

EI PSC SİSTEMİNİN OPTİK VE X-IŞIN ANALİZİ

Yrd.Doç.Dr. Gülnur İKİS GÜN*, **Yrd.Doç.Dr. Fatma GÖK****,
Yrd.Doç.Dr. Metin ALTAN***, **Aytap SEZER****, **Ebru AKTEKİN****

* *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Kampüsü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Çanakkale.*

** *Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 07058 Kampüs, Antalya.*

*** *Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 26470, Yunussemre Kampüsü, Eskişehir.*

Özet

Bu çalışmada EI Psc sisteminin ($\alpha_{2000} = 23^h 29^m 54.3^s$ ve $\delta_{2000} = + 06^\circ 28' 10.9''$) (Katalog ismi 1RXS J232953.9 +062814) Türk Ulusal Gözlemevindeki (TUG) Rus-Türk ortak teleskobu RTT 150 ve ROTSE ile 2004 -2006 yılları arasında 6 akşam ortalama 2.35 saat süreler ile yapılan optik gözlemlerin sonuçları ve aynı sistemin ROSAT uydusunun RASS aleti ile 29 Kasım – 18 Aralık 1990 arasında yapılan gözlemlerinin X-ışın arşiv verilerinin analizi sonuçları verilmiştir. Yapılan optik analizler sonucunda daha önce Schmeer [1] tarafından elde edilmiş bulunan 0.046 gün (66.24 dakika) lık değerden farklı olarak sistemin periyodu için 0.0408 gün (58.75 dakika) bulunmuştur. Bunun dışında QPO salınımları gibi diğer periyodisiteler de aranmış ama bir iz bulunamamıştır.

ROSAT RASS arşivinden alınan X-ışın verileri ile oluşturulan X-ışın tayfı da analiz edilmiştir. Ham veriye pek çok tayfsal model eşleştirmesi yapılmış ve sistemde X-ışınlarının yayınlanmasına neden olan fiziksel sürecin ısısal temelli olduğu görülmüştür. En iyi uyum sağlayan modeller olarak $0.54 \times 10^{-21} \text{ cm}^{-2}$ kolon yoğunluğu değeri ile $kT = 0.07 \pm 0.02$ keV sıcaklık değerli Karacisim ve $kT = 0.13 \pm 0.04$ keV sıcaklık değerli Raymond-Smith modelleri bulunmuştur. Modellerden elde edilen 0.1-2.4 keV enerji aralığındaki Akı

değerleri $\log F = -13 \text{ ergs cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve $\log F = -14 \text{ ergs cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ aralığındadır. Model bağımlı olarak hesaplanan ışınım gücü değerleri ise Raymond-Smith modeli için $L = 29 \text{ ergs s}^{-1}$ ve Karacisim modeli için $\log L = 31 \text{ ergs s}^{-1}$ dir. En iyi uyum sağlayan modellerin sıcaklık değerleri, Uemura ve ark. [2] nin verdiği birincil yıldız kütle değeri ve literatürden alınan eşitlikler kullanılarak sınır tabakasındaki kütle yığılma oranı Karacisim modeli için $(1.58 \pm 0.14) \times 10^{21} \text{ g s}^{-1}$ ve Raymond-Smith modeli için $(2.2 \pm 0.052) \times 10^{19} \text{ g s}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak EI Psc çok yüksek kütle aktarım oranı sebebiyle optik olarak kalın bir sınır tabakasından yumuşak X-ışınları bölgesinde emisyon yapan ve M-tipi Kahverengi bir cüce ikincil yıldızla sahip olabilecek bir sistem olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler : *Coşkun değişenler, SU UMa Cüce Novalar, Ultra Kısa Periyotlu Cüce Novalar, ROSAT, EI Psc.*

Abstract

We present here the results of optical observations of EI Psc ($\alpha_{2000} = 23^{\text{h}} 29^{\text{m}} 54.3^{\text{s}}$ ve $\delta_{2000} = +06^{\circ} 28' 10.9''$) (Catalog name is 1RXS J232953.9 +062814) through Turkish National Observatory (TUG) with RTT 150 cm Russian-Turkish joint telescope at 6 nights with approximately 2.35 hours between 2004-2006 and its X-ray analysis results of the ROSAT Archival data taken with the observations of ROSAT RASS between November 29- December 18 1990. Our optical observations reveal a period of 0.0408 days (58.75 min) which is rather different than its early value of 0.046 days (66.24 min) as reported by Schmeer [1] . Also possible periodicities as well as any QPOs are studied without having any clear indication of it.

Archival ROSAT RASS data are also analyzed for its X-ray spectra. The raw data were fitted with various spectral models and it is found that the underlying physical procedures for the emission of X-rays are based on thermal mechanisms. The best fit models are found to be that of Blackbody and Raymond-Smith with best fit temperatures of $kT = 0.07 \pm 0.02 \text{ keV}$ for blackbody model and $kT = 0.13 \pm 0.04 \text{ keV}$ for

Raymond-Smith model while the column density fixed at $0.54 \times 10^{-21} \text{ cm}^{-2}$. The estimated 0.1-2.4 keV flux is found to be in the range of between $\log F = -13$ and $\log F = -14 \text{ ergs cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. The model dependent luminosity values were in the range of $\log L = 29 \text{ ergs s}^{-1}$ for Raymond-Smith model and $\log L = 31 \text{ ergs s}^{-1}$ for blackbody model. Using the well fitted temperature values, the mass of the primary value that is obtained by Uemura et al. [2] and the equations taken from literature, the mass accretion rate in the boundary layer is obtained to be $(1.58 \pm 0.14) \times 10^{21} \text{ g s}^{-1}$ for the blackbody model and $(2.2 \pm 0.052) \times 10^{19} \text{ g s}^{-1}$ for Raymond-Smith model.

