

## Klasik Algol Dizgelerinde Kimyasal Elementlerin Görelî Bollukları

C. İbanoğlu<sup>1\*</sup> Ö.Çakırlı<sup>1,2</sup> A.Derrişoğlu<sup>1</sup> ve K. Yüce<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova, İZMİR

<sup>2</sup> Tübitak Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Kampüsü, ANTALYA

<sup>3</sup> Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, ANKARA

<sup>4</sup> INAF-Osservatorio Astronomico di Trieste, Italy

**Özet** Yarı-ayrık Algol dizgeleri evrimleşmiş küçük kütleli bir dev yıldız ile büyük kütleli bir anakol yıldızından oluşur. Günümüzde geçerli olan senaryoya göre, başlangıçta büyük kütleli olan baş yıldız tek bir yıldız gibi evrimleştiği, evriminin herhangi bir aşamasında Roche lobunu doldurarak küçük kütleli yıldızla madde verdiği, kütle oranının tersine dönmesiyle madde akışının hızlandığı şeklindedir. Günümüzde gözlenen yarı-ayrık dizgelerde küçük kütleli yıldızların Roche loblarını doldurdukları ve büyük kütleli yıldızla yavaşca madde verdiği şeklindedir. Küçük kütleli vericilerin başlangıç kütleleri  $2 M_{\odot}$ 'ten büyük ise anakol evrimi sırasında CNO çevrimi ile erke üretiminin baskın olması beklenir. Vericiler konvektif zarflı olduklarından büyük kütleli anakol yıldızına (alıcı) akan maddenin CNO çevrimi ile işlenmiş madde olması gerekir. Alıcılara akan maddenin kimyasal karışımının belirlenmesi vericinin başlangıç kütlelerini tahmin etmemizi sağlar. Dolayısı ile bu yıldızlarda Güneş'e göre daha az karbon (C), daha bol azot (N) görmeliyiz. C ve N bolluklarının yaklaşık olarak bilinmesi o yıldızın başlangıç kütlelerinin, dolayısı ile başlangıç yörünge döneminin bilinmesi anlamına gelir. Böylece günümüzde gözlenen verilerden yola çıkarak başlangıç koşullarına ulaşabiliriz. Bu da bize Algol dizgelerinin açısal momentum evrimleri konusunda ip ucu verecek, yörünge evrimi sırasında etkin açısal momentum kayıpları mekanizmalarını tahmin etme olanağı verecektir. Bu çalışmada Asiago Gözlemevi'nde 10-20 Mart 2009 tarihleri arasında 182 cm'lik teleskopla alınan echelle tayflardan bulunan ilk sonuçları veriyoruz. Üçü standart yıldız olmak üzere 14 Algol dizgesinin tayflarından CII  $\lambda$  4267.001,  $\lambda$  4267.183 ve  $\lambda$  4267.261 Å çoklusunun eşdeğer genişliği ölçülmüştür. Standart yıldızlar için  $\log(EW/\lambda) - T_e$  değişimi elde edilmiş, CII  $\lambda$  4267 Å eşdeğer genişliği ölçülebilen 12 Algol dizgesi bu diyagramda noktalanarak C elementinin bu yıldızlarda daha az olduğu gösterimmiştir.

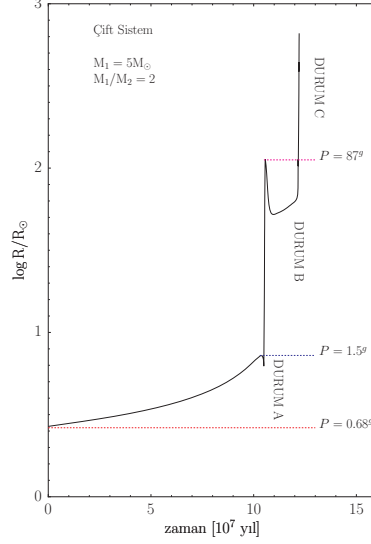
### 1 Giriş

Klasik Algoldizgeleri büyük kütleli, ön tayf türünden (B,A) bir anakol yıldız ile küçük kütleli, evrimleşmiş, geri tür (F,G,K) altdev ya da dev yıldızdan

