

## DH LEO DİZGESİNDE FOTOMETRİK ETKİNLİK

Z. Aslan<sup>1</sup>, E. Derman<sup>2</sup>, A. Akaln<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İnönü Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fak. Fizik Böl. MALATYA

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Fen Fak. Astronomi ve Uzay Bilimleri Böl. ANKARA

### GİRİŞ

DH leo ( = HD 86590 = BD + 25 2191 ) RS CVn özellikleri taşıyan bir spektroskopik çift yıldızdır. Straassmeier ve ark.(1988) dizgeyi BY Draconis tipi olarak sınıflamışlardır. Spektroskopik çalışmalar (Joy ve Wilson 1949, Bopp ve Talcott 1981, Bolton ve ark. 1981, Barden 1984, Barden ve ark. 1986) dizgede kuvvetli  $H_{\alpha}$  ve CaII H ve K kromosfer salması olduğunu; Barden (1984) ve Barden ve ark. (1986)  $H_{\alpha}$  salmasının yörünge evresi ile değiştiğini göstermişlerdir. Fotometrik gözlemlerden (Hall ve ark. 1979, Aslan 1981, Bolton ve ark. 1981, Barden ve ark. 1986) DH Leo'nun optik işiniminde dönemi yörünge dönemine yakın, genliği v de 0.15 kadar olan bir değişim bulunmuştur. Fotometrik dönemin yörünge döneminden (%0.4'e kadar ) farklı olabildiği, ışık eğrisinin biçiminde kısa dönemli (birkaç hafta) değişim olduğu görülmüştür. (Aslan 1981, Barden ve ark. 1986 )

İlk spektroskopik yörünge çalışmalarında DH Leo'nun bileşeninin beyaz cüce olduğu öne sürülmüş (Aslan 1967, Bolton ve ark. 1981) ancak IUE gözlemlerinde beyaz cüce izine rastlanmamıştır. (Vilhu ve Rucinski 1983, Aslan, Kızıloğlu ve Derman 1984) Fotometrik gözlemlerde bileşen tarafından b ve v de 0.01 kadirden büyük örtme yada örtülme belirtisi görülmemiştir (Aslan 1981, Barden ve ark. 1986).

Yüksek ayırma güçlü CCD spektroskopisinden DH Leo'nun üçlü (SB3) bir dizge olduğu sonucuna varılmıştır. (Barden 1984-1985, Strassmeier ve Fekel 1990). Barden'a göre  $H_{\alpha}$  baş yıldızda yörünge dönemi ile değişken, 2. yıldızda sabit, 3. yıldızda ise normal (etkin olmayan) durumdadır.\* Spektral tipleri Barden K0V, K7V, K5V ( $\pm 1.5$  alt sınıf); Strassmeier ve Fekel ise K2V, K5V, K5V olarak vermektedir.

DH Leo'da x- işini salması ( $< 0.63 \times 10^{31}$  erg / s) gözlenmiştir (Walter ve ark 1980) ancak radyo işinimi 2.8 cm de algılanamamıştır. ( $< 20$  mJy ) ; ( bkz Bolton ve ark. 1981 )

\* Yeni çıkan bir makaleye göre (Newmark ve ark. Astron. J. 100, 560, 1990) baş yıldızdaki kadar olmaya bile, 2. bileşene ait  $H_{\alpha}$  da değişkendir.

## FOTOMETRİK GÖZLEMLER

Bu çalışmada Ankara Üniversitesi Ahlatlibel Gözlemevinde 1972-1983 yılları arasında yapılan b,v gözlemleri kullanılarak DH Leo'nun uzun dönemli ışınım değişimi incelenecaktır.

Yörunge dönemine göre noktalanan bütün v gözlemleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 2 denet-mukayese (HD85428 -HD86132) farkını sergilemektedir. Bu farkın 17 gecede b, v de gözlenen ortalama değerleri söyledir.

$$\Delta v = -0.414 \pm 0.011/\sqrt{17}, \quad \Delta b = -0.086 \pm 0.008/\sqrt{17} \quad (1)$$

Görüleceği gibi mukayese yıldızında, varsa bile, geceden geceye değişim 0.01 kadirden küçüktür.

