

BEYAZ CÜCE BİLEŞENLİ V471 TAURI'NİN

İŞIKÖLÇÜMÜ

C. İbanoğlu

E. Ü. Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay
Bilimleri Bölümü

1. GİRİŞ

V471 Tauri'nin beyaz cüce bileşenli bir örten çift olduğu 1969 yılı sonlarında bulunmuştu (Nelson ve Young, 1970). Örten çift olma özelliği kullanılarak beyaz cüceye ilişkin parametreler kısa zamanda ortaya çıkartıldı. Beyaz cücenin elde edilen sıcaklığı bilinen öteki beyaz cücelerden oldukça yüksekti. Bileşenlerin boyutları, Young ve Nelson (1972), Cester ve Pucillo (1976) ve İbanoğlu (1978) tarafından ayrı ayrı hesaplandı. Bulunan parametreler yanığı sınırları içerisinde birbirine yakındır.

Elde edilen ışık eğrilerinin birbirinden farklı olması ışık eğrisinin zamanla değiştiğini göstermiş, bu değişmelerin kırmızı cüce bileşenden kaynaklandığı bulunmuştur. Işık eğrisindeki bu değişmelerin RS CVn türü yıldızlara benzediği, ışık eğrisini dalga benzeri bir bozulmanın 191 günlük dönemle taradığı ilk kez İbanoğlu (1978) tarafından gösterilmiştir. Sistemde "flare" benzeri hızlı parlamalar İbanoğlu (1978), Beavers et al. (1979) ve Young et al. (1983) tarafından gözlenmiştir. Bu olay, RS CVn yıldızlarının da BY Dra yıldızları gibi flare yapabileceğini, her iki sınıftaki parlaklık değişiminin aynı fiziksel olaylar sonucu olduğunu ortaya koymaktadır.

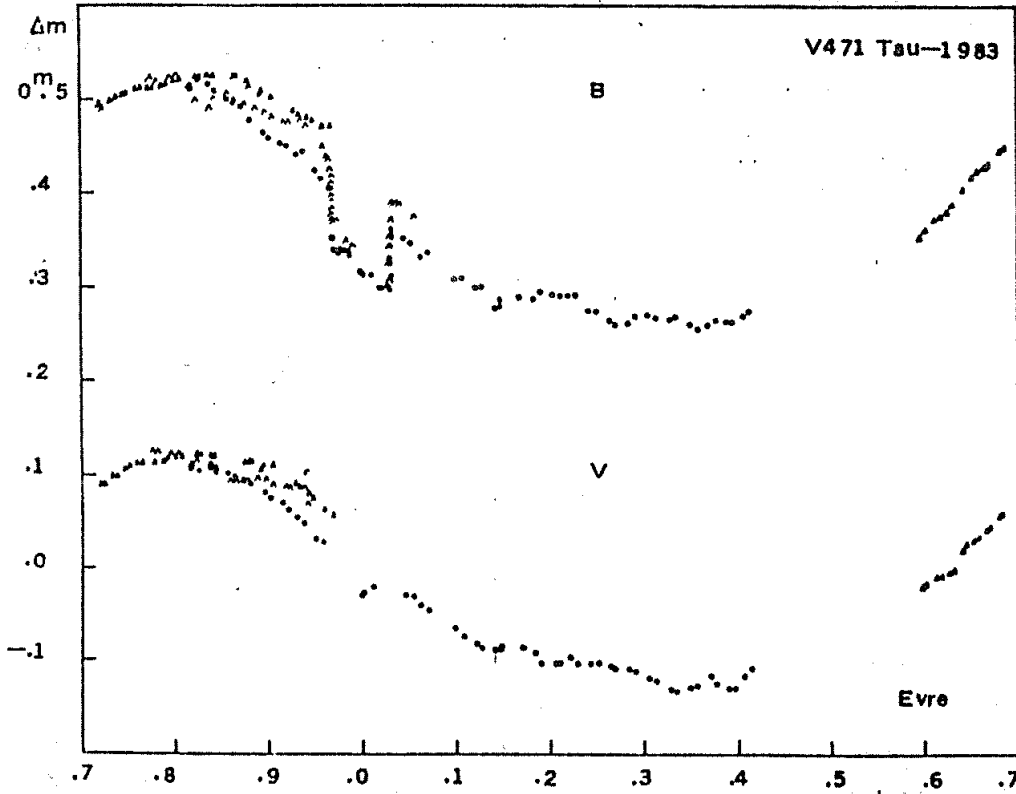
V471 Tauri'nin yalnız ışık eğrisi değil, aynı zamanda yörünge dönemi de değişmeye uğramaktadır. Bu değişme, Young ve Lanning (1975), Herczeg (1975), Oliver ve Rucinski (1978) ve Tunca et al. (1979) tarafından ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır. 1969-1984 yılları arasında elde edilen tüm minimum zamanlarını kullanarak İbanoğlu ve Evren (1984) sistemin yörünge döneminin 1973 yılında kısalmaya uğradığını ileri sürmüşlerdir.

