

AKTİF YILDIZ II PEGASI'NİN 25 YILLIK GENİŞ BANT

IŞIKÖLÇÜMÜNDEN SONUÇLAR

Serdar EVREN ve Günay TAŞ

*Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100
Bornova/İzmir*

e-posta: serdar.evren@ege.edu.tr; gunay.tas@ege.edu.tr

Özet

II Pegasi tutulma göstermeyen tek çizgili en aktif RS CVn türü yıldızlardan birisidir. Tayf sınıflaması K2-3 IV-V olarak belirlenen sistemin yörünge dönemi yaklaşık 6.72 gündür. Yıldızın dönmesinen dolayı görünür bileşen üzerinde bulunan lekelerin görünürlüğü değişmekte ve ışık değişimlerinde dalga benzeri bozulmalar görülmektedir. Bu çalışmada II Pegasi'nin 1983 yılından 2007 yılına kadar Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde aynı teleskopla elde edilmiş 25 yıllık ışık eğrilerinin analiz sonuçları tartışılmaktadır. Hemen hemen her yıl ışık eğrilerinin genlikleri, ortalama parlaklık düzeyleri ile lekelerin yüzeydeki konumları değişmektedir. Fotometrik dönem analizi yapılarak dönem değişiminin nedenleri ve etkileri tartışılmış, çevrimsel olaylar incelenmiştir. Tutulma göstermeyen bu sistemdeki görünmeyen bileşenin, yıldızın aktivitesine olan katkısı tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ışıkölçüm, geri-tür yıldız, çift yıldız, aktivite, leke

Abstract

II Pegasi is one of the most active, non-eclipsing, single-lined RS CVn stars. The orbital period of the system is almost 6.72 days and its spectral classification is determined as K2-3 IV-V. The visibilities of the stellar spots located on the visible component vary due to rotational modulation and the wave-like distortions are seen on the light curves. In this study the analysis results of the light curves of the system obtained during 25 years (1983-2007) with the same telescope at the Ege University Observatory are discussed. The amplitudes and the mean brightness of the light curves vary in time. The positions of the spots on the surface change also in each year. Furthermore, the photometric period analysis was made and the causes and the effects of the period variations were discussed. The contribution to the stellar activity of the unseen component of the non-eclipsing binary was investigated.

Key words: photometry, late-type star, binary star, activity, spot

1. Giriş

II Pegasi (HD 224085) tutulma göstermeyen, K2-3 IV-V tayf türünden, en aktif tek-çizgili kromosferik aktif çift yıldızlardan birisidir. Sistemin fotometrik değişkenlik gösterdiğinin saptanması bundan yaklaşık 30 yıl öncesine dayanır. Aktif yıldızlar üzerine çalışanlar için çok cazip bir araştırma hedefi olmasına ve elektromanyetik tayfin hemen hemen her bölgesinde gözlenmesine rağmen hala atmosferik değişimleri tam olarak ortaya konamamıştır. Görünürdeki soğuk bileşen yüzeyindeki aktif bölgelerin yıldızın dönmesi sonucunda yarattığı ışık değişimleri, sistemin toplam parlaklığının zaman içinde değişmesine neden olur. Bu gibi yıldızların

uzun zaman aralığına yayılmış, geniş bant ışıkölçümü sonucunda elde edilen parlaklıkları değişik yöntemler geliştirilerek analiz edilmektedir. Bunun sonucunda, yüzeydeki güneş benzeri aktivite yapılarının yaşam süreleri, yüzey dağılımları, konumları, fiziksel parametreleri ve boyut değişimleri ortaya konmaya çalışılır (Henry ve diğ., 1995; Rodonò ve diğ., 2000; Berdyugina ve diğ., 1998a, b).

Elde edilen verilerin değişkenlik kaynağı için daha soğuk olduğu tahmin edilen görünmeyen yoldaş yıldız yerine, baş bileşenin fotosferi, kromosferi ve/veya koronası gösterilir. Berdyugina ve diğ. (1998a)'nin yaptıkları optik tayf analizleri baş yıldızın, kırmızı dev kolu tabanına doğru evrimleşen yaşlı bir K2 IV disk yıldızı olduğunu göstermiştir. Görünmeyen yoldaş yıldızın ise düşük kütleli bir anakol M cücesi olabileceği tartışılmaktadır.

25 yıl boyunca Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde ışıkölçümü yapılan II Pegasi'nin ışık değişimlerinden elde edilen bilgilerin genel bir sonucunun özetleneceği bu çalışmanın ikinci bölümünde gözlemler ve veri analiz yönteminden söz edilecektir. Üçüncü bölümde fotometrik dönem, genlik, ortalama parlaklık değişimleri ve aktif boylamların yeri rapor edilirken; son bölümde sonuçlara yer verilecektir.

2. Gözlemler ve Veri Analiz Yöntemi

Geri tayf türünden aktif yıldızların 1976 yılında RS CVn-türü yıldızlar olarak adlandırılışından bu yana Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde onlarca kromosferik aktif tek ve çift yıldız gözlenmiş ve analiz sonuçları birçok dergide yayımlanmıştır. Bu yıldızlar içinden 30 yılı aşkın süredir gözlenen V471 Tau ve RT Lac dışında, 25 yıldır gözlenen MM Her ve II Peg'in düzenli olarak UBVR geniş bant ışıkölçümü hala sürdürülmektedir. Gözlemleri 1983 yılından beri 48 cm çaplı Cassegrain türü teleskop ile yapılan II Peg'in çeyrek asıra yayılan fotometrik gözlemleri 2007 itibariyle tamamlanmıştır.

