

# GENÇ VE HIZLI DÖNEN AKTİF YILDIZ V889 HERCULIS'TE FOTOMETRİK DÖNEM DEĞİŞİMİ

Orkun ÖZDARCAN<sup>1</sup>, Serdar EVREN<sup>1</sup>, Günay TAŞ<sup>1</sup>,  
Esin SİPAHI<sup>1</sup>, Hasan Ali DAL<sup>1</sup>

## Özet

Geri tayf türünden yıldızlarda yüzey diferansiyel dönmesinin varlığı değişik yöntemlerle saptanmaya çalışılmaktadır. Bunlardan biri de genelde yaşlı ve düşük dönme hızlı yıldızlara uygulanan fotometrik dönem değişimi araştırmalarıdır. V889 Herculis yıldızının 1996-2005 yılları arasında V bandında yapılan gözlemleri analiz edilerek, leke alanları büyüdükçe fotometrik dönemin azaldığı, ışık eğrilerinin genliğinin ise sürekli arttığı bulunmuştur. Bu durum, yıldız üzerinde bir aktif boylamın bulunduğunu gösterir. Uzun dönemli ışık değişimi, 7 yıllık bir leke aktivite çevriminin varlığına işaret etmektedir.

*Anahtar Kelimeler: Fotometrik dönem değişimi, manyetik aktivite, diferansiyel dönme.*

## Abstract

In late type stars, existence of differential rotation can be determined by various methods. One of those methods is photometric period variation studies, which is usually applied to relatively old and slowly rotating stars. V band observations of V889 Herculis obtained between 1996 and 2005 were analyzed and it was found that the photometric period decreases with increasing spotted area on star's surface and the amplitude of the light curves grow continuously. These findings show that there is one active longitude on star's surface. Long term light variation indicates that the existence of a spot activity cycle which has a period about 7 years.

*Key words: Photometric period variation, magnetic activity, differential rotation.*

## 1. Giriş

Geri tayf türünden genç yıldızların aktivite özelliklerinin, çevrimsel ve dönemsel değişim çerçevesinde, Güneş ile kıyaslanmasında fotometrik dönem değişimi araştırmaları oldukça önemli rol oynar. Fotometrik dönem değişiminin incelenmesi, yıldızın parlaklık değişimi üzerinden yapıldığı için, yıldızın üzerindeki karanlık bölgelerin (leke veya leke grupları) özelliklerinin kısa ve uzun zaman ölçeklerinde incelenmesi olanağını verir. Yıldızın yüzeyindeki lekelerin evrimi ve yüzeydeki hareketleri incelenebilir ve hatta lekelerin enlemsel göçü dolaylı olarak anlaşılabilir. Genelde geri tayf türünden ve düşük dönme hızlarına sahip aktif yıldızlarda daha kullanışlı olan fotometrik dönem değişimi araştırmaları, geri tayf türünden hızlı dönen yıldızlara uygulandığında çoğu zaman zorluklarla karşılaşılır. Bu zorlukların nedenlerinden biri yıldızların dönme dönemlerinin kısa olması nedeniyle bir çevrim içinde alınabilen fotometrik verinin, dönme dönemi uzun olan yıldızlara göre daha az

---

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100 Bornova, İzmir  
orkun@mail.ege.edu.tr, serdar.evren@ege.edu.tr

olmasıdır. Bir diğer neden de hızlı dönen yıldızların, yavaş dönenlere göre katı cisim dönmesine daha yakın dönme göstermeleridir. Bu etkiler hızlı dönen yıldızlarda fotometrik dönem değişiminin bulunmasını zorlaştırır. Yine de bazı hızlı dönen yıldızlarda fotometrik dönem değişimi araştırmalarından ilginç sonuçlar çıkabilmektedir. Bu çalışmada da hızlı dönen, genç ve aktif bir yıldız olan V889 Herculis (HD 171488) için fotometrik dönem değişimi araştırılmış ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

## 2. V889 Herculis

V889 Her ilk olarak ROSAT EUV (Extreme-UltraViolet – Uç Moröte) uydusuna bağlı WFC (Wide Field Camera - Geniş Alan Kamerası) ile keşfedilmiş ve 383 parlak EUV kaynağı arasında Parlak Kaynak Kataloğunda (Bright Source Catalogue – BSC) yer almıştır [1]. Katalogda ilk olarak yıldızın bir aktif yıldız veya aktif çoklu sistem üyesi olabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmadan sonra yıldızın adı bir kaç kez daha EUV kataloglarında yer almıştır [2, 3, 4, 5, 6]. Hipparcos uydusu ile ölçülen ıraksımdan bulunan uzaklık değeri  $37.2 \pm 1.2$  pc'dir [7]. Ölçülen uzaklık değerinden de anlaşılacağı gibi V889 Her Güneş komşuluğunda bulunan bir yıldızdır. Güneş komşuluğundaki 100 en parlak yıldız içinde %30'luk kısmı oluşturan genç yıldızlar arasında yer alır [8]. Tayfında görülen güçlü Li rezonans çizgisinden ( $\lambda=6708 \text{ \AA}$ ) [9, 10] yıldızın Pleiades'ten daha genç olduğu [11] tahmin edilmiştir. Yıldızdaki Li bolluğunun Güneş'ten 140 kat fazla olduğu ve bu Li

bolluğunun başlangıç Li bolluğuna çok yakın olabileceğine işaret edilmiş ve yaşının 30-50 milyon yıl civarında olduğu tahmin edilmiştir [9].

