

YY Gem ÇİFT YILDIZ DİZGESİNİN FOTOELEKTRİK İŞIKÖLÇÜMÜ VE FLARE DAVRANIŞI

Esra Tığrak, Serdar Evren, Günay Taş

Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Fen Fakültesi, 3100, İzmir
esrat@astronomy.sci.ege.edu.tr, sevren@astronomy.sci.ege.edu.tr , tas@astronomy.sci.ege.edu.tr

Özet: YY Gem örten çift yıldız dizgesi, Ege Üniversitesi Gözlemevinde, 2002 ve 2003/04 gözlem sezonlarında toplam sekiz gece gözlenmiş, Vilnius hızlı fotometre ile standard UBV sisteminin U, B ve V renklerinde fotoelektrik ışık eğrileri elde edilmiştir. Toplam 15 flare gözlenmiştir. Bu flarelerin enerjileri VERİN, “VERİN” veri indirgeme programıyla indirgenmiş ve flare enerjileri hesaplanmıştır. Sonuç olarak dizgenin hem UV Ceti türü hem de RS CVn türü flare yıldızlarına ait özellikler sergilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: YY Gem, flare yıldızları, etkinlik, flare enerjileri, flare parametreleri.

Abstract: The eclipsing binary star YY Gem was observed eight nights at Ege University Observatory in 2002 and 2003/04 seasons. Light curves were obtained in U, B and V bands of standard UBV system. We observed total 15 flares. The data of the flare parameters was analysed with VERİN data reduction program and flare energies were calculated. In conclusion, we agree that the system has properties of both systems which are RS CVn and UV Ceti.

Key words: YY Gem, flare stars, activite, flare energies, flare parameter

1. Giriş

YY Gem'in iki bileşeni, Castor altılı sisteminin bir üyesi olup, 0.8142822 gün dönemli, tutulma gösteren çift çizgili tayfsal bir çift dizgedir (Joy ve Stanford, 1926). Sistemin her iki bileşeni de M1 tayf türünden olup, tayflarında salma gösteren küce yıldızlardır (dM1e). YY Gem'in görünür görsel parlaklığı 9.07, görsel salt parlaklığı da 8.08 kadar değerindedir. Ayrıca güneş dizgesine olan uzaklığı 15.81 ± 0.30 parsektir.

YY Gem yaklaşık olarak yüz milyon yaşında genç bir çift sistemdir (Chabrier ve Baraffe, 1995). Yapılan gözlemler de bu sonuca katkıda bulunmuşlar ve dizgenin her iki bileşeninin de geç anakol öncesi yıldızlar olduğu kesinlik kazanmıştır.

2. Gözlemler

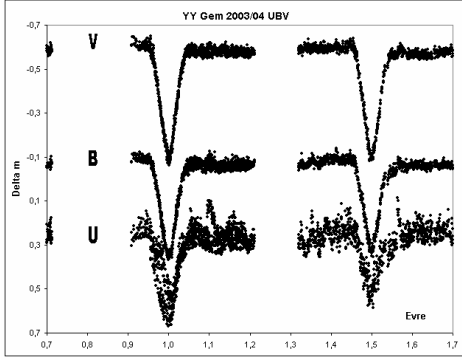
YY Gem'in fotometrik ışıkölçümü Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin 48 cm çaplı Cassegrain türü teleskobu ve ona bağlı yüksek hızlı üç kanallı Vilnius ışıkölçeri ile 2002 ve 2003/04 gözlem mevsimlerinde yapılmıştır. Gözlemlerde Johnson'un UBV standart süzgeçleri ve

Hamamatsu R1463P fotokatlandırıcı tüpleri kullanılmıştır.

