

SW UMa COŞKUN DEĞİŞEN SİSTEMİNİN X-IŞINI ANALİZİ

Ata Karagül^{1*}, Gülnur İ. Gün², Fatma Gök¹ ve Aytap Sezer³

¹ Akdeniz Üniversitesi, Fizik, Antalya

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

³ TÜBİTAK Uzay Araştırma Enstitüsü, Ankara

Özet Bu çalışmada, SW UMa ($\alpha = 08^h 36^m 42.7^s$; $\delta = 53^\circ 28' 38''$.1, $m_v = 9.7$ kadir) Coşkun değişen sisteminin Suzaku (0.5-6 keV) uydusundan alınan X-ışını verilerinin tayfsal ve zamansal analizi yapılmıştır. Veri seti öncelikle 10 saniye ile gruplanmıştır. Daha sonra yapılan tayfsal analiz sırasında uygulanan çeşitli modeller arasında 0.5-1 keV enerji aralığı için (verinin yumuşak X-ışını fotonlarından oluşan kısmı) hiçbir model iyi bir uyum vermemiştir ve 1-5 keV enerji aralığı (verinin sert X-ışını fotonlarından oluşan kısmı) için en iyi uyumu (Termal Bremsstrahlung) Isısal Frenleme mekanizması modeli ($\chi^2 = 1.28$, $\nu = 114$ serbestlik derecesi için) vermiştir. Tüm enerji aralığı (0.5-5 keV) için yapılan fitlerde de yine ısısal frenleme mekanizması modeli ($\chi^2 = 1.24$, $\nu = 158$ serbestlik derecesi için) en iyi uyumu sağlayan model olmuştur. SW UMa için literatürden alınan galaktik soğurma katsayısı, $N_H = 5.1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ değeri kullanılarak yapılan tayfsal analiz sonucunda ısısal frenleme mekanizması modeli ile 1-5 keV enerji aralığı için bulunan sıcaklık değeri $kT = 2.13 \pm 0.18 \text{ keV}$ veya $T = (2.47 \pm 0.21) \times 10^7 \text{ K}$ ve 0.5-5 keV enerji aralığı için bulunan değer ise $kT = 1.77 \pm 0.11 \text{ keV}$ veya $T = (2.06 \pm 0.13) \times 10^7 \text{ K}$ 'dir. Ayrıca enerji aralığı sırası aynı olmak üzere elde edilen akı ve ışınım gücü değerleri de $F_X = (3.11_{-0.10}^{+0.08}) \times 10^{-10} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ ve $F_X = (2.22_{-0.09}^{+0.04}) \times 10^{-10} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, $L_X = 9.42 \times 10^{32} \text{ erg sn}^{-1}$ ve $L_X = 6.73 \times 10^{32} \text{ erg sn}^{-1}$ dir. Yapılan hesaplamalar sınırlı tabakasındaki kütle aktarım oranının $\dot{M} = 0.77 \times 10^{16} \text{ g sn}^{-1} = 7.7 \times 10^{15} \text{ g sn}^{-1}$ olduğunu, beyaz cücenin yarıçapının $R_{BC} \leq 8.6 \times 10^8 \text{ cm}$ olabileceğini göstermektedir. Veri setinin tamamına ve sert X-ışını kısmına yapılan analizler sonucunda hep ısısal frenleme mekanizmasının etkin olduğu bir plazmadan gelen X-ışınlarının gözlemlendiği sonucuna varılmaktadır. 10^7 K ve üzerindeki sıcak gazlar, eğer optik olarak inceyseler (yani $\dot{M} \leq 2 \times 10^{16} \text{ g sn}^{-1}$ ise) ısısal frenleme mekanizması ile sert X-ışınları yayarlar. Suzaku gözlem yaptığı sırada sistem durağan haldedir ve bu tür sistemlerde durağan evrede ikincil yıldızdan beyaz cüce üzerine madde aktarımının düşük değerde olması gerektiği düşünülür. Elde edilen $\dot{M} = 7.7 \times 10^{15} \text{ g sn}^{-1} \leq 2 \times 10^{16} \text{ g sn}^{-1}$ sonucu düşük kütle aktarım oranı ve dolayısı ile optik olarak ince bir gazdan gelen X-ışınlarını gözlemlediğimizi doğrulamaktadır. Ayrıca gözlenen yumuşak X-ışınlarının da sınırlı tabakasının beyaz cüceye en yakın bölgesinde soğurularak daha düşük enerjili olarak yayılan X-ışını fotonlarından oluştuğu düşünülebilir.