25 yıllık zaman aralığı içinde gözlemler aynı teleskop kullanılarak yapılmış olsa da ona bağlı ışıkölçerlerin modelleri ve çalışma prensipleri değişmiştir. 1990'lı yıllara kadar soğutulmamış 1P21 fototüpü bir "chart recorder" ile kullanılırken, 1990-2000 yılları

arasında teleskoba SSP-5 ışıkölçeri takılmıştır. 2000'den itibaren ise gözlemler, yüksek hızlı üç kanallı Vilnius ışıkölçer ile günümüze kadar devam ettirilmiştir. Yıllar içinde farklı filtrelerde gözlem yapılmış olsa da tüm gözlemlerde standart Johnson filtreleri kullanılmıştır. Hedef yıldızımızın atmosfer dışına indirgenmiş diferansiyel parlaklıkları, HD 224083 mukayese yıldızına göre elde edilmiştir. Mukayese yıldızının parlaklığı ve rengi her zaman standart düzeneğe dönüştürülmüş ($V=6^m.743$, $B-V=-0^m.034$, $V-R=0^m.028$) ve dolayısıyla tüm veriler kayba uğramadan kullanılabilmiştir. 25 yıllık zaman içinde sistem yalnız 1985-1987 yılları arasında gözlenmemiştir. Tablo 1'den görüleceği gibi 1983'den 2007'ye kadar 513 gecede her bir filtrede ayrı ayrı 4297 gözlem noktası kaydedilmiştir.

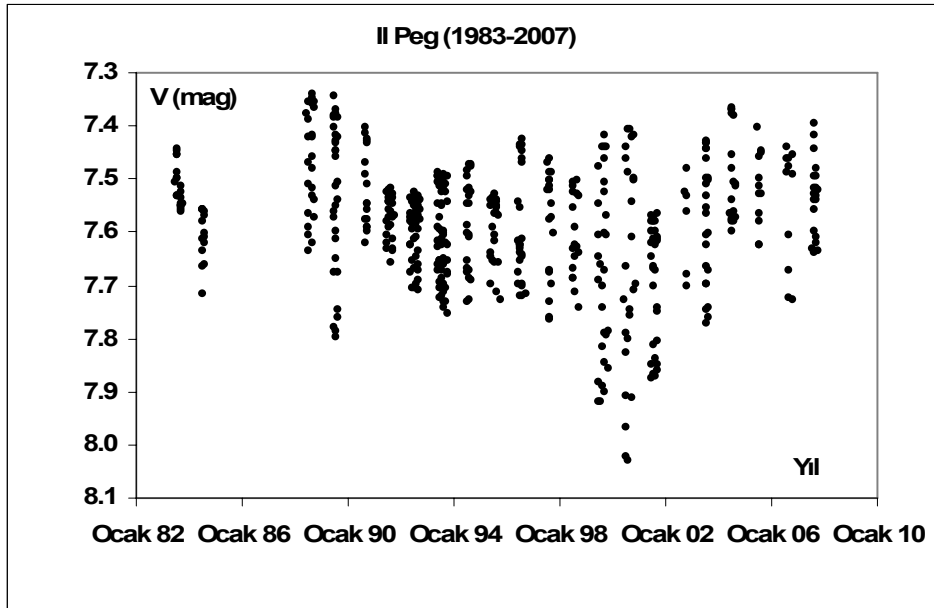
Sistemim dönemi yaklaşık 6.7 gün olduğu için bir gözlem gecesi içinde ortalama 5 saat sürekli gözlem yapılsa bile ışık eğrisinde ancak 0.03 evre aralığı kadar ilerlenir. Bu yüzden yıldızın ilgili gecelerdeki gözlem süresi 60 dakikayı geçmeyecek şekilde değişir. 1990'lı yıllarda ise gece içinde en uzun süreyle gözlenebilir olduğu mevsimde tam gece gözlemler yapılarak olası kısa süreli değişimlerin varlığı araştırılmış, ama anlamlı bir sonuca ulaşılamamıştır.

Aktif yıldızlarda amaç, klasik çift yıldız ışık eğrilerinin elde edilmesinde olduğu gibi yalnız boş kalan evreleri gözleyerek ışık eğrisini elde etmek olmadığından, zamana göre ışık değişimleri de incelenir. Bu yüzden birçok yıl içinde uygun olan tüm gecelerde gözlem yapılmaya çalışılmıştır. Gözlem gecelerinde ölçülen parlaklıkların ortalaması alınarak her bir gece tek bir gözlem noktasıyla temsil edilmiştir. 1983-2007 arası gecelik ortalamalarla V filtresinde elde edilen ışık ve renk değişimleri sırasıyla Şekil 1a ve b'de gösterilmektedir.

