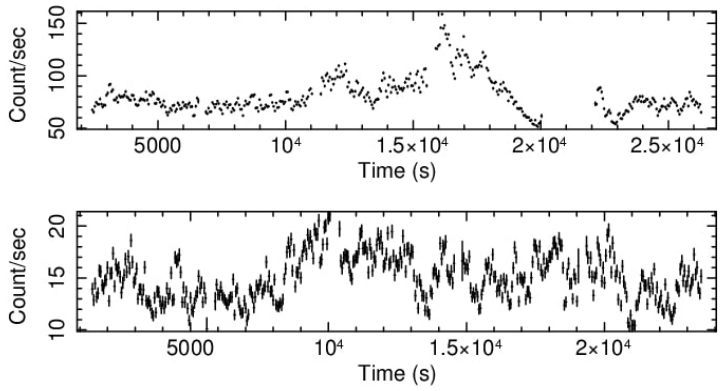
Sistemin EPIC ışık eğrileri birinci XMM-Newon gözlemi için Figür 3.2 ve 3.4 de bulunabilir; MOS verileri 55 s ile pn verileri 100 s ile guruplanmıştır. Arka-alandaki gereksiz parlamalar temizlenmiştir. Daha sonra Figür 3.4 de görülebileceği üzere, orbit dönemine katlanmıştır. Figür 3.3 ve Figür 3.5 de sırasıyla B-Band (orta dalga boyu 4500 AA) ve UV (UVW2 filtresi; orta dalga boyu 2310 AA) ışık eğrilerini (gurup bin zamanı 50 s) ve bunların orbit dönemine katlanmış hallerini göstermektedir. Ikinci XMM-Newton gözlemi için olan EPIC ışık eğrileri Figür 3.7 de ve B-Band ve UV içinse Figür 3.8 de bulunabilir. Orbit döneminde katlanmış ışık eğrileri gözlem kısa olduğu için yetersiz kalmıştır.
İki XMM-Newton gözlemlerinde de Gauss emisyon çizgileri kullanıldı, 6.4 keV ve 6.7 keV enerjilerde. Bu gözlemlerde öz-ışıma $(1.3\text{-}1.6)\times10^{32}$ erg/sn ve madde aktarım oranı ise $(3\text{-}4)\times10^{-10}$ $M_\odot$ yr^{-1} olarak hesaplamış bulunmaktayız.



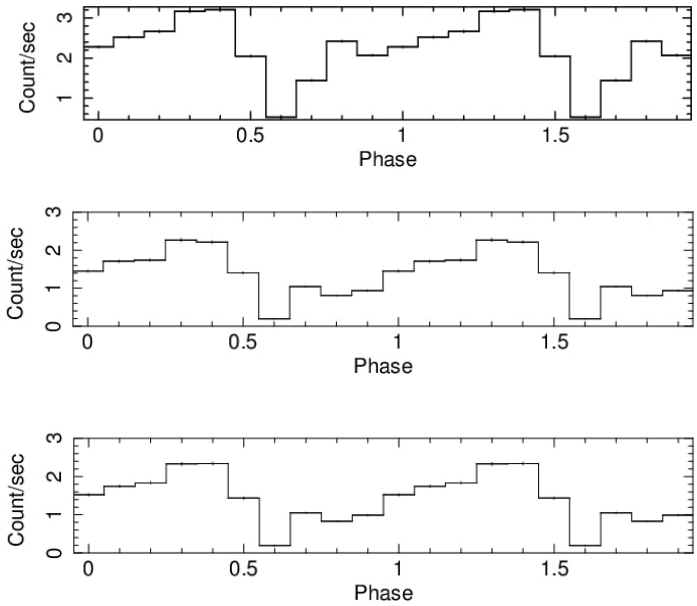
Figür 3.1 : Durgun Faz da TW Pic'in EPIC tayflarının simultane uyumlaması—birinci gözlem.



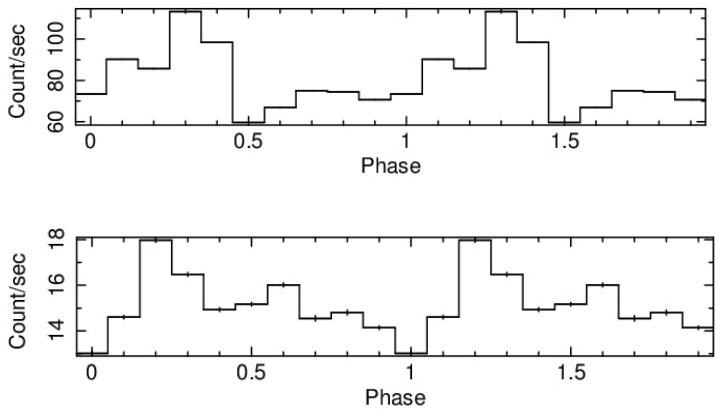
Figür 3.2 : Sırasıyla TW Pic'in EPIC pn ve MOS1 ve MOS2 X-ışını eğrileri



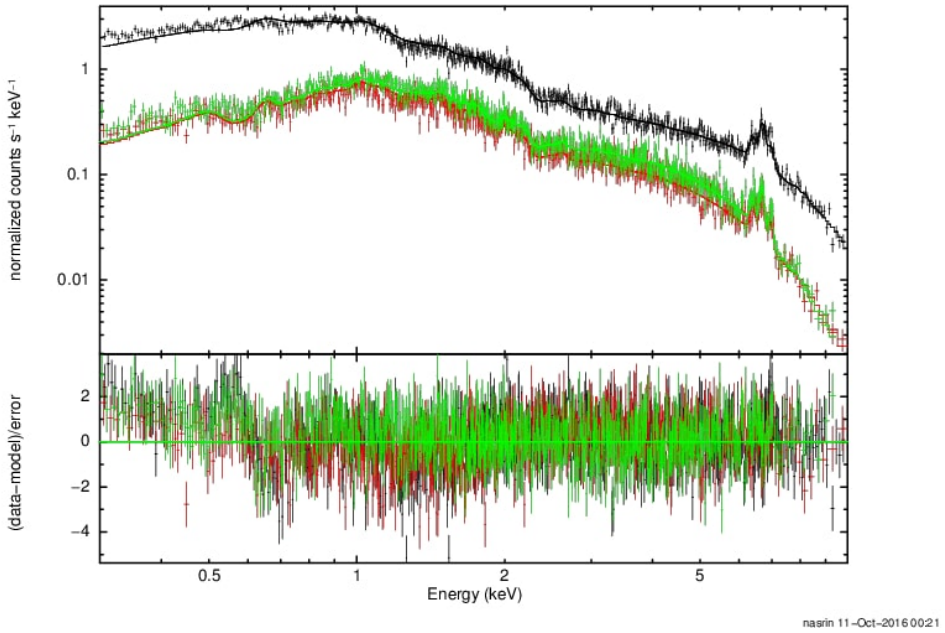
Figür 3.3 : TW Pic'in Sırasıyla B-band ve UV (UVW2 filtresi) ile alınmış optik ve UV ışık eğrileri



Figür 3.4: TW Pic'in orbit dönemine katlanmış XMM-Newton EPIC Işık eğrileri (tepeden aşağıya pn, MOS1 ve MOS2).



Figür 3.5 : TW Pic'in orbit dönemine katlanmış XMM-Newton B-band (tepe) ve UV (alt) Işık eğrileri.

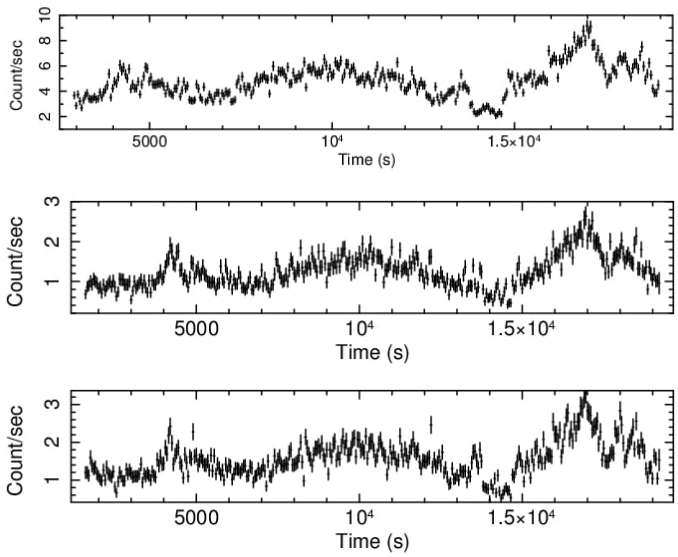


Figür 3.6 : Durgun Faz da TW Pic'in EPIC tayflarının simultane uyumlaması—ikinci gözlem.

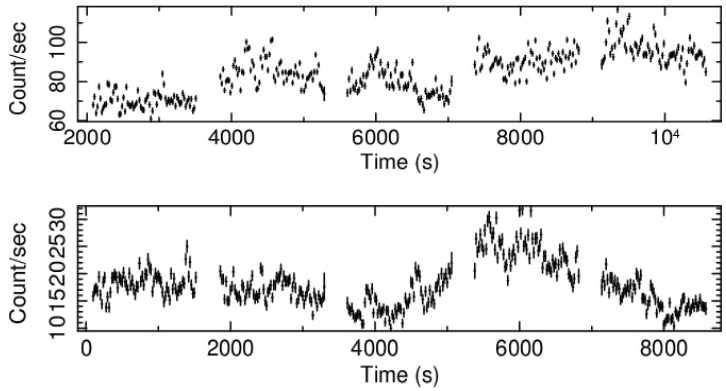
Tablo 3.1 : TW Pic'in durgun fazda EPIC tayflarının simultane uyumlamasından elde edilen spektral parametreler -- iki TW Pic Gözlemi

Table 1: Spectral Parameters of the Fits to the TW Pic Spectra

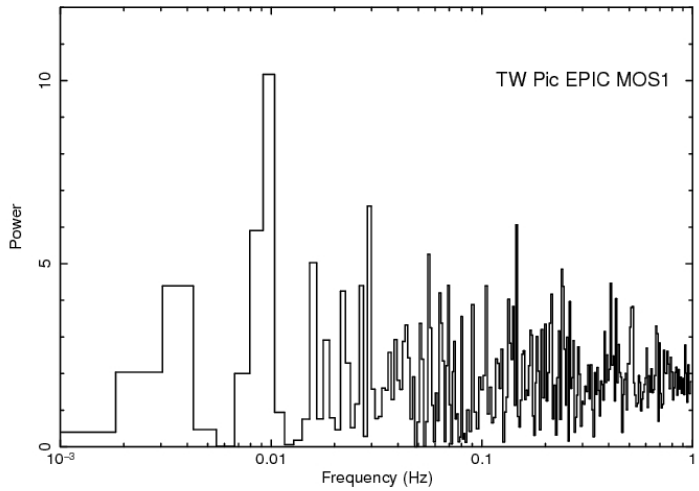
Model	**Component**	**1st obs.^{*1}**	**1st obs.^{*2}**	**2nd obs.^{*3}**	**2nd obs.^{*4}**
tbabs	$N_H(\times 10^{22} cm^{-2})$	0.05 (Fixed)	0.05	0.05	0.05
pcfabs	$N_H(\times 10^{22} cm^{-2})$	$3.59^{+0.18}_{-0.17}$	$3.84^{+0.211}_{-0.196}$	$5.13^{+0.585}_{-0.497}$	$4.78^{+0.48}_{-0.45}$
	CoverFrac	$0.36^{+0.003}_{-0.003}$	$0.35^{+0.003}_{-0.003}$	$0.374^{+0.020}_{-0.019}$	$0.38^{+0.02}_{-0.02}$
cevmkl	kT_{max} (keV)	$33.37^{+0.69}_{-0.68}$	$34.18^{+0.632}_{-0.728}$	$29.84^{+1.973}_{-1.768}$	$27.16^{+2.11}_{-1.50}$
	K_{CEVMKL} $(\times 10^{-2})$	$3.41^{+0.01}_{-0.01}$	$3.43^{+0.015}_{-0.015}$	$3.04^{+0.06}_{-0.06}$	$3.14^{+0.06}_{-0.06}$
bbody	kT (eV)	$19.9^{+0.27}_{-0.32}$	N/A	$19.6^{+0.28}_{-0.33}$	N/A
	K_{bbody}	0.042 (Fixed)	0.042	0.042	0.042
Gaussian1(6.4keV)	$K_{Gaussian}(\times 10^{-5})$	$3.05^{+0.43}_{-0.43}$	$3.01^{+0.43}_{-0.429}$	$2.89^{+0.427}_{-0.428}$	$2.55^{+0.40}_{-0.40}$
Gaussian2(6.7keV)	$K_{Gaussian}$ $(\times 10^{-5})$	$3.16^{+0.52}_{-0.52}$	$3.17^{+0.526}_{-0.527}$	$2.19^{+0.593}_{-0.577}$	$2.59^{+0.95}_{-0.94}$
χ^2_ν (dof)		1.27 (1612)	1.35 (1605)	1.24 (1963)	1.13 (1962)



Figür 3.7 : Sırasıyla TW Pic'in EPIC pn ve MOS1 ve MOS2 X-ışını eğrileri—ikinci gözlem