As a result of our study it seems that the system EI Psc has a very high mass accretion rate; and because of observed soft X-ray photons and high mass accretion rates it has an optically thick boundary layer and M-type secondary star which can be a brown dwarf.

Key words : *Cataclysmic Variables, SU UMa Dwarf Nova, Ultra Short Periot Dwarf nova, ROSAT, EI Psc.*

1. Giriş

Günümüzde hidrojen zengin ikincil bileşen içeren Coşkun Değişenler için kabul edilen teorilere göre yığılma mekanizması yoluyla giderek daha az kütleyle sahip olan ikincil bileşeni olan sistemlerde çift yıldız periyodu gittikçe kısalır. Sonuçta ikincil bileşen 80 dakikalık yörünge periyotlu bir sistemin parçası olan bir kahverengi cüce haline gelir. Kısa periyotlu Coşkun Değişenlerin evrimi için oluşturulan diğer bir senaryoya göre ortalama kütleli ikincil bileşen içeren bazı Coşkun Değişenlerde termal zaman ölçekli kütle transferi meydana gelir ve sonuç olarak ultra kısa periyotlu sistemler oluşur. Bu tür sistemler hidrojen fakir, düşük kütleli ve dejenere Kahverengi cüceleri ikincil yıldız olarak barındırabilirler [3] ve buradaki diğer referanslar.

Ultra kısa periyotlu sistemlerden biri EI Psc'dir. Sistem ROSAT tarafından bir X-ışın kaynağı olarak keşfedilmiş ve 1 RXS J232953.5+062814 [4] olarak kataloglanmıştır. Optik parlaklığı $V = 15.7$ kadir kadardır.

Sistem iki durumda bulunabilmektedir. Sönük durum; optik tayfında hidrojen emisyon çizgileri ve TiO soğurma bantları vardır ve bunlar EI Psc'nin hidrojen zengin bir Coşkun değişen olduğunu ve ikincil bileşen olarak M tipi bir yıldız barındırdığını göstermektedir. Diğer parlak durumdur; optik tayfta hidrojen soğurma çizgileri bulunmaktadır. EI Psc'nin ışık eğrisinde süperhörgüce (Superhumps) sahip olduğu tespit edildikten sonra SU UMa tipi bir Cüce Nova olduğu kesinlik kazanmıştır ([2] ve buradaki referanslar).

