

V478 CYGNI ÖRTEN DEĞİŞEN YILDIZININ FOTOMETRİK ANALİZİ(*)

Ömür Gülmen, Necdet Güdür, Cengiz Sezer

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İZMİR

ÖZET : Fotometrik olarak ihmal edilmiş V478 Cygni örten değişen yıldızının mavi (B) ve sarı (V) renklerinde yaklaşık 1100 yeni fotoelektrik gözlemi elde edilmiştir. Yeni fotoelektrik minimumlardan ışık öğeleri hesaplanmıştır. Işık eğrileri, D. B. Wood'un programı kullanılarak çözümlenmiştir. Dizgenin ayrık bir çift olduğu bulunmuştur.

1. GİRİŞ

V478 Cygni = BD+ 37° 3890= HD 193611 yıldızının çift olduğu, 26 Eylül 1947 de elde edilen bir tayftan, J. A. Pearce tarafından keşfedilmiş ve dizgenin bir örten çift yıldız olduğu da Mc Donald (1) tarafından önerilmiştir. Gaposchkin (2) tayfsal ve fotometrik öğelerden, dizgenin, fiziksel özellikleri özdeş iki küresel bileşenden oluştuğunu bulmuştur. Bileşenlerin tayf türleri de özdeştir (BOV+BOV). Popper ve Dumont (3), dizgeyi, Palomar ve Kitt Peak Gözlemevlerinde fotoelektrik olarak gözlemişlerdir. Palomar gözlemlerinde kullanılan diyafram Kitt Peak'dekinden daha büyük olduğundan dizgeye çok yakın sönük bir yıldız Palomar gözlemlerini etkilemiştir. Bu nedenle, iki gözleminde elde edilen ışık eğrileri birbirinden farklı olmuştur. Koch ve arkadaşları (4), yayınladıkları fotometrik olarak ihmal edilmiş örten çift yıldızlar listesine bu yıldızı da katmışlardır.

2. GÖZLEMLER VE İNDİRGEMLER

Dizge, Ege Üniversitesi Gözleminde 1981 yılının Temmuz–Ekim döneminde fotoelektrik olarak 31 gece gözlenmiştir. Gözlemlerde 48 cm (f/13) lik Cassegrain teleskop, ona bağlı EMI 9781 A fotokatlandırıcı tübü ve Johnson'un standard sistemine çok yakın B, V renk süzgeçleri kullanılmıştır. B ve V renk bölgelerinin herbirinde sırasıyla 1093 ve 1084 gözlem noktası elde edilmiştir. Mukayese yıldızı olarak BD+37°3873, denet olarak da BD+37°3874 yıldızları kullanılmış, onlara ilişkin bilgiler, değişen yıldızla birlikte Çizelge I de verilmiştir.

Gözlemler süresince mukayese yıldızının parlaklığında herhangi bir değişme saptanmamıştır. İndirgemeler, herbir gözlem gecesine ilişkin atmosfer sönükleştirme katsayıları

(*) Bu çalışmayı TÜBİTAK desteklemiştir (TBAG-623). İngilizce bir özeti *Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 53, 363 (1983)* te yayınlandı.

ÇİZELGE I
Değişen, mukayese ve denet yıldızına ilişkin veriler (x).

Yıldız	Parlaklık	Tayf Türü(xx)	α (1855)	δ (1855)
V478 Cyg (değişen)	9 ^m ,0	BOV+BOV	20 ^{sa} 14 ^{dk} 20 ^s ,6	37° 52',9
BD+37° 3873 (mukayese)	9,0	—	20 12 40,9	37 58,3
BD+37° 3874 (denet)	9,1	—	20 12 45,7	37 50,5

(x) Veriler BD Katoloğundan alınmıştır.

(xx) Tayf türü Gaposchkin (2)'den alınmıştır.

kullanılarak, bilinen yöntemlerle yapılmış olup ilgilenenler, gözlemleri yazarlardan sağlayabilir. B ve V renklerindeki tek bir gözlem noktasının ortalama yanlıgısırsıyla, $\sigma(B) = \pm 0^m,005$ ve $\sigma(V) = \pm 0^m,006$ dir. Şekil 1, elde edilen ışık eğrilerini ve B-V renk eğrisini göstermektedir.

