

VZ CVn SİSTEMİNİN γ DOR TÜRÜ ZONKLAMA DOĞASI

M. GELDİ ve E. SİPAHİ KILIÇ

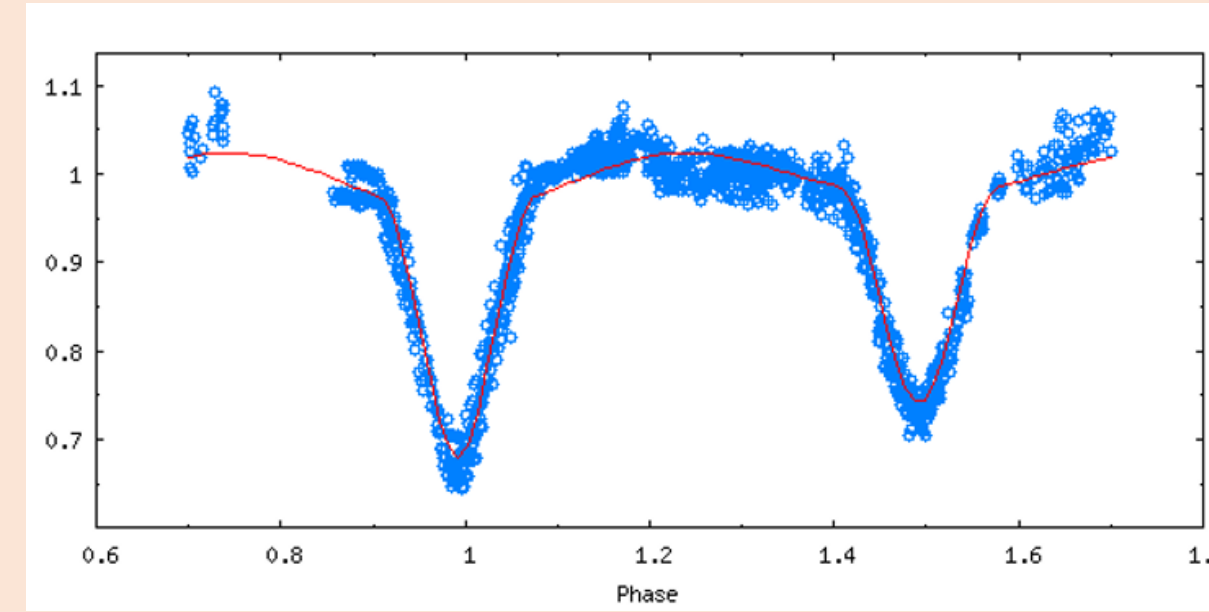
Özet: VZ CVn, β Lyr türü örten bir çift sistemdir. Değişen yıldız olduğu 1931 yılında belirlenmesine rağmen γ Dor türü bir bileşene sahip olduğu 2007 yılında literatüre kazandırılmıştır. Farklı araştırmacılar tarafından sistemin ışık eğrileri analiz edilmiştir. VZ CVn sisteminin 2023-2024 yılları gözlem sezonunda Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde çok renk ışık eğrileri elde edilmiştir. Bu çalışmada VZ CVn sisteminin yeni gözlemleri ve TESS uydusunun verileri birlikte kullanılarak sistemin ışık değişimi, dönem değişimi ve baş bileşenin zonklama doğası incelenmiştir.

GİRİŞ

VZ CVn sisteminin değişen olduğu Strohmeier ve Knigge (1960) tarafından keşfedildi. Bu çalışmada sistemin genliği 0.7 kadir olarak verildi. Strohmeier ve ark. (1962) tarafından sistem β Lyr türü bir örten çift sistem olarak sınıflandı ve yörünge dönemi 0.842 gün olarak verildi. Sistemin B ve V renklerindeki ışıkölçümü Harris (1968), İbanoğlu (1974) ve Cester ve ark. (1977) tarafından yayınlandı. Her üç çalışmada da sistemin ışık eğrilerinde tutulmalar dışı ışık değişimi görülmektedir fakat yazarlar tarafından bu değişimlerin kaynağı net olarak açıklanamamıştır. Sistemin ilk tayfsal gözlemleri Popper (1988) tarafından elde edilmiş ve dikine hız eğrisi verilmiştir. VZ CVn sistemi 1995 yılında Krisciunas ve Handler tarafından γ Dor türü değişim sergileyen yıldızlar listesine dahil edilmiştir. İbanoğlu ve ark. (2007) VZ CVn sisteminin baş bileşenin γ Dor türü zonklama değişimi gösterdiğini ve zonklama döneminin 1.06876 gün olduğunu ifade etmiştir. Latkovic (2012) sistemin WASP ışık eğrileri üzerinden yaptığı analizde baş bileşenin zonklama dönemini 1.0353 gün olarak vermiştir. Bu çalışmada VZ CVn sisteminin BVRI gözlemleri yapılarak ışık eğrileri elde edilmiştir. Bu ışık eğrileri kullanılarak sistemin minimum zamanları okunmuş ve O-C diyagramı oluşturulmuştur. Bu çalışmada elde edilen ışık değişimleri literatürdeki tüm ışık değişimleri ile birlikte değerlendirilerek sistemin dönem değişimi, ışık değişimleri ve zonklama doğası tartışılmıştır.

