

# BAZI RS CV<sub>n</sub> TÜRÜ ÇİFT YILDIZLARIN IŞIKÖLÇÜMÜ

Serkan DOĞRU<sup>1</sup>, Ahmet ERDEM<sup>1</sup>, Mehmet TÜYSÜZ<sup>1</sup>, Derya DOĞRU<sup>1</sup>,  
Hicran BAKIŞ<sup>1</sup>, Faruk SOYDUGAN<sup>1</sup>, Esin SOYDUGAN<sup>1</sup> ve Osman DEMİRCAN<sup>1</sup>

## Özet

Manyetik etkinlik gösteren çift yıldızlar FG UMa, Sigma Gem, FI Cnc ve SAO 62042'nin *BVRI* ışıkölçümleri sunulmaktadır. Fotometrik gözlemler, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevinde, 2004, 2005 ve 2006 yıllarında, yapılmıştır. Gözlenen yıldızların ışık eğrileri analiz edilerek; fotometrik değişimlerin genlikleri ve dönemleri belirlenmiştir.

*Anahtar kelimeler:* Çift yıldızlar: fotometrik aktivite

## Abstract

New photometric observations in *BVRI* of four magnetically active stars FG UMa, Sigma Gem, FI Cnc and SAO 62042 are presented. Photometric observations were made at the Çanakkale Onsekiz Mart University Observatory in 2004, 2005 and 2006. Analyzing the light curves, we found the semi-amplitudes and periods of photometric variations.

*Key words:* Stars: binaries – photometric activity

## 1. Giriş

Geri tayf türünden yıldızlarda, diferansiyel dönme ve konveksiyon bölgesi, yıldız manyetik aktivitesinin iki temel belirteci olarak ortaya çıkar. Özellikle, diferansiyel dönme, yıldız manyetik aktivitesini başlatan anahtar rolü oynar. Manyetik aktivite üretimi üzerine yapılan modeller, diferansiyel dönmenin yıldızın tayf türü ve dönme dönemi gibi temel parametrelerine nasıl bağlı olduğunu ortaya koyabilmektedir [1]. Öte yandan, geri tayf türünden yıldızlarda, dönme ile konveksiyonun etkileşmesi, diferansiyel dönme rejimini belirleyen temel faktördür.

Manyetik aktivite için böylesi önemli görünen parametreleri gözlemek yada belirleyebilmek, aktivite için yapılan modellerin test edilebilmesi açısından oldukça önemlidir. Gerçekte, eğer yıldızın yüzey diferansiyel dönmesi yıldızın enlemine bağlı ise diferansiyel dönme gözlemlerden ölçülebilmekte; ancak, tersine eğer diferansiyel dönme radyal yönde ise ölçümde bazı sınırlamalar için içine girmektedir.

Yüzeyde diferansiyel dönme, Doppler görüntüleme teknikleri [2], çizgi kesiti analizleri [3] ve dönme dönemi değişimleri yöntemleriyle gözlemlerden ölçülebilmektedir. Sunulan bildiri, sözü edilen son yöntemle diferansiyel dönmesi belirlenen örnek yıldızları içermektedir. Gözlenen RS CV<sub>n</sub> sisteminde yalnızca aktif (soğuk ve büyük) bileşenin sistemin toplam parlaklığına katkısının olduğu varsayılarak (ki ışık eğrisinde tutulmaların

---

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, 17100, Çanakkale. Tel.: 0286 2180019/1942, Faks: 0286 2180533.  
e-posta adresleri: dogru@comu.edu.tr, aerdem@physics.comu.edu.tr

gözlenmeyişi bu varsayımı verir) yıldızın fotometrik parlaklığındaki değişimlerden fotometrik dönemi belirlenir ve bu dönem, dönme dönemi olarak ele alınır; dönemdeki modülasyon biçimindeki değişimler de diferansiyel dönme olarak kullanılır [4].

## 2. Gözlemler

Çalışmamızda, fotometrik dönme dönemlerindeki modülasyonları belirlemek ve böylece diferansiyel dönme dönemlerini gözlemsel olarak tahmin edebilmek için, gözlem kriterlerine göre, 4 uzun dönemli RS CVn çift yıldızı (FG UMa, Sigma Gem, FI Cnc ve SAO 62042) ele alınmıştır ki bu yıldızların tümü tek çizgili tayfsal çift yıldızlardır [5, 6, 7].