Şekil 1'den görüleceği gibi DH Leo'da fotometrik dönem yörunge döneninden farklıdır. ışınım değişimi Güneş benzeri lekelerden kaynaklanırsa en az iki leke çevriminin varlığı Şekil 1'den kolayca anlaşılmaktadır. Leke evrimi Şekil 3 de daha kolay görülmektedir. Burada gecelik ortalama parlaklıklar Julian güne göre noktalanmıştır. U B V sistemine indirgenmiş eşel sağ tarafda gösterilmiştir. Görüleceği gibi, birkaç hafta içinde dizgenin ışık eğrisinde önemli değişimler vardır. Ortalama parlaklık 1977 den 1982 ye kadar düşmüştür, sonra yeniden artmaya başlamıştır. Henüz indirgeme işlemleri tamamlanmamış olan 1987 - 1990 arasındaki gözlemler, bu artışın devam ettiğini göstermektedir. Tek bir dönme süresinde, ki yörunge dönemine yakındır, lekelerin neden olduğu modülasyon genliği v de yaklaşık 0.15 kadir kadardır. Uzun dönemde ise, ortalama parlaklıkda 0.4 kadir kadar değişim görülmektedir. Şekil 3 den uzun dönemli çevrimin 8-14 yıl arasında olduğu sonucu çıkmaktadır.

Şekil 4, b-v renginde uzun dönemli değişim görülmektedir. Ortalama B-V deki değişimde de V de olduğu gibi, en az iki ayrı çevrimin varlığı sezilmektedir. Birinci leke çevrimi 1979-80 de son bulmuş, ikincisi başlamıştır.

DH Leo'da uzun dönemli değişim ilişkin en önemli bulgu Şekil 5 de gösterildiği gibi V ile B-V arasındaki bağıntıdır. Bu K0 - K2 yöresindeki anakol bağıntısını yansıtmaktadır. Benzer değişim kısa dönemli RS CVn dizgesi olan UV Psc'in A. Ü. Ahlatlibel Gözlemevinde 1976 - 1988 yılları arasında yapılan gözlemlerde de görülmektedir; ancak UV Psc'da değişim aralığı daha küçüktür.

Argue (1966) DH Leo için  $V = 8.45$ ,  $B-V = 1.02$ ,  $U-B = 0.76$  vermektedir. Argue DH Leo'yu derin minimumda yakalamış olabilir mi? Şekil 5,  $V = 4.88 + 3.3 (B-V)$  ile temsil edilebilir. Bu bağıntının uzantısı  $V = 8.45$  için  $B-V = 1.08$  vermektedir.

Birkaç ay içinde renkte yaklaşık 0.04 kadir kadar, bir dönme süresinde ve yaklaşık 0.15 kadir kadar değişme gözlediğine göre aradaki fark bu yolla açıklanabilir. Ancak Argue, yıldızı Eylül - Arahk 1964 de gözlemiştir. Bu tarihte, Şekil 3'deki uzun dönemli çevrime göre, DH Leo çok daha parlak olmamıştır. Nitekim Eggen'nin 1963 deki gözlemi  $V = 7.75$ ,  $B - V = 0.88$ ,  $U - B = 0.43$  tür. (Eggen 1964). O halde Argue ( 1966 ) yanlış yıldızı , büyük bir olasılıkla HD86260'ı gözlemiş olmalıdır.

DH Leo'da yukarıda sözü edilen renk değişimi spektrel tipte yaklaşık 2 alt sınıf değişimi; etkin sıcaklık da en az 300K kadar değişim anlamına gelmektedir.O halde DH Leo'nun H-R diyagramındaki yeri gözlem anına bağlı olacaktır. Dolayısıyla elde edilecek fiziksel ve evrim parametreleri etkilenecektir. Nitekim Eggen (1984)'a göre DH Leo, diğer kromosferce etkin yıldızlar gibi Hyades anakolunun yukarısına düşmektedir. Halbuki etkin olamayanlar anakoldadırlar. Eggen (1984) bu gözlemlerini şöyle açıklayabileceğini söylemektedir.

- i. Kromosferce etkin yıldızlarda uzun dönemli değişim var ve hepsi maksimuma yakın gözlenmiş olabilir;
- ii. Kromosferce etkin yıldızlar evrim sonucu alt dev + beyaz cüce dumurdadırlar;
- iii. Sistemde benzer parlaklıktaki bileşenler var ;

Şimdi, en azından DH Leo'da görülmeyen sisteme benzer parlaklıktaki olmasa bile, hem bileşenler var hem de uzun dönemli değişim var. Eggen maksimum parlaklığını kullanıldığı burada belirtilmelidir.

