

DH LEO (HD 86590) YILDIZININ MORÖTESİ TAYFI

Zeki Aslan, Ümit Kızıloğlu *, Ethem Derman

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, ANKARA

* Orta Dođu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, ANKARA

ÖZET : Bu çalışmada RS CVn—türü çift yıldızların bir üyesi olan DH Leo'nun IUE uydusu ile alınan dokuz düşük dispersiyonlu morötesi tayfını inceledik. Tayfsal yörünge analizi sonucu beklenen yoldaş beyaz cüceye ilişkin herhangi bir ize bu tayflarda raslanamamıştır. Sistemin fotoelektrik gözlemlerinde bir örtülme gözükmemesine karşın sıfır evresine yakın alınan iki tayfta örtülme olayını destekleyen bulgular vardır. Daha önceki çalışmaları da gözönüne alarak sistemin geometrisi tartışılmıştır.

1. GİRİŞ

DH Leo, gözlenen tayfındaki özelliklerden dolayı RS CVn—türü çift yıldızların bir üyesidir. CaII, H, K ve H—alfa çizgileri salma şeklindedir, (1, 2, 3). Işık eğrisinde bozulma dalgası (1) ve minimum göçü vardır (4). Sinüsoidal dalganın genliği V süzgecinde $0^m.14$, B süzgecinde ise $0^m.16$ dir ve fotometrik gözlemler tayfsal dönemin fotometrik dönemden farklı olduğunu göstermektedir (5). DH Leo ile ilgili veriler Çizelge I'de verilmiştir.

İlk tayfsal yörünge analizi Aslan tarafından (6) az sayıda Kottomia plakları kullanılarak yapılmış daha sonra Bolton ve arkadaşları David Dunlop Gözlemevinde elde edilen ve başka araştırmacıların elde ettiği dikine hız verilerini Kottomia verilerine ekleyerek daha duyarlı bir yörünge analizi gerçekleştirmişlerdir (4). $12 \text{ \AA} / \text{mm}$ dispersiyonlu David Dunlop tayflarında dikkatli aramalar karşın yoldaş yıldızın izine rastlanmamıştır. Bu durumda yoldaşın MOV den daha geç tayf türünden bir anakol yıldızı olması gerekir. Fakat yörünge analizinden bulunan kütle fonksiyonu böyle küçük kütleli bir yoldaşı reddetmektedir. İşte bu noktada Bolton ve arkadaşları yoldaşın bir beyaz cüce olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Kitt Peak Gözlemevinin olanaklarını kullanarak DH Leo'nun H—alfa salmasındaki değişim ile yörünge evresi arasında bağıntı arayan S. Barden kullandığı CCD türü elektrik dedektöründeki arıza nedeniyle FeI ve CaI çizgilerinin bol olduğu H—alfa'nın mavi tarafındaki bölgenin tayfını çekiyor. Bir tesadüf eseri alınan $14.4 \text{ \AA} / \text{mm}$ dispersiyonlu bu tayfta sadece yoldaşın değil bir üçüncü bileşenin de izini görüyor, (7). Toplam 17 tayftan yörünge analizi de yapan Barden kütle fonksiyonunu kullanarak yoldaşın tayf türünün K5 ile M0 arasında olması gerektiğini vurguluyor. Fakat sözkonusu bulgu ancak $i=78^\circ$ halinde geçerli, bu ise az da olsa bir örtülme gerektiriyor. Eğer tutulma yok ise yoldaşın kütlesi büyüekte, bu ise gözlemlerle çelişki yaratmaktadır.