FG UMa, Sigma Gem ve FI Cnc çift yıldızları, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde, 2004 ve 2005 gözlem sezonlarında; SAO 62042 çift yıldızı ise 2006 gözlem sezonunda gözlenmiş olup FI Cnc sisteminin gözlemlerine 2006 gözlem sezonunda da devam edilmiştir. Fotometrik dönme dönemi ve dönemdeki değişimlerin duyarlı biçimde belirlenmesi, uzun gözlem aralıklarına bağlı olduğundan dolayı seçilen yıldızların gözlemlerine halen devam edilmektedir. FG UMa, Sigma Gem ve FI Cnc çift yıldızlarının 2004 ve 2005 gözlemlerinde, 40 cm Cassegrain-Schmidt türü teleskop ve buna bağlı SSP5-A fotometresi kullanılmıştır. Gözlemler, Johnson standart fotometre sisteminin  $B$ ,  $V$  ve  $R$  filtrelerinde yapılmıştır. Gözlenen değişen yıldızlara ve parlaklık ölçümü için kullanılan mukayese ve denet yıldızlarına ilişkin bilgiler, Çizelge 2.1'de verilmektedir. SAO 62042 ve FI Cnc çift yıldızlarının 2006 gözlemlerinde ise 30 cm Cassegrain-Schmidt türü teleskop ve buna bağlı SBIG ST 10X-M CCD kamera kullanılmıştır. Gözlemler,  $B$ ,  $V$ ,  $R_C$  ve  $I$  filtrelerinde yapılmıştır. Gözlenen değişen yıldızlara ve parlaklık ölçümü için kullanılan mukayese ve denet yıldızlarına ilişkin bilgiler, Çizelge 2.1'de verilmektedir.

**Çizelge 2.1** 2004 ve 2005 yıllarında gözlenen aktif yıldızlar, mukayese ve denet yıldızlarına ilişkin bilgiler.

Yıldız	HD No	GSC No	$\alpha$ (2000)	$\delta$ (2000)	$V$	$B-V$	Tayf Türü
<b>FG UMa</b>	89546	4144 1153	10 <sup>sa</sup> 21 <sup>dk</sup> 47 <sup>s</sup>	+60° 54' 46"	7.41	0.995	K0
Mukayese	90400	3822 292	10 27 46	+59 35 50	6.859	0.978	K0
Denet	90745	4147 1483	10 30 27	+64 15 28	6.087	0.158	A7III
<b>Sigma Gem</b>	62044		07 43 19	+28 53 01	4.28	1.12	K1III
Mukayese	60318	2453 1917	07 35 09	+30 57 39	5.348	1.005	K0III
Denet	58207	1918 2339	07 25 44	+27 47 53	3.793	1.02	G9IIIb
<b>FI Cnc</b>	72146	1947 489	08 32 17	+29 19 10	7.37	0.94	G5
Mukayese	71008	1947 1287	08 26 06	+28 37 43	7.55	1.12	K1III
Denet	71093	1947 1495	08 26 28	+27 53 37	5.595	1.43	K5III

**Çizelge 2.2** 2006'da gözlenen aktif yıldızlar, mukayese ve denet yıldızlarına ilişkin bilgiler.

Yıldız	HD No	GSC No	$\alpha$ (2000)	$\delta$ (2000)	$V$	$B-V$	Tayf Türü
<b>SAO 62042</b>		3001 1282	10 <sup>sa</sup> 26 <sup>dk</sup> 23 <sup>s</sup>	+37° 45' 13"	9.61	1.007	K2
Mukayese		3001 1138	10 26 03	37 53 07	9.35	0.43	F5
Denet		3001 1385	10 26 25	37 44 05	10.53	1.055	
<b>FI Cnc</b>	72146	1947 489	08 32 17	+29 19 10	7.37	0.94	G5
Mukayese		1947 1287	08 26 06	+28 37 43	7.55	1.12	K1III
Denet	71093	1947 1495	08 26 28	+27 53 37	5.595	1.43	K5III

Gözlemler süresince, denet yıldızları kullanılarak, mukayese yıldızlarının parlaklıklarının değişmediği saptanmıştır. Böylece, mukayese yıldızlarının gözlemlerinden her bir gözlem gecesi için  $B$ ,  $V$ ,  $R$ ,  $R_C$  ve  $I$  renklerinde ayrı söntikleştirme katsayıları

hesaplanarak tüm gözlemlere yer atmosferi söndürme düzeltmeleri yapılmış ve tüm gözlemler, güneş merkezine indirgenmiştir. Gözlemlerden elde edilen ışık eğrileri, Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'te sunulmaktadır.