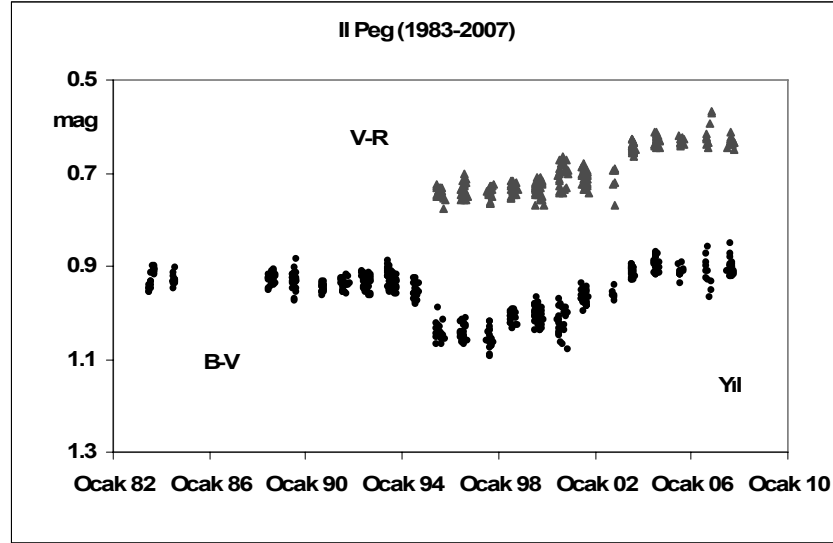
Tablo 1. Işık eğrilerinin elde edildiği yıllara ilişkin gözlem bilgileri.

Veri No	Ortalama Yıl	Ortalama HJD	HJD Aralığı (HJD - 2400000)	Filtre	Gece Sayısı	Gözlem Noktası
1	1983.68	45550.59	45535.58 - 45559.56	BV	10	84
2	1984.59	45918.31	45900.55 - 45941.45	BV	14	75
3	1988.65	47400.81	47351.54 - 47453.30	BV	24	101
4	1989.59	47742.39	47711.44 - 47773.37	BV	30	218
5	1990.76	48169.81	48152.49 - 48189.39	BV	17	123

6	1991.65	48495.30	48453.53 - 48566.22	BV	24	106
7	1992.59	48839.07	48764.55 - 48902.46	BV	45	210
8	1993.62	49213.48	49146.52 - 49294.37	BV	59	458
9	1994.62	49578.75	49545.45 - 49622.26	BV	23	175
10	1995.60	49936.34	49884.53 - 50006.32	BVR	23	510
11	1996.58	50298.55	50260.52 - 50368.38	BVR	27	277
12	1997.69	50702.40	50658.56 - 50743.36	BVR	19	121
13	1998.63	51046.30	51008.53 - 51107.32	BVR	18	191
14	1999.69	51431.30	51369.51 - 51508.30	BVR	30	386
15	2000.68	51794.74	51729.52 - 51870.38	UBVR	25	272
16	2001.60	52138.48	52090.50 - 52186.37	UBVR	32	252
17	2002.84	52580.97	52566.31 - 52595.28	BVR	6	53
18	2003.61	52862.97	52842.53 - 52890.57	UBVR	24	195
19	2004.58	53218.90	53187.51 - 53265.32	UBVR	19	147
20	2005.60	53589.99	53565.55 - 53625.37	UBVR	12	96
21	2006.73	54003.61	53971.53 - 54056.22	UBVR	11	95
22	2007.70	54355.05	54302.47 - 54390.38	UBVR	21	152



Şekil 1a. II Peg'in 1983-2007 yılları arasında yapılan ışıkölçümü sonucunda V filtresinde elde edilen ışıkdeğişimi. Her bir nokta bir gecelik değişimi temsil eder.



Şekil 1b. Şekil 1a ile aynı, fakat B-V ve V-R renk değişimleri için.

II Peg'in Tablo 1'de listelenen yıllarda elde edilen V parlaklıklarının zamana göre değişiminin analizi için "PERANSO: Işık Eğrisi ve Dönem Analizi Bilgisayar Programı" kullanılmıştır. Bu program CBA Belçika Gözlemevi'nden Vanmunster (2006) tarafından geliştirilmiştir. Program özellikle çok fazla gece içinde elde edilmiş sayısız gözlem noktasının dönem analizini yapmakta oldukça başarılıdır. Program içinde değişik amaçlar için kullanılacak alt programlar vardır. Bizim veri kümelerimizde olduğu gibi düzgün zaman aralığına sahip olmayan, bozuk-sinüs benzeri değişimlerin dönemini bulmakta daha iyi sonuç veren CLEANEST alt programını kullandık. Veri kümelerine ilişkin dönem, maksimum ve minimum parlaklık ve genlik değerleri Tablo 2'de listelenmiştir.

Tablo 2. Işık değişimlerinin yıllara göre değişen dönem, parlaklık ve genlik değerleri.