\* cafer.ibanoglu@ege.edu.tr

oluşur. Küçük kütleli bileşen evrim bakımından daha ileride olup toplam parlaklığa katkısı % 2-10 arasındadır. Bir yıldızın nükleer evrimi sırasında kütlelerine bağlı olarak yarıçapı anakol, kırmızı dev bölgesine geçiş ve asimtotik dev ya da üstdev bölgesine geçişi sırasında önemli değişime uğrar. Bir çift yıldızın üyesi olma durumunda yıldızın genişlemesi Roche lobu ile sınırlıdır. Biraz daha büyük kütleli yıldız başlangıç yörünge dönemi yeterince kısa ise daha anakol evrimi sırasında çekirdeğinde Hidrojen bitimine doğru Roche lobunu doldurabilir. Yörünge dönemi biraz uzunsa baş yıldız anakoldan kırmızı -dev bölgesine geçişi sırasında lobunu doldurur. Yörünge dönemi çok uzunsa (100 günden büyük) baş yıldız üstdev bölgesine kadar nükleer evrimini tek bir yıldız gibi sürdürebilir. Kippenhahn ve Weigert (1967) baş yıldızın Roche lobunu doldurma yerlerine göre Algol dizgelerinin evrimini sırasıyla Durum A, B ve C olarak sınıflandırmıştır. Günümüzde geçerli olan senaryoya göre, başlangıçta büyük kütleli olan baş yıldızın tek bir yıldız gibi evrimleştiği, evriminin herhangi bir aşamasında Roche lobunu doldurarak küçük kütleli yıldızla madde verdiği, kütle oranının tersine dönmesiyle madde akışının hızlandığı şeklindedir. Günümüzde gözlenen yarıyayık dizgelerde küçük kütleli yıldızların Roche loblarını doldurdukları ve büyük kütleli yıldızla yavaşca madde verdiği şeklindedir. Günümüzde gözlenen Algol ve  $\beta$  Lyrae dizgeleri Durum B veya Durum AB ile açıklanabilmektedir. Teleskop ve tayfçekker teknolojisindeki ilerlemeler ve tayf analiz yöntemlerindeki iyileştirmeler ile klasik Algol dizgelerinde her iki bileşenin tayfı ortaya çıkartılabilmekte ve onların kütle, yarıçap ve etkin sıcaklıkları yüzde birkaçlık duyarlılıkla ölçülebilmektedir.

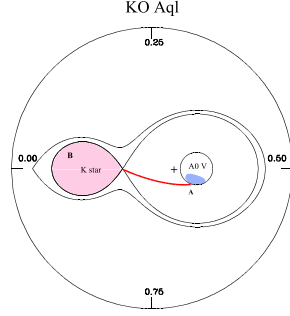
Evrimleşmiş küçük kütleli bileşenler dev ya da altdev olduklarına göre başlangıç kütleleri 2 - 2.5  $M_{\odot}$ 'ten büyük, anakol evrimi sırasında baskın erke üretiminin CNO çevrimi olmasını bekleriz (Schmitt ve Ness, 2002). Iben (1965, 1966)'ın evrim modellerine göre 5  $M_{\odot}$  kütleli bir yıldızda toplam kütlelerin yaklaşık olarak yarısının nükleer tepkimeye girdiği ve çekirdekte H yanmasının sonunda bu kütle içerisinde C bolluğunun önemli oranda azaldığı, N bolluğunun ise arttığı gösterilmiştir. Bundan sonra kütle kaybeden yıldız kısaca verici, kütle alan yıldız da alıcı olarak adlandıracağız. Vericilerin başlangıç kütleleri şimdiki alıcılara eşit ya da daha büyük kütleli ise akan maddenin CNO çevrimi ile işlenmiş madde olması beklenir. Alıcılara akan maddenin kimyasal karışımının belirlenmesi vericinin başlangıç kütlelerini tahmin etmemizi sağlar. Dolayısı ile bu yıldızlarda Güneş'tekine göre daha az karbon (C), daha bol azot (N) görmeliyiz. C ve N bolluklarının yaklaşık olarak bilinmesi o yıldızın başlangıç kütlelerinin dolayısı ile başlangıç yörünge döneminin bilinmesi anlamına gelir. Böylece günümüzde gözlenen verilerden yola çıkarak başlangıç koşullarına ulaşabiliriz. Bu da bize Algol dizgelerinin açısal momentum evrimleri konusunda ip ucu verecek, yörünge evrimi sırasında etkin açısal momentum kayıpları mekanizmalarını tahmin etme olanağı verecektir.