### 3. Fotometrik analiz

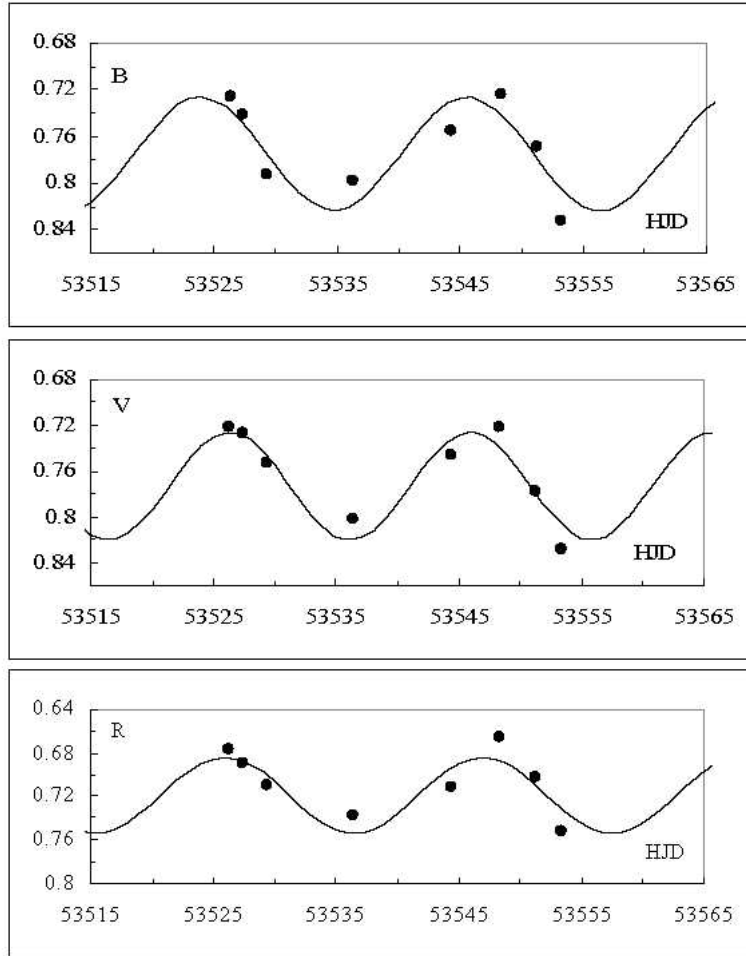
Dört aktif yıldızın ışık eğrileri çevrimli bir yapı göstermektedir. Dönme modülasyonlarıyla oluştuğu sanılan çevrimli ışık değişimlerini açıklamak için aşağıdaki sintüs denklemi fit edilmiştir:

$$\Delta m = \Delta m_0 + A_S \times \sin \left\{ \frac{2\pi}{P_S} (T_{obs} - T_S) \right\},$$