V471 Tauri bir çok özelliğiyle örten çiftler

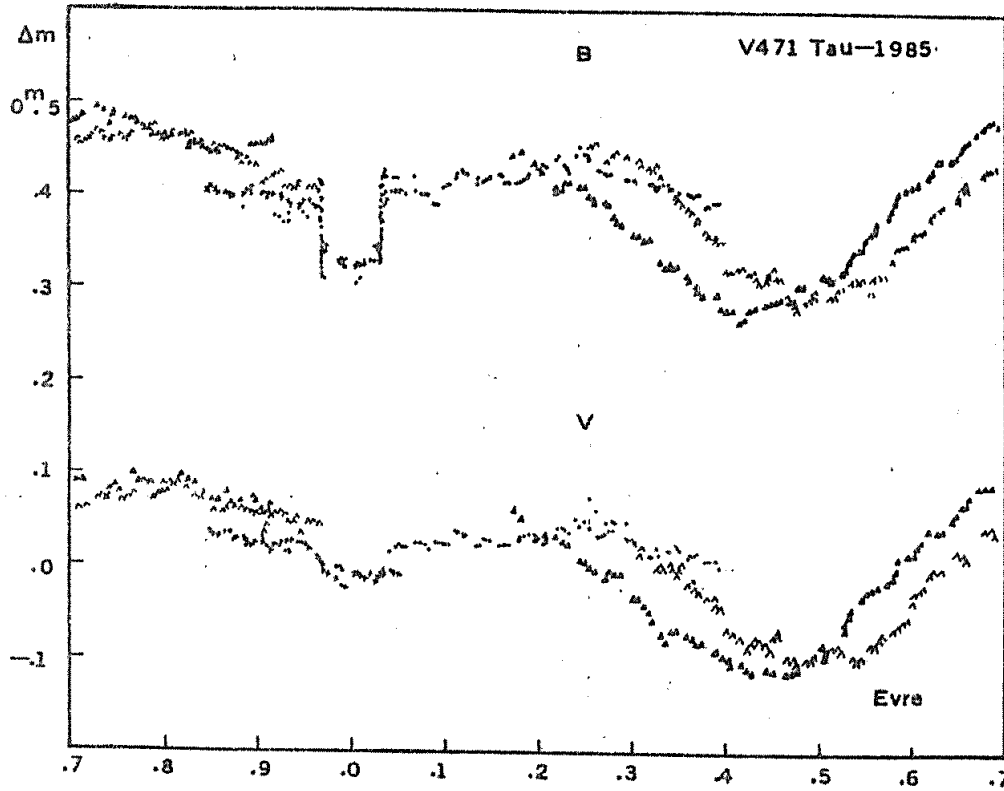
içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu makalede sistemin 1973-1988 yılları arasında optik bölgede yapılan gözlemlerinden elde edilen sonuçlarla son yıllarda yapılan moröte ve x-ışın gözlemlerinden çıkartılan önemli bulgular verilecektir.

2. IŞIK EGRISI VE DÖNEM DEĞİŞİMLERİ

V471 Tauri'nin ışık eğrisi hızlı bir değişme göstermektedir. Bu değişme kimi zaman beyaz cücenin tutulmasından oluşan parlaklık değişimini de geçmektedir. Işık eğrisinin biçiminin zamanla nasıl değiştiğini göstermesi bakımından farklı zamanlarda elde edilmiş iki ışık eğrisi şekil 1 ve 2 de gösterilmektedir.

