

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**29 And ve 89 Cet YILDIZLARININ TÜBİTAK ULUSAL GÖZLEMEVİ  
COUDE EŞEL TAYF İNDİRGEMELERİ  
VE KİMYASAL BOLLUK ANALİZLERİ**

**Sıla ERYILMAZ**

**ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2011**

**Her hakkı saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

29 And ve 89 Cet YILDIZLARININ TÜBİTAK ULUSAL GÖZLEMENİ  
COUDE EŞEL TAYF İNDİRGEMELERİ VE KİMYASAL BOLLUK ANALİZLERİ

Sıla ERYILMAZ

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kutluay YÜCE

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, 29 And (HD 3369, HR 154, SAO 54033, GSC 02279-01665) ve 89 Cet (HD 17081, HR 811, SAO 148575, GSC 05292-00970) isimli yıldızların tayf indirgemeleri ve kimyasal bolluk analizleri gerçekleştirildi. Yıldızlar, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'ndeki RTT150 teleskobuna bağlı Coude Eşel Tayfçekerisi (CET) kullanılarak Dr. Kutluay YÜCE tarafından "Chemical Abundance Analyses using CES Spectra of A, Early F, Am and Fm Stars" gözlem projesi kapsamında Ağustos 2009 tarihinde gözlemlendi.

Gözlemsel ham veriler, IRAF programı ile indirgenerek tek boyutlu tayflar elde edildi. Tayflar, REDUCE ve VLINE (Hill et al. 1982a,b) programları ile ölçülerek tayf çizgilerinin merkez dalgaboyu, eşdeğer genişliği, derinliği, yarı yükseklikteki tam genişliği bulundu. Atmosfer analizi, LINUX ortamda kişisel bilgisayarlarda işler durumda olan yerel termodinamik denge varsayımı (LTE) paralel düzlem geometrili ATLAS9 (Kurucz 1995) programı ile gerçekleştirildi. 29 And ve 89 Cet yıldızlarının yüzey element bollukları WIDTH9 (Kurucz 1995) programı yardımıyla hesaplandı.

Yıldız tayflarında bulunan çizgilerin tanıları yapılarak atmosferlerindeki atom ve iyonlar belirlendi. Atmosfer parametre değerleri, 29 And için  $T_e = 15130$  K,  $\log g = 3.70$  dex bulunurken, 89 Cet için Fossati vd. (2009) tarafından elde edilen  $T_e = 12800$  K,  $\log g = 3.75$  dex güncel değerleri kullanıldı. 29 And ve 89 Cet yıldızlarının demir çizgilerinden elde edilen mikrotürbülans hızları ( $\xi$ ), sırasıyla,  $0 \text{ km sn}^{-1}$  ve  $1 \text{ km sn}^{-1}$  olarak belirlendi. Dönme hızı ( $v \text{ sini}$ ), 29 And için  $14 \pm 0.5 \text{ km sn}^{-1}$  ve 89 Cet için  $20 \pm 0.5 \text{ km sn}^{-1}$  bulundu.

Bu çalışma kapsamında 29 And yıldızı için 25 element (He, C, O, Mg, Al, Si, P, S, Cl, A, Ca, Sc, Ti, Cr, Mn, Fe, Sr, Y, Zr, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd), 89 Cet için 27 elemente (He, C, N, O, Ne, Mg, Al, Si, P, S, Cl, A, Ca, Sc, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Sr, Y, Zr, La, Ce, Pr, Nd, Gd) ilişkin bolluk hesabı yapıldı.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında 29  $\pi$  And (B5 V) ve 89  $\pi$  Cet (B7 IV) yıldızlarının TUG verileri ile yapılan tayf ölçümlerine ve kimyasal bolluk analizlerine ilişkin ayrıntılı tayfsal analizler, Kutluay Yüce'nin doktora tezi (2003), Tolgahan Kılıçoğlu (2008) ve Başak Eminoğlu (2009)'un yüksek lisans tezleri ve Canan Şahin (2008)'in dönem sonu projesi ve "Elemental abundances from DAO spectrograms (örnek; Adelman et al. 2007)" çalışmalarına benzer şekilde uygulandı.

**Kasım 2011, 199 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** 29 And, 89 Cet, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, atmosfer parametreleri, model atmosfer, mikrotürbülans hızı, element bolluğu.

## ABSTRACT

Master's Thesis

### SPECTRAL REDUCTIONS and CHEMICAL ABUNDANCE ANALYSES OF THE STARS 29 And and 89 Cet USING TÜBİTAK NATIONAL OBSERVATORY COUDE ECHELLE SPECTRA

Sıla ERYILMAZ

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Science

Department of Astronomy and Space Sciences

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Kutluay YÜCE

In this thesis study the reduction of the spectrograms of 29 And (HD 3369, HR 154, SAO 54033, GSC 02279-01665) and 89 Cet (HD 17081, HR 811, SAO 148575, GSC 05292-00970) and chemical abundance analyses were performed. The stars were observed with Coude Echelle Spectrograph of RTT150 telescope at the TÜBİTAK National Observatory (Antalya, TÜRKİYE) by Dr. Kutluay Yüce within the project as called “Chemical Abundance Analyses using CES Spectra of A, Early F, Am and Fm Stars ” on August 2009.

The observed row spectral data were calibrated using the IRAF program, and 1-d spectra were obtained. The spectra were measured using programs REDUCE and VLINE (Hill et al. 1982a,b) and the stellar wavelength, equivalent width, line depth, and line width were determined for each line. The atmosphere analyses were performed using the the local thermodynamic equilibrium (LTE) plane parallel model atmospheres code ATLAS9 (Kurucz 1995), which runs in the LINUX platform on personal computers. The photospheric elemental abundances of 29 And and 89 Cet were computed using WIDTH9 program (Kurucz 1995).

After the line identifications for 29 And and 89 Cet were done, the atoms and ions in their stellar atmospheres were determined. The pair of the atmosphere parameters was found as  $T_e = 15130$  K,  $\log g = 3.70$  dex for 29 And, and adopted as  $T_e = 12800$  K,  $\log g = 3.75$  dex from Fossati vd. (2009). The microturbulent velocity ( $\xi$ ) was derived from the iron lines of 29 And and 89 Cet as  $0 \text{ km sn}^{-1}$  and  $1 \text{ km sn}^{-1}$ , respectively. The rotational velocity ( $v \sin i$ ) for 29 And and 89 Cet are  $14 \pm 0.5 \text{ km sn}^{-1}$  and  $20 \pm 0.5 \text{ km sn}^{-1}$ , respectively.

In this study the elemental abundance computations were done for 25 elements (He, C, O, Mg, Al, Si, P, S, Cl, A, Ca, Sc, Ti, Cr, Mn, Fe, Sr, Y, Zr, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd) of 29 And and for 27 elements (He, C, N, O, Ne, Mg, Al, Si, P, S, Cl, A, Ca, Sc, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Sr, Y, Zr, La, Ce, Pr, Nd, Gd) of 89 Cet.

In this master thesis the measurement techniques of TUG data and the elemental abundances analysis of 29 And (B5 V) and 89 Cet (B7 IV) was performed in a manner similar to that of Kutluay Yüce's PhD thesis (2003), Tolgahan Kılıçoğlu's MSc thesis (2008), R. Canan Şahin's work (2008), F.Başak Eminoğlu's MSc thesis (2009) and the papers of Saul J. Adelman and associates series "Elemental abundances from DAO spectrograms" (e.g., Adelman et al. 2007).

**November 2011, 199 pages**

**Key Words:** 29 And, 89 Cet, TÜBİTAK National Observatory, atmosphere parameters, model atmosphere, microturbulence velocity, elemental abundance.

## TEŞEKKÜR

Bu alışmada incelediğim 29 And ve 89 Cet yıldızlarının TUBİTAK Ulusal Gözlemevi (Antalya)'nden elde edilen tayfları üzerinde çalışma imkanı sağlayan, bilgileriyle yönlendiren ve her zaman destek olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Kutluay YUCE'(Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı) ye, çalışmalarım sırasında her zaman bilimsel destekte bulunan Sayın Prof. Dr. Saul J. ADELMAN'a teşekkür ederim. Sayın Doç. Dr. Birol GÜROL'(Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı)a, eğitim ve ğretim hayatım boyunca maddi ve manevi her konuda her zaman yanımda olan aileme ve lisansüstü odasındaki arkadaşlarıma da manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu alışmada SIMBAD (CDS, Strasbourg, Fransa) veritabanından yararlanılmıştır.

Sıla ERYILMAZ

Ankara, Kasım 2011

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1 Normal B Tayf Türü Yıldızların Genel Özellikleri .....	4
2.2 29 And.....	7
2.2.1 Fotometrik Çalışmalar.....	14
2.2.2 Atmosfer Parametrelerine Ait Çalışmalar.....	15
2.2.3 Element Bolluk Analizine Ait Çalışmalar.....	16
2.2.4 Dönme Hızı.....	21
2.2.5 Radyal Hız.....	23
2.3 89 Cet.....	25
2.3.1 Fotometrik Çalışmalar.....	27
2.3.2 Atmosfer Parametrelerine Ait Çalışmalar.....	28
2.3.3 Element Bolluk Analizine Ait Çalışmalar.....	31
2.3.4 Dönme Hızı.....	41
2.3.5 Radyal Hız.....	42
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	45
3.1 29 And Yıldızının RTT150-CET Gözlemsel Verilerinin İndirgeme İşlemleri .....	45
3.2 89 Cet Yıldızının RTT150-CET Gözlemsel Verilerinin İndirgeme İşlemleri .....	65
3.3 Tayfların Ölçümü.....	73
3.4 Çizgi Tanısı.....	73
3.5 Atmosfer Parametreleri.....	76
3.6 Kimyasal Bolluklar.....	77

<b>4.</b>	<b>BULGULAR.....</b>	<b>78</b>
<b>4.1</b>	<b>Dönme Hızları.....</b>	<b>78</b>
<b>4.2</b>	<b>Tayfların Ölçülmesi.....</b>	<b>79</b>
<b>4.3</b>	<b>Çizgi Tanıları.....</b>	<b>87</b>
<b>4.3.1</b>	<b>89 Cet'in RTT150-CET çizgi genişliklerinin Fossati vd. (2009) ile karşılaştırılması.....</b>	<b>89</b>
<b>4.4</b>	<b>Atmosfer Parametreleri .....</b>	<b>93</b>
<b>4.5</b>	<b>Element Bolluk Analizi.....</b>	<b>93</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Bolluk sonuçlarının diğer çalışmalarla karşılaştırılması.....</b>	<b>98</b>
<b>5.</b>	<b>TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>102</b>
	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>105</b>
	<b>EKLER.....</b>	<b>119</b>
	<b>EK 1 29 And yıldızına ait çizgi tanı listesi.....</b>	<b>120</b>
	<b>EK 2 89 Cet yıldızına ait çizgi tanı listesi.....</b>	<b>148</b>
	<b>EK 3 29 And yıldızının element bollukları.....</b>	<b>187</b>
	<b>EK 4 89 Cet yıldızının element bollukları.....</b>	<b>191</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>199</b>



## SİMGELER DİZİNİ

HR diyagramı	Hertzsprung Russel diyagramı
Ia	Parlak üst devler
Ib	Sönük üst devler
II	Parlak Devler
IV	Alt Devler
V	Anakol yıldızı
K	Kelvin
$R_{\odot}$	Güneş'in yarıçapı, 6.96x10 <sup>10</sup> cm
$M_{\odot}$	Güneş'in kütlesi, 1.99x10 <sup>33</sup> gr
$L_{\odot}$	Güneş'in toplam ışınım gücü, 3.86x10 <sup>33</sup> erg sn <sup>-1</sup>
m	kadir; parlaklık birimi
Å	Angström
mÅ	mili Angström
$\lambda$	Dalgaboyu
$W_{\lambda}$	Eşdeğer genişlik
$T_e$	Etkin sıcaklık
g	Yüzey çekim ivmesi
$v \sin i$	Dönme hızı
S/G	Sinyal gürültü oranı
HD	Henry Draper kataloğu

HR	Parlak yıldızlar kataloğu
BD	Banner Draper kataloğu
SAO	Smithsonian Astrophysical Observartory Catalogue
HIP	Hipparcos kataloğu
$\alpha$	Sağ açıklık
$\delta$	Dik açıklık
$l$	Galaktik enlem
$b$	Galaktik boylam
M	Ktle
R	Yarıçap
$V_r$	Radyal (dikine) hız
$\xi$	Mikrotürbülans Hızı
dex	10 üzeri anlamında olup bolluk birimidir
FWHM	çizginin yarı ykseklisindeki tam genişliği
pm	piko metre, $10^{-12}$ m
nm	nano metre, $10^{-9}$ m
TUG	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi
RTT-150	150 cm çaplı Rus-Türk Teleskobu
CET	Coude Eşel Tayfi
R	Ayırma Gücü
LTE	Yerel Termodinamik Denge
non-LTE	Yerel Termodinamik Denge'de olmayan

UV	Moröte Bölge
$M_V$	Mutlak görsel parlaklık
$\Delta m_V$	V bandı ışık değişim genliği
DAO	Dominion Astrofizik Gözlemevi
RMT	Revised Multiplet Table
CP	Kimyasal olarak tuhaf yıldızlar
ZAMS	Zero-Age Main Sequence
MK	Morgan Keenan sınıflaması
pc	Parsek
$T_{\text{elektron}}$	Elektron Sıcaklığı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 LTE ve non-LTE altında (20000,2.5) ve (2000,4.0) için $H_\gamma$ ve $H_\alpha$ Çizgilerinin değişimi (Underhill ve Doazan 1979).....	5
Şekil 2.2 B5 tayf türünden yıldızların tayflarının ışınım gücü ile ilişkisi (Gray vd. 2009) ).....	7
Şekil 2.3 29 And'ın radyal hız eğrisi (Jordan 1912).....	11
Şekil 2.4 29 And'ın radyal hız eğrisi (Pourbaix vd. 2004) .....	12
Şekil 2.5 29 And'ın bazı element bollukları (log N/H) (Allen 1960).....	17
Şekil 2.6 B-V değerine karşılık ortalama eşdeğer genişliği (Durrant 1970).....	18
Şekil 2.7 29 And için iki farklı vsini değeri (Slettebak ve Howard 1955).....	22
Şekil 2.8 89 Cet'in ESPaDOnS tayf kesiti (Grunhut 2009).....	31
Şekil 2.9 Be II çizgisinin farklı tür yıldızlarda karşılaştırılması (Boesgaard vd. 1982).....	34
Şekil 2.10 89 Cet için $H_\gamma$ , $H\beta$ , $H\alpha$ profilleri (Fossati vd. 2009) .....	39
Şekil 2.11 89 Cet'in radyal hız değişimi (Lacy vd. 1997).....	43
Şekil 3.1 29 And yıldızına ait ham görüntü.....	47
Şekil 3.2 Birleştirilmiş master flat görüntüsü (Flat.fits).....	47
Şekil 3.3 z_SkyFlat.fits için apall taskı çalıştıktan sonra açıklıklar.....	50
Şekil 3.4 z_SkyFlat.fits için açıklıkların boyutlandırılması.....	51
Şekil 3.5 z_SkyFlat.fits'de 46. açıklık için fit örneği.....	51
Şekil 3.6 apflatten komutu çalıştıktan sonra nFlat.fits açıklıkları.....	52
Şekil 3.7 apflatten komutunda nFlat.fits'de 51.ve 69. açıklıklar için fit örnekleri.....	53
Şekil 3.8 implot komutu ile normalize flat grafiği .....	53
Şekil 3.9 apscatter komutu çalıştıktan sonra yapılan fitler.....	54
Şekil 3.10 29 And için saçılmış ışık etkisi giderilmiş bir yıldız grafiği.....	55
Şekil 3.11 29 And gözlem verileri için kötü piksel konumları.....	55
Şekil 3.12 z_thar_0023 lambası için ThAr atlası kullanılarak dalgaboyu tanımlaması.....	57
Şekil 3.13 z_thar_0023 lambasının dalgaboyu kalibrasyonu fiti.....	57
Şekil 3.14 z_thar_0101 lambası için reecidentify komutu ile dalgaboyu tanımlaması.....	58
Şekil 3.15 İkinci lamba için dalgaboyu kalibrasyonu fiti.....	58
Şekil 3.16 specplot komutu kullanılarak wbsfdz_29_And_All.ec.fits tayfına ait 3800-10 000 Å aralığındaki 80 açıklığın tamamı.....	60
Şekil 3.17 29 And yıldızının 5200-6500 Å aralığında birleştirilmiş tayfi .....	60
Şekil 3.18 wbsfdz_29_And_ALL.ec.fits'in 25. açıklığına ait tayf.....	64
Şekil 3.19 wbsfdz_29_And_ALL.ec.fits'in 59. açıklığına ait tayf.....	64
Şekil 3.20 89 Cet yıldızına ait ham görüntü.....	65
Şekil 3.21 89 Cet gözlem verileri için kötü piksel düzeltilmesi .....	66
Şekil 3.22 89 Cet için saçılmış ışık etkisi giderilmiş bir yıldız grafiği.....	67
Şekil 3.23 z_thar_0031 lambası için dalgaboyu tanımlamaları.....	67
Şekil 3.24 89 Cet'in 3800 - 10000 Å dalgaboyu aralığındaki indirgenmiş ve birleştirilmiş sonuç tayfi "wbsfdz_89_Cet_All.ec.fits".....	68
Şekil 3.25 89 Cet'in $\lambda$ 5200-6750 Å aralığındaki birleştirilmiş tayfi.....	69
Şekil 3.26 89 Cet'in 25. açıklığına ait indirgenmiş tayfi.....	72
Şekil 3.27 89 Cet'in 59. açıklığına ait indirgenmiş tayfi .....	72
Şekil 4.1 29 And'ın REDUCE programı ile belirlenen sürekliliği (24. açıklık).....	79
Şekil 4.2 89 Cet'in REDUCE programı ile belirlenen sürekliliği (24. açıklık).....	80
Şekil 4.3 29 And'ın REDUCE programı ile belirlenen sürekliliği (51. açıklık).....	80

Şekil 4.4 89 Cet'in <i>REDUCE</i> programı ile belirlenen sürekliliği (51. açıklık).....	81
Şekil 4.5 29 And'ın tayfindaki tellürik çizgilere ilişkin bir kesit (21. açıklık).....	81
Şekil 4.6 89 Cet'in tayfindaki tellürik çizgilere ilişkin bir kesit (21. açıklık).....	82
Şekil 4.7 89 Cet'in Grunhut (2009) ve RTT150-CET çizgi profil karşılaştırılması.....	82
Şekil 4.8 89 Cet'n RTT150 CET tayfı S/G belirleme yöntemi (37. açıklık).....	84
Şekil 4.9 29 And'ın tayf çizgilerinin ölçümüne ait örnekler (45.açıklık) .....	85
Şekil 4.10 89 Cet'in tayf çizgilerinin ölçümüne ait örnekler (44.açıklık).....	85
Şekil 4.11 Altair'in <i>REDUCE</i> programı ile belirlenen sürekliliği (53. açıklık).....	86
Şekil 4.12 Altair'in <i>REDUCE</i> programı ile belirlenen sürekliliği (20. açıklık) .....	86
Şekil 4.13 29 And'ın tellürik çizgilerine ait örnekler (1. açıklık).....	88
Şekil 4.14 29 And'ın tellürik çizgilerine ait örnekler (21. açıklık).....	88
Şekil 4.15 89 Cet'in tayfindaki çöküntü yapılarına ait örnek (72. açıklık).....	89
Şekil 4.16 89 Cet'in RTT150-CET eşdeğer genişliklerinin Fossati vd.(2009) ile karşılaştırılması.....	92
Şekil 4.17 29 And ve 89 Cet'in element bolluklarının Güneş'teki bolluklardan olan farkları.....	94

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 29 And ve 89 Cet'e ait x-ışın akıları (Grillo vd. 1992).....	6
Çizelge 2.2 29 And için görsel parlaklık değerleri .....	8
Çizelge 2.3 29 And sistemine ait kütle değerleri (Batten 1968).....	8
Çizelge 2.4 29 And sistemine ilişkin özellikler (Gahm vd. 1983).....	9
Çizelge 2.5 29 And'ın Hoffleit & Jaschek (1991) tarafından oluşturulan katalog bilgileri.....	10
Çizelge 2.6 29 And'ın Worley vd. (1996) tarafından oluşturulan katalog bilgileri .....	10
Çizelge 2.7 29 And'ın yörünge parametreleri (Jordan 1912).....	10
Çizelge 2.8 29 And sisteminin çeşitli araştırmacılar tarafından hesaplanan yörünge elemanları.....	12
Çizelge 2.9 29 And'ın öz hareket değerleri (Morgan 1956).....	13
Çizelge 2.10 29 And'ın Johnson UBV fotometrik sistem değerleri .....	14
Çizelge 2.11 29 And'ın Strömngren uvby $\beta$ fotometrik sistem değerleri.....	14
Çizelge 2.12 29 And'ın Geneva fotometrik sistem değerleri .....	15
Çizelge 2.13 29 And'ın atmosfer parametre değerleri .....	15
Çizelge 2.14 29 And için kimyasal bolluk değerleri (Heacox 1979).....	19
Çizelge 2.15 29 And'ın LTE ve nonLTE için hesaplanmış Berilyum bollukları (Boesgaard vd. 1982).....	20
Çizelge 2.16 29 And'a ait dönme hızı değerleri .....	21
Çizelge 2.17 29 And'ın radyal hız değişimi (Frost ve Adams 1903).....	23
Çizelge 2.18 29 And'ın literatürdeki radyal hız değerleri .....	24
Çizelge 2.19 29 And'ın Frost vd. (1926) tarafından elde edilen radyal hız sonuçları ...	24
Çizelge 2.20 29 And'ın Wolff (1978) tarafından verilen hız değerleri .....	25
Çizelge 2.21 89 Cet'e ait V bandı parlaklık ve B-V değerleri .....	26
Çizelge 2.22 89 Cet'in Hoffleit & Jaschek (1991) tarafından oluşturulan katalog bilgileri .....	26
Çizelge 2.23 89 Cet'in Astrometrik Veriler .....	26
Çizelge 2.24 89 Cet'in Johnson UBV fotometrik sistem değerleri .....	27
Çizelge 2.25 89 Cet'in Strömngren uvby $\beta$ fotometrik sistem değerleri .....	28
Çizelge 2.26 89 Cet'in JHKL fotometrik değerleri.....	28
Çizelge 2.27 89 Cet'in atmosfer parametre değerleri.....	29
Çizelge 2.28 89 Cet'in farklı yöntemlerle hesaplanan etkin sıcaklık değerleri (Adelman 1978, Adelman vd. 2002).....	30
Çizelge 2.29 89 Cet'in spektrofotometri yöntemi ile hesaplanan atmosfer parametreleri (Adelman vd. 2002).....	30
Çizelge 2.30 89 Cet'e ait bazı eşdeğer genişlik değerleri (Wolff 1967).....	32
Çizelge 2.31 89 Cet'e ait element bolluk değerleri (Heacox 1979).....	33
Çizelge 2.32 89 Cet için LTE ve non-LTE durumda Berilyum bollukları (Boesgaard vd. 1982).....	34
Çizelge 2.33 89 Cet yıldızına ait hesaplanan bolluk değerleri (Adelman 1985,1998).....	36
Çizelge 2.34 89 Cet 'in karbon bolluğu (Cugier ve Hardorp 1988).....	37
Çizelge 2.35 89 Cet için bolluk değerleri (Fossati vd. 2009).....	40
Çizelge 2.36 89 Cet'in O ve Ne eşdeğer genişlik ve bolluk değerleri (Takeda vd. 2010).....	41

Çizelge 2.37 89 Cet'e ait dönme hızı değerleri .....	41
Çizelge 2.38 89 Cet'in radyal hız değerleri.....	42
Çizelge 2.39 89 Cet'in yörünge elemanları (Lacy vd. 1997).....	44
Çizelge 3.1 29 And ham görüntü başlığına örnek.....	48
Çizelge 3.2 Birleştirilmiş tayf olan wbsfdz_29_And_ALL.ec.fits ait başlık bilgisi.....	61
Çizelge 3.3 89 Cet'in birleştirilmiş tayfına ait başlık bilgisi.....	69
Çizelge 3.4 Atomik veri kaynakları.....	75
Çizelge 3.5 29 And (B5) çizgi tanı listesi örneği .....	76
Çizelge 4.1 89 Cet'in dönme hızı değerinin belirlenmesinde kullanılan çizgiler.....	78
Çizelge 4.2 29 And ve 89 Cet'in kaliteli eşel açıklıklarına ait S/G belirlenmeleri.....	83
Çizelge 4.3 89 Cet'in RTT150-CET eşdeğer genişliklerinin Fossati vd.(2009) ile karşılaştırılması .....	90
Çizelge 4.4 29 And'ın (15130K, log g=3.70, $\xi=0$ ) için oluşturulan model atmosferi.....	95
Çizelge 4.5 89 Cet'in (12800K, log g=3.75, $\xi=1$ ) için oluşturulan model atmosferi.....	96
Çizelge 4.6 29 And ve 89 Cet yıldızlarının element bollukları ve Güneş'teki değerlerle karşılaştırılması.....	97
Çizelge 4.7 89 Cet'in bu çalışmada bulunan bolluk değerlerinin literatürdekiler ile karşılaştırılması.....	98
Çizelge 4.8 29 And'ın bu çalışmada bulunan bolluk değerlerinin literatürdekiler ile karşılaştırılması.....	100
Çizelge 4.9 RTT150-CET CNO bolluklarının Roby ve Lambert (1990) ile karşılaştırılması.....	101

## 1. GİRİŞ

Yıldız astrofiziğine önemli bilgiler sağlayan yıldızların ayrıntılı tayfsal analizleri, ülkemizde son zamanlarda TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne ait veriler kullanılarak (HD 43836: Şahin 2008, HD 39866: Eminoğlu 2009, RTT150 tayflarının genel karakteristiği: Yüce vd. 2009) yapılmaktadır. Ulusal Gözlemevimizden elde edilen yıldızların optik bölge tayflarının ölçümleri ve uygun atmosfer parametreleri (etkin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi, mikrotürbülans hızı) kullanılarak yıldızların kimyasal bolluk çalışmaları başarıyla gerçekleştirilmektedir.

Bu yüksek lisans tez çalışması, B tayf türünden “29 And ve 89 Cet Yıldızlarının TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Coude Eşel Tayf İndirgemeleri ve Kimyasal Bolluk Analizleri” üzerinedir.

Ayrıntılı tayfsal analiz için 29 And (B5 V) ve 89 Cet (B7 IV) yıldızlarını çalışma nedenlerimiz aşağıdaki gibidir:

1) 29 And yıldızının literatürde az sayıda tayfsal çalışması mevcuttur. Bu tez çalışmasında, 29 And ilk kez ayrıntılı bir şekilde tayfsal olarak incelenmektedir. 89 Cet'in yüzey element bolluğunu içeren güncel çalışması Fossati vd. (2009) tarafından gerçekleştirilmiştir.

2) 29 And ( $m_v = 4^m.3$ ) ve 89 Cet ( $m_v = 4^m.2$ )'in parlak yıldızlar olmaları, onları, RTT150 Coude Eşel Tayfçekeri (CET) ile yüksek Sinyal/Gürültü (S/G) değerlerine sahip veriler elde etmek için ideal kılmıştır (Yüce vd. 2008: XVI. Ulusal Astronomi Kongresi, Ç.O.M.Ü., sayfa 1077-1089).

3) Her iki yıldızın düşük dönme hızına sahip olması bu tayf türünden yıldızların tayf analizinde çok sayıda atom ve iyon çizgilerini sağlıklı inceleme imkanı sağlamıştır.

Bu yüksek tez çalışması için belirlediğimiz amaçlar aşağıdaki gibidir:

1. 29 And ve 89 Cet isimli yıldızların tayfsal olarak genel özelliklerine ilişkin literatür taraması yaparak yıldız sistemlerini tanımak.



2. Her iki yıldızın gözlemsel ham tayflarını IRAF programı yardımı ile indirgemek. RTT150-CET verilerinden yüksek kaliteli tayf yapısı (süreklilik ve çizgi profili) elde ederek yıldız çizgilerinin tamamından yararlanabilmek.
3. Eşel tayfların sürekliliklerini REDUCE programı (Hill et al. 1982a,b) yardımıyla belirleyerek tayfları normalize etmek.
4. Yıldız tayflarının sinyal / gürültü değerlerini belirlemek.
5. Aynı gözlem gecesinde tayfı alınan hızlı dönen Altair (A7 V; 200 km sn<sup>-1</sup>) yıldızının tayf indirgemelerini yapmak. Bu yıldızın genişlemiş tayf çizgilerinden yararlanarak 89 Cet ve 29 And yıldızlarının tayfında bulunan Yer atmosferinden kaynaklanan çizgileri (tellurik) belirlemek.
6. 29 And ve 89 Cet'in tayfındaki çizgi profillerini REDUCE ve VLINE (Hill vd. 1982a,b) programları yardımıyla tespit edip, yıldızların tayf çizgilerini ölçmek (merkezi dalgaboyu, çizgi genişliği, çizgi derinliği, yarı yükseklikteki tam genişlik).
7. Klasik çizgi tanı yöntemiyle tayf çizgilerinin hangi atom ve iyonlara ait olduklarını belirlemek. Bu işlem için kullanılan temel kaynak Moore (1945)'un "A Multiplet Table of Astrophysical Interest" çalışması ve diğer çeşitli güncel kaynaklardır.
8. Kurucz (1995)'un ATLAS9 programı yardımıyla her iki yıldızla ilişkin uygun atmosfer modellerini üretmek.
9. Tayf ölçümlerinden elde edilen veriler yardımıyla yıldız fotosferlerine ilişkin etkin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi ve miktrotürbülans hızlarını belirlemek.
10. WIDTH9 (Kurucz 1995) programı yardımıyla yüzey element bolluklarını hesaplamak.

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi - Coude Eşel Tayfları kullanılarak bu tez çalışmasıyla ulaşılabacak sonuçlar, 89 Cet ve 29 And yıldızlarının literatürde yer alan tayfsal analiz çalışmalarındaki bilimsel sonuçlarla karşılaştırıldı.

Bu yüksek lisans tez çalışması, B tayf türü anakol yıldızlarının TUG tayfsal verileri kullanılarak optik bölgede tayf çizgilerinin ölçümüne, model atmosfer yöntemiyle atmosfer parametrelerinin ve atmosferlerindeki element bolluklarının belirlenmesine

dayalı ayrıntılı tayf çalışmasını içerir. Bu çalışma tayf ölçüm teknikleri ve kullanılan model atmosfer yöntemi bakımından Kutluay Yüce'nin doktora tezi (4 Lac: B9 Iab ve v Cep: A2 Ia; 2003), Tolgahan Kılıçoğlu'nun yüksek lisans tezi (20 CVn: F2 III; 2008), R. Canan Şahin'in dönem sonu projesi (HD 43836: B9 II; 2008), F. Başak Eminoğlu'nun yüksek lisans tezi (HD 39866: A2 II; 2009) ve Adelman vd. "Elemental Abundances from DAO Spectrograms" çalışmalarına benzer şekilde uygulanmıştır. Yıldız astrofiziğinde önemli bir kaynak olan DAO serisindeki yıldızların çoğu geç B, A ve erken F tayf türü anakol ve birkaç süperdev yıldızlar için yapılmıştır. 29 And (B5 V) ve 89 Cet (B7 IV), literatürde daha sıcak yıldızlara bağlantı sağlayacak olması bakımından önemlidir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Normal B Tayf Türü Yıldızların Genel Özellikleri

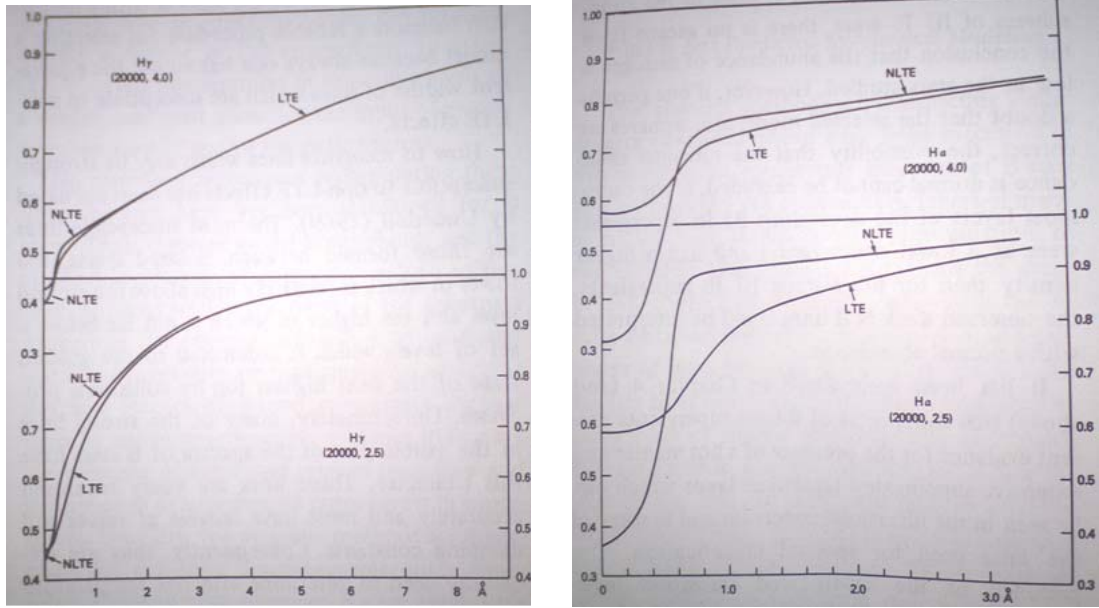
29 And ve 89 Cet, normal B tayf türünden anakol ve alt dev ışınım sınıfı yıldızlarıdır. Bu yıldızlar evrimleri sırasında yaşamlarının en uzun dönemini anakol üzerinde ve merkezlerinde hidrojen yakarak geçirirler. Bu yüksek lisans tez çalışmasında incelenen 29 And ve 89 Cet'in karakteristiğini ortaya koymak için, bu bölümde, B tayf türünden yıldızların tayfsal ve kimyasal özellikleri ile ilgili kaynak özetleri yer almaktadır.

B türü yıldızlar genel olarak 30 000 – 10 000 K aralığında yüzey sıcaklıklarına sahiptir. MK sınıflamasına göre yüksek derecede uyarılan B0 alt türünden düşük derecede uyarılan B9'a kadar alt sınıfları mevcuttur.

Bu tayf türü için kütle değeri,  $2 M_{\odot}$ 'den  $20 M_{\odot}$ 'e kadar uzanır. Kütle tayini için kullanılan en uygun yöntemler, çift çizgili tayfsal çiftlerin yörüngelerinden elde edilen radyal hız eğrilerinin çözümlerine ve/veya örten çiftlerin ışık eğrileri çözümlerinin birleştirilmesine dayanır (Underhill ve Doazan 1982). Popper (1978)'in çalışmasında anakol yıldızları için ortalama kütle değeri B0 - B9.5 aralığı için  $17 - 3 M_{\odot}$  olarak verilir. Underhill vd. (1979), 160 adet O ve B tayf türünden yıldız için etkin sıcaklık, açısal yarıçap, uzaklık, doğrusal çap değerlerini içeren bir çalışma gerçekleştirmiştir. Anakol bandındaki B yıldızları, alt türlerinde daha büyük yarıçapa sahip iken, süperdevlerde bu eğilim tersine işler. Yarıçaplar B0 V'dan B9 Ia'a doğru artar.

Erken B yıldızlarının daha sakin atmosfere sahip A yıldızlarından ve konvektif atmosferlere sahip F-G yıldızlarından farkları; atmosferlerinde yıldız rüzgarlarına rastlanmasıdır. Aynı özellikleri nedeniyle O yıldızlarına benzerlik gösterir. B türü yıldızlar basit ışınımsal atmosferleri ile yerel termodinamik denge (LTE ya da YTD) ve yerel termodinamik dengeden sapmaların/ayrılmaların görüldüğü (non-LTE ya da YTDsiz) koşullar altında model atmosferlerin ve çizgi oluşum teorilerinin geliştirilmesinde önemli yıldızlardır.

Genel olarak LTE'den sapmalar zayıf çizgiden güçlü çizgiye bütün çizgi profillerinde hissedilebilir. Çizgi merkezleri görsel bölgede non-LTE altında daha derindir, kanat kısımları belki biraz değişebilir. Non-LTE kabulünde  $H_\alpha$  çizgisi,  $H_\gamma$ 'dan çok daha göze çarpar. Bu iki hidrojen çizginin atmosferde oluşum katmanları farklı olduğundan etkilenmeler de farklı derecede olacaktır. Şekil 2.1'in sağ panelinde görüldüğü gibi;  $H_\alpha$  çizgisi için non-LTE model sonuçları daha derin merkez, daha sığ kanatlar üretmekte ve süperdevlerde bu fark daha büyüktür (Underhill ve Doazan 1982).



Şekil 2.1 LTE ve nonLTE altında (20000, 2.5) ve (2000, 4.0) için  $H_\gamma$  ve  $H_\alpha$  çizgilerinin değişimi (Underhill ve Doazan 1982)

B yıldızlarının tayflarında nötr helyum (He I) çizgileri bir kez iyonize olmuş helyum (He II) çizgilerine göre daha baskındır. He I çizgileri ışınım sınıfına az duyarlıdır ve/veya hiç duyarlı değildir. Hidrojen Balmer çizgileri B0'dan B9'a doğru baskın hale gelir.

B türü yıldızların tayflarında çoğu metalik çizgiler zayıftır ve/veya yoktur. Bir kez iyonize olmuş magnezyum (Mg II) ve silisyum (Si II)'a ait soğurma çizgileri görülür. Zayıf halde O II, N II, Si II, Si IV, Mg II gibi atomik çizgiler alt türleri belirlemede kullanılır. 3647 Å dalgaboyundaki Balmer düşmesi geç türlere gidildikçe belirginleşir.

Grillo vd. (1992) B0-B9 tayf aralığında 1545 yıldız için x-ışın kataloğu hazırlamıştır. X-ışın akılarını içeren bu katalogta sadece üst limit değer verilmekte ve 29 And ve 89 Cet yıldızlarına ait bilgiler de yer almaktadır (bkz. Çizelge 2.1).  $\log L_{bol}$  değeri  $L_{\odot} = 3.826 \cdot 10^{33}$  erg/sn alınarak hesaplanmıştır. Geç tür yıldızlarda Güneş'teki koronal olaylara benzer olarak x-ışın salmasına ilişkin genel görüş; diferansiyel dönme ve konveksiyon arasındaki etkileşimler ve manyetik alanın varlığıdır. Güneş'in korona sıcaklığı  $10^6$  K dir. Buna karşın erken tür yıldızlarda manyetik alan oluşumu bu bilgilere uygun değildir. Konveksiyonun etkisinin olmaması manyetik dinamonun başlamasını önler ve yüzeyde manyetik alan biraz görülür ki; kimyasal olarak tuhaf yıldızların kökeni olabilir. Manyetik aktivitenin yokluğu nedeniyle geç B ve erken A türü yıldızlarda

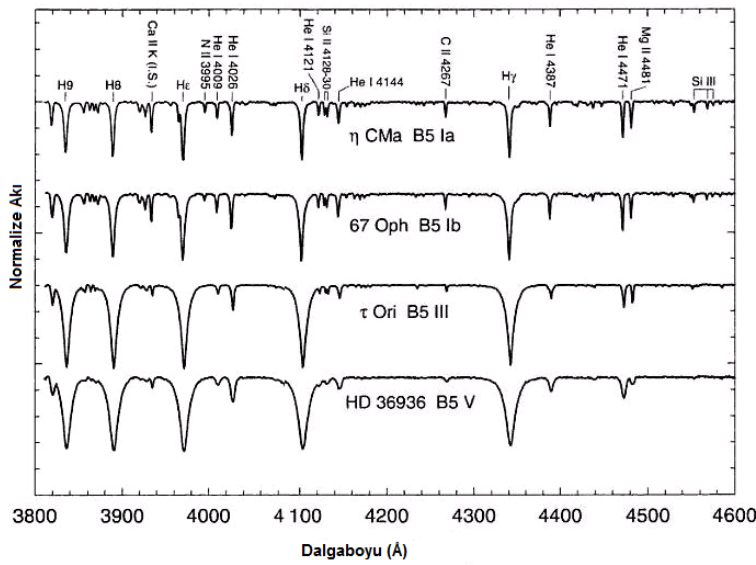
x-ışın salma oluşumu başlangıçtan beri astronominin bu dalında düşündürücü bir soru olmuştur. Gözlenen x-ışın salması genellikle düşük kütleli bileşendeki koronal salmaya dayandırılır. Erken B türü yıldızlarda, bir çok büyük kütleli O yıldızlarında olduğu gibi x-ışın salması için, aynı ışımsal şok mekanizması ile ilişkilendirilen rüzgar modeline dayanan beklentiler vardır. Eğer yıldızdan x-ışın çıkıyorsa kabuğun dış kısmında çok sıcak bir bölge var demektir (Grillo vd. 1992)

Çizelge 2.1 29 And ve 89 Cet'e ait x-ışın akıları (Grillo vd. 1992)

HD	$\log f_x$ (erg/cm <sup>2</sup> sn)	$\log f_v$ (erg/cm <sup>2</sup> sn)	$\log f_x / f_v$	$\log L_x$ (erg/sn)	$\log L_{bol}$ (erg/sn)	$\log L_x / L_{bol}$
3369	-12.608	-7.212	-5.395	29.587	36.403	-6.816
17081	-12.818	-7.173	-5.645	29.065	36.051	-6.986

MK sisteminin sonucunda, yüzey çekim ivmesinin ve etkin sıcaklığın etkileri de göz önüne alınarak, anakol yıldızları için Balmer çizgilerinin şiddeti ile ışınım gücü arasında ilişki oluşturulmuştur. B türü yıldızlarda Hidrojen çizgilerinin eşdeğer genişlikleri ve profillerine ait ilk çalışmalardan bu yana görülmüştür ki; Balmer çizgilerinin Stark genişlemesi ışınım sınıfını belirlemede sağlıklı bir yöntemdir. Anakol B yıldızlarının atmosferlerinde Balmer çizgileri Stark etkisiyle daha fazla genişler dolayısıyla geniş kanatlı profil yapısı oluşur. Bu ise büyük eşdeğer genişlik değerlerine neden olur. Stark etkisinin miktarı  $W(H\gamma)$  ile ilişkilidir. Süperdev B yıldızları için elektron basıncı ve çekim etkisi daha küçük ve Stark etkisi daha az hissedilir. Böylece Balmer çizgilerinin

kanatları geniş değil ve eşdeğer genişlik değerleri azdır. Dev yıldızlarında  $H\gamma$  eşdeğer genişliklerinin tayf türüne bağlılığı azdır. Anakol yıldızları için ise ışınım gücü kadar belirgin derecede tayf türüne de bağlıdır (Petrie vd. 1973). Petrie, B yıldızları için  $H\gamma$  çizgisinin eşdeğer genişliği ile görsel mutlak parlaklık arasında düzgün bir bağıntı ortaya koymuştur. Şekil 2.2’de B5 tayf türünden yıldızların Dark Sky Gözlemevinden elde edilen tayflarının ışınım gücü ile ilişkisi verilmiştir. Hidrojen Balmer çizgileri ayırt edici özellik olarak ve süperdevler için ise N II ve Si III çizgileri de ayırt etmek için kullanılabileceği belirtilmiştir.



Şekil 2.2 B5 tayf türünden yıldızların tayflarının ışınım gücü ile ilişkisi (Gray vd. 2009)

## 2.2 29 And

J. Flamsteed tanımlamasına göre 29 And olarak anılan yıldız, çeşitli kataloglarda HD 3369, HR 154, GSC 02279-01665, HIP 2912, BD +32°101, SAO 4033 isimlendirmeleri ile bilinir. J. Bayer (1603) tanımlamasına göre Kuzey Yarıküredeki Andromeda takımyıldızı içerisinde bulunur ve görünür parlaklık sıralamasında 16. sırada olmasından dolayı  $\pi$  And olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca, “New Catalog of Suspected Variable” kataloğu içerisinde NSV 227 olarak yer alır.

29 And, tayf türü ve ışınım sınıfı olarak Lesh (1968) tarafından B5 V, Ahmad (1952), Herbig ve Spalding (1955), Kopylov (1958), Belyakina ve Chugailov (1960) tarafından B5 V SB olarak sınıflandırılmıştır. Murphy (1969) kuvvetli H çizgilerini kullanarak HD 3369 sistemi için birinci bileşenin tayf türünü B5 V, ikinci bileşenin tayf türünü F0 V ve ikinci bileşenin parlaklık farkını  $\Delta m = 4^m.3$  olarak belirlemiştir.

29 And'ın 2000 yılına ait ekvator koordinatları  $\alpha = 00^{\text{sa}}36^{\text{dk}}52^{\text{sn}}.85$ ,  $\delta = +33^{\circ}43'09''.64$  ve galaktik koordinatları  $l = 119^{\circ}.47$ ,  $b = -29^{\circ}.05$  dir. Westin (1985) tarafından yıldızın Güneş'ten uzaklığı 132.1 pc ve logaritmik yaşı 7.748 yıl olarak verilmektedir.

29 And için görsel parlaklık değerleri Çizelge 2.2'de sunulmaktadır.

Çizelge 2.2 29 And için görsel parlaklık değerleri

$m_v$ (kadir)	Kaynaklar
4.36	Belyakina ve Chugainov (1960), Tolbert (1964), Johnson vd. (1966)
4.35	Haggkvist ve Oja (1966)
4.38	Crawford vd. (1971)
4.33	Winzer (1974)
4.35	Mermilliod (1986)

Batten (1968) tarafından 29 And çoklu sistem olarak belirtilmiştir. 32 yıldızın incelendiği çalışmada, 29 And sistemi için hesaplanan kütle değerleri Çizelge 2.3'de yer almaktadır.

Çizelge 2.3 29 And sistemine ait kütle değerleri (Batten 1968)

Dönem (gün)	Tayf Türü	$m_1 \sin^3 i$ ( $M_{\odot}$ )	$m_2 \sin^3 i$ ( $M_{\odot}$ )	$(m_1 + m_2) \sin^3 i$ ( $M_{\odot}$ )
143.6	B3+B3	26.9	10.9	37.8

29 And'ın üç bileşeninin varlığı ilk kez Gahm'ın (1982) tarafından belirtilir. Gahm vd. (1983) ve Jeffers vd. (1963) "Catalogue of Visual Double Stars" kataloğundan 254 sistem seçerek tayfsal ve fotometrik olarak incelemiştir. Bu sistemlerin ikinci bileşenleri daha sönük ve tayf türleri ana bileşenden daha geç türdendir. Çalışmalarında fotometrik özellikler Lindroos (1983)'dan, birinci bileşenlerin radyal hızları Gahm (1982)'dan

alınmıştır. Gözlemsel veriler Chile Gözlemevi (La Silla)'nde bulunan 1.52-m'lik teleskop ve Haute Provence Gözlemevi'ndeki 1.9 m'lik teleskop ile alınmıştır. 29 And'a ait tayfsal özelliklerin verildiği Çizelge 2.4'de “SB” kodu bileşenin tayfsal çift olduğunu, “C” kodu bileşenlerin A (ana) bileşeni ile ortak hareket ettiğini belirtir. RV; Gahm'ın (1982) hesapladığı radyal hız, RV:E; birinci ve ikinci bileşenin radyal hız değerlerinin eşit olduğu anlamına gelmektedir.

Çizelge 2.4 29 And sistemine ilişkin özellikler (Gahm vd. 1983)

Sistemin Bileşenleri	Ayrıklık (yay saniyesi)	V (kadir)	Referans MK sınıfı	Gahm'ın çalışmasından MK sınıfı	Notlar
A	SB	4.37	B5 V, B6 IV	-	RV
B	35.9 C	8.61	F0 V, A5 V	A6 V	RV:E
C	55.2	11.4	-	F3	

Lindroos (1983) çalışmasını geliştirerek 1985 yılında yeniden yayınlamıştır. Bu çalışmada 253 çift yıldız üyesinin Strömgren uvby $\beta$  ölçeklerinin (bilgisayar programı ile indirgeme Lindroos tarafından 1980'de yapılmış) kalibrasyonundan astrofiziksel parametreler hesaplanmıştır. Amaçları erken yıldız evriminin karakteristiklerini çalışarak genç yıldız gruplarını belirlemektir. Bu çalışma sonunda, 98 adet ikinci bileşen içeren çift ve çoklu yıldız sisteminin 92 tanesi fiziksel olarak bulunmuştur. Çoğu ikinci bileşen geç tayf türünden olarak belirlenmiş ve evrimlerinin erken dönemlerinde oldukları, büyük oranının ZAMS'a erişemeyecek kadar genç oldukları görülmüş. Li  $\lambda$ 6706 soğurma çizgisi şiddeti ve bazı özel salma çizgileri gençlikleri ile ilgilidir. Lindroos (1983) tarafından 29 And sisteminin birinci bileşeni B5V, ikinci bileşeni A6 V ve optik bileşen olan üçüncü bileşeni F3 tayf türünden ve ışınım güçleri 29 And için  $3.14 L_{\odot}$ , B bileşeni için  $1.19 L_{\odot}$ , logaritmik olarak etkin sıcaklık 29 And için 4.183, B bileşeni için 3.910, ayrıca uzaklık 231 pc olarak verilmektedir.

29 And'ın “Bright Star Catalogue 5th Revised Edition” (Hoffleit ve Jaschek 1991) ve “The Washington Visual Double Star Catalog” Worley vd. (1996) katalog bilgileri Çizelge 2.5 ve 2.6'da yer almaktadır.



Çizelge 2.5 29 And'ın Hoffleit & Jaschek (1991) tarafından oluşturulan katalog bilgileri

V Parlaklığı	Tayf Türü	Radyal hız (km/sn)	Dönme Hızı (km/sn)	Ayrıklık (yay saniyesi)	Paralaks (yay saniyesi)	Bileşen sayısı
4.36	B5 V	9	34	35.2	-0.003	3

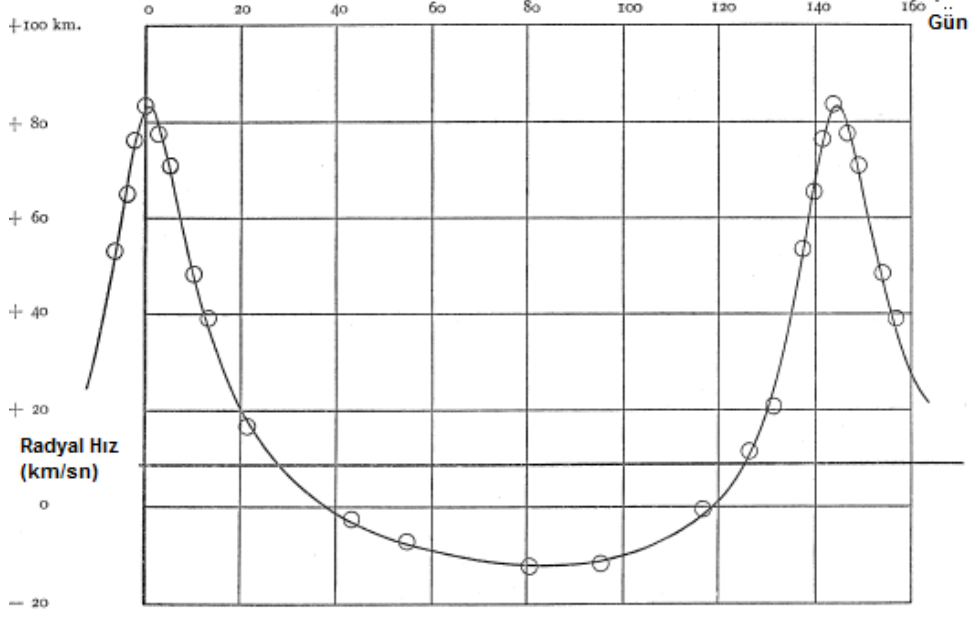
Çizelge 2.6 29 And'ın Worley vd. (1996) tarafından oluşturulan katalog bilgileri

Bileşenler	Pozisyon Açısı	Açısal Ayrıklık	1.Bileşenin Parlaklığı	2.Bileşenin Parlaklığı	Tayf Türü
AB	173°	35.9"	4.36	8.61	B5V
AC	357°	55.2"	4.36	13.01	B3

Jordan (1912), 29 And'ın yörünge parametreleri ve radyal hız değişiminden yıldızın uzun dönemli bir Helyum yıldızı olduğunu belirlemiştir. Gözlemler, 1907-1909 yılları arasında Yerkes Gözlemevi'ne aittir. Çalışmasında, C, H, He, Ti ve Ca elementlerine ait gözlenen çizgiler, evre, hız ve O-C artıklarının yer aldığı tablolar bulunmaktadır. Evre ve radyal hız değişimine ait değerlerle Lehmann-Filhes yöntemi kullanılarak radyal hız eğrisi çizilmiştir (Şekil 2.3). "Second Catalogue of Spectroscopic Binary Stars (1910)" içerisinde yapılan gruplamaya göre dönem ile dış merkezlikteki artış açıkça görülmekte ve 29 And yıldızı 0.58 dışmerkezliği ile uzun dönemliler arasında yer almaktadır. Analizlerinde kullandıkları parametrelerinin başlangıç ve elde edilen sonuç değerleri Çizelge 2.7'de vermiştir.

Çizelge 2.7 29 And'ın yörünge parametreleri (Jordan 1912)

Başlangıç parametreleri	Hesaplanan parametreler
P= 143.67 g e= 0.58 K=48 km/s V <sub>0</sub> = +8.87 km/s ω= 353° T <sub>0</sub> = 14.550 g	P= 143.67 ± 0.02 g e= 0.573 ± 0.006 K=47.66 ± 0.36 km/s V <sub>0</sub> = +8.83 km/s ω= 350°.53± 0°.90 T <sub>0</sub> = 14.144 g A= 74.60 km/s B= 20.73 km/s a sini =77 200 000 km

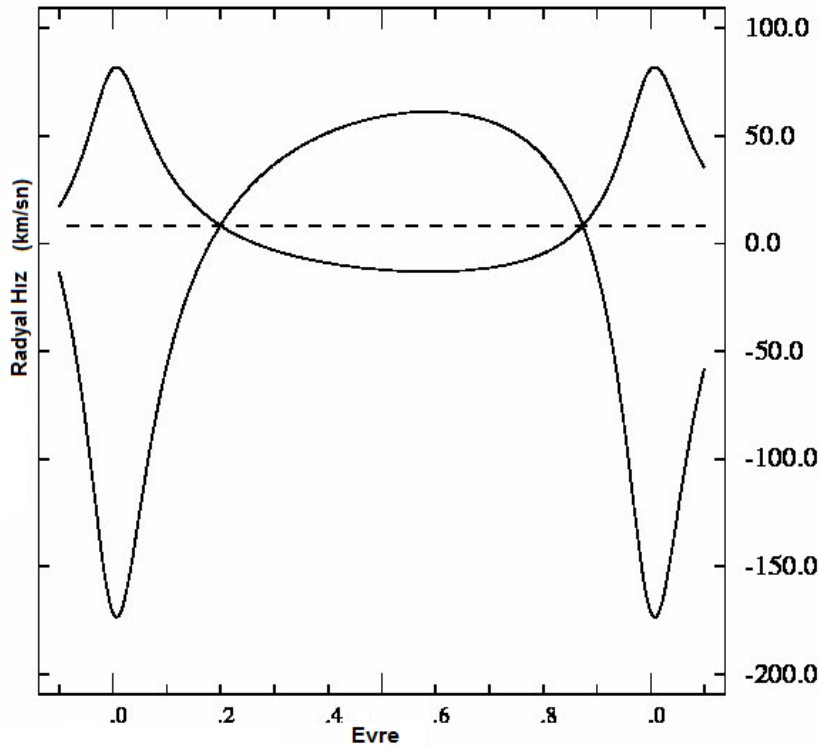


Şekil 2.3 29 And'ın radyal hız eğrisi (Jordan 1912)

Çizelge 2.8 Luyten vd. (1939), Pearce (1936) ve Pourbaix vd. (2004) tarafından verilen 29 And'ın yörünge elemanlarını içerir. Luyten vd. (1939), Yerkes Gözlemevi'nde  $\pi$  And'ın yörünge parametrelerini belirleyerek, Jordan'ın (1910) Allegheny Gözlemevi verilerinden bulduğu değerlerle karşılaştırmıştır. Epoch  $-8^{\circ}.2$  evresinde oluşmuş, zaman (T) gözlemlerin ortalama “epoch” değerinden elde edilmiştir. Pearce (1936), 20 tane B türü tayfsal çiftin yörünge elemanlarının hesabını tekrar yaparak üç farklı sistem için yörünge elemanlarının değerlerini hesaplamıştır. Ayrıca  $a_1\sin i$ ,  $a_2\sin i$ ,  $m_1\sin^3 i$ ,  $m_2\sin^3 i$  değerlerini, sırasıyla, 77 585 000 km, 191 760 000 km,  $26.9 M_{\odot}$ ,  $10.9 M_{\odot}$  olarak vermektedir. Jordan (1909) tarafından bulunan değerlerle kendi sonuçlarını karşılaştırdığında sistemde hiçbir yörünge değişikliği gözlenmediğini kaydeder. Batten vd. (1978) tarafından oluşturulan “Seventh Catalogue of the Orbital Elements of Spectroscopic Binary Systems” içerisinde 29 And'ın yörünge parametreleri Batten'in de içerisinde yer aldığı Pourbaix vd. (2004)'nin yaptığı çalışmada güncellenmiştir. Dominion Astrophysical Gözlemevi'nde 2386 adet tayfsal çift sistemi için oluşturulan “Ninth Catalogue of the Orbital Elements of Spectroscopic Binary Systems” kataloğunda 29 And'ın kütle fonksiyonları ve  $a_1\sin i$ ,  $a_2\sin i$  değerleri,  $27.1 M_{\odot}$ ,  $11 M_{\odot}$ ,  $77.7 \times 10^6$  km,  $192 \times 10^6$  km olarak listelenir. Şekil 2.4'de 29 And için verilen radyal hız eğrisi görülmektedir (Pourbaix vd. 2004).

Çizelge 2.8 29 And sisteminin çeşitli araştırmacılar tarafından hesaplanan yörünge elemanları

Yörünge elemanları	Jordan (1910)	Luyten (1939)	Pearce (1936)	Pourbaix vd. (2004)
P (gün)	143.621±0.007	143.621±0.007	143.6065	143.6065
V <sub>0</sub> (km/s)	+ 8.8	+ 8.8± 0.7		+ 8.4
K <sub>1</sub> (km/s)	47.7±0.36	49.8±1.0	47.5±0.53	47.5
K <sub>2</sub> (km/s)	-	-	117.4±2.8	117.4
e	0.573±0.006	0.540±0.02	0.562±0.007	0.56
ω <sub>1</sub> (°)	350.5±0.9	352.5±2.1	349.03±0.98	349
ω <sub>2</sub> (°)	-	-	169.03±0.98	169
T	2418133.13 ±0.17	2428043.08 ±0.47	2427898.567 ±0.194	27898.567



Şekil 2.4 29 And'in radyal hız eğrisi (Pourbaix vd. 2004)

Morgan (1956), 1953 yılında ‘‘Conference on Galactic Research’’ tarafından önerilen kuzey dik açıklığı  $-20^\circ$  olan O ve B türü 524 parlak yıldızın ve güney yarıküredeki 126 parlak yıldızın öz hareket değerlerini listelemiştir. Çizelge 2.9’da, 29 And yıldızının öz hareket parametresini olası hatası ile birlikte vermektedir.

Çizelge 2.9 29 And’ın öz hareket değerleri (Morgan 1956)

Kadir	Tayf türü	$\mu\alpha(^{\circ}.000)$	$\mu\delta(^{\circ}.000)$	Hata ( $^{\circ}.000$ )
4.44	B3	+ 10	-2	$\pm 1.1$

Gomez ve Abt (1982) Kitt Paek Coude tayfçekerini CCD dedektörünü kullanarak tek çizgili çiftlerin görsel tayf bölgesindeki ikinci çizgilerini incelemiştir. O tarihlerde tayfsal çiftlere ait çalışmalarda diğer tayf bölgelerinin kullanılabilirliği, sadece mavi bölgede çizgileri olan ikinci bileşenin keşfine neden olmuştur. Örneğin, yüksek çözünürlüklü tayflar ile moröte gözlemleri sıcak bileşenlerin belirlenmesine imkan sağlar. Ayrıca kırmızı ve kızılöte fotoğrafik gözlemleri yüzyıllardır mümkündür, yüksek S/G oranı ve kısa poz süresi vasıtasıyla bilinen tek çizgili tayfsal çiftlerde soğuk bileşenlerin incelenmesi mümkündür. Bu çalışmadaki amaçları; iki bileşenin hız genliğine bağlı olarak ikinciyi keşfetmektir. Sonuçlar ikinci bileşenin varlığına ve yokluğuna göre sırasıyla pozitif ve negatif olarak tanımlanarak tablolar halinde verilmiştir. Bütün tek çizgili çiftler için en son mümkün ikinci bileşenin tayf türü, yörüngenin kütle fonksiyonundan, tayfsal yörünge parametrelerinden ve  $(m_2 \sin i)^3(m_1+m_2)^{-2}$  ifadesinden hesaplanmıştır. B2-B5 anakol yıldızlarının 22 tanenin 5’i dışında tek çizgili çiftler görsel bölgede iki çizgi göstermiştir. 29 And pozitif listede yer alıp, zayıf bileşenin  $\lambda 5876$  ve JD 24444993.58’de görüldüğü belirtilmiştir. Sistemin kütle fonksiyonu  $f(M) = 0.9044 M_{\odot}$  ve ikinci bileşen için tayf türü B7 olarak verilmektedir.

### 2.2.1 Fotometrik Çalışmalar

29 And'ın Johnson UBV, Strömngren uvby $\beta$  ve Geneva fotometrik sistemindeki değerleri Çizelge 2.10-2.11-2.12 de listelenmiştir.

Oblak (1978) HD 3369 bileşenleri için tayf türlerini uvby $\beta$  fotometrisinden B6 IV ve A5 V olarak belirlemiştir. Sistemin ayrıklığını 36" ve bileşenlerin  $\beta$  değerlerini 2.677 ve 2.360 olarak verir. HD 3369 için verilen bilgilerde A bileşeninin bir Be yıldızı olduğu, H $\beta$  ve H $\gamma$ 'nın soğurma yapısında olduğu, geniş ve yayılmış çizgiler görüldüğü yer alıyor. He I çizgilerinin hidrojen çizgilerinden daha açık görüldüğü de belirtilir (Houziaux ve Ringuelet 1968).

Çizelge 2.10 29 And'ın Johnson UBV fotometrik sistem değerleri

V (kadir)	B-V (kadir)	U-B (kadir)	Kaynaklar
4.36	-0.14	-0.54	Tolbert (1964)
4.36	-0.16	-0.55	Johnson vd. (1966)
4.35	-0.14	-	Haggkvist ve Oja (1966)
4.38	-0.13	-0.57	Crawford vd. (1971)
4.33	-0.13	-0.54	Winzer (1974)
4.35	-0.14	-	Guetter (1977)
4.367	-	-	Oblak (1978) HD 3369 A
8.606	-	-	Oblak (1978) HD 3369 B
4.35	-0.13	-0.56	Mermilliod (1986)

Çizelge 2.11 29 And'ın Strömngren uvby $\beta$  fotometrik sistem değerleri

b-y (kadir)	m <sub>1</sub> (kadir)	c <sub>1</sub> (kadir)	Kaynaklar
-0.055	0.098	0.433	Crawford vd. (1971)
-0.071	0.122	0.433	Oblak (1978) HD 3369 A
0.107	0.197	0.899	Oblak (1978) HD 3369 B
-0.061	0.107	0.433	Hauck ve Mermilliod (1998)

Çizelge 2.12 29 And'ın Geneva fotometrik sistem değerleri

U-B	V-B	B <sub>1</sub> -B	B <sub>2</sub> -B	V <sub>1</sub> -B	G-B	V	Kaynak
0.759	1.115	0.817	1.583	1.809	2.338	4.331	Rufener (1976)

### 2.2.2 Atmosfer Parametrelerine Ait Çalışmalar

Yıldız astrofiziğinin önemli bir çalışma alanı olan yıldızların ayrıntılı tayfsal analizi, onların atmosfer parametrelerinin (etkin sıcaklık;  $T_e$ , yüzey çekim ivmesi;  $\log g$ , mikrotürbülans hızını;  $\xi$ ) belirlenmesini ve uygun model atmosfer hesabıyla yüzey kimyasal bileşiminin ortaya çıkarılmasını içerir. Buradan elde edilen güvenilir bilgiler, yıldızların evrim durumunu ve atmosferlerinde meydana gelen fiziksel süreçleri anlamada önemli bilgiler sağlar.

Atmosfer parametreleri, yıldızların fotometrik ve tayfsal verileri kullanılarak çeşitli yöntemlerle hesaplanabilir. Örneğin, dar veya geniş band fotometrisinden, spektrofotometriden, gözlemsel Balmer çizgilerinin kuramsal/sentetik profillerle karşılaştırılmasından ve/veya metal çizgilerinin iyonizasyon dengelerinden hesaplanabilir. 29 And yıldızının literatürde yer alan atmosfer parametrelerine ait değerler, Çizelge 2.13'de sunulmaktadır.

Çizelge 2.13 29 And'ın atmosfer parametre değerleri

$T_e$ (K)	$\log g$	Kaynaklar
15 000	4.10	Heacox (1979) & Boesgaard vd. (1982)
15 276	4.10	Cenarro vd. (2007)
18 400	4.20	Henry ve Mihalas (1964: B3 V)

Henry ve Mihalas (1964), Mg II'nin  $\lambda 4481$  çift çizgisinden LTE varsayımı altında magnezyum bolluğunu hesaplayarak yıldızın Güneş'ten daha zengin olduğunu bulmuştur. Johnson (1963)'dan alınan renk ölçekleri ile elde ettikleri sıcaklık

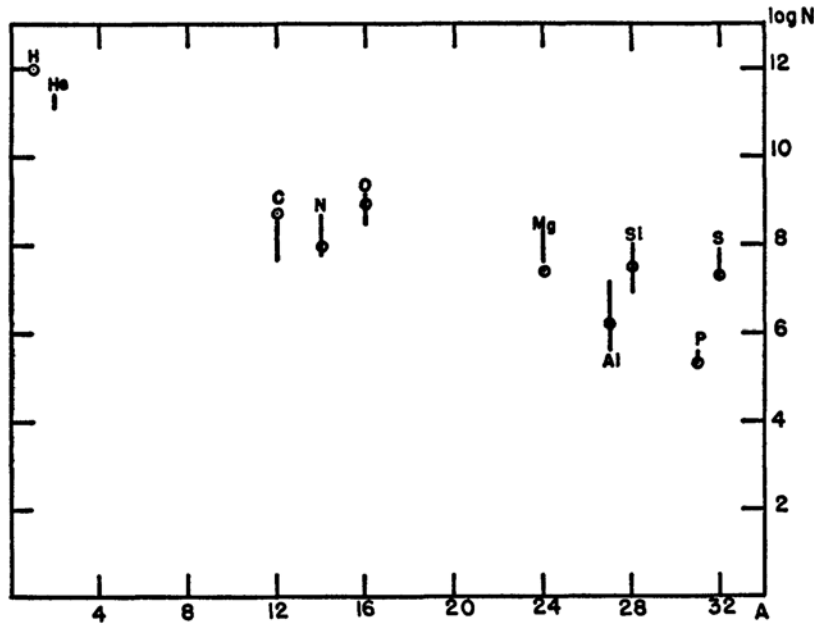
parametresi  $Q_e = (U-B)_0 - 0.72 (B-V)_0$  olarak verilir. Yıldızın yüzey çekim ivmesi, Harris vd. (1963) tarafından verilen kütle-yarıçap ilişkisi kullanarak hesaplanmıştır.

Cenarro vd. (2007), yıldız atmosfer parametrelerinin yer aldığı MILES (“Medium-resolution Isaac Newton Telescope Library of Empirical Spectra” kısaltması olarak) isimli ve  $\lambda\lambda 3525-7500 \text{ \AA}$  aralığını kapsayan  $2.3 \text{ \AA}$  (FWHM) tayfsal çözünürlüklü bir tayfsal kütüphane hazırladılar. Bu tayfsal kütüphane metal bakımından zengin soğuk yıldızlardan, metal bakımından fakir sıcak yıldızlara uzanan 985 yıldızın atmosfer parametrelerini içerir. 29 And bu çalışmada metal bakımından Güneş’e göre bir miktar fakir olarak listelenmiştir;  $[\text{Fe}/\text{H}] = -0.2 \text{ dex}$ .

### 2.2.3 Element Bolluk Analizine Ait Çalışmalar

Geç B tayf türünden ve yavaş dönen yıldızların sıcaklık aralığı genel olarak  $T_e = 11\,000 - 16\,000 \text{ K}$  dir. 29 And yıldızı bu sıcaklık aralığında kalmakta ve çizgi şiddetlerinde anormallik gösteren Civa-Mangan (HgMn) yıldızları gibi özel yıldızların incelendiği çalışmalarda “normal” yıldız olarak incelenmiştir.