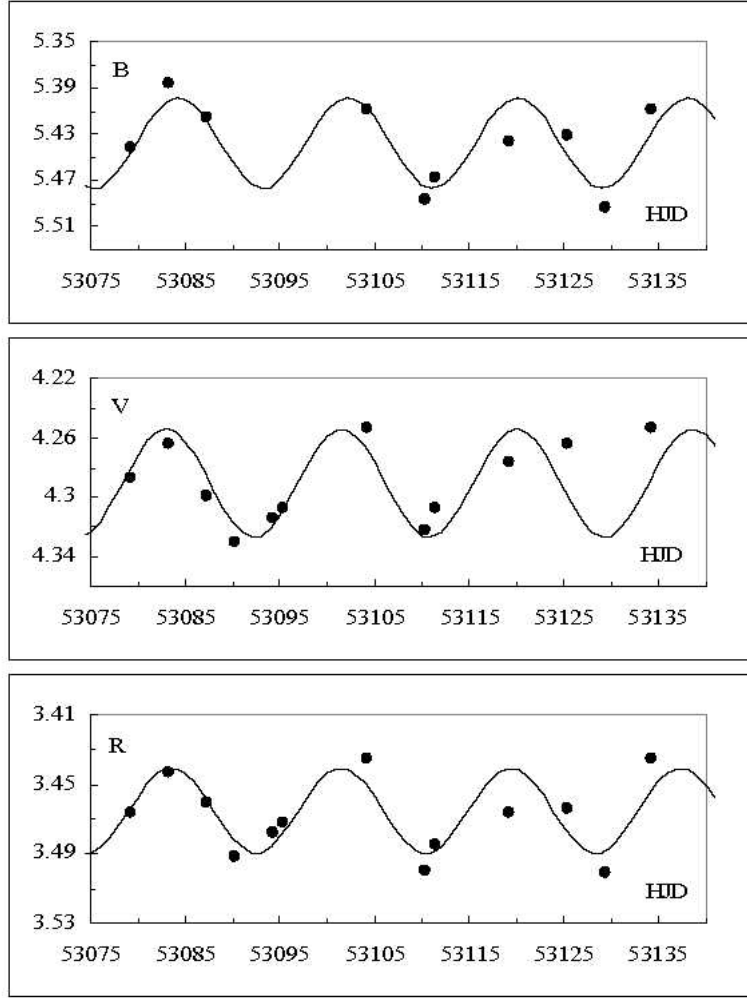
Burada  $\Delta m_0$  değişen – mukayese parlaklık farklarının fit aralığındaki ortalamasını,  $A_S$  ışık değişimin genliğini,  $P_S$  ışık değişiminin dönemini ve  $T_S$  değişimin minimum zamanını göstermektedir.

Diferansiyel düzeltme yöntemiyle gözlemlere en iyi fit edilen teorik eğriler ve gözlem noktaları, Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilmekte; fit sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de sunulmaktadır.

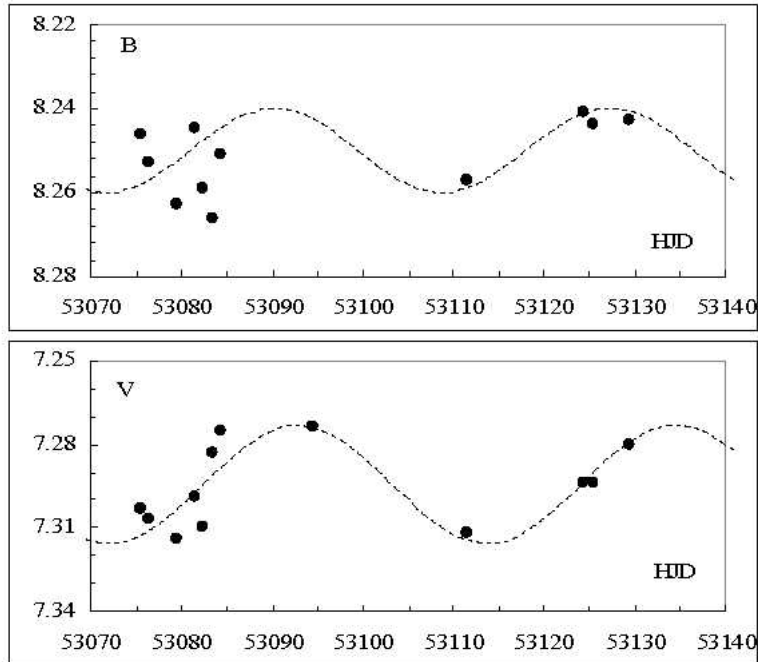
### 4. Sonuç ve tartışma



Şekil 4.1 FG UMa'nın 2005 yılı *BVR* ışık değişimleri ve bu değişimlere fit edilen kuramsal eğriler (Şekil 4.1 Devam ediyor.)



