

# Delta Lyrae Açık Küme Üyesi BD+36°3317 Örtlen Çift Sistemi

Evrım Kıran<sup>1\*</sup>, Petr Harmanec<sup>2</sup>, Ömer Lütfi Değirmenci<sup>1</sup>, Marek Wolf<sup>2</sup>,

Jana Nemravová<sup>2</sup>, Marek Šlechta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100 Bornova-İzmir

<sup>2</sup>Astronomical Institute of the Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, V Holešovičkách 2, CZ-180 00 Praha 8 - Troja, Czech Republic

<sup>3</sup>Astronomical Institute, Academy of Sciences of the Czech Republic, CZ-251 65 Ondřejov, Czech Republic

## Özet

Bu çalışmada,  $\delta$  Lyr (Stephenson 1) açık küme üyesi, BD+36°3317 örtlen çift sistemine ilişkin elde edilen dikine hız eğrilerinin literatürden alınan ışık eğrileri ile ortak çözümü sunulmuştur. Sisteme ilişkin dikine hız eğrileri, Ondřejov Gözlemevi'ndeki 2m'lik teleskop kullanılarak alınan tayflardan oluşturulmuştur. Bu çalışma ile BD+36°3317 örtlen çift sisteminin fiziksel ve yörünge parametrelerinin daha duyarlı şekilde elde edilmesinden başka Delta Lyrae açık kümesine ilişkin bilgilerimizin de güncellenmesi beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** (stars:) binaries: eclipsing, İkili Yıldızlar

## 1 Tarihçe

BD+36 3317 (GSC 2651 802, SAO 67556,  $\alpha_{2000} = 18^{\text{h}}54^{\text{m}}22^{\text{s}}$ ,  $\delta_{2000} = 36^{\circ}51'07''44.5$ ,  $V = 8^{\text{m}}.77$ )  $\delta$  Lyr (Stephenson 1) kümesinin üyesi bir örtlen çift sistemdir. Stephenson 1 kümesini ilk keşfeden Stephenson (1959), BD+36°3317 yıldızının parlaklığını  $V = 8^{\text{m}}.8$  ve tayf türünü A0 olarak vermiştir. Bronkalla (1963), BD+36°3317 yıldızı için  $V = 8^{\text{m}}.8$ ,  $(B - V) = 0^{\text{m}}.41$  ve  $(U - B) = 0^{\text{m}}.036$  değerlerini vermiştir. Eggen (1968) Stephenson 1 küme bölgesindeki 77 yıldızın UBV gözlemlerini yapmış ve kümenin ortalama renk artığını  $E(B - V) = 0^{\text{m}}.05$  ve uzaklık modülünü  $7^{\text{m}}.5$ , BD+36°3317 yıldızı için de  $V = 8^{\text{m}}.8$ ,  $(B - V) = 0^{\text{m}}.02$  ve  $(U - B) = -0^{\text{m}}.08$  olarak vermiştir. Eggen (1972) BD+36°3317 yıldızı için  $V = 8^{\text{m}}.65$ ,  $(B - V)_0 = -0^{\text{m}}.03$  ve  $(U - B)_0 = -0^{\text{m}}.115$  vermiştir. Bu değerlere göre BD+36°3317, B9.6 V tayf türüne karşılık gelmektedir. Eggen (1983), Stephenson 1 kümesinin uvby fotometrik gözlemlerini yapmıştır. BD+36°3317 yıldızının, dikine hızı -90 ile 17  $\text{km s}^{-1}$  aralığında değişen bir tayfsal çift sistem olduğuna işaret etmiştir. BD+36°3317 yıldızı için  $V = 8^{\text{m}}.79$ ,  $(b - y) = 0^{\text{m}}.031$  ve  $m_1 = 0^{\text{m}}.150$  ve  $c_1 = 0^{\text{m}}.885$  olarak vermiştir. Bu çalışmada verilen değerler, Anthony-Twarog (1984)'in fotometrik verileriyle kıyaslanabilir.  $V = 8^{\text{m}}.9$ ,  $(b - y) = 0^{\text{m}}.031$  ve  $m_1 = 0^{\text{m}}.160$  ve  $c_1 = 0^{\text{m}}.904$ . Ayrıca BD+36°3317 yıldızının parlaklığındaki bu farklılıklara bakarak ışık değişiminin olabileceğini söylemiştir. 2008 yılında, Violat-Bordonau (2008) BD+36°3317 yıldızının yıldızın  $4^{\text{d}}.30216$  dönemli bir örtlen çift sistem olduğunu ve baş minimum zamanının T0 (HJD) = 2454437.25921 duyuran V rengi gözlemlerini yayınlamıştır. Özdarcan et al. (2005) BD+36°3317 yıldızının UBV fotometrik gözlemlerini yaparak sistemin dönemini  $4^{\text{d}}.302162$  ve minimum zamanını T0 (HJD) = 2454437.2466 olarak vermiştir. BD+36°3317 yıldızı için renk artığı  $E(B - V) = 0^{\text{m}}.139$  ve kızıllaşma miktarı  $A_v = 0^{\text{m}}.43$  olarak bulunmuştur.

