

**OPTİK BÖLGE TAYF ANALİZLERİNDEN
MANYETİK ÖZELLİK GÖSTERMEYEN
(geç B – erken F) TÜRÜ YILDIZLARIN
KİMYASAL ELEMENT BOLLUKLARI**

Kutluay YÜCE
Ankara Üniversitesi

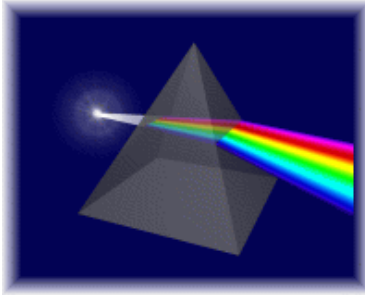
XIX. Ulusal Astronomi Kongresi, 2-6 Şubat 2015
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

1- Giriş	Problemin ortaya konulması
2- Kimyasal Yapı Ayrımına Göre Yıldız Tipleri	Yıldızların yüzey kimyası ile ilgilenildiğinde karşımıza çıkan yıldız tipleri nelerdir?
3- HgMn, Am ve Normal Yıldız Tipleri Üzerine Gerçekleştirdiğimiz Tayfsal Analizler	Nitel ve nicel model atmosfer analizlerinden elde edilen sonuçlar: Özel'den genel'e aktarımlarımız
4- Çalışmalarımızın son değerlendirmeleri	Yıldız astrofiziğinde cevap bekleyen incelemeler..

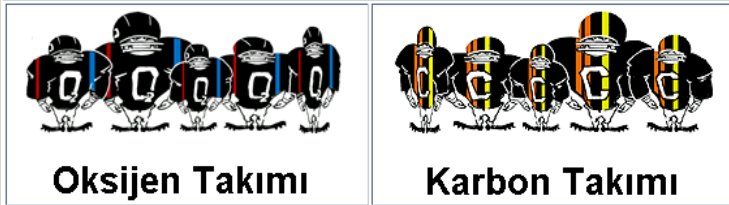
GİRİŞ

Yıldız spektroskopisi



- Fiziksel özelliklerin tespiti
- Kimyasal bileşimin anlaşılması
- Yıldızların mantıksal bir sıraya göre sınıflandırılması

Nitel ve nicel atmosfer analizleri



- Yıldızlar, kimyasal özelliklerine göre ayrıca sınıflandırıldı.

- ❖ ‘Kimyasal sıra dışı’ yıldız tiplerinin varlığı, yıldız astrofiziğinin ilgi alanında yer aldı.

NEDEN 'kimyasal sıra dışı' yıldız tipleri ile ilgileniyoruz ?

Yüce & Adelman (2014 a,b)

Bu yıldızların **özelliklerinin** ve **gelişim safhalarının açıklanması** bağlamında mevcut teoriler bizi tatmin edici sonuçlara götürmemektedir.

Çünkü bu gruba dahil yıldızların, **ortak nitelikleri bulunduğu gibi, ayrıca her birinin kendisine has özellikleri de vardır.**

Bu tipten mümkün mertebe **çok sayıda yıldızın incelenmesi, ortak özelliklerinin tespiti ve evrimlerinin tahmini** bakımından zorunlu görülmektedir.

Çalışmalarımızda;

“**Civa-Mangan (HgMn)**” ve “**metal çizgili (Am)**” olarak bilinen kimyasal ‘sıra dışı yıldız’ tiplerinin “**normal**” yıldızlar ile birlikte **fiziksel parametrelerine bağlı olarak kimya yönü ile ilgileniyoruz** (örn; Adelman et al. 2001, Adelman & Yüce 2010, Yüce et al. 2011a).

❖ **Öncelikli hedeflerimiz**, yıldızları tek tek ele alıp, gözlemsel optik bölge tayflarına “**yüksek çözünürlüklü / detaylı analiz (fine analysis)**” tekniğini uygulayarak kimyasal bileşimlerini belirlemektir.

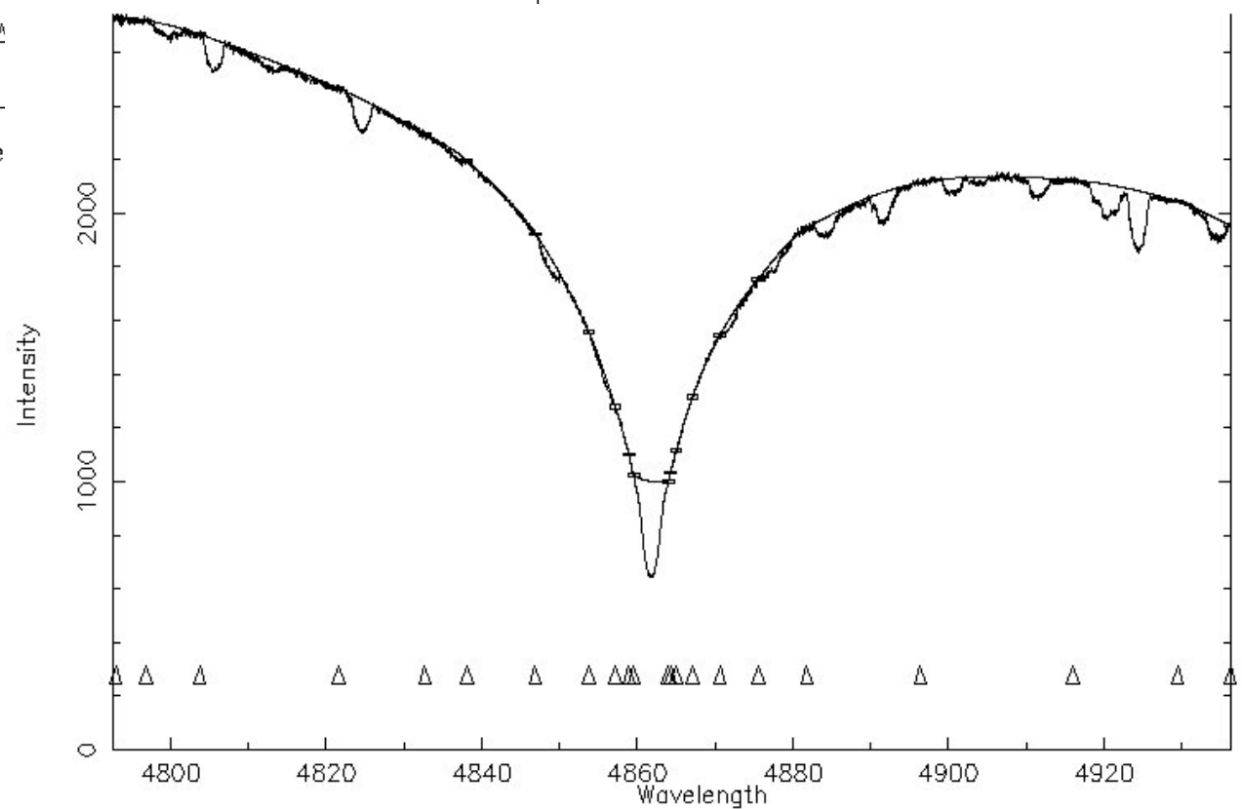
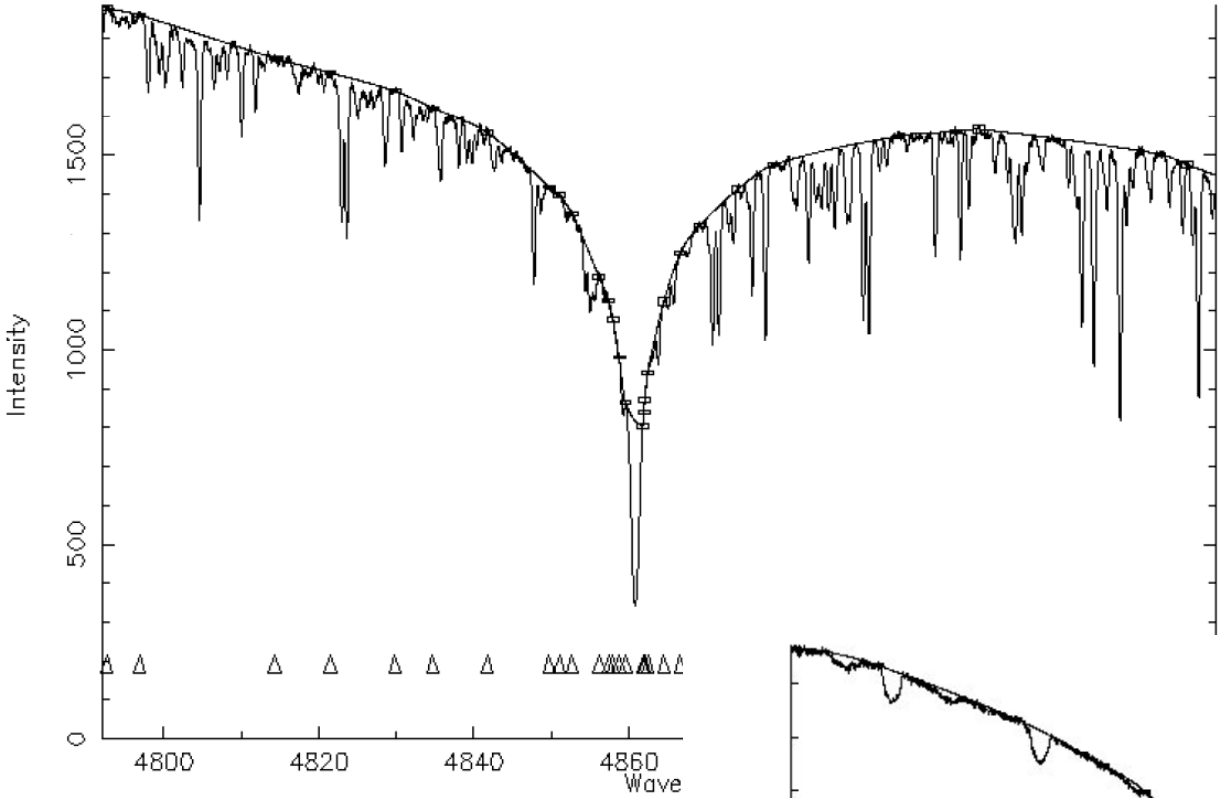
Ardışık analizler sürecinde; gözlemsel optik bölge tayflar üzerinde bulunan çizgi profillerinin tamamı tespit edilerek atom/iyon tanımlanmaları yapılmıştır...

Bugüne kadar geldiğimiz noktada;

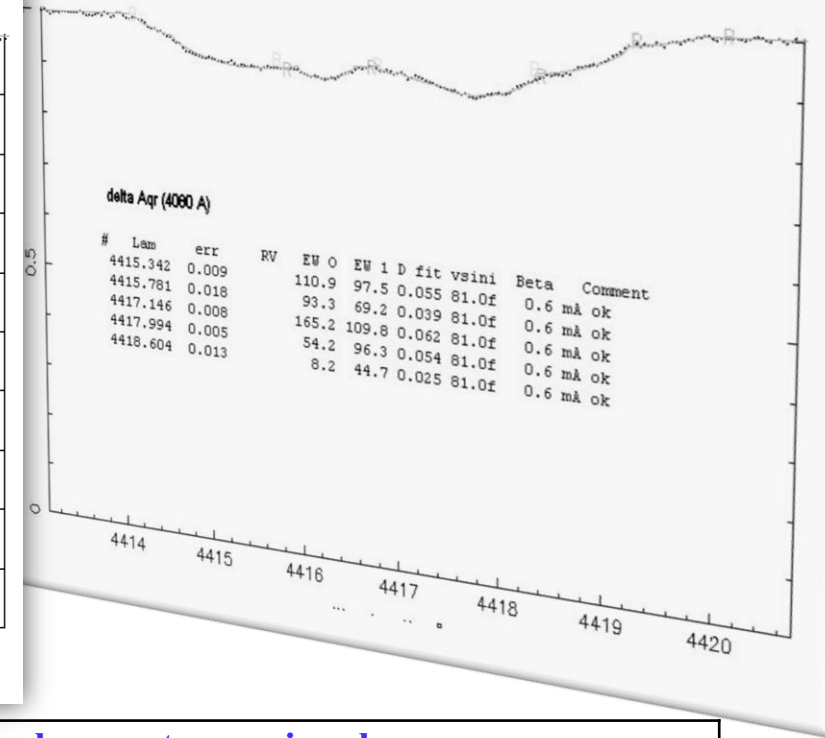
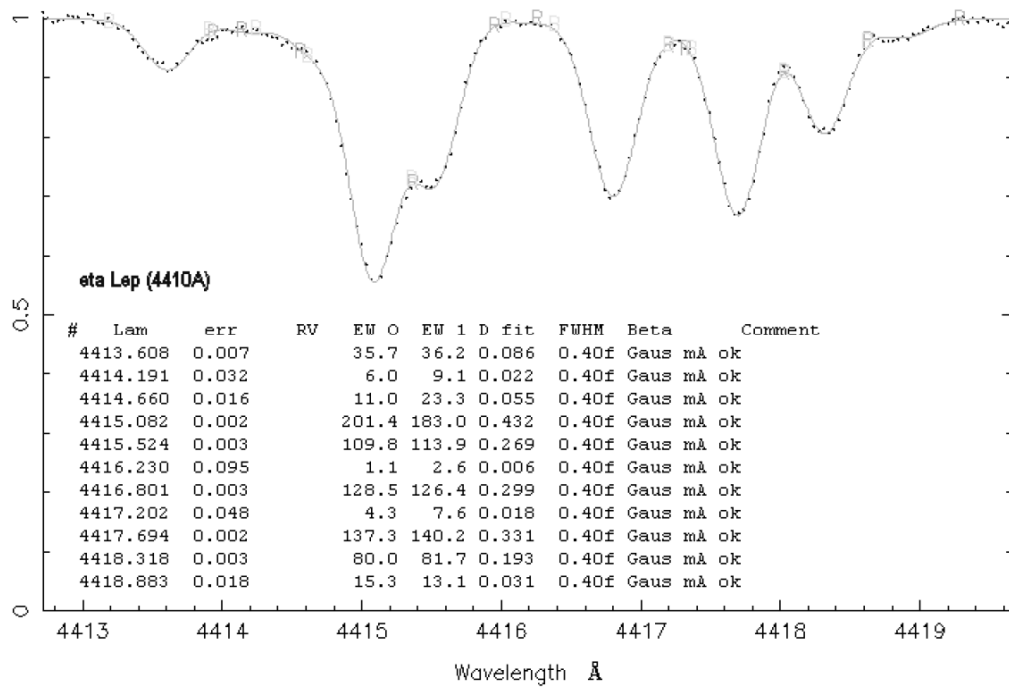
- **dönme hızı (v_{sin})**
- **atmosfer parametreleri (T_e , $\log g$, ξ)**
- **elementlerin göreceli bollukları (N/N_t)**

bu çalışmalar neticesinde elde edilen önemli argümanları teşkil etmektedir.

Bu durumda yıldızların '**Güneş ve güneş ile ilintili kimyasal bileşimli'** **normal yıldızlardan olan sapmalar** belirlenebilmektedir.

