

δ Scuti Türü Değişen Yıldızlar CC And ve V350 Peg: 2005 Yılı Fotoelektrik Fotometri Gözlemleri

Fehmi EKMEKÇİ¹, Selçuk TOPAL

Özet

Bu çalışmada δ Scuti Türü değişen yıldızlar CC And ve V350 Peg'in Ağustos 2005 ile Aralık 2005 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Gözlemevi (AÜG) ve Tübitak Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde elde edilen ışık eğrileri sunulmaktadır. V bandı gözlem verilerine "En küçük kareler" yöntemi ile Kesikli Fourier Dönüşümü uygulayarak CC And ve V350 Peg'in elde edilen yeni ışık elemanları verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: δ Scuti, yıldızlar: CC And, V350 Peg.

Abstract

In this study, the light curves of the δ Scuti type variables CC And and V350 Peg obtained between August 2005 and December 2005 at the Ankara University Observatory (AUG) and at the TÜBİTAK National Observatory (TUG) are presented. The new ephemerides for these variables are presented based on the "Least Squares" and period analysis by an application the Discrete Fourier Transform (DFT) to the V data of these pulsation stars.

Keywords: δ Scuti, stars: CC And, V350 Peg.

1. Giriş

CC And (SAO 36605, BD +41° 119, HIP 3432), tayf türü F3IV-V olan tipik bir δ Scuti türü değişen yıldızdır (Wilson ve Walker 1956). CC And'ın ışık değişimi ilk kez

¹ Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 06100 Tandoğan Ankara e-mail:ekmekci@astro.1.science.ankara.edu.tr

Lindblad ve Eggen (1953) tarafından verilmiştir. Bu çalışmada ışık değişim döneminin <1 gün olduğu tahmin edilmiştir. Wilson ve Walker (1956), CC And'a ilişkin eş zamanlı tayf ve fotometre gözlemlerini yapmışlardır. Bu gözlemlerden ışık değişim dönemi 0.1249078 gün olarak bulunmuştur. Daha sonra 1956 ve 1957'deki V bandı fotoelektrik gözlemlerini yapıp değerlendiren Fitch (1960), CC And için dört zonklama frekans değeri bulmuştur. Yayınlanmış gözlem verilerini tekrar değerlendiren Fitch (1967), 1960'daki çalışmasında belirlediği dört frekansla birlikte toplam 6 frekans değerini elde etmiştir. 1957 - 1984 arasında ise CC And'ın literatürde yayınlanmış gözlemi bulunmamaktadır.

CC And'ın 25 Eylül-20 Ekim 1984 gözlemleri Jian-ning ve Shi-yang (1995) tarafından yapılmış ve bu gözlemler toplam dört dönem içerisinde yapılmış (1953-1954; 1956-1957; 1984; 1986-1987) 1953-1987 gözlemleri ile birlikte değerlendirilmiştir. Jian-ning ve Shi-yang'ın bu çalışmasında CC And'ın ışık değişimi için toplam 7 frekans değeri bulunmuştur. CC And'ın 1987 gözlemlerini yapıp değerlendiren Rousseau ve ark. (1988), 5. terime kadar açılmış Fourier serisi yaklaşımı ile ışık eğrilerinin analizinden özellikle B rengindeki ışık eğrisi genliğinde bir değişimin var olduğunu bulmuşlardır.

V350 Peg (SAO 73233, HIP 115536) Hipparcos uydusu gözlemlerinde küçük genlikli bir δ Scuti türü değişen yıldız olarak kaydedilmiştir (ESA 1997). Bu gözlemlerden V350 Peg' in ışık eğrisinin 0^m.05 genlikli ve döneminin 0.2012 gün olduğu bulunmuştur. Vidal-Sáinz ve ark. (2002), V350 Peg'i Temmuz 1997 – Ocak 1998 tarihleri arasında gözlemiş ve analizleri sonucunda Hipparcos kataloğunda verilen 0.2012 günlük dönemin doğru olmadığını söylemişlerdir. Hipparcos uydusu gözlemi ile keşfedilen bu δ Scuti türü değişen yıldızın literatürde başka gözlemsel verisi bulunmamaktadır. Bu yıldızla ilişkin en yeni bilgiler Rodriguez ev ark. (2000)'nın δ Scuti türü değişenlerine ait en son yayımlanan kataloğunda verilmektedir.

Bu çalışmada δ Scuti türü değişen yıldızlar CC And ve V350 Peg' in Ağustos-Aralık 2005 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Gözlemevi (AÜG)'nde yapılan B ve V bandı gözlemleri ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)' nde yapılan B, V, R ve Strömgren v, b, y bantlarındaki gözlemler değerlendirilerek bu değişen yıldızların ışık eğrileri ve değişim dönemleri üzerinde yapılan düzeltme analizleri sunulmaktadır.

