

ZAYIF ÇİZGİLİ T TAURİ YILDIZLARININ YÜZEY MANYETİK AKTİVİTESİ

Günay TAŞ*, Evrim KIRAN*, Çınar BENCAN

**Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri
Bölümü, 35100 Bornova-İzmir
gunay.tas@ege.edu.tr, evrimkiran@mail.ege.edu.tr,*

Özet

Zayıf çizgili T Tauri yıldızları (WTTSS) anakola gelmekte olan ve disklerini kaybetmiş yıldızlardır. Bu grubun bir üyesi olan V395 Cep fotometrik olarak ihmal edilmiş bir yıldızdır. Bu çalışmada, Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin 40 cm'lik Schmidt-Cassegrain teleskobuna takılı 2048 x 2048 piksel bir CCD kamera ve B, V, R, I süzgeçleriyle hem V395 Cep'in fotometrik özellikleri belirlenmiş hem de çevresindeki alan gözlenerek bu bölgenin *dağılmış bir oymak* mı olduğu sorusu araştırılmıştır. Yapılan alan fotometrisinden elde edilen veri ile bölgenin renk-parlaklık ve renk-renk diyagramları oluşturulmuştur. Bakış doğrultusundaki alanın kızıllaşma miktarı belirlenmiş ve gözlenen 158 yıldız için salt parametreler hesaplanmıştır. Bu yıldızlar genel itibariyle literatürde ölçümleri bulunmayan yıldızlardır. Böylece bu çalışma, V395 Cep bölgesi yıldızlarının da ilk fotometrik sonuçlarını içermiştir. Diğer yandan fotometrik olarak V395 Cep'in yüzey manyetik aktivitesi araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Anakol öncesi yıldızlar, Zayıf çizgili T Tauri yıldızları, yüzey manyetik aktivitesi, fotometri

Abstract

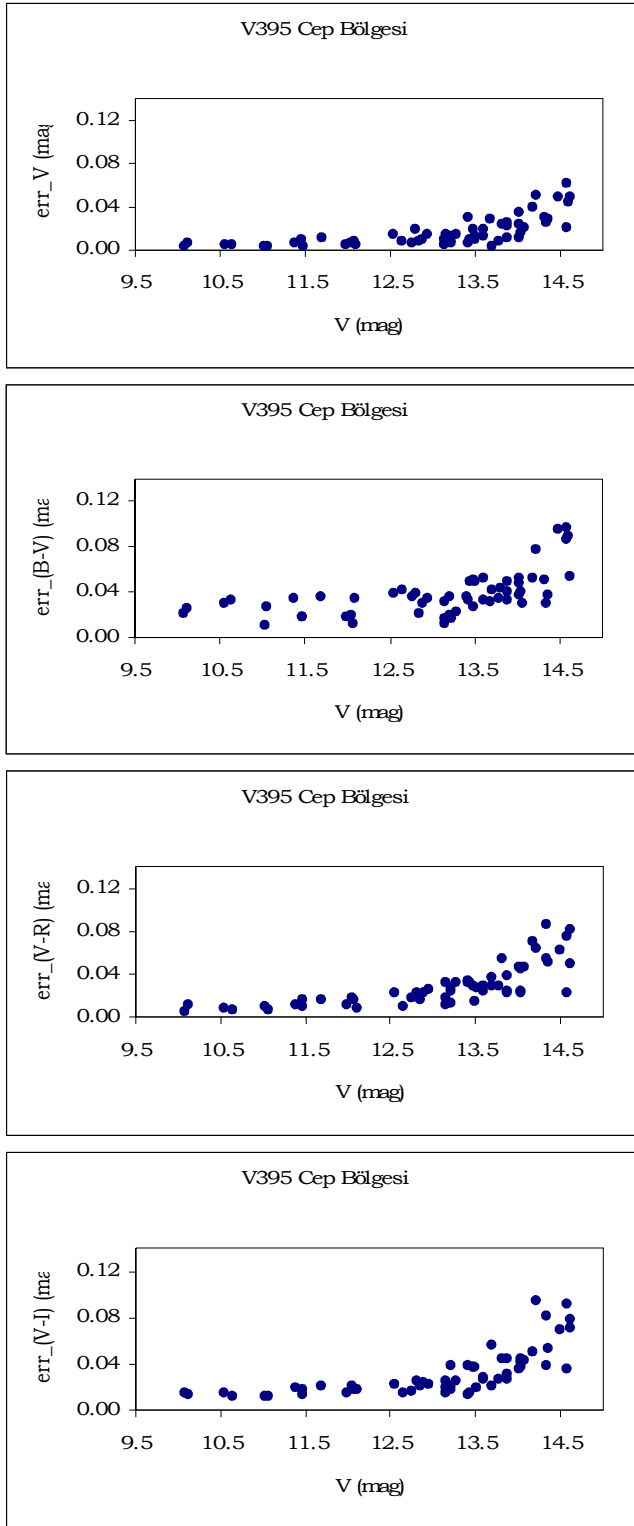
Weak lined T Tauri Stars (WTTSS) are the pre-main sequence stars which lack of dense surrounding circumstellar matter. V395 Cep is a member of this group and it is neglected

