

## GEZEĞENLİ YILDIZLARIN MANYETİK AKTİVİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

**Gülizar GENÇOĞLU\*, Günay TAŞ\***

\*Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova-İzmir,  
[gulizast@hotmail.com](mailto:gulizast@hotmail.com), [gunay.tas@ege.edu.tr](mailto:gunay.tas@ege.edu.tr)

### Özet

F0'dan itibaren geri tayfsal türlere doğru gidildikçe artan yüzey konveksiyonu, güneş benzeri yıldızlarda gözlenen manyetik aktivitenin ortaya çıkmasındaki temel etmendir. Fotometrik olarak manyetik aktivitenin varlığını, fotosfere göre soğuk yapılar olan lekelerin ya da parlak yapılar olan fakülaların ışık ve renk eğrilerine yaptıkları etkileri belirleyerek ortaya koyabiliyoruz. Yaş, aktivite düzeyine etki eden diğer bir kilit parametredir: genç yıldızlar daha aktiftir. İlk gezegenli sistemin keşfinden bu yana 300'ün üzerinde gezegenli sistem keşfedilmiştir. Bunların büyük çoğunluğu orta ya da küçük kütleli anakol yıldızdır yani yüzey konveksiyonu olan yıldızlardır. Yine bu çalışmalar gezegenli yıldızların metalle zengin, genç disk yıldızları olduğunu göstermiştir. O halde gezegenli bu yıldızların aktif olmalarını bekleriz. Gezegenli yıldızlar aktif midir? Yüzey manyetik aktivitesine sahiplerse, gezegenli olmak bu aktivite düzeyine nasıl etki eder? Bu soruların yanıtını bulmak üzere Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin 48 cm Cassegrain teleskobu ve 40 cm Schmitt-Cassegrain teleskobu ile geri tür beş yıldız gözlem programına alınmıştır: HD 13189 (K2), EK Eri (G8), HD 81040 (G0), HD 43691 (G0), HD 100777 (K0). Bu çalışmada, bu yıldızlardan HD 13189'a ilişkin literatürdeki ilk fotometrik sonuçlar sunulmuştur. Elde edilen veriler ışığında, gözlenen yıldızın yaklaşık 30 gün ya da iki katı dönemli bir değişim gösterdiği belirlendi. Bu değişim K2 yıldızının yüzey aktivitesine atfedildi.

*Anahtar Kelimeler: Güneş sistemi dışı gezegenler, Güneş benzeri yıldızlar, Manyetik aktivite*

### **Abstract**

A main factor on the generation of magnetic activity in solar type stars is surface convection which gets deeper towards from F0 to late type stars. Photometrically, we could reveal presence of magnetic activity determining influence of spots, which is cooler than photosphere, and faculae, which is brighter than photosphere, in light and color curves. The other important parameter has being influenced on activity is age: Young stars are more active. Since first exoplanetary system had been discovered, more than 300 exoplanetary systems have been detected. A majority of host stars of all these systems are intermediate or low mass stars. In other words a majority of all these stars have surface convection. These studies also show that exoplanetary systems are metal-rich, young disc stars. In that case we expect that these stars are active. Are the exoplanetary systems active? If these stars have surface magnetic activity, having exoplanet how to influence on the activity level? To find an answer of all these questions, at Ege University Observatory, 5 late type exoplanetary systems had been observed with 48 cm Cassegrain Telescope and 40 cm Schmidt-Cassegrain Telescope: HD 13189 (K2), EK Eri (G8), HD 43691 (G0), HD 81040 (G0), HD 100777 (K0). In this study, the first photometric results on HD 13189 that it is one of these stars are represented. According to our research we dedected that this star has a variation with 30 gün or twice of this value due to surface activity of the star.

