

V836 Cygni Örtlen Çift Yıldız Dizgesinin Fotoelektrik Işıkkölçümü

B. Ulaş, Ö. Gülmen

Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

ÖZET

V836 Cygni örtlen çift yıldız dizgesi, Ege Üniversitesi Gözlemevi' nde, Temmuz, Ağustos ve Eylül 2001'de toplam on gece, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi' nde ise Ağustos 2002' de iki gece gözlenmiş, standard UBV sisteminin U, B ve V renklerinde fotoelektrik ışık eğrileri elde edilmiştir. Veriler, Wilson ve Deviney yöntemi ile çözümlenmiş, fotometrik kütle oranı ve dizgenin fiziksel ve geometrik nicelikleri hesaplanmıştır. Yöntemde MODE 5 seçeneğinde çözüm yapılmış ve dizgenin yarı-ayrık olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan dönem çözümü, dönemin madde aktarımı sonucu (parabolik) değişimini desteklemiş, elde edilen farklar, diğer bir etkinin de dönem değişiminde rol oynayabileceğini göstermiştir.

Anahtar sözcükler: örtlen değişen yıldızlar, örtlen değişen yıldızların yörünge öğeleri, ışık eğrisi çözümü

1.GİRİŞ

V836 Cygni (=BD +35°4496=HD 203470), günümüze kadar yapılmış çalışmaların büyük bir kısmında *yarı ayrık* olarak nitelendirilen, bir çift yıldız dizgesidir. İlk kez Strohmeier ve ark.(1956) tarafından keşfedilmiş, örtlen çift olduğu saptanmış ve BV 143 olarak isimlendirilmiştir. Aynı yıl, Schmidt (1956), dizgenin fotoğraflık ışık eğrisini elde etmiş ve bu eğriye dayanarak **Algol** türü değişen çift yıldız dizgesi olduğunu saptamıştır. Dizgenin ilk fotoelektrik gözlemi, Deinzer ve Geyer (1959) tarafından yapılmış ve dizgeyi **β Lyr** türü değişen çift yıldız dizgesi olarak sınıflandırmışlardır. Sonraki yıllarda, Cester (1963) ve Harris (1968) tarafından gözlenen dizge, Russel – Merrill (1952) yöntemiyle çözülmüştür. Wester (1977), dizgenin B ve V renklerinde ışık eğrisini elde etmiş ve bu eğriyi Hutchings-Hill (1971) ve Wood (1971) yöntemleriyle çözümlenerek fotometrik kütle oranını ($q=M_2/M_1$) yaklaşık **0,5** bulmuştur. Uzun yıllar sonra Breinhorst ve Duerbeck (1982), 1971, 1976 ve 1980 yıllarında elde edilen ışık eğrilerini karşılaştırmışlar, eğrilerdeki bakışsızlığa (asimetri) ve ikinci minimumun çıkış kolundaki parlaklık azalmasına dikkat çekmişlerdir. Elde ettikleri yeğlilik oranına ve Duerbeck ve Schumann (1982) tarafından verilen tayfölcümsel (spektroskopik) *kütle fonksiyonuna* dayanarak kütle oranını **0,3<q<0,38** aralığında bulmuşlardır. Seksenli yılların son çalışmasında, Breinhorst ve ark.(1989), dizgenin standart UBV ve Strömgren (uvby) gözlemlerini yapmışlar, Wilson ve Deviney yöntemini kullanarak yıldızla ilişkin nicelikleri elde etmişlerdir. Çözüm sonuçlarından dizgenin *ayrık* bir dizge olduğu kanısına varmışlardır. Bozkurt (1991), profesörlük sunum tezinde, B ve V renklerinde ışık eğrisini elde ederek, Wilson ve Deviney yöntemiyle çözmüş ve kütle oranını **0,30** olarak hesaplamış ve dizgeyi, ikinci bileşeni Roche şişimini doldurmuş *yarı ayrık* bir çift yıldız dizgesi olarak tanımlamıştır. Bundan sonraki ilk çalışmada, Wolf ve Diethelm (1992), V836 Cygni için üç yeni minimum zamanı vermiştir. Zhukov ve Markova (1993), **V836 Cygni**' nin U, B, V ve R renklerinde ışık eğrilerini elde etmiş ve kütle oranı için yaklaşık **0,34** değerini vermiştir. Bu çalışmada, ayrıca, ikinci minimumdaki parlaklık farkına dikkat çekmişler ve iki yeni minimum zamanı vermişlerdir. Hegedüs ve Nuspl (1996)' ya benzer olarak Bíró ve ark. (1998) da verdikleri minimum zamanlarıyla O-C eğrisinin şekillenmesine katkıda bulunmuşlardır.