Aller (1960)’in bazı B yıldızlarının element bolluğunu incelediği çalışmasında bu yıldızlar ile Güneş arasındaki magnezyum bolluğunda gözle görülür şekilde farklar bulunmuştur (bkz. Şekil 2.5). Güneş’e ait bolluk değerleri Goldberg vd. (1960)’nin çalışmasından alınmıştır. B türü yıldızlarda Mg bolluğunun Güneş’e göre 2-10 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bunun nedenini, evrendeki maddenin evriminden ileri geldiği, zamanla ağır elementlerin bolluğundaki artışın yıldızlarda bu elementlerin üretimiyle ve genç B türü yıldızların oluşumuyla ilgili olan yıldızlararası ortamın zenginleşmesinin sonucu olarak açıklanmıştır.

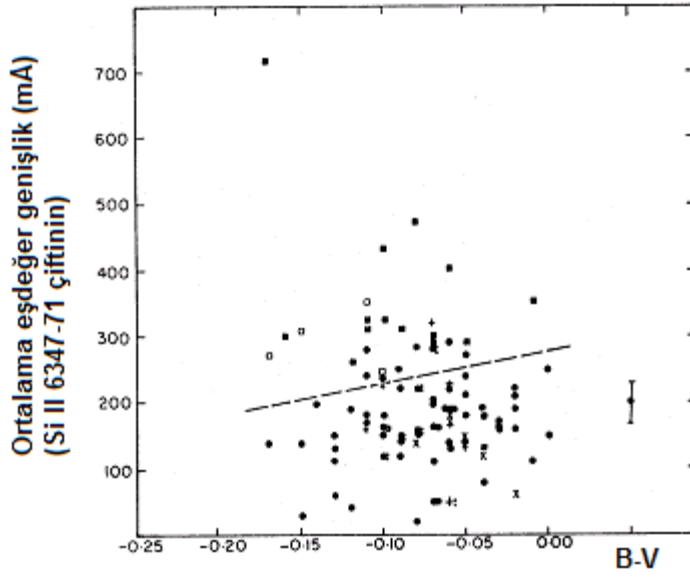


Şekil 2.5 29 And'ın bazı element bollukları ( $\log N/H$ )<sup>1</sup> (Allen 1960)

Durrant (1970) tarafından tuhaf (özel) A yıldızlarının yüzey element bollukları incelenmiştir. Durrant, aynı Hidrojen türündeki erken tür yıldızlarda görülen metal çizgilerin şiddetlerinde değişimin açıkça görüldüğünü belirtir. Si çizgisinin şiddetinin dağılımını özel yıldızları teşhis etmek ve hızlı veya yavaş dönmelerini hesaplamak için incelemiştir. Çalışmasında çizgi genişlemesi olmayan erken tür yıldızların seçilmesine dikkat edilmiştir. Tayfsal gözlemler, Cambridge 36" teleskobuna bağlı Coude tayfçeki ile fotoelektriksel olarak gerçekleştirmiştir. Mavi bölgedeki Si çifti fotoelektrik ölçümlere uygun olmayınca kırmızı bölgedeki Si II  $\lambda 6347.09$  ve  $\lambda 6371.36$  çizgileri seçilmiştir. Çift çizgili tayfsal çift olduğu belirtilen 29 And yıldızı için Si II 6347-71 çiftinin ortalama eşdeğer genişliği  $[W(6347.09) + W(6371.326)] / 2 = 130$  olarak hesaplanmış ve B-V değeri Bright Star katalogundan -0.13 olarak alınmıştır. Şekil 2.6'de B-V değerine karşılık ortalama eşdeğer genişliği grafiği verilmiştir. Kare işareti Si yıldızları, + sembolü Mangan yıldızları, çarpı işareti diğer özel yıldızları, kapalı daire normal yıldızları sembolize eder. Grafikte kesikli çizginin üst kısmında özel yıldızlar, çizginin alt kısmında normal yıldızların yer alır. Buna göre 29 And normal yıldız olarak tanımlanmıştır.

<sup>1</sup> Güneş için açık daire olarak gösterilenler Goldberg vd. (1960) değerleri, B yıldızları için dikey çizgiler olarak gösterilenler Allen'in (1960) değerleridir.





Şekil 2.6 B-V değerine karşılık ortalama eşdeğer genişliği (Durrant 1970)

29 And'ın literatürdeki tek ayrıntılı tayfsal çalışması Heacox (1979) tarafından yapılmıştır. Çalışmada incelenen 21 adet HgMn, 2 adet SiCr ve 6 adet normal yıldızın atmosfer parametreleri yıldızların görsel ve moröte bölgede yüksek çözünürlüklü tayfları kullanılarak hesaplanmıştır.  $\lambda 3100-4700 \text{ \AA}$  dalgaboyu aralığını kapsayan ve  $6.83 \text{ \AA/mm}$  dispersiyonuna sahip fotografik tayflar Mauna Kea Gözlemevi'nde bulunan 2.2-m teleskobunun 1.1-m'lik coude tayfçekerinden ve uzak-moröte tayflar ise Copernicus (OAO3) verilerinden elde edilmiştir. Bu çalışmada 29 And görünüşte normal olan yıldızlar grubunda yer alır. Çizgi eşdeğer genişlikleri Gauss profil fiti uygulanarak en küçük kareler algoritması ile belirlenmiştir. Fotosferik element bollukları, LTE kabulü altında model atmosferler ile kimyasal olarak homojen atmosferler göz önüne alınarak eşdeğer genişliklerden hesaplanmıştır. Analiz edilen bütün çizgiler için oluşturulan büyüme eğrisi Kurucz vd. (1974)'ın model atmosferlerinden elde edilmiştir. Program yıldızlarının etkin sıcaklık değerini belirlemek için gözlemlerden elde edilen Strömgen  $c_0$  ve  $m_0$  indisleri ve Relyea ve Kurucz (1978) tarafından hesaplanan indisler karşılaştırılmış ve bu değerlerin birbiriyle uyumlu oldukları görülmüştür. Yüzey çekim ivmeleri, yıldızların gözlenen  $H_\gamma$  ve  $H_\delta$  profilleri ile Kurucz vd. (1974) tarafından hesaplanan profillerin karşılaştırılması ile bulunmuştur. Dönme hızlarının tahmini değerleri, Wolff ve Preston'dan (1978) alınmıştır. Etkin sıcaklıkların bulunan değerlerden bir miktar daha düşük olarak

kullanıldığı belirtilmektedir. Bu farkın, hesaplamalara çizgi örtüşmesinin dahil edilmesi sonucunda model atmosferlerdeki düşük sınır sıcaklık değerlerinden kaynaklanmış olabileceği açıklaması getirilmiştir. Aynı nedenle daha çok anakol yıldızları için temsil edilen yüzey çekim ivmeleri önceki çalışmalardan daha yüksek değerde alınmıştır. Helyum bollukları sıcak yıldızlarda oldukça kuvvetli olan yayılmış  $\lambda 4026 \text{ \AA}$  üçlüsünden bulunmuştur. Normal yıldız grubunda yer alan 29 And için  $T_e = 15\,000 \text{ K}$ ,  $\log g = 4.1$ ,  $v_{\text{sin}i} = 35 \text{ km/sn}$  değerleri belirtilir. Çalışmada Güneş'e ait xenon ve civa dışındaki diğer element bollukları Cameron (1973)'dan, diğerlerini Ross ve Aller (1976)'den almıştır. Bolluklar, H'nin 12 olduğu logaritmik ölçekte ( $\log (N/H) + 12$ ) olarak verilmiştir. 29 And için mikrotürbülans etkisi yok iken ve mikrotürbülans hızı  $3 \text{ km/sn}$  değeri alınarak elde edilen bolluk değerleri Çizelge 2.14 de verilmektedir. Yıldızın her iki mikrotürbülans hızı değeri için hesaplanan bolluk değerleri birbirine yakındır.

Çizelge 2.14 29 And için kimyasal bolluk değerleri (Heacox 1979)

Element	$\log (N/H)$ $\xi = 0 \text{ km/sn}$	Güneş	$\log (N/H)$ $\xi = 3 \text{ km/sn}$
He	11.2	10.8	-
Be	<2.1	1.15	<2.2
C	8.1	8.62	-
Mg	7.0	7.60	7.0
Si	6.5	7.65	6.3
P	<6.5	5.50	<6.4
S	7.2	7.20	-
Ca	5.9	6.35	5.1
Sc	<4.5	3.04	<4.4
Ti	<5.7	5.05	<5.6
Cr	5.2	5.71	<5.1
Mn	<5.4	5.42	<5.3
Fe	7.3	7.50	7.2
Ni	<6.0	6.28	<5.6
Ga	<5.7	2.8	<5.7
Sr	<4.0	2.9	<3.9
Y	<5.1	2.10	<4.8
Zr	<5.7	2.75	<5.6
Xe	<6.4	3.41	-
Pt	<5.4	1.75	-
Hg	<5.2	1.11	-

Boesgaard vd. (1982) 43 adet Civa Mangan (HgMn) yıldızı ve 10 normal yıldız için Mauna Kea'daki Hawaii Üniversitesi'nin 2.24 m'lik coude tayfçekerini kullanarak Be II  $\lambda\lambda 3130, 3131$  rezonans çiftinden ( $6.7 \text{ \AA/mm}$ ) berilyuma ilişkin bollukları hesaplamıştır. Yıldızların etkin sıcaklık değerleri, Relyea ve Kurucz (1978)'un hesapladığı Strömngren  $c_1$  ve  $m_1$  ölçeklerinin karşılaştırılmasından elde edilmiş ve yüzey çekim ivmesi Balmer çizgi profillerinden bulunmuştur. Bollukların  $\log g$  değerine çok duyarlı olduğu ve non-LTE altında bolluk hesaplarının sadece  $\log g = 4.0$  iken yapıldığı vurgulanmaktadır. LTE bolluklarını hesaplamada Kurucz vd. (1974)'un çizgi örtüşmeli model atmosferleri kullanılmıştır. Çizelge 2.15'de her iki durum için hesaplanan bolluk değerleri yer alır.

Çizelge 2.15 29 And'ın LTE ve nonLTE için hesaplanmış Berilyum bollukları (Boesgaard vd. 1982)

EW( $\lambda 3130$ ) (mÅ)	EW( $\lambda 3131$ ) (mÅ)	T (K)	log g	v sini (km/sn)	log Be/H +12 (LTE)	log Be/H +12 (NLTE)
$\leq 14$	$\leq 14$	15000	4.1	35	$< 2.1$	$< 2.2$

Çalışmalarının sonucu olarak Be bolluğu Güneş'teki ve normal yıldızlardaki değerlerine göre daha bol miktardadır. Hg-Mn yıldızlarının %75 i için Be bolluğu Güneş'teki değerine göre  $20-2 \times 10^4$  kat aralığında daha fazladır. 29 And için verdikleri değer Heacox (1979)'un değeri ile benzerdir.

Roby ve Lambert (1990), düşük gürültülü, yüksek çözünürlüklü Reticon tayflarını kullanarak bazı Am, HgMn, Ap özel yıldızları için karbon, azot, oksijen (CNO) bolluklarını hesaplamışlardır. 29 And yıldızı çalışmalarında standart grup içinde yer alır.  $T_e$  ve  $\log g$  değerleri Strömngren fotometrisinden, sırasıyla, 15 200 K, ve 3.6 olarak bulunmuştur. Normal geç B ve erken A türü yıldızlarda mikrotürbülans hızı 0-2 km/sn aralığında değerler aldığından (Adelman 1984, 1985 ve Sadakane 1981), çalışmalarında yer alan bütün standart yıldızlar için 2 km/sn kullanılmıştır. 29 And için toplam akıya ikinci bileşenin katkısı CNO çizgilerinin bulunduğu 6000 ve 9000 Å'da yaklaşık % 6-9 olarak tahmin edilmiştir. İkinci bileşen genişlemiş yıldız olabilir ve böylece toplam akıya büyük oranda katkı sağlar. Roby ve Lambert, 29 And'ın C II, N I ve O I çizgilerinden bulunan C, N, O bollukları, sırasıyla,  $8.04 \pm 0.15$ ,  $7.49 \pm 0.16$ ,  $8.62 \pm 0.04$  dex dir (Roby ve Lambert 1990).

Anders ve Grevesse (1989) tarafından verilen Güneş'teki bolluk değerleri (8.56, 8.05, 8.93 dex) ile karşılaştırıldığında 29 And'ın, CNO bakımından Güneşe göre daha fakir olduğu sonucuna ulaşılır.

Cayrel de Strobel vd. (1996)'nin geliştirerek yaptıkları katalog çalışması galaktik disk ve halonun veya diğer galaksilerin kimyasal evrimiyle ilgilenenler için yani yıldızların kimyasal yapılarını, yıldızlar ve galaksiler arası maddeyi anlamak adına önemlidir. 3247 yıldızın demir bolluğu hesabını içeren katalogun güncellenmesinin nedeni, daha önce yer alan yıldızların [Fe/H] değerlerini yüksek duyarlılıkla elde etmektir. Katalogdaki metal/hidrojen parametresi; yıldızın atmosferindeki demirin göreceli bolluğu ile standart yıldızın atmosferindeki demirin göreceli bolluğunun logaritmik farkını ifade eder. HD 3369 için  $[Fe/H] = \log Fe/H_{(yıldız)} - \log Fe/H_{(standart)}$  şeklinde hesaplanan değer -0.2'dir.

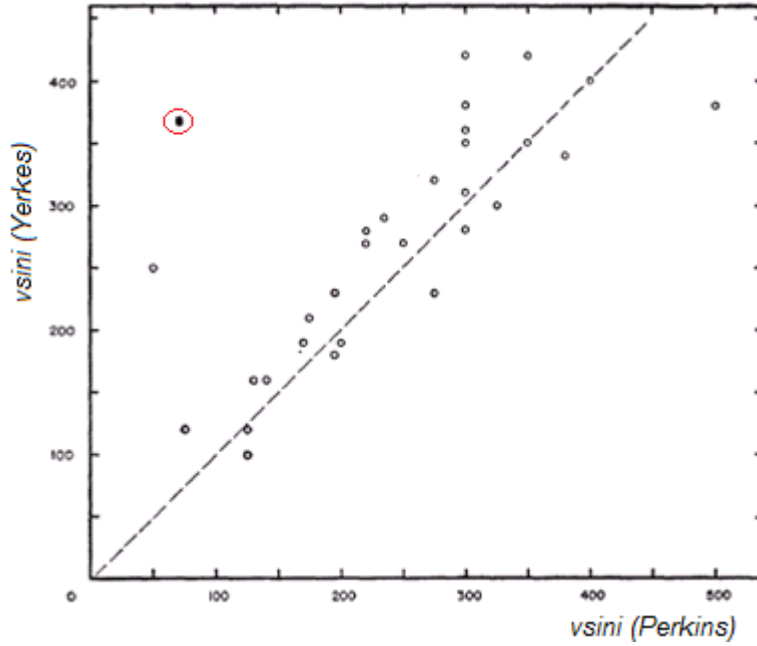
#### 2.2.4 Dönme Hızı

Çizgi genişleme mekanizmalarından bir tanesi yıldızın dönme etkisidir. Dönme hızının artmasıyla çizgilerin biçimleri Gauss profilinden ayrılır ve çizgi örtüşmesi etkisi daha da etkin duruma gelir. Dönmenin çok daha büyük olduğu durumlarda, zayıf çizgiler sürekliliğe karıştıklarından belirlenemeyebilir. Literatürde 29 And için yer alan dönme hızı değerleri Çizelge 2. 16 da listelenmektedir.

Çizelge 2.16 29 And'a ait dönme hızı değerleri

Dönme hızı (km/sn)	Kaynaklar
$\leq 50$	Slettebak ve Howard (1955)
25	Bernacca ve Perinotto (1970)
42	Uesugi ve Fukuda (1970)
23	Day ve Warner (1975)
35	Glebocki ve Stawikowski (2000)
25	Abt vd. (2002)

Slettebak ve Howard (1955), çalışmasında B2-B5 tayf türü aralığında,  $5.51^m$  den daha parlak ve dik açıklığı  $-20^\circ$  olan 185 yıldızın dönme hızlarını ( $v \sin i$ ) Perkins ve Yerkes Gözlemevi tayflarını kullanarak çizgi genişlemesinin derecesinden hesaplamışlardır. Bu amaçla, Perkins gözlemlerindeki verilerde kullanılmak üzere en uygun çizgi seçimi HeI  $\lambda 4471$  olsa da anakola ve komşuluğundaki yıldızlarda HeI  $\lambda 4470$  yasaklı çizgisi ile blend olması ve Stark etkisine maruz kalması nedeniyle bu çizginin seçimini dezavantajlı kıldığı belirtilmiştir. Yerkes gözlemleri için ise HeI  $\lambda 4026$  çizgisi kullanılmıştır. Çizgi profilinden hesaplanan değer ile gözlemler birleştirilerek sonuç  $v \sin i$  değeri verilmiştir. Her yıldız için bu iki değer tutarlı sonuç vermiştir. Ayrıca bu çalışmadaki çoğu yıldız için her iki gözlemeviden elde edilen sonuçlar uyumlu olsa da 29 And durum farklılık göstermiş (Şekil 2.7); Perkins gözlemeviden elde edilen değer 50 km/sn iken Yerkes gözlemeviden elde edilen değer 250 km/sn dir. Çift çizgili tayfsal çift olan yıldızın Yerkes verileri çift çizgili olduğundan yüksek değer bulunmuştur. Çalışmada 0-50 km/sn hız aralığı için hata değeri  $\pm 20$  km/sn, 205-300 km/sn aralığı için ise  $\pm 50$  km/sn olarak belirtilmiştir. Aynı zamanda bu çalışmada 29 And'ın döneminin 144 gün olduğu, radyal hız değişimi gösterdiği ve hesaplanan 0 - 50 km/sn hız aralığı için hatanın  $\pm 20$  km/sn olduğu belirtilmiştir (Slettebak ve Howard 1955).



Şekil 2.7 29 And için iki farklı  $v \sin i$  değeri (Slettebak ve Howard 1955)

Abt vd. (2002), Bright Star Catalogue (BSC)'da listelenen kuzey yarıkürede gözlenen B tayf türü 1092 tane yıldızın dönme hızlarını ölçmüşler ve Slettebak vd. (1975)'nin sistemi ile kalibre etmişlerdir. Her yıldız, Kitt Peak'deki 0.9 m'lik coude telekobu ve 2.1 m'lik coude tayfçekerini ile gözlenmiştir. Dispersiyon, 7.0 Å/mm ve çözünürlük, 0.11Å veya 7.1 km/sn dir. He I  $\lambda$ 4471 ve Mg II  $\lambda$ 4481 çizgilerinin eşdeğer genişliklerini coude tayfında Lorentz ve Gauss profil fitlerinden hesaplamışlardır. 29 And için belirledikleri dönme hızı değeri 25 km/sn dir.

### 2.2.5 Radyal Hız

29 And yıldızının radyal hızındaki değişim ile ilgili ilk çalışma Frost ve Adams (1903) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmaları Orion türü tayfa sahip yıldızları içermekte ve gözlemsel veriler Yerkes Gözlemevi'ndeki plaklarına aittir. Bu türden üç yıldızın analizi gerçekleştirilirken, 29 And'ın radyal hızı hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 2.17'deki gibi değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, 29 And'ın tayfındaki çizgiler bu türdeki çoğu yıldızın tayf çizgilerine göre daha keskin olduğu belirtilir. Orion türü yıldızlar tayfsal karakteristikleri gereği çok düşük radyal hızı sahiptir (Orion türü; Secchi (1866) sınıflamasında Class I altında alt sınıf olarak vermiştir, modern sınıflamada karşılığı erken B türüdür). Ayrıca 29 And yıldızının literatürde yer alan radyal hız değerleri Çizelge 2.18 de sunulmaktadır.

Çizelge 2.17 29 And'ın radyal hız değişimi (Frost ve Adams 1903)

Plaka	Tarih	Hız (km/sn)		Çizgi sayısı		Ortalama hız (km/sn)
		F	A	F	A	
IB 92	1903 17 <sup>sa</sup> 31 <sup>d</sup>	-6	+3	2	5	-2
106	1903 14 <sup>sa</sup> 07 <sup>d</sup>	+31	+33	4	3	+32
129	1903 19 <sup>sa</sup> 30 <sup>d</sup>	+58	+62	5	5	+60

Çizelge 2.18 29 And'ın literatürdeki radyal hız değerleri

<b>Radyal Hız (km/sn)</b>	<b>Kaynaklar</b>
+30	Frost ve Adams (1903)
+8.8	Jordan (1910)
+43.8	Lee (1914)
+5.5	Frost vd. (1926)
+3.2	Campell (1928)
+8.4	Pearce (1936)
-4.4	Young (1939)
+8.8	Luyten vd. (1939)
+8.7	Wilson (1953)

Frost vd. (1926), ayrıntılı radyal hız hesabını genişlemiş H çizgilerinin yer değiştirmelerinden elde etmiştir. B ve O tayf türünden 368 yıldızın radyal hızı, Yerkes Gözlemevi'nde 1901-1925 yılları arasında 2431 tane plak üzerinden ölçülmüştür. Bunların içinden 160 tanesi aynı gözlemevi veya başka yazarlar tarafından tayfsal çift olarak belirtilmiştir. Çalışmalarında B türü için kullanılan elementlerin dalgaboyu listesi yer alır. Çizelge 2.19'de Frost vd. tarafından elde edilen radyal hız değeri ve hatası verilmektedir.

Çizelge 2.19 29 And'ın Frost vd. (1926) tarafından elde edilen radyal hız sonuçları

<b>Parlaklık</b>	<b>Tayf Türü</b>	<b>Plaka sayısı</b>	<b>V (km/sn)</b>	<b>Olası hata</b>
4.4	B3	7	+5.5	±1.4

83 yıldız için yüksek dispersiyonlu tayfsal gözlemler, geç B türünden çiftlik karakterini hesaplamak için Wolff (1978) tarafından kullanılmıştır. Birçok yıldız için veriler bir haftalık gözlemlerden elde edilen 10 tayfın 8 tanesi coude tayfçeker 2.2 m'lik Mauna Kea teleskobundan elde edilmiştir (13.6 Å/mm). Gözlemlerin, dönemi birkaç günden iki aya kadar uzananlar için değişimin bulunmasına uygun olduğu ama dönemi 100 günü aşanlar için değişimin belirlenmesinin başarısız olabileceğini belirtilmiştir. H, Si II, Mg II, Fe II iyonlarını da içeren 10 element için her tayf çizgisi ölçülmüştür.

Çizelge 2.20’de Wolff ve Preston (1978) tarafından elde edilen radyal hız değeri, gözlenen radyal hızların bütün aralığını verilmektedir.

Çizelge 2.20 29 And’ın Wolff (1978) tarafından verilen hız değerleri

$v \sin i$ (km/sn)	Sayı	$\langle V_r \rangle$ (km/sn)	P (gün)
35	6	-4.4	>100
<b>HJD (2440000+)</b>		<b>Vr (km/sn)</b>	
2299.90		-2.2	
2301.87		+3.4	
2325.78		-10.1	
2326.81		-7.4	
2356.82		-4.5	
2362.77		-5.3	

### 2.3 89 Cet

J. Flamsteed tanımlamasına göre 89 Cet olarak anılan yıldız, çeşitli kataloglarda HD 17081, HR 811, GSC 05292-00970, HIP 12770, BD -14°519, SAO 148575 olarak isimlendirilir. 1603 yılında J. Bayer’in yaptığı tanımlamaya göre Kuzey Yarıküredeki Cetus (Balina) takımyıldızı içinde görünür parlaklık sıralamasında 16. sırada olduğundan  $\pi$  Cet olarak isimlendirilmiştir. Mira değişen yıldız sınıfına ismini veren prototip yıldız ile aynı takımyıldız içindedir.

89 Cet, tayf türü ve ışınım sınıfı olarak Johnson ve Morgan (1953), Herbig ve Spalding (1955), Borgman (1960), Jugaku ve Sargent (1961) tarafından B7 V ve Vaucouleurs (1957) tarafından B6 III ve diğer bazı eski çalışmalarda B5 V SB olarak sınıflandırılmıştır.

2000 yılına ait ekvator koordinatları  $\alpha = 02^{\text{sa}}44^{\text{dk}}07^{\text{sn}}.35$ ,  $\delta = -13^{\circ}51'31''.31$  ve galaktik koordinatları  $l = 191^{\circ}.81$ ,  $b = -60^{\circ}.57$  dir. Westin (1985) tarafından Güneş’ten uzaklığı 100.8 pc, logaritmik yaşı 7.941 yıl olarak verilir.

89 Cet için görsel parlaklık ve renk ölçeği değerleri Çizelge 2.21’de listelenmektedir.



Çizelge 2.21 89 Cet'e ait V bandı parlaklık ve B-V değerleri

$m_v$ (kadir)	B-V	Kaynaklar
4.22	-0.13	Hogg (1958)
4.23	-0.14	Cousins & Stoy (1962)
4.24	-0.13	Moreno (1971)
	-0.14	Cousins & Stoy (1962)
4.25	-0.14	Johnson vd.(1966)

89 Cet'in "Bright Star Catalogue 5th Revised Edition" (Hoffleit ve Jaschek 1991) katalog bilgisi Çizelge 2.22'de yer almaktadır.

Çizelge 2.22 89 Cet'in Hoffleit & Jaschek (1991) tarafından oluşturulan katalog bilgileri

V bandı Parlaklığı (kadir)	Tayf Türü	Radyal hız (km/sn)	Dönme Hızı (km/sn)	Sağ açıklık Özhareket (yaysaniyesi/yıl)	Dik açıklık Özhareket (yaysaniyesi/yıl)
4.25	B7 V	15	18	-0.008	-0.015

Eggleton ve Tokovinin (2008) Hipparcus parlaklığı 6 kadirde daha parlak olan ve yaklaşık 4559 adet çoklu yıldız sistemini içeren bir katalog oluşturarak, yörünge dönemlerinin dağılımını incelemiştir. 89 Cet için Makaraov referans gösterilerek yıldızın bir astrometrik çift olduğu belirtilir. Makarov ve Kaplan (2005) Hipparcus ve Tycho-2 kataloglarındaki öz hareket değerlerinden astrometrik çiftler için kütle oranı ve yörünge sabitleri hesapladılar. 89 Cet'in çeşitli kaynaklarda yer alan astrometrik bilgileri Çizelge 2.23'de verilmiştir.

Çizelge 2.23 89 Cet'in Astrometrik Veriler

	Paralaks (yaysaniyesi)	Sağ açıklık Özhareket (yaysaniyesi /yıl)	Dik açıklık Özhareket (yaysaniyesi/yıl)	Kaynaklar
<b>Hipparcus</b>	7.4	-7.6	-8.4	Makaraov ve Kaplan (2005)
<b>Tycho-2</b>	-	-8.4	-12.6	
<b>Hipparcus</b>	8.30	-8.62	-9.07	van Leeuwen (2007)

### 2.3.1 Fotometrik Çalışmalar

89 Cet yıldızının Johnson UBV, Strömgren uvby $\beta$  ve Geneva fotometrik sistemindeki değerleri Çizelge 2.24, 2.25, 2.26 de listelenmiştir.

Parlak bir yıldız olan 89 Cet (HD 17081)'in görsel ve moröte bölgede yapılan çalışmalarında normal B yıldızları için hiçbir tayfsal anormallik belirtilmezken, genelde tayfsal ve fotometrik çalışmalarda standart bir yıldız olarak kullanılmıştır; örneğin Oblak (1978) ve Whitelock vd. (1989). Kaynak taramasında 89 Cet yıldızının bir x-ışın kaynağı olup olmadığına veya x-ışın akısını hesaplamaya yönelik bir çok çalışma ile de karşılaşıldı. Cash vd. (1979), yıldızın bir x-ışın kaynağı olabileceği ve bunun genişlemiş bir kabuktan kaynaklanabileceğini belirtir. Çalışmalarında erken A türü yıldızların korona katmanına sahip olup olmadıklarını incelemek için düşük enerjili x-ışın gökyüzü tarama verileri incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda iki yeni 0.25 keV x-ışın kaynağı keşfi yapılmış ve A yıldızlarının güçlü x-ışın salmalarının koronaya ait bir belirteç oldukları vurgulanır. 89 Cet düşük enerjide belirgin seviyede x-ışın salması gösteren, hiçbir bolluk ve manyetik alan anormalliği göstermeyen, Ap ve Am yıldızlarından daha sıcak, normal bir yıldızdır.

Çizelge 2.24 89 Cet'in Johnson UBV fotometrik sistem değerleri

V (kadir)	B-V (kadir)	U-B (kadir)	R-I (kadir)	Kaynaklar
4.22	-0.13	-0.43	-	Hogg (1958)
4.24	-0.14	-0.43	-	Cousins ve Stoy (1962)
	-0.13	-0.38		Moreno (1971)
4.25	-0.14	-0.45	-0.14	Johnson vd. (1966)

Çizelge 2.25 89 Cet'in Strömngren uvbyβ fotometrik sistem değerleri

<b>b-y (kadir)</b>	<b>m<sub>1</sub> (kadir)</b>	<b>c<sub>1</sub> (kadir)</b>	<b>Kaynaklar</b>
-0.048	0.096	0.607	Crawford ve Barnes (1970)
-0.050	0.103	0.604	Warren ve Hesser (1977)
-0.052	0.105	0.599	Olsen (1983) Garrison ve Gray (1994)
-0.053	0.107	0.596	Cousin (1987)
-0.055	0.107	0.603	Olsen (1993)
-0.052	0.104	0.604	Hauck ve Mermilliod (1998)

Çizelge 2.26 89 Cet'in JHKL fotometrik değerleri

<b>J</b>	<b>H</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>Kaynak</b>
4.46	4.51	4.55	4.51	Whitelock vd. (1989)

### 2.3.2 Atmosfer Parametrelerine Ait Çalışmalar

89 Cet yıldızının tayfsal çalışmaları, genellikle moröte bölgede yoğunluk kazanmıştır. Moröte bölge tayfları, anormal bolluk özelliği sergileyen B, Be, Cu, Ga, Hg, Bi gibi kimyasal tuhaf yıldızların bilgisine ulaşmamızı sağlar. Böyle yıldızlara ait bolluk çalışmalarında 89 Cet genellikle “normal” olarak sınıflandırılarak karşılaştırma/standart yıldız olarak ele alınmıştır.

Sıcak yıldızlar için Paschen sürekliliğinin eğimi ( $\theta_{e,c}$ ) ve/veya Balmer düşmesinin boyutu ( $\theta_{e,D}$ ) etkin sıcaklık hesabında kullanılır. Wolff vd. (1968), 89 Cet için  $\theta_{e,c} = 0.4$ ,  $\theta_{e,D}=0.36$  olarak hesaplamıştır.

89 Cet yıldızının literatürde yer alan atmosfer parametre değerleri Çizelge 2.27'de sunulmaktadır. Wolff vd. (1968) atmosfer parametreleri hesaplarken; gözlemsel enerji dağılımı ile model atmosferden elde edilen kuramsal enerji dağılımlarının normalize değerlerini karşılaştırmıştır. Modellerinde çizgi örtüşmesi modellere dahil etmiştir. Bu özellik, hidrojen süreksizliği yakınında küçük şekil değişikliklerine neden olmuştur.

Norris (1971) çalışmasında LTE model atmosferlerini  $H\gamma$  profiline ve görünür bölgedeki sürekli tayfa uygular. Leckrone, Norris'in çalışmasına benzer bir yöntem ile hesaplama yapmıştır. Underhill vd. (1979) ise LTE model atmosferlerinden tek renk akıları açısız yarıçapı bulmak için kullanarak, akının görülmeyen kısmı için integral hesabı yapmıştır. Seçilen  $\log g$  değerlerinin açısız yarıçap ve etkin sıcaklığa duyarlı olmadığını belirtir. Kontizas ve Theodossiou (1980) görsel bölgeden moröteye kadar olan gözlenen tayfi, yıldızlararası kızılama etkisinden düzelttikten sonra sentetik tayfla birleştirerek B ve erken A yıldızları için deneysel etkin sıcaklıkları hesaplamıştır.

Çizelge 2.27 89 Cet'in atmosfer parametre değerleri

$T_e$ (K)	$\log g$	Kaynaklar
13300	4	Wolff vd. (1968)
13500	3.8	Leckrone (1971)
12700	3.6	Norris (1971)
13256	-	Underhill vd. (1979)
13263	3.9	Heacox (1979)
13000	-	Kontizas ve Theodossiou (1980)
13263	3.65	Adelman (1984)
13200	3.70	Sadakane vd. (1988)
13150	3.85	Adelman (1991)
13100	3.85	Adelman vd. (2002)
12800	3.75	Fossati vd. (2009)

Adelman (1978) Kitt Peak ve Palomar gözlemlerinde 33 adet normal B, A ve F yıldızlarının sürekli enerji dağılımını elde etmiştir. Spektrofotometri yöntemiyle etkin sıcaklık hesabını içeren bu çalışmasında 89 Cet için gözlenen u-b ve b-y indisleri, sırasıyla, 0.703 ve -0.048 olarak verilmektedir. Üretilen model atmosferlerde  $\log g = 4.0$  değeri için yıldızların sıcaklıkları elde edilmiştir (Çizelge 2.28). UVB kaynağı olarak Johnson vd. (1966)'dan alınmıştır. Adelman vd. (2002) tarafından benzer yöntem ile yapılan çalışma sonuçları Çizelge 2.29'de verilmektedir.

Çizelge 2.28 89 Cet'in farklı yöntemlerle hesaplanan etkin sıcaklık değerleri  
(Adelman 1978, Adelman vd. 2002)

<b>(B-V)<sub>o</sub></b>	<b>u-b, b-y</b>	<b>Spektrofotometri</b>
14 000 K	13 300 K	13 250 K

Çizelge 2.29 89 Cet'in spektrofotometri yöntemi ile hesaplanan atmosfer parametreleri  
(Adelman vd. 2002)

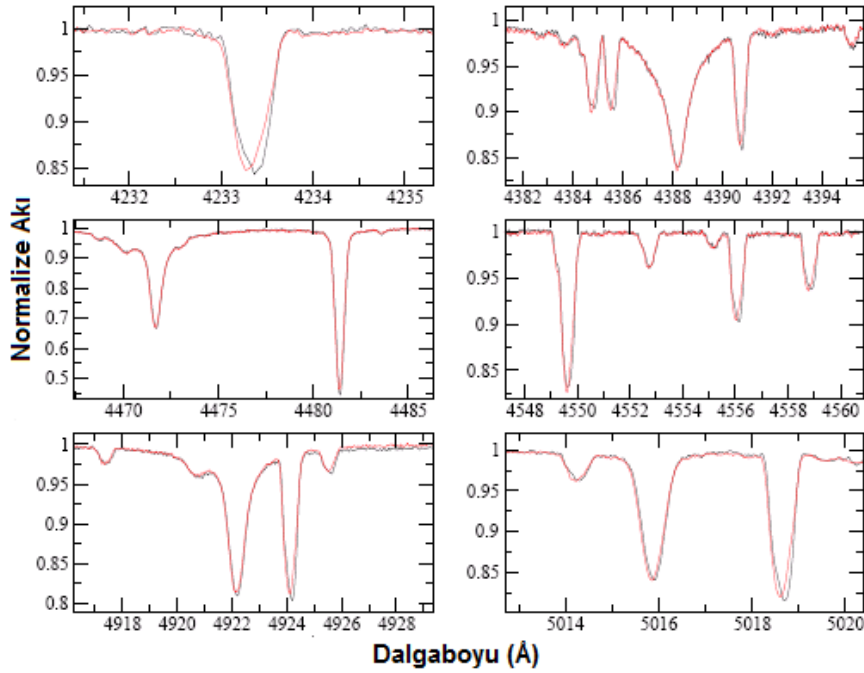
	<b>T<sub>e</sub> (K)</b>	<b>log g</b>
<b>Strömgren uvbyβ</b>	13 174	3.70
<b>Spektrofotometri + Hγ</b>	13 100	3.85

Sargent (1966) tarafından A bileşeni normal B5 V ve B bileşeni bir tuhaf/peküliyer yıldız olan ADS 3910 sistemi tayfsal olarak incelenirken, aynı renge sahip 89 Cet (B7 V) bir karşılaştırma yıldızı olarak yer almıştır. Bu çalışmada Ca II K zayıf ama görülebilen, C II  $\lambda$ 4267 ve Si II güçlü, He I baskın, Balmer çok kuvvetli, Fe II  $\lambda$ 4233 zayıf çizgiler olarak belirtilir. Mg II  $\lambda$ 4481 / He I  $\lambda$ 4471 oranı tayf türünü belirlemede kullanılmıştır. Çalışma içinde 89 Cet gibi bazı B yıldızlarının etkin sıcaklıkları, (B-V)<sub>o</sub> renklerinden  $\theta_e = 0.37$ ,  $\theta_{ion} = 0.36$  olarak ve  $\log g = 4.0$ ,  $\log P_e = 2.6$  parametreleri hesaplanmıştır.

Cenarro vd. (2007) tarafından, yıldız atmosfer parametrelerinin yer aldığı MILES (Medium-resolution Isaac Newton Telescope Library of Empirical Spectra) tayfsal kütüphanede 89 Cet için  $T_e = 13320$  K,  $\log g = 3.64$ ,  $[Fe/H] = 0.03$  değerleri yer alır.

Grunhut (2009), tez çalışmasında (Kanada Queen's Üniversitesi) bazı Herbig Ae/Be yıldızlarının sıcaklık hesabını geliştirmek amacıyla ESPaDOnS (Echelle SpectroPolarimetric Device for the Observation of Stars ) yüksek çözünürlüklü tayflarından yıldızların atmosfer parametreleri elde etmiştir. Gözlemler, R=68000 çözünürlüğe sahip 3700-10500 Å dalgaboyu aralığında 40 adet eşel tayfi içeren 3.6-m Kanada-Fransa-Hawaii teleskobu ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ESO'nun 8.2-m'lik VLT (Very Large Telescop) ile 3450-5900 Å dalgaboyu aralığında ek veriler alınmıştır. İndirgeme ve tayf ölçümleri IRAF programı ile gerçekleştirilmiş, ATLAS9

model atmosferler kullanılarak, VALD (Vienna Atomic Line Database) çizgi listesinden yararlanılmıştır. İncelenen yıldızlar arasında en sıcak, tek çizgili, uzun dönemli bir tayfsal çift olduğu belirtilen 89 Cet için hesaplanan atmosfer parametreleri ve dönme hızı değerleri, sırasıyla,  $T_e = 13000 \pm 400$  K,  $\log g = 4.0$ ,  $\xi = 2$  km/sn,  $v \sin i = 20$  km/sn olarak verilir. Şekil 2.8’de iki farklı gözlem gecesine ait bazı çizgi profillerine ait örnekler görülmektedir.



Şekil 2.8 89 Cet’in ESPaDOnS tayf kesiti (Grunhut 2009)

### 2.3.3 Element bolluk analizlerine ait çalışmalar

89 Cet’in tayf çizgisilerine ait bazı eşdeğer genişlik ölçümleri, ilk kez Wolff (1967) tarafından verilmiştir. Bu çalışmada incelenen Ap ve normal A yıldızlarının atmosfer parametreleri  $\lambda 4000-8000$  Å dalgaboyu aralığındaki gözlenen enerji dağılımlarının teorik modellerle karşılaştırılmasından ve  $H_\gamma$  profillerinden hesaplanmıştır. B3-A8 tayf türü aralığında normal anakol yıldızları ile benzer sonuçlar verildiği görülür. Aynı zamanda, Balmer düşmesinin boyutunun (D), 10 000 K’den daha sıcak yıldızlar için iyi bir sıcaklık ve gerçekte yüzey çekimine duyarsız olduğundan avantajlı bir ölçüt olduğu belirtilmektedir. Model atmosfer hesaplarından elde edilen  $T_e$  ve D arasındaki ilişki,

dikkate alınan modellerin non-LTE veya LTE altında olmasına fazlasıyla bağlıdır. Çalışmada  $B-V < 0$  olan yıldızlar için bütün gözlenen noktalar etkin sıcaklık hesabında kullanılmıştır.  $\theta_e (=5040/ T_e) < 0.6$  olan yıldızlar için yüzey çekim ivmesi hem hidrojen çizgi profillerinden hem de eşdeğer genişliklerden hesaplanmıştır.  $\theta_e=0.44$ ,  $\log g =3.2$  değerine sahip olan 89  $\pi$  Cet'e ait bazı eşdeğer genişlik ölçümleri, Angström (Å) biriminde, Çizelge 2.30'de verilmiştir.

Çizelge 2.30 89 Cet'e ait bazı eşdeğer genişlik değerleri (Wolff 1967)

<b>He I</b> $\lambda 4471$	<b>He I</b> $\lambda 5876$	<b>Mg I</b> $\lambda 4481$	<b>Si II</b> $\lambda 3862$	<b>Si II</b> $\lambda 4131$	<b>Ca I</b> $\lambda 4227$	<b>Ca II</b> $\lambda 3933$	<b>Cr II</b> $\lambda 4588$	<b>Cr II</b> $\lambda 4619$	<b>Mn I</b> $\lambda 4034$
0.305	0.283	0.340	0.124	0.163	-	0.165	<0.041	-	-
<b>Mn II</b> $\lambda 4755$	<b>Fe I</b> $\lambda 4383$	<b>Fe II</b> $\lambda 4508$	<b>Fe II</b> $\lambda 4520$	<b>Ti II</b> $\lambda 4417$	<b>Ti II</b> $\lambda 4501$	<b>Eu II</b> $\lambda 4129$	<b>Eu II</b> $\lambda 4435$	<b>Sc II</b> $\lambda 4246$	<b>Sr II</b> $\lambda 4215$
0.017	-	0.081	0.05	<0.014	<0.033	<0.02	-	<0.014	<0.012

Heacox (1979) tarafından bazı özel ve 6 adet normal yıldızın atmosfer parametrelerini görsel ve moröte tayfları kullanılarak model atmosferler yardımıyla hesaplanmıştır. Kontrol grubundaki yıldızlar arasında 89 Cet de bulunmaktadır. Bu çalışmada 89 Cet için  $T_e = 13100$  K,  $\log g = 3.9$ ,  $v \text{ sini} = 12$  km/sn değerleri elde edilmiştir. Yüzey element bollukları, eşdeğer genişlik ölçümlerinden ve LTE model atmosferler yardımıyla hesaplanmıştır. 89 Cet için mikrotürbülans hızına ait 0 ve 3 km/sn değerleri alınarak elde edilen bolluk değerleri Güneş'teki değerlerle birlikte Çizelge 2.31'de verilmektedir.

Çizelge 2.31 89 Cet'e ait element bolluk değerleri (Heacox 1979)

<b>Element</b>	<b>log (N/H) ξ= 0 km/sn</b>	<b>Güneş</b>	<b>log (N/H) ξ= 3 km/sn</b>
<b>He</b>	11.3	10.8	-
<b>Be</b>	<2.3	1.15	<2.2
<b>C</b>	8.6	8.62	-
<b>Mg</b>	7.4	7.60	7.4
<b>Si</b>	7.6	7.65	7.4
<b>P</b>	<6.4	5.50	<6.4
<b>S</b>	7.3	7.20	-
<b>Ca</b>	6.1	6.35	5.4
<b>Sc</b>	<3.8	3.04	<3.8
<b>Ti</b>	<5.1	5.05	<5.0
<b>Cr</b>	6.6	5.71	5.7
<b>Mn</b>	6.8	5.42	5.5
<b>Fe</b>	8.2	7.50	7.5
<b>Ni</b>	5.9	6.28	5.4
<b>Ga</b>	<5.6	2.8	<5.6
<b>Sr</b>	<3.4	2.9	<3.3
<b>Y</b>	<4.2	2.10	<4.1
<b>Zr</b>	<4.7	2.75	<4.6
<b>Xe</b>	<6.2	3.41	-
<b>Pt</b>	<5.0	1.75	-
<b>Hg</b>	<4.4	1.11	-

Boesgaard vd. (1982) bazı HgMn yıldızı ve normal yıldız için Be II  $\lambda\lambda 3130, 3131$  rezonans çiftinden berilyum elementine ilişkin bollukları hesaplamıştır. Yıldızların etkin sıcaklıkları Relyea ve Kurucz (1978)'un hesapladığı Strömngren  $c_1$  ve  $m_1$  ölçeklerinin karşılaştırılmasından, yüzey çekim ivmesi Balmer çizgi profillerinden bulunmuştur. LTE bolluklarını hesaplamada Kurucz vd. (1974)'un çizgi örtüşmeli model atmosferleri

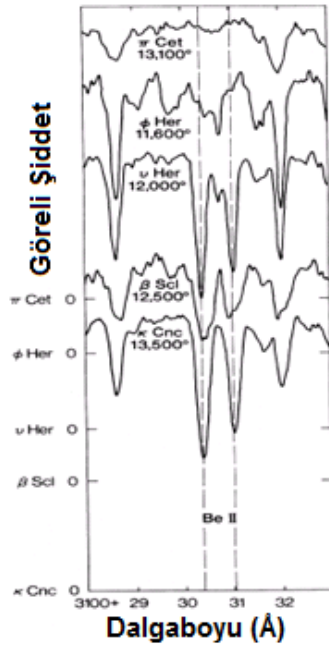


kullanılmıştır. Çizelge 2.32 'de her iki durum için hesaplanan bolluk değerleri verilmektedir.

Çizelge 2.32 89 Cet için LTE ve nonLTE durumda Berilyum bollukları (Boesgaard vd. 1982)

EW( $\lambda$ 3130) (mÅ)	EW( $\lambda$ 3131) (mÅ)	T (K)	log g	v sini (km/sn)	log Be/H +12 (LTE)	log Be/H +12 (NLTE)
$\leq 30$	$\leq 20$	13100	3.9	12	$< 2.4$	$< 2.4$

Çalışmalarının sonucunda Be bolluğunun normal yıldız grubundaki çoğu değere göre bol miktarda olduğu belirtilir. HgMn yıldızlarının %75'i için Be miktarı Güneş'in değerine göre daha boldur ve Heacox (1979)'un değerine yakındır. Şekil 2.9'de bir adet normal ( $\pi$  Cet), dört adet HgMn, üç adet güçlü Be çizgisine sahip yıldızların Be II bölgesinin karşılaştırılması yapılmıştır.



Şekil 2.9 Be II çizgisinin farklı tür yıldızlarda karşılaştırılması (Boesgaard vd. 1982)

Adelman (1984, 1985) tarafından B5-A2 tayf türü aralığındaki 10 keskin çizgili normal yıldızın model atmosferler yardımıyla atmosfer parametreleri ve yüzey element bollukları hesaplanmıştır. Mikrotürbülans hızları Fe I ve Fe II çizgilerinden belirlenmiştir. Çizelge 2.33'de 89 Cet yıldızına ait He, C, N, O, Mg, Si, S, Ca, Ti, Cr, Fe, Ni elementleri için hesaplanan bolluk değerleri sunulmaktadır. 89 Cet yıldızı N, Mg, Si III, S, Cr bakımından Güneş'ten daha fakir iken He, C, O, Si II, Ca, Ti, Fe bakımından zengindir. Adelman (1991) çalışmasında ayrıntılı bolluk analizi yapılan dört yıldız arasında 89  $\pi$  Cet de bulunmaktadır. Reticon tayflarının analizinden bulunan değerler  $T_e = 13150$  K,  $\log g = 3.85$  dir. Mikrotürbülans hızı için Fe I, Fe II ve Cr II çizgilerinden 0 km/sn olarak elde edilmiştir. Radyal hız değeri  $12.38 \pm 1.74$  km/sn olarak bulunmuştur. Çizelge 2.34'da verilmeyen veya farklı değerde olan elementler için bulunan bolluk değerlerini  $\log (Ti II/H) = -7.17$ ,  $\log (Ni II/H) = -5.98$ ,  $\log (Mg I/H) = -4.84$ ,  $\log (Cr II/H) = -6.54$ ,  $\log (Fe II/H) = -4.62$ ,  $\log (Fe III/H) = -4.78$  olarak bulunmuştur. Adelman'ın 1998 yılındaki çalışmasında incelenen yıldızlar ile karşılaştırma amaçlı kullandığı 89 Cet'in ( $T_e = 13150$  K,  $\log g = 3.85$ ,  $\xi = 0$  km/sn) bolluk analizi de güncellenmiştir.

Çizelge 2.33 89 Cet yıldızına ait hesaplanan bolluk değerleri (Adelman 1985, 1998)

Element	Adelman 1985		Adelman 1998	
	89 Cet log N/H	Güneş log N/H	89 Cet log N/H	Güneş log N/H
He I	-1.09	-1.07	-1.07	-1.04
C II	-3.45	-3.33	-3.77	-3.31
N II	-3.87	-4.01	-3.88	-4.01
O I	-3.50	-3.08	-3.30	-3.09
Ne I	-	-4.15	-	-4.15
Na I	-	-5.68	-	-5.68
Mg I	-	-4.38	-	-
Mg II	-4.31	-4.38	-4.52	-4.42
Al I	-	-	-5.81	-5.53
Al II	-	-5.51	-	-5.53
Al III	-	-	-5.32	-5.53
Si II	-4.40	-4.37	-4.52	-4.45
Si III	-4.05	-4.37	-4.99	-4.45
S II	-4.72	-4.77	-4.82	-4.79
Ca I	-	-5.66	-	-
Ca II	-5.93	-5.66	-5.72	-5.64
Sc II	-	-8.96	-	-8.96
Fe II	-	-	-4.62	-4.52
Fe III	-	-	-4.78	-4.52
Ti II	-7.15	-7.02	-	-7.01
V II	-	-7.79	-	-7.79
Cr I	-	-5.88	-	-5.88

Bu tez çalışması sırasında 89 Cet'in literatür bilgileri incelenirken moröte bölgeye ait bazı bolluk çalışmalarıyla karşılaşıldı. Sadakane vd. (1988) tarafından 23 adet keskin çizgili HgMn yıldızı ve B5-A0 tayf aralığında altı adet normal yıldızın IUE tayfları kullanılarak çinko bolluklarını hesaplamışlardır. Etkin sıcaklıkların 15000, 13000, 10000 K ve  $\log g = 4$  değerleri için hesaplanan model atmosferler ile Cu, Zn, Ga

bollukları hesaplanmıştır. 89 Cet için  $W(2062\text{\AA}) = 115 \text{ m\AA}$  eşdeğer genişlik ölçümünden hesaplanan Zn bolluğu +0.5 dex dir.

Cugier ve Hardorp (1988) tarafından A0-B3 türünden 8 anakol yıldızının gözlemsel C I  $\lambda 1657$  ve C II  $\lambda 1335 \text{ \AA}$  çizgileri LTE ve non-LTE koşulları altında incelenmiştir. Önemli farklılıkların hızlı dönen yıldızlar arasında olduğu görüldü. C II ve C I çizgilerinden hesaplanan karbon bollukları Çizelge 2.34’de verilmektedir. C I’nin LTE bolluk değeri C II çizgilerinden bulunan değerden daha az iken, C I’nin non-LTE bolluk değeri C II ile uyumludur.

Çizelge 2.34 89 Cet ‘in karbon bolluğu (Cugier ve Hardorp 1988)

	<b>T<sub>e</sub> (K)</b>	<b>log g</b>	<b><math>\xi</math> (km/sn)</b>	<b>C II rezonans multipleti log N(C/H)</b>	<b>C I <math>\lambda 1657 \text{ \AA}</math> log N(C/H)</b>
<b>LTE</b>	13000	3.5	2	-3.63±0.15	-4.3±0.25
<b>Non-LTE</b>	13000	4.0	2	-3.51±0.20	-3.45±0.25

Roby ve Lambert (1990)’in çalışmasındaki beş adet standart yıldız grubunun içinde yer alan 89 Cet’in Strömngren fotometrisinden elde edilen  $T_e$  ve log g değerleri, sırasıyla, 13150 K ve 3.5 dir. Tayfsal çift olabileceği SB notu ile bildirilen 89 Cet için LTE varsayımında C I, C II, N I ve O I çizgilerinin ortalama bollukları, sırasıyla,  $7.83 \pm 0.22$ ,  $8.42 \pm 0.16$ ,  $7.72 \pm 0.17$  ve  $8.97 \pm 0.07$  dex olarak bulunmuştur. Standart yıldızlar içinde sadece 89 Cet yıldızında her iki C I ve C II çizgilerini gözleyebilmişlerdir. C I zayıf bir çizgi olup, tayf gürültülü olduğu halde C I’den elde edilen bolluk (yaklaşık 0.6 dex)

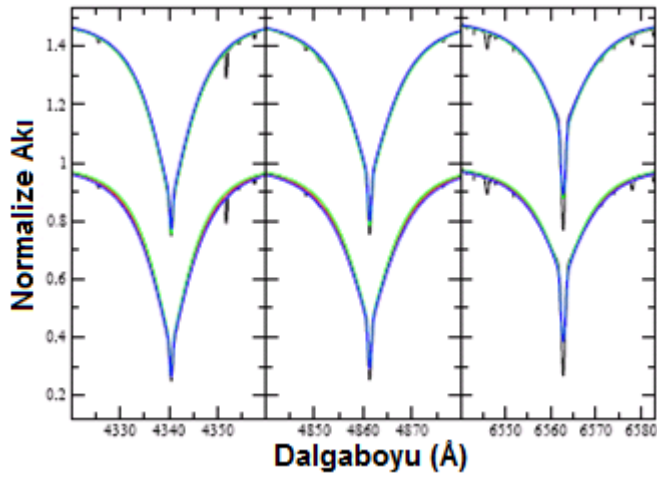
C II’den elde edilenden daha azdır. Anders ve Grevesse (1989) tarafından verilen Güneş’teki bolluk değerleri (8.56, 8.05, 8.93 dex) ile karşılaştırıldığında 89 Cet azot bakımından daha fakir iken karbon ve oksijen Güneş’teki bolluklara yakın değerdedir. 89 Cet, bu üç element bakımından 29 And’a göre daha zengindir.

Acke ve Waelkens (2004) tarafından 24 adet Herbig Ae/Be ve Vega türü yıldızın yüzey kimyası analiz edilmiştir. Daha önce optik bölgede tayfsal yayını bulunmayan birkaç yıldız da içeren çalışmada dönme hızları hesaplanmıştır.

89 Cet, HAEBE grubunda incelenmiş ve bolluklar dört adet O çizgisinden  $[O] = -0.18 \pm 0.03$  dex, bir adet kükürt çizgisinden  $[S] = -0.07$  dex olarak hesaplanmıştır. Anders ve Grevesse (1989)'in Güneş değerleriyle karşılaştırıldığında; dört adet magnezyum çizgisinden  $[Mg II] = -0.11 \pm 0.02$  dex, dört adet silisyum çizgisinden  $[Si II] = +0.05 \pm 0.28$  dex, yedi adet titanyum çizgisinden  $[Ti II] = -0.18 \pm 0.13$ , 29 adet demir çizgisinden  $[Fe II] = -0.26 \pm 0.19$  ve  $[Cr] = -0.21 \pm 0.08$  ve  $[Ni] = -0.10 \pm 0.02$  bolluk farklılıkları bulunmuştur.

89 Cet'e ait en güncel ve ayrıntılı tayfsal çalışma Fossati vd. (2009) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada 2005 yılına ait ESPaDOnS (CHFT) verileri kullanılmıştır. Çalışmalarında yüksek çözünürlüklü ( $R = 65000$ ), yüksek S/G sahip, kimyasal tuhaflık ve fotometrik değişim göstermeyen, LTE analizine uygun yavaş dönen HD 145788 (A1V), 21 Peg (B9.5V) yıldızlarının optik bölge tayfları da incelenmiştir. Fossati vd. tarafından 10 000 - 13 000 K sıcaklık aralığında çalışmanın ideal olduğunu belirtilir. Çünkü böyle yıldızların tayfları şiddetli blend etkisi göstermez. 21 Peg yıldızını incelemek amaçlı yapılan bu çalışmada karşılaştırma yapabilmek için diğer iki yıldız seçilmiştir. 89  $\pi$  Cet yıldızı genç, tek çizgili bir tayfsal çift, kızılöte artık gösteren, Herbig Ae/Be olduğundan şüphe edilen,  $v$  sini değeri  $\sim 20$  km/sn olarak belirtilir. Yıldız, tayfi fark edilir şekilde bileşeni tarafından bozulmadığı için bu çalışmaya dahil edilmiştir. 89 Cet'in etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmesi değerleri Adelman vd. (2002)'nin kullandıkları yöntem olan gözlemsel ve kuramsal  $H_\gamma$  profillerinin karşılaştırılması ile spektrofotometri yöntemlerinden hesaplanmıştır. Sıcaklıktaki belirsizlik  $\pm 200$  K, radyal hızdaki belirsizlik  $\pm 0.5$  km/sn olarak verilir. LTE varsayımı ile hesaplanan bolluk değerleri Asplund vd. (2005)'den alınan Güneş'e ait bolluk değerleri karşılaştırılmıştır (Çizelge 2.35). Tanımlanan bütün elementler için yüzey bollukları genel olarak Güneş'teki değerlere yakın iken, sadece O, Ne, Na, A bakımından belirgin olarak zengindir. İki adet ESPaDOnS tayflarında çizgi profilleri değişim göstermiş;  $H_\alpha$  merkezine yakın bölgede küçük salma benzeri özellik ve yakın kızılötede C I  $\lambda 8335 \text{ \AA} - \lambda 9405 \text{ \AA}$  bölgesinde salma gösterdiği bildirilmiştir. Tayf çizgilerinin değişimi gezegen öncesi diskten gelen yıldız çevresini saran soğurma veya salma olarak açıklanabilmiştir. Diğer bir görüş ise zonklama/pulsasyondur. Radyal hız ölçümlerinin frekans analizi gerçekleştirilmiş ve biri yörünge dönemine rastlayan, diğeri

~2.79 1/gün civarında iki adet frekans kaydedilmiştir. Bu değer tayfsal çift için pulsasyon dönemi ile uygunluk göstermektedir. Bu şekilde pulsasyon, çizgi profil değişimini ve  $H_\alpha$ 'daki küçük salma özelliğini yıldızın etrafındaki diskin varlığı ile açıklanmıştır. Salma halindeki nötr karbon çizgileri ise disk veya non-LTE etkiler ile açıklanmıştır. Yıldızın doğasının daha iyi anlaşılması için non-LTE analizine ve fotometrik gözlemlere ihtiyaç olduğu vurgulanır. Şekil 2.10'de 89 Cet'in  $H_\gamma$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\alpha$  profilleri gösterilmiştir.



Şekil 2.10 89 Cet için  $H_\gamma$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\alpha$  profilleri (Fossati vd. 2009)

Çizelge 2.35 89 Cet için bolluk değerleri (Fossati vd. 2009)

	<b>89 Cet</b> <b>log N/H</b>	<b>Güneş</b> <b>log N/H</b>		<b>89 Cet</b> <b>log N/H</b>	<b>Güneş</b> <b>log N/H</b>
<b>He I</b>	-0.97±0.04	-1.12	<b>P III</b>	-6.19	-6.68
<b>C II</b>	-3.58±0.07	-3.65	<b>S II</b>	-4.78±0.16	-4.90
<b>N I</b>	-4.03±0.13	-4.26	<b>Cl II</b>	-6.95	-6.54
<b>N II</b>	-3.74±0.07	-4.26	<b>Ar I</b>	-4.86±0.24	-5.86
<b>O I</b>	-3.06±0.14	-3.38	<b>Ar II</b>	-5.24±0.19	-5.86
<b>O II</b>	-3.04	-3.38	<b>Ca II</b>	-5.77	-5.73
<b>Ne I</b>	-3.66±0.09	-4.20	<b>Sc II</b>	-9.31	-8.99
<b>Na I</b>	-5.23±0.07	-5.87	<b>Ti II</b>	-7.42±0.08	-7.14
<b>Mg I</b>	-4.27	-4.51	<b>S II</b>	-4.78±0.16	-4.90
<b>Mg II</b>	-4.47±0.16	-4.51	<b>Cr II</b>	-6.41±0.10	-6.40
<b>Al I</b>	-5.57	-5.67	<b>Mn II</b>	-6.50±0.09	-6.65
<b>Al II</b>	-5.73±0.27	-5.67	<b>Fe I</b>	-4.53±0.22	-4.59
<b>Al III</b>	-5.30±0.02	-5.67	<b>Fe II</b>	-4.58±0.14	-4.59
<b>Si I</b>	-4.80	-4.53	<b>Fe III</b>	-4.52±0.10	-4.59
<b>Si II</b>	-4.41±0.20	-4.53	<b>Co II</b>	-6.93	-7.12
<b>Si III</b>	-4.16	-4.53	<b>Ni II</b>	-5.76±0.19	-5.81
<b>P II</b>	-6.38±0.19	-6.68	<b>Sr II</b>	-9.15	-9.12

Takeda vd. (2010) B2-B9 tayf türünden III-V ışınım sınıfına ait 4<sup>m</sup>- 6.5<sup>m</sup> görünür parlaklık aralığında ve keskin çizgili 64 yıldızın, O I  $\lambda$ 6156 ve  $\lambda$ 6158 çizgilerinden oksijen bolluğunu ve Ne I  $\lambda$ 6143 ve  $\lambda$ 6163 çizgilerinden non-LTE varsayımıyla neon bolluğunu hesapladılar. 89 Cet'in de içinde bulunduğu B tayf türünden yıldızlar için ortalama oksijen bolluğu  $\log N/N_H = 8.71 \pm 0.06$  dex ve ortalama neon bolluğu  $8.02 \pm 0.09$  dex olarak hesaplanmıştır. Çalışmada Güneş'in oksijen ve neon bolluk değerleri sırasıyla 8.81 ve 8.09 dır (Anders ve Grevesse 1989). Çizelge 2.36'de bu çalışmanın sonucunda N/H biçiminde O I üçlüsü ve iki adet Ne I çizgisinden 89 Cet için elde edilen değerler verilmiştir.

Çizelge 2.36 89 Cet'in O ve Ne eşdeğer genişlik ve bolluk değerleri (Takeda vd. 2010)

$A^O$	$W^O_{6156-8}$ (mÅ)	$A^{Ne}$	$W^{Ne}_{6143}$ (mÅ)	$W^{Ne}_{6163}$ (mÅ)
8.73	104	8.00	20.9	6.7

### 2.3.4 Dönme Hızı

Literatürde 89 Cet için belirlenen dönme hızı değerleri Çizelge 2.37'da verilmektedir.

Çizelge 2.37 89 Cet'e ait dönme hızı değerleri

Dönme hızı (km/sn)	Kaynaklar
15	Slettebak ve Howard (1955)
13	Leckrone(1971)
18	Day ve Warner (1975)
18	Hoffleit ve Jaschek (1982)
20	Adelman (1991)
25	Glebocki ve Stawikowski (2000)
25	Abt vd. (2002)
21	Fekel (2003)
18	Acke ve Waelkens (2004)
20	Fossati vd. (2009)

Adelman (1991) tarafından keskin çizgili, normal ve geç B tayf türünden dört yıldızın (89 Cet, 134 Tau, 21 Aql ve v Cap) dönme hızları,  $\lambda 4481 \text{ \AA}$  bölgesindeki tayf çizgilerinden hesaplanmıştır. Bu çalışmada 89 Cet'in dönme hızının ortalama değeri 20 km/sn dir.

Fekel (2003) yüksek çözünürlüklü  $\lambda 6430\text{-}\lambda 4500 \text{ \AA}$  aralığındaki KPNO tayflarından 58 adet yıldız ( $v \sin i < 60 \text{ km/sn}$ ) için dönme hızlarını belirlemiştir. A ve erken F yıldızları için  $\lambda 6430 \text{ \AA}$  bölgesinde Fe I, Fe II, Ca I çizgileri kullanılmış, B ve erken A türü yıldızlarda bu çizgilerin dönme hızı belirlenmesinde çok zayıf kaldığı belirtilir. Erken B yıldızlarında Al III, N III, daha geç türlerde daha büyük eşdeğer genişliğe sahip olan Fe II ve Ti II çizgileri kullanılmıştır. Her yıldız için  $\lambda 6430 \text{ \AA}$  ve  $\lambda 4500 \text{ \AA}$  bölgelerindeki



birçok metal çizgisinin FWHM'leri Gauss fiti ve polinom fiti yapılarak hesaplanmış, ortalaması alınmıştır. 89 Cet için  $\lambda 4500 \text{ \AA}$  çizgisinden ölçülen  $v_{\text{siniz}}$  değeri 21.2 km/sn dir.

### 2.3.5 Radyal Hız

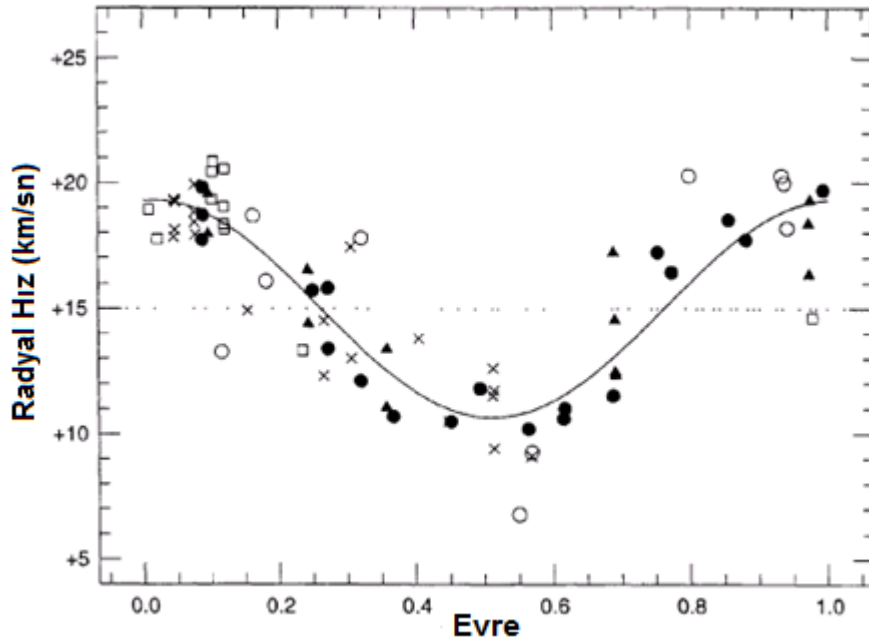
Ayrıca 89 Cet yıldızının radyal hız değerleri Çizelge 2.38 de verilmektedir.

Çizelge 2.38 89 Cet'in radyal hız değerleri

Gözlem tarihi	Hız	Ölçen Araştırmacılar	
1903 Ekim	+7.7	Campbell ve Albrecht (1909)	
1903 Aralık	+11.6		
1905 Ağustos	+20.2		
1906 Ağustos	+15.9		
1906 Eylül	+20		
1906 Eylül	+18		
1908 Ocak	+16		
1915 Ekim	+18.2		Frost vd. (1926)
1915 Aralık	+15.6		
1916 Aralık	+17.3		Campbell (1909) Frost vd. (1926) Campbell (1928) Wilson (1953) Morse vd. (1991) Adelman (1991) Dufлот vd. (1995) Lacy vd. (1997) Wielen vd. (1999) Fossati vd. (2009)
	+15.3		
	+17		
	+15		
	+15.4 ± 1.2		
	+15.4 ± 2.8		
	+12.38 ± 1.74		
	+15.4		
	19±1		
	+15.4		
	12.5 ± 0.5		

89 Cet'in ilk radyal hız gözlemi Lick gözleminde 1903 yılında yapılmıştır. J.H.Moore tarafından radyal hız değişimi olduğu düşünülmüş ve bu değişim Campbell ve Albrecht (1909) tarafından duyurulmuştur. Campbell (1928) ve Frost vd. (1926) değişim genliğinin küçük olduğunu belirtir. Şekil 2.11'de Lacy vd. (1997) tarafından verilen radyal hız eğrisi görülmektedir. Bu eğri, çeşitli gözlemciler tarafından hesaplanan radyal hızlar ve bunlara uygulanan fitlere dayanır. Dolu daireler Fekel'in, açık daireler Campbell (1928) ve Frost (1926), artılar Lacy, üçgenler Mathieu ve Morse'un, kareler

Morrell ve Willmarth'ın gözlemlerini belirtmektedir. Lacy vd. 89 Cet'in radyal hız değişiminin uzun zamandır bilindiğini ancak, uzun yörünge dönemi ve küçük değişim genliği nedeniyle yörünge hesabının zor olduğunu belirtir. Yıldızın yörünge dönemi 7.45 yıl ve yarı genliği 4.3 km/sn dir. Yörünge elemanları Çizelge 2.39'da verilmiştir. Dönme hızı değeri için 450 nm bölgesinden  $19 \pm 1$  km/sn bulunmuştur (Lacy vd. 1997). Daha önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu belirtilmektedir.



Şekil 2.11 89 Cet'in radyal hız değişimi (Lacy vd. 1997)

Lacy vd. tarafından 89 Cet'in yörünge çözümünde ulaştıkları en ilginç sonuç, "böyle uzun dönemli bir çift sistemin dairesel ya da daireye yakın yörüngeye sahip olduğudur. Buna göre, A tayf türünden ve dönemi 10 günden uzun olan çiftler eksenini merkezden geçmeyen yörüngeye sahiptir. 89 Cet anormal bolluk göstermez. Kütle fonksiyonu  $0.023 M_{\odot}$ , dairesel veya daireye yakın yörüngesi olan Baryum yıldızlarına uygun özellikleri vardır. Eğer B türü birinci bileşen  $3 M_{\odot}$  ve ikinci bileşen kütlesi  $0.7 M_{\odot}$  ise beyaz cüce olma ihtimali vardır. 89 Cet sisteminde, dev yıldızın beyaz cüce ikinci bileşeni moröte bölgede belirlendiğinde, B türü birinci bileşenin ışığı bir beyaz cüceyi maskeleyebilir. Bu çalışmanın sonucuna göre "89 Cet, beyaz cüce ikinci bileşene ve dairesel yörüngeye sahiptir" denilebilir ancak şimdilik tek çizgili tayfsal çift olarak yörüngesi hesaplanmıştır".

