

Yeni Bir Metal Bolluğu Kalibrasyonu

S. Karaali, S. Bilir, Y. Karataş, ve S. G. Ak

İ. Ü. F. F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 34452 Üniversite İstanbul
karsa@istanbul.edu.tr

Özet. $-2.70 \leq [Fe/H] \leq +0.26$ dex metal bolluğu aralığında 88 cüce yıldız kullanılarak yeni bir metal bolluğu kalibrasyonu elde edilmiştir. Örneğimizdeki yıldızların %65 ini içeren ve yüksek spektroskopik çözünürlüğe sahip olan, Cayrel de Stroble ve ark. (2001) e ait katalog ayrıntılı metal bolluğu elde edilmesini sağlamıştır. Aşağıdaki şartlardan en az birini sağlayan 77 yıldız yeni kalibrasyonun oluşturulmasında "köşe taşları" olarak kullanılmıştır: (a) yıldızın paralaksı 10 yay saniyesinden büyük (Güneşe uzaklığı 100 parsekten küçük) ve galaktik enlemi mutlak değerce 30° den büyüktür, (b) galaktik enlemi mutlak değerce küçük ise paralaksı çok büyüktür veya bunun tersi. Şimdiye kadar yapılan çalışmalardan farklı olarak, yeni kalibrasyon üçüncü dereceden bir polinomla ifade edilmiştir: $[Fe/H] = 0.10 - 2.76\delta - 24.04\delta^2 + 30.00\delta^3$. Bu kalibrasyondaki katsayılar, Hyades kümesinin metal bolluğundan bağımsız olarak, en küçük kareler yöntemi ile hesaplanmıştır. Buna rağmen sabit terim, bu küme için farklı yazarlar tarafından tayin edilen metal bolluğu değerleri arasında bulunur: $+0.08 \leq [Fe/H] \leq +0.11$ dex. Bu çalışmadaki ortalama sapma ve ortalama hata, Carney (1979) e ait kalibrasyonun geçerli olduğu $[Fe/H] \geq -1.75$ dex için, Carney'in ortalama sapma ve ortalama hatasına eşittir. Bu kalibrasyon, metalce çok fakir yıldızların metal bolluğunu tayin etmede kullanılabilirliği özelliği ile bir üstünlük sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: yıldızlar: metal bolluğu – yıldızlar: metal bolluğu kalibrasyonu – yıldızlar: metalce fakir

1. Giriş

Metal bolluğu, Galaksinin incelenmesinde çok önemli rol oynar. Çünkü, Galaksi düzlemine dik veya radyal doğrultuda metal gradiyentinin olup olmaması, Galaksi için farklı bir oluşum senaryosunu gerektiriyor. Gradyent varlığının kanıtlanması halinde, Galaksinin çökerek oluştuğu şeklindeki senaryonun kabul edilmesi gerekir. Bu düşüncenin öncüleri Eggen, Lynden–Bell ve Sandage (1962, ELS) olup bununla ilgili tartışmalar Gilmore, Wyse ve Kuijken (1989) tarafından derlenmiştir. Metal bolluğunun olmaması halinde ise Galaksinin bir takım cüce galaksilerin birleşmesi veya Galaksimize dışarıdan önemli miktarda gaz akışı sonucunda oluştuğu şeklindeki düşüncenin kabul edilmesini zorunlu kılıyor. Bu konuda da birçok çalışma yapılmıştır; Searle ve Zinn (1978, SZ) ve Schuster ve Nissen (1989) in çalışmaları örnek olarak gösterilebilir. Bu tezi savunanlar, Galaksinin çökmesinin yavaş olduğunu iddia etmekte ve kaynak olarak da küresel kümeler arasındaki büyük yaş farkı gösterilmektedir. Bununla beraber, yeni çalışmalar küresel kümelerin büyük bir kısmının yaş farklarının iddia edildiği kadar büyük olmadığını gösteriyor (Rosenberg ve ark. 1999).