Fotometrik ve tayfsal gözlemleri RS CVn özellikleri göstermesine karşın DH Leo'dan X—ışın ve radyo salması gözlenememiştir, (8, 9). RS CVn—türü yıldızların en

ÇİZELGE I
DH Leo ile İlgili Veriler

DH Leo = HD 86590 = BD + 25° 2191	
$\alpha_{1900} = 09^{\text{sa}} 54^{\text{dk}} . 4$	$\delta_{1900} = + 25^{\circ} 02'$
$l_{1950} = 206^{\circ} . 86$	$b_{1950} = + 51^{\circ} . 54$
$V = 7.75$	
$B-V = +0.88$	
$U-B = + 0.43$	
Tayf Türü = K0V	
$d = 35 \text{ pc}$	
$P = 1^{\text{d}} . 07354$	
$v \sin i = 40 \pm 10 \text{ km/sec}$	

yakınlarından birisi olmasına karşın DH Leo'nun elektromanyetik tayfın bu bölgelerinde ışınım yapmaması çok ilginçtir. Ayrıca, yoldaşın beyaz cüce olma olasılığı, RS CVn—türü yıldızların morötesi özelliklerini araştıran astronomları DH Leo'yu da IUE uydusu ile gözlemeye itmiştir. Vilhu ve Rucinski (10) onun morötesi tayfında beyaz cücenin sürekli ışınımına rastlanmadığını belirtmişlerdir. 1975'den bu yana A.Ü. gözlemevinin gözlem izlencesinde yer alan bu yıldızın yukarıda değindiğimiz özelliklerini de göz önünde tutarak bu çalışmada morötesi tayfında göze çarpan özelliklerine baktık.

2. GÖZLEMLER

IUE ile gözlem yapan üç araştırmacı DH Leo'yu izlencelerine aldılar. Bunlardan O. Vilhu, RS CVn'lerde dönme—etkinlik ilişkisini ve W. Beavers ise beyaz cüce bileşenli sistemleri araştırıyordu. S. Shaw ise araştırmasında sadece DH Leo'ya yer vermişti ve başta beyaz cüce bileşeni olmak üzere sistemin tüm morötesi özelliklerini araştırıyordu.

Üç araştırmacı kısa dalga boyunda beş ve uzun dalga boyunda dört olmak üzere DH Leo'nun toplam dokuz düşük dispersiyonlu tayfını çektiler. Ayrıca bir tane de yüksek dispersiyonlu kısa dalga boyunda tayfını aldılar. Bu çalışmada biz sadece düşük dispersiyonlu tayfları inceledik ve bunlara ilişkin veriler Çizelge II'de görülmektedir. Poz süresinin ortasına karşılık gelen evre, Bolton ve arkadaşlarının verdiği ışık elemanları ($2442849.896 + 1^{\text{d}}.070354$) kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm tayflar İspanya Madrid yakınlarındaki ESA IUE indirgeme merkezinde bulunan arşivden sağlanmıştır. Manyetik bantlarla gelen veriler, ODTÜ Fizik Bölümünde hazırlanan bir dizi yazılım kullanarak yine aynı yerde bulunan DEC bilgisayarı ile indirgenmiştir.

ÇİZELGE II

DH Leo'nun IUE Gözlemleri. Tüm Tayflar Düşük Dispersiyonlu Olup
10"x20" lik Geniş Yarıklı Alınmıştır.