V889 Her yıldızının astrometrik verilerinin analizinden yerel grup (Pleiades Hareketli Grubu) üyesi olabileceği belirtilmiştir [12]. Civarda bulunan bazı yıldızlarla beraber V889 Her yıldızının da; Pleiades'ten daha yüksek Li bolluğuna sahip olması, yüksek X-ışın aktivitesi göstermesi ve söz konusu diğer yıldızlarla benzer gökada hız bileşenlerine sahip olması bakımından dar bir kinematik grup olabilecekleri ve bu özelliklerinin daha önce hiç dikkat çekmediği söylenmiş, yıldızların hız uzayındaki konumlarının yerel grup ile uyumlu olduğu gösterilmiştir [13]. Aynı yıldız grubunun orijinleri için üç oymak önerilmiştir. Bu oymaklar Perseus OB3 ( $\alpha$  Per), Aşağı Centaurus-Crux (LCC) ve Yukarı Centaurus-Lupus (UCL) oymaklarıdır. Kullanılan analiz yöntemlerine göre farklı oymaklar orijin olarak ortaya çıkmaktadır.

Yapılan tayfsal gözlemlerden yıldızda ve Ca II 8542  $\text{\AA}$  IRT (Infrared Triplet-Kızılöte Üçlü) çizgilerinin salma gösterdiği ve yıldızın kromosferik olarak aktif olduğu ortaya çıkmıştır. Tayf türü olarak [14] tarafından verilen G0V değerini doğrulanmış ve  $m_V = 7^m.3$  olarak verilmiştir [11]. V889 Her üzerine yapılan ilk ışıkölçüm çalışmasından elde edilen veriler analiz edilerek dönme dönemi için  $1^s.338 \pm 0.002$  değeri, V süzgecinde  $0^m.1$  değişim genliği bulunmuştur. Yıldızda ait ilk dikine hız ve dönme hızı değerleri de  $V_{\text{rad}} = 22.6 \pm 0.3 \text{ km s}^{-1}$  ve  $v \sin i = 33 \pm 2 \text{ km s}^{-1}$  olarak bulunmuştur [15]. Aynı çalışmada [16] tarafından verilen  $c_1$  indeksinden de yararlanarak yıldızın tayf türü G2V olarak verilmiş,  $v \sin i$  ve dönme dönemi değerinden yola çıkarak yıldızın minimum yarıçapı  $0.87 R_{\odot}$  olarak bulunmuş ve buradan da dönme eksen eğikliğinin  $60^\circ$  olabileceği söylenmiştir.

Yıldızın  $v \sin i = 36 \text{ km s}^{-1}$  değerinden dolayı yıldızın Doppler haritalama tekniği için ideal bir yıldız olduğu belirtilmiştir [9]. V889 Her oldukça fazla çalışılan bir yıldız olduğundan ölçülen değerleri sürekli güncellenmiş ve [7]'de yapılan Doppler yüzey haritalamasında elde edilen değerleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 V889 Her Yıldızının Astrofiziksel Parametreleri [7]

Parametre	Değer
Uzaklık (Hipparcos)	$37.2 \pm 1.2$ pc
Tayf Türü	G0V
$V_{Maks}$	$7^m.34$
$M_V$	$4^m.49 \pm 0.07$
Işıtma	$1.33 \pm 0.09 L_{\odot}$
$T_e$	$5830 \pm 50$ K
Kütle	$1.06 \pm 0.02 M_{\odot}$
Yarıçap	$1.09 \pm 0.05 R_{\odot}$
Dönem	$1^g.3371 \pm 0.0002$
$v \sin i$	$39.0 \pm 0.5$ km s <sup>-1</sup>
Eksen Eğikliği ( $i$ )	$\sim 55^{\circ}$
Mikroçalkantı	$1.0$ km s <sup>-1</sup>
Makroçalkantı	$3.0$ km s <sup>-1</sup>
Fe/Fe <sub>⊙</sub>	-0.5
Ca/Ca <sub>⊙</sub>	-0.35
Li/Li <sub>⊙</sub>	+2.14

### 3. Gözlemler ve Analizler

Gözlemler, Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin 48 cm ayna çapına sahip Cassegrain türü teleskobu ile yapılmıştır. Gözlemlerde soğutulmuş Hamamatsu R1463P fotokatlandırıcısı ile Vilnius yüksek hızlı üç kanallı ışıkölçer (HSTCP)'in tek kanalı kullanılmıştır. Tüm gözlemler Johnson'un geniş band standart UBVR süzgeçleri ile yapılmıştır. Her gözlemde poz süresi 10 saniye verilmiş ve yıldızlar 36" diyaframla gözlenmiştir. G gökyüzü sayımını, C1 Mukayese yıldızı sayımını, C2 Denet yıldızı sayımını ve V değişen yıldız sayımını göstermek üzere; gözlemler esnasında yıldız sayımları G-C1-C2-VVVV-G-C1-C2-VVVV..... şeklinde alınmıştır.