Metal gradiyentinin tespiti duyarlı metal bolluğu tayinini gerektiriyor. U bandının bulunduğu fotometri sistemleri, metal bolluğunun bir fonksiyonu olan morötesi artığının hesaplanmasına olanak vermektedir. uvby- β (Strömgen 1966), VBLUW (Walraven ve Walraven 1960, Trefzger ve ark. 1995), RGU (Buser ve Fenkart 1990) ve UBV (Carney 1979) örnek olarak verilecek fotometri sistemleridir. Çok kullanışlı olan UBV fotometrisinde normalleştirilmiş $(\delta_{U-B})_{0.6}$ renk artığı ile $[Fe/H]$ metal bolluğu arasındaki kalibrasyon, farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde verilmektedir. Buser ve Kurucz (1992), gerek deneysel (Cameron 1985 ve Carney 1979) ve gerekse teorik modellerle (Buser ve Kurucz 1978, 1985 ve Vandenberg ve Bell 1985) bulunan bu kalibrasyonların karşılaştırılmasını yapmışlardır. Cayrel de Strobel ve ark. (2001) yüksek kaliteli gözlemler ve dikkatli incelemelerde bile yanlış değerlendirmeler yapılabileceğini ayrıntılı olarak anlatmaktadırlar.

Bu çalışmadaki amaç, güncel UBV ve $[Fe/H]$ verilerini kullanarak ve Cayrel de Strobel ve ark. (2001) in belirttiği durumları değerlendirerek yeni bir metal bolluğu kalibrasyonu elde etmektir. Böylece, Carney (1979) un $[Fe/H] = -1.75$ dex lik limitinden 1 dex daha fakir yıldızlara ulaşarak metalce çok fakir ($[Fe/H] = -2.75$ dex) yıldızların metal bolluğunu tayin etmek sureti ile Galaksimizin oluşum ve evrimi ile ilgili çalışmalara katkıda bulunacağımızı umuyoruz.

2. Veriler

Tablo 1 de (yıldız örneğinin bir kısmı için) verilen veriler üç farklı kaynaktan alınmıştır: (1) 57 yıldız ait veriler Cayrel de Strobel ve ark. (2001) den alınmış olup bunların yüzey çekim ivmeleri $\log g \geq 4.5$ tir. Bu katalog, yüksek çözünürlü spektroskopisi ile tayin edilen metal bollukları hakkında ayrıntılı bilgi sağlamaktadır. (2) Büyük kütleli 11 yıldız ait veriler, aynı yazarların başka bir katalogundan alınmıştır (Cayrel de Strobel ve ark. 1997). Bu katalogun üstünlüğü, $[Fe/H] = -2.70$ dex kadar metalce fakir yıldız içermesidir. Bununla beraber bunların yüzey çekim ivmeleri biraz daha küçüktür, $\log g \geq$

4.0. UBV kadir ve renkleri için, "*General Catalogue of Photometric Data*"¹ (Mermilliod ve ark. 1997) da toplanmış özel kataloglara başvurulmuştur. Tablo 1 in 11 ve 12 inci sütunlarında yer alan paralaks ve galaktik enlem SIMBAD veri tabanından sağlanmıştır. (3) Carney (1979) in kataloğunda bulunan cüce yıldızlardan 22 tanesi seçilerek örneğimize katılmıştır. Her ne kadar bu katalogda çok sayıda yıldız varsa da bunlardan 8 tanesi Cayrel de Strobel ve ark. (1997, 2001) nin kataloglarında ortak, 12 tanesi de SIMBAD veri tabanına göre değişen yıldızlardır. Carney'in kataloğunda yer almayan T_{eff} ve $\log g$ parametreleri Tablo 1 in "*Açıklama*" sütununda belirtilen yazarlardan alınmıştır.

