

## CF Tau Çift Yıldızının Dönem Değişimi

Arzu KARA<sup>1</sup>, Ozan AKSU<sup>1</sup>, Taner TANRIVERDİ<sup>1</sup>, Cem ÇETİNTAŞ<sup>1</sup>, Hakan V. ŞENAVCI<sup>1</sup>, Mesut YILMAZ<sup>1</sup>, İbrahim ÖZAVCI<sup>1</sup>, Aslı ELMASLI<sup>1</sup>, Tansel AK<sup>2</sup>, Berahitdin ALBAYRAK<sup>1</sup> ve Selim O. SELAM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü Fen Fakültesi, 06100, Tandoğan, Ankara

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Fen Fakültesi, 34452, İstanbul

**Özet:** Bu çalışmada, Algol türü bir çift yıldız olan CF Tau'nun ilk ayrıntılı dönem değişimi incelendi. Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen 2 yeni minimum zamanı ile literatürden toplananların kullanılmasıyla oluşturulan O-C grafiği sistemin çevrimsel yapılı bir dönem değişimine sahip olduğunu göstermektedir. Bir ilk yaklaşım olarak değişim, sisteme çekimsel olarak bağlı görülemeyen bir üçüncü cismin varlığına (light-time effect) dayandırılarak incelendi. Analiz sonucunda CF Tau'nun O-C eğrisinin özellikleri (genlik, dönem, vb.) ile olası üçüncü cisme ait fiziksel parametreleri belirlendi.

**Anahtar kelimeler:** Örten değişen çift yıldızlar, ışık zaman etkisi: CF Tau

**Abstract:** In this study, the period variations of CF Tau binary star was investigated with the new minimum times obtained at the Ankara University Observatory. The systems shows cyclic O-C curve caused by the additional invisible third component (light-time effect) in the binary systems. The analysis yields the characteristics of the O-C variation (amplitude, period, ect.) of CF Tau and the physical parameters of the third component were determined.

**Key words:** Örten değişen çift yıldızlar, ışık zaman etkisi: CF Tau

### 1. Giriş

CF Tau (BD +22° 628, HD 284137)'nun değişen bir yıldız olduğu ilk kez Morgenroth (1934) tarafından belirlendi. Yaptığı görsel gözlemlerle sistemin 1.5 kadir genliğe sahip olduğunu buldu. Sistemin ilk ışık elamanları Tsessevitsh (bkz. Szafraniec 1960) tarafından hesaplandı. Szafraniec (1960) sistemin görsel ışık eğrisini elde etti ve sisteme ait yayınlanmış minimum zamanlarına ilişkin bir liste de sundu. CF Tau fotoelektrik parlaklığı 10.1 kadir (Hilditch ve Hill 1975), yörünge dönemi 2.76 gün (Wood ve Forbes 1963), ve tayf türü G0 (Brancewicz ve Dworak 1980) olan Algol türü bir örten değişen yıldızdır. Brancewicz ve Dworak (1980) yaptıkları çalışmada bileşenlerinin kütlelerini  $M_1=1.11 M_{\odot}$  ve  $M_2= 0.87 M_{\odot}$  ve uzaklığını 222 pc olarak verdiler. O'neal vd. (1990) CF Tau'ya ilişkin X ve radyo ışınımı gözlediler. CF Tau'nun ilk O-C eğrisini Kreiner vd. (2000) tarafından verilmiş olup analiz edilmemiştir.

CF Tau, bir değişen yıldız olduğu 1934 yılında tespit edilmiş olmasına karşın oldukça ihmal edilmiş bir sistemdir. Bu nedenle Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde yürütülen çift yıldız gözlem programına dahil edildi. Gözlem programı

çerçevesinde 2003 yılında 2 yeni minimum zamanı gözlenerek sistemin dönem değişimi karakteristiği belirlenmeye çalışıldı.

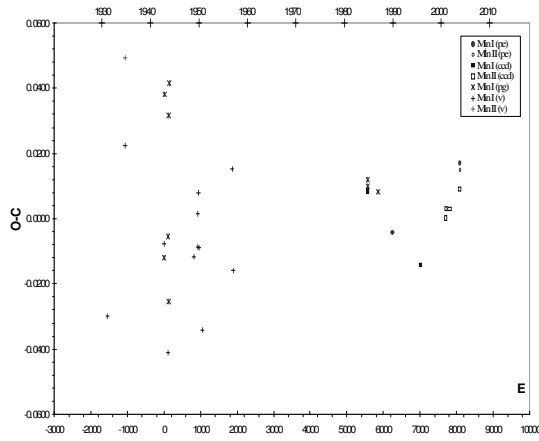
### 2. Minimum Zamanları ve Dönem Değişimi

CF Tau'nun ayrıntılı literatür taraması sonucunda 29 adet minimum zamanına ulaşıldı. Bu minimum zamanlarına elde edilen 2 yeni minimum zamanı da eklenerek analiz toplam 31 tane minimum zamanına göre yapıldı. Toplanan minimum zamanlarının 13'ü görsel, 3'ü fotoelektrik, 9'u forografik ve 6'sı da ccd gözlemleridir. O-C eğrisini oluşturulmasında aşağıda verilen Kreiner vd. (2000) ait lineer ışık elemanları kullanıldı..