V889 Her yıldızı, 10/05/2005-29/09/2005 tarihleri arasında toplam 29 gece gözlenmiştir. HD 171286 yıldızı mukayese, HD 171365 yıldızı da denet yıldızı olarak gözlenmiş, her süzgeçte 513 gözlem noktası olmak üzere toplam 2052 gözlem noktası elde edilmiştir. Gözlenen yıldızlara ilişkin bazı değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelge 3.1'deki parlaklık değerleri 07/09/2005 gecesi yapılan standart yıldız gözlemiyle standart sisteme dönüştürülmüştür. Mukayese için SAO 141854, Denet için BD -00 3356 yıldızı standart yıldız olarak kullanılmıştır [17].

Tüm gözlemler yer atmosferinin sönmüklenmesinden arındırılmış ve tüm gözlem zamanları Güneş merkezine indirgenmiştir. 2005 yılı dışında V889 Her yıldızının, 1996 ve 1997 yıllarında da Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde gözlemleri yapılmıştır [18]. Bu iki yıla ilişkin gözlemlerde 2005 yılı gözlemlerinde kullanılan mukayese yıldızı kullanılmış ancak denet yıldızı olarak HD 170829 (B= $7^m.29$ , V= $6^m.50$ , G8IV, SIMBAD) kullanılmıştır. Bu iki yılda B, V ve R süzgeçlerinde gözlem yapılmıştır. 2003 ve 2004 yıllarında da yıldızın U, B, V, R süzgeçlerinde gözlemleri yapılmış, bu yıllarda da 2005 yılında gözlenen mukayese ve

denet yıldızları kullanılmıştır [19]. Mukayese yıldızında değişim olup olmadığı denet yıldızı gözlenerek araştırılmıştır. Gözlemler sonucu mukayese yıldızında değişim olmadığı görülmüştür. Çizelge 3.2 de yıllara göre C1 – C2 parlaklık farkları için V süzgecindeki standart sapmalar verilmiştir.

**Çizelge 3.1** Hedef yıldızların bazı temel verileri. V889 Her' in parlaklıkları 2005 yılı içindeki maksimum parlaklık düzeyini gösterir.

Yıldız	HD 171488	HD 171286	HD 171365
Sağaçıklık (2005)	18 <sup>sa</sup> 34 <sup>dk</sup> 33 <sup>s</sup> .24	18 <sup>sa</sup> 33 <sup>dk</sup> 27 <sup>s</sup> .77	18 <sup>sa</sup> 33 <sup>dk</sup> 58 <sup>s</sup> .89
Dikaçıklık (2005)	+18° 41' 39"	+18° 55' 10".2	+17° 44' 10".6
Tayf Türü	G0V	K0	F6V
B	8 <sup>m</sup> .164 (maksimum)	7 <sup>m</sup> .967	7 <sup>m</sup> .553
V	7 <sup>m</sup> .417 (maksimum)	6 <sup>m</sup> .862	7 <sup>m</sup> .144

**Çizelge 3.2** Yıllara göre C1 – C2 parlaklık farkları için V süzgecindeki standart sapmalar.

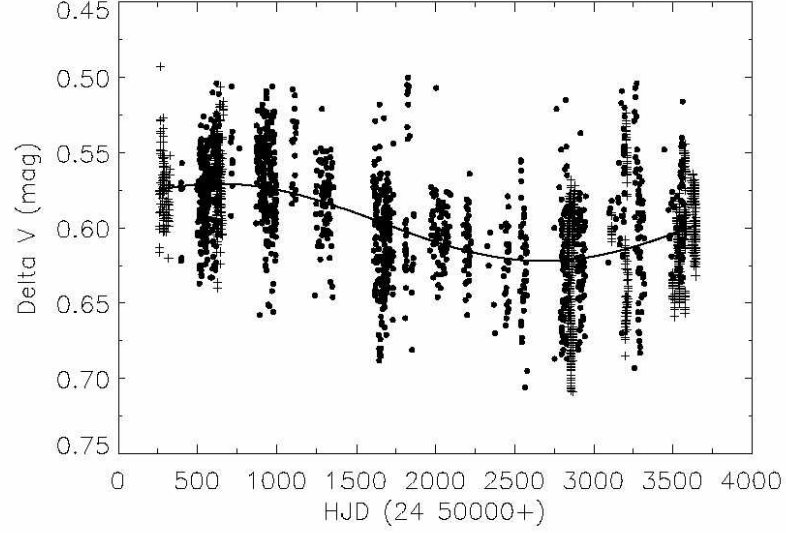
Yıl	1996	1997	2003	2004	2005
Standart	0.012	0.014	0.007	0.007	0.005
Sapma	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)	(mag)

V889 Her için 2005 yılında mukayese (HD 171286) yıldızına göre elde edilmiş parlaklık farkları Güneş merkezli JD'ye göre (HJD) elde edilmiştir. 2005 yılında elde edilen bu verilere ek olarak Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde V889 Her yıldızının 1996 ve 1997 yıllarında B, V, R süzgeçlerinde; 2003 ve 2004 yıllarında ise U, B, V, R süzgeçlerinde aynı mukayese yıldızına göre fark parlaklıkları elde edilmiştir. [7] V889 Her yıldızını 1996-2005 yılları arasında her yıl aynı mukayese ile gözlemiş ve V süzgecindeki fark parlaklıklarını vermiştir. Bu veriler ile Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde V süzgecinde elde edilen veriler birleştirilerek analiz edilmiştir [20]. Şekil 3.1'de 1996-2005 yılları arasında yıldıza ait hem Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen hem de Strassmeier tarafından yayınlanan V süzgeci verileri HJD'ye karşı çizdirilmiştir.