Yukarıda adı geçen kataloglarda var olan yüzlerce yıldızdan, kalibrasyonda kullanılan 88 yıldızın seçilişinde kullanılan yöntem aşağıda verilmiştir: Cayrel de Strobel ve ark. (2001) ve Carney (1979) dan alınan, sırası ile, 57 ve 20 yıldızdan çoğunun paralaksı 10 *mas* (mili yay saniyesi) den, galaktik enlemi de mutlak değerce 30° den büyüktür. Uzaklıkları 100 pc ten daha küçük olan bu orta/yüksek galaktik enlemli yıldızlar yıldızlararası kızarmadan etkilenmemiş olarak kabul edilebilir ve UBV verilerinde bir düzeltme yapılmasına gerek kalmaz. Bununla beraber, bu şartların ikisini de sağlamadığı halde yıldızlararası kızarmadan bağımsız olan yıldızlar da vardır. BD +36 2165 ($\pi = 8.11$ *mas*, $b = 67^\circ.35$) ve HD 39587 ($\pi = 115.43$ *mas*, $b = -02^\circ.73$) bu yıldızlara örnek olarak verilebilir; birinci yıldızın galaktik enlemi yüksek, ikinci ise Güneşten sadece 8.7 pc uzaklığındadır. Söz konusu 77 yıldız, metal bolluğu kalibrasyonunda "*köşe taşı*" olarak kullanılmıştır. Cayrel de Strobel ve ark. (1997) ından alınan 11 yıldız ise $(\delta_{U-B})_{0.6} - [\text{Fe}/\text{H}]$ düzleminde, belirtilen 77 yıldızın yakın veya konumları, bu yıldızların belirlediği eğriye uyacak şekilde seçilmiştir. Böylece kalibrasyon $[\text{Fe}/\text{H}] = -2.75$ dex kadar uzatılabilmiştir. Bu 11 yıldızdan paralaksı büyük veya galaktik enlemi $|b| \geq 23^\circ$ olan 5 yıldız yıldızlararası sönükleşme uygulanmasına gerek duyulmaz iken galaktik enlemi mutlak değerce çok küçük olan 6 yıldız, Bahcall ve Soneira (1980) nin uyguladığı işlemlerle kızarmadan arındırılmıştır.

3. Metod

Metal bolluğu kalibrasyonu elde etmede Carney (1979) in yolu izlenmiş, ancak uygulamada bazı değişiklikler yapılmıştır. Yapılan iş, normalleştirilmiş $(\delta_{U-B})_{0.6}$ morötesi artığı ve $[\text{Fe}/\text{H}]$ metal bolluğu arasında analitik bir ifade bulmaktır. Normalleştirilmiş morötesi artığı ile metal bolluğunun kapsadığı aralıklar, sırası ile $-0.09 \leq (\delta_{U-B})_{0.6} \leq +0.38$ kadir ve $-2.70 \leq [\text{Fe}/\text{H}] \leq +0.26$ dex tir. Birinci aralık 17 alt aralığa ayrılmış ve bunların ağırlık merkezleri hesaplanarak $((\delta_{U-B})_{0.6}, [\text{Fe}/\text{H}])$ çifti arasındaki bağıntının elde edilmesinde geometrik yer noktaları olarak kullanılmıştır. Tablo 2 bu noktaları ve ilişkili oldukları yıldız sayısını içermektedir. Tablodan görüldüğü gibi, metalce fakir yıldızların sayısı az olduğundan bunlara karşılık gelen yıldız sayısının yeterli olabilmesi için aralıklar biraz daha geniş tutulmuştur.