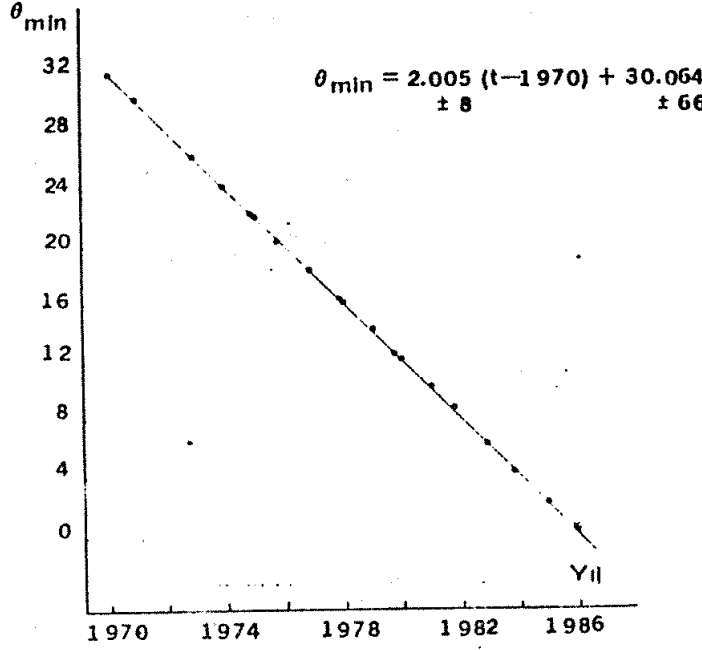


Sekil 1. V471 Tau'nun 1983 yılında elde edilen ışık eğrileri. x Ekim 3, o Ekim 4, A Ekim 6, • Aralık 26 geceleri elde edilen gözlemleri göstermektedir.



Şekil 2. 1985 yılında elde edilen ışık eğrileri. ● Ekim 12, x Ekim 13, ▲ Kasım 11, ▲ Aralık 5 geceleri elde edilen gözlemleri göstermektedir.

V471 Tauri'nin ışık eğrisi yakınlık etkileri, beyaz cücenin tutulması ve bozucu etkinin bileşimi şeklindedir. Bozucu etkiyi bulabilmek için yakınlık etkilerinin bilinmesi gerekmektedir. İbanoğlu (1978) tarafından verilen parametreler kullanılarak yakınlık etkilerinden ileri gelen parlaklık değişimi bulunmuştur. Bu değişim tutulmalar dışındaki parlaklık değişiminden çıkartıldığında geriye bozucu etkinin kalacağı düşünülmüştür. Bu işlem sonucu her ışık eğrisi için genellikle bakışık olmayan sinüs benzeri bir değişim elde edilmiştir. Bu eğri, kimi ışık eğrilerinde birisi derin, ötekisi de derin olmayan iki minimum gösterebilmektedir. Bu çalışmada yalnızca derin olan minimumlar göz önüne alınmıştır. Derin minimumun ışık eğrisinde görüldüğü evreler yıllara göre işaretlendiğinde doğrusal bir değişim çıkmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Dalga biçimi bozulma minimumlarına karşılık gelen evrelerin zamanla değişimi. x ile gösterilen 1985 yılına ilişkin değerler hesaplamada kullanılmamıştır.