Veri No	Ortalama Yıl	Dalga min. evresi	Dönem P (gün)	P (hata)	Maksimum mag	Minimum mag	Genlik mag	Genlik hata
1	1983.68	2.180	6.726	0.419	7.400	7.519	0.080	0.016
2	1984.59	2.000	6.689	0.133	7.558	7.790	0.198	0.005

3	1988.65	1.825	6.691	0.021	7.354	7.635	0.300	0.013
4	1989.59	1.835	6.767	0.033	7.370	7.785	0.400	0.016
5	1990.76	2.040	6.748	0.190	7.414	7.620	0.170	0.024
6	1991.65	1.990	6.759	0.125	7.528	7.664	0.070	0.020
7	1992.59	2.000	6.812	0.034	7.550	7.709	0.132	0.012
8	1993.62	1.960	6.729	0.008	7.493	7.741	0.238	0.006
9	1994.62	1.946	6.729	0.022	7.472	7.727	0.260	0.009
10	1995.60	2.044	6.742	0.055	7.529	7.700	0.152	0.014
11	1996.58	1.900	6.723	0.054	7.425	7.720	0.238	0.028
12	1997.69	1.760	6.761	0.053	7.450	7.750	0.294	0.026
13	1998.63	1.500	6.723	0.024	7.514	7.730	0.210	0.010
14	1999.69	1.470	6.716	0.010	7.441	7.902	0.464	0.013
15	2000.68	1.430	6.715	0.018	7.408	7.990	0.554	0.028
16	2001.60	1.318	6.710	0.015	7.565	7.873	0.300	0.009
17	2002.84	1.000	6.742	0.130	7.460	7.701	0.252	0.019
18	2003.61	1.020	6.710	0.066	7.432	7.763	0.316	0.020
19	2004.58	0.780	6.679	0.034	7.360	7.590	0.230	0.012
20	2005.60	0.800	6.742	0.054	7.420	7.630	0.192	0.012
21	2006.73	0.960	6.682	0.052	7.461	7.728	0.284	0.026
22	2007.70	0.910	6.723	0.063	7.398	7.638	0.198	0.022

3. Işık Eğrilerinin Analizi

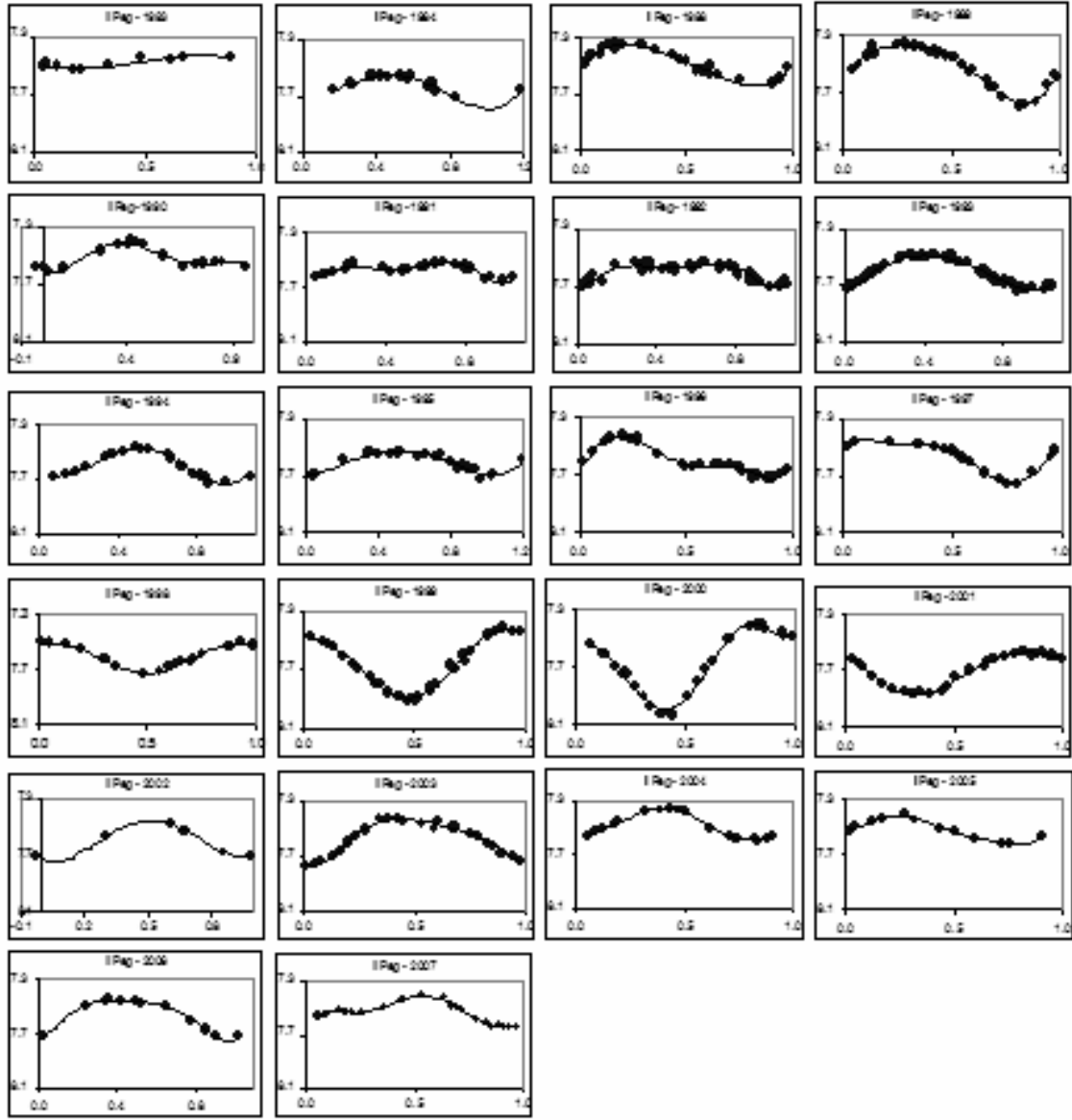
Sistemin 1983-2007 yılları arasında elde edilen ışık eğrilerinin evreleri Berdyugina ve diğ. (1998a)'nin dikine hız ölçümlerinden bulunan, aşağıdaki ışık ögelerine göre hesaplanmıştır:

$$T_{\text{kavuşum}} = 24\,49582.9268 + 6^g.724333 \text{ E.}$$

Bu ışık ögelerine göre 0.0 evrede görünür bileşen bizden en uzak konumdadır ve bileşen dairesel bir yörüngede dolanır. 22 veri kümesine ait ışık eğrileri topluca Şekil 2'de gösterilmiştir. Baş bileşen üzerindeki soğuk lekeli bölgeler yıldızın kendi eksenini etrafındaki dönmesi sonucunda sinüs benzeri parlaklık değişimine neden olur.