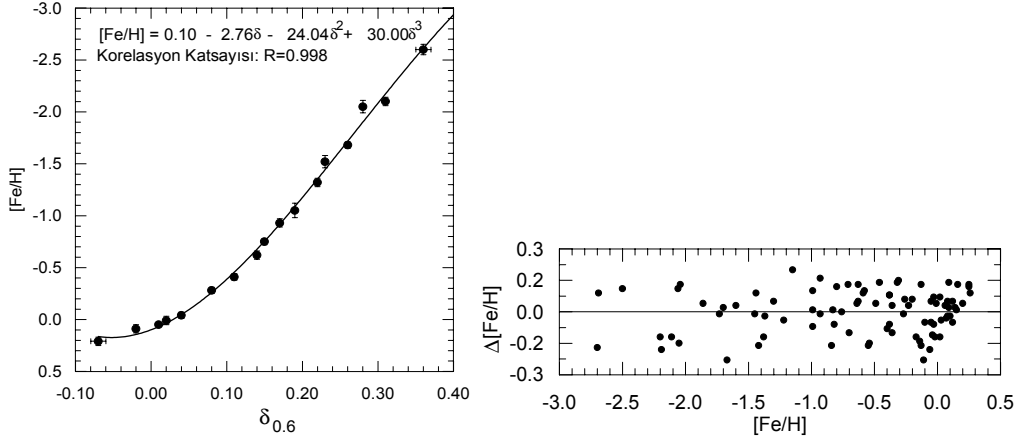
Geometrik yer noktalarından üçüncü dereceden bir polinom geçirilmiştir (Şek.1). Carney (1979) in, $[\text{Fe}/\text{H}] = -1.75$ dex metal bolluğuna kadar geçerli olan, ikinci dereceden $[\text{Fe}/\text{H}] = 0.11 - 2.90\delta - 18.68\delta^2$ ifadesindeki sabit terim (morötesi artığının normalleştirilmesinde kullanılan) Hyades kümesinin metal bolluğuna eşit kabul edilmiş ve diğer katsayılar buna göre hesaplanmış iken, bu çalışmamızda bütün katsayılar serbest bir parametre olarak alınmış ve en küçük kareler yöntemine göre hesaplanmıştır. $[\text{Fe}/\text{H}] = 0.10 - 2.76\delta - 24.04\delta^2 + 30.00\delta^3$ bağıntısından da görüldüğü gibi, sabit terimin yeni değeri Carney (1979) in verdiği değerle Cameron (1985) verdiği 0.08 dex değeri arasındadır. Burada δ , kısalık olması için, $(\delta_{U-B})_{0.6}$ in yerine kullanılmıştır. Yeni kalibrasyon ile hesaplanan metal bolluklarının orijinallerinden sapması ile ilgili dağılım Şek.2 de verilmiştir. Ortalama sapma sifıra çok yakın, $\langle \Delta[\text{Fe}/\text{H}] \rangle = 0.002$ dex, ortalama hata da ± 0.01 dex tir.

Tablo 2. Geometrik yer noktaları ve eşlendirildikleri yıldız sayısı N (son sütun). Diğer sütunlar: sıra numarası, $\delta_{0.6}$, $[\text{Fe}/\text{H}]$ ve bunlara ait ortalama hatalar.

No	$\delta_{0.6}$	$[\text{Fe}/\text{H}]$	$\Delta\delta_{0.6}$	$\Delta[\text{Fe}/\text{H}]$	N
01	-0.07	+0.21	0.01	0.04	3
02	-0.02	+0.09	0.00	0.04	8
03	+0.01	+0.05	0.00	0.02	7
04	+0.02	+0.01	0.00	0.04	7
05	+0.04	-0.04	0.00	0.03	7
06	+0.08	-0.28	0.00	0.03	8
07	+0.11	-0.41	0.00	0.03	7

¹ <http://obswww.unige.ch/gcpd/cgi-bin/photoSysHtml.cgi?0>

08	+0.14	-0.62	0.00	0.04	8
09	+0.15	-0.75	0.00	0.03	5
10	+0.17	-0.93	0.00	0.04	4
11	+0.19	-1.05	0.00	0.07	3
12	+0.22	-1.32	0.00	0.04	5
13	+0.23	-1.52	0.00	0.06	3
14	+0.26	-1.68	0.00	0.03	3
15	+0.28	-2.05	0.00	0.06	4
16	+0.31	-2.10	0.00	0.04	3
17	+0.36	-2.60	0.01	0.05	3



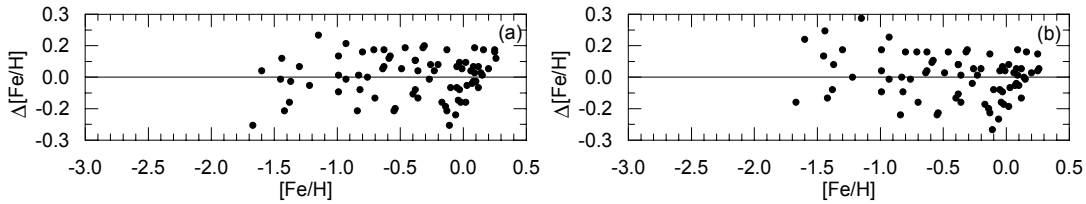
4. Tartışma ve Sonuç

Şek.1. 17 geometrik yer noktası yardımı ile tayin edilen, üçüncü dereceden metal bolluğu kalibrasyonu ve korelasyon katsayısı. Çubuklar ortalama hatayı gösteriyor.