Şekil 1.  $5 M_{\odot}$  kütleli bir yıldızın nükleer evrimi sırasında yarıçapında beklenen değişim.

## 2 Nükleer evrim sırasında yarıçap değişimi

Şekil 1’de  $5 M_{\odot}$  kütleli bir yıldızın nükleer evrimi sırasında yarıçapındaki değişim gösterilmiştir. Böyle bir yıldız yaklaşık 110 milyon yılda çekirdeğinde hidrojen yakmayı tamamlar ve yarıçapını büyütür. Bu sırada Roche lobunu doldurması onun bileşenleri arasındaki uzaklığa başka bir deyişle yörünge dönemine bağlıdır. Yıldız bu aşamada Roche lobunu doldurursa Durum A türü kütle aktarımı başlar. Yörünge dönemi çok uzunsa yıldız lobunu kabukta hidrojen yakma aşamasında doldurabilir ki bu da Durum B’ye karşılık gelir. Başlangıçta büyük kütleli olan yıldızın nükleer evrimi sırasında yarıçapını büyütürken karşılık gelen lobunu doldurmasıyla öteki bileşene madde vermeye başlar. Bu madde ya doğrudan alıcının yüzeyine çarpar ya da onun çevresinde bir disk oluşturur. Bu da tamamen alıcının kesirsel yarıçapına bağlıdır. Lubow ve Shu (1975) tarafından gösterildiği gibi kütle alan bileşenin kesirsel yarıçapı  $r_1 < 0.10$  ise akan madde alıcı çevresinde bir disk oluştururken, tersi durumda doğrudan alıcının yüzeyine çarpar. Yörünge dönemi 5-6 günden uzun olan Algol dizgelerinde bileşenler arasındaki uzaklık da büyük olup alıcının kesirsel yarıçapı küçüktür. Dolayısı ile bu dizgelerde alıcı çevresinde bir diskin oluşması beklenir. Gözlemler de bunu doğrulamaktadır (Mercedes, 1999). Şekil 2’de KO Aql örten çifti için Soydugan ve ark.(2007) tarafından oluşturulan model gösterilmektedir. Alıcıya gelen madde yüksek açısal momentum taşıdığından onun kendi ekseninde çevresindeki dönüşünü hızlandırır. Klasik algol dizgelerinde kütle alan bileşenler genellikle hızlı dönerler. Diskli yıldızların dönme hızları daha yüksektir ve gözlemlerle kanıtlanmıştır (Glazunova ve ark. 2008).



**Şekil 2.** KO Aql örten çift yıldızı için Soyduğan ve ark. (2007) tarafından oluşturulan model. Vericiden akan madde alıcının kesirsel yarıçapı 0.1'den büyük olduğu için yıldızın yüzeyine doğrudan çarpmakta ve bir parlak leke oluşturmaktadır. Gelen madde yüksek açısal momentum aktardığından alıcının kendi eksenini çevresindeki dönmesini hızlandırır.

### 3 Açısal momentum evrimi

Klasik Algol dizgelerinde yörünge döneminin 5-6 günden uzun olanlarla bundan daha kısa olanların birbirinden ayrıldığı bilinmektedir (Ibanoglu ve ark. 2006). Bir Algol dizgesinin açısal momentumu,

$$J_{top} = M_1 a_1^2 \frac{2\pi}{P} + M_2 a_2^2 \frac{2\pi}{P} + I_1 \frac{2\pi}{P} + I_2 \frac{2\pi}{P} \quad (1)$$

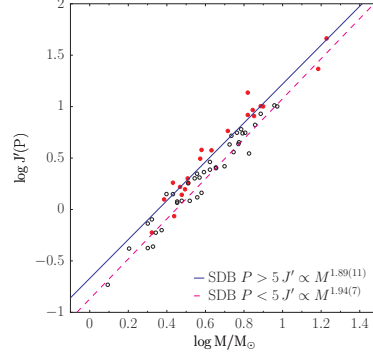
bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada  $M_1$  ve  $M_2$  bileşenlerin kütleleri,  $a_1$  ve  $a_2$  kütle merkezleri çevresinde çizdikleri yörüngelerin yarıçapları,  $P$  yörünge dönemi,  $I_1$  ve  $I_2$  ise bileşenlerin kendi eksenleri çevresindeki dönme atalet momentleridir. Dönme açısal momentumları yörünge açısal momentumunun yüzde birkaçını geçmediğinden boşlanabilir. Bu denklemin türevini alır, biraz düzenlersek,