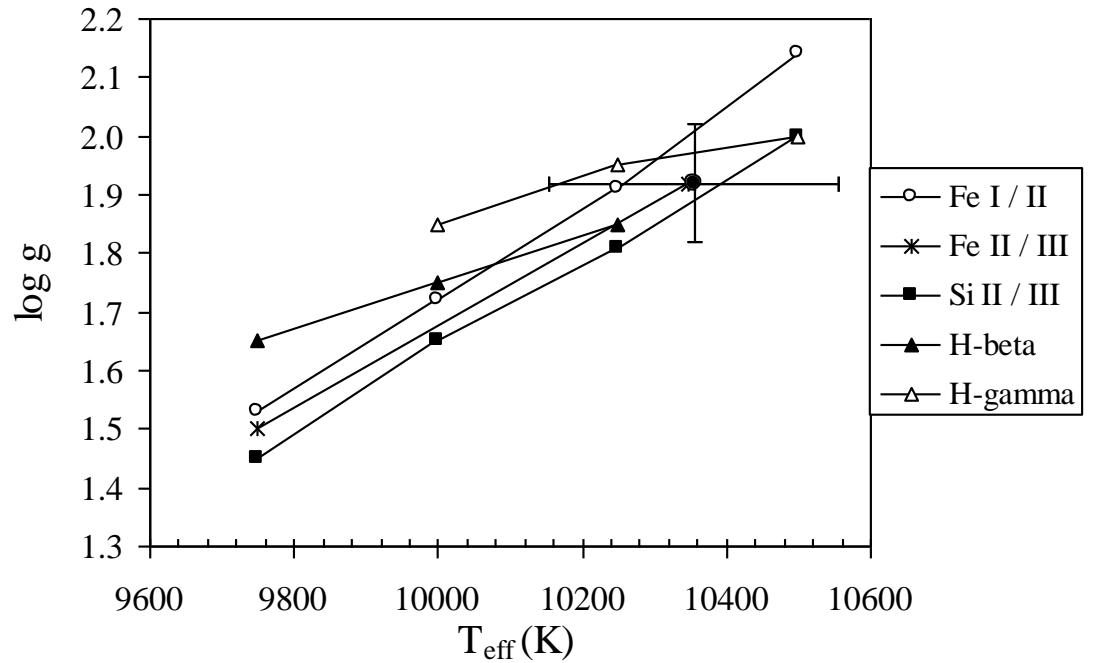
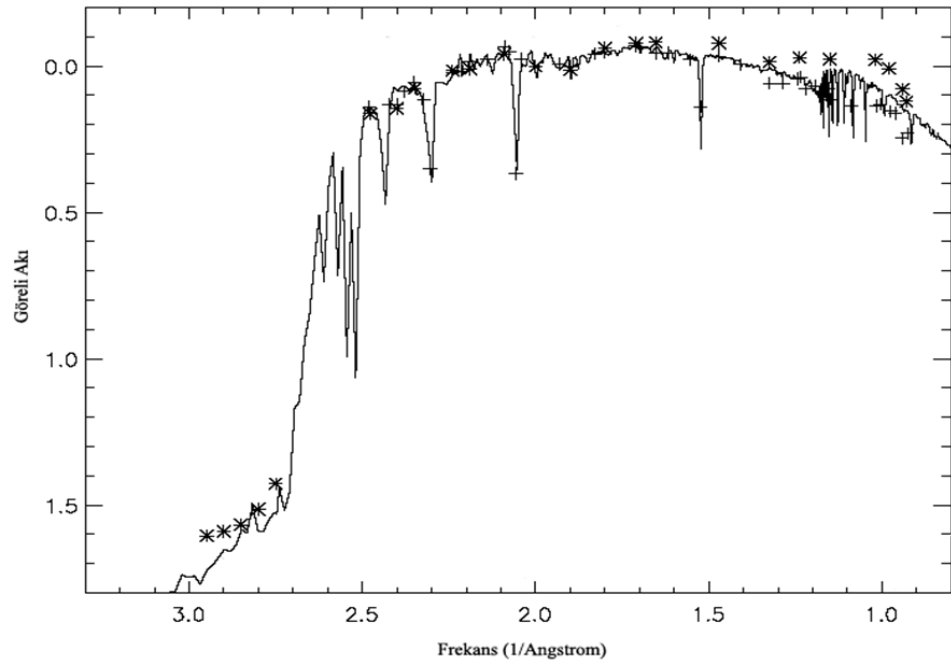


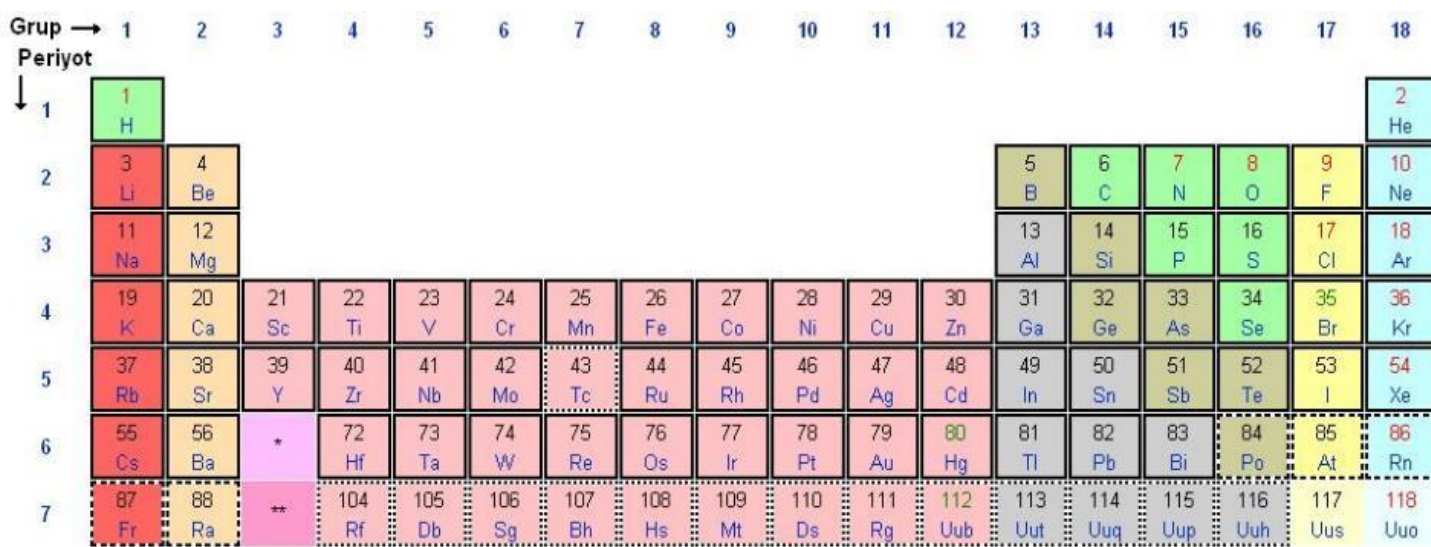
Intensity



Yıldız	Tanımlanan atom ve iyonlar
η Lep	C II, Mg I, Mg II, Al I, Si II, Ca I, Ca II, Sc II, Ti I, Ti II, V I, V II, Cr I, Cr II, Mn I, Mn II, Fe I, Fe II, Co I, Ni I, Ni II, Zn II, Sr II, Y II, Zr II, Ba II, La II, Ce II, Nd II, Eu II, Gd II
HR 6455	C I, C II, N I, O I, Mg I, Mg II, Al II, Si I, Si II, S I, S II, Ca I, Ca II, Sc II, Ti I, Ti II, V I, V II, Cr I, Cr II, Mn I, Mn II, Fe I, Fe II, Fe III, Co I, Co II, Ni I, Ni II, Sr II, Y II, Zr II, Ba II, La II, Ce II, Nd II, Eu II, Gd II, Tm II
δ Aqr	C I, Mg I, Mg II, Al I, Si I, Si II, S II, Ca I, Ca II, Sc II, Ti I, Ti II, V II, Cr I, Cr II, Mn I, Mn II, Fe I, Fe II, Co I, Ni I, Ni II, Y II, Zr II, Cd I, Ba II, La II, Ce II, Nd II,

atmosfer parametre tayini

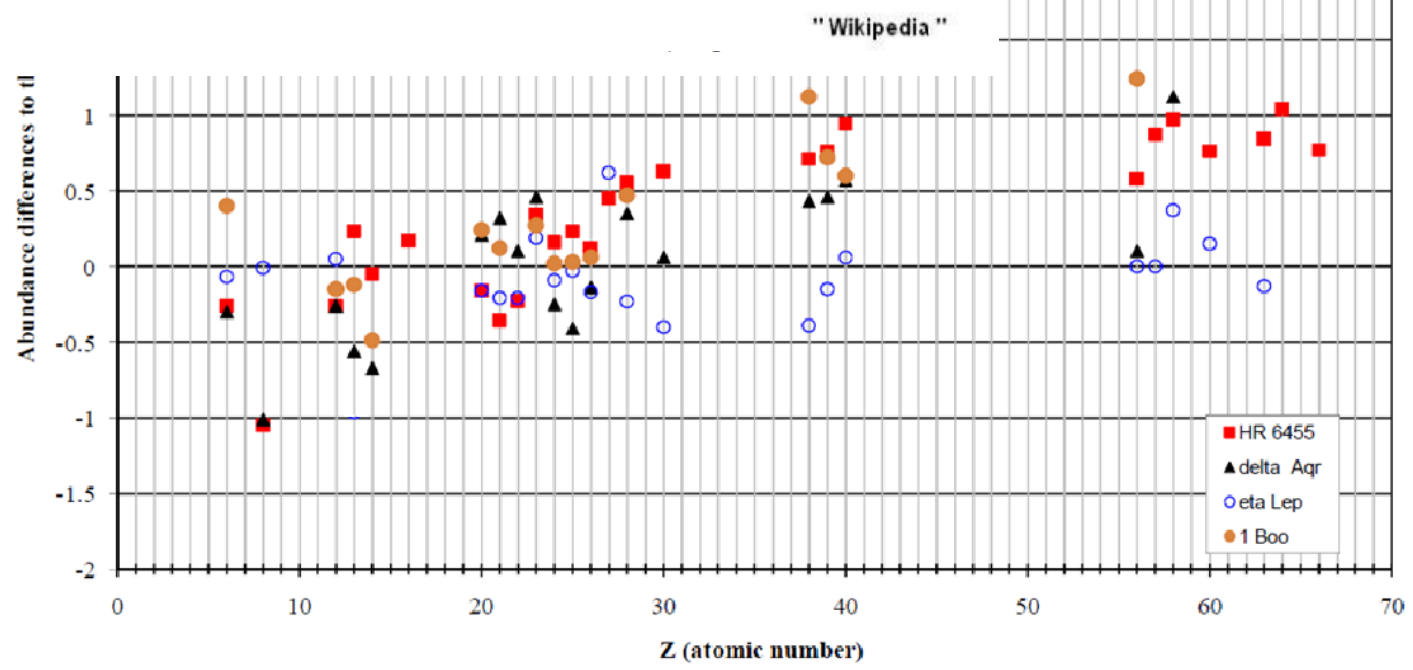
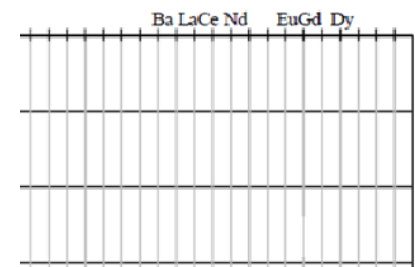




* Lantanitler

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

** Aktinitler



DAO data
Yüce et al. (2011a)

Table 7 Comparison of derived and solar abundances in $\log N/N_{\text{H}}$.

Star Species	11 Per			HR 2801			ν Cnc			Sun
	n	$\log N/N_{\text{H}}$	[X]	n	$\log N/N_{\text{H}}$	[X]	n	$\log N/N_{\text{H}}$	[X]	$\log N/N_{\text{H}}$
He I	4	-1.15±0.13	-0.14	7	-1.06±0.11	-0.05	4	-1.48±0.07	-0.47	-1.01
C II	6	-4.20±0.18	-0.75	4	-4.08±0.18	-0.63	1	-3.45	0.00	-3.45
N I	...	...	...	4	-3.38±0.14	+0.65	...	...	...	-4.03
N II	...	...	...	1	-3.78	+0.25	...	...	...	-4.03
O I	4	-3.50±0.06	-0.37	12	-3.21±0.11	-0.08	10	-3.27±0.16	-0.14	-3.13
Ne I	6	-4.31±0.12	-0.39	3	-3.69±0.11	+0.23	...	...	...	-3.92
Mg I	...	...	...	4	-4.53±0.04	-0.11	5	-4.39±0.16	+0.03	-4.42
Mg II	5	-5.18± 0.15	-0.77	6	-4.64±0.12	-0.22	4	-4.59±0.09	-0.17	-4.42
Al I	...	...	...	1	-6.18	-0.65	...	...	...	-5.53
Al II	1	-6.83	-1.30	3	-5.80±0.18	-0.27	2	-5.48±0.12	+0.05	-5.53
Si II	12	-4.98±0.18	-0.53	13	-4.68±0.15	-0.23	8	-4.38±0.20	+0.07	-4.45
Si III	2	-4.81±0.08	-0.36	1	-4.53	-0.08	...	...	...	-4.45
P II	22	-5.36±0.19	+1.19	...	...	...	...	...	...	-6.55
S II	23	-5.11±0.17	-0.44	20	-4.89±0.16	+0.22	5	-4.07 ± 0.19	+0.60	-4.67
Ca I	...	...	...	...	...	...	1	-6.25	-0.61	-5.64
Ca II	2	-6.42±0.11	-0.78	1	-6.58	-0.94	1	-6.32	-0.68	-5.64
Sc II	1	-8.16:	+0.67	1	-9.75	-0.92	11	-7.89±0.17	+0.94	-8.83
Ti II	17	-6.66±0.34	+0.32	12	-7.83±0.14	-0.85	68	-6.13±0.17	+0.85	-6.98
V II	...	...	...	...	...	...	2	-8.34±0.17	-0.34	-8.00
Cr I	...	...	...	...	...	...	6	-5.41±0.24	+0.92	-6.33
Cr II	4	-6.83±0.10	-0.50	26	-6.71±0.18	-0.38	46	-5.54±0.20	+0.77	-6.33
Mn I	...	...	...	...	...	...	4	-5.86±0.21	+0.75	-6.61
Mn II	23	-5.35±0.18	+1.26	1	-5.90:	+0.71	18	-5.75±0.19	+0.91	-6.61
Fe I	4	-4.05±0.14	+0.45	10	-4.83±0.13	-0.33	66	-4.18±0.18	+0.32	-4.50
Fe II	42	-4.33±0.15	+0.16	139	-4.89±0.15	-0.39	178	-4.14±0.18	+0.36	-4.50
Fe III	2	-4.38±0.02	+0.12	...	...	...	1	-3.73:	+0.77	-4.50
Co I	...	...	...	...	...	...	1	-5.91	+1.17	-7.08
Ni II	1	-6.53	-0.78	1	-6.19	-0.44	4	-5.34±0.12	+0.41	-5.75
Zn I	...	...	...	...	...	...	1	-6.59	+0.81	-7.40
Sr II	...	...	...	1	-9.65	-0.62	4	-7.32±0.20	+1.71	-9.03
Y II	...	...	...	...	...	...	25	-7.47±0.20	+2.29	-9.76
Zr II	...	...	...	...	...	...	28	-7.33±0.16	+3.07	-9.40
Ba II	...	...	...	...	...	...	4	-6.77±0.22	+3.10	-9.87
Hg II	1	-6.90	+3.93	1	-6.82	+4.02	1	-6.50	+4.33	-10.83:

Notes:

The solar abundances are from Grevese, Noels & Sauval (1996);

[X] = $\log \epsilon(X)_{\text{star}} - \log \epsilon(X)_{\text{Sun}}$.