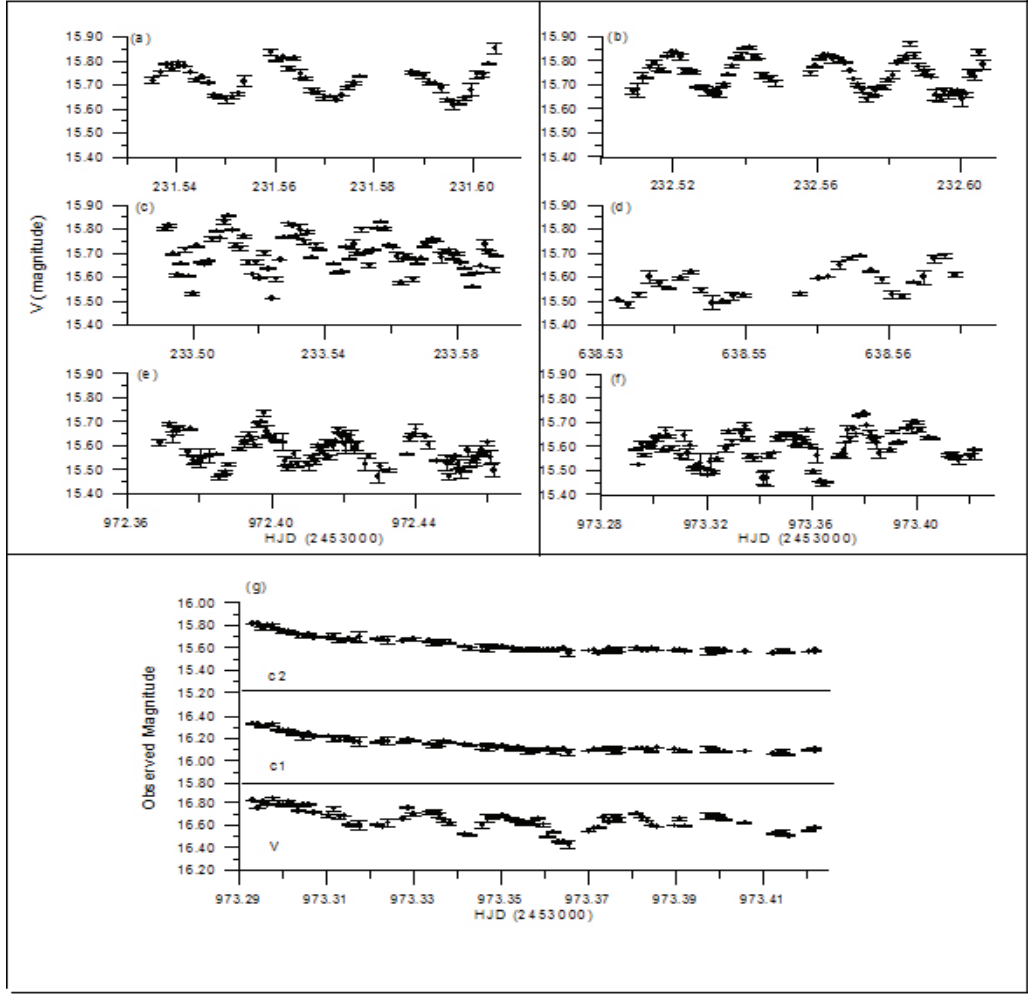
2. Gözlemler

EI Psc'nin fotometrik gözlemleri TUG'daki 150 cm'lik RTT 150 teleskobu ile 2004-2006 yılları arasında 6 gecede ortalama 2.35 saatlik zaman dilimlerinde V filtresi kullanılarak yapılmıştır. Optik gözlemlerin ayrıntıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Optik gözlemlerin detayları.

UT Tarih	Başlangıç zamanı (HJD-245300)	Süre (Saat)	Filtre	Çerçeve sayısı
040813	231.5356	1.67	V	47
040814	232.5092	2.35	V	75
040815	233.4918	2.3	V	62
050924	638.4760	2.5	V	27
060824	972.372	2.16	V	87
060825	973.292	3.11	V	87

Elde edilen ışık eğrileri şekil 1'de gösterilmiştir.

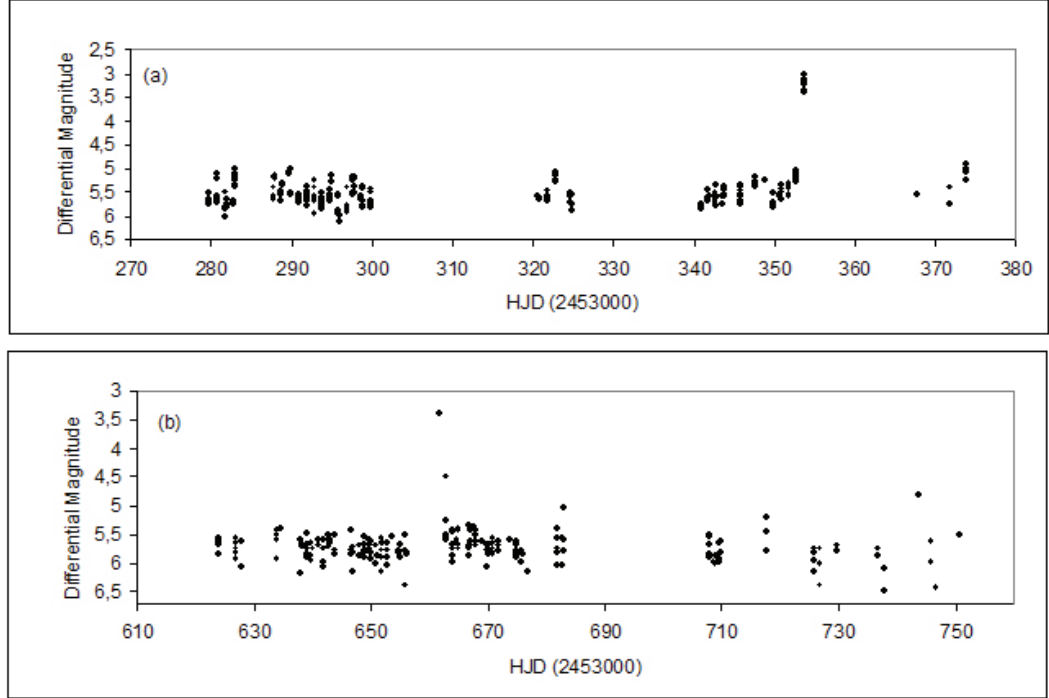


Şekil 1. (a), (b), (c), (d), (e) ve (f) EI Psc'nin 6 gece için V filtresi kullanılarak elde edilmiş ışık eğrilerini göstermektedir. (g) değişen yıldız V, karşılaştırma yıldızı (C1) ve kontrol yıldızı (C2) için bir gecedeki ışık eğrilerini göstermektedir.

Ayrıca sistem TUG'daki Robotik Teleskop (ROTSE) ile 3 ve 6 aylık gözlemlere tabi tutulmuştur. Her akşam 8 veri noktası elde edilmiştir. Veri noktaları arasındaki süre 30 dakikadır. Elde edilen ışık eğrileri Şekil 2'de verilmiştir. Sistemin tayfsal verisi 26 Temmuz 2006 da TUG'daki düşük ayırma güçlü tayf ölçer TFOSC ile elde edilmiştir. Tayf 6200-7850 Å dalgaboyları arasında ~ 8 Å ayırma gücü ile alınmıştır. Tayf H_{α} ve TiO bantları göstermektedir (Şekil 3).

X-Işın verisi ROSAT veri arşivinden elde edilmiş, uydunun PSPC (Pozisyona Duyarlı Orantılı Sayıcı) aleti ile alınmış RASS (genel araştırma modu) gözlemi verisidir. PSPC 0.1-2.4 keV enerjili fotonlara duyarlı bir alettir. Uydunun ve aletin detaylı açıklamaları [5]

ve [6]'dan elde edilebilir. Veriler EXSAS programı ile analiz edilmiştir [7].



Şekil 2. El Psc'nin ROTSE teleskobu ile (a) 2004 Eylül ve 2005 Ocak ayları arasında 33 gece ve (b) 2005 Ağustos ve 2006 Ocak ayları arasında 51 gecede alınan ışık eğrileri.