Çizelge 2.39 89 Cet'in yörünge elemanları (Lacy vd. 1997)

<b>Yörünge elemanları</b>	
<b>P (gün)</b>	2722 ± 14
<b>V<sub>0</sub> (km/sn)</b>	+14.98 ± 0.25
<b>K (km/sn)</b>	4.33 ± 0.25
<b>e</b>	0
<b>asini (AB)</b>	1.08 ± 0.07
<b>f(M)</b>	0.023 ± 0.004
<b>T</b>	2444852 ± 29

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu yüksek lisans tez çalışmasında incelenen 29 And ve 89 Cet isimli yıldızlar ile Yer atmosferindeki oksijen, su buharı ve karbondioksitten kaynaklanan (tellurik) çizgilerden arındırmak için kullanılan Altair yıldızının görünür bölge tayfları, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ndeki (TUG) 1.5-metrelik Rus Türk ortak teleskobuna (RTT 150) bağlı Coude Eşel Tayfçekerisi (CET) kullanılarak gözlemci Dr. Kutluay Yüce tarafından 30 Ağustos 2009 tarihinde elde edilmiştir.

RTT150, Ritchey-Chrétien optik sistemine sahip, Cassegrain ve Coude odaklarında çalışılabilen bir teleskoptur. Coude kamerası olarak  $R = 40\ 000$  ayırma gücüne sahip  $2k \times 2k$  Andor CCD dedektörü kullanılmıştır. Optik ve yakın kızılöte bölgenin  $3800-10000 \text{ \AA}$  dalgaboyu aralığını içeren Andor CCD'nin sağladığı en büyük avantaj sinyal gürültü oranında (S/G) artışa eğilimli olmasıdır. Elektromanyetik tayfin bu aralığı 85 adet eşel tayf order üzerine dağılmış olup,  $3800-8000 \text{ \AA}$  bölgesinde üst üste binen ve  $8000 -10\ 000 \text{ \AA}$  ise küçük aralıklı davranışlar göstermektedir.

29 Cet için 2 adet 1200 sn ve 5 adet 1800 sn, 89 Cet için 5 adet 1200 sn poz süreleri verilerek tayfsal veriler alınmıştır. Her bir yıldız için aynı elektromanyetik tayf bölgesine ait bu eşel tayflar "coaddition" tekniği ile birleştirilerek, bu tez çalışmasında analiz edilen sonuç tayf elde edilmiştir.

#### 3.1 29 And Yıldızının RTT150-CET Gözlemsel Verilerinin İndirgeme İşlemleri

29 And'ın ham tayf indirgemelerinde kullanılan gözlemsel veriler, FITS (Flexible Image Transport System) formatında olup, poz süresi 1200 saniye olan 2 adet ve poz süresi 1800 saniye olan 5 adet olmak üzere toplam 7 yıldız ("object"), 60 bias, 40 flat, 6 Toryum-Argon (Th-Ar) lamba, 5 gökyüzü flat ("skyflat"), poz süresi 1200 saniye olan 10 adet dark ve poz süresi 1800 saniye olan 4 adet dark görüntüleridir. 30 Ağustos 2009 tarihinde alınan 29 And görüntüleri bu çalışma sırasında birleştirme tekniği ile (coaddition) tek boyutlu bir tek sonuç tayf haline getirildi.

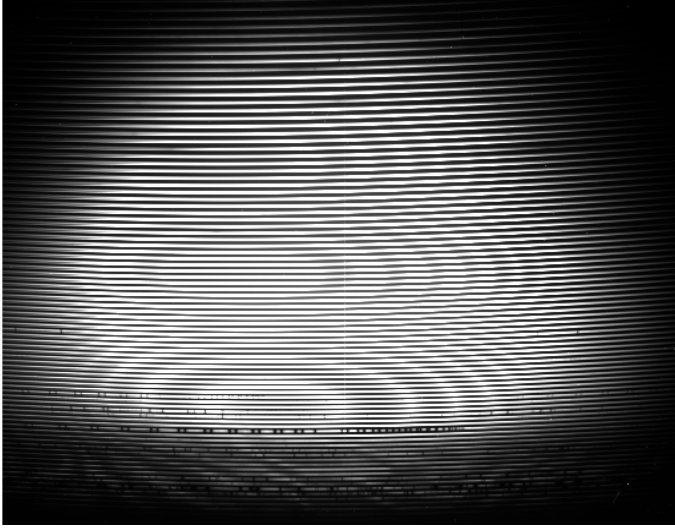
RTT150 CET indirgemesi için IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) programı kullanıldı. Veri indirgeme ve analiz programı olan IRAF, genel amaçlar için 1980’li yıllarda bir grup bilim insanı tarafından Tuscon, Arizona’daki National Optical Astronomy Observatories (NOAO)’de yazılmış ve halen geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Bu tez çalışmasında UNIX benzeri işletim sistemleri için yazılan IRAF 2.14 sürümlü program Linux üzerinde kullanıldı. Programın kendisi, eğitim alıştırılmaları ve metinler ücretsiz olarak resmi internet adresinden “*iraf.noao.edu*” elde edilmiştir.

IRAF kendine özgü program diline CL (*cl*>) sahiptir ve birçok komut (task) içeren paketler ile çalışmaktadır. IRAF’ta bir komut iki yöntem ile uygulamaya konulabilir; birinci yöntem komut satırına doğrudan yazmak, ikinci yöntem “*epar*” komutu içerisinde yer alan parametreleri değiştirip “:*go*” yazılarak çalıştırılmaktır. “*epar*” ve “*help*” komutları parametrelerin ve komutların ne anlama geldiğini, nasıl kullanılacağını öğrenmek için kullanılır. Çalışmamızda “*xgterm*” terminalini açıldıktan sonra “*cl*” komutu ile IRAF 2.14 sürümü çalıştırıldı.

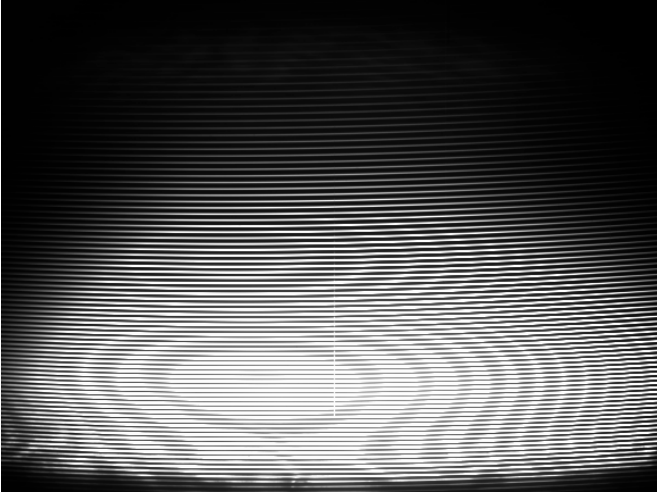
Bu bölümde, eşel tayf indirgemeleri sırasında gerçekleştirilen işlemler ayrıntılı olarak verildi.

İlk olarak bütün verilerin başlıkları “*imhead*” komutu ile incelendi (Çizelge 3.1). Başlıklarda dedektör, gözlemevi ve yıldız bilgileri yer alır. Eğer gerekli ise “gözlemevi adı, dispersiyon eksen, görüntü türü, poz süresi, evrensel zaman” gibi başlıkta yer almayan önemli anahtarlar “*hedid*” komutu ile görüntü başlıklarına eklenir. Jülyen günleri “*noao.astutil.setjd*” komutu ile hesaplanır (Çizelge 3.1 ve 3.2’de “(1)”). Görüntülere en bilinen CCD görüntü sağlayıcı SAO ds9 ile “*display*” komutu ile bakılarak (Şekil 3.1), ayrıca “*imexamine*” ve “*implot*” komutları yardımıyla inceleyerek görüntü kesilme (trimming) işlemine gerek olmadığı belirlendi. “*noao.imred.ccdred*” paketindeki komutlar, veri kalitesini iyileştirmek ve kozmik ışın etkisinden arındırmak için görüntüleri birleşme işlemine kullanıldı. 60 adet “*Bias*” verilerini “*zerocombine*” komutu ile birleştirip tek master bias görüntüsü elde edildi. “*Zero.fits*” isimli görüntü incelendiğinde satırda hiç bir değişim göstermez ve elektriksel gürültünün derecesini veren görüntüdür. Aynı yöntem ile 40 adet flat, 5 skyflat ve toplam 14 dark görüntüleri

için “flatcombine” ve “darkcombine” komutları ile birleştirme işlemi yapıldığında “Flat.fits, SkyFlat.fits, Dark1200.fits, Dark1800.fits” görüntüleri elde edildi (Şekil 3.2).



Şekil 3.1 29 And yıldızına ait ham görüntü



Şekil 3.2 Birleştirilmiş master flat görüntüsü (Flat.fits)

### Çizelge 3.1 29 And ham görüntü başlığına örnek

```

29_And_1800_0001.fit[2048,2048][real]: 29_And
No bad pixels, min=0., max=0. (old)
Line storage mode, physdim [2048,2048], length of user area 2673 s.u.
Created Sat 00:03:17 05-Dec-2009, Last modified Sat 00:16:15 05-Dec-2009
Pixel file "29_And_1800_0001.fit" [ok]
EXTEND =          T / File may contain extensions
ORIGIN = 'NOAO-IRAF FITS Image Kernel July 2003' / FITS file originator
DATE   = '2009-12-04T22:03:17' / Date FITS file was generated
IRAF-TLM= '00:16:15 (05/12/2009)' / Time of last modification
OBJECT = '29_And ' / Name of the object observed
COMMENT FITS (Flexible Image Transport System) format defined in Astronomy and
COMMENT Astrophysics Supplement Series v44/p363, v44/p371, v73/p359, v73/p365.
COMMENT Contact the NASA Science Office of Standards and Technology for the
COMMENT FITS Definition document #100 and other FITS information.
HEAD   = 'DV436 ' / Head model
ACQMODE = 'Single Scan' / Acquisition mode
READMODE= 'Image ' / Readout mode
IMGRECT = '1, 2048, 2048, 1' / Image format
HBIN   =          1 / Horizontal binning
VBIN   =          1 / Vertical binning
SUBRECT = '1, 2048, 2048, 1' / Subimage format
XTYPE  = 'Pixel number' / Calibration type
XUNIT  =          0 / Type of system
TRIGGER = 'Internal' / Trigger mode
CALIB  = '0,1,0,0' / Calibration
EXPOSURE= 1.800000E+03 / Total Exposure Time
TEMP   = -6.000000E+01 / Temperature
READTIME= 3.200000E-05 / Pixel readout time
OPERATN =          4 / Type of system
OBSERVAT=          tug /National Observatory of Turkey (1)
LOCATION= L:2h01m20s, Phi:36d49m30s
TELESCOP= Russian-Turkish 1.5-m Telescope (RTT150)
INSTRUME= ANDOR CCD DV436
PI     = 'K.Yuce'
OBSERVER= 'K.Yuce, I.Khamitov'
DATE-OBS= '2009-08-30' / [YYYY-MM-DD] Observation start date
TIME-OBS= '23:20:08.000' / [hh:mm:ss] Observation start time
EXPTIME = 1800 / [sec] Exposure
IMAGETYP=          object (1)
FILTER  =
ZENITH  = 3.3 / [deg] Telescope Zenith
AIRMASS = 1.0016569
AZIMUTH = 337.0 / [deg] Telescope Azimuth
RA     = '00:36:53.000' / Right Ascension
DEC    = '33:43:09.000' / Declination
EPOCH  = 2000 / Epoch
ST     = '00:31:13.426' / Siderial Time
JD     = 2455074.48273148 / Julian Date (1)
FOCUS  = 20.000 / Telescope focus
TELTEMPR= 14.3 / [C dg] Temperature of Telescope Construction
DOMTEMPR= 11.3 / [C dg] Temperature under the Dome
AIRTEMPR= 11.2 / [C dg] Air temperature
PRESSURE= 757.0 / [mB] Air Pressure
HUMIDITY= 58.0 / [%] Humidity
DEWPOINT= 3.3 / [%] Dew Point
WINDDIR = 180.0 / [dg] Wind Direction
WINDSPED= 2.8 / [m per sec] Wind speed
DETECTOR= 'Andor-DW436' / Andor CCD Model
GAIN    = 1.8 / e per ADU
RDNOISE = 2.0 / e readout noise
UT     = '23:20:08.000'(1)
HJD    = 2455074.48639033(1)
LJD    = 2455074. (1)

```

Tüm bu işlemlerden sonra ön indirgeme olarak da adlandırılan CCD indirgemesinin ilk adımı gerçekleştirildi. Ortalama değeri 240 olan Zero, görüntü türü object, flat, dark, comp olan bütün verilerden çıkartıldı. Bilimsel görüntülerimiz ile yakın UT zamanlı iki lamba verisi seçildi.

Aynı pakette bulunan “ccdproc” komutu ile ön indirgeme gerçekleştirildi. 29 And “object”leri girdi parametresi olarak verilerek “dz\_object.fits” isimli yeni görüntüler oluşturuldu.

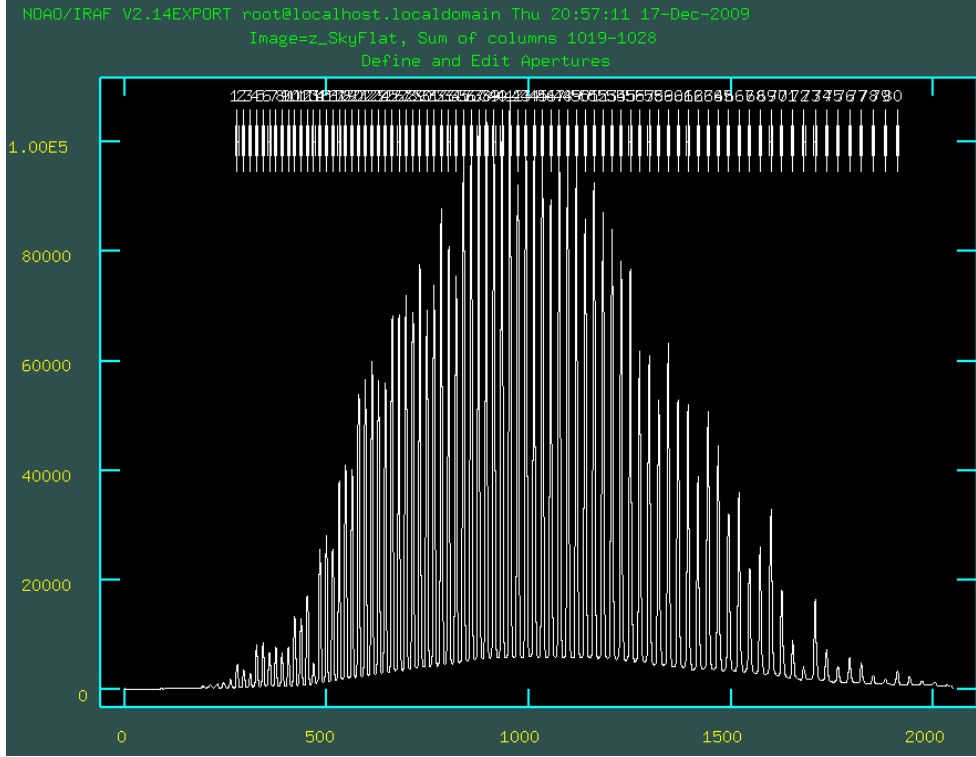
Bilimsel görüntünün poz süresi ile dark görüntülerinin aynı olmasına dikkat edildi. “z\_Flat.fits, z\_SkyFlat.fits, z\_thar\_0023.fits, z\_thar\_0101.fits” görüntüleri aynı yolla elde edildi.

Zero düzeltmesi, Dark görüntüleri üzerinde otomatik olarak gerçekleşir. Çalışmamızda flat ve lamba türü görüntüler için dark düzeltmesi işlemi gerçekleştirilmedi. Bu işlem sonunda yapılanlar Çizelge 3.2’de “(2)” olarak gösterildi. Yapılan işlemleri belirtmenin diğer yolu olarak görüntü isimlerinin başına, işlemlerin ilk harflerini koyarak yeniden isimlendirme yapmaktır.

Her piksel, üzerine düşen ışığa eşit yanıt vermez. Tayfsal gözlemlerde elde edilen master flat görüntüsü bilimsel verilere doğrudan bölünemez. Amaç tüm görüntüye karşılık 1.000 ortalama değeriyle bir düz alan elde etmektir. Bu nedenle düz alan (flat flating) düzeltmesi CCD indirgemesinin önemli bir adımındır. Çok açıklıklı tayflarda tayfın bulunduğu bölgeyi belirlemek problem olabildiğinden, işlemi dikkatle yapmak gerekmektedir. IRAF programı ile eşel tayfların indirgenmesinde kullanılan “noao.imred.echelle” paketi içinde bulunan “apall” komutu, veriden açıklık bulan, boyutlandırır, fit belirleyen, açıklıklara tanımlama yapan ve tayf çıkarma işlemi gerçekleştiren çoklu tayf komutudur. Program, açıklıkları otomatik bulur ama kullanıcı açıklıklar üzerinde elle ekleme ve silme işlemi yapabilmektedir. Açıklık belirlemede bilimsel görüntü veya SkyFlat görüntüsü kullanımı tercihe bağlıdır. Bu tez çalışmasında “z\_Flat.fits” normalizasyonu için yarım açıklıkları dikkate almayarak “z\_SkyFlat.fits”

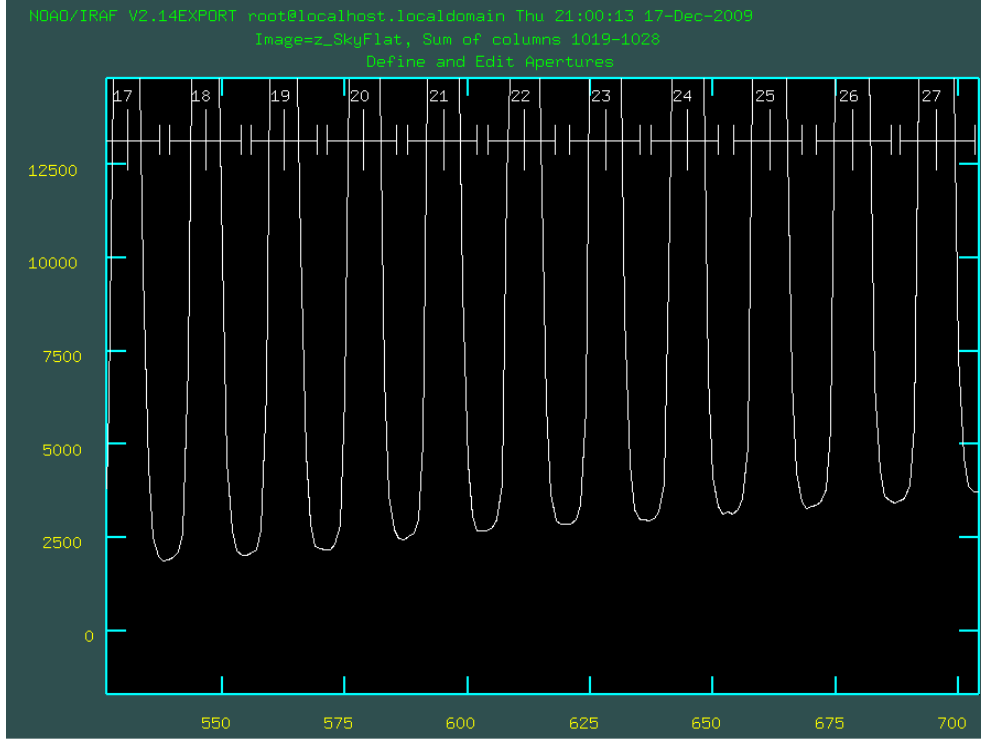


için 80 açıklık belirlendi. Amacımız her açıklık için referans konum olacak şekilde doğru tanımlama yapmaktır. (Şekil 3.3 ve 3.4).

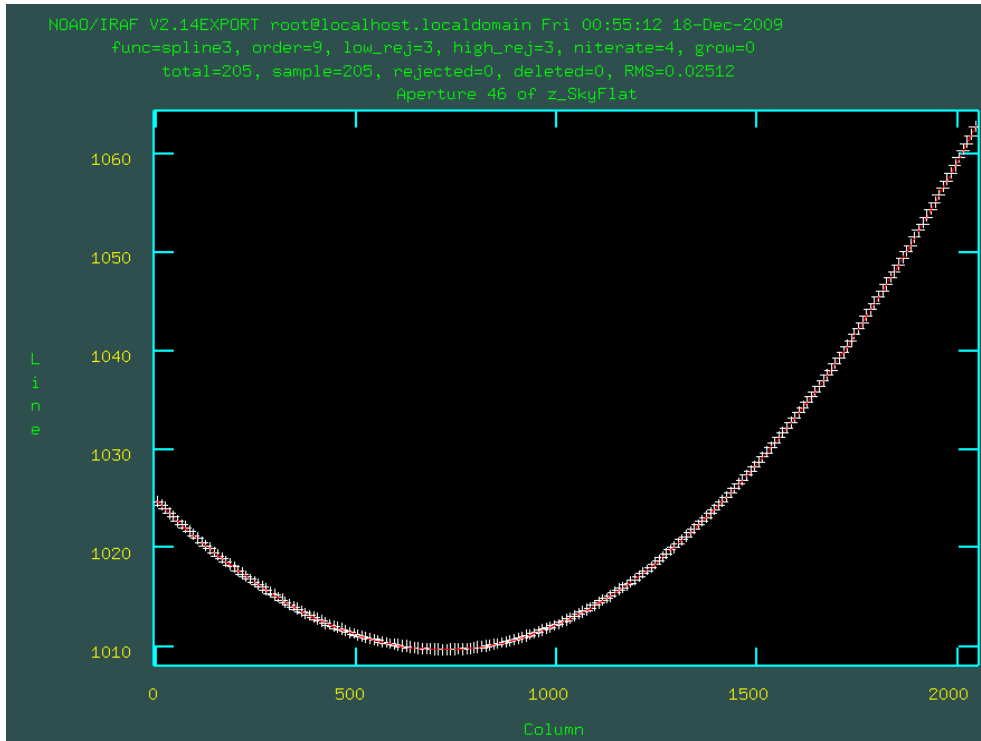


Şekil 3.3 z\_SkyFlat.fits için apall taskı çalıştıktan sonra açıklıklar

Açıklıkların kırmızı bölgede daha yakın, mavi bölgede daha ayırık olduğu görülür. Ayarlamalar yapıldıktan sonra açıklığın görüntü boyunca konumunun belirlenmesi işlemi olan 'trace' adımına geçilir. Birçok açıklık için fit fonksiyonları uyumlu olsa da bazıları için uyum göstermedi, böyle durumlarda grafik üzerinde bazı parametreleri değiştirilerek düzeltmeler yapıldı. Amaç ortalama karekök (RMS) değerini her order için 0.2 değerinin mümkün olduğunca altında tutmaktır (Şekil 3.5). "apall" ile yapılan işlem sonunda z\_SkyFlat.fits için belirlenen açıklıkların bilgileri aynı dizindeki "database" alt dizinine yazıldı.

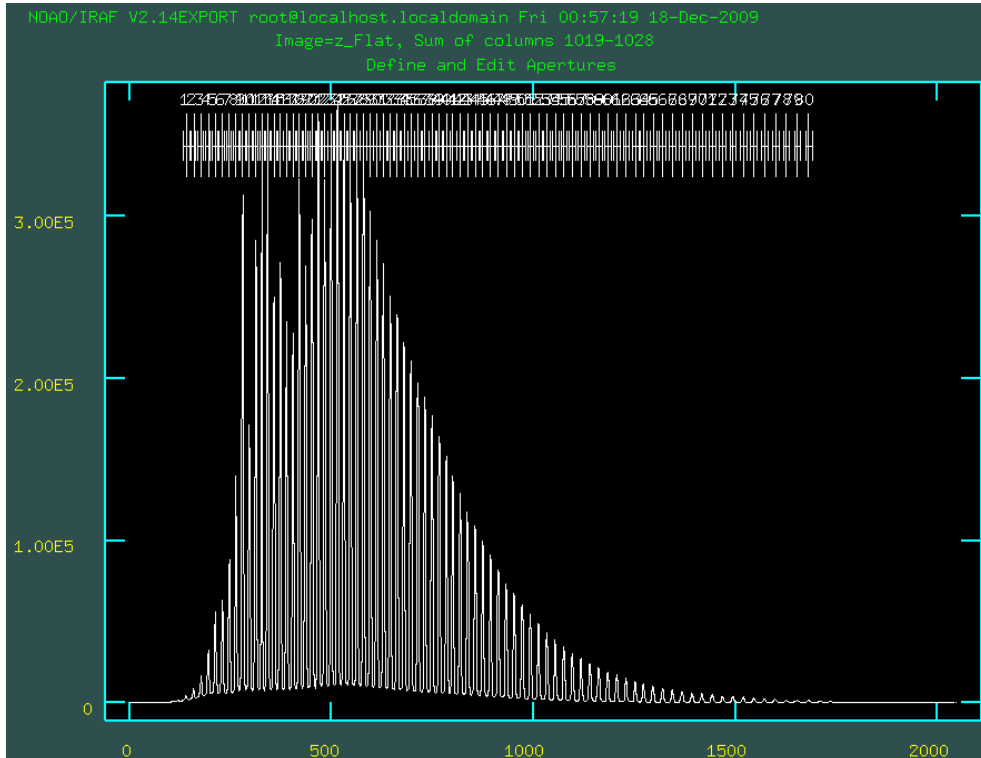


Şekil 3.4 z\_SkyFlat.fits için açıklıkların boyutlandırılması

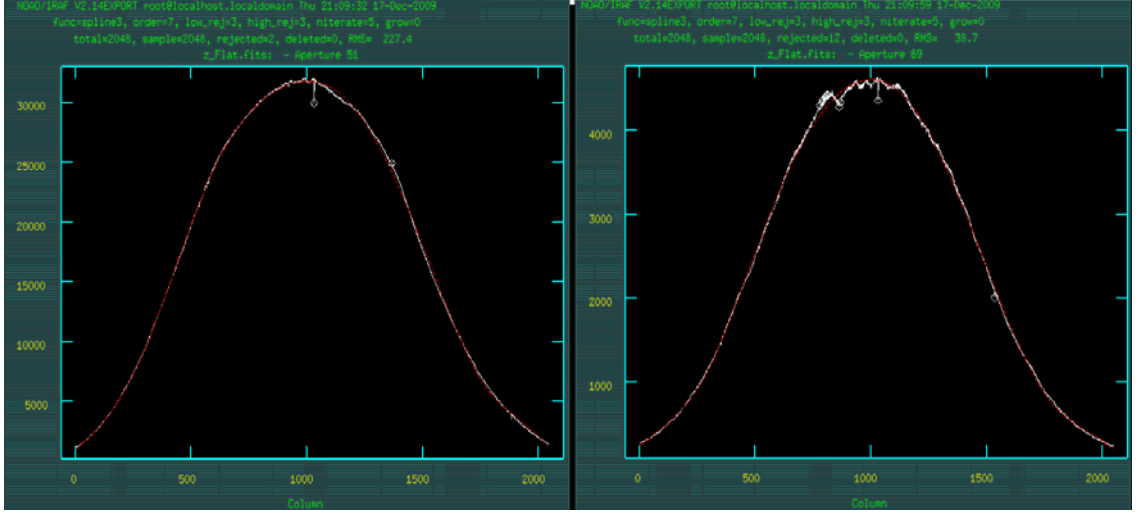


Şekil 3.5 z\_SkyFlat.fits'de 46. açıklık için fit örneği

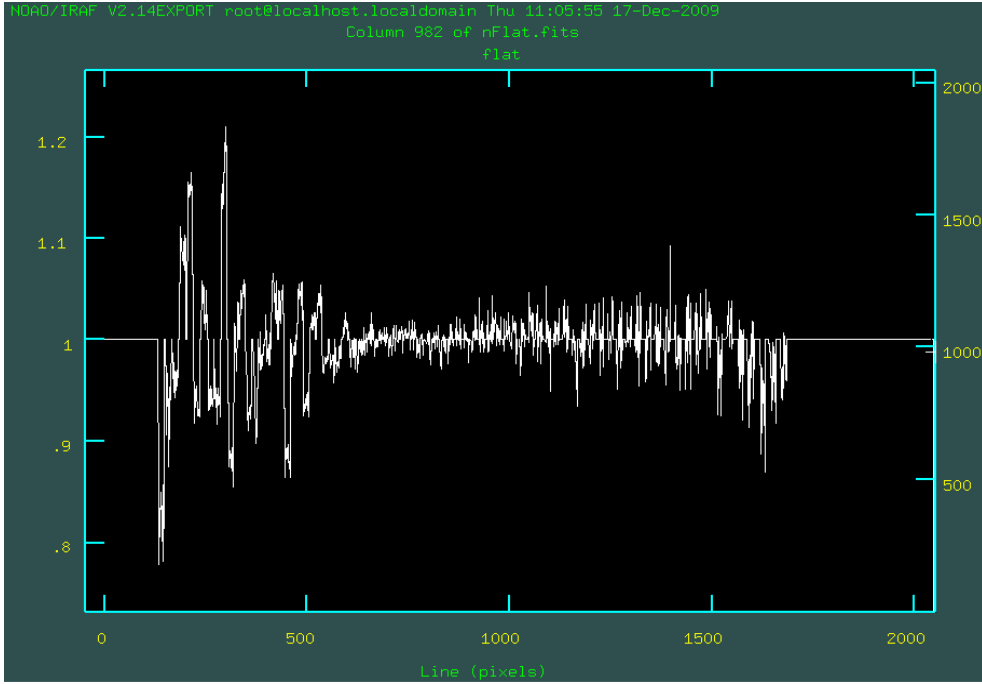
Açıklıklar içindeki kalan flat sayımlarının doğrudan normalizasyonu için “noao.imred.echelle” paketi içindeki “apflatten” komutu kullanılmaktadır. Daha önce belirlenen açıklıkları veritabanına yazılan z\_SkyFlat.fits burada referans olarak kullanıldı. Program, referanstan açıklık bilgilerinin konum ve büyüklüklerini dikkate alır. “z\_Flat.fits” görüntüsü incelendiğinde bazı açıklıkların az seviyede olduğu görülür, bu halojen lambanın kısa dalgaboyundaki az şiddetinden kaynaklıdır. Fit işleminde amaç pikselden piksele değişimi modellemek değil, genel değişime uyum sağlamaktır. Sonuçta normalize düz alan görüntüsünü ifade eden “nFlat.fits” elde edildi (Şekil 3.6 ve 3.7). “implot” komutu ile nFlat görüntüsü incelendiğinde piksel değerlerinin 1 etrafında dağılması işlemin doğru gerçekleştiğini gösterir (Şekil 3.8).



Şekil 3.6 apflatten komutu çalıştıktan sonra nFlat.fits açıklıkları



Şekil 3.7 apflatten komutunda nFlat.fits’de 51.ve 69. açıklıklar için fit örnekleri

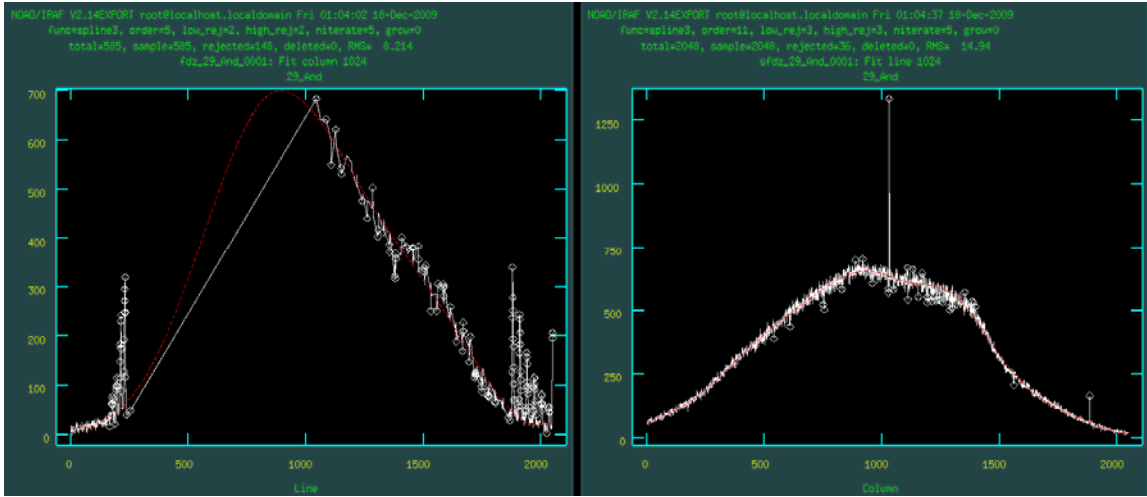


Şekil 3.8 implot komutu ile normalize flat grafiği

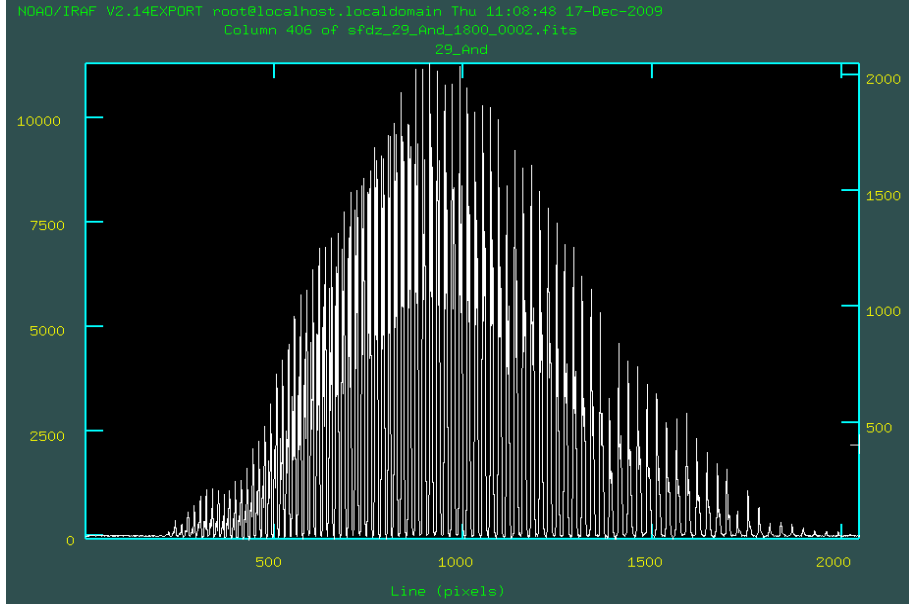
nFlat.fits için CCDMEAN başlık anahtarı 1.003659 olup, bu değer “hedit” komutu yardımıyla 1’e eşitlenmelidir (Çizelge 3.2’de “(3)”). Çünkü “ccdproc” komutu, bu değeri düz alan düzeltmesinin ortalaması olarak ölçeklendirme işlemi yapar. Bilimsel görüntüleri normalize flat’e bölme işlemi “ccdproc” komutu ile gerçekleştirilir. Bu işlemlerin sonunda “fdz\_objects.fits” olarak adlandırılmış yeni görüntüler elde

edildi. Böylece gerçekleştirilen bütün temel CCD ön indirgeme işlemleri başlığa eklendi (Çizelge 3.2’de “(3)”).

Oluşan fdz\_objects görüntülerinden saçılmış ışık etkisi “noao.imred.echell” paketindeki “apscatter” komutu ile çıkarıldı. Çünkü apall komutunda gökyüzü çıkarma işleminin gerçekleştirilmemesi tercih edildi. Ayrıca bilimsel görüntülerden herhangi birini implot komutu ile incelediğimizde özellikle açıklıkların altındaki kısımlarının şiddet farkından kaynaklanan eğri yapısı bu etkiyi çıkartmamız gerektiğini gösterdi. Referans parametresi olarak bir kez daha z\_SkyFlat.fits ve girdi parametresi olarak bilimsel görüntüleri kullandık. Açıklıkların yeterince büyük seçilmesine dikkat edildi. Fit işlemi yukarıda apall komutunda dikkat edilmesi gerektiği gibi yapıldı (Şekil 3.9 ve 3.10). “sfdz\_object.fits” olarak isimlendirdiğimiz yeni görüntülerimizde saçılmış ışık etsinin giderilip giderilmediğini kontrol etmek için yeniden “implot” komutu ile inceleme yapıldı. Şekil 3.10’da dikkat etmemiz gereken açıklıkların alt kısımlardaki düzgünlüğün sağlanmasıdır (Çizelge 3.2’de “(4)”).

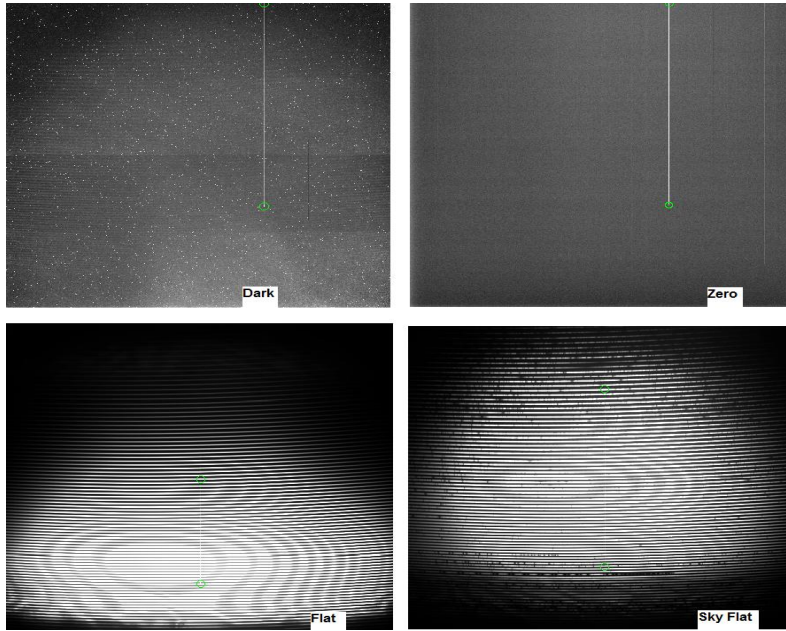


Şekil 3.9 apscatter komutu çalıştıktan sonra yapılan fitler



Şekil 3.10 29 And için saçılmış ışık etkisi giderilmiş bir yıldız grafiği

Yıldız, zero, dark, flat, skyflat görüntülerini “imexamine” komutu ile incelediğimizde kötü kolonlar olduğu görüldü (Şekil 3.11). Bu etkiden kurtulmak için kötü piksellerin konumları dikkatlice belirlenerek “X1. X2. Y1. Y2.” şeklinde metin dosyalar oluşturulur ve “ccdproc” komutunda “fixfile” parametresine girdi olarak tanıtılır.



Şekil 3.11 29 And gözlem verileri için kötü piksel konumları

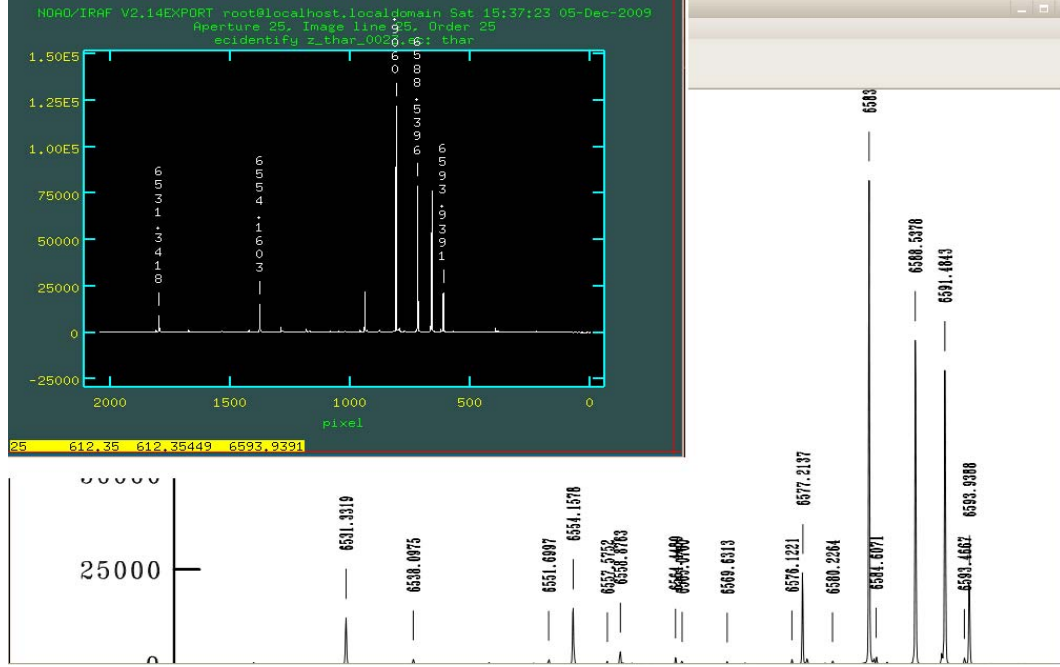
Harici etkilerin giderildiği bilimsel görüntülerden tayfin çıkarımı tekrar “apall” komutu ile gerçekleştirilir. Önemli parametrelerden “extract=yes” olarak düzenlenir. z\_SkyFlat.fits için belirlenen açıklıkları aynen korumaya dikkat edilmelidir. Her order için fitin RMS değeri 0.2’den küçük olarak ayarlandı. Bu işlem sonunda veri tabanına 80 tane açıklıklar için yeni bilgiler yazıldı ve “bsfdz\_object.ec.fits” isimli tayf verileri elde edildi.

Referans olarak verilen ve açıklıkların tanımlı olduğu z\_SkyFlat.fits görüntüsünü kullanarak aynı açıklıklar içerisinde kalan z\_thar.fits lamba görüntülerinden tayf çıkartma işlemi için apall komutu kullanılır. Bu işlem sonunda lamba görüntüler için bulunan açıklık verileri aynı dizinde altdizin olarak oluşan veritabanı içine yazıldı ve “z\_thar\_0023.ec.fits ve z\_thar\_0101.ec.fits” tayfları oluştu.

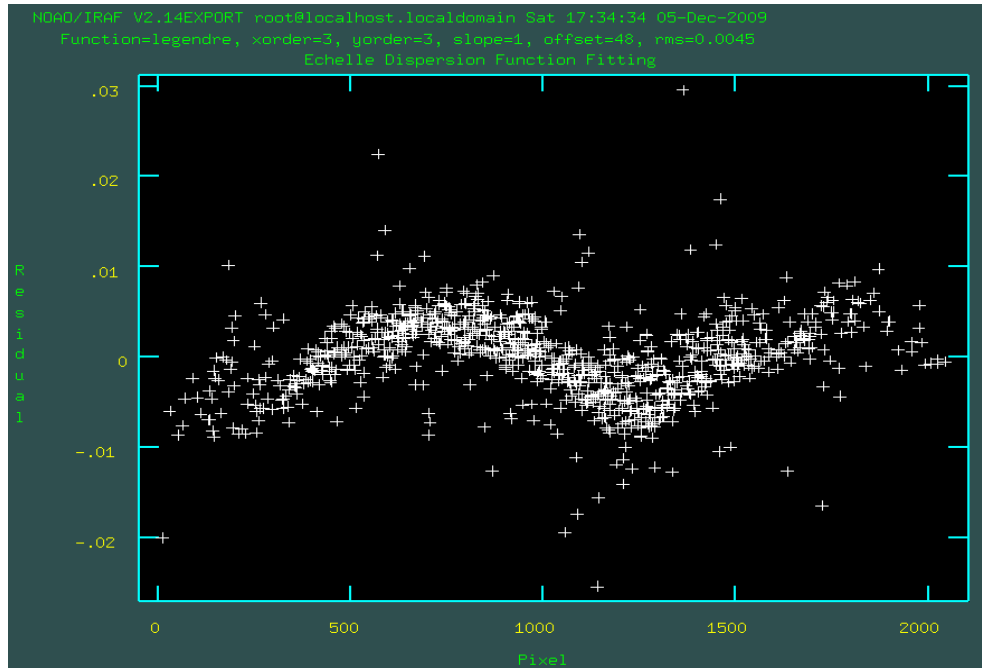
Eşel tayflarının orderları “noao.imred.echell” paketi içindeki “splot” veya “specplot” komutları ile görüntülenip, incelenme yapılabilir. “specplot” komutu ile bütün orderlar bir arada görülebileceği gibi tek tek yakınlaştırma işlemi gerçekleştirilebilir.

Dalgaboyu kalibrasyonu için gerçekleştirilen bütün işlemler üç adımda verildi. İlk olarak, dalgaboyu ile CCD piksel numaraları arasındaki ilişkiyi sağlamak için Th\_Ar lamba tayfi çizgilerinin ayrı ayrı laboratuvar dalgaboylarının bilinmesi gerekir. Dalgaboyu çözümü için tanımlamaları yaparken RTT150 CES-ANDOR ThAr SPECTRAL ATLAS (B.Gürol, 2009) kaynağı kullanıldı. Karşılaştırma olarak kullanılan lamba tayfinin çizgilerinin belirlenme işlemi “noao.imred.echell” paketi içindeki “ecidentify” komutu ile yapılır. Her eşel order için en az 3-4 çizgi, dalgaboyu değeri Å biriminde olacak şekilde girilmelidir. Eğer bütün veri için çizgi tanımlaması işlemi tamamlandıysa, detektördeki çizgi konumları ile dalgaboyu arasındaki ilişkiyi veren tanımlanmış çizgilere fit fonksiyonu belirlenir. Daha fazla çizgi tanımlamak için grafik ekranı üzerinde RMS değerinin 2-3 katı alınıp “: match number” yazılır. Daha sonra en önemli aşamalardan biri olan “I” tuşuna basılır. Böylece IRAF içerisindeki veritabanında bulunan Th-Ar çizgi listesi kullanılarak otomatik olarak çizgi tanımlaması yapılır. RMS değeri 0.01 olması dalgaboyu çözümünün iyi yapıldığını gösterir. Uzun

süren işlem sonunda z\_thar\_0023.ec.fits için dalgaboyu çözümünü gerçekleştirilmiş olur ve veriler veritabanı içine metin dosyası olarak yazılır (Şekil 3.12, Şekil 3.13).



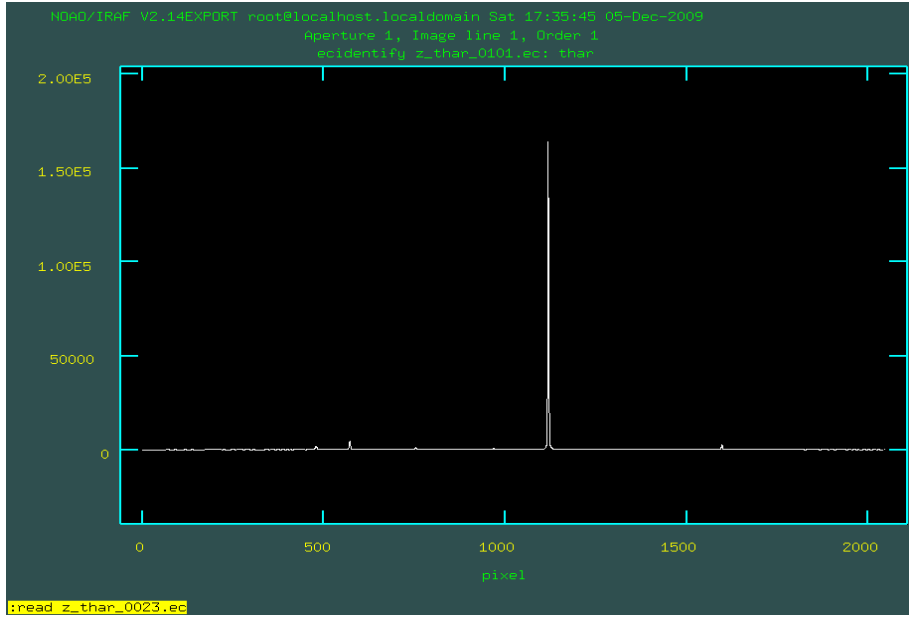
Şekil 3.12 z\_thar\_0023 lambası için ThAr atlası kullanılarak dalgaboyu tanımlaması



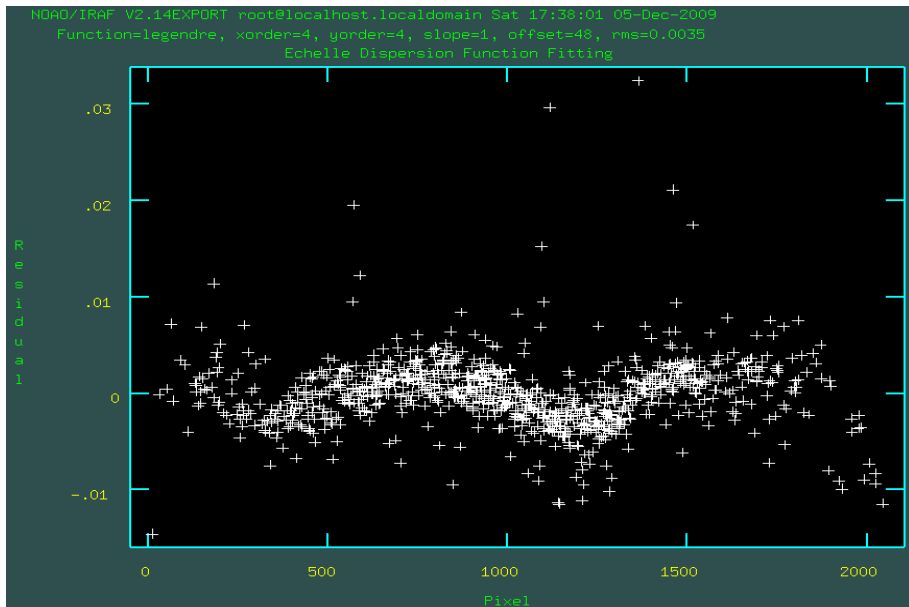
Şekil 3.13 z\_thar\_0023 lambasının dalgaboyu kalibrasyonu fiti



Diğer lamba tayflarının dalgaboyu çözümü komut satırına doğrudan yazılan `>ecidentfy z_thar_0101.ec.fits` komutu ile yapılabilir. Sonra, grafik ekranı üzerinde `:.read z_thar_0023.ec` yazıp, daha önce belirlenen çözümün okunmasını sağlamak yeterlidir. Yapılan dalgaboyu tanımlamaları veritabanı içine yazılır (Şekil 3.14-3.15).



Şekil 3.14 z\_thar\_0101 lambası için reecidentfy komutu ile dalgaboyu tanımlaması



Şekil 3.15 İkinci lamba için dalgaboyu kalibrasyonu fiti

Dalgaboyu kalibrasyonunda ikinci adım olan lamba tayflarının bilimsel tayflarla eşleştirilmesi için “noao.imred.echelle” paketindeki “refspectra” komutu kullanıldı. Komut çalıştırılmadan önce birbiriyle yakın UT değerlerine sahip bsfdz\_object.ec.fits isimli tayfları ve lamba tayflarını içeren “refspectra\_list” oluşturuldu. Komut çalıştıktan sonra en son elde edilen tayf görüntülerinin başlıklarında “REFSPEC1 ve REFSPEC2” anahtarları yer aldı (Çizelge 3.2 “(5)”).

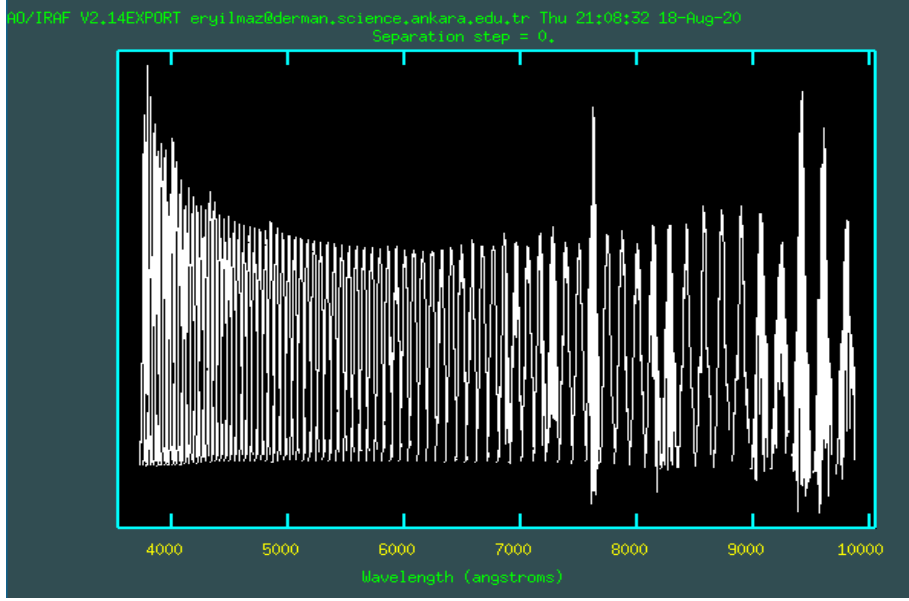
Son adım olarak, “dispcor” komutu, bilimsel görüntülerin başlığında yazılan referans lamba tayflarına göre dalgaboyu çözümünün object tayflarına aktarılması için kullanılır. Bu komut etkileşimli olmadan, otomatik olarak çalışır. “linearize” parametresi ”yes” olarak ayarlanır. Çünkü eğer iki tane Th\_Ar belirlenmiş ise, bilimsel tayfların dalgaboyu ölçeğini doğrusal şekilde en ideal dispersiyon çözümünü bulmak amacıyla interpolasyon yapar. Bu işlem sonunda “wbsfdz\_object.ec.fits” tayfları elde edildi.

Bilimsel tayflarda radyal hızlardaki Güneş merkezli düzeltmeyi hesaplamak için “noao.astutil” paketindeki “rvcorrct” komutu ve Dünya’nın hareketinden kaynaklanan Doppler kaymasını çıkartmak için ise “noao.imred.echelle” paketi içindeki “dopcor” komutları kullanılır. Verilerimiz için sadece rvcorrct kullanıldı ve Çizelge 3.2’de (6) ile gösterildi. Böylece bu tekniklerle 29 And’a ait yedi adet tek boyutlu yıldız tayfı elde edildi: 1800\_1, 1800\_2, 1800\_3, 1800\_4, 1800\_5, 1200\_1, 1200\_2.

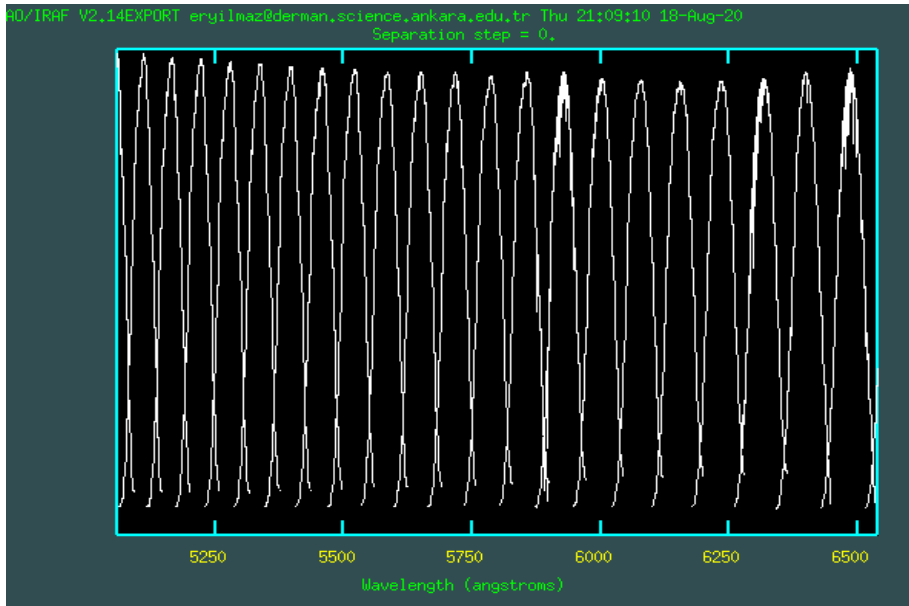
İndirgeme ve dalgaboyu çözümlene işlemlerinin sonunda öncelikle “scombine” ile birleştirme, poz süresi 1200 saniye olan 2 tayf ve poz süresi 1800 saniye olan 5 adet tayf için ayrı ayrı gerçekleştirildi. Daha sonra birleşmiş tayflar (wbsfdz\_29\_And\_1200\_all.ec.fits ve wbsfdz\_29\_And\_1800\_all.ec.fits) kalite ölçümü için karşılaştırıldı. Uzun poz süresi verilerek alınan tayfların daha az gürültüye ve daha belirgin tayf çizgilerine sahip olduğu görüldü.

29 And’a ait mevcut yedi adet tayfın, sinyal gürültü oranını yükseltmek için tayflar (coaddition) birleştirme işlemine tabi tutulup bir tek sonuç tayfı “wbsfdz\_29\_And\_ALL.ec.fits” elde edildi. (Çizelge 3.2’de “(7)”). Bu işlemler sırasında atma ve birleştirme fonksiyonlarına dikkat etmek gerektiği denemeler sonucunda görüldü.

İşlemler bittikten sonra “wbsfdz\_object.ec.fits” tayflarından herhangi birini “specplot” komutu ile incelendiğinde açıklıklar arası çakışma olduğu görüldü. Bu özellik son orderlarda geçerliliğini korumasa da dalgaboyu kalibrasyonun doğru oranda yapıldığını gösterir (Şekil 3.16 ve 3.17). IRAF program ile indirgemesi gerçekleştirilen 29 And yıldızına ait birleştirilmiş tayfin başlık bilgisini çizelge 3.2’de verilmektedir.



Şekil 3.16 specplot komutu kullanılarak wbsfdz\_29\_And\_All.ec.fits tayfına ait 3800-10 000 Å aralığındaki 80 açıklığın tamamı



Şekil 3.17 29 And yıldızının 5200-6500 Å aralığında birleştirilmiş tayfi

Çizelge 3.2 Birleştirilmiş tayf olan wbsfdz\_29\_And\_ALL.ec.fits'a ait başlık bilgisi

```

wbsfdz_29And_ALL_19012010.ec.fits[2051,80][real]: 29_And (7)
No bad pixels, min=0., max=0. (old)
Line storage mode, physdim [2051,80], length of user area 7047 s.u.
Created Mon 16:34:05 04-Apr-2011, Last modified Mon 17:27:36 04-Apr-2011
Pixel file "wbsfdz_29And_ALL_19012010.ec.fits" [ok]
EXTEND = T / File may contain extensions
ORIGIN = 'NOAO-IRAF FITS Image Kernel July 2003' / FITS file originator
DATE = '2011-04-04T13:34:05' / Date FITS file was generated
IRAF-TLM= '2011-04-04T14:27:36' / Time of last modification
OBJECT = '29_And ' / Name of the object observed
COMMENT FITS (Flexible Image Transport System) format defined in Astronomy and
COMMENT Astrophysics Supplement Series v44/p363, v44/p371, v73/p359, v73/p365.
COMMENT Contact the NASA Science Office of Standards and Technology for the
COMMENT FITS Definition document #100 and other FITS information.
HEAD = 'DV436 ' / Head model
ACQMODE = 'Single Scan' / Acquisition mode
READMODE = 'Image ' / Readout mode
IMGRECT = '1, 2048, 2048, 1' / Image format
HBIN = 1 / Horizontal binning
VBIN = 1 / Vertical binning
SUBRECT = '1, 2048, 2048, 1' / Subimage format
XTYPE = 'Pixel number' / Calibration type
XUNIT = 0 / Type of system
TRIGGER = 'Internal' / Trigger mode
CALIB = '0,1,0,0' / Calibration
EXPOSURE= 1.200000E+03 / Total Exposure Time
TEMP = -6.000000E+01 / Temperature
READTIME= 3.200000E-05 / Pixel readout time
OPERATN = 4 / Type of system
OBSERVAT= tug /National Observatory of Turkey (1)
LOCATION= L:2h01m20s, Phi:36d49m30s
TELESCOP= Russian-Turkish 1.5-m Telescope (RTT150)
INSTRUME= ANDOR CCD DV436
PI = 'K.Yuce'
OBSERVER= 'K.Yuce, I.Khamitov'
DATE-OBS= '2009-08-30' / [YYYY-MM-DD] Observation start date
TIME-OBS= '22:30:54.000' / [hh:mm:ss] Observation start time
EXPTIME = 1628.571 / [sec] Exposure
IMAGETYP= object (1)
FILTER =
ZENITH = 13.7 / [deg] Telescope Zenith
AIRMASS = 1.0292106
AZIMUTH = 278.0 / [deg] Telescope Azimuth
RA = '00:36:53.000' / Right Ascension
DEC = '33:43:09.000' / Declination
EPOCH = 2000 / Epoch
ST = '23:31:49.595' / Siderial Time
JD = 2455074.44506944 / Julian Date
FOCUS = 20.000 / Telescope focus
TELTEMPR= 15.2 / [C dg] Temperature of Telescope Construction
DOMTEMPR= 11.4 / [C dg] Temperature under the Dome
AIRTEMPR= 11.4 / [C dg] Air temperature
PRESSURE= 758.0 / [mB] Air Pressure
HUMIDITY= 60.0 / [%] Humidity
DEWPOINT= 3.9 / [%] Dew Point
WINDDIR = 207.0 / [dg] Wind Direction
WINDSPED= 2.2 / [m per sec] Wind speed
DETECTOR= 'Andor-DW436' / Andor CCD Model

```

### Çizelge 3.2 Devami

```

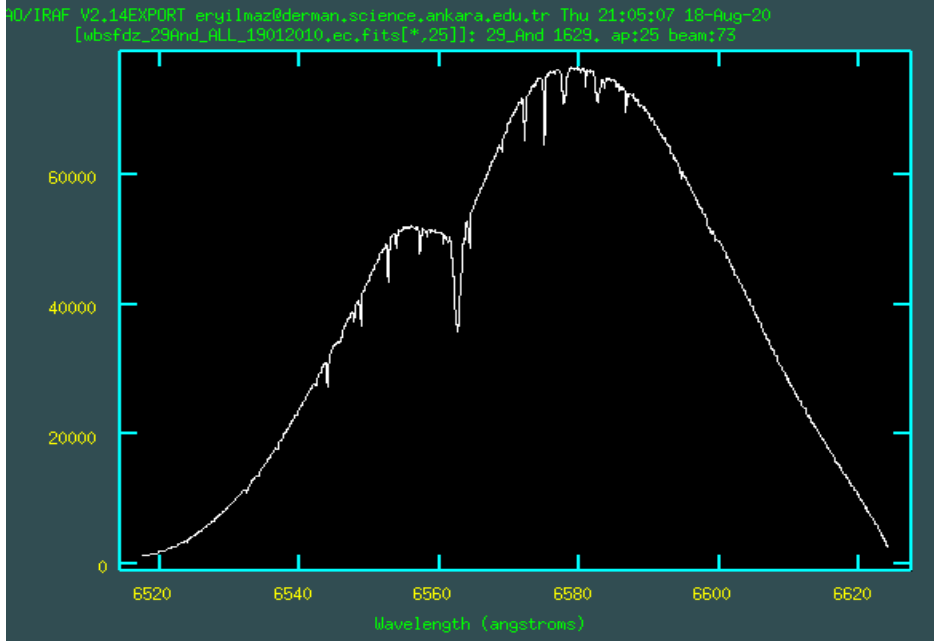
GAIN = 1.8 / e per ADU
RDNOISE = 2.0 / e readout noise
UT = '22:30:54.000' (1)
HJD = 2455074.44178112 (1)
LJD = 2455074. (1)
WCSDIM = 2
LTM1_1 = 1.
LTM2_2 = 1.
WAT0_001= 'system=multispec'
WAT1_001= 'wtype=multispec label=Wavelength units=angstroms units_display=Angst'
WAT2_001= 'wtype=multispec spec1 = "1 49 0 9709.439453125 0.077744775128236 204'
ZEROCOR = 'Jan 19 17:37 Zero level correction image is Zero.fits' (2)
DARKCOR = 'Jan 19 17:37 Dark count correction image is Dark1200.fits with scale' (2)
CCDSEC = '[1:2048,1:2048]'
CCDPROC = 'Jan 19 18:20 CCD processing done' (2)
FLATCOR = 'Jan 19 17:55 Flat field image is nFlat.fits with scale=1.005061' (3)
APSCATTE= 'Scattered light subtracted' (4)
FIXPIX = 'Jan 19 18:20 Bad pixel file is badpix.dat'
BANDID1 = 'spectrum - background none, weights none, clean no'
CTYPE1 = 'MULTISPE'
CTYPE2 = 'MULTISPE'
CDEL1 = 1.
CDEL2 = 1.
CD1_1 = 1.
CD2_2 = 1.
WAT2_002= '8 0. 238.14 252.79" spec2 = "2 50 0 9515.2568359375 0.07619048073400'
WAT2_003= '1 2048 0. 254.86 269.52" spec3 = "3 51 0 9328.689453125 0.0746967742'
WAT2_004= '42794 2048 0. 271.16 285.81" spec4 = "4 52 0 9149.296875 0.073261270'
WAT2_005= '304104 2048 0. 287.25 301.90" spec5 = "5 53 0 8976.6728515625 0.0718'
WAT2_006= '80152357108 2048 0. 303.44 318.09" spec6 = "6 54 0 8810.44140625 0.0'
WAT2_007= '70550557981192 2048 0. 319.18 333.83" spec7 = "7 55 0 8650.255859375'
WAT2_008= '0.069269147685638 2048 0. 335.04 349.69" spec8 = "8 56 0 8495.79101'
WAT2_009= '5625.068033536119932 2048 0. 350.89 365.54" spec9 = "9 57 0 8346.7'
WAT2_010= '4609375 0.066840860863459 2048 0. 366.51 381.16" spec10 = "10 58 0 8'
WAT2_011= '202.8408203125 0.065689690705911 2048 0. 382.20 396.85" spec11 = "11'
WAT2_012= '59 0 8063.8134765625 0.064577163226673 2048 0. 397.56 412.22" spec1'
WAT2_013= '2 = "12 60 0 7929.4208984375 0.063502085750489 2048 0. 413.26 427.92'
WAT2_014= "" spec13 = "13 61 0 7799.4345703125 0.062461834391793 2048 0. 428.81'
WAT2_015= '443.46" spec14 = "14 62 0 7673.6416015625 0.06145521647533 2048 0.'
WAT2_016= '444.37 459.02" spec15 = "15 63 0 7551.841796875 0.060480800790791 20'
WAT2_017= '48 0. 460.00 474.65" spec16 = "16 64 0 7433.8486328125 0.05953644052'
WAT2_018= '2716 2048 0. 475.80 490.45" spec17 = "17 65 0 7319.4858398438 0.0586'
WAT2_019= '2142006595 2048 0. 491.44 506.09" spec18 = "18 66 0 7208.5888671875 '
WAT2_020= '0.057733831140083 2048 0. 507.28 521.93" spec19 = "19 67 0 7101.0024'
WAT2_021= '414062 0.05687271960491 2048 0. 523.23 537.89" spec20 = "20 68 0 699'
WAT2_022= '6.5805664062 0.056036892785173 2048 0. 539.19 553.84" spec21 = "21 6'
WAT2_023= '9 0 6895.1850585937 0.055225396540669 2048 0. 555.18 569.83" spec22 '
WAT2_024= ' = "22 70 0 6796.6870117187 0.054437038196141 2048 0. 571.37 586.02" '
WAT2_025= 'spec23 = "23 71 0 6700.9633789063 0.053670863611383 2048 0. 587.65 6'
WAT2_026= '02.30" spec24 = "24 72 0 6607.8989257812 0.05292591864619 2048 0. 60'
WAT2_027= '4.07 618.73" spec25 = "25 73 0 6517.3842773437 0.052201249160357 204'
WAT2_028= '8 0. 620.57 635.22" spec26 = "26 74 0 6429.31640625 0.05149613954873'
WAT2_029= ' 2048 0. 637.22 651.87" spec27 = "27 75 0 6343.5966796875 0.05080987'
WAT2_030= '4206155 2048 0. 653.97 668.62" spec28 = "28 76 0 6260.1328125 0.0501'
WAT2_031= '41498992428 2048 0. 670.95 685.61" spec29 = "29 77 0 6178.8369140625'
WAT2_032= '0.049490775372496 2048 0. 687.97 702.62" spec30 = "30 78 0 6099.625'
WAT2_033= '9765625 0.048856272136053 2048 0. 705.17 719.82" spec31 = "31 79 0 6'
WAT2_034= '022.419921875 0.048238227818149 2048 0. 722.53 737.18" spec32 = "32 '
WAT2_035= '80 0 5947.14453125 0.047635449743527 2048 0. 740.10 754.75" spec33 = '
WAT2_036= ' "33 81 0 5873.7275390625 0.047047460842086 2048 0. 757.84 772.49" s'

```

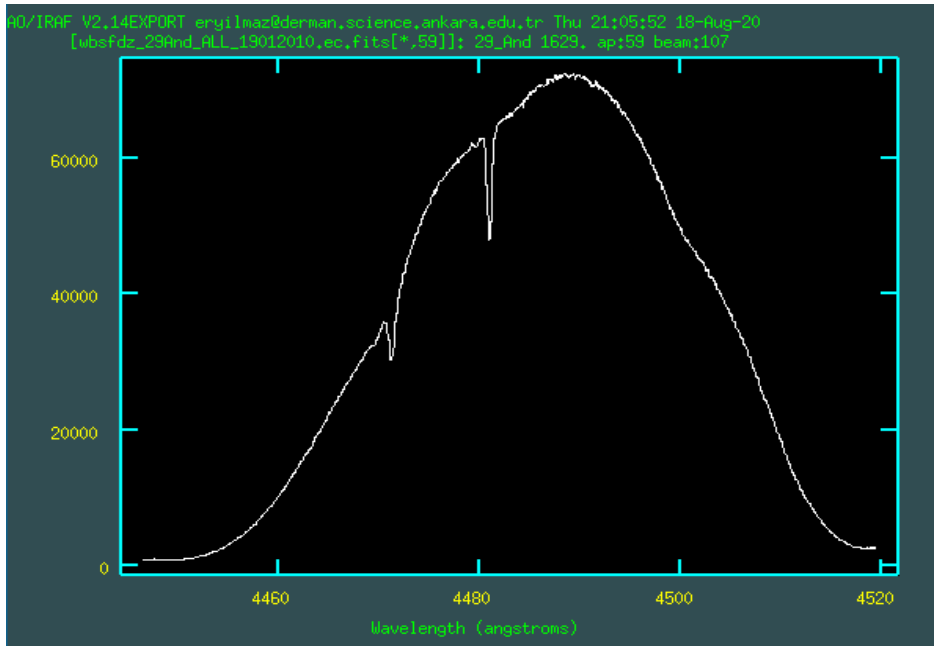
Çizelge 3.2 Devamı

WAT2_037=	'pec34 = "34 82 0 5802.1015625 0.046473784043723 2048 0. 775.70 790.3'
WAT2_038=	'5" spec35 = "35 83 0 5732.2016601562 0.045913942278334 2048 0. 793.7'
WAT2_039=	'6 808.41" spec36 = "36 84 0 5663.9658203125 0.045367458475818 2048 0'
WAT2_040=	' 812.03 826.68" spec37 = "37 85 0 5597.3354492187 0.044833855566072'
WAT2_041=	' 2048 0. 830.39 845.04" spec38 = "38 86 0 5532.2553710937 0.04431217'
WAT2_042=	'9408891 2048 0. 849.02 863.67" spec39 = "39 87 0 5468.6708984375 0.0'
WAT2_043=	'43802907074377 2048 0. 867.86 882.51" spec40 = "40 88 0 5406.5317382'
WAT2_044=	'812 0.043305084422325 2048 0. 886.82 901.48" spec41 = "41 89 0 5345.'
WAT2_045=	'7890625 0.042818472917684 2048 0. 906.03 920.68" spec42 = "42 90 0 5'
WAT2_046=	'286.3959960937 0.042342834025403 2048 0. 925.40 940.05" spec43 = "43'
WAT2_047=	' 91 0 5228.3090820312 0.041877213605276 2048 0. 945.03 959.68" spec4'
WAT2_048=	' 4 = "44 92 0 5171.484375 0.041421850192355 2048 0. 964.88 979.53" sp'
WAT2_049=	'ec45 = "45 93 0 5115.8818359375 0.040956497192383 2049 0. 984.88 999'
WAT2_050=	'.53" spec46 = "46 94 0 5061.4624023438 0.040520429611206 2049 0. 100'
WAT2_051=	'5.10 1019.75" spec47 = "47 95 0 5008.1889648437 0.040093660354614 20'
WAT2_052=	'49 0. 1025.55 1040.21" spec48 = "48 96 0 4956.025390625 0.0396757125'
WAT2_053=	'85449 2049 0. 1046.25 1060.91" spec49 = "49 97 0 4904.9370117187 0.0'
WAT2_054=	'39266586303711 2049 0. 1067.21 1081.86" spec50 = "50 98 0 4854.89208'
WAT2_055=	'98437 0.038865566253662 2049 0. 1088.30 1102.95" spec51 = "51 99 0 4'
WAT2_056=	'805.857421875 0.038472652435303 2049 0. 1109.65 1124.31" spec52 = "5'
WAT2_057=	'2 100 0 4757.8041992188 0.038087606430054 2049 0. 1131.31 1145.96" s'
WAT2_058=	'pec53 = "53 101 0 4710.7021484375 0.037710189819336 2049 0. 1153.15 '
WAT2_059=	'1167.80" spec54 = "54 102 0 4664.5239257812 0.03734016418457 2049 0.'
WAT2_060=	' 1175.22 1189.88" spec55 = "55 103 0 4619.2421875 0.036977291107178 '
WAT2_061=	'2049 0. 1197.54 1212.19" spec56 = "56 104 0 4574.8315429688 0.036621'
WAT2_062=	'332168579 2049 0. 1220.11 1234.76" spec57 = "57 105 0 4531.266601562'
WAT2_063=	'5 0.036272287368774 2049 0. 1242.97 1257.63" spec58 = "58 106 0 4488'
WAT2_064=	'5239257812 0.035929441452026 2049 0. 1266.06 1280.72" spec59 = "59 '
WAT2_065=	'107 0 4446.5805664062 0.035593032836914 2049 0. 1289.38 1304.03" spe'
WAT2_066=	'c60 = "60 108 0 4405.4135742187 0.035263061523437 2049 0. 1313.02 13'
WAT2_067=	'27.67" spec61 = "61 109 0 4365.001953125 0.034939289093018 2049 0. 1'
WAT2_068=	'336.86 1351.51" spec62 = "62 110 0 4325.3251953125 0.034621000289917'
WAT2_069=	' 2049 0. 1360.97 1375.62" spec63 = "63 111 0 4286.3637695313 0.03430'
WAT2_070=	'8433532715 2049 0. 1385.33 1399.98" spec64 = "64 112 0 4248.09765625'
WAT2_071=	' 0.03400182723999 2049 0. 1410.02 1424.67" spec65 = "65 113 0 4210.5'
WAT2_072=	'087890625 0.033700466156006 2049 0. 1434.97 1449.62" spec66 = "66 11'
WAT2_073=	' 4 0 4173.580078125 0.033387809220961 2050 0. 1460.17 1476.89" spec67'
WAT2_074=	' = "67 115 0 4137.29296875 0.033097080511835 2050 0. 1485.60 1501.46'
WAT2_075=	' " spec68 = "68 116 0 4101.6318359375 0.032811117847121 2050 0. 1511.'
WAT2_076=	'38 1528.43" spec69 = "69 117 0 4066.5805664062 0.032529921226818 205'
WAT2_077=	' 0 0. 1537.51 1554.02" spec70 = "70 118 0 4032.1232910156 0.032253609'
WAT2_078=	'802038 2050 0. 1563.76 1579.68" spec71 = "71 119 0 3998.2451171875 0'
WAT2_079=	'031981945270559 2050 0. 1590.45 1606.65" spec72 = "72 120 0 3964.93'
WAT2_080=	'1640625 0.031714808481271 2050 0. 1617.39 1633.62" spec73 = "73 121 '
WAT2_081=	'0 3932.1689453125 0.031452080283065 2050 0. 1644.42 1661.24" spec74 '
WAT2_082=	' = "74 122 0 3899.9431152344 0.031193641524829 2050 0. 1672.22 1686.8'
WAT2_083=	'7" spec75 = "75 123 0 3868.2416992187 0.030939253904344 2050 0. 1700'
WAT2_084=	'08 1714.73" spec76 = "76 124 0 3837.0515136719 0.030674066310976 20'
WAT2_085=	'51 0. 1728.06 1742.72" spec77 = "77 125 0 3806.3603515625 0.03042802'
WAT2_086=	'0198171 2051 0. 1756.54 1771.20" spec78 = "78 126 0 3776.1564941406 '
WAT2_087=	'0.030185785060976 2051 0. 1785.40 1800.05" spec79 = "79 127 0 3746.4'
WAT2_088=	'282226563 0.02994736089939 2051 0. 1814.39 1829.04" spec80 = "80 128'
WAT2_089=	' 0 3717.1645507813 0.029712628620427 2051 0. 1843.79 1858.44"
DCLOG1 =	'REFSPEC1 = z_thar_0023.ec' (5)
VHELIO =	18.4560754294407 (6)
VLSR =	21.9380688736413 (6)
VSUN =	' 20. 18. 30. 1900.' (6)
NCOMBINE=	7 (7)

IRAF programı ile yapılan indirgeme işleme işlemi sonucunda 29 And'ın tayfları “.fits” formatında ve açıklıklar “scopy” komutu ile ayrı ayrı elde edilmiş oldu (Şekil 3.18 ve Şekil 3.19).



