

WZ SGE SİSTEMİNİN X-IŞIN TAYF ANALİZİ

Gülnur İKİS GÜN¹

Özet

Bu çalışmada WZ Sge sisteminin ROSAT uydusunun PSPC aleti ile alınmış verilerinden X-ışın tayfsal parametreleri ve bazı sistem parametreleri belirlenmiştir. Verilere bir çok değişik teorik tayf modeli uygulanmış ve verilerden elde edilen tayfa en iyi uyan teorik modeller olarak Raymond-Smith ve Isısal Bremsstrahlung modelleri bulunmuştur. Sistemdeki sıcaklık için $kT \sim 2.17$ keV ve kolon yoğunluğu için $N_H \sim 2.8 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ bulunmuştur. 0.1-2.4 keV enerji aralığı için belirlenen akı değeri $F = 10^{-12} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ dir.

WZ Sge sistemi patlamaları arasında uzun süreler olan ve durağan evresinde zayıf X-ışını emisyonu gösteren bir sistemdir. α vizkozite parametresinin değeri düşürülerek patlama aralıkları süresi uzatılabilir fakat bu durumda bu tür sistemlerde α niçin bu kadar küçük olmalı sorusu ile karşılaşılır. Meyer ve Meyer-Hofmeister'in¹ Koronal Sifon modeli bu fenomeni başarıyla açıklamaktadır. Bu nedenle, bu model ile verilen formüller bu çalışmada elde edilen tayfsal analiz sonuçlarına uygulanmıştır. Bu modeli kullanarak kütle aktarım oranı $\sim 10^{14.48} \text{ gr yıl}^{-1}$, koronadaki kütle buharlaşması $\sim 10^{-5.4} \text{ gr cm}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ ve koronanın yarıçapı $\sim 10^{9.7} \text{ cm}$ bulunmuştur. Elde edilen bu değerler koronal sifon modelinin öngördüğü değerlerle uyum içinde bulunduğundan Meyer ve Meyer'in bu modelinin WZ Sge sistemini açıklamakta kullanılabileceğini göstermektedir.

Abstract

X-ray spectral parameters were determined for WZ Sge observed with the ROSAT PSPC. The raw data were fitted various spectral models and best fit spectral models are found to be that of Raymond-Smith and Thermal Bremsstrahlung. The best fit temperature was estimated to be $kT \sim 2.17$ keV while the column density was found to be $N_H \sim 2.8 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$. The estimated 0.1-2.4 keV flux in the range of $F = 10^{-12} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

WZ Sge stars show long outburst recurrence times and weak X-ray emissions during the quiescence states. It is possible to lengthen repetition cycles by decreasing the viscosity parameter (α); however there still remains the question why α is so small, specifically for these objects. The coronal Siphon Model of Meyer and Meyer-Hofmeister¹ can explain these phenomena successfully.

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen – Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Terzioğlu Kampüsü 17100 Çanakkale, e-posta: gulnur_tr@yahoo.com

For this reason, the equations of this model were applied to the results of spectral analysis. Using this model, the mass accretion rate, mass evaporation rate in corona and the radius of the corona were calculated to be $\sim 10^{14.48}$ gr yr⁻¹, $\sim 10^{-5.4}$ gr cm⁻² s⁻¹ and $\sim 10^{9.7}$ cm, respectively. The obtained values suggest that the corona can indeed operate in WZ Sge system.

1. Giriş

Coşkun Değişenler (CD) Roche lobunu doldurmuş ikincil yıldızdan bir Beyaz Cce (BC) olan birincil yıldıza ktle aktaran sistemlerdir. İkincil yıldız birincil yıldız üzerine maddeyi iç Lagrange noktasından aktarır. Birincil yıldız etrafında akan maddenin taşıdığı açısız momentum ve vizkozite (α) yüzünden bir yığılma diski oluşur². Durağan hal teorisi (Steady State Theory) yığılma ışınım gücünün (accretion luminosity) yarısının bu yığılma diskinden diğerk yarısının da akan maddenin hızının birincil yıldızın yüzey hızına indirildiğı sınır tabakasından (Boundary Layer) yayınlandığını ne sürer. Durağan halde (quiescent state), sınır tabakasındaki gazın optik olarak ince olduğuna ve göreceli olarak sert X-ışınları ($\sim 2-20$ KeV) yayınladığına inanılmaktadır. Patlama durumunda, yığılma oranı önemli lde artar ve X-ışın bölgesi optik olarak kalın olur böylece daha yumuşak X-ışınları ($\sim 0.1-1.0$ KeV) yayınlanır. Beyaz Cüce kendi etrafında hızla dönmedikçe teoriler manyetik olmayan CD'lerde baskın olan X-ışın kaynağının sınır tabakası olduğunu syler³.