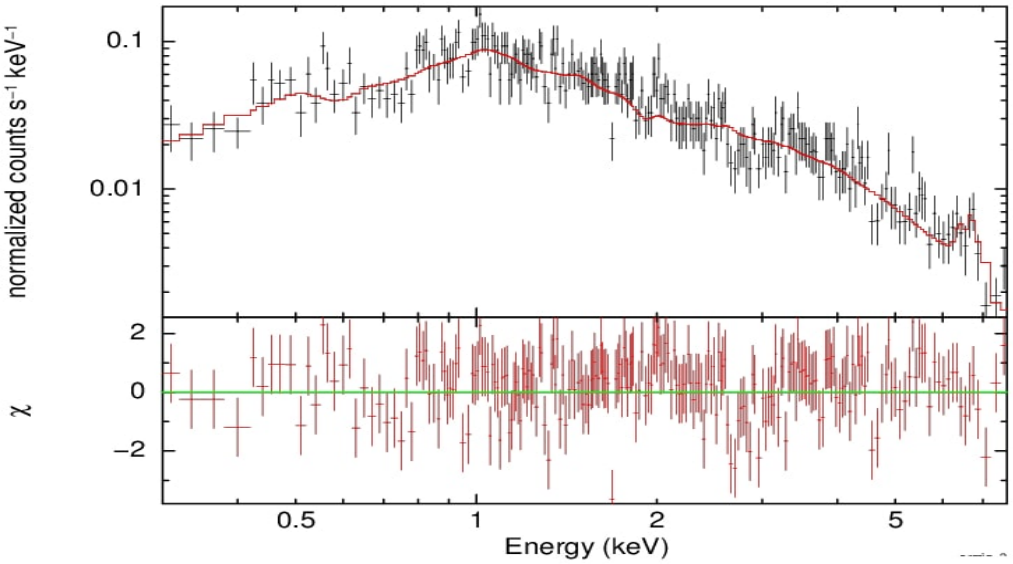
Figür 3.8 : TW Pic'in Sırasıyla B-band ve UV (UVW2 filtresi) ile alınmış optik ve UV ışık eğrileri



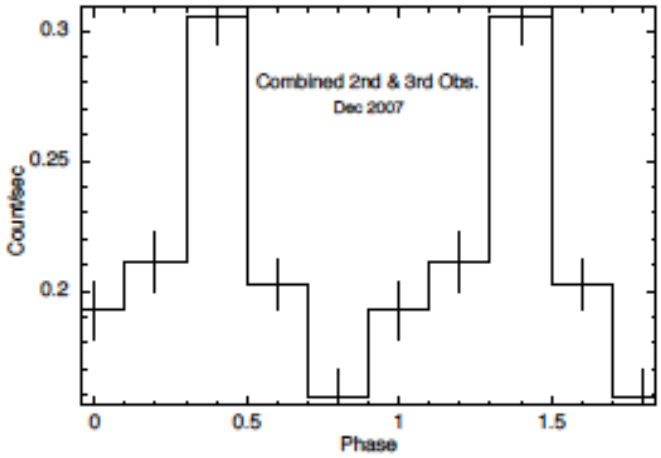
Figür 3.9: TW Pic'in EPIC mos1-2+pn güç tayfı. Ilginç bir yarı periyodik salınım var, fakat sadece bir tek gözleminde bulunmaktadır ve güç yeterince anlamlı bulunamamıştır.

Önemli bir not da kullanılan optik efemeris in uzaklığından dolayı XMM-Newton ve diğer B-band, UV ve X-ışın ışık eğrilerindeki toparlanan faz hatalarının akümülasyonu sonucu fazlar orjinal optik faza kilitlenememektedir. TW Pic güç tayflarında özellikle X-ışınlarında ilginç pikler bulunmaktadır (Figür 3.9). Fakat bunların stabilitesi ve diğer optik ve UV bandlarında bulunması ve iki ayrı gözlemde de stabilitesi görülmemektedirve anlamlılık testlerinde yeterince yüksek çıkmamamktadırlar; bunlar potansiyel QPO adaylarını oluşturmaktadır.

TW Pic için SWIFT arşivlerinde 5 farklı gözlem bulunmuştur. SWIFT spektral ve ışık eğrileri bu gözlemleri birleştirerek yapılmıştır. Gözlemler 7 Nisan 2008, 31 Aralık 2007, 13 Kasım 2007, 25 Aralık 2007, 19 Aralık 2015 ve 19 aralık 2015 toplam 51 ksn gözlem zamanına denk gelen verilerdir. Bu analizler için XSELECT versiyon 2.4b (http://www.swift.ac.uk/analysis/xrt) kullanılmıştır. TW Pic X-ışını tayfı Yıldızlararası soğurma ve sistemde bulunan bir parçalı örten soğuk soğurma ile çoklu sıcaklık plasma emisyon modeliyle modellenmiştir (XSPEC de CEVMKL). Uyumlanmış X-ışını tayfı Figür 3.10 de bulunabilir. Orbit dönemine katlanmış X-ışını eğrisi Figür 3.11 da gösterilmiştir. Tayf uyumlamasından çıkan spektral parametreler de Tablo 3.2 de verilmiştir. 6.4-7.0 keV arasında herhangi bir demir çizgisine rastlanmamıştır. Bulunan maximum sıcaklık 27 keV kadardır, fakat X-ışını özışımasını $(3.0)\times10^{33}$ erg/sn ve madde aktarım oranı ise $(3\text{-}6)\times10^{-10}$ $M_\odot$ yr^{-1} olarak hesaplamış bulunmaktayız. Ayrıca *XMM-Newton* ve *Swift* verileri simultane uyumlamaya da tabii tutuldu. Spectralar ve uyumlama parametreleri Tablo 3.3 ve Figür 3.11 de bulunabilir.



Figür 3.10: Yüksek Faz da TW Pic'in SWIFT XRT tayfının uyumlaması



Figür 3.11: TW Pic'in orbit dönemine katlanmış SWIFT XRT Işık eğrileri

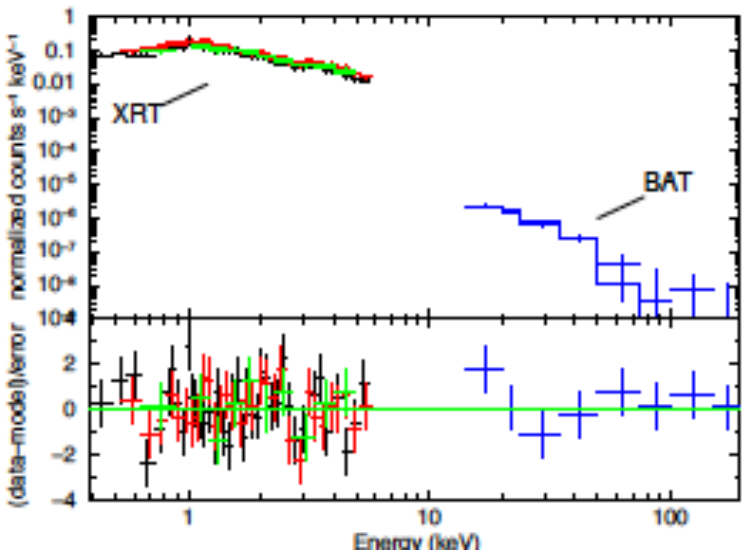
Tablo 3.2 : TW Pic'in SWIFT XRT spektral uyumlamaları

Model	Component	Value
tbabs	$N_H(\times 10^{22} cm^{-2})$	0.05
pcfabs	$N_H(\times 10^{22} cm^{-2})$	$0.216^{+0.0274}_{-0.0242}$
	CoverFrac	$0.755^{+0.0412}_{-0.0412}$
cevmkl	kT_{max} (keV)	$26.57^{+4.05}_{-3.69}$
	K_{CEVMKL}	$0.926^{+0.028}_{-0.028}$
χ^2_ν (dof)		1.11 (225)

Table 2: Spectral parameters derived for the XRT observation of TW Pic in the 0.3-8 keV energy range.

Tablo 3.3 : TW Pic'in XMM-Newton ve Swift simultane uyumlama sonuçları

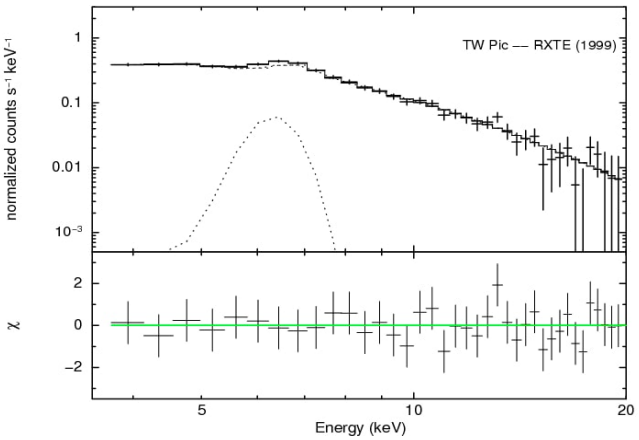
Model	Component	XRT-Group 1	XRT-Group 2	XRT-Group 3	BAT	Value
tbabs	$N_H(\times 10^{22} cm^{-2})$					0.05 (Fixed)
constant						$0.95^{+0.02}_{-0.02}$
pcfabs	N_H	$3.8^{+3.0}_{-1.6}$	$2.0^{+1.2}_{-0.7}$	$1.4^{+1.0}_{-0.6}$	0.0	
	CvrFract	$0.5^{+0.07}_{-0.08}$	$0.4^{+0.1}_{-0.1}$	$0.6^{+0.1}_{-0.1}$	0.0	
cevmkl	$kT_{max}(keV)$					$26.5^{+5.8}_{-4.5}$
	$K_{CEVMKL}(\times 10^{-2})$					$3.4^{+0.9}_{-0.7}$
	alpha					$1.07^{+0.3}_{-0.3}$
χ^2_ν (dof)						1.12 (91)
F_{unabs}	$(\times 10^{-11} ergs^{-1} cm^{-2})$					$5.2^{+1.1}_{-0.9}$
$L_{X,unabs}$	$(\times 10^{33} ergs^{-1})$					$2.4^{+0.5}_{-0.4}$



Figür 3.12 : Uyumlanmış TW Pic Spektraları, XMM-Newton ve SWIFT simulatne olarak alındı.

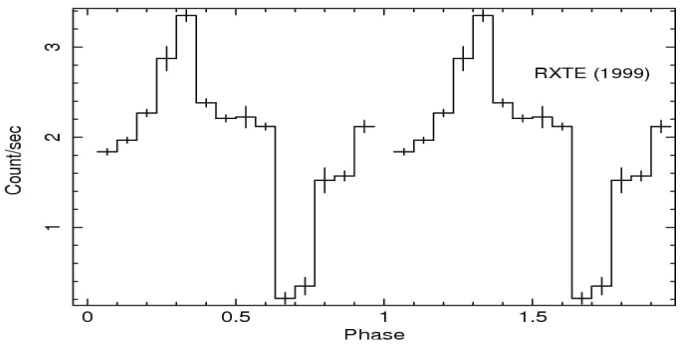
TW Pic ayrıca Rossi X-ray Timing Explorer (RXTE; Bradt, Rothschild & Swank 1993) tarafından 1999 Mayıs 7 de 20.3 ksn için gözlenmiştir. Veriler Katılışımlı Tezgah Dizgisi (Proportional Counter Array) ile alınmıştır ve 3-20 keV bandındadır. Arşivlerilerinin analizi için sönük kaynak art-alanı modelleri kullanılarak ışık eğrileri ve X-ışını tayfları standard prosedürlere göre yapılmıştır; *saextrct* programıyla elde edilmiştir. PCA bandında "Standart1 " verileri 0.125 sn zaman çözünürlüğü kullanılarak ışık eğrileri ve "Standard2" verileri kullanılarak (16 sn çözünürlükte) X-ışını tayfı hesaplanmıştır. Işık eğrisi güneş sistemi merkezine düzeltilmiştir. Analizler için HEASOFT versiyon 6.13 kullanılmıştır.

Figür 3.13 RXTE Standard 2 verisinin X-ışını tayfını göstermektedir. Tayf *tbabs×pcfabs×(CEVMKL+Gauss)* birleşik modeliyle uyumlanmıştır. Bu model XMM_newton ve SWIFT verilerine uyumlanan modelle aynıdır. X-ışını bandından dolayı kara cisim ışıması eklenmemiştir. Yıldızlararası soğurma aynı şekilde (NH=0.05×10^{22} cm^{-2}) değerine sabitlenmiştir. Uyumlama sonuçları 19-31 keV maximum plazma sıcaklığı ve bir de $(2.5\text{-}7.0)\times10^{22}$ cm^{-2} mertebesinde parçalı soğurgandır (%70 örten). Bir de ayrıca 6.4 keV de bir yansıma çizgisi belirlenmiştir. Normalizasyon $(2.5\text{-}11)\times10^{-5}$ foton cm^{-2} s^{-1} olarak belirlenmiştir. 1.5-80 keV enerji bandında X-ışını akısı 5.4×10^{-11} erk cm^{-2} s^{-1} ve öz-ışıması 2.5×10^{33} erk s^{-1} olarak hesaplanmıştır. %90 eminlik seviyesinde *XMM-Newton* ve *Swift* sonuçlarıyla benzeşmektedir.