### LEKE ÇEVİRİMİ VE ETKİN LEKE ALANI

DH Leo'daki ışının değişiminin güneşdekine benzer lekelerden ileri geldiği düşünülmektedir. Eğer  $\ell_s$  ,lekeli yıldızın  $S = (\lambda_1, \lambda_2)$  aralığında saldığı ışınınının lekesiz yıldızın yine S aralığında saldığı ışınıma oranı olarak tanımlanırsa

$$\ell_s = 1 - aq_s \quad (2)$$

şeklindedir. Burada  $a$ ; lekenin toplam kesirsel yüzeyi,

$$q_s = 1 - \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} B_\lambda(T_\ell) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} B_f(T_f) d\lambda} \quad (3)$$

dir. Burada B Planck fonksiyonunu,  $T_\ell$  leke sıcaklığını ,  $T_f$  ise fotosfer sıcaklığını temsil etmektedir. (Burada lekelerde sıcaklık dağılımı , yıldızda kenar kararması v.b hesaba katılmayacaktır.)

DH Leo'da Barden ve ark. (1976)  $T_f - T_l = 800$  K hesaplamaktadır. Bunun her zaman aynı olduğunu, yanlış etkin leke alanının leke çevrimi boyunca değiştigini varsayılmı.  $T = 4900$  K (Allen 1973),  $T = 4100$  K için hesapladığımız  $q$  ve  $I$  değerleri Şekil 6 ve Şekil 7 de gösterilmiştir. DH Leo'nun "lekesiz" parlaklıği için  $V = 7.75$ ,  $B - V = 0.88$  alacağız (Bkn Şekil 5). Leke çevrimi boyunca  $v$  ve  $b$  deki ışık azalmaları (kadir) ve bunlardan hesaplanan ' $a$ ' değerleri çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1:DH Leo'da etkin kesirsel leke alanı.

Yıllar	$\delta v$	$a_v$	$\delta b$	$a_b$
1977	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.07	0.09	0.08	0.11
1981	0.25	0.33	0.29	0.33
1982	0.30	0.39	0.36	0.40
1985	0.19	0.25	0.20	0.24

Burada sözgeçlerin yanıt eğrileri dikdörtgen kabul edilmiş, dizgedeki bileşenlerin katkıları hesaba katılmamıştır. ışık eğrisinin tam modelleme hesabından Barden ve ark (1986) Şubat 1985 için  $a = 0.16$  bulmuşlardır. Çizelge 1'den görüldüğü gibi 1982 de DH Leo'nun yüzeyinin % 40'ı lekeli idi.

Tek dönme süresinde gözlenen  $v$ 'deki yaklaşık 0.15 kadirlik değişme  $a$ 'da % 20 ye varan değişme anlamına gelmektedir.

Lekelerin yüzey dağılımı için ışık eğrisinin ayrıntılı modelleme hesabı gereklidir. Yani lekelerin yüzeydeki dağılımı değişkendir.

## DH LEO'UN BİLEŞENLERİ VE H-R DİYAĞRAMI

DH Leo'nun bileşenlerinin spektral tiplerinden yararlanarak işinuma katkıları hesaplanıp gözlemlerle karşılaştırılabilir. Birinci, ikinci ve üçüncü bileşenlerin spektral tiplerini sırasıyla K0V, K7V, K5V kabul edeceğiz (Barden 1984 - 1985). Bileşenlerin beklenilen işinim oranları, bu oranlardan ve maksimum parlaklıkda gözlenen  $V = 7.75$ ,  $B-V = 0.88$ ,  $U-B = 0.47$  değerlerinden hesaplanan parlaklık ve renkleri Çizelge 2 de verilmiştir.

Salt parlaklık için uzaklık açısı  $p = 0''.031 \pm 0''.006$  kullanılmıştır. (Bkz Eggen 1984) Bileşenlerin spektrel tiplerinden beklenilen renkler (Allen 1973) parantez içinde gösterilmiştir. Çizelge 2 a'da son iki sütun gözlemlerden hesaplanan değerlerdir. Her ne kadar U, B, V sütunları, bu gözlem ağırlıklı değerlerle tam uyum içinde değilse de uzun dalga boyuna gidildikçe bileşenlerin artan katkısı açıkça sergilenmektedir. Çizelge 2-b'den görüleceği gibi dizgede 2. ve 3. yıldızlardan beklenilen katkıdan daha çok mavi ışık vardır.

Barden ve ark. (1986) da u ışık eğrisinin genliğinden, bileşenlerin katkısının % 7 beklenildiği halde % 50 kadar olması gerektiğini bulmuşlar, bunu ışık minimumda artan morötesi kromosfer çizgilerinin varlığına bağlamışlardır. Burada, bizim yukarıda verdığımız hesapların dizgenin en parlak "lekesiz" evresi için geçerli olduğu belirtilmelidir.