YY Gem üzerindeki flare araştırmaları iki ayrı gözlem mevsiminde yapılmıştır. İlk gözlemler 2002 yılı içinde 29 Kasım, 10 ve 11 Aralık gecelerinde daha sonrakiler ise 2003/04 gözlem mevsimi içinde 21 Kasım 2003 ile 17 Mart 2004 tarihleri arasında 5 gece ile sınırlı kalmıştır. YY Gem, toplam 8 gece içinde 33.046 saat boyunca gözlenmiş ve UBV süzgeçlerinin her birinde 7247 gözlem noktası elde edilmiştir. Bu gecelerden ancak 4'ünde flare aktivitesine rastlanmıştır.

Dizgenin UBV süzgeçlerinde elde edilen ışık eğrileri Şekil 1'de gösterilmektedir. Şekilde görülen gözlem noktalarının evre karşılıkları, Sowell ve ark. (2001) tarafından verilen ışık ögeleri kullanılarak hesaplanmıştır.

U süzgecinde elde edilen ışık eğrisinde saçılma gibi görülen parlaklık değişimlerinin büyük çoğunluğu flarelerden kaynaklanır.



Şekil 1. YY Gem'in 2003/04 gözlem sezonunda UVB süzgeçlerinde elde edilmiş ışık eğrileri.

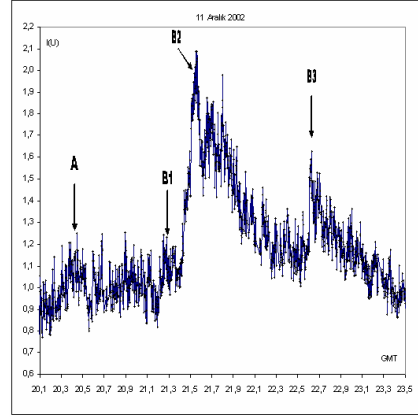
3. Flare Aktivitesi

11 Aralık 2002 tarihinde 2 saniyelik sayım toplama süresiyle yapılan gözlemin başlangıcından yaklaşık 2 saat sonra büyük bir flare, kayıtlara geçmeye başlamıştır. Yüksek enerjili bu flare olayı, yaklaşık 5 saat kadar enerjisi kaybederek devam etmiştir. Yan minimum ortasında bile küçük bir flare kaydedilmiştir. Yaklaşık 5 saatlik flare olayı içinde, iki yıl boyunca yapılan gözlemlerde elde edilenden daha fazla sayıda flare gözlenmiş ve yalnız bu gözlemlerde 9 adet flare kaydedilmiştir.

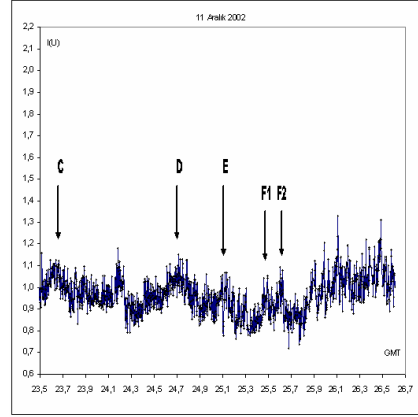
11 Aralık 2002'de gözlenen flarelerin ayrıntılı ışık değişimleri Şekil 2a ve 2b'de gösterilmektedir.

Tüm gözlemlerimiz içinde kaydettiğimiz en yüksek enerji çıkışlı flare B flaresidir ve üç parçada incelenmelidir. Birinin bitiş anından itibaren diğerinin parlama anı başlar. İçlerinde 3.6×10^{33} erg'lik enerjisiyle B2 flaresi en şiddetlisidir. B2 flaresinin biçimi Moffett (1974) tarafından kompleks olarak tanımlanır. B3 ise tipik bir flare örneğidir. Ani enerji çıkışı ve yavaş sönme; 1.4×10^{33} erg enerjili bu flarede ani parlama yaklaşık 2 dakika sürerken sönme evresi yaklaşık 45 dakikadır. B flarelerinin tümü 128.5 dakika zaman aralığına yayılmış toplam 5.24×10^{33} erg'lik bir enerji açığa çıkarmışlardır.