* atakaragul@akdeniz.edu.tr

1 GİRİŞ

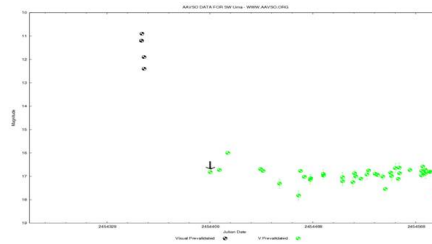
Coşkun değişen yıldız çiftleri, bir beyaz cüce ve beyaz cüceye Roche şişiminden madde aktaran yoldaş yıldızdan oluşan sistemlerdir. Her yıldız, kendi etrafında eş potansiyel yüzeylere sahiptir. Bu yüzeylerde toplam potansiyel sabittir ve çekim kuvvetleri tam olarak dengelenmiştir. İkinci bileşenin kütlelerini içeren en büyük kapalı eş potansiyel yüzeye Roche şişimi denir. Coşkun değişenler beyaz cücenin manyetik alanının büyüklüğüne göre, manyetik ($< 10^7$ G) ve manyetik olmayan sistemler olmak üzere iki gruba ayrılır. Açısal momentum korunumu nedeniyle aktarılan madde doğrudan beyaz cüce üzerine düşmek yerine genellikle beyaz cücenin etrafını çeviren bir toplanma diski oluşturur (manyetik olmayan sistemlerde). Madde bu diskten yıldızın üzerine akar. Diskte biriken maddenin artması, enerji salınımına neden olur. Salınan enerji ile disk ısınır (Shafter vd 1986). Coşkun değişen sistemler zaman içerisinde parlaklıklarında değişimler (bazen 0,2-0,4 kadir, bazen 1,5-2 kadir, bazen ise 6-8 kadir) gösterirler. Bu parlaklık artışlarına patlama denir. Patlamalar toplanma diskinde meydana gelir. Cüce novalar (CN) coşkun değişenlerin bir alt sınıfıdır. CN'ların çoğunda patlama evreleri kısa zaman aralıklarında görülür. Patlama evreleri dışında sakin evrede de bulunurlar. CN'ler patlama ışık eğrilerine göre üç alt sınıfa ayrılır. Bunlardan U Gem tipi sistemler, az düzenli tam periyodik olmayan patlamalar gösterirler. Z Cam tipi sistemler, sık sık kesikli patlamalar gösterirler. Minimum ve maksimum patlamalar arasında bir orta değerde yaklaşık olarak sabit parlaklık görülür. Son olarak SU UMa tipi sistemler ise iki belirgin türde patlama gösterirler. Bu patlama tiplerinin biri kısa normal patlamadır (1,5-2 kadir), birkaç gün sürer ve daha sık gerçekleşir. Diğeri uzun süper patlamadır (6-8 kadir) ve 2 hafta kadar sürer (Osaki 1996). SW UMa, SU UMa tipinde bir CN'dir. 1909 yılında Ceraski tarafından keşfedilmiştir. Fotometrik, tayfsal ve X-ışını gözlemleri sonuçlarına göre SW UMa'nın yörünge periyodunun 81.8 dakika olduğu ve Balmer emisyon çizgilerine sahip olduğu bulunmuştur (Shafter vd 1986). SW UMa'nın yarı kutupsal sınıfında olduğu ilk kez optik ve X-ışını gözlemlerine dayanarak (Shafter vd 1986) tarafından önerilmişse de (Rosen vd 1994) bu güne kadar bu yönde daha fazla veri elde edilememiştir. X-ışın kaynağıdır. SW UMa'nın ROSAT gözlem verilerinin X-ışını analizi sonucunda elde edilen ortalama zamanlı tayfının, Karacisim, ısısal frenleme, Kuvvet kanunu ve Raymond and Smith modellerine uygunluğuna bakılmıştır. Tayfsal parametreleri için en uygun modeller, ısısal frenleme, Kuvvet kanunu ve Raymond ve Smith modelleri olmuştur (Rosen vd 1994, Gun ve Ercan 2003). Sistemin genel özellikleri Çizelge 1'de görülebilir.

