

# V471 Tau nun 1.8 mHz lik Salınım Dönemi Değişimleri

A. Esendemir

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara 06531, Türkiye

Ekim 1, 1994

## 1. Giriş

Hyades kümesinde yer alan V471 Tauri (BD +16°516) ayrıık çift yıldız sisteminin, DA türü bir beyaz cüce ve K2V türü ayrıık bir bileşenden oluştuğu bilinmektedir (Young ve Capps 1971). Sistemin dönemi 0.52 gün (Nelson ve Young 1970), optik ve tayfsal çalışmalarla belirlenen temel parametreleri  $a \sin i = 1.1 \times 10^{11}$  cm,  $\sin i = 79^\circ.5 \pm 2^\circ.0$ ,  $M_K = 0.8M_\odot$ ,  $M_W = 0.8M_\odot$ ,  $R_W = 6.5 \times 10^8$  cm olarak bilinmektedir (Young ve Nelson 1972). Sistem, K bileşenin aktif atmosferi, ışık eğrisindeki göç eden dalga davranımı, O-C değişimleri, gösterdiği periyodik salınımlar nedeni ile elektromanyetik bandın oldukça geniş bir bölümünde gözlenmiştir (Özet için: Bois, Lanning ve Mochnacki, 1988; Skillman ve Patterson, 1988).

V471 x-ışın bölgesinde ilk olarak HEAO uydusu ile gözlenmiş (van Buren, Charles ve Mason 1980), gözlenen x-ışınının, K bileşeninden kaynaklandığı düşünülen dönemlerde, *Einstein Observatory* ile de gözlenebilmiştir (Young ve ark. 1983). Jensen (1985, ve ark. 1986) tarafından bulunan  $554.73 \pm 0.3$  saniye dönemli salınımlardan sonra, beyaz cüce bileşenin de sistemin x-ışın parlaklığına katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca 0.15, 0.18, 0.85 evrelerinde gözlenen ışınım azalmaları sistemin olası bölgelerinde yoğunlaşmış madde ile açıklanmıştır. Optik bölgede  $\sim 555$  saniyelik temel ve  $\sim 227$  saniyelik birinci harmonik Robinson Clemens ve Hine (1988), Winget ve Claver (1989) tarafından gözlenmiştir.

Jensen ve ark. (1986) salınımların *g-mode* salınımlar olabileceğini ya da beyaz cücenin dönme döneminden kaynaklandığını önermişlerdir. WET (*The Whole Earth Telescope*) gözlem ağı ile yapılan gözlemler,  $561.59 \pm 0.02$ ,  $554.63 \pm 0.01$  ve  $277.319 \pm 0.003$  saniye dönemli salınımlar belirlemiştir. U bandında gözlenen  $\sim 562$  saniye dönemli yeni salınım, beyaz cücenin kutuplarından kaynaklanan ışınım ile tetiklenen K bileşenin gösterdiği ışınım olarak açıklanmıştır (Clemens et al. 1992). Bu model  $\sim 555$  saniyelik salınımların beyaz cücenin dönme dönemi ile ilgili olduğunu ortaya koymuştur.

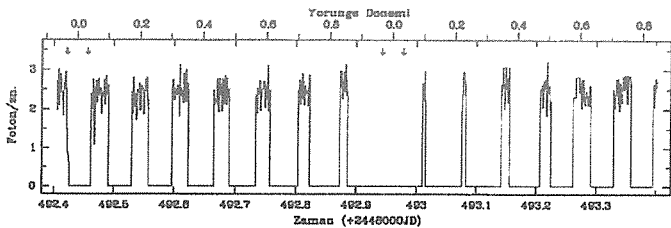


Fig. 1. V471 Tauri nin düzeltilmiş 100 er saniye guruplu ışık eğrisi. Yörünge dönemleri Clemens ve arkadaşlarının (1992) değerleri ile hesaplanmıştır. Oklar tutulma aralıklarını göstermektedir.