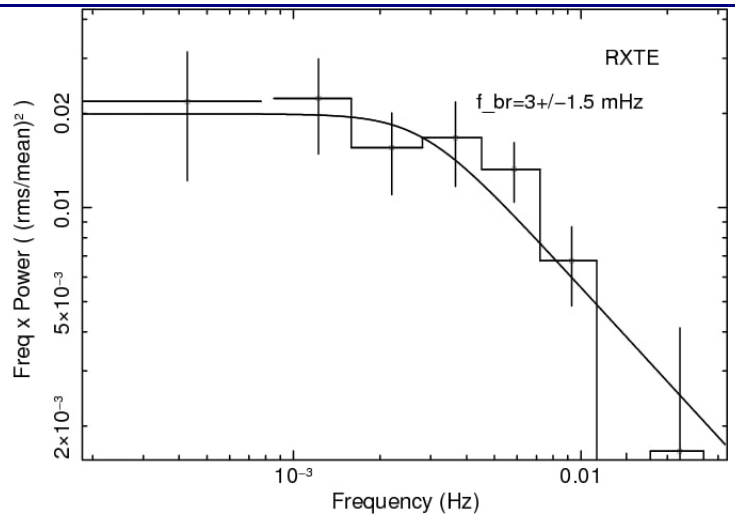
Figür 3.13 : TW Pic'in RXTE PCA tayfının uyumlaması

Figür 3.14 ise optik dönem efemerisine a göre katlanarak hesaplanmış averaj X-ışını eğrisini göstermektedir. Figür 3.15 de ise X-ışını güç tayfını bulablirsiniz. Güç tayfı Miyamoto (Miyamoto ve ark. 1991) normalizasyonuna göre hesaplanmıştır (birim=rms^2). Güç tayfı diğer cüce novalarda görülen (Balman 2015, Balman & Revnivtsev 2012) averaj güç tayflarına benzemektedir. Tayfın düz kısmı optik-kalın disk emisyonu varyasyonlarıyla örtüşmektedir ve bir de frekansda (1.5-4.5) mHz de frekans kesimi gözükmektedir.



Figür 3.14 : TW Pic'in orbit dönemine katlanmış std2 RXTE PCA X-ışını eğrisi

TW Pic genelde farklı zamanlarda alınmış değişik dedektör ve uydu verilerinde benzer karakteristikler ve spektral parametreler sergilemektedir. Madde aktarım oranı SS Aur ile benzeşmektedir. Bu sistemin iki farklı XMM-Newton verilerinde akı yaklaşık %15 kadar daha farklıdır ve biraz daha yüksek olan veri de biz yaklaşık 19 eV lik bir kara cisim ışıması hesapladık. Bu SS Aur sonuçlarıyla örtüşmektedir. Orda da benzer bir kara cisim bileşkesi olduğunu tesbit ettik. Bu sonuçlar durgun fazlarda cüce nova sistemlerin ve tanımlanmamış amenyatik sistemlerin de yumuşak X-ışını yayan kaynaklar olduğunun ilk buldularıdır. TW Pic de patlama yoktur, ama öz-ışıması daha yüksektir.



Figür 3.15: TW Pic'in std2 RXTE PCA X-ışını eğrisinden elde edilmiş güç tayfı. Üstünde kesilmiş güç kanunu uyumlaması verilmiştir. Kesim frekansı 3 mHz olarak belirtilmiştir.

4. KLASİK NOVALAR V2491 Cyg ve V4743 Sgr İLE ÇARPIŞMALI SICAK SOĞURGAN VE ILIK SOĞURGANLARLA MODELLEMELERİ

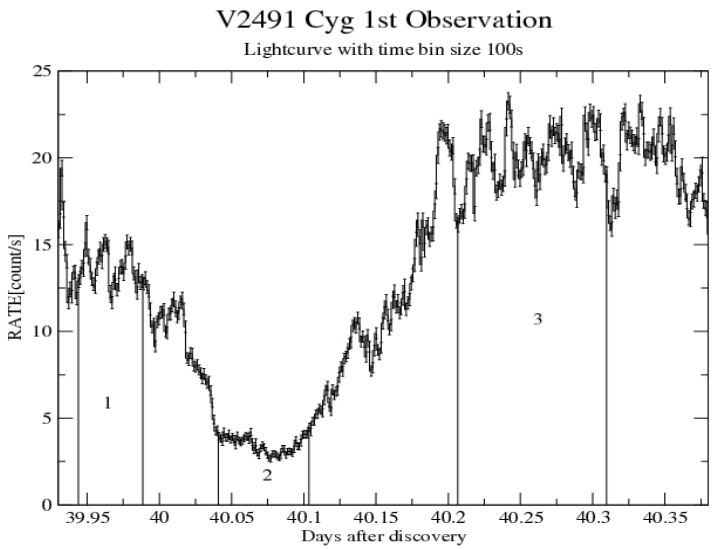
Klasik ve tekrarlayan nova sistemleri en eski çalışılagelmiş astronomi-astrofizik konularından biridir. Ilk nova bundan yaklaşık 160 yıl önce bulunmuş ve çalışılmıştır (340 yıl önce gözlenmiş olan bir nova da vardır). Bu sistemler birincil beyaz cüce ve ikincil anakol yıldızından (veya biraz evrimleşmiş) oluşan aktif madde aktarımı yapan çift yıldızlardır. En önemli özellikleri bir termonukleer kaçak (TNR) patlamasıyla beyaz cücenin üstünde biriken ikincil yıldızdan gelen H maddenin detone olarak yanması ve açığa çıkmasıdır. Atık madde (10^{-3}--10^{-7}) güneş kütlesi civarında olup 1000 km/sn ve üzeri hızla hareket eden, sonra da şokla yavaşlayan bir kabuk oluşturur (Shara 1989; Starrfield 2002; Livio 1994; Krautter 2008; Bode ve Evans 2008). Novalar kataklismik değişken sistemlerde oluşur. İlk olarak bir madde aktarımı evresi (1^{-11} M_{sun}/yıl) görülür, bu evre yavaş biriken hidrojenin TNR termonükleer kaçak ile yükselen sıcaklıklarla ($T\sim10^{7-8}$ K) yanmasıyla biter ve patlama evresi başlar . Stabilize olmamış Beta parçacıklarının konveksiyonla yukarı çıkmasıyla zarfın dış katmalarına enerji depolanması, dış katmaların ve bunu izleyen nova zarfının genişlemesine ve bir kısmının sistemden atılmasına neden olur. Bu arada sistem görünür maksimuma ulaşır. Sistem bunu izleyen patlama evresinde sabit Bolometrik ışınım gücü evresine evrimleşir.. Bu evrede Beyaz cücenin genişlemiş olan zarfının atılmamış kısmı küçülerek (sabit ışınım gücünde) beyaz cücenin üstüne çökelir. Bu arada beyaz cüce sıcaklığı gittikçe yükselir ve hidrojen yanması devam eder. Bununla beraber beyaz cüce tayfı optik banddan, ultraviyoleye ve ordan da X-ışını bandına geçer (Balman ve ark. 1998) . Bu arada rüzgarlarla yada şok dalgasıyla atılan maddeler beyaz cüceyi terkeder. Bunun sonucunda zarf kütlesi stabil bir değere vardığında hidrojen yanması durur ve sistem soğumaya başlar. Post-nova evresine girilir. Bu evrimi en çok madde aktarım miktarı ve tarihçesi, beyaz cüce yaşı kütlesi ve beyaz cücenin üstündeki zarfın elemental kompozisyonu etkiler. Hidrojen yanması sırasında kara cisim ışımasına benzeyen bir sürekli atmosferik emisyon görülür (0.1-1.0 keV arasında X-ışını emisyonu, $L_{edd}=10^{38}$ erg s^{-1}. Buna yumuşak X-ışını bileşeni diyoruz. Bunun dışında Patlama sırasında sistem dışına atılan maddenin şoklarla ısınması 0.5-20 keV X-ışını emisyonuna neden olur. Bundan Bremsstrahlung ve Çizgi Emisyonu görmekteyiz. Sert X-ışını bileşeni çeşitli sebeplerle oluşabilir: Sistem-çevresi maddeyle etkileşim, çarpışan rüzgarlar, yıldız rüzgarlarında instabilite, ve madde aktarımı. Radyoaktif bozunmalardan oluşan gama-ışınlarının komptonizasyonu ve parçacık ivmelenmesi de olabileceği varsayılmıştır.

4.1 V2491 Cyg

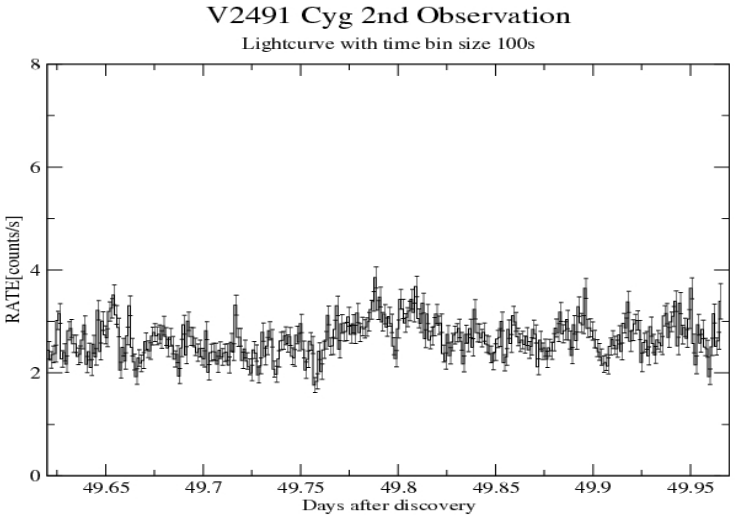
Bu TUBİTAK projesinin bir konusu da yüksek çözünürlüklü X-ışını verilerini kullanarak bu tayflardaki soğurma ve emisyon çizgilerini çalışarak ılık soğurgan ve çarpışmalı sıcak soğurgan varlığını modellerle amanyetik Kataklismik Değişkenlerde çalışmaktır. Bunun için belirli bir takım kaynaklar bulduk. Bunlardan ilki daha önce de bu konu ile ilgili çalışmalar yapılmış olan V2491 Cyg adlı klasik nova oldu. Patlama evresinde meydana gelen yumuşak X-ışını emisyonunun yüksek çözünürlükteki *XMM-Newton* verilerini inceledik. Bu bileşkede gözüken maviye kaymış soğurma çizgilerini ılık ve çarpışmalı soğurganlarla açıklamaya çalıştık. Projenin bu kısmı yürütücü Şölen Balman'ın denetiminde doktora öğrencisi Çiğdem Gamsızkan tarafından yapılmıştır. Kısaca şöyle özetlenebilir:

XMM-Newton RGS (Reflection Grating-yansıma rendesi) verilerini kullanarak V2491 Cyg'in X-ışını tayfını inceledik. Novaların yumuşak bileşke verilerinde soğurma çizgileri ve kenarları (edge) gözükmektedir (Ness ve ark. 2011, Rauch ve ark. 2010, Ness ve ark. 2007). Bu projede amacımız bu soğurma özelliğini sürekli emisyondan farklı çalışmak , ılık ve çarpışmalı sıcak soğurgan modelleriyle uyumlayarak iyonize soğurma kolonlarını ve nova atığındaki CNO bolluklarını hesaplamaktı. Bu yoldan çıkarak ilk önce komplex bir soğurma modeli dizayn ettik. Bu modele göre soğurma 1- yıldızlar arası bileşke, 2- fotospherik atmosfer bileşkesi, 3- çarpışmalı veya foto-iyonize olmuş gaz bileşkesi olarak üç ana sebebe bağlı olduğunu varsaydık ki bu doğru bir yaklaşımdır. Burda not etmek gerekir ki V2491'in ılık soğurganlarla modellenmesini Pinto ve ark. (2012) makalesinde bulabilirisiniz. Amacımız bu yaklaşımımızın doğruluğunu ve modelleme tekniklerimizi Pinto ve ark. ile karşılaştırmak ve onların uygulamadığı sıcak çarpışmalı soğurgan modellerini kullanmak ve ılık soğurgan sonuçlarıyla karşılaştırmaktır.

Analizler için verileri XMM-SAS analiz yazılımı kullanarak ön-indirgeme (RGSPROC) ve daha sonra da SRON (Hollanda Uzay Bilimleri Merkezi) spektral analiz yazılımı SPEX'i (Kaastra ve ark. 1996) kullanarak SPEX içerisinde ("*rgsfluxcombine*" ve "*rgsfmat*" programlarıyla RGS1 Ve RGS2 birleştirilerek dedektör tepki dosyaları elde edildi) novanın verilerini modelledik. Modelleme için kontinyum da bir kara cisim ışıması modeli, bir plasma modeli (CIE) ve buna çarpmalı ek olarak bir basit foto-elektrik soğurma modeli (yıldızlararası soğurma için) ve ılık soğurgan (XABS) veya çarpışmalı soğurgan (HotABS) modellerini kullnarak uyumlama yaptık. Ilk önce analiz edeceğimiz iki veri setini; 20 Mayıs 2008 (39 ks) ve 30 Mayıs 2008 (32 ks) aldık ve ışık eğrisini çıkardık burada gözüken X-ışını foton sayımına göre varyasyonlara bağlı olarak ilk gözlemi üç ayrı data setine ayırdık diğerinde varyasyon olamadığı için hepsini kullandık. Işık eğrileri ve ayrılan bölgeler Figür 4.1.1 ve 4.1.2 belirtilmiştir. Bunların ayrı ayrı analizlerini yaptık ve X-ışını tayfları ve spektral parametreleri farklı bulduk (bakınız Tablo 4.1.1) . XABS modeli photoionize olmuş bir ince katman iyon gazının iyonizasyon yapan kaynakla gözlemci arasında yaptığı soğurmayı modeller. HotABS da aynı şekilde çarpışmalı iyonize olmuş mesela şoklarla, gazın yapacağı soğurmayı modeller. Biz XABS modeli analizlerimizde Pinto ve ark. (2012)'in bulduğu bütün tayf sonuçlarının tekrarladık ve benzer spektral parameterlere ulaştık. Fakat HotABS modeli kullandığımızda bu tayf uyumlamalarının XABS a göre çok daha iyi olduğunu, hatta indirgenmiş χ^2 değerlerinin yarıyarıya inebildiğini farkettik. Şekil 4.1.3-4.1.6, 20 Mayıs 2008 de alınmış V2491 novasının tayfının HotABS modeli ile (çarpışmalı sıcak soğurgan) yapılmış uyumlamalarını göstermektedir (veri seti 1-2-3 bölgeye ayrılmıştır.). 30 Mayıs 2008 verisi de bölge "b" olarak belirtilmiştir. Model uyumlamalarıyla bulunan parametreler Tablo 4.1.1 de bulunabilir. Bu analizimizle Pinto ver ark. 2012 analizlerini düzeltip soğurganın nerdeyse bütün veri setlerinde iki farklı çarpışmalı sıcak ionize olmuş gas olduğunu tesbit ettik. Bulduğumuz sıcaklıklar bir soğurgan bileşke için 1-3 keV arasında diğeri içinde 0.5-1 keV arasındadır. Bunlar novanın atığı için Page ve ark. (2010) da benzer zamanlar için verilen SWIFT tayf sıcaklıklarıyla örtüşmektedir. Farklı sıcaklıktaki soğurganlar nova atığında farklı yoğunlukta ve farklı sıcaklıkta bölgeler olduğunu ve atığın homojen olmadığını belirtmektedir.