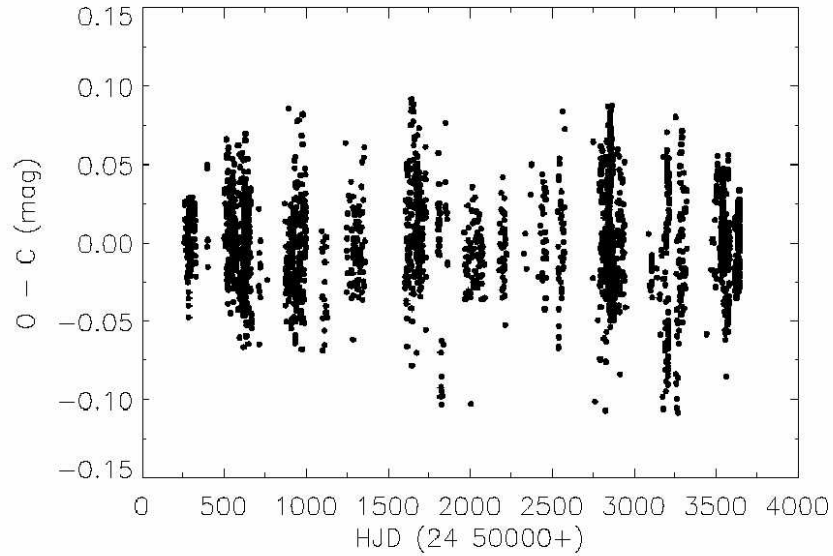
V süzgecinde hem [7] ve [20]'den alınan veriler hem de Ege Üniversitesi Gözlemevinde elde edilen veriler birleştirilerek dönem analizi yapılmıştır. Dönem analizi Period-04 programı [21] ile yapılmıştır. Bu program, Fourier analizi ile zamana karşı parlaklık verisinden geçebilecek olası en büyük genlikli sintüs eğrisini ve bu eğrinin frekansını bulur. İlk olarak tüm veriye dönem analizi yapılarak yıldızdaki uzun dönemli değişim araştırılmıştır. Yapılan ilk analizde bulunan frekans  $f_1=0.000244 \pm 0.000006$  çevrim/gün, genlik  $A=0^m.0257 \pm 0.0008$  olarak bulunmuştur. Bu frekans değerinin dönem karşılığı  $P=11.22 \pm 0.28$  yıldır. Bu öğeler ile oluşturulan kuramsal eğri, gözlemlerle beraber Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Gözlemler ve kuramsal eğri arasındaki farklar da Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Bulunan  $P=11.22$  yıl dönemi veriden arındırılarak başka uzun dönemli



değişimlerin olup olmadığı araştırılmış ve başka anlamlı dönem değerleri bulunamamıştır. Bu andan itibaren analize dahil edilen tüm gözlem verisinden  $P=11.22$  yıl dönemi arındırılarak elde edilen artıklara (bkz. Şekil 3.2) her yıl için ayrı ayrı dönem analizi uygulanmış ve fotometrik dönem değişimi araştırılmıştır. Tüm yıllardan ayrı ayrı bulunan frekanslar, frekansların dönem karşılıkları ve ışık eğrilerinin genlikleri, hataları ( $\sigma$ ) ile beraber Çizelge 3.1'te gösterilmiştir. 1999 ve 2001 yıllarındaki veriler yetersiz olduğu için, artıklar üzerinden yapılan analizlere dahil edilmemiş ve şekillerde gösterilmemiştir.



Şekil 3.1 1996-2005 yılları arasında V889 Herculis'e ilişkin V süzgecindeki gözlem verilerinin HJD'ye karşı gösterimi. Noktalar [7] ve [20]'den alınan verileri, artıklar ise E.Ü. Gözlemevi'nde elde edilen verileri temsil eder. Sürekli çizgi  $P = 11.22 \pm 0.28$  yıl dönemli kuramsal eğriyi temsil eder.

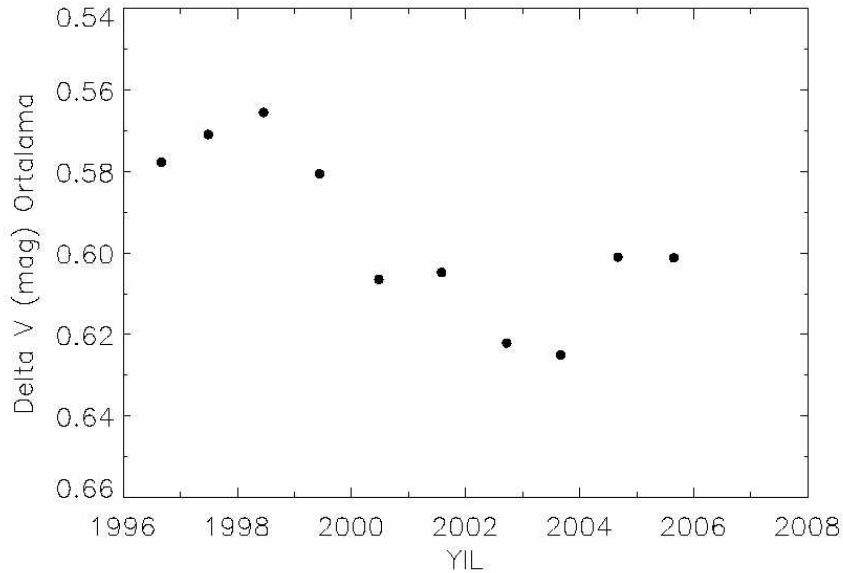


Şekil 3.2 V889 Herculis için gözlem verilerinden  $P = 11.22 \pm 0.28$  yıl dönem değerinin temsil ettiği değişimin arındırılmasından sonra kalan artıklar.

