

## TÜBİTAK ULUSAL GÖZLEMEVİ-COUDE EŞEL TAYFLARINI KULLANARAK YILDIZLARIN KİMYASAL BOLLUK ANALİZİ : HD 39866 ve HD 43836

Başak Eminoğlu<sup>1</sup> , Canan Şahin<sup>1</sup> , Kutluay Yüce<sup>1,2</sup> ve Saul J. Adelman<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100,  
Tandoğan, ANKARA

<sup>2</sup> I.N.A.F.-Osservatorio Astronomico di Trieste, Via Tiepolo, 11 I-34143 Trieste, Italy

<sup>3</sup> The Citadel, Physics Department of Physics, 171 Moultrie Street, Charleston, SC  
29409, USA

<sup>4</sup> Guest Investigator, Dominion Astrophysical Observatory, Herzberg Institute of  
Astrophysics, National Research Council of Canada, 5071 W. Saanich Road, Victoria  
V8X 4M6, Canada

**Özet** Bu çalışmada TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'ndeki RTT150 teleskobuna bağlı Coudé Eşel Tayfçekeri (CET) ile alınan tayfsal veriler kullanılarak, HD 39866 (A2 II) ve HD 43836 (B9 II) yıldızlarının element bolluk analizleri gerçekleştirildi (Eminoğlu 2009, Şahin 2008).  $\lambda\lambda 3920-8770$  Å dalgaboyu aralığını içeren tayflar, Dr. Graham Hill ve arkadaşları (Hill et al. 1982a,b) tarafından yazılan REDUCE ve O'nun ilgili programları (PLOTFITS, VLINE) kullanılarak yıldız atmosferlerine ait tayf çizgileri belirlenip, çizgi profillerinin ölçümleri gerçekleştirildi: Merkezi dalgaboyu, eşdeğer genişliği, çizgi derinliği ve yarı-maksimumdaki tam genişlik değerleri bulundu. Çizgi tanı yöntemiyle atmosferlerindeki atom ve iyonlar tespit edildi. Atmosfer analizi, Dr. Robert Kurucz (Kurucz 1993)'un yerel termodinamik denge varsayımıyla, paralel düzlem geometrili ATLAS9 programı ile gerçekleştirildi. TUG tayflarının model atmosfer yöntemiyle ayrıntılı element bolluk analizinden, HD 39866 yıldızı için 24 (He, C, N, O, Mg, Al, Si, S, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Sr, Y, Zr, Ba, Ce, Nd, Gd), HD 43836 yıldızı için de 11 (Fe, Ni, Ti, V, Cr, Mn, Sc, O, Mg, S ve Si) elemente ait yüzey bollukları hesaplandı. Ölçüm teknikleri ve analizler bakımından bu çalışma, Yüce (B9 Iab ve A2 Ia: Yüce 2005), Kılıçoğlu (F2 III: (2008)) ve Saul J. Adelman ve arkadaşlarının "Elemental abundances from DAO spectrograms" (örn. bkz. Adelman et al. 2008) serisine benzer bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Yüksek çözünürlüklü TUG tayfsal verisi ve güncel ölçüm teknikleri kullanılarak, seçilmiş model atmosferlerden elde edilen bolluk değerlerinin anlamlı ve karşılaştırılabilir olması, Venn (1995a,b)'in kullandığı benzer teknikler ve bu tekniklerin TUG verisine uygulanabilir olduğunu gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, yıldız atmosferleri, element bolluğu, HD 39866, HD 43836

## 1 Giriş

RTT 150 CET'in optik özellikleri Bikmaev et al. (2005) tarafından verilmektedir. Yüce et al. (2008), I-V ışınım sınıfı ve 1-6 kadir görünür parlaklık aralığındaki 14 yıldızın TUG gözlemlerine dayalı ilk sonuçlarını sundular. Adelman & Yüce (2010) RTT 150 eşel tayflarını kullanarak üç civa mangan yıldızının (11 Per, HR 2801 ve nu Cnc) element bolluk analizini gerçekleştirmiştir. Son iki çalışmada, düşük dönme hızına sahip bazı yıldızların TUG ve Dominion Astrofizik Gözlemevi tayflarından ölçülen eşdeğer genişlikleri de karşılaştırılmaktadır.

