

SICAK ALTCÜCE BİLEŞENLİ KROMOSFERİK AKTİF YILDIZ: V1379 AQUILAE

Esin SİPAHI¹, Serdar EVREN¹

Özet

Sıcak altcüce bileşenli çift sistemlerin gözlemleri son yıllarda önem kazanmıştır. Böylesi sistemler muhtemelen Algol benzeri çiftlerden evrimleşirler. Sistemin daha kütleli dev bileşeni RS CVn türünden dev yıldızlar gibi aktivite özellikleri gösterirken sıcak bileşen bir beyaz cüce olmak üzere evrimleşmektedir. V1379 Aql (sdB+K0III) uzun dönemli (P=20^d.66) örten bir çift sistemdir. Sistemin ışık eğrilerinde baş minimum tam tutulma biçimindeyken, yan minimum görülmemektedir. Baş minimum sadece U ve B renklerinde görülmektedir. Elde edilen ışık eğrilerinde tutulmalar dışı asimetrik ışık değişimleri görülmektedir ve bu değişimler leke aktivitesi ile açıklanabilmektedir. Bu çalışmada V1379 Aql'nın 1988-2005 yılları arasında elde edilmiş BV ışıkölçümü verildi ve fotometrik dönem ile sistemin ortalama parlaklığının değişimine bakıldı.

Anahtar Kelimeler: Sıcak altcüce, yıldız leke aktivitesi.

Abstract

The observations of the binary systems which contain a hot subdwarf component became important in recent years. While the giant component of the system shows activity properties like RS CVn type stars, the hot component evolves to be a white dwarf. V1379 Aql is a binary system which has a long orbital period (P=20^d.66). While the system has a totality in the primary eclipse, the secondary minimum is not appear. The primary minimum appears only in U and B filters. The light curves show the wave-like distortion at outside of the eclipse and this variations can be explained by the spot activity. In these study, we present BV photometry of V1379 Aql from 1988-2005 and investigate the variations of the photometric period and the mean brightness of the system.

Keywords: Hot subdwarf, star spot activity.

1. Giriş

V1379 Aql, soğuk bir dev (K0III) ve sıcak alt cüce B yıldızından oluşan örten bir çift sistemdir. Sistemin yörünge dönemi 20.7 gündür. Sistem asinkronize dönmektedir. Işık eğrisinde baş minimumda tam tutulma görülürken yan minimum görülmemektedir. Baş minimuma iniş/çıkış süresi 27 dk ve tam tutulmada kalma süresi ise 1.38 gündür. Tutulma U ve B filtresinde görülmekte, V renginde ise görülmemektedir.

Sistemin soğuk bileşeninde Ca II H&K salmasının varlığı Bidelman ve MacConnell (1973) tarafından belirtilmiştir [1]. Buna göre sistemin RS CVn türü bir değişen olabileceği ve dev yıldızda kromosferik aktivitenin görülebileceği ilk kez bu çalışmada ifade edilmiştir.