TUG data
RTT150-CES

❖ **Bir diğer hedefimiz ise, 'özel' nitelikli tayfsal çalışmalarımızın sonuçlarını 'genele uygulamak' üzerine odaklanmak olmuştur (Yüce & Adelman 2011b, 2014).**

Bu anlamda kullandığımız en önemli kaynak B, A ve F tayf türü olan Anakol Bandı 'normal' ve manyetik özellikli olmayan 'kimyasal tuhaf' yıldızlara ait çalışmaların ağırlıklı olarak yer aldığı "**Elemental Abundance Analyses with DAO Spectrograms & Dominion Astrofizik Gözlemevi Tayfları ile Element Bolluk Analizleri**" serisidir.

Bu türden seri yaklaşımlar değişik tekniklerin uygulanması ve farklı girdi verilerinin kullanılmasıyla oluşacak farklılıkları ortadan kaldırmaktadır. Dolayısıyla tüm tayfsal diziler aynı/yakın kalitede olduğundan ölçümlerin duyarlılığı ve buradan elde edilen sonuçların güvenilirliği artmaktadır.

etkin sıcaklık
yüzey çekim ivmesi
mikrotürbülans hızı
element bollukları

tayfsal veri seti
literatüre kazandırılmaktadır.

Seride incelenen bazı yıldızlar sonraki yıllarda yüksek kaliteli ve/veya daha geniş tayf aralığında bölgesinde yeniden incelendi.

“ilk ve güncel sonuçlar arasında uzun dönemli bir tutarlılık var”

VTUR

1 2.8 2.9 3.0
AVER
LINE 2.81 391.897 4 Lac Mult 4 6.01
391.897 -0.51 0.51 131724.370 0.51 157234.070
391.897 32 8.98 -4.93 0.00 MC
LINE 8.19 426.726 4 Lac Mult 6
426.726 +0.74 0.74 145550.700 2.5 168978.340
426.726 32 9.39 5.76 0.00 MC

olası titretilen hız değerleri
alt enerji seviyesi
üst enerji seviyesi
6.01 C II

C II
3918.977

C II
4267.76

Dalgaboyu

Alt seviye

Üst seviye

Sönümlenme sabitleri

Kaynaklar

ABUNDANCE CHANGE	Vakum ve hava dalgaboyu	Enerji/cm ⁻¹	Enerji/cm ⁻¹	Enerji/eV	Enerji/eV	J-değeri yapılandırması	J-değeri yapılandırması	Gama R	Gama S	Gama W
4	-0.88	10	12	14	18	22	26	-3.11	-4.49	-5.68
10	-3.95	11	12	14	18	22	26	-4.52	-5.63	-6.63
16	-4.83	17	18	20	24	28	32	-8.63	-9.14	-10.04
21	-8.94	22	23	24	24	24	26	-4.52	-5.63	-6.63
28	-5.79	29	30	30	30	30	32	-8.63	-9.14	-10.04
34	-8.69	35	36	36	36	36	38	-9.14	-10.04	-10.95
40	-9.54	37	42	42	42	42	44	-10.04	-10.95	-11.86
46	-10.35	47	48	48	48	48	50	-10.95	-11.86	-12.77
52	-9.68	53	54	54	54	54	56	-9.91	-10.82	-11.73
57	-10.82	58	60	60	60	60	62	-11.04	-11.95	-12.86
64	-10.92	65	66	66	66	66	68	-11.11	-12.02	-12.93
70	-10.96	66	72	72	72	72	74	-10.93	-11.84	-12.75
76	-10.97	76	78	78	78	78	80	-10.95	-11.86	-12.77
82	-10.98	83	84	84	84	84	86	-12.00	-12.91	-13.82
87	-20.00	88	90	90	90	90	92	-12.51	-13.42	-14.33
94	-20.00	95	96	96	96	96	98	-20.00	-20.91	-21.82

READ DECK 64 RH	Log gf ve A-değerleri	BROSS, ACCRAD, VTURB
4.60643884E-06	41E-04	9.394E+07 2.895E-01 3.518E+01 2.000E+05
6.14415926E-06	93E-04	1.246E+08 2.890E-01 3.459E+01 2.000E+05
8.19781591E-06	6019.5	2.951E-04 1.662E+08 2.886E-01 3.312E+01 2.000E+05
1.09391652E-05	6065.4	4.08E-04 2.237E+08 2.884E-01 3.138E+01 2.000E+05
1.45977546E-05	6114.2	5.85E-04 3.031E+08 2.882E-01 2.955E+01 2.000E+05
1.94802774E-05	6163.1	8.45E-04 4.127E+08 2.879E-01 2.773E+01 2.000E+05
2.59998185E-05	6214.3	1.42E-03 5.642E+08 2.874E-01 2.572E+01 2.000E+05
3.47130568E-05	6265.1	2.44E-03 7.730E+08 2.866E-01 2.393E+01 2.000E+05
4.63680275E-05	6316.7	4.1999E-03 1.059E+09 2.857E-01 2.241E+01 2.000E+05
6.19656155E-05	6357.5	7.64E-03 1.448E+09 2.846E-01 2.115E+01 2.000E+05
8.28475498E-05	6408.4	1.2E-03 1.973E+09 2.835E-01 2.010E+01 2.000E+05
1.10803043E-04	6453.3	2.43E-03 2.681E+09 2.824E-01 1.920E+01 2.000E+05
1.48207991E-04	6503.5	4.789E-03 3.630E+09 2.816E-01 1.840E+01 2.000E+05
1.98203479E-04	6557.3	9.828E-03 4.900E+09 2.812E-01 1.767E+01 2.000E+05
2.64840945E-04	6614.5	1.338E-02 6.585E+09 2.818E-01 1.737E+01 2.000E+05

Log gf ve A-değerleri

Element kodu

Element adı

DAO serisini neden önemsiyoruz ?

Literatürde bugüne kadar, genellikle F6'dan daha geç türler ile B1'den daha sıcak olan yıldızlar ayrıntılı olarak incelenmiştir. **Oysa HR diyagramının geç B - erken F tayf türü bölgesinde, DAO serisinde ele alındığı gibi, ayrıntılı bir tayfsal analiz serisi henüz hazır değildir.** Ancak; şimdilerde orta-A ve erken F tayf türü 'normal' ve kimyasal 'tuhaf yıldızlar' literatürdeki yerini almaya başladı.

Elemental abundance analyses with DAO spectrograms. XXVIII. Comparisons with two series of automated elemental abundance analyses

K. Yüce^{a,b,*}, S.J. Adelman^{c,d}, A.F. Gulliver^{d,e}

^a Ankara University, Faculty of Science, Department of Astronomy and Space Sciences, TR-06100, Tandoğan, Ankara, Turkey

^b Istituto Nazionale di Astrofisica-Osservatorio Astronomico di Trieste, via G.B. Tiepolo, 11, I-34143 Trieste, Italy

^c Department of Physics, The Citadel, 171 Moultrie Street, Charleston, SC 29409, United States

^d Visiting Astronomer, Dominion Astrophysical Observatory, Herzberg Institute of Astrophysics, National Research Council of Canada, 5071 W. Saanich Road, Victoria, Canada V8X 4M6

^e Department of Physics and Astronomy, Brandon University, Brandon, Canada MB R7A 6A9

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 August 2010

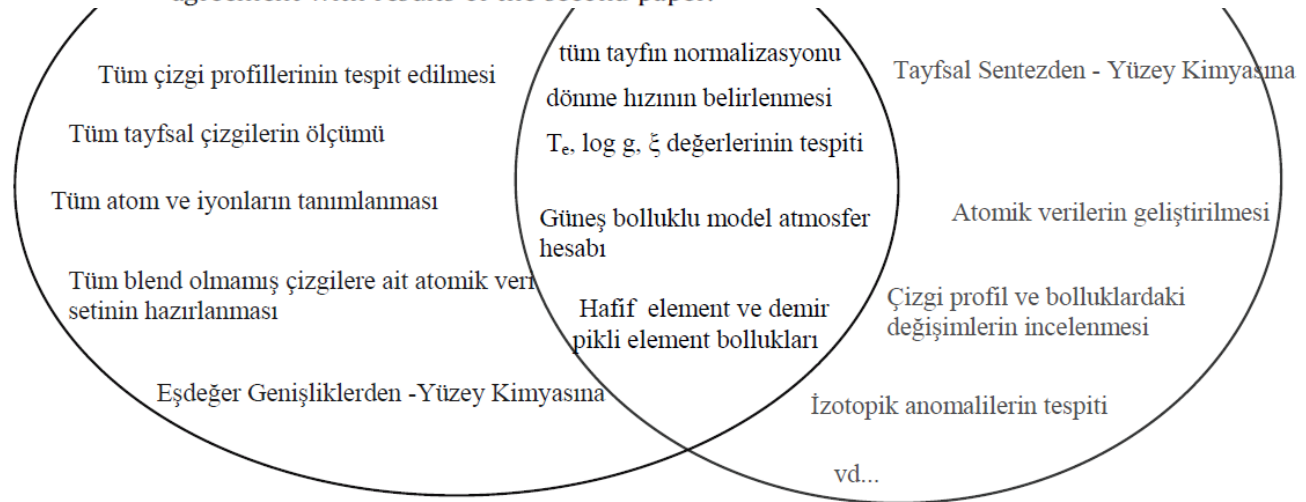
Received in revised form 7 September 2010

Accepted 9 September 2010

Available online 21 October 2010

ABSTRACT

We compare the results of our series of fine analyses based on Dominion Astrophysical Observatory long camera coudé spectra with those of the same stars from the series of automated elemental abundance analyses by Hill (1995) and by Erspamer and North (2003). We usually find good agreement with the results of the first paper for those elements with well-determined abundances and somewhat poorer agreement with results of the second paper.



Yukarıda uzun yıllar süren bilimsel çalışmalarım neticesinde geliştirdiğim şematik çizimde “İnce Analiz” ve “Tayfsal Sentez” yöntemlerinin ortak benzerlik ve farklılıkları sistematik olarak gösterilmiştir.

Literatürde; 'HgMn, Am ve normal' yıldızların kayda değer **manyetik alana, fotometrik değişimlere** sahip olup olmadıkları irdelenmektedir. Zira bunların varlığı çalışmamızı etkileyebilirdi.

Manyetik Alan:

Auriere et al. (2007) yıldızlara özgü geliştirilmiş 'magnetometre' kullanarak mCP yıldızlarında en az 300 Gauss değerinde manyetik alanlar tespit etti.

Shorlin et al (2002), Auriere et al. (2010)

40 'normal' ve 'Am' tipi yıldızlar için magnetik alanların varlığına ilişkin kanıt bulunamadı.

Lignieres et al. (2009), Petit et al. (2010)

Vega yıldızında; son derece küçük eser niteliğe haiz manyetik alanın olabileceğine dair iddialar mevcuttur (bkz; Lignieres et al. 2009, Petit et al. 2010), fakat öylesine küçük bir manyetik alan varlığı, element bolluklarını önemli ölçüde etkilememelidir.

Kochukhov et al. (2013) tarafından HgMn yıldızlarında manyetik alan tespit edilmedi.

Yapılan bir çok **fotometrik** çalışma; B,A ve F tayf türü 'normal' tek yıldızların, HR diyagramının belirli bölgeleri dışında kalan sabit gök cisimleri olduklarını gösterdi.

Yüce & Adelman (2014) çalışmasında incelenen birkaç yıldız (örn; **28 And**) Anakol bandının Klasik Sefeid Değişen kuşağı ile kesiştiği bölgede bulunan **delta Scuti** değişenlerindedir.

Bu sınıfın bazı üyelerinde element bollukları Güneş'tekine benzediği halde, diğerleri kısmen Am tipi yıldızların atmosferlerinde olduğu gibi, belirgin bir şekilde bolluk farklılıklarına sahiptirler (bkz. örn; Hui-Hoa 2000, Rachkovskaya 2000, Erspamer & North 2003, Mittermayer & Weiss 2003, ve Yushchenko et al. 2005).

Fotometrik değişen delta Scuti türü yıldızlar sınıfına girmeyen HgMn ile Am tipi **tek yıldızlar** üzerine çeşitli makaleler vardır. Buna koşt; Adelman (1993, 2003) ve Adelman et al. (1994) Strömngren uvby fotometrik gözlemleri ile bunun doğru olmadığını ispatladı.

2. KİMYASAL YAPI AYIRIMINA GÖRE ÜST ANAKOL YILDIZLARI

‘Normal’ A yıldızları:

- Yüzey element bollukları Güneş’in değerlerine yakın,
- algılanabilen bir manyetik alanı olmayan,
- ekvatoryal dönme hızları $> 120 \text{ km sn}^{-1}$ değere sahip olan,
- salma çizgileri gözlenmeyen,
- fotometrik olarak ölçülen ışımaya şiddetleri zamanla değişmeyen yıldızlar” olarak tarif edilir.
- Ayrıca bu yıldızlar “bir çift sistemin üyesi iseler bileşenler arası önemli ölçüde kütle aktarımları yoktur”.

‘**Kimyasal tuhaf**’ yıldızlar optik bölge tayflarında bazı elementlerin beklenenden güçlü ya da zayıf soğurma çizgilerinin varlığı ile ilk kez fark edildiler. Örneğin bazı yıldızlar, Morgan (1933) tarafından, Mn, Si, Eu, Cr ve Sr elementlerinde görülen baskın tuhafliklarla tanımlanmıştır.

Tayfsal yolla yapılan ‘kimyasal tuhaf’ yıldızların sınıflama şeması (Preston 1974)

Grup	Tip/İsim	Kriter	Dönme	Sıcaklık
CP1	Metal çizgili (Am)	zayıf Ca II ve/veya Sc II; zengin ağır metaller	yavaş	7000-10000 K
CP2	Manyetik Ap	zengin Si, Cr, Sr, Eu	yavaş	8000-15000 K
CP3	HgMn	zengin Hg II λ 3984	çok yavaş	10000-15000 K
CP4	He-zayıf	$Q(\text{Sp}) > Q(\text{UBV})$	yavaş?	13000-20000 K?