2.GÖZLEM ve ÇÖZÜM

2.1 Araçlar ve Yıldızlar

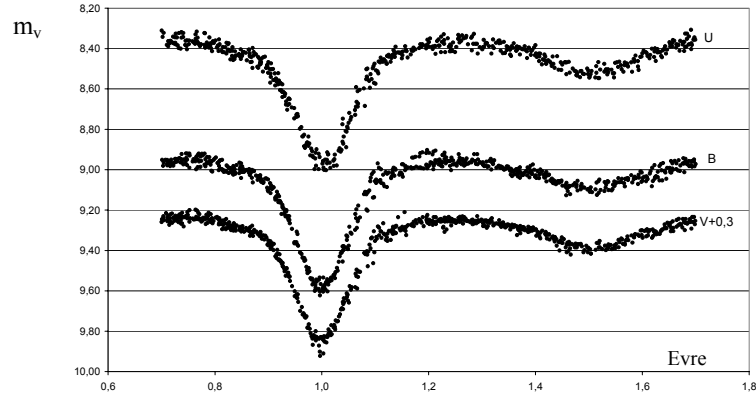
Gözlemler, **Ege Üniversitesi Gözlemevi**' nde bulunan 30 cm çaplı **MEADE LX-200 Schmidt-Cassegrain** teleskobuna bağlı **HAMAMATSU R4457 PMT** fotokatlandırıcı tüplü **SSP5** ışıkölçeri ile Ağustos ve Eylül aylarında toplam yedi gece yapılmıştır. Ayrıca, Zhukov ve Markova (1993)' nin belirttiği

gibi, yıldızın Min II deki parlaklığının 15 gün aralıkla $0^m,05$ değişim gösterip göstermediğini denetlemek için **Tübitak Ulusal Gözlemevi'** ndeki 40 cm' lik **Cassegrain** türü teleskoba bağlı **SSP5** ışıkölçeri ile 15 gün aralıkla iki **MinII** gözlemi yapılmıştır. Gözlemlerde, yıldızın ışığı **Johnson U,B,V** olmak üzere üç süzgeçte alınmış ve **Doç.Dr. Varol Keskin** tarafından yazılmış olan **VAROBS 32** bilgisayar programı kullanılmıştır.

★	BD no	α (2000)	δ (2000)	m_v	tayftürü
Değişen	+35 ⁰ 4496	21 ^{sa} 21 ^d 23 ^s .60	+35 ⁰ 44'10".6	8.76	A0
Karşılaştırma	+35 ⁰ 4461	21 ^{sa} 17 ^d 06 ^s .82	+35 ⁰ 46'10".1	8.25	A2
Denet	+35 ⁰ 4460	21 ^{sa} 17 ^d 04 ^s .73	+35 ⁰ 48'34".3	9.88	A0

Çizelge 1. Değişen yıldız, alınan karşılaştırma ve denet yıldızlarının özellikleri.

Elde edilen parlaklık farklarına ($\Delta m = m_{kar} - m_{deg}$) karşılaştırma yıldızının parlaklığı da eklenerek her süzgeç için ışık eğrileri bulunmuştur. (Şekil 1).



Şekil 1. V836 Cygni örten çift yıldızının U, B ve V renklerinde elde edilmiş ışık eğrileri.

