



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

129529

129529

YÜKSEK LİSANS TEZİ

B YILDIZLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ  
VE  
2 DEL YILDIZININ ATMOSFER ANALİZİ

Ayşegül TEKER

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı  
Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı

Danışman  
Prof. Dr. H. Gökmen TEKTUNALI

Haziran 2003

İSTANBUL

129529

ÖZ

## B YILDIZLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ VE 2 DEL YILDIZININ ATMOSFER ANALİZİ

Bu çalışmada normal ve özel B yıldızları için kapsamlı ve güncel bir literatür hazırlanmış; atmosfer analizi aşamalarını içeren spektroskopik analiz yöntemleri, B6 III spektral sınıfından bir yıldız olan 2 Del üzerinde gerçekleştirilmiştir.

1996-1997 yıllarında Dominion Astrofizik Gözlemevi'nde 122 cm'lik teleskop ile 2 Del yıldızı için yapılan gözlemlerde 2.4 Å/mm ayırma gücünde 21 adet spektrogram elde edilmiştir. İlk kez bu çalışmada kullanılan ve spektral aralığı 3830 Å ile 6720 Å olan spektrogramlar, interaktif bilgisayar grafik programı REDUCE ile indirgenmiş ve ölçülmüştür. REDUCE programının alt programı olan VLINE; FITS formatındaki düzleştirilmiş verilerde çizgi konumlarının, eşdeğer genişliklerin ve radyal hızın ölçülmesinde kullanılmıştır. Spektrumdaki çizgilerin uygun kuramsal profillerle karşılaştırılması sonucu 141 çizginin tanısı yapılmıştır. 2 Del'in ayırma gücü yüksek 19 spektrogramından radyal hız için  $-24.5 \pm 4.2 \text{ kms}^{-1}$  'lik ortalama bir değer bulunmuştur. Dönme hızı 4481 yakınndaki orta şiddetli tek çizgilerden 54  $\text{kms}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır.

## ABSTRACT

### THE GENERAL PROPERTIES OF THE B STARS AND THE ATMOSPHERIC ANALYSIS OF 2 DEL

In this work an extensive and updated literature of normal and peculiar B type stars have been provided. The spectroscopic analysis methods including the atmospheric analysis stages have been applied to a B6 III star called 2 Del.

From the observations of 2 Del made with the 122 cm telescope in the Dominion Astrophysical Observatory, 21 spectrograms with  $2.4 \text{ \AA mm}^{-1}$  resolution and the spectral range 3820-6720  $\text{\AA}$ , were obtained between 1996 and 1997. The high resolution spectrograms of the star, which have been used for the first time in this work, were rectified and measured with the interactive computer graphics program REDUCE. VLINE subprogram is used to measure the radial velocity, line positions and equivalent widths from the normalized data in FITS format. After fitting theoretical profiles through the lines of the spectrum, 141 spectral lines of the star have been identified. The mean radial velocity from 19 spectrograms of 2 Del is  $-24.5 \pm 4.2 \text{ kms}^{-1}$  which is suggestive of variability. Rotational velocity estimate from clearly single medium strength lines near  $\lambda 4481$  is  $54 \text{ kms}^{-1}$  for 2 Del.

**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

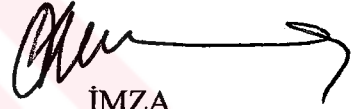
Bu çalışma 21/07/ 2003 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı Astronomi ve Uzay Bilimleri programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



İMZA  
Prof. Dr. H. Gökmen Tektunalı  
Danışman

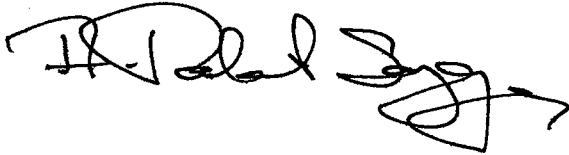


İMZA  
Prof. Dr. Hüseyin Mentеше



İMZA  
Doç. Dr. Hülya Çalışkan

İMZA  
Doç. Dr. A. Talat Saygaç



İMZA  
Doç. Dr. Gönül Başar



## ÖNSÖZ

Bu çalışma, normal ve özel B yıldızlarının fiziksel halleri ve spektrumları hakkında bilinenlerin yeniden gözden geçirilmesi ve B yıldızları için kapsamlı ve güncel bir literatür oluşturulması temel amacını taşımaktadır. Analiz yöntemlerinin kavranması için bu spektrel sınıftan örnek olarak alınan bir yıldızın; kullanılan en yeni gözlem teknikleriyle elde edilen verilerinden, bilgisayar grafik programları yardımıyla atmosferinde bulunan elementlere ait farklı multipleli çizgiler tanımlanmış ve yıldızın radyal hızı ile dönme hızına ilişkin güvenilir değerler bulunmuştur.

Çalışmalarında desteğini ve zamanını esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Sayın H. Gökmen Tektunalı'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tüm üniversite öğrenimimde ve bu çalışmada da bilgi ve deneyimleriyle bana ışık tutan değerli hocam Prof. Dr. Sayın Dursun Koçer'e;

Elde ettiği gözlem verilerini benimle paylaşan ve spektrumların indirgenmesinde karşılaştığım sorunlarda yardımını esirgemeyen, ABD Güney Carolina The Citadel Koleji Fizik Bölümü'nden Prof. Dr. Saul J. Adelman'a;

Çalışma sırasında karşılaştığım problemlerde ve verilerin ölçülmesinde sabırla bana yardımcı olan, Doç Dr. Sayın Hülya Çalışkan'a;

Ayrıca, her zaman bana destek olan ve çalışma boyunca metin yazımı aşamasında yardımını esirgemeyen Annem'e çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ŞEKİL LİSTESİ.....	III
TABLO LİSTESİ.....	IV
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
I. GİRİŞ.....	1
I.1. Normal B Yıldızlarının Genel Özellikleri.....	2
I.2. Be Yıldızları.....	9
I.3. B[e] Yıldızları.....	14
I.4. CNO Yıldızları.....	15
I.5. Anormal Helyumlu Yıldızlar.....	16
I.6. $B_p$ ve $A_p$ Yıldızları.....	18
I.7. Kaçak ( Runaway ) Yıldızlar.....	28
I.8. Mavi Straggler “ Blue Straggler ” ( BS ) Yıldızları.....	29
I.9. B Tipi Altçüceler ( sdB ).....	30
I.10. “sn” Yıldızları.....	30
I.11. $\beta$ Cep Yıldızları = $\beta$ CMa Yıldızları.....	31
I.12. P Cyg Yıldızları.....	31
I.13. Düşük Hidrojenli Erken Tip Yıldızlar ( Hd ).....	32
I.14. 2 Del Yıldızı İçin Yapılan Çalışmalar.....	33
II. MALZEME VE YÖNTEM.....	35
II.1. Gözlem Verilerinin Analizi.....	35
III. BULGULAR.....	36
III.1. Radyal Hız Ölçümü.....	36
III.2. Dönme Hızı Ölçümü.....	36
III.3. 2 Del’in Atmosferinde Saptanan Elementler.....	36
IV. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	38
V. KAYNAKLAR.....	39
VI. EKLER.....	45
VII. ÖZGEÇMİŞ.....	55

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil I.1.	Spektrel sınıf-ışınım gücü sınıfı bağıntısını gösteren bir HR diyagramı..	1
Şekil I.1.1.	B tipi yıldızların spektrumu.....	2
Şekil I.1.2.	B tipi yıldızlarda ışınım gücü etkileri.....	4
Şekil I.1.3.	Üç B tipi yıldızın $H_\gamma$ çizgi profilleri.....	5
Şekil I.1.4.	Mutlak parlaklık ile $H_\gamma$ 'nın eşdeğer genişliği arasındaki ilişki.....	5
Şekil I.1.5.	B tipi cüce yıldızların şiddet görüntüleri.....	6
Şekil I.2.1.	Spektrel tipin bir fonksiyonu olarak, emisyonda görülen en büyük Balmer çizgisinin kuvantum sayısı .....	10
Şekil I.2.2.	Be ve kabuklu yıldızlar.....	10
Şekil I.2.3.	Normal ve emisyon çizgili yıldızlar için $V\sin i$ .....	11
Şekil I.2.4.	$H_\alpha$ ve $H_\beta$ darbant fotometrileri arasındaki ilişki.....	12
Şekil I.2.5.	İki Be yıldızın enerji dağılımı.....	13
Şekil I.3.1.	Geç B tipi bir B[e] yıldızının spektrumunun karşılaştırılması.....	14
Şekil I.5.1.	Anormal He'lu yıldızların UBV fotometrisi.....	17
Şekil I.6.1.	$B_p$ ve $A_p$ yıldızlarının spektrumları.....	19
Şekil I.6.2.	$B_p$ ve $A_p$ yıldızlarının UBV fotometrisi; iki renk diyagramı.....	20
Şekil I.6.3.	$B_p$ ve $A_p$ yıldızlarının UBV fotometrisi.....	21
Şekil I.6.4.	$B_p$ ve $A_p$ yıldızlarında $5200 \text{ \AA}$ 'da süreklilikteki alçalma.....	22
Şekil I.6.5.	$\lambda 5200$ indeksine göre normal ve özel yıldızların fotometrik ayrımı.....	23
Şekil I.6.6.	73 Dra'nın 20 günlük çevrimindeki evrelere karşın çizgi şiddetleri.....	25
Şekil I.6.7.	Eu II, Gd II, Dy II çizgileri için eşdeğer genişlikler ve radyal hızlar.....	26
Şekil I.6.8.	$\alpha^2\text{CVn}$ 'nin morötesi ışık eğrileri.....	27
Şekil I.9.1.	Bir B tipi altcüce yıldızının spektrumu.....	30
Şekil I.12.1.	Bir P Cygni çizgisinin oluşumu.....	31
Şekil I.12.2.	P Cyg'nin spektrumu.....	32

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo I.1.1.</b>	Cüce yıldızlardaki bazı güçlü çizgilerin eşdeğer genişlikleri.....	3
<b>Tablo I.1.2.</b>	B tipi spektrumun $\lambda$ 3500-4800 bölgesinde görülebilen çizgiler.....	3
<b>Tablo I.1.3.</b>	B yıldızlarında sınıflandırma için kullanılan çizgi oranlarının listesi....	3
<b>Tablo I.1.4.</b>	B tipi yıldızlardaki ışınımgücü kriteri.....	4
<b>Tablo I.1.5.</b>	B yıldızlarının yakın kırmızıötesindeki çizgileri.....	7
<b>Tablo I.1.6.</b>	B tipi yıldızların bazı çizgi karakteristikleri.....	7
<b>Tablo I.1.7.</b>	B tipi yıldızlarda ışınımgücü etkisini gösteren çizgiler.....	8
<b>Tablo I.1.8.</b>	B tipi yıldızlarda dönme.....	8
<b>Tablo I.2.1.</b>	B tipi yıldızlara göre Be'lerin oranı.....	9
<b>Tablo I.3.1</b>	B[e] yıldızlarında emisyonda bulunan izinsiz çizgiler.....	14
<b>Tablo I.6.1.</b>	Farklı grupları tanımlayan elementlerin karakteristik çizgileri.....	18
<b>Tablo I.6.2.</b>	Ortamala UBV renkleri.....	20
<b>Tablo I.6.3.</b>	A <sub>p</sub> yıldızlarının dönme nitelikleri.....	24
<b>Tablo I.6.4.</b>	A <sub>p</sub> yıldızları arasındaki görsel çiftler.....	24
<b>Tablo I.7.1.</b>	Kaçak yıldızlar.....	29



## ÖZET

### B YILDIZLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ VE 2 DEL YILDIZININ ATMOSFER ANALİZİ

Bu çalışmada normal ve özel B yıldızları için kapsamlı ve güncel bir literatür hazırlanmış; atmosfer analizi aşamalarını içeren spektroskopik analiz yöntemleri, B6 III spektral sınıftan bir yıldız olan 2 Del üzerinde gerçekleştirilmiştir.

1996-1997 yıllarında Dominion Astrofizik Gözlemevi'nde 122 cm'lik teleskop ile 2 Del yıldızı için yapılan gözlemlerde 2.4 Å/mm ayırma gücünde 21 adet spektrogram elde edilmiştir. İlk kez bu çalışmada kullanılan ve spektral aralığı 3830 Å ile 6720 Å olan spektrogramlar, interaktif bilgisayar grafik programı REDUCE ile indirgenmiş ve ölçülmüştür. REDUCE programının alt programı olan VLINE; FITS formatındaki düzgünleştirilmiş verilerde çizgi konumlarının, eşdeğer genişliklerin ve radyal hızın ölçülmesinde kullanılmıştır. Spektrumdaki çizgilerin uygun kuramsal profillerle karşılaştırılması sonucu 141 çizginin tanısı yapılmıştır. 2 Del'in ayırma gücü yüksek 19 spektrogramından radyal hız için  $-24.5 \pm 4.2 \text{ kms}^{-1}$  lik ortalama bir değer bulunmuştur. Dönme hızı,  $\lambda 4481$  yakınındaki orta şiddetli tek çizgilerden  $54 \text{ kms}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır.

## SUMMARY

### THE GENERAL PROPERTIES OF THE B STARS AND THE ATMOSPHERIC ANALYSIS OF 2 DEL

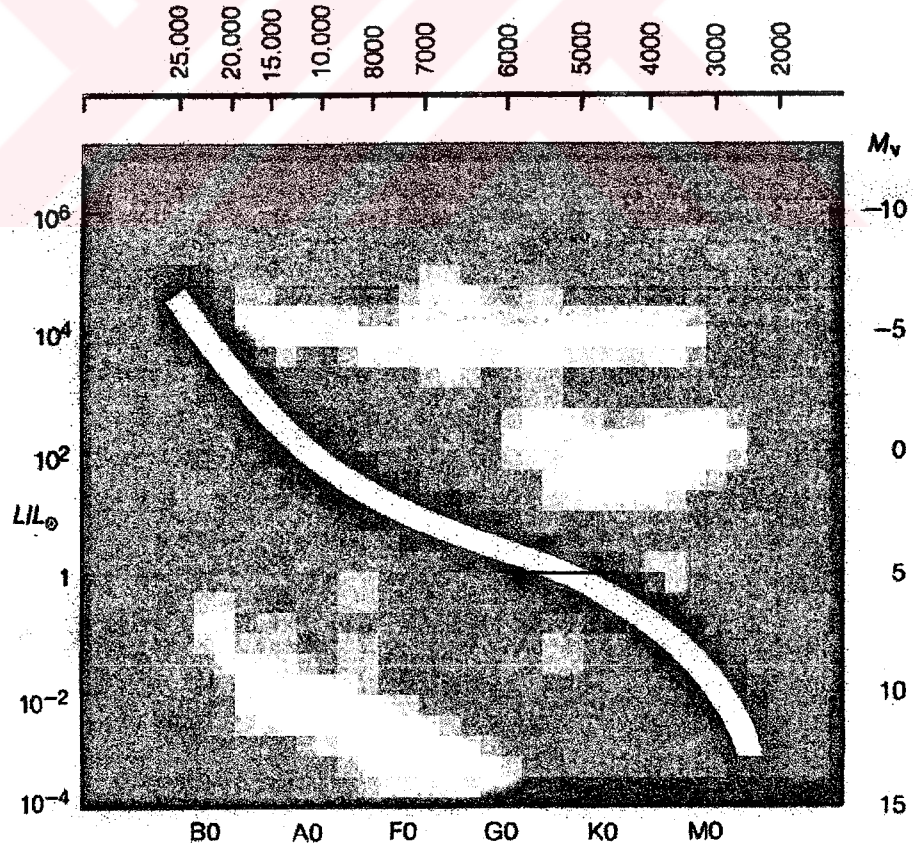
In this work an extensive and updated literature of normal and peculiar B type stars have been provided. The spectroscopic analysis methods including the atmospheric analysis stages have been applied to a B6 III star called 2 Del.

From the observations of 2 Del made with the 122 cm telescope in the Dominion Astrophysical Observatory, 21 spectrograms with  $2.4 \text{ \AA mm}^{-1}$  resolution and the spectral range 3820-6720  $\text{\AA}$ , were obtained between 1996 and 1997. The high resolution spectrograms of the star, which have been used for the first time in this work, were rectified and measured with the interactive computer graphics program REDUCE. VLINE subprogram is used to measure the radial velocity, line positions and equivalent widths from the normalized data in FITS format. After fitting theoretical profiles through the lines of the spectrum, 141 spectral lines of the star have been identified. The mean radial velocity from 19 spectrograms of 2 Del is  $-24.5 \pm 4.2 \text{ km s}^{-1}$  which is suggestive of variability. Rotational velocity estimate from clearly single medium strength lines near  $\lambda 4481$  is  $54 \text{ km s}^{-1}$  for 2 Del.

## I. GİRİŞ

B tipi yıldızları, etkin sıcaklıkları  $1.0 \times 10^4$  ile  $3.0 \times 10^4$  K arasında, kütleleri ise 2 ile  $20 M_{\odot}$  arasında değişen sıcak ve genç yıldızlardır. Bu yıldızların görsel bölge spektrumlarında He I çizgileri ve hidrojenin Balmer serisine ait çizgiler hakimdir. Galaksilerin sarmal kollarında bulunurlar. Sayıları;  $1 M_{\odot}$  kütleli yıldızlara göre daha azdır [1].

B yıldızlarının spektrel sınıflaması için temel olarak görsel bölge spektrumundan yararlanılmaktadır.  $100 \text{ \AA mm}^{-1}$  ayırma güçlü spektrumlarla görsel bölgede B tipi yıldızları sınıflayan çeşitli çizelgeler Underhill tarafından verilmiştir [2]. En çok kullanılan sistem W. W. Morgan ve P. C. Keenan tarafından geliştirilen MK sistemidir. MK sisteminde spektrel tipler,  $\lambda\lambda$  3900-5000 dalgaboyu aralığını kapsayan düşük ayırma güçlü spektrumların görsel incelenmesi ve belirli standart yıldızların spektrumlarının görünüşleri ile kıyaslanması sonucu saptanmaktadır. Buna karşılık herhangi bir "spektrel sınıf-ışınım gücü sınıfı" diyagramındaki yıldızlara yüksek ayırma gücü ile bakıldığında daha fazla ayrıntı, farklılık görülebilmektedir (Şekil I.1). MK sistemi, yaklaşık aynı spektrel özelliğe (benzer enerji üretimi ve benzer boyut) sahip olan yıldızları bir araya getirmektedir.

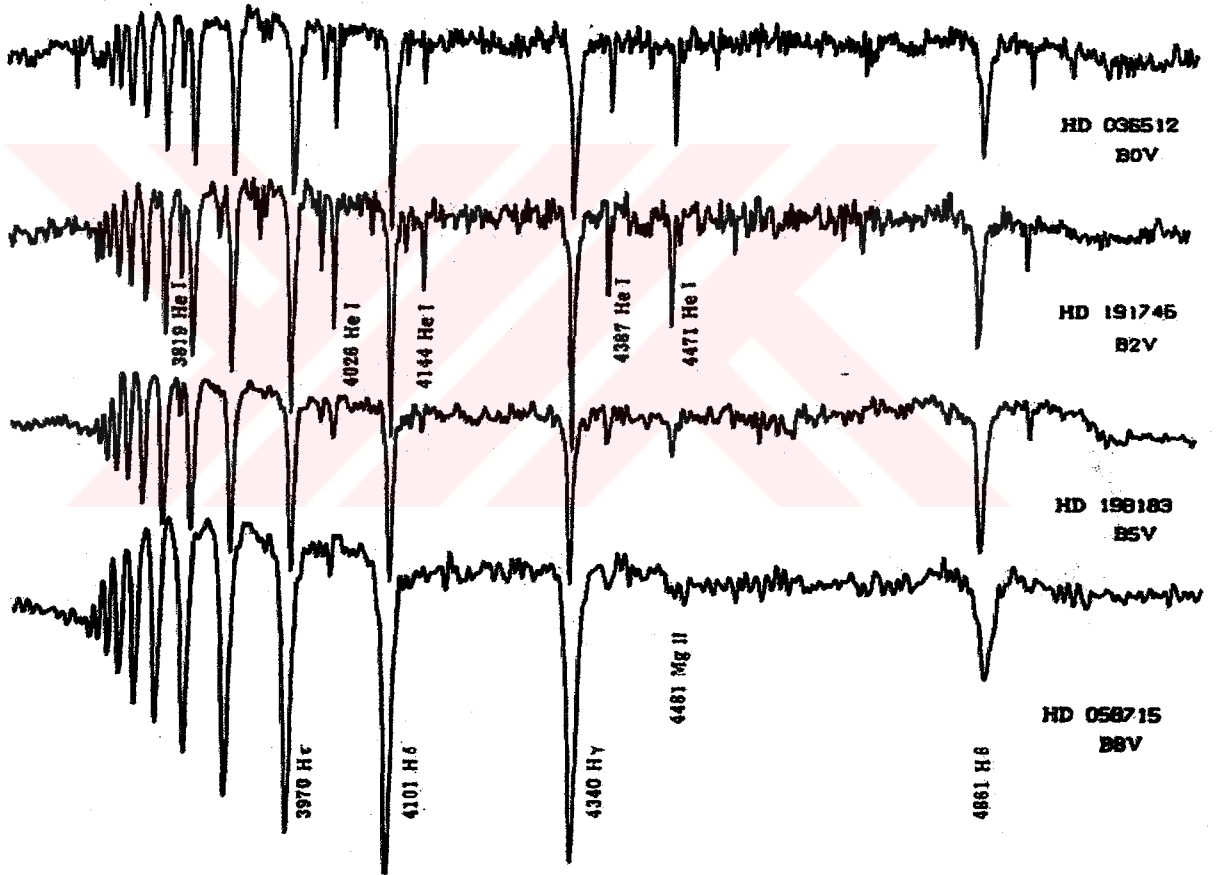


Şekil I.1.: Spektrel sınıf-ışınım gücü bağıntısını gösteren bir HR diyagramı.

Morgan ve Keenan tarafından, B spektrel sınıflarını saptamak için B0'dan B9'a kadar bir standart yıldız listesi yayınlanmıştır [3]. Düşük ayırma güçlü spektrumlarda He II çizgileri de görüldüğünde bu yıldızlar O tipi olmakta; sadece B0-B0.5 tipinde He II  $\lambda 4686$  görülmektedir. He I çizgileri çok zayıf olduğu veya hiç olmadığı ama H I çizgileri kuvvetli olduğunda A tipi olmaktadır. O II, N II, Si II, Si IV ve Mg II'nin bazı çizgileri alt sınıfları belirlemektedir.

### I.1. Normal B Yıldızlarının Genel Özellikleri

Bir normal B tipi yıldız, spektrumunda kuvvetli nötral Helyum çizgileri veren ve hiçbir zaman iyonize He göstermeyen yapıdadır. A sınıfına gidildikçe de bu nötr He çizgileri kaybolacaktır.



Şekil I.1.1.: B tipi yıldızların spektrumları [4].

Söz konusu durum Şekil I.1.1'de açıkça görülmekte ve B0'dan B8'e giderken Hidrojen'in Balmer çizgilerinin şiddetlenişi de ayrıca belirtilmektedir. He I'in en şiddetli olduğu alt sınıf B2'dir. B0'dan A0'a değin karakteristik bazı çizgilerin şiddet miktarı Tablo I.1.1'de görülmektedir [5]. Ayrıca Tablo I.1.2'de  $\lambda 3500-4800$  aralığında B0-A0 spektrel sınıf aralığı için gözlenebilen çizgiler verilmiştir.

**Tablo I.1.1.:** Cüce yıldızlardaki bazı güçlü çizgilerin eşdeğer genişlikleri.

	H I $\lambda 6562$	H I $\lambda 4340$	H I $\lambda 4860$	He I $\lambda 4026$	He I $\lambda 4471$	Mg II $\lambda 4481$	C II $\lambda 4267$
B0	3.5	3.5	3.8	1.0	1.0	0.1	0.1
B2	5	5.1	6.0	1.5	1.4	0.2	0.2
B5	6	6.7	7.5	0.8	0.8	0.3	0.2
B8	8	10.0	10.0	0.3	0.3	0.4	0.1
A0	10	13.6	14.0	0.1	0.1	0.4	

**Tablo I.1.2.:** B tipi spektrumun  $\lambda 3500-4800$  bölgesinde görülebilen çizgiler.

B0 – B2	H, He I,	C II,	C III,	N II,	N III,	O II,	Si III,	Si IV,
B2 – B5	H, He I,	C II,	Mg II,	Si II,				
B5 – A0	H, He I,	Mg II,	(Si II),					
A0	H, Mg II,							

Tablo I.1.2'ye dikkat edilecek olursa gözlenebilen karakteristik çizgi sayısı A0'a doğru giderek azalır. Bu sınıfların belirlenmesinde He I, Si II ve Mg II çizgilerinin şiddet oranı kullanılmaktadır. Bu miktarlar ise Tablo I.1.3'de gösterilmiştir.