Manyetik özellik karakteristiğine göre ‘kimyasal tuhaf’ yıldızlar (Kurtz 2000)

T_e (K)	Manyetik Özellikli	Manyetik Özellik Göstermeyen
7000 – 10000	Ap SrCrEu A3 – F0	Am, / Boo A0 – A1
10000 – 14000	Ap Si B8 – A2	HgMn B6 – B9
13000 – 18000	He-zayıf Si, SrTi B3 – B7	He-zayıf, PGa B4 – B5
18000 – 22000	He-şiddetli B1 – B2	

2.1 Metal çizgili ya da Am tipi yıldızlar

Titus ve Morgan (1940) bu sıra dışı yıldızların bazılarının ortak özelliklere sahip olduklarını fark edip bunları ayrı bir grup altında topladılar ve bunlara “metalik çizgili” yıldızlar adını verdiler (*Am* tipi yıldızlar).

Söz konusu bu yıldızlarda C, N, O ve Ca bollukları genelde Güneş’tekine nazaran daha az iken, demir grubu elementler daha fazla bolluk gösterir. Bu bolluk anormalliklerinin, kütle kaybı, türbülans gibi farklı fiziksel süreçlerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Michaud 2005).

Roman et al. (1948)

Tayf türü (Ca II K çizgisi) < Tayf türü (Balmer çizgisi) < Tayf türü (metal çizgisi)

2.2 Manyetik özellikli CP yıldızları

Manyetik özellikli kimyasal tuhaf yıldız tipleri (CP), üst anakol yıldızlarıdır ve tayflarında anormal kimyasal bolluklar ve farklı enerji dağılımlarıyla karakterize edilirler.

Manyetik özellik veren CP yıldızlarının tayflarında **Sr**, **Cr**, **Eu**, ve **Si** elementlerinin çizgileri, anormallikler sergilemektedir. Bu yıldızların çoğu tayfsal, fotometrik ve manyetik değişim gösterirler.

Görünür bölgedeki en baskın özelliği $\lambda 5200$ bölgesidir.

Prof. Dr. Saul J. Adelman'nın 'spektrofotometrik çalışmaları' bu özelliklerin mCP yıldızları için optik bölge belirteçleri olduğunu gösterir.

2.3 Civa – Mangan (HgMn) yıldızları

Tipik olarak geç B türü yıldızlardır. Civa–Mangan (HgMn) yıldızı olarak da adlandırılan bu yıldızların tayflarında, olağan dışı şiddetli **mangan** çizgileri ve **Hg II $\lambda 3984$** çizgisi gözlenir.

Adelman (2003), erken A tür yıldız olan ν Cnc isimli yıldızı en soğuk HgMn yıldızı olduğunu belirledi.

α And'ın Hg II $\lambda 3984$ çizgisinde dönemli profil değişimi keşfedildi ve bunun sebebi olarak, civanın yıldız yüzeyindeki homojen olmayan dağılımları gösterilmiştir (Wahlgren et al. 2001, Adelman et al. 2002).

❖ HgMn yıldızlarının sahip oldukları kimyasal özellikler, 'atomik veri'nin geliştirilmesi'nde önemli bir faktördür.

Wavelengths and oscillator strengths of Xe II from the UVES spectra of four HgMn stars

K. Yüce^{1,2}, F. Castelli¹, and S. Hubrig³

¹ Istituto Nazionale di Astrofisica, Osservatorio Astronomico di Trieste, via Tiepolo 11, 34143 Trieste, Italy
e-mail: yuce@oats.inaf.it

² Ankara University, Faculty of Science, Department of Astronomy and Space Sciences, 06100 Tandoğan, Ankara, Turkey

³ Astrophysical Institute Potsdam, An der Sternwarte 16, 14482 Potsdam, Germany

Received 2 December 2010 / Accepted 3 January 2011

ABSTRACT

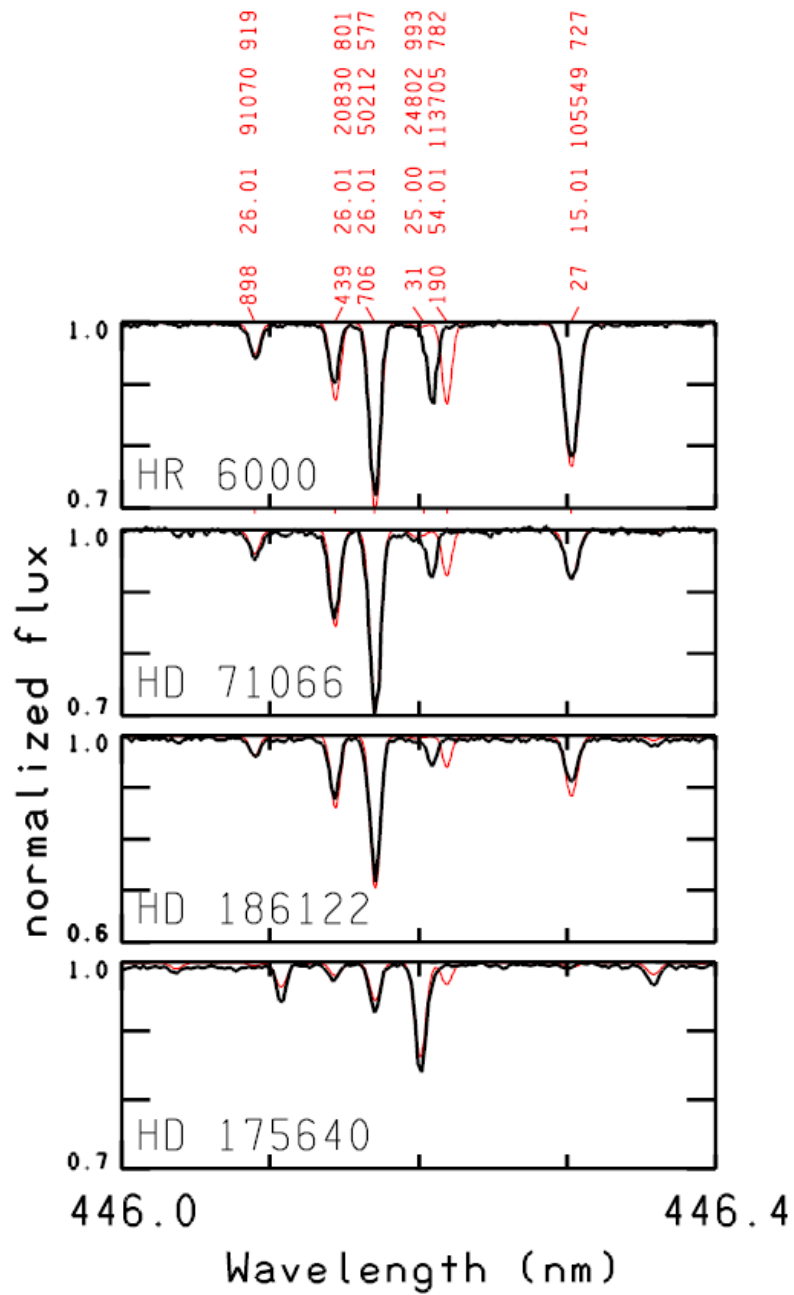
Aims. In spite of large overabundances of Xe II observed in numerous mercury-manganese (HgMn) stars, Xe II oscillator strengths are only available for a very limited number of transitions. As a consequence, several unidentified lines in the spectra of HgMn stars could be due to Xe II. In addition, some predicted Xe II lines are redshifted by about 0.1 Å from stellar unidentified lines, raising the question about the wavelength accuracy of the Xe II line data available in the literature. For these reasons we investigated the Xe II lines lying in the 3900–4521 Å, 4769–7542 Å, and 7660–8000 Å spectral ranges of four well-studied HgMn stars.

Methods. We compared the Xe II wavelengths listed in the NIST database with the position of the lines observed in the high-resolution UVES spectrum of the xenon-overabundant, slowly rotating HgMn star HR 6000, and we modified them when needed. We derived astrophysical oscillator strengths for all the Xe II observed lines and compared them with the literature values, when available. We checked the stellar atomic data derived from HR 6000 by using them to compute synthetic spectra for three other xenon-overabundant, slowly rotating HgMn stars, HD 71066, 46 Aql, and HD 175640. In this framework, we performed a complete abundance analysis of HD 71066, while we relied on our previous works for the other stars.

Results. We find that all the lines with wavelengths related to the 6d and 7s energy levels have a corresponding unidentified spectral line, blueshifted by the same quantity of about 0.1 Å in all the four stars, so that we identified these lines as coming from Xe II and modified their NIST wavelength value according to the observed stellar value. We find that the Xe II stellar oscillator strengths may differ from one star to another from 0.0 dex to 0.3 dex. We adopted the average of the oscillator strengths derived from the four stars as final astrophysical oscillator strength.

Table 7. A few 7s, 5d, and 6d even Xe II energy levels from Hansen & Persson (1987) modified according to the wavelength positions observed in the UVES spectra of HR 6000, HD 71066, 46 Aql, and HD 175640.

Term		Level value (cm ⁻¹)	
		NIST	This paper
5s ² 5p ⁴ (³ P ₂)7s	[2] _{5/2}	132 518.82	132 519.23
	[2] _{3/2}	133 189.42	133 189.94
5s ² 5p ⁴ (³ P ₀)7s	[0] _{1/2}	140 883.42	140 883.79
5s ² 5p ⁴ (¹ D ₂)5d	[0] _{1/2}	135 060.97	135 061.36
5s ² 5p ⁴ (³ P ₂)6d	[4] _{9/2}	136 109.65	136 110.13
	[4] _{7/2}	136 597.81	136 598.48
	[3] _{7/2}	135 507.32	135 507.72
	[3] _{5/2}	139 094.28	139 094.83
	[2] _{5/2}	135 547.13	135 547.53
	[2] _{3/2}	135 708.32	135 708.72
	[1] _{3/2}	139 640.43	139 640.61
	[1] _{1/2}	136 554.11	136 554.47
	5s ² 5p ⁴ (³ P ₁)6d	[3] _{7/2}	145 587.61	145 588.12
[3] _{5/2}		146 927.86	146 928.34
[2] _{3/2}		145 940.34	145 940.79
[1] _{3/2}		148 085.19	148 085.36
[1] _{1/2}		145 222.72	145 223.16
5s ² 5p ⁴ (³ P ₀)6d	[2] _{5/2}	144 384.90	144 385.45
	[2] _{3/2}	144 140.16	144 140.69
5s ² 5p ⁴ (¹ D ₂)6d	[4] _{9/2}	152 806.73	152 806.73 ?
	[4] _{7/2}	152 708.92	152 709.19
	[1] _{3/2}	153 584.09	153 584.02



2.4 Helyum bakımından fakir yıldızlar

Bu grup kimyasal tuhaf B yıldızlarıdır. Bu yıldızlar, sıcak mCP ve HgMn (yıldızlarının bir karışımıdır. Tayflarında helyum, platin ve civa (He, Pt, Hg) elementlerinin baskın çizgi profilleri ve çizgi kaymaları gözlemlenmiştir.

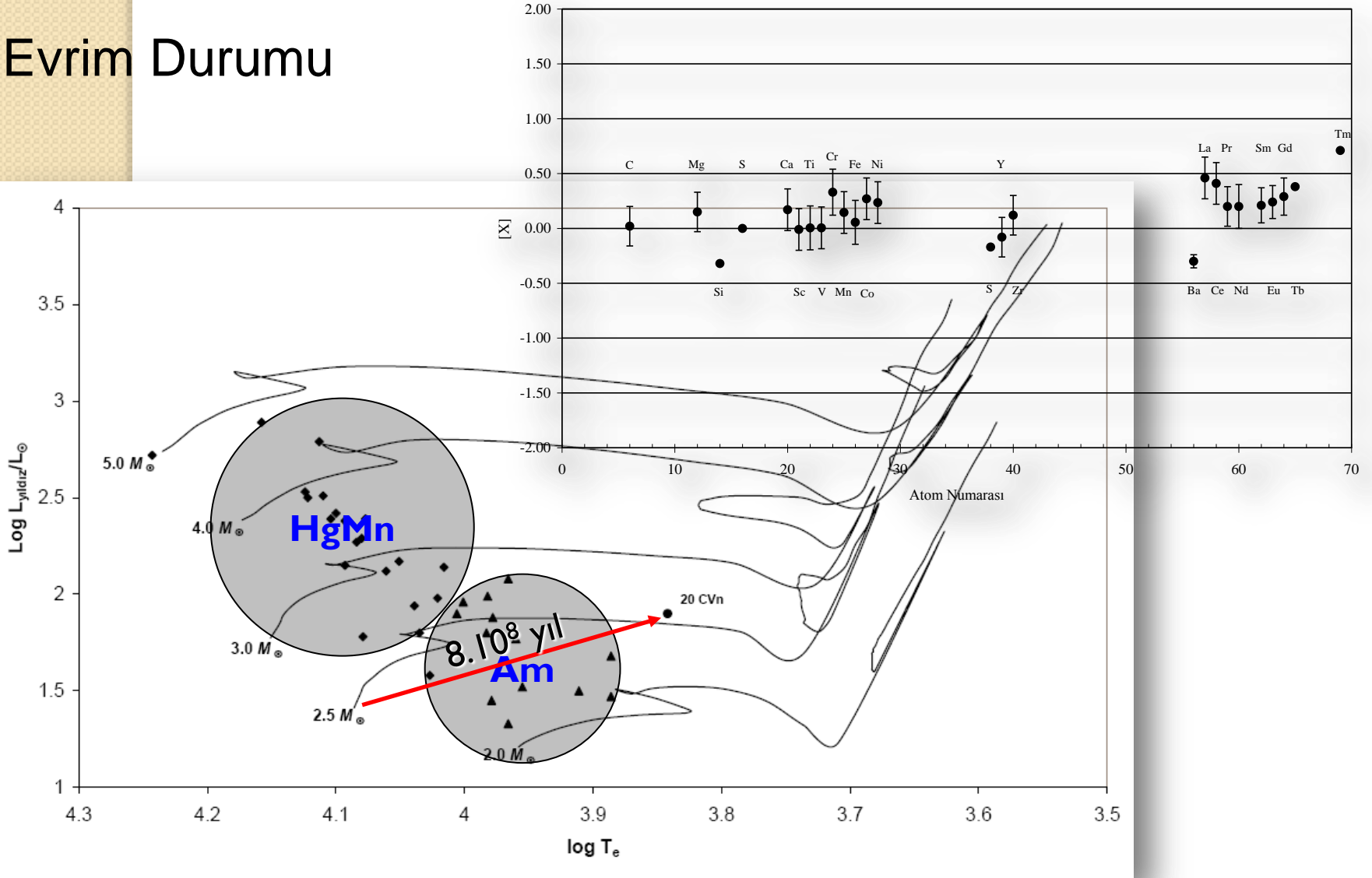
2.5 Diğer kimyasal tipler (λ Boo ve ρ Pup yıldızları)

λ Boo yıldızları, göze çarpan metal fakirliği ile karakterize edilen, kimyasal tuhaf, manyetik özellikli olmayan ve A dan F tayf türüne kadar uzanan Pop I cüceleridir.