Yeni gözlem sezonunun ilk gözlem gecesi 21 Kasım 2003'tür. Gözlemin hemen başlangıcından itibaren sistemin bir yıl önce elde edemediğimiz baş minimumu elde edilmiştir. Baş minimum çıkış kolunun sonuna doğru özellikle kendini U filitesinde belli eden yeni bir parlamayla (A) karşılaşıyoruz.



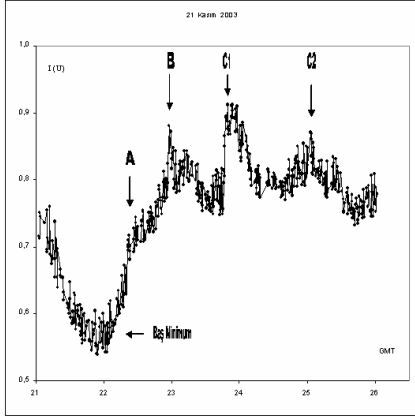
Şekil 2a. YY Gem'in 11 Aralık 2002'de GMT 20.1- 23.5 saat aralığında gözlenen flareleri.



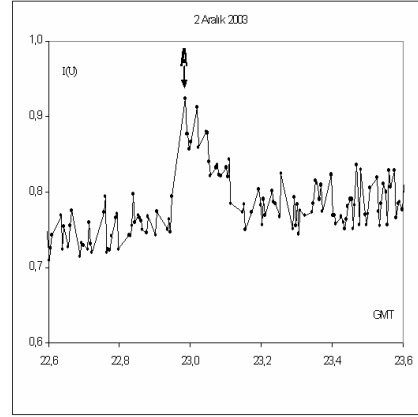
Şekil 2b. YY Gem'in 11 Aralık 2002'de GMT 23.5- 26.6 saat aralığında gözlenen flareleri.

İlerleyen dakikalarda B ve C olarak isimlendirdiğimiz yeni flare kayıtlarımızın hepsi Şekil 3'de gösterilmiştir. Bunlardan A flaresi yavaş parlama ve sönme türüne uyarken B flaresi kompleks yapıdadır. C flaresi 2002'de elde edilen B flaresi örneğinde olduğu gibi 2 parçalı incelenmiştir. Aynı gece içinde elde ettiğimiz dört flarenin de enerji düzeyleri 10^{32} erg mertebesindedir. C2 flaresi, ani parlayan C1 flaresinden sonra görülmüştür. Parlaklıktaki artış ve azalış süreleri (ortalama 27 dakika) yaklaşık birbirlerine eşittir. Fakat, kaydettiğimiz hiçbir flaredeki parlama süresi bu kadar uzun olmamıştır.

E. Tıvrak vd. : YY Gem Çift Yıldız Dizgesinin Fotoelektrik Işıkkölçümü ve Flare Davranışı



Şekil 3. YY Gem'in 21 Kasım 2003 tarihinde gözlenen flareleri.



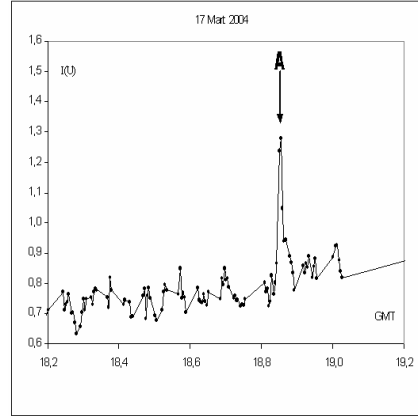
Şekil 4. YY Gem'in 2 Aralık 2003 tarihinde gözlenen flaresi.

2 Aralık 2003 tarihli gözlemede, YY Gem 12.75 dakika dışında genelde sakin bir evrede görülmektedir. Yalnız GMT 22.944'de 2.5 dakika içinde U filitresindeki parlaklığı $0^m.23$ kadar artmıştır (Şekil 4).