2. Gözlemler

CC And ve V350 Peg' in 2005 yılı fotoelektrik fotometri gözlemleri Ankara Üniversitesi Ahlatlıbel Gözlemevi (AÜG)' ndeki 30 cm' lik Maksutov teleskoba bağlı ve Tübitak Ulusal Gözlemevi (TUG)' ndeki 40 cm' lik Cassegrain teleskopa bağlı SSP-

5A fotometre başlığı kullanılarak yapılmıştır. AÜG'deki gözlemler B ve V renginde, TUG gözlemleri ise B, V, R ve Strömgren v, b, y bantlarında yapılmıştır. CC And'ın AÜG'de 5 gece ve TUG'da 9 gece olmak üzere toplam 14 gecelik gözlem verisi elde edilirken V350 Peg'in AÜG'de 6 gece ve TUG'da 6 gece olmak üzere toplam 12 gecelik gözlem verisi elde edilmiştir. AÜG ve TUG'da yapılan gözlemlerin gecelik bilgi dökümü Çizelge 1'de verilmektedir. Gözlemlerde mukayese ve denet yıldız olarak kullanılan yıldızlara ilişkin bilgiler Çizelge 2'de verilmektedir. Gözlemlerin standart indirgeme işlemleri Hardie (1962) yöntemi uygulanarak yapılmıştır. Standart V parlaklıkları ise dönüşüm katsayıları (AÜG : Müyesseroğlu 2005 ; TUG : Aslan 2000) kullanılarak elde edildi. CC And ve V350 Peg için her bir renkteki gözlemin maksimum ile minimum standart hata aralığı Çizelge 3'te verilmektedir. Çizelge 3'den görüleceği gibi bazı gecelerin kadir hatası, ışık eğrisinin genliği meretebesinde olmuştur. Bu gecelerin gözlem verileri, dönem analizinde dikkate alınmamıştır.

Çizelge 1. CC And ve V350 Peg' in AÜG ve TUG' da yapılan gözlemlerin listesi (B, V, R – Johnson ; v, b, y – Strömgren)

	TARİH	GÖZLEMEVİ	YILDIZ ADI	AÇIKLAMA
1	08.08.2005	AÜG	V350 Peg	B , V
2	09.08.2005	AÜG	V350 Peg	B , V
3	10.08.2005	AÜG	V350 Peg	B , V
4	11.08.2005	AÜG	CC And	B , V
5	13.08.2005	AÜG	CC And	B , V
6	14.08.2005	AÜG	V350 Peg	B , V
7	17.08.2005	TUG	CC And	B , V , R
8	18.08.2005	TUG	V350 Peg	v, b, y
9	19.08.2005	TUG	CC And	v, b, y
10	20.08.2005	TUG	V350 Peg	B , V , R
11	12.09.2005	AÜG	CC And	B , V
12	13.09.2005	AÜG	CC And	B , V
13	17.09.2005	AÜG	V350 Peg	B , V
14	18.09.2005	AÜG	V350 Peg	B , V
15	25.09.2005	TUG	V350 Peg	B , V , R
16	26.09.2005	TUG	V350 Peg	B , V , R
17	29.09.2005	TUG	CC And	B , V , R
18	30.09.2005	TUG	CC And	B , V , R
19	02.10.2005	TUG	V350 Peg	B , V , R
20	05.10.2005	TUG	V350 Peg	B , V , R
21	06.10.2005	TUG	CC And	v, b, y
22	28.10.2005	AÜG	CC And	B , V
23	02.12.2005	TUG	CC And	B , V , R
24	03.12.2005	TUG	CC And	B , V , R
25	04.12.2005	TUG	CC And	B , V , R
26	05.12.2005	TUG	CC And	B , V , R

Çizelge 2. Kullanılan mukayese (M) ve denet (D) yıldızlarının özellikleri

Adı	α (2000)	δ (2000)	Tafy Türü	V Parlaklığı
CC And	00 43 48.01	+42 16 55.8	F3 IV-V	9.36
BD+41 123 (M)	00 44 47.90	+42 29 48.9	G5	8.56
BD+41 124 (D)	00 45 03.72	+42 22 19.0	K0	9.48
V350 Peg	23 24 30.91	+30 42 44.0	F2	7.19
BD+29 4919 (M)	23 24 17.76	+30 45 05.3	K2	8.07
BD+30 4935 (D)	23 24 36.26	+30 50 10.1	F2	9.51

CC And ve V350 Peg' in B, V ve R bandlarındaki zamana bağlı diferensiyel parlaklık değerleri ile birlikte standart V parlaklıklarını içeren Çizelgeler, çok uzun olmaları nedeniyle ve çok yer aldıklarından dolayı bu yayında verilmemektedir. Bu Çizelgeler istek üzerine yazarlardan elde edilebilir.