*Key Words: Exoplanets, Solar like stars, Magnetic activity*

### **1. Gezegen Bileşenli Dev Yıldız HD 13189**

İlk gezegen arama çalışmaları, Güneş gözönüne alınarak, yüzey konveksiyonu olan yıldızlarla yapılmıştır. En etkili gezegen keşif aracı ise dikine hız yöntemidir. Bahsedilen tayf türü aralığı içinde geri A ve erken F tayf türünden anakol yıldızlarının gezegenlerini keşfetmek zordur. Çünkü yüksek dönme hızlarına ve az sayıda tayf çizgisine sahiptirler. Bu türden yıldızların evrimleşmiş durumlarını gözlemek bir alternatif olabilir. Böylece HR diyagramında düşük dönme hızı ve daha düşük etkin sıcaklıklara dolayısıyla daha çok tayf çizgisine ulaşacakları bir yere gelirler. Diğer yandan dev yıldızlar salınımlar gösterdikleri için sıklıkla dikine hız

değişimleri gösterirler ki bu da kütle bulmayı zorlaştırır. Yine de dev yıldızların dikine hızlarını ölçmek nispeten kolaydır. Günümüzde yörüngesinde gezegeni olduğu bilinen dev yıldız sayısı azdır. Yenilerini belirlemek için devlerin dikine hız ölçümlerini dolayısıyla gezegen taramalarını yapacak projeler hayata geçirilmektedir. HD 13189 yörüngesinde gezegeni olduğu belirlenmiş beş devden biridir.

HD 13189 SIMBAD veri tabanında  $V = 7.57$  kadir parlaklıklı bir K2 yıldızı olarak görülmektedir. Hipparcos uydusu tarafından ıraksımı  $0.54 \pm 0.93$  mas olarak verilmiştir. Hatzes et al. (2005) bu sisteme ilişkin ilk kapsamlı çalışmayı yapmıştır. Bu ilk çalışma Mg I çizgilerinin analizinden dikine hızların elde edilmesine dayalıdır. Buna göre HD 13189, 471.6 gün dönemli,  $173.3 \text{ ms}^{-1}$  tüm genlikli uzun dönemli bir ve 4.79 gün,  $168 \text{ ms}^{-1}$  tüm genlikli kısa dönemli bir değişime sahiptir. Uzun dönemli değişim yıldız çevresinde yörüngede dolanan bir gezegene, kısa dönemli değişimi ise p-mode zonklamasına atfedilmiştir. Farklı ışınım gücü sınıfından standart K yıldızlarının Mg I çizgileri HD 13189'un çizgileriyle kıyaslanarak bu yıldızın III ya da I. ışınım gücü sınıfından olması gerektiğini ifade edilmiştir.  $\log g$ 'deki belirsizlik hala bir sorundur (Hatzes et al. 2005). Yıldızın  $[\text{Fe}/\text{H}] = -0.35$ 'dir (Schuler et al. 2005).

Hatzes et al. (2005) kendi dikine hız ölçümleriyle aynı tarihli olmayan McDonald Ca II S ölçek (Paulson et al. 2002) verilerini kullanarak aktivite izi aradı. Genellikle 0.164 seviyesindeki ölçümlerde 472 günlük değişimle uyumlu herhangi bir sonuca ulaşamadı. Diğer yandan 0.164 nispeten aktif olmayan yıldızlara ilişkin bir düzeyi göstermektedir. Ancak farklı yıllarda yapılan gözlemlerin, yıldızın farklı yüzey evrimine karşılık geleceği de vurgulanmıştır.

Sistemin ilk fotometrisi ise bu bildiriyle sunulacaktır.

### **2.1. HD 13189'un İlk Fotometrik Sonuçları**

HD 13189 Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin 48 cm çaplı Cassegrain türü teleskobu ve ona takılı Vilnius Üniversitesi yapımı üç kanallı fotometresi kullanılarak UBV<sub>R</sub> süzgeçleriyle 02.10.2007 ile 27.07.2008 tarihleri arasında toplam 300 güne yayılan bir zaman aralığında 32 gün gözlenmiştir. Gözlemler için dört mukayese yıldızı belirlenmiştir. Gözlenen yıldızlar ve SIMBAD veritabanından alınan bazı fotometrik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. HD 13189 ve

mukayeselerinin gökada konumu ise gökada boylamı  $141^{\circ}.6$  ve gökada enlemi  $-27^{\circ}.5'$  dir.