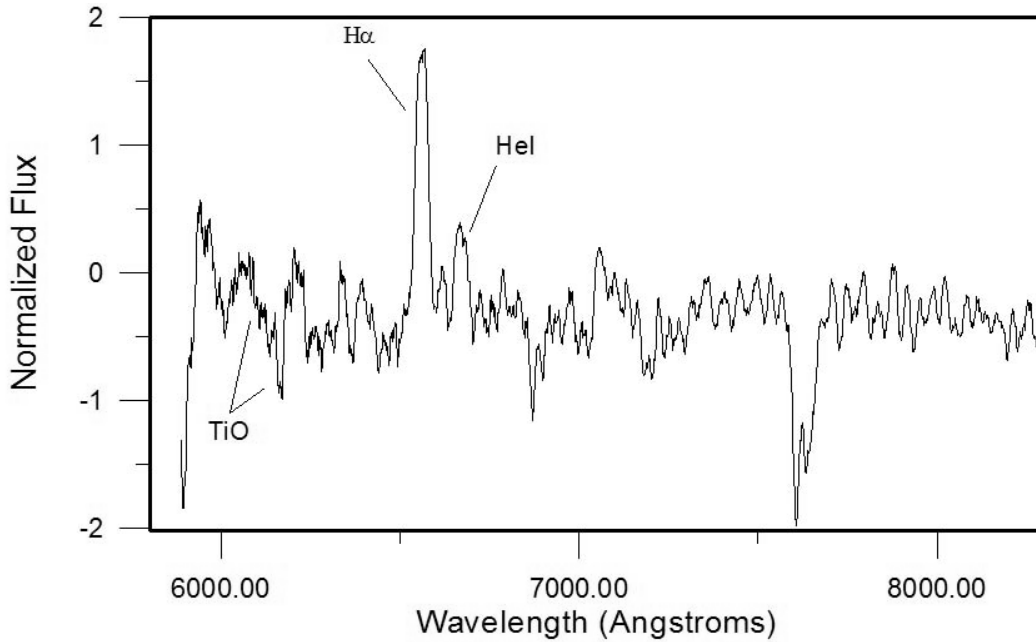
3. Veri Analizi ve Sonuçlar

İki gecelik optik veri üzerine uygulanan zamanlama analizi sonucunda sistemin yörünge periyodu olarak $42.85 \text{ dönüş gün}^{-1}$ bulunurken belki sistemin çift hörgüç periyodu olan $24.48 \text{ dönüş gün}^{-1}$ 'lük ikinci bir periyot daha tespit edilmiştir. Dört gecelik diğer yerde ise bu değerler $43.7 \text{ dönüş gün}^{-1}$ ve $24.5 \text{ dönüş gün}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Bu değerler arasındaki fark veri setleri arasındaki zaman boşluğu yüzünden oluşan alising etkisinin bir sonucu olabilir.

Şekil 1a,1b ve 1d sistem durağan halde iken alınan ışık eğrilerini göstermektedir ki ortalama 0.23 ± 0.01 kadırlık değişimler görülmektedir. Şekil 1c,1e ve 1f patlamaya yaklaşırken ve hemen patlamadan sonraki iniş evresinde alınan ışık eğrilerini göstermektedir ki 0.30 ± 0.02 kadırlık değişimler göze çarpmaktadır.

Şekil 2a ROTSE ile alınmış 3 aylık ışık eğrisini gösterirken Şekil 2b aynı teleskop ile yapılan 6 aylık bir diğer gözlemin ışık eğrisidir. Bu gözlemlerin yapılma amacı sistemde herhangi bir QPO olup olmadığını araştırmaktır fakat gözlemler sırasındaki kötü hava koşulları yüzünden gözlemlerde oluşan boşluklar bu tür bir özelliğin araştırılmasını imkansız kılmıştır. Bununla birlikte elde edilen ışık eğrilerinde 2.5 kadirlik bir normal patlama görülmektedir. Tekrarlama zamanı ve patlamanın süresi ne yazık ki tespit edilememiştir.

Şekil 3'de EI Psc'nin optik tayfı görülmektedir. $\lambda > 7000 \text{ \AA}$ de gürültü artmaktadır ki sistem RTT 150 teleskobunun sönük son kısımları yakınındadır. Bununla birlikte $\lambda < 7000 \text{ \AA}$ de H_{α} , He I emisyon çizgileri ve TiO soğurma çizgileri görülmektedir. TiO soğurma bantları durağan evre tayfında görülmektedir ki bu da sistemdeki ikincil bileşenin M tayf türü bir cüce olduğunu düşündürmektedir. H_{α} çizgilerinin varlığı da sistemde bir disk olduğunun göstergesidir [8].



Şekil 3. EI Psc2nin tayfı.