Şekil 3.18 wbsfdz\_29\_And\_ALL.ec.fits'in 25. açıklığına ait tayf

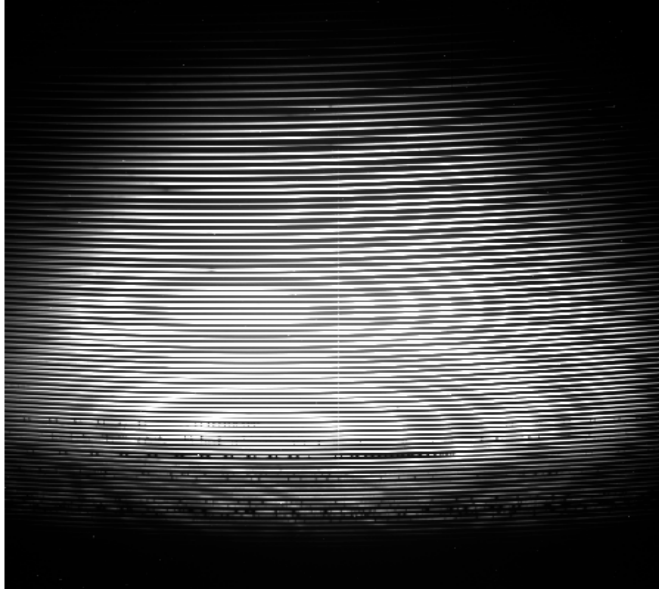


Şekil 3.19 wbsfdz\_29\_And\_ALL.ec.fits'in 59. açıklığına ait tayf

### 3.2 89 Cet Yıldızının RTT150-CET Gözlemsel Verilerinin İndirgeme İşlemleri

89 Cet yıldızının RTT150 CET tayf indirgemelerinde kullanılan gözlemsel veriler, poz süresi 1200 saniye olan 5 adet yıldız (“object”), 60 adet bias, 60 flat, 10 Toryum-Argon (Th-Ar) lamba, 5 gökyüzü flat (“skyflat”), poz süresi 1200 saniye olan 10 adet dark görüntüleridir. 30 Ağustos 2009 tarihinde alınan gözlemsel veriler, IRAF 2.14 programı yardımıyla indirgenerek birleştirme işleminden sonra tek tayf haline getirildi. Bu işlemler, Bölüm 3.1’de ayrıntılı olarak verilen 29 And yıldızıninkine benzer şekilde yapılmıştır. Bu bölümde 89 Cet için indirgemenin önemli adımları vurgulanmaktadır.

89 Cet yıldızına ait ham verilerin hepsinin başlıkları “imhead” komutu ile incelendi. Gözlemsel veri başlıklarında yer almayan gözlemevi adı, dispersiyon eksenini, görüntü türü, poz süresi, evrensel zaman gibi önemli anahtarlar “hedit” komutu ile başlığa eklendi. Şekil 3.20’de yıldızın 1200 sn poz süresi ile elde edilen bir ham görüntüsünün “display” komutu ile elde edilen görüntü çıktısı sunulmaktadır. Yıldız görüntülerinin kenar bölgelerinde bias şeridinde ait izler bulunmadığından, 89 Cet gözlem verileri için görüntü kesilme (trimming) işlemine gerek görülmedi.

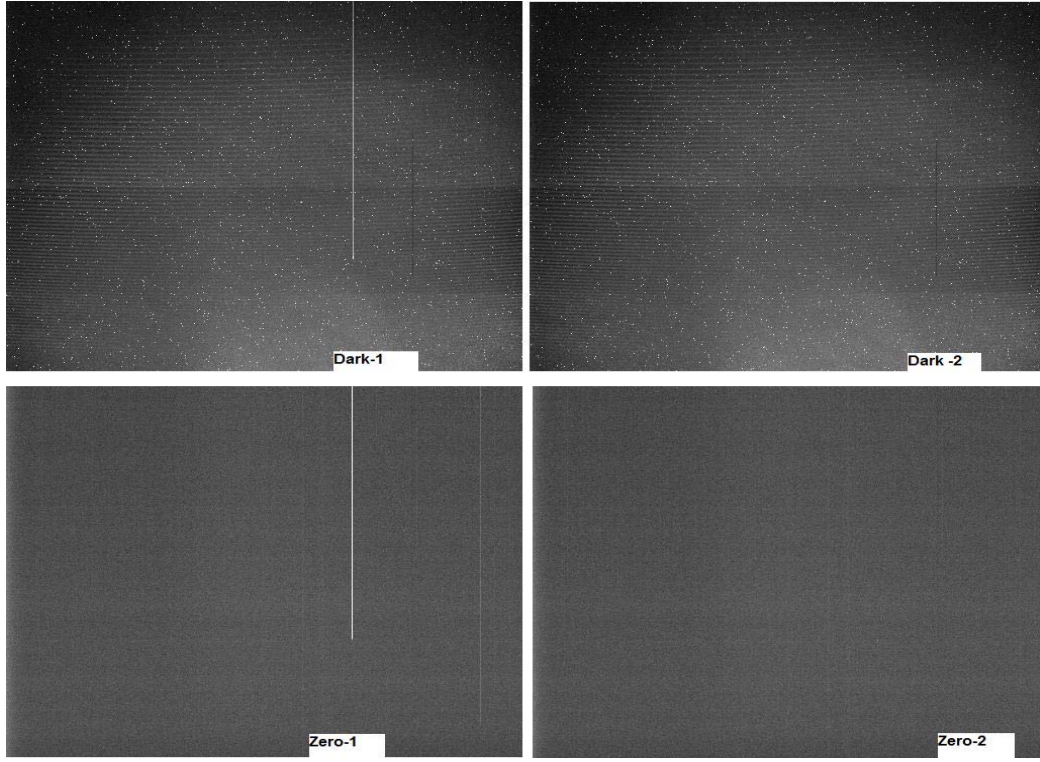


Şekil 3.20 89 Cet yıldızına ait bir ham görüntü

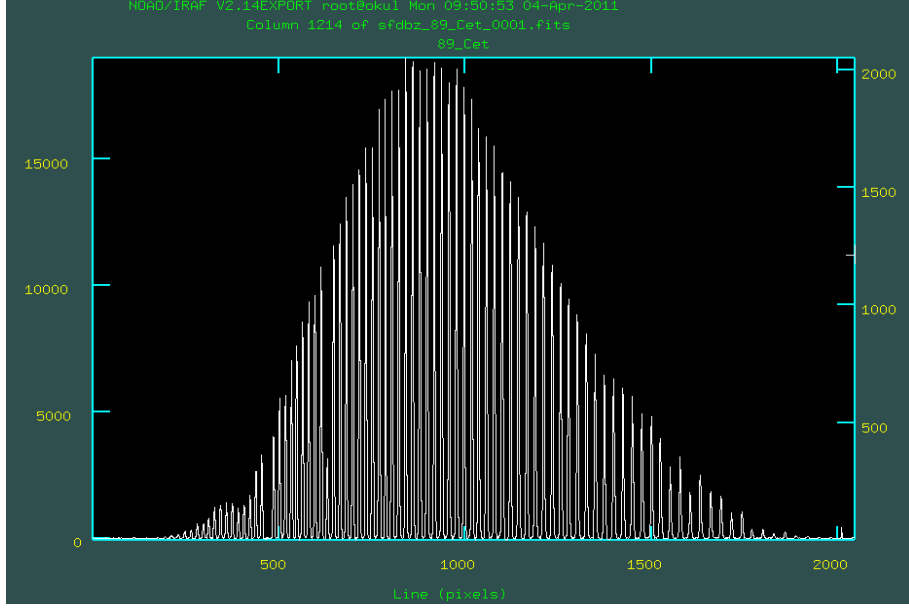


Daha sonra, 60 bias, 10 dark, 60 flat için birleştirilmiş (master) görüntüler elde edildi. Kötü piksel düzelmesi object, zero, dark, flat, skyflat, comp verileri için “ccdproc” komutu ile ön indirgemenin son adımı olarak gerçekleştirildi (Şekil 3.21).

Görüntü isimlerinin başına, gerçekleştirilen işlemlerin ilk harflerini ekleyerek görüntü dosyaları yeniden isimlendirildi. IRAF programı yardımıyla 89 Cet yıldızına ait eşel tayfların indirgenmesinde de “noao.imred.echelle” paketi içinde bulunan “apall”, “apflatten”, “apscatter” (Şekil 3.22), “ecidentify”, “refspectra” ve “dispcor” komutları kullanıldı.

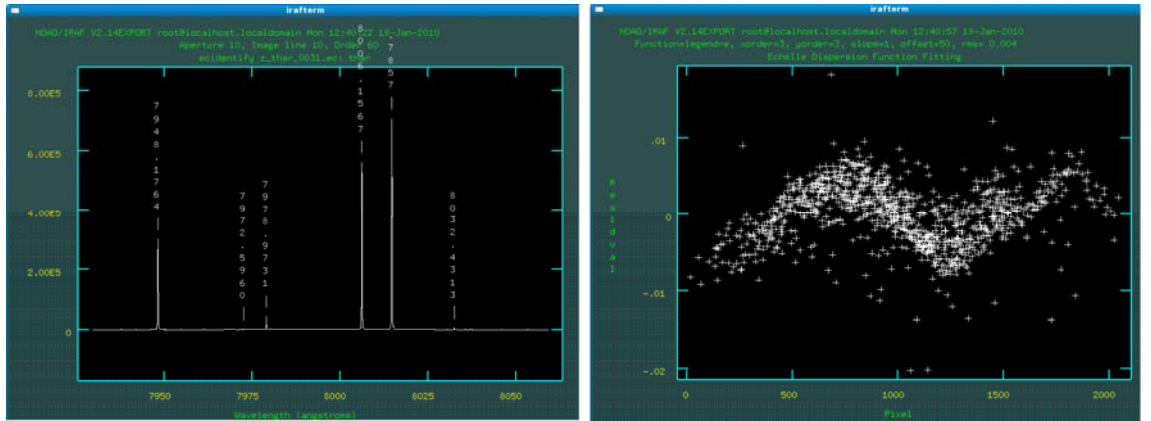


Şekil 3.21 89 Cet gözlem verileri için kötü piksel düzeltmesi



Şekil 3.22 89 Cet için saçılmış ışık etkisi giderilmiş bir yıldız grafiği

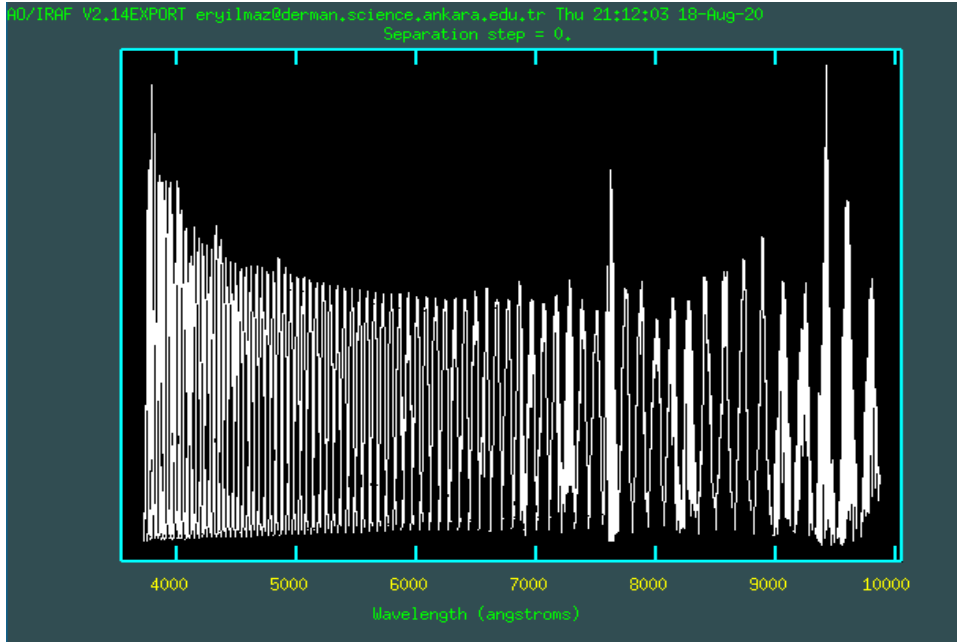
Dalgaboyu kalibrasyonu, indirgeme işleminin önemli bir adımıdır. Şekil 3.23’de 89 Cet’in indirgemesinde kullanılan ThAr lambasına ait dalgaboyu tanımlaması (sol taraf) ve kalibrasyon fitine (sağ taraf) ait görüntüler verilmektedir.



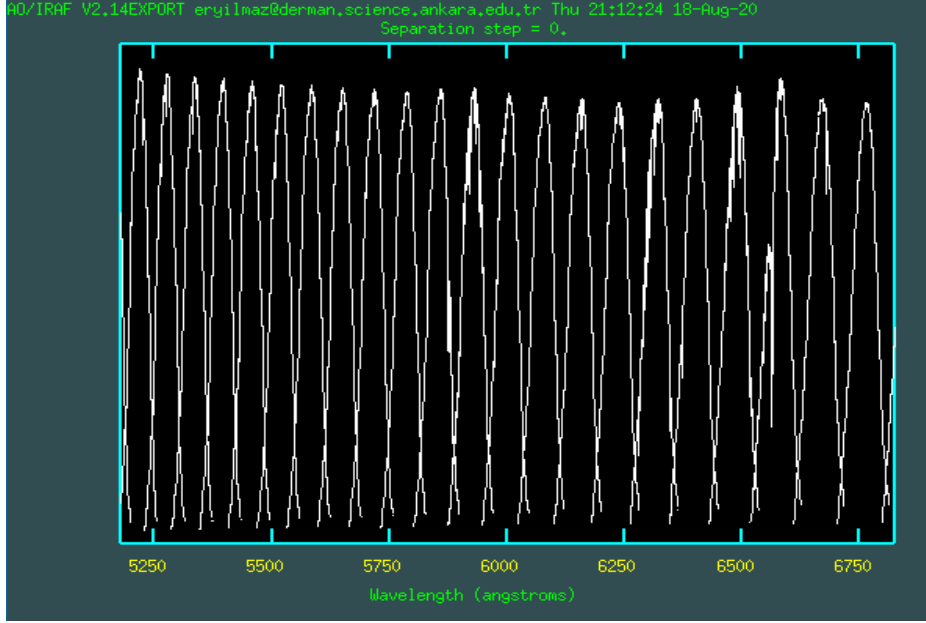
Şekil 3.23 z\_thar\_0031 lambası için dalgaboyu tanımlamaları

İndirgeme işlemi sonunda wsfdbz\_object.ec.fits isimli beş adet yıldız tayfları elde edildi. Daha yüksek S/G değerine sahip bir yıldız tayfı elde etmek için 1200\_1, 1200\_2, 1200\_3, 1200\_4, 1200\_5 isimli 89 Cet tayfları “scombine” ile (coaddition) birleştirilerek, “wsfdbz\_89\_Cet\_ALL.ec.fits” ismi ile sonuç tayf elde edildi. Daha sonra yıldız tayfı, kozmik ışın etkisinden arındırıldı.

RTT150 CET'in tanımlı olduğu geniş dalgaboyu aralığındaki yıldız tayfı, "specplot" komutu ile Şekil 3.24 şekliyle elde edildi. Dalgaboyu kalibrasyonun doğru bir şekilde yapıldığını görebilmek için, tayfin tamamına küçük aralıklarla ayrıntılı olarak bakıldı.  $\lambda$ 5250-6750 Å dalgaboyu aralığı Şekil 3.25'de görülmektedir. 89 Cet yıldızına ait birleştirilmiş tayfin başlık bilgisi Çizelge 3.3'de verilmektedir. Çizelgede birleştirme işleminde kullanılan tüm işlem adımları kayıtlıdır.



Şekil 3.24 89 Cet'in 3800 - 10000 Å dalgaboyu aralığındaki indirgenmiş ve birleştirilmiş sonuç tayfı "wbsfdz\_89\_Cet\_All.ec.fits"



Şekil 3.25 89 Cet'in  $\lambda$ 5200-6750 Å aralığındaki birleştirilmiş tayfı

Çizelge 3.3 89 Cet'in birleştirilmiş tayfına ait başlık bilgisi

```

wsfdbz_89_Cet_ALLk_042011.ec.fits[2048,80][real]: 89_Cet
No bad pixels, min=0., max=0. (old)
Line storage mode, physdim [2048,80], length of user area 7047 s.u.
Created Mon 19:09:17 04-Apr-2011, Last modified Mon 19:43:56 04-Apr-2011
Pixel file "wsfdbz_89_Cet_ALLk_042011.ec.fits" [ok]
EXTEND = T / File may contain extensions
ORIGIN = 'NOAO-IRAF FITS Image Kernel July 2003' / FITS file originator
DATE = '2011-04-04T16:09:17' / Date FITS file was generated
IRAF-TLM='2011-04-04T16:43:56' / Time of last modification
OBJECT = '89_Cet ' / Name of the object observed
COMMENT FITS (Flexible Image Transport System) format defined in Astronomy and
COMMENT Astrophysics Supplement Series v44/p363, v44/p371, v73/p359, v73/p365.
COMMENT Contact the NASA Science Office of Standards and Technology for the
COMMENT FITS Definition document #100 and other FITS information.
HEAD = 'DV436 ' / Head model
ACQMODE = 'Single Scan' / Acquisition mode
READMODE = 'Image ' / Readout mode
IMGRECT = '1, 2048, 2048, 1' / Image format
HBIN = 1 / Horizontal binning
VBIN = 1 / Vertical binning
SUBRECT = '1, 2048, 2048, 1' / Subimage format
XTYPE = 'Pixel number' / Calibration type
XUNIT = 0 / Type of system
TRIGGER = 'Internal' / Trigger mode
CALIB = '0,1,0,0' / Calibration
EXPOSURE= 1.200000E+03 / Total Exposure Time
TEMP = -6.000000E+01 / Temperature
READTIME= 3.200000E-05 / Pixel readout time
OPERATN = 4 / Type of system
OBSERVAT= tug /National Observatory of Turkey
LOCATION= L:2h01m20s, Phi:36d49m30s
TELESCOP= Russian-Turkish 1.5-m Telescope (RTT150)
INSTRUME= ANDOR CCD DV436
PI = 'K.Yuce'

```

### Çizelge 3.3 devamı

```

OBSERVER='K.Yuce, I.Khamitov'
DATE-OBS='2009-08-30' / [YYYY-MM-DD] Observation start date
TIME-OBS='00:44:59.000' / [hh:mm:ss] Observation start time
EXPTIME= 1200. / [sec] Exposure
IMAGETYP= object
FILTER =
ZENITH = 52.7 / [deg] Telescope Zenith
AIRMASS = 1.6467844
AZIMUTH = 341.0 / [deg] Telescope Azimuth
RA = '02:44:07.000' / Right Ascension
DEC = '-13:51:31.000' / Declination
EPOCH = 2000 / Epoch
ST = '01:42:20.668' / Siderial Time
JD = 2455073.53818287 / Julian Date
FOCUS = 20.100 / Telescope focus
TELTEMPR= 13.7 / [C dg] Temperature of Telescope Construction
DOMTEMPR= 10.5 / [C dg] Temperature under the Dome
AIRTEMPR= 10.5 / [C dg] Air temperature
PRESSURE= 757.0 / [mB] Air Pressure
HUMIDITY= 64.0 / [%] Humidity
DEWPOINT= 4.0 / [%] Dew Point
WINDDIR = 180.0 / [dg] Wind Direction
WINDSPED= 3.1 / [m per sec] Wind speed
DETECTOR='Andor-DW436' / Andor CCD Model
GAIN = 1.8 / e per ADU
RDNOISE = 2.0 / e readout noise
UT = '00:44:59.000'
HJD = 2455073.53402685
LJD = 2455073.
WCSDIM = 2
LTM1_1 = 1.
LTM2_2 = 1.
WAT0_001='system=multispec'
WAT1_001='wtype=multispec label=Wavelength units=angstroms units_display=Angst'
WAT2_001='wtype=multispec spec1 = "1 49 0 9709.3671875 0.077765289142648 2048 '
FIXPIX = 'Apr 4 9:03 Bad pixel file is badpix.dat'
ZEROCOR = 'Apr 4 9:03 Zero level correction image is b_Zero.fits'
DARKCOR = 'Apr 4 9:03 Dark count correction image is b_Dark.fits with scale=1'
CCDSEC = '[1:2048,1:2048]'
CCDPROC = 'Apr 4 9:36 CCD processing done'
FLATCOR = 'Apr 4 9:36 Flat field image is nbz_Flat.fits with scale=1.01443'
APSCATTE= 'Scattered light subtracted'
BANDID1 = 'spectrum - background none, weights none, clean no'
CTYPE1 = 'MULTISPE'
CTYPE2 = 'MULTISPE'
CDEL1 = 1.
CDEL2 = 1.
CD1_1 = 1.
CD2_2 = 1.
DISPAXIS= 1
WAT2_002='0. 241.16 250.43" spec2 = "2 50 0 9515.1875 0.07621051767831 2048 0.'
WAT2_003=' 257.95 267.20" spec3 = "3 51 0 9328.6240234375 0.074715857046898 20'
WAT2_004=' 48 0. 274.31 283.52" spec4 = "4 52 0 9149.2353515625 0.0732789218978'
WAT2_005=' 99 2048 0. 290.30 299.57" spec5 = "5 53 0 8976.6162109375 0.07189637'
WAT2_006=' 2740596 2048 0. 305.85 315.81" spec6 = "6 54 0 8810.390625 0.0705648'
WAT2_007=' 7008427 2048 0. 321.38 331.52" spec7 = "7 55 0 8650.208984375 0.0692'
WAT2_008=' 82028578407 2048 0. 337.75 347.35" spec8 = "8 56 0 8495.7490234375 0'
WAT2_009=' 068044508732291 2048 0. 353.29 363.26" spec9 = "9 57 0 8346.7080078'
WAT2_010=' 125 0.066850879335613 2048 0. 368.83 378.87" spec10 = "10 58 0 8202.'
WAT2_011=' 806640625 0.065698277967758 2048 0. 383.83 394.58" spec11 = "11 59 0'
WAT2_012=' 8063.7827148438 0.064585034883366 2048 0. 399.91 409.96" spec12 = ""
WAT2_013=' 12 60 0 7929.3935546875 0.063508526196873 2048 0. 415.19 425.61" spe'
WAT2_014='c13 = "13 61 0 7799.41015625 0.062467559233024 2048 0. 430.99 441.13'
WAT2_015=' "" spec14 = "14 62 0 7673.6201171875 0.061459748641304 2048 0. 446.27'
WAT2_016=' 456.71" spec15 = "15 63 0 7551.8232421875 0.060484378816561 2048 0.'
WAT2_017=' 462.60 472.55" spec16 = "16 64 0 7433.8325195312 0.059539302943332'
WAT2_018=' 2048 0. 477.88 488.15" spec17 = "17 65 0 7319.4721679687 0.058623328'
WAT2_019=' 346361 2048 0. 493.76 503.82" spec18 = "18 66 0 7208.5776367187 0.05'
WAT2_020=' 773502381534 2048 0. 510.11 519.66" spec19 = "19 67 0 7100.993164062'
WAT2_021=' 5 0.056873435210064 2048 0. 525.20 535.57" spec20 = "20 68 0 6996.57'
WAT2_022=' 27539062 0.056037131320225 2048 0. 541.28 551.53" spec21 = "21 69 0 '
WAT2_023=' 6895.1791992187 0.055224919470567 2048 0. 557.47 567.55" spec22 = "2'
WAT2_024=' 2 70 0 6796.6831054688 0.054435845520884 2048 0. 573.61 583.69" spec'
WAT2_025=' 23 = "23 71 0 6700.9609375 0.053669193866023 2048 0. 589.85 600.06'
WAT2_026='spec24 = "24 72 0 6607.8979492188 0.052923771830728 2048 0. 606.00 6'
WAT2_027=' 16.44" spec25 = "25 73 0 6517.3842773437 0.052198863809844 2048 0. 6'
WAT2_028=' 22.26 632.92" spec26 = "26 74 0 6429.3173828125 0.051493277128114 20'

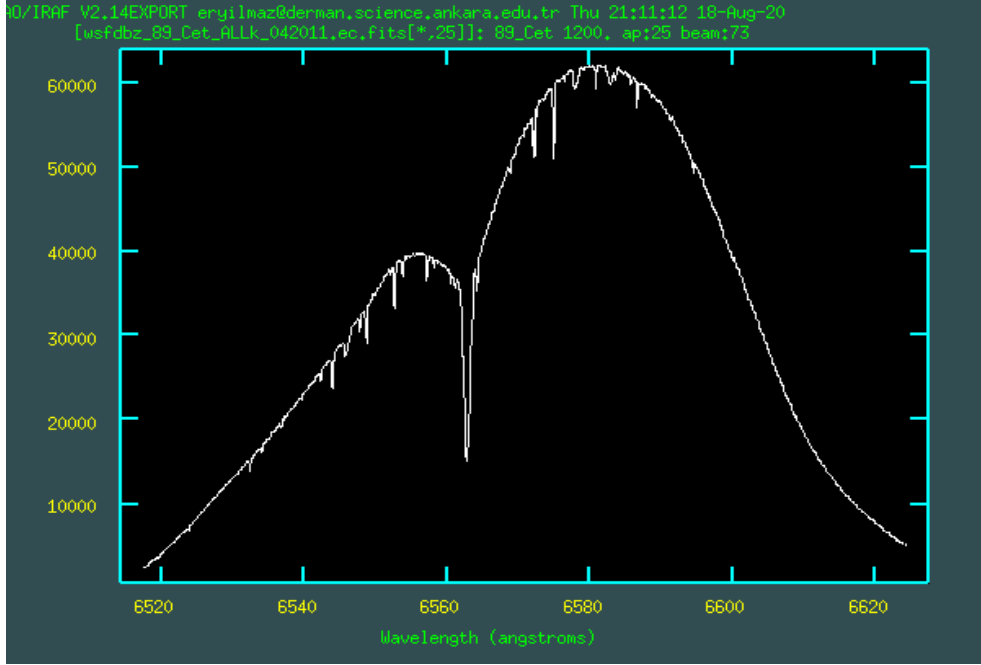
```

### Çizelge 3.3 devamı

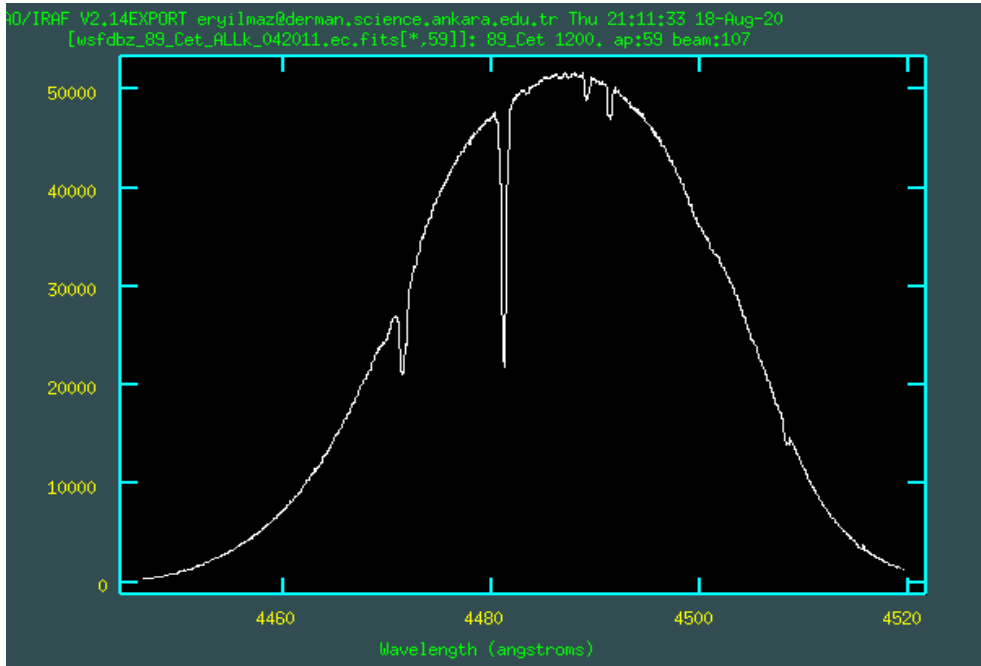
```
WAT2_029='48 0. 639.16 649.54' spec27="27 75 0 6343.5986328125 0.05080677325"
WAT2_030='0489 2048 0. 656.04 666.88' spec28="28 76 0 6260.1357421875 0.0501"
WAT2_031='38398036761 2048 0. 672.75 683.28' spec29="29 77 0 6178.8408203125"
WAT2_032='0.049487197346727 2048 0. 689.36 700.38' spec30="30 78 0 6099.630"
WAT2_033='3710938 0.048852694110283 2048 0. 707.08 717.53' spec31="31 79 0 6"
WAT2_034='022.4252929687 0.048234172722277 2048 0. 724.35 734.91' spec32="32"
WAT2_035='80 0 5947.1499023438 0.047631394647655 2048 0. 742.20 752.47' spec3"
WAT2_036='3 "33 81 0 5873.7333984375 0.047043405746214 2048 0. 759.17 770.18"
WAT2_037='"' spec34="34 82 0 5802.1079101563 0.046469728947851 2048 0. 777.04"
WAT2_038='788.06' spec35="35 83 0 5732.2080078125 0.045909887182462 2048 0."
WAT2_039='795 10 806.57' spec36="36 84 0 5663.97265625 0.045363164844895 20"
WAT2_040='48 0. 813.38 824.70' spec37="37 85 0 5597.3422851563 0.04482956193"
WAT2_041='5149 2048 0. 831.78 843.33' spec38="38 86 0 5532.26171875 0.044308"
WAT2_042='36284807 2048 0. 850.44 862.28' spec39="39 87 0 5468.677734375 0.0"
WAT2_043='43798851978505 2048 0. 869.28 880.29' spec40="40 88 0 5406.5380859"
WAT2_044='375 0.043301267861505 2048 0. 888.25 899.96" spec41="41 89 0 5345."
WAT2_045='7954101562 0.042814656356864 2048 0. 907.41 919.00" spec42="42 90"
WAT2_046='0 5286.40234375 0.042339017464582 2048 0. 926.85 938.47" spec43="4"
WAT2_047='3 91 0 5228.314453125 0.041873874114558 2048 0. 946.39 958.52" spec4"
WAT2_048='4 "44 92 0 5171.4897460938 0.041418510701637 2048 0. 966.30 977.84"
WAT2_049='"' spec45="45 93 0 5115.88671875 0.04097316576087 2048 0. 986.31 99"
WAT2_050='7.96" spec46="46 94 0 5061.466796875 0.04053736222154 2048 0. 100"
WAT2_051='6.56 1017.57" spec47="47 95 0 5008.1928710938 0.040110623015388 20"
WAT2_052='48 0. 1027.00 1038.68" spec48="48 96 0 4956.0283203125 0.039692948"
WAT2_053='140572 2048 0. 1047.70 1059.88" spec49="49 97 0 4904.939453125 0.0"
WAT2_054='3928362199255 2048 0. 1068.63 1080.34" spec50="50 98 0 4854.893554"
WAT2_055='6875 0.038882644571324 2048 0. 1089.75 1101.35" spec51="51 99 0 48"
WAT2_056='05.8583984375 0.038490015876893 2048 0. 1111.14 1122.89" spec52="5"
WAT2_057='2 100 0 4757.8041992188 0.038105020304104 2048 0. 1132.75 1144.26" s"
WAT2_058='pec53="53 101 0 4710.701171875 0.037727896388007 2048 0. 1154.58 1"
WAT2_059='167.03" spec54="54 102 0 4664.5219726563 0.037357928523449 2048 0."
WAT2_060='1176.67 1188.90" spec55="55 103 0 4619.2392578125 0.0369953552454"
WAT2_061='81 2048 0. 1198.97 1211.23" spec56="56 104 0 4574.8276367187 0.036"
WAT2_062='639699484001 2048 0. 1221.54 1234.12" spec57="57 105 0 4531.262207"
WAT2_063='0312 0.036290484168906 2048 0. 1244.38 1257.20" spec58="58 106 0 4"
WAT2_064='488.5180664063 0.035948186370298 2048 0. 1267.48 1279.99" spec59="""
WAT2_065='59 107 0 4446.5732421875 0.035612329018075 2048 0. 1290.80 1303.66"
WAT2_066='spec60="60 108 0 4405.4052734375 0.035282435042135 2048 0. 1314.34"
WAT2_067='1326.69" spec61="61 109 0 4364.9926757813 0.034958742977528 2048"
WAT2_068='0. 1338.22 1350.69" spec62="62 110 0 4325.314453125 0.034641014289"
WAT2_069='204 2048 0. 1362.36 1375.59" spec63="63 111 0 4286.3515625 0.03432"
WAT2_070='901044211 2048 0. 1386.71 1399.08" spec64="64 112 0 4248.084472656"
WAT2_071='2 0.034022254366146 2048 0. 1411.35 1423.66" spec65="65 113 0 4210"
WAT2_072='.4946289063 0.033721223131412 2048 0. 1436.29 1449.41" spec66="66"
WAT2_073='114 0 4173.5639648437 0.033425439667807 2048 0. 1461.46 1473.73" spe"
WAT2_074='c67="67 115 0 4137.2758789062 0.03313490397533 2048 0. 1486.89 149"
WAT2_075='8.61" spec68="68 116 0 4101.61328125 0.032849138983879 2048 0. 151"
WAT2_076='2.67 1526.60" spec69="69 117 0 4066.5603027344 0.032568502496031 2"
WAT2_077='048 0. 1538.73 1551.23" spec70="70 118 0 4032.1013183594 0.0322925"
WAT2_078='17441683 2048 0. 1565.00 1578.56" spec71="71 119 0 3998.2216796875"
WAT2_079='0.032021183820835 2048 0. 1591.65 1605.78" spec72="72 120 0 3964."
WAT2_080='9067382813 0.031754263098437 2048 0. 1618.59 1631.76" spec73="73 1"
WAT2_081='21 0 3932.1423339844 0.031491874542013 2048 0. 1645.53 1658.53" spec"
WAT2_082='74 "74 122 0 3899.9152832031 0.031233660348986 2048 0. 1673.28 168"
WAT2_083='6.03" spec75="75 123 0 3868.2119140625 0.030979739786883 2048 0. 1"
WAT2_084='701.45 1714.06" spec76="76 124 0 3837.0200195312 0.030729993588178"
WAT2_085='2048 0. 1729.51 1742.49" spec77="77 125 0 3806.3273925781 0.03048"
WAT2_086='4063950293 2048 0. 1757.91 1768.92" spec78="78 126 0 3776.12158203"
WAT2_087='12 0.03024218940828 2048 0. 1786.75 1797.76" spec79="79 127 0 3746"
WAT2_088='.3918457031 0.030004012159563 2048 0. 1815.73 1826.74" spec80="80"
WAT2_089='128 0 3717.1262207031 0.029769651471666 2048 0. 1845.17 1856.18"
DCLOG1='REFSPEC1=bz_thar_0021.ec'
VHELIO='21.7422642054158'
VLSR='8.52216038232993'
VSUN='20. 18. 30. 1900.'
NCOMBINE=5
```

Daha sonra beş adet yıldız tayfının birleştirilmesiyle elde edilen (bkz. Şekil 3.24) sonuç tayfın tamamından eşel açıklıklar (order) tek tek ayrıldı. Böylece “apall” işleminde kullanıcının belirlediği 80 adet eşel açıklık “scopy” komutu ile “.fits” formatında ayrı ayrı elde edilmiş oldu. Şekil 3.26 ve Şekil 3.27 de yıldızın birleştirilmiş sonuç tayfına

“wsfdbz\_89\_Cet\_ALL.ec.fits” ait iki açıklık bölgesi (25 ve 59) için elde edilen eşel tayflar görülmektedir.



Şekil 3.26 89 Cet'in 25. açıklığına ait indirgenmiş tayfı



Şekil 3.27 89 Cet'in 59. açıklığına ait indirgenmiş tayfı

### 3.3 Tayfların Ölçümü

29 And (HD 3369) ve 89 Cet (HD 17081) yıldızlarının tayf ölçüm ve analizlerinde her iki yıldızın  $\lambda\lambda 3800-10000 \text{ \AA}$  dalgaboyu aralığındaki indirgenmiş sonuç tayfları kullanıldı.

Tayflar, çok amaçlı interaktif grafik programı olan REDUCE (Hill vd. 1982a, b) yardımıyla ölçüldü. Ölçümler sırasında aşağıdaki işlem adımları takip edildi:

1) Her bir eşel order/açıklık için süreklilikler belirlenerek normalize işlemi gerçekleştirildi.

2) Normalize tayfin kalitesi incelenerek, her bir eşel açıklık boyunca yani açıklıkların kısa ve merkez ve uzun taraf için S/G değerleri belirlendi.

3) Yıldız çizgilerinden çok daha dar bir yapıya sahip profil özelliğindeki Yer atmosferinden kaynaklanan (tellürik) çizgilerin varlığı özellikle  $> 5000 \text{ \AA}$  bölgesinde irdelendi. Bunların tespit edilme ve ayıklanma işlemi, yüksek dönme hızına sahip Altair (Abt ve Morrell, 1995: 200 km/sn) yıldızının eşel tayfi dikkate alınarak gerçekleştirildi.

4) REDUCE'in bir alt programı olan VLINE ve onun "Fix Parameter Mode" özelliği yardımıyla, tayfta yer alan tüm çizgi profilleri tespit edildi. Tahmini dönme hızı değeri kullanılarak oluşturulan kuramsal fitlerle karşılaştırılması/çakıştırılması yapıldı. 89 Cet için 'Rotational', 29 And için 'Gaussian' profil fitlerinin tüm tayflara en iyi uyumu sağladığı görüldü. Helyum çizgilerinde ise 'Lorentzian' profilleri kullanıldı. Böylece eşel tayflar, yaklaşık 6-10  $\text{ \AA}$ 'luk bölgeler halinde incelendi. Tayf ölçümleri sonucunda, çizgilerin merkezi dalgaboyu ( $\lambda_{\text{gözlenen}}$ ), eşdeğer genişliği (EW), çizgi derinliği ve yarı-yükseklikteki tam genişliği (FWHM) tespit edildi.

### 3.4 Çizgi Tanısı

Tayf çizgilerinin hangi atom ve iyonlara ait oldukları klasik çizgi tanı yöntemiyle belirlendi. Çizgi tanısı için, öncelikle, gürültüye çok fazla maruz kalmamış, keskin ve orta şiddetli, temiz ve kolaylıkla tanımlanabilen tayf çizgilerinden yararlanıldı. Bu çalışmada çok zayıf çizgiler ( $< 2 \text{ m\AA}$ ) kullanılmamaya dikkat edildi. Çizgi tanısında uygulanan başlıca kriterler aşağıdaki gibidir (Saul Adelman & Kutluay Yüce):



1) Aday atomların ve/veya iyonların listesini belirlemek için benzer tayf türündeki yıldızların listelerinden yararlanılır.

2) Bireysel tanıları yapmak için multiplet tablosu (RMT; Revised Multipled Tables, Moore 1972) kaynak olarak kullanılır.

a. Yıldızıl dalgaboyları ile laboratuvar dalgaboylarının uyumlu olması gerekir.

b. Benzer türdeki yıldızların tanı listeleri kullanışlıdır.

c. Verilmiş atomlar/iyonlar için zayıf olduğu kadar bazılarının şiddet limitinin biraz daha aşağısında olması beklenir.

d. Multipletler içerisinde görelî çizgi şiddetleri sıklıkla RMT içerisinde doğru olarak verilmiştir.

3) Yapılan tanıları genişletmek için RMT'den başka güncel, son tanı listeleri kullanılır.

4) Tanıları olabildiğince istikrarlı yapmak gerekir.

a. Mevcut çizgiler, mevcut olması mümkün çizgiler ve mevcut olmayan çizgiler için her atomda/iyonda yoğunluk derecesi belirlenir. Bunlar biraz dalgaboyuna ve eksitasyon potansiyeline bağımlı olabilirler. Tanısı kesin olarak ortaya konulamayan fakat mevcut olması mümkün çizgiler varsa, o atom veya iyona ait bilgiler, çizgi tanı listesinde parantez içinde yazılarak verilir.

b. Her aday atomları/iyonları; çok çizgi, bazı çizgi veya sadece birkaç çizgi olup olmadığına göre karakterize etmek gerekir ve beklenen çok güçlü çizgilerin görülüp görülmediği not edilir.

c. Oluşturulan çizgi tanı listesi yararlanılan kaynaklar ve mevcut çizgi profilleri ile birlikte son bir kez kontrol edilir. Tüm bu işlemler yapılırken, neler yapmış olduğumuzu açıklayan notlar almak işimizi kolaylaştırır. Bunlar çizgi tanı listeleri yayınlanırken bizlere yardımcı olmaktadır.

Çizgi tanısı sırasında yararlandığımız en genel kaynaklar “A Multiplet Table of Astrophysical Interest” (Moore 1945), Wavelengths and Transition Probabilities for Atoms and Atomic Ions, Part I (Reader & Corliss 1980) dır. Yararlanılan diğer atomik veri kaynakları Çizelge 3.4’de listelenmiştir. Çizgi tanıları ile yıldız çizgilerinin hangi element/atom/iyona ait oldukları tespit edildi. Çizgi tanıları Çizelge 3.5’dekine benzer şekilde elde edildi: “Gözlenen çizgi profilinin merkezine karşılık gelen dalgaboyu

( $\lambda_{gözlenen}$ ), “mÅ biriminde gözlenen çizgi profili ile karşılaştırılan kuramsal profilin eşdeğer genişliği ( $W_\lambda$ )”, “kuramsal çizgi profilinin görelî derinliği (derinlik)”, “Å biriminde kuramsal çizgi profilinin yarı-maksimumdaki tam genişliği (FWHM)”, “tanımlanan çizgilerin ait oldukları element”, “multiplet numarası”, “laboratuvar dalgaboyu” ve “şiddeti” şeklindedir. Blend olmayan ve temiz birkaç çizgiden hesaplanan ortalama radyal hız değerleri, o bölgedeki çizgilere aynı oranda uygulanarak “radyal hız farkından kaynaklanan düzeltilmiş dalgaboyu ( $\lambda_{düzeltilmiş}$ )” parametresi olarak verildi. 29 And’ın eşel tayflarından hesaplanan ortalama radyal hız değeri yaklaşık 11 km/sn dir.

#### Çizelge 3.4 Atomik veri kaynakları

Al II / III	Fuhr & Wiese (1990)
C I / II / III	Wiese, Fuhr ve Deters (1996)
Ca I	Wiese, Smith ve Glennon (1966), Wiese, Smith ve Miles (1969)
Ca II	Black, Wisheit, Laviana (1972)
Ce II	Dream Database (Palmeri vd.2000, Zhang vd.2001)
Cr II	Blackwell-Whitehead ve Bergemann (2007), Martin, Fuhr ve Wiese (1988), Kiess (1951)
Cr III	Martin, Fuhr ve Wiese (1988), Kurucz & Bell (1995)
Fe I / II / III	Fuhr & Wiese (2005), Martin vd. (1988) , Fuhr vd. (1988), Kurucz & Bell (1995)
Gd II	Den Hartog vd. (2006), Meggers, Corliss ve Scribner (1975)
La II	Lawler vd. (2001a)
Mn I	Blackwell-Whitehead ve Bergemann (2007), Catalan vd. (1963) Martin, Fuhr ve Wiese (1988), Fuhr vd. (1988)
Mn II	Iglesias & Velasco (1964), Kling vd. (2001)
N I / II / III	Wiese, Fuhr ve Deters (1996) ve Kurucz ve Peytremann (1975)
Nd II	Den Hartog vd. (2003), Ward vd. (1985)
Ni I / II	Litzen vd. (1993)
O I	Wiese, Fuhr ve Deters (1996) ve Wiese, Smith ve Glennon(1966)
S II	Wiese, Smith ve Glennon (1966)
Sc II	Lawler & Dakin (1989)
Si II	Lanz & Artru (1985)
Sm II	Lawler vd. (2006)
Sr II	Wiese & Martin (1980)
Ti II	Huldt vd. (1982)
V II	Biemont vd. (1989), Martin vd. (1988), Fuhr vd. (1988), Iglesias vd. (1988)
Y II	Hannaford vd. (1982), Cowley & Corliss (1983), Nilsson vd. (1991)
Zr II	Ljung vd. (2006)
Diğerleri	Kurucz & Bell (1995)

Çizelge 3.5 29 And (B5) çizgi tanı listesi örneği

$\lambda_{\text{gözlenen}}(\text{\AA})$	$W_{\lambda}(\text{m\AA})$	Derinlik	FWHM	$\lambda_{\text{düzeltilmiş}}(\text{\AA})$	Tanı
4613.808	4.3	0.009	0.43	4613.991	Zr II (67)4613.95(5)
4621.127	4.8	0.010	0.43	4621.311	Si II (7.05)4621.418((100))
4621.461	5.8	0.013	0.43	4621.645	Si II (7.05)4621.721((150))
4628.888	10.4	0.023	0.43	4629.072	Fe II (219)4628.821(0n)
4629.304	11.7	0.025	0.43	4629.488	Fe II (37)4629.336(7)
4629.813	11.9	0.026	0.43	4629.997	C II (49)4629.98(2 h)
4630.332	18.3	0.040	0.43	4630.516	N II (5)4630.543(14)

### 3.5 Atmosfer Parametreleri

Bu çalışmada 29 And yıldızına ait  $T_e$  ve  $\log g$  değerleri yıldızın Strömgen fotometrisinden (Hauck ve Mermilliod, 1998) elde edildi. 89 Cet için Fossati vd. (2009)'in yıldızın Strömgen fotometrisinden, gözlemsel  $H_{\beta}$  ve  $H_{\gamma}$  çizgilerinin kuramsal profillerle karşılaştırılmasından belirledikleri güncel değerler kullanıldı.

Mikrotürbülans hızını belirlemek için, eşdeğer genişliği  $5 \text{ m\AA}$  den büyük en az 20 çizgi ve eşdeğer genişlikleri  $90 - 150 \text{ m\AA}$  arasında olan en az beş çizgi içeren atom ve iyon çizgileri incelendi (Yüce 2005). Normal geç B ve erken A türü aralığında çok sayıda yıldızın ayrıntılı tayfsal analizlerinden, yıldızların yüzey sıcaklığına bağlı olarak mikrotürbülans hızları  $0.0 - 2.0 \text{ (km/sn)}$  aralığındadır (örneğin Adelman 1984, 1985, 2002 ve Sadakane 1981). Bu tez çalışmamızda her iki yıldızın mikrotürbülans hızı, en fazla çizgiye sahip demir çizgilerinden belirlenebildi: Olası mikrotürbülans hız değerleri için demir bolluğu hesaplandı. Bolluk değerlerinin eşdeğer genişliğe göre değişimleri incelendiğinde, bağlılığın en az olduğu dağılımlar için mikrotürbülans hız değerine karar verildi.

### 3.6 Kimyasal Bolluklar

Yıldızların evrim durumunu ve hidrodinamik yapısını anlamak için özellikle B ve A anakol yıldızlarının element bolluk analizini yapmak avantaj sağlar: Çünkü bu tür yıldızlarda konveksiyon neredeyse yok, yıldız rüzgarları zayıf ve düşük (ve/veya hiç) mikrotürbülans hareketine sahiptirler (Adelman 2004).

Her iki yıldızın yüzey element bolluğunu hesaplamak için, bu tez çalışmasında oluşturulan çizgi tanı listesi dikkate alındı. Bu liste yardımıyla tanısı yapılan elementlerin mevcut atom ve iyonlarına ait ayrı ayrı çizgi kartları hazırlandı (örneğin Mg I, Mg II, Fe I, Fe II, Fe III).

Çizgi kartları, üç bölümden oluşmaktadır:

i) Mikrotürbülans hızı: Tek satırla temsil edilir ve hesaplamalarda kullanılacak mikrotürbülans hızına ilişkin bilgi(ler). Tek işletimde üç farklı mikrotürbülans hız değeri için bolluk hesaplama imkanı vermektedir.

ii) Atomik veri: Üç satırdan oluşan ve o atom veya iyonla ait atomik verileri ve çizginin gözlemsel eşdeğer genişlik bilgileri. Eşdeğer genişlik (pm), dalgaboyu (nm), yıldız ismi, multipler numarası, log gf değeri, geçişe ait alt seviyenin J değeri, geçişe ait alt seviyenin enerjisi, üst seviyenin J değeri, üst seviyenin enerjisi, Z tür numarası  $[(Z-1).6]+1+x$ , çarpışma sabitlerini içerir.

iii) Model atmosfer: Atmosfer parametreleri için hesaplanan bir model atmosfer.

29 And ve 89 Cet yıldızlarının model atmosfer hesaplamaları ATLAS9 (Kurucz 1995) programı ile gerçekleştirildi. Helyum bolluğu SYNSPEC (Hubeny vd. 1994) ve diğer element bollukları WIDTH9 (Kurucz 1995) programları yardımıyla hesaplandı. Bolluklar o atom veya iyonla ilişkin eşdeğer genişlik değerlerini, atomik verileri ve model atmosfer girdilerini kullanarak hesaplanır. Çizgi listelerinde yer verilen her çizgiden o elemente ait log (N/N<sub>T</sub>) formatında bolluk değeri elde edilir. Atom ve iyonun birden fazla çizgisinden hesap yapıldığında, o element için ortalama bir bolluk değeri ve standart sapma miktarı elde edilir.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Dönme Hızları

29 And ve 89 Cet'in dönme hızı değerleri, yıldızların blend olmamış ve gürültüden en az etkilenmiş orta şiddetli ( $50 > EW > 20 \text{ mÅ}$ ) metal çizgilerinden (Fe II, Al II, Cr II) tespit edildi. 29 And'ın "Gauss" ve 89 Cet'in "Rotational" fit karşılaştırılmasından elde edilen tahmini dönme hızı değerleri, sırasıyla,  $14 \pm 0.5 \text{ km sn}^{-1}$  ve  $20 \pm 0.5 \text{ km sn}^{-1}$  dir.

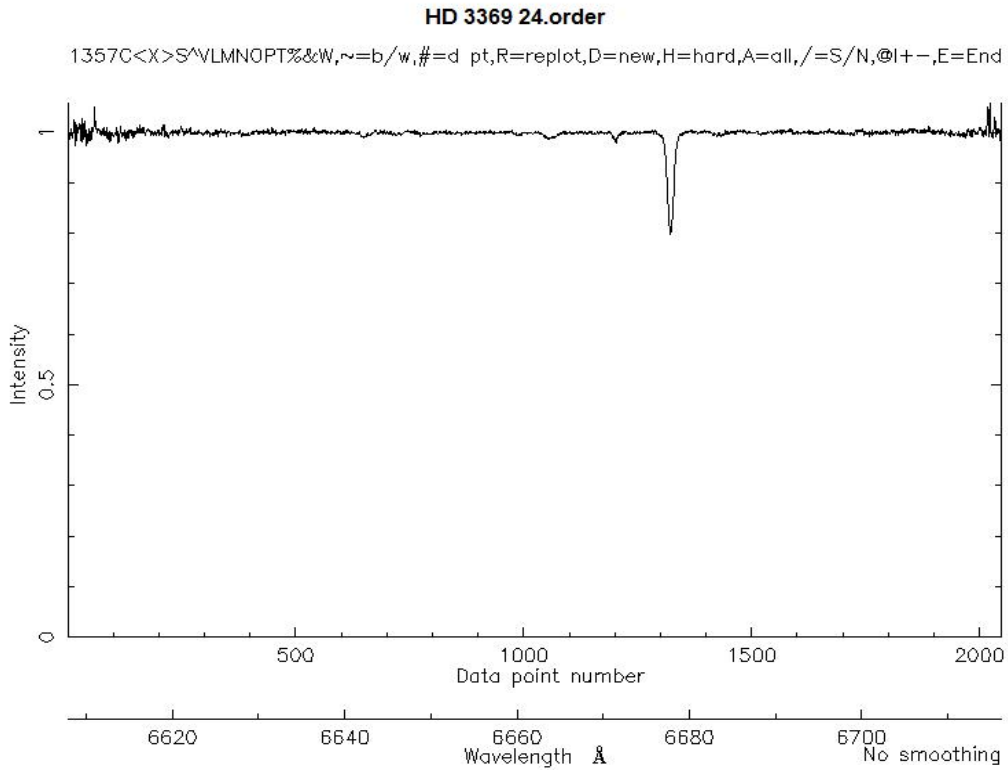
Çizelge 4.1'de 89 Cet'in dönme hızı belirlemelerinde kullandığımız çizgilere ait bilgiler listelenmektedir: Ölçülen çizginin merkezi dalgaboyu, element, çizgi şiddeti, o çizgiden belirlenen dönme hızı değeri. Dönme hızı değeri, çizgi profillerinin tamamına uygulanarak tayf ölçümleri gerçekleştirildi.

Çizelge 4.1 89 Cet'in dönme hızı değerinin belirlenmesinde kullanılan çizgiler

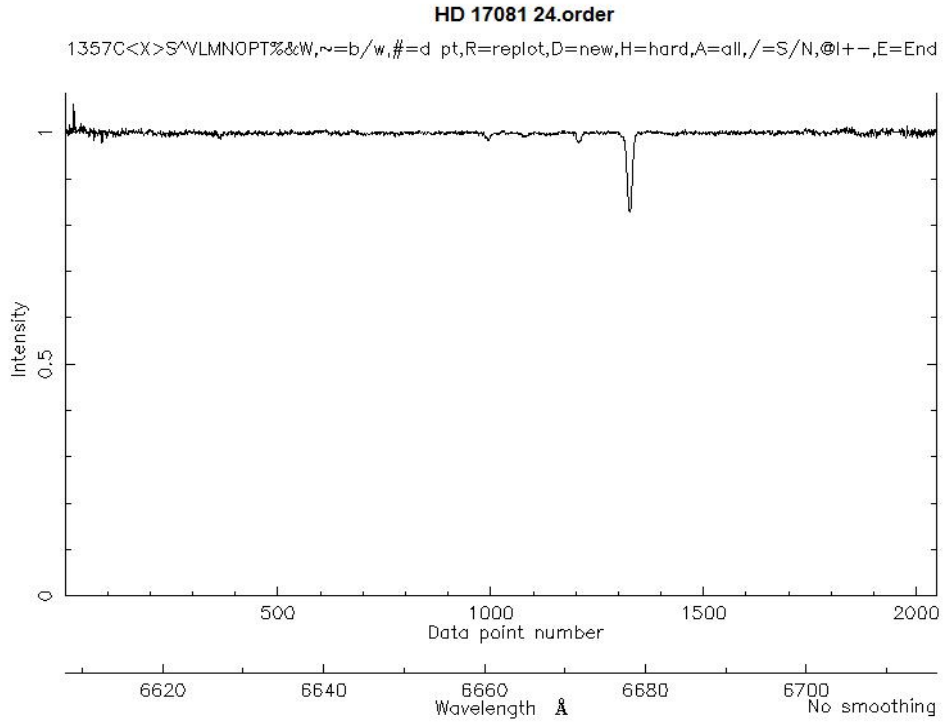
$\lambda_{\text{gözlenen}}$ (Å)	Element (Multiplet)	Eşdeğer Genişlik (mÅ)	$v \sin i$ (km sn <sup>-1</sup> )
4508.238	Fe II (38)	44.5	19.9
4576.270	Fe II (38)	22.8	20.4
4583.776	Fe II (38)	57.9	19.8
4662.996	Al II (2)	33.8	20.2
4489.129	Fe II (37)	22.3	20.3
4491.337	Fe II (37)	31.3	21.0
4515.269	Fe II (37)	35.8	20.2
4520.162	Fe II (37)	33.9	20.3
4522.574	Fe II (38)	47.8	19.0
4555.847	Fe II (37)	38.7	19.8
4588.234	Cr II (44)	23.6	20.5
4635.261	Fe II (186)	27.7	20.1
<b>Ortalama değer =</b>			<b>20.13 ± 0.48</b>

## 4.2 Tayfların Ölçülmesi

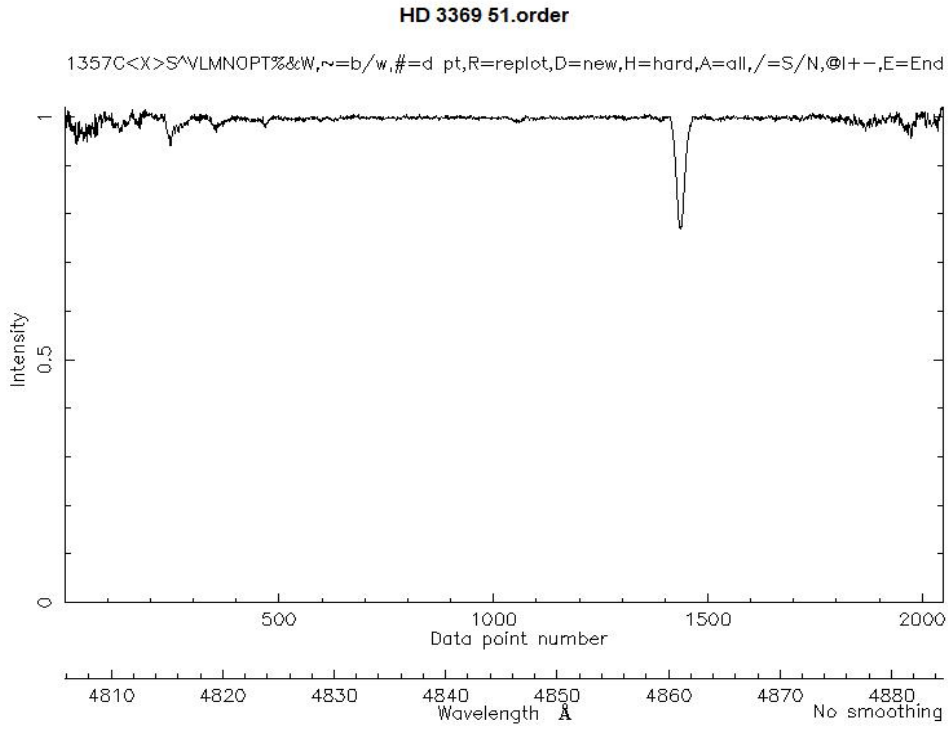
29 And ve 89 Cet yıldızlarının eşel tayflarına ilişkin sürekliliklerini gösteren örnekler  $\lambda 6610-6710\text{\AA}$  ve  $\lambda 4810-4880\text{\AA}$  dalgaboyu aralıkları için Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4'de verilmektedir. Yer atmosferinden kaynaklanan çizgilerin yıldız tayflarındaki etkileri 21. eşel bölgesinde ( $\lambda 6900-7000\text{\AA}$ ) açıkça görülmektedir (bkz. Şekil 4.5 ve Şekil 4.6). Yıldızların RTT150-CET verilerinden S/G değerleri, eşel bölgelerinin kısa dalgaboyu, merkezi bölgesi ve uzun dalgaboyu tarafında, toplam dokuz ölçümün ortalaması alınarak belirlendi ( $\lambda 4000-6900\text{\AA}$ ; bkz. Çizelge 4.2). Her iki yıldız için S/G değeri  $> 250$  dir. 89 Cet'in S/G belirlenmelerine ilişkin bir örnek Şekil 4.8'de verilmektedir. S/G değerinin yüksek olması, süreklilik ve çizgi profillerinin daha iyi belirlenmesinde kolaylık sağlamıştır.