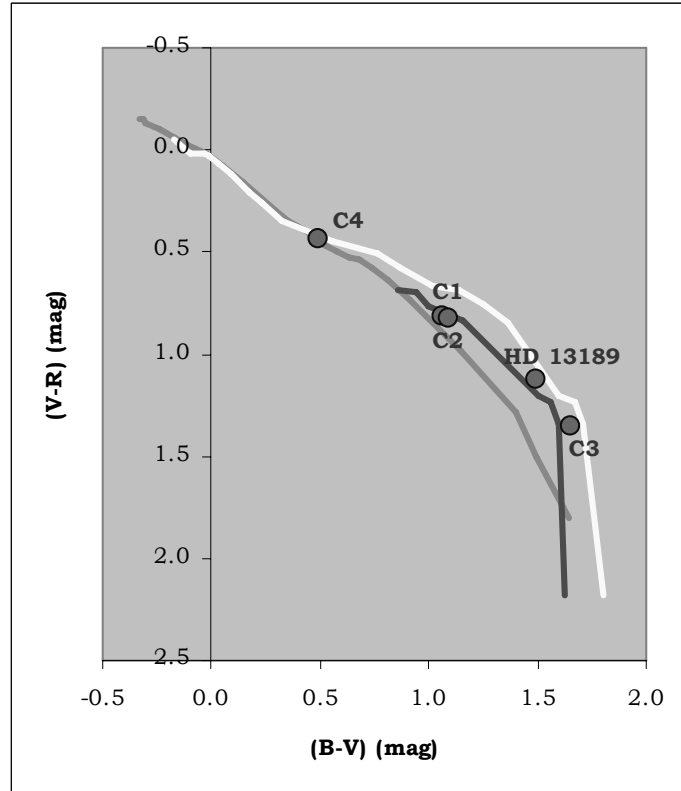
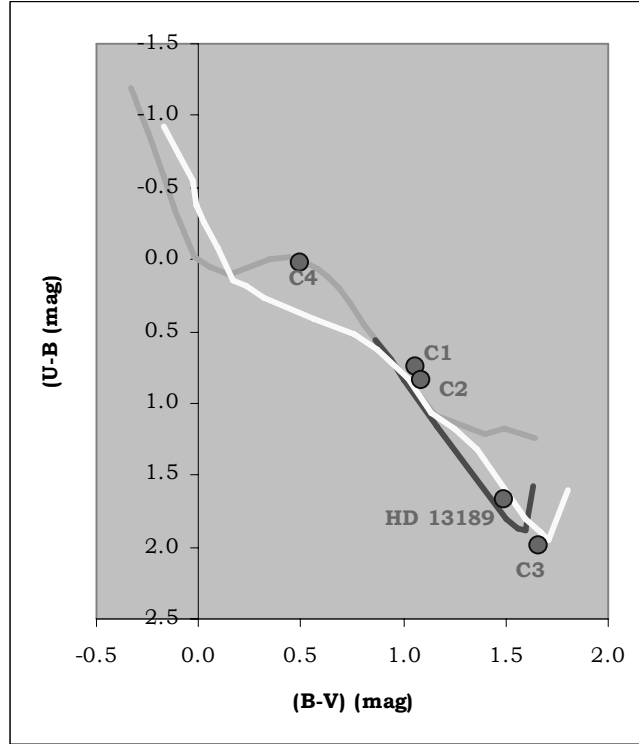
**Çizelge 1.** Gözlenen yıldızların literatürde görülen fotometrik özellikleri.

Yıldız	B (mag)	V (mag)	Tayf Türü	d (mas)	Err_d (mas)
HD 13189	9.06	7.57	K2	0.540	0.930
HIP 10120	9.61	8.59	G5	2.960	1.060
HD 13211	9.28	8.21	G5	2.660	1.010
HD 13479	9.47	7.8	K2	2.000	0.950
HD 13609	8.74	8.31	F5	5.320	1.040

HD 13189 ve mukayeseleri, Praesepe kümesiyle birlikte gözlenerek aletsel parlaklıklar standarda dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Ulaşılan standart parlaklıklar Çizelge 2’de verilmiştir. Elde edilen veriler (U-B)-(B-V) ve (V-R)-(B-V) renk renk diyagramında noktalanarak, kızıllaşmadan arınmış renk değerlerine ulaşılmıştır. Sonuçların birbiriyle kıyaslanabilmesi için bu işlem mukayeseleri de kapsıyacak şekilde yapılmıştır.