Cüce Novalar (CN) CD'lerin bir alt sınıfıdır ve 2-6 kadir büyüklüğünde yarı-periyodik (quasy-periodic) parlamalar gösterirler. CN'lar dört parlaklık düzeyinde bulunurlar: durağan, patlamaya yükseliş, patlama ve patlamadan düşüş. Işık eğrilerindeki patlamaların farklarına göre CN'lar üç alt gruba ayrılırlar: U Gem yıldızları, SU UMa yıldızları ve Z Cam yıldızları². SU UMa yıldızları onlarda daha sık gözlemlenen, normal patlamalarından daha uzun süreli ve daha parlak olan superpatlamalar (superoutbursts) gösterirler. Superpatlamalar sırasında da neredeyse periyodik olan ve sperhrgç (superhumps) adı verilen fotometrik değışimler gösterirler. Sperhrgçlerin periyodu genellikle yörünge periyodundan biraz daha uzundur. Gözlemlenen SU UMa yıldızlarının hemen tamamı CD'lerin yörünge periyodu dağılımının $\sim 2-3$ saat civarındaki boşluğnun aşağısında $P_{yörünge} < 2$ saat yörünge periyoduna sahiptirler⁴.

Durağan hal sırasında bir sonraki patlama tetikleninceye kadar madde diskte toplanır ve kompakt cisme doğru $10^{-9} M_{\odot}$ yıl⁻¹ lik bir oranda akmaya başlar ve böylece ışınım gücünde önemli miktarda artmaya sebep olur⁵.

Genel modellerde, durağan haldeki CN'lar düşük kütle aktarımı oranı \dot{M}_{\odot} rejiminde bulunurlar. Kiritik kütle aktarım oranı $\dot{M}_{kritik} \approx 2 \times 10^{16}$ gr san⁻¹ = $3.17 \times 10^{-10} M_{\odot}$ yıl⁻¹ dir^{6,7}. $M < \dot{M}_{kritik}$ durumunda sınır tabakasının yoğnluk ve opaklığı düşüktür ve yığılma kuvvetinin yayınlanması için sıcaklık $kT \sim 10$ KeV değere kadar yükselir. Sonuç olarak, gaz optik olarak ince olur ve Bremsstrahlung X ışınları yayınlar. Standart yığılma diski modellerince durağan halde çok düşük kütle yığılma oranları $\sim 10^{-12.5} - 10^{-13} M_{\odot}$ yıl⁻¹ verilir. Teorik olarak disk her yerinde yeterince soğuk olduğunda ışık eğrisindeki dik dşştn sonra bu düşük yığılma oranları beklenir. Bundan başka ek önemli bir neden de $\sim 10^8$ K sıcaklığında optik olarak ince gazın soğuması serbest-serbest emisyon (Bremsstrahlung) ile meydana gelir ki bu göreceli olarak yetersizdir. Soğuma zamanının ($t_{soğuma}$) adiabatik genişleme zamanından ($t_{adiyabatik}$) daha uzun olduğı durumda sınır tabakası X-ışın yayınlayan sıcak bir koronaya doğru geniřler⁸. Meyer ve Meyer-Hofmeister¹ etkisiz soğuk diskin üstünde kendi kendine sürekliliğini sağılayan sıcak koronanın var olabileceğini göstermişlerdir. Bu korona yaklaşık $10^{-11} M_{\odot}$ yıl⁻¹ bir kütle yığılması akımı tarafından desteklenir ve alttaki soğuk disk tarafından beslenir. Bu, durağan hal sırasında iç diskten buharlaşma olması ile sonulanır⁵.

CD'lerin çeşitli türleri arasında WZ Sagittae (WZ Sge) çok farklı bir sistemdir. WZ Sge nin gözlenen özelliklerinin hemen tamamı CN'ların gözlenen özelliklerinin en uç sınırlarındadır⁹. WZ Sge 1913 yılında bir Nova olarak keşfedildi ve 1946 yılında patlamasının keşfinden sonra Tekrarlayan Nova olarak tanımlandı. WZ Sge 1961 yılındaki tayfsal gözlemlerinden sonra bir çift sistem olduğu gösterilen ilk CD'dir. Kreminski WZ Sge sisteminin 81 dakika 38 saniye yörünge periyoduna sahip tutulma gösteren bir çift yıldız olduğunu buldu¹⁰. Bu bilinen CD'ler arasında en kısa yörünge periyodudur⁹. Warner, sistemi tayfsal özelliklerine dayanarak, bir CN olarak yeniden sınıfladı. J.T. McGraw tarafından keşfedilen 1978 Aralığındaki patlaması çok yakından takip edildi ve çeşitli gruplar tarafından rapor edildi. Patlamaların SU UMa tipi süpermaksimumlara benzerliği ve süperhörgüçlerin varlığı bu fenomen hakkında çok çeşitli yorumlar yapılması ile sonuçlandı¹⁰. Onun kısa periyodu ve patlamalar sırasında süperhörgüç yapılarının gözlenmesi WZ Sge'nin SU UMa tipine sokulması sonucunu doğurdu. WZ Sge'nin SU UMa tipinin çok uçlarda özellikler gösteren (sadece süper patlamalar göstermek ama normal bir patlama göstermemek gibi) bir üyesi olduğuna inanılmaktadır¹¹. Diğer SU UMa tipi sistemlerle karşılaştırıldığında WZ Sge'nin patlama davranışının olağan dışı olduğu görülür. Bugüne kadar 1913, 1946, 1978 ve 2001 yıllarında olmak üzere sadece dört patlama gözlenmiştir. Bu patlamalar parlak (~8 kadir) ve uzun sürelidir (≈ 50 gün) ve 1978 yılında gözlenen patlamalar diğer SU UMa sistemlerinde gözlemlenenlerden oldukça farklıdır¹². Bu patlamada 30 gün süren inişten sonra akı tekrar yükselmiş ve günler mertebesinde düzensiz dalgalanmalar göstermeye başlamıştır. Tekrar durağan hale dönmesi en azından ≈ 100 gün civarında sürmüştür. Bu davranış diskten kaynaklanıyor olmalıdır fakat onun doğasını detaylı olarak açıklamak kolay değildir. WZ Sge ~ 33 yıl gibi çok uzun bir patlama tekraralama süresine sahiptir¹³. Ek olarak 27.87 saniye ve 28.96 saniye süren hızlı dalgalanmalar göstermektedir¹⁴. WZ Sge durağan halde $V \sim 15$ kadir civarında bir parlaklığa sahiptir⁹.