Şekil 4.2 Sigma Gem'in 2004 yılı *BVR* ışık değişimleri ve bu değişimlere fit edilen kuramsal eğriler.



Şekil 4.3 FI Cnc'nin 2004 yılı *BV* ışık değişimleri ve bu değişimlere fit edilen kuramsal eğriler.

**Çizelge 4.1** FG UMa, Sigma Gem ve FI Cnc yıldızlarının 2004 ve 2005 gözlemlerinden elde edilen fotometrik verilerinin analiz sonuçları

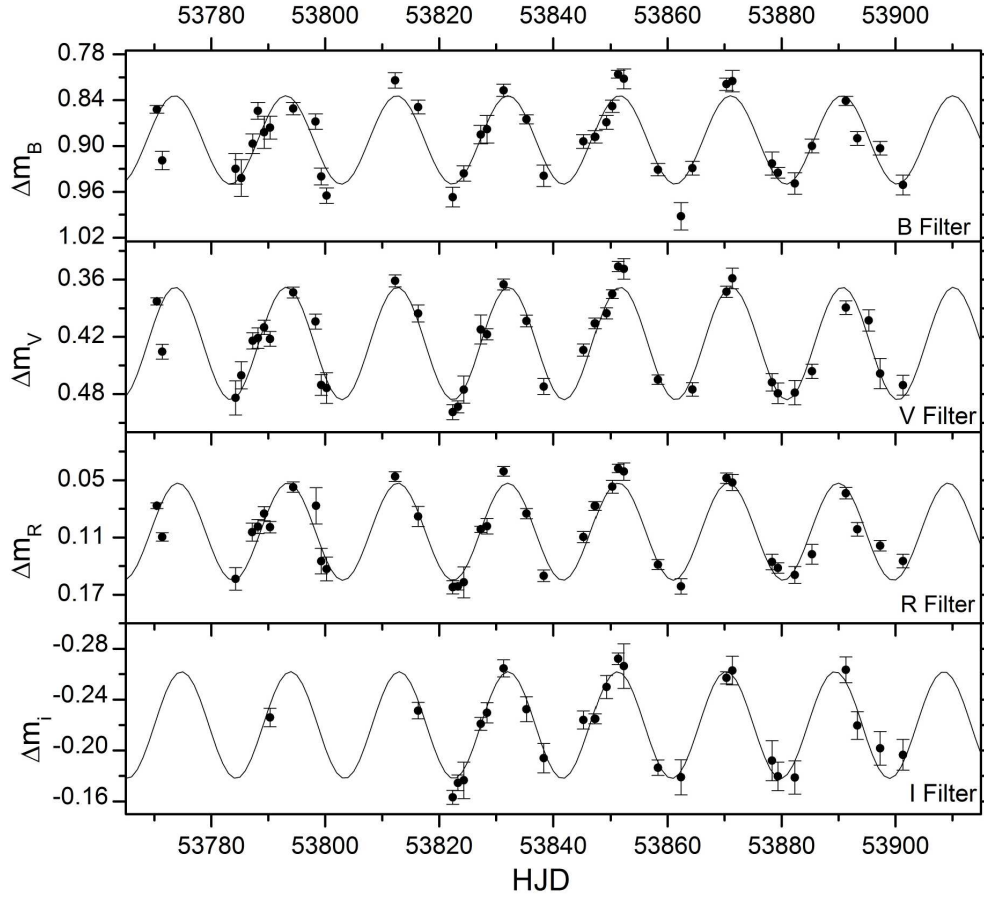
Yıl	Filtre	Nokta Sayısı	$\Delta m_0$ (kadir)	$A_S$ (kadir)	$P_S$ (gün)	$T_S$ (HJD) 2400000+
<b>FG UMa</b>						
2005	<i>B</i>	8	0.775(13)	0.049(16)	21.7(1.8)	53540(1)
2005	<i>V</i>	8	0.773(9)	0.047(10)	19.7(1.6)	53541(1)
2005	<i>R</i>	8	0.719(10)	0.035(12)	21.0(2.4)	53542(1)
<b>Sigma Gem</b>						
2004	<i>B</i>	10	5.438(7)	0.039(9)	17.9(6)	53116(1)
2004	<i>V</i>	13	4.291(7)	0.036(10)	18.5(8)	53115(1)
2004	<i>R</i>	13	3.465(4)	0.025(6)	17.9(7)	53115(1)
<b>FI Cnc</b>						
2004	<i>B</i>	14	0.719(10)	0.035(12)	21.0(2.4)	53542(1)
2004	<i>V</i>	13	7.294(4)	0.021(5)	41.7(2.3)	53082(2)