En küçük kareler yöntemiyle yapılan bir hesaplama,

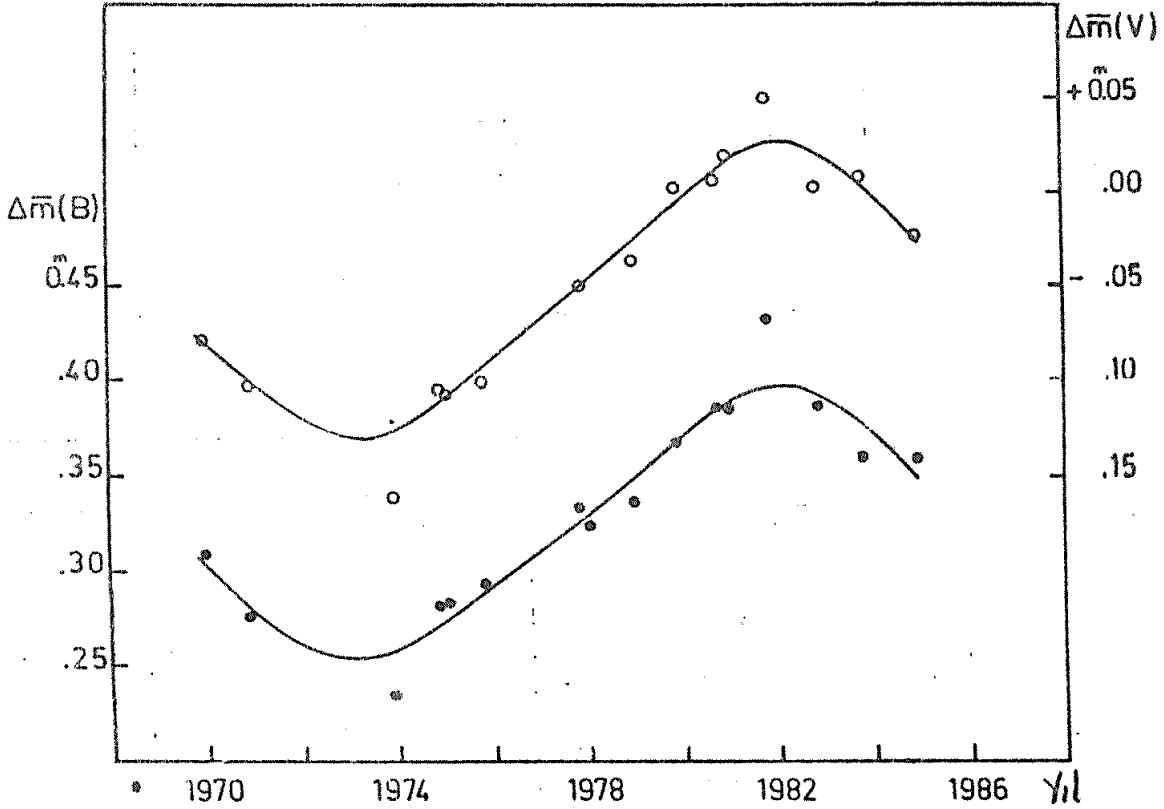
$$\theta_{\min} = - 2.005 (t - 1970) + 30.064$$

± 8 ± 66

vermektedir. Buradan, bozucu etkinin ışık eğrisini bir kez taraması için geçecek zaman, göç dönemi

$$P_{\text{mig}} = 182.17 \pm 0.73 \text{ gün bulunmuştur.}$$

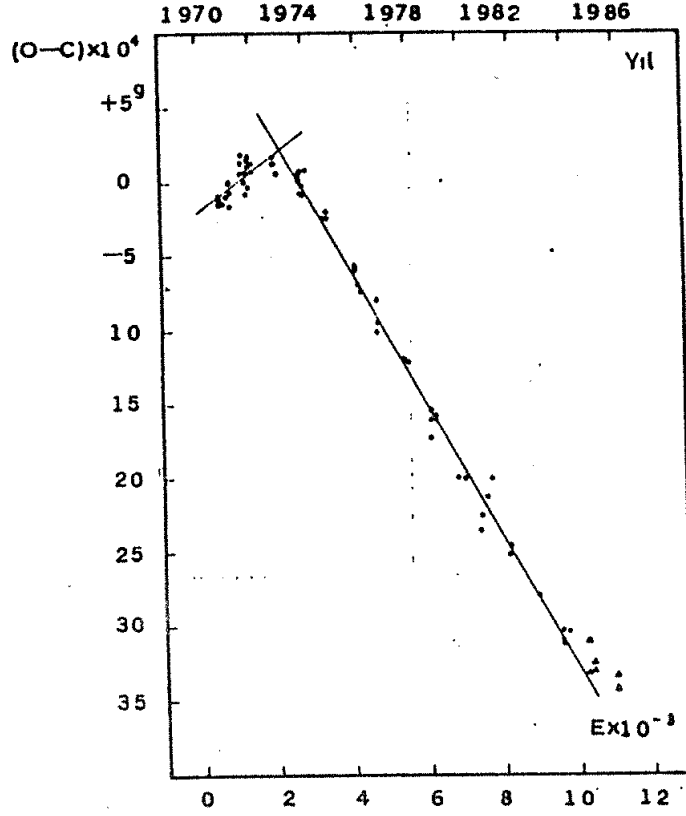
Öte yandan sistemin ortalama parlaklığı da zamanla değişmeye uğramaktadır. İki renkte elde edilen ışık eğrilerinin ortalama parlaklık değerleri yıllara göre işaretlenerek şekil 4 te gösterilmiştir.