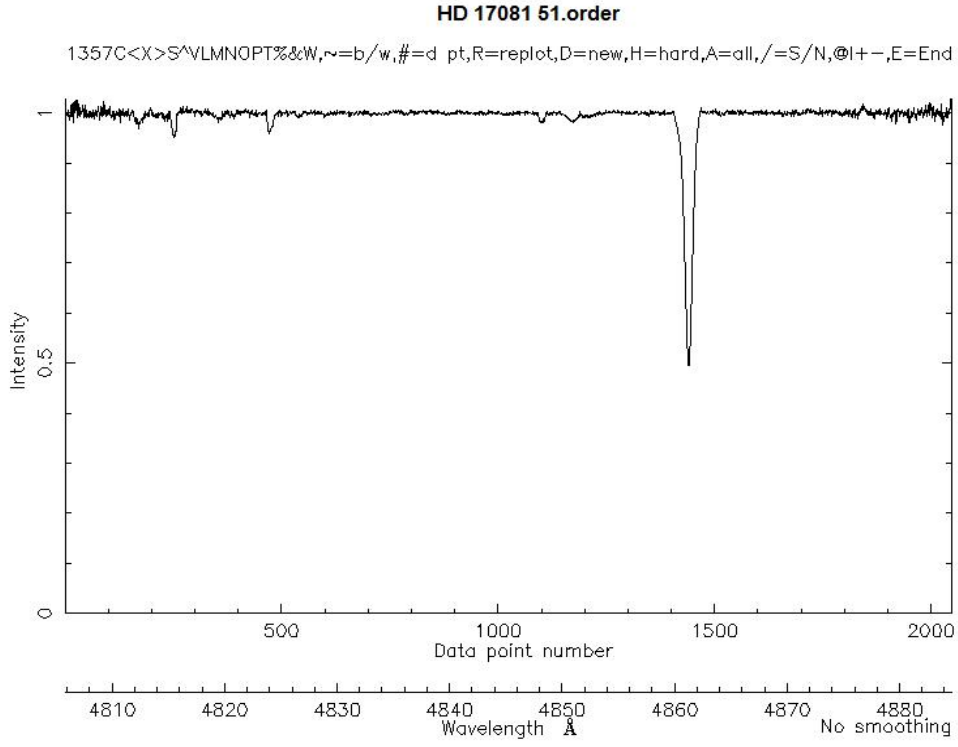
Şekil 4.1 29 And'in *REDUCE* programı ile belirlenen sürekliliği (24. açıklık)



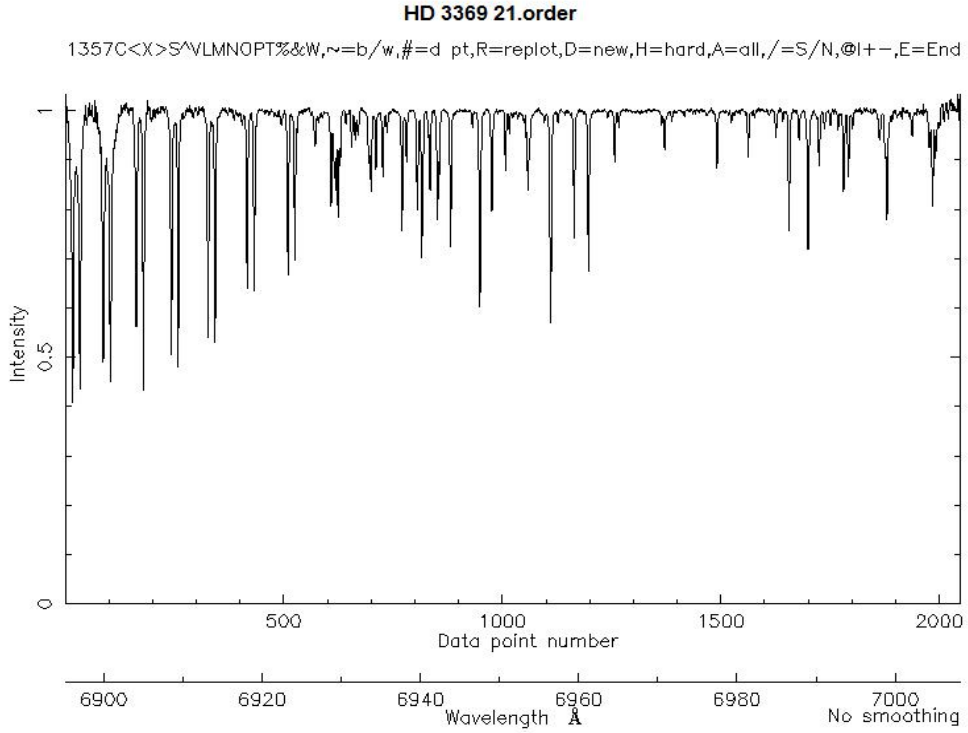
Şekil 4.2 89 Cet'in *REDUCE* programı ile belirlenen sürekliliği (24. açıklık)



Şekil 4.3 29 And'ın *REDUCE* programı ile belirlenen sürekliliği (51. açıklık)

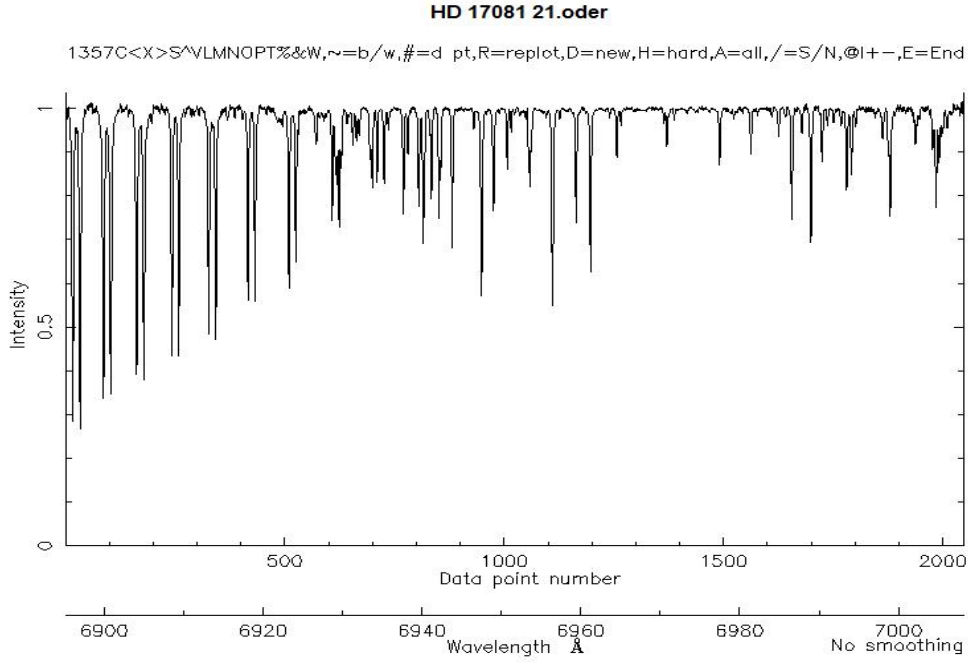


Şekil 4.4 89 Cet'in *REDUCE* programı ile belirlenen sürekliliği (51. açıklık)



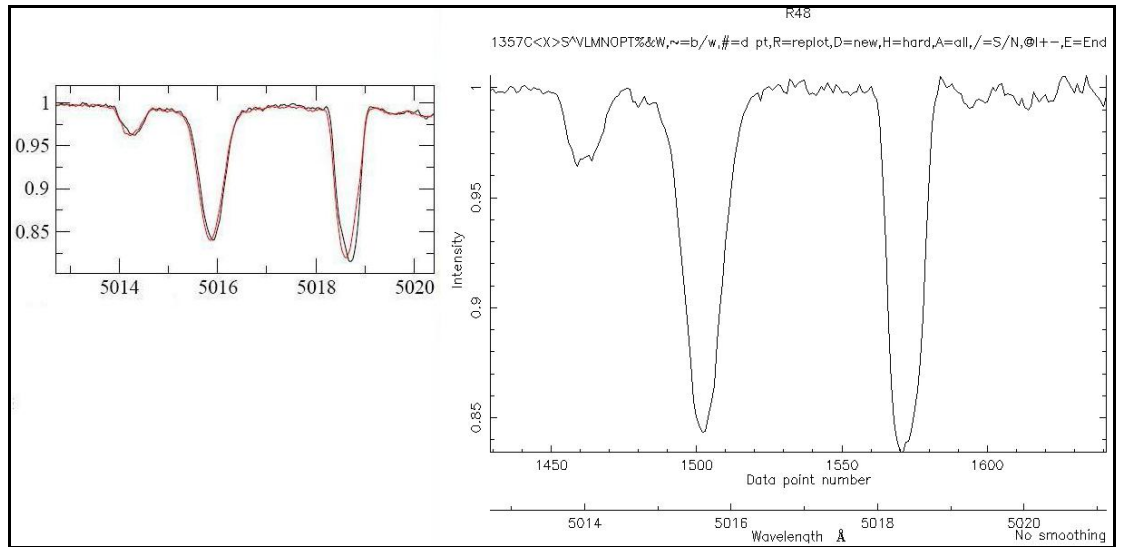
Şekil 4.5 29 And'in tayfindaki tellürik çizgilere ilişkin bir kesit (21. açıklık)





Şekil 4.6 89 Cet'in tayfındaki tellürik çizgilere ilişkin bir kesit (21. açıklık)

Grunhut (2009)'un lisansüstü tez çalışmasında (bkz. Bölüm 2.3.2) yer alan 89 Cet'in  $\lambda 5013-5020$  Å çizgi profil yapısı (sol tarafta, küçük şekil) ile RTT150-CET verisinin karşılaştırılması Şekil 4.7'de görülmektedir. Başka gözleminden elde edilmiş yüksek kaliteli bir tayf ile TUG verilerimizin karşılaştırılması, 29 And ve 89 Cet'in gözlemsel ve indirgenmiş tayf kalitesini görebilmek açısından önemlidir.



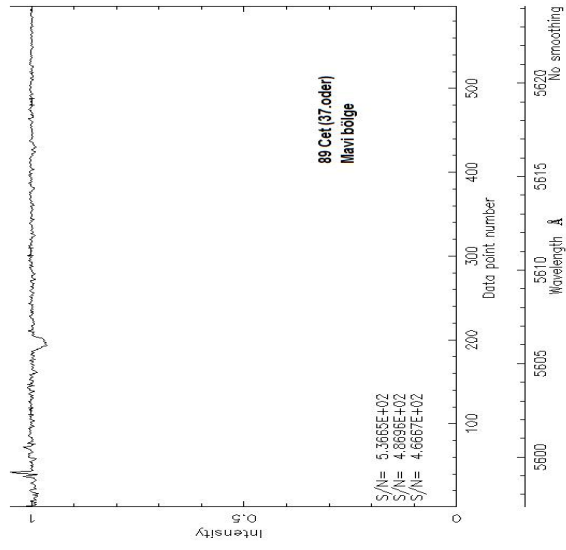
Şekil 4.7 89 Cet'in Grunhut (2009) ve RTT150 CET çizgi profil karşılaştırılması

Çizelge 4.2 29 And ve 89 Cet'in kaliteli eşel açıklıklarına ait S/G belirlemeleri

Order numarası	Dalgaboyu (Å)	29 And (S/G)			89 Cet (S/G)		
		mavi	merkez	kırmızı	mavi	merkez	kırmızı
21	6900 - 7000	-	-	-	-	-	-
22	6800 - 6900	354	1216	-	353	660	-
23	6720 - 6800	507	971	598	660	847	537
24	6620 - 6700	388	1126	577	401	872	680
25	6520 - 6620	314	-	632	533	1410	822
26	6440 - 6520	431	-	-	-	-	-
27	6360 - 6440	383	1180	617	557	876	841
28	6280 - 6360	-	-	749	-	-	626
29	6180 - 6280	698	1206	705	551	1181	515
30	6100 - 6180	474	981	558	620	943	535
31	6040 - 6120	624	1038	643	362	1029	676
32	5960 - 6040	-	712	779	-	-	553
33	5880 - 5960	-	-	-	-	-	-
34	5820 - 5880	489	1196	-	507	1438	-
35	5740 - 5820	630	1108	651	535	1170	714
36	5680 - 5740	550	951	582	355	1083	607
37	5600 - 5680	910	1133	630	496	1145	754
38	5540 - 5620	730	1361	791	554	888	629
39	5480 - 5540	769	1207	552	449	1004	614
40	5420 - 5480	411	977	622	442	985	747
41	5360 - 5420	550	1113	540	472	947	604
42	5300 - 5360	463	1111	435	387	1070	742
43	5240 - 5300	531	1032	595	499	1174	701
44	5180 - 5240	635	1045	540	437	789	561
45	5120 - 5180	582	1329	766	400	862	517
46	5080 - 5140	429	972	628	349	763	521
47	5020 - 5080	504	626	517	704	736	-
48	4960 - 5020	753	1007	378	369	770	415
49	4920 - 4980	500	1025	509	339	980	524
50	4860 - 4920	454	872	323	318	773	604
51	4810 - 4880	444	844	414	465	630	506
52	4760 - 4830	420	1255	621	313	831	433
53	4720 - 4780	279	665	437	268	730	434
54	4670 - 4740	309	862	396	382	840	471
55	4620 - 4690	401	1055	482	-	887	426
56	4580 - 4640	366	730	390	354	900	443
57	4540 - 4600	347	676	357	315	689	366
58	4490 - 4560	-	642	285	360	507	335
59	4450 - 4510	-	677	353	-	574	588
60	4410 - 4470	-	622	433	243	692	386
61	4370 - 4430	-	598	-	-	492	370
62	4330 - 4390	-	478	-	-	525	288
63	4290 - 4350	-	405	-	-	562	-
64	4250 - 4310	-	332	-	-	488	-
65	4220 - 4270	-	-	-	-	405	-
66	4180 - 4240	-	287	-	-	602	366
67	4140 - 4200	-	323	-	-	337	-
68	4110 - 4160	-	-	-	-	-	-
69	4070 - 4120	-	342	-	-	-	-
	(S/G) <sub>minimum</sub>	279	287	285	243	337	288
	(S/G) <sub>maksimum</sub>	877	1361	791	704	1438	841

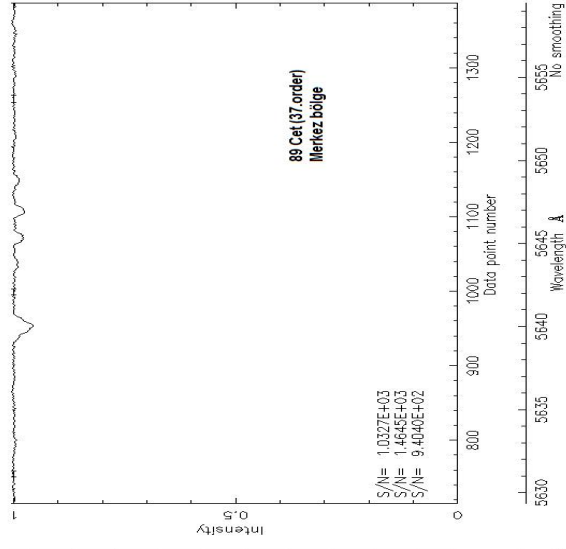
89 Cet - R37

1357C<>S\LMNOP7&W~>#=#< p1,R=reploc,D=new,H=hard,A=ol,/=S/N@H+-E=End



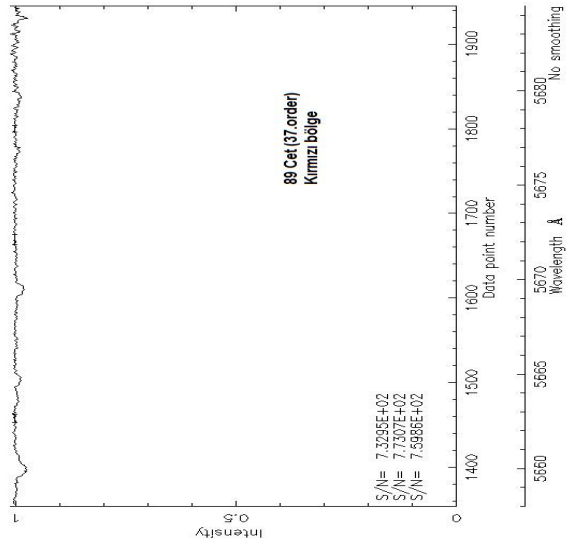
89 Cet - R37

1357C<>S\LMNOP7&W~>#=#< p1,R=reploc,D=new,H=hard,A=ol,/=S/N@H+-E=End



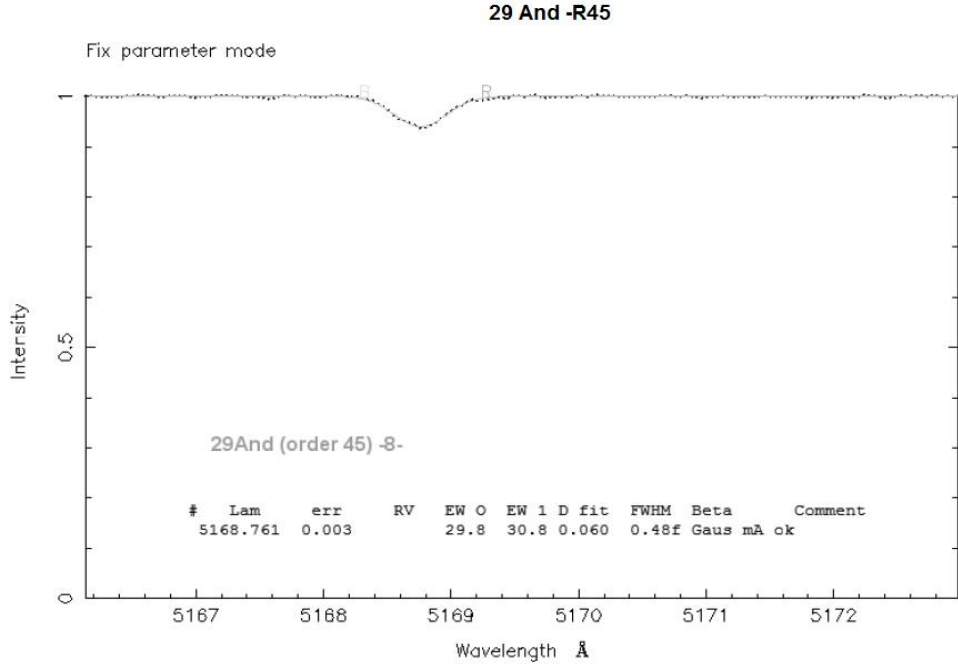
89 Cet - R37

1357C<>S\LMNOP7&W~>#=#< p1,R=reploc,D=new,H=hard,A=ol,/=S/N@H+-E=End

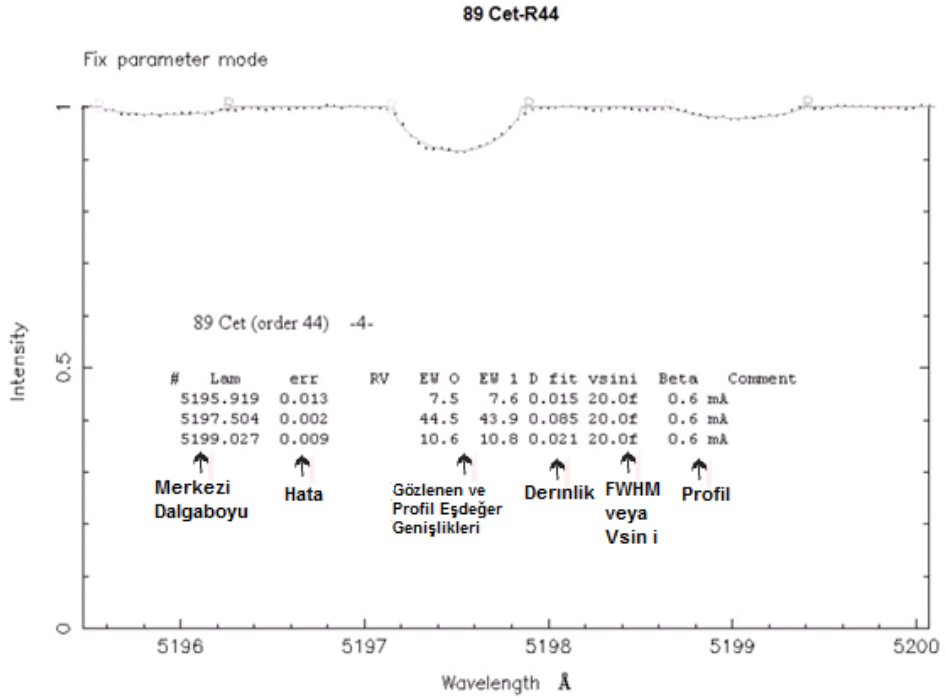


Şekil 4.8 89 Cet'in RTT150 CET tayfı S/G belirleme yöntemi (37. açıklık)

29 And ve 89 Cet'in gözlemsel çizgi profillerine yapılan kuramsal fitlere ve çizgi ölçüm sonuçlarına ilişkin örnekler Şekil 4.9 ve 4.10'da verilmektedir. İki yıldızın çizgi profil yapısındaki fark (29 And: Gauss, 89 Cet: Rotational) açıkça görülmektedir.

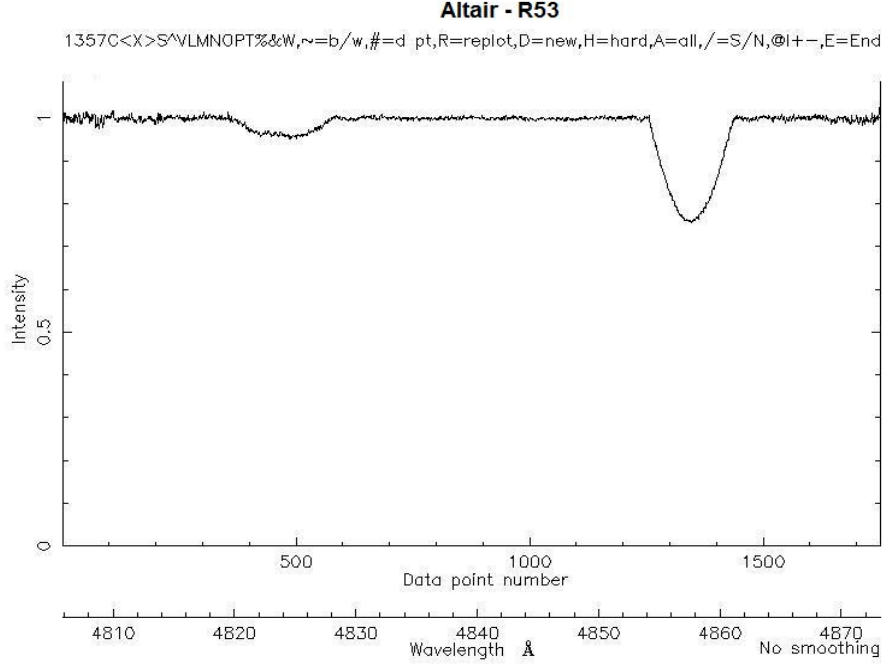


Şekil 4.9 29 And'in tayf çizgilerinin ölçümüne ait örnekler (45. açıklık)

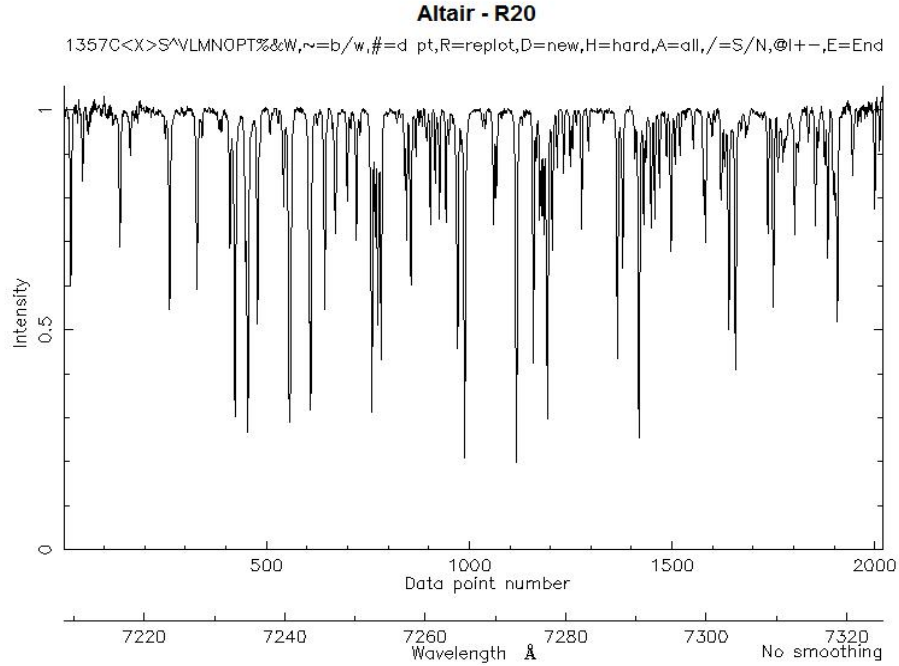


Şekil 4.10 89 Cet'in tayf çizgilerinin ölçümüne ait örnekler (44. açıklık)

Yüksek hızla dönen Altair (RTT150 CET)'in genişlemiş çizgilerine ilişkin bir kesit Şekil 4.11'de ve ince yapıdaki tellurik çizgilerin Altair tayfına etkisi Şekil 4.12'de görülmektedir.



Şekil 4.11 Altair'in *REDUCE* programı ile belirlenen sürekliliği (53. açıklık)



Şekil 4.12 Altair'in *REDUCE* programı ile belirlenen sürekliliği (20. açıklık)

### 4.3 Çizgi Tanıları

B tayf türünden 29 And ve 89 Cet'in RTT150 Cet tayflarında 500'ün üzerinde atom ve iyonun ait çizgi profili tanımlandı.

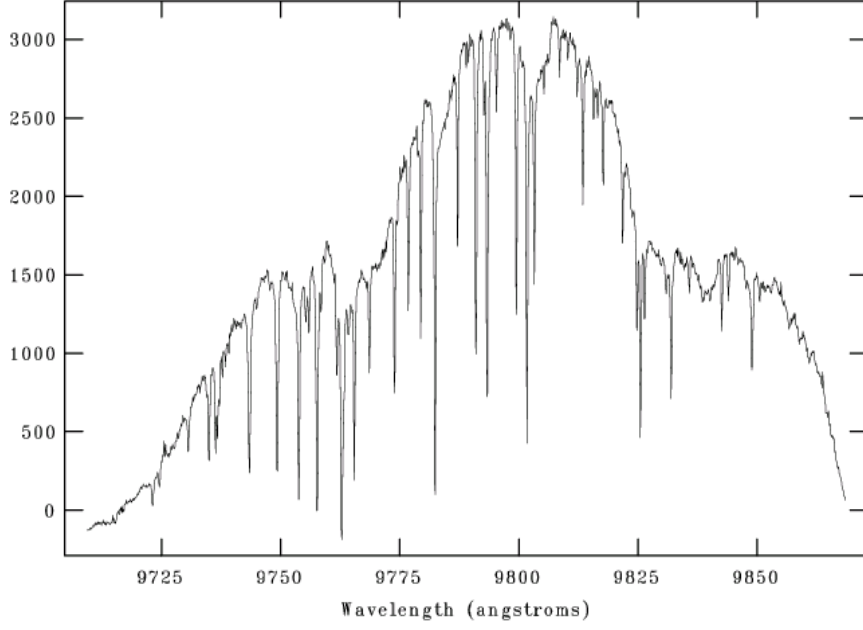
89 Cet tayflarında kesin olarak tanımlanan çizgiler; Paschen serisi çizgiler,  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ , He I, C I, C II, C III, N I, N II, O I, Ne I, Mg I, Mg II, Al II, Al III, Si I, Si II, Si III, P II, S II, Cl II, A II, Ca I, Ca II, Sc II, Ti II, V II, Cr I, Cr II, Mn I, Mn II, Fe I, Fe II, Fe III, Ni I, Ni II, Zn I, Sr II, Y II, Zr II, La II, Ce II, Pr II, Nd II, Sm II, Gd II, Er II atom ve iyonlarına aittir.

29 And'in tayflarında belirlenen atom ve iyon çizgileri; Paschen serisi çizgiler,  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ , He I, C I, C II, N II, O I, O II Ne II, Mg II, A II, Al II, Al III, Si II, Si III, P II, S II, Cl II, Ca I, Ca II, Sc II, Ti I, Ti II, V II, Cr I, Cr II, Mn I, Mn II, Fe I, Fe II, Fe III, Ni I, Sr II, Y II, Zr II, La II, Ce II, Pr II, Nd II, Sm II, Gd II dir.

RTT150-CET eşel tayflarının  $\lambda\lambda 6900-9850 \text{ \AA}$  dalgaboyu aralığında yoğun bir şekilde Yer atmosfer kaynaklı çizgiler mevcuttur (Şekil 4.13 ve 4.14). Aynı zamanda  $\lambda\lambda 3720-4130 \text{ \AA}$  aralığındaki gözlemsel tayflarda yer yer çöküntü benzeri yapılar vardır (Şekil 4.15). Bu yapının, indirgemenin önemli bir adımı olan "flat düzeltme" işleminde oluştuğunu düşünmekteyiz.

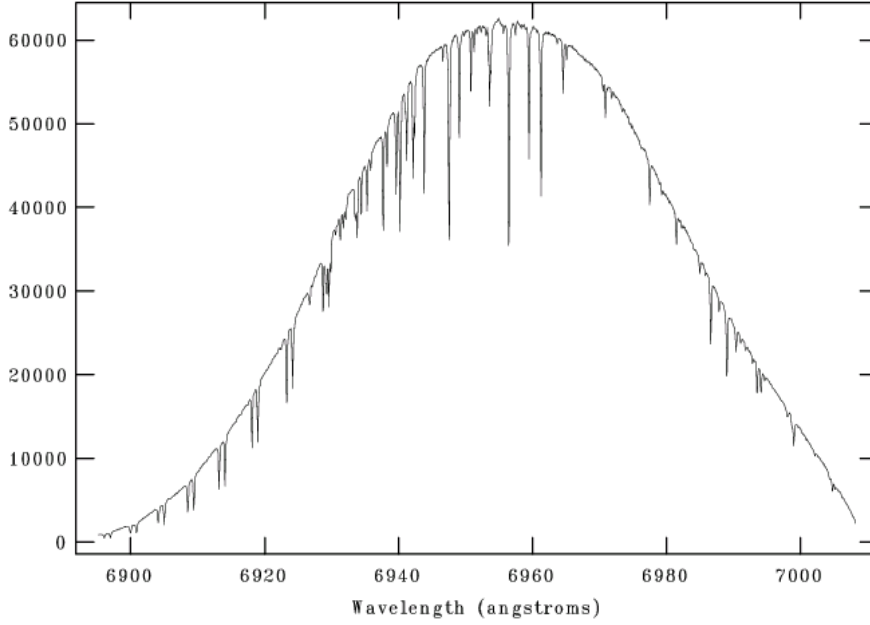
29 And ve 89 Cet'in temiz bölgelerinden sağlıklı tayf ölçümlerden belirlenen çizgi tanımları Ek 1 ve Ek 2'de listelendi. Bu listelerde, çizgi profilinin merkezi dalgaboyu ( $\text{\AA}$ ), gözlenmiş profil ile karşılaştırılan kuramsal profilin eşdeğer genişliği ( $m\text{\AA}$ ), kuramsal profilin derinliği, yarı genişliği ( $\text{\AA}$ ), gözlenen tayf çizgilerine uygulanan radyal hız düzeltmesi sonucunda elde edilen dalgaboyu ( $\text{\AA}$ ), tanımlanan çizgilerin ait oldukları element, multiplet numarası, laboratuvar dalgaboyu ve şiddeti yer alır.

NOAO/IRAF V2.14EXPORT eryilmaz@derman.science.ankara.edu.tr Tue 08:40:49 18-0  
[wbsfdz\_29And\_ALL\_19012010.ec.fits[\*1]]: 29\_And 1629. ap:1 beam:49

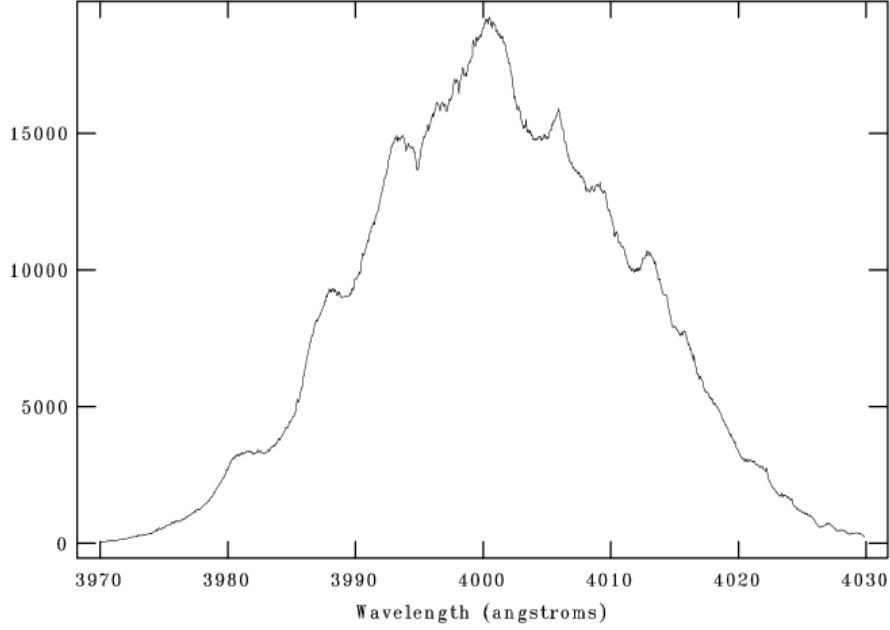


Şekil 4.13 29 And'ın tellürik çizgilerine ait örnekler (1. açıklık)

NOAO/IRAF V2.14EXPORT eryilmaz@derman.science.ankara.edu.tr Tue 08:42:44 18-0  
[wbsfdz\_29And\_ALL\_19012010.ec.fits[\*21]]: 29\_And 1629. ap:21 beam:69



Şekil 4.14 29 And'ın tellürik çizgilerine ait örnekler (21. açıklık)



Şekil 4.15 89 Cet'in tayfındaki çöküntü yapılarına ait örnek (72. açıklık)

#### 4.3.1 89 Cet'in RTT150-CET çizgi genişliklerinin Fossati vd. (2009) ile karşılaştırılması

Gözlemsel ve indirgenmiş RTT150 CET verisinin güvenilirliği ve çizgi ölçümlerinin kalitesini (başarısını) görebilmek için Fe II, Si II, N II, Ni II, S II, Cr II ve Ti II'nin çizgi şiddetlerini Fossati vd. (2009)'ninkilerle karşılaştırıldı (bkz. Çizelge 4.3). Her iki çalışmadaki eşdeğer genişlik değerlerindeki değişim Şekil 4.16 da görülmektedir. Karşılaştırma yapılan veriler arasında en iyi uyum, katsayının 1 ve/veya sabitin 0'a yakın olduğu durumdur. Oluşan farklılıklar; tayfsal verilerin farklı gözlemevlerinden elde edilmiş olmasından, indirgeme ve çizgi ölçümlerinde kullanılan yöntem farklılığından kaynaklanabilir. En fazla çizgi Fe II elementine ait olduğundan uyum fiti demir çizgilerine göre yapıldı. Fossati vd.'nin çalışmasında 142 adet Fe II çizgisi yer almakta, bu çizgilerin en küçük ve en büyük eşdeğer genişlikler sırasıyla 1.2 mÅ ve 91.8 mÅ dır. RTT150 CET'de ise en küçük ve en büyük eşdeğer genişlikleri sırasıyla 2.5 mÅ ve 83.6 mÅ olmak üzere 107 adet Fe II çizgisi kullanıldı.



Çizelge 4.3 89 Cet'in RTT150-CET eşdeğer genişliklerinin Fossati vd.(2009) ile karşılaştırılması

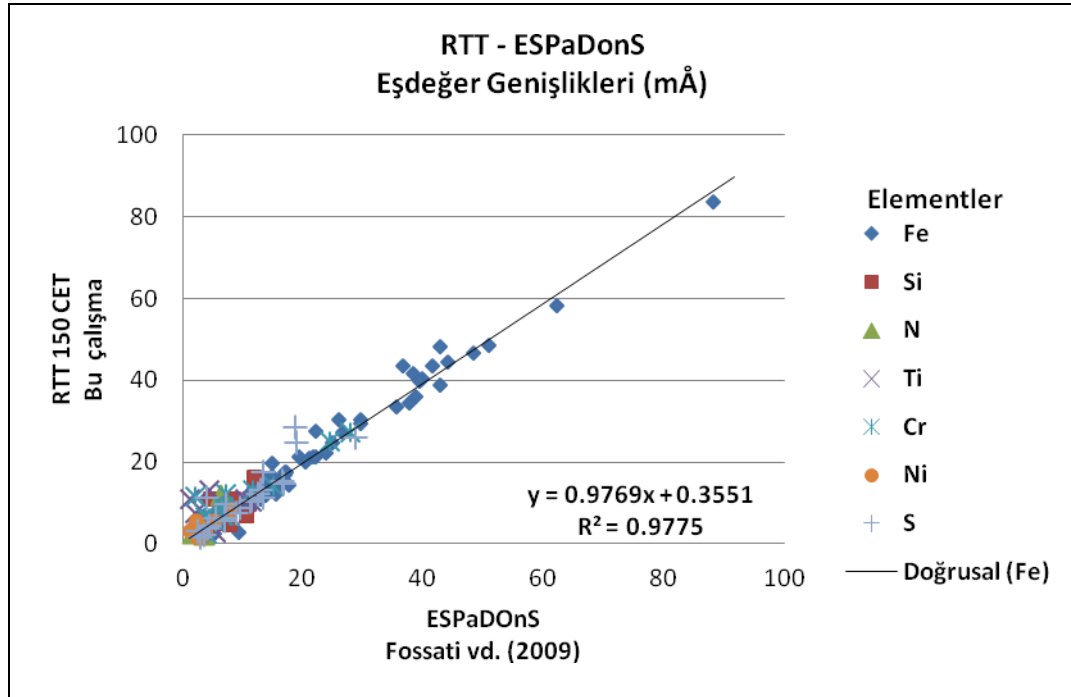
Element	Çizgi	EW (mÅ) Fossati vd. (2009)	EW (mÅ) Bu çalışma (2011)	Çizgi	EW (mÅ) Fossati vd. (2009)	EW (mÅ) Bu çalışma (2011)
<b>Fe II</b>	4173.461	38.4	41.7	4984.488	11.3	8.9
	4177.692	14.5	14.7	4990.509	13.9	12.4
	4178.862	42.8	39.0	4993.358	9.7	9.3
	4250.437	5.6	4.1	4999.180	4.9	5.5
	4263.869	6	6.8	5001.959	37.6	34.4
	4273.326	13.7	15.6	5009.022	3.3	3.9
	4286.280	5.9	5.8	5018.440	88.3	83.6
	4296.572	24.9	24.6	5030.630	19.4	21.2
	4303.176	39.9	40.5	5035.708	26	30.5
	4369.411	7	7.5	5045.114	9.6	9.3
	4416.830	36.7	43.6	5060.257	3.6	7
	4451.551	13.8	12.9	5061.718	15	13.8
	4455.266	8.4	9.7	5067.893	7	6.5
	4461.706	9.1	9.5	5070.899	17.6	14.3
	4489.183	23.9	22.1	5075.764	12.7	12.9
	4491.405	29.7	30.5	5097.271	17.2	17.6
	4499.688	4.1	11.3	5113.004	4.5	2.7
	4508.288	44.1	44.6	5117.034	5.3	7.4
	4515.339	38.7	36.1	5119.341	2.5	2.6
	4520.224	35.6	33.6	5120.352	2	4.7
	4522.634	51	48.6	5132.669	4.6	4.5
	4541.524	22.2	27.5	5144.355	9.8	9.0
	4555.893	42.9	48.3	5150.489	6.9	5.5
	4576.340	21.7	21.2	5180.314	8.1	5.0
	4579.527	7.6	6.1	5199.122	13	10.8
	4580.063	5.4	4.6	5203.638	8.4	9.3
	4582.835	15.7	14.1	5237.950	11.2	12.6
	4583.837	62.3	58.3	5247.952	15.3	15.3
	4596.015	14.8	19.8	5260.259	39.3	39.8
	4598.494	5.9	6.7	5270.027	4.2	3.3
	4620.521	13.3	12.2	5276.002	48.3	46.7
	4625.893	5.8	5.5	5284.109	17	17.6
	4628.786	3.7	6.2	5291.666	21	20.9
4629.339	41.6	43.5	5306.180	9.3	2.7	
4635.316	26.6	27.1	5318.057	7.5	6.9	
4638.050	6.9	6.3	5325.553	13.9	12.0	
4640.812	3	6.5	5339.585	20.5	20.1	
4663.708	4.3	4.3	5355.419	3.5	3.3	
4666.758	12.9	12.8	5387.063	22.1	21.4	
4731.453	17.1	17.0	5393.847	7.2	6.0	

Çizelge 4.3 89 Cet'in RTT150-CET eşdeğer genişliklerinin Fossati vd.(2009) ile karşılaştırılması (devam)

Element	Çizgi	EW (mÅ) Fossati vd. (2009)	EW (mÅ) Bu çalışma (2011)	Çizgi	EW (mÅ) Fossati vd. (2009)	EW (mÅ) Bu çalışma (2011)
<b>Fe II</b>	4826.683	5	3.6	5408.811	4.5	3.9
	4913.292	12	13.8	5411.375	5.3	2.5
	4948.096	6	5.5	5427.826	12.4	11.6
	4948.793	7.2	7.7	5429.988	15.6	12.3
	4951.584	14.8	16.3	5457.730	5	5.1
	4953.987	3	4.3	5475.829	6	6.4
	4977.035	8.9	9.7	5482.308	16.8	15.8
	4977.923	3.1	4.1	5487.619	14.8	16.5
	5506.195	29.7	29.4	5567.842	6.9	6.7
	5507.072	5.4	5.9	5643.880	6.2	5.4
	5529.053	6.4	8.0	5726.557	6.5	5.8
	5532.088	5.1	6.9	5783.630	10.1	8.4
	5544.763	13.5	13.7	5784.448	5.3	5.2
	5549.001	6.7	5.1			
	<b>Si II</b>	4190.707	11.8	16.3	5669.563	10.6
4198.134		8.5	11.1	5688.817	7.8	4.7
5469.451		6.2	5.0	5701.370	6.4	5.7
5576.661		3.7	4.3	5800.454	4.7	10.8
5632.966		2.5	2.3			
<b>N II</b>	4607.149	2.6	3.9	4643.090	3.6	4.3
	4613.868	1.7	2.5	5005.154	3.5	2.2
	4630.543	6.4	11.9	5679.554	3.9	4.8
<b>Ti II</b>	4171.904	4.5	13.1	4395.031	11.5	10.3
	4290.215	4.5	5.3	4563.757	5.6	2.8
	4300.042	10.4	11.1	4571.971	10.6	10.3
	4301.922	2.2	7.4	4779.985	1.3	10.8
<b>Cr II</b>	4261.913	6.7	7.0	4616.629	5.5	5.3
	4275.567	4.4	6.3	4618.803	15.1	14.1
	4284.188	3.7	6.7	4634.070	11.6	13.0
	4554.988	7.3	12.3	4812.337	2.2	11.7
	4558.650	27.9	27.3	5237.329	6.8	7.8
	4588.199	24.4	25.1	5274.964	7.8	6.9
	4592.049	6.7	9.0	5334.869	4.1	2.5
<b>Ni II</b>	4187.849	8	8.4	5003.414	2.9	1.6
	4665.548	3.4	3.0	5052.997	2.2	2.7
	4679.159	3.8	3.9	5058.376	2.4	5.6
	4898.945	1.3	3.1	5059.200	3.1	3.8
	4932.658	2.4	3.8	5066.328	5.2	5.5
	4974.130	2.5	1.4			

Çizelge 4.3 89 Cet'in RTT150-CET eşdeğer genişliklerinin Fossati vd.(2009) ile karşılaştırılması (devam)

Element	Çizgi	EW (mÅ) Fossati vd. (2009)	EW (mÅ) Bu çalışma (2011)	Çizgi	EW (mÅ) Fossati	EW (mÅ) Bu
S II	4153.068	18.9	24.8	5428.655	13.3	17.4
	4230.943	4	11.3	5453.855	28.7	26.0
	4269.725	5.5	6.4	5509.705	11.5	10.5
	4463.581	7.2	9.8	5526.243	3.6	2.2
	4716.271	11.3	10.3	5564.958	9	7.6
	4792.007	2.6	3.2	5578.870	4.4	4.4
	4815.552	18.7	28.6	5606.151	16.7	15.4
	4917.198	9.6	8.7	5616.633	4.2	3.8
	5009.567	12.6	12.1	5647.020	13	13.2
	5014.042	16.9	14.8	5664.773	6.9	6.1
	5103.332	7.1	5.5	5819.254	3	1.6
	5320.723	13.3	11.4			



Şekil 4.16 89 Cet'in RTT150-CET eşdeğer genişliklerinin Fossati vd.(2009) ile karşılaştırılması

#### 4.4 Atmosfer Parametreleri

29 And yıldızının atmosfer parametre değerleri, Strömngren uvby $\beta$  fotometrisinden (Hauck ve Mermilliod, 1998)  $V = 4.335$ ,  $(b-y) = -0.061$ ,  $c_1 = 0.433$ ,  $m_1 = 0.107$ ,  $H\beta = 2.683$ ,  $T_e = 15130$  K,  $\log g = 3.70$  dex ve  $E(b-y) = 0.009$  olarak belirlendi. 89 Cet için, Fossati vd. (2009) tarafından elde edilen  $T_e = 12800$  K,  $\log g = 3.75$  dex güncel değerleri kullanıldı.

Mikrotürbülans hız değerleri, tayflarda en çok çizgisi tanımlanan demir elementinin çizgilerinden araştırıldı: Bu tez çalışması için kabul edilen atmosfer parametre çifti ve olası mikrotürbülans hız değerleri kullanılarak demir elementine ait bolluk değeri hesaplandı. Demir çizgilerinden bulunan bollukların eşdeğer genişliklere göre değişimlerinde, bağlılığın en az olduğu dağılımlardan mikrotürbülans hızı ( $\xi$ ), 29 And için  $0 \text{ km sn}^{-1}$  ve 89 Cet için  $1 \text{ km sn}^{-1}$  olarak belirlendi. Bu değerler, model atmosfer oluşturulmasında ve diğer element bolluklarının hesaplamalarında kullanıldı.

#### 4.5 Element Bolluk Analizi

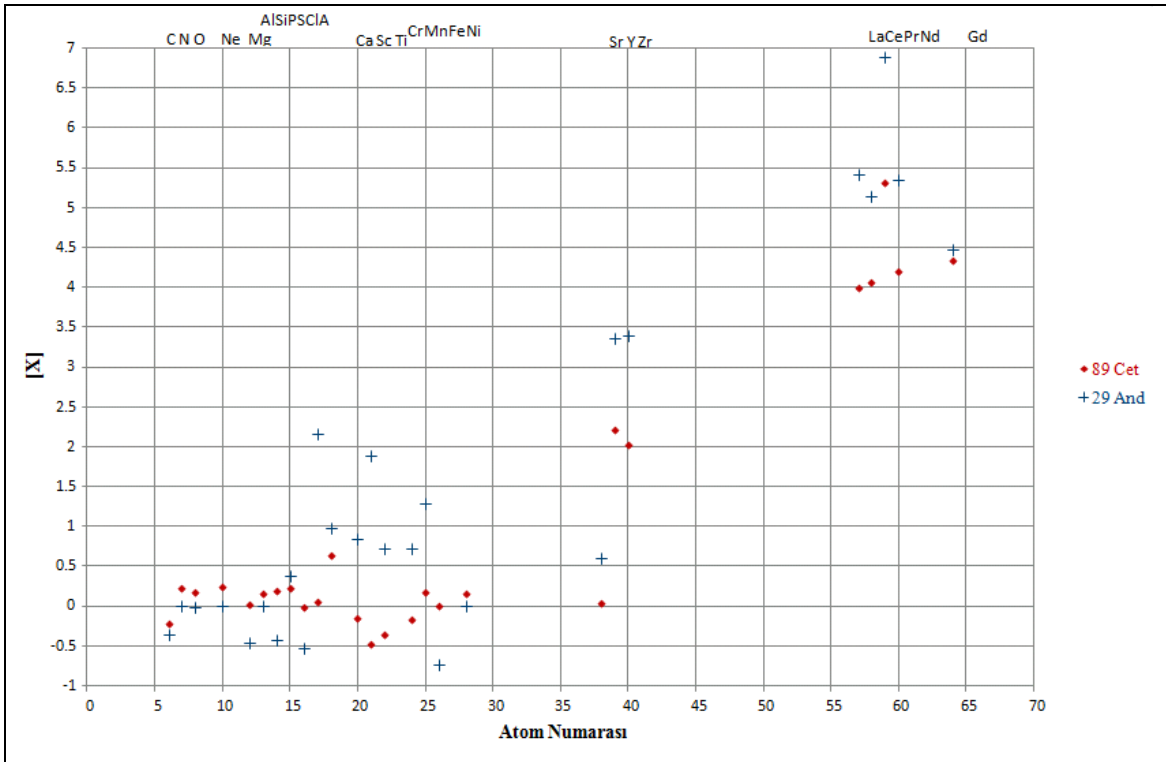
89 Cet ve 29 And'ın yüzey element bolluk hesabında kullanılmak üzere her iki yıldızın ayrı ayrı model atmosferleri hesaplandı. Çizelge 4.4 ve 4.5'de 29 And için  $T_e = 15130$  K,  $\log g = 3.70$ ,  $\xi = 0 \text{ km sn}^{-1}$  ve 89 Cet için  $T_e = 12800$  K,  $\log g = 3.75$ ,  $\xi = 1 \text{ km sn}^{-1}$  değerleri kullanılarak oluşturulan Güneş bolluklu model atmosferler verilmektedir.

Helyum bolluğu belirleyebilmek için her iki yıldızın incelenen tayflarında blend olmayan He I çizgileri seçildi. Bu çizgilerin kuramsal profilleri çeşitli He/H değerleri için oluşturuldu. Kuramsal ve gözlemsel He I çizgilerinin en iyi uyumundan He/H değerleri belirlendi.

29 And için He/H değerleri  $0.07$  ( $\lambda 4387$ ),  $0.06$  ( $\lambda 4438$ ),  $0.07$  ( $\lambda 4713$ ),  $0.11$  ( $\lambda 5016$ ) olarak belirlendi, ortalama değer  $0.08$  olup, helyum bolluğu  $\log(\text{He}/\text{H}) = -1.11 \pm 0.02$  dir. 89 Cet için He/H değerleri  $0.12$  ( $\lambda 4121$ ),  $0.08$  ( $\lambda 4387$ ),  $0.10$  ( $\lambda 4438$ ),  $0.05$  ( $\lambda 4472$ ),

0.14 ( $\lambda 4713$ ), 0.07 ( $\lambda 4922$ ) olarak belirlendi, ortalama değer 0.09 olup, helyum bolluğu  $\log(\text{He}/\text{H}) = -1.03 \pm 0.03$  dir.

Atmosfer parametre değerleri, oluşturulan model atmosfer ve çizgi şiddetleri kullanılarak hesaplanan diğer elementlerin bolluklarına ilişkin sonuçlar, 29 And ve 89 Cet için, sırasıyla, Ek 3 ve Ek 4’te listelenmiştir. Burada  $\log N/N_T$  parametresi o çizgiden hesaplanan bolluğun toplam element bolluğuna oranını ifade etmektedir. Her iki yıldıızın elementler için ortalama yüzey element bollukları Güneş’in değerleriyle (Grevesse vd. 1996) Çizelge 4.6’de karşılaştırıldı. Yüzey bolluklarının Güneş’teki değerlerden olan farkları,  $[X] = \log \varepsilon(X)_{\text{yıldıız}} - \log \varepsilon(X)_{\text{Güneş}}$ , yapısında şekil 4.17 da verildi.



şekil 4.17 29 And ve 89 Cet’in element bolluklarının Güneş’teki bolluklardan olan farkları

Çizelge 4.4 29 And'ın (15130K,  $\log g=3.70$ ,  $\xi=0$ ) için oluşturulan model atmosferi

```

TEFF 15130. GRAVITY 3.70000 LTE
TITLE [0.0] VTURB=0 L/H=1.25 NOVER NEW ODF
OPACITY IFOP 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0
CONVECTION ON 1.25 TURBULENCE OFF 0.00 0.00 0.00 0.00
ABUNDANCE SCALE 1.00000 ABUNDANCE CHANGE 1 0.92040 2 0.07834
ABUNDANCE CHANGE 3 -10.94 4 -10.64 5 -9.49 6 -3.52 7 -4.12 8 -3.21
ABUNDANCE CHANGE 9 -7.48 10 -3.96 11 -5.71 12 -4.46 13 -5.57 14 -4.49
ABUNDANCE CHANGE 15 -6.59 16 -4.71 17 -6.54 18 -5.64 19 -6.92 20 -5.68
ABUNDANCE CHANGE 21 -8.87 22 -7.02 23 -8.04 24 -6.37 25 -6.65 26 -4.54
ABUNDANCE CHANGE 27 -7.12 28 -5.79 29 -7.83 30 -7.44 31 -9.16 32 -8.63
ABUNDANCE CHANGE 33 -9.67 34 -8.63 35 -9.41 36 -8.73 37 -9.44 38 -9.07
ABUNDANCE CHANGE 39 -9.80 40 -9.44 41 -10.62 42 -10.12 43 -20.00 44 -10.20
ABUNDANCE CHANGE 45 -10.92 46 -10.35 47 -11.10 48 -10.27 49 -10.38 50 -10.04
ABUNDANCE CHANGE 51 -11.04 52 -9.80 53 -10.53 54 -9.87 55 -10.91 56 -9.91
ABUNDANCE CHANGE 57 -10.87 58 -10.46 59 -11.33 60 -10.54 61 -20.00 62 -11.03
ABUNDANCE CHANGE 63 -11.53 64 -10.92 65 -11.69 66 -10.90 67 -11.78 68 -11.11
ABUNDANCE CHANGE 69 -12.04 70 -10.96 71 -11.98 72 -11.16 73 -12.17 74 -10.93
ABUNDANCE CHANGE 75 -11.76 76 -10.59 77 -10.69 78 -10.24 79 -11.03 80 -10.91
ABUNDANCE CHANGE 81 -11.14 82 -10.09 83 -11.33 84 -20.00 85 -20.00 86 -20.00
ABUNDANCE CHANGE 87 -20.00 88 -20.00 89 -20.00 90 -11.95 91 -20.00 92 -12.54
ABUNDANCE CHANGE 93 -20.00 94 -20.00 95 -20.00 96 -20.00 97 -20.00 98 -20.00
ABUNDANCE CHANGE 99 -20.00
READ DECK6 72 RHOX,T,P,XNE,ABROSS,ACCRAD,VTURB, FLXCNV,VCONV,VELSND
4.41845862E-07 8881.2 2.199E-03 8.638E+08 3.018E-01 3.456E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.722E+08
5.89177382E-07 8894.3 2.933E-03 1.149E+09 3.019E-01 3.486E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.591E+08
7.85499767E-07 8902.6 3.910E-03 1.530E+09 3.023E-01 3.530E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.473E+08
1.04694268E-06 8912.4 5.211E-03 2.035E+09 3.028E-01 3.589E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.358E+08
1.39489790E-06 8921.1 6.942E-03 2.707E+09 3.035E-01 3.664E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.248E+08
1.85772064E-06 8929.4 9.244E-03 3.601E+09 3.043E-01 3.759E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.140E+08
2.47289916E-06 8938.6 1.230E-02 4.786E+09 3.054E-01 3.888E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.036E+08
3.28989731E-06 8950.1 1.637E-02 6.356E+09 3.068E-01 4.048E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 9.340E+07
4.37408053E-06 8964.3 2.176E-02 8.434E+09 3.084E-01 4.239E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 8.366E+07
5.81159684E-06 8981.6 2.890E-02 1.118E+10 3.103E-01 4.461E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 7.543E+07
7.71556457E-06 9001.6 3.835E-02 1.480E+10 3.126E-01 4.729E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 6.601E+07
1.02340409E-05 9022.8 5.085E-02 1.958E+10 3.154E-01 5.048E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 5.827E+07
1.35602824E-05 9043.2 6.735E-02 2.587E+10 3.187E-01 5.428E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 5.128E+07
1.79456474E-05 9065.8 8.908E-02 3.412E+10 3.227E-01 5.870E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 4.498E+07
2.37151934E-05 9089.2 1.176E-01 4.494E+10 3.274E-01 6.393E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 3.935E+07
3.12866379E-05 9114.6 1.551E-01 5.907E+10 3.332E-01 7.008E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 3.435E+07
4.11935440E-05 9141.3 2.040E-01 7.747E+10 3.401E-01 7.744E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.993E+07
5.41133687E-05 9171.7 2.677E-01 1.013E+11 3.483E-01 8.601E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.604E+07
7.09049144E-05 9210.9 3.503E-01 1.320E+11 3.579E-01 9.497E+01 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.265E+07
9.26583987E-05 9264.1 4.572E-01 1.712E+11 3.690E-01 1.032E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.973E+07
1.20744944E-04 9328.4 5.949E-01 2.212E+11 3.818E-01 1.110E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.717E+07
1.56890847E-04 9409.1 7.720E-01 2.846E+11 3.961E-01 1.167E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.510E+07
2.03260007E-04 9498.7 9.989E-01 3.647E+11 4.125E-01 1.211E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.327E+07
2.62570665E-04 9601.0 1.289E+00 4.655E+11 4.306E-01 1.224E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.171E+07
3.38174240E-04 9707.1 1.658E+00 5.924E+11 4.514E-01 1.236E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.036E+07
4.34152971E-04 9818.6 2.128E+00 7.513E+11 4.750E-01 1.247E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 9.188E+06
5.55507342E-04 9933.3 2.721E+00 9.495E+11 5.020E-01 1.258E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 8.169E+06
7.08325044E-04 10052.2 3.467E+00 1.196E+12 5.326E-01 1.265E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 7.285E+06
8.99986800E-04 10172.5 4.404E+00 1.501E+12 5.675E-01 1.266E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 6.512E+06
1.13926632E-03 10289.0 5.572E+00 1.877E+12 6.076E-01 1.274E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 5.835E+06
1.43651633E-03 10401.1 7.024E+00 2.341E+12 6.538E-01 1.291E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 5.242E+06
1.80391320E-03 10507.6 8.817E+00 2.908E+12 7.071E-01 1.321E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 4.724E+06
2.25578502E-03 10609.3 1.102E+01 3.600E+12 7.684E-01 1.363E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 4.233E+06
2.80889508E-03 10705.8 1.372E+01 4.439E+12 8.391E-01 1.419E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 3.879E+06
3.48266942E-03 10798.0 1.700E+01 5.452E+12 9.206E-01 1.494E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 3.537E+06
4.29991982E-03 10887.8 2.097E+01 6.668E+12 1.014E+01 1.587E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 3.241E+06
5.28777367E-03 10976.8 2.575E+01 8.123E+12 1.120E+01 1.696E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.987E+06
6.47840011E-03 11065.6 3.151E+01 9.857E+12 1.241E+01 1.822E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.767E+06
7.91076740E-03 11157.1 3.842E+01 1.192E+13 1.376E+01 1.959E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.579E+06
9.63078470E-03 11248.8 4.669E+01 1.436E+13 1.530E+01 2.118E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.418E+06
1.1693082E-02 11342.7 5.657E+01 1.725E+13 1.702E+01 2.296E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.281E+06
1.41648503E-02 11440.4 6.837E+01 2.067E+13 1.894E+01 2.496E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.164E+06
1.71297513E-02 11545.1 8.245E+01 2.470E+13 2.104E+01 2.716E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.067E+06
2.06934020E-02 11660.4 9.930E+01 2.945E+13 2.330E+01 2.954E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.986E+06
2.49946485E-02 11793.0 1.195E+02 3.505E+13 2.568E+01 3.194E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.920E+06
3.02139127E-02 11945.0 1.440E+02 4.167E+13 2.815E+01 3.442E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.867E+06
3.65870188E-02 12122.9 1.736E+02 4.953E+13 3.062E+01 3.689E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.824E+06
4.44341437E-02 12333.5 2.100E+02 5.890E+13 3.302E+01 3.922E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.789E+06
5.41934469E-02 12583.7 2.549E+02 7.014E+13 3.522E+01 4.131E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.759E+06
6.64620403E-02 12882.7 3.112E+02 8.372E+13 3.716E+01 4.313E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.732E+06
8.20743402E-02 13238.3 3.826E+02 1.003E+14 3.869E+01 4.443E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.704E+06
1.02190297E-01 13656.2 4.745E+02 1.208E+14 3.980E+01 4.524E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.679E+06
1.28454107E-01 14144.6 5.941E+02 1.465E+14 4.051E+01 4.558E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.660E+06
1.62843958E-01 14716.4 7.507E+02 1.788E+14 4.124E+01 4.604E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.658E+06
2.08111080E-01 15371.5 9.568E+02 2.197E+14 4.160E+01 4.597E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.681E+06
2.68000121E-01 16117.5 1.229E+03 2.712E+14 4.190E+01 4.583E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.735E+06
3.47325101E-01 16960.9 1.591E+03 3.357E+14 4.214E+01 4.568E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.818E+06
4.53139825E-01 17900.9 2.073E+03 4.164E+14 4.192E+01 4.508E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 1.920E+06
5.92738849E-01 18947.2 2.710E+03 5.156E+14 4.313E+01 4.530E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.021E+06
7.72108174E-01 20064.6 3.527E+03 6.346E+14 4.506E+01 4.582E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.108E+06
1.00831435E+00 21288.5 4.604E+03 7.812E+14 4.424E+01 4.492E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.185E+06
1.32381193E+00 22626.9 6.043E+03 9.652E+14 4.492E+01 4.496E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.259E+06
1.74764511E+00 24104.6 7.979E+03 1.197E+15 4.359E+01 4.370E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.334E+06
2.32033520E+00 25718.9 1.060E+04 1.490E+15 4.400E+01 4.392E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.413E+06
3.06156421E+00 27479.8 1.398E+04 1.840E+15 4.607E+01 4.543E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.493E+06
3.99631959E+00 29383.9 1.823E+04 2.244E+15 4.909E+01 4.823E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.573E+06
5.16352285E+00 31462.2 2.356E+04 2.702E+15 5.254E+01 5.150E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.646E+06
6.60247129E+00 33708.3 2.994E+04 3.216E+15 5.739E+01 5.621E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.702E+06
8.35203455E+00 36156.9 3.767E+04 3.784E+15 6.313E+01 6.175E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.721E+06
1.04706569E+01 38787.3 4.691E+04 4.420E+15 6.946E+01 6.796E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.764E+06
1.30736654E+01 41675.9 5.813E+04 5.146E+15 7.406E+01 7.215E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.880E+06
1.64346189E+01 44761.2 7.260E+04 6.034E+15 7.478E+01 7.406E+02 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 2.936E+06
PRADK 7.1236E+01
BEGIN ITERATION 15 COMPLETED

```

## Çizelge 4.5 89 Cet'in (12800K, log g=3.75, ξ=1) için oluşturulan model atmosferi

```
TEFF 12800. GRAVITY 3.75000 LTE
TITLE [0.0] VTURB=1 L/H=1.25 NOVER NEW ODF
OPACITY IFOP 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
CONVECTION ON 1.25 TURBULENCE OFF 0.00 0.00 0.00 0.00
ABUNDANCE SCALE 1.00000 ABUNDANCE CHANGE 1 0.92040 2 0.07834
ABUNDANCE CHANGE 3 -10.94 4 -10.64 5 -9.49 6 -3.52 7 -4.12 8 -3.21
ABUNDANCE CHANGE 9 -7.48 10 -3.96 11 -5.71 12 -4.46 13 -5.57 14 -4.49
ABUNDANCE CHANGE 15 -6.59 16 -4.71 17 -6.54 18 -5.64 19 -6.92 20 -5.68
ABUNDANCE CHANGE 21 -8.87 22 -7.02 23 -8.04 24 -6.37 25 -6.65 26 -4.54
ABUNDANCE CHANGE 27 -7.12 28 -5.79 29 -7.83 30 -7.44 31 -9.16 32 -8.63
ABUNDANCE CHANGE 33 -9.67 34 -8.63 35 -9.41 36 -8.73 37 -9.44 38 -9.07
ABUNDANCE CHANGE 39 -9.80 40 -9.44 41 -10.62 42 -10.12 43 -20.00 44 -10.20
ABUNDANCE CHANGE 45 -10.92 46 -10.35 47 -11.10 48 -10.27 49 -10.38 50 -10.04
ABUNDANCE CHANGE 51 -11.04 52 -9.80 53 -10.53 54 -9.87 55 -10.91 56 -9.91
ABUNDANCE CHANGE 57 -10.87 58 -10.46 59 -11.33 60 -10.54 61 -20.00 62 -11.03
ABUNDANCE CHANGE 63 -11.53 64 -10.92 65 -11.69 66 -10.90 67 -11.78 68 -11.11
ABUNDANCE CHANGE 69 -12.04 70 -10.96 71 -11.98 72 -11.16 73 -12.17 74 -10.93
ABUNDANCE CHANGE 75 -11.76 76 -10.59 77 -10.69 78 -10.24 79 -11.03 80 -10.91
ABUNDANCE CHANGE 81 -11.14 82 -10.09 83 -11.33 84 -20.00 85 -20.00 86 -20.00
ABUNDANCE CHANGE 87 -20.00 88 -20.00 89 -20.00 90 -11.95 91 -20.00 92 -12.54
ABUNDANCE CHANGE 93 -20.00 94 -20.00 95 -20.00 96 -20.00 97 -20.00 98 -20.00
ABUNDANCE CHANGE 99 -20.00
READ DECK6 72 RHOX,T,P,XNE,ABROSS,ACCRAD,VTURB, FLXCNV,VCONV,VELSND
4.35074864E-07 7368.2 2.430E-03 1.145E+09 3.067E-01 3.424E+01 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.795E+08
5.79813059E-07 7369.2 3.239E-03 1.525E+09 3.081E-01 3.928E+01 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.500E+08
7.71857460E-07 7370.2 4.311E-03 2.029E+09 3.096E-01 4.468E+01 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.248E+08
1.02663058E-06 7371.2 5.731E-03 2.696E+09 3.113E-01 5.128E+01 1.000E+05 0.000E+00 4.892E+07 1.034E+08
1.36440907E-06 7372.2 7.612E-03 3.578E+09 3.131E-01 5.935E+01 1.000E+05 0.000E+00 5.327E+07 8.507E+07
1.81199588E-06 7375.4 1.010E-02 4.742E+09 3.152E-01 6.885E+01 1.000E+05 0.000E+00 8.214E+07 6.972E+07
2.40501839E-06 7387.4 1.339E-02 6.271E+09 3.173E-01 7.631E+01 1.000E+05 0.000E+00 8.760E+07 5.728E+07
3.19036580E-06 7402.6 1.774E-02 8.284E+09 3.196E-01 8.468E+01 1.000E+05 0.000E+00 7.731E+07 4.703E+07
4.22921539E-06 7424.6 2.349E-02 1.092E+10 3.224E-01 9.373E+01 1.000E+05 0.000E+00 6.683E+07 3.878E+07
5.60133849E-06 7450.6 3.107E-02 1.438E+10 3.258E-01 1.041E+02 1.000E+05 0.000E+00 5.764E+07 3.208E+07
7.41156084E-06 7488.0 4.106E-02 1.888E+10 3.294E-01 1.100E+02 1.000E+05 0.000E+00 4.866E+07 2.683E+07
9.79604618E-06 7528.9 5.420E-02 2.475E+10 3.339E-01 1.167E+02 1.000E+05 0.000E+00 3.874E+07 2.253E+07
1.29286521E-05 7578.0 7.144E-02 3.236E+10 3.394E-01 1.242E+02 1.000E+05 0.000E+00 3.156E+07 1.910E+07
1.70340728E-05 7637.1 9.401E-02 4.221E+10 3.456E-01 1.265E+02 1.000E+05 0.000E+00 2.494E+07 1.636E+07
2.24049158E-05 7703.2 1.235E-01 5.493E+10 3.527E-01 1.238E+02 1.000E+05 0.000E+00 1.861E+07 1.413E+07
2.94121015E-05 7773.0 1.621E-01 7.136E+10 3.611E-01 1.215E+02 1.000E+05 0.000E+00 1.332E+07 1.225E+07
3.85189724E-05 7846.9 2.122E-01 9.247E+10 3.712E-01 1.209E+02 1.000E+05 0.000E+00 9.329E+06 1.068E+07
5.03032204E-05 7925.8 2.770E-01 1.194E+11 3.834E-01 1.221E+02 1.000E+05 0.000E+00 6.364E+06 9.361E+06
6.54888911E-05 8011.1 3.606E-01 1.537E+11 3.975E-01 1.222E+02 1.000E+05 0.000E+00 4.159E+06 8.267E+06
8.49817534E-05 8100.6 4.678E-01 1.972E+11 4.137E-01 1.211E+02 1.000E+05 0.000E+00 2.565E+06 7.340E+06
1.09919423E-04 8193.3 6.051E-01 2.521E+11 4.318E-01 1.164E+02 1.000E+05 0.000E+00 1.483E+06 6.544E+06
1.41707369E-04 8285.1 7.802E-01 3.214E+11 4.528E-01 1.123E+02 1.000E+05 0.000E+00 5.776E+05 5.840E+06
1.82027115E-04 8376.2 1.002E+00 4.084E+11 4.772E-01 1.107E+02 1.000E+05 0.000E+00 3.164E+05 5.221E+06
2.32944703E-04 8468.0 1.283E+00 5.170E+11 5.048E-01 1.074E+02 1.000E+05 0.000E+00 1.724E+05 4.683E+06
2.96946840E-04 8557.6 1.636E+00 6.520E+11 5.370E-01 1.064E+02 1.000E+05 0.000E+00 9.259E+04 4.207E+06
3.76948110E-04 8647.0 2.078E+00 8.190E+11 5.744E-01 1.074E+02 1.000E+05 0.000E+00 5.054E+04 3.790E+06
4.76458558E-04 8737.1 2.626E+00 1.024E+12 6.170E-01 1.087E+02 1.000E+05 0.000E+00 2.761E+04 3.436E+06
5.99816594E-04 8828.5 3.307E+00 1.276E+12 6.646E-01 1.078E+02 1.000E+05 0.000E+00 1.448E+04 3.128E+06
7.52242677E-04 8917.9 4.148E+00 1.583E+12 7.187E-01 1.065E+02 1.000E+05 0.000E+00 6.889E+03 2.858E+06
9.39664363E-04 9003.1 5.182E+00 1.958E+12 7.816E-01 1.072E+02 1.000E+05 0.000E+00 2.908E+03 2.617E+06
1.16887926E-03 9085.4 6.446E+00 2.412E+12 8.543E-01 1.098E+02 1.000E+05 0.000E+00 9.824E+02 2.407E+06
1.44784280E-03 9165.5 7.983E+00 2.959E+12 9.381E-01 1.141E+02 1.000E+05 0.000E+00 8.249E+01 2.226E+06
1.78583118E-03 9244.5 9.844E+00 3.614E+12 1.034E+00 1.202E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 2.071E+06
2.19413405E-03 9325.4 1.209E+01 4.396E+12 1.143E+00 1.254E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.941E+06
2.68665442E-03 9405.1 1.480E+01 5.330E+12 1.265E+00 1.296E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.831E+06
3.27899758E-03 9481.4 1.805E+01 6.442E+12 1.405E+00 1.356E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.734E+06
3.98872486E-03 9555.1 2.194E+01 7.762E+12 1.566E+00 1.436E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.652E+06
4.83654385E-03 9627.9 2.658E+01 9.321E+12 1.750E+00 1.534E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.584E+06
5.8468860E-03 9700.4 3.210E+01 1.116E+13 1.960E+00 1.652E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.526E+06
7.05002453E-03 9775.4 3.866E+01 1.332E+13 2.195E+00 1.773E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.480E+06
8.48154642E-03 9850.4 4.645E+01 1.586E+13 2.462E+00 1.918E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.442E+06
1.01827136E-02 9929.5 5.567E+01 1.884E+13 2.764E+00 2.088E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.412E+06
1.22046662E-02 10015.6 6.660E+01 2.232E+13 3.099E+00 2.277E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.389E+06
1.46138637E-02 10111.6 7.958E+01 2.642E+13 3.462E+00 2.466E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.374E+06
1.74930547E-02 10220.3 9.503E+01 3.122E+13 3.858E+00 2.672E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.365E+06
2.09468489E-02 10347.6 1.135E+02 3.688E+13 4.278E+00 2.876E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.363E+06
2.51109408E-02 10495.3 1.357E+02 4.355E+13 4.720E+00 3.084E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.368E+06
3.01593070E-02 10668.4 1.624E+02 5.144E+13 5.175E+00 3.294E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.379E+06
3.63240619E-02 10872.6 1.950E+02 6.079E+13 5.628E+00 3.498E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.398E+06
4.39216730E-02 11115.1 2.350E+02 7.193E+13 6.057E+00 3.686E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.425E+06
5.34132231E-02 11398.6 2.848E+02 8.533E+13 6.413E+00 3.813E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.459E+06
6.54781834E-02 11728.5 3.480E+02 1.017E+14 6.673E+00 3.875E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.499E+06
8.10591318E-02 12112.9 4.296E+02 1.219E+14 6.844E+00 3.899E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.542E+06
1.01462874E-01 12560.9 5.364E+02 1.472E+14 6.923E+00 3.890E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.582E+06
1.28586925E-01 13079.6 6.784E+02 1.792E+14 6.894E+00 3.828E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.612E+06
1.65117476E-01 13674.8 8.703E+02 2.205E+14 6.779E+00 3.731E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.624E+06
2.14910935E-01 14359.3 1.132E+03 2.742E+14 6.636E+00 3.622E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.625E+06
2.82367524E-01 15127.6 1.487E+03 3.441E+14 6.554E+00 3.548E+02 1.000E+05 1.267E-07 0.000E+00 1.636E+06
3.73546585E-01 15994.4 1.968E+03 4.344E+14 6.461E+00 3.454E+02 1.000E+05 2.534E-07 7.393E+00 1.675E+06
4.96114424E-01 16944.4 2.615E+03 5.498E+14 6.444E+00 3.406E+02 1.000E+05 1.267E-07 1.759E-01 1.749E+06
6.60491448E-01 17988.3 3.484E+03 6.942E+14 6.388E+00 3.340E+02 1.000E+05 1.967E-12 0.000E+00 1.854E+06
8.78035998E-01 19138.4 4.634E+03 8.718E+14 6.542E+00 3.362E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 1.970E+06
1.16497660E+00 20388.6 6.152E+03 1.088E+15 6.530E+00 3.345E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 2.080E+06
1.54338811E+00 21745.2 8.152E+03 1.354E+15 6.688E+00 3.383E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 2.172E+06
2.04402751E+00 23230.1 1.080E+04 1.679E+15 6.621E+00 3.344E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 2.260E+06
2.72456988E+00 24845.9 1.440E+04 2.095E+15 6.450E+00 3.288E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 2.343E+06
3.62892809E+00 26670.7 1.919E+04 2.606E+15 6.670E+00 3.359E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 2.429E+06
4.78927834E+00 28507.3 2.531E+04 3.210E+15 6.967E+00 3.503E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 2.514E+06
6.25462606E+00 30574.4 3.302E+04 3.905E+15 7.440E+00 3.731E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 2.596E+06
8.06587675E+00 32797.0 4.250E+04 4.688E+15 8.091E+00 4.054E+02 1.000E+05 0.000E+00 0.000E+00 2.663E+06
1.02775935E+01 35216.2 5.400E+04 5.555E+15 8.864E+00 4.433E+02 1.000E+05 1.635E+02 0.000E+00 2.711E+06
1.29672685E+01 37811.0 6.793E+04 6.531E+15 9.734E+00 4.442E+02 1.000E+05 3.270E+02 3.646E+03 2.723E+06
PRADK 3.6394E+01
BEGIN ITERATION 15 COMPLETED
```