**Tablo I.1.3.:** B yıldızlarında spektrel tipi belirlemek için kullanılan çizgi oranlarının listesi.

Si III	$\lambda 4552 / \text{Si IV } \lambda 4089$	B0 – B2 için
Si II	$\lambda 4128-30 / \text{He I } \lambda 4121$	B3 için
Si II	$\lambda 4128-30 / \text{He I } \lambda 4144$	B5 – B8 için
Mg II	$\lambda 4481 / \text{He I } \lambda 4471$	B8 – B9 için

MK sınıflamasına göre B tipi yıldızlar için 12 tane alt sınıf saptanmıştır. B tipi yıldızlar hızlı dönen yıldızlar olduğu için, zayıf çizgiler bu dönemde otürü sürekli spektrum içinde koybolurlar ya da tanınmaz olurlar. Bunu önlemek için yavaş dönen B tipi yıldızlar seçilir ve yüksek ayırma güçlü spektrumlar kullanılır. Böylece çok sayıda çizgi elde edilir ancak bu çizgilerin hata yapılmadan tanısı yapılabilmesidir. Böylece elde edilecek karakteristik çizgiler, alt sınıfların elde edilmesinde kullanılır.

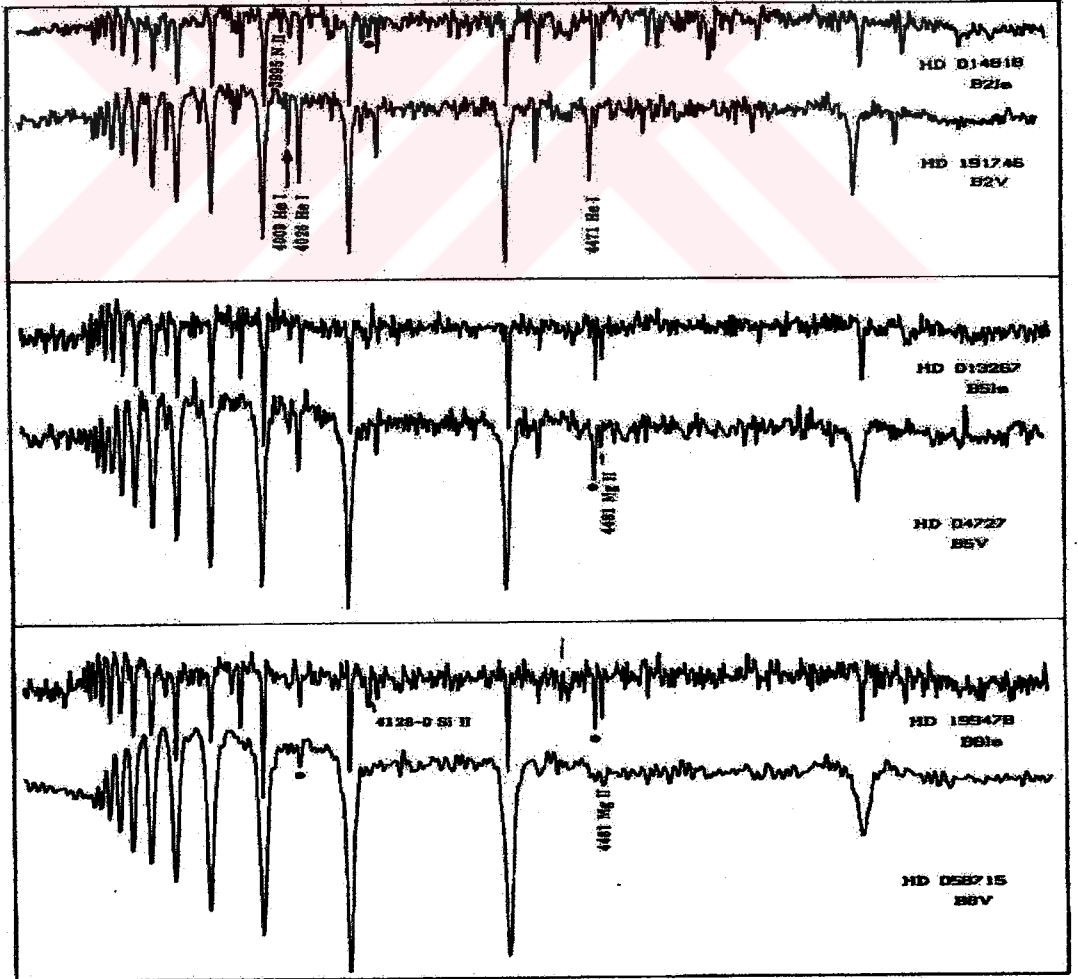
O7 - B2 sınıfları arasında yer alan yıldızlar "OB" yıldızları adını alır. Bunlarda H ve He çizgileri spektrumda görülür. He I çizgilerinin zayıf olanlarına ise "OB" adı verilmiştir ve B3 - B5 aralığındadır. B5 - A2 arasında sadece Hidrojen çizgileri görünür. A2'ye gidildikçe de şiddet artar.

Erken tip B yıldızlarında çok sayıda çizgi görülür ve bunlar içinde N II 3995 / He I 4009 oranı hesaplandığında N II'nin normal ana kol yıldızlarının şiddetinden daha fazla, He I 4121 / He I 4144 oranında ise  $\lambda 4144$ 'ün zayıf olduğu görülür. B0 - B6 arasındaki sınıflar için temel ışım gücü kriterleri Tablo I.1.4'de görülmektedir.

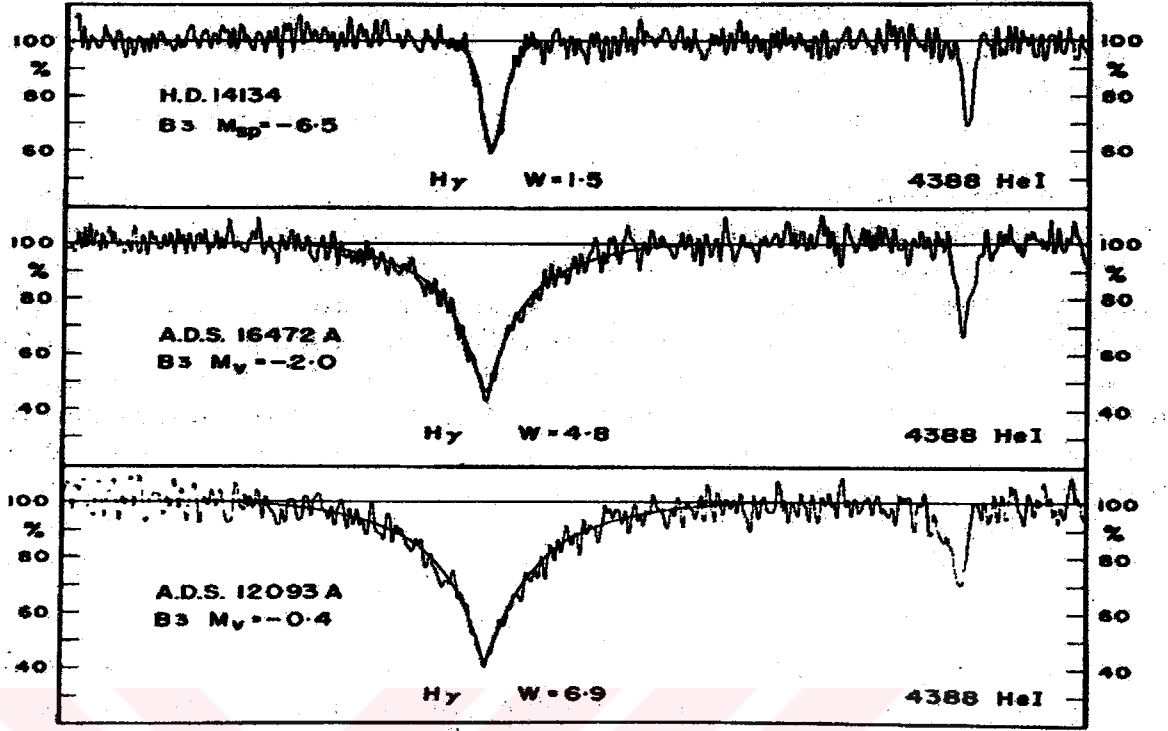
**Tablo I.1.4.:** B tipi yıldızlardaki ışım gücü kriteri. + işareti oranın ışım gücü ile arttığını gösterir ; "pozitif ışım gücü etkisi".

B0 :	$\frac{\lambda 4119}{\lambda 4144} = \frac{I(\text{SiIV} + \text{HeI})}{I(\text{HeI})} +$
B2 :	$\frac{\lambda 3995}{\lambda 4009} = \frac{I(\text{NII})}{I(\text{HeI})} + \frac{\lambda 4121}{\lambda 4144} = \frac{I(\text{HeI})}{I(\text{HeI})} +$
B5 :	$\frac{\lambda 4481}{\lambda 4471} = \frac{I(\text{MgII})}{I(\text{HeI})} +$
B6 - B9 :	Balmer çizgi profilleri

Bu tabloya ait karakteristik çizgileri ise Şekil I.1.2'de görmek mümkündür.



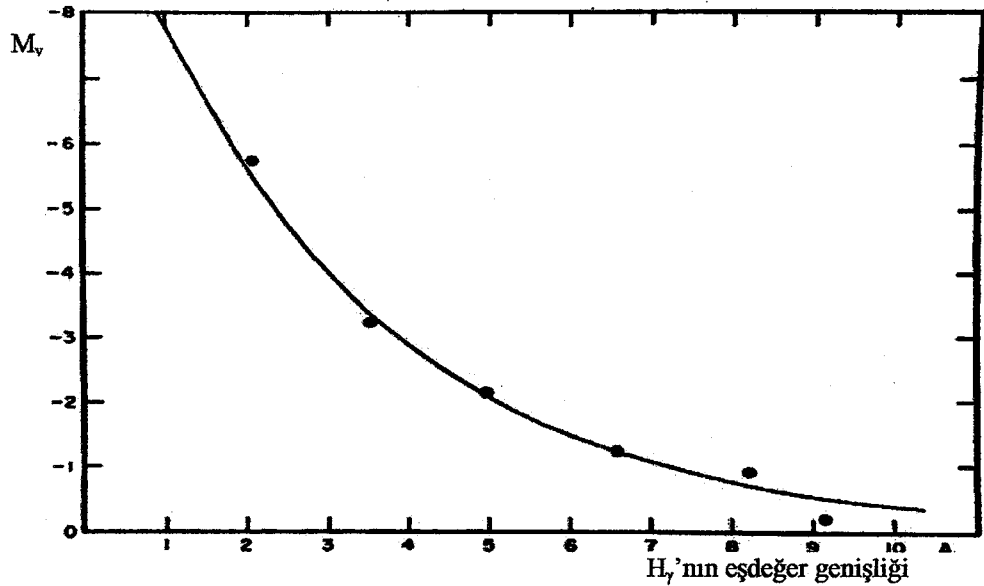
Şekil I.1.2.: B tipi yıldızlarda ışım gücü etkileri.



Şekil I.1.3.: Üç B tipi yıldızın  $H_\gamma$  çizgi profilleri.

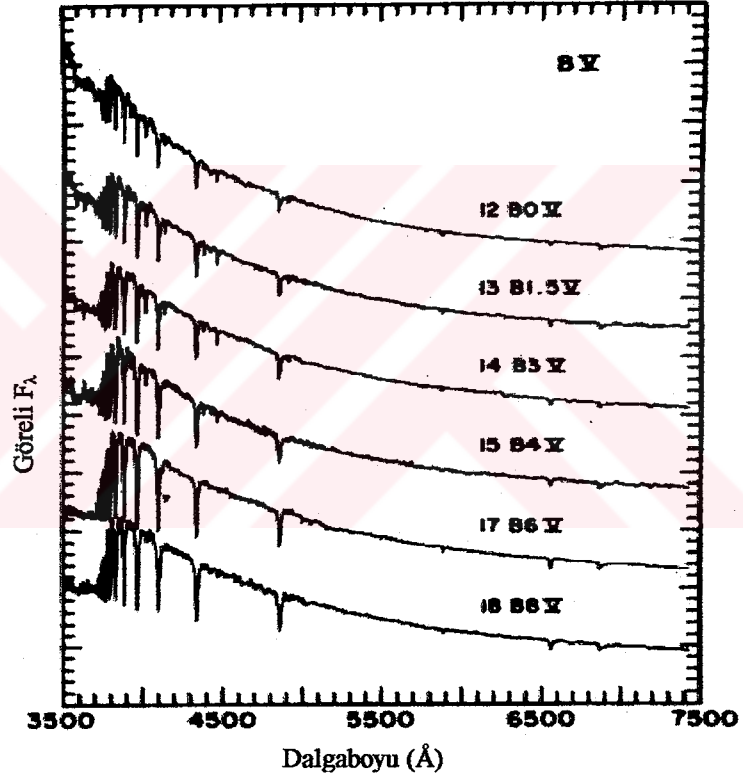
Hidrojen çizgilerinin ışınımgücü sınıfları ile bağlantılı olması ise ayrı bir kriterdir. Şekil I.1.3, aynı spektrel sınıftan fakat farklı ışınımgücü sınıfından üç yıldızın  $H_\gamma$  profillerini göstermektedir. Değişim açık biçimde görülmektedir.

Bu düşünce daha sonra çok sayıda yıldızın uygulanmış ve  $H_\gamma$  'ların eşdeğer genişliği ile mutlak parlaklık arasında düzgün bir bağıntı elde edilmiştir [6]. Aşağıdaki Şekil I.4.1 bunu göstermektedir.



Şekil I.1.4.: Mutlak parlaklık  $H_\gamma$  'nın eşdeğer genişliğinin bir fonksiyonudur.

Balmer çizgileri görsel bölge spektrumuna sahip yıldızlar için son derece önemlidir. Spektruma ait sürekliliğin iyi çizilmesi durumunda ölçülecek  $H_\gamma$  eşdeğer genişlikleri, spektral sınıf kriteri olarak kullanılabilir. Ancak spektrumda emisyon çizgileri olması ya da  $H_\gamma$  civarında kuvvetli absorpsiyon çizgilerinin olması bir dezavantaj olabilmektedir. Erken tip yıldızlarda  $H_\gamma$  civarında bu kuvvetli çizgilere rastlanır, geç tiplere gittikçe daha rahat  $H_\gamma$  ölçümleri yapılabilir. Ancak Balmer çizgileri için şiddetin artışı  $A2'$ 'ye değin sürer, bundan sonra azalır. O halde süreklilik ve  $H_\gamma$  ölçümleri dikkatlice yapılmalıdır. Bir görsel bölge spektrumunu kısa dalga boyuna doğru incelersek, Balmer çizgilerinin giderek sıklaştığını ve  $3647\text{\AA}$  dalgaboyunda bu olayın üst boyuta ulaştığını görürüz. Bu dalgaboyunun uzun dalgaboyu tarafında spektrum çizgileri rahatça gözlenirken, kısa dalgaboyu tarafında süreklilik aniden düşer. Şekil I.1.5, B0 - B8 arasındaki yıldızlara ait spektrumlarda Balmer süreksizliğini ve geç tiplere doğru gittikçe süreksizliğin arttığını göstermektedir.



Şekil I.1.5.: B tipi cüce yıldızların şiddet görüntüleri [7].

Dev ve cüce olarak ele alıp spektrumlarına bakarsak, devlerde Balmer çizgileri cücelere kıyasla daha keskindir. Bu nedenle kısa dalgaboyuna doğru gidildikçe devlerin  $H_\gamma$  çizgilerini görmek ve saymak daha kolaydır. Bir üst dev için  $H$  çizgi sayısı  $n=24$ , bir dev için  $n=18$  ve bir cüce için  $n=14$ 'dür. Böylece bir ayırma kriteri elde edilmiştir. Ancak bu spektrumun ayırma gücüne bağlıdır.

Kızılötesi bölgede inceleme yaparsak, Hidrojen'in Paschen serisi çizgileri hakimdir. Bunlara ek olarak bazı kuvvetli metal çizgileri de gözlenir.



**Tablo I.1.5.:** B yıldızlarının yakın kızılötesindeki çizgileri.

$\lambda$ (Å)	Element	$\lambda$ (Å)	H (Paschen serisi)
7065	He I	8204	Paschen süreksizliği
7772	O I	8545	
8446	O I	8665	P13
8498	Ca II	8860	11
8542	Ca II	9015	10
8662	Ca II	9229	9
8680	NI	9546	8
10830	He I	10049	7

Tablo I.1.5 bu özellikleri göstermektedir. Paschen serisi çizgileri geç tip B yıldızlarına değin şiddetlenir. He I çizgisi B2'de maksimum değerini alır. Ca II'nin üçlü çizgileri ise A'ya değin şiddetlenir.

Morötesi bölgeye bakarsak  $\lambda$  1150-3000Å aralığında göreceğimiz özellikler, Yerkes sınıflamasının yapıldığı 3600-4800Å aralığı ile aynı yapıdadır. Son yıllarda yapıları IUE gözlemleri ile B yıldızlarının UV bölgesine ait karakteristikleri Tablo I.1.6 ve I.1.7'de verilmiştir [8].

**Tablo I.1.6.:** B tipi yıldızların bazı çizgi karakteristikleri.

$\lambda$ (Å)	Element	Özellikler
1175	C II	B1'de maksimum, B6'da $L_{\alpha}$ 'nın kanadında yok olur.
1216	$L_{\alpha}$	Yıldızlararası koşullardan etkilenmediği sürece; çizginin yarı genişliği O9'da 10Å'dan B8'de 100Å'a kadar monoton olarak artar.
1265	Si II	B1'den B9'a kadar bir artış gözlenir.
1300		Si III ve Si II blend haldedir; geç tip yıldızlarda Si II hakimdir, B2 ile B8 arasında görülür.
1336	C II	B8'de maksimumdur.
1400		Si IV'ün $\lambda$ 1349 ve $\lambda$ 1403 çizgileri blend haldedir; B1'de maksimum, B8'de kaybolur.
1465		C III'den ayrı olarak tanımlanamaz; B2 civarında görülür,geç tiplere doğru artar.
1548	C IV	O tipi yıldızlarda kuvvetli, cücelerde B2'de kaybolur.

**Tablo I.1.7.:** B tipi yıldızlarda ışınmgücü etkisini gösteren çizgiler.

$\lambda$ (Å)	Özellikler
1400	Si IV'ün $\lambda$ 1394 ve $\lambda$ 1403 çizgileri blend haldedir; pozitif ışınım gücü etkisine sahiptir ve B5'e kadar olan süperdevler için kullanılabilir.
1548	C IV; pozitif ışınım gücü etkisine sahiptir, cücelerde B2'de kaybolduğundan ara tip B yıldızlarında görülmesi bir süperdevi işaret eder.
1608	
1622	Fe II; en kuvvetli çizgi $\lambda$ 1708,
1629	bu dört çizgi B tipi süperdevlerde artar ve sıcaklıkla küçük değişimler gösterir.
1640	
1723	Al II; pozitif ışınım gücü etkisine sahiptir, üç çizginin blend halidir.
1855	Al III; $\lambda$ 1862 Al II + Al III ile blend haldedir.
1891	Fe III
1926	Fe III
1967	Fe III; birçok çizginin blend halidir.

Dönme özelliği bir çok B tipi yıldız için hala bir bilmece durumundadır, çünkü hızlı dönmeden kaynaklanan çizgi genişlemesi çok sayıda çizginin tanınmasını engellemektedir. B0 – A0 arasında cüce, dev ve süperdevlere ait dönme hızları Tablo I.1.8'de görülmektedir.

**Tablo I.1.8.:** B tipi yıldızlarda dönme:  $\overline{V \sin i}$  (km/s), [4],[9].

	V	III	I
B0	154	180	88
B2	146		
B5	184	57	40
B8	173	55	
A0	119	22	

Radyal hız ölçümleri sonucu B tipi yıldızların düşük hız değerleri verdiği saptanmıştır. Radyal hız ölçümü yapılabilen B tipi yıldızların sadece %5'inde 36 km/s 'den büyük hız saptanabilmiştir.

Çift yıldız olma oranları 1947'den bu yana araştırılmaktadır. Spektroskopik çift yıldız olma durumları %40 civarındadır.

Manyetik alan ölçümü sonucu B tipi yıldızlarda bu etkinin olmadığı ortaya konmuştur. Ancak özel B tipi yıldızlarda bu etki görülmektedir.

B yıldızlarının sayısı incelendiğinde farklı parlaklıklara göre geniş bir saçılma elde edilmiştir ve erken tip B'lerin geç tiplere kıyasla çok az olduğu saptanmıştır. Tabii ki burada seçim hatası olma olasılığı da vardır.

## I.2. Be Yıldızları

Bu tip B yıldızları spektrumlarındaki Balmer çizgilerinden hiç olmazsa bir tanesinde emisyon vermektedir. Bu emisyonların şiddetini incelediğimizde  $H_{\alpha}$ 'da en kuvvetli olmakta ve  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,... şeklinde giderek azalmaktadır.

Be yıldızlarının dönme hızlarının yüksek olması nedeniyle emisyon çizgisini belirlemek zaman zaman güç olabilir, çünkü çizgiler genişlemiştir. Parlak Be yıldızlarının sınıflandırılması en kapsamlı biçimde Jaschek ve ark. (1980) ve Slettaback (1982) çalışmaları ile yapılmıştır [10], [11].

Be yıldızlarının, B yıldızlarına göre hangi oranda buldukları incelenmiş ve Tablo I.2.1'dan görüldüğü gibi en çok B2 civarında toplandığı saptanmıştır. Tüm B yıldızlarının yaklaşık %11'i Be olmaktadır.

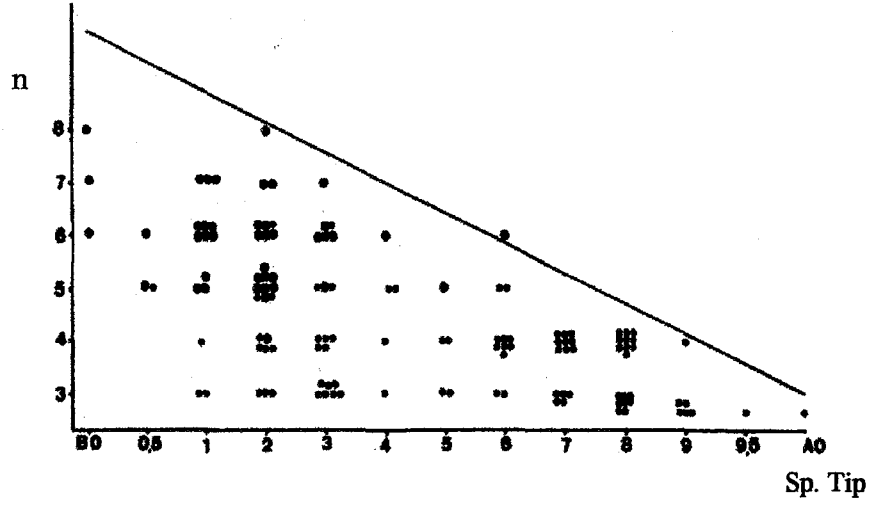
**Tablo I.2.1.: B tipi yıldızlara göre Be'lerin oranı [12].**

Sp. tip	Oran
O8 – O9.5	6
B0 – 1	13
B1.5 – 2.5	18
B3	10
B4 – 5	15
B6 – 7	12
B8	7
B9	4
B9.5	3
A0 – A1	1

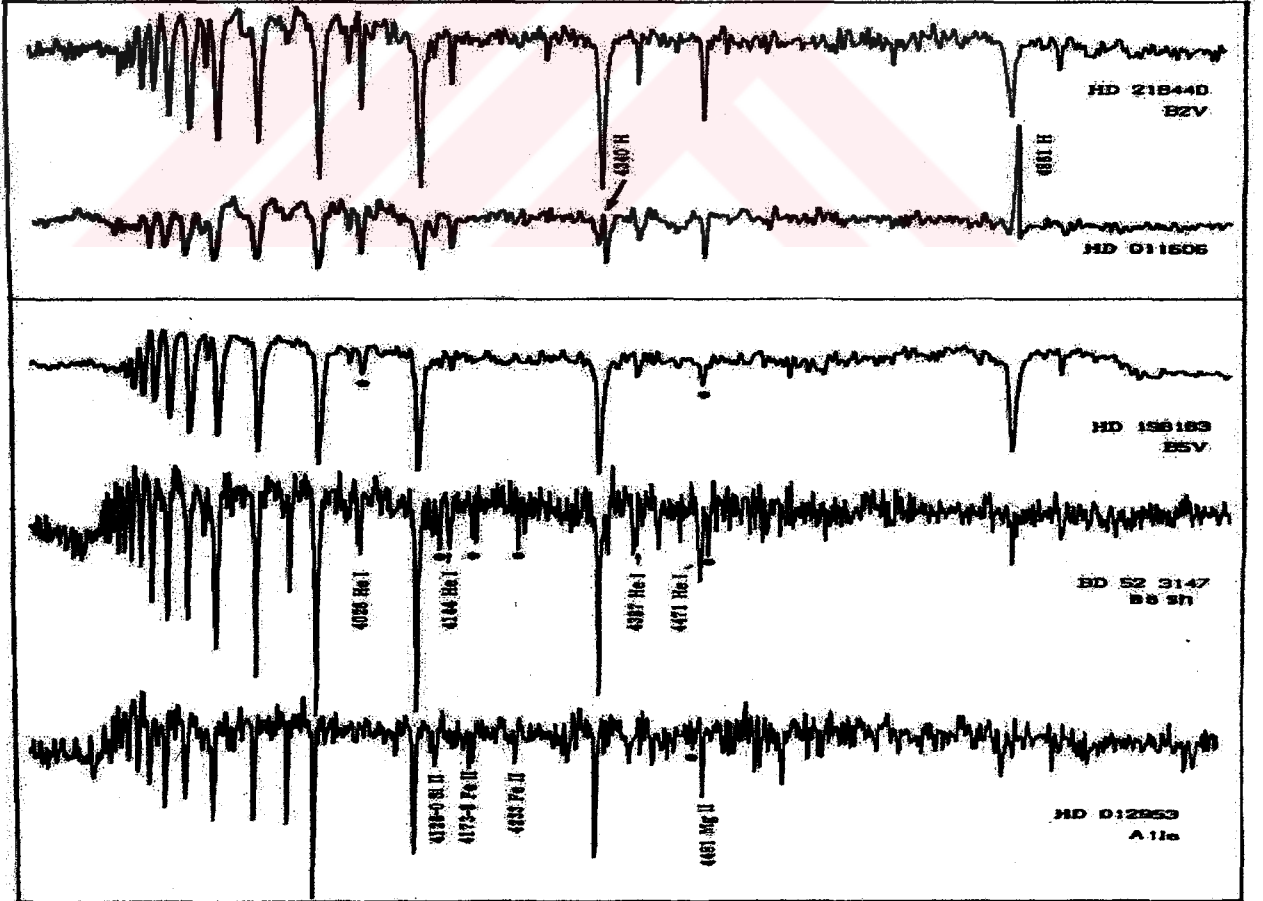
Be'lerin sınıflandırılması incelenirken elde edilen ilginç sonuçlardan birisi bunların Balmer çizgilerindeki emisyonun, spektrel sınıf ile ilgisinin bulunmasıdır. Emisyonun görüldüğü en büyük Balmer çizgisine ait kuantum sayısı, geç spektrel sınıflara doğru düşmektedir (Şekil I.2.1). Yani istatistik olarak geç tip Be yıldızları sadece  $H_{\alpha}$ 'da emisyon göstereceklerdir. Be yıldızlarının bu emisyon özelliği değişik çizgi profilleri olarak da karşımıza çıkmaktadır.