2.2 Minimum Zamanları ve Dönem

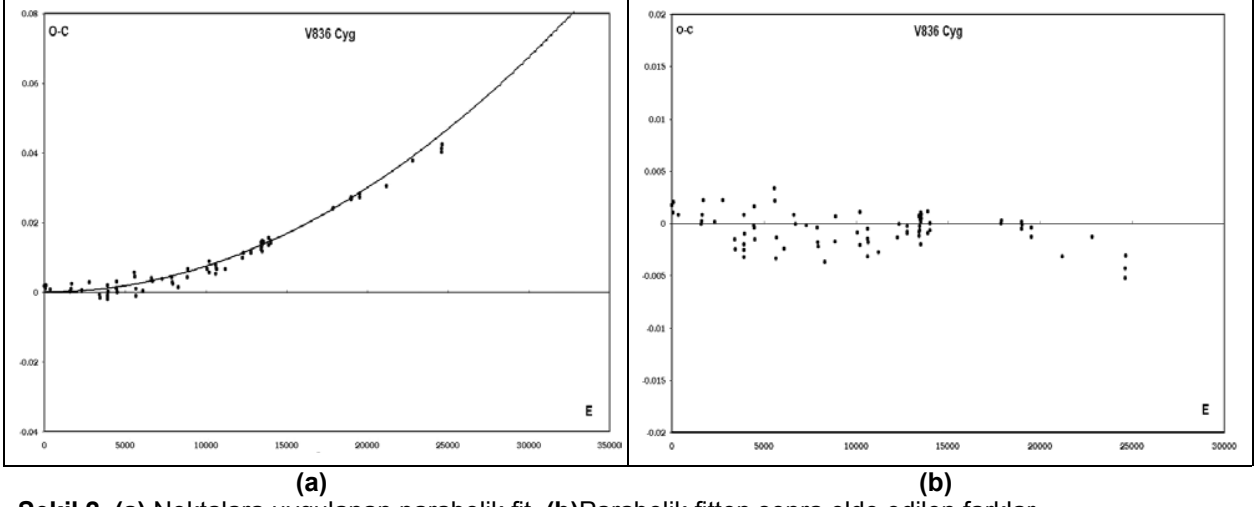
Gözlemlerin indirgenme aşamasında ve dönem çözümlemesinde, Deinzer ve Geyer' in dizgenin fotoelektrik ışıkölçümünü yaparak verdiği ışık öğeleri,

Hel JDMin 2436073.5990+0,65341E

kullanılmıştır. Yapılan gözlemlerde üçü baş minimum biri yan minimum olmak üzere toplam dört minimum zamanı elde edilmiş ve bunların hesaplanmasında Doç.Dr.Varol Keskin tarafından yazılmış olan ve Kwee ve van Woerden (1956) yöntemini kullanarak minimum zamanı hesaplayan **KWEE** adlı bilgisayar programı kullanılmıştır.

Minimum Zamanı	Çevrim	O-C
2452151,4611	24606,0	0,0402
52153,4223	24609,0	0,0411
52156,3624	24613,5	0,0466
52172,3726	24638,0	0,0425

Dizgenin çözümünde bulunduğu gibi, madde aktarımı varsayımıyla yapılan dönem çözümlemesi sonucu uygulanan parabolik fit Şekil 2a' da ve bu çözümlemeden elde edilen farklar da (O-C II eğrisi), Şekil 2b' de görülmektedir.



Şekil 2. (a) Noktalara uygulanan parabolik fit, (b) Parabolik fitten sonra elde edilen farklar.

Uygulanan fitlere göre dizgenin düzeltilmiş öğeleri aşağıdaki gibidir:

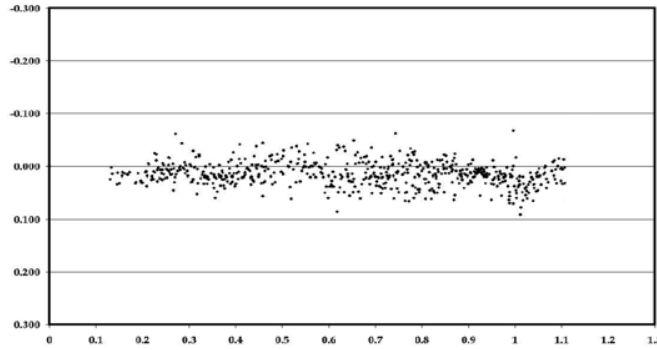
$$\text{Hel JD Min } 2436073,59902 + 0,653410628E + 7,50 \times 10^{-11} E^2$$

$\pm 5 \quad \pm 9 \quad \pm 38$

Dönem çözümlemesi sonucu elde edilen fitlere baktığımızda parabolik fitin eğriyle iyi uyduğunu ve fark eğrisinde göze çarpan bir değişim olduğunu görmekteyiz.