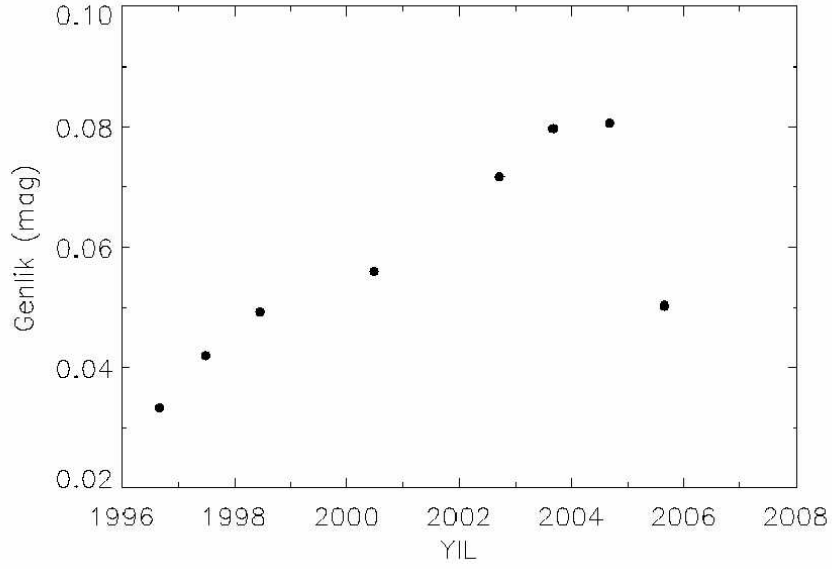
**Çizelge 3.1** V889 Herculis için fotometrik dönem analizinden bulunan sonuçlar

Yıl (Ort)	Ortalama Parlaklık (mag)	Frekans (f) (çevrim/gün)	$\sigma$ (f)	Dönem (P=1/f) (gün)	$\sigma$ (P)	Genlik (A)	$\sigma$ (A)
1996.66	0.578	0.7486	0.0005	1.3358	0.0009	0.033	0.002
1997.49	0.571	0.7468	0.0002	1.3390	0.0004	0.041	0.002
1998.46	0.566	0.7467	0.0004	1.3392	0.0007	0.049	0.002
2000.48	0.581	0.7481	0.0004	1.3367	0.0007	0.056	0.002
2002.72	0.607	0.7481	0.0016	1.3367	0.0029	0.072	0.005
2003.67	0.605	0.7495	0.0001	1.3342	0.0002	0.080	0.001
2004.67	0.622	0.7479	0.0002	1.3371	0.0004	0.081	0.003
2005.65	0.625	0.7471	0.0001	1.3385	0.0002	0.050	0.001

Çizelge 3.1’de verilen ortalama parlaklığın ve genlik değerlerinin yıllara göre değişimi sırasıyla Şekil 3.3 ve 3.4’de gösterilmiştir. Ortalama parlaklıklar, tüm gözlem verisinden P=11.22 yıl dönemli değişim arındırılmadan önce her yıla ayrı ayrı dönem analizi uygulanarak bulunmuştur.

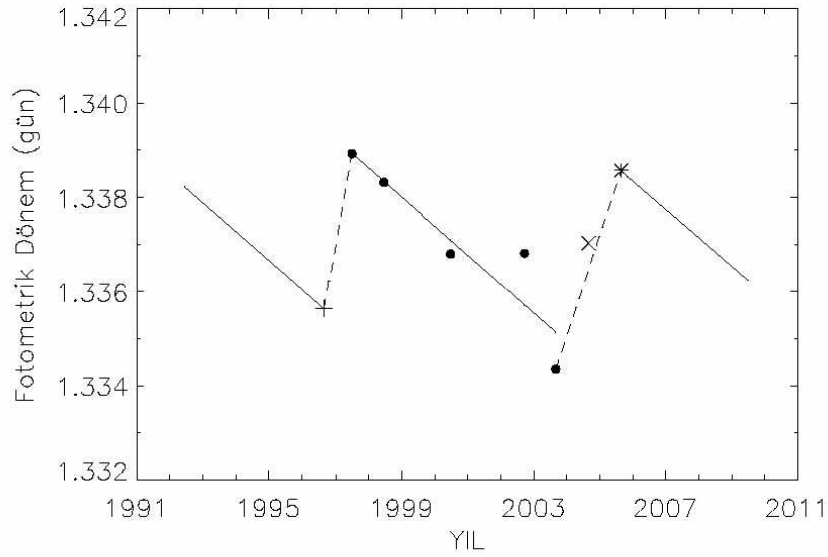
**Şekil 3.3** V889 Herculis için yıllara göre ortalama parlaklık değişimi.