Şekil 4. V471 Tauri'nin ortalama parlaklığının yıllara göre değişimi.

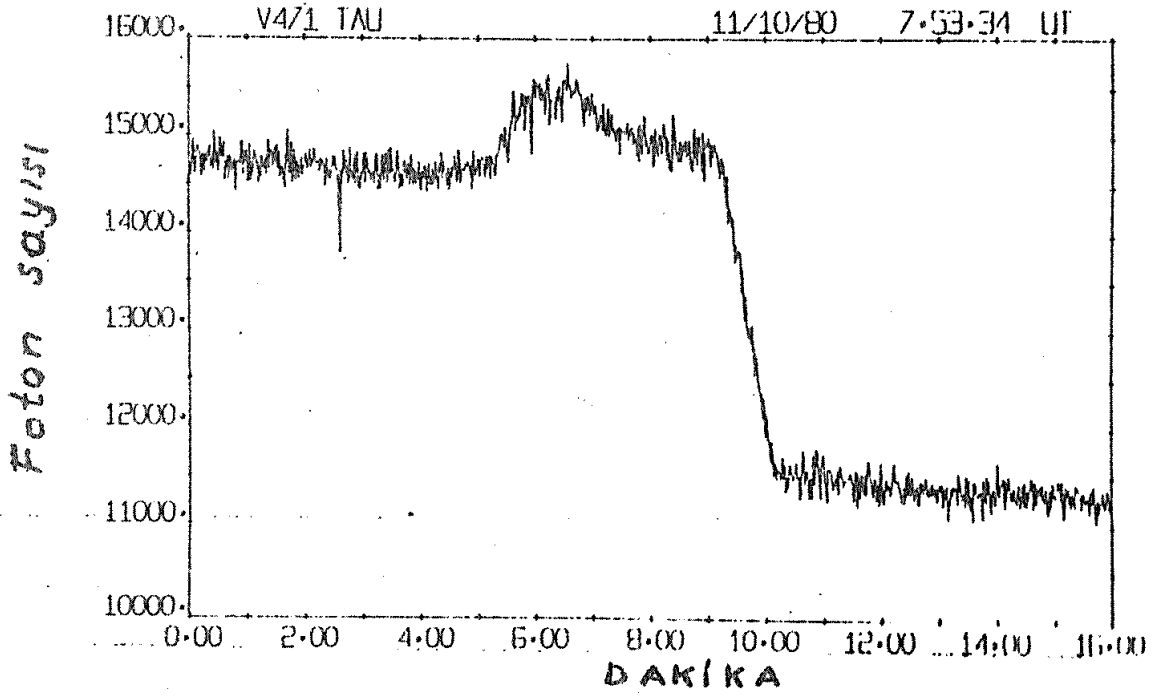
Ortalama parlaklığın yıllara göre değişimi her iki renkte birbirine benzemekte ve yaklaşık 18 yıllık bir dönem içermektedir. Buna göre sistem 1973 yılında en sönükken, 1982 yılı dolaylarında en parlak konumuna gelmiş, sonra yeniden sönmeye başlamıştır.

Sistemin yörünge dönemindeki değişimler de bir çok araştırmaya konu olmuştur. Bu değişimler, bileşenler arasında madde taşınımı, üçüncü cisim ve manyetik frenleme ile açıklanmaya çalışılmıştır. Sistemin bulunuşundan bu yana elde edilen O-C değerleri İbanoğlu ve Evren (1984) tarafından incelenerek 1973 yılına kadar ve 1973 ten sonrası olmak üzere farklı iki dönem önerilmiştir (Şekil 5). Buna göre sistemin yörünge dönemi 1973 dolayında birden bire kısalmaya uğramış olmalıdır. Bu değişim sistemin ortalama parlaklığının minimum değeriyle aynı zamanlara karşılık gelmektedir.