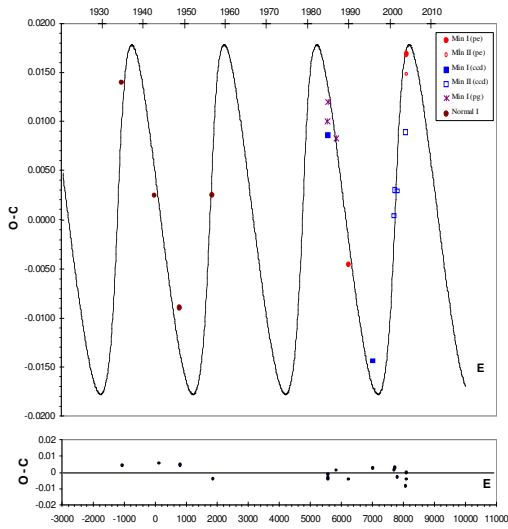
$$\text{Min I} = \text{HJD } 2430651.2420 + 2^{\text{e}}.7558772 * E \quad (1)$$

CF Tau için elde edilen O-C diyagramına bakıldığında sistemin çevrimsel yapılı bir dönem değişimine sahip olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 1). Bu değişim çift sisteme fiziksel olarak bağlı olası bir üçüncü cismin varlığıyla ortaya çıkan ışık-zaman etkisi ile açıklanabilir. Gerçekleştirdiğimiz O-C analizi Irwin (1952)'in verdiği formülasyonlar kullanılarak modellendi. O-C diyagramının solunda bulunan görsel ve fotografik minimumlar, gösterdikleri büyük saçılma nedeniyle, aynı sezonda gözlenmiş olma ölçütü dikkate alınarak 4

gruba ayrıldı ve böylece 19 minimum zamanı 4 normal nokta ile temsil edildi.



Şekil 1. CF Tau'nun tüm minimum zamanlarını içeren O-C diyagramı



Şekil 2. CF Tau'nun gözlemsel O-C eğrisi üzerine yapılan teorik karşılaştırma ve aralarındaki fark

Tablo 1. CF Tau için belirlenen olası üçüncü cisim hesaplanan parametreler

Parametre	Değer
$a'_{12} \sin i' (AB)$	$3.582 \pm 0.475$
$e'$	$0.52 \pm 0.114$
$w' (^{\circ})$	$9.0 \pm 2.3$
T (HJD)	$2427480 \pm 40.28$
P (yıl)	$22.450 \pm 0.206$
A (gün)	$0.0178 \pm 0.0006$
$f(m_3) (M_{\odot})$	$0.0911 \pm 0.038$
$\Sigma(O-C)^2 (\text{gün}^2)$	$2.6285975 \times 10^{-4}$

#### 4. Sonuç

CF Tau'nun yeni minimumları ışığında çizilen O-C grafiği, dönemi yaklaşık 22 yıl olan çevrimsel bir yapıya sahiptir. Üçüncü cisim yaklaşımıyla yapılan O-C analizinden, çift sisteme çekimsel olarak bağlı görülemeyen bileşenin kütlesi  $0.914 \pm 0.150 M_{\odot}$  olarak bulundu. Kepler'in üçüncü yasası kullanılarak üçüncü cismin yörüngesinin yarı-büyük eksen uzunluğu 7.76 AB hesaplandı. Çift sistemin uzaklığı 222 pc (Brancewicz ve Dvorak 1980) alındığında sistemin üçüncü cisimden olan açısal ayrıklığında  $0''.035$  olarak elde edildi. Gelecekte yapılacak duyarlı minimum zamanı gözlemleri, sistemin dönem değişim karakteristiğini daha iyi ortaya koyacaktır.

#### 5. Kaynaklar

- Brancewicz, H. K. ve Dvorak, T. Z., 1980, AcA, 30, 501  
 Hiditch, R.W. ve Hill, G., 1975, Mem/ R. Astron. Soc. 79, 101  
 Irwin, J. B 1952, ApJ, 116, 211  
 Kreiner, J. M., Kim C. ve Nha, I, 2000, The O-C Atlas of Eclipsing Binary Stars  
 Morgenroth, O. , In A.N. 252, 391  
 O'Neal, D., Feigelson, E. D., Mathieu, R. D. ve Myers, P. C., 1990, AJ, 100, 1610  
 Szafraniec, R., 1960, AcA, 10,995  
 Tsessevitsh, W., AC 18, 3  
 Tsessevitsh, W., AC 25,5  
 Wood, D. B. ve Forbes, J. E., 1963, AJ, 68, 4