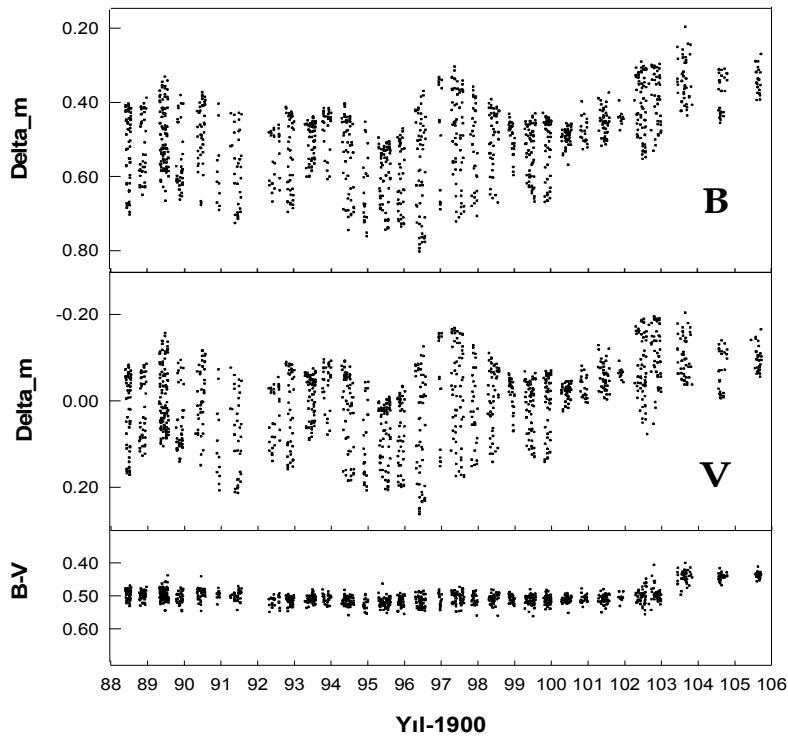
¹ Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100, Bornova-İzmir
Tel: 232-388 4000- 2332, e-posta : esin.sipahi@mail.ege.edu.tr, serdar.evren@ege.edu.tr

Fekel ve Simon (1985) tarafından yıldızın tayf çalışması yapılmış ve B-V’de belirlenemeyen fakat U-B’de farkedilen sıcak bileşen için alt ısıtmalı bir yıldız olabilir denilmiştir [2]. Balona ve arkadaşları (1987) tarafından yapılan bir çalışmada sistemin dikine hız ölçümlerinden yörünge dönemi 20.7 ve fotometrik dönemi 25.4 gün olarak belirlenmiştir [3]. Fotometrik gözlemler sonucunda da K yıldızında lekelerin olabileceği önerilmiştir. Sıcak yıldızın U-B renk ölçüğünde 0.4 evrede tutulması ($\sim 0^m.15$ genlikle) ilk kez bu çalışmada belirtilmiştir. Tam tutulma görülmesi daha sonra yapılan uzak moröte gözlemlerinde belirlenmiştir. Frasca ve ark. (1998) tarafından da sistemin tayfsal ve fotometrik çalışması yapılmış ve sistemin UBV renklerinde ışık eğrileri elde edilmiştir [4]. U renginde görülen tutulmanın iniş ve çıkış kolları da gözlenmiştir. Tutulmalar dışı değişimin sisteme ait soğuk bileşenin aktivitesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Bu çalışmada, V1379 Aql’nın 1988 ile 2005 yılları arasındaki gözlem verileri kullanılarak uzun dönemli ışık değişimi incelenmiş ve bu değişimin fotometrik döneme etkisi araştırılmıştır.