Dizgeye çok yakın gözüken sönük yıldızın etkisini ortadan kaldırmak için, tüm gözlemlerde, teleskobun en küçük diyaframsı kullanılmış ve sönük yıldız diyafram dışında tutulmuştur.

3. IŞIK ÖGELERİ

Bu örten çifte ilişkin ilk elde edilen fotoelektrik minimumlar ve geliştirilmiş ışık öğeleri Sezer ve arkadaşları (5) tarafından yayınlanmıştır. Gözlemler süresince 7 tane baş minimum ve 3 tane de yan minimum elde edilmiş ve Çizelge II de verilmiştir.

ÇİZELGE II
Minimum zamanları

Hel.Min.JD.	Renk	Min	O - C
24 44 777,4777	B,V	I	-0,0002
800,5236	"	I	-0,0006
813,5094	"	II	0,0216
816,3893	"	II	0,0216
826,4533	"	I	0,0019
829,3318	"	I	-0,0004
849,4970	"	I	-0,0009
852,3781	"	I	-0,0005
862,481	V	II	0,020
878,3065	B,V	I	0,,0008

Ağırlıklı en küçük kareler yöntemiyle, yalnızca baş minimumlar kullanılarak hesaplanan ışık öğeleri şöyledir :

$$\text{He I Min I JD} = 24\,44\,777,4779 + 2^g,880795.E.$$

$$\pm 6 \qquad \qquad \qquad \pm 29$$

Şekil 1 deki evreler ve Çizelge II deki O-C değerleri bu yeni öğelerle hesaplanmıştır.