HD 39866 (HR 2066, BD+28 952, HIP 28117) ve HD 43836 (12 Gem, BD+23 1301, HIP 30049) yıldızlarının ayrıntılı tayfsal analizlerini gerçekleştirme nedenlerimiz aşağıda özetlendiği gibidir.

1. Tayfsal veriler, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne aittir. Tayflar, 40000 çözünürlüğe sahip ve elektromanyetik tayfın geniş bir dalgaboyu aralığını ( $\lambda\lambda 3920 - 8770 \text{ \AA}$ ) içermektedir.
2. II ışınım sınıfından HD 43836'nın literatürde herhangi bir ayrıntılı tayfsal çalışması bulunmazken, HD 39866 yıldızı Aydın (1972a,b) tarafından incelenmiştir.
3. "DAO Spektrogramlarından Element Bollukları" çalışma dizisindeki analizlerin çoğu, Adelman ve arkadaşları tarafından, Anakol bandındaki B, A ve erken F yıldızları üzerine yapıldı. Birkaç süperdev yıldız için de, doktora çalışması kapsamında gerçekleştirildi. II ışınım sınıfından HD 39866 ve HD 43836, A III ile A Ib yıldızları arasındaki bağlantıyı sağlayacak olması bakımından önemlidir.

TUG tayfsal verilerini kullanarak gerçekleştirmek istediğimiz diğer amaçlar:

4. TUG tayflarının kimyasal bolluk analizlerindeki kullanılabilirliğini tespit etmek.
5. Tayf ölçümlerinde güncel olarak kullanılan REDUCE ve VLINE programlarını, bu gözlemsel verilere uygulamak.
6. Geniş bir dalgaboyu aralığını içeren eşel tayflardaki çizgi profillerini incelemek ve yıldız atmosferlerindeki atom ve iyonları tanımlamak.
7. Model atmosfer oluşturarak, bunları, etkin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi ve mikrotürbülans hız belirlemelerinde kullanmak.
8. Yüksek ayırma güçlü TUG verilerini ve güncel ölçüm tekniklerini kullanarak, seçilmiş model atmosferlerden, iki yıldızın yüzey element bolluklarını hesaplamak.
9. Bu çalışma kapsamında, TUG verilerinden elde edilen tayfsal sonuçları kullanarak, literatür bilgisi ışığında, HD 39866 yıldızının evrim durumuna bakmak.

## 2 A tayf türü yıldızların bazı genel özellikleri:

HD 43836 ve HD 39866, geç B ve erken A tayf türünden yıldızlardır. A tayf türü yıldızlar, yıldız astrofizikinde önemli bir yere sahip olan yıldız türüdür. Bunlar, görünür bölge tayflarında moleküler çizgilere sahip olamayacak kadar sıcak fotosferlere sahiptir. Bu durum, onlara daha geç tayf türü G, K ve M yıldızlarından çok daha kolay tayfsal analiz yapma imkanı sağlar. A türü yıldızlar, bu tayf bölgesinde zengin tayf çizgilerine sahip olabilecek kadar soğuk yıldızlardır. Ayrıca, kuvvetli Balmer çizgilerine ve bu çizgilere göre daha zayıf bir çok çizgiye sahiptir. Çizgilerin sayısı ve çizgilerin 'blend' olma derecesi F yıldızlarına doğru gidildikçe hızla artar. A yıldızları, tayflarında He I çizgilerinin daha az görülmesi nedeniyle B yıldızlarından sınıflama olarak kolaylıkla ayrılırlar. F tayf türünden yıldızlar çok sayıda ve daha güçlü metal çizgilerine sahiptir. Bu nedenle, A türünden yıldızlar çok temiz bir tayfa (F-K türünden yıldızların kalabalık tayflarının aksine) ve blend olmamış birçok önemli tayfsal çizgiye sahip oldukları için ideal bolluk belirteçleridir. Ia ve Ib ışınım sınıfından A tayf türü süperdevler, görünür bölgede en parlak yıldızlar olarak bilinirler. Bu özellikleri, onları, diğer gökadalarda da gözlenebilir ve tayfsal analiz için ideal yıldızlar yapar. A türü süperdevler, evrimleşmiş büyük kütleli yıldızlar olup, bunların hafif element bollukları yıldızların evrim çalışmalarında kullanılır. Erken tür süperdevler, mavi ve kırmızı süperdevler arasındaki evrimsel bağlantıyı sağlar, bundan dolayı A süperdevlerin çalışmaları HR diyagramının sağ üst kısmındaki yıldız evrimi teorileri için çok önemlidir. A türü yıldızların tayfsal özelliklerini dikkate aldığımızda, onları, yıldız astrofizik için bir laboratuvar olarak düşünebiliriz.