2. Gözlemler ve Işık Eğrileri

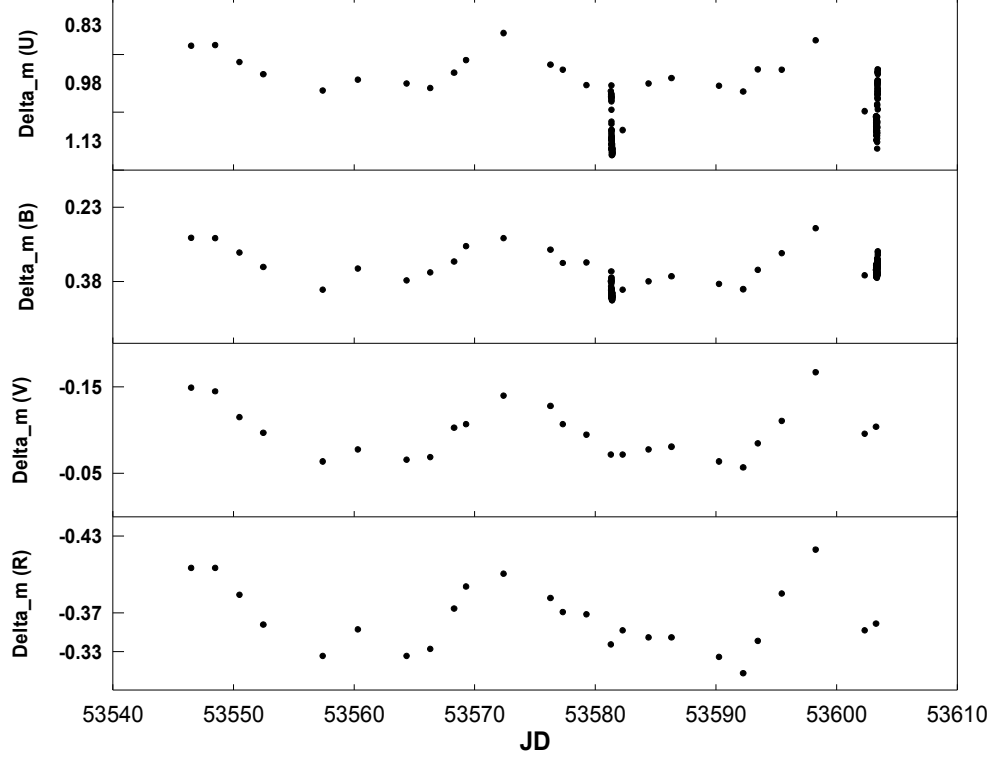
V1379 Aql’nın gözlemleri 1988-2002 yılları arasında Vanderbilt-Tennessee State 40 cm teleskobu ve 2002-2005 yılları arasında ise Ege Üniversitesi Gözlemevi’nin 48 cm Cassegrain teleskobu ile yapılmıştır. Gözlemlerde HD 185567 ve HD 185587, mukayese ve denet yıldızı olarak kullanılmıştır. G. Henry’den alınan gözlem verileri B, V süzgeçlerinde elde edilirken 2002-2005 yılları arasında sistem U,B,V,R süzgeçleri ile gözlenmiştir. Her iki gözleminde de aynı mukayese ve denet yıldızı kullanılmıştır. Sistemin yörünge dönemi ($P=20.66$ gün) uzun olduğu için bir gecelik gözlem süresi içinde yaklaşık bir saat kadar gözlenilmiştir. Işık eğrilerindeki gözlem noktaları bir gece içinde elde edilen gözlem noktalarının ortalamalarıdır. V1379 Aql’nın 1988-2005 yılları arasındaki BV gözlemleri ve B-V renk eğrisi Şekil 1’de verilmektedir.



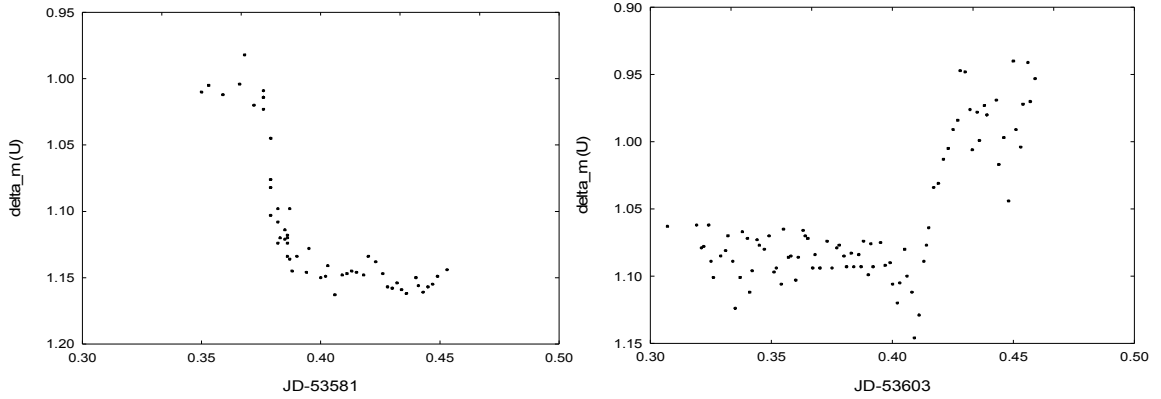
Şekil 1. V1379 Aql’nın 1988-2005 yılları arasında elde edilen BV gözlemleri ve B-V renk değişimi.

