

# ZZ Cep Örten Çift Yıldızının Fotoelektrik Işıkkölçümü ve Işık Eğrilerinin Analizlerine İlişkin İlk Sonuçlar

Ömer L. DEĞİRMENÇİ, Cengiz SEZER, Ömür GÜLMEN

Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100 Bornova-İzmir  
e-mail: omerd@sci.ege.edu.tr

**ÖZET:** ZZ Cep (=HD215661 =BD+67°1463) örten çift yıldızının Ege Üniversitesi Gözleminde B ve V renklerinde ışık eğrileri elde edilmiştir. Bu çalışmada sistemin ışık eğrisi çözümlerine ilişkin ilk sonuçlar verilmiştir. İlk bulgulara göre sistem geometrik olarak ayrı olmakla beraber yoldaş bileşen oldukça gelişmiştir. Bu nedenle yarı-ayrık çözümler de araştırılacaktır.

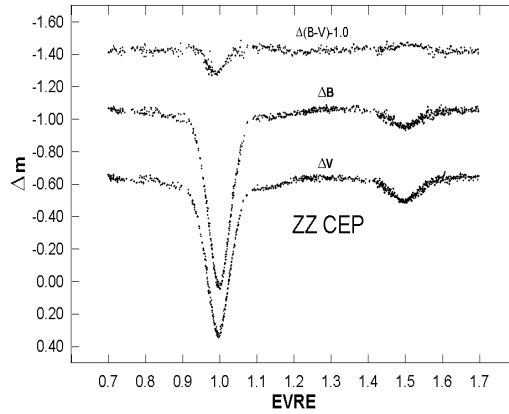
## 1. Giriş

ZZ Cep (=HD 215661 =BD+67°1463) örten çifti, üçlü sistem olan ADS 16252 nin parlak bileşenidir. Sistemin B ve C bileşenleri ZZ Cep'ten sırasıyla 3.6 ve 20.6 saniye uzaklıktadır. ZZ Cep'in örten bir değişen olabileceği ilk kez H. Schneller (1929) tarafından keşfedilmiştir. ZZ Cep'in tayfsal gözlemleri Herbig (1947) tarafından yapılmıştır. Herbig sistemin tayf sınıfını B7+F0V olarak vermiş ve dikine hız eğrilerini analiz ederek sisteme ilişkin tayfsal öğeleri belirlemiştir. Sistemin ilk fotoelektrik gözlemlerini yapan Kandpal ve Srivastava (1967), V renginde elde ettikleri ışık eğrisini Russell-Merrill yöntemiyle çözmüşlerdir. Cester ve ark.(1978), Kandpal ve Srivastava'nın ışık eğrisini Wood yöntemiyle çözümlenmişler ve çiftin ayrı bir sistem olduğu sonucuna varmışlardır.

Sistemin tam ışık eğrilerini elde etmek ve güvenilir çözümlere ulaşabilmek amacıyla, ZZ Cep örten çifti gözlem programına alınmıştır.

## 2. Gözlemler

ZZ Cep örten çifti Ege Üniversitesi Gözlemevi'ndeki 48 cm (f/13) lik Cassegrain teleskobuyla, 1995-1996 yıllarında 18 gece gözlenmiştir. Gözlemler SSP5A fotometresi ile yapılmış ve B ve V renklerinde sırasıyla 896 ve 916 gözlem noktası elde edilmiştir. Mukayese yıldızının gecelik gözlemlerinden yararlanılarak her gece için B ve V renklerinde söndükleştirme katsayıları elde edilerek gözlenen fark parlaklıkları (değişen-mukayese) atmosferin söndükleştirme etkisinden arındırılmıştır. Ayrıca gözlem zamanları Güneş merkezine indirgenmiştir. Sistemin indirgenmiş B ve V ışık eğrileri ile B-V renk eğrisi Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. ZZ Cep örten çift sisteminin fotoelektrik B ve V ışık ve B-V renk eğrileri.

Gözlemler sırasında ikisi baş minimum ve biri de yan minimum olmak üzere üç tane minimum zamanı tespit edilmiş ve Çizelge 1'de verilmiştir.