FG UMa aktif yıldızının ortalama dönme dönemi, literatürde 21.3 gün olarak verilmektedir [8]. Bu çalışmada yapılan fotometrik analiz sonucu, bu yıldız için fotometrik dönme dönemi,  $P_{\text{foto}}=20.8\pm 1.9$  gün (bkz. Çizelge 4.1) olarak bulunmuştur. Dolayısıyla bulunan sonuç, literatürle uyum içersindedir. Sigma Gem aktif yıldızının ortalama fotometrik dönme dönemi, [9] tarafından 19.4 gün olarak belirlenmiştir. Bu çalışmadaki fotometrik analizde, bu yıldız için,  $P_{\text{foto}}=18.1\pm 0.7$  gün (bkz. Çizelge 4.1) sonucu elde edilmiştir. Manyetik aktivite, yıldızın ışık değişiminde modülasyonlara yol açar ve fotometrik dönme dönemi, aktivite çevrimleri süreçlerinde küçük salınımlar altında değişir. Dolayısıyla bu çalışmada bulunan dönemlerin literatürdekiden az farklı çıkmasının olası nedeni, manyetik aktivite çevrimidir. Bu çevrimi izlemek için bu yıldızın gözlemlerine devam edilecektir.

FI Cnc yıldızının 2004 fotometrik gözlem verisine yapılan fitler, veri azlığı ve sürekli değişimler yüzünden, her bir renkteki veri için birbirinden oldukça farklı genlikler ve farklı dönemler göstermektedir (R rengindeki gözlemlere eksik veri nedeniyle fit yapılamamıştır.). Fotometrik dönemin, ki yıldızın dönme dönemine doğrudan bağlılığı yüzünden, çok farklı çıkması beklenmez. Literatürde, FI Cnc'nin fotometrik dönme dönemi  $28.5\pm 0.1$  gün olarak verilmiştir [10]. Proje öncesinde yapılan gözlemlerdeki veri eksikliği, böylesi bir uyumsuzluğu ortaya çıkarmıştır. Bu yıldızın 2006'daki gözlemleri, literatürle uyum içersindedir. Dolayısıyla aktif yıldızların gözlemlerinin çokluğu yada sıklığı, analizin duyarlılığını güvenilir düzeye çıkarmaktadır. Bu yüzden bu yıldızın gözlemlerine gelecek sezonda sıklıkla devam edilecektir.