Şekil 1’de görüldüğü gibi sistemin parlaklığı ve genliği yıldan yıla değişmektedir. Işık değişiminin genliği 2000 ve 2002 yılları arasında en aza inmektedir. En büyük genliğe ise 1996 ve 1998 yıllarında ulaşmaktadır.

2005 yılı için UBVR ışık eğrileri Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 3’te ise U rengi için baş minimuma iniş ve çıkış evrelerinin gözlemlerinin ayrıntılı grafikleri verilmiştir.



Şekil 2. V1379 Aql’nın 2005 yılı UBVR ışık eğrileri.



Şekil 3. V1379 Aql’nın 2005 yılında elde edilen baş minimuma iniş ve çıkış evrelerinin gözlemleri.

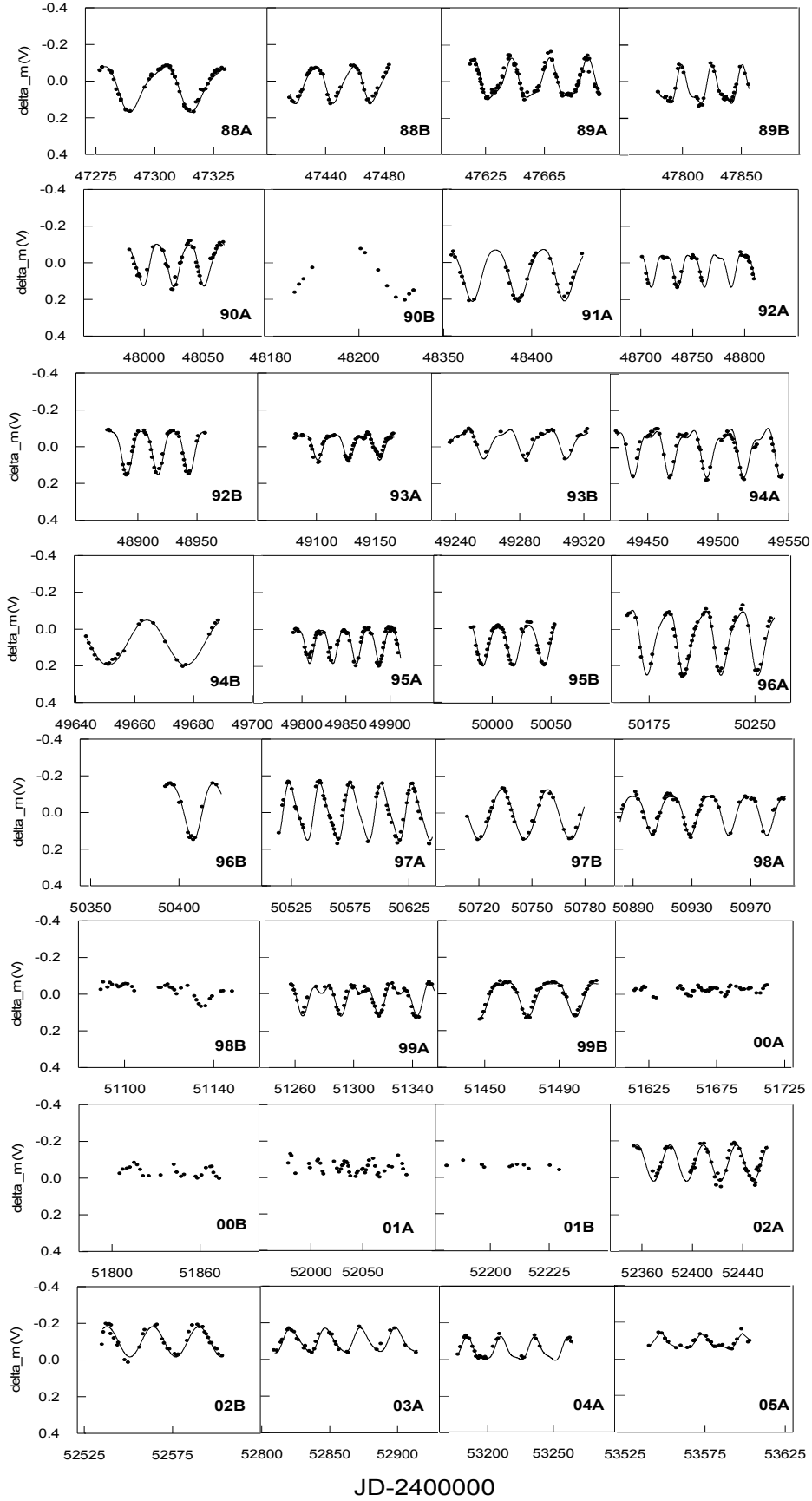
Sistemin ışık eğrilerinde sinüs benzeri ışık değişimi bütün renklerde kendini göstermektedir. Sistem asinkronize dönmektedir. Yörünge dönemi 20.66 gün iken fotometrik dönem 26.24 gündür. Elde edilen ışık eğrisi JD’ye göre çizdirildiğinde tutulma sinüs benzeri değişimin farklı yerlerinde görülmektedir. Yörünge dönemine göre ışık eğrisinin çizilebilmesi için tutulma dışı değişimin ışık eğrisinden arındırılması gerekmektedir. Sistemin baş minimumu ~yaklaşık 34 saat sürdüğünden bir gecede tamamının gözlenmesi mümkün değildir. Tutulmanın derinliği U renginde $0^m.1$ iken B renginde $\sim 0^m.05$ ’dir.