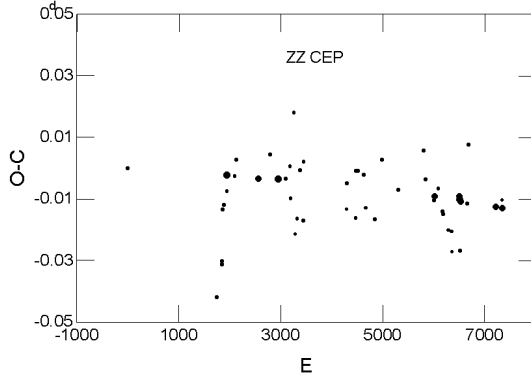
Çizelge 1. ZZ Cep örten çift sisteminin bu çalışmada elde edilen minimum zamanları

Hel. J.D. 2400000+	Min	Filtre
50010.4018	I	B,V
50268.4910	II	B,V
50282.410	I	B,V

Çizelge 1'de verilen minimum zamanları literatürden bulunabilenlerle birleştirilerek doğrusal ışık öğeleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$\text{Hel Min I JD} = 24\ 34533.7559 + 2^{\text{e}}1418002 \cdot E \\ \pm 39 \quad \pm 8$$

Sistemin gözlenen minimum zamanlarına ilişkin O-C değişimlerinin diyagramı Şekil 2'de verilmiştir.



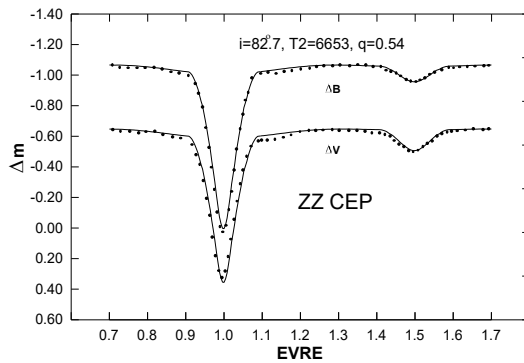
Şekil 2. ZZ Cep örten çift sisteminin gözlenen minimum zamanlarına ilişkin O-C değişimleri. Büyük noktalar fotoelektrik gözlemleri, küçük noktalar ise görsel ve fotografik gözlemleri temsil etmektedir.

### 3. Işık Eğrilerinin Çözümlerine İlişkin İlk Sonuçlar

ZZ Cep örten çift sistemi bu güne kadar yeterince incelenmemiştir. Herbig (1947) elde ettiği dikine hızların çözümlerinden sistemin kütle oranı için 0.46 değerini vermiştir. Cester ve ark. (1978) ise Kandpal ve Srivastava (1967) tarafından elde edilen V rengindeki ışık eğrisini  $q=0.46$  kabul ederek çözümler ve sistemi ayrıık olarak sınıflamışlardır.

Bu çalışmada, ışık eğrilerinin çözümünde Wilson-Devinney programı kullanılmıştır. Işık eğrilerindeki bariz çöküntüler nedeniyle sistemin yarı-ayrık olabileceği düşünülerek bu doğrultuda çözümler aramamıza rağmen, tatmin edici bir sonuç alınamamıştır.

Herbig (1947) tarafından elde edilen dikine hızlar ortak olarak yeniden çözülmüş ve kütle oranı  $q=0.48$  olarak elde edilmiştir. Bu nedenle  $q$  konusunda az da olsa bir belirsizlik olduğu ve Herbig'in dikine hızlarına çok fazla güvenilemeyeceğine karar verilmiştir. Kütle oranı  $q$  nun gerçek fotometrik değerinin saptanabilmesi için  $q$ -taraması yapılması gerekmektedir.



Şekil 3. Wilson-Devinney yöntemiyle elde edilen kuramsal eğriler ile gözlemsel normal noktalar. Kuramsal eğriler düz çizgilerle gösterilmiştir.

Kütle oranı için 0.4 ile 0.6 arasında değerler veren çeşitli çözümler elde edilmişse de şimdilik bu çözümlerin hiç biri tatmin edici sayılmaz.  $q=0.54$  veren çözüm şimdilik içerisinde en iyisi gibi görünmektedir. Bu çözümle elde edilen  $i=82.7$  değeri de ışık eğrileri dikkate alındığında, Cester ve ark (1978) tarafından verilen değere göre ( $86.3$ ) daha mantıklı gözükmektedir. Bu çözümle elde edilen parametreler Çizelge 2'de ve kuramsal ışık eğrileri de gözlemsel normal noktalarla birlikte Şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. ZZ Cep'in Işık eğrilerinin Wilson-Devinney yöntemi ile çözümünden elde edilen sonuçlar.