## 2 Gözlemler ve Sisteme İlişkin Elde Edilen Sonuçlar

BD+36°3317 örtlen çift sisteminin tayf gözlemleri Ondřejov Gözlemevi'ne ait 2m'lik teleskop ile yapılmıştır. Gözlemler, çözümüme gücü 11700 olan Coude tayf çekeri ile 6260 – 6700 Å dalgaboyu aralığında gerçekleştirilmiştir. Tayflar için verilen ortalama poz süreleri yaklaşık 90 dk olup sinyal/gürültü (S/N) oranı 80 ie 200 arasında değişmektedir. Gözlemler Mart – Temmuz 2014 gözlem sezonunda 20 gece yapılmıştır. Her gözlem gecesinde düz alan görüntüsü ve bias görüntüleri elde edilmiş, gözlemler sırasında dalga boyu kalibrasyonunda kullanılmak üzere yıldız tayfları için lambda tayfı alınmıştır. Ön indirgemeler ve dalgaboyu kalibrasyonları için IRAF programı kullanılmıştır. Süreklilik düzeltmesi tellurik çizgiler ve dikine hızların okunmasında Horn et al. (1996) ve Škoda (1996) tarafından geliştirilen SPEFO programı kullanılmıştır. Hassas dikine hız okumaları için her iki bileşende de net bir biçimde görülen H $\alpha$ , Si II 4347 ve Si II 4371 Å çizgileri kullanılmıştır. Dikine hız okumaları SPEFO programında çapraz eşleme yöntemiyle yapılmıştır.

Literatürde yer alan ışık eğrileri ve kendi gözlemlerimizden elde ettiğimiz dikine hız eğrilerinin ortak çözümü için Práa ve Zwitter (2005) tarafından geliştirilen Wilson Devinney tabanlı PHOEBE programı kullanıldı. PHOEBE programına girilecek olan yörünge parametrelerini hassas olarak elde etmek için V0-KOREL web servisi tarafından sunulan Hadrava (1995); Hadrava (1997, 2004) ve Škoda (2010) tarafından geliştirilen KOREL programından faydalandı. Bu program aynı zamanda sisteme ait bileşke tayfalardan, tayfların ayrıştırılması yöntemiyle bileşenlerin tayflarını ayrı ayrı elde etmemize yardımcı bir programdır. Bu yöntemle elde edilen tayflar, atmosfer modelleri kullanılarak bileşenlerin sıcaklıklarına ulaşılmasına yardımcı olmaktadır. Hem tayftan bulunan sıcaklık değeri hem de literatürde verilen sıcaklık değeri göz önünde bulundurulunca sıcaklık taraması yapıldı. Dikine hız ve ışık eğrilerinin 9000 – 12500 K sıcaklıkları arasındaki sabit T1 değerleri için ortak çözümler yapıldı. Verilen sıcaklıkların çözümleri için elde edilen ortalama artıkların kareleri ( $X^2$ ) hesaplanarak sıcaklığa karşılık çizdirilmiş ve en küçük  $X^2$  değeri T1=10450 K sıcaklığı için

\* evrimkiran@mail.ege.edu.tr

**Çizelge 1.** BD+36 3317 örten çift sisteminin fiziksel özellikleri. Hatalar, PHOEBE programı tarafından üretilen iç hatalardır.