3. Ortalama Parlaklık ve Fotometrik Dönem Değişimi

Sistemin her gözlem sezonunda elde edilen ışık eğrilerinin ortalama parlaklığı ve genliği değişmektedir. Bu nedenle B ve V renginde elde edilen veriler 32 veri setine ayrılmıştır. Tüm veri setlerine ilişkin bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’de ilk kolon veri setini, ikinci ve üçüncü kolon BV veri setleri için ortalama yılı, dördüncü ve beşinci kolonlar herbir veri seti için gözlem zaman aralığını ve son iki kolonda herbir veri setindeki nokta sayısını göstermektedir.

Çizelge 1. V1379 Aql’nın B, V süzgeçlerinde oluşturulan veri setleri.

Veri Seti	Ort. Yıl		JD Aralığı		Nobs	
	B	V	B	V	B	V
88A	88.48	88.48	47276-47329	47276-47329	62	65
88B	88.87	88.87	47415-47483	47415-47483	40	41
89A	89.45	89.44	47615-47702	47610-47702	112	107
89B	89.88	89.89	47779-47849	47779-47856	38	39
90A	90.47	90.47	47987-48067	47974-48067	44	43
90B	90.93	90.93	48185-48212	48185-48212	11	12
91A	91.45	91.44	48321-48428	48321-48428	35	35
92A	92.46	92.46	48702-48809	48702-48809	28	31
92B	92.88	92.88	48874-48951	48874-48957	44	43
93A	93.47	93.46	49062-49165	49060-49165	63	66
93B	93.88	93.89	49236-49321	49236-49322	30	31
94A	94.46	94.46	49428-49545	49428-49545	57	60
94B	94.93	94.94	49643-49686	49643-49688	21	22
95A	95.46	95.47	49793-49908	49791-49909	68	72
95B	95.90	95.90	49982-50051	49982-50053	43	48
96A	96.43	96.44	50160-50261	50160-50261	57	57
96B	96.96	96.96	50392-50421	50392-50421	16	16
97A	97.44	97.45	50519-50642	50515-50642	63	61
97B	97.90	97.90	50711-50777	50713-50777	32	31
98A	98.42	98.41	50892-50992	50881-50992	47	53
98B	98.92	98.92	51089-51148	51089-51148	33	33
99A	99.43	99.43	51249-51353	51247-51353	60	59
99B	99.90	99.90	51429-51510	51434-51510	55	53
00A	100.43	100.43	51616-51712	51615-51712	49	50
00B	100.90	100.90	51805-51873	51805-51873	22	23
01A	101.44	101.44	51981-52089	51979-52092	45	44
01B	101.90	101.90	52181-52229	52181-52229	10	11
02A	102.46	102.47	52340-52465	52340-52465	68	58
02B	102.87	102.87	52485-52603	52485-52603	43	47
03A	103.62	103.62	52768-52914	52768-52914	42	48
04A	104.64	104.64	53177-53264	53177-53264	28	29
05A	105.63	105.63	53546-53598	53499-53603	22	29