Bu çalışmada kullanılan X-ışın verisi yumuşak X-ışınlarında (0.1-2.4 keV) ve sistem durağan halde iken alınmıştır. Veride sayım oranı 1.85×10^{-1} sayım s^{-1} gibi oldukça düşük bir değerdedir. Bu nedenle veriye herhangi bir binleme işlemi yapılmamıştır. Sisteme ait literatürde hiç bir X-ışın veri analizi olmadığı için sayım oranı çok

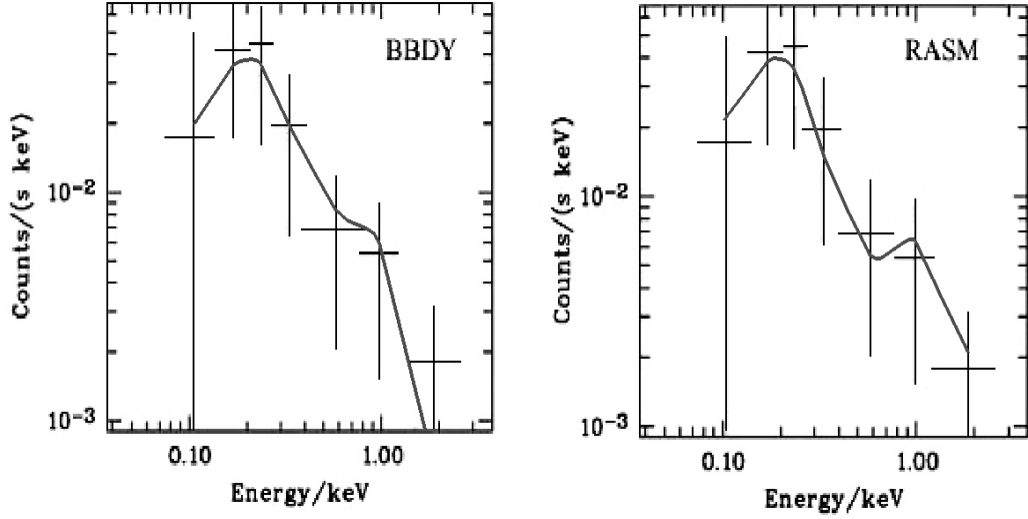
düşük olmasına rağmen yine de tayfsal analiz yapılarak bilgi elde edilmeye çalışılmıştır. Veri setine pek çok tayfsal model eşleştirmesi uygulanmıştır. En iyi uyum sağlayan modeller Kara cisim ve Raymond-Smith modelleri olmuştur. Bu modellere ait sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. *El Psc’nin tayf analizi sonucunda en iyi uyumu veren modellerin parametre değerleri. A kara cisim ve Raymond-Smith modelleri için cm^{-5} biriminde normalizasyon büyüklüğüdür. T kara cisim modeli için radyasyon sıcaklığı, Raymond-Smith modeli için plazma sıcaklığıdır. Enerji akıları $\text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ biriminde verilmiştir.*

Parametre / Model	Karacisim Modeli (BBDY)	Raymond-Smith Modeli (RASM)
T (keV)	0.07 ± 0.02	0.13 ± 0.04
A	$(4.6 \pm 2.8) \times 10^{-4}$	$(1.62 \pm 1.10) \times 10^{-4}$
N_H ($\times 10^{21} \text{cm}^{-2}$)	0.54	0.54
Enerji Akısı	6.74×10^{-13}	2.96×10^{-14}
χ_v^2 (v=5)	0.76	0.74

Her iki modelin eşleştirmesinde hemen hemen aynı istatistik sonucu elde edildiğinden ikisi arasında bir seçim yapılamamış, yapılan bütün hesaplamalarda her iki modelden de elde edilen parametre değerleri kullanılmıştır. Bu modellerle elde edilen X-ışın tayfları Şekil 4’de verilmiştir. Her iki modelde ısıl temellidir ve Kara cisim modeli $0.07 \pm 0.02 \text{ keV} = (0.80 \pm 0.23) \times 10^6 \text{ K}$ ve Raymond-Smith modeli $0.13 \pm 0.04 \text{ keV} = (1.50 \pm 0.46) \times 10^6 \text{ K}$ sıcaklık değerleri vermişlerdir. Galaktik soğurma miktarı sistemin koordinatları kullanılarak Chandra X-ışın merkezindeki hesaplayıcı program ile hesaplanmış ve $N_H = 0.54 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$ olarak bulunmuştur. Enerji akısı değerleri ise $F_X = 6.74 \times 10^{-13} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (kara cisim modeli ile) ve $F_X = 2.96 \times 10^{-14} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Raymond-Smith modeli ile) olarak bulunmuştur. Sistemin uzaklığı için [9] çalışmasında 245-380 parseklik bir aralık verilmektedir. Bu uzaklık değerleri ve model bağımlı olarak bulunan enerji akısı değerleri kullanılarak ışınım gücü için $L_X = 4.84 \times 10^{30} - 1.16 \times 10^{31} \text{ erg s}^{-1}$ (kara cisim modeli ile) ve L_X

= $2.13 \times 10^{29} - 5.11 \times 10^{29} \text{ erg s}^{-1}$ (Raymond-Smith modeli ile) değerleri bulunmuştur.



Şekil 4. X-ışın tayf analizinde veri noktaları ile en iyi uyumu sağlayan tayfsal modeller. BBDY karacisim modeli ve RASM Raymond-Smith Modeli demektir.