Çizelge 1. SW UMa sistemin genel özellikleri

Sağ Açıklık (α)	08 h 36 m 42.7 s
Dik Açıklık (δ)	+ 53°28'38".1
Tip	SU UMa (veya DQ Her ?)
Minimumda en yüksek parlaklık değeri	16.5 kadir
Minimumda en düşük parlaklık değeri	17.0 kadir
Normal patlamada en yüksek parlaklık değeri	10.6 kadir
Süper patlamada parlaklık değeri	9.0 kadir
Süper patlamalar arası süre	459 gün
Yörünge periyodu	0.056815 gün = 81.8 dakika
Süper hörgüç periyodu	0.05833 gün = 84.0 dakika
Birincil yıldız kütlesi (Beyaz cüce) M_1	(0.71 \pm 0.22) M_{\odot}
İkincil yıldız kütlesi M_2	(0.10 \pm 0.01) M_{\odot}
q (M_1/M_2)	7.1 \pm 2.0
Yörünge Eğimi	45° \pm 18°
Uzaklık d	159 \pm 22 parsek

2 X-IŞINI VERİSİ

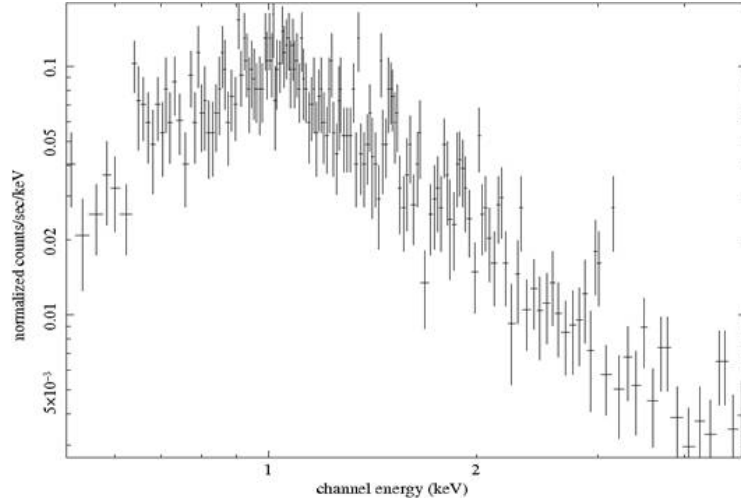
Bu çalışmada en son X-ışını uydusu olan Suzaku'nun genel kullanıma açılmış olan gözlem verileri kullanılmıştır. 2005 yılında yörüngeye fırlatılmış olan X-ışını uydusu Suzaku JAXA/ISAS (JP) ve NASA (US) ortak yapımıdır. Geniş algı aralığına (0.3-600 keV), yüksek enerji çözünürlüğüne ($\sim 6.5\text{eV}@6\text{keV}$) sahiptir (Hudaverdi vd 2006). Bu özellikleri nedeniyle sıcak X-ışın plazmasının dinamik hareketleri üzerine önemli sonuçlar sunmaktadır. Ayrıca Suzaku uydusu, düşük gürültü kirliliği ile astrofizik sorularımıza çözüm sunmada önemli bir araçtır. Bu çalışmada kullanılan gözlem verileri 6 Kasım 2007 (JD 2454410.73677) tarihinde elde edilmiştir. Poz süresi 17 ks'dir. Bu gözlemden XIS0, XIS1 ve XIS3 alıcıları kullanılmıştır. XIS2 teknik bir nedenle gözlem boyunca kapalı kalmıştır. AAVSO veri tabanından alınan ve Şekil 1'de verilen grafikten de görüldüğü üzere bu sırada sistem durağan evrede olmalıdır.