Figür 4.1.1: V2491 Cyg İlk gözleminin (20 Mayıs 2008) XMM-Newton RGS ışık eğrisi. Varyasyon nedeniyle veri üç bölgeye ayrılarak spektral analizleri yapılmıştır.



Figür 4.1.2: V2491 Cyg ikinci gözleminin (30 Mayıs 2008) XMM-Newton RGS ışık eğrisi. Varyasyon olamadığından, tek veri seti olarak spektral analizi yapılmıştır.

Tablo 4.1.1 XMM-Newton RGS verileri kullanılarak V2491 Cyg novasının *Hot* soğurma modeliyle yapılan tayf uyulamalarının parametreleri verilmiştir.

V2491 Cyg — Cigdem Gamsizkan — 6.1.2016

Model	Parameters	Region-1	Region-2	Region-3	2^{nd} Obs.
Blackbody	Norm ($10^{20} cm^2$)	$1.53^{+0.39}_{-0.25}$	$0.23^{+0.86}_{-0.04}$	$0.40^{+0.47}_{-0.21}$	$0.02^{+0.05}_{-0.01}$
	Temperature (ev)	$68.52^{+0.94}_{-0.95}$	$64.45^{+0.57}_{-3.57}$	$88.38^{+2.70}_{-1.76}$	$75.73^{+9.04}_{-6.5}$
	Luminosity(10^{32} W)	2.18	0.23	1.92	0.05
CIE	Norm ($10^{58} cm^{-3}$)	$0.40^{+0.11}_{-0.09}$	$0.71^{+0.79}_{-0.32}$	$0.42^{+0.13}_{-0.05}$	$0.27^{+0.06}_{-0.1}$
	Temperature (keV)	$0.20^{+0.013}_{-0.011}$	$0.16^{+0.03}_{-0.02}$	$0.20^{+0.009}_{-0.008}$	$0.30^{+0.13}_{-0.03}$
	v_{mic} (km/s)	2790.9	2790.9	$2790.9^{+370.4}_{-320.8}$	$25068^{+11739}_{-1281.9}$
	Ne Abundance	2.45	2.45	$2.45^{+1.36}_{-0.92}$	$2.43^{+7.96}_{-1.46}$
	Mg Abundance	1.21	1.21	$1.21^{+1.02}_{-0.59}$	$1.98^{+4.13}_{-1.98}$
	Luminosity(10^{29} W)	1.31	1.78	1.38	0.77
HOT-1	N_H ($10^{24} cm^{-2}$)	$0.40^{+0.2}_{-0.12}$	$0.09^{+1.54}_{-0.01}$	$0.066^{+0.026}_{-0.009}$	$0.19^{+0.74}_{-0.04}$
	Temperature (keV)	$2.63^{+0.96}_{-0.56}$	$1.77^{+17.78}_{-0.12}$	$1.06^{+0.03}_{-0.03}$	$1.38^{+0.58}_{-0.12}$
	σ_V rms velocity (km/s)	$871.8^{+36.3}_{-35.2}$	$827.1^{+279.2}_{-827.1}$	$878.7^{+17.4}_{-18.1}$	$113.9^{+298.4}_{-43.7}$
	velocity shift (km/s)	$-3186.5^{+55.9}_{-53.2}$	$3699.1^{+143.2}_{-139.3}$	$-3128.7^{+38.6}_{-38.8}$	$-2636.4^{+69.9}_{-730.7}$
HOT-2	N_H ($10^{24} cm^{-2}$)	$0.86^{+0.12}_{-0.12}$	$0.18^{+0.13}_{-0.13}$	$1.80^{+0.46}_{-0.71}$	$0.51^{+0.6}_{-0.50}$
	Temperature (keV)	$0.81^{+0.03}_{-0.03}$	$0.58^{+0.07}_{-0.11}$	$0.99^{+0.03}_{-0.03}$	$0.82^{+0.05}_{-0.45}$
	σ_v rms velocity (km/s)	$54.4^{+11.3}_{-13}$	< 8.5	$56.1^{+6.2}_{-7.5}$	$59.9^{+19.8}_{-59.9}$
	velocity shift (km/s)	$-3180.5^{+73.5}_{-60.5}$	$-3155.5^{+381.9}_{-309.9}$	$-3194.2^{+33.8}_{-33}$	$-3550.7^{+50.2}_{-751}$
Abundances	C Abundance	0.43	0.43	$0.43^{+0.07}_{-0.07}$	0.43
	N Abundance	5.92	5.92	$5.92^{+0.47}_{-0.9}$	5.92
	O Abundance	37.89	37.89	$37.89^{+5.75}_{-9.98}$	37.89
	Si Abundance	<0.02	<0.02	< 0.02	<0.02
	S Abundance	0.015	0.015	$0.015^{+0.009}_{-0.007}$	0.015
	Ar Abundance	1.62	1.62	$1.62^{+3.93}_{-1.18}$	1.62
	Ca Abundance	<0.002	<0.002	< 0.002	<0.002
	Fe Abundance	8.94	8.94	$8.94^{+3.76}_{-2.09}$	8.94
HOT-ISM	N_H ($10^{21} cm^{-2}$)	$3.89^{+0.06}_{-0.06}$	$3.84^{+0.06}_{-0.19}$	$3.26^{+0.05}_{-0.09}$	$2.38^{+0.26}_{-0.21}$
	Temperature (eV)	$1.11^{+0.03}_{-0.04}$	$1.2^{+0.02}_{-0.04}$	$1.01^{+0.02}_{-0.02}$	$0.8^{+0.32}_{-0.3}$
	N Abundance	1.16	1.16	$1.16^{+0.12}_{-0.12}$	1.16
	O Abundance	1.75	1.75	$1.75^{+0.04}_{-0.02}$	1.75
	Fe Abundance	0.95	0.95	$0.95^{+0.13}_{-0.12}$	0.95
DUST	O_2 ($10^{17} cm^{-2}$)	$0.34^{+0.51}_{-0.34}$	$2.31^{+2.63}_{-2.31}$	< 0.15	$1.34^{+1.2}_{-1.34}$
	$H_2O(ice)$ ($10^{17} cm^{-2}$)	$5.46^{+0.95}_{-0.98}$	$7.87^{+4.65}_{-5.48}$	$4.77^{+0.3}_{-0.32}$	$7.22^{+4.96}_{-4.66}$
	CO ($10^{17} cm^{-2}$)	$1.28^{+0.57}_{-0.52}$	$0.006^{+3.7}_{-0.006}$	$0.1^{+0.26}_{-0.1}$	< 2.87
	χ^2	1.80 (1415)	2.4 (1439)	2.86 (1440)	2.3 (1465)

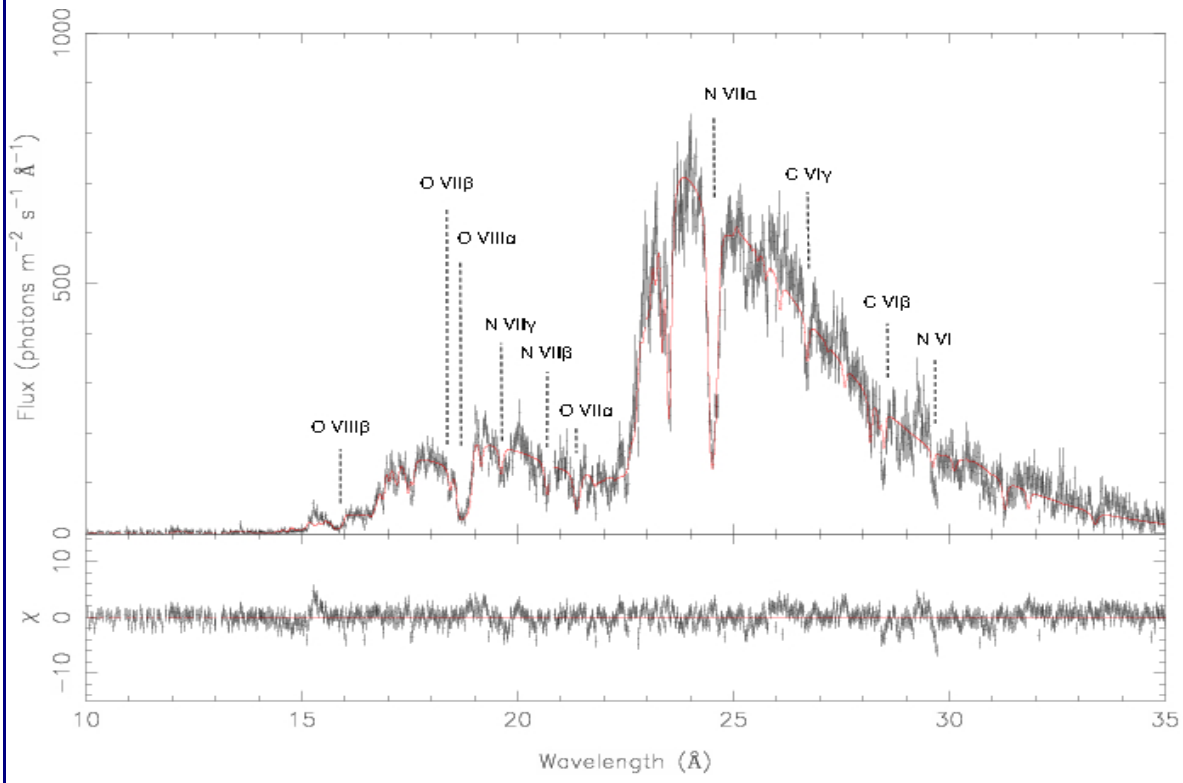
Table 1: The spectral parameters from the 2-hot model best fit of the RGS spectrum of V2491 Cyg. Errors are calculated with 90% confidence level.

1

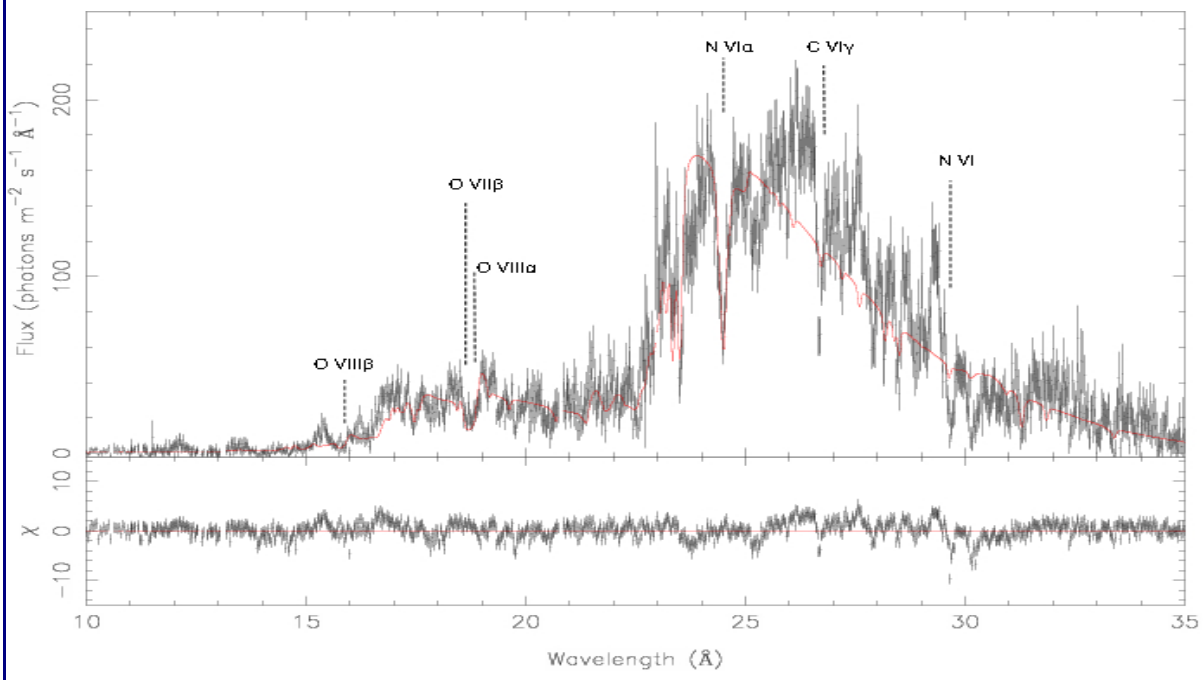
Daha sonra bu kaynak üzerindeki çalışmalarımıza devam ettik ve oluşturduğumuz modellere ayrıca foto-iyonize olmuş ılık plazmadan kaynaklanan soğurma modelleri (XABS) ekleyerek elde ettiğimiz sonuçları geliştirdik. Yeni bütünsel modelin parametreleri Tablo 4.1.2 de görülebilir. Bu çalışmayla ilgili daha ayrıntılı bilgiler **Astronomy and Astrophysics dergisinde kabul edilmiş yayın olan Balman & Gamsızkan (2017) makalesinde bulunabilir.**