C, N, O ve S element bollukları Güneş değerlerinde iken, demir grubu elementler ise oldukça düşüktür. Ancak birçok λ Boo yıldızı zonklayan δ Scuti yıldızdır.

ρ Pup tipi yıldızlar III ve IV ışınım sınıfından evrimleşmiş Am tipi yıldızlardır. İlk defa Michigan Tayfsal Kataloğu'nda δ Del olarak tanımlandılar. **Bir yıldız, anakoldaki hayatına Am tipi bir yıldız olarak başlayabilir; Ca ve/veya Sc bakımından oldukça fakirdir. Evrimleştikçe Ca ve Sc bolluklarındaki fakirlik giderek etkisini yitirmeye başlar ve ρ Pup yıldızlarına dönüşürler.** Bu durumda yıldız normal kalsiyum bolluğu sergiler (Saez et al. 1981, Berthet 1992).

Evrim Durumu



20 CVn (●) ve DAO tayflarıyla analiz edilen bazı **HgMn** (◆) ve **Am** (▲) tipi yıldızların, teorik evrim yolları (Schaller et al. 1992) üzerindeki yerleri (2008; yüksek lisans öğrencimin tez çalışmasının bir parçası)

3. Normal, Civa Mangan ve Am tipi Yıldızlar Üzerine Gerçekleştirdiğimiz Bolluk Çalışmaları

Önemli bir soru; bolluk belirleme işlemi için yıldız tiplerinde Hg hatlarına benzer başka belirleyici spektral hatların bulunup bulunmayacağıdır!

Eğer ışımalı difüzyon ve çekimsel çökme bu yıldız tiplerindeki bolluk anormalliğini oluşturan temel mekanizma ise, biz böyle tayf çizgileri bulmamız gerekir. Bu olasılığı araştırmak, yaptığımız çalışmalar arasındadır.

Eşdeğer ölçümlerini esas alan “yüksek çözünürlüklü” analizlerden elde edilen ‘atmosfer parametreleri’ni esas alan gözlemsel HR diyagramı türettik.

He, C, O, Mg, Al, Si, P, S, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Ga, Sr, Y, Zr, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Hg içeren otuz iki (32) elementin bolluk dağılımları incelendi (Yüce & Adelman 2014 a,b).

Am	T_e (K)	log g	ξ	v sin i
15 Vul	7700	3.50	4.0	9.2
32 Aqr	7700	3.65	4.5	≤4.8
6 Lyr	8155	3.90	5.6	31.0
ε Ser	8420	4.30	5.2	33.0
112 Her B	8500	4.20	1.2	8.0
HR 6455	8700	3.25	2.1	8.7
HR 4072B	8900	4.20	1.0	7.0
λ UMa	9000	3.75	2.8	50.0
68 Tau	9025	3.95	2.5	9.0
π Dra	9125	3.80	3.1	26.0
ι Del	9150	4.20	2.6	40.0
60 Leo	9250	4.25	3.4	17.0
θ Leo	9250	3.55	1.8	23.0
59 Her	9325	3.65	2.8	27.0
21 Lyn	9500	3.75	1.6	18.0
φ Aql	9534	4.05	3.1	28.0
ο Peg	9600	3.60	1.7	6.0
β UMa	9600	3.80	2.0	45.0
ω UMa	10026	3.88	1.1	46.0
29 Vul	10200	4.10	1.2	49.0
σ Aqr	10125	4.00	1.0	21.0

HgMn	T_e (K)	log g	ξ	v sin i
v Cnc	10375	3.59	0.1	13.0
HR 7018	10505	3.90	0.4	29.0
HR 7775	10650	4.13	0.0	≤5
28 Her	10750	3.65	0.0	8.0
HR 4072A	10900	4.07	0.8	≤5
46 Dra B	11100	4.00	0.0	<6
φ Her	11525	4.00	0.1	8.0
v Her	11950	3.70	0.0	7.5
53 Tau	11700	4.25	0.0	5.5
46 Dra A	11700	4.00	0.0	<6
γ Crv	12125	3.70	0.0	32.0
μ Lep	12500	3.50	0.0	18.0
π¹ Boo	12700	4.02	0.0	15.0
HR 7664	12875	3.60	0.8	8.0
HR 8349	12975	3.80	0.7	8.0
HR 7361	13300	3.75	0.0	6.0
112 Her A	13100	4.21	0.0	6.0

Normal	T_e (K)	log g	ξ	v sin i
99 Her	6100	4.40	0.5	5.0
ι Psc	6177	4.19	1.2	6.0
η Lep	6925	3.85	2.5	13.5
γ Ser	6300	4.00	1.2	9.0
σ Boo	6744	3.88	1.6	7.5
θ Cyg	6810	4.34	1.5	7.0
28 And	7350	3.65	3.5	14.0
101 Her	8061	3.69	4.5	41.0
2 Lyn	9295	4.10	2.1	44.0
α Dra	9975	3.63	0.0	25.0
v Cap	10250	3.90	0.0	23.0
14 Cyg	10750	3.55	0.0	31.0
κ Cep	10341	3.64	0.0	23.0
134 Tau	10825	3.88	0.0	27.0
ζ Dra	12500	3.50	1.1	28.0
21 Aql	13000	3.60	0.3	12.0
π Cet	13150	3.85	0.0	20.0
HR 7926	13306	3.55	0.0	26.0
22 Cyg	14156	3.35	0.0	22.0
τ Her	15000	4.10	0.0	37.0

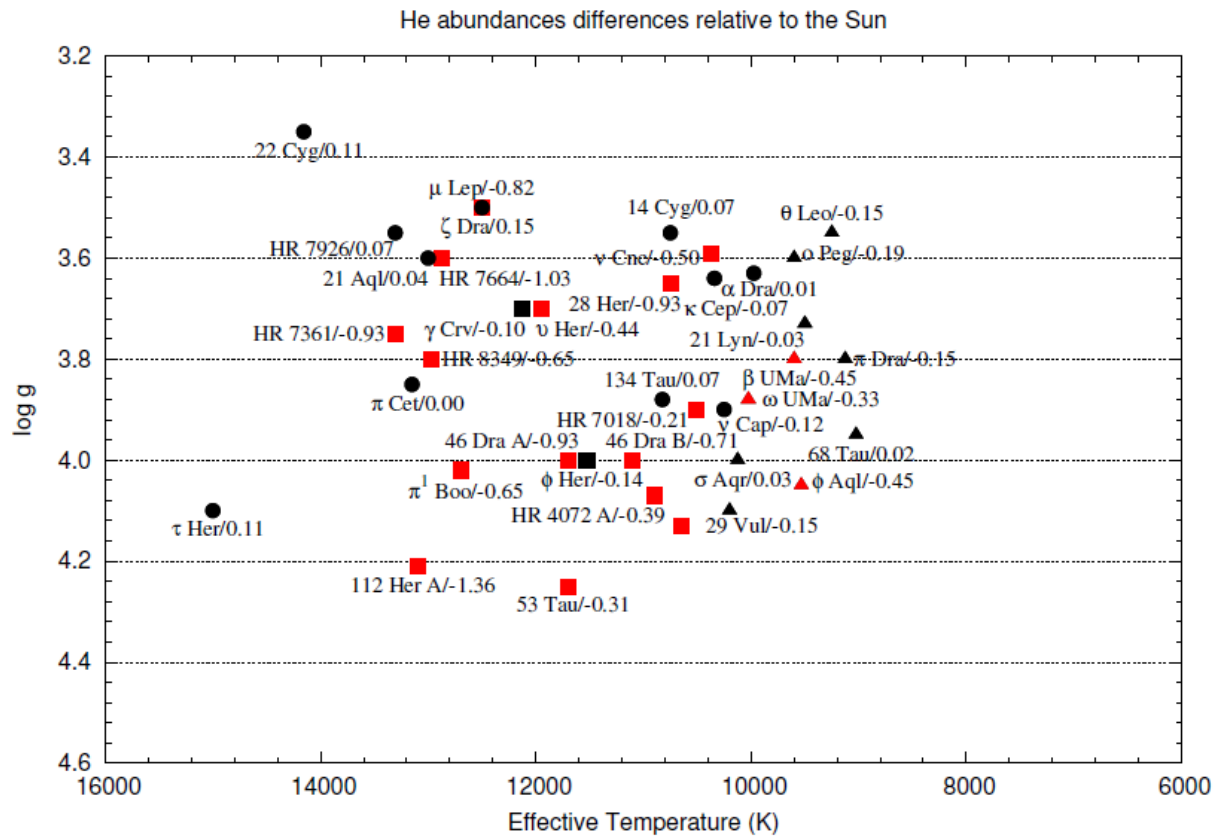


Fig. 1.— He abundance anomalies vs. T_{eff} and $\log g$ as a 2d figure. In these figures triangles represent Am stars, squares HgMn stars, and circles normal stars. These symbols are colored and projected onto the effective temperature vs. $\log g$ plane and onto the abundance vs. $\log g$ plane. If the symbols are red, the abundances are less than 0.2 dex with respect to solar. If they are black, the abundance are within 0.2 dex of solar while if they are blue the abundances are greater than 0.2 dex of solar.

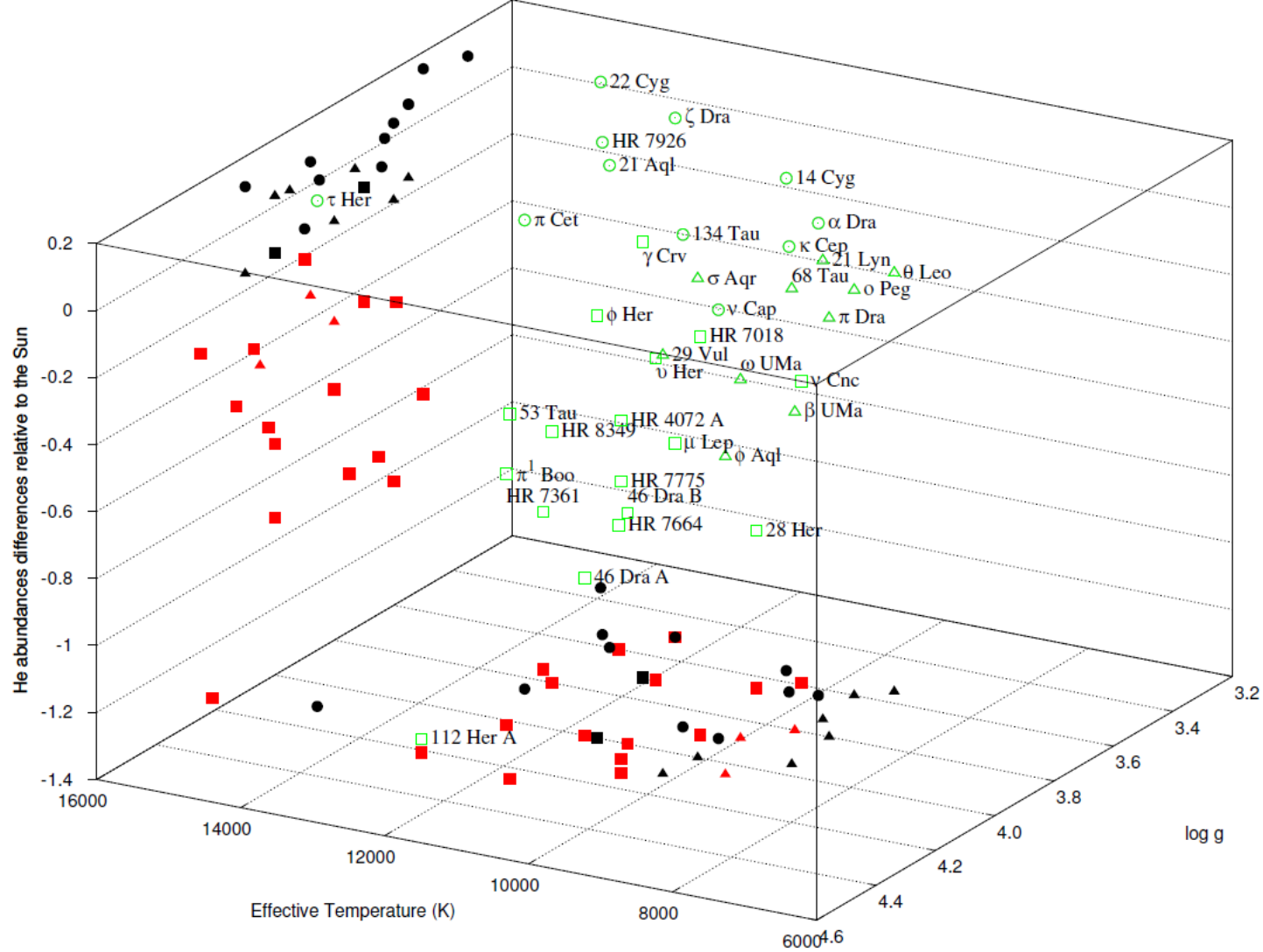


Fig. 2.— He abundance anomalies vs. T_{eff} and $\log g$ as a 3d figure

He: (Figures 1 and 2) Most of the HgMn stars have underabundant He abundances. The hottest HgMn stars are the most deficient in He while the normal stars have normal He abundances.