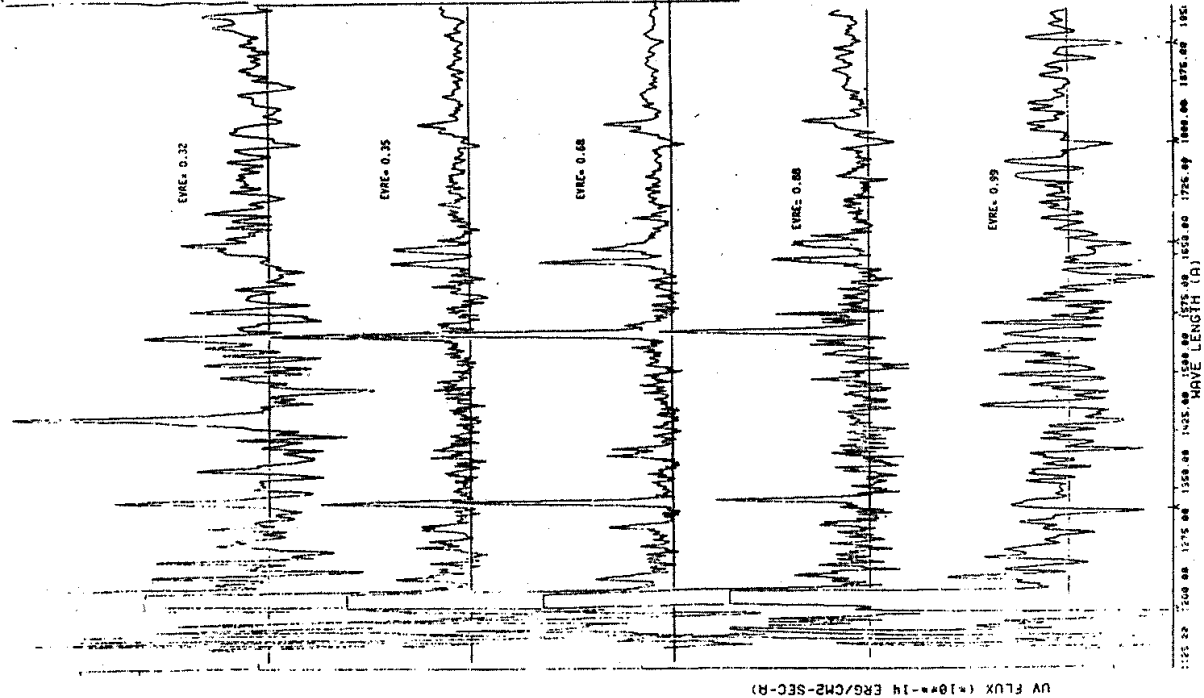
TAYF NO.	TARİH	BAŞLANGIÇ(GZ)	POZ(da)	EVRE	GÖZLEMÇİ
LWR12191	22 ARA 81	13 ^{sa} 23 ^{dk} 27 ^{sn}	5 ^{da}	0.40	O.VILHU/ESA
SWP15832	22 ARA 81	10 40 14	150	0.35	O.VULHU/ESA
SWP15897	28 ARA 81	21 20 00	10	0.32	W'BEAVERS/NASA
SWP19901	04 MAY 83	20 51 00	60	0.99	J.SHAW/NASA
LWR15875	04 MAY 83	10 21 00	8	0.56	J.SHAW/NASA
SWP19899	04 MAY 83	10 36 00	360	0.68	J.SHAW/NASA
LWR15876	04 MAY 83	16 58 00	30	0.82	J.SHAW/NASA
LWR15877	04 MAY 83	20 08 00	30	0.95	J.SHAW/NASA
SWP19900	04 MAY 83	17 33 00	150	0.88	J.SHAW/NASA