Tablo 4.1.2: 2-hot ve 1-xabs modeli ile elde edilen en iyi V2491 Cyg RGS spektra modelinin parametreleri. Hatalar %90 eminlik payı ve parlaklık değerleri novanın uzaklığı 10 kpc ile hesaplanmıştır

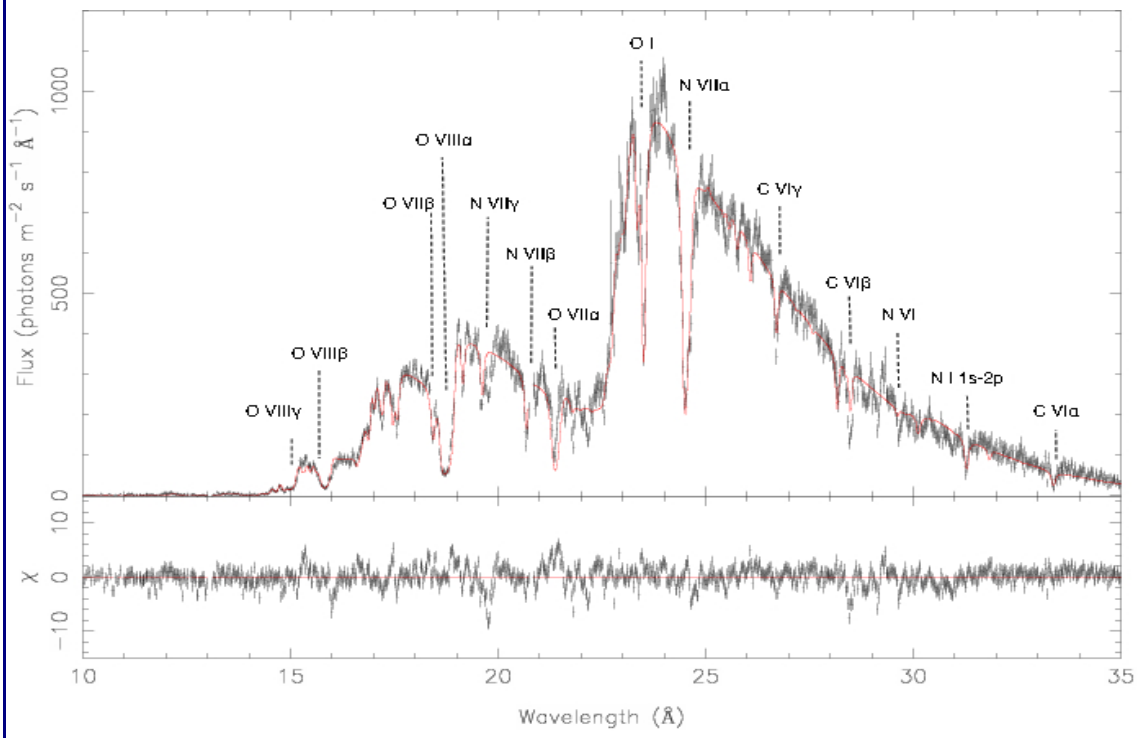
Model	Parameters	Region1	Region2	Region3	2^{nd} Obs.
Blackbody	Norm (10^{20}cm^2)	$0.99^{+0.06}_{-0.06}$	$0.46^{+0.05}_{-0.05}$	$0.40^{+0.01}_{-0.01}$	$0.02^{+0.01}_{-0.01}$
	Temperature (eV)	$68.1^{+0.5}_{-0.5}$	$63.1^{+1}_{-0.8}$	$84.6^{+0.4}_{-0.4}$	$79.9^{+1.2}_{-1.2}$
	Luminosity(10^{39} erg/s)	1.37	0.43	1.57	0.06
CIE	Norm (10^{58}cm^{-3})	$0.97^{+0.47}_{-0.37}$	$1.14^{+0.71}_{-0.40}$	$0.42^{+0.13}_{-0.05}$	$0.55^{+0.04}_{-0.04}$
	Temperature (keV)	$0.18^{+0.02}_{-0.01}$	$0.17^{+0.02}_{-0.02}$	$0.19^{+0.01}_{-0.01}$	$0.26^{+0.01}_{-0.01}$
	$v_{\rm mic}$ (km s^{-1})	2914	2914	2914^{+612}_{-510}	22410^{+1688}_{-1466}
	Ne Abundance	2.45	2.45	$2.45^{+1.36}_{-0.92}$	$2.4^{+0.9}_{-0.9}$
	Mg Abundance	1.2	1.2	$1.2^{+1.0}_{-0.6}$	$1.98^{+0.70}_{-0.70}$
	Luminosity(10^{36} erg s^{-1})	1.34	1.49	1.18	0.88
HOT-1	N_H (10^{24}cm^{-2})	$0.08^{+0.01}_{-0.01}$	$0.13^{+0.26}_{-0.05}$	$0.06^{+0.01}_{-0.01}$	$0.16^{+0.69}_{-0.02}$
	Temperature (keV)	$0.95^{+0.04}_{-0.04}$	$2.48^{+0.52}_{-0.35}$	$0.94^{+0.02}_{-0.02}$	$1.19^{+0.86}_{-0.20}$
	σ_v rms velocity (km s^{-1})	892^{+43}_{-41}	634^{+131}_{-156}	932^{+23}_{-23}	133^{+31}_{-28}
	velocity shift (km s^{-1})	-3304^{+83}_{-83}	-3805^{+229}_{-278}	-3250^{+51}_{-51}	-2826^{+88}_{-97}
HOT-2	N_H (10^{24}cm^{-2})	$0.76^{+0.02}_{-0.02}$	$0.44^{+0.05}_{-0.24}$	$1.61^{+0.01}_{-0.01}$	$0.71^{+0.01}_{-0.14}$
	Temperature (keV)	$0.89^{+0.05}_{-0.04}$	$0.59^{+0.02}_{-0.1}$	$1.06^{+0.02}_{-0.02}$	$0.68^{+0.01}_{-0.19}$
	σ_v rms velocity (km s^{-1})	< 37	< 20	35^{+14}_{-18}	< 17
	velocity shift (km s^{-1})	-3309^{+84}_{-103}	-3073^{+161}_{-191}	-3334^{+38}_{-36}	-3660^{+75}_{-65}
XABS	N_H (10^{20}cm^{-2})	$2.68^{+0.4}_{-0.3}$	$3.85^{+40}_{-2.56}$	$2.79^{+0.1}_{-0.1}$	$0.56^{+0.06}_{-0.06}$
	Log ξ (erg cm s^{-1})	$2.04^{+0.14}_{-0.16}$	$3.64^{+1.35}_{-0.2}$	$2.18^{+0.05}_{-0.05}$	$0.41^{+0.08}_{-0.07}$
	σ_v rms velocity (km s^{-1})	49^{+126}_{-18}	< 15831	53^{+10}_{-9}	195^{+78}_{-58}
	velocity shift (km s^{-1})	-3013^{+100}_{-368}	-1093^{+1294}_{-343}	-2968^{+47}_{-44}	-3127^{+127}_{-118}
Abundances	C Abundance	0.38	0.38	$0.38^{+0.07}_{-0.07}$	0.38
	N Abundance	5.8	5.8	$5.8^{+0.2}_{-0.2}$	5.8
	O Abundance	15.9	15.9	$15.9^{+0.5}_{-0.5}$	15.9
	Si Abundance	0.06	0.06	< 0.06	0.06
	S Abundance	0.02	0.02	$0.02^{+0.02}_{-0.01}$	0.02
	Ar Abundance	0.5	0.5	< 0.5	0.5
	Ca Abundance	0.02	0.02	< 0.02	0.02
	Fe Abundance	8.9	8.9	$8.9^{+3.8}_{-2.1}$	8.9
HOT-ISM	N_H (10^{21}cm^{-2})	$3.81^{+0.05}_{-0.05}$	$4.15^{+0.05}_{-0.06}$	$3.31^{+0.02}_{-0.02}$	$2.4^{+0.1}_{-0.1}$
	Temperature (eV)	$1.09^{+0.07}_{-0.3}$	$1.20^{+0.03}_{-0.05}$	$1.01^{+0.04}_{-0.04}$	$0.8^{+0.1}_{-0.1}$
	N Abundance	1.12	1.12	$1.12^{+0.13}_{-0.14}$	1.12
	O Abundance	1.68	1.68	$1.68^{+0.02}_{-0.02}$	1.68
	Fe Abundance	0.81	0.81	$0.81^{+0.13}_{-0.12}$	0.81
AMOL (Dust)	O_2 (10^{17}cm^{-2})	$0.47^{+0.61}_{-0.03}$	$1.48^{+0.23}_{-0.24}$	< 0.4	$0.9^{+0.1}_{-0.1}$
	$H_2O(ice)$ ($10^{17}cm^{-2}$)	$5.1^{+1.2}_{-0.1}$	$7.4^{+0.5}_{-0.5}$	$4.65^{+0.3}_{-0.7}$	$6.4^{+0.2}_{-0.2}$
	CO ($10^{17}cm^{-2}$)	$1.34^{+0.53}_{-0.03}$	$0.29^{+0.2}_{-0.2}$	$0.16^{+0.07}_{-0.06}$	< 0.2
	χ^2_ν	1.73	2.38	2.46	2.06
	(d.o.f.)	1411	1435	1436	1463



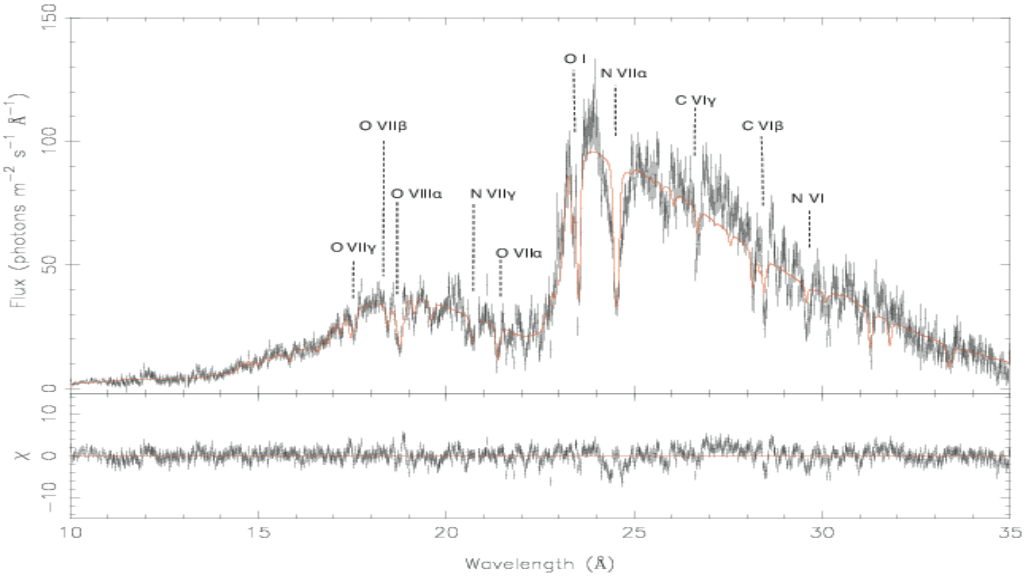
Figür 4.1.3: V2491 Cyg novasının *Hot* (SPEX) soğurma modeliyle yapılan tayf uyulamalarının birincisi – ilk gözlem birinci bölgenin tayfıdır.Kırmızı çizgi uyumlanan modeli belirtmektedir. Önemli soğurma çizgileri belirtilmiştir. Alt panel uyumlama kalıntılarıdır.



Figür 4.1.4: V2491 Cyg novasının *Hot* (SPEX) soğurma modeliyle yapılan tayf uyulamalarının ikincisi – ilk gözlem ikinci bölgenin tayfıdır. Kırmızı çizgi uyumlanan modeli belirtmektedir. Önemli soğurma çizgileri belirtilmiştir. Alt panel uyumlama kalıntılarıdır.



Figür 4.1.5: V2491 Cyg novasının *Hot* (SPEX) soğurma modeliyle yapılan tayf uyulamalarının üçüncüsü– ilk gözlem üçüncü bölgenin tayfıdır. Kırmızı çizgi uyumlanan modeli belirtmektedir. Önemli soğurma çizgileri belirtilmiştir. Alt panel uyumlama kalıntılarıdır.



Figür 4.1.6: V2491 Cyg novasının *Hot* (SPEX) soğurma modeliyle yapılan tayf uyulamalarının sonuncusu– ikinci gözlemin tayfıdır. Kırmızı çizgi uyumlanan modeli belirtmektedir. Önemli soğurma çizgileri belirtilmiştir. Alt panel uyumlama kalıntılarıdır.