Ancak, ışık eğrilerinin her yıl farklı biçim alması, onların farklı parlaklık ve genlik değişimi göstermesini doğuru qwr.

Aslında, bu değişimleri yaratan aktif bölgelerin yüzeydeki konumları, boyutları, hızları ve aktiflik derecelerinin güneş lekelerindeki gibi değiştiğine inanılır. Sistemin tutulma göstermemesi ve tek çizgili tayfsal çift yıldız olması yörünge eğikliğinin de bilinmemesine neden olur. Eğer, daha büyük alanlara sahip yıldız lekelerinin güneş lekelerine benzerliği söz konusuysa o zaman lekelerde diferansiyel dönmeden dolayı enlemsel hareketin görülmesi beklenmelidir. Ancak, fotometrik yolla elde edilen ışık eğrilerinin dalga minimumlarından yalnız lekelerin boylamı iyi belirlenebilirken, enlem hakkında bir fikirde bulunmak çok zordur. Dalga biçimli eğrilerin genliğinin büyük olması lekelerin yüzeyde belli bir bölgeye toplanmış olabileceğini göstereceği gibi, tek büyük bir lekenin eşlek bölgesine yakın olduğunu da belirtir. Küçük genlikli ışık eğrilerinin anlamı, lekelerin yeterince aktif olmadığı anlamına gelmediği gibi az olduğu anlamına da gelmez. Bu durumda mutlaka ortalama parlaklığın da incelenmesi gerekir. Aslında, ışık eğrilerinin biçimini belirleyen temel parametreler; sistemin yörünge eğikliği, lekelerin yıldız yüzeyindeki enlemi, sayısı, kapladıkları alan, yaşları ve sıcaklıklarıdır. Bunları birkaç ışık eğrisiyle açığa çıkarmak oldukça zordur.

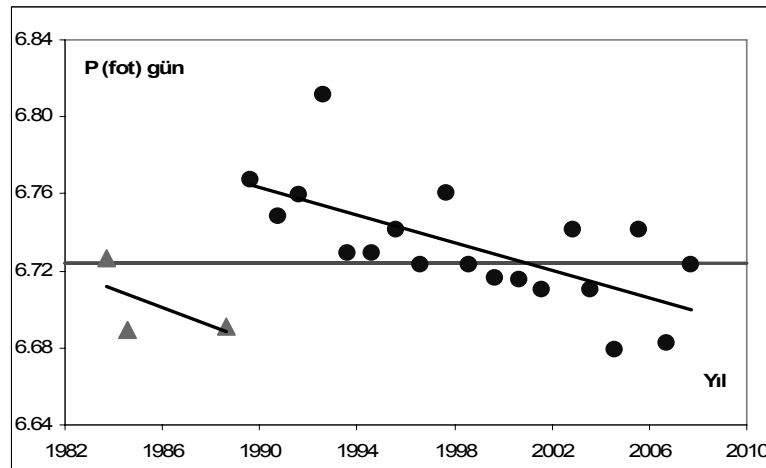


Şekil 2. 1983-2007 yılları arasında V filtresinde elde edilen ışık eğrileri. Değişimin genliği ve ortalama parlaklığı hakkında karşılaştırma yapılabilmesi açısından düşey eksendeki paralaklık eşeli tüm ışık eğrileri için aynıdır.

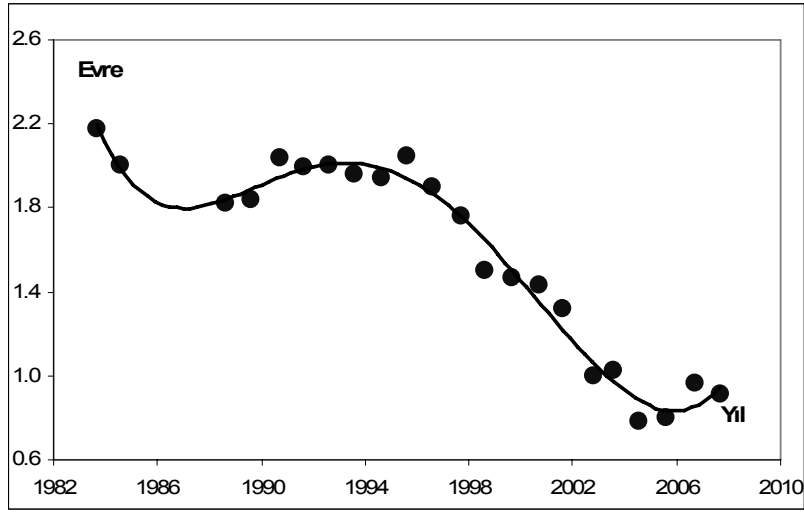
II Peg'in bugüne kadar çeşitli araştırmacılar tarafından elde edilen ışık eğrilerinin tümü dikkate alındığında en küçük genlikli (yaklaşık 0.05 mag) ışık eğrileri Evren (1988) tarafından elde edilirken, en büyük genlikli (yaklaşık 0.60 mag) ışık eğrileri de Taş ve Evren (2000) tarafından rapor edilmiştir.