$$J(P) = [G^2/2\pi]q(q+1)^{-2}M^{5/3}P^{1/3} \quad (2)$$

veya

$$J(P) = 1.24 \times 10^{52} q(q+1)^{-2} M^{5/3} P^{1/3} \quad (3)$$

elde ederiz. Burada toplam kütle Güneş kütlesi, yörünge dönemi ise gün birimindedir. Yörünge açısal momentumun büyüklüğü bakımından klasik Algol dizgelerinin ikiye ayrıldığını görüyoruz. Yörünge dönemi 5-6 günden uzun olanların kütlelerine göre daha fazla açısal momentum gösterdiklerini görüyoruz (Şekil 3). Diskli yıldızların daha fazla açısal momentum taşıması onların daha az açısal momentum kaybettiklerini gösterir.



Şekil 3. Klasik Algol dizgelerinin yörünge açılal momentumları.

#### 4 Aktarılan maddenin kimyasal bileşimi

Algol dizgelerinde kimyasal elementlerdeki bolluk farklılıkları Plavec (1973) ve Parthasarathy ve ark. (1979) tarafından bulunmuştur. Naftilan (1976)'ın yaptığı bir çalışma ile klasik Algol yıldızlarından U Sagittae'in evrimleşmiş bileşeninde metal elementleri biraz az fakat Sm,La,Sr, Ce, ve Zr gibi s-işlemi elementlerinin biraz fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra Parthasarathy ve ark.(1979) benzer bir çalışmayı U Cephei için yapmış evrimleşmiş bileşende metal ve s-işlemi elementlerin bolluklarının normal yıldızlardan farklı olmadığı sonucuna varmışlardır. Parthasarathy ve ark.(1983) U Cep ve U Sge'nin tayflarını başka bir açıdan incelemişler ve yoldaş yıldızların atmosferlerinde metal bollukları normal görünürken C bolluğunun az, N bolluğunun ise çok fazla görüldüğünü bulmuşlardır. Bu bolluklar, doğrudan atomik çizgiler yerine,  $\lambda$  4290-4328 Å arasındaki CH molekül çizgileri ve  $\lambda$  4190-4223 Å ve  $\lambda$  3860-3887 Å bölgelerine düşen CN molekül çizgilerinden belirlenmiştir. İlk kez Tomkin ve Lambert (1989) çok sönük olan yoldaş yıldızlar yerine daha parlak olan baş yıldızların tayfından C,N bolluklarını belirlemeye çalışmışlardır.

IUE tayflarından C bolluğu analizi ilk kez Cugier ve Hardorp (1988) ve Cugier (1989) tarafından yapılmıştır. Aynı yıldızların optik tayfları Tomkin ve ark. (1993) tarafından incelenmiştir. Sekiz Algolün karbon bolluğu görsel bölgedeki C II  $\lambda$  4267 Å çizgisinden bulunmuştur. Verici yıldızlarda C bolluğunun düşük olduğu görülmüştür. Ancak, görsel bölgedeki C II  $\lambda$  6578 ve 6582 çizgileri ile görsel ve yakın kırmızı-ötedeki N I ve O I çizgilerine bakılmamıştır. Daha sonra Tomkin ve ark. (1993) Algol türü sekiz dizgenin baş yıldızlarında C II  $\lambda$  4267 Å çizgisini kullanarak C bolluğunun aynı tayf türünden tek yıldızlara göre daha düşük olduğunu gösterdiler. Böylece, Cugier ve Hardorp (1988) tarafından moröte IUE tayflarından bulunan sonuçlar doğrulanmış oluyordu. Tomkin ve Lambert (1994) 11 saatlik tamtutulma sırasında V356 Sgr'nin A2 II tayf türünden yoldaş yıldızının optik tayfını almayı başarmışlardır. Yakın kırmızıöte CI, NI, OI ve FeII çizgilerinden ( $\lambda$  6147-9112) C, N, O ve Fe bolluk-

larını belirlemişlerdir.  $[C/Fe]$  bolluk oranı mukayese yıldızlarına göre oldukça düşük görünürken  $[N/Fe]$  oranında önemli bir değişiklik görülmemiştir.