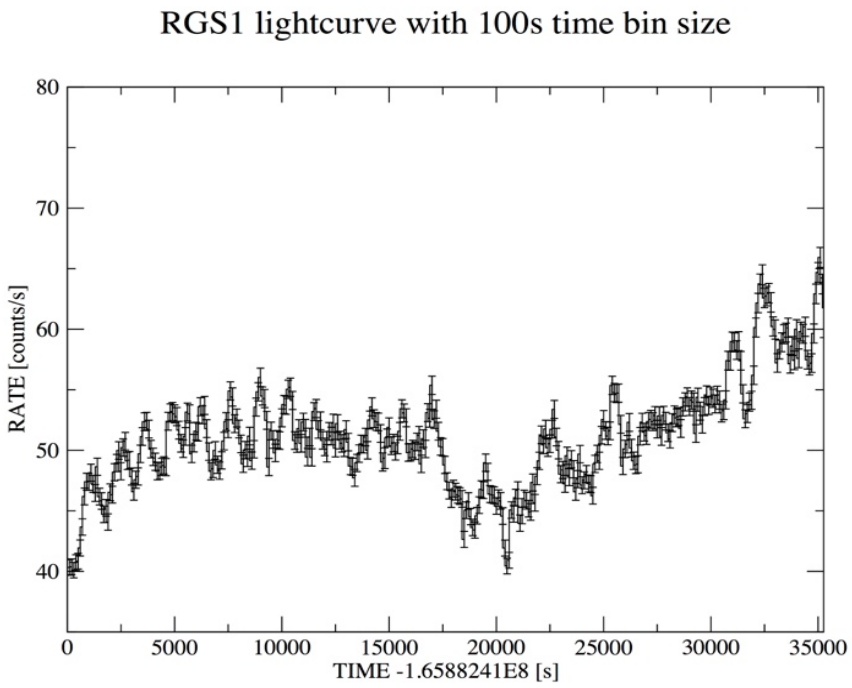
4.2 V4743 Sgr Analizleri

V2491 Cyg'nin analizi ardından çalışmamıza benzer şekilde karmaşık soğurma özellikleri gösteren V4743 Sgr novası üzerinde devam ettik. V4743 Sgr XMM-Newton gözlemevi ile 4 Nisan 2003'de patlama fazında gözlemlenerek yüksek çözünürlüklü RGS verileri elde edilmiştir. Amacımız yüksek çözünürlüklü spektrada görülen, foto-iyonize olmuş ılık plazmadan ve/veya çarpışmayla iyonize olmuş sıcak plazmadan kaynaklanan karmaşık soğurma özelliklerinin V2491 Cyg'de olduğu gibi modellenmesidir. Bu modeller gözlem verileri ile uyumlanarak plazmaların sıcaklıkları, rms hızları ve kolon yoğunluklarının yanı sıra nova atığındaki element bollukları da hesaplanmaktadır.

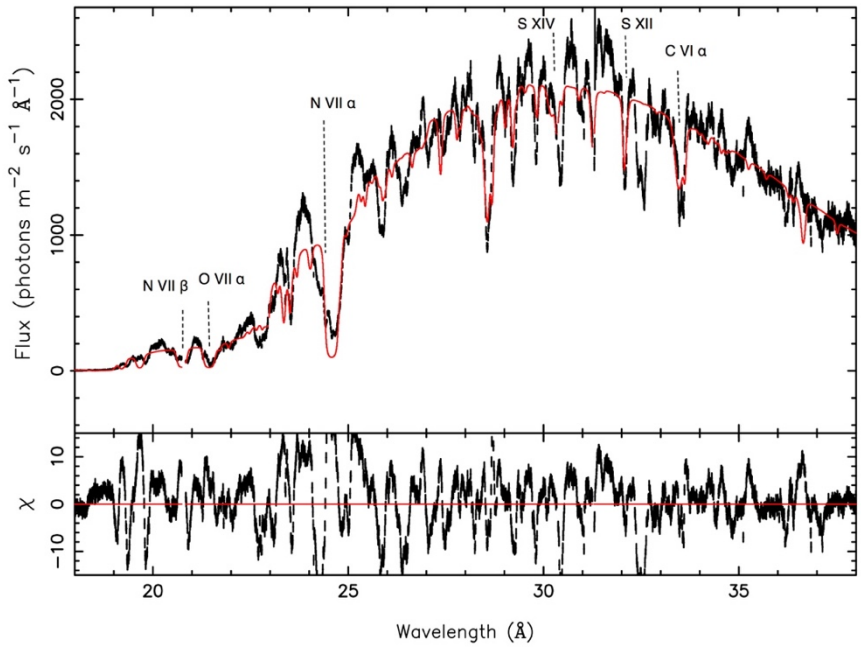
Analiz için XMM-Newton gözlemevinin SAS (14.0.0) bilimsel analiz yazılımı ve SRON (Hollanda Uzay Bilimleri Merkezi) spektral yazılımı olan SPEX (versiyon 2.05.04, (Kaastra ve ark. 1996)) programı kullanılmıştır. Bu program özellikle XMM-Newton ve Chandra gibi gözlemevlerinin X-ışını verilerinin analizi için optimize edilmiştir. SAS yazılımı kullanılarak V4743 Sgr verilerinin önindirgemesi (*rgsproc*) yapılmış, kaynağın spektraları ve ışık eğrisi elde edilmiştir. Figür 2.1.1, V4743 Sgr'nin RGS1 detektörünün birinci seviyesinden elde edilen 100 saniye ile bölümlenmiş ışık eğrisini gösterir. Rauch 2010 makalesinde belirtilen 1324 saniyelik salınımlar ışık eğrisinde görülebilir. Bu küçük salınımların yanı sıra daha büyük zaman aralıklı bir salınım da ışık eğrisinde kendisini göstermiştir.

XMM-Newton RGS spektraları RGS1 ve RGS2 olarak adlandırılan iki algıçtan birinci ve ikinci seviye olarak dört farklı şekilde elde edilir. Bu spektralar birleştirilerek kaynağın akı spektrası oluşturularak modelleme analizleri bu spektra üzerinden gerçekleştirilir. Yalnız V4743 Sgr'yi incelediğimizde spektralarda foton birikmesinden kaynaklanan sorunlar olduğunu gözlemledik. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için öncelikle sadece RGS1 ve RGS2'nin birinci seviye spektraların birleşiminden elde edilen akı spektrasını kullandık.

Elde ettiğimiz spektrayı V2491 Cyg'de uyguladığımız benzer temel soğurma modelleri içeren karmaşık bir bütünsel model ile uyumladık. Kaynağın sürekli ışınımı, kara cisim ışıması modeli BB ile oluşturulmuştur. Bu sürekli ışınım çarpışmayla iyonize olmuş sıcak soğurgan HOT, yıldızlar arası gaz HOT-ISM ve toz AMOL modelleri ile geliştirilmiştir. Spektralar ve uyumlanmış bütünsel model Figür 4.2.2 de gösterilmiştir. Uyumlama ile elde edilmiş parametreler Tablo 4.2.1 de bulunabilir. Soğurma çizgilerini 2400-1000 km/s değerinde maviye kaymış olarak hesapladık. Hız değerleri van Rossum, 2012'de belirtilen değerlerle tutarlıdır. Element bollukları da güneş bolluklarına oranlarıyla verildiğinde H-yakma işareti olarak görülen az bolluklu karbon $C/C_{\odot}=0.05$, çok bolluklu azot $N/N_{\odot}=37.2$ ve oksijen $O/O_{\odot}=71.8$ değerlerini vermiştir. Oksijenin yüksek bolluğu C-O beyaz cüce göstergesi olarak görülür. Soğurma modellerinin hidrojen kolon yoğunluklarını $(0.4\text{-}21.7)\times10^{23}$ cm^{-2} ölçtük. Modellerin sıcaklıkları $kT_1 \simeq 0.29$ keV, $kT_2 \simeq 1.95$ keV ve rms hızları $\sigma_{v1} \sim 5$ km/s, $\sigma_{v2} \sim 674$ km/s olarak hesaplanmıştır. Modellememizde χ^2 değeri yüksek çıkmıştır.



Figür 4.2.1: V4743 Sgr'ın XMM-Newton RGS ışık eğrisi. RGS 1 detektöründen elde edilmiş ve 100 s ile guruplanmıştır.

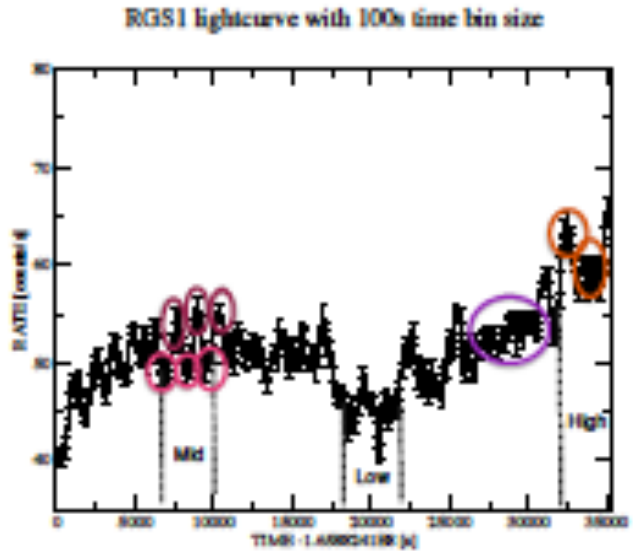


Figür 4.2.2: V4734 Sgr novasının iki *Hot* (SPEX) soğurma modeliyle yapılan tayf uyulamaları. Kırmızı çizgi uyumlanan modeli belirtmektedir. Önemli soğurma çizgileri belirtilmiştir. Alt panel uyumlama kalıntılarıdır.

Tablo 4.2.1 : 2-hot modeli ile elde edilen en iyi V4743 Sgr RGS spektra modelinin parametreleri. Hatalar %90 eminlik payı ile hesaplanmıştır. Kaynak uzaklığı van Rossum 2012 ve Zemko 2016'da belirtildiği gibi 4 kpc olarak alınmıştır.

Model	Parameters	Obs.
Blackbody	Norm (10^{20}cm^2)	16.7^{+1}_{-1}
	Temperature (eV)	43.5^{+1}_{-1}
HOT-1	N_H (10^{24}cm^{-2})	$0.042^{+0.002}_{-0.004}$
	Temperature (keV)	$0.296^{+0.005}_{-0.004}$
	σ_v rms velocity (km s^{-1})	< 5
	velocity shift (km s^{-1})	-1028^{+6}_{-96}
HOT-2	N_H (10^{24}cm^{-2})	$2.17^{+0.7}_{-0.1}$
	Temperature (keV)	$1.95^{+0.22}_{-0.04}$
	σ_v rms velocity (km s^{-1})	674^{+9}_{-22}
	velocity shift (km s^{-1})	-2474^{+33}_{-33}
Abundances	C Abundance	$0.05^{+0.01}_{-0.01}$
	N Abundance	$37.2^{+1.2}_{-1}$
	O Abundance	71.8^{+1}_{-1}
	Mg Abundance	$1.7^{+0.9}_{-0.8}$
	Si Abundance	$0.07^{+0.03}_{-0.03}$
	S Abundance	$0.08^{+0.01}_{-0.01}$
	Ar Abundance	$1.8^{+0.4}_{-0.3}$
	Fe Abundance	$8.5^{+0.2}_{-0.2}$
HOT-ISM	N_H (10^{21}cm^{-2})	$1.6^{+0.1}_{-0.1}$
	Temperature (eV)	$0.8^{+0.1}_{-0.1}$
	C Abundance	$0.39^{+0.42}_{-0.30}$
	O Abundance	$0.83^{+0.01}_{-0.01}$
	Fe Abundance	$5.07^{+1.8}_{-2.6}$
AMOL (Dust)	O_2 (10^{17}cm^{-2})	$3.5^{+0.1}_{-0.1}$
	χ^2_ν	39.5
	(d.o.f.)	2016

Biz ayrıca bu uyumlamaları daha iyileştirmek üzere proje zamanında V4743 ışık eğrisini V2491 Cyg gibi farklı akı/sayım bölgelerine ayırdık (Figür 4.2.3). Buların sadece hızlı salınılar (QPO) üzerinden pik ve dipleri gösteren "mid" (Pembe bölgelerin) uyumlaması yapılabildi. Uyumlama sonuçları ve spektralar Tablo 4.2.2 ve Figür 4.2.4 de verilmiştir. χ^2 değerleri 3.2-4.6 gibi olağan değerlere indirilmiştir. CNO bollukları da 0.1, 5-6 ve 17-18 (güneş bolluklaryla orantılı olarak) gibi beklenen değerlerindedir.

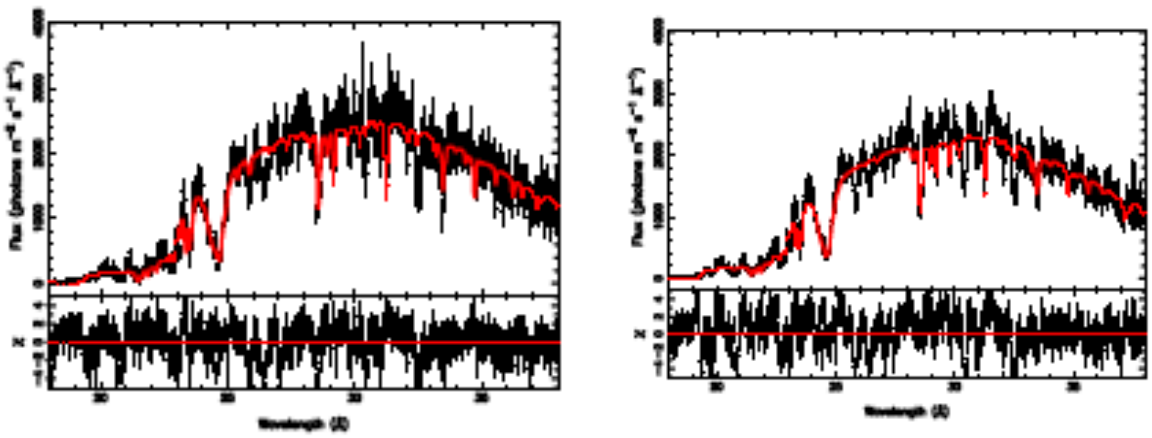


Figür 4.2.3: RGS ışık eğrisinin farklı akı/sayımlara göre değişik bölgelere ayrılmış halini göstermektedir. Her bölge farklı uyumlama yapılmaktadır.