Şek.2. Hesaplanan metal bolluklarının orijinal metal bolluklarına göre sapmaları ile ilgili dağılım. Ortalama sapma $\langle \Delta[\text{Fe}/\text{H}] \rangle = 0.00$ dex, ortalama hata $= \pm 0.01$ dex tir.

$-2.70 \leq [\text{Fe}/\text{H}] \leq +0.26$ dex metal bolluğu aralığında bulunan ve farklı üç kaynaktan alınan 88 cüce yıldız kullanılarak yeni bir metal bolluğu kalibrasyonu elde edilmiştir. 57 yıldıza ait metal bollukları yüksek çözünürlü spektroskopik verilere dayanmakta, 77 tanesi yakın veya galaktik enlemi büyük olan yıldızlardan oluşmaktadır. Üçüncü dereceden bir polinom ile ifade edilen yeni kalibrasyonda sabit terim, bundan önceki çalışmalarda yapıldığı gibi, Hyades kümesinin metal bolluğuna eşit alınacağına serbest parametre olarak kabul edilmiş ve en küçük kareler yöntemi ile hesaplanmıştır. Yeni bulunan 0.10 değeri, Hyades kümesinin literatürdeki metal bolluğu değerleri ile uyum içindedir.

Carney (1979) e ait çalışmanın geçerli olduğu $[\text{Fe}/\text{H}] \geq -1.75$ dex metal bolluğu aralığı için, bu çalışmadaki sapmalarla Carney (1979) e ait sapmaların karşılaştırılması, iki çalışma arasında önemli farklar olmadığını gösteriyor (Şek.3). Her iki çalışmada tayin edilen ortalama sapmalar ve ortalama hatalar aynıdır: $\langle \Delta[\text{Fe}/\text{H}] \rangle = 0.00$ dex ve ortalama hata $= \pm 0.01$ dex. O halde, yeni metal bolluğu kalibrasyonu Carney (1979) in kalibrasyonu doğruluğunda fakat $[\text{Fe}/\text{H}] = -2.75$ dex kadar fakir yıldızların metal bolluğunu tayin etmeğe olanak verdiğinden daha üstündür.



Şek.3. Carney (1979) 'in çalışmasının geçerli olduğu $[\text{Fe}/\text{H}] \geq -1.75$ dex aralığı için, bu çalışmaya (a) ve Carney (1979) in çalışmasına ait (b) metal bolluğu sapmaları. İki çalışmaya ait önemli bir fark görülüyor, ortalama sapmalar ve ortalama hatalar eşittir.