## 3 Tayfsal veri

Bu çalışmada incelenen tayfsal veriler, RTT150-CET'in test edilmesi sırasında Dr. I. Bikmaev tarafından 300 sn poz süresi verilerek alınmış gözlemsel tayfların "coaddition" yöntemiyle birleştirilerek laboratuvar dalgaboyuna kaydırılmış sonuç tayflarıdır. Tayflar, Rus yapımı azot soğutmalı 1k x 1k CCD dedektörle alınmıştır. R= 40000 ayırma gücüne sahip eşel tayfçekeri ile alınan ve  $\lambda\lambda 3920-8770\text{\AA}$  dalgaboyu aralığını içeren tayflar 68 "order" üzerine dağılmıştır.  $\lambda 4500\text{\AA}$  den kısa dalgaboyu bölgesinde her "order" sonu bir sonraki ile çakışmaktadır, fakat uzun dalgaboyu tarafına gidildikçe 1-80 $\text{\AA}$  arasında artan boşluklar vardır. Tayf ölçümleri, Dr. Austin F. Gulliver tarafından WINDOWS ortamı pc bilgisayarına uyarlanan PLOTFITS, REDUCE, VLINE (Hill et al. 1982a,b) programları kullanılarak Yüce (2003, 2005)'nin ölçüm teknikleri ile yapılmıştır.

TUG tayflarındaki çizgi profillerine uyguladığımız analiz adımları aşağıda özetlendiği gibidir:

1. Her iki yıldızın eşel tayf karakteristiğini ortaya çıkarmak için, Dünya atmosferinden kaynaklanan çizgiler (tellürik) ve eşel tayfların sinyal gürültü oranlarına ait değerler (S/G) tespit edilerek listelendi. Bu liste, çizgi profillerini

- kullanarak gerçekleştirdiğimiz ölçüm ve analizler sırasında çizgi profillerinin kalitesini görmemize yardımcı oldu.
2. Yıldızların dönme hızı, en temiz (blend olmamış) ve orta şiddetli (yaklaşık 30 mÅ) tayf çizgilerinden belirlendi. Bu çizgiler, incelenen tayfların  $\lambda\lambda 4430-4685$  Å dalgaboyu aralığını içeren 53-49. "order"larında bulunmaktadır.
  3. Mevcut tayflar sürekliliğin durumuna göre yaklaşık 8-10Å'luk bölgeler halinde incelenerek, yıldızlara ait çizgi profilleri belirlendi ve ölçümleri gerçekleştirildi. Böylece TUG tayflarındaki çizgi profillerinin merkezi dalgaboyu, çizgi derinliği ve yarı maksimumdaki tam genişlikleri tespit edilmiş oldu.
  4. Güncel tanı listelerinden yararlanılarak çizgi profillerinin kaynağı olan yıldız atmosferlerindeki atom ve iyon türleri belirlendi (Moore 1945, 1965, 1993).