Tablo 4.2.2: V4743 Sgr RGS spektra modelinin osilasyon pik ve diplerine yapılmış en iyi uyumlama parametreleri. Kaynak uzaklığı van Rossum 2012 ve Zemko 2016'da belirtildiği gibi 4 kpc olarak alınmıştır.

Table 1. Best fit parameters for high-peak and high-bottom. The figure on the top is for the region high-peak and the figure on the bottom is for the high-bottom.

Model	Parameter	high-peak	high-bottom
bb	Norm (10^{20} cm^2)	2.5^{+}	2.9^{+}
	kT (eV)	45^{+}	44^{+}
	L (10^{38} erg s^{-1})	3.5	3.7
xabs-1	N_H (10^{21} cm^{-2})	5.69^{+}	0.53^{+}
	Log(ξ) (erg cm s^{-1})	3.2^{+}	1.6^{+}
	σ_v (km s^{-1})	33^{+}	99^{+}
	zv (km s^{-1})	-1339^{+}	-2494^{+}
xabs-2	N_H (10^{21} cm^{-2})	2.3^{+}	1.87^{+}
	Log(ξ) (erg cm s^{-1})	1.04^{+}	0.84^{+}
	σ_v (km s^{-1})	85^{+}	36^{+}
	zv (km s^{-1})	-2230^{+}	-1646^{+}
hot	N_H (10^{24}cm^{-2})	0.6^{+}	0.6^{+}
	kT (keV)	2.1^{+}	2.3^{+}
	σ_v (km s^{-1})	2895^{+}	2827^{+}
	zv (km s^{-1})	-2898^{+}	-2741^{+}
abun.	C	0.08^{+}	0.14^{+}
	N	5.52^{+}	5.83^{+}
	O	17.27^{+}	17.41^{+}
	Ne	3.33^{+}	1.11^{+}
	Mg	2.78^{+}	3.9^{+}
	Si	0.23^{+}	0.78^{+}
	S	0.13^{+}	0.13^{+}
	Ar	1^{+}	2.37^{+}
	Fe	1^{+}	0.39^{+}
hot-ism	N_H (10^{21}cm^{-2})	1.36^{+}	1.38^{+}
	kT (eV)	0.84^{+}	0.83^{+}
amol	O_2 (10^{17}cm^{-2})	4.2^{+}	3.3^{+}
	χ^2_ν	3.2	4.6
	(d.o.f.)	950	965



Figür 4.2.4: V4734 Sgr novasının iki *XABS ve bir HotABS* (SPEX) soğurma modeliyle yapılan tayf uyulamaları. Kırmızı çizgi uyumlanan modeli belirtmektedir. Alt panel uyumlama kalıntılarıdır. Bu uyumlamalar salınımların yüksek pik ve düşük dip (pembe-mid- bölgeler de alınmış) tayflara yapılmıştır.

5. SONUÇ

Projemiz amanyetik kataklismik değişken sistemlerin X-ışını çalışmalarını kullanarak disk yapısını ve özellikle iç disk ve Sınır Katmanı yapısını araştırmayı ve tanımlamayı amaçlamamıştır. Dünya literaüründe bu konuda oldukça eski modellemelerle tam açıklanamış ve sürüncemede kalmış bir anlayış bulunmaktadır. Amaç X-ışınlarını kullanarak bu sorunları gidermektir çünkü X-ışınları bu sistemlerde sadece Sınır Katmanından gelmektedir ve bu katmanın karakteristikleri en iyi bu dalgaboyunda çalışılabilir. Bu proje daha evvel yürütücü tarafından çok iyi dergilerde yayınlanmış iki çalışmanın devamını getirerek amanyetik sistemlerde iç disk sonlanmasını (yüksek disk çaplarında) bulmak ve cüce novalarda sıcak akıntıların gözlemsel kanıtlarını literatüre kazandırmak ve ayrıca nova-gibi sistemlerin daha büyük bir bölümünün Sınır Katmanlarının RIAF-ADAF yani adveksiyon-domine sıcak disk akıntıları olduğunu göstermektir. Bu iki konu hem kataklismik değişkenlerin 30 senelik disk anlayışına yeni bir bakış açısı getirerek bu sistemlerde standart disk analyışını kıracaktır hem de sınır katman tanımlamalarını değiştirecektir. Ayrıca sunulan sıcak ve ılık soğurgan modellemeleri bu sistemlerin literatürüne önemli bir katkı olmuştur. Bu tarz detaylı tayf uyumlamaları yok gibidir--bir iki makaleyi geçmiyor. Soğuran rüzgar parametrelerini ve sonuçta X-ışın tayf parametrelerini daha doğru hesaplanması sağlamıştır; hem beyaz cüceden gelen kara cisim ışımasının hem de şoklardan kaynaklanan plazma emisyonun. Bu projenin ve çalışmaların Türkiye'den yönlendirilmesi hem ülke bilim camiası için destekleyici, öğrenci yetiştirmesiyle teşvik edici hem de uluslararası yüksek enerji astrofiziği biliminde yarışsal ortamda ülkemize iyi puan kazandırmıştır.

Bu projemiz de üç adet cüce nova kaynağı bir adet tanımlanmamış kaynak ve iki tane de klasik novanın orta ve yüksek spektral ve zamansal çözünürlükte X-ışın verilerinin analizi yapılmıştır. Bunlardan Z Cha spektral olarak iyonizasyon eşitlemesinden uzak olduğu hem durgun hem de yüksek patlama fazında bulunan güç kanunu emisyonlarıyla gösterildi. Yüksek fazda yükselen X-ışını emisyon öz-ışıması bulunan kara cisim ışımasına bağlandı. Bu bileşkenin sıcaklığı bilinen Sınır Katmanı teorisine göre yüksek ve öz-ışıması 100-1000 kat düşüktür. Sert X-ışını ışıması beklendiği gibi azalmaktadır. Bu ışımanın plazma sıcaklıkları durgun fazda 8-11 keV arasındayken yüksek fazda düşerek 1 keV civarına gelmiştir. Bu soğumayı yükselen plazma yoğunluğu (sıkışmayla) ve iyonizasyon eşitlenmesinden uzak olmaya bağlıyoruz. İyonizasyon eşitlemesinden uzaklık yüksek türbülansla açıklanabileceğine inanıyoruz. Sistemde optik kalın disk sonumlanmasını da bulduk. Genel olarak bütün bu özellikler disklerdeki adveksiyon domine ışımasız sıcak akışkan plazmaların özellikleridir. Bundan başka SS Aur adlı cüce novanın analizinde de bu güç kanunu emisyonunu durgun fazla yüksek anlamlılıkla ölçtük. Bu sistemde bilinen yıldızlar arası soğurma sabit alındığında ek olarak spektral uyumlamalarda bir kara cisim ışıması bileşkesi belirlenmiştir. Yine bu bileşke 26 eV sıcaklığında beklenen Sınır Katmanı sıcaklıklarından yüksek fakat öz-ışıması 10-50 kat daha düşüktür. Bu ölçüm sabit alınan soğurmaya dayalıdır ve bunun tekrar ölçülmesinde yarar vardır. Bu suretle ilk defa bir cüce nova sisteminde durgun fazda yumuşak X-ışını yayan Sınır Katmanı bulunmuştur ama parametreleri standart teoriden beklenenlerle örtüşmemektedir. EY Cyg de SS Aur la benzeyen nova-gibi sistemlerden yaklaşık 10 kat daha küçük madde aktarım oranına sahip bir sistemdir. Bu analizlerde sistemdeki yıldızlararası beklenenden daha az bulundu, bu parametre beklenen değere sabit alındığında sistemde ek bir plazma emisyonu bileşkesi çıkmaktadır, bu bileşkenin X-ışını spektral parametreleri ikinci yıldız olan K0 tipi yıldızla örtüşmektedir. Ayrıca analiz edilen TW Pic adlı klasifikasyonu tanımlanamayan CV yine SS Aur ve EY Cyg ile benzeşen bir madde aktarımına sahiptir ve onlardan 10-50 kat daha parlaktır. Bu sistemde üç ayrı X-ışını uydusunun farklı zamanlarda 1999-2007 alınan verileri içinde manyetik olabileceğini gösterecek sabit bir periyod bulamadık. Fakat amanyetik sistemlerdeki yaklaşık 3mHz lik optik-kalın disk sonlanmasını bulduk ki bu manyetik sistemler için çok yüksektir. Ayrıca bu sistemde %15 daha yüksek akı gösteren fazında 19 eV lik bir kara cisim ışıması tespit ettik. Karakteristikleri standart beklentilerden faklı olan bu bileşke SS Aur sistemi ile benzeşmektedir. Son olarak iki klasik nova da sıcak ve ılık soğurganlar çalışıldı. V2491 Cyg sisteminde ilk defa bir sistemde şoklardan soğurma olduğu gösterildi. CNO bollukları sistem kontinyumundan bağımsız olarak hesaplandı.

Daha önceki yayınların sonuçlarının yetersiz olduğu gösterildi. Ek olarak ilk defa WD büyüklüğünün bir günden daha az zamanda (50 ksn) 10 kat kadar küçüldüğü ve sıcaklıklarında arttığı gösterildi. Ayrıca ikincil bir kara cisim ışıma bileşkesi bulundu. Bu bileşke 100-120 eV sıcaklığında ve 100-1000 kat daha düşük öz-ışımaya sahip olduğundan bulunmuş X-ışını periyodu da düşünülerek bu bileşkenin manyetik kutuplardan gelebileceği ve sistemin madde aktarımını 40 gün gibi kısa bir zamanda başlatan bir manyetik WD ye sahip olduğu sonucuna varıldı. Son olarak V4743 Sgr analizleri yapıldı ama proje bitiminde halen analizler devam etmekteydi. Bu sistemin analizleri de bu tayfların tek olarak analiz edilemeyeceğini ve kısa zamanda spektral varyasyon olduğunu gösterdi. Sistemin QPO-çözünürlüklü analizleri oldukça iyi sonuç verdi ve sistemde sıcak ve iki ılık soğurgan olabileceğini gösterdi. Ek olarak daha önce de varsayılan bir CO beyaz cüce varlığını da belirledik.

KAYNAKLAR

Arnaud, K. A. 1996, Astronomical Data Analysis Software and Systems V (ASP Conf. Ser. 101), ed. G. H. Jacoby ve J. Barnes (San Francisco, CA: ASP), 17
Balman, S., Godon, P., Sion, E.M., Ness, J.-U., Schlegel, E., Barrett, P.E., ve Szkody, P. 2011, ApJ, 741, 84
Balman, S., ve Revnivtsev, M. 2012, A&A, 546, 112
Balman, S. 2012, MmSAI, 83, 585
Balman, S. 2014, pre-print in press, (2014arXiv1403.4437B)
Balman, S., Godon, P., ve Sion, E.M. 2014, 794, 84
Bode, M. Ve Evans, A. 2008, Classical Novae, Cambridge Astrophysics Series No. 43 (Cambridge: Cambridge University Press)
Done, C., Gierlinski, M., ve Kubota, A. 2007, A&ARv, 15, 1
Froning, C., Long, K.S., Gansicke, B.T., Szkody, P. 2012, ApJS, 199, 7
Godon, P., Regev, O., ve Shaviv, G., 1995, MNRAS, 275, 1093
Godon, P., ve Sion, E.M. 2011, PASP, 123, 903
Greiner, J. 1998, A&A, 336, 626
Greiner, J. Ve ark. 2001, A&A, 376, 1031
Guver, T., Uluyazı, C,; Ozkan, M. T., Gogus, E. 2006, MNRAS, 372, 450
Hertfelder, M., Kley, W., Suleimanov, V., ve Werner, K. 2013, A&A, 560, 56
Hoard, D.W., ve ark. 2009, ApJ, 693, 236
Honeycutt, R.K., Kafka, S., ve Robertson, J.W. 2013, AJ, 145, 45
Ishida, M., Okada, S., Hayashi, T., Nakamura, R., Terada, Y., Mukai, K., ve Hamaguchi, K. 2009, PASJ, 61, 771
Kaastra, J.S., Mewe R., Nieuwenhuijzen, H. 1996, in UV & X-ray Spectroscopy of Astrophysical and Laboratory plasmas, Frontiers of Sceince Series 15, 411
Kafka, S., ve Honeycutt, R. K. 2004, AJ, 128, 2420
Kafka, S., Hoard, D. W., Honeycutt, R. K., ve Deliyannis, C. P. 2009, AJ, 137, 197
Kluzniak, 1987, PhD Thesis, Standford University
Long, K. ve Knigge, C. 2002, ApJ, 579, 725
Kuulkers, E., Norton, A., Schwope, A., ve Warner, B. 2006, Compact stellar X-ray sources, W. Lewin ve M. van der Klis (ed.), Cambridge Astrophysics Series No. 39 (Cambridge, UK: Cambridge University Press), 421
Lasota, J. P. 2008, NewAR, 51, 752
Linnell, A.P., Szkody, P., Gansicke, B.T., Long, K.S., Sion, E.M., Hoard, D.W., ve Hubeny, I. 2005, ApJ, 624, 923
Lynden-Bell, D., ve Pringle, J.E. 1974, MNRAS, 168, 303
Mauche, C. W. ve Mukai, K. 2002, ApJ, 566, 33
Medvedev, M. V., ve Menou, K. 2002, ApJL, 565, 39
Menou, K. 2000, pre-print, (astro-ph/000785)
Mewe, R., Lemen, J.R., ve van den Oord, G.H.J. 1986, A&AS, 65, 511
Mukai, K., Kinkhabwala, A., Peterson, J. R., Kahn, S. M., ve Paerels, F. 2003, ApJ, 586, 77
Miyamoto, S., Kimura, K., Kitamoto, S., Dotani, T., ve Ebisawa, K. 1991, ApJ, 383, 784
Narayan, R., ve Popham, R. 1993, Nature, 362, 820
Narayan, R., ve Yi, I. 1995, ApJ, 444, 231
Narayan, R., ve McClintock, J. E. 2008, NewAR, 51, 733
Ness et al. 2011, ApJ, 733, 70
Okada, S., Nakamura, R., ve Ishida, M. 2008, ApJ, 680, 695
Pandel, D., Cordova, F.A.C.D., Mason, K.O., Priedhorsky, W.C., 2005, ApJ, 626, 396
Patterson, J., Raymond, J. C., 1985, ApJ, 292, 535
Piro, A.L., ve Bildsten, L. 2004, ApJ, 610, 977
Pinto, C. et al. 2012, A&A, 543A, 134
Pratt, G. W., Mukai, K., Hassall, B. J. M., Naylor, T., ve Wood, J. H. 2004, MNRAS, 348, 49
Popham, R. 1999, MNRAS, 308, 979
Popham, R., ve Narayan, R., 1995, ApJ, 442, 337
Popham, R., ve Narayan, R., 1991, ApJ, 370, 604
Pringle, J.E., 1977, MNRAS, 178, 195
Puebla, R.E., Diaz, M.P., Hubney, I. 2007, AJ, 134, 1923
Rana, V. R., Singh, K. P., Schlegel, E. M., Barrett, P. E 2006, ApJ, 642, 1042