2.3 Işık Eğrileri

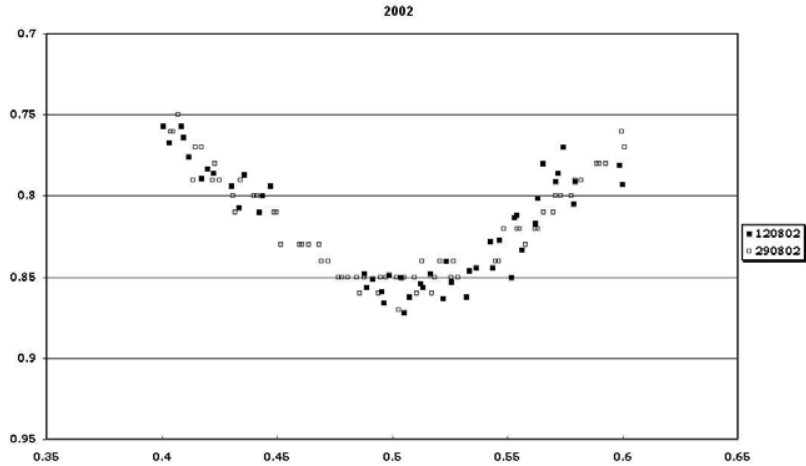
V836 Cygni dizgesi U, B, V süzgeçleri kullanılarak toplam on gece gözlenmiş ve elde edilen ışık eğrileri Şekil 1' de gösterilmiştir. Bu eğrilere bakıldığında derin bir baş minimum göze çarpmaktadır. Ayrıca yine baş minimumun çıkış kolunun devamı olan omuzda (omuz I) –özellikle B ve V renklerinde çok belli olan- bir ışık değişimi göze çarpmaktadır. Elde edilen parlaklık değerleri için farklar alınarak (B-V) renk eğrisi Şekil 3' de verilmiştir.



Şekil 3. V836 Cygni örtün çift yıldızının B-V eğrisi.

2.3.1 Minimum II' deki Değişimin Denetlenmesi

Zhukov ve Markova (1993), 15 gün arayla yaptıkları gözlemlerde, Min II' de, (sadece baş yıldız görünürken) iki ayrı tarihteki (13 Ağustos-28 Ağustos 1989) minimum parlaklıkları arasında $0^m,05$ lik bir fark olduğunu belirtmişlerdir. Bunu denetlemek amacıyla yaptığımız gözlemlerde (12 Ağustos-29 Ağustos 2002), iki ayrı tarihte elde edilen minimum parlaklıklarında böylesi bir değişimle karşılaşmamıştır. Bulduğumuz parlaklık farkı yaklaşık $0^m,004$ dir. Bu tarihler için Tübitak Ulusal Gözlemevi' nde elde edilen iki ayrı Min II Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Dizgenin belirtilen iki ayrı tarihteki Min II çukuru.

2.4 Çözüm

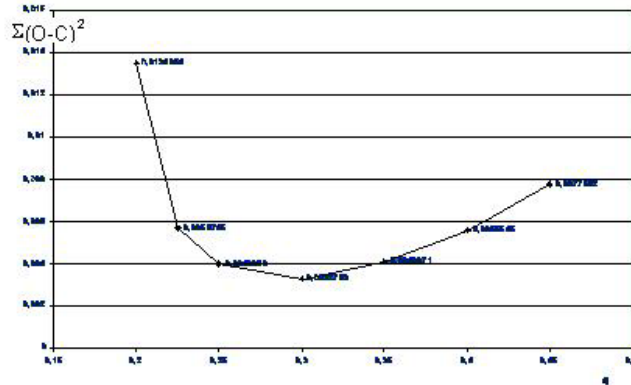
Dizgenin çözümünde Wilson ve Devinney (1971) yöntemini kullanan DC ve LC programlarını 1998 sürümünü kullanılmıştır. U, B ve V süzgeçlerinde alınan, sırasıyla, 636, 659 ve 657 noktanın tamamı;

$$I = 10^{-0.4(m_i - m_{i \max})}$$

eşitliği kullanılarak yeğinliğe çevrilmiş ve programa bu yeğinlik değerleri girilmiştir.

2.4.1 Kütle Oranı

Dizge üzerinde yapılan önceki çalışmalarda, tayfsal q değeri olmadığından öncelikle fotometrik kütle oranı bulma yoluna gidilmiştir. V süzgecinde elde edilen yeğinlik değerleri kullanılarak $0,2 < q < 0,45$ aralığında q değerleri, her bir çözüm grubu için 0,05 artırılıp sabit alınmış i , T_2 , Ω_1 , Ω_2 , L_1 nicelikleri serbest bırakılarak çözümler elde edilmiştir. Çözümler sonucu elde edilen $\Sigma(O-C)^2$ lere karşı q değerleri Şekil 5' de verilmektedir. Buna göre en iyi q değeri 0,3 civarında olmalıdır.



Şekil 5. Kütle oranı taramasında elde edilen $\Sigma(O-C)^2$ değerlerinin kütle oranına göre değişimi.