**Çizelge 2.** DH Leo dizgesinde bileşenler için beklenilen ve hesaplanan değerler

a-) Beklenilen ışınım oranları ( $L_i/L_{toplam}$ )

Bileşen	u	b	v	$\lambda 6430(1)$	$H_\alpha (2)$
i = 1 K0V	0.80	0.73	0.68	0.80	0.75
2 K7V	0.06	0.09	0.12	0.08	0.10
3 K5V	0.14	0.17	0.20	0.12	0.15

(1): Strassmeier ve Fekel 1990

(2): Barden 1984

b-) U, B, V Gözlemlerinden hesaplanan değerler

Bileşen	v	$M_v$	b - v	u - b
1	8.17	5.63	0.89 (0.89)	0.34 (0.47)
2	10.04	7.50	1.16 (1.29)	0.83 (1.17)
3	9.49	6.95	1.04 (1.18)	0.69 (1.10)

Strassmeier ve Fekel'in sıcaklık eşeli ve Barden'in tayf türlerinden belirlenen DH Leo'nun bileşenlerinin H-R diyagramındaki yerleri Şekil-8'de gösterilmiştir. Bileşenler T Tauri bölgesine yakın düşmektedirler. Ancak ışınım güçlerinin oranlarının hesabındaki yaklaştırmalar ve sıcaklık eşelindeki olası yanılıqlar nedeniyle bu temkinle karşılanmalıdır. Diğer taraftan Eggen (1984)'e göre DH Leo Hyades süper kümesinin üyesidir. Eğer bu doğru ise DH Leo'nun bileşenleri T Tauri evresinden daha yaşı olmalıdır. DH Leo'da baş yıldızla bileşenler arasındaki parlaklık farkı, bileşenlerde T Tauri yada BY Draconis türü değişimler aramayı güçlendirmektedir.

#### KAYNAKLAR:

Allen, C. W.: 1973, *Astrophysical Quantities*

Argue, : 1966, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **133**, 475

Aslan, Z. : 1981, *IBVS No. 1941*

Aslan, Z. : 1967, *M. Sc. Tezi*, Sussex Üniversitesi

Aslan, Z. ; Kızıloğlu, Ü. ; Derman, E. : 1984, *Ulusal Astronomi Toplantısı Tebliğleri*. Kandilli Rasathanesi Yayımları. s. 107

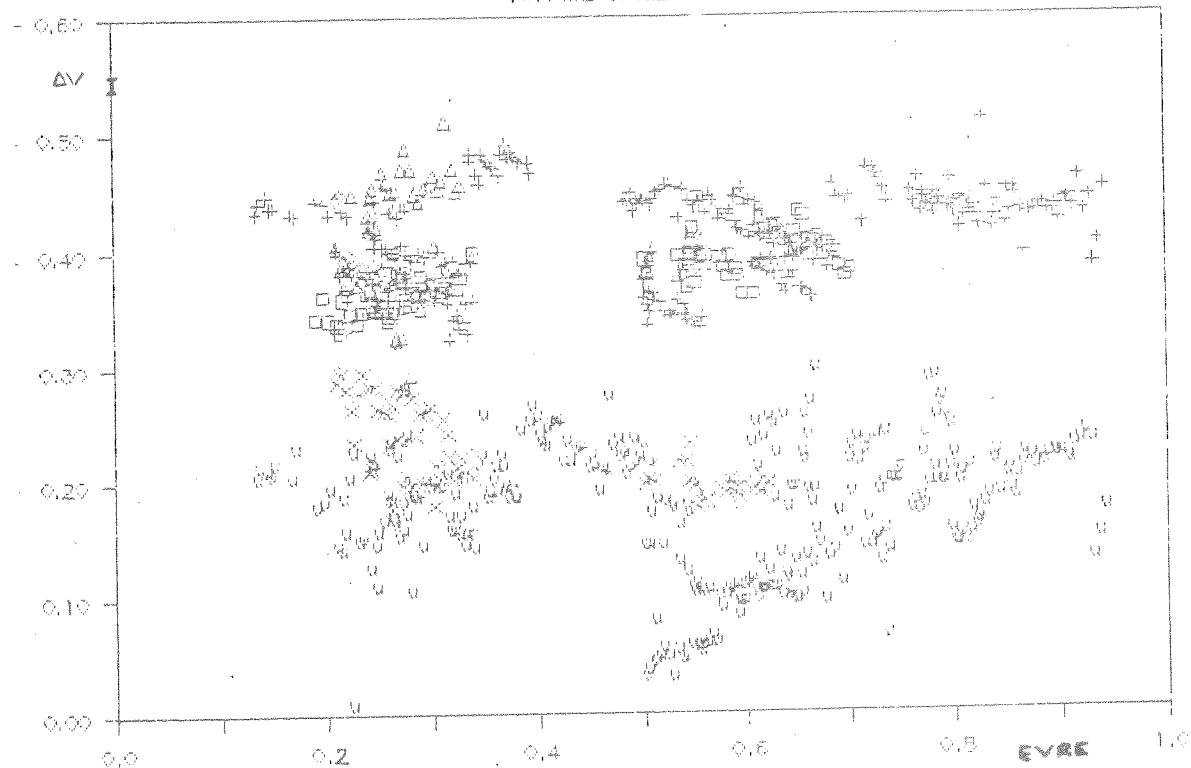
Barden, S. C.; Fried, R. E.; Ramsey, L. W.; Guinan, E. F.;