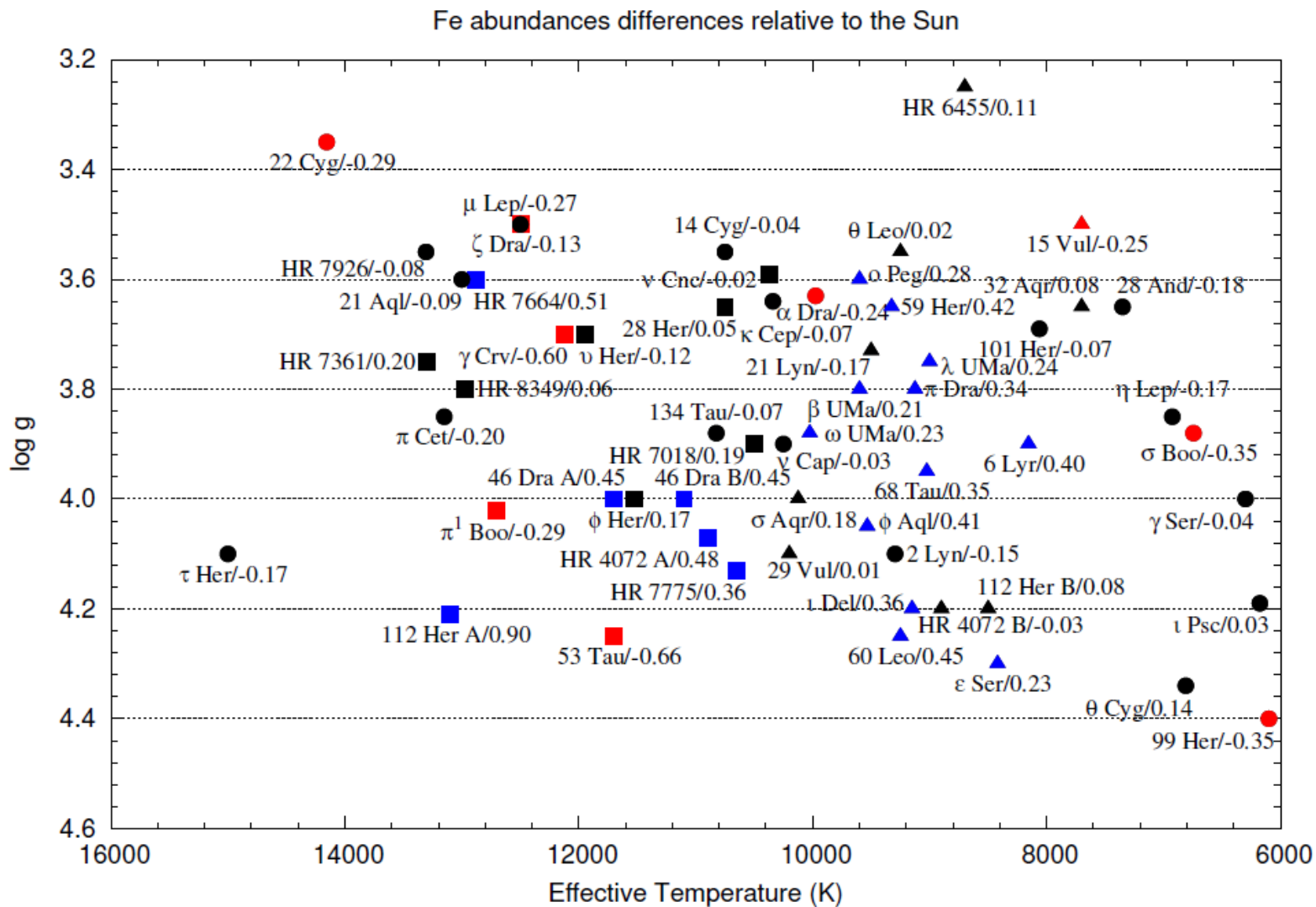


Fig. 29.— Fe abundance anomalies vs. T_{eff} and log g as a 2d figure

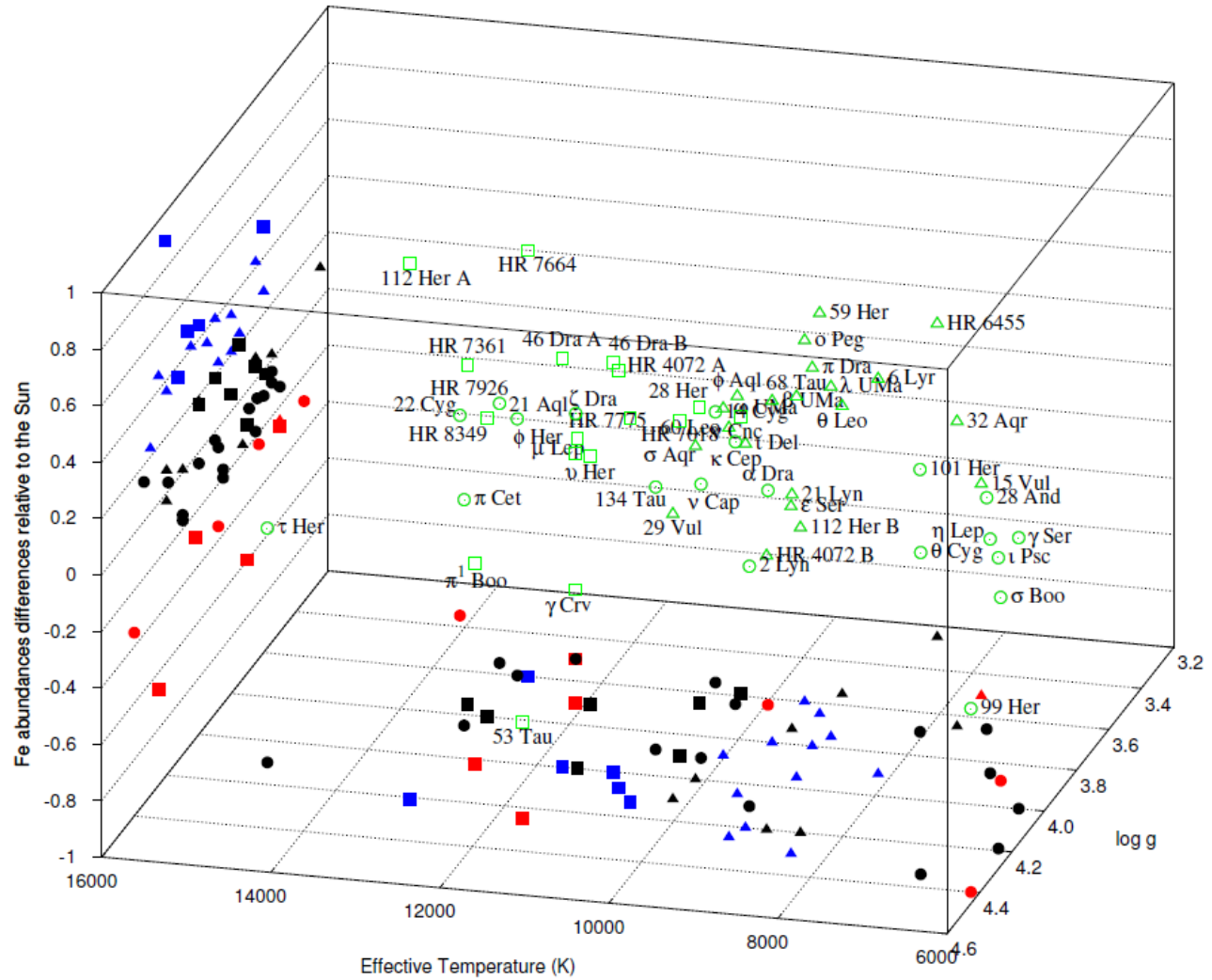


Fig. 30.— Fe abundance anomalies vs. T_{eff} and $\log g$ as a 3d figure

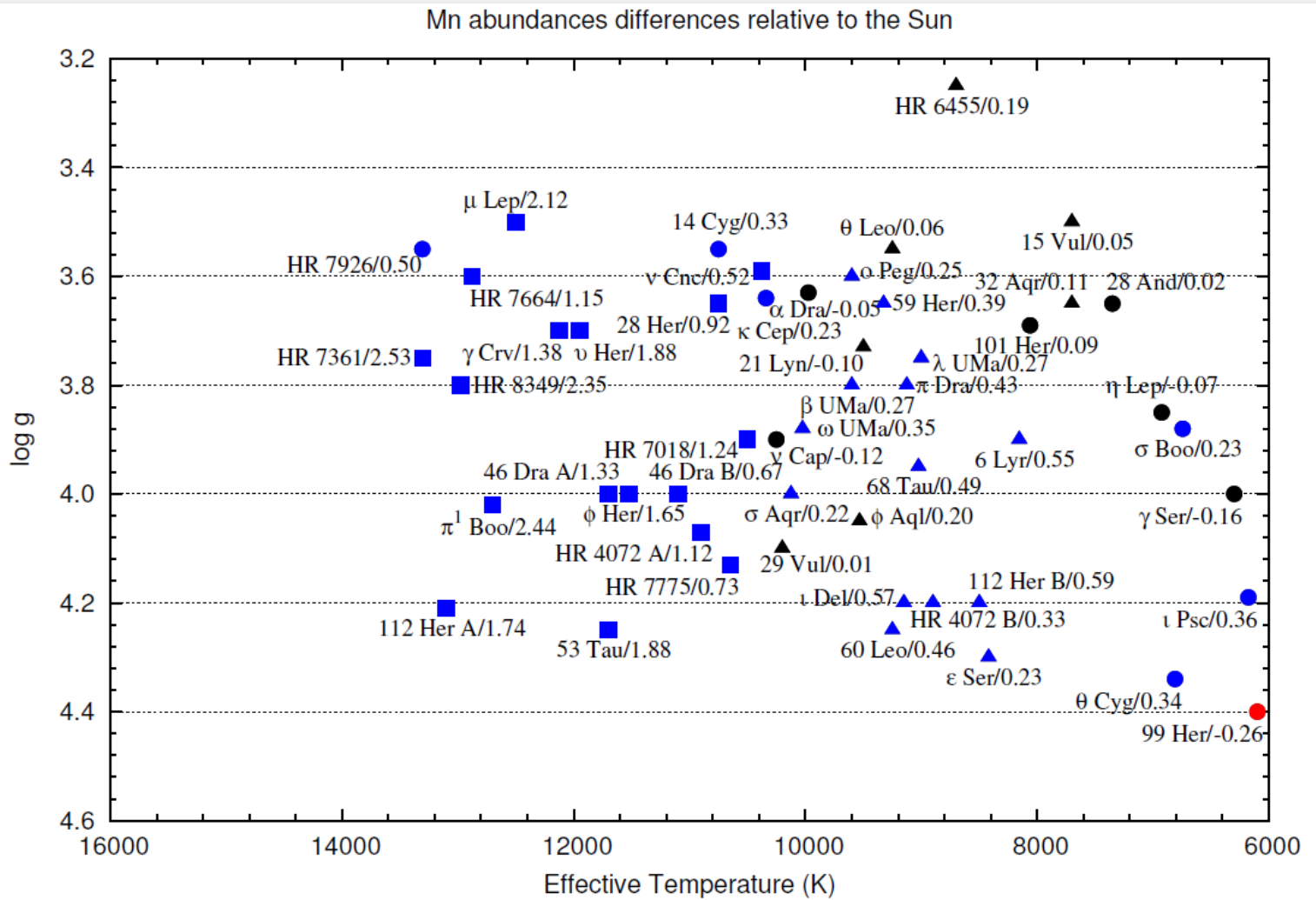


Fig. 27.— Mn abundance anomalies vs. T_{eff} and $\log g$ as a 2d figure

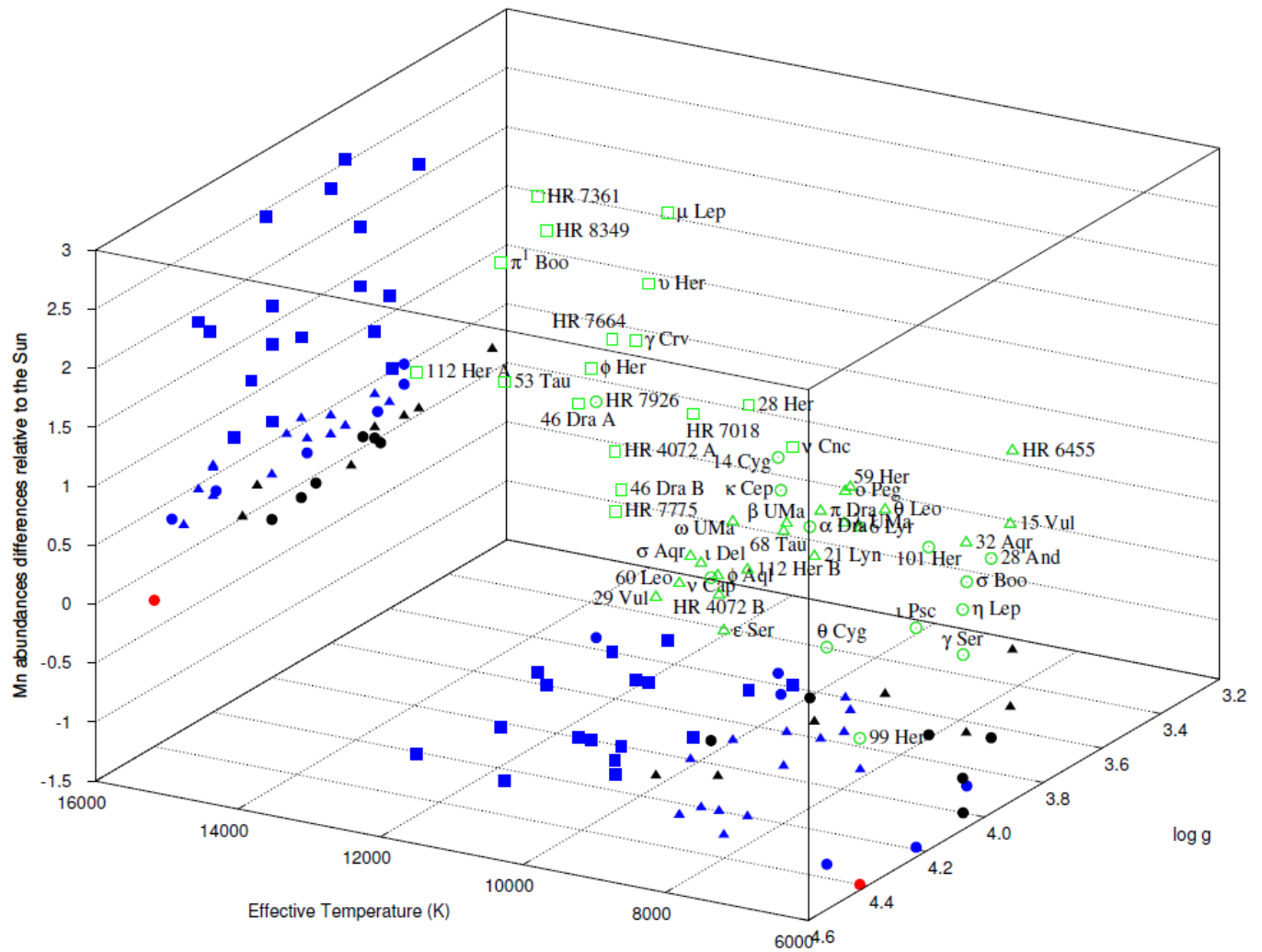


Fig. 28.— Mn abundance anomalies vs. T_{eff} and $\log g$ as a 3d figure

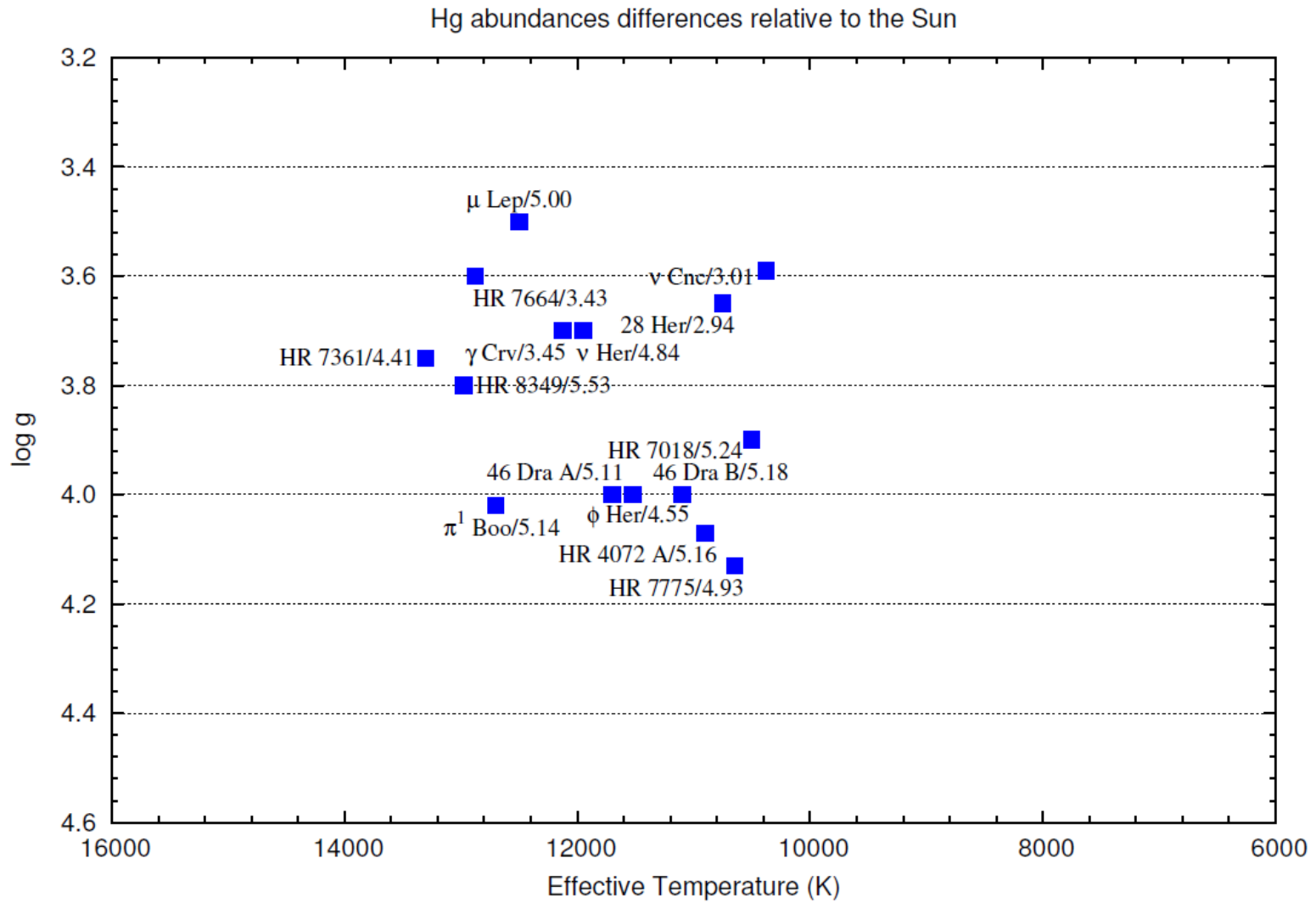


Fig. 63.— Hg abundance anomalies vs. T_{eff} and $\log g$ as a 2d figure

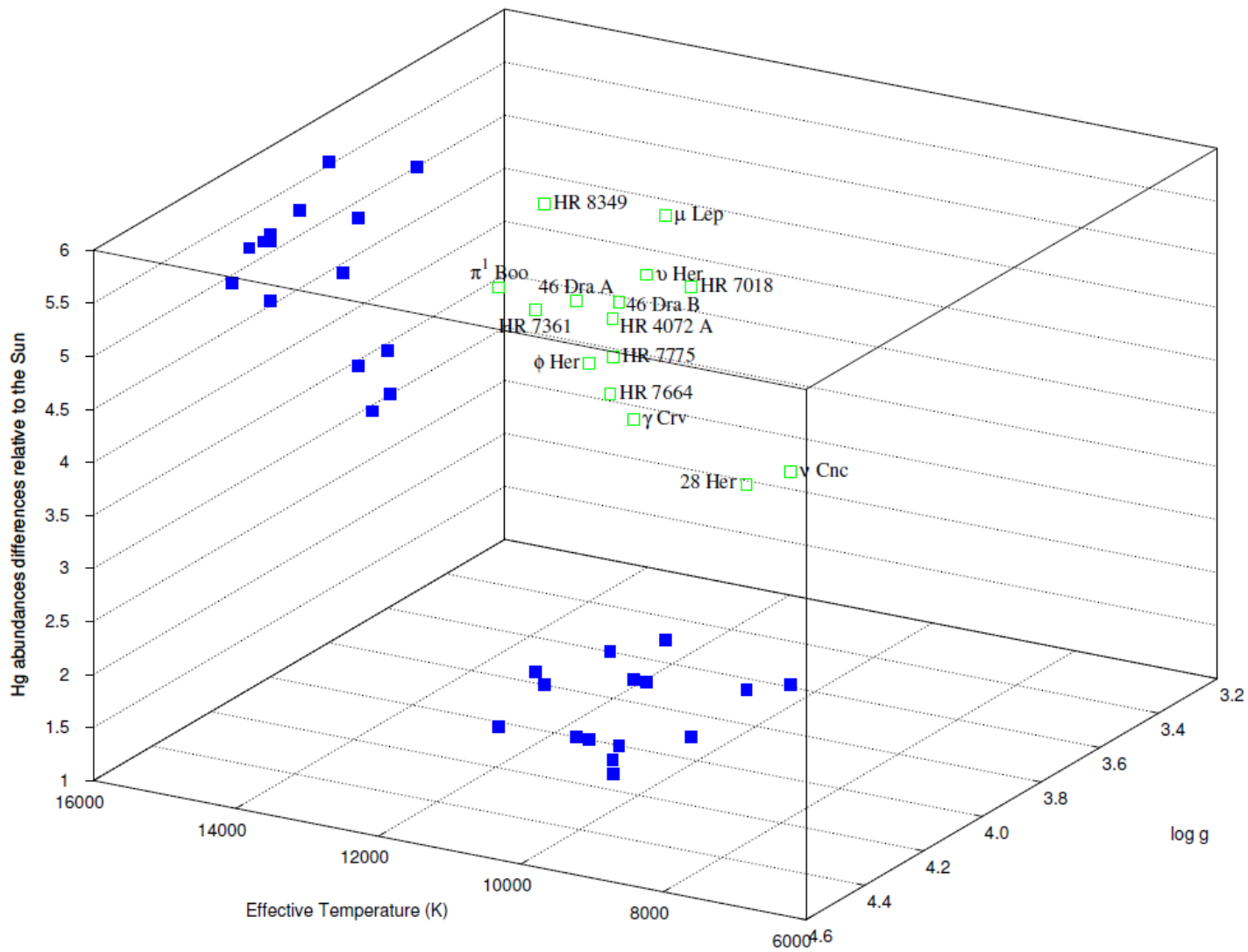


Fig. 64.— Hg abundance anomalies vs. T_{eff} and log g as a 3d figure

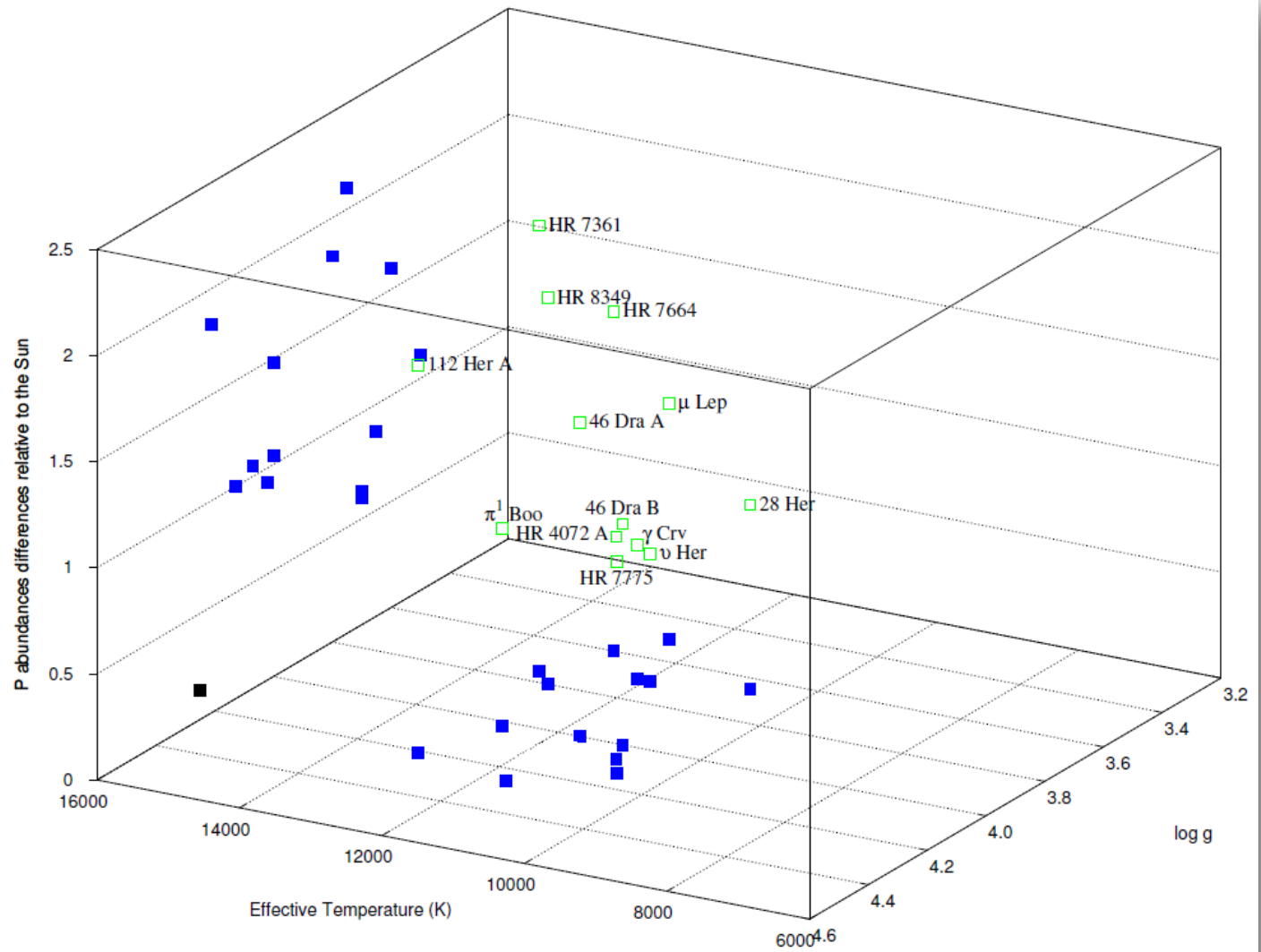


Fig. 14.— P abundance anomalies vs. T_{eff} and log g as a 3d figure

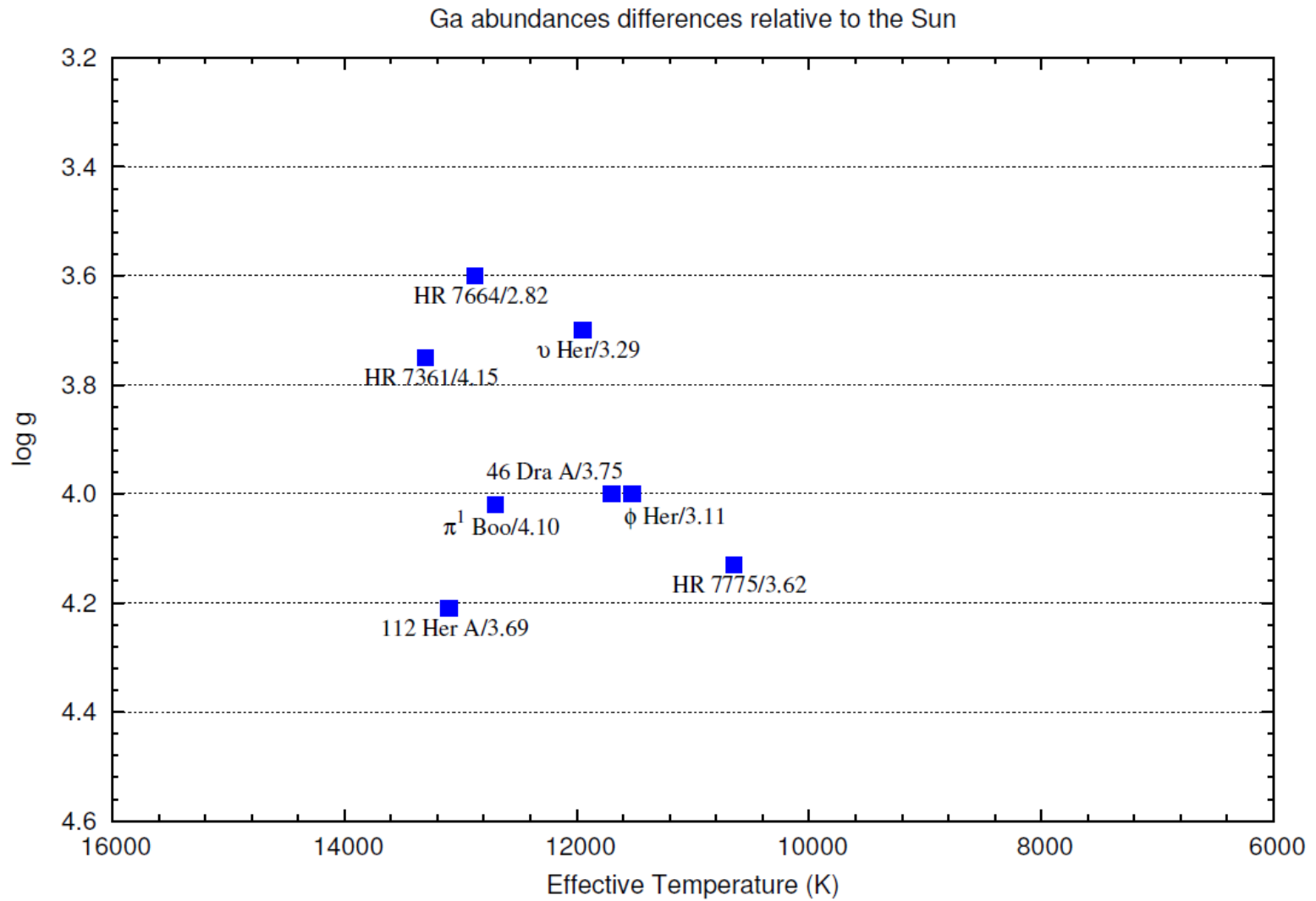


Fig. 37.— Ga abundance anomalies vs. T_{eff} and $\log g$ as a 2d figure

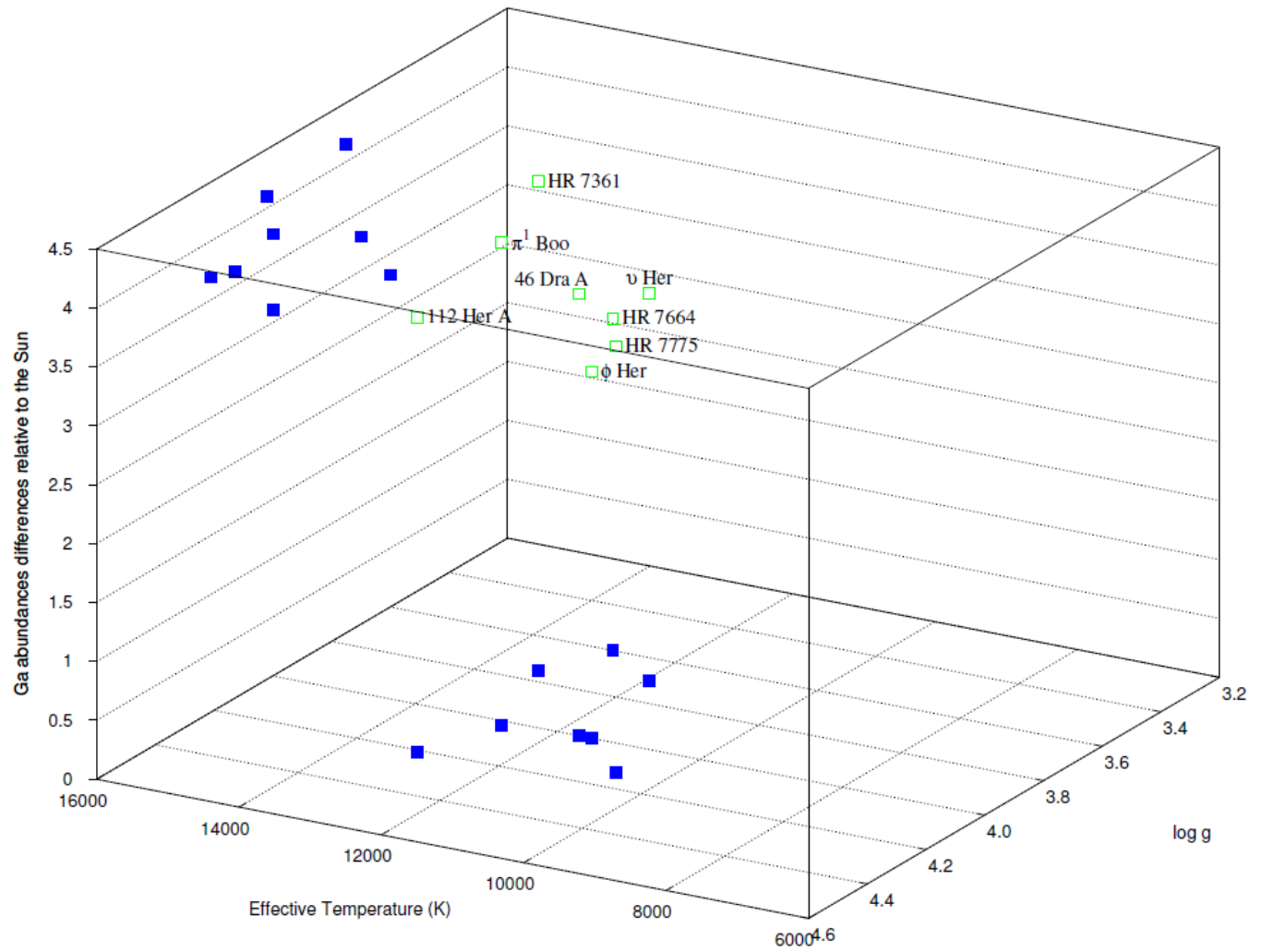


Fig. 38.— Ga abundance anomalies vs. T_{eff} and $\log g$ as a 3d figure

Modeller, 'HgMn' ve 'Am' tipi yıldızlarda daha çok dillendirilen hafif elementlerden C, N, O azlığını / fakirliğini öngördüğünden; incelemeye aldığımız yıldız tipleri için [C/Fe] & log Fe/H ve [O/Fe] & log Fe/H grafiklerini hazırlayarak değişimleri incelemeye aldık.

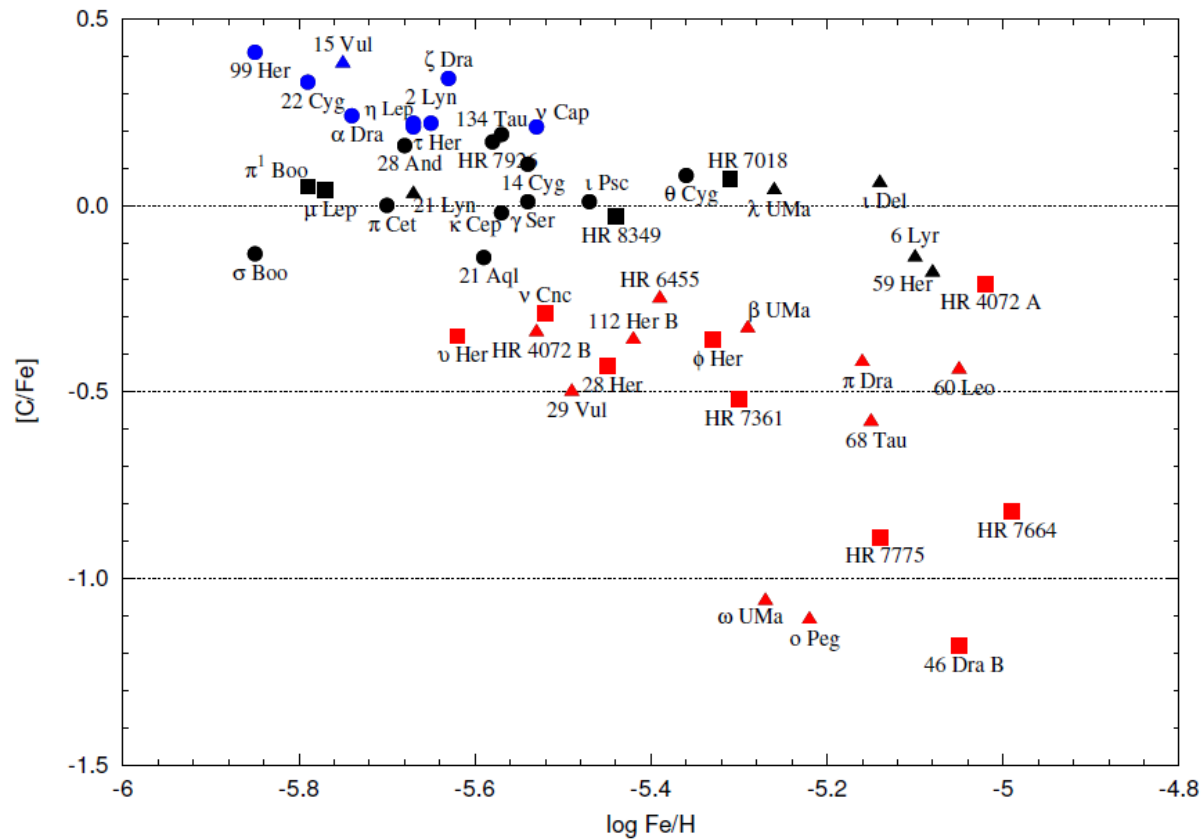