Balmer çizgileri dışında tamamen helyum ve demir çizgileri de emisyon olarak görülmürlür. He I 5876, erken tip Be'lerde ortaya çıkar. Fe II'nin bazı çizgileri ise

spektrumun kırmızı tarafında ortaya çıkar. Normal olarak bu çizgiler B0 - B5 sınıfları arasında görülürler.



Şekil I.2.1.: Spektrel tipin bir fonksiyonu olarak emisyonunda görünen en büyük Balmer çizgisinin baş kuantum sayısı [10].

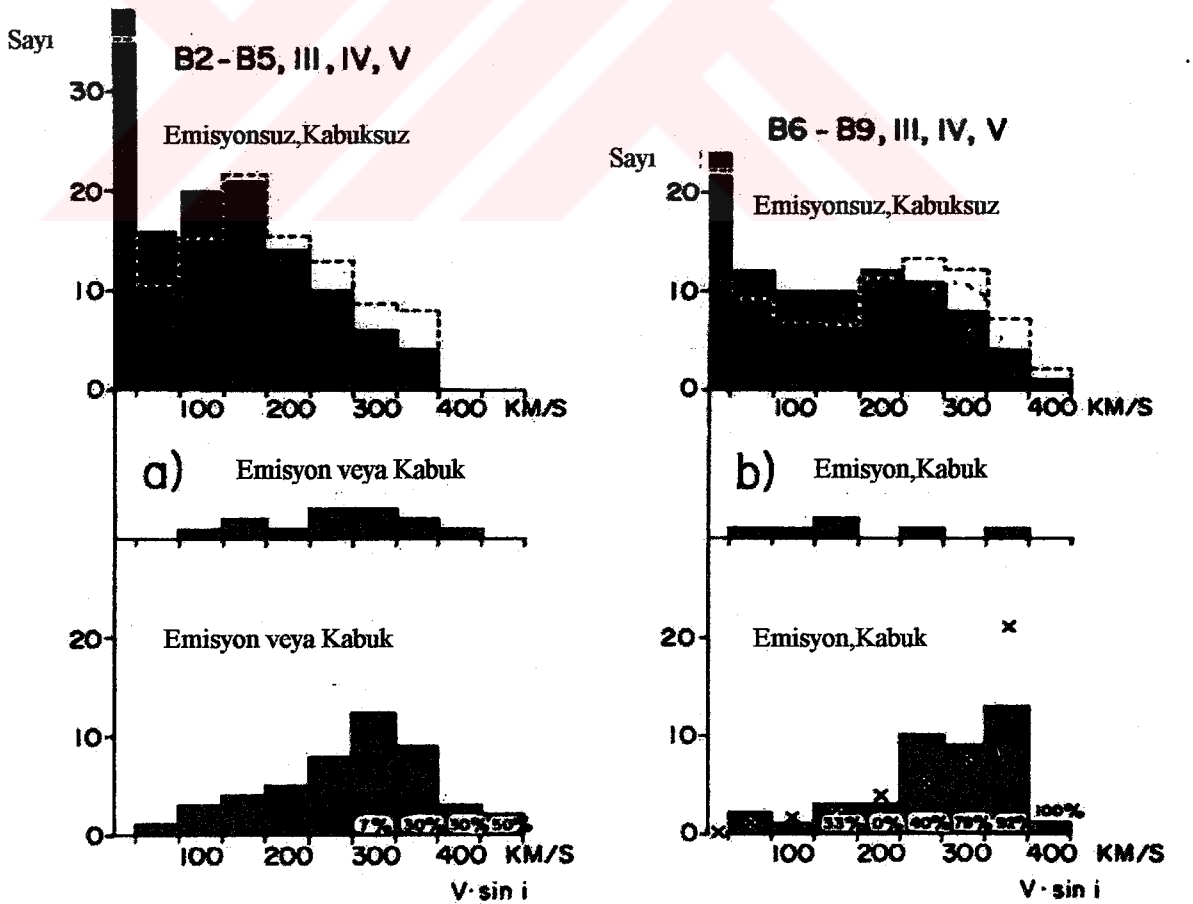


Şekil I.2.2.: Be ve kabuklu yıldızlar [13].

1930 yılında Struve tarafından Be yıldızlarına “kabuklu = shell” adı da verilmiştir. Ancak bu tanım hatalıdır [4]. Bir ‘B tipi kabuklu yıldız’ Be yıldızdır ancak bunu karakterize eden özellikler Şekil I.2.2’den görüldüğü gibi keskin absorpsiyon çizgileridir. Genellikle bu dar ve kuvvetli absorpsiyon çizgileri Balmer çizgilerinde görülür.

Genel olarak eğer B4 - B5’den geç sınıflara gidersek, Fe II, T II, Cr II,... gibi elementlerin dar çizgilerini görürüz. Şekil I.2.2’de bir üst dev spektrumu verilmiştir. Bu spektrumda çok sayıda çizgi görülmektedir. Ancak bunlar o denli iç içe girmişlerdir ki tanısını yapmak çok zordur. Bir ana kol yıldız spektrumu ile kıyaslandığında durum çok farklıdır. “B5 Sh” spektrumu da buna benzemektedir. Üst dev ile “B5 Sh” yıldızının spektrumlarındaki en görülür fark, Mg II 4481 ve Si II 4128 - 4130 çizgileridir. Üst devde belirgin, “B5 Sh” de ise zayıf ya da yoktur.

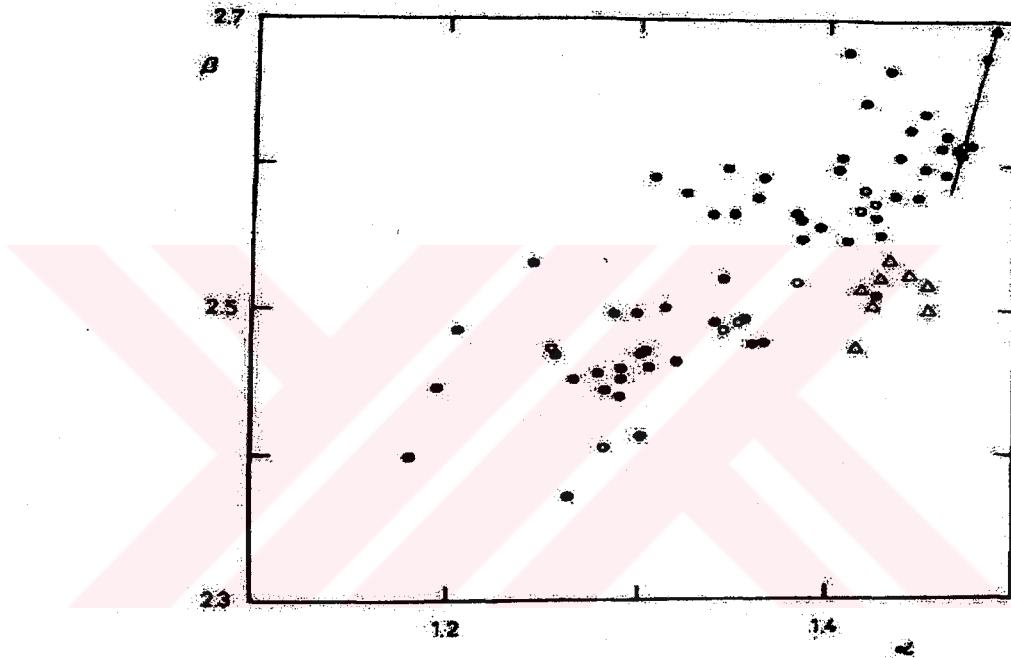
Be yıldızlarının kızılötesine bakacak olursak Paschen serisinin çizgileri görülür. Erken tip Be’lerde emisyon, geç tip Be’lerde ise absorpsiyon olarak görülür. Ayrıca O I 7774 çizgisi absorpsiyon olarak bulunur. Emisyon olarak ortaya çıktığında Fe II 7712 ile blendir. O I 8446, erken tip Be’lerde emisyon halindedir. Ca II 8498, 5542 ve 8662 üçlüsü vardır ancak Paschen serisi çizgilerinden ayırmak oldukça güçtür. Be’lerde dönme, çizgilerin geniş olmasından anlaşıldığı gibi hızlıdır.



Şekil I.2.3.: Normal ve emisyon çizgili yıldızlar için  $V \sin i$ , [14].

Şekil I.2.3'den görüldüğü gibi Be ve normal B yıldızlarının dönme hızları belirgin biçimde ayrılmaktadır. Be'ler istatistik olarak daha hızlı dönmektedirler. Kesin olmamakla birlikte hızlı dönme B'den Be'ye geçiş olarak düşünülmektedir.

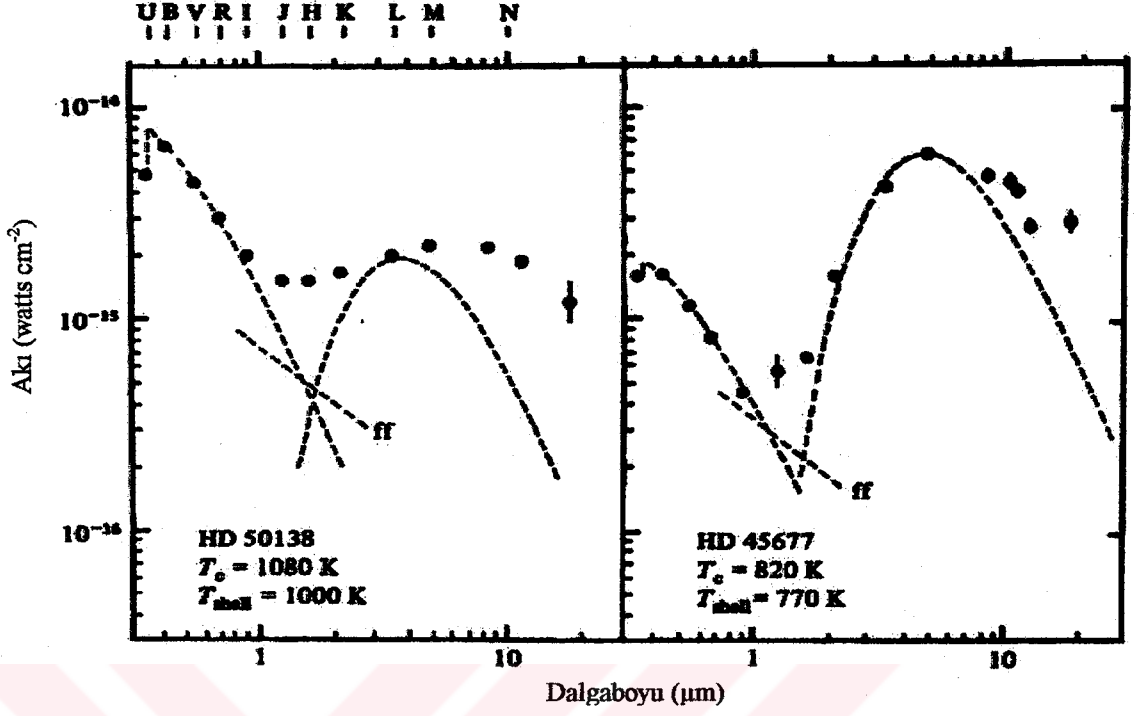
Fotometrik olarak Be yıldızlarının incelenmesi dar bant fotometresi ile yapılmıştır. Bunun için izlenen yol, Balmer çizgilerinin bant merkezi olarak seçilip ölçüm yapılmasıdır. Önceleri sadece  $H_{\beta}$  ölçülmüş ancak  $H_{\beta}$  emisyon çizgisinin zayıflaması ve geniş absorpsiyon ile üst üste binmesi sonucu ölçülerde yanılma olacağı düşünülmüş diğer Balmer çizgileri de ölçülmeye başlanmıştır. Şekil I.2.4'de  $H_{\alpha}$  ve  $H_{\beta}$  ölçümleri görülmektedir.



Şekil I.2.4.:  $H_{\alpha}$  ve  $H_{\beta}$  dar bant fotometrileri arasındaki ilişki. Noktalar cüceleri; daireler devleri ve üçgenler süperdevleri temsil etmektedir.

Düz çizgi normal yıldızları göstermektedir. Bu durumda emisyon çizgili yıldızlar kesin biçimde ayrılmaktadır. Bunun için, araştırmalar dikkatlice yapılırsa Be yıldızı saptamada bu grafik bir kriter olarak kullanılabilir.

Daha uzun dalgalarda yapılan fotometrik çalışmalar da önemli sonuçlar vermiştir. Aynı spektrel sınıftan normal yıldızlarla kıyaslandığında Be'lerin kızılötesi artışı gösterdiği saptanmıştır. Bu artık,  $1 \mu\text{m}$  dalgalarda başlayıp uzun tarafa doğru artmaktadır.



Şekil I.2.5.: İki Be yıldızındaki enerji dağılımı [15].

Şekil I.2.5, 0,3 - 11 $\mu$ m dalgaboyu aralığında iki Be yıldızının ışınımının ölçümünü göstermektedir. Noktalar gözlem sonuçlarını, kesik çizgiler ise kuramsal olarak yapılan hesap sonuçlarını ifade etmektedir. Bu şekillere göre Be'lere ait akı, normal yıldız akısını ifade eden kuramsal değerlerin altına düşmemekte yani bir akı fazlalığı göstermektedir. Bunun anlamı, yıldız civarındaki soğuk toz bulutlarının, yıldız akısını absorplama ya da saçma yoluyla daha uzun dalgaboyunda yeniden yayılmasıdır.

Bu olayı kullanarak normal yıldızlarla, "soğuk toz kabuklu" yıldızları ayırmak olası olmaktadır.

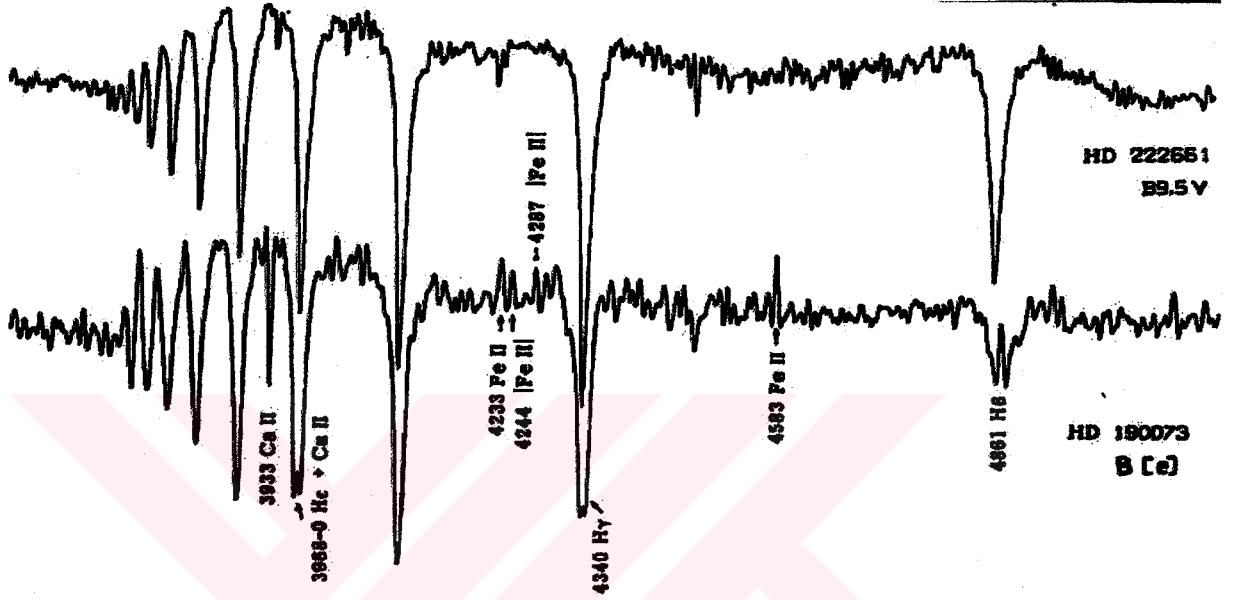
Be'lerin çift yıldız olma konusu henüz bir açıklık kazanmamıştır. Dönme hızlarının büyük olması, çizgilerden radyal hız ölçümünü güçleştirmekte bu durumda da spektroskopik çift olup olmadıkları anlaşılamamaktadır. Bir görüşe göre tüm Be'ler yakın çift yıldızlardır. Ancak bu görüş kesinlik kazanmamıştır.

Kümelere bulunma durumları incelenmiş ve 566 tane Be'nin 29 tane genç kümede varlığı saptanmıştır [4].

Be yıldızlarının toplu olarak gösterildiği kataloglar yapılmıştır. Ancak yeni olarak elde edilen Be'lerde bu sayı artmaktadır.

### I.3. B[e] Yıldızları

Bunlar spektrumlarında “yasak = izinsiz emisyon çizgileri” gösteren Be yıldızlarıdır. Bunlar çok uzun zamandan bu yana bilinmekte ancak parlaklıkları çok az olduğundan ( $m > 10^m$ ) yeterli gözlem yapıp çalışılmamaktadır.



Şekil I.3.1.: Geç B tipi bir B[e] yıldızının spektrumunun karşılaştırılması [16].

Şekil I.3.1’den görüldüğü gibi en belirgin izinsiz çizgiler [Fe II] ve [O I]’dir. [Fe II] 4244 Å, 4287 Å çizgileri normal cüce B yıldızlarında yok, B[e]’de ise belirgindir. Bu yıldızlara ait “izinsiz çizgi” kriteri ise Tablo I.3.1’de verilmiştir.

Tablo I.3.1: B[e] yıldızlarında emisyonda bulunan izinsiz çizgiler.

Element	Önemli Çizgiler
[Fe II]	$\lambda 4244, \lambda 4287, \lambda 4415, \lambda 5273, \lambda 7155$
[O I]	$\lambda 6300, \lambda 6363$
[N II]	$\lambda 5755, \lambda 6584$
[S II]	$\lambda 4068, \lambda 6717, \lambda 6730$
[O II]	$\lambda 7320, \lambda 7330$

Bazen bu yıldızlarda [Fe II] ve Fe II çizgileri birlikte de görülmektedir. Bu yıldızlarla ilgili ayrıntılı çalışma Swings tarafından verilmiştir [16].



#### I.4. CNO Yıldızları

Bir CNO yıldızı geç O tipi ya da erken B tipi (O8 – B4) aralığında bulunan ancak spektrumunda C, N ve O elementleri normal yıldızlara kıyasla daha zayıf ya da daha şiddetli olan yıldızlardır. Bu yıldızlar C, N, O çizgilerine göre belirleneceği için, yüksek ayırma güçlü spektrumlar kullanılmaktadır. 100 Å/mm civarındaki spektrumda birçok C, N, O çizgisi blent olarak kaybolur. Bu nedenle 40 – 60 Å/mm ayırma gücünün altına inmemek gerekir.

Bunlar üstdevlerde zayıf CNO, cücelerde kuvvetli CNO çizgileri olarak kolayca saptanırlar; ancak diğer ışınım gücü sınıflarında incelemeler zordur. Bu durumda helyum ve silisyum çizgileri kullanılabilir. Ayrıca B0'da O III, B1'de O II, B2'de ise N II maksimum şiddete ulaşır.

Uzun yıllardır yapılan çalışmalar sonucu çok sayıda gözlemci çok sayıda CNO belirlemiş ancak Walborn 1976 yılında yaptığı bir çalışmada 60 Å/mm ayırma gücünde alınmış ve CNO olarak bulunmuş yıldızların 100 Å/mm 'de normal spektrum gösterdiklerini saptamıştır [17]. Bu sonuç son derece tehlikelidir. Ayırma gücü farklığı yanlışlığı yaratmaktadır. Bu sonuçtan sonra daima yüksek ayırma güçlü spektrumlar kullanılmaya başlanmıştır.

Walborn bu yıldızları iki alt gruba ayırmıştır:

- a) OBN yıldızları : Yüksek N, düşük C ve/veya O gösterenler;
- b) OBC yıldızları : Yüksek C, düşük N ve/veya O gösterenler.

Buradaki OB, bu yıldızların gerçek (O8 – B4) aralığını yansıtmaktadır.

Çift yıldız olma durumları incelenen CNO yıldızları için OBN grubundakilerin %50'sinin spektroskopik çift olduğu belirlenmiş; buna karşın OBC'lerin hiçbirinde bu özellik saptanamamıştır. Bunu fiziksel açıklamasını yapmak mümkün olmamaktadır. Ancak incelenen tüm OBC'ler üstdevdir ve üstdevlerin çift olması cücelere kıyasla son derece az olduğundan bunun bir "seçim etkisi" olduğu düşünülmektedir.

Şimdiye değin CNO olduğuna kesin gözüyle bakılabilen 50 yıldız saptanmıştır. O8 – B4 aralığındaki yıldızların %5'i düzeyinde olmaktadır.

### I.5. Anormal Helyumlu Yıldızlar

B tipi bazı yıldızlarda Helyum çizgileri ya çok kuvvetli ya da çok zayıf olmaktadır. Bu tanıma göre bu yıldızlara kuvvetli He çizgili ya da zayıf He çizgili yıldızlar denir. Birlikte anormal He'lu yıldızlar olarak adlandırılırlar.

Kuvvetli He yıldızlarında He I çizgileri çok şiddetli görülürler, bunlar Hidrojen'in Balmer çizgilerinden bile kuvvetli olabilmektedirler. Bu durumdaki yıldızlara zayıf Hidrojen'li (= H poor ); çok kuvvetli Helyumlu (= extreme He ) yıldızlar adı verilir. Eğer Helyum ve Hidrojen çizgileri kıyaslanabilir şiddette iseler, bu kez kuvvetli Helyumlu (= He strong ) yıldızları adı verilir.

Kuvvetli He'lu yıldızların spektrumunu incelersek H çizgilerini görürüz ancak şiddet olarak He I çizgilerinden çok zayıftırlar. Örneğin He I 4471, H I 4340'dan daha kuvvetlidir. He I'in tüm serileri morötesine değin gözlenebilir. Si, O, N ve bazen S ve Al çizgileri de görülür ve şiddetleri (B0 – B3) aralığındaki erken tip cüce yıldızların çizgi şiddetindedir [18].

Zayıf Helyum yıldızlarında, Helyum çizgileri normal yıldızların He çizgilerine kıyasla çok zayıftır. He çizgilerinin böyle zayıf oluşu nedeniyle bunlar olmaları gereken sınıftan daha geç sınıfların üyeleri olarak sınıflandırılırlar. Bu nedenle sınıflandırılmaları zordur. Yüksek ayırma güçlü spektrumlar yardımıyla bu yıldızlar belirlenir. Bu yüksek ayırma güçlü spektrumlar sayesinde He dışında başka elementlere ait çizgiler de belirlenebilir. Bunlar da spektrel sınıf belirleme kriteri olarak kullanılır.