Şekil 3.3 ve 3.4 incelendiğinde 2003 yılına kadar genliğin sürekli arttığı ve daha sonra azaldığı, buna karşın sistemin ortalama parlaklığının 1998’den itibaren azalmaya başladığı ve 2004 yılından itibaren tekrar arttığı görülür. Genliğin artmasının nedenleri, yıldızın yüzeyindeki lekeli alanın büyümesi, lekeli alanların belli bir boylam aralığında toplanması veya manyetik aktivite şiddetinin artması olabilir. Ortalama parlaklık artma ve azalma gösterirken genliğin sürekli büyümesi yıldız üzerinde yalnız tek bir aktif boylam olduğuna işaret eder. Eğer yıldız üzerinde 180° boylam farklı iki aktif boylam olsaydı hem ışık eğrileri daha küçük genlikli ve asimetrik yapıda olurlar hem de ortalama parlaklık düzeyleri daha düşük olurdu. 1996-2005 yılları arasında uzun zaman aralığında elde edilmiş verileri temsil eden yalnız P= 11.22 yıl döneminin bulunması ve başka anlamlı dönem çıkmaması da V889 Her üzerinde tek bir aktif boylam olduğu görüşünü destekler niteliktedir.



Şekil 3.4 V889 Herculis'in yıllara göre ışık eğrisi genliği değişimi.

Fotometrik dönemin yıllara göre değişimi de Şekil 3.5'te verilmiştir. Sürekli çizgi 1997-2003 arasındaki dönem değişimini temsil eder. 1997'den önceki ve 2003'ten sonraki yılları temsil eden sürekli çizgiler ise tahmin edilen dönem değişimini belirtir. Kesikli çizgiler ise olası çevrimlerin bitiş ve başlangıç noktalarını belirtir.



Şekil 3.5 V889 Herculis için fotometrik dönemin yıllara göre değişimi. "+" işareti 1996 ve öncesindeki yıllara ilişkin çevrimin noktasını, "•" 1997-2003 yıllarına ilişkin çevrime ait noktaları, "\*" 2005 ve sonrasındaki yıllara ilişkin çevrime ait noktayı temsil eder. "x" ise İki çevrim arasında Güneş'te de benzeri görülen ara bir lekeyi temsil eder.

Şekil 3.5 incelendiğinde 1997-2003 yılları arasında dönemin azaldığı görülmektedir. Şekil 3.3 ve 3.4'de aynı zaman aralığı için ortalama parlaklıkta azalma olduğu, bununla beraber ışık eğrisi genliğinin arttığı görülür. Fotometrik dönemin kısalması, yıldız üzerindeki leke veya leke grubunun (veya aktif bölgenin) eşleğe doğru hareketi olarak yorumlanabilir. Aynı zamanda ortalama parlaklığın azalması ve ışık eğrisi genliğinin artması da leke veya

leke grubunun evrimleşerek yıldız yüzeyinde zamanla daha fazla alan kaplaması anlamına gelir. Bu aynı zamanda 1997'den 2003 yılına kadar yıldızın manyetik aktivite düzeyinin arttığını işaret eder. Buna bağlı olarak 2003 yılı civarında yıldızın en aktif zamanında olduğu da söylenebilir. Tüm bu sonuçlarla beraber 1997-2003 arasındaki dönem azalması yıldızın fotosferinde yaklaşık 7 yıllık bir leke çevriminin göstergesi olabilir. Bu çevrim içinde orta enlemlerden doğan lekelerin Güneş'te olduğu gibi zamanla diferansiyel dönmeden dolayı eşleğe doğru kaydığı sonucu ortaya çıkar. Benzer leke çevrimi dönemi [7] tarafından da rapor edilmektedir. 1997-2003 yılları arasında görülen çevrimden önceki çevrime ilişkin gözlem verisi yalnız 1 yıl için (1996) vardır. Bu yılın gözlemlerinden elde edilen fotometrik dönem değerine göre önceki çevrimin o yıl bittiğini anlayabiliriz. 2003'de çevrim bittikten sonra, eğer aktivite çevrimi güneşinkine benziyorsa yeni çevrimin daha üst enlemlerden başlaması gerekir. Ancak, zaman zaman çevrim başlangıcına ilişkin ilk değerler ara enlemlerden elde edilebilir. Bu yüzden 2004 yılına ait dönem değeri böyle bir enlemdeki lekeden kaynaklanabilir. Yeni çevrim başlamıştır. 2005 yılındaki gözlemlerden bulunan dönem değeri de bunu kanıtlamakta ve bir önceki çevrimin başlangıç değerlerine benzer olarak daha büyük çıkmaktadır.

### 5. Sonuçlar ve Tartışma

V889 Herculis yıldızının V süzgecinde elde edilen verilerine dönem analizi uygulanarak yıldızlardaki fotometrik dönem değişimi araştırılmıştır. V889 Her yıldızı için Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde 1996, 1997, 2003, 2004 ve 2005 yıllarında elde edilen veriler ile [7] ve [20] tarafından elde edilen veriler topluca analiz edilmiştir. V889 Her yıldızı için yapılan analizler esnasında, her yılın kendi içindeki dönem analizi yapılırken 1999 ve 2001 verilerinden güvenilir sonuçlar elde edilememiştir. Bu nedenle söz konusu yıllara ait veriler yalnız uzun dönemli değişimi bulmak için analize dahil edilmiş, ama her yılın kendi içindeki dönem analizi yapılırken dikkate alınmamıştır.

