

Metalce Fakir Halo Yıldızlarının α -element Bolluk Analizleri: ATLAS9 vs TLUSTY205

Gizay Yolalan^{1*}, Timur Şahin¹, Selçuk Bilir²

¹ Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Fen Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, 07058, Antalya

² Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Fen Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, 34119, İstanbul

Özet

Metalce fakir ($-2.5 < [\text{Fe}/\text{H}] \text{ (dex)} < -1.0$) çüce yıldızlar üzerine gerçekleştirilen tayfsal çalışmalar özellikle Galaksimizin kimyasal yapısı ve evriminin anlaşılmasında önemli bir yer tutar. Seçilen metalce fakir çüce halo aday yıldızlarının kinematik özelliklerinin ve Galaktik yörüngelerinin hesaplanmasını hedefleyen, detaylı bolluk analizlerini içerecek şekilde gerçekleştirdiğimiz ve nispeten geniş kapsamlı çalışmanın bir parçası olan bu çalışma kapsamında, ATLAS9 ve TLUSTY model atmosferleri yardımı ile hesaplanan α -element bollukları üzerine her iki kodda benimsenen yapısal farklılıklar (konveksiyon, opasite, atomik veri) çerçevesinde gerçekleştirilen ön analiz sonuçları paylaşılmıştır. Çalışma sonuçları, metalce fakir yıldızlar için gerçekleştirilecek kimyasal bolluk analizlerinde tercih edilecek model atmosfer kod seçiminin önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: stars: abundances, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Yeni nesil gözlem araçları sayesinde Galaksimizdeki yıldızların, hem fotometrik hem de tayfsal güvenilir gözlemlerini elde etmek mümkün olsada Galaksimizin dinamik ve kimyasal evrimi üzerine hali hazırda çözüm bekleyen birçok problemler mevcuttur. Özellikle kimyasal bollukların hassas tayini, Galaksilerin yıldız oluşum senaryolarının ve dolayısıyla Galaktik kimyasal evrim modellerinin oluşturulması ve/veya sınanması aşamasında önemli bir yer tutar. Bu oluşum senaryoları içerisinde metalce fakir yıldızların rolü evrenin ilk oluştuğu döneme ait çekirdek sentez süreçleri ve ürünleriyle ilgili sağladığı bilgi nedeni ile yadsınamaz. Kimyasal kompozisyonlarında sergilemiş oldukları farklılıkların anlaşılması ilk kuşak yıldızlar olarak betimlenen popülasyon III yıldızlarının evrim ve oluşum senaryolarının anlaşılması açısından da önemlidir.

Bu çalışma kapsamında Galaksimizdeki metalce fakir 5 yıldız (HD 201891, HD 3567, HD 6755, HD 194598, HD 84937) için 1D LTE koşul altında ATLAS/TLUSTY model atmosferleri yardımı ile Mg ve Ca bollukları belirlenmiştir. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında hesaplanan bolluklar üzerinde, analizde tercih edilen model atmosfer kodu ve bu kodlarda benimsenen opasite davranışı temelinde tespit edilen değişimlerin söz konusu program yıldızlarının Galaktik bileşen üyelikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir.

2 Tayfsal Gözlemler ve Model Atmosfer Analizi

Program yıldızları için α -element bolluk tespitinde kullanılan tayflar, Haute Provence teleskobu, ELODIE¹ echelle tayfçekerisiyle elde edilmiş yüksek çözünürlüklü ($R \approx 42\,000$) tayflardır. Söz konusu tayflar 4000-6800 Å dalgaboyu aralığını kapsamaktadır (Prugniel ve Soubiran 2001). Tayflara ilişkin ön indirgeme işlemleri INTER-TACOS yazılımı kullanılarak, tayfsal

dikine hız ölçümleri ise çapraz ilişkilendirme (cross-correlation) yöntemiyle teleskop başında gerçekleştirilmiştir. Seçilen program yıldızlarına ilişkin temel parametreler Çizelge 1' de verilmektedir. Şekil 1' de ise program yıldızlarına ilişkin örnek tayf görüntüsü gösterilmektedir.

Program yıldızları için model atmosfer parametrelerinin tayininde nötral ve iyonize Fe çizgileri için uyarılma ve iyonizasyon denge koşulları dikkate alınmıştır. Hesaplanan model parametreleri Çizelge 2' de sunulmaktadır. Model parametre tayini ve bolluk hesabı için yararlanılan atomik veri ters Güneş analizi yöntemi ile test edilmiştir. Hesaplanan referans Güneş Mg ve Ca bollukları Çizelge 3' te listelenmiştir.