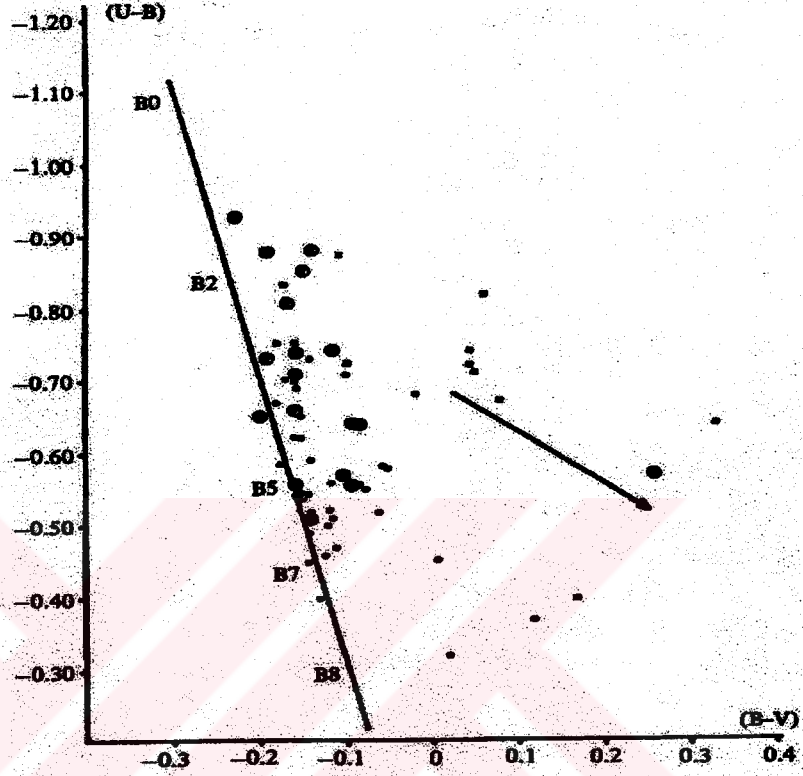
Zayıf He'lu yıldızlar B2 – B7 spektrel sınıf aralığında yer alırlar. Ancak geç sınıflara doğru bir yığılma söz konusudur.

İlk olarak 1969 yılında Keenan ve arkadaşları tarafından belirlenen HD 191980 numaralı yıldız bu sınıfın bir örneği olmuştur. Bu yıldızın spektrumunda Balmer çizgileri B5 sınıfına, C II çizgileri B3 sınıfına, He I 4471 / Mg II 4481 oranının değeri ise B8 sınıfına karşılık gelmektedir [19].

Değişken He'lu yıldızlar ise ilk iki grup He'lu yıldızlardan farklı olarak periyodik olarak He çizgilerinde değişim gösterirler. Buna en iyi örnek Jaschek ve arkadaşları tarafından 1968 yılında belirlenen HD 125823'dür. Bu yıldızın spektrumları B2 ile B9 sınıfındaki Helyum çizgilerinin şiddeti olarak periyodik olarak değişir. Buna karşın diğer çizgiler sabit şiddette kalır [20].

Saptanabilen değişken He'lu yıldızlar, erken tiplerde yoğunlaşan He zengin ve geç tiplerde yoğunlaşan He fakir yıldızları arasında yer almaktadır.

Fotometrik çalışmalar için üç renk fotometrisi ile (U-B) – (B-V) diyagramlarını çizerek ayırımları belirlenmiştir. Şekil I.5.1, bu ayırımı göstermektedir.



Şekil I.5.1.: Anormal He'lu yıldızların UBV fotometrisi. Çarpılar kuvvetli, noktalar zayıf, daireler değişken He'lu yıldızları, düz çizgi anakolu, ok ise kızarma çizgisini göstermektedir [21].

Dar bant fotometrisi çeşitli biçimlerde kullanılmış ve bu yıldızların 5200 Å dalgaboyundaki akı düşüşü belirlenmiştir [22]. Normal yıldızlarda bu dalgaboyunda söz konusu akı bozulması görülmemektedir. Ancak bu özellik kuvvetli He'lu yıldızlarda gözlenmemektedir.

Anormal He'lu yıldızların büyük bölümünde manyetik alan saptanmıştır Ori E yıldızında bu alan 2800 Gauss olmaktadır. Zayıf He'lu yıldızların %40'ında belirlenen magnetik alan, kuvvetli He'lu yıldızlardakinden daha zayıftır ama yine de  $A_p$  yıldızlarının magnetik alanından daha kuvvetlidir.

Çok sayıda anormal He'lu yıldızlarda dönme hızı belirlenmiştir. Ortalama olarak  $V \sin i \approx 70 \text{ km/s}$  'dir. Radyal hız ölçümleri sonucu ise ortalama olarak 40 km/s'den küçük elde edilmiştir. Çift yıldız olma durumları konusunda kesin bir yargı yoktur. Bunlar genç kümelerde bulunduğu için genç yıldızlar olmaktadır.

### I.6. B<sub>p</sub> ve A<sub>p</sub> Yıldızları

B ya da A spektrel sınıfından olan ancak bir ya da birden çok elemente ait spektrel çizgileri anormal derecede şiddet farklılığı gösteren yıldızlardır.

B<sub>p</sub> ve A<sub>p</sub> yıldızları için ilk sistematik çalışma 1933 yılında Morgan tarafından başlatılmıştır [23]. 30Å/mm ayırma güçlü spektrumlarda 3800-4800 Å dalgaboyu aralığı incelenmiştir. Morgan bu çalışma sonunda altı grup belirlemiştir:

- 1) Mn'lı yıldızlar
- 2) λ 4200 – Si'lu yıldızlar
- 3) Si'lu yıldızlar
- 4) Cr'lu yıldızlar
- 5) Eu'lu yıldızlar
- 6) Sr'lu yıldızlar

Bu sıralanmış azalan sıcaklık sırasını göstermektedir. Tablo I.6.1'de her grup için karakteristik çizgiler verilmiştir.

**Tablo I.6.1.:** Farklı grupları tanımlayan elementlerin karakteristik çizgileri.

Si- λ4200	Si II λ3856,λ3862,λ3853; λ4128, λ4130; λ4200, λ3954
Mn	Mn II λ4206, λ4136
Cr	Cr II λ4111'de blend halde; λ4171 ve λ4233 de görülür.
Eu	Eu II λ4205, λ4129, λ3919, λ3930. Düşük ayırma gücünde λ4129 Si II ile blendtir.
Sr	Sr II λ4077, λ4215. λ4077 tek başına yeterli değildir.

Daha sonraki çalışmalarda λ4200'ün Si II'nin yüksek bir uyarılma seviyesinden kaynaklanan bir çizgi olduğu ve dolayısıyla λ4200 Si grubunun, Si grubunun bir alt grubu olduğu belirlenmiştir. 3984Å Hg II çizgisinin Mn grubu yıldızlarda ortaya çıktığı saptanınca bu gruba Mn-Hg ya da Hg-Mn yıldızları adı verilmiştir [4].

1) Silikon yıldızları : 4128-30 Si II, 3856-62-54 Si II çizgileri yüksek şiddet gösterirler. Daha erken sınıflarda 4200 ve 3954 Si II çizgileri yüksek şiddet gösterirler. Kızılötesi bölgeye bakarsak 5041 ve 5056 Si II çizgileri yüksek şiddet gösterirler. 20Å/mm'de diğer element çizgileri incelendiğinde tüm Si yıldızları için ortak bir sonuca varılamamıştır. Ancak genel görünüm Cl , Mg ve ağır elementlerin yüksek şiddet gösterdiği, Mn için ise yüksek şiddet göstermediği, Eu için de son derece değişik değerler verdiği.

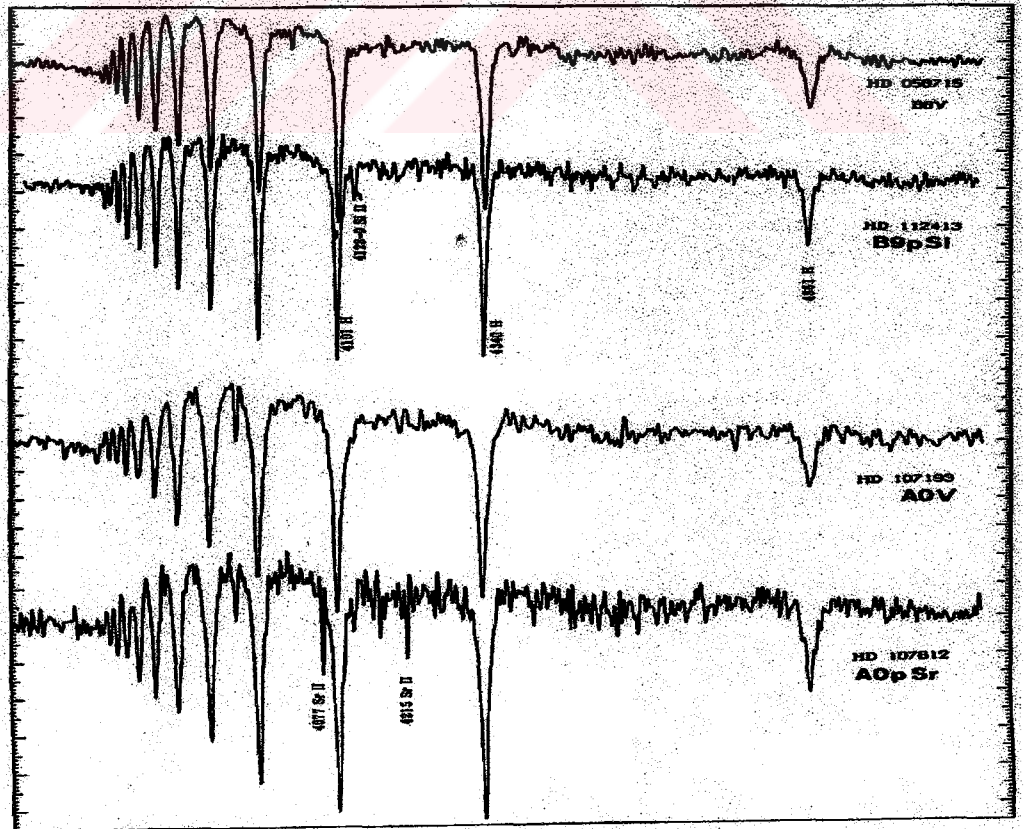
Normal yıldız ile Si yıldızının arasında belirlenen önemli bir fark da Si yıldızının daha yavaş dönmesidir. (V sini<100 km/s)

2) Manganez yıldızları: Bu grubu karakterize eden Mn çizgileri oldukça zayıftır. Bu nedenle ayırma gücü yüksek spektrumlar ( $40\text{\AA}/\text{mm}$ ) kullanılmalıdır. Bazı Mn yıldızları da Hg II  $3984\text{\AA}$  çizgisi görüldüğünde bu çizgi kriter olarak kullanılır. Diğer çizgilere bakarsak He çizgilerinin son derece zayıf olduğu görülür, Ga II, Y II, Hg II ve Pt II çizgileri ise birçok Mn yıldızında saptanmıştır. Si normal şiddet göstermekte, Balmer çizgileri dar ve nadir toprak elementleri yoktur.

3) Geç  $A_p$  tip yıldızlar : Bu grupta yer alan A yıldızları Cr, Sr, Eu gibi ağır elementler yönünden yüksek şiddet gösterirler. Bunların dönme hızları düşüktür (V sini  $<100$  km/s). Hidrojen profilleri anakol cisimlerini hatırlatır.

Şekil I.6.1'de  $B_p$  ve  $A_p$  yıldızlarına ait örnek spektrumlar görülmektedir. Bir Si tipi yıldız B8 V normal yıldızlar ile, bir Sr - Cr - Eu tipi  $A_p$  yıldızı da bir A0 V normal yıldız ile kıyaslanmıştır. Si II, Sr II çizgilerindeki farklılık açıkça görülmektedir.

$B_p$  ve  $A_p$  yıldızlarının tüm alt gruplarına girmeyen yani bu alt gruplar için söylenen kriterlere uymayan yıldızlar da gözlenmiştir. Örneğin HD 101065, en kuvvetli çizgileri Holmium (Ho) çizgileri olarak vermekte buna karşın Baryum'dan (Ba) daha hafif elementlerin hiçbiri spektrumda gözlenmemektedir. Sadece H ve Ca gözlenebilmektedir. Bu yıldız hiçbir sınıfa konulamamıştır. Tek başına bir yıldızdır; ama ilerde belki bir başka grubun ilk elemanı olabilecektir.

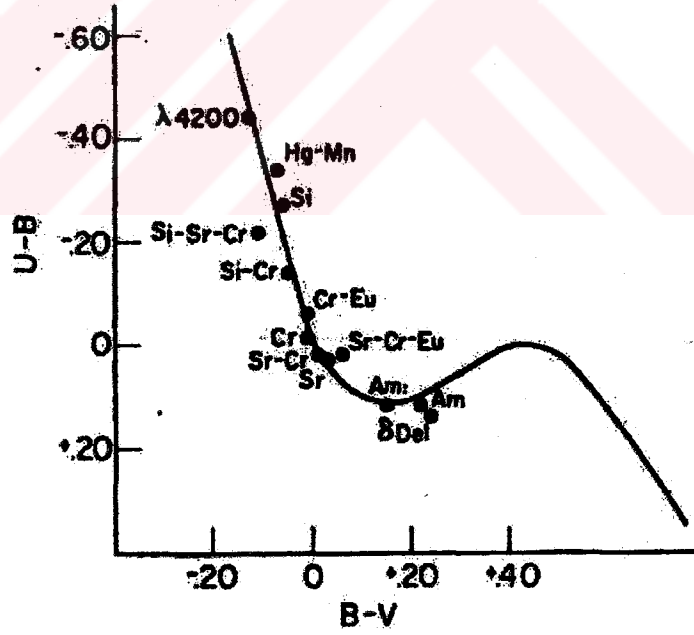


Şekil I.6.1.:  $B_p$  ve  $A_p$  yıldızlarının spektrumları.

Fotometrik çalışmalar çoğu  $B_p$  ve  $A_p$  yıldızları için yapılmıştır. Geniş bant (UBV) fotometrisi sonuçlarına göre tüm alt grupları Tablo I.6.2 ve Şekil I.6.2'de görebilmekteyiz.

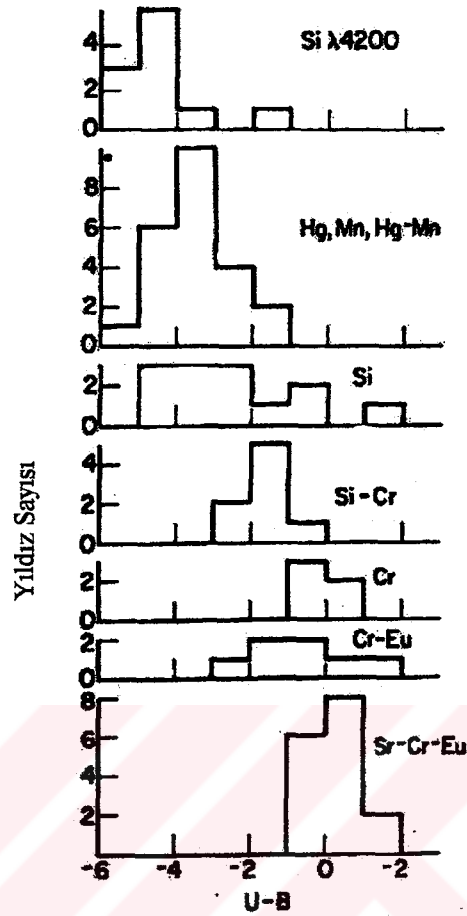
**Tablo I.6.2.:** Ortamala UBV renkleri.

	B-V	U-B
Si- $\lambda$ 4200	-0.13	-0.44
Hg,Mn ve HgMn	-0.07	-0.34
Si	-0.06	-0.27
Si,Sr,Cr	-0.11	-0.22
Si,Cr	-0.05	-0.14
Cr,Eu	-0.01	-0.06
Cr	-0.01	-0.01
Sr,Cr	+0.01	+0.02
Sr	+0.03	+0.03
Sr,Cr,Eu	+0,06	+0.02



**Şekil I.6.2.:**  $B_p$  ve  $A_p$  yıldızlarının UBV fotometrisi. Sürekli çizgi cüceler için bir ilişkiyi gösterirken noktalar da özel grupların ortalama renklerini vermektedir [24].

Şekil I.6.2'den görüldüğü gibi Hg-Mn ve Sr-Cr-Eu yıldızları dışındakiler anakol üzerinde ya da hemen altında yer almaktadırlar.



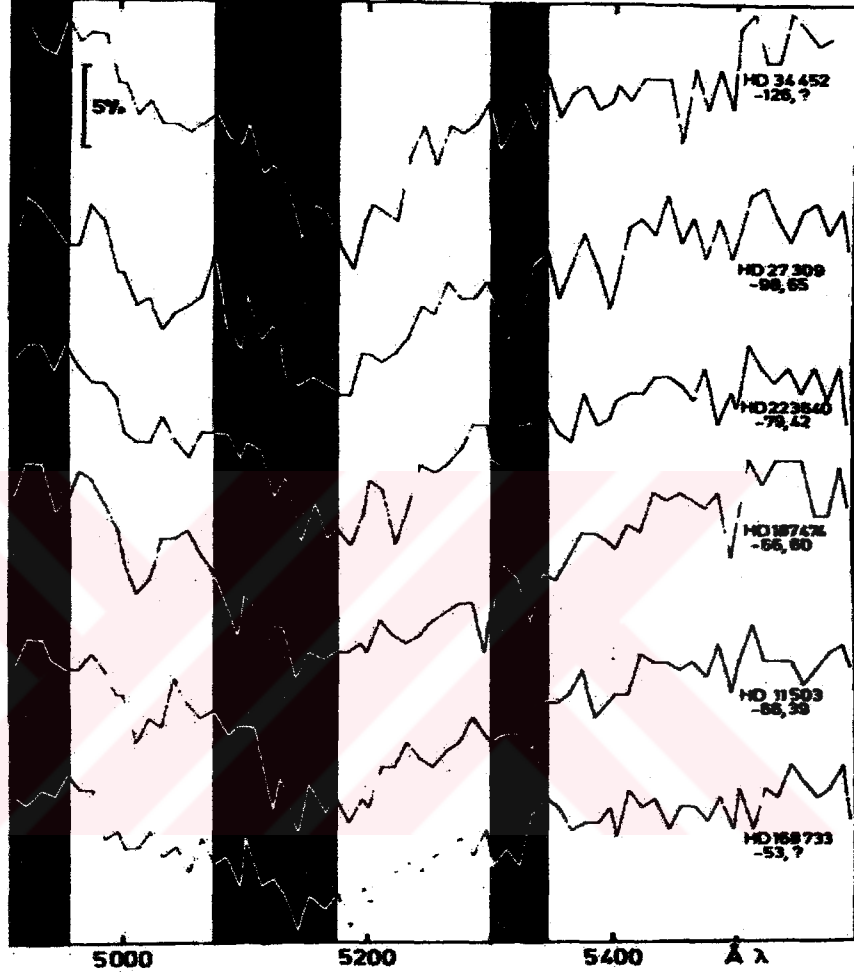
Şekil I.6.3.:  $B_p$  ve  $A_p$  yıldızlarının UBV fotometrisi. Farklı özel alt gruplar için farklı (U-B) değerlerinin frekans dağılımı [24].

Şekil I.6.3'ü incelersek, yine  $B_p$  ve  $A_p$  yıldızlarının alt grupları istatistik bir gösterimle histogram olarak verilmiştir. Buna göre gruplar arasında bir üst üste binme görülmektedir. O halde Tablo I.6.2'de verilen değerler de ancak istatistik anlamda bir ayırım olmaktadır.

Şekil I.6.2'den görülen Sr-Cr-Eu yıldızlarının anakol yıldızlarından ayrılması olayı, bu yıldızların çok fazla çizgiye sahip olmalarından ötürü Blanketing olayı adı verilen spektrum sürekliliğinin değişmesi ve böylece ölçülen akımın, normal yıldızlardan farklı bulunmasıdır. Bu durumda doğal olarak UBV'deki ölçümler de farklılık gösterecektir.

Dar bant fotometrisi, örneğin ubvy Strömgren fotometrisi kullanılarak, geç tip  $A_p$ lerdeki artan blanketing etkisi ve anormal Balmer düşüşü olayı birer fotometrik indis olarak ölçülmüştür. Buna göre, daha büyük  $m_1$  ve daha küçük  $c_1$  indeksleri bulunmuştur. Bu yıldızlar için kullanılan ubvy fotometrik indeksleri yardımıyla normal yıldızlardan ayırım yapılabilmektedir. Bu yöntem sadece Hg-Mn yıldızları için geçerli değildir [25].

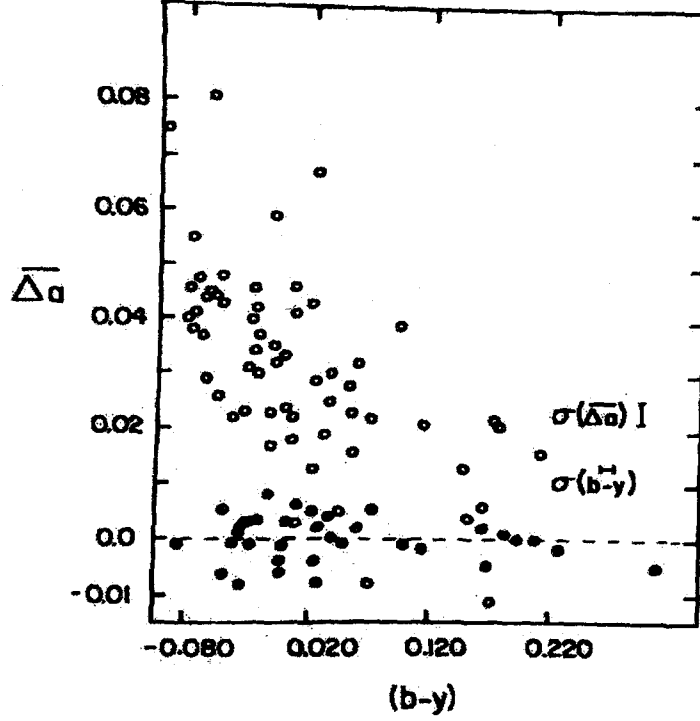
Bu yıldızların sürekli spektrumları incelendiği zaman 4100, 5200 ve 6700 Å dalgaboylarında bir bozulma olduğu saptanmıştır [26], [27]. Normal yıldızlarda bu olay yoktur. Özellikle 5200 Å'daki bozulmanın eşdeğer genişliği 20-30 Å olup, 300-400 Å genişliğine yayılmakta ve kolayca görülebilmektedir.



Şekil I.6.4.: B<sub>p</sub> ve A<sub>p</sub> yıldızlarında 5200 Å'da süreklilikteki alçalma [27].

Şekil I.6.4'deki siyah bölgeler darbant fotometrisindeki filtrelerin yerleştirildiği dalgaboyu aralığını göstermektedir. 5200 Å etrafındaki bozulma şekilden rahatça görülmektedir. Bu 5000, 5200 ve 5400 Å'da yapılan ölçümler  $a$  fotometrik indisi ile gösterilmiştir.  $a = g_2 - \frac{1}{2}(g_1 + y)$  olarak tanımlanır; burada  $g_1$  ve  $g_2$  sırasıyla  $\lambda 5240$  ve  $\lambda 5020$  deki kadir cinsinden girişim filtresinden elde edilen ölçümlerdir.  $y$  ise kadir cinsinden Strömgren filtre ölçümüdür.  $\lambda 5200$  bozulması göstermeyen Hg-Mn yıldızları dışında tüm A<sub>p</sub> yıldızları bu değer farklılığı ile A yıldızlarından ayırt edilebilmiştir.





**Şekil I.6.5.:**  $\lambda 5200$  indeksine göre normal ve özel yıldızların fotometrik ayrımı. Boş daireler, özel yıldızları; dolu daireler, normal yıldızları; kesikli çizgi bozulma göstermeyen cüceler için ortalama değeri göstermektedir [28].  $\Delta a = a - a_0$  olup; burada  $a_0$ , aynı sıcaklıktaki normal bir yıldızın  $a$  ölçümüdür.

Şekil I.6.5'de normal ve  $A_p$  yıldızlarının  $a$  indeksine göre ayrılışı görülmektedir.  $(b-y)$  apsisi,  $ubvy$  darbant fotometrisinden elde edilen indekstir.

Kızılötesi bölgede bu yıldızları incelediğimizde şimdiye değin önemli bir özellik saptanamamıştır. N I 8680-86 Å ve O I 7774 Å, 8446 Å çizgileri bir ayırım için elde edilebilen dört çizgidir. N I genelde ya çok zayıf olmakta ya da hiç görülmemektedir. O I de geç tip  $A_p$  lerde kaybolmaktadır. Hg-Mn yıldızları yine istisna oluşturlar.

Morötesi bölgede 3000 Å'dan küçük dalgalı boyları için  $B_p$  ve  $A_p$  yıldızlarını belirlemek oldukça kolaydır. Bu bölgede çok yüksek blanketing ya da çok özel anormal çizgiler vermektedir. Örneğin Mn yıldızlarında Ga II 1414 Å çizgisinin anormalliği.

Dönme hızları bu yıldızlar için yavaş olarak saptanmıştır. Normal A yıldızlarının dönme hızının  $\frac{1}{4}$ 'ü kadardır. Tablo I.6.3'de saptanabilen alt grup dönme hızları verilmektedir. Normal yıldızlara kıyasla daha yavaş dönmeleri saptanan bu yıldızlar için "yavaş dönme  $A_p$  olmak için gerektir ancak yeterli bir kriter değildir" görüşü ileri sürülmektedir [4].

**Tablo I.6.3.:**  $A_p$  yıldızlarının dönme nitelikleri [29].

Grup	$V_{\sin i}$ (km/s)	Aralık (km/s)
Si	46	16 – 105
Hg-Mn	29	5 – 100
Cr-Eu-Sr	30	5 - 85

$A_p$  yıldızlarındaki kuvvetli magnetik alan ilk kez 1947 yılında Babcock tarafından Zeeman etkisi ile ölçülmüştür. Zeeman etkisi genellikle bir angstromun küçük bir parçası kadardır. Bu, magnetik alanın sadece yavaş dönen yıldızlarda ölçülebileceği anlamına gelir. Çünkü hızlı dönme çizgileri tamamen bulanıklaştırır. Gözlem hatalarına bağlı olarak ölçülebilen en küçük alan  $3 \times 10^2$  G civarında ve şimdiye kadar ölçülmüş en büyük alan  $4 \times 10^4$  G'dur. Spektrel anormallikler ile magnetik alanın boyutu arasında kesin bir kriter niteliği veren özellik henüz bulunmuş değildir.  $A_p$  ve  $B_p$  yıldızları için  $2 \times 10^2 - 4 \times 10^4$  Gauss arasında değerler bulunmuştur. Sadece bir alt grup (Hg-Mn) yıldızları magnetik alan vermezler, bunun dışında tüm  $A_p$  yıldızları az ya da çok magnetik alana sahiptir.