Ritter, H., ve Kolb, U. 1998, A&AS, 129, 83
Rodriguez-Gil, P., ve ark. 2007, MNRAS, 377, 174
Schlegel, E.M., ve Singh, J. 1995, MNRAS, 276, 1365
Shakura, N.I., ve Sunyaev, R.A. 1973, A&A, 24, 337
Sion, E.M. 1985, ApJ, 292, 601
Szkody, P., Nishikida, K., Raymond, J. C., Seth, A., Hoard, D. W., Long, K. S., ve Sion, E. M. 2002, ApJ, 574, 942
van Teeseling, A., Drake, J. J., Drew, J. E., Hoare, M. G., ve Verbunt, F. 1995, A&A, 300, 808
van Teeseling, A., Beuermann, K., Verbunt, F. 1996, A&A, 315, 467
Warner, B. 1995, Cataclysmic Variable Stars, (Cambridge: Cambridge University Press)
Willingale, R., Starling, R. L. C., Beardmore, A. P., Tanvir, N. R., ve O'Brien, P. T. 2013, MNRAS, 431, 394
Wilms, J., Allen, A., ve McCray, R. 2000, ApJ, 542, 914
Woods, J.A., Drew, J.E., Verbunt, F. 1990, MNRAS, 245, 323
Woods, J.A., Verbunt, F., Cameron, A.C., Drew, J.E., ve Piters, A., 1992, MNRAS, 255, 237
Wood, M.A. 1995, LNP Vol.443: White Dwarfs, 41
Sion, E. M., Winter, L., Urban, J. A., ve ark. 2004, AJ, 128, 1795
Tovmassian, G., Orio, M., Zharikov, S., Echevarrı a, J., Costero, R., & Michel, R. 2002, in AIP Conf. Proc. 637, Classical Nova Explosions, ed. M. Hernanz & J. Jose
Kholopov, P. N., & Efremov, Y. N. 1976, Peremennye Zvedzy, 20, 280
Orio, M., & Ögelman, H. 1992, IAU Circ., 5680
Piening A.T., AAVSO J., 1978, 6, 60
Hacke, G., & Andronov, I.L., Mitt. Ver. Sterne, 1988, 11, 74
J. Echevarría ve ark. 2007, A&A 462, 1069
Kaastra, J.S., Mewe R., & Nieuwenhuijzen H., 1996, in UV and X-ray Spectroscopy of Astrophysical and Laboratory Plasmas, Frontiers science series, 15, 411
Rauch, T., Orio, M., Gonzales-Riestra, R., et al. 2010, ApJ, 717, 363
van Rossum, D. R. 2012, ApJ, 756, 43
Zemko, P., Orio, M., Mukai, K., et al. 2016, MNRAS, 460, 2744
Burrows, D. N., ve ark. 1994, A& AS, 104, 79
Dickey, J, M., Lockman, F, J. 1990, ARA& A, 28, 215
Mouchet, M. ve ark. 1991, A& A. 250, 99-106
Ozdonmez, A., Ak, T., Bilir, S., 2015, NewA, 34, 234
Patterson, J., Moulden, M. 1993, PASP, 105, 779

Proje Kapsamında Yapılan veya hazırlanan Yayımlar ve Toplantılarda Sunulan Bildiriler

Sıra	Çıktı türü	Yazarlar	Başlık	Yayın yeri	Durumu*
1	Konferans Review makalesi	S. Balman	The recurrent Nova – T Pyx	PoS by SISSA	Yayınlandı
2	Konferans Makalesi	S. Balman	Bazi Nova-gibi sistemlerin X-isini gozlemleri	Ulusal Astronomi Konferans web sayfası	Yayınlandı
3	Konferans Bildirisi	S. Balman	Analyses of High resolution X-ray spectra of Classical Novae with hot and warm absorber models	From Cooling to Explosions : Physics of WDs	Review (genel inceleme) konuşması olarak sunuldu
4	Makale	S. Balman, Ç. Gamsızkan	A Reanalysis of High Resolution XMM-Newton Data of V2491 Cyg Using Collisionally Ionized Hot Absorber Models	Astronomy and Astrophysics	Basıldı.
5	Konferans Bildirisi	S. Balman	New prospects in accreting White dwarf binaries	Accretion Processes in Cosmic Sources, St Petersburg, Russia	Review (genel inceleme) konuşması olarak sunuldu.
6	Konferas	S. Balman, A.	XMM-Newton	ESA-ESAC	Yayınlandı

	Makalesi	**Nabizadeh, N. SheshvanTalebpour**	**Observations of TW PIC incomparison with the Archival SWIFT and RXTE data**	**XMM-Newton Next Decade Konferansı. NASA ADS**	
7	**Konferans posteri**	**Ç. Gamsızkan, S. Balman**	**High resolution spectroscopy with the XMM-Newton RGS using SPEX and XSPEC**	**ESA-ESAC High resolution spectroscopy workshop**	**Sunuldu**
8	**Konferans Özeti**	**S. Balman**	**Accretion flows and boundary layers in nonmagnetic Cataclysmic Variables using X-ray Observations**	**COSPAR 2016 E1.14**	**yayınlandı**
9	**Konferans Özeti**	**Ç. Gamsızkan, S. Balman**	**A reanalysis of XMM-Newton data of the calssical nova V2491 Cyg using hot collisionally ionized absorber model**	**COSPAR 2016 E1.14**	**yayınlandı**
10	**Konferans Özeti**	**A. Nabizadeh, S. Balman, M. Hertfelder, P. Godon , E. Sion**	**The accretion flow and boundary layer structure in the dwarf nova SS Aur**	**COSPAR 2016 E1.14**	**yayınlandı**
11	**Konferans Özeti**	**S. Balman**	**Disk Structure of Catalysmic Variables in the light of Broadband noise charateristics**	**COSPAR 2016 E1.5**	**Yayınlandı**
12	**Yüksek Lisans Tezi**	**Armin Nabizadeh**	**Modeling Selected X-ray Observations of Nonmagnetic Cataclysmic Variables using *XMM-Newton* and *Swift* Observations**	**ODTÜ Fizik Bölümü**	**3 Ağustos 2017 de sunuldu ve kabul edildi.**

* Hakem değerlendirmesinde, Yayınlanmaya kabul edildi, Yayınlandı

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Prof. Dr. ŞÖLEN BALMAN
Proje No:	114F351
Proje Başlığı:	Amanyetik Kataklismik Değişken Sistemlerin X-Işını İncelemeleri Ve Sınır Katmanı Teorisinin Gözlemsel Araştırmaları
Proje Türü:	Uluslararası
Proje Süresi:	24
Araştırmacılar:	
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	ORTA DOĞU TEKNİK Ü. FEN-EDEBİYAT F. FİZİK B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/04/2015 - 15/07/2017
Onaylanan Bütçe:	184613.0
Harcanan Bütçe:	138514.18

TÜBİTAK

Öz:	Kataklismik Değişkenler (CVs) birincil bir beyaz cüce (WD) ve ikincil geç-tip anakol yıldızından oluşan etkileşen çift yıldız sistemleridir. Amanyetik kataklismik değişkenlerde ikincil yıldızdan yığılan gaz bir disk oluşturur ve manyetik alanlar zayıf olduğu için bu disk beyaz cüceye kadar ulaşır (bakınız Warner 1995). Bu objeler patlama karakteristiklerine göre novalar, tekrarlayan novalar, cüce novalar, nova-gibi sistemler, RW Sex yıldızları gibi sınıflara ayrılırlar. Bu proje amanyetik sistemlerden bazı tür sistemleri ele alarak devam etmekte olan Chandra, XMM-Newton ve SWIFT gibi uydu gözlemevlerinden alınmış arşiv X-ışını verilerinin tayfsal ve zamansal analizlerini yapmayı amaçlamaktadır. X-ışını veri analizleriyle amanyetik CV lerdeki iç disk yapısını, optik-kalın disk sonlanmasını, sıcak akıntı formasyonunu (optik-ince) ve sınır katman karakter özelliklerini ve yapısını çalışmayı hedeflemekteyiz. Bu çalışma standard , sabit madde aktarım oranlı optik-kalın disk yapısı ve standard sınır katmanlarına sahip olduğu düşünülen amanyetik CV lerin aslında disklerinde standard olmayan sıcak optik-ince yapıda sınır katmanlarına sahip olduğu saptanan sistemlere ek olarak başka sistemlerde de benzer karateristikleri aramak üzerinedir. Bu CV lerin X-ışını çiftlerine çok daha benzer yapılarda olduğunu da güçlendirecektir. Yakın zamanda, yüksek madde aktarım oranına sahip amanyetik nova-gibi sistemlerden üzerine yapılan bir çalışmada (Balman, Godon, Sion 2014) X-ışını tayf analizleri sistemlerde çoklu-sıcaklık dağılımına sahip optik-ince eşit-basınçlı (isobaric) soğuyan akıntılar olduğunu ve bunların diskte viryal sıcaklıklara eriştiğini gösterdi (21-50 keV). Bu sistemlerin ikisinde ayrıca güç kanunu emisyon bileşkesi de bulundu. Not etmek gerekir ki nova-gibi sistemlerin madde aktarım oranları genel standard disk teorisine göre sınır katmanlarının optik-kalın olmasını gerektirmekte yani EUVE/yumuşak X-ışını emisyonu beklenmekte. Bu nova-gibi sistemler için sınır katmanı yapısının adveksiyon-domine yarı-küresel madde aktarım akıntıları olduğu yada ek olarak sistemlerde korona olabileceği sonucuna varıldı. Cüce nova sistemlerinin X-ışını gözlemlerinin çeşitliği tam olarak açıklanamayan bir fenomen olmaya devam etmektedir. Bu sistemlerin durgun fazda eşit-basınçlı soğuyan akıntı plasma emisyonuyla iyi modellenebildiğini biliyoruz. Disk patlaması fazında ise genelde beklenmeyen bir düşük özışımalı sert X-ışını bileşkesi ve sadece birkaç sistemde optik-kalın sınır katmanıyla açıklanabilecek bir yumuşak X-ışını/EUVE komponantı bulunmuştur. Cüce nova sistemlerinde X-ışını karakteristiklerini çalışmayı planlamaktayız. Bu sistemlerinde X-ışını ışık eğrilerindeki aperiyodik parlaklık varyasyonun un ilerleyen dagalanma modeli ile açıklandığında band-limitli gürültü oluşturduğunu göstermiştir (Balman ve Revnivtsev 2012). Bu karakteristiklerle karadelik içeren düşük kütleli X-ışını çiftlerine benzeyebildiklerini de görüyoruz. Bu projedede benzer çalışmalar yapıp başka sistemlerde de olup olmadığını araştırmak istiyoruz. Son olarak, amanyetik nova ve tekrarlayan nova olan sistemlerde ılık soğurgan etkilerini çalışmayı planlıyoruz. Amacımız yüksek çözünürlüklü X-ışını verilerinde (XMM-RGS, Chandra-LETG) complex soğurma modellemesi yaparak yıldızlararası ortamın soğurmasından başka sitemlerdeki hareket eden foto- ve/veya çarpışmalı gazdan kaynaklanan sistem rüzgarı bazlı soğurmayı da hesaplamaktır.
Anahtar Kelimeler:	Amanyetik Kataklismik Değişkenler, Nova, Madde aktarım diskleri, Ilık ve Sıcak soğurganlar
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır

TÜBİTAK