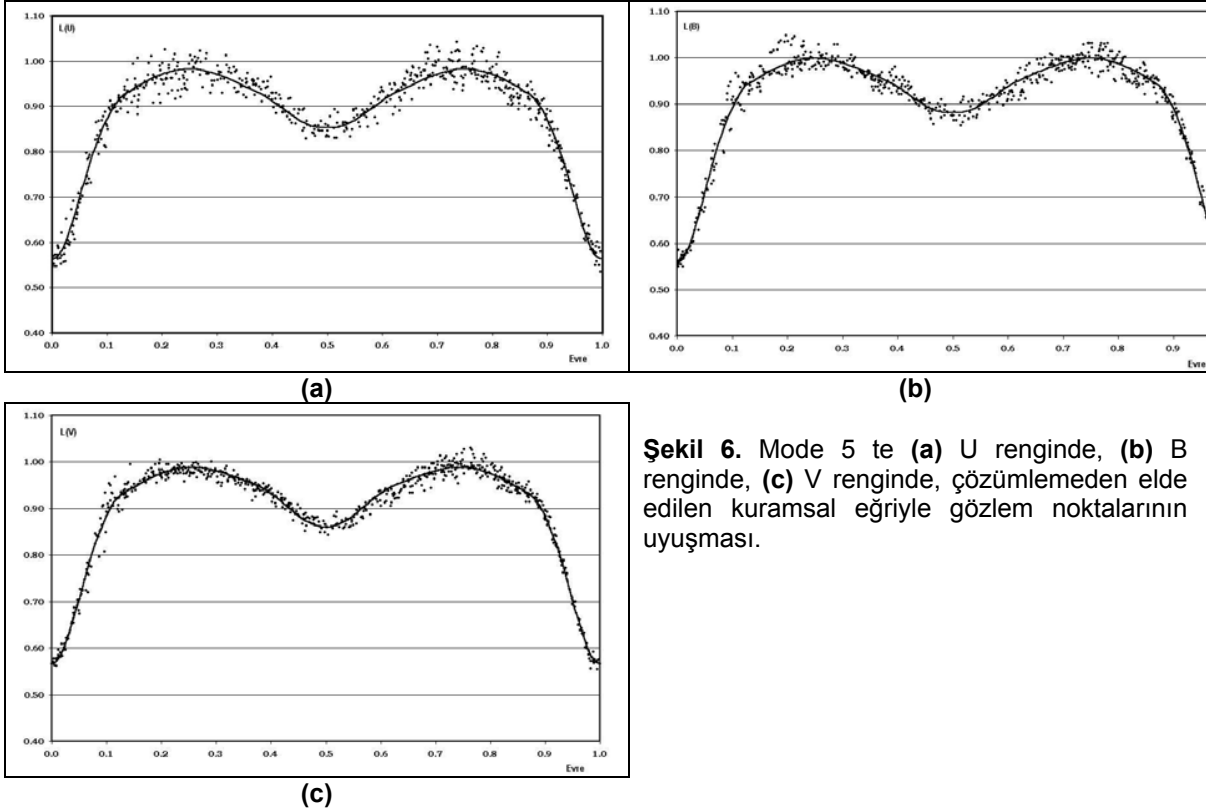
2.4.2 Dizgenin Çözümü

Kütle oranı taraması sırasında en küçük $\Sigma(O-C)^2$ değerine karşılık gelen $q=0.3$ 'te, ikinci yıldızın yüzey potansiyelinin (Ω_2), bu kütle oranı için gereken kritik yüzey potansiyelinden daha küçük olması bize bu dizgenin yarı ayrık olabileceğinin ipuçlarını vermiştir. Bu nedenle çözümlmeyi, dizgenin **yarı ayrık** olduğu varsayımıyla, MODE 5' te, tüm süzgeçlerde ayrı ayrı ve ortak yaptık. Bulunan sonuçlar Çizelge 3' te görülmektedir.

'MODE 5'	U	B	V	U+B+V		
i (°)	80,810	80,763	77,461	80,511		
T ₂ (K)	5974	5325	5196	5419		
Ω_1	2,6505	2,6662	2,8018	2,6541		
Ω_2	2,4258	2,4175	2,5544	2,4245		
Ω_{kritik}	2,4355	2,4260	2,5571	2,4311		
q	0,2862	0,2820	0,3419	0,3034		
f*	1,0040	1,0035	1,0010	1,0027		
r _{1 pole}	0,4190	0,4157	0,4025	0,4181		
r _{1 point}	0,4780	0,4708	0,4570	0,4758		
r _{1 side}	0,4419	0,4376	0,4225	0,4407		
r _{1 back}	0,4568	0,4517	0,4375	0,4553		
r _{2 pole}	0,2578	0,2567	0,2708	0,2573		
r _{2 point}	0,3746	0,3732	0,3917	0,3740		
r _{2 side}	0,2684	0,2672	0,2820	0,2678		
r _{2 back}	0,3010	0,2999	0,3148	0,3005		
				U	B	V
L ₁	0,9708	0,9756	0,9570	0,985	0,974	0,956
L ₂	0,0292	0,0244	0,0430	0,015	0,026	0,044
$\Sigma(O-C)^2$	0,043790	0,02616	0,01710	0,0891104		