Yığılma diskinde sahip Coşkun değişenlerden gelen yumuşak X-ışınlarının çoğunluğunun sınır tabakasından gelmesi öngörüldüğünden [10]) bu çalışmada kullanılan yumuşak X-ışınlarının da EI Psc sistemindeki yığılma diskinin sınır tabakasından gelmekte oldukları beklenmektedir. Eğer sınır tabakası Karacisim mekanizması ile X-ışınları yayınlıyorsa Mauche [11] bu ışınları yayınlayan sınır tabakasının karacisim sıcaklığı için bir formül vermektedir :

$$T_{bb} = [GM_1 M' / 8\pi\sigma R_1^3]^{1/4} \quad (1)$$

Burada G Evrensel çekim sabiti, M_1 beyaz cücenin kütlesi, M' Kütle yığılma oranı, σ Stephan-Boltmann sabiti ve R_1 beyaz cücenin yarıçapıdır [11]. Eğer teorinin söylediği gibi yumuşak X-ışınları sınır tabakasından geliyorsa bu formül EI Psc'nin kütle aktarım oranını hesaplamak için kullanılabilir. Bu çalışmada bulunan karacisim sıcaklığı $(0.80 \pm 0.23) \times 10^6 \text{ K}$ ve Uemura ve ark. [12] tarafından

verilen beyaz cüce kütlesi değeri $0.7 M_{\odot}$ dir. Bu formülde değeri bilinmeyen tek değişken beyaz cücenin yarıçapıdır ve literatürde gözlemlerden bulunan herhangi bir değer verilmediğinden Patterson ve Raymond [13] tarafından oluşturulan ve bu çalışmada (2) numara ile verilen formül kullanılarak R_1 değeri hesaplanmıştır.

$$R_1 / R_{\odot} = 0.007 (M_1 / M_{\odot})^{-0.8} \quad (2)$$

Bu formülden $R_1 \approx 6.48 \times 10^3$ km değeri EI Psc'nin yarıçapı olarak bulunmuştur. Lynden-Bell ve O'Dwyer [14] gezegenlerin, beyaz cücelerin ve Nötron yıldızlarının yarıçapları için bir ilişki belirlemişlerdir. Bu ilişkiyi ve yazarların makalelerinde vermiş oldukları ve cisimlerin kütleleri ile yarıçapları arasındaki ilişkiyi gösteren grafikleri kullanarak $0.7 M_{\odot}$ kütleli beyaz cüceler için yarıçap değerinin 6×10^3 km ile 7×10^3 km arasında olması gerektiği tespit edilmiştir. Buradan da EI Psc için verilmediğinden Patterson ve Raymond [13]'in formülünü kullanarak bulduğumuz yarıçap değerinin doğru olduğu sonucuna varılmıştır. Bu yarıçap değeri, bu çalışmada bulunan karacisim sıcaklığı değeri ve formül (1) kullanılarak EI Psc sistemindeki sınır tabakasındaki kütle aktarım oranı için $\dot{M} = (1.71 \pm 0.012) \times 10^{21} \text{ g s}^{-1}$ bulunmuştur.

Sınır tabakasından gelen yumuşak karacisim X-ışını fotonları için literatürde Patterson ve Raymond [13] tarafından verilmiş bir başka formül daha vardır :

$$T_{bl} = 2.16 \times 10^5 M_{0.7}^{0.86} (\dot{M})_{18}^{0.18} \text{ K} \quad (3)$$

Burada $M_{0.7}$, (M_1 / M_{\odot}) cinsinden beyaz cüce kütlesi ve $(\dot{M})_{18}$ ise $(\dot{M} / 10^{18})$ cinsinden kütle aktarım oranı değeridir. Bu çalışmada bulunan karacisim sıcaklığı değeri, $0.7 M_{\odot}$ beyaz cüce kütlesi değeri [12] kullanılarak $\dot{M} = (1.44 \pm 0.0014) \times 10^{21} \text{ g s}^{-1}$ bulunmuştur.

Bulunan bu iki kütle aktarım oranı değerinin ortalaması olarak $\dot{M} = (1.58 \pm 0.14) \times 10^{21} \text{ g s}^{-1}$ değeri hesaplanmıştır.

Pringle [15] karacisim mekanizmasından farklı ısısız temelli mekanizmalar ile yumuşak X-ışını yayını yapan sınır tabakaları için aşağıdaki formülü vermektedir :

$$T_{bl} = 8.4 \times 10^5 (M')_{18}^{6/19} (M_1/M_{\odot})^{8/19} (R_{8.7})^{-18/19} \text{ K} \quad (4)$$

Burada $R_{8.7} = (R_1/5 \times 10^8)$ dir. Bu (4) numaralı formülü ve bu çalışmada $(1.5 \pm 0.46) \times 10^6 \text{ K}$ olarak Raymond-Smith modeli eşleşmesi sonucu bulunan sıcaklığı kullanarak $M' = (2.2 \pm 0.052) \times 10^{19} \text{ g s}^{-1}$ kütle aktarım oranı değeri bulunmuştur. Bu değer karacisim modeli kullanılarak bulunan kütle aktarım oranı değerinden oldukça düşüktür.

Tüm bu sıcaklık ve kütle aktarım oranı değerleri kullandığımız verideki yedi veri noktasına bağlı olarak bulduklarından yaklaşık bir ön hesaplama değeri olarak kabul edilmelidirler.

Basit teorik modeller $2 \times 10^{16} \text{ g s}^{-1}$ lik kütle aktarım oranını kritik değer olarak kabul ederler [16], [17], [13] ve [10]. Eğer kütle aktarım oranı bu değerden büyük veya buna eşit olursa bu durumda sınır tabakası optik olarak kalın hale gelir ve ısısal temelli mekanizmalar ile üretilmiş yumuşak X-ışınları ($< 10 \text{ keV}$) yayınlar. Bu çalışmada elde edilen sıcaklık değerlerinin tümü 10 keV 'dan düşüktür ve elde edilen kütle aktarım oranı değerleri de kritik değerden oldukça büyüktür. Bu sebeplerle EI Psc sisteminin optik olarak kalın bir sınır tabakasına sahip olduğu söylenebilir. Uemura ve ark. [9], [12] ve Mennickent ve ark. [3] optik bölgede yapmış oldukları çalışmalar neticesinde sistemin durağan halde iken bile yüksek değerlerde kütle aktarım oranına sahip olması gerektiği sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada X-ışınları bölgesini inceleyerek varılan sonuç ta aynı yöndedir.