Bu çalışmada durağan durumda iken gözlemlenmiş WZ Sge CN'sının X-ışın tayfsal analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına ve durağan haldeki sınır tabakası için olan teorilere bağlı olarak koronanın bazı yapısal parametreleri Meyer ve Meyer-Hofmeister'in¹ ve Mineshige *et al'* in.¹⁵ Koronal Sifon modeli kullanılarak hesaplanmıştır.

2. Veriler

Bu çalışmada ROSAT gözlemlerinin toplandığı ROSAT veri arşivinden alınan veriler kullanılmıştır. Seçilen veriler ROSAT uydusunun PSPC aleti ile 10-11 Nisan 1991 tarihinde elde edilmiştir. PSPC gaz doldurulmuş orantılı sayıcıdır ve X-ışın kamerası ile birlikte 0.1 – 2.4 KeV enerji aralığına hassastır. Bunların enerji ayırma gücü 0.93 KeV enerjide $\Delta E/E \sim \% 44$ dür. Uydunun ve PSPC aletinin ayrıntılı anlatımı Trümper¹⁶ ve Pfeffermann¹⁷ nin makalelerinde bulunabilir.

Toplam gözlem süresi 18191 saniyedir. WZ Sge'nin 10-11 Nisan 1991 tarihlerindeki AAVSO görünen bölge gözlemlerine dayanılarak sistemin hangi durumda olduğuna bakılmıştır. Görünen bölge verilerinden gözlem sırasında sistemin durağan halde olduğu sonucuna varılmıştır. Dünyanın dedektörle yıldız arasına girmesi veya çok parlak olması, yüksek arka plan sayımı, kötü bakış yönü ve zayıf dedektör performansı gibi sebeplerden gözlemlerde bazı boşluklar vardır.

ROSAT verilerinin indirgenmesi EXSAS programı ile yapılmıştır¹⁸. Her türlü düzeltmesi yapılmış sayım oranı 0.300 ± 0.005 sayım saniye⁻¹dir. Işık eğrisi Şekil.1 de görülebilir. Işık eğrisi elde edilirken 100 saniyelik foton paketlemesi (bin) yapılmıştır. Gözlemle ilgili bilgiler Çizelge.1'de verilmiştir.

3. Veri Analizi ve Sonuçlar

Veri setine çeşitli teorik modeller uygulanmıştır. Isısal Raymond-Smith modeli en iyi uyan modellerden biridir. Bu modelde element bollukları ve soğuma fonksiyonu Raymond ve Smith'in¹⁹ makalesinden alınmıştır. Diğeri en iyi uyum sağlayan model Isısal Bremsstrahlung'dur. Bu çalışmada her iki model de kabul edilebilir eşleşmeler (Fits) vermiştir. Analizlerin sonucunda her iki model için aşağıdaki değerler bulunmuştur. Raymond-Smith modeli için istatistik 115 serbestlik derecesine karşılık (χ^2) 1.28, Galaktik Soğurma (Kolon Yoğunluğu) $N_H = (2.8 \pm 0.095) \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ ve sıcaklık $T = 2.17 \pm 0.51 \text{ KeV}$ 'dir. Isısal Bremsstrahlung modeli için istatistik aynı serbestlik derecesine için (χ^2) 1.26, Galaktik Soğurma $N_H = (7.5 \pm 0.9) \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ ve sıcaklık $T = 3.26 \pm 1.12 \text{ KeV}$ 'dir. Elde edilen parametre değerleri izelge.2'de toplu olarak görülebilir.