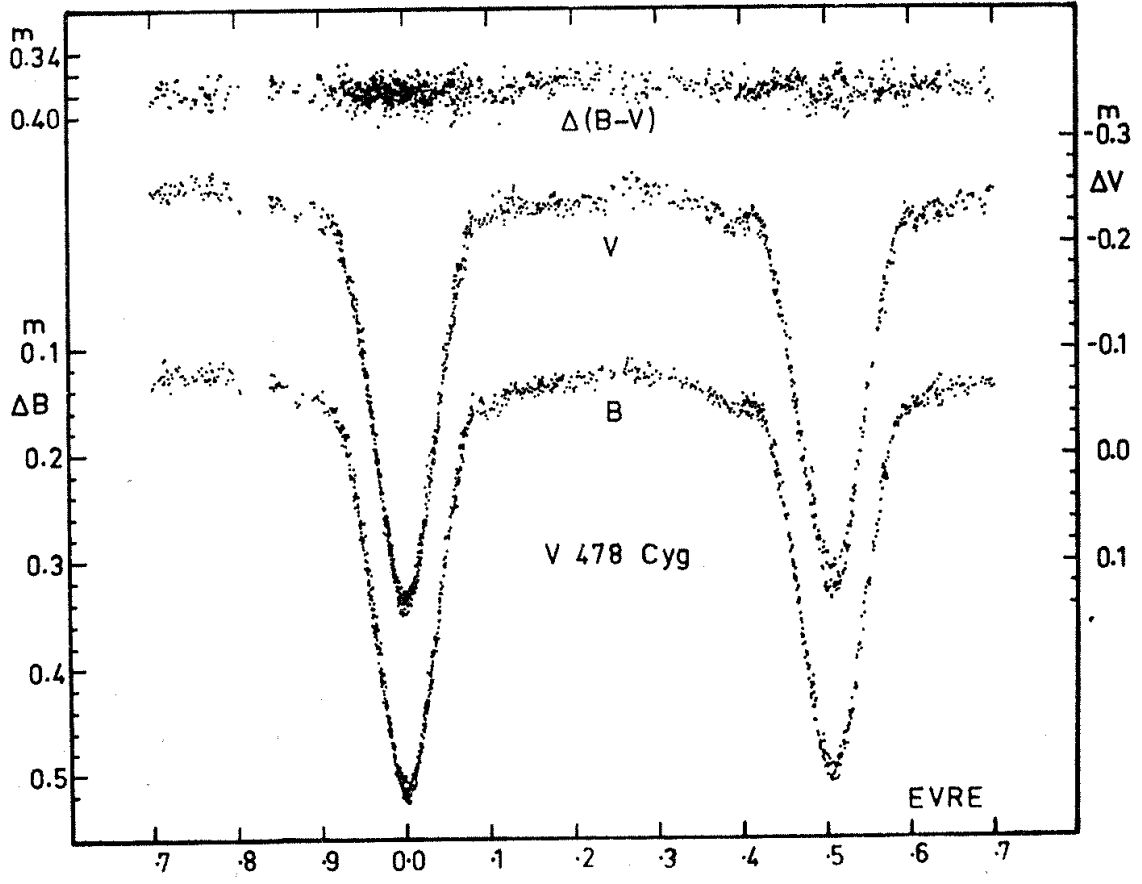
4. FOTOMETRİK ÇÖZÜM

Popper ve Dumont (3)'ün elde ettiği fotoelektrik ışık eğrileri Popper ve Etzel (6) tarafından Wood'un WINK (Status Report No.6) ve Nelson, Davis ve Etzel'in NDE programlarıyla çözümlenmiştir. Popper ve Etzel'e (6) göre, minimumların geniş ve yalnızca $0^m,35$ gibi az bir derinliğe sahip olması nedeniyle bileşenlerin yarıçapları oranı için anlamlı bir çözüm bulmak olanaksızdır. Kütle oranının bire yakın olması, bileşenlerin tayf çizgilerinin birbirinden ayırt edilememesi gibi tayfsal veriler ve ışık eğrisindeki baş ve yan minimum derinliklerinin yaklaşık olarak eşit olması nedeniyle Popper ve Etzel yarıçaplar oranını 1,00 kabul etmişlerdir.

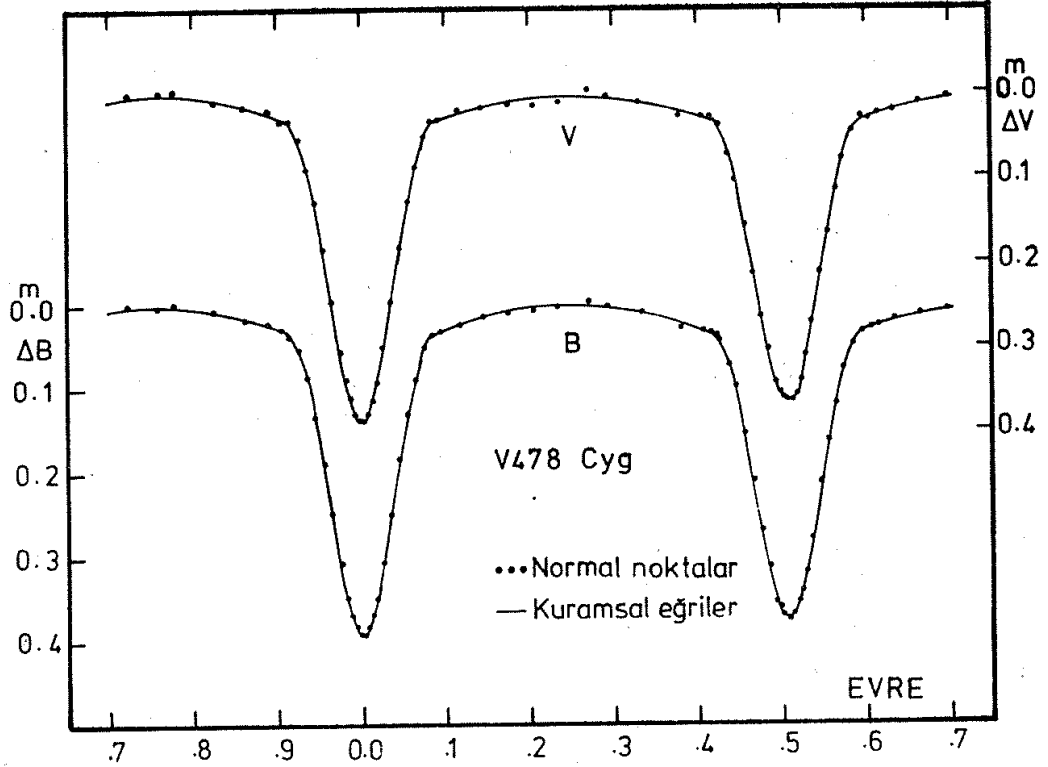
Dizgenin bu makalede sunulan B ve V renklerindeki fotoelektrik ışık eğrilerinin çözümünde Wood (7, 8, 9, 10) 'un en yeni WINK (Status Report No.10) programı kullanılmıştır. Çözüm için, herbir renkteki yaklaşık 1100 gözlem noktası 68 normal noktaya indirgenmiştir. A yıldızının (birinci minimumda örtülen yıldız) sıcaklığı Morton ve Adams'ın (11) sıcaklık çizelgesinden, BOV tayf türüne karşılık, 30900 K alınmıştır. Şekil 1 den de görüleceği gibi yan minimum ortası tam 0,5 evreye çakışmayıp 0,0072 evre kaymış durumdadır. Bu sonuç, dizgenin görelî yörüngesinin tam bir daire değil elips biçiminde olduğunu belirler. Böylesi durumlarda yöntem, $e \cos \omega$ ve $e \sin \omega$ değerlerini değişen parametreler olarak alıp hesaplayabilmektedir. Çözümde kullanılan temel değişkenler; i yörünge eğikliği, 0,25 evredeki parlaklık, r_A A yıldızının bozulmamış kesirsel yarıçapı, $k = r_B/r_A$ bozulmamış yarıçaplar oranı, T_B B yıldızının (ikinci minimumda örtülen yıldız) sıcaklığıdır. i, r_A, k için başlangıç değerleri Popper ve Etzel (6)'in çözümünden alınmıştır.