Sınır tabakasında yüksek miktarda kütle aktarımı olduğuna göre ikincil yıldızdan yığılma diskinde de yüksek miktarda kütle aktarılıyor olmalıdır. Çünkü sınır tabakasında aktarılan kütlenin kaynağı eğer yığılma diski içinde maddeyi bloke eden herhangi bir yapı yoksa doğrudan ikincil yıldızdan yığılma diskinde akan maddedir. Bu gidişat neticesinde ikincil bileşenin kütlesi gittikçe azalır. Hidrojence zengin ve düşük kütleli ikincil bileşen barındıran Coşkun Değişenlere ait son teorilere göre bu süreç sonunda ikincil bileşen bu yüksek kütle aktarım oranı yüzünden hidrojeninin çoğunu kaybeder ve kütlesi son derece küçük hale gelir. Sonuçta sistemin periyodu gittikçe kısalır. Gözlenen periyot minimumundan daha düşük periyoda sahip Coşkun Değişenler Kahverengi Cüce olan bir ikincil

bileşenlere sahip olabilirler veya çift yıldız olarak yaşamlarına kahverengi cüce bileşenle başlamış olabilirler. Bu tür sistemler için periyot değeri 46 dakika (V485 Cen) gibi çok küçük değerlerde olabilir ([18], [3] ve bunlardaki diğer referanslar).

Bu çalışmanın optik kısmından sistemin 58.75 dakikalık bir periyoda ve M tipi ikincil bileşen bir yıldızla sahip olduğu sonucu elde edilmiştir. X-ışın analizleri sonucunda da sistem durağan halde iken gözlenmiş olmasına rağmen yüksek kütle aktarım oranına sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlara ve yukarıdaki paragrafta açıklanan günümüzde en kısa periyotlu Coşkun değişenler için geçerli olan teorilere göre sistem düşük kütleli ve M tayf türünden ikincil bir yıldızla sahiptir. Çünkü sistemin optik tayfında TiO soğurma bantları görülmektedir ki bunlar M tipi yıldızların en önemli göstergeçleridir [19]. X-ışın analizlerinden elde edilen sonuca göre sistem yüksek kütle aktarım oranına ve optik analizlerden elde edilen sonuca göre çok kısa periyoda sahip olduğundan teorilere göre Kahverengi cüce bir ikincil bileşene sahip olmalıdır. Eğer EI Psc sistemindeki ikincil yıldız bir kahverengi cüce ise bu cücenin tayf türü geç-M olmalıdır. Çünkü genellikle ancak geç-M tayf türünden yıldızlar kahverengi cüce olmaktadır [19]. Thorstensen ve ark. [20] ve Mennickent ve ark. [3] optik analizleri sonucunda elde ettikleri efektif sıcaklığın K-tipi bir yıldızla ait olamayacağını söylemektedirler. Bu yazarların elde ettikleri sıcaklık değeri M tipi veya L tipi yıldızlarınkine daha uygundur ki bu çalışmada hem optik hem de X-ışını analizleri sonucu varılan netice de budur.

4. Sonuç

Bu çalışmanın optik analiz kısmından EI Psc sisteminin 0.0408 günlük yörünge periyoduna ve yaklaşık 0.023 günlük çift hörgüç periyoduna sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çift hörgüç periyodu ikincil yıldızın eliptik şeklinden kaynaklanıyor olabilir. Sistemin durağan haldeki tayfı TiO soğurma bantları göstermektedir ki bu da ikincil bileşenin bir M tipi yıldız olabileceğini düşündürmektedir. Bundan başka X-ışın analizleri sonucunda sistemin tayfını en iyi açıklayan modellerin ısıl temelli karacisim ve Raymond-Smith modelleri olduğu görülmüş ve bu modellerden sistemin sınır tabakasının sıcaklığı için $kT = 0.07 \pm 0.02$ keV

(Karacisim modeli için) ve $kT = 0.13 \pm 0.04$ keV (Raymond-Smith modeli için) değerleri elde edilmiştir. Hesaplanmış Kolon yoğunluğu değeri $N_H = 0.54 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$ dir. Model bağımlı olarak hesaplanan enerji akısı değerleri sırasıyla $F_X = 6.74 \times 10^{-13} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (kara cisim modeli ile) ve $F_X = 2.96 \times 10^{-14} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Raymond-Smith modeli ile) olarak bulunmuştur. Sistemin uzaklığı için Uemura ve ark. [9]'nın çalışmasında 245-380 parseklik bir aralık verilmektedir. Bu uzaklık değerleri ve model bağımlı olarak bulunan enerji akısı değerleri kullanılarak ışınım gücü için $L_X = 4.84 \times 10^{30} - 1.16 \times 10^{31} \text{ erg s}^{-1}$ (kara cisim modeli ile) ve $L_X = 2.13 \times 10^{29} - 5.11 \times 10^{29} \text{ erg s}^{-1}$ (Raymond-Smith modeli ile) değerleri bulunmuştur. Elde edilen sıcaklık değerleri ve Uemura ve ark. [12] tarafından verilen beyaz cüce kütle değeri kullanılarak sınır tabakasındaki kütle aktarım oranı için $(1.58 \pm 0.14) \times 10^{21} \text{ g s}^{-1}$ (kara cisim modelinden) ve $(2.2 \pm 0.14) \times 10^{21} \text{ g s}^{-1}$ (Raymond-Smith modelinden) bulunmuştur.