photometrically for a long time. In this study, using 40 cm Schmidt-Cassegrain telescope equipped with 2048 x 2048 pixel CCD camera and Johnson wide band BVRI filters of Ege University is investigated both photometric properties of V395 Cep and the question that is the V395 Cep field a dissolved association. We plotted the color-color and color-magnitude diagrams using the field photometry. The extinction value of region in the view point is determined and calculated absolute parameters for the 158 stars in the field. These stars generally have no photometric measurements in the literature. Thus this study consists of the first photometric results of stars in the field of V395 Cep. On the other hand, it is investigated the magnetic activity of V395 Cep.

Keywords: *Pre-main sequence stars, Weak lined T Tauri stars, the surface magnetic activity, and photometry.*

1. Giriş

V395 Cep (= AS 507), Mount Wilson Gözlemevi'nde fotoğraf plakları üzerinde, parlak hidrojen çizgili yıldızlardan biri olarak belirlendi ve AS 507 adıyla, kuvvetli H α çizgisine sahip 9.5 kadirde K tayf türü bir yıldız olarak kataloglandı (Merrill ve Burwell 1950). Herbig (1977) H α tayfindan tayf türünü G5,8e α V (Li) olarak belirledi. Tayfında Li çizgilerinin görüldüğüne dikkat çekti. Herbig ve Bell (1988) kataloğuna HBC 741 no ile T Tauri sınıflamasıyla kaydedildi. Padget (1996) farklı dalga boyu bölgelerinden çok sayıda çizginin ölçümünü yaparak yıldızın H α eşdeğer genişliğini, $W(H\alpha) = 13\text{\AA}$, $v\sin i$ değerini 39 km s^{-1} , etkin sıcaklığını $5040 \pm 170\text{ K}$, $[Fe/H] = +0.11 \pm 0.19$ olarak listeledi. Kazarovets ve Samus (1997) tarafından V395 Cep olarak değişen yıldızların 73. listesinde yayımlandı.



Şekil 1. Gözlemlerin duyarlılığına ilişkin.

2. Gözlemler

V395 Cep, Ege Üniversitesi Gözlemevi'ndeki 40 cm teleskoba takılı Apogee U42 CCD ışıkölçer ve BVRI süzgeçleriyle yapıldı.