Analizlerden elde edilen Kolon yoğunlukları iki model için birbirinden çok farklı bulunmuştur. Raymond-Smith modeli $N_H \sim 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ verirken Isısal Bremsstrahlung daha düşük bir kolon yoğunluğu değeri $N_H \sim 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ vermiştir. Her iki modelin kolon yoğunluğu değerleri arasında 10^3 kadar bir farklılık vardır. Bu sebeple en iyi karşılaştırmayı yapabilmek amacıyla sistem doğrultusunda gerçek galaktik soğurma değerini bulmak için literatürden iki tür hesaplama yapılmıştır. Literatürden sistem için daha önce sözü geçen Naylor'un¹² makalesinde bahsedilen ve Fabian tarafından verilen $E(B-V) < 0.04$ değeri alınmıştır. Hesaplanan Galaktik soğurma değeri Reina ve Tarengi²⁰ nin eşitlikleri kullanılarak $2.28 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ bulunmuştur. Diğeri Galaktik Soğurma değeri ise Gorenstein'in²¹ eşitlikleri ve aynı $E(B-V)$ değeri kullanılarak $2.64 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ bulunmuştur. Taysal analiz sonucunda elde edilmiş bulunan Galaktik soğurma değerleri ile teorik formüller ve $E(B-V)$ değerine bağlı olarak bulunan değerler karşılaştırılmış ve Isısal Raymond-Smith modelinin verdiği Galaktik soğurma değerinin Isısal Bremsstrahlung modelinin verdiğinden daha doğru olduğu grlmştir. En iyi eşitmeler sonucu bulunan sıcaklık değerleri hata payları içinde hemen hemen aynıdır. Şekil.2'de her iki model için elde edilen en iyi eşitmeler görülebilir. Raymond-Smith ve Isısal Bremsstrahlung için enerji akısı değerleri sırasıyla $2.72 \times 10^{-12} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ ve $2.84 \times 10^{-12} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ dir. Bu değere karşılık gelen ve 90 parsek²² uzaklık için hesaplanan ışınım gücü (Lminozite) değerleri de yine aynı sıra ile $2.64 \times 10^{30} \text{ erg sn}^{-1}$ ve $2.75 \times 10^{30} \text{ erg sn}^{-1}$ dir. Her iki model için de akı ve ışınım gücü değerleri aynı büyüklüktedir. Elde edilen değerler izelge.3'de toplu olarak görülebilir.

WZ Sge sisteminin koronasının parametreleri Lui, Meyer ve Meyer-Hofmeister'in⁵ Koronal Sifon Modelinin T (sıcaklık) eşitliği ve Mineshige et al.'ın¹⁵ $\dot{M}_{\text{buharlaşma}}$ (Koronadaki kütle buharlaşma oranı) ve $\dot{M}_{\text{buharlaşma}}$ (Koronadaki toplam kütle yığılması) eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu eşitlikler kullanılırken sistemdeki Beyaz Ccenin kütlesi $1 M_{\odot}$ olarak alınmıştır. WZ Sge'nin kütlesi için bir çok araştırmacı çeşitli değerler vermişlerdir : $(0.5-1.2 M_{\odot})^{10}$, $(0.93 \pm 0.19 M_{\odot})^{13}$, $(0.8 M_{\odot})^2$, $(0.82 M_{\odot})^{23}$ ve $(1 M_{\odot})^{11}$. $1 M_{\odot}$ tüm bu değerlerin ortalamasıdır. Raymond-Smith modeli ile elde edilen sıcaklık değeri $2.52 \times 10^7 \text{ K}$ veya $10^{7.4} \text{ K}$ 'dir. Meyer-Hofmeister'in¹ ve Mineshige et al.'ın¹⁵ eşitliklerine bağlı olarak yapılan hesaplamalar sonucunda hesaplanan korona yarıçapı $r \sim 10^{9.7} \text{ cm}$, koronadaki kütle buharlaşma oranı $\dot{M}_{\text{buharlaşma}} \sim 10^{-5.42} \text{ gr cm}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ ve koronadaki toplam kütle yığılma oranı $\dot{M}_{\text{buharlaşma}} \sim 10^{14.48} \text{ gr yıl}^{-1}$ bulunmuştur. Bu değerler toplu olarak izelge.5'de görülebilir.

4. Tartışma

Bu tip sistemlerde yumuşak X-ışınları sınır tabakasından yayınlanmaktadır. Disk karasızlığı modeli (Disk Instability Model) CN'ların basit patlama özelliklerini başarılı bir Şekilde açıklamasına karşın, bu model ile açıklanamayan bazı gözlemsel veriler vardır. Bunlardan biri WZ Sge sistemindeki patlamalar arasındaki uzun bekleme süresinin kaynağıdır. Bu süreyi uzatmak için vizkozite parametresinin (α) değeri düşürülebilir ama bu sefer de özellikle bu tür sistemler için α değeri niçin bu kadar düşük olmak zorunda sorusu ile

karşılaşılır. Bu modelin açıklayamadığı bir diğer konu ise bu tür sistemlerde durağan halde zayıf X-ışın emisyonunun varlığıdır. Bu problemleri çözmek için Meyer ve Meyer-Hofmeister¹ CN'ların yığılma diskinin iç kısmının buharlaşması modelini öne sürmüşlerdir¹⁵.