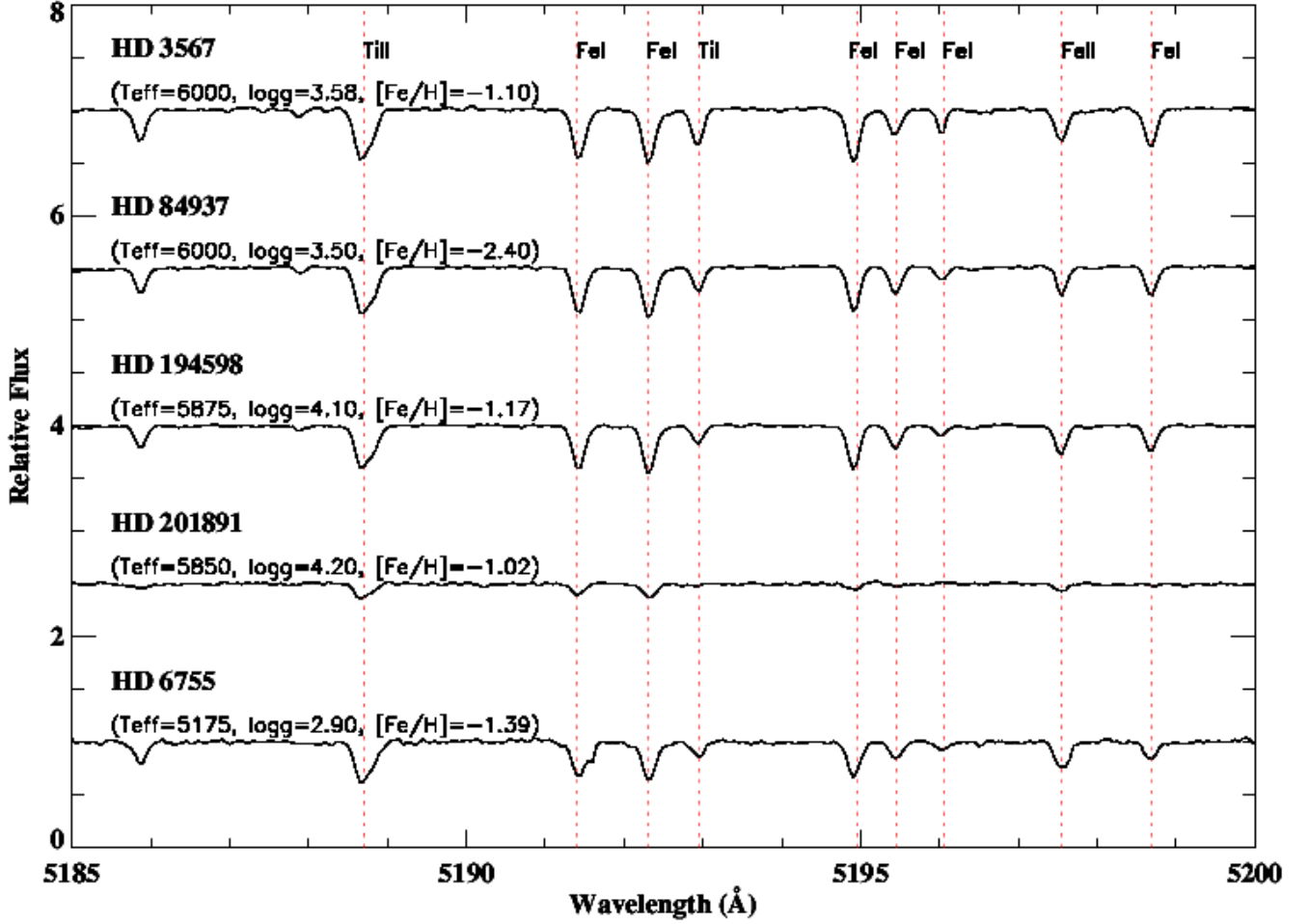
3 Bulgular ve Tartışma

Yıldızların TLUSTY (Hubeny 1988) ve ATLAS (Kurucz 1970) model atmosferleri Çizelge 2' de içerilen model atmosfer parametreleri esas alınarak hesaplanmış ve α -element bolluklarının hesaplanması aşamasında bu modellerden faydalanılmıştır. Sadece nötral Ca ve Mg elementleri için ön çalışma sonuçlarının paylaşıldığı bu çalışma kapsamında 4571.1, 4703.0, 5172.7, 5183.6 ve 5528 Å Mg I ve 4283.0, 4425.4, 4526.9, 6161.3, 5261.7, 5265.5 ve 5588 Å Ca I çizgileri üzerinden sırasıyla ATLAS ve TLUSTY model atmosferleri ve MOOG (synth sürücüsü) (Snedden 1973) ve TLUSTY (synplot arayüzü) yardımıyla hesaplanan mutlak bollukların ortalamaları Çizelge 3' te sunulmaktadır.

TLUSTY model atmosferleri yardımı ile hesaplanan bolluklar, ATLAS model atmosferleri yardımı ile hesaplanan ile kıyaslandıklarında α -elementçe zengin bir kompozisyona işaret etmektedir. Model atmosfer tabanlı olarak tespit edilen bolluk farklılıklarının 0.1-0.4 dex aralığında bir değişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Değişim aralığının maksimumu literatürde gerek halo yıldızları ($[\alpha/\text{Fe}] = 0.4 \text{ dex}$; McWilliam (1997)) gerekse Galaksimizin kalın disk bileşen üyesi yıldızları için de rapor edilen α -element bolluk değeriyle karşılaştırılabilir büyüklüktedir ($[\alpha/\text{Fe}] = 0.3 \text{ dex}$; Bensby ve ark. (2003)). Çalışmanın literatürde metalce fakir yıldızların α -element bolluk tayininde

* gzy_07@hotmail.com

¹ <http://www.obs.u-bordeaux1.fr/m2a/soubiran/elodie/library.html>



Şekil 1. Program yıldızlarına ilişkin örnek tayf görüntüsü ve teşhisi gerçekleştirilen nötr ve iyonize elementlere ait örnek atomik geçişler. Her bir program yıldızı için hesaplanan model atmosfer parametreleri de içermektedir.