Çizelge 3. Çizelge 1'deki gözlemlerin gecelik kadir hataları

Yıldız	Gecelik kadir hataları
CC And	$0.001 < \sigma(\Delta B) < 0.199$ $0.001 < \sigma(\Delta V) < 0.160$ $0.001 < \sigma(\Delta R) < 0.128$ $0.002 < \sigma(\Delta v) < 0.013$ $0.006 < \sigma(\Delta b) < 0.022$ $0.003 < \sigma(\Delta y) < 0.017$
V350 Peg	$0.003 < \sigma(\Delta B) < 0.071$ $0.001 < \sigma(\Delta V) < 0.169$ $0.001 < \sigma(\Delta R) < 0.036$ $\sigma(\Delta v) = 0.014$ $\sigma(\Delta b) = 0.031$ $\sigma(\Delta y) = 0.029$

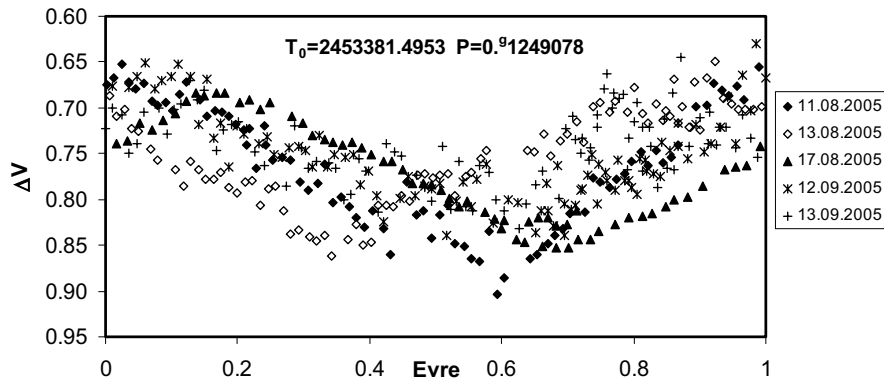
3. Dönem Analizi ve Işık Eğrileri

3.1 CC And

CC And'ın evreye bağlı ışık eğrilerini oluşturmak için maksimum parlaklığa karşılık gelen $HJD_0 = T_0 = 2453381.4953 \pm 0.0020$ (Hübscher ve ark. 2005) değeri ile ışık değişim dönemine ilişkin P (gün) = 0.1249078 (Wilson & Walker 1956) değeri kullanıldı. Bu değerlerle birlikte CC And için epok

$$HJD_0 = 2453381.4953 + 0^{\text{g}}.1249078 \times E \quad \text{..... (1)}$$

kullanılarak evreye bağlı ışık eğrileri oluşturuldu (bkz. örnek olarak seçilen beş gecenin ışık eğrilerini veren Şekil 1).



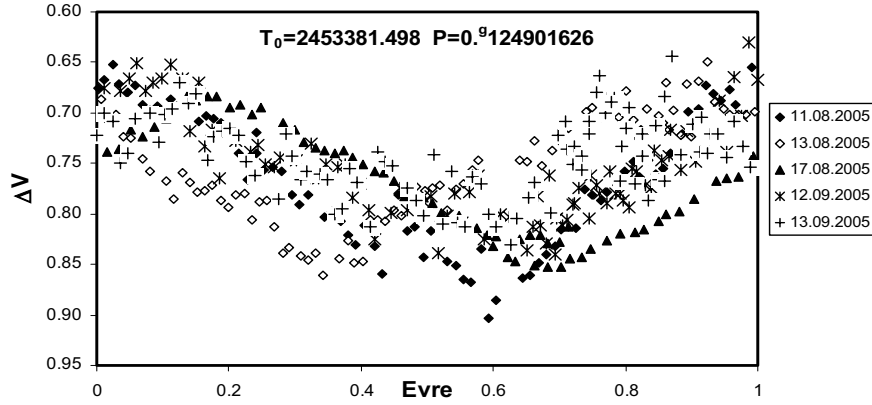
Şekil 1. CC And'ın (1) nolu bağıntıdaki epoğa göre evrelendirilen V bandı ışık eğrileri

Şekil 1'den görüleceği gibi CC And'ın farklı tarihlerdeki ışık eğrilerinin minimum evrelerinde bir kayma olmuştur. Örneğin 11.08.2005 tarihindeki V bandı ışık eğrisinin minimumu ~0.7 evresinde meydana gelirken 13.08.2005 tarihindeki V bandı ışık eğrisinin minimumu ~0.4 evresinde meydana gelmiştir. CC And'ın literatürde verilen P değeri için hata miktarı olmadığından bu çalışmada, AÜG ve TUG' da elde edilen gözlemsel verileri kullanılarak T_0 ve P değerleri "En Küçük Kareler" yönteminin uygulanmasıyla düzeltilmiş ve yeni hata değerleri elde edildi. Bu sonuca göre CC And'ın epogu;

$$HJD_0 = 2453381.4980 + 0^{\text{g}}.124901626 \times E \quad \text{.....(2)}$$

$$\pm .0024 \quad \pm .000006174$$

olarak hesaplandı. (2) ile verilen ışık elemanlarına göre CC And'ın evreye bağlı V bandı ışık eğrileri Şekil 2 de verilmektedir. Şekil 3 te de CC And'ın AÜG ve TUG gözlemlerinden elde edilen toplam 12 geceye ait V bandı ışık eğrileri ayrı ayrı verilmektedir.