Bu çalışmanın sonucu olarak EI Psc sisteminin yüksek kütle aktarım oranı ($10^{19} - 10^{21} \text{ g s}^{-1}$) ve gözlemlenen (0.07 ± 0.02 keV) – (0.13 ± 0.04 keV) sıcaklıklı yumuşak X-ışınları ve yüksek kütle aktarım oranı yüzünden optik olarak kalın bir sınır tabakasına sahip olduğu söylenebilir. Bu çalışmadaki hem optik hem de X-ışın analizleri sistemin ikincil bileşen olarak M tipi bir kahverengi cüceye sahip olduğunu işaret etmektedir.

Sistemin emisyon mekanizmalarının tespiti, sınır tabakası yapısı ve periyot değerlerinin daha kesin bir şekilde belirlenmesi için hem optik hem de X-ışınlarında daha uzun gözlemler ile değerlendirilmesi gereklidir.

Kaynaklar

[1]Schmeer,P.,2001,vsnet-alert6830,http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/mail/vsnet_alert/mgs06830.html

[2] Uemura,M., Ishioka,R, ve Kato,T.,2001, ‘1RXS J232953.9+062814’, *IAU Circular.7747*.

[3] Mennickent,R.E.,Diaz,M.P., ve Tappert,C.,2004, ‘Search for Brown Dwarf Like secondaries in caralysmic Variables II’, *MNRAS*, 347,1180M.

[4] Voges, W., Aschenbach, B., Boller, T., Brauning, H., Briel, U., ve Burkert, W., 1996, 'Rosat all-sky survey Bright Source Catalogue', *IAU Circular*, 6420.

[5] Trümper, J., 1983, *Advances in Space Research*, 2, 241.

[6] 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.

[7] Zimmermann, H.U., Belloni, T., Izzo, C., Kahabka, P., ve Schwentker, O., 1983, *EXSAS User's Guide*, MPE Report 244.

[8] Hellier, C., 2001, *Cataclysmic Variable Stars*, Springer-Verlag, Berlin.

[9] Uemura, M., Kato, T., Ishioka, R., Yamaoka, H., Scgmeer, P., Starkey, D.R., Torii, K., Kawai, N., Urata, Y., Kohama, M., Yoshida, A., Ayani, K., Kawabata, T., Tanabe, K., Matsumoto, K., Kiyota, S., Pietz, J., Vanmunster, T., Krajci, T., Oksanen, A., ve Giambersio, A., 2002a, 'Discovery of a Dwarf Nova Breaking the Standard Sequence of Compact Binary Evolution', *PASJ*, 54, L15-L18.

[10] Warner, B., 1995, *Cataclysmic Variable Stars*, Cambridge University Press, U.K.

[11] Mauche, C.W., 2002, 'EUVE Observations of Nonmagnetic Cataclysmic Variables', *ASP Conference Series 'Continuing the Challenge of EUV Astronomy: Current Analysis and Prospects for the Future'*, 264, 75M.

[12] Uemura, M., Kato, T., Ishioka, R., Yamaoka, H., Scgmeer, P., Starkey, D.R., Torii, K., Kawai, N., Urata, Y., Kohama, M., Yoshida, A., Ayani, K., Kawabata, T., Tanabe, K., Matsumoto, K., Kiyota, S., Pietz, J., Vanmunster, T., Krajci, T., Oksanen, A., ve Giambersio, A., 2002b, 'Sperhump Evolution in the Ultra Short Period Dwarf Nova 1RXS J232953.9+062814', *PASJ*, 54, 599-607.

[13] Patterson, J., ve Raymond, J.C., 1985, 'X-Ray Emission from Cataclysmic Variables with Accretion Disks II. EUV/Soft X-Ray radiation', *Astronomical Journal*, 292, 550-558.

[14] Lynden-Bell, D., ve O'Dwyer, J.P., 2008, 'One Mass-Radius Relation for Planets, White Dwarfs and Neutron Stars', eprint *arXiv:astro-ph/0104450*.

[15] Pringle, J.E., 1977, 'Soft X-Ray Emission from Dwarf Nova', *MNRAS*, 178, 195-202.

[16] Pringle, J.E. ve Savonije, G.J., 1979, 'X-Ray Emission from Dwarf Novae', *MNRAS*, 187, 777-783.

[17] Narayan, R. ve Popham, R., 1993, 'Hard X-Ray from Accretion Disk Boundary Layers', *Nature*, 362, 820.

[18] Pollitano, M., 2002, 'The Formation of CVs with Brown Dwarf Secondaries', *The Physics of cataclysmic Variables and Related Objects, ASP Conference Series*, 261, 293-296.

[19] Bessell, M.S., 1991, 'The Late M Dwarfs', *Astronomical Journal*, 101, 2, 662-676.

[20] Thorstensen, J.R., Fenton, W.H., Patterson, J.O., Kemp, J., Krajci, T., ve Baraffe, I., 2002, '1RXS J232953.9+062814: A Dwarf Nova with a 64 Minute Orbital Period and a Conspicuous Secondary Star', *Astrophysical Journal*, 567L, 49T.