#### 4 Atmosfer Parametrelerinin Belirlenmesi

HD 39866'nın atmosferinde, demirin iyonizasyon dengesini sağlayan etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmesi değerleri araştırıldı. Nötr ve bir kez iyonize olmuş demir çizgileri ve onların atomik verileri kullanılarak element bollukları hesaplandı. Bolluklar, düzlem-paralel geometri, hidrostatik denge ve yerel termodinamik denge varsayımı altında çalışan ATLAS9 kodundan elde edilen atmosfer modelleri kullanılarak WIDTH9 programı yardımıyla hesaplandı. Mikrotürbülans hızı, tayflarda en çok çizgiye sahip olan Fe I ve Fe II çizgilerinden bulundu. HD 39866'nın atmosfer parametrelerinin belirlenmesinde yıldızın spektrofotometrik verilerinden, Strömgren  $uvby\beta$  fotometrisinden ve Balmer profillerinden yararlanılamadı. Çünkü yıldızın literatürde herhangi bir spektrofotometrik verisi yoktur. HD 39866, yıldızlararası kızarmadan etkilendiği için spektrofotometrik analizinden anlamlı bir sonuç elde edilemedi. Benzer şekilde, Balmer çizgileri CET verilerinin order sonlarına denk geldiği için Balmer profillerin bütünü elde edilememiştir.

HD 43836'nın etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmesinin başlangıç değerleri Strömgren fotometrisinden belirlenmeye çalışıldı. Buradan bulunan ( $T_e$ ,  $\log g$ ) çifti, B9 yıldızı için hem uyumlu değildi hem de hatası büyüktü. HD 43836 yıldızının kimyasal element bolluk analizinde kullanılmak üzere, literatürde yer alan benzer tayf türünden yıldızların güvenilir yöntemlerden elde edilmiş atmosfer parametrelerinden yararlanıldı. Venn (1995a, b) tarafından çalışılan yıldızlardan iki tanesi ışımın sınıfı ve tayf türü olarak HD 43836'a yakındır: HD 175687 (A0 II) ve HD 46300 (A0 Ib). Bu yıldızların atmosfer parametreleri Mg I ve Mg II'nin iyonizasyon dengesinden ve gözlemsel ve kuramsal  $H_\gamma$  profillerinin fitlerinden belirlenmiştir: HD 175687 için ( $T_e = 9400$  K,  $\log g = 2.3$ ); HD 46300 için ( $T_e = 9700$  K,  $\log g = 2.1$ ) dir. Bu çalışmamızda HD 43836 için bunların ortalama bir değerini kabul ettik.

#### 5 Element Bolluk Analizi

Element bollukları, HD 39866 ve HD 43836 yıldızlarının etkin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi ve mikrotürbülans hız değerlerini kullanarak oluşturduğumuz

atmosfer modelleri ve güncel atomik verileri içeren çizgi kartları yardımıyla WIDTH9 programı yardımıyla hesaplandı. Bunu yaparken, çizgi tanısı yöntemiyle atmosferdeki varlıklarını kesin olarak belirlediğimiz atom ve/veya iyonlara ait çizgiler kullanıldı. HD 39866 yıldızının atmosferine ait He, C, N, O, hafif elementler (Mg, Al, Si, S, Ca), demir grubu elementler (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co ve Ni), s- process elementleri (Sr, Y, Zr, Ba) ve nadir-toprak elementlerinin (Ce, Nd ve Gd) bollukları model atmosfer yöntemiyle ilk kez belirlenmiş oldu. HD 43836 yıldızında hafif (O, Mg, S ve Si) ve demir grubu elementler (Fe, Ni, Ti, V, Cr, Mn, Sc) için karşılaştırılabilir anlamlı sonuçlar elde edildi. CNO, ağır element ve nadir toprak elementlerinin bollukları daha yüksek S/G oranına sahip tayflar gerektirdiği için hesaplanamadı.

HD 39866 (A2 II) yıldızının element bolluklarına ilişkin yapılmış tek çalışma Aydın (1972a) tarafından gerçekleştirilmiştir. Aydın Ti II, Cr II, Fe I ve Fe II çizgilerinden hesapladığı titanyum, krom ve demir bolluklarını Deneb (A2 Ia)'in değerleriyle karşılaştırmaktadır: Yıldız, titanyum bakımından Deneb'e göre zengin, krom ve demir bakımından ise Deneb ile aynı bolluk değerlerine sahiptir. HD39866 ve HD 43836 yıldızına benzer tayf türü ve ışınım sınıfında olan Venn'in yıldızlarından HD 222275 (A3 II)'nin fotosfer bollukları genel olarak ya Güneş bolluğuna sahip ya da daha zengindir (Venn 1995a, b).