Öte yandan, C ve N bollukları Chandra ve XMM-Newton uyduları ile alınan X-ışın tayflarından Algol'ün koronasındaki C ve N bollukları belirlenmiş, her C atomuna karşılık 8.2 N atomunun olduğu bulunmuştur. Sayıları az olsa da yapılan gözlemler, X-ışın tayfları (Schmitt,J.; Ness,J.-U., 2002, 2004) dışında, azot bolluğunun soğuk yıldızlar için yakın kızılöte ( $\lambda$  7442-8728Å), sıcak yıldızlar için ise görsel bölge ( $\lambda$  4600-5700Å) tayflarından da bulunabileceği gösterilmiştir (Cunha ve Lambert, 1994). Chandra tayfları Drake (2003) tarafından da incelenmiş, Algol B ile aynı fiziksel özellikleri taşıyan HR 1099 ile karşılaştırılmıştır. Algol B'deki N bolluğunun HR 1099'a kıyasla 3 kat fazla olduğu bulunmuştur. Buradan giderek Algol B'nin kütesinin en azından yarısını kaybettiği sonucuna varmışlardır.

## 5 Gözlemler ve indirgeme

Gözlemler Asiago gözlemevi'nin 182 cm lik teleskobu ile 10 - 20 Mart 2009 tarihleri arasında yapılmıştır. REOSC Echelle tayfçeker ve buna bağlı 1.1Kx1.1K piksel sayılı E2V CCD kamerası kullanılmıştır. Gözlenecek yıldızlarımızın parlaklıklarına uygun olması nedeni ile 150 l/mm'lik şebeke türü (grating type) seçilmiştir. Gözlenebilen otuz sıradan (order) tayfin mavi bölgesinde olanlar arasında boşluk olmazken görsel ve yakın kırmızıöte bölgesinde bulunan sıraların arasında boşluklar bulunmaktadır (50 Å - 100 Å). Alınan tayflar 3700 - 7400 Å aralığını kapsamaktadır. Ayırma gücü  $H_{\alpha}$  bölgesinde 20 000, S/N oranı 120 yöresindedir. İndirgemedeki kullanılacak üzere Halojen Flat, Bias tayfları ile dalgaboyu kalibrasyonunda kullanılacak Th-Ar lambasının tayfları alınmıştır. İndirgemeler için IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) paket programı kullanıldı. İndirgemedeki masterbias ve masterflat görüntüsünün oluşturulması, bias düzeltmesi, flat tayfinin çıkarılması ve bölünmesi, tayfin ışık saçılmasından arındırılması ve dalgaboyu kalibrasyonu yapılması adımları izlendi. İndirgenmiş tayflar normalize edilerek eşdeğer genişlikleri ölçüldü. Bize verilen gözlem zamanı diliminde 10 gece gözlem yapılmıştır. Standart yıldızlar olarak HR1141, HR1320, HR6588 ve HR7001 seçilmiştir. Mukayese yıldızlarının özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bu veriler SIMBAD veri tabanından alınmıştır. Çizelge 2'de ise proje kapsamında tayflarını aldığımız yıldızları oluşturan bileşenlerin fiziksel özellikleri çeşitli kaynaklardan derlenmiştir.

## 6 Analiz

Klasik Algol dizgelerinde baş yıldızlar genellikle B ya da ön tür A yıldızlarıdır. Dolayısıyla CII 4267.261 çoklusu tayflarda belirgin olarak ortaya çıkar. Bu çalışmada öncelikle CII 4267 çizgisinin eşdeğer genişliğinin (EW) ölçümü yapılmıştır. Bu çizginin EW değerleri CII atomunun uyarılmasına bağlıdır, başka bir deyişle yıldızın etkin sıcaklığının fonksiyonudur. Öncelikle standart olarak seçilen yıldızların tayflarından CII 4267 çizgisinin eşdeğer

Çizelge 1. Mukayese yıldızlarının özellikleri

	HR1141	HR1320	HR6588	HR7001
V	5.653	4.280	3.794	0.03
B-V	-0.079	-0.066	-0.158	0.00
Tayf türü	B6V	B3IV	B3IV	A0V
HD	23300	26912	160762	172167
BD	+45 811	+08 657	+46 2349	+38 3238
HIP	17584	19860	86414	91262
d (pc)	318	133	152	8
Özel adı	—	49 Tau	$\iota$ Her	Vega
$T_e$	14300	15700	17600	—
CII 4267 EW(mÅ)	107	146 205 $\pm$ 5	—	—
$\log(EW/\lambda)$	-4.601	-4.466	-4.320	—