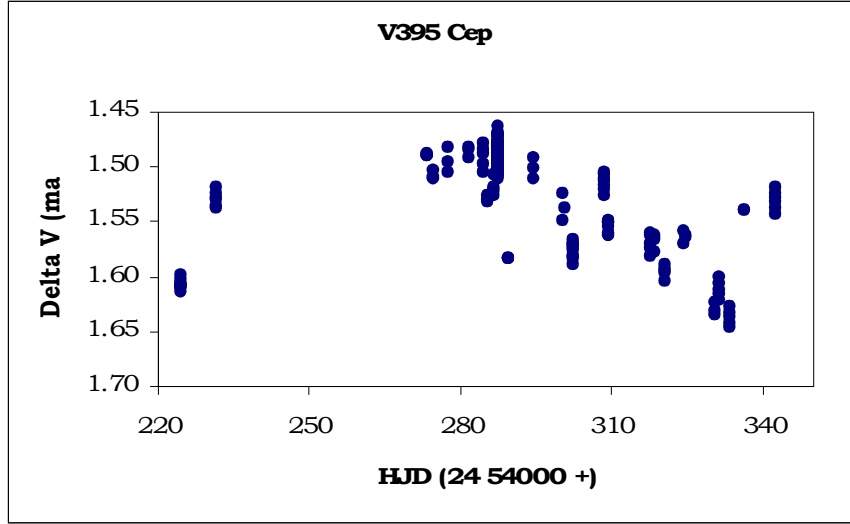
V395 Cep, L1259 karanlık bulutsusu ile ilişkilidir (Lynds 1962, Herbig ve Bell 1988). Kun (1998), L1259 bulutsusunun uzaklığını 180 pc ($d_{min} = 160$ pc ve $d_{max} = 220$ pc) olarak belirledi. Smirnov ve diğ. (2004) AS 507'nin manyetik alanını -70 ± 90 G olarak ölçtü. İlk ve tek fotometrik çalışması Chugainov ve diğ. (1995) tarafından yapıldı ve 3.432 ya da 1.407 günlük olası iki değişim dönemi ifade edildi. Chugainov ve diğ. (1995) HD 220085'i ($V = 8^m.9$, A0) mukayese yıldızı seçerek V bandında 1.495 ile 1.430 diferansiyel parlaklık arasında, 0.065 kadirlik bir genlikle değiştiğini buldu ve değişimin yüzeydeki soğuk lekelerle ilişkili olabileceğini ifade etti. Chugainov ve diğ. (1995)'den alınan ışık öğeleri aşağıdaki gibidir:

$$T_0 = 24\,48490.5 + 3.432 \times E$$

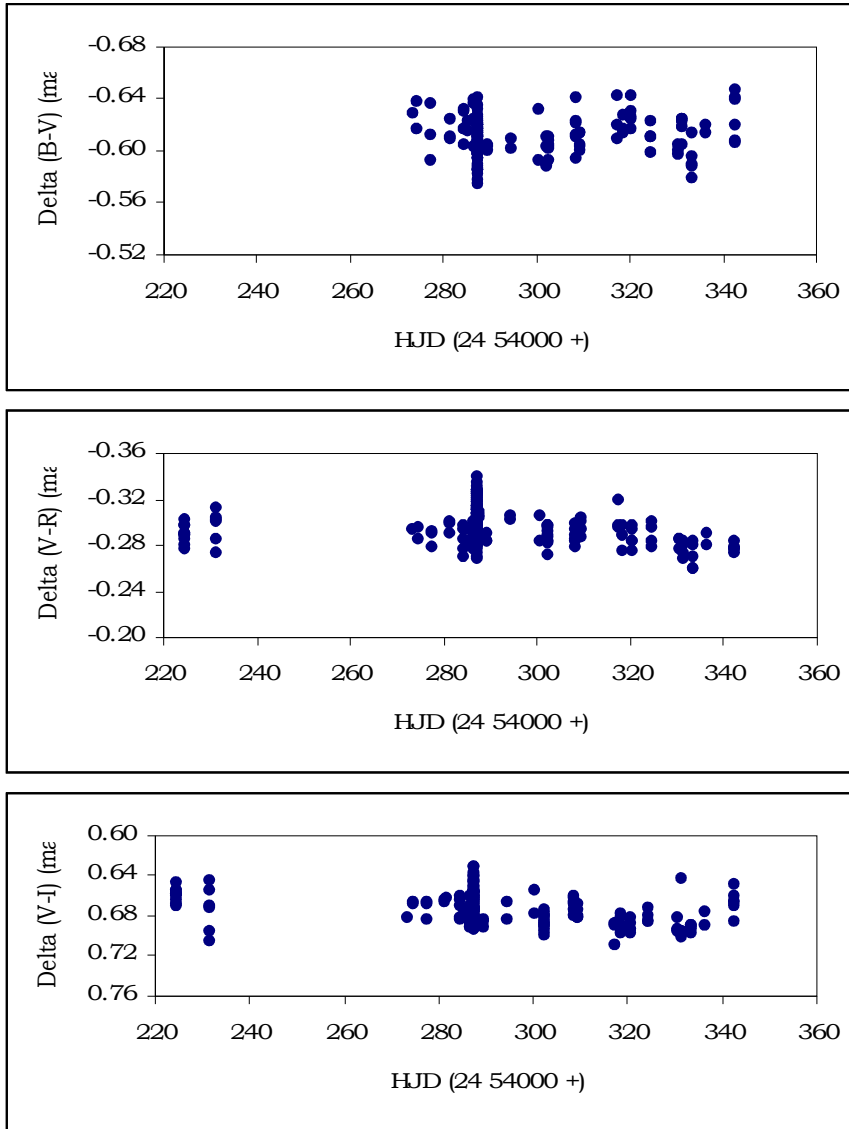
Sistem, 21 Haziran 2007 ile 29 Ağustos 2007 tarihleri arasında 69 güne dağılmış 23 gecede gözlemlendi. Gözlemlerin duyarlılığı V parlaklığına karşı parlaklık ve renk hatalarının noktalandığı Şekil 1'de gösterildi. Bu gözlemlerin dışında V395 Cep, SA 109 alanı (Landolt 1992) ve IC 4665 kümesi (Menzies ve diğ. 1991) ile birlikte gözlenerek, aletsel parlaklıklar standart düzeneğe dönüştürüldü. İndirgemeler MaximDL programı kullanılarak yapıldı. V395 Cep'e ilişkin ilk çok renk ışıkölçüm sonuçlarına bu çalışmayla ulaşılmıştır. V395 Cep'e ilişkin elde edilen standart parlaklık değerleri şöyledir:

$$V = 10^m.497 (6), B-V = 1^m.114 (16), V-R = 0^m.684 (10), V-I = 0^m.583 (14)$$

Chugainov ve diğ. (1995) tarafından mukayese olarak kullanılan HD 220085'in ($V = 8^m.9$, A0), tayf türü V395 Cep'ten oldukça farklı olmasına rağmen literatürdeki biricik fotometri ile karşılaştırma yapabilmek için biz de mukayese olarak seçtik. GSC 4490 1174 ($V = 10^m.692$, $B-V = 1^m.312$) ve GSC 4490 1027 ($V = 11^m.274$, $B-V = 0^m.840$) denet yıldızları olarak gözlemlendi.



Şekil 2.a. V395 Cep'in mukayese yıldızına göre V ışık değişimi.



Şekil 2.b. V395 Cep'in üstten alta doğru B-V, V-R ve V-I renk değişimi.