Parametre	Birinci Bileşen	Sistem	İkinci Bileşen
$T_{\min,I}$ (HJD)		56803.4598 ± 0.0001	
$P$ (d)		4.302152 (fixed)	
$e$		0.0 (fixed)	
$a$ ( $R_{\odot}$ )		17.3 ± 0.1	
$V_{\gamma}$ ( $km\ s^{-1}$ )		-17.8 ± 0.5	
$x_{bol}$	-0.02		0.14
$A$	1.00		0.92
$g$	1.00		0.90
$i$ ( $^{\circ}$ )		89.27 ± 0.02	
$T_{\text{eff}}$ (K)	10450 (fixed)		7623 ± 8.1
$\Omega$	10.49 ± 0.02		9.19 ± 0.02
$q$		0.678 ± 0.002	
$\log g$ [cgs]	4.29		4.29
$(l/l_{tot})$ V band	0.79 ± 0.01		0.21
$(l/l_{tot})$ V band	0.79 ± 0.01		0.21
$(l/l_{tot})$ B band	0.83 ± 0.01		0.17
$(l/l_{tot})$ U band	0.84 ± 0.01		0.16
$r_{pole}$	0.1019 ± 0.0002		0.0844 ± 0.0002
$r_{point}$	0.1021 ± 0.0002		0.0846 ± 0.0002
$r_{side}$	0.1020 ± 0.0002		0.0845 ± 0.0002
$r_{back}$	0.1021 ± 0.0002		0.0846 ± 0.0002

**Çizelge 2.** BD+36 3317 örten çift sisteminin temel özellikleri.

Parametre	Baş Bileşen	İkinci Bileşen
$M$	( $M_{\odot}$ ) 2.24 ± 0.07	1.52 ± 0.03
$R$	( $R_{\odot}$ ) 1.76 ± 0.01	1.46 ± 0.01
$T_{\text{eff}}$	(K) 10450 ± 420	7623 ± 328
$\log L$	( $L_{\odot}$ ) 1.52 ± 0.08	0.81 ± 0.07
$M_{bol}$	(mag) 0.9 ± 0.2	2.7 ± 0.2
$\log g$	[cgs] 4.29 ± 0.01	4.29 ± 0.01
BC	(mag) -0.310	0.028
$M_v$	(mag) 1.25 ± 0.17	2.69 ± 0.19

elde edilmiştir. Elde edilen çözüme ilişkin sonuçlar Tablo 1'de listelenmektedir.

Tablo 1'de elde edilen sonuçlar kullanılarak bileşenlerin temel fiziksel parametreleri ve hataları hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 2'de verilmektedir. Baş ve yoldaş bileşenlerin kütleleri sırasıyla A3 V ve F2 V tayf türlerine karşılık gelmektedir. Özdarcan et al. (2005) tarafından verilen ( $U - B$ ) ve ( $B - V$ ) renkleri ile tutulma dışında kalan görsel V parlaklıkları, PHOEBE çözümü sonucu elde edilen görsel ışıtmalar ve Gray (2005)'den alınan bolometrik düzelmeler kullanılarak baş ve yoldaş bileşenler için sırasıyla ( $E(B - V)_p$ )=0<sup>m</sup>.054 ve ( $E(B - V)_s$ )=0<sup>m</sup>.073, ( $A_v$ )<sub>p</sub>=0<sup>m</sup>.17 ± 0.04 ve ( $A_v$ )<sub>s</sub>=0<sup>m</sup>.23 ± 0.04, (( $B - V$ )<sub>0</sub>)<sub>p</sub>=-0<sup>m</sup>.037 ± 0.014 ve (( $B - V$ )<sub>0</sub>)<sub>s</sub>=0<sup>m</sup>.243 ± 0.014, (( $m - M$ )<sub>v</sub>)<sub>p</sub>=7<sup>m</sup>.77 ± 0.18 ve (( $m - M$ )<sub>v</sub>)<sub>s</sub>=7.75 ± 0.19 ve  $d_p$ =332 pc ve  $d_s$ =320 pc değerleri elde edilmiştir. Sistemin uzaklığının bileşenlerin ışıtmaları ile ağırlıklandırılmış ortalaması hesaplanmış ve 330 ± 29 pc değeri elde edilmiştir.