genişlikleri ölçülmüştür. Bu çizginin sıcaklığa göre davranışını belirlemek için yıldızların etkin sıcaklıklarının bilinmesi gerekir. Ön tür yıldızların etkin sıcaklıklarını belirlemek için moröteden kızılöteye kadar farklı renk ölçekleri kullanılmıştır. Bunlardan bazıları Flower (1977), Popper (1980), Straizys ve Kurieliene (1981), Schmidt-Kaler (1982), de Jager ve Nieuwenhuijzen (1987), Napiwotzki ve ark. (1993), Alonso ve ark. (1996) ve Drilling ve Landolt (2000), Netopil ve ark.(2008), Straizys ve ark.(2008) tarafından verilen ve sıkça kullanılan Renk-Sıcaklık diyagramlarıdır. Çok sıcak yıldızlara gidildikçe renklerden bulunan sıcaklıklar arasındaki farklar 4000-5000 K'i bulmaktadır. Bu nedenle, gözlediğimiz standart yıldızların ve Algol dizgelerinin baş yıldızlarının sıcaklıklarını aynı renk-sıcaklık diyagramını kullanarak belirlemeyi uygun bulduk.  $T_e > 11\ 000$  K için orta-band ışıkölçümününün  $c_0$  renk farkları ve [u-b] renklerinin iyi bir sıcaklık belirteci olduğu Napiwotzki ve ark. (1993) tarafından gösterilmişti.  $9500 < T_e < 30000$  K sıcaklık aralığı için,

$$\theta = 0.1692 + 0.2898[u - b] - 0.0195[u - b]^2 \quad (4)$$

bağıntısı elde edilmişti. Burada  $\theta = 5040/T_e$  dir. Standart ve değişen yıldızların uvby ölçümleri Hilditch ve Hill (1975) ve Hauck ve Memilliod (1998)'un verilerinden alınmıştır. Yıldızlararası ortamın etkisinden arındırılmış [u-b] renkleri,

$$[u - b] = (u - b) - 1.60(b - y) \quad (5)$$

bağıntısıyla hesaplanmıştır (Oblak ve ark.,1980; Alfaro ve Delgado, 1991).

Çizelge 1'in son üç satırında standart olarak gözlenen HR1141, HR1320, HR6588 ve HR7001 yıldızlarının bu çalışmada belirlenen K biriminde etkin sıcaklık, CII 4267 çizgisinin mÅ biriminde eşdeğer genişlik ve  $\log(EW/\lambda)$  değerleri verilmiştir. HR7001 (Vega)'in gözlemlerinde bu çizginin ölçülemeyecek kadar sığ olduğu görülmüştür. Daha önce Tomkin ve ark. (1993) üçü yukarıda verilen yıldızlar olmak üzere standart sekiz yıldızın CII 4267 çizgisinin eşdeğer genişlikleri ölçmüştü. HR1141, 1320 ve 6588 yıldızlarının Tomkin ve ark.

tarafından ölçülen eşdeğer genişlikleri 106, 186 ve 199 mA olup bizim ölçülerimiz 107, 146 ve 204 mA değerleriyle uyuşmaktadır. Bunun dışında Kane ve ark.(1980) ve Kilian ve Nissen(1989) tarafından bazı B yıldızlarının CII 4267 çizgisinin eşdeğer genişliklerini ölçmüşlerdi. Bu verilerin tümü derlenmiş, ortaband ışıkölçümleriyle etkin sıcaklıkları hesaplanmış ve Şekil 4'de  $\log(EW/\lambda)$  değerlerinin etkin sıcaklığa göre değişimi gösterilmiştir. Eşdeğer genişlik 10000 K'den 21000 K dolayına kadar artmakta ve sonra yeniden azalmaktadır.  $\log(EW/\lambda)$  nın  $T_e$ 'ye göre değişimi bir polinom ile kabaca temsil edilerek sürekli çizgiyle gösterilmiştir.