5. Kaynaklar

- Bahcall, J. N., & Soneira, R. M. 1980, ApJS, 44, 73
Buser, R., & Kurucz, R. L. 1978, A&A, 70, 555
Buser, R., & Kurucz, R. L. 1985, in: Hyades D. S., Pasinetti, L. E., Philip, A.G. Davis. eds. Calibration of Fundamental stellar Quantities. IAU Symp. 111, Reidel, Dordrecht Boston, Lancelstre Tokyo , p.513
Buser, R., & Fenkart, R. P. 1990, A&A, 239, 243
Buser, R., & Kurucz, R. L. 1992, A&A, 264, 557
Cameron, L. M. 1985, A&A, 146, 59
Carney, B. W. 1979ApJ, 233, 211
Castro, S., Porto De Mello, G. F., & Da Silva, L. 1999, MNRAS, 305, 693
Cayrel de Strobel, G., Soubiran, C., Friel, E. D., Ralite, N., & Francois, P. 1997, A&AS, 124, 299
Cayrel de Strobel, G., Soubiran, C., & Ralite, N. 2001, A&A, 373, 159
Clementini, G., Gratton, R. G., Carretta, E., & Sneden, C. 1999, MNRAS, 302, 22
Edvardsson, B., Andersen, J., Gustafsson, B., Lambert, D. L., Nissen, P. E., & Tomkin, J. 1993, 275, 101
Eggen, O. J., Lynden-Bell, D., & Sandage, A. R. 1962, ApJ, 136, 748 (ELS)
Francois, P. 1986, A&A, 160, 264
Friel, E. D., & Boesgaard, A. M. 1992, ApJ, 387, 170
Fuhrmann, L., 2000, özel bilgi
Fulbright, J. P. 2000, AJ, 120, 1841
Gorgas, J., Cardiel, N., Pedraz, S., & Gonzalez, J. J. 1999, A&AS, 139, 29
Gilmore, G., Wyse, R. F. G., & Kuijken, K. 1989, ARA&A, 27, 555
Gratton R. G., Carretta, E., & Castelli, F. 1996, A&A, 314, 191
Gray, R. O., Napier, M. G., & Winkler, L. I. 2001, AJ, 121, 2148
Hartmann, K., & Gehren, T. 1988, A&A, 199, 269
Mallik, S. V. 1998, A&A, 338, 623
Mishenina, T.V., Korotin, S. A., Klochkova, V. G., & Panchuk, V. E. 2000, A&A, 357, 978
Peterson, R. C. 1981, ApJS, 45, 421
Rebolo, R., Crivellari, L., Castelli, F., Foing, B., & Beckman, J. E. 1986, A&A, 166, 195
Rosenberg, A., Saviane, I., Piotto, G., & Aparicio, A. 1999, AJ, 118, 2306
Schuster, W. J., & Nissen, P. E. 1989, A&A, 222, 69
Searle, L., & Zinn, R. 1978, ApJ, 225, 357 (SZ)
Strömgren, B. 1966, ARA&A, 4, 433
Thevenin, F., & Idiart, T. P., 1999, ApJ, 521, 753
VandenBerg, D. A., & Bell, R. A. 1985, ApJS, 58, 561
Walraven, Th., & Walraven, J. H. 1960, BAN, 15, 67

S. Karaali vd: Yeni Bir Metal Bolluğu Kalibrasyonu

Tablo 1. Metal bolluğu kalibrasyonunda kullanılan çüce yıldızlar. Sütunların açıklanması: (1) BD, HD veya G (Giclas) numarası; (2) Hipparcos numarası; (3) spektral tip; (4) etkin sıcaklık; (5) log g; (6), (7) ve (8) UBV verileri; (9) standartlaştırılmış mor ötesi artığı; (10) [Fe/H]; (11) paralaks (mili yay saniyesi cinsinden); (12) galaktik enlem (derece) ve (13) açıklama. Son sütundaki (1), (2) ve (3) Cayrel de Stroble ve ark. (2001), Cayrel de Stroble ve ark. (1997), Carney (1979) yi temsil ediyor. (2) kaynağında UBV verileri yıldızlararası kızarmadan düzeltilmiş ise "düzeltilmiş", aksi takdirde "düzeltilmemiş" olarak belirtilmiştir.