**Çizelge 4.2** SAO 62042 ve FI Cnc yıldızlarının 2006'da elde edilen fotometrik verilerinin analiz sonuçları

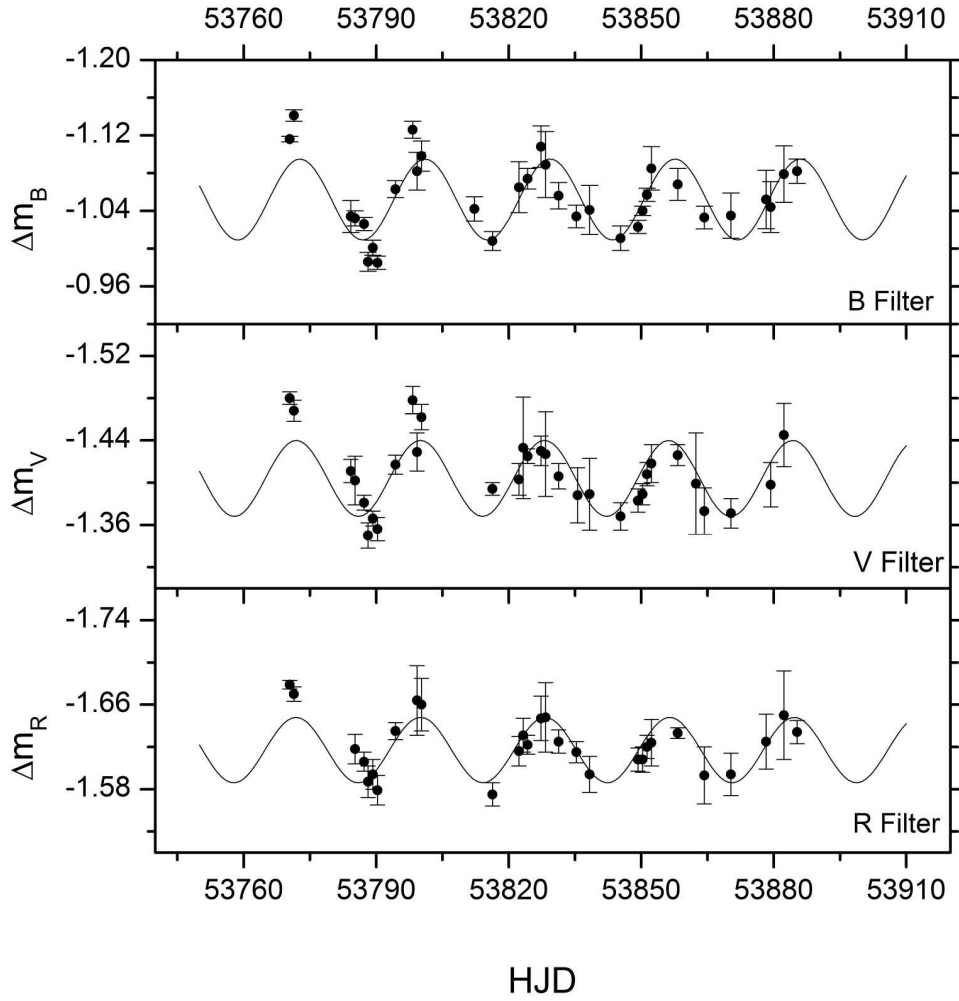
Yıl	Filtre	Nokta Sayısı	$\Delta m_0$ (kadir)	$A_S$ (kadir)	$P_S$ (gün)	$T_S$ (HJD) 2400000+
<b>SAO 62042</b>						
2006	<i>B</i>	40	0.892(4)	0.058(5)	19.5(1)	53827.2(3)
2006	<i>V</i>	40	0.427(3)	0.059(4)	19.5(1)	53827.3(2)
2006	<i>R</i>	40	0.104(3)	0.051(4)	19.3(1)	53827.2(2)
2006	<i>I</i>	26	-0.220(2)	0.042(3)	19.1(1)	53827.3(3)
<b>FI Cnc</b>						
2006	<i>B</i>	33	-1.052(4)	0.043(5)	28.3(6)	53794(1)
2006	<i>V</i>	32	-1.404(4)	0.036(5)	28.1(8)	53793(1)
2006	<i>R</i>	29	-1.617(3)	0.031(4)	28.2(7)	53793(1)



**Şekil 4.4** SAO 62042'nin 2006 yılı *BVRI* ışık değişimleri ve bu değişimlere fit edilen kuramsal eğriler.

Aktif olduğu yeni belirlenen SAO 62042 yıldızının fotometrik dönme dönemi, ilk kez bu çalışmada,  $P_{\text{foto}}=19.4\pm 0.1$  gün, olarak bulunmuştur. Tek çizgili tayfsal çift olan bu sistemin yörünge dolanma dönemi, dikine hız eğrisi kullanılarak, 15.465 gün civarında bulunmuştur [7]. Yörünge dolanma dönemi ile aktif yıldızın fotometrik dönme dönemlerinin farklı çıkmasının olası nedenleri, leke aktivitesi (lekelerin oluşması, büyümesi, enlemsel ve boylamsal yer değiştirmeleri, yok olması vb. gibi) ve az da olsa bu çift yıldızın diğer bileşeninin sistemin toplam ışığına katkıda bulunarak tutulmaları meydana getirmesi ve ışığın tutulmalardan dolayı da azalarak sistemin fotometrik değişimlerine ek değişimlerle katkıda bulunması gösterilebilir.