Yaklaşımlar sırasında sabit tutulan öğelerden u_A, u_B kenar kararım katsayıları Grygar ve arkadaşları (12)'nden, β_A, β_B çekim kararım katsayıları von Zeipel'den (13), bileşenlerin ışınım dengesinde olduğu varsayılarak, 0,25 olarak alınmıştır. W_A, W_B albedo katsayıları için kabul edilen 1,0 değeri, ışınım dengesindeki atmosfere karşılıktır. Yıldızların dış bölgelerindeki yoğunluk değişimlerini tanımlayan n_A, n_B politropik ölçekleri 5,0 alınmıştır. Bileşenlerin kütleler oranı olan $q = m_B/m_A$ değeri Mc Donald (1)'in tayfsal çalışmalarına dayanılarak 1,0 kabul edilmiştir.

Çözümün ilk adımında yalnızca $e \sin \omega, e \cos \omega, T_B$ ve 0,25 evredeki parlaklık serbest değişken alınarak hesaplamalar yapılmış, buradan bulunan $e \sin \omega, e \cos \omega$ değerleri



Şekil 1 : V478 Cygni'nin diferansiyel (değişen-mukayese) B , V ışık ve B—V renk eğrileri.



Şekil 2 : V478 Cygni'nin normal gözlem noktaları ve Çizelge 3 deki çözüm sonuçlarına karşılık gelen kuramsal ışık eğrileri (parlaklıklar maksimumda sıfır olacak biçimde normalize edilmiştir).

diğer tüm hesaplamalarda sabit tutulmuştur. Işık eğrisindeki minimumların oldukça sığ ve geniş olmalarına karşın B renginde i , r_A , k , T_B ve 0,25 evre parlaklığı serbest değişkenleri için yakınsak çözüm elde edilebilmiştir. Buna karşılık V renginde, ard ardına yapılan yaklaştırmalarda k değeri sürekli olarak azalmış ve anlamlı bir çözüme ulaşamamıştır. Bu yüzden B de bulunan değeri V çözümü için sabit tutularak öteki öğeler hesaplanmıştır. Sonuçlar, standard yanılılarıyla birlikte, Çizelge III de verilmektedir. Hesaplanan öğelerle oluşturulan kuramsal ışık eğrileri gözlemsel normal noktalarla birlikte Şekil 2 de gösterilmiştir. Bu şekilden de görüleceği gibi çok iyi bir uyuşma vardır. Çözümler boyunca 6x6 integrasyon duyarlığı kullanılmıştır.