Buna göre sistem durağan durumda iken sınır tabakasındaki madde BC etrafında bir korona oluşturacak şekilde buharlaşmaktadır. Buharlaşma olmaması durumunda ikincil yıldızdan gelen madde akışı diskin her yerinde artan bir yüzey yoğunluğuna sebep olur. Oysa Koronal Sifon Modelinde durum farklıdır. Buharlaşma diskin dış bölgelerine nazaran BC'ye yakın bölgelerde daha büyük değerdedir. Bu da BC'ye yakın yerlerde boşluğun daha çabuk oluşacağı ve diskin en iç tabakalarındaki bu boşluğun diskin dış tabakalarına doğru hızla büyüyeceği anlamına gelir. Bu durumda diskin iç sınır tabakasının yeri derece derece diskin daha dış kısımlarına doğru kayar. $1 M_{\odot}$ kütlelik bir BC'ye sahip bir CN'da patlamadan 30 gün sonra iç diskin yarıçapı BC'den $r = 10^{9.63}$ cm uzaklığındadır. Bu uzaklıkta buharlaşma oldukça düşük seviyededir ve düşük yersel durağan hal kütle aktarımını dengeler durumdadır. Bu koronadan BC üzerine kütle aktarım oranının düşük seviyelerde olması sonucunu doğurur. Boşluğun dış kısımlarından gerçekleşen madde aktarımına bağlı olarak koronal disk madde akımı bir miktar içeriye doğru itilir⁵. Bu işlemler sırasında yığılan materyal BC etrafında küresel ısısal bir tabaka oluşturur. Bu tabakanın yapısı Lui *et al.*²⁴ tarafından belirtildiği gibi geometrik olarak ince değildir. Daha önce pek çok araştırmacının da CN çalışmaları sonucunda var olması gerektiğini öne sürdükleri sıcaklıklara sahip bu koronal sınır tabakası sistem durağan halde iken yayınlanan X-ışınlarının kaynağı olarak görülür⁵.

İç diskteki boşluğun bir diğer sonucu diskin geri kalan dış kısımlarında madde birikmesidir. Bu, kararsızlık başlangıcını buharlaşma olmadığı durumda olması gereken yere göre diskin daha dış kısımlarına taşır. Bu dış kısımlarda kiritik yüzey yoğunluğuna ulaşmak için daha yüksek miktarda maddeye ihtiyaç olacaktır ve bu da yığılma süresinin boşluk olmaması haline göre daha uzaması sonucunu doğurur⁵.

Meyer ve Meyer-Hofmaister²⁵ disk evriminde yeni bir model önerdiler. WZ Sge'de disk yarı durağandır. Yoldaş yıldızdan transfer edilen kütlelerin sadece yarısı disk yoluyla akar. Diğer yarısına ise genişleyen dış diskin büyümesi için ihtiyaç vardır. 3:1 rezonans yarıçapına ulaşıldığı zaman diskin büyümesi sona erer. Bundan sonra tüm transfer edilen madde içeri doğru akar, yüzey yoğunluğu artar ve bir kaç yıl içinde yeni bir patlama meydana gelir²⁵.

Lui *et al.*²⁴ sınır tabakasındaki kütle buharlaşması ile ilgili modellerini oluştururken radyatif soğuma fonksiyonu olarak Raymond ve Smith'in²⁶ değerini kullanmaktadırlar. Ayrıca yine bu modelde kozmik bolluk değerlerine sahip tamamen iyonize olmuş Raymond-Smith²⁶ plazmasını öngörmüşlerdir.

Eracleous *et al.*²⁷ 2 ve 7 Mayıs 1979 ve 21 Nisan 1980 tarihlerinde *Einstein* uydusunun IPC (2-10 KeV) aletinden alınan verileri kullanarak WZ Sge sisteminin tayfsal parametrelerini hesaplamışlardır. Bu analiz sonucunda elde edilen parametreler Çizelge.4'de görülebilir. Elde edilen sonuçlardaki farklar bakılan enerji aralıklarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

Mukai ve Shikowa²⁸ 4 Ağustos 1983 ve 19 Ekim 1985 tarihlerinde EXOSAT uydusunun ME (2-20 KeV) aletinden alınan verilere tafsal analiz uygulamışlar ve en iyi eşleşen model olarak Isısal Bremsstrahlung modelini bulmuşlardır. Bu analiz sonucunda elde edilen parametreler Çizelge.4'de görülebilir. Elde edilen sonuçlarla bu çalışmanın sonucundaki farklar bakılan enerji aralıklarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

Holcomb *et al.*²⁹ ROSAT uydusu PSPC verileri ile yaptıkları çalışmada X ışın sertlik analizinde yörüngesel bir modülasyon bulmuşlardır. Bunun sebebi olarak yığılma kolonu, yığılma akımı veya diskin dış kısımlarındaki sıcak nokta gibi bir yapı tarafından X ışınlarının soğurulmasını öne sürmüşlerdir.