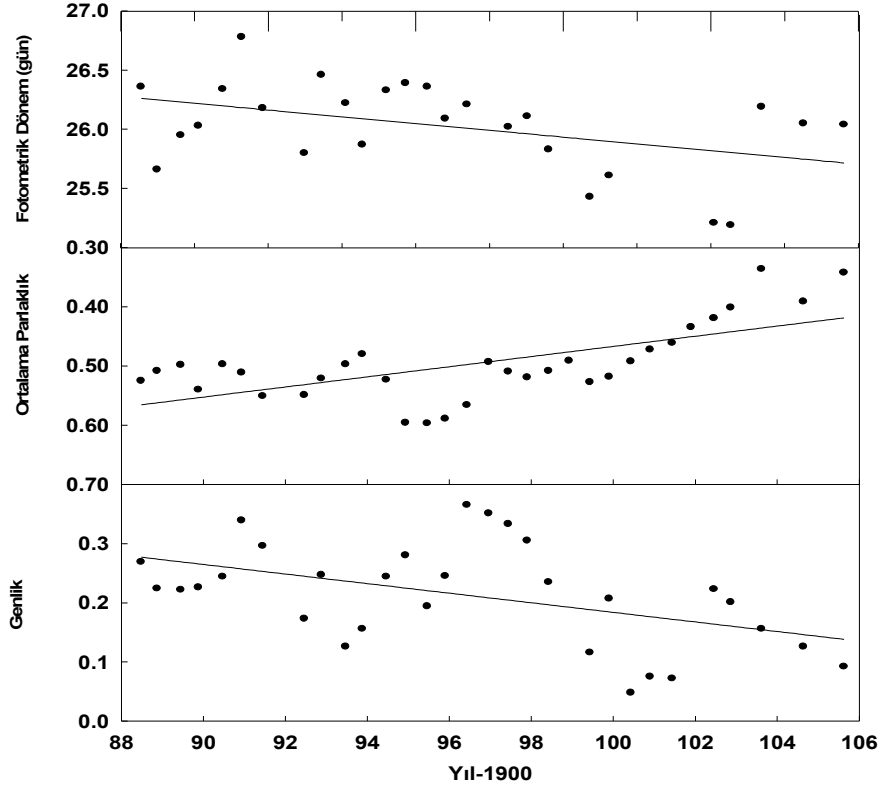


Şekil 4. V1379 Aql'nın her bir yıl için ışık eğrileri. Teorik eğriler periodogram analizinden elde edilmiştir.