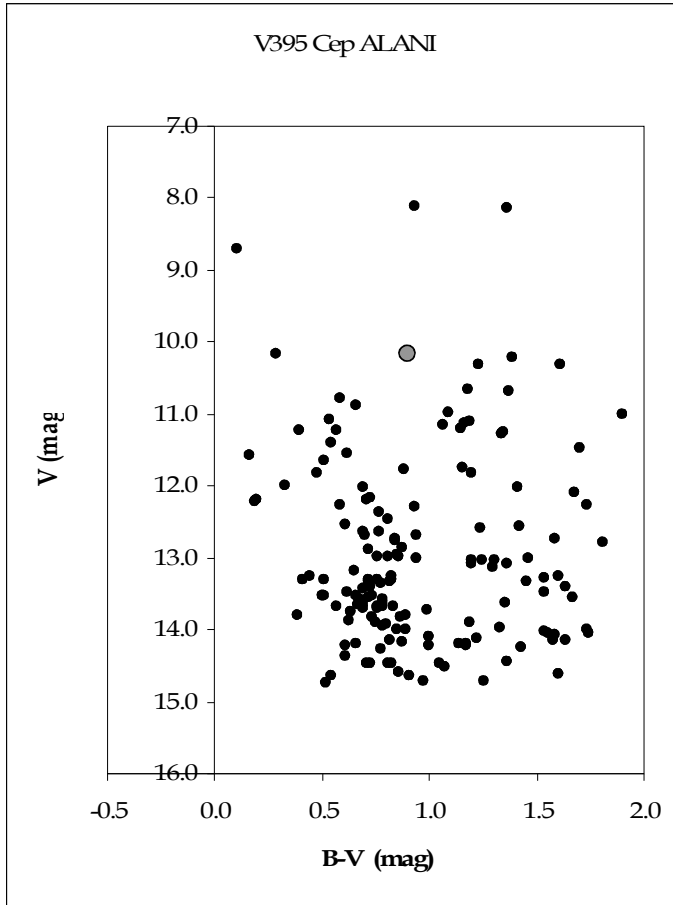
V395 Cep'in ilk çok renk ışıkölçümü bu çalışmada yapılmıştır. Dolayısıyla, B'den I'ya doğru farklı dalgaboyu bölgelerinde ışık değişimlerinin doğasını görme şansı vardır. Şekil 2a'da V395 Cep'in mukayese yıldızına göre V süzgecinde elde edilen fark ışıkölçümü ve Şekil 1b'de ise B-V, V-R ve V-I renk değişimleri gösterildi. Literatürde verilen ne 3.432 ne de 1.407 günlük dönem bu çalışmadaki ışık değişimini iyi temsil etmedi. Bizim gözlem aralığımız uzun olmasına rağmen, yeterli gözlem günü olmaması iyi bir dönem analizi sonucu elde etmemize izin vermedi. Dolayısıyla Şekil 2a ve b, HJD'ye göre noktalandı. Belli bir dönem elde edilememesine rağmen parlaklıktaki değişim belirgindir. V'deki genlik 0.15 kadir mertebesindedir. B'den I'ya doğru genlik 0.19, 0.15, 0.14 ve 0.12 kadir şeklinde azalır. Minimum ve maksimum parlaklıklar, Chugainov ve diğ. (1995) tarafından verilen $1^m.430$ ile $1^m.495$ 'lik diferansiyel parlaklık değerinden, sırasıyla, $1^m.485$ ile $1^m.633$ 'e değişmiştir. Maksimum parlaklık $0^m.055$ azalmışken, minimum parlaklık düzeyi çok daha fazla sönmüştür. Eğer ışık değişiminin kökeni Chugainov ve diğ. (1995) tarafından ifade edildiği gibi yıldız yüzeyini kaplayan fotosfere göre soğuk yapılar, buradan kolaylıkla yıldızın yüzeyi üzerindeki lekelerle kaplı alanların arttığını ve yıldızın global olarak söndüğünü, kısa dönemli bir değişimle beraber uzun dönemli bir değişime de sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Zayıf çizgili T Tauri yıldızları, disklerinden kurtulmuş ve ZAMS'a yaklaşmakta olan yıldızlardır ve güneş benzeri aktivite karakterleri çok belirgindir (Montes 1999). Oysa ki Klasik T Tauri yıldızları dönmeyle değişim göstermezler ve hem fotometrik hem de tayfsal olarak baskın olan özellikler diske aittir. Dolayısıyla farklı dalgaboylarında elde edilen dönme dönemi ile ilişkili değişimler ancak, V395 Cep'in zayıf çizgili T Tauri doğasını onaylayacaktır.