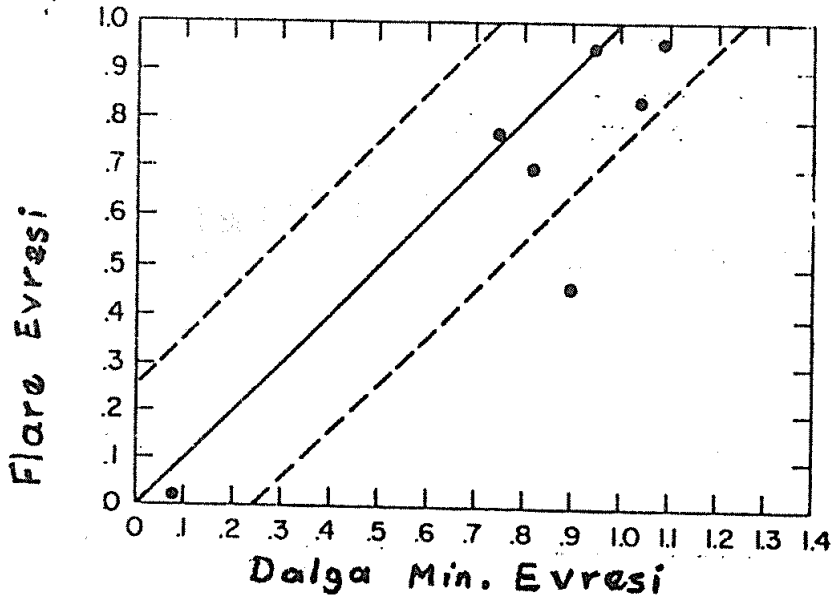


Şekil 5. O-C değerlerinin yıllara göre değişimi ve doğrusal iki bağıntıyla temsil

U471 Tauri örten çiftinin başkaca önemli bir özelliği de " flare " benzeri ani parlamalar göstermesidir. Sistem yalnız optik bölgede değil x- ışın bölgesinde de flare benzeri parlamalar göstermektedir (Young et al. 1982). 11 Ekim 1980 tarihinde tesbit edilen ani parlama şekil 5 da gösterilmiştir. Ani parlamaların ışık eğrisindeki bulunduğu evre dalga benzeri bozulmanın minimumunun evresine göre işaretlendiğinde bunların birbiriyle ilişkili olduğu görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 6. V471 Tauri'de ani bir parlama.

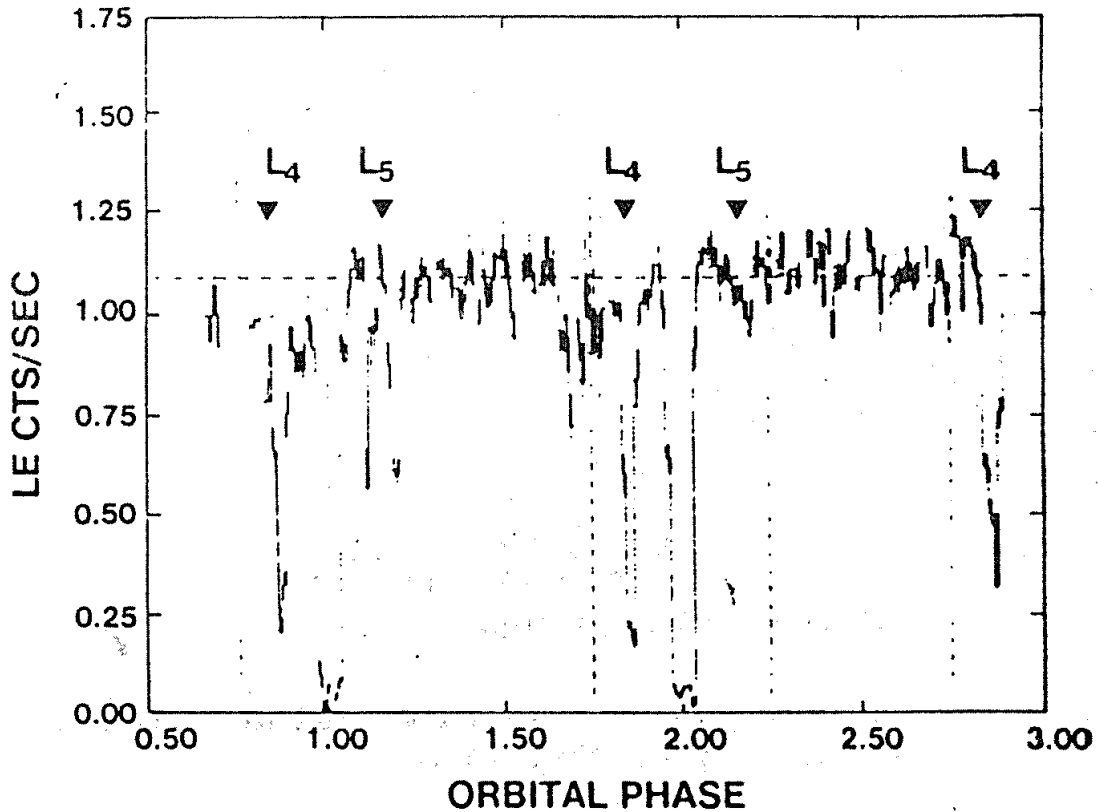


Şekil 7. Ani parlama evresinin dalga minimumu evresine göre değişimi.