Fotoelektrik tarama yöntemleri ile  $H_\beta$  gibi kuvvetli bir çizginin mavi ve kırmızı kanatlarındaki dairesel polarizasyon ölçülmektedir. Bu da ortalama boylamsal magnetik alanın şiddetinin elde edilmesini sağlar [30].  $V_{\sin i} < 300$  km/s iken ölçümler yıldızın dönmesinden etkilenmezler. Hızlı dönenlerin yüzey magnetik alanlarının yavaş dönenlere göre daha küçük olabileceğine dair bazı kanıtlar bulunmuştur. Şimdiye kadar gözlenmiş tüm magnetik alanlar değişkendir. Magnetik alan ölçümleri Didelon tarafından kataloglanmıştır [31].

Çift yıldız olma durumları incelendiğinde normal yıldızlardaki orana yakın değerler bulunmaktadır. Yani keskin bir ayırım yoktur.

**Tablo I.6.4.:**  $A_p$  yıldızları arasındaki görsel çiftler [29].

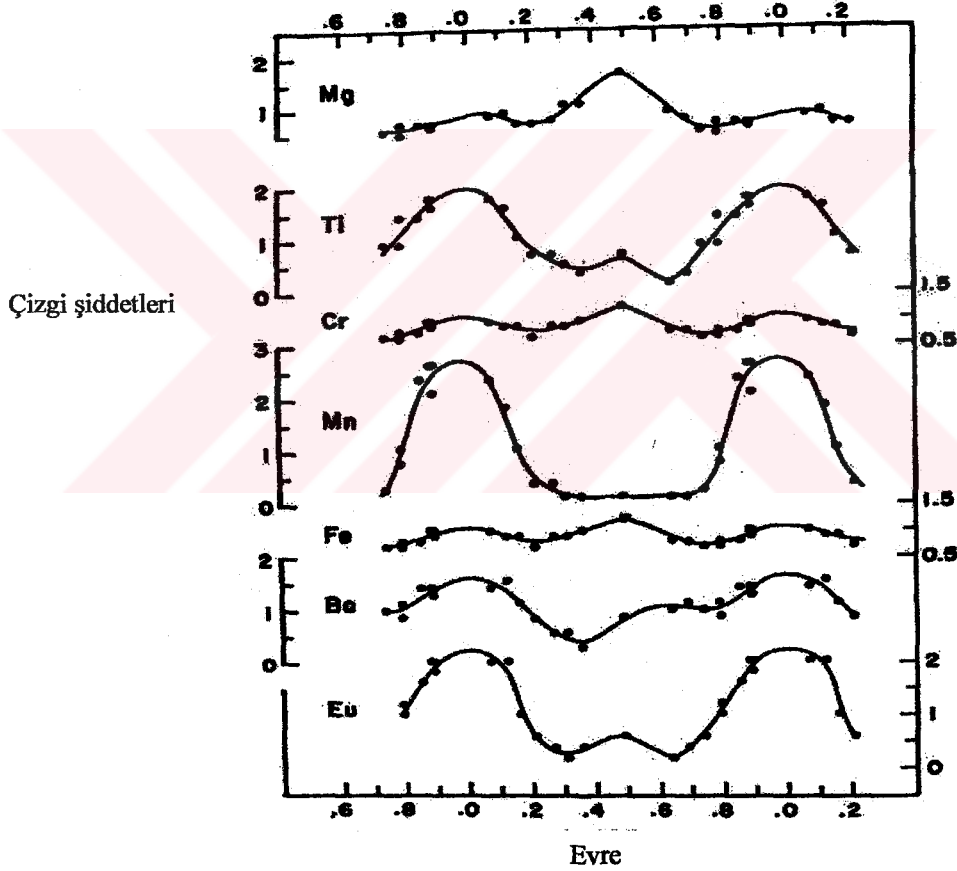
$A_p$	14 yıldız	6 çift veya çoklu	%43 ± %13	%31 ± %5
	56 diğer	25 çift veya çoklu	%29 ± %5	
Normal	100	29 çift		%29 ± %5

Spektroskopik çift yıldız olma durumları incelenmiş ve 62  $A_p$  yıldızından 15'i çift olarak bulunmuştur. Kesin olmayan bir sonuç ise yavaş dönme ile çift yıldız olmanın birbirine bağlı olduğudur.

$A_p$  yıldızlarının normal yıldızlarla kıyaslandığında sayı olarak B5-A5 arasında %10'luk bir oranı bulunmuştur.

$A_p$  yıldızlarının yaşları için yapılan çalışmalar sonucu 455 yıldızın incelenmesinde bunların  $10^6 - 5 \times 10^8$  yıl yaşındaki kümelerde yer aldıkları saptanmıştır. Bunların çoğu yaşlı kümelerde bulunmuştur. Ancak bu sonuç  $A_p$  yıldızlarının yaşlı olduğu sonucunu ifade etmez çünkü  $10^6$  yaşında olan ve genç kümelerde bulunan  $A_p$ 'ler de vardır. Bunların genç açık kümelerde ve topluluklarda bulunması ve düşük radyal hızları bunların Pop I yıldızları olduğu sonucunu doğurmuştur.

Değişken spektrum gösteren  $A_p$  yıldızlarının çok sayıda olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak  $A_p$ 'lerin bir alt grubu olmasına rağmen Mn yıldızlarının değişken spektrumlu olmadıkları bilinmektedir. Bir yıldızın değişken spektrumlu olduğunu anlamak için çok sayıda spektrum alınıp birbirine yakın çizgilerin şiddet oranı hesaplanır. Örneğin Fe II 4233 / Eu II 4206 oranı. Bu oranlar zamanın fonksiyonu olarak bir grafiğe yerleştirilir ve yeterli sayıda ve aralıkla spektrum varsa bir periyod elde edilir.

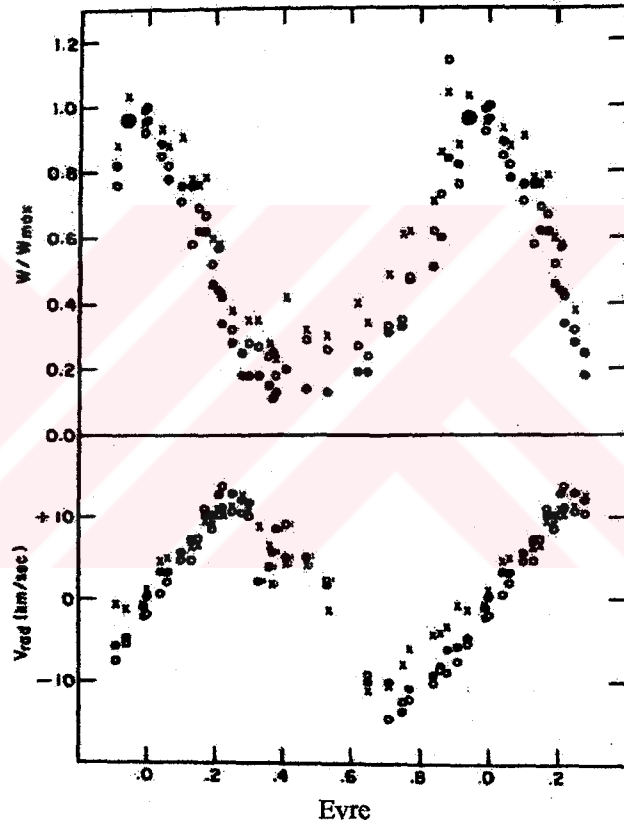


Şekil 1.6.6.: 73 Dra'nın 20 günlük çevrimindeki evrelere karşın çizgi şiddetleri [32].

Şekil 1.6.6'dan görüldüğü gibi çok sayıda element aynı periyodla değişirken bazı elementler farklı evrelere sahip olurlar. Örneğin bazı yıldızlarda Cr, Ti, Fe gibi elementler aynı periyodla değişirken toprak nadir elementler farklı evrelerde aynı periyodu gösterirler. Bazı elementler ise değişim göstermezler. Ancak bu durum başka

bir yıldız için aynı olmayabilir. Bu durumda kesin bir kural çıkarmak olası değildir. Bu periyodların uzunluğu ise 12 saat ile birkaç yıl arasında değişmektedir.

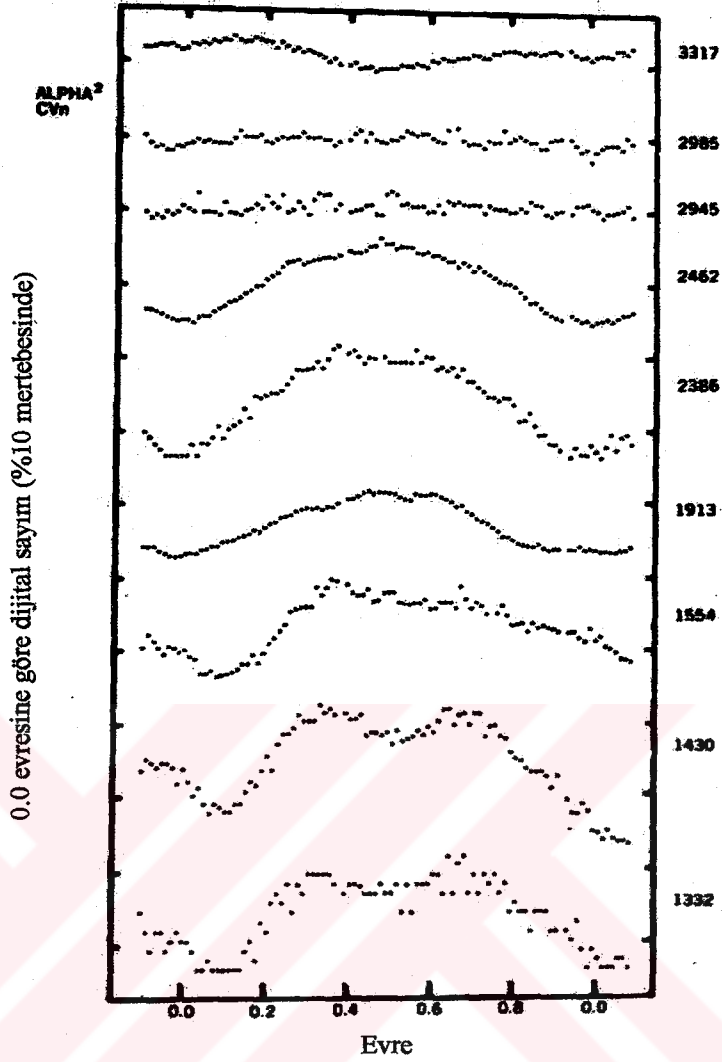
Bu değişimin bir açıklaması, belirli bir grup elementin yıldızın yüzeyinde belirli bölgelerde (spotlar) yer alıyor olması şeklindedir. Yıldızın dönüşü ile bu spotlar gözüm alanımıza girer-çıkır ve şiddet değişimi meydana gelir. O halde yıldız dönme periyodu, spektrumun değişim periyoduyla ve her bir elementin radyal hız değişimi ile aynı olacaktır (Şekil I.6.7). Buna göre bazı elementlerin spotlarının gözlemcinin önünden geçerken radyal hızları sıfır olacaktır, bu durum maksimum çizgi şiddetine karşı gelmektedir. Pyper (1969) bu olayı ayrıntılı biçimde açıklayabilmektedir [33]. Eğer periyod  $P$  büyükse, ekvatordeki hız  $V$  küçük olmalıdır.  $V$ 'ye direk olarak erişilemediğinden  $V$ 'sini kullanılmaktadır.



Şekil I.6.7.: Eu II (dolu daireler), Gd II (çarpılar), Dy II (boş daireler) çizgileri için eşdeğer genişlikler ve radyal hızlar [33].

Spektrum değişimi aynı zamanda bir fotometrik değişim olmaktadır. Yıldızın renk ya da parlaklığında ölçülen değişim bir kadirin birkaç yüzde biri civarındadır ve spektrum değişiminin periyodu ile aynı periyoda sahiptir.

Morötesi bölgeyi incelediğimizde Şekil I.6.8'de olduğu gibi belirli dalgaboylarında zaman içindeki değişim görülmektedir. Belirli bazı elementlerin belirli bölgelerde birikmelerinin nedeni magnetik alan olarak düşünülmektedir.



**Şekil 1.6.8.:**  $\alpha^2 CVn$  'nin morötesi ışık eğrileri. Her ışık eğrisi sağda verilen dalgaboyundaki (Å) değişimi göstermektedir [34].

Diğer gruplarla olan ilişkileri incelendiğinde, soğuk tarafta metal-çizgili  $A_m$  yıldızları, sıcak tarafta ise Helyum yıldızları olan bağlantıları görülür.

$A_m$ 'lerle olan bağlantısı spektral tipte ve UVB'de bir süreklilik gösterir. A1-A3 aralığında erken tip  $A_m$ 'ler ortaya çıkar. Bundan sonra F0'a kadar  $A_p$  gözükmez, ancak ilginç olarak F0'da tekrar  $A_p$  görülür.

Çok sayıda araştırmacı  $A_m$  ile Hg-Mn yıldızları arasındaki benzerliği araştırmaktadır. Her ikisi de ya çok zayıf magnetik alana sahiptir ya da hiç magnetik alan yoktur. Spektrumları değişken değildir, dönme hızları yavaştır, iki renk diyagramında bir süperpozisyonları yoktur ve Sb'lerde noksan değildirler.

Sıcak tarafa yani erken tiplere doğru gidersek  $A_p$ 'lerden sonra zayıf He çizgili yıldızlar gelir. En parlak Si yıldızlarında da Helyum çizgileri zayıftır ve iki renk

diyagramındaki yerleri de birbirini takip eder. Bundan başka, her iki grupta da magnetik alan kuvvetlidir ve spektrumları değişkendir.

Preston (1974), B<sub>p</sub> ve A<sub>p</sub> yıldızlarını dört gruba ayırmıştır. Bunlara Kimyasal olarak Özel Yıldızlar; "Chemically Peculiar" (CP) adı verilir.

- 1) A<sub>m</sub> yıldızları,
- 2) Magnetik A<sub>p</sub> yıldızları,
- 3) Hg-Mn yıldızları ,
- 4) Zayıf He'lu yıldızlar.

### I.7. Kaçak ( Runaway ) Yıldızlar

1956 yılında Blaauw, O-B5 spektrel sınıf aralığındaki karaktere sahip ancak kinematik olarak farklılık gösteren bir grup yıldız saptamıştır. Erken tiplere giren büyük bölümünün incelenmesi sonucu 30 km/s'den az uzay hızı gösterdikleri, buna karşın bir bölümünün daha büyük uzay hızına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Pop I yıldızlarının bu farklı hızı göstermeleri normal olmamaktadır. Daha sonra Blaauw (1964) bu yıldızlar için yeni özellikler bulmuştur [36]. Kaçak yıldızların önceleri ikili ya da üçlü sistemler olduğu ve daha büyük kütleli baş yıldızın kütle kaybettiği, yoldaş yıldızın ise büyük uzay hızına sahip olduğu düşünölmüştür. Bu ilk yorumlardan sonra bu yıldızlar üzerinde daha ayrıntılı çalışmalar yapılmış ve Blaauw'un görüşleri geliştirilmiştir.

Bu çalışmalar üç yönde gelişmiştir:

- 1) Bu gruba giren yıldız adaylarının kinematik özelliklerinin daha ayrıntılı ve dikkatli araştırılması;
- 2) Grubu somutlaştırmak için yeni kriterler bulunması;
- 3) Evrimlerinin belirlenmesi.

1974 yılından itibaren radyal hız ölçümleri incelenmeye başlanmıştır. Bunun nedeni, uzay hızı hesabı için uzaklık, öz hareket ve radyal hız bilgilerinin gerekmesidir. Oysa uzaklık bulması çok zordur, bilinen uzaklıklar çok doğru değildir; öz hareket hesabında ise hata payı büyük olabilmektedir.

1978 yılından sonra bunların parlaklıkları incelenmiş ve aynı sınıftan normal cüce yıldızlardan 2-3 kadir daha sönük bulunmuştur. Carrasco ve ark. (1980) yaptığı çalışmalar sonucu kaçak yıldızların düşük kütleli, düşük ışınım güçlü yaşlı disk yıldızları olabileceğini ileri sürmüştür [37]. Ancak bu görüş çok tenkit edilmiştir.

1983'den bu yana spektroskopik olarak atmosfer analizi çalışmaları yapılmaktadır ancak kesin sonuç henüz yoktur. Tablo I.7.1, kaçak yıldızlardan önemlilerini vermektedir.

**Tablo I.7.1.: Kaçak yıldızlar.**

İsim	HD no	MK tipi	Sp. Hız (km/s)	Bağlı olduğu	z  (pc)
$\lambda$ Cep	210839	O6 f	64	I Cep	34
$\xi$ Per	24912	O7	50	II Per	90
	152408	O7-O8 fp	>109	I Sco	10
68 Cyg	203064	O8	49	I Cep	67
AE Aur	34708	O9.5 V	106	I Ori	7
$\zeta$ Oph	149757	O9.5 V	39	II Sco	64
$\mu$ Col	38666	B0 V	123	I Oro	250
53 Ari	19374	B2 V	59	I Ori	190
72 Col	41534	B3 V	191	I Sco	98
	201910	B5 V	58	I Lac	45

### I.8. Mavi Straggler “ Blue Straggler ” ( BS ) Yıldızları

Bir mavi straggler (BS) yıldızı, bir küresel küme yıldızıdır ve HR diyagramına baktığımızda yatay kolun (horizontal branch) üstünde ya da sıfır-yaş anakoluna (zero age main sequence) yakın yer alır. Spektroskopik olarak incelendiğinde bulunan sonuçlar şöyledir:

Hidrojen ve keskin Helyum çizgileri vardır, Balmer düşüşü küçüktür ve  $n=16$ 'dan sonra H çizgileri görülmez. N II  $\lambda 3995$  ve  $\lambda 4552$  'de Si II üçlü çizgisi görülür. O II çizgileri görülmez. Bu durum B tipi yıldızlarda rastlanan bir özelliktir; ancak cüce değildir çünkü N II  $\lambda 3995$  vardır, ayrıca O II'nin olmaması anormaldir.

UBV fotometrisi sonucunda  $U-B = -0,84$  ;  $B-V = 0,14$  bulunmuştur ve bu sonuçlar erken B tipi yıldızlara karşılık gelir. Radyal hız ölçümleri değişikendir ve ortalama 20 km/s civarındadır.

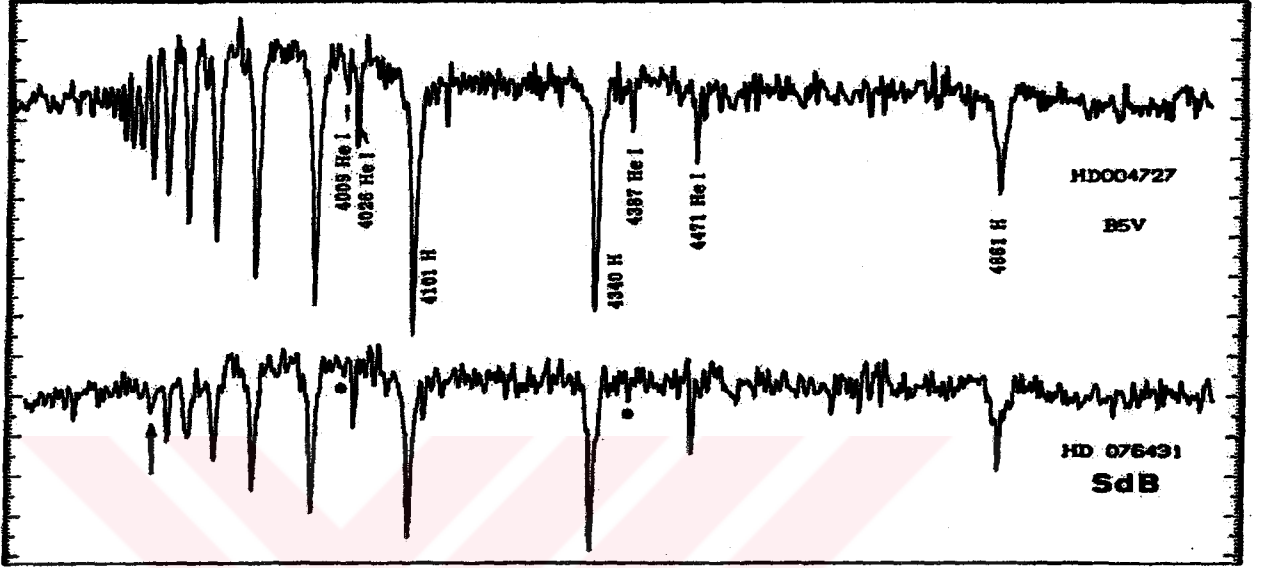
Bazı araştırmacılar bu yıldızların K tipinden alt dev olan bir bileşene sahip olduğunu ileri sürmektedirler.

Spektrumları incelendiğinde bilinen (BS)lerin hemen yarısının normal, diğer yarısının ise anormal yani  $A_m$  ,  $A_p$  ,  $B_p$  ya da anormal He spektrumu gösterdiği saptanmıştır. İki renk diyagramına yerleştirildiğinde anormal spektrum gösteren (BS)ler, Si yıldızları bölgesine düşerler.

Bir bölüm (BS)ler çift yıldızlardır. Tüm bu farklılıklara göre (BS)ler homojen olmayan bir grup oluştururlar.

### I.9. B Tipi Altcüceler ( sdB )

sdB yıldızları genişlemiş ve sönük Balmer çizgileri gösterirler ve bu Balmer çizgileri  $n=10-12$ 'de kaybolur. Oysa normal yıldızlarda  $n \sim 15$  civarındadır. Ayrıca  $\lambda 4686$  çizgisi görünmez.



Şekil I.9.1.: Bir B tipi altcüce yıldızın spektrumu.

Şekil I.9.1'de bir sdB ile bir B5 V'in spektrumları görülmektedir. Balmer çizgileri daha kısa, He I çizgileri ise anormal zayıftır. Bunun dışında  $\lambda 4387$  çizgisi, normal yıldızlar ile kıyaslandığında  $\lambda 4471$ 'den daha zayıf olarak görülür. Ayrıca C II, Mg II, O II elementleri sdB'lerde görülür, bunlar cüce yıldızdaki aynı çizgilerden daha zayıftır. Morötesine baktığımızda bu çizgiler için aynı durum vardır ancak nitrojen ve silikon çizgileri normal şiddettedir [38].

Fotometrik olarak incelendiğinde bunları normal yıldızlardan ayırmak çok zordur. uvby dört renk fotometrisi sonucu  $b-y < -0,10$  ,  $0,10 < m_1 < 0,15$  ve  $c_1 < 0$  bulunmuştur. Mutlak parlaklık hesabı sonucu  $M_V \sim 2^m$  belirlenmiştir.

### I.10. "sn" Yıldızları

Bu yıldızlar B2-B7 aralığında olup ışınım gücü sınıfı olarak V ve III olmaktadır. Bunların spektrumları sharp (s); keskin ve bulutsu (n) çizgilerine sahiptir ve kabuklu yıldız spektrumu gibi bir görünüm verirler. Çizgiler dardır ancak He I çizgileri geniştir. Bu keskin çizgiler Ca II, Si II, Fe II ve C II'ye aittir. Spektroskopik olarak bunlar da homojen bir grup yapısı göstermezler [39].



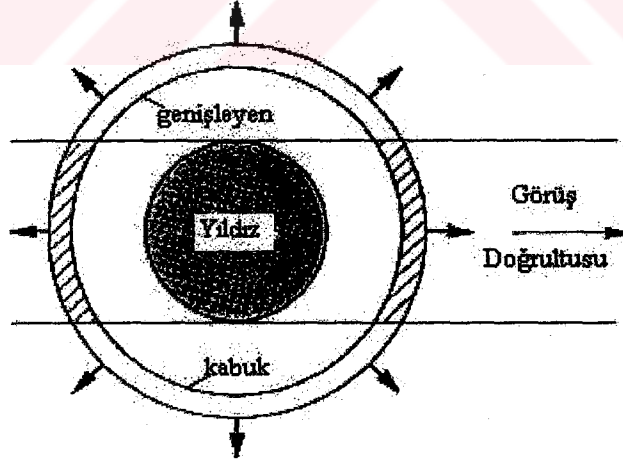
### I.11. $\beta$ Cep Yıldızları = $\beta$ CMa Yıldızları

$\beta$  Cep tipi yıldızlar erken B tipi sınıftadır ve kısa peryotlu olarak ışık ve radyal hız değişimi gösterirler. Peryod  $\sim 7$  saat , radyal hız değişimi 150 km/s ve ışık değişimi  $0^m,1$  civarında ya da bu değerlerden biraz büyüktür.