ÇİZELGE III

Wood yöntemiyle bulunan çözüm sonuçları

Öğeler	B	V
i	$78^{\circ},00 \pm 0^{\circ},05$	$78^{\circ},07 \pm 0^{\circ},07$
$e \sin \omega$	$0,016 \pm 0,003$	$0,012 \pm 0,005$
$e \cos \omega$	$0,0099 \pm 0,0003$	$0,0098 \pm 0,0004$
u_A	0,38	0,32
u_B	0,38	0,32
T_A (eşlek)	30900 K	30900 K
T_A (uçlak)	31510 K	31498 K
T_B (eşlek)	30536 ± 90 K	30308 ± 136 K
T_B (uçlak)	31060 K	30817 K
r_A	$0,277 \pm 0,001$	$0,275 \pm 0,001$
k	$0,952 \pm 0,008$	0,952 (kabul)
a_A	0,288	0,286
b_A	0,280	0,277
c_A	0,274	0,272
a_B	0,273	0,271
b_B	0,266	0,264
c_B	0,261	0,259
q	1,0	1,0
L_A	0,537	0,544
L_B	0,463	0,456
r.m.s yanılıgısı	$\pm 0,0022$	$\pm 0,0032$

5. TARTIŞMA

Çözümlerden, tutulmaların parçalı ve derin minimumun örtme (transit) olduğu bulunmuştur. Hesaplanan temel öğeler, Gaposchkin'in (2) de belirttiği gibi, bileşenlerin fiziksel yapılarının hemen hemen özdeş olduğunu kanıtlamaktadır. Dizgenin parlaklık değişim genliği, B ve V renklerinde sırasıyla, birinci minimum için $0^m,395$, $0^m,385$, ikinci minimum için $0^m,380$, $0^m,365$ dir. Renk eğrisinde herhangi bir değişme gözlenmemiştir. Her iki bileşenin görelî yarıçapları, Plavec ve Kratochvil'in (14) verdiği Roche yarıçapları ile karşılaştırılarak dizgenin ayrık bir çift olduğu sonucuna varılmıştır.

Kanımızca V478 örten çifti, yörüngesinin elips olması nedeniyle, eksen dönmesi gösteren dizgelere bir aday olabilir. Bu durumun belirlenebilmesi için uzun süreli gözlemlere gerek vardır.

Bilgisayar çözümlerindeki katkılarından dolayı Dr. Halil Şengonca'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- 1— McDonald, J. K. : 1948, Astron. J. 54, 43.
- 2— Gaposchkin, S. : 1949, Astron. J. 54, 128.
- 3— Popper, D. M. and Dumont, P.J. : 1967, Astron. J. 82, 216.
- 4— Koch, R. H., Wood, F. B., Florkowski, D. R. and Oliver, J. P. : 1979, Inf. Bull. Var. Stars, No. 1709.
- 5— Sezer, C., Güdür, N. ve Gülmen, Ö. : 1982, Inf. Bull. Var. Stars, No. 2100.
- 6— Popper, D. M. and Etzel, P. B. : 1981, Astron. J. 86, 102.
- 7— Wood, D. B. : 1971, Astron. J. 76, 701.
- 8— Wood, D. B. : 1972, A Computer Program for Modeling Non-spherical Eclipsing Binary Star Systems, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, U.S.A.
- 9— Wood, D. B. : 1973—1978, WINK Status Reports, No. 1—9.
- 10— Etzel, P. B. and Wood, D. B. : 1982, WINK Status Report, No. 10.
- 11— Morton, D. C. and Adams, T. F. : 1968, Astrophys. J. 151, 611.
- 12— Grygar, J., Cooper, M. L. and Jurkevich, I. : 1972, Bull. Astron. Inst. Czecha. 23, 147.
- 13— Zeipel, H. von. : 1924, Mon. Not. R. Astron. Soc. 84, 665.
- 14— Plavec, M. and Kratochvil, P. : 1964, Bull. Astron. Inst. Czech. 15, 165.