ANALİZLER

VZ CVn sistemi Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde 40 cm teleskop ve CCD kamera ile B, V, R, I filtrelerinde 14 gece gözlenmiştir. Gözlemler MaxIm DL programı ile indirgenmiş ve gözlem zamanları Güneş merkezine taşınmıştır. Sistemin I renginde elde edilen ışık eğrisi Şekil 1'de verilmiştir. Işık eğrisinde tutulma dışı değişimler kendini göstermektedir. I renginde baş minimum derinliği 0.43 kadir, yan minimum derinliği ise 0.30 kadirdir. Diğer renklerde elde edilen ışık eğrilerinden belirlenen genlikler Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. VZ CVn sisteminin 2023-2024 gözlem sezonunda Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen I rengindeki ışık eğrisi ve kuramsal model.

Sistemin gözlemlerinden elde edilen minimum zamanları Çizelge 2'de yer almaktadır. Literatürde yer alan diğer minimum zamanları ve bu çalışmada elde edilen minimum zamanları kullanarak sisteme ait O-C diyagramı oluşturuldu. Sisteme ait O-C diyagramı Şekil 2'de görülmektedir. Sistemin düzeltilmiş ışık öğeleri (1) ifadesi ile verilmiştir. Yapılan O-C analizinde sistemin yörünge dönemi değişimine ilişkin bulguya rastlanmamıştır.

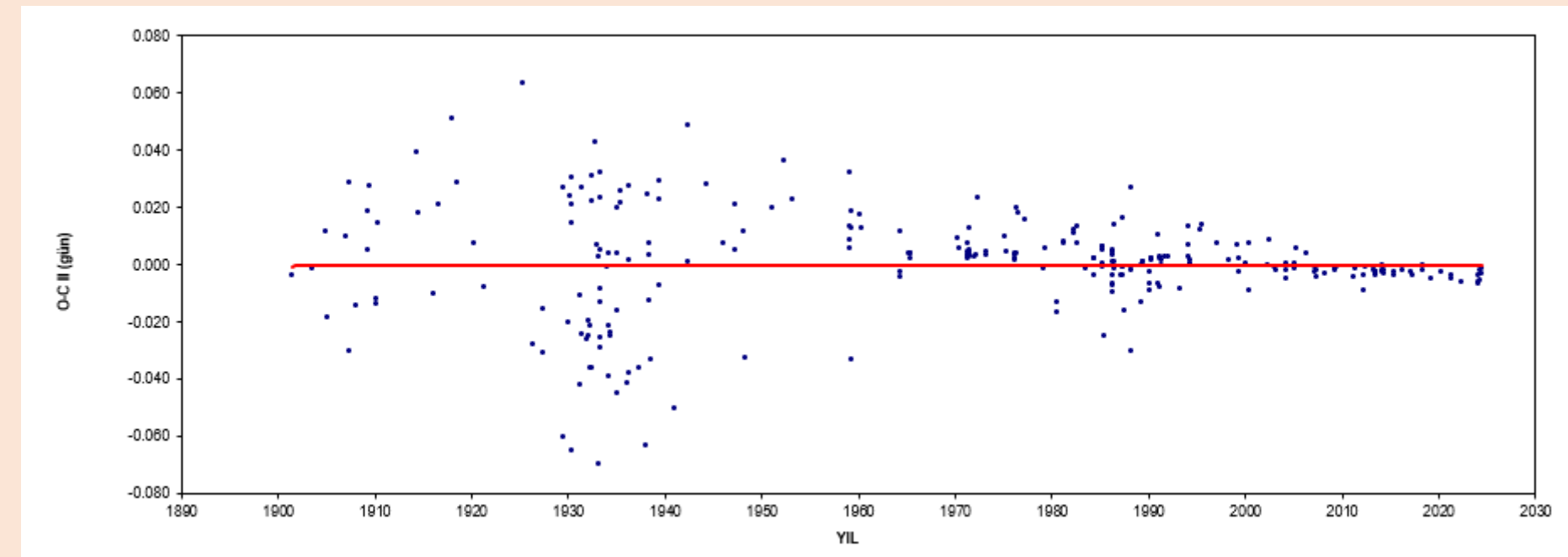
$$\text{HJD (Min I)} = 24\,60373.4633(21) + 0^d.84246183(8) \quad (1)$$