(1) No	(2) Hip No	(3) Spec.	(4) T _{eff}	(5) log g	(6) V	(7) B-V	(8) U-B	(9) δ _{0.6}	(10) [Fe/H]	(11) π	(12) b	(13) Açıklama
BD +02 0375	86443	A5	5793	4.00	9.820	0.420	-0.260	0.36	-2.50	8.35	17.03	(2), düzeltilmiş
BD +09 0352	12529	F2	5860	4.50	10.180	0.440	-0.250	0.30	-2.20	5.22	-44.51	(1)
BD +29 0366	10140	F8V	5760	4.56	8.760	0.590	-0.100	0.18	-0.99	17.66	-30.01	(2), düzeltilmemiş
BD +36 2165	54772	G0	6349	4.79	9.770	0.430	-0.190	0.22	-1.15	8.11	67.35	(1)
BD +38 4955	114661	F6	5125	4.50	11.015	0.665	-0.155	0.38	-2.69	14.09	-19.66	(1)
BD +41 3931	103269	G5	5560	4.77	10.170	0.590	-0.130	0.25	-1.60	14.24	-1.82	(2), düzeltilmiş
BD +42 2667	78640	F5	5929	4.00	9.870	0.460	-0.200	0.23	-1.67	8.03	48.41	(3), Rebolo (1986)
BD +66 0268	16404	G0	5250	4.98	9.820	0.640	-0.110	0.29	-2.11	17.58	8.59	(2), düzeltilmiş
BD -06 0855	19814	G:...	5419	4.50	10.600	0.690	0.115	0.13	-0.70	24.27	-37.12	(1)
CD -45 03283	36818	G8V-VI	5672	4.57	10.470	0.610	-0.020	0.16	-0.83	15.32	-11.98	(1)
G 88 - 10	34630	A:	5900	4.00	11.710	0.390	-0.280	0.35	-2.70	4.00	14.77	(2), düzeltilmiş
HD 001581	1599	F9V	6009	4.52	4.220	0.580	0.010	0.09	-0.26	116.38	-51.92	(1)
HD 003765	3206	K2V	5091	4.64	7.360	0.940	0.700	-0.01	-0.06	57.90	-22.64	(2), düzeltilmemiş
HD 006582	5336	G5Vb	5305	4.61	5.170	0.700	-0.100	0.16	-0.71	132.42	-7.87	(2), düzeltilmemiş
HD 008673	6702	F7V	6380	4.50	6.330	0.460	-0.010	0.02	0.16	26.14	-27.75	(1)
HD 010700	8102	G8 V	5500	4.32	3.500	0.720	0.210	0.08	-0.36	274.18	-73.44	(3), Mallik (1998)
HD 013555	10306	F5 V	6358	4.07	5.290	0.420	-0.070	0.09	-0.40	33.19	-37.81	(3), Edvardsson (1993)
HD 020766	15330	G2.5V	5860	4.50	5.520	0.630	0.080	0.08	-0.20	82.51	-47.21	(1)
HD 022879	17147	F9V	5926	4.57	6.700	0.540	-0.080	0.15	-0.76	41.07	-43.12	(1)
HD 028946	21272	K0	5288	4.55	7.930	0.770	0.360	0.02	-0.03	37.33	-27.24	(1)
HD 030495	22263	G3V	6000	4.50	5.470	0.600	0.140	-0.01	0.10	75.10	-34.81	(1)
HD 030649	22596	G1 V-VI	5727	4.31	6.970	0.590	0.020	0.11	-0.32	33.44	1.02	(3), Thevenin (1999)
HD 039587	27913	G0V	5929	4.50	4.410	0.590	0.080	0.03	-0.05	115.43	-02.73	(1)
HD 052298	33495	F5/F6V	6072	4.60	6.940	0.460	-0.110	0.14	-0.84	27.38	-20.34	(1)
HD 056513	35377	G2V	5659	4.50	8.030	0.630	0.050	0.11	-0.38	28.19	17.57	(1)
HD 063077	37853	G0V	5820	4.42	5.360	0.570	-0.070	0.17	-0.80	65.79	-4.81	(3), Castro (1999)
HD 064090	38541	sdG2	5370	4.00	8.260	0.610	-0.120	0.26	-1.73	35.29	25.93	(3), Mishenina (2000)
HD 064090	38541	sdG2	5340	4.75	8.320	0.620	-0.140	0.28	-1.86	35.29	25.93	(2), düzeltilmemiş
HD 064606	38625	G8V	5206	4.57	7.440	0.730	0.160	0.17	-0.93	52.01	13.34	(1)