Richman³⁰ aynı ROSAT verisinin analizinde en iyi eşleşen model olarak Isısal Bremsstrahlung modelini bulmuştur. Richman'ın galaktik soğurma değeri bu çalışmada

bulunandan 10^3 kadar daha düşüktür. En iyi eleme sıcaklık değeri bu alımannkinden % 62 yüksek tir.

5. Sonuç

Analizler sonucunda Raymond-Smith modelinin en az Issal Bremsstrahlung kadar iyi sonuçlar verdiği grlmtir. Bu da incelenen sistemlerde X ışınlarının Raymond ve Smith²⁶ de ayrıntıları verilen plazma gibi bir plazmadan gelebileceğini göstermektedir. Raymond-Smith modelinin sistem için verdiği sıcaklık değeri, Lui, Meyer ve Meyer-Hofmeister'in²⁴ ve Mineshige *et al.* 'ın¹⁵ formülleri kullanılarak bu kaynak için korona yarıçapı, koronada kütle buharlaşma oranı ve buharlaşma ile koronadaki toplam kütle yığılması hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar izelge.4'de görülmektedir.

Elde edilen tüm sonuçlar sözü geçen yazarların koronal sifon akımı modelinde öngördükleri sayılarla uyumlu çıkmıştır. Bu da bu modelin WZ Sge sisteminde geçerli olabileceğini ve gözlemlenen bu durağan hal X ışınlarının korona sınır tabakasından gelebileceğini göstermektedir. Benzeri sonuçlar başka sekiz SU UMa sistemi için Gün ve Ercan'ın³¹ çalışmasında da elde edilmiştir.

Sınır tabakasının ve Koronanın yapısının açıklığa kavuabilmesi için daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu açıktır.

5. izelgeler ve Őekiller

Çizelge 1. Gözlem bilgileri. Gözlem süresi veri elde edilen toplam süredir.

Sistem	Gözlem tarihi	Gözlem süresi (san.)	Sayım oranı (foton sayısı x san ⁻¹)
WZ Sge	10-11 Nisan 1991	18191	0.300 ± 0.005

Çizelge 2. Issal Bremsstrahlung ve Raymond-Smith modelleri kullanılarak yapılan analizler sonucu elde edilen parametre değerleri. X_v^2 İstatistik değerini, kT sıcaklık değerini, N_H Galaktik soğurma değerini göstermektedir.

Model	X_v^2	ν	N_H (cm ⁻²)	kT (keV)
Issal Bremsstrahlung	1.26	115	$(7.5 \pm 0.9) \times 10^{17}$	3.26 ± 1.12
Raymond-Smith	1.28	115	$(2.8 \pm 0.095) \times 10^{20}$	2.17 ± 0.51

Çizelge 3. Hesaplanmış enerji akıları ve Işınım Gücü (Lminozite) değerleri.

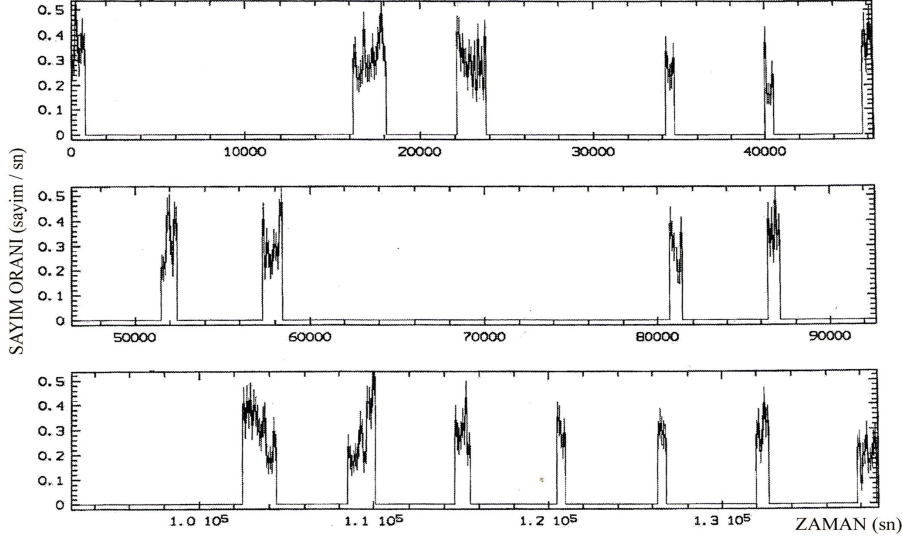
Model	Enerji Akısı (F) (erg x cm ⁻² x sn ⁻¹)	Işınım Gücü (L) (erg x sn ⁻¹)
Issal Bremsstrahlung	2.84×10^{-12}	2.75×10^{30}
Raymond-Smith	2.72×10^{-12}	2.64×10^{30}

Çizelge 4. Yapılan diğer çalışmalarda elde edilen parametre değerleri.