3.1. Fotometrik Dönem

Tablo 2’de verilen fotometrik dönemlerin yıllara göre değişimi Şekil 3’de gösterilirken; sistemin genlik ile maksimum ve minimum parlaklık değişimleri sırasıyla Şekil 5, 6a ve 6b’de gösterilmiştir. Dikkat edilirse fotometrik dönemin 1989 yılından 2007 yılına kadar 19 yıl boyunca yaklaşık 6.77 günden 6.70 güne kadar azaldığı açıkça belli olmaktadır. Dönemdeki %7 lik bu azalma, ancak lekelerin eşleğe doğru enlemsel göçü ile açıklanabilir. Bilindiği gibi güneş lekeleri de bir aktivite çevrimi içinde orta enlemlerden eşleğe doğru 11 yılda hareket etmektedir. 1983-1988 yılları arasındaki fotometrik dönem değerlerinin ise 2002 yılından itibaren elde edilen değerlere benzediğine dikkat edilirse bu dönem değerleri bir önceki leke aktivite çevriminin son leke ve/veya leke gruplarına ilişkin olabilir. Aynı şekilde yaklaşık 6.72 günlük değerden geçen düz çizgi ise sistemin yörünge dönemini temsil edecek şekilde çizilmiştir. Çift sistemlerde “eş-dönme enlemi” olarak kabul edilen enlemlerde, sistemin yörünge dönemiyle bileşenin dönme dönemi birbirine eşit olarak alınır. Bu kabula göre yörünge döneminden daha büyük olan fotometrik döneme sahip olan yıllardaki ışık eğrileri daha üst enlemlerde doğan lekelerden kaynaklanıyor olabilir. Leke çevrimi boyunca eşleğe doğru hareket sırasında eş-dönme enleminin altına inen lekelerin oluşturacağı ışık değişimlerinden bulunan dönemler de doğal olarak daha küçük olmalıdır.



Şekil 3. II Peg’in yıllara göre fotometrik dönem değişimi. P=6.72’den geçen düz çizgi çiftin yörünge dönemini temsil eder.

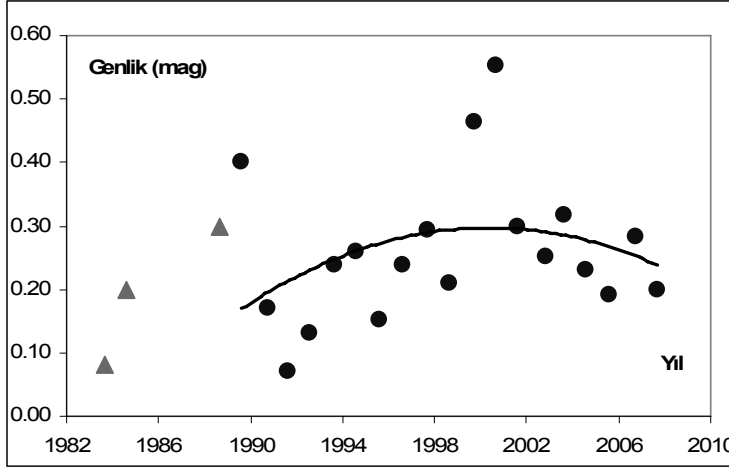


Şekil 4. II Peg'in ışık eğrilerinde görülen dalga minimumu evrelerinin değişimi. Evrelerin tam sayılı kısmına çevrim eklenmiştir.

Lekelerin hareketleri ile ilişkili fotometrik dönem değişimlerinin gerçek olup olmadığı Şekil 4'de gösterilen ışık eğrilerinin dalga minimumlarının evreye göre kaymasıyla test edilebilir. Bu tür yıldızların ışık eğrilerinde görülen dalga benzeri bozulmaların zamanla azalan veya artan evreye doğru kayması (yani lekelerin eşleğe veya uçlağa doğru hareketi) diferansiyel dönmenin belirteci olarak kabul edilir. Çiftin yörünge dönemi ile dönme dönemi arasındaki yüzde birkaç değerlik fark, minimum evrelerinin belli bir oranda kaymasını ortaya çıkarır. Halbuki, fotometrik yolla bulunan dönme döneminde, II Peg'de olduğu gibi doğrusal olmayan bir değişim söz konusuysa Şekil 4'de görüldüğü gibi doğrusallıktan uzak zaman zaman değişim hızı değişen ve ancak eğriyle temsil edilebilen görüntüyle karşılaşılır.

3.2. Genlik

Fotometrik dönemin 1989 yılından itibaren azalması II Peg üzerinde, yeni bir aktivite çevriminin başlangıcı olarak kabul edilecekse; diğer fotometrik bulguların da aktivite çevrimi içinde



Şekil 5. II Peg'in aktivite çevrimine ilişkin V filtresindeki genlik değişimi.