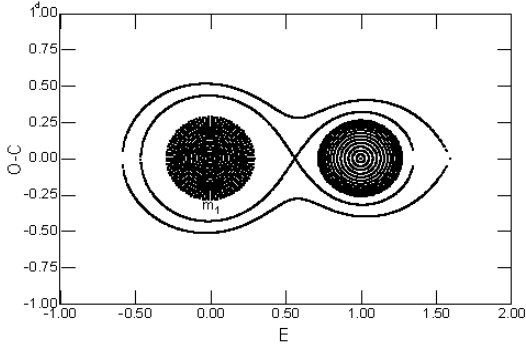
Parametre	B&V
$i$	$82.7 \pm 0.1$
$x_h$	0.41(B), 0.34(V)
$x_c$	0.66(B), 0.55(V)
$A_h$	1.0(B), 1.0(V)
$A_c$	0.5(B), 0.5(V)
$g_h$	1.0(B), 1.0(V)
$g_c$	0.32(B), 0.32(V)
$T_h$	12940 K
$T_c$	$6653 \pm 55$ K
$\Omega_h$	$4.091 \pm 0.020$
$\Omega_c$	$3.317 \pm 0.016$
$Q$	$0.540 \pm 0.004$
$L_h/(L_h+L_c)$	$0.934 \pm 0.002$ (B) $0.899 \pm 0.002$ (V)
$L_c/(L_h+L_c)$	$0.066$ (B) $0.101$ (V)
$r_h$ (pole)	0.280
$r_h$ (point)	0.292
$r_h$ (side)	0.285
$r_h$ (back)	0.290
$r_c$ (pole)	0.255
$r_c$ (point)	0.282
$r_c$ (side)	0.261
$r_c$ (back)	0.274
$\Sigma w(o-c)^2$	0.0035

Herbig'in dikine hızlarının analizi yardımıyla sistemin fiziksel parametreleri de elde edilmiş ve Çizelge 3'te verilmiştir. Yoldaş yıldız F0 tayf türü anakol yıldızlarına göre daha büyük kütleli olup H-R diyagramında anakolun daha üstünde bir bölgede yer almaktadır. Bu durum yoldaşın daha ön tayf türünden buraya evrimleştiğine dair bir kanıt olabilir.

Çizelge 3. ZZ Cep Örten Çift Sistemine İlişkin Salt Parametreleri

Parametre	Baş	Yoldaş
$A/R_\odot$		12.484
$m/m_\odot$	3.71	2.00
$R/R_\odot$	3.56	3.30
$M_{bol}$	$-1.47$	$1.58$
$\log g$ (cgs)	3.90	3.70

Sistemin Roche konfigürasyonu Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4'ten de görüleceği gibi yoldaş bileşen henüz lobunu doldurmamış olmakla birlikte oldukça gelişmiştir.



Şekil 4. ZZ Cep örten çift sisteminin Roche konfigürasyonunun XY-düzlemindeki izdüşümü.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada ZZ Cep örten çift sisteminin fotoelektrik B ve V ışık eğrileri elde edilmiş ve Wilson-Dewinney programı kullanılarak ışık eğrilerinin çözümlerinden elde edilen ilk sonuçlar sunulmuştur. İlk sonuçlara göre sistem ayrı olmakla birlikte yoldaş bileşen oldukça evrimleşmiştir. Bu nedenle yarı-ayrık çözümler göz ardı edilmemelidir. Ayrıca baş minimum çukurunun her iki omuzundaki çöküntüler baş yıldızın etrafındaki olası bir disk için kanıt olabilir. Ancak bu iddia tayfsal çalışmalarla desteklenmelidir.

Gelecekte sistemin fotometrik çözümlerine devam edilecek ve olası yarı-ayrık konfigürasyonlar da araştırılacaktır.

#### Kaynaklar

- Cester B., Fedel B., Giuricin G., Mardirossian F., Mezzetti M., 1978, *A&AS*, **33**, 91  
Herbig G.H., 1947, *ApJ*, **106**, 112  
Kandpal C.D., Srivastava J.B., 1967, *BAC*, **18**, 265  
Schneller H., 1929, *AN*, **237**, 221