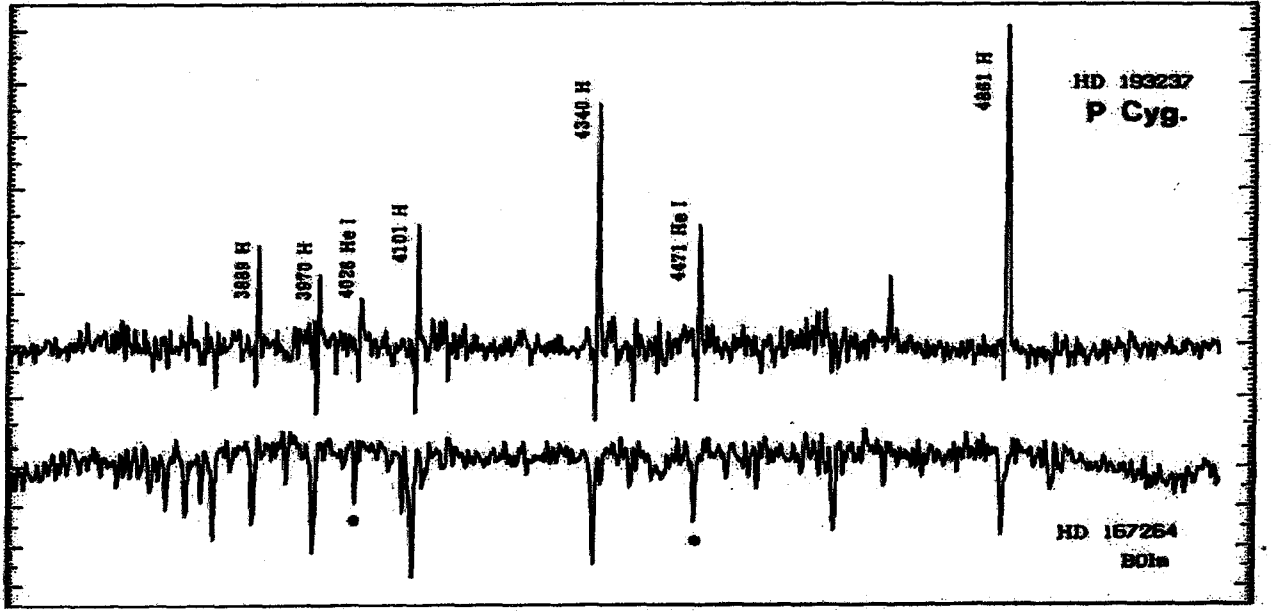
$\lambda$  3800-4800 aralığı spektroskopik olarak incelendiğinde normal yıldızlardan farklı yapı gösterirler. Çoğunluğu B0-B2 aralığında ve II, III, IV ışınım gücü sınıftadır.

### I.12. P Cyg Yıldızları

B yıldızları arasında P Cygni özellikleri dediğimiz durumu gösteren bir grup görülür. Bu isim 1600 yılında patlayan bir novanın adından gelir. Bu yıldızların en önemli karakteristiği spektrumlarında gördüğümüz "P Cyg" profil çizgileridir. Bu profilde absorpsiyon çizgisinin kırmızı kanadında bir emisyon çizgisi vardır. Dönen dairesel bir halkanın değil ama genişleyen bir zarf veya bir yıldız rüzgarının karakteristiğidir. Doppler kaymalı absorpsiyon, yıldız önünde dışa doğru direk gözlemciye doğru hareket eden opak gaz tarafından oluşturulmuştur (Şekil I.12.1). P Cyg'nin kendisi 5inci kadirde bir B1 Ia süperdevidir. Aslında tam olarak bir yıldız grubu tanımlamaz. Yine de ayırdedici tayfsal doğası erken A'dan O'ya (örneğin Deneb,  $H_{\alpha}$  'da zayıf bir P Cyg çizgi profili gösterir.) ve gezegenimsi bulutsu çekirdeği bölgesinin gerisine kadar çeşitli türler tarafından paylaşılmaktadır.



**Şekil I.12.1.:** Bir P Cygni çizgisinin oluşumu. Yıldızdan dışa doğru çıkan gaz bir emisyon çizgisi oluşturur. Hareketin çoğu görüş doğrultusuna dik olduğundan Dopler kayması olmaksızın genişlemiş görünecektir. Bununla beraber, yıldızın önünde bulunan gaz, süreklilikte bir absorpsiyon yaratacaktır. Rüzgarın bu tarafı gözlemciye doğru geldiğinden, absorpsiyon kısa dalgaboyuna doğru Dopler kayması gösterir ve emisyon çizgisinin solunda yer alır. Rüzgarın hareket hızı kayma derecesinden bulunabilir [40].



Şekil I.12.2.: P Cyg'nin spektrumu.

Şekil I.12.2'den görüldüğü gibi Hidrojen ve Helyum çizgileri P Cyg profili vermişlerdir ve absorpsiyon çizgilerinden hesaplanan radyal hızlar negatiftir [41].

### I.13. Düşük Hidrojenli Erken Tip Yıldızlar ( Hd )

O, B ya da A sınıfından olmalarına karşın son derece zayıf H çizgileri gösteren hatta bazılarında hiç H çizgisi olmayan yıldızlardır. Bunlara "Hidrojen Fakir" yıldızlar da denir. Bu isim sadece spektrumdaki görünümü yansıtır, gerçekte bunlar H bakımından düşük bolluk gösterirler anlamını vermez.

Bu gruptan O ve B tipine girenlere "Aşırı He Yıldızları" da denir, ve bunlarda hiç Hidrojen çizgisi görülmez. Helyum çizgileri çok kuvvetlidir. O tipinde He II, B tipinde He I daha kuvvetlidir. Diğer elementleri incelersek Oksijen, Karbon ve Azot çizgilerinin kuvvetli olduğu görülür.

Eğer yıldız A sınıfından ise Ca II çizgileri kuvvetlidir ve çok sayıda metal çizgisi gözlenir. Bu ise bir üst dev spektrumu özelliğidir. He I çizgileri de gözlenir ancak zayıftır. Morötesinde incelendiğinde C çizgilerinin çok kuvvetli olduğu saptanmıştır., C IV 1150 ve C II 1335 en belirgin olanlarıdır [18].

Radyal hızları 130 km/s civarındadır ve yüksek değildir. Buna göre yaşlı popülasyon yıldızlarıdır. Bunlar anakol yıldızlarıdır.

### I.14. 2 Del Yıldızı İçin Yapılan Çalışmalar

2 Del yıldızı normal B tipi yıldız sınıfının bir temsilcisidir.  $V_{\text{sin}} \leq 60 \text{ kms}^{-1}$  olduğundan keskin çizgilidir ve bolluk analizi için uygundur. 2 Del yıldızı çeşitli kataloglarda ve fotometrik sistemlerde değişik şekillerde isimlendirilmiştir [42]:

eps Del	2 Del	BD+10 4321	CEL 5102
FK5 768	GC 28593	GCRV 12848	GSC 01096-01684
HD 195810	HGAM 931	HIC 101421	HIP 101421
HR 7852	IRAS 20308+1107	PLX 4888	ROT 2995
SAO 106230	SKY# 38903	SRS 30768	TD1 26903
TYC 1096 1684 1	UBV 17820	uvby98 100195810	YZ 11 7990

Yıldızın FK5 katalogunda 2000 yılına göre ekvatorial koordinatları; rektasasyonu  $\alpha = 20^{\text{h}} 33^{\text{m}} 12^{\text{s}}.7$ , deklinasyonu  $\delta = +11^{\circ} 18' 11''.7$  dir. Galaktik boylamı  $l = 55^{\circ}.42$ , galaktik enlemi  $b = -16^{\circ}.59$  dur. Hipparcos Kataloğu 'ndan öz hareketi rektasasyon için  $\mu_{\alpha} = 0''.01075 \text{ yıl}^{-1}$ , deklinasyon için  $\mu_{\delta} = -0''.02854 \text{ yıl}^{-1}$  ve paralaksı  $0''.00909$  'dur [43]. MK spektrel sınıfı B6 III'dür [44].

Bright Star Cataloge'daki parlaklık değerleri  $B = 3^{\text{m}}.920$ ,  $V = 4^{\text{m}}.032$ ,  $B-V = -0.13$ ,  $U-B = -0.46$  ' dir [45]. Yıldızın mutlak parlaklığı  $\lambda_1 D$  indekslerinden  $M_v(\lambda_1 D) = -0^{\text{m}}.81$  bulunmuştur [46]. Uzaklığı ise 150 parsektir [47]. b-y renk farkı  $-0.048$ ; parlaklık ve çekim belirteci ya da Balmer süreksizliğinin ölçüğü  $c_1 = 0.548$ ; metalik belirteci  $m_1 = 0.102$  ve  $H_{\beta}$  indeksi  $\beta = 2.702$  olarak hesaplanmıştır [48]. Zorec, Divan ve Briot (1983) 'un hesaplamalarında yıldızın morötesi renkleri için  $S_{70} = 0.299 \text{ dex}$ ,  $G = -12^{\text{m}}.39$  ve  $E(B-V) = 0.02$  'dir [49].

1953 yılında General Catalogue of Stellar Radial Velocities'de 2 Del'in radyal hızını  $V_r = -19.3 \pm 0.9$  olarak verilmiştir [50]. Abt ve Biggs (1972)  $-17.2$  ile  $-29.3 \text{ kms}^{-1}$  arasında değerler verirken; Wolff (1978) geç B tipi yıldızların çift olma özelliklerini araştırırken 2 Del için 8 spektrogramdan ortalama radyal hızı  $V_r = -19.3 \pm 1.7$  olarak hesaplamıştır [51], [52]. Duflot ve ark. (1995) ise radyal hızı  $-19.3 \text{ kms}^{-1}$  olarak hesaplamışlardır [53]. Bu çalışmada radyal hız değeri  $-24.5 \pm 4.2 \text{ kms}^{-1}$  olarak bulunmuştur (bkz III.1).

Hill ve ark. (1971) DAO'nun 5-renk fotometrik sistemi için yaptıkları standart yıldız çalışmasında 2 Del yıldızın değişen olabileceğini belirtmişlerdir [54]. Cester ve ark. (1977) erken tip yıldızların fotoelektrik  $H_{\alpha}$  çizgisi fotometrisini yaparak 2 Del için  $\alpha' = 0.151$ ,  $\alpha = 0.262$  bulmuşlar ve radyal hızın değişkenliğinden 2 Del'in bir değişen yıldız olabileceğinden söz etmişlerdir [55]. Abt ve Cardona (1984) çift sistemlerdeki Be yıldızlarını incelerken 2 Del'in bilinen bir çifti olmadığını belirtmişlerdir [56].

Day ve Warner (1975) keskin çizgili B yıldızları için dönme hızlarını araştırdıkları çalışmada 2 Del için düşük ayırma güçlü iki plaktan  $V_{\text{sin}i} = 46 \text{ kms}^{-1}$  bulmuşlar ve Slettebak'ın (1955)  $40 \text{ kms}^{-1}$  değeri ile karşılaştırmışlardır [57], [58]. Wolff ve Preston (1978) geç B tipi normal ve HgMn yıldızlarının dönmelerine ilişkin verdikleri değerlerde 2 Del için dönme hızı  $V_{\text{sin}i} = 60 \text{ kms}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır [59]. Abt ve ark. (2002) 2 Del'in dönme hızını  $V_{\text{sin}i} = 50 \text{ kms}^{-1}$  olarak belirlemişlerdir [44]. Bu çalışmada 2 Del yıldızının dönme hızı  $54 \text{ kms}^{-1}$  olarak bulunmuştur (bkz. III.2).

Henry ve ark. (1964) 2 Del yıldızının Mg II  $\lambda 4481$  çizgisinin eşdeğer genişliğini  $0.35 \text{ \AA}$  olarak hesaplamıştır [60].

Fischel ve ark. (1973) yıldızın atmosfer modeli parametreleri için  $T_{\text{eff}} = 14200 \text{ K}$  ve  $\log g = 3.6$  olarak hesaplamışlardır [61]. Underhill ve ark. (1979) 2 Del'in Balmer süreksizliği ile ilgili fotometrik indeksleri için  $D = 0.299 \text{ dex}$ ,  $\lambda_1 = 48 \text{ \AA}$  olarak vermiş ve etkin sıcaklığını  $T_{\text{eff}} = 13614 \text{ K}$  bulmuşlardır [62]. Sokolov (1995)  $3200\text{-}3600 \text{ \AA}$  spektrel aralığında Balmer süreksizliğinin eğiminden etkin sıcaklığı  $T_{\text{eff}} = 15190 \pm 820 \text{ K}$  olarak belirlemiştir [63].

Petford ve Blackwell (1989)  $3800\text{-}9000$  spektrel aralığında 13-renk fotometrisi ile çıkardıkları akı değeri  $f = 4.092 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$  'dir [64].

Berghoefer, Schmitt ve Cassinelli (1996) ROSAT tüm gökyüzü taramasından oluşturdukları optik olarak parlak OB tipi yıldızlar katalogunda 2 Del'in x-ışın verilerini listelemişlerdir. Yıldızın optik ve x-ışın konumu arasındaki fark  $O/X = 10.2''$ , bolometrik ışınım gücü  $L_{\text{bol}}$  (erg/s) için  $\log L_{\text{bol}} = 36.69$ , x-ışın sıcaklığı  $T_x = 0.50 \text{ keV}$ , x-ışın akısı  $f_x$  (erg/s/cm<sup>2</sup>) için  $\log f_x = -12.96$ , x-ışın ışınım gücü  $L_x$  için  $\log L_x = 29.47$ , ışınım gücü oranı  $\log L_x/L_{\text{bol}} = -7.22$  olarak bulunmuştur [47].

## II. MALZEME VE YÖNTEM

B6 III spektral tipinden bir yıldız olan 2 Del'in gözlemleri Prof. Dr. Saul J. Adelman tarafından 1996-1997 yıllarında Dominion Astrofizik Gözlemevi'nde (DAO-Kanada) 122 cm'lik teleskop ile yapılmıştır. 2.4 Å/mm ayırma gücünde 21 adet Retikon ve CCD spektrogramı elde edilmiştir. Herbirinin kapsadığı dalgaboyu aralığı Retikon için 67 Å, CCD için 63 Å'dur. Bu alicıların sinyal gürültü oranı 200'dür. Spektral aralık 3830 Å ile 6720 Å arasında olup spektrogramların merkezi dalgaboyları arasında 55 Å fark vardır. H $\beta$  bölgesini içeren 20 Å/mm'lik bir spektrum da elde edilmiştir.

### II.1. Gözlem Verilerinin Analizi

Spektrogramlar interaktif bilgisayar grafik programı REDUCE ile indirgenmiş ve ölçülmüştür [65]. REDUCE paket programı spektrumlardaki çizgilerin şiddetini, radyal hızlarını ve/veya konumlarını ve eşdeğer genişliklerini ölçmede; REDUCE programının alt programı olan VLINE ise sonuçların analiz edilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada VLINE, düzgünleştirilmiş verilerde çizgi konumlarının, eşdeğer genişliklerin ve radyal hızın ölçülmesinde kullanılmıştır. Bu işlemler FITS (Flexible Image Transportation System; Esnek Görüntü Taşıma Sistemi) formatındaki veriler üzerinde yapılmıştır.

Her bir retikon bölgesi için ayrı ayrı süreklilik çizildikten sonra spektrumdaki çizgiler eşdeğer genişliklerine göre kuramsal rotasyonal profil veya Gauss profiliyle çakıştırılmıştır. Bu profillerin eğriliğine uygun bir şekilde çizdirilen herbir çizgi için eşdeğer genişlik, merkezi dalgaboyu, derinlik ve genişlikler elde edilmiştir. Ek 1 ve Ek 2'de bu işlemler için sırasıyla örnekler verilmiştir. Bu aşamadan sonra  $\lambda 4481$ 'in yakınındaki temiz, tek ve orta şiddetli çizgilerden dönme hızı hesabı yapılmıştır.

Çizgi tanısı yapılırken, çok zayıf ve dar çizgiler çıkarılmış, radyal hızı ölçmek için keskin, simetrik ve ortalama şiddetteki çizgiler kullanılmıştır. Daha sonra gözlenen dalgaboyları indirgenerek gerçek dalgaboyları hesaplanmıştır.

Çizgiler genel olarak Moore'un (1945) "A Multiplet Table of Astrophysical Interest" kataloğundan ve Reader ve Corliss'in (1981) "Wavelengths and Transition Probabilities for Atoms and Ions, Part I" çizelgesinden tanımlanmıştır [66], [67]. Bunların yanında Ti II için Huldt ve ark. (1982), Mn II için Iglesias ve Valesco (1964) ve Fe II için Johansson (1978)'un çizelgeleri kullanılmıştır [68], [69], [70]. Tanımlanan çizgiler ve eşdeğer genişliklere ait çizelge EK 3'de verilmiştir.

### III. BULGULAR

#### III.1. Radyal Hız Ölçümü

Bu çalışmada 19 spektrogram için radyal hızlar ölçülmüştür. Herbir spektrogramın dalgaboyu ölçeğine, Yer'in yörünge hızı için düzeltme yapılmıştır. REDUCE programı ile indirgenen spektrogramlardan çizgi tanısı yapılarak, yıldız ve laboratuvar dalgaboyları karşılaştırılmıştır. Radyal hızlar için çoğunlukla Fe II çizgilerinden yararlanılarak herbir spektrogram bölgesi için ayrı ayrı hız değerleri bulunmuştur. Bu değerler Ek 3'de, her bölgenin merkezi dalgaboyu ile birlikte verilmiştir. Radyal hız için ortalama bir değer bulunurken, uygun olmamasından dolayı iki bölgenin radyal hız değerleri hesaba katılmamıştır. Çünkü bu değerlerden biri sadece bir çizgiye dayanmaktadır. Diğeri ise  $H\beta$ 'nın bulunduğu  $\lambda 4864$  merkezli bölgeye aittir. 2 Del yıldızı için ayırma gücü yüksek 19 spektrogramdan  $-24.5 \pm 4.2 \text{ kms}^{-1}$ ' lik ortalama bir değer bulunmuştur. Bu değer daha önceki yayınlarda verilen değerlerden daha fazladır ve olası bir değişkenliğin göstergesidir.

#### III.2. Dönme Hızı Ölçümü

2 Del yıldızının spektrumlarındaki çizgiler VLINE programında en uygun profil ile çakıştırıldıktan sonra  $\lambda 4481$ 'in yakınındaki temiz, tek ve orta şiddetli çizgilerden dönme hızı hesabı yapılmıştır. Bu değer 2 Del için  $54 \text{ kms}^{-1}$  olarak bulunmuştur.

#### III.3. 2 Del'in Atmosferinde Saptanan Elementler

2 Del'in spektrumunda 141 çizginin tanısı yapılmış ve C II, O I, Mg II, Al II, Si II, Si III, S II, Ca II, Ti II, Cr II, Mn II, Fe II, Ni II, Sr II metal çizgileri element bolluğu analizinde kullanılmak üzere bulunmuştur. 2 Del yıldızının atmosferinde saptanan elementlerin ayrıntılı incelemesi aşağıdaki gibidir.

- H I: Spektrumda gözlenebilen en son Balmer çizgisi  $H9$ 'dur.
- He I: 4, 5, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 55, 58 ve 60 multiplanetli çizgiler vardır.
- C II: 2 adet 4 multiplanetli çizgi tanımlanmıştır.
- N II: 1 adet 12 multiplanetli çizgi tanımlanmıştır.
- Mg II: 4, 5, 9, 10 multiplanetli ikişer çizgi vardır. Şiddetleri 6'nın üstündedir.
- Al II: 2 multiplanetli 1 çizgi vardır.
- Si II: 1, 3, 3.01, 5, 7.15 ve 7.34 multiplanetli kuvvetli çizgiler tanımlanmıştır. En düşük şiddet  $10$ 'dur.
- Si III: 2 ve 3 multiplanetli 2 çizgi tanımlanmıştır.
- S II: 7, 9, 44, 49, 55 ve 59 multiplanetli 7 çizgi tanımlanmıştır. Şiddetleri 19 civarıdır.
- Ca II: 1 multiplanetli, bir kuvvetli çizgi kesin olarak tanımlanmıştır.
- Ti II: 34 multiplanetli sadece bir çizgi tanımlanmıştır.

- Cr II: 30, 31 ve 44 multipli 7 çizgi vardır. Şiddetleri 30-100 arasındadır.
- Mn II: 200 şiddetinde I multipli bir çizgisi vardır.
- Fe II: Çeşitli şiddetlerde bir çok çizgi tanımlanmıştır.
- Ni II: 11 multipli 2-3 şiddetli iki çizgi bulunmuştur.
- Sr II: 1 multipli 300 şiddetinde bir çizgi tanımlanmıştır.

Tanımlanan bu çizgiler; multipli, şiddet ve eşdeğer genişlikleriyle birlikte Ek 3'de verilmiştir.



#### IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada öncelikle Normal ve Özel B yıldızlarının genel özellikleri literatürden taranmış ve kaynakları ile birlikte ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Böylece bir başvuru kaynağı niteliğinde kapsamlı bir derleme oluşturulmuştur. B yıldızlarının fiziksel halleri ve spektrumları hakkında bilinenler yeniden gözden geçirilmiş ve bunu daha somut bir hale getirmek için atmosfer analizi aşamalarını içeren spektroskopik analiz yöntemleri, B6 III spektral sınıfından bir yıldız olan 2 Del üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2 Del yıldızı, B tipi normal yıldızlar içinde atmosfer analizi ayrıntılı olarak yapılmamış bir yıldızdır. Adelman'ın 1996-1997 yıllarında DAO'da 2 Del yıldızı için elde ettiği ayırma gücü yüksek spektrumlar ilk kez bu çalışmada kullanılmıştır. Spektrumlarda geniş bir dalgaboyu aralığı alınarak ( $\lambda\lambda 3830 - 6720$ ) bu yıldızın ilk kez ayrıntılı bir çizgi tanısı yapılmıştır. Böylece, bir sonraki aşama olan ve bu tezin planı dışında kalan, atmosferdeki elementlerin bolluklarının tayini için veri sağlama imkanı doğmuştur.



### V. Kaynaklar

- [1]: UNDERHILL A., DOAZAN V., 1982, *B Stars With and Without Emission Lines*, NASA.
- [2]: UNDERHILL A.B., 1966a, *The Early Type Stars*, Dordrecht: Reidel.
- [3]: MORGAN W.W., KEENAN P.C., 1973, *Spectral Classification*, ARA&A, 11, 29.
- [4]: JASCHEK C., JASCHEK M., 1987, *The Classification of Stars*, Cambridge Uni. Press.
- [5]: DİDELON P., 1982, *Equivalent Widths of Spectral Lines in B Stars*, A&AS, 50, 199.
- [6]: PETRIE R.M., 1953, *Absolute Magnitudes Of The B Stars Determined From Measured Intensities Of The H Gamma Line*, PDAO, 9, 251.
- [7]: JACOBY G.H., HUNTER D.A., CHRISTIAN, C.A., 1984, *A Library Of Stellar Spectra*, ApJS, 56, 257.
- [8]: JASCHEK M., JASCHEK C., 1984, *The MK Process and Stellar Classification*, Garrison R. (ed.), Toronto, 290.
- [9]: UESUGİ A., FUKUDA I., 1981, Proc. 7 Codata Confer., Pergamon Press.
- [10]: JASCHEK M., HUBERT-DELPLACE A.M., HUBERT H., JASCHEK C., 1980, *A Classification Of Be Stars*, A&AS, 42, 103.
- [11]: SLETTEBAK A., 1982, *Spectral Types And Rotational Velocities Of The Brighter Be Stars And A-F Type Shell Stars*, ApJS 50, 55.
- [12]: JASCHEK C. JASCHEK M., 1983, *The Frequency Of Be Stars*, A&A, 117, 357.
- [13]: KOKTAY T., 1992, *Be Yıldızları*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

- [14]: HARDROP J., STRITTMATTER P.A., 1970, *Stellar Rotation*, Reidel D. Publ. Co., 48.
- [15]: ALLEN C.W., 1973, *Astrophysical Quantities*, The Athlone Press.
- [16]: SWINGS J.P., 1973, *Spectrographic Observations Of The Peculiar Be Star With Infrared Excess HD 45677*, A&A, 26, 443.
- [17]: WALBORN N.R., 1976, *The Obn And Obc Stars*, ApJ, 205, 419.
- [18]: KAUFMANN J.P., THEIL U., 1980, *Spectral Atlas Of Helium-Rich Stars*, A&AS, 41, 271.
- [19]: KEENAN P.C., SLETTEBAK A., BOTTEMILLER R.L., 1969, *Astroph. Letters*, 3, 35.
- [20]: JASCHEK M., JASCHEK C., KUCEWICZ B., 1968, *Nature*, 225, 246.
- [21]: JASCHEK C., JASCHEK M., 1981, *Hot Peculiar Stars*, 23rd Liege Astroph. Coll., 417.
- [22]: MAITZEN H.M., 1981, *Photometric Evidence For The Appearance Of The Lambda 5200 Flux Depression In Helium-Weak Stars*, A&A, 95, 213.
- [23]: MORGAN W.W., 1933, *Some Evidence For The Existence Of A Peculiar Branch Of The Spectral Sequence In The Interval B8-F0*, ApJ, 77, 330.
- [24]: COWLEY A.P., JASHECK M., JASCHEK C., 1970, *A Study Of The Bright A Stars*, AJ, 75, 941.
- [25]: ADELMAN S.J., 1981, *Ultraviolet And Optical Photometry Of The Chemically Peculiar Stars Of The Upper Main Sequence*, 23rd Liege Astroph. Coll., 13.
- [26]: ADELMAN S.J., 1975, *On The Continuous Energy Distributions Of Peculiar A Stars*, ApJ, 195, 397.
- [27]: MAITZEN H.M., 1975, *Physics of Ap Stars*, IAU Coll. 32, 233.