Wacker, S. W. : 1986, *Cool Stars, Stellar Systems and The Sun*

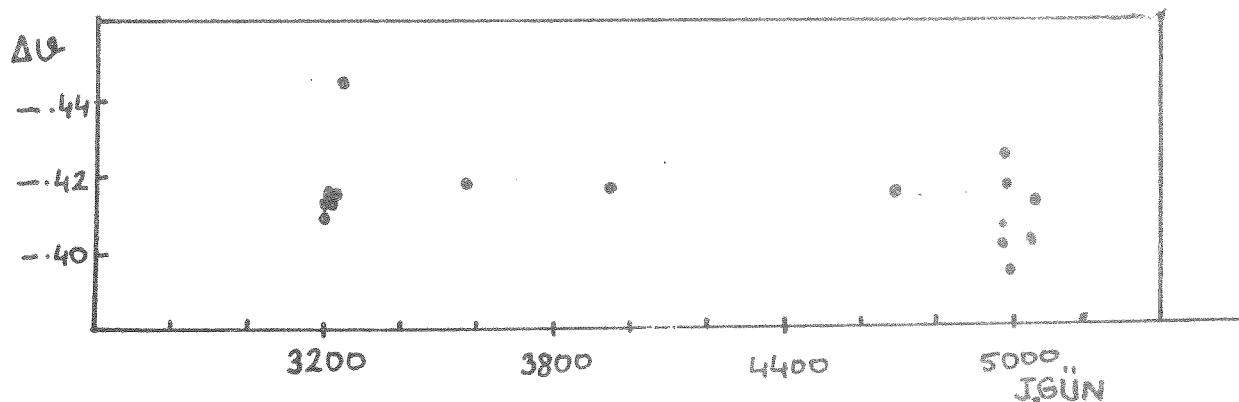
- Bolton, C. T.; Aslan, Z.; Kamper, K. W.; Lyons, R. W. :1981,  
*Astron. J.* **86**, 1267
- Bopp, B. W.; Yalcoot, J. C. : 1978, *Astron. J.* **83**, 1517
- Eggen, O. J.: 1964, *Astron. J.* **69**, 570
- Eggen, O. J.: 1964, *Astron. J.* **89**, 1358
- Joy, A. H.; Wilson, R. E.: 1949, *Astrophys. J.* **109**, 231
- Hall, D. S.; Wancher, C. A.; Louth, H.: 1979, *IBVS* 1690
- Stassmeier, K. G.; Hall, D. C.; Zeilik, M.; Nelson, E.; Eker, Z. ;  
Fekel, C. F.: 1988, *Astron. Astrophys Suppl. Ser.* **72**, 291.
- Stassmeier, K. G.; Fekel, F. C.: 1990, *Astron. Astrophys.* **230**, 389
- Walter, F. M.; Cash, W.; Charles, P. A.;  
Bowyer, C. S.: 1980, *Astrophys. J.* **236**, 212
- Wilhu, O.; Rucinski, S. M.: 1983, *Astron. Astrophys.* **127**, 5