3. MORÖTE VE X-IŞIN GÖZLEMLERİ

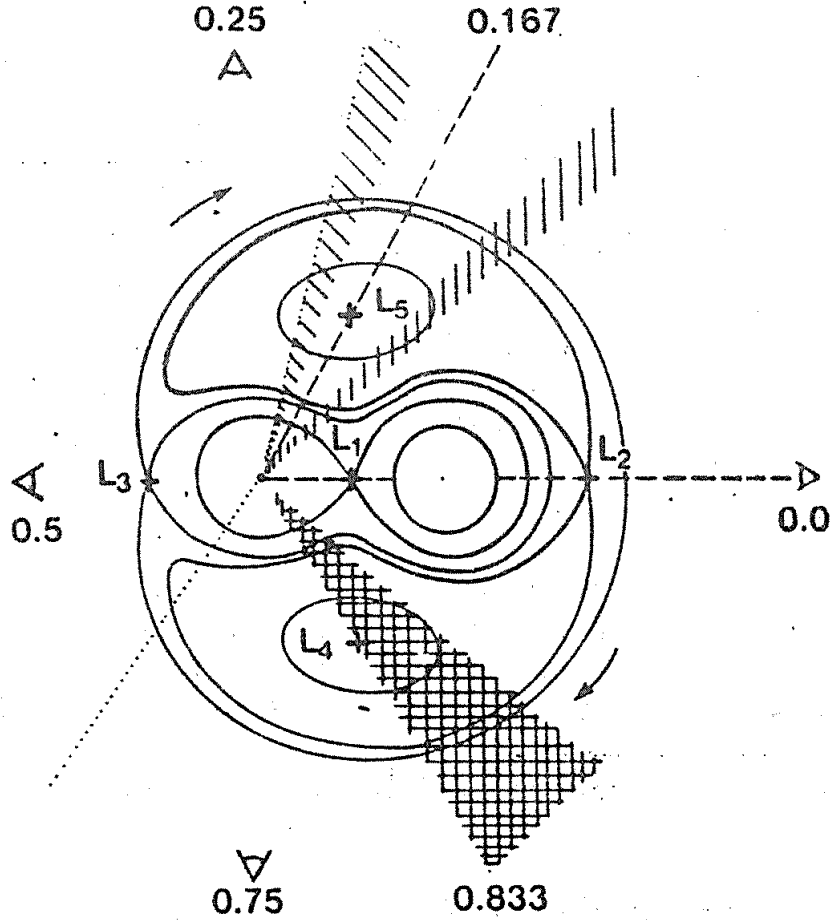
IUE uydusuyla elde edilen tayflar Bruhweiler ve Sion (1986) tarafından incelenmiştir. C II 1334 ile Si II 1260 Å çizgileri oldukça keskin, yıldızlararası ortamın çizgilerine benzemektedir. Bu çizgiler K yıldızına ilişkin geniş soğurma çizgilerinden hemen ayrılmaktadır. Üstelik bu çizgiler yörüngeye bağlılık göstermemektedir. Bu çizgilerden ölçülen dikine hızlar -570 km/s dolayındadır. Böylesi bir yüksek hızla sistemden uzaklaşan gaz, bu sistemin daha önce nova benzeri bir patlama geçirmiş olabileceğini gösterir. Gerçekten, Pskovski (1979)'nin eski Çin yazıtlarından MS 396 yılında patlayan novaya ilişkin bulunduğu koordinatlar V471 Tauri ile hemen hemen çakışmaktadır.

EXOSAT ile 28 saat boyunca yapılan sürekli x-ışın gözlemleri ise Jensen et al. (1986) tarafından ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Bu incelemeyle x-ışınlarının daha önce varsayılanın tersine beyaz cüce tarafından üretildiği ortaya çıkmıştır. X-ışın akısı 0.15, 0.18 ve 0.85 evrelerde düşme göstermektedir (Şekil 8).