**Çizelge 2.** Ege Üniversitesi Gözlemevi’nde gözlenen program yıldızlarının standarda dönüştürülmüş parlaklıkları.

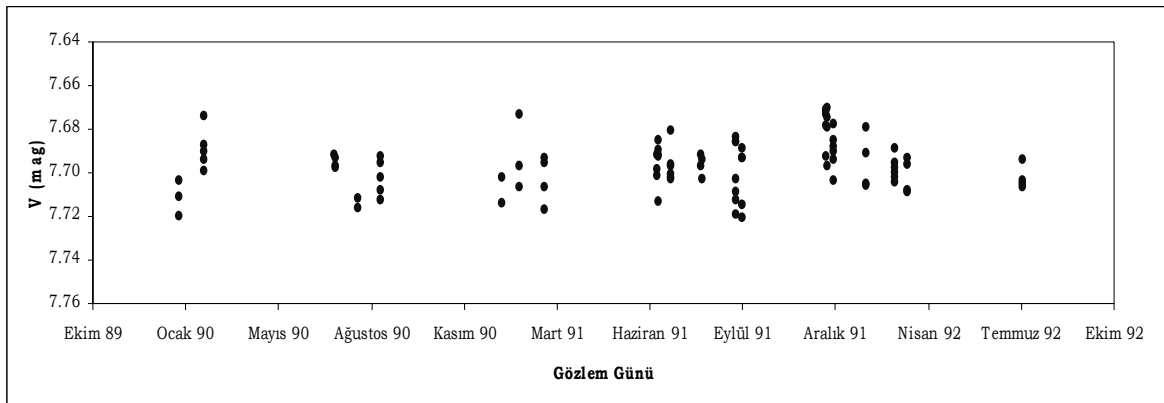
Yıldız	V	Err_V (Mag)	U-B (Mag)	Err_(U-B) (Mag)	B-V (Mag)	Err_(B-V) (Mag)	V-R (Mag)	Err_(V-R) (Mag)
HD13189	7.482	0.015	1.671	0.019	1.492	0.018	1.127	0.017
HD13189_C1	8.531	0.020	0.749	0.028	1.063	0.032	0.815	0.031
HD13189_C2	8.121	0.029	0.843	0.029	1.092	0.050	0.826	0.041
HD13189_C3	7.713	0.051	1.997	0.022	1.658	0.066	1.358	0.053
HD13189_C4	8.225	0.024	0.028	0.029	0.496	0.040	0.441	0.032

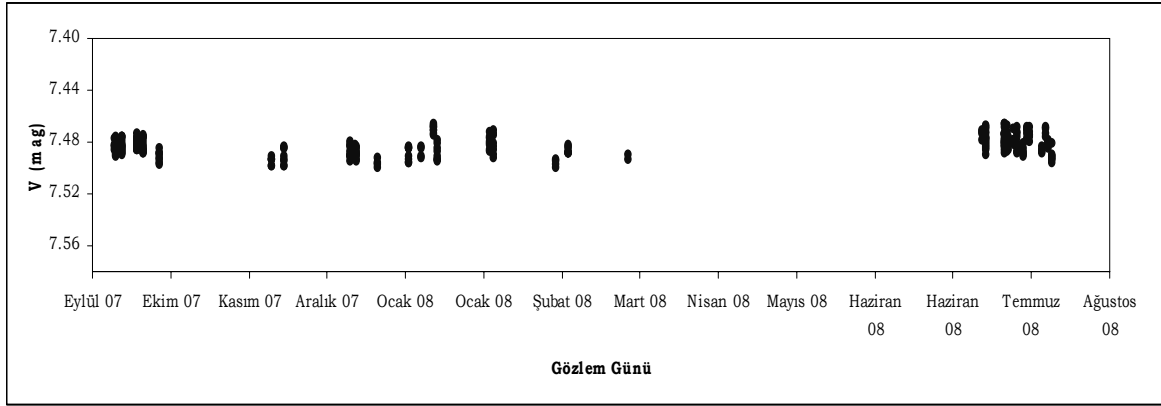


**Şekil 1.** Sol tarafta HD 13189 ve gözlenen mukayeselerin (U-B)-(B-V) ve sağ tarafta (V-R)-(B-V) renk-renk diyagramları. Standart temsiller Cox (2000)'den alındı. Turuncu çizgi anakol, yeşil çizgi devler ve sarı çizgi süperdevler için standart renk-renk değişimlerini gösteriyor. Gözlenen yıldızlar mavi içi dolu dairelerle noktalanmış ve yanlarına hangi yıldız olduğu yazılmıştır. Sonuçların test edilmesi için mukayese yıldızları için de renk artıkları belirlenmiştir.