Şekil 4’de ise herbir gözlem sezonu için V süzgecinde elde edilen ışık eğrileri ayrı ayrı verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi bütün gözlem sezonlarındaki ışık eğrilerinin şekli birbirinden farklıdır. Her bir grafikteki y eksenini aynı ölçeklidir. Işık eğrilerinin genliği, minimum ve maksimum parlaklığı soğuk yıldız üzerindeki aktivite yapılarının evrimine göre değişmektedir. Işık eğrilerinin şekli bazı yıllarda oldukça karmaşık olduğundan (örn. 98B, 00A) genlik belirlenmemektedir. Fotometrik dönemi belirlemek ve değişimini incelemek için literatürde kullanılan yöntemlerden biri de periodogram analizidir [5]. Çizelge 1’de verilen her bir veri seti PERIOD04 [6] programı ile analiz edildi. Tüm veri setleri için fotometrik dönem, genlik ve ortalama parlaklıklar belirlendi. Bir çok veri setinde ikinci bir dönem daha belirlendi. Bu iki dönem dönemi diferansiyel dönmeye bağlı olarak farklı açılma hızına sahip farklı enlemlerdeki iki aktif boylamın varlığını göstermektedir [7]. Bazı veri setlerinde dönem belirlenmemiştir. Dönem analizinden belirlenen sonuçlar Çizelge 2’de verilmektedir. Çizelgede ilk kolon veri setini, ikinci kolon ortalama yılı, üçüncü ve dördüncü kolonlar belirlenen dönemleri ve hatalarını, sonraki iki kolon genlik ve hatalarını ve son kolon ışık eğrilerinin ortalama parlaklığını ve hatasını vermektedir. Belirlenen dönemlerin gözlemler ile uyumu Şekil 2’de görülmektedir.

Çizelge 2. V1379 Aql’nın veri setlerinin periodogram analizi sonuçları.

set	ort. Yıl	P ₁	σ	P ₂	σ	A ₁	σ	A ₂	σ	Ort. Par.	σ
88a	88.48	26.3649	0.0002	26.0190	0.0007	0.269	0.002	0.063	0.002	0.525	0.002
88b	88.87	25.6649	0.0002	24.8791	0.0013	0.224	0.003	0.039	0.003	0.508	0.002
89a	89.45	25.9490	0.0002	25.3324	0.0008	0.222	0.003	0.052	0.003	0.498	0.002
89b	89.88	26.0283	0.0003	25.6971	0.0009	0.226	0.004	0.072	0.004	0.540	0.003
90a	90.47	26.3404	0.0003	25.2121	0.0020	0.244	0.006	0.033	0.005	0.497	0.004
90b	90.93	26.7770	0.0008			0.339	0.010			0.511	0.007
91a	91.45	26.1839	0.0001	25.6251	0.0012	0.296	0.004	0.033	0.003	0.551	0.002
92a	92.46	25.8021	0.0003			0.173	0.006			0.549	0.006
92b	92.88	26.4591	0.0001	26.0926	0.0004	0.247	0.002	0.069	0.002	0.521	0.001
93a	93.47	26.2197	0.0003	25.9315	0.0007	0.126	0.003	0.051	0.003	0.497	0.002
93b	93.88	25.8668	0.0002	25.7391	0.0005	0.156	0.003	0.069	0.003	0.480	0.002
94a	94.46	26.3314	0.0002	26.2085	0.0004	0.244	0.004	0.105	0.004	0.523	0.003
94b	94.93	26.3901	0.0004			0.280	0.006			0.596	0.004
95a	95.46	26.3599	0.0002	26.4958	0.0008	0.194	0.004	0.048	0.004	0.597	0.003
95b	95.90	26.0852	0.0002	26.7750	0.0015	0.245	0.003	0.038	0.003	0.589	0.002
96a	96.43	26.2129	0.0001	26.2066	0.0005	0.365	0.004	0.089	0.004	0.566	0.003
96b	96.96		0.0007	23.7390	0.0049	0.351	0.003		0.004	0.493	0.003
97a	97.44	26.0159	0.0001	26.0831	0.0005	0.333	0.004	0.062	0.004	0.509	0.003
97b	97.90	26.1120	0.0002			0.305	0.003			0.519	0.002
98a	98.42	25.8255	0.0002	25.5118	0.0008	0.235	0.003	0.052	0.003	0.508	0.002
98b	98.92									0.491	0.006
99a	99.43	25.4274	0.0004	26.0150	0.0004	0.116	0.005	0.123	0.005	0.527	0.003
99b	99.90	25.6107	0.0002	25.4408	0.0006	0.207	0.002	0.069	0.002	0.518	0.002
00a	100.43	25.2122	0.0007	25.2633	0.0012	0.048	0.002	0.027	0.003	0.492	0.002
00b	100.90	25.6229	0.0011	33.7602	0.0022	0.075	0.006	0.036	0.006	0.472	0.004
01a	101.44	25.9690	0.0005	26.7713	0.0004	0.072	0.004	0.080	0.004	0.461	0.003
01b	101.90									0.434	0.006
02a	102.46	25.2100	0.0002	26.4654	0.0013	0.223	0.006	0.042	0.006	0.419	0.005
02b	102.87	25.1915	0.0003	20.9461	0.0019	0.201	0.004	0.032	0.004	0.401	0.003
03a	103.62	26.0080	0.0003	22.1630	0.0012	0.156	0.006	0.044	0.006	0.336	0.004
04a	104.64	25.9500	0.0004	25.5350	0.0015	0.126	0.003	0.032	0.003	0.391	0.003
05a	105.63	26.2781	0.0007	25.0559	0.0017	0.072	0.003	0.036	0.003	0.342	0.002