FI Cnc yıldızının 2006 fotometrik gözlem verisine yapılan fitler, literatürde verilen fotometrik dönme dönemi  $28.5\pm 0.1$  güne [10] çok yakın değer olarak  $P_{\text{foto}}=28.2\pm 0.7$  gün değerini vermektedir. Oysa, bu yıldızın 2004'de yapılan gözlemlerdeki veri eksikliği, fotometrik dönme döneminde literatürle bir uyumsuzluk ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla aktif yıldızların gözlemlerinin çokluğu yada sıklığı, analizin duyarlılığını güvenilir düzeye çıkarmaktadır. Bu yüzden bu yıldızın gözlemlerine gelecek sezonda sıklıkla devam edilecektir.



Şekil 4.5 FI Cnc'nin 2006 yılı BVR ışık değişimleri ve bu değişimlere fit edilen kuramsal eğriler.

Sonuç olarak, aktif yıldızların fotometrik dönme dönemlerini ve bu dönemlerin değişimlerini duyarlı biçimde bulmak için uzun zamana yayılmış geniş band fotometrik gözlemlere gerek duyulduğunu söyleyebiliriz. Bu amaçla bu çalışmada seçilen yıldızların fotometrik gözlemlerine önümüzdeki gözlem sezonlarında da devam edilecektir. Çalışmanın ileriki aşamasında, tayfsal ve fotometrik gözlemlerle, gözlenen aktif yıldızların dönme dönemlerindeki değişimler ile yıldız leke çevrimleri arasındaki ilişkilerin ortaya konmasına çalışılacaktır.

**Teşekkür:** Bu çalışma, TÜBİTAK TBAG 105T083 nolu "Uzun Dönemli RS CVn Çift Yıldızlarında Işıkkürenin ve Renkkürenin Aktivitesi" konulu araştırma projesinden üretilmiştir.

## Kaynaklar:

- [1] Kitchatinov, L.L., Rudiger, G. (1999), "Differential rotation models for late-type dwarfs and giants", *Astronomy and Astrophysics*, 344, 911-917
- [2] Donati, J.-F., Collier Cameron, A. (1997), "Differential rotation and magnetic polarity patterns on AB Doradus", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 291, 1-19
- [3] Reiners, A., Schmidt, J.H.M.M., Kurster, M. (2001), "Detection of differential rotation in psi Cap with profile analysis", *Astronomy and Astrophysics*, 376, L13-L16
- [4] Messina, S., Guinan, E. F. (2003), "Starspots Cycle Phase and Rotational Photometric Period Variations of Young Solar-type Stars: Different Patterns of Correlation", *The Future of Cool-Star Astrophysics: 12th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun (2001 July 30 - August 3)*, eds. A. Brown, G.M. Harper, and T.R. Ayres, (University of Colorado), 941-945
- [5] Strassmeier, K. G., Hall, D. S., Zeilik, M., Nelson, E., Eker, Z., Fekel, F. C. (1988), "A catalog of chromospherically active binary stars", *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 72, 291-345
- [6] Strassmeier, K. G., Hall, D. S., Fekel, F. C., Scheck, M. (1993), "A catalog of chromospherically active binary stars (second edition)", *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 100, 173-225
- [7] Frasca, A., Guillout, P., Marilli, E., Freire Ferrero, R., Biazzo, K., Klutsch, A. (2006), "Newly discovered active binaries in the RasTyc sample of stellar X-ray sources. I. Orbital and physical parameters of six new binaries", *Astronomy and Astrophysics*, 454, 301-309
- [8] Fekel, F. C., Henry, G. W., Eaton, J. A., Sperauskas, J., Hall, D. S. (2002), "Chromospherically Active Stars. XXI. The Giant, Single-lined Binaries HD 89546 And HD 113816", *The Astronomical Journal*, 124, 1064-1076
- [9] Fried, R. E., Vaucher, C. A., Hopkins, J. L., Sabia, J. D., Krisciunas, K., Chambliss, C. R., Landis, H. J., Eaton, J. A., Hall, D. S., Henry, G. W. (1983), "Five years of photometry of Sigma Geminorum", *Astrophysics and Space Science*, 93, 305-311
- [10] Henry, G. W., Fekel, F. C., Hall, D. S. (1995), "An Automated Search for Variability in Chromospherically Active Stars", *Astronomical Journal*, 110, 2926