Şekil 1'deki renk-renk diyagramlarından kolaylıkla görüleceği üzere HD 13189 süperdevlerden ziyade devlerle uyumludur. Değişen yıldız için  $E(B-V) = 0.104$  kadir olarak belirlenmiştir. Buradan, HD 13189,  $V = 7^m.482$  (15),  $B-V = 1^m.492$  (18),  $U-B = 1^m.671$  (19),  $V-R = 1^m.127$  (17) olan bir K2 yıldızdır. Renk artığı  $E(B-V) = 0^m.104$  olarak belirlenmiştir. Toplam sönükleştirmenin seçilmiş soğurmaya oranı  $R = A_v / E(B-V) = 3.1$  (Fitzpatrick 2004) alınarak görünür parlaklıktaki sönükleşme değeri 0.323 mag ve Hipparcos'un uzaklık değerleri kullanılarak salt parlaklık -4.179 mag olarak hesapladık. Bu değer HD 13189'un devlerle süperdevler arasında bir evrim durumunda yerleştiğini onaylar niteliktedir. Ancak Hipparcos ıraksım hatasının büyüklüğü net bir sonuca ulaşmayı engellemektedir. Bu soruna fotometrik bir çözüm olarak sistemin orta band fotometrisi yapılarak kızılılaşmadan arındırılmış parametreler belirlenerek, geniş band fotometri ile karşılaştırmalı olarak HD 13189'un salt fiziksel parametreleri belirlenecektir.

Şekil 2'de üst kısımda Hipparcos verisi ve alt kısımda ise bu çalışmada elde edilen V parlaklıkları noktalanmıştır. Şekilden görüleceği üzere Hipparcos verisi ile bizim gözlem verilerimiz arasında  $\sim 0.2$  kadirlik bir düzey farkı vardır. Benzer bir düzey farkı fakat daha küçük düzeyde ( $\sim 0.01$  kadir) 2007 ile 2008 gözlemleri arasında farkedilmektedir. Ancak 2008'e ait gözlemler henüz çok azdır. Değişik kataloglarda HD 13189 için 7.57 ile 7.90 kadir aralığında değişen V parlaklıkları verilmiştir. Farklı yıllarda hazırlanan kataloglara farklı parlaklıklarla giren HD 13189 için Hipparcos fotometrisi ve bizim yaptığımız fotometri arasında görülen V parlaklık düzeyindeki farkın gerçek olduğu ve yıldızın uzun dönemli bir aktivite değişimine sahip olabileceği söylenebilir.