Şekil 5. Fotometrik dönemin ve ortalama parlaklığın değişimi.

4. Sonuçlar

Yıldızlarda yüzey diferansiyel dönme fotometrik olarak belirlemenin birkaç yöntemi vardır. Bunlardan bir tanesi geniş band fotometrik verinin dönem analizidir. Bu çalışmada V1379 Aql'nın 17 yılı içeren BV fotometrisi kullanılarak her bir gözlem sezonundaki veri setleri için fotometrik dönem belirlenmiş ve değişimine bakılmıştır. Şekil 2'den de görüldüğü gibi ışık eğrilerinin biçimi her bir veri setinde değişmektedir. Yıldızın diferansiyel dönmesi sonucunda lekelerin yıldız yüzeyi üzerindeki dağılımına uygun olarak genlik ve biçim değişmektedir. Şekil 5'den görüldüğü gibi fotometrik dönem 25.2 ile 26.8 gün arasında değişmektedir. Bu çalışmanın ilk sonuçları olarak fotometrik dönem azalmaktadır, dolayısı ile yıldız üzerindeki aktif bölgelerin eşleğe doğru hareket ettiği düşünülmektedir. V1379 Aql güneş-benzeri diferansiyel dönme göstermektedir. Aktif bölgeler eşleğe doğru hareket etmekte ve bir aktivite çevrimi sona ermektedir. Buna bağlı olarak sistemin ortalama parlaklığı artmaktadır. Son yıllarda yeni bir çevrimin başlamakta olduğu görülmektedir.

Teşekkür.

Bu çalışma Ege Üniversitesi Proje Saymanlığı tarafından 2003/FEN/003 No'lu proje olarak desteklenmektedir.

Kaynaklar:

- [1] Bidelman W.P., MacConnell D.J., 1973, AJ, 78, 687.
- [2] Fekel F.C., Simon T., 1985, AJ, 90, 812.
- [3] Balona L., Lloyd Evans T., Simon T., Sonneborn G., 1987, IBVS 3601.
- [4] Frasca A., Marilli E., Catalano S., 1998, A&A, 333, 205.
- [5] Scargle J.D., 1982, ApJ, 263, 835.
- [6] Lenz P., Breger M., 2005, CoAst., 146, 53.
- [7] Messina S., Guinan E. F., 2003, A&A, 409, 1017.