Çizelge 3. MODE 5 seçeneği ile her bir renkte elde edilen değerler. [*f= (Ω_{kritik} - Ω)/ Ω +1]

Bu değerler sonucu elde edilen kuramsal eğrilerin gözlemsel değerlerle uyuşması da Şekil 6 a, b ve c de verilmektedir.



Şekil 6. Mode 5 te (a) U renginde, (b) B renginde, (c) V renginde, çözümlenmeden elde edilen kuramsal eğriyle gözlem noktalarının uyuşması.

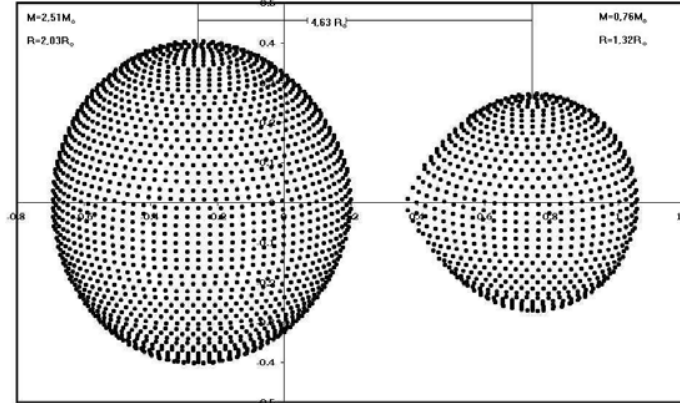
Çözümlemeden elde edilen sonuçlarla bulunan, dizgenin salt nicelikleri ise Çizelge 4' te görülmektedir

Nicelik	Birinci Bileşen		İkinci Bileşen
P (gün)		0,653410628	
a (R _⊙)		4,629	
a ₁ (km)	2,472 × 10 ⁶		0,749 × 10 ⁶
M/M _⊙	2,51		0,76
R/R _⊙	2,03		1,32
R ₁ +R ₂ (R _⊙)		3,35	
Log L/L _⊙	1,4686		0,1014
log g	4,22		4,08
M _{bol} (m)	1,0785		4,4965
BC (m)	-0,15		-0,18
M _v (m)	1,0568		4,6142
d (pc)		334,688	

Çizelge 4. Dizgenin salt nicelikleri

3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çözümlemeden dizgenin yarı-ayrık olduğu sonucuna varılmış ve MODE 5'te,çözümleme sonucu elde edilen değerlerle LC programında 0,25 evre için oluşturulan model Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Çözümleme sonucu 0,25 evre için oluşturulan model.

Dönem çözümlemesi sonucu bulduğumuz değerlere göre, madde aktarımı nedeniyle dizgenin döneminde meydana gelen değişim (\dot{P}),

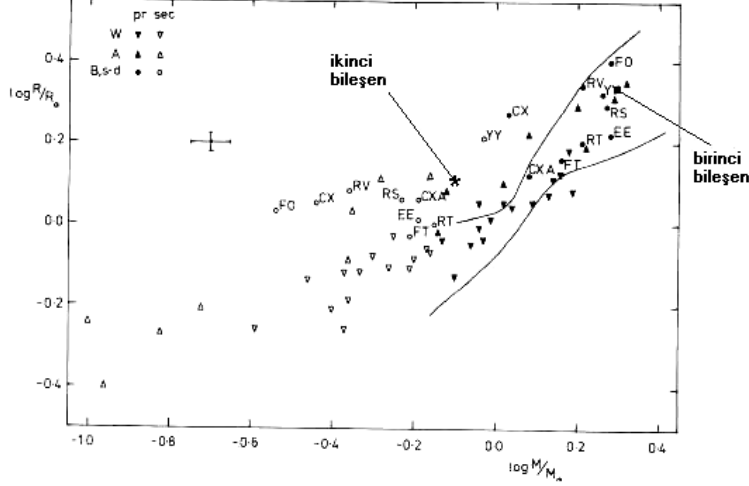
$$\dot{P} = 8,3899 \times 10^{-8} \text{ yr}^{-1}$$

bulunur. Eğer dizgenin kütle ve açısal momentum bakımından korunumlu olarak madde aktardığını (kütle kaybetmediğini) düşünürsek bu dönem değişimine karşılık gelen madde aktarım miktarı (\dot{m}):

