

# Orta Kutupsallarda Faz Çözünürlüklü X-ışın Analizi: PQ Gem ve V2069 Cyg

Yakup Pekön<sup>1</sup>★

<sup>1</sup>Atılım Üniversitesi, Fizik Grubu, Ankara

## Özet

Orta Kutupsallar, Katakлизмik Değişkenlerin manyetik bir alt kolu olup genelde bir anakol yıldız ve ondan madde aktarmakta olan bir beyaz cüceden oluşmaktadır. Bu sistemler, kısa yörüngesel ve dönme periyotlarına sahip olduklarından x-ışını yayma mekanizmalarını ve soğurucu etkilerini faz üzerinden incelemek için ideal adaylardır. Bu çalışmada PQ Gem ve V2069 Cyg adlı orta kutupsal sistemlerin XMM-Newton x-ışını uydusu ile alınmış verileri yörünge periyotları üzerinden incelenmiştir. Her iki kaynakta da x-ışınları yörünge periyotunda disk üzerindeki kitlenin soğurmasından kaynaklanan değişimler gözlenmiştir. PQ Gem sisteminde diskten kaynaklanan bu soğurma etkisi faz çözünürlüklü tayf analizi neticesinde açık olarak tespit edilebilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** (stars:) novae, cataclysmic variables, İkili Yıldızlar

## 1 PQ Gem ve V2069 Cyg

PQ Gem, ilk defa bir yumuşak karacisim ışıması bileşenine sahip olduğu keşfedilen IP olup, bu bileşenin sıcaklığı 23-58 eV aralığında bulunmuştur (Duck et al. (1994)). Kaynak dominant olarak beyaz cücenin dönme periyotunda (13.89 dak.) X-ışını modülasyonu göstermektedir. Dönme atımı karmaşık bir yapıya sahip olup bu modülasyonun hem madde aktarım perdelerinden soğurma hem de X-ışını yayan bölgenin beyaz cüce tarafından örtülmesi olaylarının bir kombinasyonundan meydana geldiği düşünülmektedir (James et al. (2002), Evans et al. (2006), de Martino et al. (2004), Kiziloglu et al. (1998)). Kaynakta Kaynağın yörünge periyodu 5.1926 saat olup düşük eğimden ( $30^\circ$ ) dolayı yörüngede zayıf X-ışını modülasyonu göstermektedir. (Hellier (1997); Parker et al. (2005)).

V2069 Cyg de yumuşak bileşene sahip başka bir IP olmakla birlikte sert bir plazma salımı ve 6.4 keV yansıma bileşenine de sahiptir (Bernardini et al. (2012)). Yörünge periyodu 7.48 saat (Thorsten ve Taylor (2001)) ve beyaz cüce dönme periyodu 743 saniye (de Martino et al. (2009)) olup  $P_{donme} / P_{yörünge}$  oranı IP'lerde genelde görülen 0.1'den oldukça küçüktür (Scaringi et al. (2010)).

## 2 Gözlem ve Veriler

PQ Gem ve V2069 Cyg XMM-Newton uydusu ile, sırasıyla Mayıs 2001 ve Nisan 2009'da gözlenmiştir. PQ Gem küçük pencere modunda ve yaklaşık 36 ks poz zamanı ile (OBS ID:0009650201), V2069 Cyg ise tam çerçeve modunda 28 ks poz zamanı (OBS ID: 0601270101) ile gözlenmiştir.

Her iki kaynak için de EPIC pn verileri kullanılmıştır. PQ Gem için ortalama net sayım hızı  $7.3 \pm 0.01 \text{ c s}^{-1}$  iken V2069 Cyg için ortalama net sayım hızı  $1.4 \pm 0.01 \text{ c s}^{-1}$ 'dir. Her iki kaynak için standart veri indirgeme işlemleri XMM-Newton Analiz yazılımı (SAS) ve ilgili araçları kullanılarak yapılmıştır. Işık eğrileri ve tayflar oluşturulduktan sonra veri analizleri ise X-ışını veri analiz paketleri XRONOS 5.2 ve XSPEC 12.6.0 kullanılarak yapılmıştır.