# DH LEO İŞIK EĞRİSİ

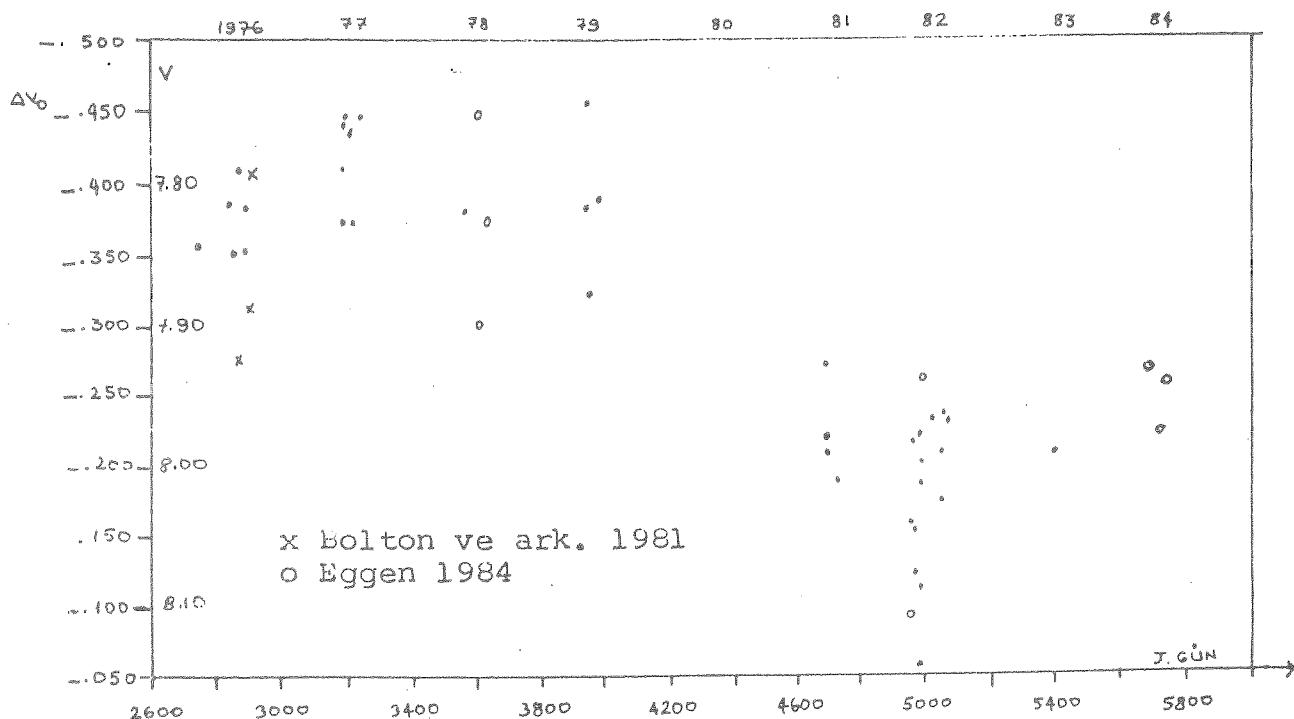
TÜM MEVSİMLER



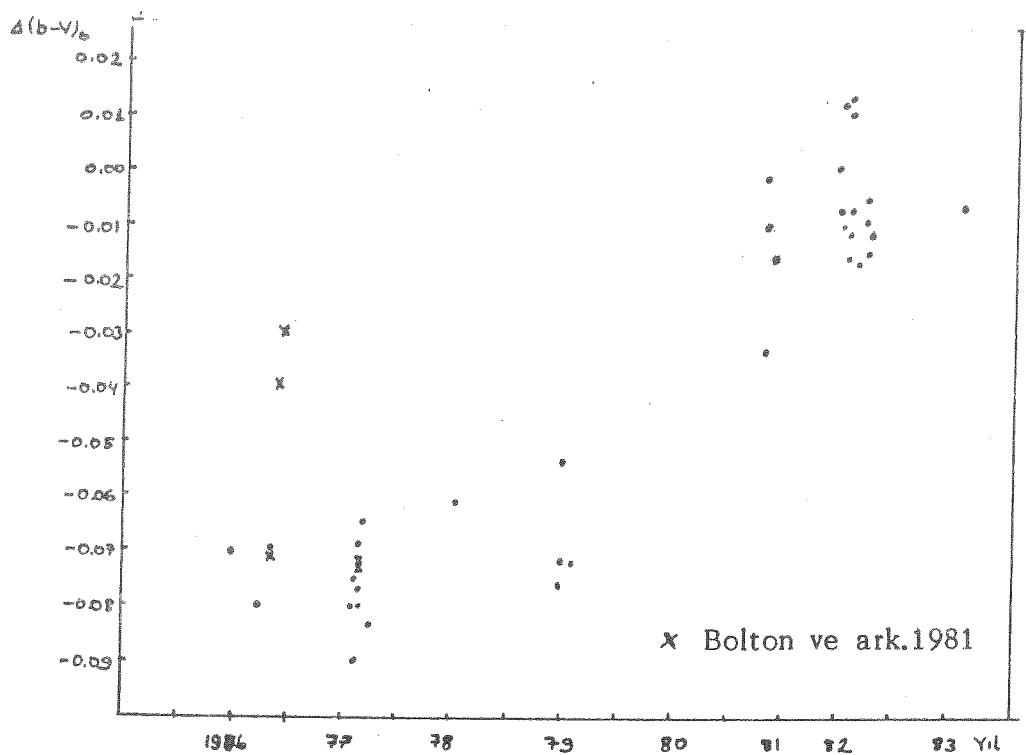
Şekil 1. DH Leo'nun 1975-1983 yılları arasındaki gözlemleri yörünge dönemine karşı noktalanmıştır. Bir gözlemin olağan yanığı (standart hata) v ekseninde belirtilmiştir. Fotometrik dönemin yörünge dönemi ile uyuşmadığı görülmülyor.