## 6 Sonuçlar

1. Eşel tayfların merkez bölgeleri, mavi ve kırmızı tarafa göre daha yüksek S/G değerlerine sahiptir. HD 39866 yıldızının tayfı genelde 150 den büyük S/G değerine sahipken, HD 43836 yıldızının tayfları daha düşük S/G değerine sahiptir. Bu nedenle HD 43836'nın tayfında daha fazla çizgi kaybına rastlanmıştır.
2. HD 39866 ve HD 43836 eşel tayflarında çizgi ölçümü yapılan ve atom ve iyonla ait oldukları tanımlanan tayf çizgi sayılarına ait bilgiler Tablo 1'de sunulmaktadır. HD 39866 yıldızının tayfından, Paschen serisi, Balmer ( $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ ,  $H_{\epsilon}$ ) çizgileri ile C I, C II, N I, O I, He I, Mg I, Mg II, Al I, Al II, Si II, S I, S II, Ca I, Ca II, Sc II, Ti II, V II, Cr I, Cr II, Mn I, Mn II, Fe I, Fe II, Ni II, Sr II, Zr II, Co II, Y II, Ba II, Gd II, Sm II ve Nd II atom ve iyonların varlığı tespit edildi. La II, N II, Ce II ve Fe III'e ait bazı çizgiler kesin olarak tanımlanamadıkları için, bunlar varlığı muhtemel olan iyonlardır. HD 43836 tayfından, Paschen serisi, Balmer ( $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ ,  $H_{\epsilon}$ ) çizgileri ile N I, O I, O II, Mg I, Mg II, Al II, Si II, S II, Ca II, Sc II, Ti I, Ti II, V II, Cr I, Cr II, Mn I, Mn II, Fe I, Fe II, Fe III, Ni II, Zr II, Y II ve La II çizgileri tanımlandı. Ayrıca Sm II ve Sr II'e ait bazı çizgiler, varlığı muhtemel olan çizgilerdir.
3. Dönme hızı değeri HD 39866 için  $9.2 \pm 0.5$  km/sn, HD 43836 için  $11.55 \pm 0.51$  km/sn olarak bulundu.

4. HD 39866 yıldızının atmosfer parametreleri Fe I ve Fe II'nin iyonizasyon dengesi kullanılarak  $T_e = 8950$  K,  $\log g = 2.40$  olarak elde edildi. HD 43836 yıldızına ait atmosfer parametreleri için, Venn tarafından incelenen HD 175687 (A0 II) ve HD 46300 (A0 Ib) yıldızlarının, Mg I ve Mg II'nin iyonizasyon dengelerinden ve gözlemsel ve kuramsal  $H_\gamma$  profillerinin fitlerinden bulunduğu değerlerin ortalamasını kabul ettik:  $T_e = 9550$  K,  $\log g = 2.2$ .
5. Mikrotürbülans hızı, HD 39866'nın 111 Fe I ve 175 Fe II çizgisinden 2.6 km/sn, HD 43836'nın 34 Fe II çizgisinden 1.11 km/sn olarak belirlendi.
6. Element bolluklarının Güneş'teki değerlerden olan farkları dikkate alındığında; **He**: HD 39866'nın yüzey katmanları He bakımından bir miktar fakirdir (-0.4 dex).  
**C, N ve O**: HD 39866'nın atmosferi, karbon ve oksijen bakımından hemen hemen Güneş bolluklu, azot bakımından ise Güneş'ten önemli ölçüde zengindir.  
**Hafif elementler (Mg, Al, Si, S, Ca)**: HD 39866'da magnezyum, silisyum ve kalsiyum miktarları hata sınırları içerisinde Güneş'teki değerlere yakındır. Yıldız, alüminyum bakımından Güneş'e göre daha fakir, sülfür bakımından ise Güneş'e göre daha zengindir. Magnezyum HD 43836'nın atmosferinde Güneş'inkinden daha az miktarda bulunurken, silisyum bakımından Güneş'ten belirgin bir şekilde fakir olma eğilimindedir. Sülfür bakımından ise Güneş'e göre oldukça zengindir.  
**Demir grubu elementleri (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni)**: HD 39866'nın tayfında tanımlanan çizgilerden hesaplanan demir grubu element bollukları neredeyse Güneş'in değerlerine yakın (Sc, Ti, Cr, Fe, Co ve Ni) ya da Güneş'inkinden daha boldur (V, Mn). HD 43836 yıldızının atmosferi, skandiyum bakımından Güneş'e göre belirgin bir şekilde daha fakir, titanyum, krom ve nikel bakımından ise Güneş'e göre daha fakirdir. Yıldız, demir ve vanadyum bakımından daha fakir, mangan bakımından Güneş bolluğundadır.  
**s-process elementleri (Sr, Y, Zr, Ba)**: HD 39866, yitrium bakımından Güneş'in değerinde, stronsiyum bakımından oldukça fakir, zirkonyum ve baryum bakımından ise Güneş'inkinden daha zengindir.  
**Nadir-toprak elementler (Ce, Nd, Gd)**: Bu gruptaki elementler için elde edilen bolluk değerlerinin her biri Güneş değerlerinden daha büyüktür. HD 39866 nadir toprak elementleri bakımından oldukça zengindir. HD 43836 yıldızının CNO, ağır element ve nadir toprak elementlerin bolluklarını hesaplamak için daha yüksek S/G oranına sahip tayflar gerekmektedir. Yıldızların bolluk karşılaştırmaları Tablo 2'de verilmektedir.
7. **A)** HD 39866 yıldızının Schaller et al. (1992)'nin teorik evrim yolları üzerindeki konumuna bakıldı. Bu çalışmada belirlenen atmosfer parametrelerine göre, HD 39866 yıldızı, 5-9  $M_\odot$  kütleli yıldızların evrim yolları arasında ve Venn'in yıldızlarına yakın bir yerde bulunmaktadır (Eminoğlu