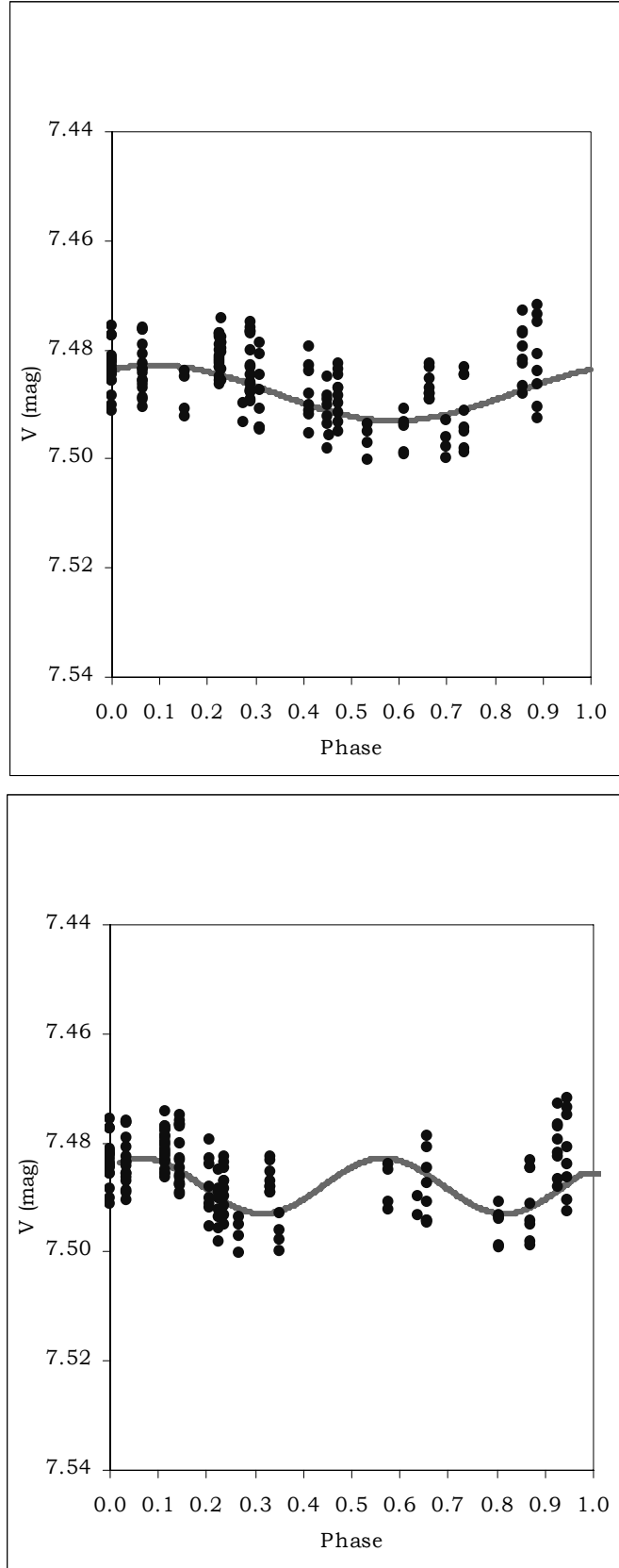




**Şekil 2.** Üstte Hipparcos verileri altta ise 2007 ve 2008 gözlem sezonunda Ege Üniversitesi'nde elde edilen gözlemler HJD'ye göre çizdirilmiştir.

PERIOD04 dönem analizi programı kullanılarak hem Hipparcos verisine hem de bu çalışmada sunulan veriye dönem analizi uygulandı. Hipparcos fotometrisindeki eğim dikkat çekici olmasına rağmen dönem analizi ile herhangi bir anlamlı dönem değerine ulaşamamıştır. 2007 ve 2008 gözlem verilerine ayrı ayrı dönem analizi uygulandığında 2008 yılına ilişkin henüz çok az veri olması nedeniyle belirgin bir dönem belirlenememiş olmasına rağmen 2007 verisi 31.071 gün ve onun iki katı dönem yaklaşık 0.01 kadir genlikli bir değişim vermiştir. Belirlenen her iki dönem sırasıyla Şekil 3a ve 3b'deki evrelerin hesaplanmasında kullanılmıştır.

K2 III devleri için Gray (1992) tarafından verilen  $17 R_{\odot}$  yarıçap için 30 günlük dönem  $4.5 \text{ kms}^{-1}$  lik ve 60 gün için ise  $2.3 \text{ kms}^{-1}$  lik bir vsini anlamına gelir. İlk değer K2 III devleri için biraz büyük olmakla beraber 60 günlük dönem için bulunan hız değeri mükemmel bir şekilde uyumludur.



Şekil 3. a (sol) 31.071 gün döneme göre HD 13189'un evreye göre V süzgecindeki değişimi. b. Sağda ise iki katı dönem için sonuç görülmektedir.



Bu ilk sonuçlar HD 13189 hakkında çok yeni bilgiler verirken yeni sorular da ortaya çıkmıştır. Bu sistemin gözlemleri hala sürmektedir. Yeni gözlemlerin yeni ve eski soruların çözmesini bekliyoruz.

### **Teşekkür**

Yazarlar bu çalışmayı 2008 / FEN / 061 çerçevesinde destekleyen Ege Üniversitesi Araştırma Fon Saymanlığı'na teşekkür eder.

### **4. Kaynaklar**

Cox, A.N., Allen's astrophysical quantities, 4th ed. Publisher: New York: AIP Press; Springer, 2000. Edited by Arthur N. Cox.

Fitzpatrick, E.L., 2004, ASPC, 309, 33.

Girardi, L., Bressan, A., Chiosi, C., Bertelli, G., Nasi, E., 1996, A&AS, 117, 113.

Hatzes, A.P., Guenther, E.W., Endl, M., Cochran, W.D., Döllinger, M.P., Bedalov, A., 2005, A&A, 437, 743.

Paulson, Diane B., Saar, Steven H., Cochran, William D., Hatzes, Artie P., 2002, AJ, 124, 572.

Schuler, S.C., Kim, J.H., Tinker, M.C., Jr., King, J.R., Hatzes, A.P., Guenther, E.W., 2005, ApJ, 632, 131.