Çizelge 1. ELODIE tayf kütüphanesinden seçilmiş metalce fakir yıldızlarının ekvatorial koordinatları, tayf türleri, poz süreleri ve sin/gürültü oranları gözlem tarihi ve Güneş merkezli dikine hızları.

| Yıldız | α (hh:mm:ss) | δ (dd:mm:ss) | Tayf Türü | Poz (s) | S/N | MJD (2400000+) | V_{Helio} (km s^{-1}) |
|-----------|------------------------|------------------------|--------------|------------|-----|-------------------|--|
| HD 6755 | 01:09:43 | 61:32:50 | F8V | 902 | 89 | 50360.1 | -312.17 |
| HD 201891 | 21:11:59 | 17:43:39 | F8V | 2401 | 132 | 50358.8 | -44.47 |
| HD 194598 | 20:26:11 | 09:27:00 | F7V | 3000 | 139 | 50359.8 | -247.15 |
| HD 3567 | 00:38:31 | -08:18:33 | F5V | 3600 | 74 | 50684.1 | -47.62 |
| HD 84937 | 09:48:56 | 13:44:39 | sdF5 | 2700 | 95 | 50188.8 | -15.17 |

Çizelge 2. 5 yıldız için hesaplanan model atmosfer parametreleri.

| Yıldız | Teff K | log g cgs | [Fe/H] dex | ξ km s^{-1} |
|-----------|----------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| HD 84937 | 6000 \pm 140 | 3.50 \pm 0.18 | -2.40 \pm 0.15 | 1.60 |
| HD 3567 | 6000 \pm 175 | 3.58 \pm 0.27 | -1.10 \pm 0.18 | 0.93 |
| HD 194598 | 5875 \pm 165 | 4.10 \pm 0.33 | -1.17 \pm 0.18 | 0.83 |
| HD 201891 | 5850 \pm 160 | 4.20 \pm 0.33 | -1.02 \pm 1.16 | 0.85 |
| HD 6755 | 5175 \pm 140 | 2.90 \pm 0.33 | -1.39 \pm 0.18 | 1.30 |

sıklıkla tercih edilen geçişleri içerecek şekilde daha kapsamlı bir çerçevede yürütülmesi planlanmaktadır.

Kaynaklar

- Bensby, T., Feltzing, S. and Lundström, I.: Elemental abundance trends in the Galactic thin and thick disks as traced by nearby F and G dwarf stars. *A&A* **410** (2003) 527–551
- McWilliam, A.: Abundance Ratios and Galactic Chemical Evolution. *ARA&A* **35** (1997) 503
- Prugniel P. and Soubiran C.; A database of high and medium-resolution stellar spectra *A&A*, **369** (2001) 1048–1057
- Snedden, C.: Ph.D. thesis, Univ. Texas, Austin (1973) 1
- Hubeny, I.: A computer program for calculating non-LTE model stellar atmospheres. *Computer Physics Communications*. **52** (1988) 103–132

Çizelge 3. ELODIE program yıldızları için hesaplanan α -element bollukları.

| Element | $\log_{\epsilon}(X)$ | | | | | | | | | | |
|---------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | HD 84937 | | HD 3567 | | HD 6755 | | HD 201891 | | HD 194598 | | Güneş |
| | Tlusty | Atlas | Tlusty | Atlas | Tlusty | Atlas | Tlusty | Atlas | Tlusty | Atlas | Atlas |
| Mg I | 5.77 | 5.57 | 6.74 | 6.64 | 6.66 | 6.12 | 7.25 | 6.95 | 6.90 | 6.55 | 7.65 |
| hata | ± 0.10 | ± 0.07 | ± 0.06 | ± 0.09 | ± 0.15 | ± 0.10 | ± 0.14 | ± 0.07 | ± 0.10 | ± 0.07 | ± 0.04 |
| n | 4 | | 5 | | 3 | | 2 | | 3 | | 3 |
| Ca I | 4.75 | 4.53 | 5.76 | 5.46 | 5.50 | 5.08 | 5.78 | 5.53 | 5.78 | 5.42 | 6.21 |
| hata | ± 0.07 | ± 0.16 | ± 0.31 | ± 0.18 | ± 0.25 | ± 0.16 | ± 0.29 | ± 0.19 | ± 0.28 | ± 0.17 | ± 0.16 |
| n | 4 | | 6 | | 4 | | 3 | | 4 | | 14 |

Kurucz, R. L.: ATLAS A Computer Program For Calculating Model Stellar Atmospheres. Research in Space Science SAO Special Report. **309** (1970) 1

Erişim:

O45-1805: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)