Çizelge 1. VZ CVn sisteminin baş ve yan minimum derinlikleri.

Filtre	Genlik Minimum I	Genlik Minimum II
B	0.47	0.28
V	0.45	0.29
R	0.43	0.30
I	0.43	0.32

Çizelge 2. VZ CVn sisteminin bu çalışmada elde edilen minimum zamanları.

HJD (+2400000)	Minimum Türü
60333.4396	II
60347.3404	I
60373.4593	I
60400.4165	I
60401.2622	I
60443.3862	I
60456.4423	II



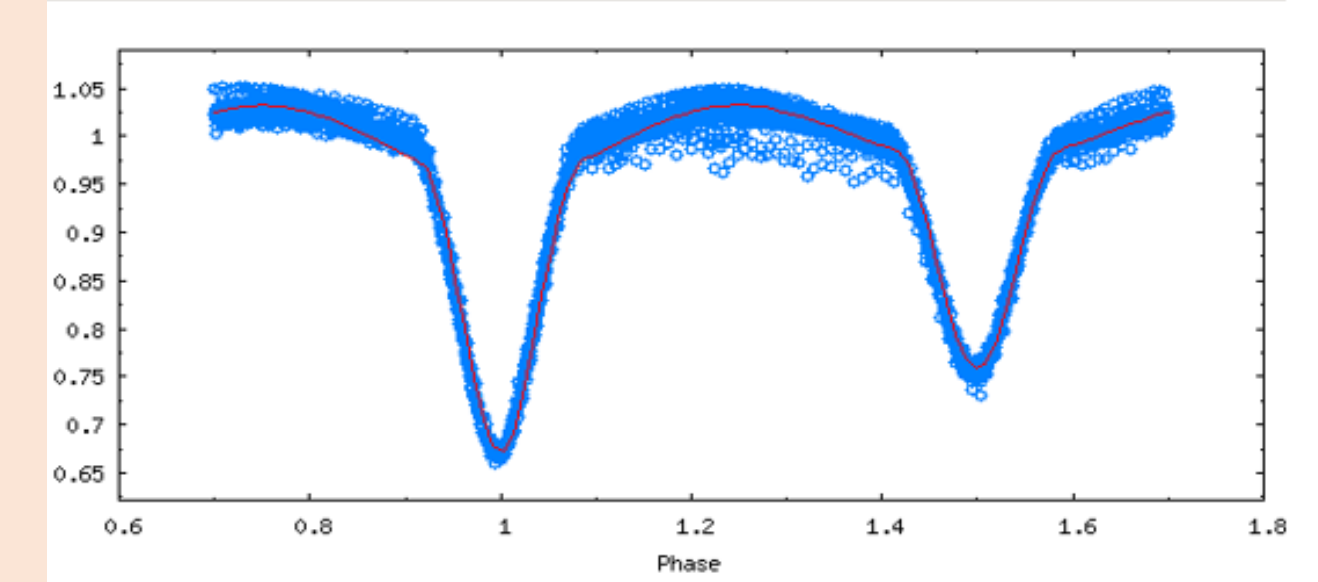
Şekil 2. VZ CVn sisteminin O-C değişimi.