Fig. 65.— $[C/Fe]$ vs. $[Fe/H]$ graph for carbon-enhanced (blue color) and non carbon-enhanced (red color) of Am, HgMn and Normal stars represented by triangles, squares and circles, respectively.

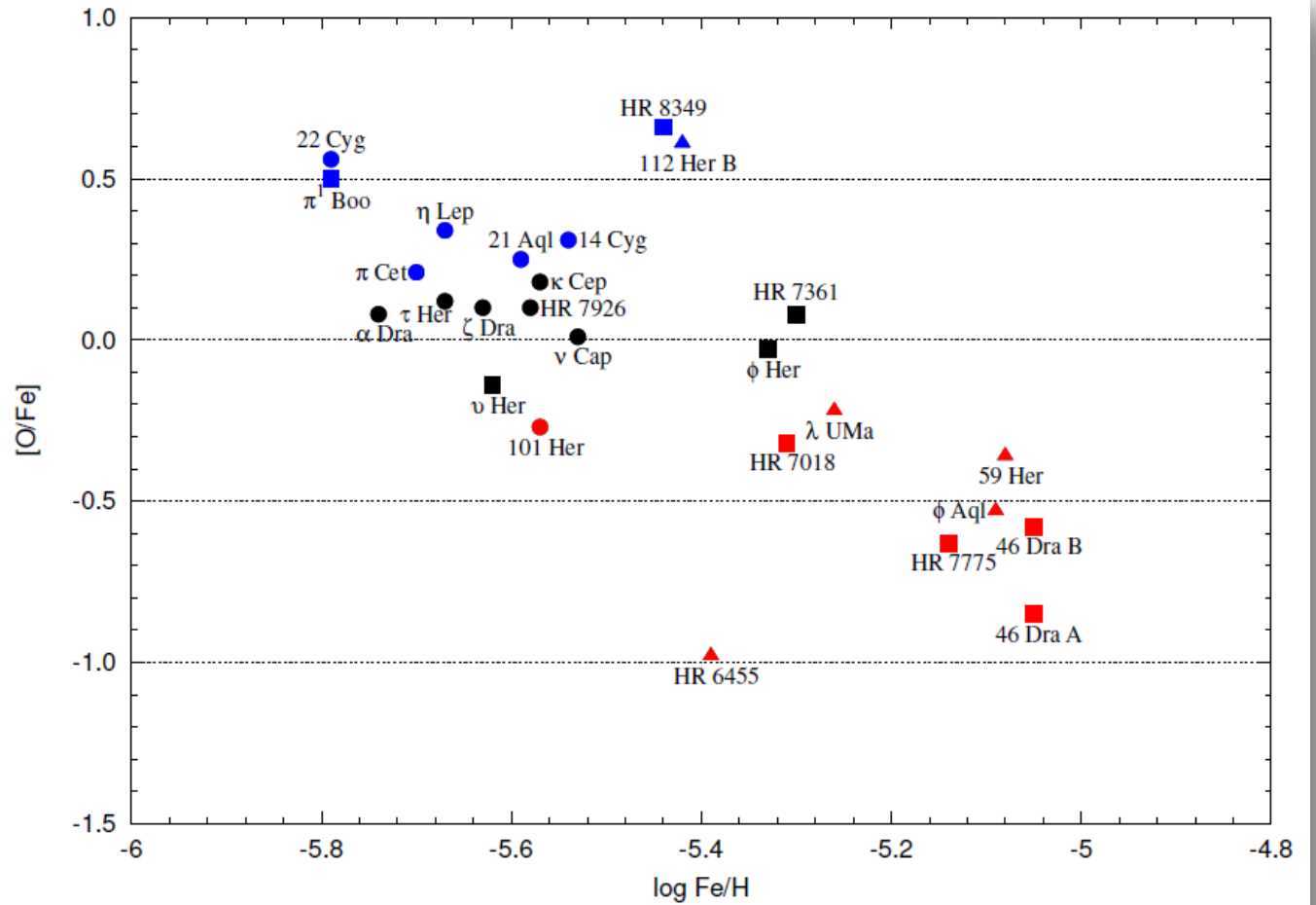


Fig. 66.— [O/Fe] vs. [Fe/H] graph as a 2D figure.

HgMn ve *Am* tipi 38 yıldızın

etkin sıcaklık

yüzey çekim ivmesi

mikrotürbülans hızı

v_{sin}

bolluk (Mg, Si, Ca, Ti, Cr, Mn Fe ve Sr) anormalliğine ilişkin niceliklerin bir korelasyon analizini gerçekleştirdik.

38 yıldıza ait ‘söz konusu’ değişkenler arasındaki ikişerli korelasyonların mutlak değeri 0.320’den büyükse, bu korelasyon tahminleri $\alpha=0.05$ (I. tip hatasına göre değerlendirilmiş) anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Bevington & Robinson 1992).

Table 2: Correlation Coefficients for qualities derived for all 38 HgMn and Am Stars

	[Si/H]	[Ca/H]	[Ti/H]	[Cr/H]	[Mn/H]	[Fe/H]	[Sr/H]	T_{eff} (K)	log g	ξ (km s ⁻¹)	$v \sin i$ (km s ⁻¹)
[Mg/H]	0.363	-0.333	-0.269	0.578	-0.544	0.094	0.221	-0.684	-0.035	0.563	0.414
[Si/H]		0.289	0.280	0.221	-0.040	0.311	0.408	-0.024	-0.220	0.241	0.104
[Ca/H]			0.334	0.719	0.625	0.238	0.308	0.677	-0.014	-0.482	-0.258
[Ti/H]				0.252	0.501	-0.082	0.176	0.529	0.186	-0.432	-0.210
[Cr/H]					0.121	0.063	0.514	-0.110	0.285	0.033	0.062
[Mn/H]						-0.197	0.245	0.867	0.086	-0.615	-0.379
[Fe/H]							0.085	-0.080	0.224	0.211	-0.002
[Sr/H]								0.208	0.037	-0.324	-0.255
T_{eff}									0.028	0.796	-0.304
log g										-0.014	0.065