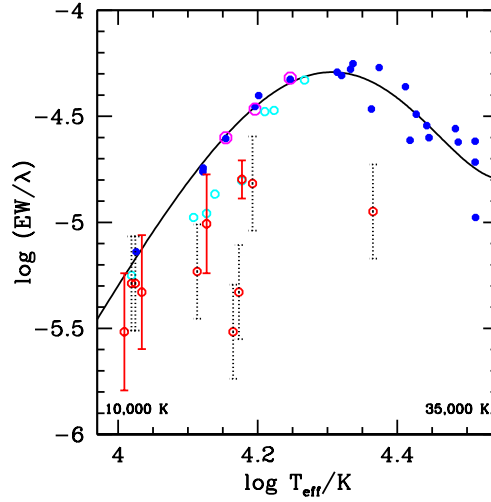
Asiago Gözlemevi'nde tayfları alınan Algol dizgelerinden onikisinin tayflarında CII 4267 çizgisi ölçülebilecek yeginliktedir. Bu yıldızların ölçülen eşdeğer genişlikleri Çizelge 2'de verilmiştir. S Cnc, U CrB, TW Dra ve TX UMa'nın dörtten çok tayf alındığından eşdeğer genişliklerin standard sapmaları hesaplanabilmiştir. Bu dört yıldızda eşdeğer genişliklerin ortalama yanılışı % 24 dolayındadır. Şekil 4'te bu yanılışlar sürekli çizgilerle gösterilmiştir. Öteki yıldızların yanılışlarının da bu dolayda olacağı varsayımı ile onlarda beklenen yanılışlar da kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Eşdeğer genişlikleri 10 mA'ün altında kalan yıldızlar için ölçüm yapılmamıştır. Karşılaştırma amacıyla daha önce Tomkin ve ark.(1993) tarafından bulunan değerler de bu şekil üzerinde noktalarla gösterilmiştir. Klasik Algol dizgelerinde kütle alan sıcak bileşenlerin aynı sıcaklıktaki olağan anakol yıldızlarına göre CII çizgilerinin eşdeğer genişliklerinin daha küçük olduğu, başka bir deyişle C bolluğunun az olduğu görülmektedir. Şekil 5'te standart yıldızlardan HR 6588 ve HR1320 ile U CrB, TX UMa ve  $\delta$  Lib'in tayflarından  $\lambda$  4260-4360 Å aralığı örnek olarak gösterilmiştir.  $\lambda$  4340'daki  $H_\gamma$  çizgisi tayfa baskın olarak görülmektedir.

**Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 109T708 nolu proje olarak desteklenmektedir. Gözlemler Asiago Gözlemevi ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin olanakları ile sürdürülmektedir. Bu kuruluşlara içten teşekkürlerimizi belirtmek istiyoruz. XVII. Ulusal Astronomi Kongresi'ni başarıyla sonuçlandıran başta Prof.Dr.Aysun AKYÜZ olmak üzere Düzenleme Kurulu'nda görev alan tüm arkadaşlarımızı kutluyoruz.**

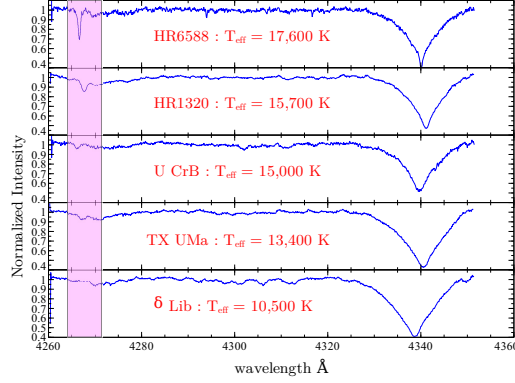


**Çizelge 2.** Gözlenen klasik Algol dizgelerinin parlaklık, renk, tayf türü, etkin sıcaklığı, ve CII 4267 çizgisinin ölçülen eşdeğer genişlikleri (mili Angström) ve  $\log(EW/\lambda)$  değerleri.

Yıldız	V	B-V	Tayf	$T_e$	EW(mÅ)	$\log(EW/\lambda)$
IM Aur	8.11	-0.04	B7V	14900	20	-5.329
S Cnc	8.35	0.09	B9V	10800	$20 \pm 6$	-5.329
U Cep	6.92	0.00	B8V	14600	13	-5.516
GT Cep	8.25	0.24	B8	23200	48	-4.949
U CrB	7.66	0.125	B7V	15000	$68 \pm 7$	-4.798
V548 Cyg	8.54	0.17	A1V	10600	22	-5.288
TW Dra	7.464	0.286	K0III	10200	$13 \pm 4$	-5.516
RY Gem	8.68	0.20	A2V	9000	13	-5.516
$\delta$ Lib	4.95	-0.01	B9.5V	10500	22	-5.288
DM Per	7.95	0.08	B6V	15600	65	-4.817
HU Tau	5.857	-0.019	B8V	13000	25	-5.232
TX UMa	7.06	—	B8V	13400	$42 \pm 11$	-5.007



**Şekil 4.** Standart B yıldızlarının ve Klasik Algol dizgelerinin CII 4267 çizgisinden bulunan  $\log(EW/\lambda)$  değerlerinin etkin sıcaklığa göre değişimi. Klasik Algol dizgeleri için bu çalışmada bulunan  $\log(EW/\lambda)$  değerleri standart sapmaları ile gösterilmiştir. Tomkin ve ark. tarafından bulunan değerler ise yeşil noktalarla gösterilmiştir.