## 3 Işık Eğrisi ve Tayf Analizleri

Her iki kaynakta da yörünge üzerinde kaynakların fiziksel özelliklerini incelemek için ilk önce ışık eğrileri yörünge periyotları üzerine katlanmıştır. Her iki katlanmış ışık eğrisi de 10 faz üzerinden gruplanmıştır. Böylelikle her bir 0.1 faza denk gelen gruplama içinde beyaz cücenin dönme periyodu da dahil olduğundan, dönmeden gelen etkileri normalize edilmiştir. PQ Gem için efemeris olarak  $HJD=2449334.146(4)+0.216359(3)E$  kullanılmış olup 0 fazı alt kavuşum noktasına denk gelmektedir. Benzer şekilde V2069 Cyg için efemeris olarak  $HJD = 2451066.783(2) + 0.311683(2)E$  kullanılmış olup 0 fazı sistemin alt kavuşum noktasına tekabül etmektedir. Farklı enerjilerdeki durumu açıklayabilmek için ise ışık eğrileri 0.2-1.0 keV (yumuşak), 1.0-3.0 keV (orta) ve 3.0-10.0 keV (sert) olmak üzere farklı enerjilerde filtrelenmiştir. Bunlara ek olarak yine yörünge periyodu üzerinde 3.0-10.0 keV aralığının 0.2-1.0 keV aralığına ve 2.0-5.0 keV aralığının 5.0-10.0 keV aralığına oranları da sistemlerdeki soğurucu yapıyı açıklayabilmek adına incelenmiştir.

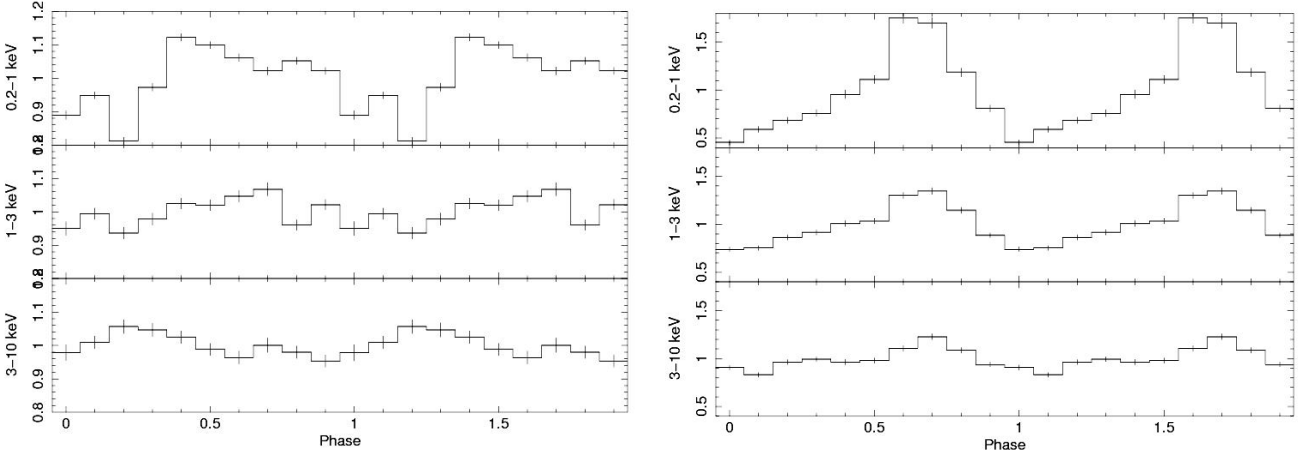
Kaynakların tayflarının yörüngede nasıl değiştiğini gözlemek adına her iki kaynak için yörünge maksimumlarına ve minimumlarına denk gelen fazlarda tayflar oluşturulmuştur. PQ Gem için bu faz çözünürlüklü tayflara bir basit soğurucu, iki örten soğurucu, 2 MEKAL plazma salımı bir kara cisim ışıması ve 6.4 keV enerjisine denk gelen Gauss salım çizgisinden meydana gelen bileşen bir model uydurulmuştur. V2069 Cyg için de benzer bir model uygulanmış, ancak ikinci örten soğurucu kullanılmamıştır.