Şekil 2. CC And'ın (2) nolu bağıntıdaki epoğa göre evrelendirilen V bandı ışık eğrileri

3.2 V350 Peg

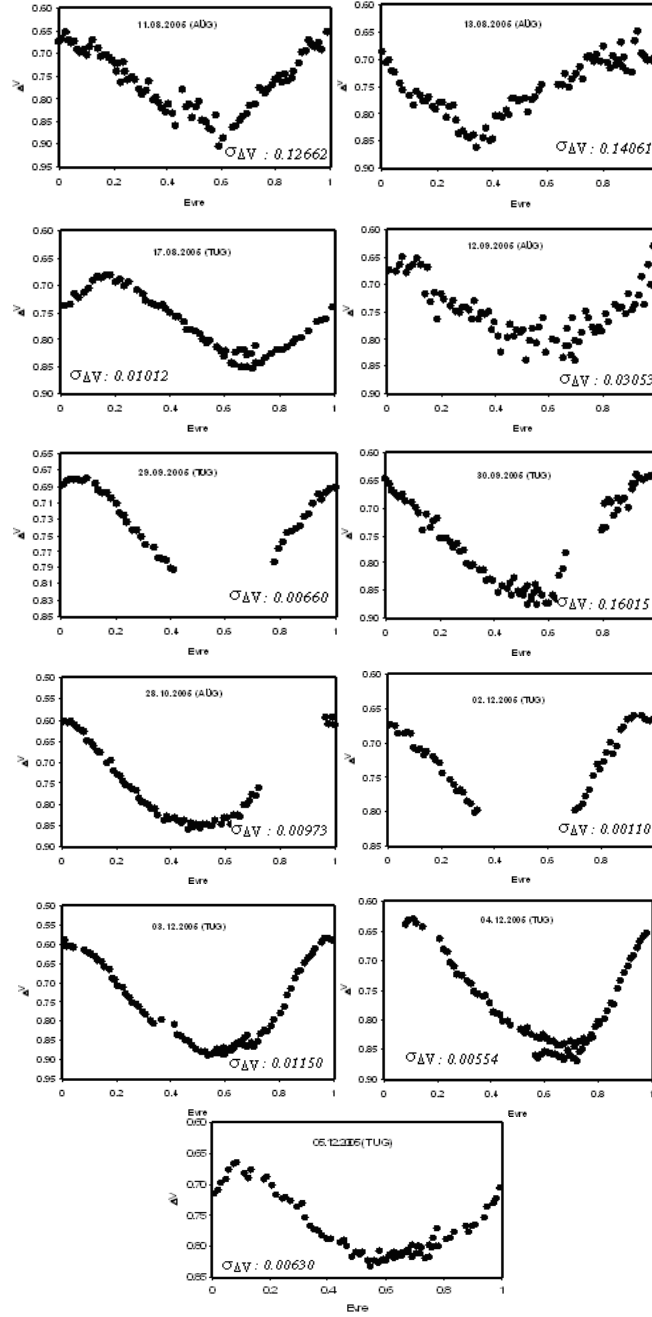
V350 Peg değişen yıldızının AÜG ve TUG' da yapılan gözlemlerine ilişkin ışık eğrilerini oluştururken başlangıçta Hipparcos kataloğunda verilen dönem (P (gün) = 0.2012) ile maksimum parlaklık zamanına karşılık gelen 2448427.0 değerleri kullanıldı. 8, 9 ve 10 Ağustos 2005 tarihlerindeki evreye bağlı V bandı ışık eğrileri,