## 2. Arşiv Verileri

ROSAT x-ışın teleskopunun odak düzleminde PSPC (*Position Sensitive Proportional Counter*) ile alınan veriler Şubat-1991 ve Ağustos-1991 dönemlerinde elde edilen iki guruptan oluşmaktadır. Bu detektörün etkin olduğu enerji aralığı 0.1-2.4 keV, 0.93 keV deki ayırma gücü  $\Delta E/E \sim 0.43$  dür. Uyduya ait genel bilgiler Trümper (1983) ve Pfeffermann ve ark. (1986) tarafından yayınlanmıştır. İlk veri gurubu (JD 2448314.1249 - JD 2448314.4009) 3959, ikinci gurup (JD 2448492.4057 - JD 2448493.4040) 27900 saniye süreli gözlemlerdir. Sisteme ait fotonlar,  $\sim 3\sigma$  düzeyini oluşturan V471 Tauri merkezli  $5'.5$  yarıçaplı bir daireden, ardalan fotonları ise aynı merkezli iç yarıçapı  $5'.5$ , dış yarı çapı  $10'.5$  olan aralıktan alınmıştır. Verilerin indirgenmesi EXSAS yazılımı (Zimmermann ve ark. 1993) ile yapılmıştır.

## 3. Verilerin Değerlendirilmesi

Ortalama ardalan fotonları çıkartılmış, uydunun salınımlarından kaynaklanan düzeltmeler yapılmış, 100 saniyelik guruplama sonrasında oluşan ışık eğrisi şekil 1 de görülmektedir. Guruplama öncesi, foton geliş zamanları, güneş sisteminin kütle merkezine taşınmıştır. Şekil 1 deki evre hesabı  $P_{orb} = 0^d.5211831$  ve  $T_{mid-eclipse} = 2,447,471.962896$  BJDD (Clemens ve ark. 1992) değerleri kullanılarak yapılmıştır. Yaklaşık 50 saniye kadar süren beyaz cüce tutulma aralığı (Warner et al 1971) oklarla işaretlenmiştir. Sistemden saniyede gelen ortalama foton sayısı  $2.43 \pm 0.29$  foton/saniye dir. ROSAT

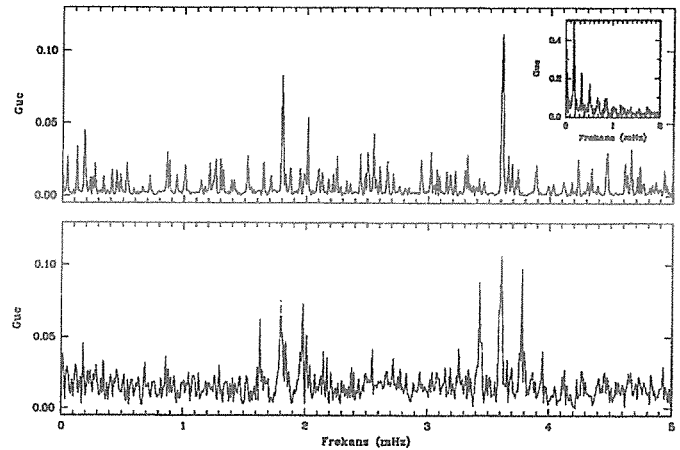


Fig. 2. Üst sağ köşedeki küçük grafikte pencere fonksiyonun, alttaki grafikte orjinal verinin, üstteki grafikte ise orjinal veriden pencere fonksiyonu etkilerinin kaldırılmış Fourier dönüşümleri görülmektedir.

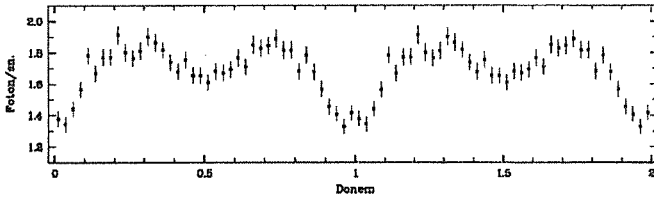


Fig. 3. İkinci gözlemin, tutulma bölümü dışlanarak yapılmış katlama taraması sonucunda bulunan,  $554.55 \pm 0.03$  saniye dönemli salınım profili. Süresinin kısılalığı ve aradaki zaman farkının büyük olması nedeni ile ilk gözleme ait veriler katlama işlemlerine dahil edilmemiştir.

verileri, zaman içinde rastgele dağılan gözlem pencereleri nedeni ile, ilk elde Fourier analize pek uygun değillerdir. Pencere fonksiyonunun oluşturduğu etkiler kaldırılarak yapılan parçalı Fourier dönüşümü (Roberts ve ark. 1987) şekil 2 de görülmektedir. Birinci harmoniği  $\sim 3.6$  mHz de gözlenen  $\sim 1.8$  mHz lik salınım döneminin daha iyi belirlenebilmesi için veri katlama tekniği kullanılmıştır. En olası salınım dönemi  $554.55 \pm 0.03$  saniye olarak bulunmuştur. Ortalama salınım profili ( $T=2448492.46146412$  JD,  $554.55$  saniye değerleri ile) şekil 3 de görülmektedir. Şimdiye kadar yapılmış dönem analizleri kul-

Table 1. Beyaz cüce dönme dönemleri

Gözlemler		Dönem
22-23 Ağustos 1985	EXOSAT <sup>a</sup>	$554.85 \pm 0.30$ s
5-21 Kasım 1988	WET <sup>b</sup>	$554.63 \pm 0.01$ s
23-24 Ağustos 1991	ROSAT <sup>c</sup>	$554.55 \pm 0.03$ s

<sup>a</sup> Jensen ve ark. (1986).