Şekil 1. SUZAKU uydusunun SW UMa sisteminin gözlediği tarih için AAVSO veri tabanının gösterdiği optik durumu

3 VERİ ANALİZİ VE SONUÇLAR

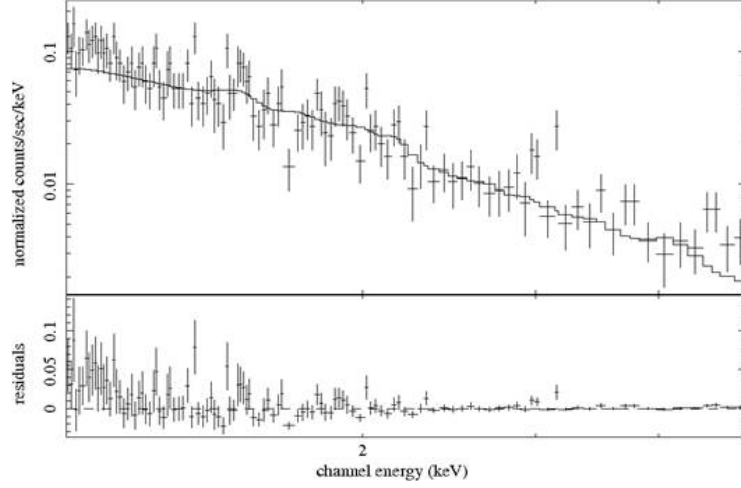
Bu çalışma kapsamında kaynağa ait Suzaku X-ışını gözlem verileri kullanılmıştır. Alınan görüntüler, LINUX işletim sisteminde çalışan HEASoft (High Energy Astrophysics Software) bilgisayar yazılımı ile indirgenmiştir. Analizin ilk aşamasında, X-ışını fotonlarını enerjiye dönüştürebilmek için, Suzaku uydusu alıcı çiplerinin ilgili piksellerinin response dosyaları hazırlanmıştır. Response dosyalarının hazırlanmasında xisrmfgen ve xissimarfgen (version 2006-10-17) yazılımları kullanılmıştır. Kaynaktan gelen ışınmayı modellemek için XSPEC 11.3.2 programı kullanılmıştır. Bu işlemler her bir alıcı için (XIS0, XIS1 ve XIS3) ayrı ayrı yapılmıştır. Seçilen merkez bölgenin tayfi çeşitli modelleri kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada XIS1 verileri ile yapılan analiz sunulmuştur. Sistemin bu gözlemdaki foton sayım-oranı 0.38 sayım/saniye'dir. Eldeki X-ışın verisinin sertlik oranı ~ 0.9 'dur. Yani veri yaklaşık olarak aynı değerde yumuşak ve sert X-ışınlarından oluşmuştur. Veri seti 10 saniye ile gruplanmış ve tayf analizi yapılmıştır. Veriden elde edilen tayf Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. SW UMa sisteminin 10 saniye ile binlenmiş SUZAKU verisi tayfi