3. TAYFLARIN İNCELENMESİ

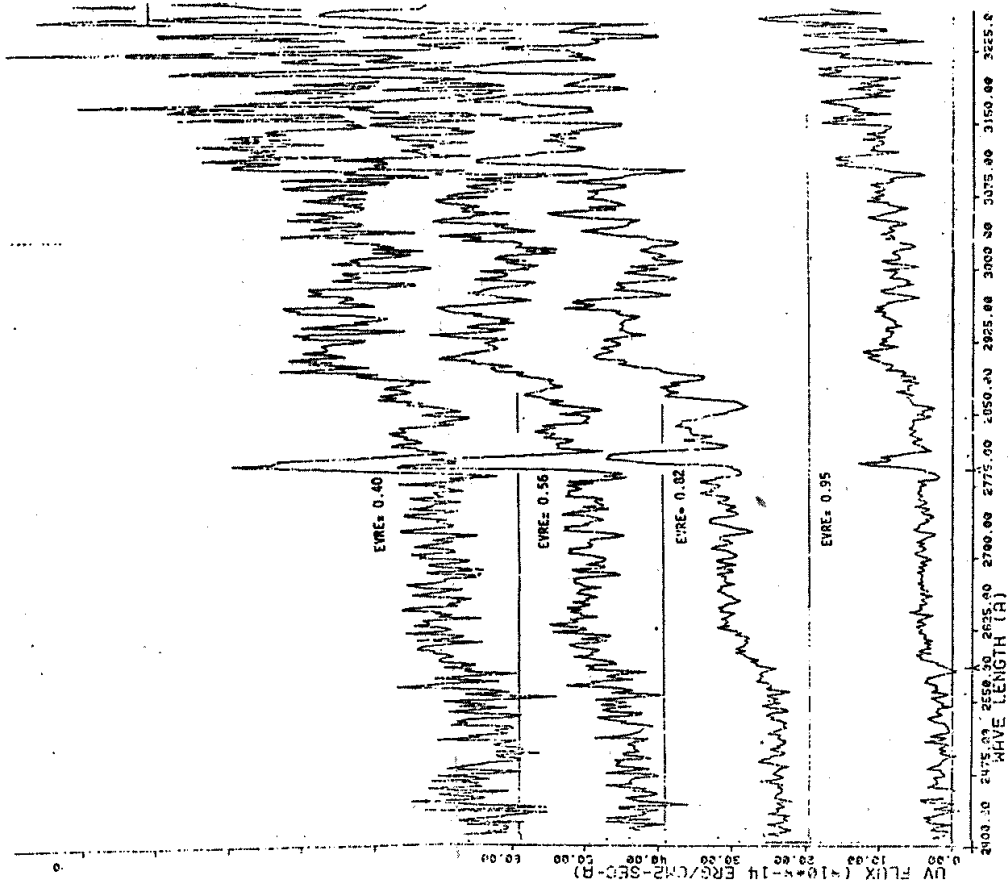
Şekil 1'de uzun dalga boyunda alınan dört düşük dispersiyonlu tayfın sadece 2400–3300 Å aralığında kalan bölgesi görülmektedir. Yaklaşık 2400 Å, K0 türü yıldızın enerji dağılımının morötesindeki bitim noktası olup sistemden 2000–2400 Å aralığında hiç foton gelmemektedir. Şekilde göze çarpan yegane tayfsal olgu, 2795 ve 2802 Å dalga boyundaki kromosferik kökenli MgII h ve k salmasıdır. Ayrıca daha uzun dalga boylarında metalik soğurma çizgileri görülmektedir.

Dört tayfı birbiri ile karşılaştırdığımızda 0.95 evresinde alınan tayfın diğer üçünden farklı olduğu görülmektedir. Gerçekten bu tayfın sürekli ışınımında diğerlerine göre büyük düşme görülmektedir. 0.95 evresinde oluşan ışınımındaki bu azalma şu üç nedenden kaynaklanabilir. Birincisi aletsel bir hata olabilir. Fakat 0.56 ve 0.82 evresindeki diğer iki tayfın aynı gün ve daha önce alındığını gözönüne alırsak böyle bir olasılığı dışlamak gerekir. İkinci neden tam bu evrede yıldızın lekeli yüzünü görmekte olabiliriz ve dolayısıyla daha soğuk bir yüzeyden gelen enerji de daha az olacaktır. Bozulma dalgasının minimumunun 0.0 evresi yöresinde bulunduğunu gözönüne alırsak (4, 5) öneri doğru gibi gözükmektedir. Fakat hem ışınımındaki azalma çok fazla olup kadar olarak değeri 0.15 den büyük görülmektedir, hem de MgII h ve k salmasında bir artma değil azalma görülmesi bu olasılığı dışlamamıza neden olmaktadır. Üçüncü olasılık ise baş yıldızın örtülmesidir. Bu durumun olurluğunu tartışmadan önce kısa dalga boyunda alınmış dispersiyonlu tayflara bakalım.

Şekil 2'de 1200 – 1900 Å aralıklarında alınmış tayflar evre sırasına göre verilmektedir. 0.35, 0.68 ve 0.88 evrelerinde alınan tayflar normal bir RS CVn-türü yıldızın örneğinin AR Lac'in tayfına (11) benzemektedir. 0.32 evresinde alınan birinci tayf poz süresini saptamak için deneme amacıyla çekilmiştir. 10 dakika gibi kısa poz süresinde tayf kendini göstermemekte ve sinyal gürültü (S/N) oranının çok kötü olduğu görülmektedir. En iyi



Şekil 2 : Kısa dalgaboyunda ve farklı evrelerde alınan DH Leo'nun IUE tayflarını karşılaştırmaktadır. 0.32 ve 0.99 evrelerinde alınan tayflarda gürültü fazla olduğundan veriler kayan ortalama bir filtre ile filtre edilmiştir. 0.99 evresindeki tayfta salma çizgilerinin oluşmadığı hemen görülmektedir.