3. V395 Cep Alanı Dağılmış Bir T Tauri Oymağı mıdır?

Oymaklarda gözlenen T Tauri yıldızlarının yaşları gözönüne alındığında, ~ 2 My'dan daha yaşlı yıldızların sayısının az olduğu görülür. Bunun iki nedeni vardır: 1. Yıldızların oluştukları moleküler bulutlar yalnız kısa bir süre için aktiftir, 2. Daha yaşlı yıldızlar zamanla içinde buldukları bulutlardan uzağa doğru hareket ederler. Moleküler bulutların, 10 My'ı aşan yaşlara sahip olabildiklerini

biliyoruz, dolayısıyla ikinci olasılık üzerinde yoğunlaşmak daha iyi bir yaklaşım olacaktır (Feigelson 1996). Ancak bulutlarından $100^{0.2}$ 'yi aşan uzaklıklara kadar ilerleyebilen, dağılmış T Tauri yıldızlarını diğer alan yıldızlarından ayırmak zordur. Özellikle, incelenen yıldızın bölgesi Hipparcos gibi fotometrik gözlemler, konum verileri ve uzaklık gibi bilgi donanımı sağlayan ya da bu yıldızları diğer normal alan yıldızlarından ayırmayı sağlayacak kuvvetli X-ışın kaynaklarının taramasını yapan bir uydu yoksa ya da bölgede kinematik özellikleri belirgin yıldızlar bulunamıyorsa, bölgedeki herhangi bir T Tauri cismi gözden kaçabilir. V395 Cep durumunda olan da budur. Maalesef bölgede ölçümü yapılan 158 yıldızdan yalnız birinin uzaklığı Hipparcos uydusu tarafından belirlenmiştir. Yalnız 17'sinin özhareket ölçümleri vardır. Bu yüzden hedefe ulaşmak üzere bir kaç adımdan oluşan bir program yaptık. Burada, atılan ilk adım anlatılacaktır.



Şekil 3a. V395 Cep Bölgesine ilişkin renk-parlaklık diyagramı.

yıldızların WTT doğasının irdelenmesidir. Çünkü bir WTT yıldızını tayfsal olarak diğer yıldızlardan ayıran özelliği zayıf ve dar $H\alpha$

Birinci adımda, bölgenin geniş alan fotometrisi yapılarak, fotometrik olarak bir grup oluşturan yıldızların varlığı araştırıldı. Renk-renk diyagramları oluşturularak olası farklı kızıllaşma bölgeleri ve uzaklık hesapları yapıldı. İkinci adım, fotometrik olarak belirlenen olası grup üyelerinin dikine hız çalışmalarının yapılması ve böylece olası dağılmış oymak üyelerinin ve koptukları moleküler bulutun tahmin edilmesidir. İkinci adımın bir alt parçası olarak $H\alpha$ ve Li çizgilerinin eşdeğer genişliklerinin ölçülerek

çizgisine $[EW(H\alpha) < 10 \text{ \AA}]$, kuvvetli bir Li I soğurma çizgisine ($EW(Li) > 0.1 \text{ \AA}$) sahip olmasıdır (Grankin ve diğ. 2008). Diğer yandan, Ca II H,K ve H α salma çizgileri sahip olmaları beklenen yüzey aktivitesine ilişkin ipuçları verecektir.

İlk adımı gerçekleştirmek üzere V395 Cep'i merkez alan, 35' çaplı bir bölge, aynı gece olacak şekilde SA 109 alanı (Landolt 1992) ve IC 4665 kümesi (Menzies ve diğ. 1991) ile birlikte gözlemlendi. Elde edilen standarda dönüşüm eşitlikleri şöyledir: $V_{std} = 0.0142$