VZ CVn sisteminin ışık eğrisi çözümü ve salt parametreleri İbanoğlu ve ark. (2007)'de verilmiştir. Bu çalışmada elde edilen ışık eğrilerinin ilk analizinde İbanoğlu ve ark. (2007)'de verilen parametrelere çok yakın değerler elde edilmiştir. Ayrıca İbanoğlu ve ark. (2007)'de verilen ışık eğrileri ile bu çalışmada elde edilen ışık eğrileri tutulma dışı değişimler haricince minimum derinlikleri olarak uyumludur. Yıldızın gözlem sezonu kış aylarına denk geldiğinden yeni elde edilen ışık eğrilerinde bazı evrelerde veri azdır. Bu nedenle ışık eğrisi çözüm parametreleri için İbanoğlu ve ark. (2007)'de verilen değerler kabul edilmiş ve kuramsal temsil elde edilmiştir. Şekil 1'de I rengindeki gözlemler ile kuramsal temsiline uyumu görülmektedir. Çizelge 3'te İbanoğlu ve ark. (2007) tarafından sisteme ilişkin verilen salt parametreler görülmektedir. Çalışmamızın öncelikli amacı sistemin baş bileşenin zonklama doğasını ortaya koymaktır. Bu amaçla mevcut ışık eğrilerine TESS ışık eğrilerinin de eklenmesi uygun görülmüştür. Şekil 3'te TESS ışık eğrileri ile model parametrelerinin uyumu görülmektedir. Sistemin baş bileşenin γ Dor türü zonklama değişimi gösterdiği bilinmektedir. Mevcut tüm ışık eğrileri üzerinden bir analiz yapmak üzere sistemin yörünge öğeleri ile oluşturulan kuramsal temsil gözlemlerden çıkartılmış ve farklar elde edilmiştir. Elde edilen fark ışık değişimleri PERIOD04 (Lenz & Breger 2005) programı ile analiz edilmiştir. Elde edilen frekanslar Çizelge 4'te, güç tayfı ise Şekil 4'te verilmiştir. S/N, 4 ve üstü olan frekanslar kabul edilmiştir (Breger ve ark, 1993).

Çizelge 3. VZ CVn sisteminin salt parametreleri (İbanoğlu ve ark. (2007)'den alınmıştır).

Parameter	Hotter	Secondary	System
Spectral type	F2V	F8V	
Mass (M_{\odot})	1.83 ± 0.08	1.42 ± 0.05	
Radius (R_{\odot})	1.75 ± 0.03	1.13 ± 0.02	
T_e (K)	7000 ± 24	6300 ± 8	
Luminosity (L_{\odot})	6.52 ± 0.29	1.77 ± 0.07	
M_{bol} (mag)	2.70 ± 0.05	4.12 ± 0.04	
M_V (mag)	2.81 ± 0.05	4.28 ± 0.04	
$\log g$ (cgs)	4.21	4.46	
B.C.	-0.11	-0.16	
$E(B - V)$	0.035		
Period (d)			0.84246159 (3)
HJD ^a			53860.3901(3)
$a(R_{\odot})$			5.554 ± 0.005
$q = m_2/m_1$			0.777
Distance (pc)			210 ± 6

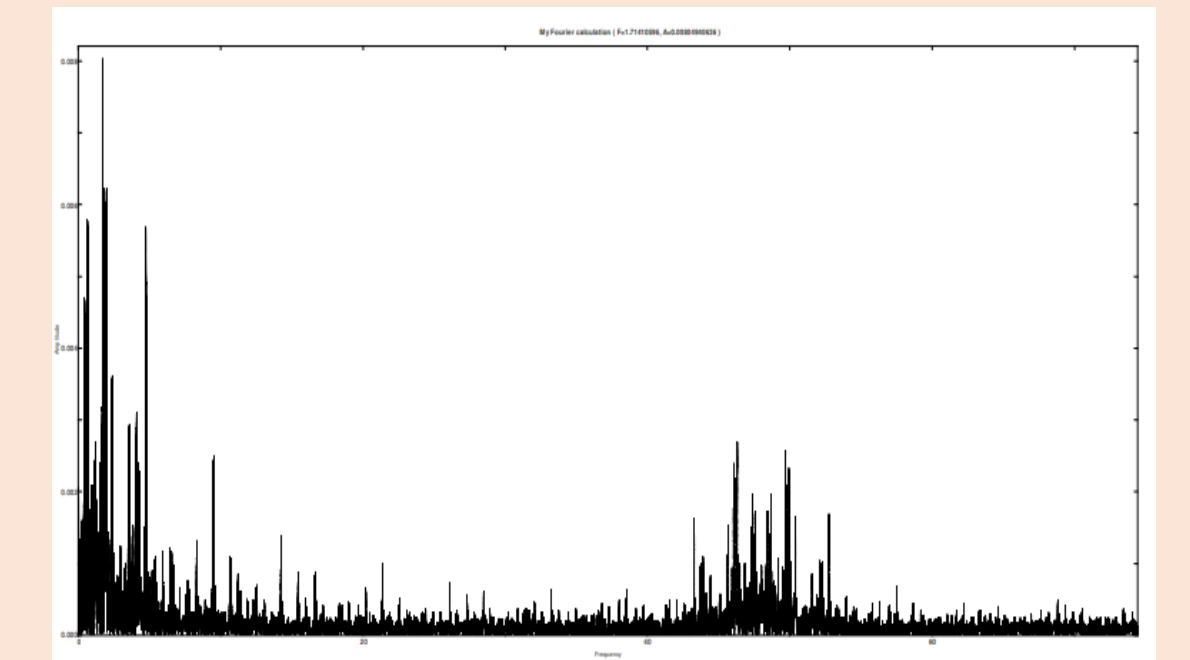
^aThe reference epoch is given HJD 240 0000.