Şekil 1 : Uzun dalgaboyunda ve farklı evrelerde alınan DH Leo'nun IUE tayflarının karşılaştırılması görülmektedir. Hemen farkedileceği gibi 0.95 evresinde alınan en alttaki tayfta sürekli ışınımda büyük düşme vardır.

S/N oranını 0.68 evresinde alınan tayfta görüyoruz. Çünkü poz süresi altı saattir. Diğer iki tayfın poz süreleri ise 2.5 saattir. Şekildeki en son 0.99 evresinde alınmış tayfın üzerinde çok duracağız, çünkü diğer üç tayftan çok farklı gözükmemektedir. Bu son tayfta da belirgin salma çizgilerinden hiçbiri (Ly-alfa hariç) hatta en kuvvetli CIV çizgisi dahi görülmemektedir. Birinci ve en kuvvetli olasılık söz konusu poz süresi 1 saattir ve bu zaman, görüntünün oluşması için yeterli olmamıştır. 10 dakikalık ve 1 saatlik poz süreli tayfların S/N oranının çok kötü olmasından dolayı

$$x_n = (x_{n-2} + 2x_{n-1} + 3x_n + 2x_{n+1} + x_{n+2}) / 9$$

şeklinde kayan bir filtre uygulayarak filtreden geçirdik. Çok ilginçtir ki 10 dakikalık tayfta dahi CI (1658 Å) ve CII (1335 Å) salma çizgilerinin oluşmuş olmasına karşın bir saatlik tayfta bu çizgiler gözükmemektedir. Eğer bu farklılık poz süresinin kısalığından kaynaklanmıyorsa aktif yıldız bütünüyle başka bir cisim tarafından örtülmüş olmalıdır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