Öncelikle verinin tamamına (0.5-5 keV enerji aralığı) bir çok teorik model (ısısal frenleme, kara cisim, kuvvet kanunu, meka vb.) uygulanmış ikinci adımda da sadece 0.5-1 keV enerjili kısım ile 1-5 keV enerjili kısım seçilerek yani verinin sadece yumuşak X-ışını kısmı ve sadece sert X-ışını fotonlu kısmı alınarak bu kısımlar için model eşleştirmesi yapılmıştır. Tayf analizi yapılırken galaktik soğurma katsayısı literatürde verilen $5.1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ olarak sabit alınmıştır. Bu değer serbest bırakılarak yapılan analizlerden iyi bir eşleşme elde etmek mümkün

olmamıştır. Sadece yumuşak X-ışını verisine uygulanan modeller arasında hiç biri iyi bir uyum vermemiştir. Sert X-ışını verisine uygulanan modeller arasında $\nu = 114$ serbestlik derecesi için $\chi^2 = 1.28$ değeri ile Isısal frenleme mekanizması modeli (Şekil 3), ve veri setinin tamamına uygulanan modeller arasında ise $\nu = 158$ serbestlik derecesi için $\nu = 1.24$ değeri ile yine ısısal frenleme mekanizması modeli (Şekil 4) en iyi uyumu sağlayan model olmuştur. Bu modelin enerji aralıkları için verdiği parametre değerleri ise Çizelge 2'de görülebilir. Model tabanlı olarak hesaplanan akı değerleri tüm veri için $F_X = (3.11_{-0.10}^{+0.08}) \times 10^{-10}$ erg $cm^{-2}sn^{-1}$ ve 1-5 keV enerji aralığı için $F_X = (2.22_{-0.09}^{+0.04}) \times 10^{-10}$ erg $cm^{-2}sn^{-1}$ olarak elde edilmiştir. Uzaklık için ortalama 159 parsek alındığında ışınım gücü değerleri aynı sırayla $L_X = 9.42 \times 10^{32}$ erg sn^{-1} ve $L_X = 6.73 \times 10^{32}$ erg sn^{-1} olarak bulunmuştur.

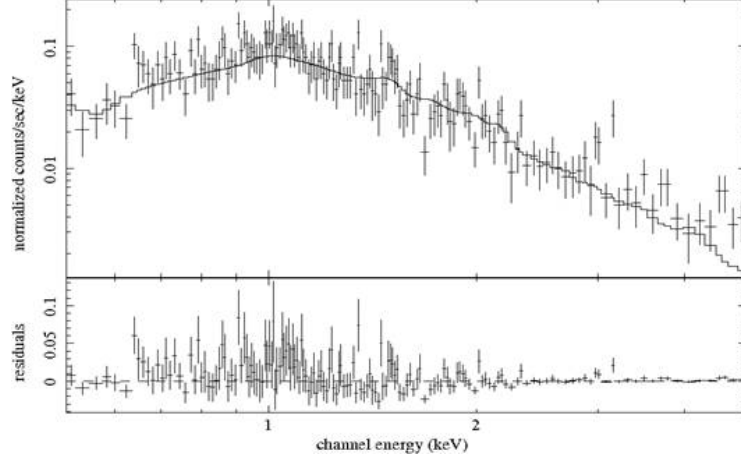


Şekil 3. SW UMa sisteminin 1-5 keV enerjili veri setine (sert X-ışınları) en iyi uyumu sağlayan teorik model Isısal frenleme mekanizması modelinin tayf uyumunu gösteren şekil.

(Patterson ve Raymond 1985)'den alınan ve ısısal frenleme ışıması yapan bir sınır tabakası için kullanılan aşağıdaki eşitlik ile gözlemlenen X-ışınlarının sıcaklığından itibaren sınır tabakasındaki kütle aktarım oranı hesaplanmıştır.

$$kT_{\text{ısısal fren.}} = 1.3[M_{0.7}^{3.6}/\dot{M}_{16} \times r_e^2]keV \quad (1)$$

Burada $M_{0.7}$, $0.7 M_{\odot}$ cinsinden beyaz cüce kütlesi ve r_e de Reynolds sayısıdır. Kolaylık olması açısından (Patterson ve Raymond 1985)'in da aldığı gibi $r_e = 1$ alınmıştır. SW UMa sisteminin beyaz cüce kütlesi ortalama olarak $0.71 M_{\odot}$



Şekil 4. SW UMa sisteminin 0.5-5 keV enerjili veri setine en iyi uyumu sağlayan teorik model Isısal frenleme mekanizması modelinin tayf uyumunu gösteren şekil.