Şekil 8. V471 Tauri'nin x-ışın ışık değişimi.

Bunlardan 0.85 evredeki düşme daha şiddetlidir. 0.15 ve 0.18 evrelerdeki düşme zamanla değişirken 0.85 dekinde önemli bir değişme göze çarpmamaktadır. Bu değişmelerin L_4 ve L_5 Lagrange noktalarında yakalanan maddeden ileri geldiği öne sürülmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. V471 Tauri'nin sematik gösterilimi ve Lagrange noktaları.

Öte yandan x-ışın ışık eğrisinin 0.22-0.62 evre aralığında x-ışın akısında önemli bir değişme göze çarpmamaktadır. Bu bölgeye Fourier analizi uygulandığında 9.25 dakikalık dönemli bir değişmeyle karşılaşılmaktadır. Bu değişme, (1) beyaz cücenin manyetik kutuplarına düşen maddeyle homojenliğinin bozulması ve homojen olmayan fotosfere sahip bir yıldızın dönmesi veya (2) fotosferdeki kararsızlıklar sonucu beyaz cücenin çapsal olmayan zonklamalarıyla açıklanmaya çalışılmıştır.

4. SONUÇLAR

Bileşenlerinden birisi beyaz cüce, ötekisi de K türü kırmızı cüce olan V471 Tauri bir çok özelliğiyle örten çiftler içerisindeki önemini korumaktadır. Tutulma özellikleri kullanılarak beyaz cücenin sıcaklık, yarıçap ve kütlesi duyarlı bir şekilde hesaplanmıştır. Işık eğrisindeki değişimleri kırmızı cücenin oluşturduğu belirlenmiştir. Yıldızın fotosferindeki soğuk lekelerin bu değişimleri meydana getirebileceği ileri sürülmektedir. Flare benzeri ani parlamalar da bu görüşü desteklemektedir. Lekelerden ileri gelen parlaklık değişimiyle V471 Tauri RS CVn türü yıldızlara, flare olaylarıyla da By Dra yıldızlarına benzemektedir.

Moröte gözlemleri sistemden çok yüksek hızlarla ayrılan gazların varlığına işaret etmektedir. Bu önemli bulgu, V471 Tauri'nin daha önce nova benzeri bir patlama geçirdiğini göstermektedir. Öte yandan sistem bir x-ışın kaynağıdır. EXOSAT uydusuyla yapılan 20 saatlik gözlem x-ışın akılarının 0.15, 0.18 ve 0.85 evrelerde birden bire azaldığını, dolayısıyla sistemin L_4 ve L_5 Lagrange noktalarında madde olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan 0.22-0.62 evre aralığındaki x-ışın akılarına Fourier analizi uygulandığında 9.25 dakikalık dönemli bir değişim bulunmuştur. Bu değişim beyaz cücenin fotosferindeki kararsızlıklarla açıklanmaya çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

- Beavers, W.I., Desper, D.A., Pierce, J.N.: 1979, Ap.J. 230, L 187.
Bruhweiler, F.C. ve Sion, E.M.: 1986, Ap.J. 304, L 21-L 24.
Cester, P. ve Pucillo, M.: 1976, Astron Astrophys. 46, 197.
Herczeg, T.J.: 1975, Inf. Bull. Var. Stars No.1076.
İbanoğlu, C.: 1978, Astrophys. Space Sci. 57, 219.
İbanoğlu, C. ve Evren, S.: 1984, Inf. Bull. Var. Stars No.2573.

Jensen, K.A., Swank, J.M., Petre, R., Guinan, E.F.,
Sion, E.M. ve Shipmann, H.L.: 1985, Ap.J. L 27-L31.

Nelson, B. ve Young, A.: 1970, Publ. Astron. Soc.
Pacific 82, 699.

Oliver, J.P. ve Rucinski, S.: 1978, Inf. Bull.
Var. Stars No. 1444.

Pskovski, Y.P.: 1979, Soviet Astron. Letters, 5,
209.

Tunca, Z., Tümer, O., Kurutaç, M. ve İbanoğlu, C.:
1979, Astrophys Space Sci. 64, 421.

Young, A. ve Nelson, B.: 1972, Ap. J. 173, 653.

Young, A., Klimke, A., Africano, J.I., Quigley, R.,
Radick, R. ve Buren, D.V.: 1983, Ap.J. 267, 655.