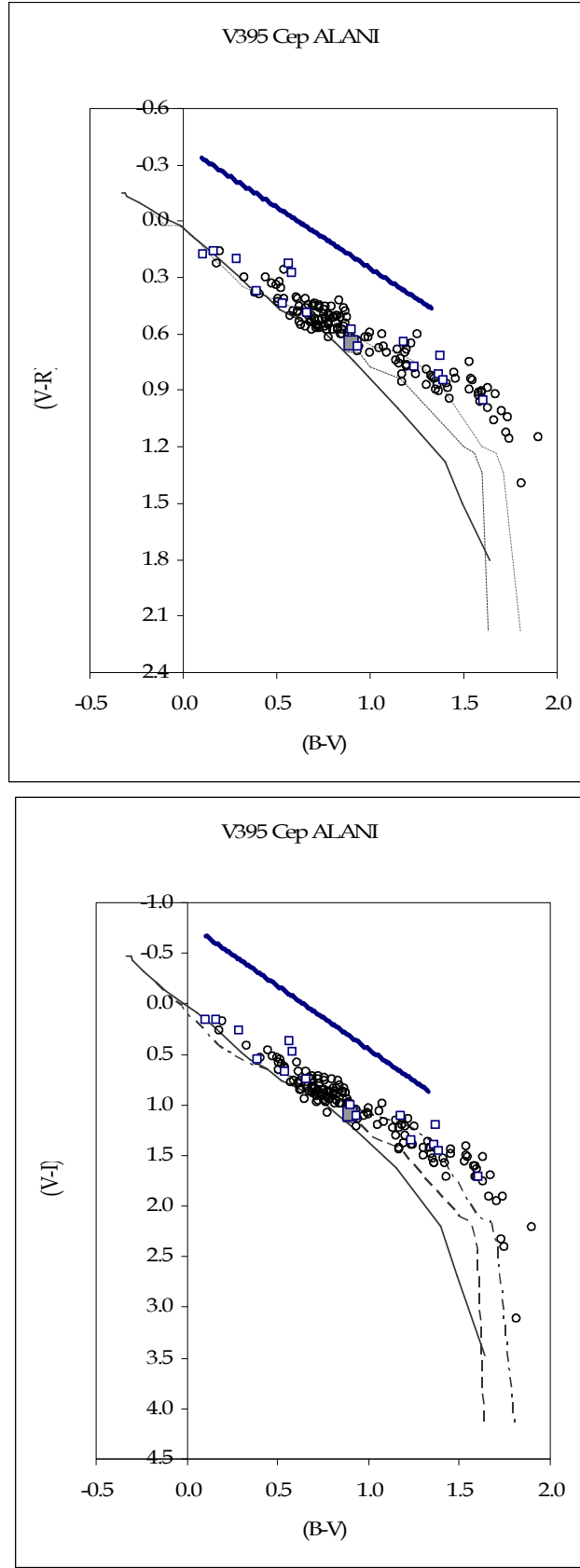
$$*(B-V)_{std} + 0.3232 + V_{göz}$$

$$(B-V)_{std} = 0.9987 *(B-V)_{göz} + 0.2112$$

$$(V-R)_{std} = 1.0227 *(V-R)_{göz} + 0.0970$$

$$(V-I)_{std} = 1.0043 *(V-I)_{göz} + 0.1446$$

Parlaklıklar standart düzeneğe dönüştürüldükten sonra renk-parlaklık ve renk-renk diyagramları elde edildi. Şekil 3a'da V - (B-V) renk - parlaklık diyagramı, Şekil 3b'de ise solda (B-V)'ye (V-R) ve sağda (B-V)'ye (V-I) renk-renk diyagramları gösterilmektedir. Renk-renk diyagramlarında bölgedeki yıldızlar arasında özhareket çalışması yapılmış yıldızlar içi boş karelerle, V395 Cep ise içi dolu büyük kare sembolü ile gösterildi. Şekil 3a'da ise V395 Cep büyük daire ile gösterilmiştir. Her iki diyagramda sürekli çizgi anakol, uzun kesikli çizgi devler ve kısa kesikli çizgi süperdevler için kuramsal temsilleri (Cox 2001) göstermektedir. Kalın çizgi ise V-R için 0.65 ve V-I için 1.25 eğimli (Walker 1985) kızıllaşma doğrultularını göstermektedir. Hem V395 Cep hem de uzaklığı bilinen ($d = 3.40 \text{ mas}$) ve renk-renk diyagramında ona çok yakın bulunan GSC 4490 1229 için ayrı ayrı kızıllaşma miktarları belirlendi. Kızıllaşma doğruları kuramsal eğrileri iki noktada keser. Her iki kesim noktasına uygun olarak belirlenen kızıllaşma değerleri Çizelge 1'de verildi.