Çizelge 4.6 29 And ve 89 Cet yıldızlarının element bollukları ve Güneş'teki değerlerle karşılaştırılması

Element	29 And (B5 V)			89 Cet (B7 IV)			Güneş <sup>1</sup> log N/H
	n	log N/N <sub>T</sub>	[X] <sub>29</sub> <sup>2</sup>	n	log N/N <sub>T</sub>	[X] <sub>89</sub> <sup>2</sup>	
C I	-	-	-	2	-3.86 ± 0.15	-0.37	-3.45
C II	3	-3.85 ± 0.05	-0.36	4	-3.76 ± 0.18	-0.27	-3.45
C III	-	-	-	1	-3.51	-0.02	-3.45
N I	-	-	-	8	-4.16 ± 0.13	-0.09	-4.03
N II	-	-	-	7	-3.54 ± 0.11	+0.53	-4.03
O I	7	-3.19 ± 0.20	-0.02	7	-3.00 ± 0.11	+0.17	-3.13
Ne I	-	-	-	2	-3.72 ± 0.15	+0.24	[-3.92]
Mg I	-	-	-	2	-4.35 ± 0.07	+0.11	-4.42
Mg II	3	-4.92 ± 0.13	-0.46	3	-4.52 ± 0.14	-0.06	-4.42
Al II	-	-	-	1	-5.69	-0.12	-5.53
Al III	3	-5.33 ± 0.17	+0.24	2	-5.12 ± 0.11	+0.45	-5.53
Si II	4	-5.40 ± 0.18	-0.91	23	-4.47 ± 0.20	+0.02	-4.45
Si III	3	-4.44 ± 0.19	+0.05	2	-4.14 ± 0.07	+0.35	-4.45
P II	3	-6.21 ± 0.18	+0.38	3	-6.36 ± 0.15	+0.23	-6.55
S II	14	-5.23 ± 0.17	-0.52	30	-4.72 ± 0.20	-0.01	-4.67
Cl II	2	-4.38 ± 0.14	+2.16	1	-6.49	+0.05	[-6.50]
A II	1	-4.54	+0.98	2	-4.88 ± 0.15	+0.64	[-5.48]
Ca II	1	-4.83	+0.85	2	-5.83 ± 0.17	-0.15	-5.64
Sc II	1	-6.99	+1.88	1	-9.35	-0.48	-8.83
Ti II	4	< -6.30 ± 0.22	+0.72	9	-7.38 ± 0.12	-0.36	-6.98
Cr II	3	-5.65 ± 0.04	+0.72	20	-6.54 ± 0.19	-0.17	-6.33
Mn II	2	-5.37 ± 0.07	+1.28	4	-6.47 ± 0.07	+0.18	-6.61
Fe I	-	-	-	5	-4.51 ± 0.07	+0.03	-4.50
Fe II	20	-5.28 ± 0.17	-0.74	11	-4.59 ± 0.20	-0.05	-4.50
Fe III	-	-	-	4	-4.51 ± 0.11	+0.03	-4.50
Ni II	-	-	-	14	-5.64 ± 0.19	+0.15	-5.75
Sr II	1	-8.47	+0.60	1	-9.04	+0.03	-9.03
Y II	2	-6.44 ± 0.01	+3.36	2	-7.58 ± 0.22	+2.22	-9.76
Zr II	6	-6.05 ± 0.20	+3.39	2	-7.41 ± 0.34	+2.03	-9.40
La II	3	-5.45 ± 0.17	+5.42	4	-6.87 ± 0.14	+4.00	-10.83
Ce II	8	-5.32 ± 0.21	+5.14	6	-6.40 ± 0.15	+4.06	-10.42
Pr II	3	-4.44 ± 0.19	+6.89	1	-6.02	+5.31	-11.29
Nd II	3	-5.20 ± 0.11	+5.34	1	-6.34	+4.2	-10.50
Sm II	3	-5.31 ± 0.26	+5.72	-	-	-	-10.99
Gd II	1	-6.45	+4.47	1	-6.60	+4.34	-10.88

<sup>1</sup> Grevesse vd. (1996)'den alınmıştır. <sup>2</sup>[X] = log ε (x)<sub>yıldız</sub> - log ε (x)<sub>Güneş</sub>



#### 4.5.1 Bolluk sonuçlarının diğer çalışmalarla karşılaştırılması

Kimyasal bolluk analizleri konusunda yapılan önceki çalışmalara bakıldığında 89 Cet Heacox (1979), Adelman (1991), Fossati vd. (2009) ve 29 And Heacox (1979) tarafından incelenmiştir. 89 Cet'in yüzey element bolluk değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 4.7'de verilmektedir. Bu tez çalışmasında kullandığımız tayflar, diğerlerinden daha yüksek sinyal gürültü oranına ve çözünürlüğüne sahiptir. Yüksek kaliteli tayf, sürekliliğin yerleştirilmesinde ve blend çizgilerin ayırt edilebilmesinde kolaylık sağlamıştır. Ayrıca çalışmamızda daha güncel atomik veriler de kullanıldı.

Çizelge 4.7 89 Cet'in bu çalışmada bulunan bolluk değerlerinin literatürdekilerle karşılaştırılması

Element	Bu çalışma (2011) $T_e = 12800$ K $\log g = 3.75$ $\xi = 1$ km/sn 3800–10000Å $\log(N/N_T)$	Bu çalışma (2011) $T_e = 12800$ K $\log g = 3.75$ $\xi = 1$ km/sn 3800–10000Å $\log(N/H)$	Heacox (1979) $T_e = 13100$ K $\log g = 3.9$ $\xi = 0$ km/sn 3100–4700Å $\log(N/H)$	Adelman (1991) $T_e = 13150$ K $\log g = 3.85$ $\xi = 0$ km/sn 3300–7100Å $\log(N/H)$	Fossati vd. (2009) $T_e = 12800$ K $\log g = 3.75$ $\xi = 1$ km/sn 3700–7400Å $\log(N/N_T)$
C	$-3.67 \pm 0.16$	$-3.63 \pm 0.16$	-3.4	$-3.77 \pm 0.07$	$-3.58 \pm 0.07$
N II	$-3.54 \pm 0.11$	$-3.50 \pm 0.11$	-	$-3.88 \pm 0.15$	$-3.74 \pm 0.07$
O I	$-3.00 \pm 0.11$	$-2.96 \pm 0.10$	-	-3.30	$-3.06 \pm 0.14$
Ne I	$-3.72 \pm 0.15$	$-3.68 \pm 0.15$	-	-	$-3.66 \pm 0.09$
Mg I	$-4.35 \pm 0.07$	$-4.31 \pm 0.07$	-	-4.84	-4.27
Mg II	$-4.52 \pm 0.14$	$-4.48 \pm 0.14$	-4.6	$-4.52 \pm 0.08$	$-4.47 \pm 0.16$
Al II	$-5.69$	$-5.65$	$-5.6$	$-5.32$	$-5.27$
Al III	$-5.12 \pm 0.11$	$-5.08 \pm 0.11$	$-4.84 \pm 0.15$	-	$-5.30 \pm 0.02$
Si II	$-4.47 \pm 0.20$	$-4.43 \pm 0.20$	$-5.79 \pm 0.17$	$-4.52 \pm 0.12$	$-4.41 \pm 0.20$
Si III	$-4.14 \pm 0.07$	$-4.10 \pm 0.07$	-9.31	$< -8.2$	-4.16
P II	$-6.36 \pm 0.15$	$-6.32 \pm 0.15$	$< -5.6$	$< -6.9$	$-6.38 \pm 0.19$
S II	$-4.72 \pm 0.20$	$-4.68 \pm 0.20$	$-6.50 \pm 0.19$	$-4.82 \pm 0.18$	$-4.78 \pm 0.16$
Cl II	$-6.49$	$-6.45$	$-6.43 \pm 0.07$	-5.2	-6.95
Fe I		$-4.51 \pm 0.07$	$-4.47 \pm 0.07$	-	-

Çizelge 4.7  
89 Cet'in  
bu  
çalışmada  
bulunan  
bolluk  
değerlerinin  
literatürdeki  
lerle  
karşılaştırıl-  
ması  
(devamı)

<b>Fe II</b>	-4.59 ± 0.20	-4.55 ± 0.20	-3.8	-4.62 ± 0.20	-4.58 ± 0.14
<b>Fe III</b>	-4.51 ± 0.11	-4.47 ± 0.11	-	-4.78	-4.52 ± 0.10
<b>Ni II</b>	-5.64 ± 0.19	-5.60 ± 0.19	< -6.1	-5.98 ± 0.14	-5.76 ± 0.19
<b>Sr II</b>	-9.04	-9.00	-8.6	-	-9.15
<b>Y II</b>	-7.58 ± 0.22	-7.54 ± 0.22	< -7.8	-	-
<b>Zr II</b>	-7.41 ± 0.34	-7.37 ± 0.34	< -7.3	-	-
<b>Ce II</b>	-6.40 ± 0.15	-6.36 ± 0.15	-	-	-
<b>Nd II</b>	-6.34	-6.30	-	-	-
<b>Gd II</b>	-6.60	-6.56	-	-	-
<b>La II</b>	-6.87 ± 0.14	-6.83 ± 0.14	-	-	-
<b>Pr II</b>	-6.02	-5.98	-	-	-

89 Cet'in diğer çalışmalardan farklı olarak, bu tez çalışmasında Ce II, Nd II, Gd II, La II, Pr II çizgilerinden seryum, neodimyum, gadolinyum, lantan, praseodim elementlerinin bolluk değerleri ilk kez hesaplanmaya çalışıldı. Heacox (1979) fotografik tayflar kullanmıştır. Adelman (1991) çalışmasındaki çoğu element için elde edilen sonuçlar TUG verilerinden elde edilenlerle uyumlu veya daha boldur. Fossati vd. (2009)'nin bolluk sonuçlarına bakıldığında; C, O, Ne, Mg, Al, Si, P, S, Ca, Sc, Ti, Mn, Fe elementleri için hesaplanan bolluk değerleri RTT150 CET'inkilerle oldukça uyumludur.

29 And yıldızının RTT150 CET'den elde edilen bolluk değerleri Heacox (1979)'unkilerle birlikte Çizelge 4.8'da verildi. O, Al, Cl, A, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd elementlerinin bolluk değerleri bu tez çalışmasında ilk kez hesaplanmıştır. Yıldızın Güneş'e göre P, Sc, Ti, Sr, Y, Zr bakımından zengin ve C, Mg, Si, Fe bakımından fakir olduğu sonucu her iki çalışmanın ortak sonuçları arasındadır.

Çizelge 4.8 29 And'ın bu çalışmada bulunan bolluk değerlerinin literatürdekiler ile karşılaştırılması

<b>Elementler</b>	<b>Bu çalışma (2011) T<sub>e</sub> = 15130 K log g = 3.70</b>	<b>Heacox (1979) T<sub>e</sub> = 15 000 K log g = 4.1</b>	<b>Elementler</b>	<b>Bu çalışma (2011) T<sub>e</sub> = 15130 K log g = 3.70</b>	<b>Heacox (1979) T<sub>e</sub> = 15000 K log g = 4.1</b>
-------------------	---	---	-------------------	---	--

	$\xi = 0$ km/sn log (N/ H)	$\xi = 0$ km/sn log (N/ H)		$\xi = 0$ km/sn log (N/ H)	$\xi = 0$ km/sn log (N/ H)
<b>C II</b>	-3.81± 0.05	-3.9	<b>Cr II</b>	-5.61 ± 0.04	< -6.8
<b>O I</b>	-3.15± 0.20	-	<b>Mn II</b>	-5.33 ± 0.07	< -6.6
<b>Mg II</b>	-4.88 ± 0.13	-5.0	<b>Fe II</b>	-5.24 ± 0.17	-4.7
<b>Al III</b>	-5.29 ± 0.17	-	<b>Ni II</b>	-	< -6.0
<b>Si II</b>	-5.36 ± 0.18	-5.5	<b>Sr II</b>	-8.43	< -8.0
<b>Si III</b>	-4.40 ± 0.19	-	<b>Y II</b>	-6.40 ± 0.01	< -6.9
<b>P II</b>	-6.17 ± 0.18	< -5.5	<b>Zr II</b>	-6.01 ± 0.20	< -6.3
<b>S II</b>	-5.19 ± 0.17	-4.8	<b>La II</b>	-5.41 ± 0.17	-
<b>Cl II</b>	-4.34 ± 0.14	-	<b>Ce II</b>	-5.28 ± 0.21	-
<b>Ar II</b>	-4.50	-	<b>Pr II</b>	-4.40 ± 0.19	-
<b>Ca II</b>	-4.79	-6.1	<b>Nd II</b>	-5.16 ± 0.11	-
<b>Sc II</b>	-6.95	< -7.5	<b>Sm II</b>	-5.27 ± 0.26	-
<b>Ti II</b>	- 6.26 ± 0.22	< -6.3	<b>Gd II</b>	-6.41	-

Her iki yıldız için karbon, azot ve oksijen bollukları, Roby ve Lambert (1990) tarafından hesaplanmıştır. Bu tez çalışmasında elde edilen CNO bolluk değerleri, Roby ve Lambert'in değerleri ile birlikte Çizelge 4.9'da verilmektedir. Bollukların hata sınırları içerisinde her iki yıldız için sağlandığı her iki çalışmanın ortak sonucu: "29 And için C II ve O I çizgilerinden elde edilen karbon ve oksijen bollukları Güneş'in değerine göre daha büyük, 89 Cet için karbon ve oksijen bolluk değerleri uyumlu iken azot elementi daha bol miktardadır".

Çizelge 4.9 RTT150-CET CNO bolluklarının Roby ve Lambert (1990) ile karşılaştırılması

Element	29 And		89 Cet	
	Bu çalışma (2011) $T_e = 15130$ K log g= 3.70 $\xi = 0$ km/sn log N/ H	Roby&Lambert (1990) $T_e = 15200$ K log g = 3.60 $\xi = 2$ km/sn log N/ H	Bu çalışma (2011) $T_e = 12800$ K log g = 3.75 $\xi = 1$ km/sn log N/ H	Roby&Lambert (1990) $T_e = 13150$ K log g = 3.50 $\xi = 2$ km/sn log N/ H
<b>C I</b>	-	-	-3.82 ± 0.15	-4.17 ± 0.22
<b>C II</b>	-3.81 ± 0.005	-3.96 ± 0.15	-3.72 ± 0.18	-3.58 ± 0.16
<b>N I</b>	-	-4.51 ± 0.16	-4.12 ± 0.13	-4.28 ± 0.17

<b>O I</b>	$-3.15 \pm 0.20$	$-3.38 \pm 0.04$	$-2.96 \pm 0.11$	$-3.03 \pm 0.07$
------------	------------------	------------------	------------------	------------------

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilen, 29 And ve 89 Cet yıldızlarının görünür bölgede tayfsal olarak incelendiği bir yüksek lisans tez çalışmasıdır:

- 1- Çalışılan yıldızların normal B türü yıldızlar olmaları nedeniyle, yıldız türünün tayfsal karakteristikleri, 29 And ve 89 Cet yıldızlarının genel özellikleri araştırıldı ve bazı yıldız parametreleri listelendi.
- 2- Uluslararası ortaklı bir proje kapsamında TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde gözlenen 29 And ve 89 Cet'in tayf kalitesini (süreklilik ve çizgi profili) yükseltmek için, aynı gecede ve ardışık olarak alınmış çok sayıdaki gözlemsel ham tayflar üzerinde birleştirme tekniği ile tayf indirgemeleri gerçekleştirildi. Birleştirilmiş sonuç eşel tayfin merkez & mavi & kırmızı bölgelerinden belirlenen sinyal gürültü oranları  $> 250$  dir (250 – 1400 aralığında) ve tek tayf üzerinde belirlenen değerlerden daha yüksektir.
- 3- Bu çalışmada kullanılan eşel tayfin en önemli avantajı, 29 And ve 89 Cet'i elektromanyetik tayfin geniş bir dalgaboyu aralığında ( $\lambda\lambda 3720 - 9850 \text{ \AA}$ ) inceleme imkanı sağlamış olmasıdır.
- 4- RTT150-CET verilerinin tayf analizlerinde güvenilir/sağlıklı kullanılabilmesi için her iki yıldızın tayf indirgemelerine zaman ve emek olarak ağırlık verildi. Bu durum indirgenmiş tayflar üzerinden sürekliliğin belirlenmesinde, bazı blend yapıların ve zayıf tayf çizgilerin ortaya çıkarılmasında yarar sağlamıştır. Benzer şekilde RTT150 Coude eşel tayflarının kimyasal bolluk analizlerinden elde edilen bolluk sonuçları literatürdeki değerlerle uyum içindedir.

- 5- RTT150 CET eşel tayflarından kesin olarak tanımlanabilen çizgiler;  
 29 And için Paschen serisi çizgiler,  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ , He I, C I, C II, N II, O I, O II  
 Ne II, Mg II, A II, Al II, Al III, Si II, Si III, P II, S II, Cl II, Ca I, Ca II, Sc II,  
 Ti I, Ti II, V II, Cr I, Cr II, Mn I, Mn II, Fe I, Fe II, Fe III, Ni I, Sr II, Y II, Zr II,  
 La II, Ce II, Pr II, Nd II, Sm II, Gd II iken, 89 Cet için Paschen serisi çizgiler,  
 $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ , He I, C I, C II, C III, N I, N II, O I, Ne I, Mg I, Mg II, Al II,  
 Al III, Si I, Si II, Si III, P II, S II, Cl II, A II, Ca I, Ca II, Sc II, Ti II, V II, Cr I,  
 Cr II, Mn I, Mn II, Fe I, Fe II, Fe III, Ni I, Ni II, Zn I, Sr II, Y II, Zr II, La II,  
 Ce II, Pr II, Nd II, Sm II, Gd II, Er II dir. Analiz edilen tayflardaki en zayıf ve en  
 kuvvetli çizgilerin eşdeğer genişlikleri 29 And için 2 mÅ & 409 mÅ ve  
 89 Cet için 1 mÅ & 310 mÅ dır.
- 6- RTT150 CET'den ölçülen çizgi şiddetleri bir başka gözlemevinin kaliteli verileri  
 ile karşılaştırıldı. Bu türden bir karşılaştırma RTT150 CET Andor CCD'den  
 ölçülen eşdeğer genişliklerin Fossati vd.'den yaklaşık % 10'dan daha küçük  
 olduğunu ortaya koydu. RTT150 için benzer bir karşılaştırma Adelman ve Yüce  
 (2010) tarafından yapılmış ve SAO-RAS CCD için %12 olarak belirlenmiştir.
- 7- Her iki yıldızın dönme hızları, Fe II çizgilerinden elde edildi: 89 Cet için  
 $20 \pm 0.5 \text{ km sn}^{-1}$  ve 29 And için  $14 \pm 0.5 \text{ km sn}^{-1}$  dir. 89 Cet için bulunan bu  
 değer, Fekel (2002:  $21 \text{ km sn}^{-1}$ ) ve Fossati vd. (2009:  $20 \text{ km sn}^{-1}$ ) değerleri ile  
 uyumludur. Heacox (1979), 29 And'ın dönme hızını yıldızın fotografik  
 tayflarından  $35 \text{ km sn}^{-1}$  olarak belirlemiştir.
- 8- 29 And'ın etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmesine ait değerler, Strömgren uvby $\beta$   
 fotometrisinden  $T_e=15130 \text{ K}$ ,  $\log g = 4.0$  olarak bulundu. 89 Cet için Fossati vd.  
 (2009) tarafından yıldızın gözlemsel ve kuramsal  $H_{\gamma}$  ve  $H_{\beta}$  profil  
 karşılaştırılmasından ve Strömgren fotometrisinden kabul ettikleri atmosfer  
 parametresi çifti kullanıldı:  $T_e = 12800 \text{ K}$ ,  $\log g = 3.75 \text{ dex}$ .
- 9- Mikrotürbülans hız değeri, 29 And ve 89 Cet için en fazla çizgiye sahip demir  
 elementinden elde edilen, sırasıyla,  $0 \text{ km sn}^{-1}$  ve  $1 \text{ km sn}^{-1}$  dir.

- 10- Bu atmosfer parametre değerleri için ( $T_e$ ,  $\log g$ ,  $\xi$ ), her iki yıldızın model atmosferi, ATLAS9 (Kurucz 1995) programının Linux versiyonu (Sbordone vd. 2004) ile hesaplandı.
- 11- Her iki yıldızın yüzey element bollukları atmosfer parametreler, ölçülen çizgi eşdeğer genişlik değerleri, oluşturulan model atmosfer ve güncel atomik veriler kullanılarak WIDTH9 (Kurucz 1995) programının Linux versiyonu (Castelli 2005) ile hesaplandı.
- i) 29 And'ın kimyasal bolluk analiziyle ilk kez ayrıntılı olarak element bolluk sonuçları elde edilmiş oldu. Heacox (1979) 29 And'ın fotografik verileri kullanarak büyüme eğrisi yöntemiyle bolluk belirlemeleri gerçekleştirmişti. 89 Cet'in Fossati vd. (2009)'nin belirlediği element bollukları dışında Y, Zr, Ce, Nd, Gd, La, Pr için bolluklar ilk kez bu tez çalışmasında hesaplandı.
- ii) Güneş'teki değerlerle karşılaştırıldığında; 29 And karbon bakımından oldukça fakir ve oksijen bakımından Güneş bolluğunda olup, Roby ve Lambert (1990) ile uyumludur. 89 Cet yıldızı karbon bakımından oldukça fakir, azot bakımından fakir olma ve oksijen bakımından Güneş'teki miktara göre zengin olmaya eğiliminde olup, Roby ve Lambert (1990) ile uyumludur.
- iii) 89 Cet yıldızının magnezyum, sülfür, klor, kalsiyum, krom, mangan, demir, nikel, stronsiyum bollukları Güneş'in değerlerine yakın yani normal bolluktur. 29 And yıldızı Güneş'e göre aşırı bolluğa sahip olma eğilimindedir.
- iv) Her iki yıldızın nadir toprak elementler bakımından Güneş'e göre aşırı bolluk gösterdikleri bulundu. Bu elementlere ait bolluklar Fossati vd. (2009)'de yer almamaktadır.

## KAYNAKLAR

- Abt, A.H. 1981. "Visual multiples. VII - MK classifications", *Astrophys. J. Supp. Ser.*, Vol. 45, pp. 437-456.
- Abt, A.H. and Morrell, N.I. 1995. "The Relation Between Rotational Velocities and Spectral Peculiarities Among A-Type Stars", *Astrophysical Journal Supplement Series*, Vol. 99, pp. 135-172.
- Abt, A.H., Levato, H. and Grosso, M. 2002. "Rotational Velocities of B Stars", *Astrophysical Journal*, Vol. 573, pp. 359-365.
- Acke, B. and Waelkens C. 2004. "Chemical analysis of 24 dusty (pre-) main sequence stars", *Astron. Astrophys.*, Vol. 427, p. 1009.
- Adelman, S.J. 1978. "Spectrophotometry of B, A and F Stars", *Astrophysical Journal*, Vol. 222, p. 547A.
- Adelman, S.J. 1984. "Optical region elemental abundance analyses of B and A stars- I.  $\pi$  Ceti, 134 Tauri, HR 2154, HR 5780", *MNRAS*, Vol. 206, p. 637.
- Adelman, S. J. 1985. "On the ultraviolet energy distributions and the temperatures of peculiar B and A stars", *Astronomical Society of the Pacific, Publications* (ISSN 0004-6280), Vol. 97, pp. 970-975.
- Adelman, S.J. 1985. "Elemental Abundance of normal sharp-lined B and A stars from optical region analyses", *AUS*, Vol. 111, p. 423.
- Adelman, S.J. and Fuhr J.R. 1985. "Optical region elemental abundance analyses of B and A stars- IV. Re-evaluation with new critically compiled FeII oscillator strengths and improved estimates of the damping constant", *Astron. Astrophys.*, Vol. 152, p. 434.
- Adelman, S.J. 1991. "Elemental abundance analyses with DAO spectrograms – VII. The late normal B stars  $\pi$  Ceti, 134 Tauri, 21 Aquilae, Nu Capricorni and the use of Reticon spectra", *MNRAS*, Vol. 252, pp. 116-131.
- Adelman S.J. 1998. "Elemental abundance analyses with DAO spectrograms – XIX. The superficially normal B stars  $\zeta$  Draconis,  $\eta$  Lyrae, 8 Cygni and 22 Cygni", *MNRAS*, Vol. 296, pp. 856-862.
- Adelman, S.J. Pintado O.I., Nieva F., Rayle K.E. and Sanders S.E., 2002. "On the effective temperatures and surface gravities of superficially normal main sequence band B and A stars", *Astron. Astrophys.*, Vol. 392, p. 1031.



- Adelman, S.J. and Yüce, K. 2010. "Elemental abundance analyses with Coude Echelle spectrograms from the TUBITAK National Observatory of Turkey: I. The HgMn stars 11 Per, HR 2801, and  $\nu$  Cnc", *Astron. Nachr*, 331, No. 8, pp. 785 – 793.
- Ahmad, I.I. 1952. "The Intensity of Certain Lines of He I in The B Stars", *Astrophysical Journal*, Vol. 115, p. 341.
- Aller, L.H. 1960. "Stellar Atmospheres, ed. J.L.Greenstein", p. 219.
- Anders, E. and Grevesse, N. 1989. "Abundances of the elements - Meteoritic and solar", *Geochimica et Cosmochimica Acta* (ISSN 0016-7037), vol. 53, p. 197-214.
- Andrillat, Y., Jaschek, C. and Jaschek, M. 1995. "An atlas of the infrared spectral region. I. The early type stars (O-G0)", *Astronomy and Astrophysics Supp.*, vol. 112, p. 475.
- Aoki, W. 2008. "Data Reduction of Echelle Spectra with IRAF", NAO of Japan.
- Asplund, M., Grevesse, N. and Sauval, A. J. 2005. "The Solar Chemical Composition" *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol. 336, p. 25.
- Baschek, B., Kegel, W. H. and Traving, G. 1975. "Problems in stellar atmospheres and envelopes", New York, Springer-Verlag New York, Inc., p. 391.
- Batten, A.H. 1968. "Some Interesting Massive Spectroscopic Binary System", *Astronomical Journal*, Vol. 73, No.7, p. 551.
- Batten, A.H., Fletcher, J.M. and Mann, P.J. 1978. "Seventh Catalogue of the Orbital Elements of Spectroscopic Binary Systems", *Publications of the Dominion Astrophysical Observatory*, Vol. 15, No.5, p. 121.
- Becker, W. 1963. "Applications of Multicolor Photometry", *Basic Astronomical Data: Stars and stellar systems*, edited by K. A. Strand. Published by the University of Chicago Press, Chicago, IL USA, p.241.
- Belyakina T.S. and Chugainov P.F. 1960. "On the precision of the determination of spectral classes and colour excesses of O-A2 stars by the methods of two color diagrams", *Izv. Krym. Astrofiz. Obs.*, Vol. 22,p. 257.
- Bernacca, P.L. and Perinotto M. 1970. "A catalogue of stellar rotational velocities", *Contr. Oss. Astrof. Padova in Asiago*, Vol. 239,p. 1.
- Biemont, E., Grevesse, N., Faires, L.M., Marsden, G., Lawler, J.E. and Whaling, W. 1989. "Lifetimes and transition probabilities in V II and the solar abundance of Vanadium". *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 209,p. 391.
- Black, J.H., Wisheit, J.C. and Laviana, E. 1972. *ApJ*, vol. 177,p. 567.

- Blackwell-Whitehead, R. and Bergemann, M. 2007. "A revision of the solar manganese abundance using new and remeasured laboratory oscillator strengths", *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 472,p. 43.
- Boesgaard, A.M., Heacox, W.D., Wolff, S.C., Borsenberger, J. and Praderie, F. 1982. "Beryllium Abundances in Hg-Mn Stars", *Astrophysical Journal*, Vol. 259, pp. 723-729.
- Borgman, J. 1960. "Seven-colour photometry of O, B and A stars", *Bull. Astron. Inst. Netherlands*, Vol. 15,p. 255.
- Cameron, A. G. W. 1973. "Abundances of the Elements in the Solar System", *Space Science Reviews*, Vol. 15, Issue 1, pp.121-146.
- Campbell, W.W. and Albrecht, S. 1909."Stars whose radial velocities vary", *Lick Obs. Bul.*,Vol. 5,p. 174.
- Campbell, W.W. 1928 . "Catalogue of observed velocities",*Publ. Lick Obs.*, Vol. 16, pp. 1-346.
- Cash, W., Snow T.P.J. and Charles P. 1979."Xray emission from an Ap star ( $\phi$  Her ) and a late B star ( $\pi$  Ceti)", *Astrophys. Jour.*, Vol. 232,p. 111.
- Castelli, F. 2005. "Kurucz's WIDTH code and INPWIDTH", *Memorie della Società Astronomica Italiana Supplement*, Vol. 8, p. 44.
- Catalan M. A., Meggers, W. F. and Garcia-Riquelme O. 1963. "The First Spectrum of Manganese, Mn I", *Journal of Research of the National Bureau of Standarts*, 68A, 9.
- Cayrel de Strobel, G., Hauck, B., Francois, P., Thevenin, F., Friel, E.,Mermilliod M. and Borde S. 1992. "A catalouge of [Fe/H] determinations :1991 edition", *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, Vol. 95, p. 273-336.
- Cayrel de Strobel, G., Hauck, B., Francois, P., Thevenin, F., Friel, E.,Mermilliod M. and Borde S. 1997. "A catalouge of [Fe/H] determinations :1996 edition", *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, Vol. 124, pp. 299-305.
- Cenarro, A.J., Peletier, R.F., Sanchez-Blazquez, P., Selam, O.S., Toloba, E., Card,el, N., Falcon-Barroso, J., Gorgas, J., Jimenez-Vicente, J. and Vazdekis, A. 2007. "Medium resolution Isaac Newton Telescope library of Empirical Spectra – II. The Stellar Atmospheric Parameters", *Mon. Not. R. Ast. Soc.*, Vol. 374, pp. 664-690.
- Cousins, A. W. J. and Stoy, R. H. 1962. "Photoelectric magnitudes and colours of Southern stars", *R.Obs. Bull*, Vol. 64, 103C.

- Cousin, A.W.J. 1987. "Secondary standards for the Stromgren uvby system", South African Astron. Obs. Circ., Vol. 11, pp. 93-120.
- Cowley, C.R. and Corliss, C.H. 1983. MNRAS, Vol. 203, pp. 651-659.
- Cugier, H. and Hardorp J. 1988. "Analysis of CII resonance lines in some main sequence early type stars", Astron. Astrophys., Vol. 197, pp. 163-181.
- Crawford, D. L. and Mander, J. 1966. "Standard stars for photoelectric H-beta photometry", Astron. J., Vol. 71, pp. 114-118.
- Crawford, D.L. and Barnes J.V. 1970. "Standard stars for uvby photometry", Astron. Jour., Vol. 75, p. 978.
- Crawford, D.L., Barnes J.V. and Golson J.C. 1971. "Four-color, H-beta and UBV photometry for bright B-type stars in the northern hemisphere", Astron. J., Vol. 76, pp. 1058-1071.
- Crawford, I.A. 1990. "The strength of the Ca II K and Na I D lines in the spectra of B stars: Implications for interstellar studies", Obs., Vol. 110, p. 145.
- Day, R.W. and Warner B. 1975. "A rotational velocity study of sharp line B stars", MNRAS, Vol. 173, p. 419.
- De Vaucouleurs A. 1957. "Spectral types and luminosities of B, A and F southern stars", Mon. Not. R. Astron. Soc., Vol. 117, p. 449.
- Den Hartog, E. A., Lawler, J. E., Sneden, C. and Cowan, J. J. 2003. "Improved Laboratory Transition Probabilities for Nd II and Application to the Neodymium Abundances of the Sun and Three Metal-poor Stars", The Astrophysical Journal Supplement Series, Vol. 148, pp. 543-566.
- Den Hartog, E. A., Lawler, J. E., Sneden, C. and Cowan, J. J. 2006. "Improved Laboratory Transition Probabilities for Gd II and Application to the Gadolinium Abundances of the Sun and Three r-Process Rich, Metal-poor Stars", The Astrophysical Journal Suppl. Ser., Vol. 167, pp. 292-314.
- Duflot, M., Figon, P. and Meyssonnier, N. 1995. "WEB Catalog of Radial Velocities", Astron. Astrophys., Vol. 114, p. 269.
- Durrant, C.F. 1970. "Rotation and Chemical Abundances in the Peculiar A stars- II", MNRAS, Vol. 147, pp. 75-93.
- Eggleton, P.P. and Tokovinin A.A. 2008. "A Catalog of Multiplicity among bright stellar systems", MNRAS, Vol. 226, pp. 1-7.

- Eminoğlu, F.B. 2009. “Tübitak Ulusal Gözlemevi Coude Eşel Tayflarını Kullanarak HD39866 (A2II) Yıldızının Kimyasal Bolluk Analizi”, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Fekel, F.C., 2003. “Rotational velocities of B, A and early F narrow-lined stars”, *PASP*, Vol. 115, pp. 807-810.
- Fossati, L., Ryabchikova T., Bagnulo S., Alecian E., Grunhut J., Kochukhov O. and Wade G. 2009. “The chemical abundance analysis of normal early A- and late B-type stars”, *Astron. Astrophys.*, Vol. 503, p. 945.
- Frost, E. and Adams, W.S. 1903. “Ten Stars Whose Radial Velocities Vary”, *Astrophysical Journal*, Vol. 18, p. 383.
- Frost, E.B., Barrett, S.B. and Struve, O. 1926. “The Radial Velocities of 368 Helium Stars” ,*Astrophysical Journal*, Vol. 64, p. 1.
- Fuhr, J. R., Martin, G. A. and Wiese, W. L. 1988. *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 17, Suppl.4.
- Fuhr, J.R. and Wiese, W.L. 1990. in Lide D.R., ed, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, CRC Press, Cleveland, OH Glad S., 1956, *Arkiv för Fysik*, Vol. 10, p. 291.
- Fuhr, J.R. and Wiese, W.L. 2005. “A Critical Compilation of Atomic Transition Probabilities for Neutral and Singly Ionized Iron”, *National Institute of Standards and Technology*, Vol. 35, p. 1669.
- Gahm, G.F. 1982. “A study of visual double stars with early-type primaries. III. Radial velocities”, *Stockholms Obs. Rep.*, No. 20, p. 14.
- Gahm, G.F., Ahlin, P. and Lindroos, K.P. 1983. “A study of visual double stars with early type primaries. I. Spectroscopic results“, *Astronomy and Astrophysics Suppl. Ser.*, Vol. 51, pp. 143-159.
- Garrison, R.F. and Gray R.O. 1994. ”The late B type stars :Refined MK classification, confrontation with Stromgren photometry, and the effects of rotation”, *Astron. Jour.*, Vol. 107, p. 1556.
- Glebocki, R. and Stawikowski A. 2000. “Catalog of Projected Rotational Velocities”, *Acta Astronomica*, Vol. 50, pp. 509-515.
- Goldberg, L., Muller, E. A. and Aller, L. H. 1960. “The Abundances of the Elements in the Solar Atmosphere”, *Astrophysical Journal Supplement*, vol. 5, p.1.
- Gomez, E.A. and Abt A.H. 1982. “A Search for secondary line in the visula spectra of 55 binaries”, *Pub. Of the Ast. Soc. Of The Pacific*, Vol. 94, pp. 650-654.

- Gorgas, J., Cardiel N., Pedraz S. and Gonz'alez J. J. 1999. "Empirical calibration of the lambda 4000 Å break", *Astronomy and Astrophysics Supplement*, Vol.139, pp. 29-41.
- Gray, O.R., Corbally J.C and Burgasser J.A. 2009. "Stellar spectral classification", Princeton University Press, United Kingdom.
- Grillo, F., Sciortino S., Micela G., Viana S. and Harnden F.R. 1992. "An Einstein Observatory SAO-based Catalog of B Type Stars", *Astrophysical Journal Supplement Series*, Vol. 81, pp. 795-863.
- Grevesse, N., Noels, A. and Sauval, A. J. 1996. "Standard Abundances", *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol. 99, p. 117.
- Grunhut, J.H. 2009. "Using High-Resolution Spectroscopy to Improve the Determination of Effective Temperatures of Pre-Main Sequence Stars", Queen's University Kingston, Ontario, Kanada.
- Gürol, B. "RTT150 CES-ANDOR ThAr SPECTRAL ATLAS 2009".
- Guetter, H.H. 1977. "Spectroscopic Studies of Stars in Per OB2", *Astronomical Journal*, Vol. 82, No.8, p. 598.
- Haggkvist, L. and Oja, T. 1966. "Photoelectric photometry of bright stars", *Arkiv for Astron.*, Vol. 4, p. 137.
- Hannaford, P., Lowe, R.M., Grevesse, N., Biemont, E., and Whaling, W. 1982. *Astrophysical Journal*, Vol. 261, pp. 736-746.
- Hauck, B. and Mermilliod M. 1998. "uvby $\beta$  photoelectric photometric catalogue", *Astronomy and Astrophysics Supplement*, Vol. 129, pp. 431-433.
- Harris, D. L., Strand, K. A. and Worley, C. E. 1963. "Empirical Data on Stellar Masses, Luminosities, and Radii", *Basic Astronomical Data: Stars and stellar systems*, edited by K. A. Strand. Published by the University of Chicago Press, Chicago, IL USA, p. 273.
- Heacox, W. D. 1979. "Chemical Abundance in Hg-Mn Stars", *Astrophysical Journal Suppl. Ser.*, Vol. 41, pp. 675-688.
- Henry, R. C. and Mihalas, D. 1964. "The Abundance of Magnesium in the Atmospheres of O and B Stars", *Astrophysical Journal*, Vol. 140, p. 673.
- Herbig, G.H. and Spalding J.J. 1955. "Axial rotation and line broadening in stars of spectral types F0-K5", *Astrophys. J.*, Vol. 121, pp. 118-143.
- Hill, G., Fisher, W. A. , Poeckert, R. 1982 a. *Pub. Dominion Astroph. Obs.* Vol. 3,p. 27.

- Hill, G., Fisher, W. A. , Poeckert, R. 1982 b. Pub. Dominion Astroph. Obs. Vol. 4, p. 43.
- Hoffleit, D. and Jaschek, C. 1982. ““The Bright star catalogue”, New Haven, Conn.: Yale University Observatory, 4th rev.ed.
- Hoffleit, D. and Jaschek, C. 1991. “The Bright star catalogue”, New Haven, Conn.: Yale University Observatory, 5th rev.ed.
- Hogg, A.R. 1958. ” Photometric observations of 244 bright stars”, Mount Stromlo Obs. Mimeo., Vol. 2, p. 1.
- Houk, N. and Cowley, A. P. 1975. “University of Michigan Catalogue of two-dimensional spectral types for the HD stars. Volume I. Declinations -90\_ to -53\_f0”, Vol 1.
- Houk, N. 1978. “Michigan catalogue of two-dimensional spectral types for the HD stars”, Vol 2.
- Houziaux, L. and Ringuélet-Kaswalder, A., 1968. “Observations spectroscopiques d'étoiles Be”, J. Obs., Vol. 51, p. 165.
- Huang, S. 1953. “A Statistical Study of the Rotation of the Stars”, Astrophys. Journal, Vol. 118, p. 285.
- Hubeny, I., Lanz, T. and Jeffrey, C. S. 1994. TLUSTY & SYNSPEC - A brief Description. Daresbury Lab. New. Anal. Astron. Spectra, No: 20, 30.
- Huldt, S., Johansson, S. and Litzen, U. 1982. “The Spectrum and Term System of Singly Ionized Titanium, Ti II”, Physica Scripta, Vol. 25, pp. 401-412.
- Iglesias, L. and Velasco R. 1964. “The spectrum of the Mn<sup>+</sup> ion”, Publicaciones del Instituto de Optica “Daza de Valdes”, Vol. 23, p. 1.
- Iglesias, L., Cabeza M. I. and Luis B. 1988. “The Spectrum of the V<sup>+</sup> ion (V II)”, Publicaciones del Instituto de Optica “Daza de Valdes”, Vol. 47, p. 1.
- Jaschek, C., Conde, H. and de Sierra, A.C. 1964. “Catalogue of stellar spectra classified in the Morgan-Keenan system “, Serie Astronomica, La Plata: Observatorio Astronomico de la Universidad de la Plata.
- Jeffers, H.M., van Denbos, W.H. and Greeby, F.M. 1963. “Index catalogue of visual double stars”, Publications of the Lick Observatory, 22.
- Johnson, H.L. and Morgan W.W. 1953. “Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the Revised System of the Yerkes Spectral Atlas”, Astrophys. Jour., Vol. 117, p. 313.

- Johnson, H.L. 1963. "Photometric Systems", Basic Astronomical Data: Stars and stellar systems, edited by K. A. Strand. Published by the University of Chicago Press, Chicago, IL USA, p. 204.
- Johnson, H.L., Iriarte B., Mitchell R.I. and Wisniewski W.Z. 1966. "UBVRIJKL photometry of the bright stars", Comm. Lunar Plan. Lab., Vol. 4, p. 99.
- Jordan, F.C. 1910. "The orbit of pi Andromedae", Publ. Allegheny Obs., Vol. 2, pp. 45-50.
- Jordan, F.C. 1912. "The orbit of pi Andromedae", Publ. Allegheny Obs., Vol.2, No.8.
- Jugaku, J. and Sargent W.L.W. 1961. "The spectrum of alpha Sculptoris", Publ. Astron. Soc. Pac., Vol. 73, p. 249.
- Kennedy, P.M. and Buscombe, W. 1974. "MK spectral classifications, published since Jaschek's La Plata Catalogue", Evanston: Northwestern University.
- Kılıçoğlu, T. 2008. "Düşük Genlikli delta Scuti Yıldızı, 20 CVn'nin Element Bolluk Çalışması", Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Kızıloğlu, Ü., Afşar, M., Gürol, B. 2009. "VI. Temel Bilimler Lisansüstü Yazokulu IRAF ve Tayfsal İndirgeme 2008", İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, Yayın no:50,158 sayfa.
- Kiess C. C. 1951. "Description and Analysis of the Second Spectrum of the Chromium, Cr II", Journal of Research of the National Bureau of Standarts, Vol. 47, p. 385.
- Kiess C. C. 1953. "Description and Analysis of the First Spectrum of the Chromium, Cr I", Journal of Research of the National Bureau of Standarts, Vol. 51, p. 247.
- Kling, R., Schnabel, R. and Griesmann, U. 2001. "Accurate Lifetimes and Absolute Transition Rates for Ultraviolet Transitions from  $3D^5(^4G) 4P$  and  $3D^5(^4P) 4P$  levels in MN II", The Astrophysical Journal Supplement Series, Vol. 134, pp. 173-178.
- Kontizas, E. and Thedossiou E. 1980. "Empirical effective temperatures of B and early A stars", MNRAS, Vol. 192, p. 745.
- Kopylov, I.M. 1958. "The equivalent widths of absorption lines in the spectra of 109 O5-B7 stars", Izv. Krym. Astrofiz. Obs., Vol. 20, p. 123.
- Kurucz, R. L. 1969. "A Matrix Method for Calculating the Source Function, Mean Intensity, and Flux in a Model Atmosphere", Astrophysical Journal, Vol. 156, p. 235.

- Kurucz, R.L., Peytremann, E. and Avrett, E.H. 1974. "Blanketed model atmospheres for early-type stars", Washington : Smithsonian Institution : for sale by the Supt. of Docs., U.S. Govt. Print. Off.
- Kurucz, R.L. and Peytremann, E. 1975. SAO Special Report 362.
- Kurucz, R. L. 1993. ATLAS9 Stellar Atmosphere Programs and 2 km/s grid. Kurucz CD-ROM No. 13. Cambridge.
- Kurucz, R.L. and Bell, B. 1995. Atomic Line Data, Kurucz CD-ROM no. 23, Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge.
- Lacy, C.H.S., Fekel F.C., Mathieu R.D., Morrell N.I., Morse J.A., Torres G. and Willmarth D. 1997. "Spectroscopic orbit of  $\pi$  Ceti", *Astrophys. Jour.*, Vol. 113, p. 1088.
- Lanz, T. and Artru, M.C. 1985. *Phys. Scripta*, Vol. 32, p. 115.
- Lawler, J.E. and Dakin, J.T. 1989. *JOSA B*, Vol. 6, p. 1457.
- Lawler, J. E., Bonvallet, G. and Sneden, C. 2001a. "Experimental Radiative Lifetimes, Branching Fractions, and Oscillator Strengths for La II and a New Determination of the Solar Lanthanum Abundance", *The Astrophysical Journal*, Vol. 556, pp. 452-460.
- Lawler, J. E., Den Hartog, E. A., Sneden, C. and Cowan, J. J. 2006. "Improved Laboratory Transition Probabilities for Sm II and Application to the Samarium Abundances of the Sun and Three r-Process-rich, Metal-poor Stars", Vol. 162, p. 227.
- Leckrone, D.S. 1971. "The HeI Line Profiles in Normal B type Spectra", *Astron. & Astrophys.*, Vol. 11, p. 387.
- Lee, O.J. 1914. "Measures of variable radial velocities of stars", *Astrophysical Journal*, Vol. 39, pp. 39-49.
- Leone, F. 1994. "Incidence of X-ray sources among magnetic chemically peculiar stars", *Astron. Astrophys.*, Vol. 286, pp. 486-490.
- Lesh, J.R. 1968. "The kinematics of the Gould belt: an expanding group", *Astrophys. J., Suppl. Ser.*, Vol. 17, p.371.
- Lindroos, K.P. 1983. "A study of visual double stars with early type primaries. II - Photometric results", *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, Vol. 51, p. 161-178.
- Lindroos, K.P. 1985. "A study of visual double stars with early type primaries. IV - Astrophysical data", *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, Vol. 60, pp. 183-211.



- Litzen, U., Brault, J. W. and Thorne, A. P. 1993. "Spectrum and Term System of Neutral Nickel, Ni I", *Physica Scripta*, Vol. 47, pp. 628-673.
- Ljung, H. N., Asplund, M. and Johansson S. 2006. *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 456, pp. 1181–1185.
- Luyten, W.J., Struve, O. and Morgan, W.W. 1939. "Reobservations of The Orbits of Ten Spectroscopic Binaries with a Discussion of Apsidal Motions", *Publ. Yerkes Obs.*, Vol. 7, pp. 251-300.
- Makarov, V.V. and Kaplan G.H. 2005. "Proper motion derivatives of binaries", *Astr. Jour.*, Vol. 129, pp. 2420-2427.
- Martin, G.A., Fuhr, J.R. and Wiese, W.L. 1988. *J.Phys.Chem.Ref.Data* 17, Suppl. 3-4.
- Meggers, W. F., Corliss, C. H. and Scribner, B. F. 1975. "Tables of Spectral-Line Intensities Part I- Arranged by Elements, 2nd edition", Government Printing Office, Washington, DC.
- Mermilliod, J.C. 1986. "Compilation of Eggen's UBV data, transformed to UBV (unpublished)", *Catalogue of Eggen's UBV data*.
- Moore, J.H. 1932. "A General Catalogue of the Radial Velocities of Stars, Nebulae and Cluster" University of California Pub., Pub. Of the Lick Observatory, Vol. 18, p. 1.
- Moore, C. E. 1945. "A Multiplet Table Astrophysical Interest", Princeton University Observatory.
- Moreno, H. 1971. "On the transfer of photometric systems", *Astron. Astrophys.*, Vol. 12, pp. 442-451.
- Morgan, H.R. 1956. "Proper Motions of 650 Bright B Type Stars", *Astronomical Journal*, Vol. 61, p. 90.
- Morse J.A., Mathieu R.D. and Levine S.E. 1991. "The Measurement of Precise Radial Velocities of Early Type Stars", *The Astronomical Journal*, Vol. 101, p. 1495.
- Murphy, R.E. 1969. "A Spectroscopic Investigation of Visual Binaries with B Type Primaries", *Astronomical Journal*, Vol. 74, No.9, p. 1082.
- Nilsson, A. E., Johansson, S. and Kurucz, R. L. 1991. *PhS* 44, 226.
- Norris J. 1971a. "Neutral Helium Line Strengths. IV.14 Normal Stars of Population I", *Astrophys. Jour. Supp.*, Vol. 23, p. 193.
- Norris J. 1971b. "Neutral Helium Line Strengths. V. The Weak Helium-Line Stars of Population I", *Astrophys. Jour. Supp.*, Vol. 23, p.213.

- Oblak, E. 1978. "uvby $\beta$  Photometry of Wide Visual Double Stars with B, A and F Spectral Type – I", *Astronomy and Astrophysical Suppl.*, Vol. 34, pp. 453-475.
- Olsen, E.H. 1983. "Four-colour uvby and H $\beta$  photometry of A5 to G0 stars brighter than 8.3", *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.*, Vol. 54, pp. 55-134.
- Olsen, E.H. 1993. "Stromgren four-colour uvby photometry of G5-type HD stars brighter than  $m_v = 8.6$ ", *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.*, Vol. 102, pp. 89-199.
- Palmeri P., Quinet P., Wyart J.-F. and Biémont E. 2000. "Theoretical lifetimes and oscillator strengths in Ce II. Application to the chemical composition of the sun", *Phys. Scr.*, Vol. 61, pp. 323-334.
- Pearce, J.A. 1936. "Investigation of Binary Systems", *Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 48, p. 214 (abstract).
- Petrie, R. M. 1947. "Absorption Line Intensities, Spectral Classification and Excitation Temperatures for the O Stars", *Pub. of the Dom.Astrophys. Obs.*, Vol. 7, p. 321.
- Petrie, J. K. 1970. "R.M Petrie and the B star program of the Dominion Astrophysical Observatory", *JRASC*, Vol. 64, p. 163.
- Petrie, R.M., Crampton D., Leir A. and Younger F. 1973. "A Catalogue of H $\gamma$  Measures", *Pub. Dom. Astroph. Obser.*, Vol. 14, p. 151.
- Pourbaix, D., Tokovinin, A. A., Batten, A. H., Fekel, F. C., Hartkopf, W. I., Levato, H., Morrell, N. I., Torres, G. and Udry, S. 2004. "SB<sup>9</sup>: The ninth catalogue of spectroscopic binary orbits", *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 424, pp. 727-732.
- Popper, D.M. 1978. "Masses of Hot Main-sequence Stars", *Astrophys. Jour.*, Vol. 220, p. 11.
- Prugniel, P. and Soubiran C. 2004. "New release of the ELODIE library", eprint arXiv:astro-ph/0409214.
- Reader, J., Corliss, C. H., Wiese, W. L. and Martin, G. A. 1980. "Wavelengths and Transition Probabilities for Atoms and Atomic Ions, Part I", *Wavelengths, part 2. Transition probabilities. NSRDS-NBS*, Vol. 68.
- Relyea, L. J. and Kurucz, R. L. 1978. "A theoretical analysis of UVBY photometry", *Astrophysical Journal Supplement Series*, Vol. 37, pp. 45-69.
- Roby, S.W. and Lambert, D.L. 1990. "Carbon, Nitrogen, and Oxygen Abundances in the Chemically Peculiar Stars of the Upper Main Sequence", *Astrophysical Journal Suppl.*, Vol. 73, p. 67.
- Ross, J. E. and Aller, L. H. 1976. "The chemical composition of the sun", *Science*, Vol. 191, pp. 1223-1229.

- Rufener, F. 1976. "2nd Catalogue of stars measured in the Geneva Observatory photometric system", *A&AS Ser.*, Vol. 26, pp. 275 – 351.
- Sadakane, K. 1981. "Abundance analyses of 21 Pegasi /B9.5 V/ and HR 7338 /A0 III/", *Astronomical Society of the Pacific, Publications*, Vol. 93, pp. 587-593.
- Sadakane, K., Jugaku J. and Takada-Hidai M. 1988. "The abundance of Zinc in Hg-Mn Stars", *Astrophys. Jour.*, Vol. 325, p. 776.
- Sargent, W.L.W. 1966. "The spectra and compositions of the components of ADS 3910", *Astrophys. Jour.*, Vol. 144, p. 1128.
- Sbordone, L., Bonifacio, P., Castelli, F. and Kurucz, R. L. 2004. "ATLAS and SYNTHE under Linux" *Memorie della Società Astronomica Italiana Supplement*, Vol. 5, p. 93.
- Slettebak, A. and Howard, R.F. 1955. "Axial Rotation in the Brighter Stars of Draper Types B2-B5", *Astrophysical Journal*, Vol. 121, 102S.
- Slettebak, A., Collins, G. W., II, Boyce, P. B., White, N. M. and Parkinson, T. D. 1975. "A system of standard stars for rotational velocity determinations", *ApJS*, Vol. 29, p. 137.
- Spitzer, L., Epstein, I. and Hen, L. 1950. "Equivalent Widths of Interstellar Calcium Lines", *Astronomy and Astrophysical*, Vol. 13, p. 147.
- Strömgren, B. 1966. "Spectral Classification Through Photoelectric Narrow-Band Photometry", *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, Vol. 4, p.433.
- Struve, O. 1928. "The Helium Lines in Stellar Spectra", *Nature*, Volume 122, Issue 3087, pp. 994-995.
- Struve, O. 1933. "The Problem of Classifying Stellar Spectra", *Astrophysical Journal*, Vol. 78, p.73.
- Şahin, C. 2008. "Tübitak Ulusal Gözlemevi Coude Eşel Tayfı Kullanılarak HD 43836 (B9II) Yıldızının Tayf Ölçümü", *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Dönem Sonu Projesi*, Ankara.
- Takeda, Y., Kambe E., Sadakane K. and Masuda S. 2010. "Oxygen and Neon Abundances of B-Type Stars in Comparison with the Sun", *Publ. Astr. Soc. Japan*, 1.
- Tolbert, C.R. 1964. "A UBV Study of 94 Wide Visual Binaries", *Astrophys. Journal*, Vol. 139, p.1105-1125.

- Underhill, A.B., Divan L., Prevot-Burnichon M.L. and Doazan V. 1979. "Effective temperatures, angular diameters, distances and linear radii for 160 O and B stars", MNRAS, Vol. 189, p. 601.
- Underhill, A. and Doazan V. 1982. "B Stars with and without emission lines", Monograph series on nonthermal phenomena in stellar atmospheres, NASA SP-456, p. 487.
- Uesugi, A. and Fukuda I. 1970. "Catalogue of rotational velocities of the stars", Contr. Astroph. Kwasan Obs. Univ. Kyoto, 189.
- Ward, L., Vogel, O., Arnesen, A., Hallin, R., and Wannstrom, A. 1985. Phys. Scripta Vol. 31, pp. 162-165.
- Warren, W.H. and Hesser J.E. 1977. "A photometric study of the Ori OB1 association. I. Observational data", Astrophys. J., Suppl. Ser., Vol. 34, pp. 115-206.
- Westin, T.N.G. 1985. "The local system of early type stars. Spatial extent and kinematics", Astron. Astrophys. Suppl. Ser., Vol. 60, pp. 99-134.
- Whitelock, P.A, Feast M.W. and Catchpole R.M. 1989. "B stars- anew dimension", MNRAS, Vol. 238, p. 7.
- Wielen, R., Schwan H., Dettbarn C., Lenhardt H., Jahreiss H. and Jarhling R. 1999. "Sixth catalogue of fundamental stars (FK6) Part I. Basic fundamental stars with direct solutions", Veroeff. Astron. Rechen-Inst. Heidelberg, Vol. 35, p. 1.
- Wiese, W.L., Smith, M.W. and Glennon, B.M. 1966. NSRDS-NBS 4, US Government Printing Office, Washington, DC.
- Wiese W. L., Smith, M.W. and Miles, B. M. 1969. NSRDS-NBS 22, US Government Printing Office, Washington.
- Wiese W. L. and Martin G.A. 1980. NSRDS-NBS 68, Part 2, US Government Printing Office, Washington.
- Wiese, W.L., Fuhr, J.R. and Deters, T.M. 1996. J. Phys. Chem. Ref. Data, Mono. 6.
- Williams, E. G. 1936. Ap. J., Vol. 83, p. 109.
- Wilson, R. E. 1953. "General Catalogue of Stellar Radial Velocities", Carnegie Inst. Washington D.C. Publ. 601.
- Winzer, J. E. 1974. "UBV photometry of four magnetic stars", Astron. J., Vol. 79, pp. 124-127.
- Wolff, S.C. 1967. "A Spectroscopic and Photometric Study of The Ap Stars", Ast. Jour. Suppl., Vol. 15, p. 21W.

- Wolff, S.C., Leonard V.K. and Hayes D. 1968. "Effective Temperatures of A and B Stars", *Astrophys. Jour.*, Vol. 152, p. 871.
- Wolff, S.C. 1978. "Duplicity of Late B type Stars ", *Astrophysical Jour.*, Vol. 222, p. 556.
- Wolff, S. C. and Preston, G. W. 1978. "Late B-type stars - Rotation and the incidence of HgMn stars", *Astrophysical Journal Supplement Series*, Vol. 37, pp. 371-392.
- Worley, C. E. and Douglass, G. G. 1996. "The Washington Visual Double Star Catalog", *VizieR On-line Data Catalog: I/237*. Originally published in: 1997A&AS..125..523W.
- Van Leeuwen, F. 2007. "Validation of the new Hipparcos reduction", *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 474, p. 653.
- Young, R.K. 1939. "The radial velocities of 500 stars", *Publ. David Dunl. Obs.*, Vol. 1, p. 71.
- Yüce, K. 2003. "4 Lac ve v Cep Yıldızlarını Tayfsal Analizi", Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Yüce, K. 2005. "Spectral Analysis of 4 Lacertae and v Cephei", *Baltic Astronomy*, Vol. 14, p. 51.
- Yüce, K. and Adelman, S. J. 2009. IAU General Assembly.
- Zhang Z.G., Svanberg S., Jiang Z., Palmeri P., Quinet P. and Biémont E. 2001. "Natural radiative lifetimes in Ce II". *Phys. Scr.* 63, pp. 122-127.
- [www.ira.noao.edu](http://www.ira.noao.edu), Erişim Tarihi 2009
- [www.simbad.u-strasbg.fr/simbad/](http://www.simbad.u-strasbg.fr/simbad/) , Erişim Tarihi 2009-2011.
- This research has made use of the SIMBAD database, operated at CDS, Strasbourg, France
- [www.tug.tubitak.gov.tr](http://www.tug.tubitak.gov.tr), Erişim Tarihi, 2009.
- [www.twilightlandscapes.com/IRAFtutorial/IRAFintro\\_06.html](http://www.twilightlandscapes.com/IRAFtutorial/IRAFintro_06.html), Erişim Tarihi, 2009.
- <http://sb9.astro.ulb.ac.be/>, Erişim Tarihi, 2010.