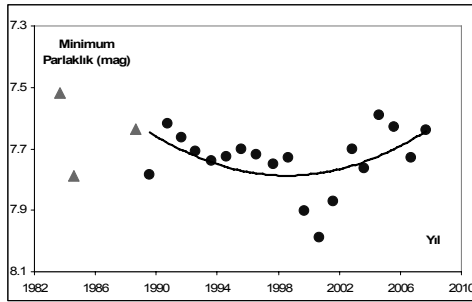
açıklanabilir: Birincisi, güneş çevriminde olduğu gibi çevrim ortalarına doğru aktif bölgelerin faaliyetlerinde (leke alanı ve sayısı gibi) bir artış olur. Diğeri ise, sistemin yörünge eğikliği her ne kadar bilinmese de yaklaşık eş-dönme enleminin bakış doğrultumuzla aynı doğrultuda olması durumunda gerçekleşir. Yani, lekelerin yüzeydeki eğrilğe bağlı geometrik yerleşimi yüzünden; ancak, bu yıllara yakın zamanlarda lekeleri tam karşıdan görebiliriz. Bu da genliğin artışı için destekler. 1999 ve 2000 yıllarında görülen yaklaşık iki katlık ani genlik artışı ise bir sonraki bölümde sunulacaktır.

3.3. Maksimum ve Minimum Parlaklıklar

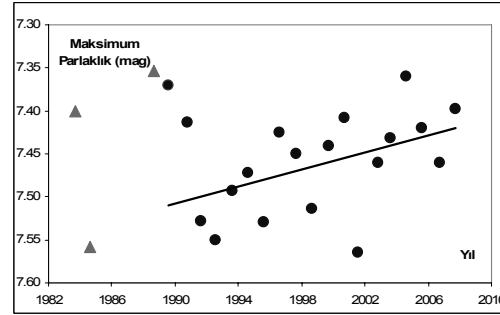
Aktif yıldızların parlaklık değişimleri incelenirken genelde yıllar içindeki ortalama parlaklıklarına bakılır. Ancak, bazı aktif yıldızların dalga benzeri bozulmalarının maksimum ve minimum parlaklıkları incelendiğinde bunlardan ya biri sabit kalıp diğeri değişir veya her ikisi birden aynı veya zıt yönlü olarak değişir. II Peg için minimum parlaklığın yıllara göre azalıp-arttığı, maksimum parlaklığın ise bir artma eylemi içinde olduğu ve Şekil 6a ve b'den görülmektedir.

süregelen leke faaliyetlerini destekler nitelikte olması gerekir. Buna göre Şekil 5'de görülen ışık eğrilerinin parabolik genlik değişimi bize leke çevriminin ortalarına doğru 1999-2000 yıllarında değişim genliğinin arttığını gösterir. Bu durum iki şekilde

Yeni bir çevrim başlangıcı olarak kabul ettiğimiz 1989 yılından itibaren ilk iki yıl, aktivitenin çevrim içinde etkisi artıncaya kadar sistemin maksimum parlaklığı yaklaşık 0.15 mag sönerken, sonraki yıldan itibaren çevrim sonuna kadar parlaklık yaklaşık 0.15 mag kadar yeniden parlar. Buna karşılık sistemin minimum ışığı çevrim ortasına kadar yaklaşık 0.15 mag kadar sönmüş ve daha sonra aynı miktarda tekrar parlamıştır.



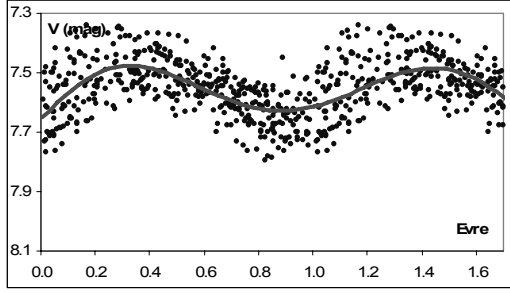
Şekil 6a. II Peg'in dalga minimumu Parlaklıklarının yıllara göre değişimi.



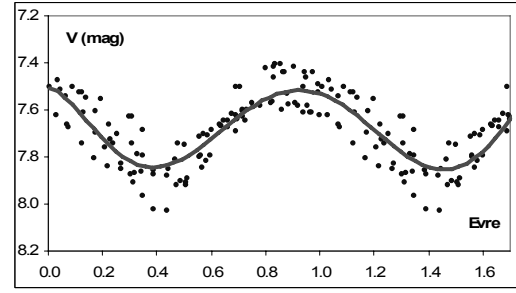
Şekil 6b. Şekil 6a ile aynı, fakat maksimum parlaklıklar için.

3.4. Aktif Boylamlar

Şekil 6a'dan da görülebileceği gibi sistemin ışık değişimlerinin 1999-2001 yılları arasındaki minimum parlaklıklarında 0.17 mag'lik ilgi çekici bir sönme vardır. Bu olağan dışı durum Şekil 5'te de büyük genlik artışıyla kendini gösterir. Bunun nedenini araştırmak için 3. Bölüm'de verdiğimiz ışık öğelerini kullanarak 25 yılı kapsayan tüm ışık eğrilerini aynı şekil içinde üst üste çizdik. Eğer, yıldızın dalga benzeri bozulmalarının minimumları yaklaşık her evreyi tarıyorsa, o zaman karşımıza parlaklık aralığı $7^m.3-8^m.1$ arasında değişen tamamen saçılmalı bir grafik çıkar. Ancak, beklenenin yerine Şekil 7a ve b'de görülen görüntüler, aktif bileşen üzerindeki lekelerin belli evreleri (dolayısıyla boylamları) tercih ettiğini göstermiştir. Aktif yıldızlarda lekelerin belli boylamları tercih etmesi, lekelerin "aktif boylamlar" içinde



Şekil 7a. II Peg'in ışık öğelerine göre hesaplatılmış evrelere göre 1983-1997 ve 2002-2007 yılları arasında elde edilen ışık eğrilerinin tümü.