V889 Her için analizler sonucunda yıldızın üzerindeki leke veya leke grubunun alanı büyüdükçe yıldızın dönme döneminin kısaldığı, genliğin ise sürekli arttığı bulunmuştur. Bununla beraber yıldız üzerinde uzun dönemli değişimi temsil eden yalnız bir dönem bulunmuştur. Tüm bunlar yıldız üzerinde yalnız bir aktif boylamın olduğuna işaret eder.

Eğer yıldız üzerinde başka bir aktif boylam daha olsaydı hem ışık eğrileri daha küçük genlikli ve asimetric yapıda olurdu hem de ortalama parlaklık düzeyleri daha düşük olurdu. Bununla beraber uzun dönemli değişimi temsil eden yalnız bir değil iki anlamlı dönem çıkması gerekirdi. 2003 yılında genlik bu zamana kadar gözlenen en büyük değerine ve ortalama parlaklık da bu zamana kadar gözlenen en sönük değerine ulaşmış, dönme dönemi de en kısa değerine ulaşmıştır. Bu sonuçlar yıldızın 2003 yılında çevrimsel değişimi içinde en aktif düzeyinde olduğuna işaret eder. Elde edilen dönem değerlerinden yıldızın 1997-2003 yılları arasında dönem değişimi açıkça görülmüş, 1997 öncesi ve 2003 sonrasında da nasıl değiştiği ve değişeceği tahmin edilmiştir (Şekil 3.5). 1997-2003 yılları arasında dönemin kısaldığı görülmüştür. Bunu yıldız üzerindeki leke veya leke grubunun (veya aktif bölgenin) eşleğe doğru hareketi olarak yorumlamak olasıdır. Aynı zaman aralığında, ortalama parlaklığın azalması ve ışık eğrisi genliğinin artması da leke veya leke grubunun evrimleşerek yıldız yüzeyinde zamanla daha fazla alan kaplaması anlamına gelir. 1997'den 2003 yılına kadar manyetik aktivite düzeyinin arttığı ve 2003 yılı civarında yıldızın en aktif zamanında olduğunu da söylenebilir.

Öte yandan 1997-2003 yılları arasında gözlenen dönem, genlik ve ortalama parlaklık değişimlerinden yola çıkarak yıldızın yaklaşık 7 yıllık bir leke çevrimine sahip olduğu söylenebilir. Bu değer [7] tarafından verilen leke çevrim değeriyle uyum içindedir. 1997-2003 yılları arasında bir çevrim olarak kabul edersek 1996 yılının önceki çevrimin son yılı, 2005 yılının da bir sonraki çevrimin ilk yılı olduğu söylenebilir. 2005 yılında bulunan dönem



değeri, 1997'de bulunan dönem değerine yakın olduğu için yeni çevrimin başladığını söyleyebiliriz. Güneş'teki leke çevrimi düşünüldüğünde bir çevrim bittikten sonra yeni çevrimin lekelerinin daha üst enlemlerde çıkması beklenir. Diferansiyel dönmeyi göz önüne alırsak bunun anlamı çevrimin yeni lekelerinin dönme dönemlerinin görece daha uzun olmasıdır. Ancak yeni çevrim başladığında kimi zaman lekeler orta enlemlerden çıkabilir. Bu durumda 2004 yılında ilişkin elde edilen dönem değeri orta enlemlerde çıkan bir leke veya leke grubundan elde edilmiş olabilir.

Pek çok genç ve aktif soğuk yıldızın fotometrik değişimlerinin, yaşlı ve düşük aktivite düzeyine sahip soğuk yıldızların aktivite değişimlerine göre daha karmaşık ve çevrimsellikten uzak olduğu öngörülür [23, 24]. Genç ve aktif yıldızların çoğunun aktivitesi çok düzensiz değişir ve bu nedenle yıldız sadece *değişen* yıldız olarak adlandırılır [25].  $1 M_{\odot}$  yıldızlar için manyetik aktivitede, Vaughan-Preston boşluğuna karşılık gelen 1-2 milyar yıl yaşlarından sonra azalma olacağı da söylenmektedir [26]. Buna göre V889 Herculis yıldızında, yaşına göre (~30-50 milyon yıl, [7]) gözlenen yüksek aktivite düzeyi ve elde edilen verilerden ortaya çıkan uzun dönemli parlaklık değişiminin çevrimsel bir değişime işaret etmesi öngörülerle uyumsuz bir görüntü sergilemektedir. Tüm bunlara daha net bir açıklama getirebilmek için yıldızın gözlemlerine devam edilmesi gerekir.

V889 Her yıldızında görüldüğü gibi kimi zaman analizlerde güvenilir olmayan sonuçlar veren veriler olabilir. Bu verilerden sonuç çıkmaması yıldızın özelliklerinden değil gözlem tekniklerinden ileri gelmektedir. Az sayıda ve sık olmayan gözlem verisi, analizlerde anlamsız sonuçlar çıkmasına neden olur. Özellikle, Fourier analizi ile dönem değişimi araştırılacaksa ve kısa dönemli yıldızlar gözleniyorsa verilerin olabildiğince sık aralıklarla alınmasına ve veriler arası boşlukların düzenli olmamasına dikkat edilmelidir. Gözlemler yapılırken her gece olabildiğince bir birine yakın sayıda nokta alınmalı ve bir kaç nokta yerine birbirini doğrulayan daha fazla sayıda nokta alınmalıdır. Analizler yapılırken nokta sayısının fazla olduğu bölge analiz sonucuna en fazla etkiyi yapar, yani gözlem noktalarının hepsi eşit ağırlığa sahip olsa bile bir anlamda gözlemler ağırlıklandırılmış gibi olur. Hava koşulları elverişli olduğu sürece her gece uzun süreli ve ard arda gözlem yapılması özellikle kısa dönemli yıldızların fotometrik dönem analizi için oldukça önemlidir. Fotometrik dönem analizi için kısa dönemli yıldızların gözlemlerinde diğer bir dikkat edilecek nokta da her gözlem gecesinde gecenin farklı zamanlarında noktalar alınmasıdır. Böylelikle gece boyu yıldızın parlaklık değişiminin bir kısmı elde edileceğinden, dönem analizinde bu noktaların gösterdiği değişim, olması gereken dönemden farklı dönemlerin bulunması ihtimalini en aza indirger.