$$\text{HJD} = 2448427.0 + 0^{\text{g}}.2012 \times E \quad \dots\dots\dots(3)$$

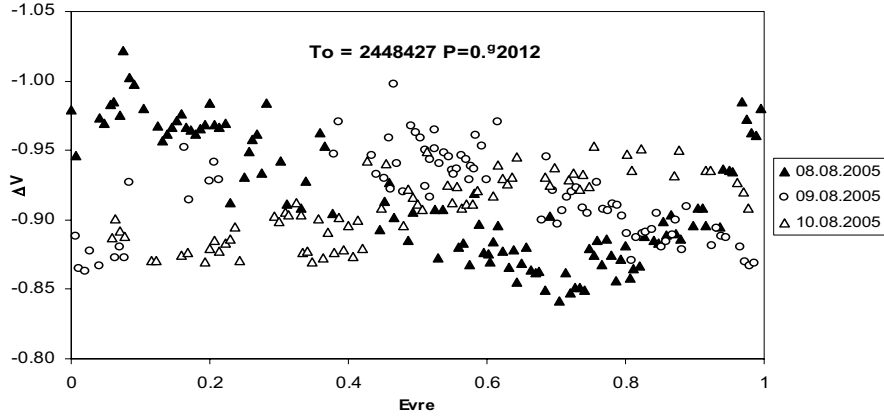
bağıntısına göre oluşturuldu (Şekil 4). Şekil 4'den görüleceği gibi bu üç gecenin V bandı ışık eğrilerinde bir uyum görülmemektedir. Bu değişen yıldızın, değişim özelliklerinin ışık eğrilerine dayanarak sağlıklı bir değerlendirmesini yapabilmek için bu maksimum zamanı ile dönemin en sağlıklı, yani hatalarının en küçük olduğu değerleri dikkate alınmalıdır. Hipparcos kataloğunda V350 Peg'in değişen yıldız olarak saptandığı gözlem verilerinden bulunan T_0 (= HJD_0) ve P değerleri için hatalar verilmemiştir. Daha sonra V350 Peg'in Temmuz 1997 ile Ocak 1998 tarihleri arasındaki 31 gecelik gözlemlerini yapıp değerlendiren Vidal-Sáinz ve ark. (2002), bu değişen yıldız için kendi gözlem verilerinden saptadıkları $\text{HJD}_0 = 2450716.0$ zamanı kullanılarak

$$\text{HJD} = 2450716.0 + 0^{\text{g}}.2012 \times E \quad \dots\dots\dots(4)$$

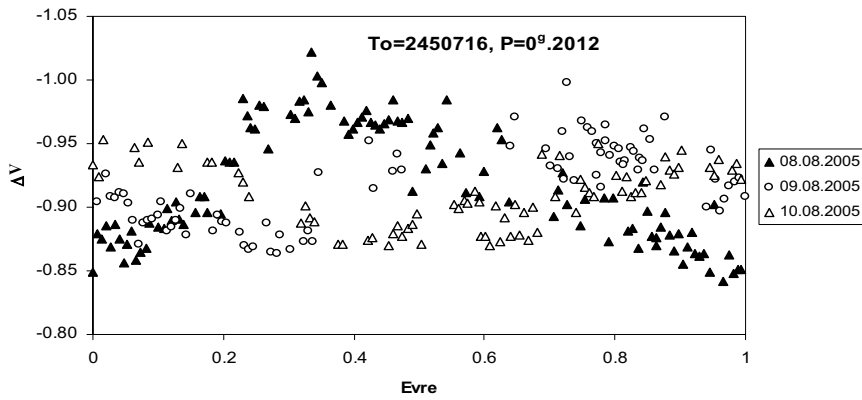
elde edilen ışık elemanları ile bizim gözlemlerin evreye bağlı ışık eğrileri tekrar oluşturuldu (Şekil 5).



Şekil 3. CC And'ın (2) nolu bağıntıya göre evrendirilen ışık eğrileri



Şekil 4. V350 Peg'in (3) nolu bağıntıya göre evrelendirilen ışık eğrileri



Şekil 5. V350 Peg'in (4) nolu bağıntıya göre evrelendirilen ışık eğrileri

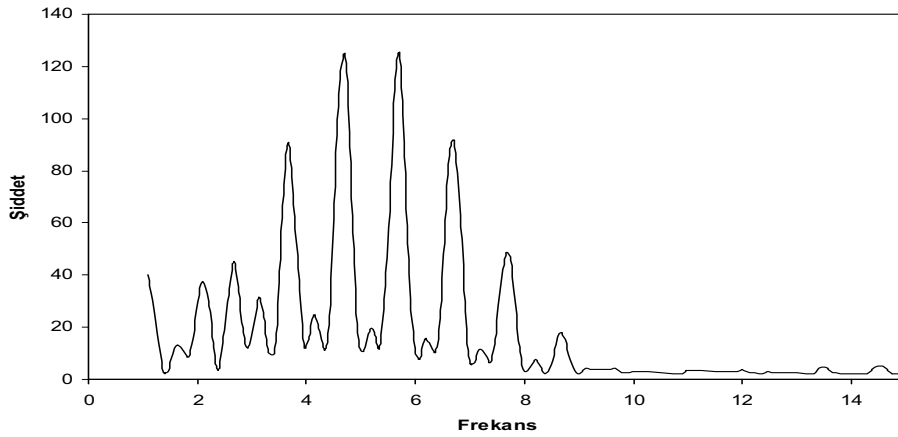
(4) bağıntısında verilen ışık elemanlarına göre oluşturulan ve yukarıda sözü edilen üç gecenin Şekil 5'teki V bandı ışık eğrilerine bakacak olursak yine bir uyum görülmemektedir. Bu durum, ya gerçekten bu yıldızın ışık eğrilerinin genliğinde ve döneminde önemli bir değişim olduğunu gösterir ya da şimdiye kadar yapılan değerlendirmelerde verilen dönemin çok doğru olmayabileceğini düşündürür. Bu ayrıntıyı açıklığa kavuşturmak için V350 Peg'in 2005 yılındaki AÜG ve TUG gözlemlerinin V bandı ışık eğrilerine KFD (Kesikli Fourier Dönüşümü) yöntemi uygulanarak dönem analizi yapıldı. Bu yöntemde kullanılan kesikli Fourier serisi, $A_0 + A_1 \cos X + B_1 \sin X$ elemanlarına kadar açılmış seridir. Bu analize ilişkin güç tayfı (periyodogram) Şekil 6'da verilmektedir. KFD analizi sonucunda elde edilen dönem $P = 0.2131405$ gün olmuştur. Bu döneme karşılık gelen frekans ve şiddet değerleri sırasıyla 4.69174 ve