ξ											0.360

Table 3: Correlation Coefficients involving [Sc/H], [Ni/H], [Y/H], and [Zr/H]

	[Sc/H]		[Ni/H]		[Y/H]		[Zr/H]	
	values	r	values	r	values	r	values	r
[Mg/H]	32	-0.190	34	0.058	35	-0.290	34	-0.210
[Si/H]	32	0.289	34	0.029	35	0.019	34	0.012
[Ca/H]	32	0.573	34	-0.503	35	0.517	34	0.447
[Ti/H]	32	0.316	34	0.564	35	0.533	34	0.573
[Cr/H]	32	0.193	34	0.036	35	0.456	34	0.333
[Mn/H]	32	0.643	34	-0.772	35	0.778	34	0.752
[Fe/H]	32	-0.250	34	0.316	35	-0.065	34	0.078
[Sr/H]	32	0.005	34	-0.382	35	0.695	34	0.178
T _{eff}	32	0.559	34	-0.802	35	0.726	34	0.625
log g	32	-0.165	34	-0.063	35	0.170	34	0.134
ξ	32	-0.330	34	0.710	35	-0.654	34	-0.325
v sin <i>i</i>	32	0.001	34	0.492	35	-0.303	34	-0.285
[Sc/H]			29	-0.454	30	0.550	28	0.554
[Ni/H]					32	-0.710	30	-0.418
[Y/H]							31	0.546

4. Çalışmalarımızın Değerlendirilmesi

Etkin sıcaklık - yüzey çekim ivmesi - bolluk diyagramlarında, yıldızların konumları ile element bollukları arasında ilişkiler göze çarpmaktadır.

Ancak;

Atmosfer parametreleri birbirine çok yakın olan bazı yıldızlarda, element bolluklarının farklı olabildiği de bir gerçektir.

Yıldızların iç bölgelerinde hız / açısal momentum profillerinin farklı olması böyle farklı element bolluklarına yol açabilir. Konu ile ilgili teorinin de, bu önemli bulguyu tahmin edebilecek şekilde modifiye edilmesi gerekmektedir.

Eriřim



Sunum Dosyası İçin Url:

kutluayyuce.com/?page_id=173