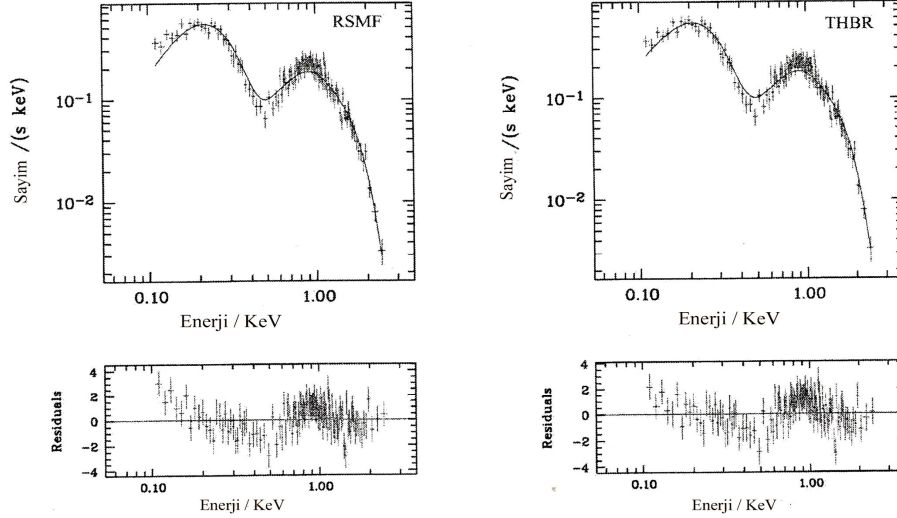
Araştırmacı	Sıcaklık (KeV)	Akı (x10 ⁻¹¹ erg cm ⁻² sn ⁻¹)	Işınım Gücü(x 10 ³¹ erg sn ⁻¹)	N_H (cm ⁻²)
Eracleous <i>et al.</i>	3-4	0.6 0.7 0.6	-	$10^{20} - 10^{21}$
Mukai ve Shikowa	-	0.39	0.21	-

Çizelge 5. Hesaplama sonuçları. T, Raymond-Smith modeli ile elde edilen sıcaklığı, r koronanın yarıçapını, \dot{M}_{evp} Koronadaki kütle buharlaşma oranını, \dot{M}_{evp} Koronadaki toplam kütle yığılmasını göstermektedir.

Sistem	T (°K)	r (cm)	\dot{M}_{evp} (gr x cm ⁻² x san ⁻¹)	\dot{M}_{evp} (gr x yıl ⁻¹)
WZ Sge	$2.52 \times 10^7 = 10^{7.4}$	$10^{9.7}$	$10^{-5.42}$	$10^{14.48}$



Şekil 1. WZ Sge sisteminin ışık eğrisi



Şekil 2. Raymond-Smith ve Isısal Bremsstrahlung modelleri kullanılarak yapılan tayf eşleşmeleri.

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ulupınar Gözlemevi ve Astrofizik Merkezi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- [1] Meyer, F. ve Meyer-Hofmeister, E., 1994, " Accretion Disk Evaporation by a Coronal Siphon Flow ", *Astronomy and Astrophysics*, 288, 175.
- [2] Deng, S.B., Zhang, Z.Y., ve Chen, J.S., 1994, " A Statistical Study of IUE Spectra of Dwarf Novae 1: Quiescence ", *Astronomy and Astrophysics*, 281, 759.
- [3] Pratt, G.W., Hassall, B.J.M., Naylor, T., Wood, J.H., ve Patterson, J., 1999, " Optical and ROSAT X-Ray Observations of the Dwarf Nova OY Carinae in Superoutburst and Quiescence", *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, 309, 847.