<sup>b</sup> Clemens ve ark. (1992).

<sup>c</sup> Bu çalışma.

lanılarak (Tablo 1) yapılan ağırlıklı en küçük kareler yöntemi beyaz cücenin  $-9 \times 10^{-10} \pm 1 \times 10^{-10}$  P değeri ile hızlandığını ortaya koymuştur (Şekil 4).

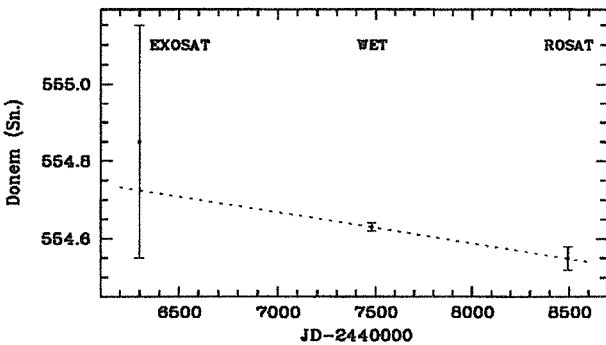


Fig. 4. Tablo 1 de sıralanan dönem değerleri ve ağırlıklı en küçük kareler yöntemi ile bulunan dönem değişimi.

#### 4. Sonuç

Beyaz cücenin bulunan değerle hızlanıyor olması sistemin toplam açısal momentumuna pozitif bir katkıdır. Bu açısal momentumun K bileşeninden beyaz cüce üzerine yıldız rüzgarları ile aktarılan maddeden kazanıldığı düşünülebilir. Ancak beyaz cücenin  $-9 \times 10^{-10} \pm 1 \times 10^{-10}$  P değeri ile hızlanabilmesi için gerekli tork miktarı hesaplandığında, bu torku oluşturabilecek kütle miktarı, bilinen değerlerden çok çok fazla çıkmaktadır.

Dönme dönemi değişiminin sabit bir P ile mi olduğu, bir başka deyişle sistemin P tı sıfırdan farklılık sorusu açısal momentumun nasıl değiştiğine açıklık kazandıracaktır.

#### Not

Arşiv verileri için ROSAT gurubuna ve desteği için TÜBİTAK Yüksek Enerji Astrofiziği Ünitesine teşekkür ederim.

#### Referanslar

- Bois, B., Lanning, H. H. ve Mochnacki, S. W.: 1988, *Astron. J.*, **96**, 157.
- Clemens, J.C. ve ark.: 1992, *Astrophys. J.*, **391**, 773.
- Jensen, K. A. ve ark.: 1986, *Astrophys. J. (Letters)*, **309**, L27.
- Jensen, K. A.: 1985, *IAU Circ.*, No. 4102.
- Nelson, B. ve Young, A.: 1970, *Publ. Astr. Soc. Pac.*, **82**, 699.
- Pfeffermann E., ve ark.: 1986, *SPIE*, **733**, 519.
- Roberts, D.H., Lehar J., Dreher J.W.: 1987, *Astron. J.*, **93**, 968.
- Robinson, E. L., Clemens, C. ve Hine, B.P.: 1988, *Astron. J.*, **96**, 976.
- Skillman, D. R. ve Patterson, J.: 1988, *Astron. J.*, **96**, 976.
- Trümper, J.: 1983, *Adv. Spa. Res.*, **2**, 241.
- van Buren, D., Charles, P. A. ve Mason, K. O.: 1980, *Astrophys. J. (Letters)*, **242**, L105.
- Winget, D. E. ve Claver, C. F.: 1989, *IAU Colloq. 114*, White Dwarfs, ed. G. Wegher (Berlin, Springer), 293.
- Young, A. ve Capps, P. W.: 1971, *Astrophys. J. (Letters)* **166**, L81.
- Young, A. ve Nelson, B.: 1972, *Astrophys. J.*, **173**, 653.
- Young, A. ve ark.: 1983, *Astrophys. J.*, **267**, 655.
- Zimmermann, U., ve ark.: 1993, MPE Report n. 244.