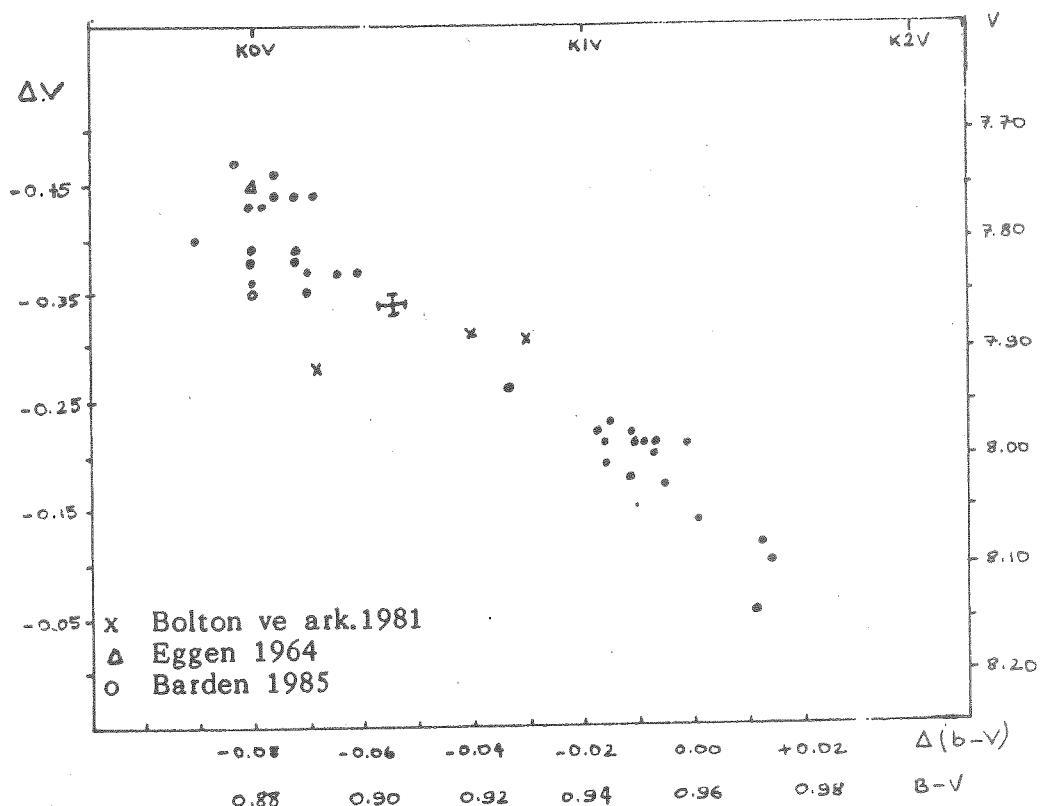
Şekil 2. Denet-mukayese farkı Julyen güne karşı noktalanmıştır.



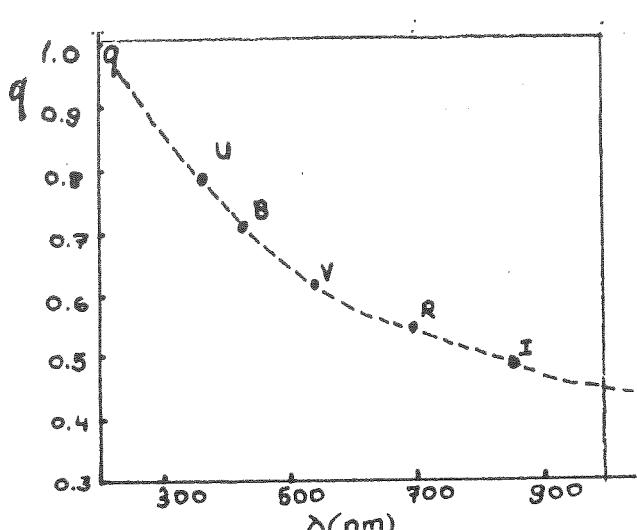
Şekil 3. DH Leo'nun gecelik ortalama parlaklığının Julyen güne göre değişimi.