17 Mart 2004 gecesi içinde toplam 3.5 dakika içinde gelişen ve son bulan spike benzeri çok ani bir flare olayına rastlanmıştır (Şekil 5). 1.25 dakika içinde U filitresinde $0^m.56$ kadırlık bir parlaklık artışı ve 8.8×10^{31} erg'lik bir enerji çıkışı saptanmıştır.

Çizelge 1. YY Gem'in flare parametreleri

Tarih	Flare	E_U (erg)	Açıklama
29 Kasım 2002	Yok		
10 Aralık 2002	Yok		
11 Aralık 2002	A	2.2×10^{32}	Yavaş çıkış
	B ₁	2.4×10^{32}	Yavaş çıkış
	B ₂	3.6×10^{33}	Kompleks
	B ₃	1.4×10^{33}	Hızlı çıkış
	C	1.6×10^{32}	Yavaş çıkış
	D	186×10^3	Yavaş çıkış
	E	6.1×10^{31}	Yavaş çıkış
	F ₁	7.1×10^{31}	Yavaş çıkış
	F ₂	8.3×10^{31}	Yavaş çıkış
21 Kasım 2003	A	5.6×10^{32}	Yavaş çıkış
	B	2.1×10^{32}	Kompleks
	C ₁	4×10^{32}	Hızlı çıkış
	C ₂	3×10^{32}	Yavaş çıkış
2 Aralık 2003	A	1.7×10^{32}	Hızlı çıkış
4 Aralık 2003	Yok		
10 Şubat 2004	Yok		
17 Mart 2004	A	8.8×10^{31}	Spike/hızlı



Şekil 5. 17 Mart 2004 tarihinde gözlenen spike.

4. Flare Parametreleri Arasındaki İlişkiler

Gözlenen flarelerin Çizelge 1'de verilen U filitresindeki E_U enerjilerinin hesabında Gershberg (1972)'in yöntemi uygulanmıştır. Yöntem, her bir filitrede elde edilen gözlemlere uygulanabilmektedir. Burada, temel bağıntı aşağıdaki gibidir:

$$E_U = P_U \cdot L_U \quad (1)$$

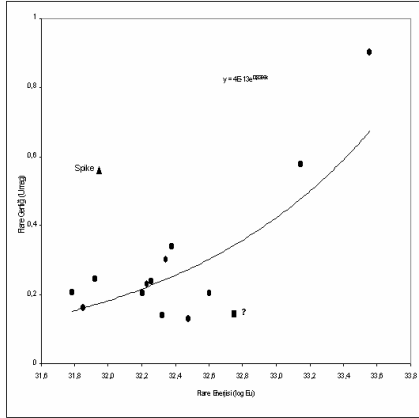
Burada L_U , gözlenen yıldızın sakin anında U filitresindeki ışınım gücüdür. P_U ise flarenin eşdeğer süresi olup (saniye biriminde),

$$P_U = \Sigma(I_f - I_0) / I_0 \cdot \Delta t \quad (2)$$

eşitliğiyle tanımlanır. Burada, I_0 yıldızın sakin anında gözlenen yeğinliği; I_f yıldızın ve flarenin toplam yeğinliği ve Δt ise integrasyon zamanı (sayımlar arasında kalan süre) dir. Toplam işareti, flare süresi üzerinden kullanılır. YY gem için L_U değeri 1.6×10^{30} ergs⁻¹ olarak alınmıştır (Moffett, 1974).