## **EKLER**

**Ek 1** 29 And yıldızının çizgi tanı listesi

**Ek 2** 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi

**Ek 3** 29 And yıldızının element bolluk listesi

**Ek 4** 89 Cet yıldızının element bolluk listesi

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi

<b>Order 66</b>						
$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4185.783	17.3	0.042	0.39	f	4185.939	S II (P)4185.917(14)
4186.288	27.6	0.066	0.39	f	4186.444	
4186.768	20.5	0.049	0.39	f	4186.924	
4187.234	20.3	0.049	0.39	f	4187.390	Ce II (86)4187.32(530)
4188.432	7.3	0.018	0.39	f	4188.588	
4189.032	11.8	0.028	0.39	f	4189.188	Ce II (L)4189.183
4189.585	9.9	0.024	0.39	f	4189.741	O II (36)4189.79(450)
4201.602	4.4	0.011	0.39	f	4201.758	Fe I (799)4201.73((1))
4201.863	5.5	0.013	0.39	f	4202.019	Fe I (42) 4202.0292(30)
4203.513	5.6	0.013	0.39	f	4203.670	
4204.168	19.9	0.048	0.39	f	4204.325	V II (25)4204.211(80)
4205.063	6.0	0.014	0.39	f	4205.220	A II (111)4205.19(00n)
4206.355	7.9	0.019	0.39	f	4206.512	N II (74)4206.51(2)
4206.898	9.8	0.023	0.39	f	4207.055	Ce II (L)4207.028
4207.390	9.2	0.022	0.39	f	4207.547	N II (74)4207.50(3)
4211.107	6.3	0.015	0.39	f	4211.264	Nd II (57)4211.29(470)
4211.640	7.8	0.019	0.39	f	4211.797	Fe II (21) 4211.80 (p), Zr II (15)4211.88(12)
4212.166	5.6	0.013	0.39	f	4212.323	
4214.787	4.6	0.011	0.39	f	4214.944	Gd II (32)4215.023(600)
4215.378	3.3	0.008	0.39	f	4215.535	Sr II (1) 4215.524 (300r), Mn II (I)4215.54(1H)
4216.831	7.2	0.017	0.39	f	4216.988	
4220.285	7.6	0.018	0.39	f	4220.442	Fe III(-)4220.32(5)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4220.982	6.4	0.015	0.39	f	4221.139	
4224.849	2.6	0.006	0.39	f	4225.006	Cl II (83)4224.92(15)
4225.668	3.0	0.007	0.39	f	4225.825	Fe I (118)4225.79(p)
4226.299	3.5	0.008	0.39	f	4226.456	Fe I (352)4226.4240(3)
4228.236	3.3	0.008	0.39	f	4228.393	C I (17)4228.326(5)
4228.695	3.2	0.008	0.39	f	4228.852	
4230.854	14.4	0.034	0.40	f	4231.012	S II (67)4230.952(17)
4233.072	16.8	0.040	0.40	f	4233.230	Fe II (27) 4233.167(11)
4233.688	22.3	0.053	0.40	f	4233.846	
4235.288	9.3	0.022	0.40	f	4235.446	Cl II (71,83)4235.49(25,25)
4236.260	24.6	0.058	0.40	f	4236.418	N II (21.02)4236.356(-), Ce II (L)4236.354
4236.844	23.0	0.055	0.40	f	4237.002	N II (48)4236.91(8)
4237.607	22.6	0.054	0.40	f	4237.765	Sm II (8)4237.66(500), Mn II (I)4237.866(20)
4239.039	6.6	0.016	0.40	f	4239.197	Mn II (I)4239.187(60)
4239.998	12.9	0.031	0.40	f	4240.156	
4241.375	13.2	0.031	0.40	f	4241.533	
<b>Order 65</b>						
4219.763	31.7	0.076	0.39	f	4219.916	
4220.233	46.6	0.111	0.39	f	4220.386	Fe III (-)4220.32(5)
4220.702	36.4	0.087	0.39	f	4220.855	
4222.185	24.1	0.058	0.39	f	4222.339	



EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4223.310	17.6	0.042	0.39	f	4223.464	
4223.706	24.4	0.058	0.39	f	4223.860	Ce II (L)4223.881
4224.151	22.9	0.055	0.39	f	4224.305	Fe I (689) 4224.1717(6n)
4224.606	14.4	0.034	0.39	f	4224.760	(Cr II (162) 4224.85(20))
4227.201	6.9	0.016	0.39	f	4227.355	Ti II (33) 4227.3336(11)
4229.344	13.0	0.031	0.39	f	4229.498	
4229.905	21.9	0.052	0.40	f	4230.059	
4230.424	23.3	0.055	0.40	f	4230.578	
4230.963	25.5	0.061	0.40	f	4231.117	S II (67)4230.952(17)
4231.520	26.1	0.062	0.40	f	4231.674	Zr II (99)4231.640(8)
4232.027	21.6	0.051	0.40	f	4232.181	
4232.859	22.7	0.054	0.40	f	4233.013	Cr II (180)4232.96(p)
4234.523	4.3	0.010	0.40	f	4234.677	
4236.413	6.4	0.015	0.40	f	4236.567	Zr II (110)4236.56(5)
4236.835	5.5	0.013	0.40	f	4236.989	N II (48)4236.91(8)
4237.954	6.8	0.016	0.40	f	4238.108	P II (S)4238.074(0)
4239.585	7.7	0.018	0.40	f	4239.739	Ti II (L)4239.6646(32)
4241.577	4.8	0.011	0.40	f	4241.731	N II (48,48)4241.784(10,10)
4243.874	10.5	0.025	0.40	f	4244.028	
4244.471	13.9	0.033	0.40	f	4244.625	Fe II (12)4244.53(p)
4245.124	16.2	0.038	0.40	f	4245.278	Fe I (352)4245.2572(6)
4245.837	17.2	0.041	0.40	f	4245.991	Mn II (I) 4245.94(5)
4246.398	17.4	0.041	0.40	f	4246.552	Cr II (31)4246.41(2)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4247.039	9.7	0.023	0.40	f	4247.193	N II (48)4247.20(1)
4247.771	8.0	0.019	0.40	f	4247.925	Mn II (I)4247.952(80)
4250.547	6.4	0.015	0.40	f	4250.702	Ti II (L)4250.6450(7), Ce II (L)4250.692, Ne II(52)4250.68(4) Fe II (12)4251.49(p)
4251.441	9.1	0.021	0.40	f	4251.596	
4252.305	8.4	0.020	0.40	f	4252.460	
4252.880	9.4	0.022	0.40	f	4253.035	Mn II (7) 4252.964(150)
4253.353	8.8	0.021	0.40	f	4253.508	
4257.035	7.7	0.018	0.40	f	4257.190	Ce II (L)4257.119
4259.386	5.7	0.014	0.40	f	4259.541	
4259.886	9.4	0.022	0.40	f	4260.041	Fe I (689)4259.988((2))
4260.331	9.8	0.023	0.40	f	4260.486	Mn II (I) 4260.465(40)
4260.976	6.8	0.016	0.40	f	4261.131	(Ce II(19)4261.17(110))
4266.945	85.2	0.143	0.56	A	4267.100	C II (6,6)4267.003(18,20)
4267.576	10.8	0.026	0.40	f	4267.731	S II (49)4267.759(21)
4268.823	15.0	0.035	0.40	f	4268.978	Cr II (192) 4268.93(1)
4269.420	22.6	0.053	0.40	f	4269.575	La II(76)4269.50(300)
4269.874	16.3	0.038	0.40	f	4270.029	S II(49)4269.724(18)
4270.343	12.1	0.029	0.40	f	4270.498	
4271.675	5.8	0.014	0.40	f	4271.830	Fe I (42) 4271.7605(35)
4274.158	30.2	0.071	0.40	f	4274.313	
4274.716	29.8	0.070	0.40	f	4274.871	Cr I (1) 4274.803(800R)
4275.250	34.3	0.081	0.40	f \	4275.405	Cr II(31)4275.58(30), Ce II(206)4275.57(140)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltmiş}$ (Å)	Tanı
4275.807	24.5	0.058	0.40	f	4275.962	Mn II (I)4275.87(15)
4277.253	15.1	0.036	0.40	f	4277.409	Zr II (40)4277.37(4)
4277.777	23.6	0.055	0.40	f	4277.933	
<b>Order 64</b>						
4254.045	20.3	0.048	0.40	f	4254.209	
4254.649	19.1	0.045	0.40	f	4254.813	Ce II (L)4254.728
4255.208	15.9	0.037	0.40	f	4255.372	Ce II (L)4255.358
4257.160	20.5	0.048	0.40	f	4257.324	
4258.797	4.5	0.011	0.40	f	4258.961	
4260.239	26.7	0.063	0.40	f	4260.403	Mn II (I) 4260.465(40)
4260.687	32.5	0.077	0.40	f	4260.851	Fe I(351)4260.7289(p), V II(18,24)4260.758(20d)
4261.070	36.2	0.085	0.40	f	4261.234	Ce II (19)4261.17(110)
4261.511	37.0	0.087	0.40	f	4261.675	Ti I(252)4261.609(5n)
4261.986	29.5	0.070	0.40	f	4262.150	Cr II (31) 4261.92(20)
4262.504	21.6	0.051	0.40	f	4262.668	Sm II (37)4262.68(1300)
4265.075	12.5	0.030	0.40	f	4265.239	Fe I (693,694)4265.2361,.2681((2))
4265.521	18.8	0.044	0.40	f	4265.685	
4265.937	22.4	0.053	0.40	f	4266.101	Mn I (23)4265.928(400)
4266.382	22.6	0.053	0.40	f	4266.546	
4266.817	56.8	0.134	0.40	f	4266.981	Fe I (273)4266.9645(3)
4267.117	46.7	0.110	0.40	f	4267.281	C II (6,6)4267.003,.258(18,20)
4267.607	21.6	0.051	0.40	f	4267.771	Fe I (649)4268.7488(2)
4268.139	13.3	0.031	0.40	f	4268.303	(Fe III (120.13)4268.15(3 h))

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{\text{ölçülen}}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{\text{düzeltmiş}}$ (Å)	Tanı
4269.541	3.0	0.007	0.40	f	4269.705	S II(49)4269.724(18)
4274.657	6.9	0.016	0.40	f	4274.821	Cr I (1) 4274.803(800R)
4275.385	6.6	0.016	0.40	f	4275.549	Cr II (31) 4275.58 (30)
4282.458	4.9	0.012	0.40	f	4282.623	S II(49)4282.595(18)
4284.106	4.2	0.010	0.40	f	4284.271	Cr II (31) 4284.21(20)
4285.509	6.6	0.015	0.40	f	4285.674	C II (42)4285.704(3 h)
4288.658	5.6	0.013	0.40	f	4288.823	V II (17)4288.760(1 H)
4294.196	17.1	0.040	0.40	f	4294.361	S II (49)4294.398(22)
4300.000	6.8	0.016	0.40	f	4300.165	Ti II (41) 4300.0422(1270)
4300.989	6.9	0.016	0.40	f	4301.154	V II (225)4301.120(60)
4306.762	16.8	0.039	0.40	f	4306.928	(Cr II (K)4306.95(10))
4307.213	20.8	0.049	0.40	f	4307.379	O II (53)4307.31(1n)
4307.728	20.6	0.048	0.40	f	4307.894	Ti II (41)4307.8657(300)
4308.216	23.6	0.055	0.40	f	4308.382	
4308.676	23.9	0.056	0.40	f	4308.842	
4309.124	23.8	0.056	0.40	f	4309.290	A II (99)4309.25(3)
4309.626	20.1	0.047	0.40	f	4309.792	Ce II (126)4309.739(50)
4311.081	16.9	0.039	0.40	f	4311.247	Gd II(15)4310.98(85), Mn II (I)4311.23(15)
4312.930	18.7	0.044	0.40	f	4313.096	Ce II (L)4313.099, C II (28)4313.100(6)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

<b>Order 63</b>						
$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4293.974	21.9	0.051	0.40	f	4294.118	Ti II (20)4294.0939(730)
4298.315	11.6	0.027	0.40	f	4298.460	
4299.168	10.4	0.024	0.40	f	4299.313	Fe I (152) 4299.2349(18)
4299.873	7.6	0.018	0.40	f	4300.018	Ti II (41) 4300.0422(1270)
4308.952	6.7	0.016	0.40	f	4309.097	Zr II (88)4308.94(4), Fe I (849)4309.0307((2))
4312.918	4.8	0.011	0.40	f	4313.063	Ce II (L)4313.099, C II (28)4313.100(6)
4315.478	3.5	0.008	0.40	f	4315.623	Ce II (L)4313.592
4318.400	10.8	0.025	0.40	f	4318.545	C II (28)4318.600(5), Mn II (I)4318.52(60))
4319.337	7.6	0.018	0.40	f	4319.482	Fe I (214)4319.45(p)), Fe II (D)4319.42(p)
4340.233	128.3	0.170	0.71	A	4340.379	H_gammÅ 4340.468
4344.424	9.3	0.021	0.41	f	4344.570	
4349.198	11.1	0.026	0.41	f	4349.344	
<b>Order 62</b>						
4329.088	21.1	0.049	0.40	f	4329.249	
4329.701	27.5	0.064	0.40	f	4329.862	
4330.241	19.6	0.045	0.40	f	4330.402	Ce II (82)4330.441(30)
4331.471	20.4	0.047	0.40	f	4331.632	V II (36)4331.554(30)
4349.185	9.0	0.021	0.41	f	4349.347	
4351.577	9.7	0.023	0.41	f	4351.739	Fe II (27) 4351.764(9)
4352.293	3.6	0.008	0.41	f	4352.455	Fe III (4)4352.568(6)
4361.938	3.9	0.009	0.41	f	4362.100	Ni II (9) 4362.10(1)
4365.848	4.2	0.010	0.41	f	4366.011	Fe I (415)4365.8967((1))

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltmiş}$ (Å)	Tanı
4368.020	5.9	0.014	0.41	f	4368.183	Cr II (KX)4368.107(p), O I (5,5)4368.1933,.2467(8,1)
4375.792	7.1	0.016	0.41	f	4375.955	Ce II (134)4375.92(530), Fe I (2)4375.9301(9)
4376.260	11.3	0.026	0.41	f	4376.423	
4376.702	14.5	0.033	0.41	f	4376.865	Ce II (L)4376.868
4377.145	18.0	0.041	0.41	f	4377.308	Fe I (990)4377.330((1))
4377.602	14.7	0.034	0.41	f	4377.765	Mn II (I)4377.74(50)
4378.053	9.1	0.021	0.41	f	4378.216	Sm II (53)4378.24(880)
4391.817	12.8	0.029	0.41	f	4391.980	Mn II (I)4391.955(5)
4392.307	11.9	0.027	0.41	f	4392.470	Fe I (973) 4392.58((1))
<b>Order 61</b>						
4378.284	14.9	0.034	0.41	f	4378.453	O II (102)4378.41(0)
4378.884	19.5	0.045	0.41	f	4379.053	
4379.430	21.2	0.049	0.41	f	4379.600	N II (16)4379.59(-)
4379.897	16.2	0.037	0.41	f	4380.067	Ce II (155)4380.060((30))
4380.409	13.1	0.030	0.41	f	4380.579	Cr I (130)4380.552(10)
4384.497	16.9	0.039	0.41	f	4384.667	Mg II (10) 4384.654(8)
4385.197	17.7	0.041	0.41	f	4385.367	Fe II (27) 4385.381(7)
4385.524	16.8	0.039	0.41	f	4385.694	Nd II (50) 4385.663 (710), Mn II (I)4385.733(10)
4386.008	17.7	0.041	0.41	f	4386.178	
4386.459	16.9	0.039	0.41	f	4386.629	Fe II(26)4386.57(10), Mn II (I)4386.567(5)
4386.888	16.4	0.038	0.41	f	4387.058	Ce II(L)4387.059
4387.742	409.7	0.197	1.32	A	4387.912	He I (51) 4387.928((3))

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4390.378	16.3	0.037	0.41	f	4390.548	Mg II (10) 4390.585(10)
4395.595	6.6	0.015	0.41	f	4395.765	Fe III (4)4395.759(9)
4414.682	12.2	0.028	0.41	f	4414.853	Mn I (22)4414.879(10)
4415.921	12.7	0.029	0.41	f	4416.092	
4416.601	24.7	0.056	0.41	f	4416.772	Fe II (27) 4416.817(7)
4417.115	20.6	0.047	0.41	f	4417.286	P II (S)4417.336(9)
4417.668	18.0	0.041	0.41	f	4417.839	Ti II (40) 4417.7137(353)
4418.223	13.9	0.032	0.41	f	4418.394	Ti II (51)4418.3313(37)
4419.400	10.9	0.025	0.41	f	4419.571	Fe III (4)4419.599(12)
4427.772	14.3	0.033	0.41	f	4427.943	Mg II (9) 4427.995(7)
4432.079	19.0	0.043	0.41	f	4432.251	
4432.675	17.4	0.039	0.41	f	4432.847	Al II (84)4432.82(0.5)
4433.923	25.8	0.058	0.41	f	4434.095	Mg II (9)4433.991(8)
4434.538	26.0	0.059	0.41	f	4434.710	
<b>Order 60</b>						
4410.441	23.3	0.053	0.41	f	4410.615	
4410.978	31.2	0.071	0.41	f	4411.152	Ti II (115) 4411.0724(60), Nd II(8)4411.08(120)
4412.153	22.0	0.050	0.41	f	4412.327	Ti II (L)4412.3304(23)
4413.772	13.7	0.031	0.41	f	4413.946	
4414.380	13.1	0.030	0.41	f	4414.554	Zr II (79) 4414.54(5)
4414.918	10.2	0.023	0.41	f	4415.092	Fe I (41) 4415.1225(30)
4416.718	27.1	0.062	0.41	f	4416.892	Fe II (27) 4416.817(7)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4417.394	20.5	0.047	0.41	f	4417.568	
4418.012	22.7	0.052	0.41	f	4418.186	
4418.618	22.2	0.051	0.41	f	4418.792	Ce II (2)4418.78(980)
4419.400	23.3	0.053	0.41	f	4419.574	Fe III (4)4419.599(12)
4420.880	3.2	0.007	0.41	f	4421.054	Sm II(37)4421.14(960)
4421.900	7.7	0.018	0.41	f	4422.074	Ti II (93) 4421.9384(32)
4425.526	10.2	0.023	0.41	f	4425.700	
4426.060	14.5	0.033	0.41	f	4426.234	Gd II(14)4426.15(55)
4426.665	12.6	0.029	0.41	f	4426.839	
4427.289	12.6	0.029	0.41	f	4427.463	
4427.812	12.7	0.029	0.41	f	4427.986	Mg II (9) 4427.995(7)
4430.760	5.8	0.013	0.41	f	4430.935	Fe III (4)4430.95(7)
4432.402	4.1	0.009	0.41	f	4432.577	Fe I(797)4432.5678((3))
4433.769	9.7	0.022	0.41	f	4433.944	Mg II (9)4433.991(8)
4437.382	63.2	0.079	0.51	A	4437.557	He I (50)4437.549((1))
4442.690	6.2	0.014	0.41	f	4442.865	Zr II (88) 4442.99(25)
4457.999	10.1	0.023	0.42	f	4458.175	Fe I (992)4458.0802((3))
4458.551	11.3	0.025	0.42	f	4458.727	
4459.057	10.3	0.023	0.42	f	4459.233	Fe I (68) 4459.1176(10)
<b>Order 59</b>						
4449.119	27.1	0.061	0.42	f	4449.287	
4451.455	13.3	0.030	0.42	f	4451.623	(Fe II (J) 4451.545(4))
4452.213	20.4	0.046	0.42	f	4452.381	P II (S)4452.474(10)



EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4452.737	16.6	0.037	0.42	f	4452.905	
4455.043	9.7	0.022	0.42	f	4455.211	Fe II (J)4455.258(3)
4456.294	12.2	0.028	0.42	f	4456.462	Nd II (50) 4456.394(300)
4456.730	16.7	0.038	0.42	f	4456.898	
4457.190	15.7	0.036	0.42	f	4457.358	
4457.743	12.4	0.028	0.42	f	4457.911	
4459.948	6.1	0.014	0.42	f	4460.117	
4460.621	7.3	0.017	0.42	f	4460.790	
4461.194	8.1	0.018	0.42	f	4461.363	Zr II (67)4461.22(10) , Si III (12.03)4461.27(0)
4461.879	6.2	0.014	0.42	f	4462.048	Ce II (L)4462.032
4463.251	13.4	0.030	0.42	f	4463.420	
4464.194	4.4	0.010	0.42	f	4464.363	V II (199)4464.310(50)
4467.300	7.7	0.017	0.42	f	4467.469	
4467.827	11.4	0.026	0.42	f	4467.996	Fe II (D)4467.97(p)
4468.324	13.3	0.030	0.42	f	4468.493	Ti II (31) 4468.4924(1540)
4468.819	8.7	0.019	0.42	f	4468.988	
4471.319	339.5	0.216	0.83	A	4471.488	He I (14,14) 4471.472,.688((6,1))
4472.756	5.4	0.012	0.42	f	4472.925	Fe II (37) 4472.921 (2)
4479.712	6.6	0.015	0.42	f	4479.881	Al III (8)4479.891, .968(3,4)
4481.002	143.0	0.249	0.54	A	4481.171	Mg II (4,4)
4483.229	6.4	0.014	0.42	f	4483.398	4481 129 327(100 100) Gd II(62)4483.33(220)
4484.341	3.9	0.009	0.42	f	4484.510	
4491.191	3.2	0.007	0.42	f	4491.361	Fe II (37) 4491.401 (5)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4498.842	6.5	0.015	0.42	f	4499.012	Mn I (22)4498.897(7)
4499.848	10.8	0.024	0.42	f	4500.018	
4500.427	11.7	0.026	0.42	f	4500.597	Mn II (I)4500.55(10)
4500.993	8.1	0.018	0.42	f	4501.163	Ti II (31) 4501.2699(1170)
4501.565	4.2	0.009	0.42	f	4501.735	
4512.360	18.8	0.042	0.42	f	4512.531	Al III (3)4512.535((8))
4513.141	12.6	0.028	0.42	f	4513.312	
4514.909	9.6	0.021	0.42	f	4515.080	P II (S)4515.004(0)
4516.539	15.0	0.033	0.42	f	4516.710	
4517.154	17.1	0.038	0.42	f	4517.325	V II (211)4517.352(10)
4518.657	16.8	0.037	0.42	f	4518.828	N II (54.01)4518.780(-)
<b>Order 58</b>						
4495.935	16.7	0.037	0.42	f	4496.101	Fe I (825)4495.9531((1))
4496.428	15.9	0.036	0.42	f	4496.594	
4497.026	9.2	0.021	0.42	f	4497.192	
4498.781	14.6	0.033	0.42	f	4498.947	Mn I (22) 4498.897(7)
4499.450	15.7	0.035	0.42	f	4499.616	Ce II (L)4499.507
4499.991	16.1	0.036	0.42	f	4500.157	
4500.485	10.7	0.024	0.42	f	4500.651	Mn II (I)4500.55(10)
4515.131	5.0	0.011	0.42	f	4515.298	Fe II(37)4515.337(7)
4520.002	4.0	0.009	0.42	f	4520.169	Fe II (37) 4520.225(7)
4522.381	9.0	0.020	0.42	f	4522.548	Fe II (38)4522.634(9)
4524.679	11.4	0.025	0.42	f	4524.846	Ti II (60)4524.6796(8), Fe II (D)4524.70(p)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4526.552	5.6	0.013	0.42	f	4526.719	Fe II (171) 4526.58(Fe)
4528.917	9.7	0.022	0.42	f	4529.084	Al III (3)4529.176((10))
4541.406	7.7	0.017	0.42	f	4541.573	Fe II (38) 4541.523 (4)
4541.989	10.0	0.022	0.42	f	4542.157	
4542.593	12.0	0.027	0.42	f	4542.761	Fe I (827) 4542.6986((1))
4543.157	7.8	0.017	0.42	f	4543.325	
4549.244	18.4	0.041	0.42	f	4549.412	Fe II (186)4549.214(4) , Fe II (38)4549.467(10)
4552.394	20.6	0.046	0.43	f	4552.562	Si III(2)4552.616(30)
4555.714	19.9	0.044	0.43	f	4555.882	Fe II (37) 4555.890 (8)
4556.225	19.0	0.042	0.43	f	4556.393	
4556.671	26.2	0.058	0.43	f	4556.839	V II (198)4556.743(20)
4557.180	34.9	0.077	0.43	f	4557.348	
4557.738	29.1	0.064	0.43	f	4557.906	
4559.746	14.6	0.032	0.43	f	4559.914	
4560.267	21.2	0.047	0.43	f	4560.435	
4560.752	14.8	0.033	0.43	f	4560.920	Ce II (1)4560.96(310)
<b>Order 57</b>						
4540.421	10.3	0.023	0.42	f	4540.601	
4541.185	13.9	0.031	0.42	f	4541.365	Nd II (58) 4541.269(340)
4541.951	8.9	0.020	0.42	f	4542.132	
4544.220	10.5	0.023	0.42	f	4544.401	
4549.262	12.0	0.027	0.42	f	4549.443	Fe II (38)4549.467(10)
4552.361	81.1	0.068	0.76	A	4552.542	Si III (2)4552.616(30)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4553.253	5.3	0.012	0.43	f	4553.434	
4553.691	7.4	0.016	0.43	f	4553.872	
4554.240	5.5	0.012	0.43	f	4554.421	
4555.719	3.7	0.008	0.43	f	4555.900	Fe II (37) 4555.890(8)
4558.390	3.4	0.008	0.43	f	4558.571	Cr II(44)4558.66(100)
4567.634	15.6	0.034	0.43	f	4567.816	Si III (2)4567.823(25)
4569.295	3.6	0.008	0.43	f	4569.477	
4569.644	3.0	0.007	0.43	f	4569.826	Fe III (82)4569.722(5)
4574.517	18.6	0.021	0.43	f	4574.699	Si III (2)4574.759(30)
4583.601	20.6	0.045	0.43	f	4583.783	Fe II (38) 4583.829(11)
4584.289	9.8	0.021	0.43	f	4584.471	
4584.890	13.3	0.029	0.43	f	4585.072	
4585.410	16.7	0.037	0.43	f	4585.592	
4585.966	18.8	0.041	0.43	f	4586.148	
4586.516	15.5	0.034	0.43	f	4586.698	
4587.096	10.0	0.022	0.43	f	4587.278	Fe I (795)4587.132((2)), P II (S)4587.371(4)
4587.719	10.5	0.023	0.43	f	4587.901	P II(15,35)4588.037(13)
4589.636	3.2	0.007	0.43	f	4589.818	P II(24,36)4589.839(12)
4595.878	7.2	0.016	0.43	f	4596.061	Fe II (D)4596.02(p)
4596.808	4.3	0.010	0.43	f	4596.991	Gd II(44)4596.98(220), Nd II(51)4597.02(200)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

<b>Order 56</b>						
$\lambda_{\text{ölçülen}}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{\text{düzeltilmiş}}$ (Å)	Tanı
4575.864	14.0	0.031	0.43	f	4576.046	
4580.843	7.2	0.016	0.43	f	4581.025	
4583.146	16.0	0.035	0.43	f	4583.328	Ti II (39)4583.4087(10)
4583.616	29.5	0.065	0.43	f	4583.798	Fe II (38) 4583.829(11)
4584.120	19.1	0.042	0.43	f	4584.302	
4584.666	13.3	0.029	0.43	f	4584.848	Fe I (822)4584.824((2))
4586.949	4.5	0.010	0.43	f	4587.131	Fe I (795)4587.1276((2))
4589.850	11.4	0.025	0.43	f	4590.032	Cr II (44) 4589.89(4)
4590.540	10.1	0.022	0.43	f	4590.722	Fe III (52)4590.68(tr)
4591.109	8.4	0.019	0.43	f	4591.291	Fe II (17)4591.26(p)
4594.498	3.3	0.007	0.43	f	4594.681	C III (6)4594.62(13)
4595.219	6.2	0.014	0.43	f	4595.402	
4595.852	11.1	0.024	0.43	f	4596.035	Fe II(D)4596.02(p)
4596.379	7.3	0.016	0.43	f	4596.562	
4596.902	5.6	0.012	0.43	f	4597.085	Gd II(44)4596.98(220), Nd II(51)4597.02(200)
4598.373	4.0	0.009	0.43	f	4598.556	Fe II (219) 4598.528 (1n)
4599.067	3.9	0.009	0.43	f	4599.250	
4601.244	3.7	0.008	0.43	f	4601.427	Fe II(43)4601.34(p), N II (5)4601.480(11)
4606.923	3.1	0.007	0.43	f	4607.106	N II (5)4607.157(10)
4609.290	2.8	0.006	0.43	f	4609.473	
4613.323	3.8	0.008	0.43	f	4613.506	Ce II (L)4613.528
4613.808	4.3	0.009	0.43	f	4613.991	Zr II (67)4613.95(5)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4621.127	4.8	0.010	0.43	f	4621.311	Si II (7.05) 4621.418((100))
4621.461	5.8	0.013	0.43	f	4621.645	Si II (7.05) 4621.721((150))
4628.888	10.4	0.023	0.43	f	4629.072	Fe II (219) 4628.821(0n)
4629.304	11.7	0.025	0.43	f	4629.488	Fe II (37) 4629.336(7)
4629.813	11.9	0.026	0.43	f	4629.997	C II (49)4629.98(2 h)
4630.332	18.3	0.040	0.43	f	4630.516	N II(5)4630.543(14)
4630.897	6.5	0.014	0.43	f	4631.081	
4635.156	5.4	0.012	0.43	f	4635.340	Fe II (186) 4635.328(5)
4645.873	10.6	0.023	0.43	f	4646.058	
<b>Order 55</b>						
4620.219	11.4	0.025	0.43	f	4620.391	
4622.833	7.0	0.015	0.43	f	4623.005	
4624.633	16.8	0.036	0.43	f	4624.805	Er II (MCS)4624.78(30))
4625.180	12.2	0.026	0.43	f	4625.352	Ce II (L)4625.290
4625.816	11.9	0.026	0.43	f	4625.988	Fe II (186) 4625.911(1)
4626.370	8.1	0.018	0.43	f	4626.542	
4629.193	9.0	0.020	0.43	f	4629.365	Fe II (37)4629.336(7)
4629.715	4.2	0.009	0.43	f	4629.887	
4634.063	4.9	0.011	0.43	f	4634.236	
4637.315	4.5	0.010	0.43	f	4637.488	Fe I (554)4637.5034(3)
4643.142	9.7	0.021	0.43	f	4643.315	P II (S)4643.239(0)
4650.789	5.6	0.012	0.43	f	4650.962	
4655.644	4.2	0.009	0.43	f	4655.817	Ti II (38) 4655.7771(5)
4657.048	12.4	0.027	0.43	f	4657.221	Ti II (59)4657.2005(33)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltmiş}$ (Å)	Tanı
4666.941	5.9	0.013	0.44	f	4667.115	
4667.445	9.7	0.021	0.44	f	4667.619	
4668.000	11.3	0.024	0.44	f	4668.174	Fe I (554)4668.1344(6)
4668.620	13.9	0.030	0.44	f	4668.794	
4669.185	14.2	0.031	0.44	f	4669.359	
4669.764	10.0	0.022	0.44	f	4669.938	Si III (14)4669.89(1)
4670.332	8.4	0.018	0.44	f	4670.506	Sc II (24) 4670.404 (15)
4679.637	10.8	0.023	0.44	f	4679.811	
4680.198	17.0	0.037	0.44	f	4680.372	
4680.794	19.2	0.041	0.44	f	4680.968	Ce II (L)4680.986
4681.352	17.1	0.037	0.44	f	4681.526	
4683.682	7.5	0.016	0.44	f	4683.856	Si III (13)4683.797(7)
4684.218	11.2	0.024	0.44	f	4684.392	
4684.935	4.4	0.010	0.44	f	4685.109	Zr II (129)4685.19(4)
<b>Order 54</b>						
4668.877	11.3	0.024	0.44	f	4669.051	La II (76)4668.91(250)
4669.510	12.1	0.026	0.44	f	4669.684	Sm II (26)4669.65(620)
4670.711	15.8	0.034	0.44	f	4670.885	
4671.248	15.1	0.033	0.44	f	4671.422	Ce II (L)4671.395
4675.866	7.8	0.017	0.44	f	4676.040	
4682.149	3.2	0.007	0.44	f	4682.323	Y II (12)4682.321(794)
4686.651	4.3	0.009	0.44	f	4686.825	Ce II (L)4686.770
4687.721	8.2	0.018	0.44	f	4687.896	

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4688.425	9.6	0.021	0.44	f	4688.600	
4689.075	8.4	0.018	0.44	f	4689.250	
4704.014	3.0	0.006	0.44	f	4704.189	N II (68)4704.24(2)
4712.961	135.2	0.162	0.53	A	4713.136	He I (12,12)4713.143,373((3,1))
4716.069	11.5	0.025	0.44	f	4716.245	S II (9)4716.267(20)
4720.902	7.7	0.016	0.44	f	4721.078	Fe I (107,409)4721.0006((1))
4731.321	7.7	0.016	0.44	f	4731.497	Fe II (43)4731.439(3)
4733.737	10.8	0.023	0.44	f	4733.913	
4734.427	13.7	0.029	0.44	f	4734.603	C II (48)4734.60(2 hp)
4735.055	19.2	0.041	0.44	f	4735.231	
4735.758	16.6	0.035	0.44	f	4735.934	
<b>Order 53</b>						
4712.946	144.3	0.158	0.86	A	4713.121	He (12,12)4713.143,373((3,1)) I
4715.962	12.5	0.027	0.44	f	4716.138	
4721.483	7.0	0.015	0.44	f	4721.659	A II (85)4721.62(4)
4734.462	6.1	0.013	0.44	f	4734.638	
4734.921	5.7	0.012	0.44	f	4735.097	
4735.540	6.2	0.013	0.44	f	4735.716	
4739.388	3.7	0.008	0.44	f	4739.564	Mg II (18)4739.59(5)
4765.617	8.8	0.018	0.44	f	4765.794	
4766.208	11.2	0.024	0.45	f	4766.385	
4766.804	15.0	0.032	0.45	f	4766.981	
4767.387	16.3	0.034	0.45	f	4767.565	



EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4767.941	15.2	0.032	0.45	f	4768.119	
4768.452	11.7	0.025	0.45	f	4768.630	
4769.613	5.9	0.013	0.45	f	4769.791	Ce II (L)4769.782
4779.755	7.9	0.017	0.45	f	4779.933	
<b>Order 52</b>						
4759.634	8.8	0.019	0.44	f	4759.811	
4760.232	11.3	0.024	0.44	f	4760.409	
4760.754	7.9	0.017	0.44	f	4760.931	
4762.628	7.9	0.017	0.44	f	4762.805	Ti II (17) 4762.7777(9)
4763.250	12.7	0.027	0.44	f	4763.427	
4764.015	10.9	0.023	0.44	f	4764.192	
4764.628	9.2	0.019	0.45	f	4764.805	Mn II (5) 4764.73(100)
4767.427	7.1	0.015	0.45	f	4767.605	
4768.231	4.9	0.010	0.45	f	4768.409	Fe I (821)4768.3203((3n))
4769.684	3.2	0.007	0.45	f	4769.862	Ce II (L)4769.782
4804.630	3.0	0.006	0.45	f	4804.809	Fe II(J)4804.729(1)
4808.157	7.6	0.016	0.45	f	4808.336	
4808.879	10.5	0.022	0.45	f	4809.058	La II(37)4809.01(160)
4809.485	12.8	0.027	0.45	f	4809.664	
4810.099	31.8	0.067	0.45	f	4810.278	N II (20)4810.306(4)
4810.619	12.6	0.026	0.45	f	4810.798	Fe II (J)4810.734(2)
4811.266	8.9	0.019	0.45	f	4811.445	Nd II (3)4811.34(240)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

<b>Order 51</b>						
$\lambda_{\text{ölçülen}}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{\text{düzeltilmiş}}$ (Å)	Tanı
4810.622	13.6	0.028	0.45	f	4810.834	Fe II (J)4810.734(2)
4811.293	7.6	0.016	0.45	f	4811.505	
4812.345	6.6	0.014	0.45	f	4812.557	Ce II (L)4812.505
4815.339	26.7	0.056	0.45	f	4815.551	S II (9)4815.549(22)
4815.933	12.9	0.027	0.45	f	4816.145	
4816.517	9.2	0.019	0.45	f	4816.729	
4819.338	9.9	0.021	0.45	f	4819.551	S II (P) 4819.575(15b)
4823.123	4.3	0.009	0.45	f	4823.336	Y II (22)4823.304(646), (V II (223)4823.365(30))
4823.856	8.9	0.019	0.45	f	4824.069	S II (P) 4824.066(16)
4828.750	4.3	0.009	0.45	f	4828.963	Si III (9)4828.968(18)
4829.938	3.8	0.008	0.45	f	4830.151	Mn II (I)4830.08(10)
4846.145	4.1	0.009	0.45	f	4846.359	Fe II(25)4846.47(p)
4846.668	5.1	0.011	0.45	f	4846.882	
4861.096	205.2	0.230	0.84	A	4861.310	H_beta 4861.332
4864.178	3.9	0.008	0.45	f	4864.392	Cr II (30)4864.32(60)
4877.690	11.9	0.025	0.46	f	4877.905	
4881.200	12.6	0.026	0.46	f	4881.415	Y II (12)4881.433(59)
4881.762	14.7	0.030	0.46	f	4881.977	
<b>Order 50</b>						
4861.095	202.5	0.215	0.89	A	4861.283	H_beta 4861.332
4885.434	5.6	0.012	0.46	f	4885.622	S II (P) 4885.648(17)
4913.208	4.2	0.009	0.46	f	4913.398	Fe II (J) 4913.295 (8w)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
4913.830	4.3	0.009	0.46	f	4914.020	Ni I(132)4913.9732(2446)
4916.945	10.6	0.022	0.46	f	4917.135	S II (P)4917.212(19)
4920.176	7.4	0.015	0.46	f	4920.366	Mn II (I)4920.48(5)
4921.748	160.1	0.170	0.60	A	4921.938	He I (48) 4921.929((4))
4923.745	25.3	0.052	0.46	f	4923.935	Fe II (42)4923.925(30)
4925.147	13.6	0.028	0.46	f	4925.337	S II (7) 4925.347(19)
<b>Order 49</b>						
4911.957	6.8	0.014	0.46	f	4912.135	
4920.311	4.5	0.009	0.46	f	4920.489	Mn II (I)4920.48(5)
4921.738	173.8	0.172	0.64	A	4921.916	He I (48) 4921.929((4))
4922.488	10.0	0.020	0.46	f	4922.666	
4923.742	26.6	0.054	0.46	f	4923.920	Fe II(42)4923.925(30)
4925.081	10.6	0.020	0.46	f	4925.259	Fe I (1065)4925.2834((1)), S II (7) 4925.347(19)
4942.309	4.0	0.008	0.46	f	4942.488	S II (P) 4942.466(16)
4964.961	7.8	0.016	0.46	f	4965.141	A II (14)4965.12(7)
4982.258	8.6	0.017	0.47	f	4982.438	Fe I (1067) 4982.4999(6n)
4982.980	4.7	0.009	0.47	f	4983.160	Ti II (L)4983.1554(36)
<b>Order 48</b>						
4991.720	10.9	0.022	0.47	f	4991.901	S II (7)4991.974(20)
4993.250	5.7	0.011	0.47	f	4993.431	Fe II(J)4993.347(8)
4998.111	4.8	0.010	0.47	f	4998.292	(Ni I(111)4998.2239(3564))
5001.340	12.2	0.010	0.47	f	5001.521	Ca II (19) 5001.489((1))
5003.942	5.2	0.010	0.47	f	5004.124	Fe II (J)5004.197(11)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{\text{ölçülen}}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{\text{düzeltmiş}}$ (Å)	Tanı
5004.833	5.7	0.011	0.47	f	5005.015	Ti II (71) 5005.18(-)
5009.299	13.6	0.027	0.47	f	5009.481	S II (7) 5009.564(21)
5013.821	21.2	0.042	0.47	f	5014.003	S II (15)5014.069(21)
5015.466	187.6	0.183	0.65	A	5015.648	He I (4)5015.675(6)
5018.200	29.0	0.058	0.47	f	5018.382	Fe II (42) 5018.450(25)
5026.763	8.3	0.017	0.47	f	5026.945	
5032.200	19.4	0.039	0.47	f	5032.383	S II(7)5032.447(23)
<b>Order 47</b>						
5013.829	9.7	0.020	0.47	f	5014.024	S II (15)5014.069(21)
5015.406	149.4	0.182	0.52	A	5015.601	He I (4)5015.675((6))
5018.205	29.7	0.060	0.47	f	5018.400	Fe II (J) 5018.450(25)
5026.758	7.3	0.015	0.47	f	5026.954	
5032.240	21.7	0.043	0.47	f	5032.436	S II (7)5032.447(23)
5034.380	7.2	0.014	0.47	f	5034.576	Pr II(37)5034.41(270)
5035.486	7.7	0.015	0.47	f	5035.682	Fe II (J) 5035.708(12)
5040.763	35.9	0.072	0.47	f	5040.959	Si II (5)5041.026(1000)
5047.500	75.3	0.088	0.55	A	5047.697	He I (47)5947.736((2))
5050.530	6.4	0.013	0.47	f	5050.727	
5055.748	45.4	0.090	0.47	f	5055.945	Si II (5) 5055.981(1000)
5056.163	17.8	0.035	0.47	f	5056.360	Si II (5) 5056.314((30))
5068.843	4.5	0.009	0.47	f	5069.040	Ti II (113)5069.0921(9)
5079.181	5.3	0.011	0.47	f	5079.379	Fe I(66)5079.2230(6)
5086.500	9.8	0.019	0.48	f	5086.698	P II (S)5086.693(2), Fe III (5)5086.69(3)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

<b>Order 46</b>						
$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
5068.503	12.2	0.024	0.47	f	5068.692	
5073.567	8.4	0.017	0.47	f	5073.756	Fe III (5)5073.836(7)
5086.563	5.4	0.011	0.47	f	5086.752	P II (S)5086.693(2), Fe III (5)5086.69(3)
5100.500	7.6	0.015	0.48	f	5100.690	Fe II (J) 5100.735(18 w)
5103.091	8.8	0.017	0.48	f	5103.281	
5104.281	7.4	0.015	0.48	f	5104.471	N II (34)5104.437(5)
5121.706	5.3	0.010	0.48	f	5121.897	C II (12)5121.82(5)
5122.723	5.2	0.010	0.48	f	5122.914	
5127.258	9.8	0.019	0.48	f	5127.449	Fe III (5)5127.352(9)
5132.877	2.1	0.004	0.48	f	5133.068	C II (16)5132.94(12)
<b>Order 45</b>						
5122.837	10.2	0.020	0.48	f	5123.033	P II (S)5123.067(1)
5125.835	5.4	0.011	0.48	f	5126.031	S II (P)5126.130(13)
5127.183	5.5	0.011	0.48	f	5127.379	Fe III (5)5127.352(9)
5128.958	3.2	0.006	0.48	f	5129.154	Ti II (86)5129.1563(180)
5130.596	4.6	0.009	0.48	f	5130.792	
5132.844	3.2	0.006	0.48	f	5133.040	C II (16)5132.94(12)
5142.086	5.9	0.011	0.48	f	5142.283	
5143.244	4.1	0.008	0.48	f	5143.441	C II (16)5143.49(12)
5144.902	9.1	0.018	0.48	f	5145.099	C II (16)5145.16(15)

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
5150.806	3.6	0.005	0.48	f	5151.003	C II (16)5151.09(13)
5155.963	8.2	0.016	0.48	f	5156.160	Fe III (5)5156.117(12)
5160.901	3.5	0.007	0.48	f	5161.099	Fe II (35)5161.18(p)
5168.761	30.8	0.060	0.48	f	5168.959	Fe II (42)5169.000(30)
5177.235	6.3	0.012	0.48	f	5177.433	Fe II (J)5177.392(6)
5179.215	5.7	0.011	0.48	f	5179.413	
5185.276	7.5	0.015	0.48	f	5185.474	Fe II (J) 5185.407(1)
<b>Order 44</b>						
5181.392	7.8	0.015	0.48	f	5181.582	
5185.287	4.8	0.009	0.48	f	5185.477	Fe II (J) 5185.407(1)
5197.267	7.1	0.014	0.49	f	5197.458	N II (66)5197.52(7), Fe II (49) 5197.559 (15)
5200.618	10.3	0.020	0.49	f	5200.809	Fe II (J) 5200.807 (7)
5202.199	6.5	0.013	0.49	f	5202.390	Si II (23)5202.413(500 h)
5212.381	11.4	0.022	0.49	f	5212.572	
5215.013	6.5	0.013	0.49	f	5215.204	
5215.523	5.5	0.011	0.49	f	5215.714	Si II (31)5215.67(1 h)
5216.703	3.1	0.006	0.49	f	5216.894	Fe II (J) 5216.850(18w)
5227.233	7.4	0.014	0.49	f	5227.425	Fe II (J) 5227.487(13)
5234.093	9.5	0.018	0.49	f	5234.285	Fe II (J) 5234.287(5)
5245.213	4.7	0.009	0.49	f	5245.406	
5245.987	5.8	0.011	0.49	f	5246.180	
5246.784	4.0	0.008	0.49	f	5246.977	

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
<b>Order 43</b>						
5243.124	4.4	0.008	0.49	f	5243.332	Fe III (113) 5243.306(18)
5251.088	4.0	0.008	0.49	f	5251.296	Fe II (J) 5251.234(13)
5253.220	6.2	0.012	0.49	f	5253.429	P II (10)5253.471(16)
5260.006	8.4	0.016	0.49	f	5260.215	Fe II (J) 5260.261(18)
5264.093	8.8	0.017	0.49	f	5264.302	Ca I(22)5264.239(20)
5272.165	6.5	0.012	0.49	f	5272.374	Fe III (113)5272.370(9)
5272.740	6.2	0.012	0.49	f	5272.949	Fe III (120.07)5272.98(14)
5275.728	8.7	0.017	0.49	f	5275.937	Fe II (49)5275.999(18)
5283.871	2.3	0.004	0.49	f	5284.081	Fe II (41)5284.098(11)
5286.549	4.1	0.008	0.49	f	5286.759	Fe III (110)5286.74(tr)
5291.316	7.3	0.014	0.49	f	5291.526	Fe II (J) 5291.666 (15)
5291.971	3.3	0.006	0.49	f	5292.181	P II (S)5292.242(0)
5295.810	2.2	0.004	0.49	f	5296.020	P II (S)5296.073(14)
5298.609	2.7	0.005	0.49	f	5298.819	Fe II (J)5298.844(8w bl I)
<b>Order 42</b>						
5293.383	9.7	0.018	0.49	f	5293.580	
5298.777	6.5	0.012	0.49	f	5298.974	Fe II (J)5298.844(8w bl I)
5308.304	4.0	0.008	0.49	f	5308.502	Cr II (43)5308.46(35)
5316.331	12.1	0.023	0.50	f	5316.529	
5320.469	14.6	0.028	0.50	f	5320.667	

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
5329.245	4.1	0.008	0.50	f	5329.443	
5330.580	9.0	0.017	0.50	f	5330.778	O I (12) 5330.7396(13), Fe III (120.03)5330.73(8)
5331.245	5.1	0.010	0.50	f	5331.443	
5339.325	3.9	0.007	0.50	f	5339.524	Fe II (J) 5339.589(14)
5345.452	15.6	0.029	0.50	f	5345.651	
5371.745	7.5	0.014	0.50	f	5371.945	Al II (42)5371.84(6)
<b>Order 41</b>						
5386.766	3.3	0.006	0.50	f	5386.967	Fe II (J) 5387.065(14)
5390.743	4.8	0.009	0.50	f	5390.944	
5391.265	4.2	0.008	0.50	f	5391.466	Fe I(1062)5391.4585((1))
5401.341	7.0	0.013	0.50	f	5401.542	
5405.676	4.3	0.008	0.50	f	5405.877	
5409.500	5.3	0.010	0.51	f	5409.701	
5428.405	14.0	0.026	0.51	f	5428.607	S II (P)5428.667(23)
5432.588	24.8	0.046	0.51	f	5432.790	S II (P)5432.815(25)
<b>Order 40</b>						
5419.346	6.9	0.013	0.51	f	5419.600	
5428.390	13.8	0.026	0.51	f	5428.644	S II (P)5428.667(23)
5432.508	23.8	0.044	0.51	f	5432.762	S II (P)5432.815(25)
5452.255	6.3	0.012	0.51	f	5452.510	
5453.591	26.1	0.048	0.51	f	5453.846	S II (P)5453.828(27)
5466.208	6.3	0.012	0.51	f	5466.464	Si II (7.03)5466.432 (500H)



EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{düzeltilmiş}$ (Å)	Tanı
5466.705	11.3	0.021	0.51	f	5466.961	Si II (7.03)5466.868(500 H) Fe II (J)5466.916(11)
5473.347	14.6	0.027	0.51	f	5473.603	Fe II (J)5473.599(4), S II (6) 5473.620(23)
5482.062	4.0	0.007	0.51	f	5482.319	Fe II (J) 5482.310(16)
<b>Order 39</b>						
5469.958	8.1	0.015	0.51	f	5470.149	
5474.852	9.0	0.016	0.51	f	5475.044	S II (P)5475.011(11)
5477.964	6.8	0.012	0.51	f	5478.156	S II (P)5478.194(10)
5478.603	5.1	0.009	0.51	f	5478.795	Si II (30) 5478.73(5 H)
5502.490	5.7	0.010	0.51	f	5502.683	Fe II (J) 5502.677(10)
5506.101	12.4	0.023	0.51	f	5506.294	Fe II (J) 5506.196(18)
5511.209	3.8	0.007	0.51	f	5511.402	Mn II (I)5511.48(3)
5511.805	5.8	0.011	0.51	f	5511.998	Ce II (24)5512.08(260)
5526.548	5.2	0.010	0.52	f	5526.741	Sc II (31) 5526.809(75)
<b>Order 38</b>						
5561.916	9.5	0.017	0.52	f	5562.100	V II (247)5562.130(40)
5564.792	3.0	0.005	0.52	f	5564.976	S II (P)5564.976(21)
5575.905	9.5	0.017	0.52	f	5576.090	Si II (7.21) 5575.973((5)), Y II (S)5576.042(2)
5576.506	6.7	0.012	0.52	f	5576.691	Si II (9) 5576.661(150 h)
<b>Order 37</b>						
5606.937	2.4	0.004	0.52	f	5607.128	Fe II (24)5607.12(p)
5634.375	17.0	0.030	0.53	f	5634.567	V II (I)5634.520(20)
5638.764	6.2	0.011	0.53	f	5638.957	

EK 1 29 And yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{\text{ölçülen}}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	$\lambda_{\text{düzeltilmiş}}$ (Å)	Tanı
5639.450	8.0	0.014	0.53	f	5639.643	Fe II (J) 5639.690(4)
5641.061	19.2	0.034	0.53	f	5641.254	
5654.013	11.7	0.021	0.53	f	5654.206	Ce II (L)5654.219
5658.733	6.9	0.012	0.53	f	5658.926	Fe I (686) 5658.8164(10)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi

<b>Order 69</b>					
$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4101.658					H_delta 4101.737
4106.485	3.6	0.009	20	f	Fe I (697)4106.4229((1))
4120.799	61.2	0.112	0.35		He I (16)4120.8110, .8240,.9910,
4121.896	9.2	0.022	20	f	Fe I (356)4121.8026(5), Cr I (108)4121.815(45)
4122.615	109.8	0.095	0.30		Fe II (28) 4122.638(4)
4124.701	17.8	0.043	20	f	Fe II (22)4124.793 (1), Ce II (MCS)4124.79(510)
4125.249	12.4	0.030	20	f	
4127.999	113.7	0.273	0.39		Si II (3) 4128.067(300H)
4130.084	16.4	0.040	20	f	
4130.839	99.8	0.258	18.8		Si II (3) 4130.893 (500H)
<b>Order 68</b>					
4111.285	27.1	0.066	20	f	Ce II (MCS)4111.39(250)
4111.758	31.2	0.076	20	f	(Fe II (188)4111.902(1))
4114.862	9.4	0.023	20	f	Fe I (695)4114.9376((1w))
4115.275	11.8	0.029	20	f	Ce II (22)4115.37(420)
4116.692	11.4	0.028	20	f	
4117.112	9.9	0.024	20	f	Ce II (35)4117.01(250)
4118.097	16.9	0.041	20	f	Ce II (11)4118.144(770)
4120.830	79.1	0.125	0.40		He I (16) 4120.8240, Ce II (112)4120.830(450)
4122.230	10.8	0.026	20	f	
4122.632	36.9	0.090	20	f	Fe II (28)4122.638(4)
4123.091	20.9	0.051	20	f	N II (16.01)4123.13(-)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{\text{ölçülen}}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4123.551	12.7	0.031	20	f	Ce II (22)4123.49(520)
4125.530	14.6	0.025	20	f	Fe I (1103)4125.6175((1))
4126.096	22.2	0.038	20	f	Fe I (695)4126.1827(3n)
4126.672	6.5	0.011	20	f	
4127.995	118.4	0.270	0.41		Si II (3) 4128.067(300H)
4128.684	25.9	0.044	0.55	f	Fe II (27) 4128.735(3)
4129.348	18.5	0.032	0.55	f	Fe I (695)4129.4611(p)
4130.033	15.4	0.026	0.55	f	
4130.816	141.3	0.307	0.43		Si II (3) 4130.893(500H)
4132.733	9.7	0.017	20	f	(Fe I (357)4132.8992(8))
4133.178	13.8	0.024	20	f	
4133.605	24.7	0.042	20	f	N II (65)4133.672(5)
4134.143	31.6	0.054	20	f	(Fe I(698)4133.869((2)))
4134.680	31.0	0.053	20	f	Fe I (357) 4134.6776(12)
4135.221	19.5	0.033	20	f	
4135.900	10.8	0.018	20	f	(Cr II (163)4135.77(p)), (Fe I (1073)4135.77((1)))
4136.469	12.3	0.021	20	f	Fe I (694)4136.5213((1))
4138.443	7.7	0.019	20	f	Fe II (39) 4138.40(p)
4138.970	8.1	0.020	20	f	
4139.655	8.8	0.021	20	f	
4140.827	4.8	0.012	20	f	
4142.283	12.2	0.030	20	f	S II (44)4142.256(21)
4142.836	12.9	0.031	20	f	V II (228)4142.913(3)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4143.335	21.4	0.052	20	f	Fe I (523) 4143.4146(15)
4143.794	33.0	0.080	20	f	He I (53)4143.759((2))
4144.221	21.5	0.052	20	f	
4144.871	7.4	0.018	20	f	S II (44)4145.067(22)
4145.865	10.1	0.024	20	f	Cr II (162)4145.77(25)
4146.352	12.0	0.029	20	f	Cr II (KX) 4146.388(p)
4146.851	16.3	0.039	20	f	S II (P)4146.910(17)
4147.336	14.7	0.036	20	f	Fe I (693)4147.3420(p)
4147.838	13.2	0.032	20	f	C I (3)4147.976(1)
4148.294	13.8	0.033	20	f	
4148.817	13.4	0.033	20	f	Ce II (28)4148.90(280)
4149.302	11.9	0.029	20	f	Zr II (41)4149.22(75), Fe I (694)4149.3650(5n)
4149.792	9.6	0.023	20	f	
4153.031	24.8	0.060	20	f	S II (44)4153.064(23)
4153.553	8.2	0.020	20	f	
<b>Order 67</b>					
4170.871	5.5	0.013	20	f	Ti II (L) 4170.8632(18)
4171.338	9.5	0.023	20	f	
4171.841	13.1	0.032	20	f	Ti II (105) 4171.9039(259)
4172.347	10.8	0.026	20	f	
4172.833	8.8	0.021	20	f	Fe I (19)4172.749(4)
4173.368	41.7	0.100	20	f	Fe II (27) 4173.450(8)
4173.761	7.2	0.017	20	f	

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{\text{ölçülen}}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4174.169	11.1	0.027	20	f	S II (P)4174.265(21)
4176.028	4.0	0.010	20	f	N II (43)4176.161(8)
4176.446	3.4	0.008	20	f	Ti II (21)4173.5332(50), Fe I (695) 4176.5659(7n)
4177.615	14.7	0.035	20	f	Fe II (21) 4177.70 (p)
4178.288	2.1	0.005	20	f	
4178.787	39.0	0.094	20	f	Fe II (28) 4178.855(8)
4182.243	4.7	0.011	20	f	Fe I (476a)4182.3826(4)
4182.699	3.1	0.007	20	f	Fe I (694)4182.790(2b,gn)
4186.052	4.5	0.011	20	f	S II (P)4185.917(14)
4186.666	7.8	0.019	20	f	Zr II (97)4186.70(12)
4187.080	8.1	0.019	20	f	Fe I (152) 4187.0390(20)
4187.715	8.4	0.020	20	f	Ni II 4187.8490
4188.851	4.8	0.012	20	f	Ti II (H)4188.984(10)
4189.649	4.5	0.011	20	f	S II (P)4189.676(18)
4190.724	16.3	0.039	20	f	Si II (7.26)4190.724(100h)
4191.230	8.6	0.021	20	f	(Zr II (108)4191.50(6))
4198.040	7.9	0.019	20	f	Si II (7.26)4198.133(50)
<b>Order 66</b>					
4198.112	11.1	0.026	20	f	Si II (7.26) 4198.133(50)
4198.639	6.5	0.016	20	f	Fe I (693) 4198.6431(4n)
4199.070	4.6	0.011	20	f	Fe I (522) 4199.0952(20)
4200.748	7.5	0.018	20	f	Si II (7.06)4200.898((40))
4202.034	3.5	0.008	20	f	Fe I (42) 4202.0292(30)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4204.108	7.6	0.018	20	f	Fe I (355) 4203.9848(10)
4208.804	1.6	0.003	20	f	Zr II (41)4208.99(30)
4211.362	2.6	0.006	20	f	Nd II (57)4211.29(470)
4212.169	3.0	0.007	20	f	(C I (18.12)4212.342(4))
4215.559	3.8	0.009	20	f	Sr II (1) 4215.524(300r)
4220.382	4.1	0.010	20	f	Fe I (482)4220.3417(4)
4221.031	3.4	0.008	20	f	
4228.806	5.1	0.012	20	f	Fe I (690)4228.7184(p)
4230.919	11.3	0.027	20	f	S II (P)4230.952(17)
4233.121	65.7	0.156	20	f	Fe II (27) 4233.167(11)
4233.620	10.2	0.024	20	f	Fe I (152) 4233.6028(18)
<b>Order 65</b>					
4222.184	8.7	0.021	20	f	Fe I (152) 4222.2131(12)
4223.590	10.7	0.025	20	f	
4227.235	9.8	0.023	20	f	Ti II (33) 4227.3336(11)
4231.798	6.2	0.015	20	f	Zr II (99)4231.64(8)
4232.828	6.5	0.016	20	f	Si II (7.01)4232.864((10))
4233.098	60.8	0.144	20	f	Fe II (27) 4233.167(11)
4234.432	6.6	0.016	20	f	
4236.928	4.5	0.011	20	f	N II (48)4236.91(8)
4238.111	5.2	0.012	20	f	Fe I (689,696)4238.0238(4)
4242.353	11.9	0.028	20	f	Cr II (31) 4242.36(30)
4244.704	4.3	0.010	20	f	Ni II (9)4244.80(1)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4246.764	2.3	0.006	20	f	Sc II (7)4246.829(100)
4249.820	3.3	0.008	20	f	S II (P)4249.873(10)
4250.381	4.1	0.010	20	f	Fe II (J) 4250.4370
4252.618	2.2	0.005	20	f	Cr II (31) 4252.62(10)
4252.965	2.0	0.005	20	f	Mn II (7) 4252.964(150)
4258.095	10.3	0.024	20	f	Fe II (28)4258.155(3)
4260.337	4.8	0.011	20	f	Fe I (152) 4260.4744(25)
4261.861	7.0	0.017	20	f	Cr II (31) 4261.92(30)
4263.783	6.8	0.016	20	f	Fe II (J) 4263.895(1)
4267.005	39.2	0.092	20	f	C II (6)4267.003(18)
4267.246	27.2	0.064	20	f	C II (6) 4267.258(20)
4269.624	8.1	0.019	20	f	S II (P)4269.724(18)
4271.667	13.0	0.031	20	f	Fe I (42) 4271.7605(35)
<b>Order 64</b>					
4266.993	31.9	0.075	20	f	C II (6)4267.003(18)
4267.194	24.7	0.058	20	f	C II (6) 4267.258(20)
4269.707	6.4	0.015	20	f	S II (P)4269.724(18)
4273.230	15.6	0.037	20	f	Fe II (27) 4273.317(3)
4273.606	2.8	0.007	20	f	
4274.651	5.3	0.012	20	f	Cr I (1) 4274.803(800R)
4275.439	6.3	0.015	20	f	Cr II (31) 4275.58(30)
4278.193	5.9	0.014	20	f	Fe II (32) 4278.128((1))



EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4282.548	8.5	0.020	20	f	Mn II (I) 4282.469(60), S II (P)4282.595(18)
4284.131	6.7	0.016	20	f	Cr II (31) 4284.21(20)
4286.165	5.8	0.014	20	f	Fe II (J) 4286.311(1)
4288.544	3.1	0.007	20	f	
4290.206	5.3	0.012	20	f	Ti II (41) 4290.2149(499)
4290.754	2.8	0.007	20	f	
4292.307	4.6	0.011	20	f	Mn II (I) 4292.237(200)
4293.784	4.4	0.010	20	f	(C II (41)4293.904(p))
4294.296	15.9	0.037	20	f	S II (49) 4294.398(22)
4294.777	3.0	0.007	20	f	Sc II (15) 4294.767(8)
4296.532	24.6	0.058	20	f	Fe II (28) 4296.567(6)
4300.000	11.1	0.026	20	f	Ti II (41) 4300.0422(1270)
4300.805	4.2	0.010	20	f	Fe I (976)4300.828((1))
4302.611	4.7	0.011	20	f	Ca I (5) 4302.527(60r)
4303.125	40.5	0.094	20	f	Fe II (27) 4303.166(8)
4306.885	7.5	0.017	20	f	Cr II (K) 4306.95(10)
4307.871	5.1	0.012	20	f	Ti II (41) 4307.8657(300), Fe I (42) 4307.9023(35)
<b>Order 63</b>					
4294.423	11.4	0.027	20	f	S II (49) 4294.398(22)
4296.059	8.9	0.021	20	f	La II (53)4296.05(600), CeII (172)4296.07(200), Gd II (46)4296.076(1000)
4296.487	31.2	0.073	20	f	Fe II (28)4296.567(6)
4299.983	7.0	0.014	20	f	Ti II (41) 4300.0422(1270)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4301.701	7.4	0.009	20	f	Ti II (41) 4301.9225(226)
4303.113	36.0	0.084	20	f	Fe II (27) 4303.166(8)
4307.036	2.8	0.060	20	f	Cr II (K) 4306.95(10)
4308.903	3.4	0.008	20	f	Fe I (849)4309.0307((2))
4312.886	6.5	0.015	20	f	Ti II (41) 4312.8600(270)
4314.237	10.7	0.025	20	f	Fe II (32) 4314.289(4)
4314.905	3.1	0.007	20	f	Ti II (41) 4314.9707(253)
4318.009	3.5	0.008	20	f	Fe II (220) 4318.216(0N)
4318.560	6.2	0.014	20	f	Ca I (5) 4318.652(45), S II (49) 4318.645(18)
4319.555	6.0	0.014	20	f	Cr I (96)4319.659(40)
4321.166	3.8	0.009	20	f	
4322.671	3.7	0.009	20	f	La II (25)4322.51(440)
4323.845	3.8	0.009	20	f	N I (14.05)4323.964(5)
4325.506	8.6	0.020	20	f	Zr II (108)4325.64(3)
4326.515	4.8	0.011	20	f	Mn II (I) 4326.633(500)
4331.912	2.4	0.006	20	f	
4340.438					H_gamma 4340.468
4351.718	47.4	0.109	20	f	Fe II (27)4351.764(9)
<b>Order 62</b>					
4331.318	14.4	0.033	20	f	
4334.176	15.2	0.035	20	f	Sm II (27)4334.15(1300)
4340.376					H_gamma 4340.468
4344.486	5.3	0.012	20	f	Gd II (31)4344.46(2200)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4351.709	45.9	0.106	20	f	Fe II (27) 4351.764(9)
4352.736	3.1	0.007	20	f	Fe I (71) 4352.7341(9)
4354.295	7.0	0.016	20	f	Fe II (213) 4354.358(2n)
4357.497	11.5	0.027	20	f	Fe II (J) 4357.574(4)
4361.187	6.6	0.015	20	f	Fe II (J) 4361.249(2)
4362.018	9.2	0.021	20	f	Ni II (9) 4362.10(1)
4368.192	11.7	0.027	20	f	O I (5,5)4368.1933,.2467(8,11)
4369.355	7.5	0.017	20	f	Fe II (28) 4369.404(2)
4371.311	2.9	0.007	20	f	Fe III(4)4371.339(4)
4376.942	8.7	0.013	20	f	Si II (7.16)4376.957((5h))
4382.366	3.8	0.009	20	f	
4384.609	31.4	0.072	20	f	Mg II (10) 4384.654(8)
4385.338	34.3	0.078	20	f	Fe II (27) 4385.381(7)
4387.990	35.2	0.080	20	f	He I (51) 4387.928((3))
4389.724	9.1	0.021	20	f	
4390.512	59.2	0.135	20	f	Mg II (10) 4390.585(10)
4393.241	9.2	0.021	20	f	
<b>Order 61</b>					
4376.862	11.3	0.026	20	f	Si II (7.16)4376.957((5h))
4377.111	9.8	0.023	20	f	
4383.398	6.9	0.016	20	f	La II (76)4383.44(280)
4384.565	34.1	0.078	20	f	Mg II (10) 4384.654(8)
4385.315	32.0	0.073	20	f	Fe II (27) 4385.381(7)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4387.934	217.0	0.140	0.99	L	He I (51) 4387.928((3))
4390.516	48.6	0.111	20	f	Mg II (10) 4390.585(10)
4394.958	10.3	0.023	20	f	Ti II (19) 4395.0311(2090)
4395.687	5.1	0.012	20	f	Fe III (4)4395.78(6)
4398.041	2.2	0.005	20	f	Y II (5)4398.008(2048)
4399.751	3.1	0.007	20	f	Ti II (51) 4399.7652 (242)
4402.041	5.5	0.013	20	f	
4402.883	7.3	0.017	20	f	Fe II (J) 4402.875(2), S II (P) 4402.841(13)
4404.765	5.4	0.012	20	f	S II (P) 4404.730(12), Fe I (41) 4404.7504 (30)
4407.711	4.7	0.011	20	f	Ti II (51)4407.6722(9), Fe I (68) 4407.7092 (5)
4409.478	6.2	0.014	20	f	Ti II (61) 4409.5197(5)
4411.171	2.9	0.007	20	f	Ti II (115) 4411.0724(60)
4411.837	2.0	0.004	20	f	Ti II (61) 4411.9291(7)
4413.512	1.9	0.004	20	f	Fe II (32) 4413.600(0)
4416.769	43.6	0.099	20	f	Fe II (27) 4416.817(7)
4417.265	11.4	0.026	20	f	
4417.767	11.5	0.026	20	f	Ti II (40) 4417.7137(353)
4418.255	6.0	0.014	20	f	Ti II (51) 4418.3313(37)
4418.781	3.8	0.009	20	f	Ce II (2)4418.78(980)
4419.545	6.5	0.015	20	f	Fe III (4)4419.599(10)
4420.812	1.6	0.004	20	f	P II (S)4420.711(16)
4424.057	3.6	0.008	20	f	
4426.043	7.4	0.017	20	f	A II (7)4426.01(15)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4427.945	26.0	0.059	20	f	Mg II (9)4427.995(7)
4432.552	5.4	0.012	20	f	S II (P) 4432.372(18)
4433.936	37.0	0.084	20	f	Mg II (9) 4433.991(8), Mn II (I) 4434.063(60)
<b>Order 60</b>					
4415.990	5.6	0.013	20	f	
4416.725	38.5	0.087	20	f	Fe II (27) 4416.817(7)
4419.577	7.6	0.017	20	f	Fe III (4)4419.599(10)
4427.952	19.9	0.045	20	f	Mg II (9) 4427.995(7)
4433.941	28.8	0.065	20	f	Mg II (9) 4433.991(8), Mn II (I) 4434.063(60)
4436.527	6.1	0.014	20	f	
4437.553	38.2	0.054	0.45	L	He I (50)4437.549((1))
4451.488	12.9	0.029	20	f	Fe II (J) 4451.545(4)
4455.189	9.7	0.022	20	f	Fe II (J) 4455.258(3)
4461.579	9.5	0.021	20	f	Fe II (26) 4461.43(-)
4463.544	9.8	0.022	20	f	S II (43) 4463.579(20)
4464.349	5.2	0.012	20	f	Ti II (40) 4464.4486(92)
4469.729	9.2	0.021	20	f	
4471.512	306.9	0.307	0.64	L	He I (14,14)4471.472,.688((6,1))
4472.852	14.2	0.032	20	f	Fe II (37) 4472.921(2)
<b>Order 59</b>					
4481.170	310.6	0.537	0.54	G	Mg II (4) 4481.129, .327 (100,100)
4483.431	5.8	0.013	20	f	S II (P) 4483.429(19)
4484.247	3.8	0.009	20	f	Fe I (828) 4484.2198(4)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4489.129	22.1	0.049	20	f	Fe II (37) 4489.185(4)
4491.337	30.5	0.068	20	f	Fe II (37) 4491.401(5)
4499.238	7.9	0.018	20	f	P II (11)4499.231(12)
4499.722	11.3	0.025	20	f	Fe II (J) 4499.709(0)
4500.372	9.1	0.020	20	f	Ti II (18)4500.369(5)
4501.170	9.8	0.022	20	f	Ti II (31) 4501.2699(1170)
4508.238	44.6	0.099	20	f	Fe II (38) 4508.283(8)
4510.690	5.8	0.013	20	f	
4511.595	8.4	0.019	20	f	
4515.269	39.3	0.087	20	f	Fe II (37) 4515.337(7)
<b>Order 58</b>					
4508.224	43.9	0.098	20	f	Fe II (38) 4508.283(8)
4510.482	3.5	0.008	20	f	
4511.133	2.5	0.006	20	f	
4515.291	36.1	0.08	20	f	Fe II (37) 4515.337(7)
4520.162	33.6	0.075	20	f	Fe II (37) 4520.225(7)
4522.574	48.6	0.108	20	f	Fe II(38)4522.634(9)
4524.863	12.4	0.027	20	f	S II (40)4524.947(21)
4526.540	5.7	0.013	20	f	Fe II (171)4526.58(Fe)
4529.167	6.5	0.014	20	f	Al III (3)4529.176((10))
4533.881	11.2	0.025	20	f	Ti II (50) 4533.9600(1690)
4534.166	12.9	0.028	20	f	Fe II (37) 4534.166(2)
4534.032	19.8	0.044	20	f	Ti II (50)4533.9600(1605)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4541.467	27.5	0.054	20	f	Fe II (38)4541.523(4)
4549.163	21.7	0.048	20	f	Fe II (186)4549.214(4)
4549.423	51.9	0.114	20	f	Fe II (38)4549.467(10)
4549.550	15.0	0.033	20	f	Ti II (82)4549.6216(2020)
4552.500	20.4	0.045	20	f	Si III (2)4552.654(9)
4554.953	12.3	0.027	20	f	Cr II (44)4555.01(30)
4555.847	48.3	0.106	20	f	Fe II (37)4555.890(8)
4558.566	28.1	0.062	20	f	Cr II (44)4558.66(100)
<b>Order 57</b>					
4541.424	24.5	0.054	20	f	Fe II (38)4541.523(4)
4549.125	25.5	0.056	20	f	Fe II (186)4549.214(4)
4549.416	56.7	0.125	20	f	Fe II (38)4549.467(10)
4549.570	16.8	0.037	20	f	Ti II (82)4549.6216(2020)
4552.487	10.4	0.032	20	f	Si III (2)4552.654(9)
4554.956	8.0	0.018	20	f	Cr II (44)4555.01(30)
4555.831	38.6	0.085	20	f	Fe II (37)4555.890(8)
4558.585	27.3	0.060	20	f	Cr II (44)4558.66(100)
4563.721	2.8	0.006	20	f	Ti II (50) 4563.7576(1050)
4567.800	10.8	0.024	20	f	Si III (2)4567.823(7)
4568.283	4.0	0.009	20	f	Ti II (60) 4568.3237(10)
4569.511	4.6	0.010	20	f	
4571.911	10.3	0.023	20	f	Ti II (82) 4571.9714(1700)
4576.270	21.2	0.046	20	f	Fe II (38) 4576.331(4)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4579.491	6.1	0.013	20	f	Fe II (3) 4579.523(1)
4580.008	4.6	0.010	20	f	Fe II (26) 4580.051(1)
4582.761	14.1	0.031	20	f	Fe II (37) 4582.836(3)
4583.776	58.3	0.127	20	f	Fe II (38) 4583.829(11)
4588.234	23.3	0.051	20	f	Cr II (44) 4588.22(75)
4591.043	2.5	0.005	20	f	Fe II (KX) 4591.004(p)
4592.013	8.1	0.018	20	f	Cr II (44) 4592.07(25)
4595.973	19.8	0.043	20	f	Fe II (D)4596.02(p)
4598.409	6.7	0.015	20	f	Fe II (219)4598.528(1n)
<b>Order 56</b>					
4582.749	24.3	0.053	20	f	Fe II (37) 4582.836(3)
4583.766	65.7	0.144	20	f	Fe II (38) 4583.829(11)
4588.111	25.1	0.055	20	f	Cr II (44) 4588.22(75)
4591.076	6.4	0.014	20	f	Fe II (KX) 4591.004(p)
4592.076	9.0	0.020	20	f	Cr II (44) 4592.07(25)
4595.947	16.7	0.037	20	f	Fe II (D)4596.02(p)
4598.420	9.1	0.020	20	f	Fe II (219)4598.528(1n)
4601.359	4.5	0.010	20	f	N II (5)4601.478(8)
4602.021	4.3	0.009	20	f	P II (15)4602.071(14)
4607.073	3.9	0.009	20	f	N II (5)4607.158(10)
4609.555	2.0	0.004	20	f	A II (31) 4609.60(15)
4613.278	2.2	0.005	20	f	Fe I (554)4613.2027(2n)
4613.744	2.5	0.005	20	f	N II (5)4613.868(6)



EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4616.541	5.3	0.012	20	f	Cr II (44) 4616.64(18)
4618.751	14.1	0.031	20	f	Cr II (44)4618.82(35)
4620.454	12.2	0.026	20	f	Fe II (38) 4620.513 (3)
4621.419	15.7	0.034	20	f	Si II (7.05) 4621.418((150))
4621.718	11.8	0.026	20	f	Si II (7.05) 4621.721((100))
4625.828	5.5	0.012	20	f	Fe II (186) 4625.911(1)
4628.758	6.2	0.014	20	f	Fe II (219) 4628.821(0n)
4629.278	43.5	0.094	20	f	Fe II (37) 4629.336(7)
4629.833	7.8	0.017	20	f	(Zn I(8)4629.814(12))
4630.412	11.9	0.026	20	f	N II (5)4630.537(14)
4633.749	4.1	0.009	20	f	Fe I (410)4633.7558((1))
4634.082	8.8	0.019	20	f	Cr II (44) 4634.11(25)
4635.261	27.1	0.059	20	f	Fe II (186) 4635.328 (5)
4638.000	6.3	0.014	20	f	Fe II (D) 4638.11(p)
4640.675	6.5	0.014	20	f	(Fe II (J)4640.843(0))
4643.014	9.8	0.021	20	f	N II (5)4643.086(8)
<b>Order 55</b>					
4628.764	8.3	0.018	20	f	Fe II (219) 4628.821(0n)
4629.271	45.6	0.099	20	f	Fe II (37) 4629.336(7)
4629.840	6.2	0.013	20	f	(Zn I(8)4629.814(12))
4630.375	12.5	0.027	20	f	N II (5)4630.537(14)
4634.013	13.0	0.028	20	f	Cr II (44) 4634.11(25)
4635.267	29.5	0.064	20	f	Fe II (186) 4635.328(5)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4637.990	7.1	0.015	20	f	Fe II (D) 4638.11(p)
4640.755	6.1	0.013	20	f	(Fe II (J)4640.843(0))
4643.082	4.3	0.009	20	f	N II (5)4643.086(8)
4649.060	3.7	0.008	20	f	Fe II (25)4648.933(6?)
4656.821	11.5	0.025	20	f	Fe II (43)4656.974(1)
4657.341	1.8	0.004	20	f	Ti II (59) 4657.2005(33)
4662.996	33.6	0.072	20	f	Al II (2) 4663.054(0)
4663.615	4.3	0.009	20	f	Fe II (44) 4663.700(0)
4665.485	3.0	0.006	20	f	Ni II (KX) 4665.548(p)
4666.700	12.8	0.027	20	f	Fe II (37) 4666.750(2)
4670.111	4.1	0.009	20	f	Fe II (25) 4670.175(0)
4672.778	5.6	0.012	20	f	Fe I (40)4672.8305(p)
4673.262	17.4	0.037	20	f	Fe I (820)4673.1636((4))
4673.815	10.5	0.023	20	f	C III (5)4673.95(6)
4674.526	10.9	0.023	20	f	Fe I (40)4674.65(p)
4674.992	11.3	0.024	20	f	N II (11)4674.909(5)
4675.575	6.4	0.014	20	f	Ni I (115)4675.5929(286)
4679.092	2.9	0.006	20	f	Ni II (KX)4679.159(p))
4686.201	4.4	0.010	20	f	Ni I (98)4686.2131(2592)
4687.043	4.6	0.010	20	f	
<b>Order 54</b>					
4673.265	11.7	0.025	20	f	Fe I (820)4673.1636((4))
4673.919	2.1	0.005	20	f	C III (5)4673.95(6)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4679.169	3.9	0.008	20	f	Ni II (KX)4679.159(p)
4680.844	2.8	0.006	20	f	Cr I (170)4680.864(35)
4690.719	2.2	0.005	20	f	
4691.539	2.1	0.005	20	f	Fe I (409)4691.4117(6)
4697.203	2.1	0.004	20	f	
4713.028	53.7	0.098	0.35	L	He I (12) 4713.1390(3)
4713.209	36.7	0.072	0.32	L	He I (12) 4713.1560(3)
4713.357	11.2	0.035	0.20	L	He I (12) 4713.3760(1)
4716.219	10.3	0.022	20	f	S II (9)4716.267(20)
4719.712	5.5	0.012	20	f	
4720.236	8.0	0.017	20	f	Fe II (54)4720.15(p)
4720.750	9.9	0.021	20	f	
4721.262	7.7	0.016	20	f	
4721.828	5.5	0.012	20	f	
4729.003	2.5	0.005	20	f	Fe I (n)4729.0192((1))
4729.515	3.4	0.007	20	f	S II (P) 4729.444(14)
4730.500	2.0	0.004	20	f	Mn II (5)4730.38(40)
4731.396	17.0	0.036	20	f	Fe II (43)4731.439(3)
4732.137	6.0	0.013	20	f	
4732.792	5.1	0.011	20	f	
<b>Order 53</b>					
4713.136	213.8	0.171	0.79	L	He I (12,12,12) 4713.1390,.1560, .3760 (3,3,3)
4716.219	4.6	0.010	20	f	S II (9)4716.267(20)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4731.383	15.4	0.033	20	f	Fe II (43)4731.439(3)
4739.186	3.2	0.007	20	f	Mn I (21)4739.110(25)
4739.643	12.3	0.026	20	f	Mg II (18)4739.59(5)
4740.129	3.7	0.008	20	f	La II (8)4740.28(500)
4755.672	4.2	0.009	20	f	Mn II (I) 4755.733(200)
4764.679	3.3	0.007	20	f	Mn II (5) 4764.73(100)
4779.075	9.8	0.020	20	f	
4779.887	10.8	0.023	20	f	Ti II (92) 4779.9790(109)
4780.449	7.4	0.016	20	f	
4782.300	8.4	0.018	20	f	
<b>Order 52</b>					
4761.856	10.7	0.023	20	f	
4762.362	9.7	0.020	20	f	C I (6,6)4762.314,541(5,5)
4770.713	4.0	0.008	20	f	C I (6)4770.032(5)
4775.180	3.1	0.007	20	f	
4775.828	2.7	0.006	20	f	C I (6)4775.907(6)
4779.011	2.7	0.006	20	f	S II (P) 4779.094(16)
4779.748	1.6	0.003	20	f	Ti II (92) 4779.9790(109)
4784.671	2.4	0.004	20	f	
4786.619	1.6	0.001	20	f	Ni I (98)4786.541(15), Y II (22)4786.576(490)
4791.927	3.2	0.007	20	f	S II (P) 4792.012(17)
4803.236	1.5	0.003	20	f	N II (20)4803.289(10)
4804.840	1.4	0.003	20	f	Fe II (J)4804.729(1)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4809.980	1.3	0.003	20	f	Cl II (1)4810.06(225)
4812.409	4.5	0.009	20	f	Cr II (30) 4812.34(25)
4814.575	11.6	0.024	20	f	S II (9)4815.549(22)
4815.087	11.2	0.023	20	f	
4815.533	28.6	0.060	20	f	S II (9)4815.549(22)
4816.108	7.2	0.015	20	f	
4824.068	17.6	0.037	20	f	Cr II (30) 4824.12(100)
<b>Order 51</b>					
4812.403	11.7	0.024	20	f	Cr II (30) 4812.34(25)
4815.479	20.6	0.043	20	f	S II (9)4815.549(22)
4819.490	6.7	0.014	20	f	Cl II (1)4819.46(200)
4824.065	19.0	0.040	20	f	Cr II (30) 4824.13(75)
4826.631	3.6	0.007	20	f	Fe II (J)4826.684(6)
4839.886	1.5	0.003	20	f	Fe II (30) 4839.998(1)
4848.199	9.6	0.020	20	f	Cr II (30) 4848.24(60)
4851.039	11.0	0.017	20	f	Mg II (25) 4851.10(5)
4861.253					H_beta 4861.332
<b>Order 50</b>					
4861.222					H_beta 4861.332
4876.364	7.0	0.014	20	f	Cr II (30,30)4876.37,.41(40,20)
4883.191	5.2	0.011	20	f	Si II (24)4883.20(15h)
4885.653	4.8	0.010	20	f	S II (P) 4885.648(17)
4895.509	3.2	0.006	20	f	Si II(7.04)4895.558(0h)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4896.629	2.0	0.004	20	f	(N III (9)4896.63(1))
4898.928	3.1	0.006	20	f	Ni II (??) 4898.9448
4908.054	5.3	0.011	20	f	Fe II (J) 4908.146(5)
4913.257	13.8	0.028	20	f	Fe II (J) 4913.295(8w)
4913.857	2.6	0.005	20	f	Ni I (132)4913.9732(2446)
4917.155	8.7	0.018	20	f	S II (P)4917.212(19), Fe I (1066)4917.2300((1))
4921.945	150.2	0.172	0.56	L	He I (48) 4921.929 ((4))
4923.892	82.1	0.167	20	f	Fe II (42)4923.925(30)
4925.315	14.6	0.030	20	f	S II (P) 4925.347(19)
4928.506	4.6	0.009	20	f	
<b>Order 49</b>					
4913.268	8.3	0.017	20	f	Fe II (J) 4913.295 (8w)
4917.155	9.2	0.019	20	f	S II (P)4917.212(19), Fe I (1066)4917.2300((1))
4921.926	160.1	0.179	0.57	L	He I (48) 4921.929((4))
4923.879	81.5	0.166	20	f	Fe II (42)4923.925(30)
4925.298	10.7	0.022	20	f	S II (P) 4925.347(19)
4931.967	2.2	0.005	20	f	(C I (13) 4932.00(5))
4932.683	3.8	0.008	20	f	Ni II (??) 4932.6580
4948.034	5.5	0.011	20	f	Fe II (J) 4948.096(6)
4948.716	7.7	0.016	20	f	Fe II (J) 4948.796(7)
4951.531	16.3	0.033	20	f	Fe II (J) 4951.586(10)
4953.951	4.3	0.009	20	f	Fe II (168) 4953.978(4)
4957.469	2.0	0.004	20	f	Fe I (318) 4957.598(60)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
4963.238	5.9	0.012	20	f	
4963.854	7.6	0.015	20	f	N I (37)4963.98(20.6)
4964.412	6.1	0.012	20	f	
4968.808	3.7	0.007	20	f	O I (14) 4968.7931(8)
4971.233	3.9	0.008	20	f	
4974.156	1.4	0.003	20	f	Ni II (??) 4974.1300
4976.996	9.7	0.020	20	f	Fe II (J)4977.034(10)
4977.735	4.1	0.008	20	f	Fe II (J)4977.921(4)
<b>Order 48</b>					
4962.817	8.7	0.018	20	f	
4967.882	3.5	0.007	20	f	O I (14) 4967.8821(7)
4968.749	6.2	0.013	20	f	O I (14) 4968.7931(8)
4976.998	8.6	0.017	20	f	Fe II (J)4977.034(10)
4977.939	1.9	0.004	20	f	Fe II (J)4977.921(4)
4984.403	8.9	0.018	20	f	Fe II (J) 4984.493(10)
4990.456	12.4	0.025	20	f	Fe II (J) 4990.500(11)
4991.335	3.4	0.007	20	f	Fe II (J) 4991.462(7 aff I)
4991.943	13.7	0.027	20	f	S II (P) 4991.974(20)
4993.373	9.3	0.019	20	f	Fe II (J) 4993.347(8)
4999.102	5.5	0.011	20	f	Fe II (J) 4999.156 (9 w b1 I)
5001.262	3.9	0.008	20	f	Ca II (19) 5001.489((1))
5001.885	34.4	0.069	20	f	Fe II (J) 5001.915(18)
5003.407	1.6	0.003	20	f	Ni II (??) 5003.4141

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5004.126	21.3	0.043	20	f	Fe II (J) 5004.197(11)
5005.063	2.2	0.004	20	f	N II (19,64)5005.149(14,14)
5006.762	7.7	0.015	20	f	Fe II(J)5006.842(7)
5007.567	9.0	0.018	20	f	Fe II (J) 5007.451(6)
5008.921	3.9	0.008	20	f	Fe II (J) 5009.000(5 aff g)
5009.510	12.1	0.024	20	f	S II (7)5009.564(21)
5011.596	2.6	0.005	20	f	Fe II (J)5011.046(1)
5013.990	14.8	0.030	20	f	S II (15)5014.069(21)
5015.615	126.9	0.172	0.47	A	He I (4) 5015.675
5018.384	83.6	0.167	20	f	Fe II (J) 5018.450(25)
5019.345	4.5	0.009	20	f	Fe II (168)5019.453(5)
5020.097	5.4	0.011	20	f	Ca II (15) 5019.979 ((2))
5021.481	9.9	0.020	20	f	Ni II (??) 5021.4712
5022.423	8.5	0.017	20	f	Fe II (J) 5022.423(8)
5022.788	7.5	0.017	20	f	Fe II (J) 5022.794 (10)
5026.780	6.1	0.012	20	f	Fe II (J)5026.800(7)
5027.212	8.7	0.017	20	f	S II (P)5027.221(20)
5030.589	21.2	0.042	20	f	Fe II (J)5030.642(11)
5032.469	24.0	0.048	20	f	S II (7)5032.447(23)
5034.473	6.3	0.013	20	f	Pr II (37)5034.41(270)
5035.628	30.5	0.061	20	f	Fe II (J) 5035.708(12)



EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

<b>Order 47</b>					
$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5009.538	9.2	0.018	20	f	S II (7)5009.564(21)
5013.955	12.0	0.024	20	f	S II (15)5014.069(21)
5015.040	10.5	0.021	20	f	
5015.574	76.2	0.152	20	f	(Fe II (J) 5015.749(10))
5015.966	16.7	0.033	20	f	
5018.376	82.2	0.164	20	f	Fe II (J) 5018.450(25)
5019.318	1.9	0.004	20	f	Fe II (168)5019.453(5)
5020.003	3.2	0.006	20	f	Ca II (15) 5019.979((2))
5021.378	6.6	0.013	20	f\	Ni II (??) 5021.4712
5021.595	4.6	0.009	20	f/	Fe II (J)5021.593(10)
5022.383	9.3	0.019	20	f	Fe II (J) 5022.423(8)
5022.783	10.4	0.021	20	f	Fe II (J) 5022.794(10)
5026.972	9.2	0.018	20	f	Fe II (J)5026.800(7)
5028.969	6.3	0.013	20	f	Er II (MCS)5028.91(120)
5030.567	17.4	0.035	20	f	Fe II (J)5030.642(11)
5032.406	22.6	0.045	20	f	S II (7)5032.447(23)
5032.666	7.7	0.015	20	f	Fe II (J) 5032.708(10)
5035.626	28.8	0.057	20	f	Fe II (J) 5035.708(12)
5040.440	7.9	0.016	20	f	Ni II (??) 5040.3452
5040.967	89.4	0.178	20	f	Si II (5) 5041.026(1000)
5045.067	9.3	0.018	20	f	Fe II (J) 5045.113(8)
5047.301	11.1	0.022	20	f	S II (15)5047.292(18)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5047.658	26.2	0.052	20	f	Fe II (J) 5047.642(8)
5047.890	11.0	0.022	20	f	
5052.935	2.7	0.005	20	f	Ni II (??) 5052.9971
5053.869	3.1	0.006	20	f	
5055.946	129.8	0.239	0.51	A	Si II (5) 5055.981(1000)
5056.309	41.2	0.082	20	f	Si II (5) 5056.314 ((30))
5058.295	5.6	0.011	20	f	Ni II (??) 5058.3760
5059.216	3.8	0.007	20	f	Ni II (??) 5059.2002
5060.104	7.0	0.014	20	f	(Fe II (J) 5060.259(6))
5061.660	13.8	0.027	20	f	Fe II (J) 5061.724 (9)
5066.339	5.5	0.011	20	f	Ni II (??) 5066.3281
5067.832	6.5	0.013	20	f	Fe II (J) 5067.887(8)
5070.843	14.3	0.028	20	f	Fe II (J) 5070.887(8)
5073.883	5.5	0.011	20	f	Fe II (J) 5073.914(0)
5075.735	12.9	0.025	20	f	Fe II (J) 5075.765(16)
5081.960	6.1	0.012	20	f	Fe II (J) 5081.897(4)
5082.256	7.3	0.014	20	f	Fe II (J) 5082.231(9)
5089.094	9.4	0.019	20	f	Fe II (J) 5089.220(9)
<b>Order 46</b>					
5070.799	12.2	0.024	20	f	Fe II (J) 5070.887(8)
5073.907	6.8	0.013	20	f	Fe II (J) 5073.914(0)
5075.716	13.0	0.026	20	f	Fe II (J) 5075.765(16)
5082.136	8.2	0.016	20	f	Fe II (J) 5081.897(4)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5086.443	8.2	0.016	20	f	Fe II (J) 5086.307(7)
5087.247	8.4	0.017	20	f	Fe II (J) 5087.261(9 w)
5089.163	8.4	0.016	20	f	Fe II (J) 5089.220(9)
5093.543	16.4	0.032	20	f	Fe II (J) 5093.569(9)
5094.452	2.4	0.005	20	f	Ni I (164)5094.4110(733)
5097.188	17.6	0.035	20	f	Fe II (J) 5097.270(10)
5098.649	4.3	0.009	20	f	Fe I (66) 5098.6981(8)
5100.697	45.5	0.089	20	f	Fe II (J) 5100.735(18 w)
5103.284	5.5	0.011	20	f	S II (P)5103.340(19)
5106.065	4.5	0.009	20	f	Fe II (J) 5106.110(8)
5107.385	4.0	0.008	20	f	Fe I (16) 5107.4474(6)
5109.919	3.0	0.006	20	f	
5112.923	2.7	0.005	20	f	Fe II (J) 5112.989(7)
5114.937	2.8	0.005	20	f	Fe II (J) 5115.062(6)
5116.318	3.2	0.006	20	f	
5116.951	7.4	0.014	20	f	Fe II (J) 5117.033(9)
5119.243	2.6	0.005	20	f	Fe II (J) 5119.342(4)
5120.364	4.7	0.009	20	f	Fe II (J) 5120.339(3)
5121.029	5.5	0.011	20	f	Fe II (J) 5121.107(1)
5121.823	8.0	0.016	20	f	C II (12)5121.82(5)
5123.188	7.0	0.014	20	f	Fe II (J) 5123.187(7), Y II(21)5123.209(1351)
5127.328	4.2	0.008	20	f	Fe III (5)5127.352(9)
5127.662	4.2	0.008	20	f	Fe II (J) 5127.854(9)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5130.075	3.1	0.006	20	f	Fe II (J) 5130.011(1)
5132.606	4.5	0.009	20	f	Fe II (J) 5132.657(4)
5134.148	8.5	0.017	20	f	
<b>Order 45</b>					
5122.683	7.2	0.014	20	f	
5123.233	8.2	0.016	20	f	Fe II (J) 5123.187(7), Y II(21)5123.209(1351)
5127.262	7.6	0.015	20	f	Fe III (5)5127.352(9)
5127.689	9.2	0.018	20	f	Fe II (J) 5127.854(9)
5130.077	6.5	0.013	20	f	Fe II (J) 5130.011(1)
5134.087	4.5	0.009	20	f	
5136.194	3.0	0.006	20	f	Fe II (J)5136.240(1)
5139.257	4.4	0.009	20	f	
5140.057	3.3	0.006	20	f	
5142.329	5.7	0.011	20	f	S II (1)5142.341(18)
5144.205	9.0	0.018	20	f	Fe II (J)5144.361(11)
5145.732	7.9	0.015	20	f	
5148.789	7.9	0.015	20	f	
5149.332	18.3	0.036	20	f	Fe II (J) 5149.461(12)
5150.416	5.5	0.011	20	f	Fe II (J) 5150.490(7)
5152.786	6.8	0.013	20	f	Fe II (J) 5152.710(5)
5153.767	3.0	0.006	20	f	N I (35)5153.76(1.3)
5154.429	3.5	0.007	20	f	Fe II (J) 5154.428(2w)
5156.107	6.9	0.013	20	f	Fe III (5) 5156.0(4)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5157.309	8.9	0.017	20	f	Fe II (J) 5157.280(8)
5157.961	4.9	0.010	20	f	
5160.834	7.4	0.014	20	f	Fe II (167) 5160.846(6)
5162.891	4.1	0.008	20	f	N I (32)5162.920(4)
5163.486	7.2	0.014	20	f	
5165.706	5.0	0.010	20	f	N I (32)5165.77(8.5)
5166.371	7.1	0.014	20	f	
5167.368	3.2	0.006	20	f	Mg I (2) 5167.3216(40)
5168.959	87.5	0.170	20	f	N II (61.23)5168.99(1)
5170.042	2.8	0.005	20	f	(N II (70)5170.168(4))
5172.679	9.7	0.019	20	f	Mg I (2) 5172.6843(80)
5176.948	9.6	0.019	20	f	Fe II (J) 5177.024(5)
5177.430	16.6	0.032	20	f	Fe II (J) 5177.392(6)
5178.323	5.2	0.010	20	f	Fe II (J) 5178.371(3)
5179.237	5.0	0.010	20	f	N II (70)5179.35(7)
5180.277	5.0	0.010	20	f	Fe II (J) 5180.314(8)
5183.568	15.5	0.030	20	f	Mg I (2) 5183.6042(125)
5185.498	20.8	0.040	20	f	Fe II (J) 5185.407(1)
5186.096	2.0	0.004	20	f	Ti II (86) 5185.9019(155)
5186.823	5.4	0.010	20	f	Fe II (J) 5186.876(7)
5189.932	3.5	0.007	20	f	Fe II (J) 5190.013(3)
5192.555	6.2	0.012	20	f	
5194.183	3.9	0.008	20	f	Fe III (5)5194.07(8)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5197.501	47.1	0.091	20	f	Fe II (J) 5197.559(15)
<b>Order 44</b>					
5172.610	8.3	0.016	20	f	Mg I (2) 5172.6843(80)
5181.695	5.6	0.011	20	f	
5183.509	16.6	0.032	20	f	Mg I (2) 5183.6042(125)
5185.493	18.3	0.035	20	f	Fe II (J) 5185.407(1)
5186.724	3.1	0.006	20	f	Fe II (J) 5186.876(7)
5192.658	6.9	0.013	20	f	
5193.733	5.2	0.010	20	f	
5194.346	4.5	0.009	20	f	Fe III (5)5194.43(4)
5194.923	6.2	0.012	20	f	
5195.919	7.6	0.015	20	f	N I (30)5195.992(4)
5197.504	43.9	0.085	20	f	Fe II (J) 5197.559(15)
5199.027	10.8	0.021	20	f	Fe II (J) 5199.123(10)
5200.813	12.0	0.023	20	f	Fe II (J) 5200.807(7)
5201.327	8.3	0.016	20	f	S II (P)5201.387(15)
5202.387	12.2	0.024	20	f	Fe I (66) 5202.3360(8)
5203.000	2.5	0.005	20	f	
5203.589	9.3	0.018	20	f	Fe II (J) 5203.643(8)
5210.470	7.4	0.014	20	f	
5212.576	11.0	0.021	20	f	S II (P)5212.623(21)
5213.923	11.3	0.022	20	f	Fe II (J) 5213.994 (9w)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

<b>Order 43</b>					
$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5232.716	10.6	0.020	20	f	Si II (31)5232.76(0h), Fe II(J)5232.778(4)
5234.193	8.7	0.017	20	f	V II (55)5234.28(p)
5234.523	42.2	0.081	20	f	Fe II (J) 5234.619(16)
5237.238	7.8	0.015	20	f	Cr II (43) 5237.35(100)
5237.893	12.6	0.024	20	f	Fe II (J) 5237.950(9)
5239.567	3.9	0.007	20	f	
5241.117	3.9	0.007	20	f	Fe II (J) 5241.188(2)
5245.140	7.0	0.013	20	f	Fe II (J) 5245.085(3)
5247.887	15.3	0.029	20	f	Fe II (J) 5247.952(13)
5249.309	3.5	0.007	20	f	Fe II (J) 5249.336(3)
5251.187	20.8	0.040	20	f	Fe II (J) 5251.234(13)
5253.486	12.3	0.024	20	f	(C III (4)5253.58(5)
5254.871	10.2	0.020	20	f	Fe II (J) 5254.928(9)
5257.024	7.1	0.013	20	f	Fe II (J) 5257.112(7)
5260.189	39.8	0.076	20	f	Fe II (J) 5260.261(18)
5260.755	3.2	0.006	20	f	(N III (15)5260.83(5))
5264.163	31.5	0.060	20	f	Fe II (J) 5264.176(11)
5264.610	14.3	0.027	20	f	
5264.772	8.3	0.016	20	f	Fe II (J) 5264.805(12)
5269.931	3.3	0.006	20	f	Fe II (J) 5270.030(3)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5272.331	13.7	0.026	20	f	Fe II (J) 5272.395(11)
5274.837	6.9	0.013	20	f	Cr II (43) 5274.99(75)
5275.257	2.9	0.005	20	f	O I (27)5275.121(4)
5275.937	46.7	0.089	20	f	Fe II (J) 5275.999(18)
5284.040	17.6	0.033	20	f	Fe II (J) 5284.098(11)
5284.534	1.5	0.003	20	f	
5286.647	3.3	0.006	20	f	(C II (56)5286.47(1h))
5291.594	20.9	0.040	20	f	Fe II (J) 5291.666 (15)
5295.980	1.7	0.003	20	f	P II (7)5296.09(8W)
5298.819	3.4	0.006	20	f	O I (26)5298.8876(4)
5299.895	1.4	0.003	20	f	Fe II (J)5299.980(2)
5302.241	3.2	0.006	20	f	Fe I (553) 5302.307(10)
5306.128	2.7	0.005	20	f	Fe II (J) 5306.180(11)
5308.386	5.2	0.010	20	f	Fe II (J) 5308.359(3), Cr II(43)5308.46(35)
5310.557	6.1	0.012	20	f	Si III (32)5310.390(1)
<b>Order 42</b>					
5291.570	20.5	0.039	20	f	Fe II (J) 5291.666(15)
5298.842	5.6	0.011	20	f	O I (26)5298.8876(4)
5299.776	4.6	0.009	20	f	
5302.409	4.5	0.009	20	f	Mn II (I) 5302.44(100h)
5303.354	5.3	0.010	20	f	Fe II (J)5303.390(7)
5306.099	7.4	0.014	20	f	Fe II (J) 5306.180(11)
5308.329	5.1	0.010	20	f	Cr II(43)5308.46(35)



EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{\text{ölçülen}}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5310.453	4.0	0.008	20	f	Si III (32)5310.390(1)
5313.152	3.2	0.006	20	f	Fe II (J)5313.111(3)
5313.640	4.0	0.007	20	f	Cr II (43) 5313.61(40)
5315.596	2.4	0.004	20	f	Fe II (225)5315.561(8)
5316.172	19.3	0.036	20	f	Fe II (J) 5316.231(13)
5316.551	55.8	0.105	20	f	Fe II (J) 5316.624(19)
5316.746	18.2	0.034	20	f	Fe II (J) 5316.783(16)
5318.015	6.9	0.013	20	f	Fe II (J) 5318.058 (10)
5320.683	11.4	0.021	20	f	S II (38)5320.732(3)
5321.914	5.0	0.009	20	f	Fe II (J) 5321.844(5), Fe I(112)5322.0408((2))
5325.480	12.0	0.023	20	f	Fe II (J) 5325.559(12)
5329.050	8.1	0.015	20	f	O I (12) 5329.1012(11)
5329.641	12.0	0.023	20	f	O I (12) 5329.6855(12)
5330.689	18.1	0.034	20	f	O I (12) 5330.7396(13)
5334.824	2.5	0.005	20	f	Cr II (43) 5334.89(50)
5337.641	5.6	0.011	20	f	Fe II (J) 5337.727(8)
5339.532	20.1	0.038	20	f	Fe II (J) 5339.589(14)
5340.222	4.4	0.008	20	f	N II (69)5340.213(3)
5344.843	2.7	0.005	20	f	P II (6)5344.73(7W)
5345.644	15.6	0.029	20	f	S II (P)5345.721(22)
5346.282	4.3	0.008	20	f	
5346.984	6.7	0.012	20	f	N I (67)5346.96(2.3)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5350.201	2.2	0.004	20	f	
5353.069	2.1	0.004	20	f	(C III (13.01)5353.12(0p))
5355.357	3.3	0.006	20	f	Fe II (J) 5355.416(6)
5362.810	37.7	0.071	20	f	S II (P)5362.703(10)
5363.357	2.6	0.005	20	f	
<b>Order 41</b>					
5362.797	37.4	0.070	20	f	S II (P)5362.703(10)
5370.286	7.3	0.014	20	f	Fe II (J) 5370.295(9 w)
5373.831	2.2	0.004	20	f	
5375.840	8.2	0.015	20	f	Fe II (J) 5375.841(10)
5377.607	2.7	0.005	20	f	Mn I (42)5377.634(100)
5379.129	3.0	0.006	20	f	Fe II (J) 5379.232(2)
5383.233	1.8	0.003	20	f	Fe I (1146) 5383.3692 (35n)
5386.358	2.2	0.004	20	f	
5386.995	21.4	0.040	20	f	Fe II (J) 5387.065(14)
5387.939	2.1	0.004	20	f	Fe II (J) 5388.024(3)
5393.804	6.0	0.011	20	f	Fe II (J) 5393.846(4)
5395.802	13.6	0.025	20	f	Fe II (J) 5395.858(12)
5401.060	6.5	0.012	20	f	
5401.423	14.9	0.028	20	f	N I (131)5401.456(5)
5401.658	10.9	0.020	20	f	
5402.004	20.4	0.038	20	f	Fe II (J) 5402.059(15)
5402.625	2.6	0.005	20	f	Y II (35) 5402.733(625)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5405.014	7.1	0.013	20	f	Fe II (J) 5405.096(8)
5405.670	4.6	0.009	20	f	Fe I (15) 5405.778(40)
5408.755	3.9	0.007	20	f	Fe II (J) 5408.808(7)
5409.615	4.7	0.009	20	f	P II (6)5409.66(7w)
5411.335	2.5	0.005	20	f	Fe II (J) 5411.362(8)
5414.178	4.5	0.008	20	f	
5414.823	5.1	0.010	20	f	Fe II (J) 5414.845 (8)
5422.951	5.7	0.011	20	f	
5427.710	12.9	0.024	20	f	Fe II (J) 5427.816(11)
5428.618	17.4	0.032	20	f	S II (P)5428.667(23)
5429.948	12.3	0.023	20	f	Fe II (J) 5429.994(13)
5432.724	21.2	0.039	20	f	S II (P)5432.815(25)
<b>Order 40</b>					
5409.633	7.3	0.014	20	f	P II (6)5409.66(7w)
5414.144	5.5	0.010	20	f	
5414.765	5.0	0.009	20	f	Fe II (J) 5414.845(8)
5418.149	6.1	0.011	20	f	
5419.229	6.7	0.012	20	f	
5425.051	8.3	0.015	20	f	
5425.685	3.8	0.007	20	f	
5427.759	11.6	0.021	20	f	Fe II (J) 5427.816(11)
5428.585	14.0	0.026	20	f	S II (P)5428.667(23)
5429.919	14.2	0.026	20	f	Fe II (J) 5429.994(13)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5432.778	14.1	0.026	20	f	S II (P)5432.815(25)
5432.858	11.4	0.021	20	f	Fe II (55) 5432.98(p)
5435.639	6.6	0.012	20	f	O I (11)5435.7756(10)
5436.912	7.3	0.014	20	f	O I (11)5436.8616(11)
5442.303	5.4	0.010	20	f	
5444.312	4.1	0.007	20	f	
5445.655	3.9	0.007	20	f	
5450.108	2.0	0.004	20	f	
5451.200	2.5	0.005	20	f	Si II (30)5451.18(0 h)
5453.787	26.0	0.048	20	f	S II (P)5453.828(27)
5455.801	4.0	0.007	20	f	Cr II (50) 5455.80(1)
5456.272	3.5	0.006	20	f	Cl II (2)5456.27(50)
5457.602	5.1	0.009	20	f	Fe II (J) 5457.719(9 w)
5462.224	3.5	0.006	20	f	Si II (7.22)5462.146((10))
5462.249	4.4	0.008	20	f	
5465.700	7.0	0.013	20	f	
5465.987	11.0	0.020	20	f	Fe II (J) 5465.929 (16)
5466.781	28.8	0.053	20	f	
5466.350	15.4	0.028	20	f	Si II (7.03) 5466.432(500H)
5468.747	2.8	0.005	20	f	
5469.368	5.0	0.009	20	f	Si II (7.22)5469.450((30))
5473.547	10.5	0.019	20	f	S II (6) 5473.620(23)
5475.749	6.4	0.012	20	f	Fe II (J)5375.830(9)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5476.623	1.9	0.004	20	f	
5478.186	4.3	0.008	20	f	S II (P)5478.194(10)
5481.141	3.3	0.006	20	f	
5482.234	15.8	0.029	20	f	Fe II (J) 5482.310(16)
5484.010	2.9	0.005	20	f	
5486.845	5.2	0.009	20	f	
5487.517	16.5	0.030	20	f	Fe II (J)5487.625(14)
5492.165	7.4	0.014	20	f	(C II (34)5492.36(p))
5493.746	11.0	0.020	20	f	Fe I(464,1062)5493.850((0))
<b>Order 39</b>					
5473.518	15.2	0.028	20	f	S II (6) 5473.620(23)
5475.786	6.7	0.012	20	f	Fe II (J)5375.830(9)
5478.204	4.5	0.008	20	f	S II (P)5478.194(10)
5482.211	13.6	0.025	20	f	Fe II (J) 5482.310(16)
5487.517	15.4	0.028	20	f	Fe II (J)5487.625(14)
5488.530	3.4	0.006	20	f	
5492.134	8.8	0.016	20	f	(C II (34)5492.36(p))
5493.788	10.7	0.020	20	f	Fe I (464, 1062) 5493.850 ((0))
5502.588	5.5	0.010	20	f	Fe II (J) 5502.677(10)
5503.154	10.0	0.018	20	f	Cr II (50) 5503.21(25), Fe II (J) 5503.215(10)
5506.138	29.4	0.054	20	f	Fe II (J) 5506.196 (18)
5506.962	5.9	0.011	20	f	Fe II (J) 5507.060(5)
5509.625	10.5	0.019	20	f	S II (P) 5509.718(23)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5510.753	11.2	0.020	20	f	Cr II (23) 5510.71(20), Fe II (J) 5510.781(12)
5512.813	1.1	0.002	20	f	O I (25) 5512.7709 (8)
5526.132	2.2	0.004	20	f	S II (P) 5526.253(18)
5528.988	8.0	0.014	20	f	Fe II (J) 5529.061(12)
5529.833	9.4	0.017	20	f	Fe II (J) 5529.925(10), Ti II (68) 5529.983(10)
5531.268	3.2	0.006	20	f	
5532.023	6.9	0.013	20	f	Fe II (J) 5532.085(10)
5534.768	22.7	0.041	20	f	Fe II (55) 5534.834(15)
5540.659	2.3	0.004	20	f	Si II (9)5540.74(100h)
5544.675	6.2	0.011	20	f	Fe II (J)5544.760(13w)
5553.910	2.0	0.004	20	f	
5554.769	4.1	0.007	20	f	
<b>Order 38</b>					
5534.744	19.9	0.036	20	f	Fe II (55) 5534.834(15)
5544.005	4.7	0.009	20	f	
5544.683	13.7	0.025	20	f	Fe II (J)5544.760(13w)
5548.952	5.1	0.009	20	f	Fe II (J) 5549.001(10)
5554.837	2.1	0.004	20	f	O I (24)5554.8322(8)
5561.453	2.5	0.005	20	f	
5564.876	7.6	0.014	20	f	S II (P) 5564.976(21)
5567.783	6.7	0.012	20	f	Fe II (J) 5567.838(10)
5568.401	1.3	0.002	20	f	Si II (7.21)5568.355((2))
5570.390	1.5	0.003	20	f	Mn II (I) 5570.51(30)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5576.530	4.3	0.008	20	f	Si II (9)5576.661(150 h)
5577.900	9.0	0.016	20	f	Fe II (J) 5577.919(9)
5578.837	4.4	0.008	20	f	S II (P) 5578.889(18)
5579.908	2.5	0.005	20	f	Fe II (J) 5579.924(4)
5581.626	4.0	0.007	20	f	Fe II (J) 5581.630(6)
5583.759	1.7	0.003	20	f	
5587.010	4.5	0.008	20	f	Fe II (J) 5587.084(8 aff I)
5588.105	9.9	0.018	20	f	Fe II (J) 5588.225(10)
5591.324	3.4	0.006	20	f	Fe II(55)5591.38(p)
5593.235	13.4	0.024	20	f	Al II (16)5593.23(10)
5594.153	3.3	0.006	20	f	
5598.236	2.6	0.005	20	f	Fe I (1183) 5598.303(4)
5606.090	15.4	0.028	20	f	S II (P) 5606.151(23)
<b>Order 37</b>					
5604.817	4.5	0.005	20	f	
5606.081	18.8	0.033	20	f	S II (P) 5606.151(23)
5616.483	3.8	0.007	20	f	S II (P) 5606.639(18)
5633.018	2.3	0.004	20	f	Si II (7.33)5632.973(100 h)
5639.491	5.4	0.013	20	f	Si II (9)5639.478(200 h)
5639.960	17.9	0.032	20	f	S II (P) 5639.972(23)
5640.293	10.4	0.019	20	f	S II (P) 5640.333(21)
5643.767	5.4	0.010	20	f	Fe II (J) 5643.884(00)
5645.341	12.2	0.022	20	f	Fe II (J) 5645.399(12)

EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5646.098	2.1	0.004	20	f	
5646.962	13.2	0.023	20	f	S II (P) 5647.033(21)
5648.794	6.2	0.011	20	f	
5651.478	2.6	0.005	20	f	
5656.597	1.0	0.002	20	f	Ne I (24)5656.6585((10))
5659.924	13.7	0.024	20	f	S II (P) 5659.985(21)
5660.499	4.9	0.009	20	f	Si I (21.19)5660.502(10)
5663.683	3.1	0.005	20	f	
5664.700	6.1	0.011	20	f	S II (P) 5664.780(20)
5669.479	10.4	0.018	20	f	Si II (7.33)5669.562(1000h)
5676.812	3.2	0.006	20	f	
5679.602	4.8	0.008	20	f	N II (3)5679.562(14)
<b>Order 36</b>					
5669.509	7.0	0.012	20	f	Si II (7.33)5669.562(1000h)
5676.777	3.6	0.006	20	f	
5679.601	5.0	0.009	20	f	N II (3)5679.562(14)
5688.712	4.7	0.008	20	f	Si II (7.33)5688.811(300 h)
5696.583	6.5	0.011	20	f	Al III (2)5696.47(8)
5701.346	5.7	0.010	20	f	Si II (7.33)5701.374(200 h)
5703.338	2.9	0.005	20	f	Fe II (J)5703.261(4)
5706.368	4.7	0.008	20	f	Si II (7.33)5706.370(100 h)
5726.645	5.8	0.010	20	f	Fe II (J)5726.561(10)
5745.037	6.8	0.012	20	f	



EK 2 89 Cet yıldızının çizgi tanı listesi devamı

$\lambda_{ölçülen}$ (Å)	EW (mÅ)	Derinlik	Genişlik	f	Tanı
5746.491	3.3	0.006	20	f	Fe II (J)5746.578(9)
<b>Order 35</b>					
5747.804	4.9	0.009	20	f	Fe II (164)5747.898(7)
5764.386	4.9	0.008	20	f	Ne I 5764.4190
5768.433	2.5	0.004	20	f	N I (62)5768.49(4.4)
5780.093	15.3	0.027	20	f	Fe II (J) 5780.122(10)
5783.552	8.4	0.015	20	f	Fe II (J) 5783.629 (11)
5784.390	5.2	0.009	20	f	Fe II (J) 5784.446(10)
5788.907	4.9	0.008	20	f	
5800.381	7.5	0.019	20	f	Si II (8)5800.468(150 h)
5802.711	3.6	0.006	20	f	Fe II (J)5802.765(4)
5806.672	6.9	0.012	20	f	Si II (8)5806.738(200), Sc II (21)5806.77(p)
5816.234	3.1	0.005	20	f	(Fe I(1179)5816.3735((3d)))
5819.243	1.6	0.003	20	f	S II (P) 5819.272(19)

Ek 3 29 And yıldızının element bolluk listesi

	<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	<b><math>\lambda</math> (Å)</b>	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>
C II	6.01	16	514.3490	-0.21	0.41	-3.83
	6.01	16	514.5160	0.19	0.91	-3.80
	6.01	16	515.1080	-0.19	0.36	-3.91
						log C/N <sub>T</sub> = -3.85 ± 0.05
O I	8.00	10	615.8190	-0.41	1.64	-3.53
	8.00	10	615.6780	-0.69	1.23	-3.39
	8.00	10	615.5990	-1.12	0.69	-3.24
	8.00	12	533.0740	-1.12	0.90	-3.09
	8.00	-	777.1940	0.37	9.99	-2.99
	8.00	-	777.4170	0.22	9.42	-2.95
	8.00	-	777.5390	0.00	6.98	-3.16
						log O/N <sub>T</sub> = -3.19 ± 0.20
Mg II	12.01	10	438.4640	-0.79	1.69	-4.74
	12.01	10	439.0540	-0.50	1.63	-5.04
	12.01	18	473.9590	-0.66	0.37	-4.96
						log Mg/N <sub>T</sub> = -4.92 ± 0.13
Al III	13.02	3	451.2560	0.41	1.78	-5.10
	13.02	8	447.9880	0.90	0.66	-5.39
	13.02	8	447.9970	1.02	0.66	-5.51
						log Al/N <sub>T</sub> = -5.33 ± 0.17
Si II	14.01	5	504.1020	0.03	3.59	-5.37
	14.01	5	505.5980	0.52	4.54	-5.68
	14.01	5	505.6320	-0.49	1.78	-5.35
	14.01	7.03	546.6430	-0.19	0.63	-5.18
						log Si/N <sub>T</sub> = -5.40 ± 0.18
Si III	14.02	2	456.7840	0.07	1.56	-4.65
	14.02	2	457.4760	-0.41	1.00	-4.48
	14.02	9	482.8950	1.09	0.43	-4.19
						log Si/N <sub>T</sub> = -4.44 ± 0.19
P II	15.01	10	525.3470	0.32	1.02	-6.32
	15.01	24	458.9840	0.40	0.32	-6.36
	15.01	S	458.8030	0.57	1.05	-5.95
						log P/N <sub>T</sub> = -6.21 ± 0.18
S II	16.01	6	547.3610	-0.12	1.46	-5.21
	16.01	7	499.1970	-0.25	1.09	-5.31
	16.01	7	500.9560	-0.28	1.36	-5.16
	16.01	9	471.6270	-0.41	1.15	-5.17
	16.01	9	481.5550	0.09	2.67	-5.07

Ek 3 29 And yıldızının element bolluk listesi devamı

	<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	<b><math>\lambda</math> (Å)</b>	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>
	16.01	49	426.7760	0.29	1.08	-5.12
	16.01	49	426.9720	-0.12	0.30	-5.35
	16.01	49	428.2590	-0.01	0.49	-5.22
	16.01	49	429.4400	0.55	1.71	-5.10
	16.01	P	488.5640	-0.61	0.56	-5.16
	16.01	P	491.7200	-0.32	1.06	-5.13
	16.01	P	494.2470	-0.96	0.40	-5.11
	16.01	P	545.3850	0.48	2.61	-5.34
	16.01	P	556.4960	-0.32	0.30	-5.75
						log S/N <sub>T</sub> = -5.23 ± 0.17
Cl II	17.01	71	423.5450	0.03	0.93	-4.24
	17.01	83	422.4910	0.04	0.26	-4.52
						log Cl/N <sub>T</sub> = -4.38 ± 0.14
A II	18.01	14	496.5060	-0.20	0.78	-4.54
						log A/N <sub>T</sub> = -4.54
Ca II	20.01	19	500.1480	-0.52	1.22	-4.83
						log Ca/N <sub>T</sub> = -4.83
Sc II	21.01	24	467.0410	-0.37	0.84	-6.99
						log Sc/N <sub>T</sub> = -6.99
Ti II	22.01	31	446.8490	-0.60	1.33	-6.50
	22.01	31	450.1270	-0.75	0.81	-6.60
	22.01	86	512.9150	-1.24	0.32	-6.22
	22.01	L	429.4090	-0.93	2.19	-5.92
						log Ti/N <sub>T</sub> = -6.32 ± 0.27
Cr II	24.01	31	427.5570	-1.71	0.66	-5.64
	24.01	31	428.4190	-1.86	0.42	-5.71
	24.01	43	530.8410	-1.88	0.40	-5.60
						log Cr/N <sub>T</sub> = -5.65 ± 0.04
Mn II	25.01	5	476.4730	-1.35	0.92	-5.43
	25.01	7	425.2960	-1.17	0.94	-5.30
						log Mn/N <sub>T</sub> = -5.37 ± 0.07
Fe II	26.01	27	435.1760	-2.08	0.97	-5.45
	26.01	37	449.1400	-2.64	0.32	-5.37
	26.01	37	451.5340	-2.36	0.50	-5.39
	26.01	37	452.0220	-2.62	0.40	-5.39
	26.01	38	452.2630	-2.03	0.90	-5.48
	26.01	186	463.5330	-1.58	0.54	-4.92
	26.01	J	500.4190	0.50	0.52	-5.29
	26.01	J	501.8450	-1.35	2.97	-5.37
	26.01	J	503.5710	0.61	0.77	-5.20
	26.01	J	510.0730	0.67	0.76	-5.22

Ek 3 29 And yıldızının element bolluk listesi devamı

<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	<b><math>\lambda</math> (Å)</b>	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>	
26.01	J	517.7380	1.17	0.63	-4.85	
26.01	J	521.6850	0.40	0.31	-5.33	
26.01	J	522.7480	0.83	0.74	-5.36	
26.01	J	525.1230	0.42	0.40	-5.22	
26.01	J	526.0260	1.07	0.84	-5.54	
26.01	J	529.1670	0.57	0.73	-5.09	
26.01	J	533.9580	0.54	0.39	-5.37	
26.01	J	538.7060	0.51	0.33	-5.39	
26.01	J	548.2310	0.43	0.40	-5.19	
26.01	J	550.6190	0.95	1.24	-5.14	
					log Fe/N <sub>T</sub> = -5.28 ± 0.17	
Sr II	38.01	1	421.5520	-0.17	0.33	-8.47
					log Sr/N <sub>T</sub> = -8.47	
Y II	39.01	12	468.2320	-1.51	0.32	-6.43
	39.01	22	482.3300	-1.11	0.43	-6.45
					log Y/N <sub>T</sub> = -6.44 ± 0.01	
Zr II	40.01	15	421.1880	-1.04	0.78	-6.34
	40.01	67	446.1220	-1.13	0.81	-6.04
	40.01	67	461.3950	-1.54	0.43	-5.94
	40.01	79	441.4530	-1.08	1.31	-5.75
	40.01	88	430.8910	-0.80	0.67	-6.27
	40.01	129	468.5190	-0.90	0.44	-5.98
					log Zr/N <sub>T</sub> = -6.05 ± 0.20	
La II	57.01	37	480.9000	-1.50	1.05	-5.21
	57.01	76	426.9500	0.03	2.26	-5.52
	57.01	76	466.8900	-0.43	1.13	-5.62
					log La/N <sub>T</sub> = -5.45 ± 0.17	
	58.01	1	456.0960	-0.55	1.48	-5.17
	58.01	2	441.8780	0.18	2.22	-5.47
Ce II	58.01	86	418.7320	-0.31	2.03	-5.21
	58.01	126	430.9730	-0.58	2.01	-4.98
	58.01	155	438.0050	-0.10	1.62	-5.59
	58.01	L	425.7120	-1.12	0.77	-5.12
	58.01	L	468.6770	-0.86	0.43	-5.42
	58.01	L	551.2060	-0.52	0.58	-5.60
					log Ce/N <sub>T</sub> = -5.32 ± 0.21	

Ek 3 29 And yıldızının element bolluk listesi devamı

	<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	$\lambda$ (Å)	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>
Pr II	59.01	2	456.7840	0.07	1.56	-4.65
	59.01	2	457.4760	-0.41	1.00	-4.48
	59.01	9	482.8950	1.09	0.43	-4.18
						log Pr/N <sub>T</sub> = -4.44 ± 0.19
Nd II	60.01	50	438.5660	-0.30	1.68	-5.30
	60.01	50	445.6390	-0.52	1.22	-5.04
	60.01	57	421.1290	-0.86	0.63	-5.26
						log Nd/N <sub>T</sub> = -5.20 ± 0.11
Sm II	62.01	26	466.9640	-1.21	1.21	-5.04
	62.01	37	426.2670	-0.66	2.16	-5.22
	62.01	53	437.8230	-0.59	0.91	-5.66
						log Sm/N <sub>T</sub> = -5.31 ± 0.26
Gd II	64.01	32	421.5020	-0.55	0.46	-6.45
						log Gd/N <sub>T</sub> = -6.45

Ek 4 89 Cet yıldızının element bolluk listesi

	<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	<b><math>\lambda</math> (Å)</b>	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>
C I	6.00	13	493.2050	-1.66	0.22	-3.70
	6.00	-	911.1810	-0.30	2.65	-4.01
						log C/N <sub>T</sub> = -3.86 ± 0.15
C II	6.01	-	426.7001	0.56	3.92	-3.51
	6.01	-	426.7261	0.71	3.72	-3.71
	6.01	-	657.8050	-0.02	2.37	-3.99
	6.01	-	658.2880	-0.33	1.97	-3.81
						log C/N <sub>T</sub> = -3.76 ± 0.18
C III	6.02	-	426.7001	0.56	3.92	-3.51
						log C/N <sub>T</sub> = -3.51
N I	7.00	1	870.3250	-0.32	1.55	-4.25
	7.00	1	871.1700	-2.80	2.98	-4.25
	7.00	1	871.8830	-0.34	1.63	-4.20
	7.00	3	746.8310	-0.19	1.44	-4.14
	7.00	3	744.2300	-0.45	0.93	-4.09
	7.00	-	868.0280	0.35	4.79	-4.17
	7.00	-	868.3400	0.09	5.08	-3.86
	7.00	-	824.2390	-0.38	1.29	-4.30
						log N/N <sub>T</sub> = -4.16 ± 0.13
N II	7.01	5	460.1470	-0.43	0.45	-3.57
	7.01	5	460.7150	-0.51	0.39	-3.57
	7.01	5	461.3860	-0.66	0.25	-3.65
	7.01	5	463.0530	0.09	1.19	-3.47
	7.01	5	464.3080	-0.36	0.43	-3.64
	7.01	20	480.3280	-0.12	0.15	-3.58
	7.01	43	417.6160	0.60	0.40	-3.31
						log N/N <sub>T</sub> = -3.54 ± 0.11
O I	8.00	10	615.8190	-0.41	4.27	-3.08
	8.00	10	615.6780	-0.69	3.49	-2.94
	8.00	10	615.5990	-1.12	2.26	-2.81
	8.00	11	543.5770	-1.54	0.66	-3.07
	8.00	11	543.6860	-1.39	0.73	-3.18
	8.00	12	533.0740	-1.12	1.81	-3.00
	8.00	24	555.4830	-2.09	0.21	-2.92
						log O/N <sub>T</sub> = -3.00 ± 0.11
Ne I	10.00	24	565.6650	-0.83	0.10	-3.87
	10.00	-	576.4410	-0.37	0.49	-3.57
						log Ne/N <sub>T</sub> = -3.72 ± 0.15
Mg I	12.00	2	516.7320	-1.03	0.32	-4.28
	12.00	2	517.2680	-0.38	0.97	-4.42
						log Mg/N <sub>T</sub> = -4.35 ± 0.07

Ek 4 89 Cet yıldızının element bolluk listesi

	<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	<b><math>\lambda</math> (Å)</b>	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>
Mg II	12.01	9	442.7990	-1.20	2.60	-3.46
	12.01	10	438.4640	-0.79	3.14	-4.46
	12.01	10	439.0540	-0.50	4.86	-4.46
						log Mg/N <sub>T</sub> = -4.52 ± 0.14
Al II	13.01	2	466.3050	-0.28	3.36	-5.69
						log Al/N <sub>T</sub> = -5.69
Al III	13.02	2	569.6600	0.23	0.65	-5.01
	13.02	3	452.9190	0.66	0.65	-5.23
						log Al/N <sub>T</sub> = -5.12 ± 0.11
Si II	14.01	3	412.8050	0.36	11.84	-4.61
	14.01	3	413.0870	0.55	14.13	-4.56
	14.01	5	504.1020	0.03	8.94	-4.40
	14.01	5	505.5980	0.52	12.98	-4.37
	14.01	5	505.6320	-0.49	4.12	-4.49
	14.01	7.01	423.2860	-1.23	0.65	-4.44
	14.01	7.03	546.6460	-0.19	1.54	-4.69
	14.01	7.05	462.1420	-0.54	1.57	-4.48
	14.01	7.05	462.1720	-0.39	1.18	-4.78
	14.01	7.21	556.8360	-1.56	0.13	-4.32
	14.01	7.22	546.2150	-1.00	0.35	-4.45
	14.01	7.22	546.9450	-0.75	0.50	-4.54
	14.01	7.26	419.0700	-0.35	1.63	-4.37
	14.01	7.26	419.8130	-0.61	1.11	-4.30
	14.01	7.33	563.2970	-0.67	0.23	-4.39
	14.01	7.33	566.9560	0.27	0.70	-4.80
	14.01	7.33	568.8820	0.13	0.47	-4.84
	14.01	7.33	570.1370	-0.06	0.57	-4.56
	14.01	8	580.0470	-0.14	0.75	-4.19
	14.01	8	580.6730	-0.18	0.69	-4.19
14.01	9	554.0740	-0.72	0.23	-4.23	
14.01	9	557.6660	-0.42	0.43	-4.23	
14.01	9	563.9470	-0.24	0.54	-4.27	
						log Si/N <sub>T</sub> = -4.47 ± 0.20
Si III	14.02	2	455.2620	0.18	1.04	-4.22
	14.02	2	456.7840	0.07	1.08	-4.07
						log Si/N <sub>T</sub> = -4.14 ± 0.07
P II	15.01	6	534.4730	-0.39	0.27	-6.17
	15.01	15	460.2070	0.74	0.43	-6.38
	15.01	S	442.0710	-0.33	0.16	-6.53
						log P/N <sub>T</sub> = -6.36 ± 0.15

Ek 4 89 Cet yıldızının element bolluk listesi devamı

	<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	<b><math>\lambda</math> (Å)</b>	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>
S II	16.01	6	547.3610	-0.12	1.05	-4.92
	16.01	7	499.1970	-0.25	1.37	-4.76
	16.01	7	500.9560	-0.28	1.21	-4.80
	16.01	7	503.2430	0.27	2.40	-4.84
	16.01	9	471.6270	-0.41	1.03	-4.87
	16.01	9	481.5550	0.09	2.86	-4.57
	16.01	38	532.0720	0.49	1.14	-4.93
	16.01	40	452.4940	0.17	1.24	-4.84
	16.01	43	446.3580	0.13	0.98	-4.64
	16.01	44	414.2250	0.24	1.22	-4.77
	16.01	44	414.5060	0.23	0.74	-5.06
	16.01	44	415.3060	0.39	2.48	-4.37
	16.01	49	426.9720	-0.12	0.64	-4.66
	16.01	49	429.4400	0.55	1.59	-4.73
	16.01	49	431.8640	-0.08	0.62	-4.69
	16.01	P	414.6910	0.66	1.63	-4.41
	16.01	P	417.4260	0.76	1.11	-4.77
	16.01	P	428.2590	-0.01	0.85	-4.60
	16.01	P	443.2370	-0.47	0.54	-4.43
	16.01	P	448.3420	-0.43	0.58	-4.39
	16.01	P	472.9440	-0.49	0.34	-4.45
	16.01	P	488.5640	-0.61	0.48	-4.89
	16.01	P	492.5340	-0.46	1.46	-4.54
	16.01	P	521.2620	0.32	1.10	-4.83
	16.01	P	534.5710	0.35	1.56	-4.58
	16.01	P	542.8650	-0.13	1.74	-4.59
	16.01	P	560.6150	0.31	1.54	-5.00
	16.01	P	561.6630	-0.64	0.38	-4.89
	16.01	P	563.9970	0.28	1.79	-4.72
	16.01	P	564.0340	0.15	1.04	-5.10
						log S/N <sub>T</sub> = -4.72 ± 0.20
Cl II	17.01	1	481.0070	0.24	0.13	-6.49
						log Cl/N <sub>T</sub> = -6.49
A II	18.01	7	442.6000	0.24	0.74	-4.72
	18.01	31	460.9570	0.46	0.20	-5.03
						log A/N <sub>T</sub> = -4.88 ± 0.15
Ca II	20.01	15	501.9970	-0.26	0.32	-6.00
	20.01	19	500.1480	-0.52	0.39	-5.66
						log Ca/N <sub>T</sub> = -5.83 ± 0.17
Sc II	21.01	7	424.6830	0.24	0.23	-9.35
						log Sc/N <sub>T</sub> = -9.35



Ek 4 89 Cet yıldızının element bolluk listesi devamı

	<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	<b><math>\lambda</math> (Å)</b>	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>
Ti II	22.01	19	439.5030	-0.54	1.03	-7.45
	22.01	31	450.1270	-0.75	0.98	-7.25
	22.01	41	429.0220	-0.85	0.53	-7.42
	22.01	41	430.0050	-0.44	1.11	-7.46
	22.01	41	430.7860	-1.07	0.51	-7.22
	22.01	41	431.4970	-1.10	0.31	-7.42
	22.01	50	456.3760	-0.96	0.28	-7.58
	22.01	82	454.9620	-0.11	1.68	-7.38
	22.01	82	457.1970	-0.53	1.03	-7.23
Mn II	25.01	7	425.2960	-1.17	0.20	-6.56
	25.01	I	432.6640	-1.25	0.48	-6.44
	25.01	I	475.5720	-1.24	0.42	-6.50
	25.01	I	557.0540	-1.44	0.15	-6.38
						log Mn/N <sub>T</sub> = -6.47 ± 0.07
Fe I	26.00	41	440.4750	-0.14	0.44	-4.56
	26.00	42	420.2020	-0.71	0.15	-4.51
	26.00	42	427.1760	-0.16	0.40	-4.62
	26.00	522	419.9100	0.16	0.25	-4.42
	26.00	1146	538.3370	0.65	0.18	-4.46
						log Fe/N <sub>T</sub> = -4.51 ± 0.07
Fe II	26.01	3	457.9530	-2.51	0.61	-4.27
	26.01	26	458.0060	-3.73	0.46	-4.86
	26.01	27	412.8740	-3.58	2.59	-4.08
	26.01	27	427.3330	-3.30	1.56	-4.62
	26.01	27	430.3170	-2.61	4.05	-4.62
	26.01	27	438.5390	-2.58	3.43	-4.77
	26.01	27	441.6830	-2.60	4.36	-4.52
	26.01	28	417.8860	-2.44	3.90	-4.88
	26.01	28	425.8150	-3.48	1.03	-4.66
	26.01	28	429.6560	-2.93	2.46	-4.71
	26.01	28	436.9400	-3.58	0.75	-4.68
	26.01	30	483.9990	-4.90	0.15	-4.15
	26.01	32	431.4310	-3.48	1.07	-4.65
	26.01	32	441.3600	-4.19	0.19	-4.75
	26.01	37	447.2930	-3.53	1.42	-4.37
	26.01	37	448.9180	-2.97	2.21	-4.68
	26.01	37	449.1400	-2.64	3.05	-4.77
	26.01	37	451.5340	-2.36	3.61	-4.85
	26.01	37	452.0220	-2.62	3.36	-4.73
	26.01	37	455.5890	-2.25	4.83	-4.72
	26.01	37	458.2840	-3.06	1.41	-4.84
	26.01	37	458.2840	-3.06	2.43	-4.52

Ek 4 89 Cet yıldızının element bolluk listesi devamı

Tür	Multiplet	$\lambda$ (Å)	log gf	EW(mÅ)	log N/N <sub>T</sub>
26.01	37	462.9340	-2.26	4.35	-4.84
26.01	37	466.6750	-3.33	1.28	-4.63
26.01	38	450.8280	-2.34	4.46	-4.72
26.01	38	452.2630	-2.03	4.86	-4.93
26.01	38	454.1520	-2.97	2.75	-4.52
26.01	38	457.6330	-2.92	2.12	-4.75
26.01	38	458.3830	-1.74	5.83	-4.98
26.01	38	462.0510	-3.19	1.22	-4.80
26.01	42	492.3930	-1.21	8.21	-4.79
26.01	43	465.6980	-3.57	1.15	-4.42
26.01	43	473.1440	-3.13	1.70	-4.65
26.01	167	516.0840	-2.64	0.74	-4.32
26.01	168	495.3970	-2.76	0.43	-4.46
26.01	186	454.9190	-1.77	2.17	-4.46
26.01	186	462.5910	-2.22	0.55	-4.73
26.01	186	463.5330	-1.58	2.71	-4.47
26.01	213	435.4340	-1.40	0.70	-4.50
26.01	219	459.8490	-1.50	0.67	-4.52
26.01	220	431.8190	-1.98	0.35	-4.33
26.01	J	426.3870	-1.71	0.68	-4.37
26.01	J	435.7580	-2.11	1.15	-4.42
26.01	J	440.2870	-2.72	0.73	-4.02
26.01	J	445.5270	-2.14	0.97	-4.41
26.01	J	464.0840	-1.88	0.65	-4.20
26.01	J	482.6680	-0.44	0.36	-4.77
26.01	J	490.8150	-0.30	0.53	-4.70
26.01	J	491.3290	0.01	1.38	-4.53
26.01	J	494.8090	-0.32	0.55	-4.67
26.01	J	494.8790	-0.01	0.77	-4.80
26.01	J	495.1590	0.17	1.63	-4.58
26.01	J	498.4490	0.01	0.89	-4.75
26.01	J	499.0500	0.18	1.24	-4.73
26.01	J	500.4190	0.50	2.13	-4.74
26.01	J	501.8450	-1.35	8.36	-4.62
26.01	J	502.2420	-0.06	0.85	-4.69
26.01	J	503.5710	0.61	3.05	-4.56
26.01	J	504.5110	-0.13	0.93	-4.59
26.01	J	504.7640	-0.07	2.62	-4.01
26.01	J	506.1720	0.22	1.38	-4.72
26.01	J	506.7880	-0.20	0.65	-4.69
26.01	J	507.0900	0.24	1.43	-4.71
26.01	J	507.5760	0.27	1.29	-4.74
26.01	J	508.9220	-0.03	0.94	-4.67
26.01	J	509.3560	0.11	1.64	-4.47

Ek 4 89 Cet yıldızının element bolluk listesi devamı

Tür	Multiplet	$\lambda$ (Å)	log gf	EW(mÅ)	log N/N <sub>T</sub>
26.01	J	510.6110	-0.28	0.45	-4.78
26.01	J	511.7030	-0.13	0.74	-4.64
26.01	J	511.9340	-0.56	0.26	-4.73
26.01	J	512.0330	-4.21	0.47	-4.24
26.01	J	513.2660	-4.09	0.45	-4.39
26.01	J	514.9460	0.40	1.83	-4.65
26.01	J	515.4420	-4.14	0.35	-4.44
26.01	J	518.0310	0.04	0.50	-5.02
26.01	J	519.7570	-2.12	4.71	-4.70
26.01	J	519.9120	0.10	1.08	-4.69
26.01	J	520.0800	-0.37	1.20	-4.15
26.01	J	520.3640	-0.05	0.93	-4.61
26.01	J	523.4620	-2.21	4.22	-4.70
26.01	J	523.7950	0.13	1.26	-4.60
26.01	J	525.4920	-3.23	1.02	-4.65
26.01	J	525.7110	0.03	0.71	-4.78
26.01	J	526.0260	1.07	3.98	-4.67
26.01	J	526.4800	-3.22	0.83	-4.76
26.01	J	528.4100	-3.20	1.76	-4.54
26.01	J	529.1670	0.57	2.09	-4.70
26.01	J	531.6230	0.33	1.93	-4.54
26.01	J	531.6620	-1.78	5.58	-4.81
26.01	J	531.6780	-2.91	1.82	-4.66
26.01	J	531.8060	-0.14	0.69	-4.62
26.01	J	533.9580	0.54	2.01	-4.70
26.01	J	537.5840	-0.29	0.82	-4.40
26.01	J	538.7060	0.51	2.14	-4.59
26.01	J	539.3840	-0.30	0.60	-4.54
26.01	J	539.5850	0.36	1.36	-4.70
26.01	J	540.2060	0.50	2.04	-4.59
26.01	J	540.8810	-2.39	0.39	-4.68
26.01	J	543.2980	-3.63	1.14	-4.17
26.01	J	548.2310	0.43	1.58	-4.68
26.01	J	550.2670	-0.14	1.65	-4.09
26.01	J	550.7060	-0.33	0.59	-4.47
26.01	J	552.9060	-0.25	1.12	-4.22
26.01	J	553.2080	-0.33	0.69	-4.39
26.01	J	553.4830	-2.86	2.27	-4.55
26.01	J	556.7830	-1.89	0.67	-4.56
26.01	J	557.7910	-0.15	0.90	-4.40
26.01	J	558.1630	-0.48	0.40	-4.47
26.01	J	558.8220	0.09	0.99	-4.59
26.01	J	564.3880	-1.46	0.54	-4.66
26.01	J	564.5390	0.09	1.22	-4.49
26.01	J	578.3630	0.21	0.84	-4.72

Ek 4 89 Cet yıldızının element bolluk listesi devamı

	<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	<b><math>\lambda</math> (Å)</b>	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>
	26.01	KX	459.1000	-2.25	0.25	-4.22
	26.01	-	436.1250	-2.11	0.89	-4.53
						log Fe/N <sub>T</sub> = -4.59 ± 0.20
Fe III	26.02	4	437.1340	-3.03	0.29	-4.34
	26.02	4	439.5760	-2.59	0.51	-4.47
	26.02	4	441.9600	-2.21	0.76	-4.62
	26.02	4	512.7350	-2.20	0.42	-4.60
						log Fe/N <sub>T</sub> = -4.51 ± 0.11
Ni II	28.01	9	424.4780	-3.09	0.43	-5.63
	28.01	9	436.2100	-2.72	0.92	-5.63
	28.01	K	466.5550	-1.82	0.30	-5.79
	28.01	KX	467.9150	-1.75	0.39	-5.68
	28.01	-	489.8940	0.43	0.31	-5.70
	28.01	-	493.2650	0.18	0.38	-5.34
	28.01	-	497.4130	0.63	0.14	-5.52
	28.01	-	502.1470	0.92	0.99	-5.49
	28.01	-	500.3410	0.70	0.16	-6.12
	28.01	-	504.0340	0.57	0.79	-5.33
	28.01	-	505.2990	0.37	0.27	-5.64
	28.01	-	505.8370	0.85	0.56	-5.66
	28.01	-	505.9200	0.54	0.38	-5.65
	28.01	-	506.6330	-1.79	0.55	-5.74
						log Ni/N <sub>T</sub> = -5.64 ± 0.19
Sr II	38.01	1	421.5520	-0.17	0.38	-9.04
						log Sr/N <sub>T</sub> = -9.04
Y II	39.01	5	439.8010	-1.00	0.22	-7.95
	39.01	21	512.3200	-0.83	0.40	-7.43
	39.01	22	478.6570	-1.29	0.16	-7.38
	39.01	35	540.2770	-0.51	0.26	-7.55
						log Y/N <sub>T</sub> = -7.58 ± 0.22
Zr II	40.01	41	414.9200	-0.04	1.19	-7.75
	40.01	99	423.1630	-0.79	0.42	-7.07
						log Zr/N <sub>T</sub> = -7.41 ± 0.34
La II	57.01	8	474.0280	-0.94	0.37	-7.08
	57.01	25	432.2670	-1.12	0.37	-6.88
	57.01	53	429.6050	-0.58	0.89	-6.69
	57.01	76	438.3450	-0.17	0.69	-6.80
						log La/N <sub>T</sub> = -6.87 ± 0.14

Ek 4 89 Cet yıldızının element bolluk listesi devamı

	<b>Tür</b>	<b>Multiplet</b>	<b><math>\lambda</math> (Å)</b>	<b>log gf</b>	<b>EW(mÅ)</b>	<b>log N/N<sub>T</sub></b>
Ce II	58.01	11	411.8140	0.02	1.69	-6.38
	58.01	22	411.5370	-0.02	1.18	-6.45
	58.01	22	412.3490	0.16	1.27	-6.58
	58.01	28	414.8900	-0.05	1.34	-6.27
	58.01	35	411.7010	0.19	0.99	-6.56
	58.01	MCS	412.4780	-0.18	1.78	-6.15
						log Ce/N <sub>T</sub> = -6.40 ± 0.15
Pr II	59.01	37	503.4410	-0.09	0.63	-6.02
						log Pr/N <sub>T</sub> = -6.02
Nd II	60.01	57	421.1290	-0.86	0.26	-6.34
						log Nd/N <sub>T</sub> = -6.34
Gd II	64.01	46	429.6070	-0.76	0.89	-6.60
						log Gd/N <sub>T</sub> = -6.60

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sıla ERYILMAZ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 15.11.1984

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise : Bahçelievler Deneme Süper Lisesi (2002)

Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay  
Bilimleri Bölümü (2002 - 2007)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi  
ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı (2008-2011)

-