- [4] Thorstensen, J.R., Wade, R.A. ve Oke, J.B., 1986, " A Spectroscopic Study of the Cataclysmic Binary Star SU Ursae Majoris ", *Astrophysical Journal*, 121, 95.
- [5] Lui, F. K., Meyer, F. ve Meyer-Hofmeister, E., 1997, " Evaporation of the Accretion Disk in Dwarf Novae During Quiescence ", *Astronomy and Astrophysics*, 328, 247.
- [6] Pringle, J.E. ve Savonije, G.J., 1979, " X-Ray Emission from Dwarf Novae ", *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, 187, 777.
- [7] Narayan, R. Ve Popham, R., 1993, " Hard X-Rays from Accretion Disk Boundary Layers ", *Nature*, 362, 820.
- [8] Silber, A., Vrtilik, S.D., Raymond, J.C., 1994, " Concurrent X-Ray and Optical Observations of two Dwarf Novae During Eruption ", *Astrophysical Journal*, 425, 829.
- [9] Skidmore, W., Walsh, W.F., Wood, J.H., Stienning, R.F., 1997, " Multicolour Observations of Rapid Oscillations in WZ Sagittae ", *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, 288, 189.
- [10] Gilliland, R.L., Kemper, E., ve Sztzeff, N., 1986, " WZ Sagittae: Time-Resolved Spectroscopy During Quiescence ", *Astrophysical Journal*, 301, 252.
- [11] Osaki, Y., 1995, " A Model for WZ Sagittae-Type Dwarf Novae: SU UMa/WZ Sge Connections ", *Publication of Royal Astronomical Society of Japan*, 47, 47.
- [12] Naylor, T., 1989, " IUE Archive Observations of Dwarf Nova WZ Sge During Outburst ", *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, 238, 587.
- [13] Smack, J., 1993, " WZ Sge as a Dwarf Novae ", *Acta Astronomica*, 43, 101.
- [14] Mukai, K., Patterson, J., 2004, " XMM-Newton and Optical Observations of WZ Sagittae in Quiescence ", Compact Binaries in the Galaxy and Beyond, (*in Proc. IAU Colloquium 194, eds. Tovmassian, G, ve Sion, E.*), *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias)*, 20, 244.
- [15] Mineshige, S. Lui, B., Meyer, F. Ve Meyer-Hofmeister, E., 1998, " Evolution of Accretion Disks with Mass Evaporation During the Quiescence of WZ Sge-Type Dwarf Novae and X-ray Novae ", *Publication of Royal Astronomical Society of Japan*, 50, L5.
- [16] Trümper, J., 1983, *Adv. Space. Res.*, 2, 241.
- [17] Pfeffermann, E., Briel, U.G., Hippmann, H., Kettenring, G., Metzner, G., Predehl, P., Reger, G., Stephan, K.H., Zombeck, M.V., Chappell, J., ve Murray, S.S., 1986, *SPIE*, 733, 519.
- [18] Zimmermann, H.U., Belloni, T., Izzo, C., Kahabka, P., ve Schwentker, O., 1993, *EXSAS User's Guide*, MPE Report, 244.
- [19] Raymond, J.C., ve Smith, B.W., 1977, " Soft X-Ray Spectrum of a Hot Plasma ", *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 35, 419.
- [20] Reina, C. ve Tarengi, M., 1973, " X-Ray Absorption and Optical Extinction in Interstellar Space ", *Astronomy and Astrophysics*, 26, 257.
- [21] Gorenstein, P., 1975, " Empirical Relation Between Interstellar X-Ray Absorption and Optical Extinction ", *Astrophysical Journal*, 198, 95.
- [22] Sparks, W.M., Sion, E.M., Starrfield, S.G., Austin, S., 1992, " WZ SGE: An Accretion Test Case ", *Vira Del Mar Workshop on Cataclysmic Variable Stars (ASP Conference Series, eds. Vogt, N.)*, 29, 167.
- [23] Skidmore, W., Mason, E., Howell, S.B., Ciardi, D.R., Littlefair, S., Dhillon, V.S., 2000, " Investigating the Structure of the Accretion Disc in WZ Sge from Multiwaveband Time-Resolved Spectroscopic Observations-I ", *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, 318, 429.
- [24] Lui, F. K., Meyer, F. ve Meyer-Hofmeister, E., 1995, " Dwarf Novae in Quiescence: the Relationship Between Disk Evaporation and Accretion onto a White Dwarf ", *Astronomy and Astrophysics*, 300, 823.
- [25] Meyer-Hofmeister, E., ve Meyer, F., 1998, *Astronomische Gesellschaft Meeting Abstract*, to appear in *Abstracts of Contributed Talks and Posters Presented at the Annual Scientific Meeting of the Astronomische Gesellschaft at Heidelberg*.
- [26] Raymond, J.C., Cox, D.P., Smith, B.W., 1976, " Radiative Cooling of a Low-Density Plasma ", *Astrophysical Journal*, 204, 290.
- [27] Eracleous, M., Halpern, J., Patterson, J., 1991, " X-Ray Spectra of Cataclysmic Variables from the Einstein Observatory ", *Astrophysical Journal*, 382, 290.
- [28] Mukai, K. ve Shiokawa, K., 1993, " The EXOSAT Medium Energy (ME) Sample of dwarf Novae ", *Astrophysical Journal*, 418, 863.
- [29] Holcomb, S., Caillanic, J.P., Patterson, J., 1995, " Soft X-Ray Spectra and Light Curves of cataclysmic Variables ", *Bull. Amer. Astron. Soc.*, 26, 1346.
- [30] Richman, H.R., 1996, " X-Ray Spectra of cataclysmic Variables from ROSAT ", *Astrophysical Journal*, 462, 404.
- [31] Gün, G.İ. ve Ercan, E.N., 2003, " X-Ray Spectral Analysis of SU UMa Type Dwarf Novae Observed with Rosat ", *International Journal of Modern Physics D*, 12, 739.