Şekil 5. Standart yıldız HR6588 ve HR1320 yıldızları ile klasik algol dizgelerinden U CrB, TX UMa ve Delta Lib yıldızlarında tayfin 4260-4360 Å dalgaboyu aralığının görünümü. 4340 Å'deki  $H_{\gamma}$  çizgisi baskın olarak görülmektedir. Dikine hızlar nedeniyle bir düzeltme yapılmamıştır.

## Kaynaklar

- Alfaro, E.J., Delgado, A.J., 1991, AA, 241,69  
Alonso, A., Arribas, S., Martinez-Roger, C.,1996,AA, 313, 873  
Cugier, H., 1989, AA, 214, 168  
Cugier,H. and Hardorp, I., 1988, AA, 202, 101  
Cunha, K., Lambert, D.L., 1994, ApJ, 426, 170  
De Jager, C, Nieuwenhuijzen, H., 1987, AA, 177, 217  
Drake, J.J., 2003, ApJ, 594, 496  
Drilling,J.S., Landolt, A.U., 2000, Allen's ApQ.  
Flower,P.J., 1977, AA,41,391  
Glazunova, L.V., Yushchenko, A.V., Tsymbal, V.V.,ve ark., 2008, AJ, 136, 1736  
Hauck, B., Mermilliod, M, 1998, AAS, 129, 431  
Ibanoglu,C.,Soydugan,F.,Soydugan,E.,Dervisoglu,A., 2006, MNRAS, 373, 435  
Ibanoglu,C., 2007, MNRAS, 379, 1533  
Iben, I., 1965, ApJ, 142, 1447  
Iben, I., 1966, ApJ, 143, 483  
Iben, I., 1967, Ann. Rev. A&A, 5, 571  
Kane, L., McKeith, C.D., Dufton, P.L., 1980, AA, 84, 115  
Kilian, J., Nissen, P.E., 1989, AAS, 80, 255  
Kippenhahn,R. and Weigert, A., 1967, Zts. f. Ap. 65,251  
Lubow,S.H., Shu,F.H., 1975, ApJ, 198, 383  
Mercedes, R., 1999,  
Napiwotzki, R.,Schönberner,D., Wenske, V., 1993, AA, 268, 666  
Netopil, M., Paunzen, E., Maitzen, H.M., North, P., Hubrig, S., 2008, AA, 491, 545  
Oblak, E., Considere, S., Chareton, M., 1980, AAS, 24, 69  
Paczynski, B., 1971, Ann.Rev. A&A, 9, 183  
Parthasarathy, M., Lambert, D.L.,Tomkin, J., 1979, MNRAS, 186, 391

- Plavec, M., 1973, in *Extended Atmospheres and Circumstellar Matter in Spectroscopic Binary Systems*, IAU Symp. No. 51, ed. B.H.Batten, p.216
- Popper, D.M., 1980, *ARA&A*, 18, 115
- Sarna, M.J., 1992, *MNRAS*, 259, 17
- Schmidt-Kaler, Th., 1982, in *Landolt-Börnstein, New series, 2*, eds. K.Shaifers, H.H. Voigt, 451
- Schmitt, J.H.M.M., Ness, J.-U., 2002, *AA*, 388, L13
- Schmitt, J.H.M.M. and Ness, J.U., 2004, *AA*, 415, 1099
- Soydugan, F., Frasca, A., Soydugan, F., Catalano, S., Demircan, O.,
- Straizys, V., Corbally, C.J., Laugalys, V., 2008, *Bal.Astron.* 17, 125
- Straizys, V., Kurieliene, G., 1981, *ApSS*, 80, 35
- Tomkin, J., Lambert, D.L., 1994, *PASP*, 106, 365
- Tomkin, J., Lambert, D.L., Lemke, M., 1993, *MNRAS*, 265, 581