2009).

**B)** Yerel termodinamik denge varsayımı altında yapılan LTE sonuçlarımıza göre HD 39866 (Eminoğlu 2009) ve HD 222275 (Venn 1995a,b) yıldızlarının karbon ve azot bolluklarının aynı eğilime sahip olduğu görülmektedir. Venn tarafından bu elementler için hesaplanan yerel termodinamik dengeden sapma miktarları ve literatürdeki bazı evrim senaryoları (Chiosi & Summa 1970, Stothers & Chin 1991, Becker & Iben 1979) dikkate alındığında, HD 39866, evrimi sırasında "first dredge-up / ilk karışım" adı verilen bir iç karışıma maruz kaldığının izlerini taşımaktadır.

**Çizelge 1.** Yıldızların çizgi tanımlarına ait bilgiler

Yıldız	Ölçülen çizgi sayısı	Tanımlanan çizgi sayısı
HD 39866	997	886
HD 43836	326	297

**Çizelge 2.** Element bolluklarının karşılaştırılması

Yıldız	f	g	z	çz	$T_e(K), \log g$
HD 43836	Mg,Si,Sc	O,Ti,V,Cr,Mn,Fe,Ni	S		9550,2.20
HD 39866	He,Al,Sr	C,O,Mg,Si,Ca,Sc,Ti,Cr,Fe,Co,Ni,Y	S,Mn,V,Zr,Ba	N,Ce,Nd,Gd	8950,2.40
HD 222275		C,O,Mg,Si,Sc,Ti,Fe,Ni	Ca,Cr,Mn	N	8500,2.20

Notlar:  $[X] = \log(X)_{yıldız} - \log(X)_{Güneş}$

f: fakir,  $-1.0 < [X] < -0.3$ ; g: Güneş bolluğu,  $-0.3 < [X] < 0.3$ ; z: zengin,  $0.3 < [X] < 1.0$ ; çz: çok zengin,  $1.0 < [X]$

Teşekkür: Literatür çalışmalarında SIMBAD veritabanı (Strasbourg, Fransa) kullanılmıştır. Dr. Ilfan Bikmaev'e, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne ve gece gözlemcilerine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Adelman, S. J.; Cay, I. H.; Tektunali, H. G.; Gulliver, A. F.; Teker, A.: Elemental Abundances Analysis with DAO spectrograms: XXXI. The Early F Supergiants  $\nu$  Her (F2 II) and 41 Cyg (F5 Ib-II). *Astronomische Nachrichten*. **329** (2008) 26.
- Adelman, S. J., Yüce, K.: Elemental abundance analyses with Coudé Echelle spectrograms from the TÜBİTAK National Observatory of Turkey: I. The HgMn stars 11 Per, HR 2801, and  $\nu$  Cnc. *Astronomische Nachrichten*. **331** (2010) 785.