- [28]: JONCAS G., BORRA E.F., 1981, *A Photoelectric Search For Ap-Stars In The Orion Association*, A&A, 94, 134.
- [29]: JASCHEK M., JASCHEK C., 1974b, *Vista in Astronomy*, 16, 131, Beer A. (ed.), Pergamon Press.
- [30]: BORRA E.F., LANDSTREET J.D., 1980, *The Magnetic Fields Of The AP Stars*, ApJS, 42, 421.
- [31]: DIDELOIN P., 1983, *Catalog Of Magnetic Field Measurements*, A&AS, 53, 119.
- [32]: PRESTON G.W., 1967, *The Magnetic, Spectrum, And Radial Velocity Variations Of 73 Draconis*, ApJ, 150, 871.
- [33]: PYPHER D., 1969,  *$A^2$  Canum Venaticorum and the Oblique-Rotator Theory*, ApJS, 18, 347.
- [34]: MOLNAR M.R., 1973, *Ultraviolet Photometry From The Orbiting Astronomical Observatory. VII. Alpha2 Cvn*, ApJ, 179, 527.
- [35]: PRESTON G.W., 1974, *The Chemically Peculiar Stars Of The Upper Main Sequence*, ARA&A, 12, 257P.
- [36]: BLAAUW A., 1964, *The O Associations In The Solar Neighborhood*, ARA&A, 2, 213.
- [37]: CARRASCO L., BISSIACCHI G.F., CRUZ-GONZALEZ C., FIRMANI C., COSTERO R., 1980, *The Possible Nature Of The High-Velocity OB Stars*, A&A, 92, 253.
- [38]: HEBER U., HUNGER K., JONAS G., KUDRITZKI R.P., 1984, *The Atmosphere Of Subluminous B Stars*, A&A, 130, 119.
- [39]: MERMILLIOD J.C., 1983, *Stellar Content Of Young Open Clusters. III - The 'Sn' Stars*, A&A, 128, 362.
- [40]: KALER J.B., 1989, *Stars and Their Spectra*, Cambridge University Press.

- [41]: LAMERS H., DE GROOT M., CASSATELLA A., 1983, *P Cygni Stars As a Intermediate Stage Between Red Supergiants And Wolf-Rayet Stars*, A&A, 123, L8.
- [42]: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad>
- [43]: PERRYMAN M.A.C., LINDEGREN L., KOVALEVSKY J., HOG E., BASTIAN U., BERNACCA P.L., CREZE M., DONATI F., GRENON M., GREWING M., VAN LEEUWEN F., VAN DER MAREL H., MIGNARD F., MURRAY C.A., LE POOLE R.S., SCHRIJVER H., TURON C., ARENOU F., FROESCHLE M., PETERSEN C.S., 1997, *The Hipparcos Catalogue*, A&A, 323L, 49P.
- [44]: ABT H.A., LEVATO H., GROSSO M., 2002, *Rotational Velocities Of B Stars*, ApJ, 573, 359.
- [45]: HOFFLEIT D., JASCHEK C., 1982, *The Bright Star Catalogue*, 4. baskı, Yale University Obs., New Haven.
- [46]: ZOREC J., BRIOT D., 1991, *Absolute Magnitudes Of B Emission Line Stars*, A&A, 245, 150Z.
- [47]: BERHOEFER T. W., SCHMITT J. H. M. M., CASSINELLI J. P., 1996, *The ROSAT All-Sky Survey Catalogue Of Optically Bright OB-Type Stars*, A&AS, 118, 481B.
- [48]: HAUCK B., MERMILLIOD M., 1998, *Uvbybeta Photoelectric Photometric Catalogue*, A&AS, 129, 431H.
- [49]: ZOREC J., DIVAN L., BRIOT D., 1983, *Far Ultraviolet Colors Of B And Be Stars*, A&A, 126, 192Z.
- [50]: WILSON R.E., 1953, *General Catalogue Of Stellar Radial Velocities*, GCRV, C, 0W, Carnegie Inst. Washington D.C. Publ., 601.
- [51]: ABT H. A., BIGGS E. S., *Bibliography of Stellar Radial Velocities*, Kitt Peak National Obs., Tucson.

- [52]: WOLF S. C., 1978, *Duplicity Of Late B-Type Stars*, ApJ, 222, 556W.
- [53]: DUFLOT M., FIGON P., MEYSSONNIER N., 1995, *Radial Velocities: The Wilson-Evans-Batten Catalogue*, A&AS, 114, 269.
- [54]: HILL G., MORRIS S. C., WALKER G. A. H., 1971, *Standard Stars For The Five-Color Photometric System Of The Dominion Astrophysical Observatory*, AJ, 76, 246H.
- [55]: CESTER B., GIURICIN G., MARDIROSSIAN F., PUCILLO M., CASTELLI F., FLORA U., 1977, *Photoelectric H-Alpha Line Photometry Of Early-Type Stars*, A&AS, 30, 1C.
- [56]: ABT H. A., CARDONA O., 1984, *Be Stars In Binaries*, ApJ, 285, 190A.
- [57]: DAY R. W., WARNER B., 1975, *A Rotational Velocity Study Of Sharp-Line B Stars*, MNRAS, 173, 419D.
- [58]: SLETTEBAK A., 1955, *Axial Rotation In The Brighter Stars Of Draper Types B2-B5*, ApJ, 121, 102S.
- [59]: WOLFF S. C., PRESTON G. W., 1978, *Late B-Type Stars - Rotation And The Incidence Of Hgmn Stars*, ApJS, 37, 371W.
- [60]: HENRY R.C., MIHALAS D., 1964, *The Abundance Of Magnesium In The Atmospheres Of O And B Stars*, ApJ, 140, 873H.
- [61]: FISCHER D., KLINGLESMTIH D. A., 1973, *A Study Of B 6 Stars*, A&A, 25, 161U.
- [62]: UNDERHILL A. B., DIVAN L., PREVOT-BURNICHON M.L., DOAZAN V., 1979, *Effective Temperatures, Angular Diameters, Distances And Linear Radii For 160 O And B Stars*, MNRAS, 189, 601U.
- [63]: SOKOLOV N.A., 1995, *The Determination Of  $T_{\text{eff}}$  Of B, A And F Main Sequence Stars From The Continuum Between 3200 A and 3600 A*, A&AS, 110, 553S.

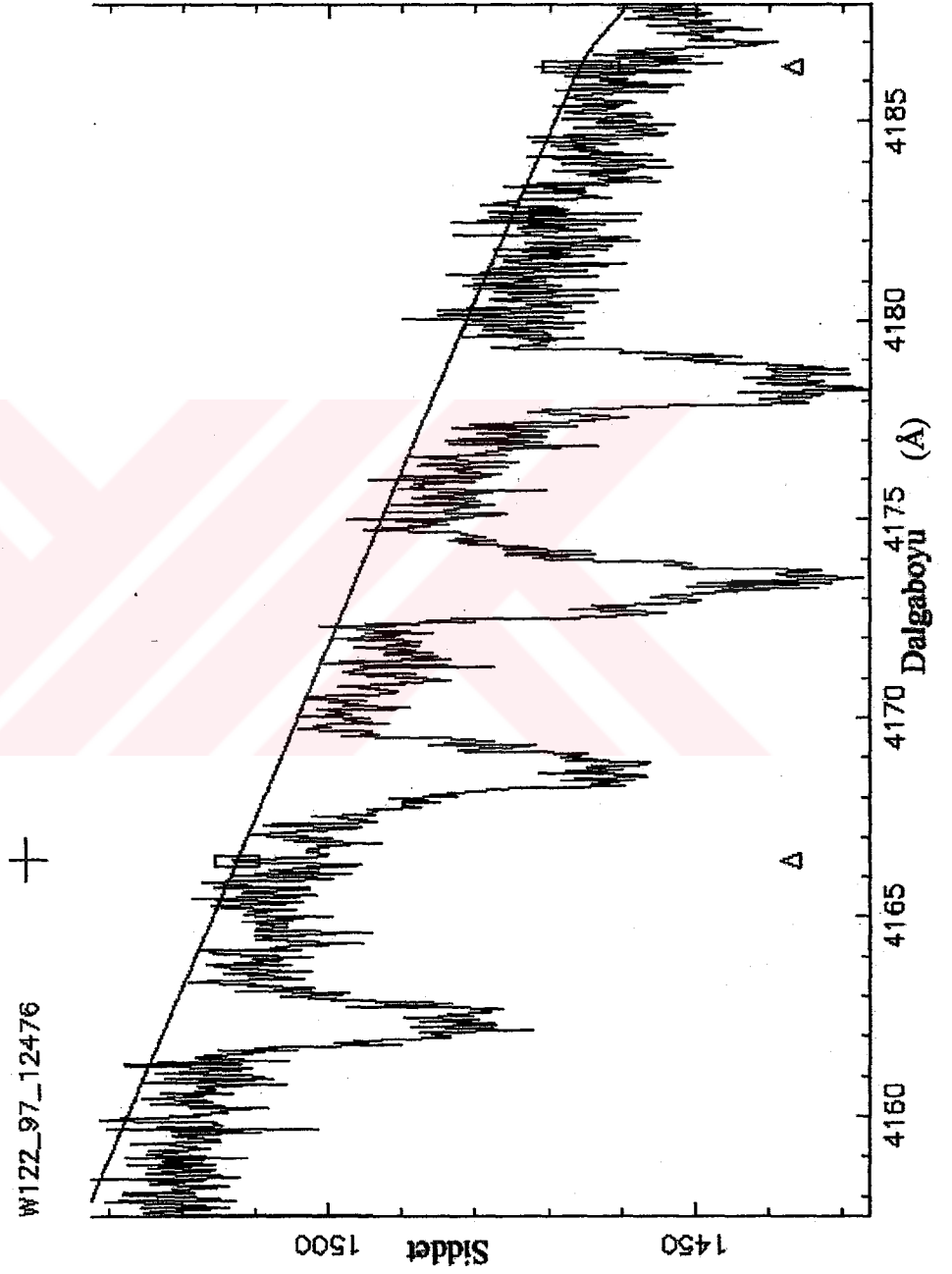
- [64]: PETFORD A.D., BLACKWELL D.E., 1989, *Stellar Integrated Fluxes In The Wavelength Range 380 NM - 900 NM Derived From Johnson 13Colour Photometry*, A&AS,78,511P.
- [65]: HILL G, FISHER W.A., POECKERT R., 1982, *The Reduction of Spectra Part II - Vline - an Interactive Line Fitting Spectrophotometric Reduction Program*, PDAO, 16, 27.
- [66]: MOORE C.E., 1945, *A Multiplet Table of Astrophysical Interest*, Princeton University Observatory.
- [67]: READER J., CORLISS C.H., 1980 NSRDS-NBS 68, *Wavelengths and Transition Probabilities for Atoms and Ions Part I*, US Government Printing Office, Washington.
- [68]: HULDT S., JOHANSSON S., LITZEN U., WYART J.F., 1982, *The Spectrum And Term System Of Singly Ionized Titanium, Ti II*, Phy.S., 25, 401.
- [69]: IGLESIAS L., VALESCO R., 1964, *Publ. Ins. Optica*, No. 23.
- [70]: JOHANSSON S., 1978, *The Spectrum And Term System Of Fe II*, Phy.S., 18, 217.

**EKLER**

<b>Ek 1.:</b> REDUCE programı ile süreklilik ölçümüne örnek.....	46
<b>Ek 2.:</b> VLINE programı ile eşdeğer genişlik ölçümüne örnek.....	47
<b>Ek 3.:</b> 2 Del yıldızının çizgi tanısı.....	50



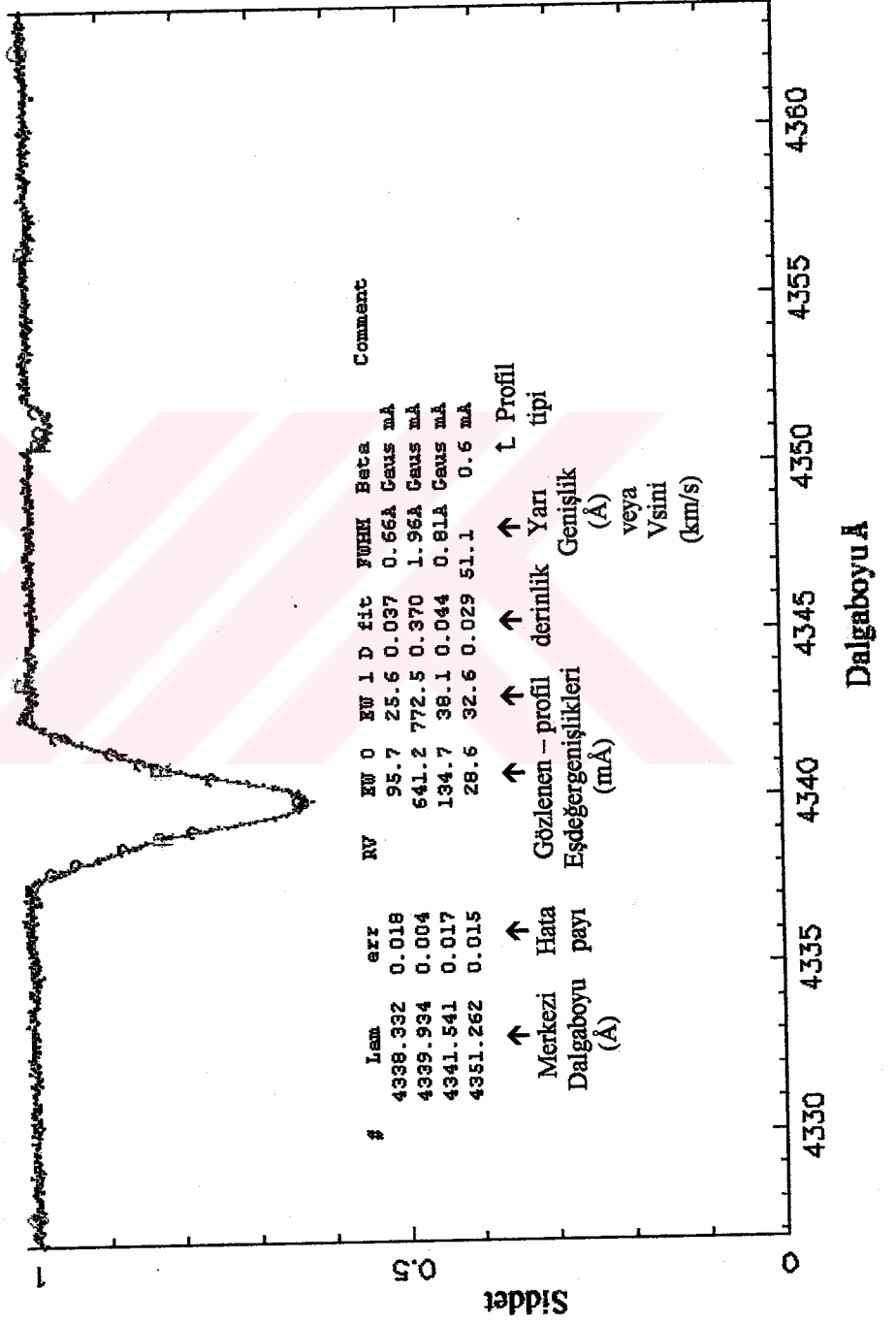
Ek 1. REDUCE programı için süreklilik ölçümüne örnek.





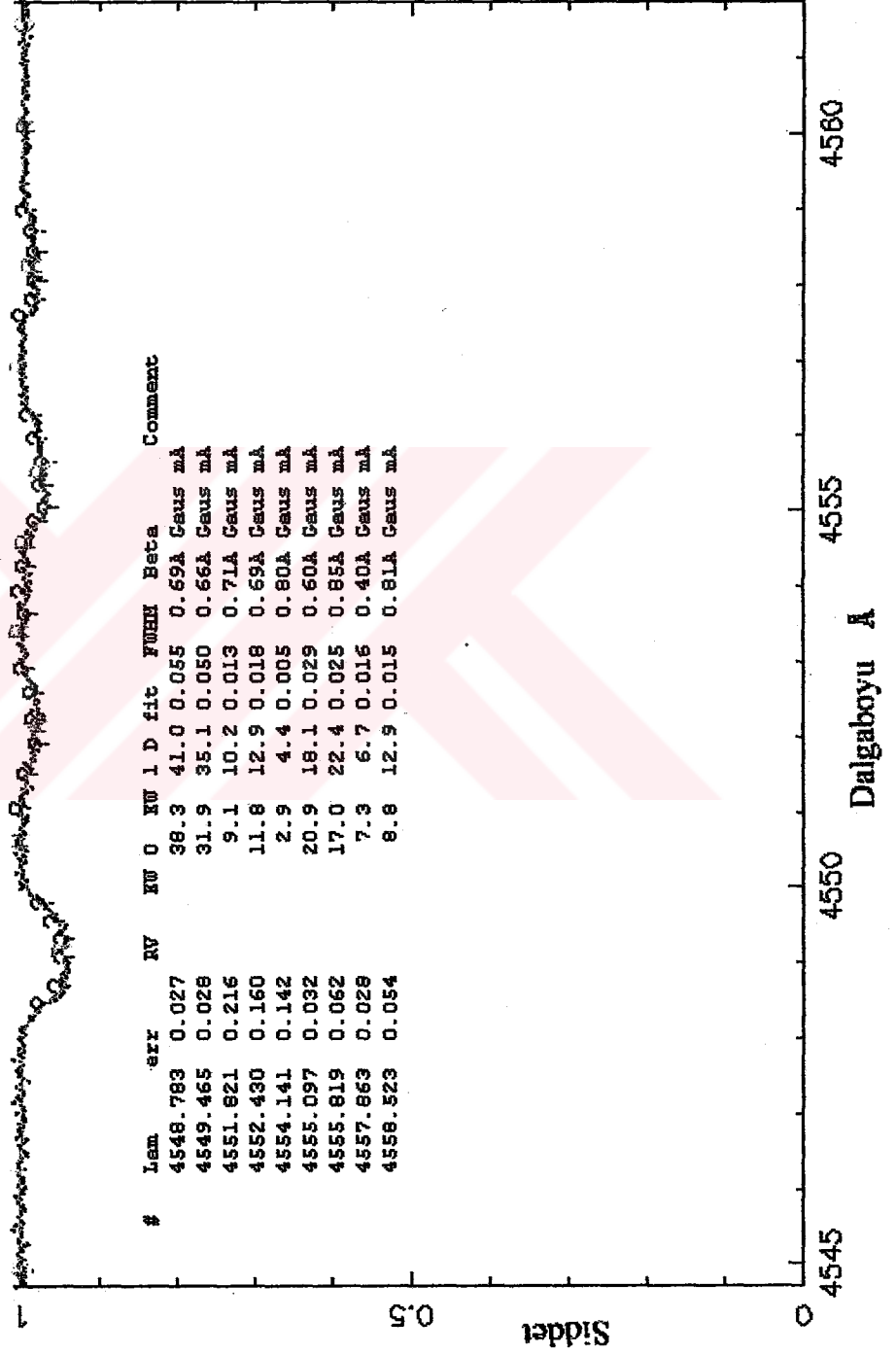
Ek 2. VLINE programı ile eşdeğer genişlik ölçümüne örnek1.

R122\_97\_12749



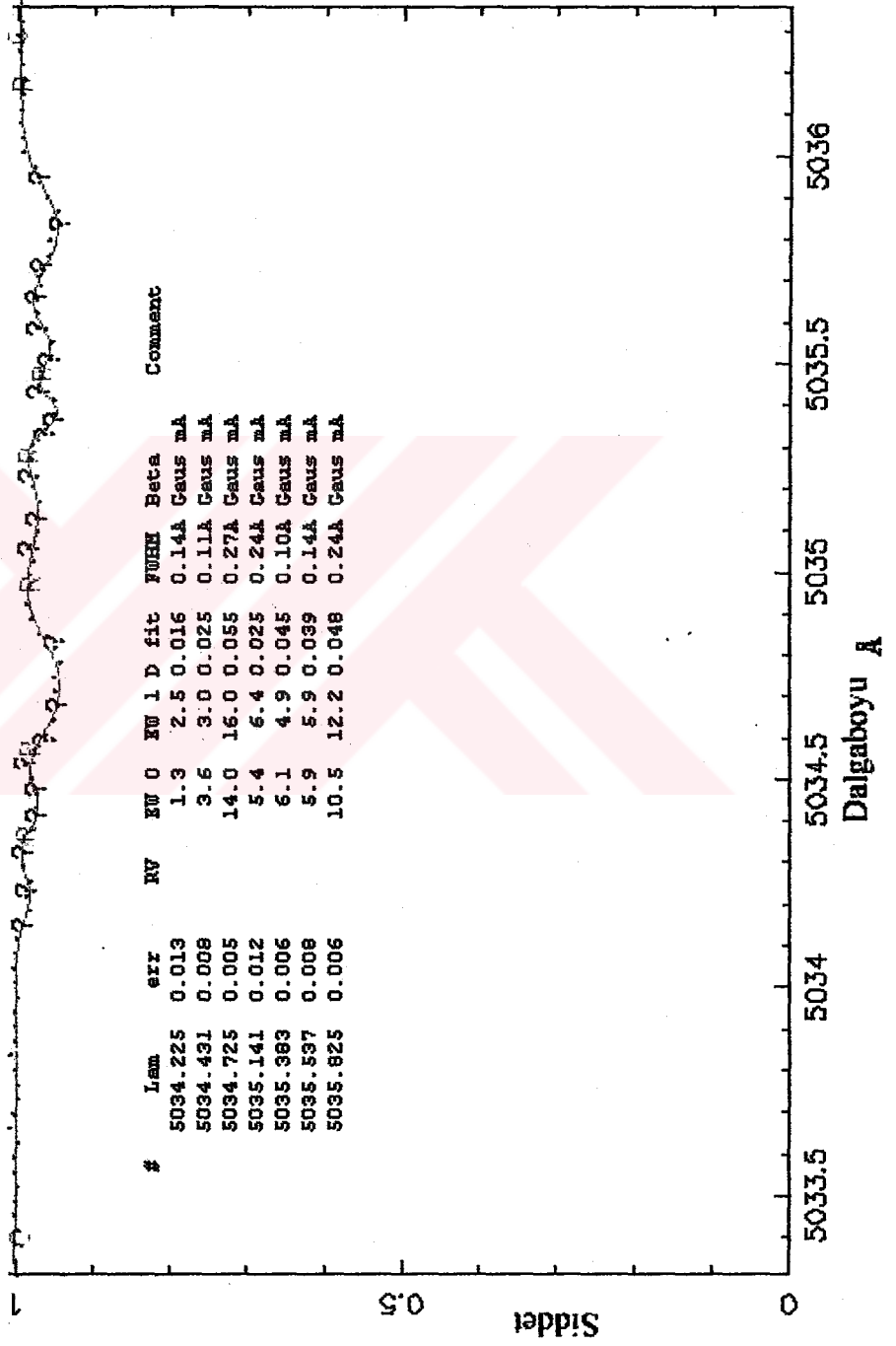
Ek 2. VLINE programı ile eşdeğer genişlik ölçümüne örnek2.

R122\_97\_12870



Ek 2. VLINE programı ile eşdeğer genişlik ölçümüne örnek3.