Öte yandan, hızlı dönen geri tayf türünden yıldızlarda uzun dönemli değişimler araştırılmak isteniyorsa, en azından yıldızda görülmesi olası değişimin zamansal uzunluğuna denk zaman aralığını kaplayan veri seti elde edilmelidir. Daha sağlıklı sonuçlar elde etmek ve kimi zaman dönem analizlerinde baskın olarak görülemeyen gerçek değişim dönemlerini bulabilmek için elde edilen verilerin, değişim döneminin iki katı kadar bir zaman ölçeğine yayılmış olması gerekir [22]. Bunları göz önüne alırsak V889 Her yıldızında leke çevrimi olarak yorumladığımız uzun dönemli değişim değeri, ilerleyen zamanlarda verilerin daha da artmasıyla şu anki değerinden daha farklı değerler alabilir.

*Bu çalışmada SIMBAD veri tabanından (CDS, Strasbourg, Fransa) yararlanılmıştır.*

## Kaynaklar

- [1] Pounds, K. A., Allan, D. J., Barber, C., ve ark. 1993, *MNRAS* 260, 77.
- [2] Malina, R. F., Marshall, H. L., Antia, B., ve ark. 1994, *AJ* 107, 751.
- [3] Bowyer, S., Lieu, R., Lampton, M., Lewis, J., Wu, X., Drake, J. J., Malina, R. F. 1994, *ApJS* 93, 569.

- [4] Pye, J. P., McGale, P. A., Allan, D. J., Barber, C. R., Bertram, D., Denby, M., Page, C. G., Ricketts, M. J., Stewart, B. C., West, R. G. 1995, *MNRAS* 274, 1165.
- [5] Mason, K. O., Hassall, B. J. M., Bromage, G. E., ve ark. 1995, *MNRAS* 274, 1194.
- [6] Bowyer, S., Lampton, M., Lewis, J., Wu, X., Jelinsky, P., Malina, R. F. 1996, *ApJS* 102, 129.
- [7] Strassmeier, K. G., Pichler, T., Weber, M., Granzer, T. 2003, *A&A* 411, 595.
- [8] Makarov, V. V. 2003, *AJ* 126, 1996.
- [9] Strassmeier, K., Washuettl, A., Granzer, Th., Scheck, M., Weber, M. 2000, *A&AS* 142, 275.
- [10] Cutispoto, G., Pastori, L., Pasquini, L., de Medeiros, J. R., Tagliaferri, G., Andersen, J. 2002, *A&A* 384, 491.
- [11] Mullis, C. L., Bopp, B. W. 1994, *PASP* 106, 822.
- [12] Montes, D., López-Santiago, J., Gálvez, M. C., Fernández-Figueroa, M. J., De Castro, E., Cornide, M. 2001, *MNRAS* 328, 45.
- [13] Wichmann, R., Schmitt, J. H. M. M., Hubrig, S. 2003, *A&A* 399, 983.
- [14] Harlan, E. A. 1969, *AJ* 74, 916.
- [15] Henry, Gregory W., Fekel, Francis C., Hall, Douglas S. 1995, *AJ* 110, 292.
- [16] Olsen, E. H. 1983, *A&AS* 54, 55.
- [17] Landolt, A.U. 1992, *AJ* 104, 340.
- [18] Tunca, Z., İbanoğlu, C., Evren, S., Keskin, V., Pekünlü, R., Taş, G., Çakırlı, Ö., Işık, E. 1998, E. Ü. Araştırma Projesi, “Aktif Tek Yıldızların Değişim Mekanizmalarının Araştırılması”, Proje No:96/FEN/023.
- [19] Evren, S., Taş, G. 2005, Özel Haberleşme.
- [20] Strassmeier, K. G. 2005, Özel Haberleşme.
- [21] Lenz, P., Breger, M. 2005, *CoAst* 146, 53.
- [22] Oláh, K., Kolláth, Zs. 1999, in “Solar and Stellar Activity: Similarities and Differences”, C. J. Butler, J. G. Doyle (Eds.), *ASP Conf. Series*, Vol. 158, p. 174.
- [23] Berdyugina, S. V., Järvinen, S. P. 2005, *AN* 326, 283.
- [24] Saar, S. H., Baliunas, S. L. 1992, in “Recent Advances in Stellar Cycle Research”, Harvey K. L. (Ed.), *ASP Conf. Series*, Vol. 27, p. 150.
- [25] Schrijver, C. J., Zwaan, C., 2000, “Solar and Stellar Magnetic Activity”, Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- [26] Vaughan, A. H., Preston, G. W. 1980, *PASP* 92, 385.