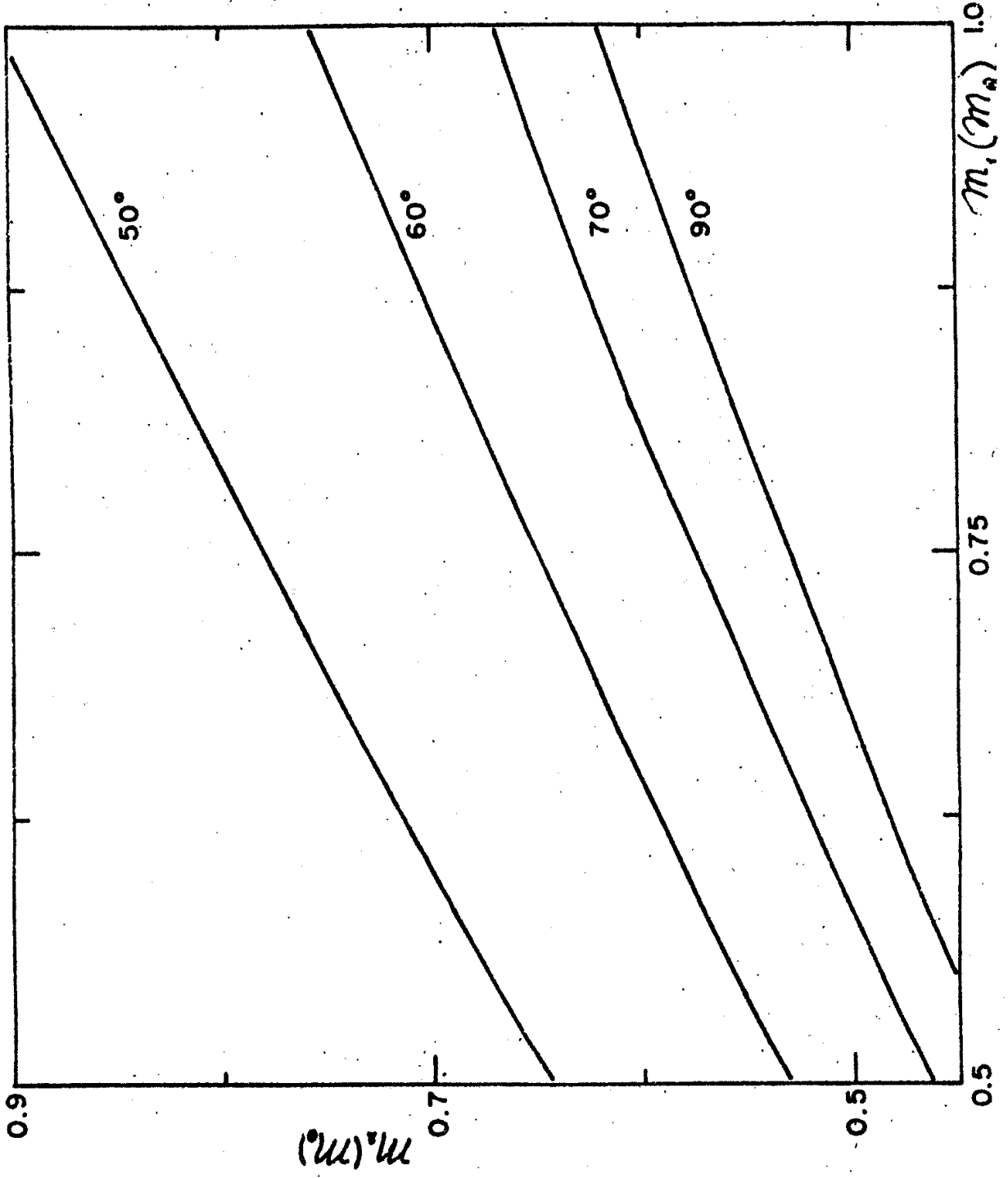
İlk kez 1967 yılında Aslan tayfsal yörünge analizini yapıp kütle fonksiyonunun grafiğini çizdiğinde, DH Leo'nun ya küçük kütleli sönük bir anakol yoldaşı olmalı, ki o zaman sistem örtülmeden dolayı ışık değiştirmelidir, ya da gözlenemeyen ağır kütleli bir yoldaşı (beyaz cüce) olmalıdır sonucuna varmıştı. Şekil 3'te, (4)'den alınan $f(M) (M_{\odot}) = 0.093$ kütle fonksiyonuna göre çizilmiş $M_1 - M_2$ grafiği görülmektedir. Gerçekten baş yıldızın K0V'e karşıt $0.8 M_{\odot}$ kütleli bir yıldız olduğunu bildiğimize göre eğer tutulma yok ise yoldaşın da K3 - K5 tayf türünden bir yıldız olması ve gözlenen tayfta kendini göstermesi gerekir.

(1), (4) ve (5) de yapılan sürekli fotometrik gözlemler bir tutulma olmadığını göstermektedir. Barden (7) kendi yörünge analizinden elde ettiği $f(M) = 1.21$ gibi büyük bir kütle fonksiyonundan yoldaşın K7 tayf türünden bir yıldız olduğu sonucuna varıyor. Aynı araştırmacının, yoldaşın ve üçüncü bileşenin kütlelerini bulmak için tayfta gördüğü parlaklık farkını kullanmaması yaptığı hesapların kuşkuyla karşılanmasına neden olmuştur. Eğer yoldaş K7 den daha geç türden bir anakol yıldızı ise yörünge eğiminde 78° den büyük olması dolayısıyla örtülme gözlenmesi gerekmektedir. Fakat yazar sadece H-alfa salmasının oluştuğu bölgenin birincil kavuşumda örtüldüğünü gözlemlerle kanıtlayabiliyor.

DH Leo'nun bu güne dek yapılan çalışmalarını ve morötesi tayflarını gözönüne alırsak sistemde örtülme olayını destekleyen bulgular görülmektedir. Bunları şöyle sıralayabiliriz.

1) Yıldızın eşleksenel çevresini, leke dönemi ile eşleksenel hızın çarpımına eşitleyen

$$\sin i = (v \sin i \times p) / 2 \pi R$$



Şekil 3 : (4) nolu kaynaktan alınan kütle fonksiyonu grafiği görülmektedir. Eğer yoldaş bir anakol yıldızı ise bu grafiğe göre M0 tayf türünden daha geç olamaz.