125.146 olmuştur (Şekil 6). Bizim gözlemlerimizden bir maksimum parlaklık zamanı (sıfır noktası) değeri $T_0 = 2453591.451$ olarak bulundu. Bu P dönem değeri ve T_0 değerine En Küçük Kareler yöntemini CC And için yapıldığı gibi uyguladıktan sonra V350 Peg için epok,

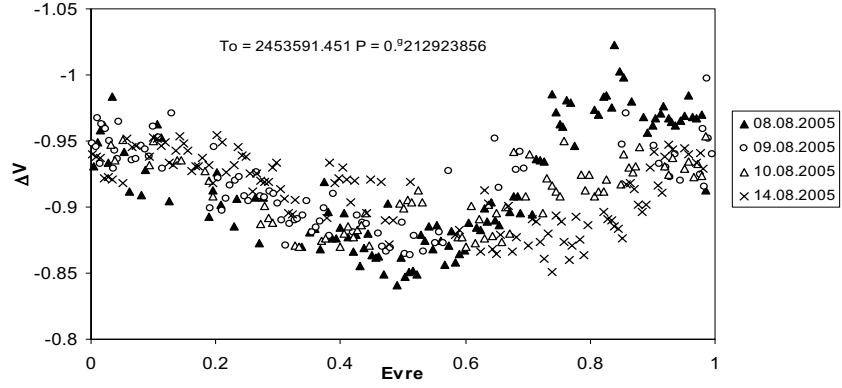
$$\text{HJD} = 2453591.451 + 0^{\text{g}}.212923856 \times E \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\pm \quad .034 \quad \pm .000216644$$

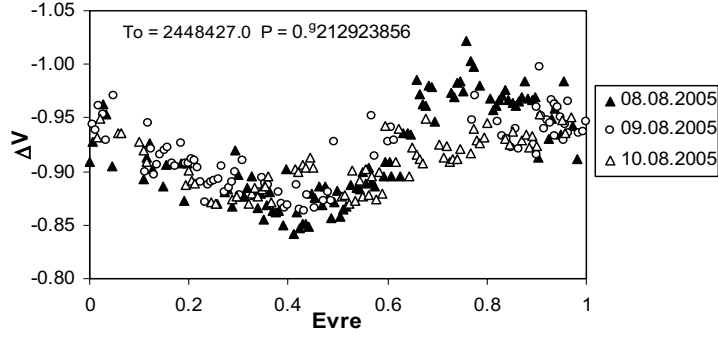
olarak elde edildi. V350 Peg' in (5) ile verilen ışık elemanlarına göre oluşturulan V bandı ışık eğrileri örnek olarak seçilen aynı üç gece ile birlikte 14.08.2005 gecesi (toplam 4 gece) için Şekil 7'de gösterildiği gibi elde edildi. Şekil 7'den görüleceği gibi, Şekil 4 ve Şekil 5'teki uyumsuzluklar ortadan kalkmış evreye bağlı V bandı ışık eğrilerinde uyumlu bir değişim ortaya çıkmıştır. Bu durumda V350 Peg' in dönemi $P = 0.2012$ gün değil $P = 0.212923856$ gün olmalıydı. Bundan tam emin olmak için bu dönem değeri Hipparcos verilerinden bulunan $T_0 = 2448427.0$ ile kullanılarak evrelendirilen ışık eğrileri (Şekil 8) ve Vidal- Sáinz ve ark. (2002)'nin gözlemleri için buldukları $T_0 = 2450716.0$ ile kullanılarak evrelendirilen ışık eğrileri (Şekil 9) oluşturuldu. Şekil 8 ve Şekil 9 da gösterilen ışık eğrilerinin de uyumlu olmasından V350 Peg' in ışık değişim döneminin $P = 0.212923856$ gün olması gerektiği anlaşılmaktadır. Yani ilk bulunan $P = 0.2012$ değerinin düzeltilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada V350 Peg için elde edilen ve (5) bağıntısıyla verilen ışık elemanlarına göre oluşturulan diğer tüm AÜG ve TUG gözlemlerine ait ışık eğrileri Şekil 10' da verilmektedir.