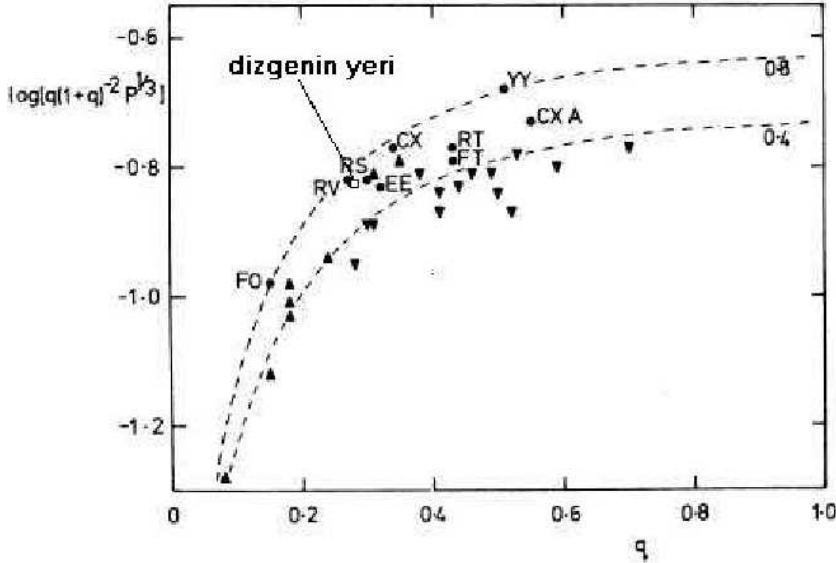
$$\dot{m} = 9,2874 \times 10^{-9} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$$

bulunur.

Bileşenleri bulduğumuz yarıçap ve kütle değerlerine göre **Hilditch ve ark.(1988)**'nin hazırladığı M-R çizgesine koyduğumuzda (Şekil 8), ikinci ve birinci bileşenin, A-türü W Uma dizgelerinin bileşenlerinin bulunduğu bölgeye düştüğünü görmekteyiz. Bu çalışmada, bu bölgeye düşen benzer yıldızlar "kısa dönemli değen olmayan (non-contact) ve EB türü ışık eğrisi gösteren yakın çift dizgeler" olarak adlandırılmıştır.



Şekil 8. V836 Cygni dizgesinin ikinci (*) ve birinci (■) bileşeninin R-M çizgesindeki yeri.



Şekil 9. V836 Cygni dizgesinin (□) $H/\mu^{5/3} - q$ çizgesindeki yeri

Aynı çalışmada verilen $H/\mu^{5/3} = \log[q(1+q)^{-2} \cdot P^{1/3}]$ e karşı kütle oranı grafiğinde de (Şekil 9), çözümlenmeden bulduğumuz değerleri yerine koyarsak ($\log[q(1+q)^{-2} \cdot P^{1/3}] = -0,825$; $q = 0,2843$), dizgenin, değen yıldızların oluşturduğu grubun içine düştüğünü görmekteyiz. Genelde değmeye yakın (near.-contact) dizgelerin açışal momentumu değenlerden daha büyük olmalıdır. Dizgenin, grafikte bu bölgede, değen yıldızlarla aynı bölgede, çıkması bize onun değen olmaya epey yaklaştığını göstermektedir.

Bunlardan başka, O-C eğrisinde elde edilen farklara bakıldığında (Şekil 2.b), bu değişime neden olacak bir etki belirtmek zorunda kalmaktayız. Böylesi bir değişimin üçüncü bir bileşenin varlığı sonucu meydana geldiğini söylemek ilk bakışta anlamlı gibi görünse de, DC programında üçüncü cismin ışığı

serbest bırakılarak yapılan çözümlerde mantıklı sonuçlar elde edememekteyiz. Değişime karşılık gelecek ikinci bir neden yıldız etkinliği (leke) olabilir. Bu etkiyi belirlemenin en iyi ve kesin yolu yıldızın tayfında Call H ve K çizgilerini aramaktır, ancak bileşenlerin arasındaki parlaklık farkı 4^m den büyük olduğundan ve çok büyük dönme genişlemesi etkisinden [v_1 sini=152km/s; v_2 sini=96km/s **Breinhorst ve ark.(1989)**], böylesi bir araştırmaya tayf alma olanağı olan araştırmacılar tarafından bile gidilememektedir.