Şekil 7b. Şekil 7a ile aynı, fakat 1998-2001 yılları için.

yer alması olarak adlandırılır. Lekeler, Güneş'te olduğu gibi birçok aktif yıldızda genelde iki aktif boylam içinde yer alırlar. Bu aktif boylamlar bazılarında evreye bağlı-kalıcı olurken, bazılarında ise hareketlidir (Berdyugina ve Tuominen, 1998). Şekil 7a ve b'den görüldüğü gibi II Peg için evreye bağlı yani yaklaşık 0.9 ile 0.4 evrelerde birbirlerinden 180° boylam farklı iki aktif boylam vardır. Dikkat edilirse bu boylamlar bileşenlerin kütle merkezlerini birleştiren ve bakış doğrultumuzla çakışan eksen doğrultusuna çok yakındır (belki de gözlemlerin artması sonucunda bu değerler 0.0 ve 0.5'lere taşınacaktır). Baş bileşenin yoldaşla aynı doğrultu üstünde kalan yüzlerinde lekelerin oluşması, yoldaş bileşenin baş bileşen üzerinde manyetik aktivitenin tetiklenmesi ve oluşmasına katkı yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

Yaklaşık 0.5 evrede ışık eğrisinin genliği hemen hemen iki kat daha büyüktür. Geometrik olarak düşünüldüğünde bu evrede tayfta görünen baş bileşen yörüngesi üzerinde bize daha yakındır. Bu durumda genliğin daha büyük olmasının zayıf olsa da iki olası nedeninden biri; küçük bir olasılıkla baş bileşenin görünmeyen M cücesinin bir kısmını örtüyor olabileceğidir. Daha kuvvetli olasılık ise 0.5 evredeki aktif boylamda oluşan lekelerin aktiflik derecesinin daha yüksek olması ve daha büyük bir bozucu etkinlik yaratmasıdır.

4. Sonuçlar

Sonuç olarak özetlersek: II Peg'in 1983-2007 yılları arasında Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde 25 yıl boyunca geniş bant ışıkölçümü yapılmıştır. Aktif yıldız II Peg üzerinde 1989 yılında yeni bir aktivite çevrimi başlamıştır. Lekeler yaşamlarını, 1989-1997 yılları arasında

yaklaşık 8 yıl boyunca görünürdeki bileşenin yoldaşa bakan yüzü üzerindeki aktif boylamda sürdürmüşlerdir. Daha sonra, kısa zamanda “flip-flop” etkisi (Jetsu ve diğ., 1993) göstererek 1998-2001 yılları arasında 4 yıl boyunca 180° zıt boylamda daha etkin olmuşlardır. Tekrar flip-flop ile ilk aktif boylam içinde doğan lekeler 2002’den itibaren yaşamlarını 6 yıldır burada sürdürmektedir. Bu arada lekeler, diferansiyel dönme sonucunda fotometrik dönemlerini de %7 kadar küçülterek eşleğe doğru hareket etmişlerdir. Işık eğrilerinin genlik ve parlaklık değişimlerine bakılırsa 1-2 yıl içinde bu çevrimin son bulması gerekir.

Sistemin geniş bant gözlemleri, ışık eğrilerinde dalga minimumları 0.5 evre civarında yeniden görülünceye kadar en azından devam etmek zorundadır; bu da şu andan sonra yapılacak gözlemlerin önemini vurgular. Uzun zaman aralığına yayılmış veri arşivi olan yıldızların ışıkölçümü devam ettirildiği sürece, fiziksel olaylar daha rahat açıklanabilir duruma gelecek, belki de daha yeni bulgulara ulaşılabilecektir.

Kaynaklar

- Berdyugina, S.V., ve Tuominen, I., 1998, A&A, 336, L25
Berdyugina, S.V., Jankov, S., Ilyin, I., Tuominen, I., ve Fekel, F.C., 1998a, A&A, 334, 863
Berdyugina, S.V., Berdyugin, A.V., Ilyin, I., ve Tuominen, I., 1998b, A&A, 340, 437
Chugainov, P.F., 1976, Izv, Krymsk, Ap. Obs., 54, 89
Evren, S., 1988, Ap&SS, 143, 123
Henry, G.W., Eaton, J.A., Hamer, J., ve Hall, D.S. 1995, ApJS, 97, 513
Jetsu, L., Pelt, J., ve Tuominen, I., 1993, A&A, 278, 449
Rodonò, M., Messina, S., Lanza, A.F., Cutispoto, G., ve Teriaca, L., 2000, A&A, 358, 624
Taş, G. ve Evren, S., 2000, Inf. Bul. Var. Stars No: 4992, 1
Vanmunster, T., 2006, “PERANSO: Light Curve and Period Analysis Software”, www.peranso.com