- Aydın, C.: Atmospheres of A-type supergiants. *Astronomy and Astrophysics*. **19** (1972a) 369.
- Aydın, C.: A-type supergiants: a list of line intensities and radial velocity measurements. *Astronomy and Astrophysics Supplement*. **7** (1972b) 331.
- Becker, S. A., Iben, I. Jr.: The asymptotic giant branch evolution of intermediate-mass stars as a function of mass and composition. I - Through the second dredge-up phase. *Astrophys. J.* **232** (1) (1979) 831–853.
- Bikmaev, I., Sakhibullin, N., Musaev, F. and Aslan, Z.: (2005) [http://www.tug.tubitak.gov.tr/rtt\\_sao\\_ras.php](http://www.tug.tubitak.gov.tr/rtt_sao_ras.php)
- Chiosi, C., Summa, C.: On the evolution of OB stars from the main sequence to the helium exhaustion phase. *Astrophysics and Space Science*. **8** (1970) 478-496.
- Eminoğlu, F. B.: TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Coudé Eşel Tayflarını Kullanarak HD 39866 (A2 II) Yıldızının Kimyasal Bolluk Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara (2009).
- Hill, G., Fisher, W. A. and Poeckert, R.: Publications. *Dominion Astroph. Obs.* **3** (1982a) 27.
- Hill, G., Fisher, W. A. and Poeckert, R.: Publications. *Dominion Astroph. Obs.* **4** (1982b) 43.
- Kılıçoğlu, T.: Düşük Genlikli delta Scuti Yıldızı 20 CVn'nin Element Bolluk Çalışması, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara (2008).
- Kurucz, R. L.: ATLAS9 Stellar Atmosphere Programs and 2 km/s grid. Kurucz CD-ROM No. **13** (1993) Cambridge.
- Moore, C. E.: A Multiplet Table Astrophysical Interest, Princeton University Observatory (1945).
- Moore, C.E.: Selected Tables of Atomic Spectra A: Atomic Energy Levels, NSRDS-NBS 3, National Bureau of Standards, Washington, DC (1965).
- Moore, C.E.: Tables of Spectra of Hydrogen, Carbon, Nitrogen, and Oxygen Atoms and Ions, ed. J. W. Gallagher, CRC Press, Boca Raton, FL (1993).
- Schaller, G., Schaerer, D., Meynet, G. and Maeder, A.: New grids of stellar models from 0.8 to 120 solar masses at  $Z = 0.020$  and  $Z = 0.001$ . *Astronomy and Astrophysics Supplement Series* (ISSN 0365-0138). **96** no. 2 (1992) 269-331.
- Stothers, R. B. and Chin, C.: Metal opacities and convective core overshooting in Population I stars. *Astrophys. J.-Letters*. **381** (1991) L67-L70.
- Şahin, R. C.: TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi - Coudé Eşel Tayfı Kullanılarak HD 43836 (B9II) Yıldızının Tayf Ölçümü. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Dönem Sonu Projesi, Ankara (2008).
- Venn, K. A.: Atmospheric Parameters and LTE Abundances for 22 Galactic, A-Type Supergiants. *Astrophysical Journal Supplement*. **99** (1995a) 659.
- Venn, K. A.: CNO Abundances and the Evolutionary Status of Galactic, A-Type Supergiants. *Astrophysical Journal*. **449** (1995b) 839.
- Yüce, K.: 4 Lac ve  $\nu$  Cep Yıldızlarının Tayfsal Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara (2003).
- Yüce, K.: Spectral Analysis of 4 Lacertae and  $\nu$  Cephei. *Baltic Astronomy*. **14** (2005) 51.
- Yüce, K., Gürol, B., Adelman S. J.: "TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi - Coude Eşel Tayfları'nın Tayfsal Karakteristikleri", XVI. Ulusal Astronomi Kongresi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 08-12 Eylül 2008, Çanakkale.