- bağıntıyı, $v \sin i = 40 \text{ km/sec}$ ve $R = 0.85 R_{\odot}$ değerlerini yerine koyarak kullanabiliriz. Yörünge eğimine karşı dönemi noktaladığımızda $p = 1.07$ gün için $i > 80^{\circ}$ elde etmekteyiz
- 2) Sistemin V bandındaki parlaklığı ortalama 7.8 kadir iken, Argue (12) 8.45 kadir olarak gözlemiştir. Bolton ve arkadaşlarının Argue'nin yanlış yıldız gözlediği sonucuna varmasına karşın SKYMAP kataloğu da (13) sistemin parlaklığını 8.49 kadir vermektedir.
- 3) 3. bölümde ortaya koyduğumuz gibi 4 Mayıs 1983 günü alınan morötesi tayflar da bir tutulmanın varlığını desteklemektedir.

Başyıldızı arasına örten cisim ne olabilir sorusuna vereceğimiz yanıtların hayal ürünü olacağı kesindir. Birinci olasılık Barden'in bulduğu üçüncü bileşenin 167 günlük bir dönemle başyıldızı örtmesidir. Bu ise eğer üç cisminde aynı düzlemde olduğunu ve yoldaşın başyıldızı örtmediğini varsayarsak biraz zor bir olasılık olarak gözükmektedir. Aslında örten cismin bir yıldız değil de halka veya zarf şeklinde olmasını destekleyen bazı gözlemler bulunmaktadır. Şöyle ki yıldızın tayf türünün KOV olduğu herkes tarafından kabul edilmesine karşılık sadece bir tayfı Bingham (6) KOIII ve sönük olarak sınıflandırmıştır. İlginçtir ki Argue'nin gözlediği renklerde sistemin tayf türünün KOIII olduğunu göstermektedir. Yine SKYMAP kataloğu sistemin KOIII olarak sınıflandırmıştır. Büyük bir olasılıkla sistem tayf türünü değiştirmemekte fakat onu örten halka veya zarf şeklindeki olgunun gözlenen tayfa katkısı sonucu, sistem KOIII olarak sınıflandırılmaktadır. Bu durumda sistemin geometrisi şöyle olabilir: yoldaş bir beyaz cücedir ve onun etrafında eğik—bükük (twisted) yoğun bir halka başyıldızı örtmektedir. Bu halka beyaz cüce ışımını soğurmakta ve gözlenen tayfa katkıda bulunuyor olabilir. Bu halka zamanla yoğunluğu değişecek şekilde başyıldızın etrafında da olabilir.

KAYNAKLAR

- (1) Hall, D.S., Vaucher, C. A., ve Louth, H.: 1979, Inf. Bull. Var. Stars. No. 1690.
- (2) Joy, A. H., ve Wilson, R.E. : 1949, Astrophys. J. 109, 231.
- (3) Bopp, B. W., ve Talcott, J.C.: 1978, Astron. J. 83, 1517.
- (4) Bolton, C.T., Aslan, Z., Kamper, K.W., ve Lyons, R.W. : 1981, Astron. J. 86, 1267.
- (5) Aslan, Z. : 1981, Inf. Bull. Var. Stars. No. 1941.
- (6) Aslan, Z. : 1967, Master Tezi, Sussex Üniversitesi.
- (7) Barden, S.C. : 1984, Astron. J. 89, 683.
- (8) Walter, F. M., Cash, W., Charles, P. A., ve Bowyer, C. S. : 1980, Astrophys. J. 236, 212.
- (9) Feldman, P. A. : 1980, Bak : Kaynaklar (4).
- (10) Vilhu, O., ve Rucinski, S. M. : 1983, Astron. Astrophys. 127, 5.
- (11) Kızıloğlu, Ü., Derman, E., Ögelman, H., ve Tokdemir, F. : 1983, Astron. Astrophys. 123, 17.
- (12) Argue, A. N. : 1966, Mon. Not. R. Astron. Soc. 133, 475.
- (13) Gottlieb, D. M. : 1978, Astrophys. J. Suppl. 38, 287.