## 4 Sonuçlar

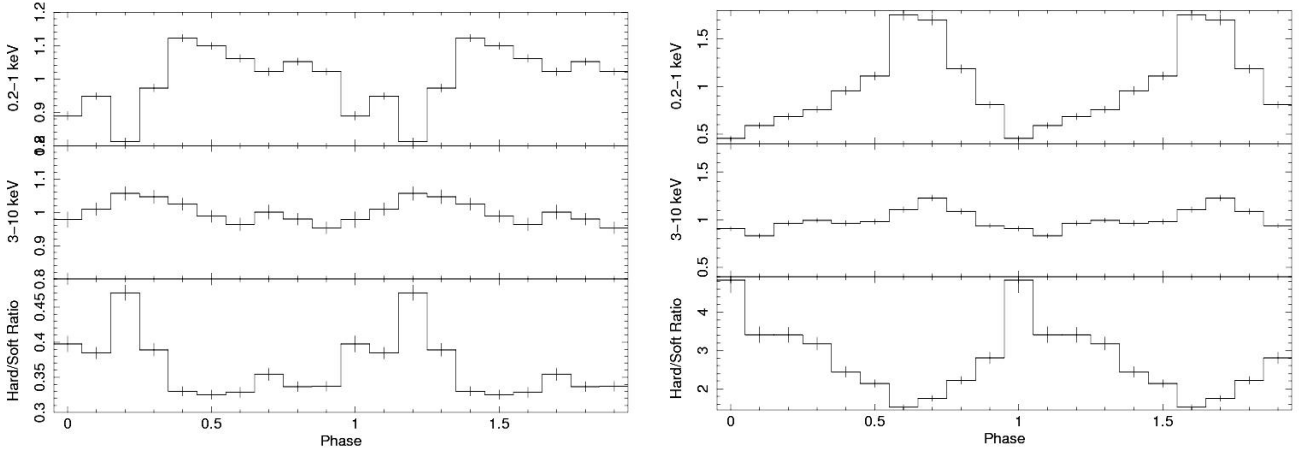
Her iki kaynakta da yörünge üzerindeki X-ışını değişimi enerji arttıkça azalmaktadır (bkz. Şekil 1). Soğuk soğurmanın yüksek enerjilerde etkisinin azaldığı göz önüne bulundurulduğunda bu kaynaklardaki yörünge fazındaki X-ışını değişimlerinin soğurmadan kaynaklandığı sonucuna varılabilmektedir. Buna ek olarak Şekil 2'de görüldüğü gibi sertlik oranının değişimi sadece düşük enerjilerde olması soğuk soğurucu sistemlerde etkilidir.

Tayf analizlerine göre PQ Gem için 3 farklı soğurucu modele uymaktadır. Bunlar yıldızlar arası soğurma, diskten gelen soğurma ve aktarım perdesinden gelen soğurma olarak ayrılmıştır.

★ yakup@astroa.physics.metu.edu.tr



Şekil 1. Solda PQ Gem, sağda ise V2069 Cyg'in farklı enerjilerde ışık eğrileri



Şekil 2. Solda PQ Gem, sağda V2069 Cyg'in sertlik oranları

Ancak aynı durum V2069 için geçerli değildir. Bu kaynakta diskten ve perdelerden gelen soğurma ayrıştırılamamaktadır.

### Kaynaklar

- Bernardini F., de Martino D., Falanga M., Mukai K., Matt G., Bonnet-Bidaud J.-M., Masetti N., Mouchet M., 2012, *A&A*, 542, 22  
 Duck S.R., Rosen S.R., Ponman T.J., Norton A.J., Watson M.G., Mason K.O., 1994, *MNRAS*, 271, 372  
 Evans P. A., Hellier C., Ramsay G., 2006, *MNRAS*, 369, 1229  
 Hellier C., 1997, *MNRAS*, 288, 817  
 James C. H., Ramsay G, Mark C, Branduardi-Raymont, G., 2002, *MNRAS*, 336, 550  
 Kiziloglu U., Baykal A., Alev M., Gogus E., 1998, *ApSpSci*, 259, 191  
 de Martino D., Matt G., Belloni T., Haberl F., Mukai K., 2004, *A&A*, 415, 1009  
 de Martino D., Bonnet-Bidaud J. M., Falanga M., Mouchet M., Motch C., 2009, *ATel*, 2089, 1  
 Parker, T. L., Norton, A. J., & Mukai, K., 2005, *A&A*, 439, 213  
 Scaringi S., Bird A. J., Norton A. J., Knigge C., Hill A. B., Clark D. J., Dean A. J., McBride V. A., Barlow E. J., Bassani L., Bazzano A., Focchi M., Landi R., 2010, *MNRAS*, 401, 2207  
 Thorstensen J.R., Taylor C.J., 2001, *MNRAS*, 326, 1235

### Erişim:

O43-1535: [UAK-2015 Program](#) --- [UAK Bildiri](#) --- [Turkish J.A&A](#).