YY Gem'in gözlediğimiz 15 flaresinden elde ettiğimiz flare parametrelerinin birbirleri arasında ilişkiler bulunmuştur. Aslında bulunan sonuçların güvenilirliği gözlenen flare sayısı arttıkça güçlenecektir. Bulduğumuz ilişkiler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

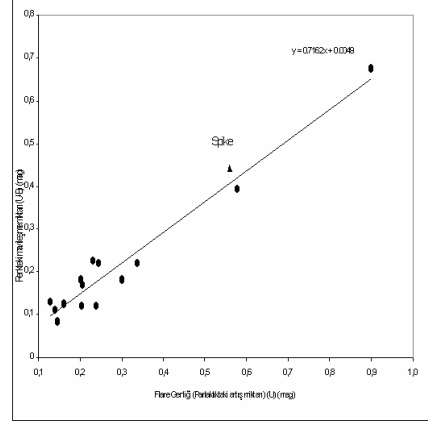
1) Flarelerin enerjileri arttıkça sakin düzeyden itibaren U filtresindeki parlaklık artışı da daha fazla olmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Flare enerjisi ile parlaklıktaki artış miktarı arasında bulunan ilişki.

Log E_U – flare genliği arasındaki ilişki üssel bir fonksiyonla temsil edildiğinde en iyi uyum sağlanmış olur. Fakat bu ilişkiye uymayan iki tane nokta vardır. Spike türü flare ve “?” ile gösterilen 21 Kasım 2003 gözleminde minimum çıkış kolunda gözlenen A flaresidir.

- 2) Gözlediğimiz flarelerin 4 tanesinde hızlı parlama dediğimiz tipik flare davranışı yakalanmıştır. Buna göre hızlı çıkışlı tipik flarelerde parlama süresi arttıkça sönme süresi de artmaktadır.
- 3) Flare anındaki U filtresinde ki parlaklık artışı ile U-B mavileşme miktarı arasında doğrusal bir ilişki bulundu (Şekil 7).



Şekil 7. Flare genişliği ve renkteki mavileşme miktarı arasındaki ilişki.

5. Tartışma ve Sonuçlar

Doyle ve Mathioudakis (1989) U bandında toplam 102 saat gözlem yapmışlar ve bu gözlem süresince 22 tane flare belirlemişlerdir. Bu çalışmaya göre YY Gem'in flare sıklığı ya da frekansı saatte 0.22 iken bizim sonuçlarımıza göre dizgenin flare sıklığı saatte 0.454'tür. Bu bilgiden yola çıkarak dizgenin flare sıklığının düzenli olmadığı sonucuna varabiliriz.

Flare oluşumları yalnızca ışık eğrisinin maksimumlarında değil minimumlarında da görülmektedir. Minimumlarda görülen flarelerden farklı olarak maksimumlardaki flareler oldukça erkeldir. Örneğin, bizim gözlemlerimizden elde edilen en yüksek erkeli flarenin erkesi saniyede 3.6×10^{33} erg iken yine aynı gece minimumda gözlenen flarenin erkesi 7.1×10^{31} ergs⁻¹ değerindedir. Yukarıdaki sonuçlardan görüldüğü üzere dizge düzensiz fakat sık flare etkinliği sergilemektedir. Buna ek olarak, sergilenen flarelerin yeğinliği ise RS CVn türü bir sistemin sergilediği flare yeğinliğinden fazladır. Dizgenin hem UV Ceti hem de RS CVn'lerin özelliklerine sahip hibrit bir dizge olduğu iddia edilebilir.

6. Kaynaklar

- Baraffe, I., Chabrier, G., 1995, *Astrophysical Journal*, 451, L29–L32.
- Doyle, J. G., Mathioudakis, M., 1990, *Astronomy and Astrophysics*, 227, 130.
- Gershberg, R. E., 1972, *Astrophysical Space Science*, 19, 75.
- Joy, A. H., Sanford, R. F., 1926, *Astrophysical Journal*, 64, 250.
- Moffett, T. J., 1974, *Astrophysical Journal Supplements.*, 29, 1.
- Sowell, J.R., Huges, S.B., Hall, D.S., ve Howard, B.A., 2001, *Astronomical Journal*, 122, 1965-1973.