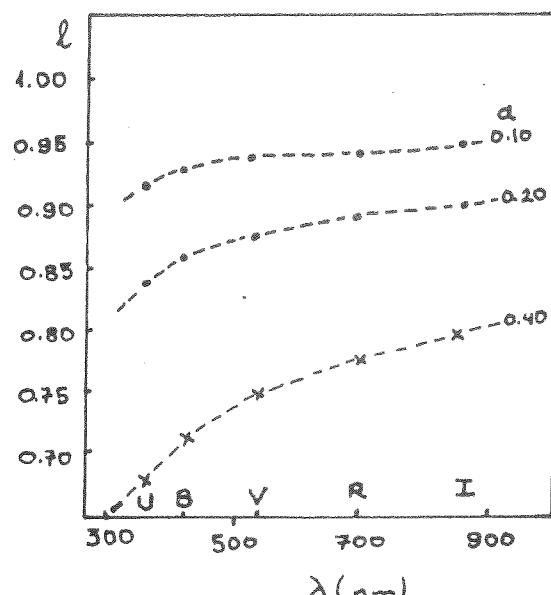
Şekil 4. DH Leo'nun b-v renginde uzun dönemli değişim.



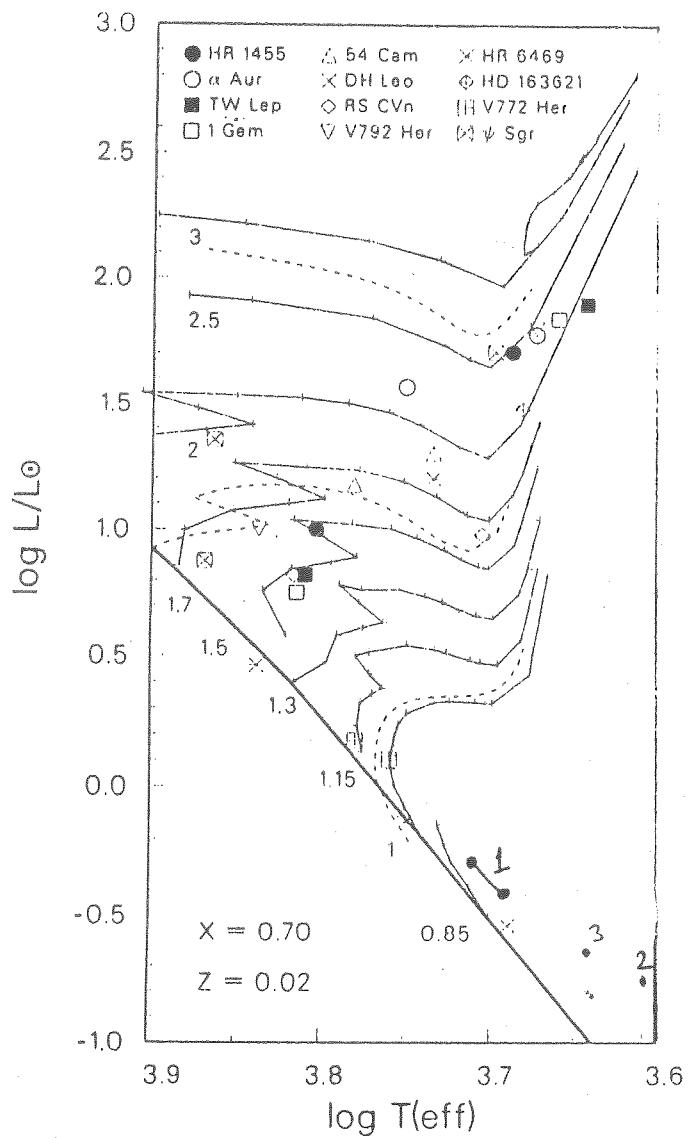
Şekil 5. DH Leo'da 1975-1983 yılları arasında renk ve parlaklık değişimi arasındaki ilişki. Tipik gözlem yanılışı  $(-0.054, -0.340)$  noktası ile belirtilmiştir. Eğim, ilgili sıcaklıklar- lardaki anakol eğimi ile yaklaşık olarak aynıdır.



Şekil 6.  $T(\text{fotosfer})=4900\text{K}$ ,  $T(\text{leke})=4100\text{K}$  için hesaplanan kesirsel aki kaybı.



Şekil 7.  $T(\text{fotosfer})=4900\text{K}$ ,  $T(\text{leke})=4100\text{K}$  için, kesirsel lekeli yüzeyi  $a$  olan bir yıldızın lekesiz yüzeye normalize edilmiş beklenilen ışınım gücü.



Şekil 8. DH Leo'nun bileşenlerinin H-R diyagramındaki yerleri. Şekil, Strassmeier ve Fekel (1990) den alınmıştır.