(Tablo 1devam)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
No	Hip No	Spec.	T_{eff}	$\log g$	V	B-V	U-B	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	π	b	Açıklama
HD 065907	38908	G0V	6072	4.50	5.610	0.570	-0.010	0.10	-0.36	61.76	-15.68	(1)
HD 072905	42438	G1.5Vb	6030	4.66	5.640	0.620	0.070	0.08	-0.27	70.07	35.70	(3), Gray (2001)
HD 074000	42592	sdF6	6072	4.20	9.620	0.430	-0.230	0.28	-2.05	7.26	15.31	(3), Hartmann (1988)
HD 074000	42592	sdF6	6072	4.20	9.580	0.390	-0.270	0.31	-2.06	7.26	15.31	(2), düzeltilmiş
HD 076151	43726	G2V	5727	4.50	6.000	0.670	0.220	0.00	0.07	58.50	24.16	(1)
HD 084937	48152	sdF5	6222	4.00	8.320	0.370	-0.200	0.27	-2.19	12.44	45.47	(3), Peterson (1981)
HD 089125	50384	F8Vbw	6143	4.54	5.820	0.500	-0.050	0.09	-0.38	44.01	55.00	(1)
HD 090508	51248	F9V	5802	4.35	6.420	0.600	0.050	0.08	-0.23	42.45	54.92	(3), Fuhrmann (2000)
HD 094028	53070	F4V	6060	4.54	8.240	0.470	-0.170	0.21	-1.38	19.23	61.77	(1)
HD 101501	56997	G8V	5538	4.69	5.310	0.720	0.280	0.01	0.03	104.81	73.32	(1)
HD 106516	59750	F5V	6222	4.50	6.100	0.480	-0.110	0.15	-0.82	44.34	51.54	(1)
HD 108177	60632	sdF5	6200	4.40	9.670	0.430	-0.220	0.26	-1.70	10.95	63.42	(3), Fulbright (2000)
HD 110897	62207	G0V	5860	4.41	5.950	0.550	-0.030	0.11	-0.31	57.57	77.78	(3), Thevenin (1999)
HD 113083	63559	F9V	5750	4.50	8.050	0.550	-0.110	0.19	-0.93	18.51	35.44	(1)
HD 114710	64394	F9.5V	6146	4.52	4.260	0.580	0.080	0.02	0.06	109.23	85.41	(1)
HD 114762	64426	F9V	5928	4.18	7.300	0.520	-0.080	0.14	-0.64	24.65	79.25	(3), Clementini (1999)
HD 115617	64924	G5V	5600	4.50	4.753	0.697	0.261	0.00	-0.02	117.30	44.09	(1)
HD 125072	69972	K3V	4941	4.50	6.640	1.040	0.950	-0.06	0.26	84.50	01.61	(1)
HD 126681	70681	G3V	5500	4.63	9.300	0.600	-0.100	0.23	-1.45	19.16	38.86	(1)
HD 128620	71683	G2V	5793	4.50	0.020	0.657	0.230	-0.03	0.20	742.24	-00.68	(1)
HD 128621	71681	K1V	5305	4.50	1.390	0.871	0.590	-0.01	0.14	742.22	-00.68	(1)
HD 131653	72998	G5	5356	4.65	9.520	0.720	0.160	0.15	-0.63	20.29	42.99	(1)
HD 132142	73005	K1V	5091	4.50	7.760	0.790	0.330	0.10	-0.55	41.83	55.04	(1)
HD 134439	74235	K0/K1V	5106	4.74	9.090	0.760	0.180	0.22	-1.30	34.14	34.99	(1)
HD 136352	75181	G4V	5478	4.18	5.660	0.640	0.060	0.12	-0.49	68.70	7.38	(3), Francois (1986)
HD 148816	80837	F8V	5923	4.16	7.280	0.530	-0.070	0.14	-0.63	24.34	33.05	(3), Clementini (1999)
HD 151044	81800	F8V	6146	4.50	6.470	0.540	0.020	0.04	-0.01	34.00	40.89	(1)
HD 152792	82636	G0V	5647	4.12	6.810	0.650	0.080	0.11	-0.38	21.13	39.13	(3), Gorgas (1999)
HD 157089	84905	F9V	5885	4.00	6.970	0.560	-0.010	0.10	-0.54	25.88	20.68	(3), Friel (1992)
HD 165908	88745	F7V	6001	4.21	5.050	0.520	-0.080	0.13	-0.46	63.88	22.30	(3), Gratton (1996)
HD 166913	89554	F6:Vw	6175	4.61	8.200	0.460	-0.200	0.24	-1.44	16.09	-18.88	(1)
HD 181743	95333	F3/F5w	5929	4.25	9.660	0.460	-0.250	0.31	-2.04	11.31	-24.27	(2), düzeltilmemiş
HD 184960	96258	F7V	6222	4.50	5.740	0.480	0.000	0.02	-0.13	39.08	14.59	(1)
HD 186185	97063	F5V	6462	4.50	5.490	0.465	0.025	-0.02	0.02	27.26	-18.36	(1)
HD 186427	96901	G3V	5860	4.50	6.220	0.660	0.200	0.00	0.08	46.70	13.20	(1)