Çizelge 2. SW UMa sistemi için elde edilen parametre değerleri. $N_H \text{ cm}^{-2}$ 'deki galaktik soğurma katsayısı değeri, kT keV biriminde sıcaklıktır. kT'den T'ye dönüşümde Boltzmann sabiti $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ olarak alınmıştır

Enerji Aralığı (keV)	(1-5)	(0.5-5)
$N_H (\times 10^{20}) \text{ cm}^{-2}$	5.1	5.1
kT (keV)	2.13 ± 0.18	1.77 ± 0.11
T (K)	$(2.47 \pm 0.21) \times 10^7$	$(2.06 \pm 0.13) \times 10^7$
χ^2	1.28 ($\nu = 114$)	1.28 ($\nu = 114$)

olduğundan $M_{0.7} = 0.01$ alınmıştır ve $\dot{M} = 0.77 \times 10^{16} \text{ g sn}^{-1} = 7.7 \times 10^{15} \text{ g sn}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Yani kütle aktarım oranı, kritik değer kabul edilen $2 \times 10^{16} \text{ g sn}^{-1}$ değerinden (Pringle ve Savonije 1979, Narayan ve Popham 1993, Patterson ve Raymond 1985 ve Warner 1995) küçüktür. Yıldız materyali yıldız yüzeyine düşmek üzere yıldız etrafında dönerken açısal momentumunu kaybeder ve bu sırada arka arkaya şoklara uğrayabilir. Şoklanan gazın sıcaklığı T_s ilk şoka uğradığı sırada gerçekleşen T_s (maks)'ı geçemez ve bu gazdan sert X-ışınları gözlenir (Pringle ve Savonije 1979). Bu söylenen kuralı ifade eden formül kullanılarak beyaz cücenin yarıçapını hesaplamak mümkün olabilir.

$$T_s \leq T_s(\text{maks}) = 2.3 \times 10^8 m_{BC} / r_{BC} \quad (2)$$

Burada BC beyaz cüceyi temsil etmek üzere $m_{BC} = (M_{BC}/M_{\odot})$ ve $r_{BC} = R_{BC}/9 \times 10^8 \text{ cm}$ 'dir. Tayfsal analiz sırasında sadece sert X-ışınları kısmından elde

edilen sıcaklık değerini T_s olarak alırsak $r_{BC} \leq 0.95$ yani $R_{BC} \leq 8.6 \times 10^8$ cm bulunmaktadır.