NOT:Bu metindeki tüm şekillere <http://www.geocities.com/bulash836> adresinden ulaşabilirsiniz.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Batten, A.**, 1973, Binary and Multiple Systems of Stars, Pergamon Press.
BBSAG: *Bedeckungsveränderlichen-Beobachter der Schweizerische Astronomischen Gesellschaft-Bulletin.*
Bozkurt, Ş., 1982, *Inf. Bull. Var. Stars*, No:2124.
Bozkurt, Ş., 1991, *Profesörlük Sunum Tezi*, Ege Üniversitesi, Türkiye.
Brancewicz, H., Kreiner, J. M., 1976, *Inf. Bull. Var. Stars*, No:119.
Braune, W., Hübscher, J., 1967, *Astr. Nachr.*, 290, 105.
Braune, W., Hübscher, J., Mundry, E., 1970, *Astr. Nachr.*, 292, 185.
Breinhorst, R. A., Duerbeck, H. W., 1982, *J. Astrophys. Astr.*, 3, 219.
Breinhorst, R. A., Kallrath J., Kämper, B. C., 1989, *Mon. Not. R. Astr. Soc.*, 241, 559.
Cester, B., 1963, *Pubbl. Oss. Astr. Trieste*, No:317.
Deinzer, W., Geyer, E., 1959, *Z. Astrophys.*, 47, 211.
Diaz-Cordoves, J., Claret, A., Gimenez, A., 1995, *A&AS*, 110, 329
Diethelm, R., Locher, K., 1969, *Orion*, 14, 23.
Diethelm, R., Locher, K., 1970, *Orion*, 28, 191.
Diethelm, R., Locher, K., 1971, *Orion*, 29, 21.
Diethelm, R., Isles, J., Locher, K., 1971a, *Orion*, 29, 142.
Diethelm, R., Isles, J., Locher, K., 1971b, *Orion*, 29, 182.
Duerbeck, H. W., Schumann, J. D., 1982, *J. Astrophys. Astr.*, 3, 233.
Fürtig, W., 1963, *Mitt. Veränderl. Sterne*, 2, 9.
Harris, A. J., 1968, *AJ*, 73, 164.
Hegedus, T., Nuspl, J., 1986, *Act. Astron.*, 36, 381H.
Hillditch, R., W., King, D., J., Mc Farlane, T., M., 1988, *Mon. Not. R. Astr. Soc.*, 231, 341.
Keskin, V., *Varobs32, Atmex ve Kwee* adlı bilgisayar programları(<http://astronomy.sci.ege.edu.tr/keskinv>).
Kızılırmak, A., Pohl, E., 1969, *Astr. Nachr.*, 291, 111.
Kızılırmak, A., Pohl, E., 1974, *Inf. Bull. Var. Stars*, No: 937
Kwee, K., K., van Woerden, H., 1956, *Bull. Astron. Inst. Netherlands*, No:464, 327.
Locher, K., Diethelm, R., 1969, *Orion*, 14, 109.
Lucy, L. B., 1967, *Z. Astrophys.*, 65, 89.
Morton, D. C., Adams, T. F., 1968, *ApJ*, 151, 611M.
Patkos, L., 1980, *Inf. Bull. Var. Stars*, No:1751.
Pohl, E., Kızılırmak, E., 1970, *Inf. Bull. Var. Stars*, No:456.
Popovici, C., 1970, *Inf. Bull. Var. Stars*, No:419.
Popper, M., D., 1980, *Ann. Rev. Astron. Astrophys*, 18, 155.
Roe, J., 1998, <http://www.jamesroe.com/astro/v836cyg.gif>
Schmidt, H., 1956, *Kleine Veröff. Remeis-Sternw.*, No:16.
Wester, J., 1977, *M.A. Thesis*, University of Tübingen, Germany.
Wilson, R., E., Devinney, E., J., 1971, *AJ*, 166, 605.
Wilson, R., E., 1998, *Computing binary star observables.*
Wolf, M., Diethelm, R., 1992, *Act. Astron.*, 42, 363W.
Zeipel, H. Von, 1924, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 84, 665.
Zhukov, G. V., Markova, L. T., 1993, *Inf. Bull. Var. Stars*, No:3927.