Bileşenlerin H-R diagramındaki konumları Claret ve Gimenez (2005)'den alınan ZAMS çizgisi ile beraber çizdirilmiş ve her iki bileşenin bileşenini ana koldan çok az evrimleştiği görülmüştür. Benzer şekilde, bileşenler Bertelli et al. (2009)'dan alınan evrim modelleri ile karşılaştırılmış ve en iyi uyuma  $z=0.017$  ve  $y=0.3$  kimyasal bileşimi ile sağlanmıştır.

### 3 Tartışma

BD+36°3317 yıldızının elde edilen dikine hız eğrisi ile literatürde verilmiş ışık eğrilerinin kullanılmasıyla örten çift sistemin temel fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Buna göre sisteme ait kütle, yarıçap, sıcaklık ve ışıtmalar bulunmuştur. Elde edilen değerler kullanılarak bileşenler log Te- log L grafiğine yerleştirildiğinde, her iki bileşenin de ZAMS'tan çok az evrimleştiği görülmektedir. Her iki bileşen delta Lyr kümesinin renk-parlaklık diyagramında diğer üyeler ile uyum içerisindedir. Böylece BD+36°3317 yıldızının küme üyeliğinin olasılığı daha artmaktadır. Her iki bileşen için belirlenen kızıllaşma miktarları kullanılarak BD+36 3317 yıldızının ağırlıklı ortalama uzaklığı 330 ± 29 pc olarak bulunmuştur. Bu değer, kümenin literatürde verilen uzaklığı ile hata sınırları içinde uyumludur ve bu durum BD+36 3317 yıldızının küme üyeliğinin olasılığını güçlendirmektedir.

### Teşekkür

Yazarlardan Evrim KIRAN, bu çalışma sırasında 2214-Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Burs Programı ile kendisini destekleyen TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)'na teşekkürlerini sunar.

### Kaynaklar

- Anthony-Twarog, B. J. 1984, AJ, 89, 655  
 Bertelli, G., Nasi, E., Girardi, L., & Marigo, P. 2009, A&A, 508, 355  
 Bronkalla, W. 1963, Astronomische Nachrichten, 287, 249  
 Claret, A. & Gimenez, A. 1989, A&AS, 81, 1  
 Eggen, O. J. 1968, ApJ, 152, 77  
 Eggen, O. J. 1972, ApJ, 173, 63  
 Eggen, O. J. 1983, MNRAS, 204, 391  
 Gray, D. F. 2005, The Observation and Analysis of Stellar Photospheres  
 Hadrava, P. 1995, A&AS, 114, 393  
 Hadrava, P. 1997, A&AS, 122, 581  
 Hadrava, P. 2004, Publications of the Astronomical Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, 92, 15  
 Horn, J., Kubát, J., Harmanec, P., et al. 1996, A&A, 309, 521

- Özdarcan, O., Sipahi, E., & Dal, H. A. 2012, *New A*, 17, 483  
Prša, A. & Zwitter, T. 2005, *ApJ*, 628, 426  
Škoda, P. 1996, in *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol.101, *Astronomical Data Analysis Software and Systems V*, ed. G. H. Jacoby & J. Barnes, 187  
Škoda, P. & Hadrava, P. 2010, in *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol. 435, *Binaries - Key to Comprehension of the Universe*, ed. A. Prša & M. Zejda, 71  
Stephenson, C. B. 1959, *PASP*, 71, 145  
Violat-Bordonau, T., F. -H. 2008, *Information Bulletin on Variable Stars*, 5900, 7

**Erişim:**

O14-1745: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).