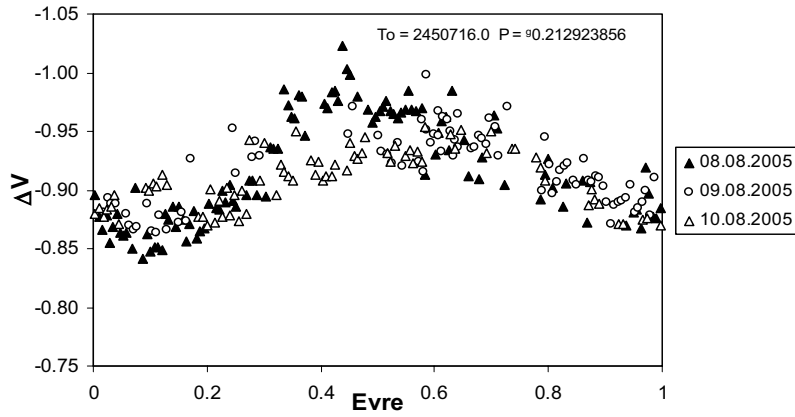
Şekil 6. V350 Peg' in AÜG ve TUG' da yapılan V bandı gözlemlerinin ışık eğrilerine DFT analizinin sonucunda elde edilen periyodogram. Maksimum şiddet değeri 125.146 ya karşılık gelen frekans değeri 4.69174 ($P = 0.2131405$ gün)'tür



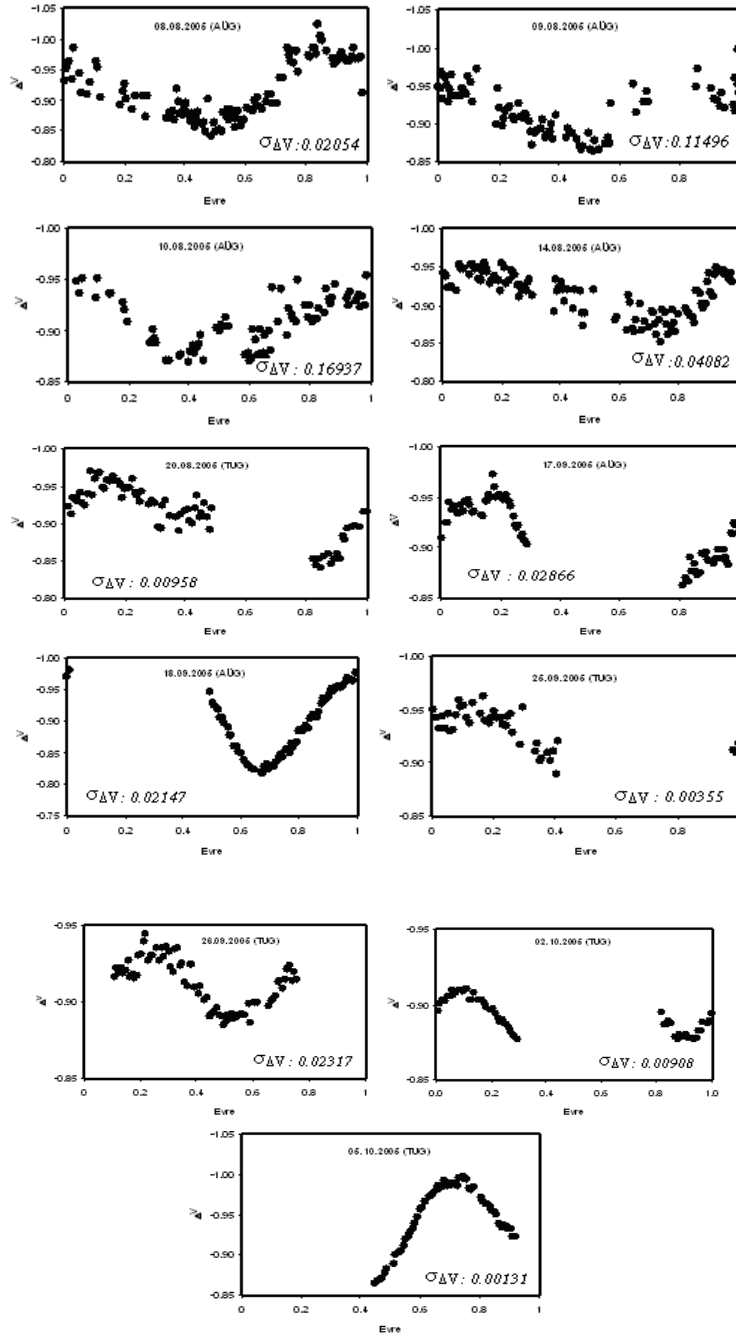
Şekil 7. V350 Peg'in (5) nolu bağıntıya göre evrelendirilen 4 gecelik ışık eğrileri



Şekil 8. V350 Peg'in $T_0 = 2448427$ (Hipparcos değeri) ve $P = 0.212923856$ gün değerlerine göre evrelendirilen ışık eğrileri



Şekil 9. V350 Peg'in $T_0 = 2450716$ (Vidal- Sáinz ve ark. 2002) ve $P = 0.212923856$ gün değerlerine göre evrelendirilen ışık eğrileri