Şekil 3b. V395 Cep Bölgesine ilişkin renk-renk diyagramları.

Çizelge 1. V395 Cep ve GSC 4490 1229 için belirlenen kızıllaşma miktarları. MS anakol ve I süperdev kolunu ifade etmek üzere kullanılmıştır.

	Birinci kesim noktası (I)			İkinci kesim noktası (MS)		
	E (B-V)	E (V-R)	E (V-I)	E (B-V)	E (V-R)	E (V-I)
V395 Cep	0.266	0.173	0.333	0.756	0.491	0.945
GSC 4490 1229	0.295	0.192	0.369	0.787	0.509	0.984

Tayfsal olarak geri tayf türünden bir yıldız olarak sınıflandırılan V395 Cep için birinci kesim noktasından elde edilen kızıllaşmaların daha doğru bir tahmin olacağını düşünüyoruz. Buradan $R = A_v / E(B-V) = 3.1$ (Fitzpatrick 1999) kullanarak ve kaba bir yaklaşım olarak, birbirine çok benzer kızıllaşma değerlerine sahip olan bu iki yıldız benzer uzaklıkta yani 294 pc uzaklıkta kabul ederek, uzaklık modülü $(m_v - M_v)_0 = 8.17$, salt parlaklık $M_{v,0} = 2^m.0$ ve $(B-V)_0 = 0^m.634$ hesaplanır. $(_0)$ indisi, değer kızıllaşmadan arındırılmış olduğunu göstermek için kullanılmıştır. Hesaplanan bu parametreler V395 Cep'in henüz anakola ulaşmadığını, her iki yıldızla ilişkili özharekete sahip yıldızların bir grup oluşturacak şekilde L1259 bulutunun arkasında yer aldığını göstermektedir. Daha ileri tartışmalar için yukarıda anlatılan diğer adımların atılmasına, geniş band kadar orta band gözlemlerin yapılmasına ve bölgenin dikine hız ölçümlerine gereksinim vardır.

Teşekkür

Yazarlar bu çalışmayı 2008 / FEN / 016 çerçevesinde destekleyen Ege Üniversitesi Araştırma Fon Saymanlığı'na ve Ege Üniversitesi Gözlemevi'ne teşekkür eder.

4. Kaynaklar

- Chugainov, P.F., Zaitseva, G.V., Lovkaya, M.N., 1995, Astronomy Letters, Vol. 21, No. 4, 515.
 Cox, A.N., Allen's astrophysical quantities, 4th ed. Publisher: New York: Springer, 2000. Ed. by Arthur N. Cox.
 Feigelson, E.D., 1996, ApJ, 468, 306.
 Fitzpatrick, E.L., 1999, PASP, 111, 63.

- Grankin K.N., Bouvier J., Herbst W., Melnikov S.Y., 2008, AA, 479, 827.
- Herbig, G.H., 1977, ApJ, 214, 747
- Herbig, G.H., Bell, K.R., 1988, Lick Obs. Bull., No. 1111.
- Kazarovets, E.V., Samus, N.N., 1997, IBVS No. 4471
- Kun, M., 1998, ApJS, 115, 59.
- Landolt, A., 1992, AJ, 104, 340.
- Lynds, B.T., 1962, Astrophys. J. Suppl. Ser., 7, 1.
- Menzies, J.W., Marang, F., Laing, J.D., Coulson, I.M., Engelbrecht, C.A., 1991, MNRAS, 248, 642.
- Merrill P.W., Burwell C.G., 1950, ApJ, 112, 72.
- Montes, D., 1999, Ap&SS, 263, 231.
- Padgett, D.L., 1996, ApJ, 471, 847.
- Smirnov D.A., Lamzin S.A., Fabrika S.N. and Chuntunov G.A., 2004, Astron. Lett., 30, 456.
- Walker, A.R., 1985, MNRAS, 213, 889