Şekil 3. VZ CVn sisteminin TESS ışık eğrisi ve model temsili. (Mavi noktalar gözlem, kırmızı çizgi kuramsal model)

Çizelge 4. VZ CVn sisteminin zonklama dönem analizinden elde edilen parametreler.

	Frekans	Genlik	Evre	Dönem	S/N
F1	1.71273 (1)	0.00619 (9)	0.296 (2)	0.583863 (7)	4.4
F2	4.74934 (1)	0.00678 (9)	0.227 (3)	0.210556 (1)	9.2
F3	1.937549 (9)	0.00589 (9)	0.163 (2)	0.516116 (5)	4.3
F18	7.120613 (5)	0.00244 (9)	0.459 (1)	0.140437 (2)	7.2



Şekil 4. VZ CVn sisteminin dönem analizi güç tayfı.

BULGULAR

VZ CVn sisteminin bu çalışmada elde edilen ışık eğrileri, literatürde yer alan diğer ışık eğrileri ile karşılaştırıldığında tutulmalar dışı değişimler haricinde sistemin minimum derinliklerinde ya da biçiminde bir değişim göstermediği belirlenmiştir. O-C analizinde sisteminin yörünge döneminin değişmediği görülmüştür. Sistemin bu çalışmada elde edilen ışık eğrileri ve TESS ışık eğrileri zonklama analizi için birlikte değerlendirilmiştir. Sistemin ışık eğrisi çözüm sonuçları ile oluşturulan kuramsal temsilden gözlemlerin farkı alınmıştır. Elde edilen fark değişimi kullanılarak baş bileşene ilişkin zonklama dönemi analizi yapılmıştır. Literatürde sistemin baş bileşenin γ Dor türü zonklama değişimi gösterdiği ifade edilmiş ve dönemi bir gün civarında verilmiştir. Çok daha fazla veri kullanılarak dönem analizi yapılan bu çalışmada sistemin baş bileşenin γ Dor türü zonklama dışında δ Scuti türü değişim de gösterdiği ilk kez tespit edilmiştir. Çalışmanın ilk bulguları sistemin baş bileşenin hibrit zonklama gösterdiğini ortaya koymuştur.

Kaynaklar

- Breger, M ve ark. 1993, A&A, 271,482)
- Cester B., Mardirossian F., Pucillo M., 1977, A&A, 56, 75
- Harris A. J., 1968, AJ, 73, 164
- İbanoğlu C., 1974, A&AS, 13, 119
- İbanoğlu C, Tas G, Sipahi E. and Evren S, 2007, Mon. Not. R. Astron. Soc. 376, 573
- Krisciunas K., Handler G., 1995, IBVS, 4195
- Latkovic, Serb. Astron. J. } 184 (2012), 77 - 82
- Lenz P., Breger M., 2005, Comm. Asteroseismology, 146, 53
- Popper D. M., 1988, AJ, 95, 190
- Strohmeier W., Knigge R., 1960, Verff. Remeis-Sternwarte, No. 6
- Strohmeier W., Knigge R., Ott H., 1962, Verff. Remeis-Sternwarte, No. 13