4 TARTIŞMA

SW UMa'nın literatürdeki çalışmalarına bakıldığı zaman büyük kısmının optik bölge gözlemlerinden oluştuğu görülmektedir. Sistem X-ışınlarında sadece üç uydu EXOSAT (0.05-50 keV), ROSAT (0.1-2.4 keV) ve Suzaku (0.5-6 keV) tarafından gözlenmiştir. EXOSAT düşük enerji (0.05-2.5 keV) verileri (Shafter vd 1986) tarafından 0.07 keV sıcaklıklı karacisim ve 0.21 keV sıcaklıklı ısıl frenleme mekanizması modeli ile (Szkody 1988) tarafından ise 100 eV karacisim ve 0.5 keV ısıl frenleme mekanizması modeli ile açıklanmıştır. (Shafter vd 1986) analizleri sonucunda yumuşak X-ışınlarının manyetik alan çizgileri boyunca şekillenen ve iç diskte radyal olarak akan maddeden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır fakat (Szkody 1988) tarafından sistemin super patlaması sırasında yapılan gözlemler bu manyetik alan varlığı tezini desteklememiştir. ROSAT gözlemi verileri üç ayrı yazar tarafından analiz edilmiştir. Bunlardan (Rosen vd 1994) yaptıkları tayf analizinde iki sıcaklıklı Raymond-Smith modelinin en iyi uyumu verdiği görmüşler, sistemde manyetik alana ait herhangi bir gösterge elde edememişler ve yayınlanan X-ışınlarının Meyer ve Meyer-Hofmeister'in Koronal sifon modeli ile açıklanan bir sınır tabakasından geliyor olabileceği sonucuna varmışlardır. (Richman 1996) aynı veri setinin analizini yapmış fakat sadece ısıl frenleme mekanizması ile uyuma bakmıştır. (Gun ve Ercan 2003) çalışmasında aynı veri ile tayfa en iyi uyumun Raymond-Smith modeli ile elde edildiği görülmüş ve Meyer ve Meyer-Hofmeister'in koronal sifon modeli kullanılarak sistemde koronaya buharlaşan kütle aktarım miktarı ve diskteki kütle aktarım değeri hesaplanmıştır. Bu çalışmada özellikle 0.5-1 keV aralığında sistemin tayfına uyum sağlayan bir modelin bulunamaması ve yukarıda bahsi geçen çalışmaların da bu enerji aralığını ağırlıklı olarak ele alması nedeniyle bu çalışmalarla sağlıklı bir karşılaştırma yapmayı engellemektedir. Yine de X-ışınlarının kaynaklandığı sınır tabakası için bu çalışma da dahil olmak üzere tüm çalışmaların ısıl temelli modeller öngördükleri açıktır. (Gun ve Ercan 2003) çalışmasında 0.5-2 keV enerji aralığı için elde edilen sınır tabakası kütle aktarım oranı $\dot{M} = 2.27 \times 10^{-12} M_{\odot} \text{ yıl}^{-1} = 1.43 \times 10^{14} \text{ gr sn}^{-1}$ iken bu çalışmada 0.5-5 keV enerji aralığında $\dot{M} = 7.7 \times 10^{15} \text{ gr sn}^{-1}$ bulunmuştur.

5 SONUÇ

Bu çalışmada SW UMa sisteminin Suzaku uydusu ile alınmış 0.5-5 keV enerjili X-ışınlarının tayfsal analizi yapılmış ve sistemin tayfinin en iyi ısıl frenleme mekanizması ile yayınlanan fotonlarla açıklanabildiği görülmüştür. SW UMa için literatürden alınan galaktik soğurma katsayısı, $N_H = 5.1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ değeri kullanılarak yapılan tayfsal analiz sonucunda ısıl frenleme mekanizması modeli ile 1-5 keV enerji aralığı için bulunan sıcaklık değeri $kT = 2.13 \pm 0.18 \text{ keV}$ veya $T =$