Şekil 10. V350 Peg'in (5) nolu bağıntıya göre elde edilen ışık eğrileri

4. Sonuçlar

Bu çalışmada δ Scuti türü değişen yıldızlar olan CC And ve V350 Peg'in 2005 yılında AÜG ve TUG' da yapılan fotoelektrik fotometri gözlemleri değerlendirildi. Bu değişen yıldızların dönem analizleri, V bandı gözlemlerine En küçük kareler yöntemi ve DFT (Discrete Fourier Transform) yöntemi uygulayarak yapıldı. Bu analizlerin sonucunda CC And için (2) bağıntısıyla verilen ışık elemanları, V350 Peg için de (5) bağıntısıyla verilen ışık elemanları elde edildi. Bu bağıntılardan görüleceği gibi düzeltilmiş ışık değişim dönemleri CC And için $P = 0.12490126 \pm 0.000006174$ gün ve V350 Peg için $P = 0.212923856 \pm 0.000216644$ gün olarak elde edildi. Bizim gözlemlerimizin ışık eğrilerinden, maksimum ışık düzeyine karşılık gelen sıfır noktası (başlangıç zamanı) zaman değerleri de CC And için $T_0 = 2453381.4980 \pm 0.0024$ ve V350 Peg için $T_0 = 2453591.451 \pm 0.034$ olarak elde edildi. CC And ve V350 Peg'in bulunan bu T_0 ve P değerlerine göre evrelendirilmiş ışık eğrileri sırasıyla Şekil 3 ve Şekil 10' da verildiği gibi elde edildi. Şekil 3 den görüleceği gibi CC And'in 29.09.2005, 28.10.2005 ve 02.12.2005 gecelerinde gözlenmiş ışık eğrilerindeki bazı evre aralıkları elde edilememiştir. CC And'in 13.09.2005 gecesi gözlemleri ile V350 Peg'in 10.08.2005 ve 14.08.2005 gecelerindeki gözlemlerinde de saçılma büyük olmuştur. Bu saçılmalar, bu gözlem gecelerindeki hava koşullarının iyi olmamasından ileri gelmektedir. Pulsasyon yapan bu değişen yıldızların çoğul dönemli zonklama frekansları ile ilgili çalışma Lenz, P. ve Breger, M.'nin Period04 (<http://www.univie.ac.at/tops/Period04>) programı kullanılarak sürdürülmektedir. Bu çalışmanın sonuçları da yakın bir zamanda yayınlanmak üzere inceleme aşamasındadır.

Teşekkür : TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi ve Ankara Üniversitesi Gözlemevi'ne sağlanmış oldukları gözlem zamanı ve teknik desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aslan, Z. , "TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi' nde Mutlak Işıkkölçümü", 2000, XII. Ulusal Astronomi Toplantısı, Ege Üni. Fen Fak. İzmir, s.81 ed. Prof. Dr. Cafer İbanoğlu
- Claret A., Rodríguez E., Rolland A., López de Coca P., 1990, ASPC., 11, 481
- ESA 1997, The Hipparcos and Tycho Catalogues, ESA SP-1200 Montgomery, M. & O'Donoghue, D. 1999, Delta Scuti Newslet., 13, 28
- Fitch W.S., 1960, "The Light-variation of CC Andromedae", ApJ 132, 701
- Fitch W.S., 1967, "Evidence of tidal effects in some pulsating stars I. CC Andromedae and Simga Scorpii", ApJ 148, 481
- Hardie, R.H. , "Astronomical Techniques", 1962, Chicago University Press, ed. Hiltner, W.A.

- Jian-ning, F and Shi-yang, Jiang, 1995, "The multiple frequencies of the δ Scuti variable CC Andromedae", *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* 110, 303
- Lindblad O.P. , Eggen O.J., 1953, "A new short-period variable star: BD+41° 119", *PASP* 65, 291
- Müyesseroglu, Z. , 2005, Özel görüşme, "AÜG için standart parlaklığa dönüşüm katsayıları"
- Rodriguez E. Lopez-Gonzalez M.J. , and Lopez de Coca P. , "A revised catalogue of δ Sct stars", 2000, *A&AS* 144,469
- Rousseau, C. , Bourassa, J.I. ve Milone, E. 1988, *IBVS*, No. 3211
- Wilson O.C., Walker M.F.,1956, "Simultaneous spectrographic and photometric observations of the short-period variables SX Phoenicis and CC Andromedae", *ApJ* 124, 325
- Vidal-Sainz, J., P.Wils, P. Lampens, and E. Garcia-Melendo, 2002, "The multiple frequencies of the δ Scuti star V350 Peg", *A&A* 394, 585
- Zeilik, M., Gregory, S.A., Smith, E. v. P., 1992, "Introductory Astronomy and Astrophysics", Third Edition, Sounders College Pub., s.338
- Zombeck, Martin V., 1990, " Handbook of Space Astronomy And Astrophysics – 2nd edition, Cambridge University Press