R122\_97\_11822



## Ek 3. 2 Del Yıldızının Çizgi Tanısı.

Gözlenen Dalgaboyu (Å)	$W_\lambda$ (mÅ)	Derinlik	Genişlik	Hesaplanan Dalgaboyu	Tanı ve Laboratuvar Dalgaboyu
3860 Å Bölgesi (RV = -21.31 +/- 0.92 km/s)					
3835.175				3835.448	H9 3835.886
3844.908	13.7	0.013	1.13	3845.181	
3847.878	20.3	0.020	1.13	3848.151	Mg II(5)3848.24(7)
b3849.116	17.5	0.017	1.13	3849.389	Ni II(11)3849.58(2)
r3850.016	13.9	0.013	1.13	3850.290	Mg II(5)3850.40(6)
3853.381	84.2	0.082	0.96	3853.655	Si II(1)3853.664(100h)
3855.739	126.3	0.129	0.92	3856.013	Si II(1)3856.017(500h)
3862.334	104.9	0.109	0.90	3862.608	Si II(1)3862.595(200h)
3867.304	64.6	0.065	0.94	3867.579	He I(20,20)3867.447,.632(2,1)
b3871.552	11.7	0.011	1.14	3871.827	He I(60)3871.819((1))
r3872.582	12.2	0.012	1.14	3872.857	
3875.954	10.8	0.010	1.14	3876.229	C II(33)3876.187,.408,.664(12,12,12)
3888.771				3889.047	H8 3889.051
3915 Å Bölgesi (RV = -27.06 +/- 1.56 km/s)					
3888.763				3889.114	H8 3889.051
3900.292	14.4	0.014	1.15	3900.644	Ti II(34)3900.539(12)
3918.608	40.3	0.038	1.15	3918.961	C II(4)3918.978(15)
3920.333	46.3	0.044	1.15	3920.687	C II(4)3920.693(18)
3923.217	11.6	0.011	1.15	3923.571	S II(55)3923.460(20)
3926.439	220.8	0.039	3.62	3926.793	He I(58)3926.530((1))
b3933.332	133.2	0.126	1.16	3933.687	Ca II(1)3933.664(400R)
r3933.430	17.5	0.101	0.16	3933.785	interstellar Ca II(K)
3935.799	20.9	0.020	1.16	3936.154	Fe II(173)3935.942((5))
3938.469	16.2	0.015	1.16	3938.824	Fe II(190)3938.969(4)
3970 Å Bölgesi (RV = -22.67 +/- 1.00 km/s)					
3947.021	9.7	0.009	1.16	3947.319	O I(3,3,3)3947.2948,.481,.4862(15,14,13)
3954.126	9.0	0.008	1.16	3954.425	Si II(7.07)3954.508(10)
3960.875	8.8	0.008	1.16	3961.174	
3964.440	13.8	0.013	1,16	3964.740	He I(5)3954.508(10)
3969.760				3970.060	H-epsilon 3970.07
3998.441	12.6	0.012	1.17	3998.743	S II(59)3998.757(18)
4025 Å Bölgesi (RV = -21.86 +/- 3.65 km/s)					
3994.930	6.1	0.006	1.17	3995.221	N II(12)3994.998(15)
3998.501	7.3	0.007	1.17	3998.792	S II(59)3998.757(18)
4009.117	261.4	0.068	2.45	4009.409	He I(55)4009.270((1))
4024.204	57.7	0.032	1.15	4024.497	He I(54)4023.986((1)),He I(18)4025.49(forbidden)
4025.886	761.5	0.245	1.98	4026.179	He I(18,18)4026.189,.362((5,1))
4032.539	10.0	0.009	1.18	4032.833	S II(49)4032.779(19)
4080 Å Bölgesi (RV = -24.63 +/- 1.67 km/s)					
4048.578	10.4	0.010	1.19	4048.910	Fe II(172)4948.831(8)
4057.449	9.5	0.009	1.19	4057.782	Fe II(212)4957.457(2)
4066.737	23.4	0.021	1.20	4067.071	Ni II(11)4067.051(3)
4075.116	27.6	0.025	1.20	4075.451	Si II(3.01)4075.45(20H)
4076.415	18.4	0.017	1.20	4076.750	Si II(3.01)4076.781(15H)
4101.413				4101.750	H-delta 4101.737

## Ek 3. 2 Del Yıldızının Çizgi Tanısı – devam.

Gözlenen Dalgaboyu (Å)	$W_\lambda$ (mÅ)	Derinlik	Genişlik	Hesaplanan Dalgaboyu	Tanı ve Laboratuvar Dalgaboyu
4135 Å Bölgesi (RV = -25.28 +/- 1.76 km/s)					
4120.539	83.9	0.078	1.01	4120.886	He I(16,16)4120.812, .993((3,1))
4122.369	13.6	0.012	1.21	4122.717	Fe II(28)4122.638(4)
4127.731	113.4	0.105	1.01	4128.079	Si II(3)4128.067(300H)
4130.561	125.2	0.118	1.00	4130.909	Si II(3)4130.893(500H)
4143.630	422.1	0.107	2.52	4143.979	He I(55)4143.759((2))
4152.686	27.5	0.025	1.22	4153.036	S II(44)4153.064(23)
4162.442	22.1	0.020	1.22	4162.792	S II(44,65)4162.665(24)
4190 Å Bölgesi (RV = -20.44 +/- 0.68 km/s)					
4162.388	21.5	0.019	1.22	4162.672	S II(44)4162.665(24)
b4168.220	10.8	0.010	1.23	4168.504	
r4168.838	23.0	0.020	1.23	4169.122	He I(52)4168.917((1))
b4173.159	33.4	0.030	1.23	4173.444	Fe II(27)4173.450(8)
r4173.938	18.7	0.017	1.23	4174.223	S II(64,64)4174.002, .265(19,21)
4178.485	37.9	0.034	1.23	4178.770	Fe II(28)4178.855(8)
4187.132	8.5	0.008	1.23	4187.417	
4190.057	12.6	0.011	1.23	4190.343	
b4199.105	9.0	0.008	1.23	4199.391	
r4200.461	17.8	0.016	1.24	4200.748	SiII(7.06,7.06)4200.657, .898((50,40))
4215.090	6.3	0.006	1.24	4215.377	Sr II(1)4215.524(300r)
4245 Å Bölgesi (RV = -29.83 +/- 2.81 km/s)					
4216.893	3.6	0.003	1.24	4217.313	
4230.326	5.2	0.005	1.24	4230.747	
4232.718	53.4	0.048	1.21	4233.139	Fe II(27)4233.167(11)
4241.860	9.3	0.008	1.25	4242.282	Cr II(31)4242.36(50)
4266.741	96.7	0.088	1.03	4267.166	C II(6,6)4267.003, .258(18.20)
4300 Å Bölgesi (RV = -22.26 +/- 1.60 km/s)					
4277.929	10.8	0.009	1.26	4278.247	(S II(49)4278.500(18))
4294.017	16.4	0.014	1.26	4294.335	S II(49)4294.398(22)
4296.232	16.0	0.014	1.26	4296.550	Fe II(28)4296.567(6)
4302.863	30.3	0.026	1.26	4303.182	Fe II(27)4303.166(8)
4325.342	11.5	0.010	1.27	4325.663	
4355 Å Bölgesi (RV = -32.44 +/- 1.80 km/s)					
4325.301	8.1	0.007	1.27	4325.769	
4339.948				4340.417	H-gamma 4340.468
4351.270	34.2	0.029	1.28	4351.741	Fe II(27)4351.764(9)
4357.131	7.6	0.006	1.28	4357.602	Fe II(J)4357.574(4)
4367.783	11.0	0.009	1.28	4368.255	O I(5,5)4368.1933, .2457(8,11)
4376.589	11.9	0.010	1.29	4377.062	
4410 Å Bölgesi (RV = -25.81 +/- 1.67 km/s)					
b4384.141	36.6	0.031	1.29	4384.519	Mg II(10)4384.643(8)
4385.080	44.1	0.037	1.29	4385.458	Fe II(27)4385.381(7)
4387.634	292.0	0.130	2.12	4388.011	He I(51)4387.928((8))
4390.228	60.6	0.051	1.29	4390.606	Mg II(10)4390.585(10)
4391.682	14.0	0.012	1.29	4392.060	
4393.556	9.6	0.008	1.29	4393.934	
r4394.968	13.6	0.011	1.29	4395.346	(Ti II(19)4395.0311(2090))
4416.443	25.2	0.021	1.30	4416.823	Fe II(27)4416.817(7)

## Ek 3. 2 Del Yıldızının Çizgi Tanısı – devam.

Gözlenen Dalgaboyu (Å)	$W_\lambda$ (mÅ)	Derinlik	Genişlik	Hesaplanan Dalgaboyu	Tanı ve Laboratuvar Dalgaboyu
4427.476	16.7	0.014	1.30	4427.857	Mg II (9) 4427.995 (7)
4433.682	24.6	0.021	1.30	4434.064	Mg II (9) 4433.991 (8)
4437.140	53.4	0.035	1.42	4437.522	He I (50) 4437.549 (1)

4465 Å Bölgesi (RV = -23.63 +/- 0.55 km/s)

4433.644	19.5	0.016	1.30	4433.993	Mg II (9) 4433.991 (8)
4437.193	40.9	0.034	1.13	4437.542	He I (50) 4437.549 (1)
4463.471	8.0	0.007	1.31	4463.823	
b4469.310	79.5	0.037	1.35	4469.662	He I (15) 44629.92 (forbidden)
r4471.192	573.9	0.227	1.61	4471.544	He I (14,14) 4471.477, .688 ((6,1))
4476.956	6.4	0.005	1.32	4477.309	
b4479.232	16.1	0.013	1.32	4479.585	
4480.720	157.7	0.131	1.32	4481.073	Mg II (4) 4481.129 (100)
4481.063	132.3	0.110	1.32	4481.416	Mg II (4) 4481.327 (100)
r4482.972	16.2	0.013	1.32	4483.325	S II (43) 4483.429 (19)
4488.742	20.2	0.017	1.32	4489.096	Fe II (37) 4489.185 (4)
4491.042	23.7	0.020	1.32	4491.396	Fe II (37) 4491.401 (8)

4520 Å Bölgesi (RV = -21.37 +/- 1.73 km/s)

4488.744	13.1	0.011	1.32	4489.064	Fe II (37) 4489.185 (4)
4491.104	19.5	0.016	1.32	4491.424	Fe II (37) 4491.401 (8)
4507.950	42.0	0.034	1.33	4508.271	Fe II (38) 4508.238 (8)
4514.999	33.2	0.027	1.33	4515.321	Fe II (37) 4515.337 (7)
4519.846	32.4	0.027	1.33	4520.168	Fe II (37) 4520.225 (7)
4522.297	43.6	0.037	1.27	4522.619	Fe II (38) 4522.634 (9)
4524.696	21.5	0.018	1.33	4525.019	S II (40) 4524.947 (21)
b4533.782	24.4	0.020	1.33	4534.105	Fe II (37) 4534.166 (2)
r4535.143	12.1	0.010	1.33	4535.466	
4541.091	17.7	0.014	1.34	4541.415	Fe II (38) 4541.523 (4)
4549.105	77.4	0.064	1.13	4549.429	Fe II (38) 4549.467 (10)

4575 Å Bölgesi (RV = -22.58 +/- 1.39 km/s)

4549.108	73.1	0.058	1.38	4549.450	Fe II (38) 4549.467 (10)
4552.170	23.5	0.019	1.34	4552.512	Si III (3) 4552.616 (30)
b4554.615	11.7	0.010	1.34	4554.958	Cr II (44) 4555.01 (30)
r4555.574	35.7	0.029	1.34	4555.917	Fe II (37) 4555.890 (8)
4558.310	22.8	0.018	1.36	4558.653	Cr II (44) 4558.66 (100)
4567.419	12.6	0.010	1.34	4567.763	Si III (2) 4567.823 (25)
4575.975	18.1	0.015	1.35	4576.319	Fe II (38) 4576.331 (4)
b4582.494	10.7	0.009	1.35	4582.839	Fe II (37) 4582.835 (3)
r4583.504	48.7	0.039	1.35	4583.849	Fe II (38) 4583.829 (11)
4587.796	16.6	0.015	1.25	4588.141	Cr II (44) 4588.22 (75)

4630 Å Bölgesi (RV = -17.81 +/- 0.30 km/s)

b4618.480	14.8	0.012	1.36	4618.754	Cr II (44) 4618.82 (60)
4620.010	13.7	0.011	1.36	4620.284	(Fe II (38) 4620.513 (3))
r4621.261	29.5	0.024	1.36	4621.536	Si II (7.05, 7.05) 4621.418, .721 (100, 150)
4629.058	35.1	0.028	1.36	4629.333	Fe II (37) 4629.336 (7)
b4633.780	12.4	0.010	1.36	4634.055	Cr II (44) 4634.10 (40)
r4635.056	23.7	0.019	1.36	4635.332	Fe II (186) 4635.328 (5)
4656.383	16.9	0.012	1.52	4656.659	S II (9) 4656.777 (19)

## Ek 3. 2 Del Yıldızının Çizgi Tanısı – devam.

Gözlenen Dalgaboyu (Å)	$W_\lambda$ (mÅ)	Derinlik	Genişlik	Hesaplanan Dalgaboyu	Tanı ve Laboratuvar Dalgaboyu
4685 Å Bölgesi (RV = -22.60: km/s)					
4656.448	9.9	0.008	1.37	4656.799	S II (9) 4656.777 (19)
b4662.633	25.1	0.020	1.37	4662.984	Al II (2) 4663.054 (0)
r4663.042	7.6	0.006	1.37	4663.393	
4673.012	15.3	0.012	1.37	4673.364	Si II (7.15) 4673.273 ((20))
4712.845	87.9	0.081	1.02	4713.200	He I (12,12) 4713.143, .373 ((3,1))
4740 Å Bölgesi (RV = -34.74 +/- 1.34 km/s)					
b4712.860	114.2	0.086	1.24	4713.405	He I (12,12) 4713.143, .373 ((3,1))
r4715.706	19.6	0.014	1.54	4716.252	S II (9) 4716.267 (20)
4730.906	13.0	0.010	1.39	4731.454	Fe II (43) 4731.439 (3)
b4738.688	16.1	0.013	1.39	4739.236	
r4739.901	16.7	0.013	1.39	4740.450	
4755.070	11.5	0.009	1.40	4755.620	Mn II (I) 4755.733 (200)
4761.393	8.9	0.007	1.40	4761.944	
4864 Å Bölgesi (RV = 8.82 +/- 1.10 km/s)					
4795.119	13.0	0.010	1.41	4794.978	
4815.713	27.4	0.021	1.42	4815.571	S II (9) 4815.549 (22)
4824.241	15.4	0.012	1.42	4824.100	Cr II (30) 4824.12 (100)
4826.933	11.4	0.011	1.18	4826.792	Fe II (J) 4826.684 (6)
4861.478				4861.335	H-beta 4861.332
4902.647	10.6	0.010	1.20	4902.503	
b4917.423	13.3	0.010	1.45	4917.278	S II (15) 4917.212 (19)
4919.118	12.6	0.009	1.45	4918.974	
4920.469	34.4	0.026	1.45	4920.325	He I (49) 4920.35 (forbidden)
4922.072	203.7	0.133	1.43	4921.927	He I (48) 4921.929 ((4))
4924.075	124.3	0.080	1.47	4923.931	Fe II (42) 4923.930 (20)
r4925.912	17.7	0.013	1.45	4925.768	
5015 Å Bölgesi (RV = -24.04 +/- 1.05 km/s)					
b4991.381	20.1	0.015	1.47	4991.781	
r4993.002	11.9	0.009	1.47	4993.402	Fe II (J) 4993.347 (8)
5001.525	27.3	0.023	1.32	5001.926	Fe II (J) 5001.915 (18)
5003.858	16.9	0.013	1.47	5004.259	Fe II (J) 5004.197 (11)
5006.459	7.3	0.005	1.47	5006.860	
5007.091	9.6	0.007	1.47	5007.492	
5009.147	17.6	0.013	1.47	5009.548	S II (7) 5009.564 (21)
b5013.568	18.1	0.013	1.47	5013.970	S II (15) 5014.069 (21)
r5015.253	109.2	0.085	1.21	5015.655	He I (4) 5015.675 ((6))
5018.069	78.2	0.058	1.47	5018.471	Fe II (J) 5018.450 (25)
5032.007	34.2	0.025	1.48	5032.410	S II (7) 5032.477 (23)
5040.626	96.6	0.071	1.48	5041.030	Si II (5) 5041.026 (1000)
5070 Å Bölgesi (RV = -25.87 +/- 0.82 km/s)					
5040.601	93.6	0.069	1.48	5041.036	Si II (5) 5041.026 (1000)
5047.410	56.0	0.041	1.48	5047.845	He I (47) 5047.736 ((2))
b5055.535	106.4	0.078	1.49	5055.971	Si II (5) 5055.981 (1000)
r5056.140	61.5	0.045	1.49	5056.576	Si II (5) 5056.314 ((3))
5096.751	21.2	0.015	1.50	5097.190	Fe II (J) 5097.270 (10)

**Ek 3. 2 Del Yıldızının Çizgi Tamısı – devam.**

Gözlenen Dalgaboyu (Å)	$W_1$ (mÅ)	Derinlik	Genişlik	Hesaplanan Dalgaboyu	Tanı ve Laboratuvar Dalgaboyu
6600 Å Bölgesi (RV = -22.40 +/- 0.09 km/s)					
6671.464	19.2	0.011	1.96	6671.962	Si II (7.34) 6671.88 (100)
6677.649	187.0	0.100	1.76	6678.147	He I (46) 6678.149 ((6))
6698.968	8.6	0.005	1.97	6699.468	Si II (7.34) 6699.38 (20)
6716.504	17.7	0.010	1.97	6717.005	Si II (7.34) 6717.04 (50h)
6719.922	15.2	0.008	1.98	6720.423	

Not: blend haldeki çizgiler satır başlarında çizginin mavi tarafı için b (blue), kırmızı tarafı için r (red) harfleri ile gösterilmiştir.



## VII. ÖZGEÇMİŞ

**SOYADI** : TEKER  
**ADI** : Ayşegül  
**DOĞUM YERİ – YILI** : İstanbul – 17.03.1980  
**ADRESİ** : Fenerbahçe Mah. G-1 Sok. Uzay Apt. 2/7 34726  
 Kadıköy/İstanbul  
**TELEFON** : EV : (0 216) 358 3365  
 GSM : (0 532) 551 2411  
**FAX** : -  
**E-MAIL** : aysegulteker@yahoo.com  
**WEB** : -

### ÖĞRENİM DURUMU:

**İLKOKUL** : Kalamış İlkoulu (1985-1989)  
 İstek Özel Acıbadem İlkoulu (1989-1990)  
**ORTAOKUL** : İstek Özel Semiha Şakir Lisesi (1990-1994)  
**LİSE** : İstek Özel Semiha Şakir Lisesi (1994-1997)  
**ÜNİVERSİTE** : Lisans : İ. Ü. Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri  
 Bölümü (1997-2001)  
 Yüksek Lisans : İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve  
 Uzay Bilimleri Programı (2001-)  
**YABANCI DİLİ** : İngilizce  
**BİLGİSAYAR BİLGİLERİ**: MS Office, Corel, Photoshop, Paintshop, Photostudio,  
 Fortrun, C Programlama Dili.

### KATILDIĞI TOPLANTI ve KONFERANSLAR:

- 1- İ.Ü. Amatör Astronomlar Kulübü Mayıs Etkinlikleri Seminerleri, 11-15 Mayıs 1998, İstanbul.
- 2- Arge '99 Bilim Fuarı , İÜAAK, Katılımcı, 08-11 Nisan 1999, Tüyap, İstanbul.
- 3- İ.Ü. Amatör Astronomlar Kulübü Mayıs Etkinlikleri Seminerleri, Katılımcı, 24-28 Mayıs 1999, İstanbul.
- 4- İ.Ü. Amatör Astronomlar Kulübü Mayıs Etkinlikleri Seminerleri, 01-05 Mayıs 2000, İstanbul.
- 5- "Great Astronomical Images" Konferansı; Prof. Dr. Saul J. Adelman, 10 Mayıs 2000, İst. Kültür Üni., İstanbul.
- 6- TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi 3. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, Uzman Gözlemci, 01-03 Eylül 2000, Sakhkent, Antalya.
- 7- XII. Ulusal Astronomi Toplantısı, 04-08 Eylül 2000, Bornova, İzmir.
- 8- "Kozmolojik Evrim" Konferansı; Doç. Dr. Füsun Limboz, 21 Şubat 2001, İst. Kültür Üni., İstanbul.
- 9- "Biyolojik Evrim" Konferansı; Prof. Dr. Yavuz Çotuk, 21 Mart 2001, İKÜ, İstanbul.
- 10- "İnsan ve Evrim" Konferansı; Prof. Dr. Güven Arsebük, 04 Nisan 2001, İKÜ, İstanbul.

- 11- “Evrime Felsefi Bakış” Konferansı; Prof. Dr. Şafak Ural, 25 Nisan 2001, İKÜ, İstanbul.
- 12- İ.Ü. Amatör Astronomlar Kulübü Mayıs Etkinlikleri, Katılımcı, 30 Nisan-04 Mayıs 2001, İstanbul.
- 13- Bilfen Lisesi 1. Astronomi Şenliği, Uzman Gözlemci, 26 Mayıs 2001, İstanbul.
- 14- “CCD Tayfölçüm ve Işıkölçüm” Yaz Okulu, 24 Haziran-06 Temmuz 2001, Akdeniz Üni., Antalya.
- 15- TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi 4. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, Uzman Gözlemci, 14-16 Eylül 2001, Saklıkent, Antalya.
- 16- “Rotse III Telescope System” Konferansı; Carl W. Akerlof, 1 Mart 2002, İ.Ü. Astronomi ve Uzay Bil. Böl., İstanbul.
- 17- “Optik Interferometry, Liquid Telescopes and Gravitational Lensing” Workshop, 14-17 Mayıs 2002, Onsekiz Mart Üni. Çanakkale.
- 18- Bilfen Koleji 3. Bilim Şenliği 1 Haziran 2002, İstanbul.
- 19- “2000’li Yıllarda Lise Eğitime Çağdaş Yaklaşımlar” Sempozyumu, 08-09 Haziran 2002, Özel Kültür Fen Lisesi, İstanbul.
- 20- “New Directions for Close Binary Stars” Workshop, 24-28 Haziran 2002, Onsekiz Mart Üni., Çanakkale.
- 21- ROTSE Çalışma Toplantısı, 08-12 Temmuz 2002, ODTÜ, Ankara.
- 22- TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi 5. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği, Uzman Gözlemci, 30 Ağustos-1 Eylül, Saklıkent, Antalya.
- 23- XIII. Ulusal Astronomi Toplantısı, Katılımcı, 02-06 Eylül 2002, Antalya.
- 24- “Çekimsel Mercekler” Çalıştayı, 09-10 Eylül 2002, Akdeniz Üni., Antalya.
- 25- İKÜ Astronomi Şenliği, Uzman Gözlemci, 09 Mayıs 2003, İKÜ, İstanbul.
- 26- “Evrende Gezinti” Konferansı; Prof. Dr. Dursun Koçer, 06 Haziran 2003, Bilfen Lisesi, İstanbul.
- 27- Bilfen Lisesi 2. Astronomi Şenliği, Uzman Gözlemci, 06 Haziran 2003, İstanbul.

#### YAYIN LİSTESİ:

- 1- “Elemental abundance analysis with DAO spectrograms XXVI. The superficially normal stars gamma Serpentis and 101 Herculis”, Çalışkan H., Adelman S.J., Çay T.M., Çay İ.H., Gulliver A.F., Tektunalı G.H., Koçer D., Teker A., A&A, 2002, 394, 187C.
- 2- “101 Her Yıldızının Tayfsal Analizi” XIII. Ulusal Astronomi Toplantısı Bildirisi, Teker A., Koçer D., Adelman S.J., Çalışkan H., Tektunalı G.H., Çay M.T., Çay İ.H., 2002.

#### PROJE ve TEZLERİ:

- 1- ÖR-145/06112000 - “101 Her ve 11 Del Yıldızlarının Atmosferlerinin Nitel Analizi” Yürütücü Teker A., Danışman Koçer D.; 06 Kasım 2000-24 Kasım 2001, İ.Ü. Araştırma Fonu.
- 2- “Cüce M Yıldızları” Diploma Tezi ; Teker A., Alhaj E., Danışman Koçer D., Mayıs 2001; İ.Ü.F.F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü.

**VERDİĞİ SEMİNERLER:**

- 1- "Astroloji" , 25 Mayıs 1999, İ.Ü.F.F. AAK Mayıs Etkinlikleri, İ.Ü. Astronomi ve Uzay Bil. Böl., İstanbul.
- 2- "Astroloji ve Astronomi" , Haziran 1999, Cağaloğlu Anadolu Lisesi, İstanbul.
- 3- "Astroloji ve Astronomi" , 04 Mayıs 2000, Kültür Fen Lisesi, İstanbul.
- 4- "Astroloji ve Astronomi" , Haziran 2000, Saint Benoit Lisesi, İstanbul.
- 5- "Amatör ve Bilimsel Gözlem" Semineri, 30 Nisan 2001, İ.Ü.F.F. AAK Mayıs Etkinlikleri, İ.Ü. Astronomi ve Uzay Bil. Böl., İstanbul.
- 6- "A Yıldızlarının Özellikleri" Semineri, 22 Mayıs 2002, İ.Ü. Astronomi ve Uzay Bil. Böl., İstanbul.

**DİĞER YURTIÇİ ETKİNLİKLERİ:**

- 1- İ.Ü.F.F. Tiyatro Kulübü "Kadınlık Bizde Kalsın" , oyuncu , 30 Mayıs 1998, Muammer Karaca Tiyatrosu, İstanbul.
- 2- İ.Ü.F.F. Tiyatro Kulübü "Kadınlık Bizde Kalsın" , oyuncu , 05 Haziran 1998, İ.Ü. ÖKM, İstanbul.
- 3- İ.Ü.F.F. Tiyatro Kulübü "Aşk Grevi" , yönetmen , 13 Mayıs 2001, Muammer Karaca Tiyatrosu, İstanbul.
- 4- İ.Ü.F.F. Tiyatro Kulübü "Aşk Grevi" , yönetmen , 23 Mayıs 2001, İ.Ü. ÖKM, İstanbul.
- 5- İ.Ü.F.F. Tiyatro Kulübü "Aşk Grevi" , yönetmen , 23 Mayıs 2001, MSÜ GSF, İstanbul.
- 6- İ.Ü.F.F. Tiyatro Kulübü "Aşk Grevi" , yönetmen , 27 Mart 2002, Kartal Belediyesi Kültür Merkezi, İstanbul.

**İŞ TECRÜBESİ :**

- 1- Asistan Öğrenci, Mart 2000-Haziran 2001, İ.Ü. Astronomi ve Uzay Bil. Böl., İstanbul.
- 2- Galeri Yöneticisi, Ocak 2002-Mayıs 2002, Bebek Sanat Galerisi, İstanbul.

**ÖZEL İLGİ ALANLARI :** Tiyatro, Gravür Baskı, Fotoğraf, Resim, Grafik Tasarım, Edebiyat, Felsefe, Outdoor Sporları.