$(2.47 \pm 0.21) \times 10^7$ K ve 0.5-5 keV enerji aralığı için bulunan değer ise $kT = 1.77 \pm 0.11$ keV veya $T = (2.06 \pm 0.13) \times 10^7$ K'dır. Ayrıca enerji aralığı sırası aynı olmak üzere elde edilen akı ve ışınım gücü değerleri de $F_X = (3.11 - 0.10 + 0.08) \times 10^{-10} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sn}^{-1}$ ve $F_X = (2.22 - 0.09 + 0.04) \times 10^{-10} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sn}^{-1}$, $L_X = 9.42 \times 10^{32} \text{ erg sn}^{-1}$ ve $L_X = 6.73 \times 10^{32} \text{ erg sn}^{-1}$ dir. Yapılan hesaplamalar sınır tabakasındaki kütle aktarım oranının $M = 0.77 \times 10^{16} \text{ g sn}^{-1} = 7.7 \times 10^{15} \text{ g sn}^{-1}$ olduğunu, beyaz cücenin yarıçapının $R_{BC} \leq 8.6 \times 10^8 \text{ cm}$ olabileceğini göstermektedir. Sınır tabakasının beyaz cüce ve diske yakınlığından dolayı optikçe ne kadar ince olursa olsun yayınlanan sert X-ışınımının bir kısmı beyaz cüce veya beyaz cüceye yakın sınır tabakası materyali, ki bu sınır tabakası üzerinde oluşan bir korona olabilir, tarafından soğurulup ve daha düşük enerjili yumuşak X-ışınları olarak yayınlanabilir (Pringle ve Savonije 1979). Dolayısı ile sert X-ışınları yayınlamakta olan bir kaynaktan yumuşak X-ışınları da gözlemek olasıdır. Ayrıca sert X-ışını yayınlamakta olan bir kaynaktan aynı anda yumuşak X-ışınlarının da gözlenebilmesi beyaz cüce kütlesi büyük ve Galaktik kolon yoğunluğu küçük sistemler için öngörülmektedir (Patterson ve Raymond 1985) ki SW UMa bu şartları $M_{BC} = (0.71 \pm 0.22) M_{\odot}$ ve $N_H = 5.1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ değerleri ile sağlamaktadır. Bu söylenenler göz önüne alındığında SW UMa için yapılan bu çalışmada gözlenen yumuşak X-ışınlarının sınır tabakasının beyaz cüceye en yakın bölgesinde soğurulup daha düşük enerjili olarak yayınlanan X-ışını fotonlarından oluştuğu düşünülebilir. Sistemin yapısını açıklamak ve bulunan sonuçların doğruluğunu test etmek için daha çok gözleme, özellikle de eş zamanlı çok bant gözlemlerine ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

- Gun, İ.G. ve Ercan, E.N.:X-Ray Spectral Analysis of SU UMa Type Dwarf Novae Observed with Rosat. IJMP-D. **12** (2003) 739-755.
- Hudaverdi,M.,Kunieda, H.,Tanaka, T.,Haba, Y.,Furuzawa, A.,Tawara, Y.,Ercan, E. N.:Overdensity of X-Ray Sources in the Field of Two Nearby Clusters of Galaxies: XMM-Newton View of A 194 and A 1060. PASJ. **58** (2006) 931-943.
- Narayan,R. ve Popham, R.:Hard X-rays from accretion disk boundary layers. Nature. **362** (1993) 820-822.
- Osaki, Y.:Dwarf-Nova Outbursts. PASP. **108** (1996) 39-60.
- Patterson, J. ve Raymond, R.C.:X-ray emission from cataclysmic variables with accretion disks. I - Hard X-rays. II - EUV/soft X-ray radiation. ApJ. **292** (1985) 535-558.
- Pringle, J.E. ve Savonije, G.J.:X-ray emission from dwarf novae. MNRAS. **187** (1979) 777-783.
- Richman, H.R.:X-Ray Spectra of Cataclysmic Variables from ROSAT. ApJ. **462** (1996) 404-427.
- Rosen,S.R., Clayton, K.L., Osborne, J.P. ve McGale, P.A.:ROSAT Constraints on the Intermediate Polar Candidates V426-OPHIUCHI Sw-Ursae and 1H:0709-360. MNRAS. **269** (1994) 913-920.
- Shafter, A.W., Szkody, P. ve Thorstensen, J.R.:X-ray and optical observations of the ultrashort period dwarf nova SW Ursae Majoris - A likely new DQ Herculis star. ApJ. **308** (1986) 765-780.

- Szkody, P., Osborne, J. ve Hassal, J.M.:EXOSAT and IUE observations of SW UMa during superoutburst. *ApJ.* **328** (1988) 243–250.
- Warner, B.: *Cataclysmic variable Stars.* (1995) Cambridge Univ.Press., Cambridge.