

HD132560 Yıldızının Atmosfer Parametreleri

Ayşegül Şen Merttürk¹ Mesut Yılmaz^{1,2}

¹Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (Kreiken Rasathanesi), İncek Bul., TR-06837, Ahlatlıbel, Ankara, Türkiye



Giriş

Yıldız astrofiziği alanında yıldızların atmosfer parametrelerini anlamak, onların iç yapılarını ve evrimsel yollarını aydınlatmak için temel bir öneme sahiptir. Etkin sıcaklık (T_{eff}), yıldızın ışınım oranıyla aynı oranda ışınım yapan bir kara cismin sıcaklığı ile eşdeğer olan sıcaklıktır ve yıldızın tayfsal özellikleri hakkında bilgiler sağlar. Yüzey çekim ivmesi ($\log g$), yıldız yüzeyinde etkili olan yer çekimi kuvvetini yansıtarak, bir yıldızın kütlesi ve yarıçapının yapısal bütünlüğü üzerindeki etkilerini çözümlenmek için kritiktir. Metalisite ($[Fe/H]$), hidrojen ve helyumdan daha ağır elementlerin varlığını nicelendirerek, yıldızın kimyasal zenginliği ve evrimine dair önemli bilgiler sunar. Tayf çizgilerinin genişliği (V_{broad}) yıldızın dönme ve türbülans hızının bütünsel halidir ($V_{broad}^2 = V_{sini}^2 + V_{mikro}^2$). Yıldızın atmosferindeki kinetik hareketleri gösterir ve bu da atmosfer dinamikleri ile potansiyel manyetik etkilerle ilgili hayati bilgiler verir. Bu kapsamlı atmosfer parametrelerini belirleme, yalnızca yıldızları anlama yeteneğimizi artırmakla kalmaz, aynı zamanda yıldız oluşumu ve evrimi hakkındaki anlayışa da katkıda bulunur.

Bu çalışmada, Ejderha Takımyıldızı yönünde, 102.7 parsek [3] uzaklıkta, F2 tayf türünden [1] HD132560 yıldızının tayf analizi yapılmış ve atmosfer parametreleri belirlendi.

Gözlem ve Veri İndirilmesi

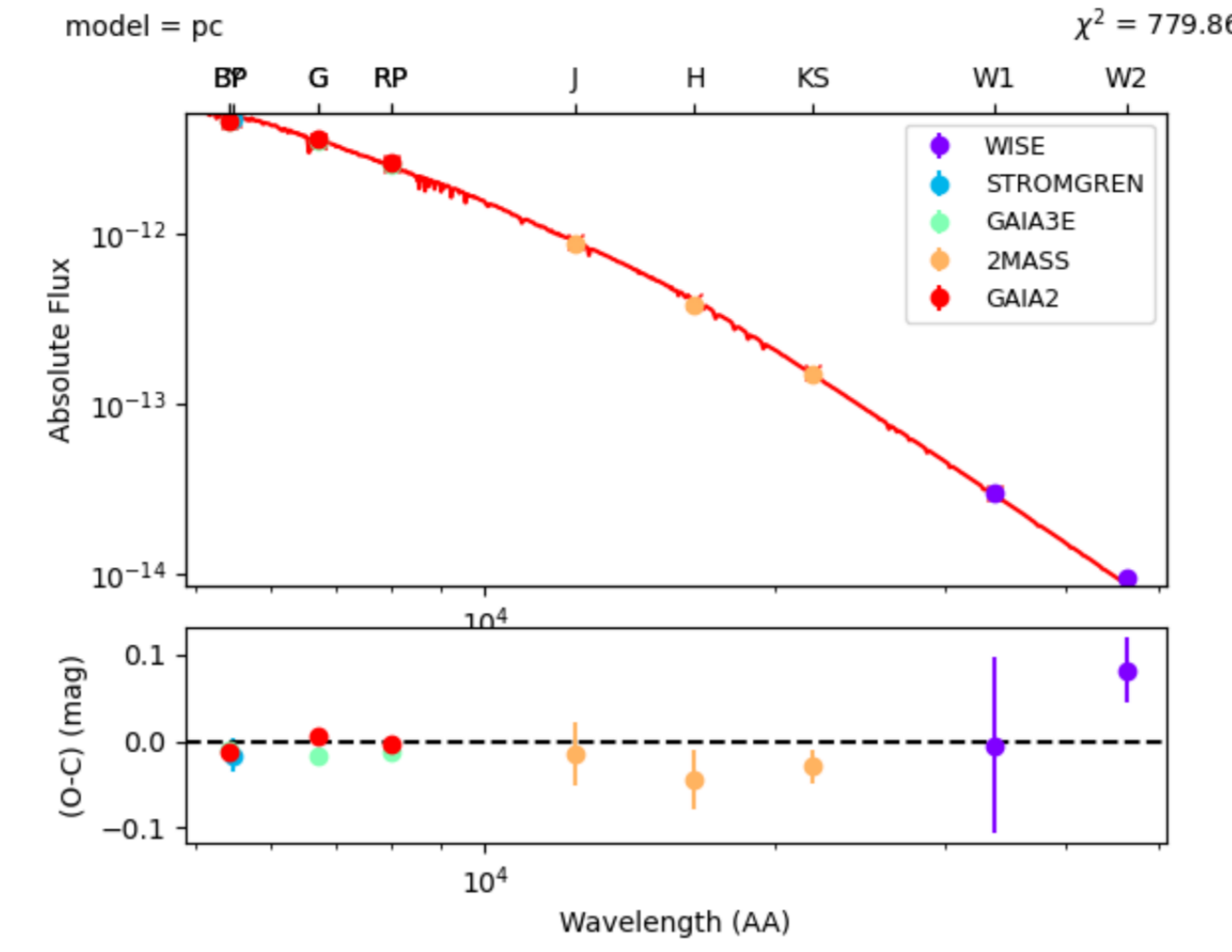
HD132560 yıldızının gözlemleri, Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'nde bulunan 40 cm açıklığa sahip T40 - Kreiken Teleskopu ile yapıldı. Teleskobun odak düzleminde eşel bir tayfçeker bulunmaktadır. Yıldızın tayf gözlemleri bu tayfçeker ile yapıldı. Tayfçekerin çözünürlüğü $R=13500$, dalgaboyu aralığı 4340-7400 Å, limit parlaklık değeri $V < 8.0$ 'dir. Kalibrasyon için tayfçekerin içinde Halojen, LED ve Thorium-Argon lambası ünitesi bulunmaktadır.

Aday yıldızın gözlemleri 2019 yılında tek bir gecede elde edildi. Gözlemlerde 1800 sn poz süresinde 5 adet tayf elde edildi. Elde edilen tayfların ortalama Sinyal/Gürültü (S/N) değeri yaklaşık 23.8 olarak ölçüldü.

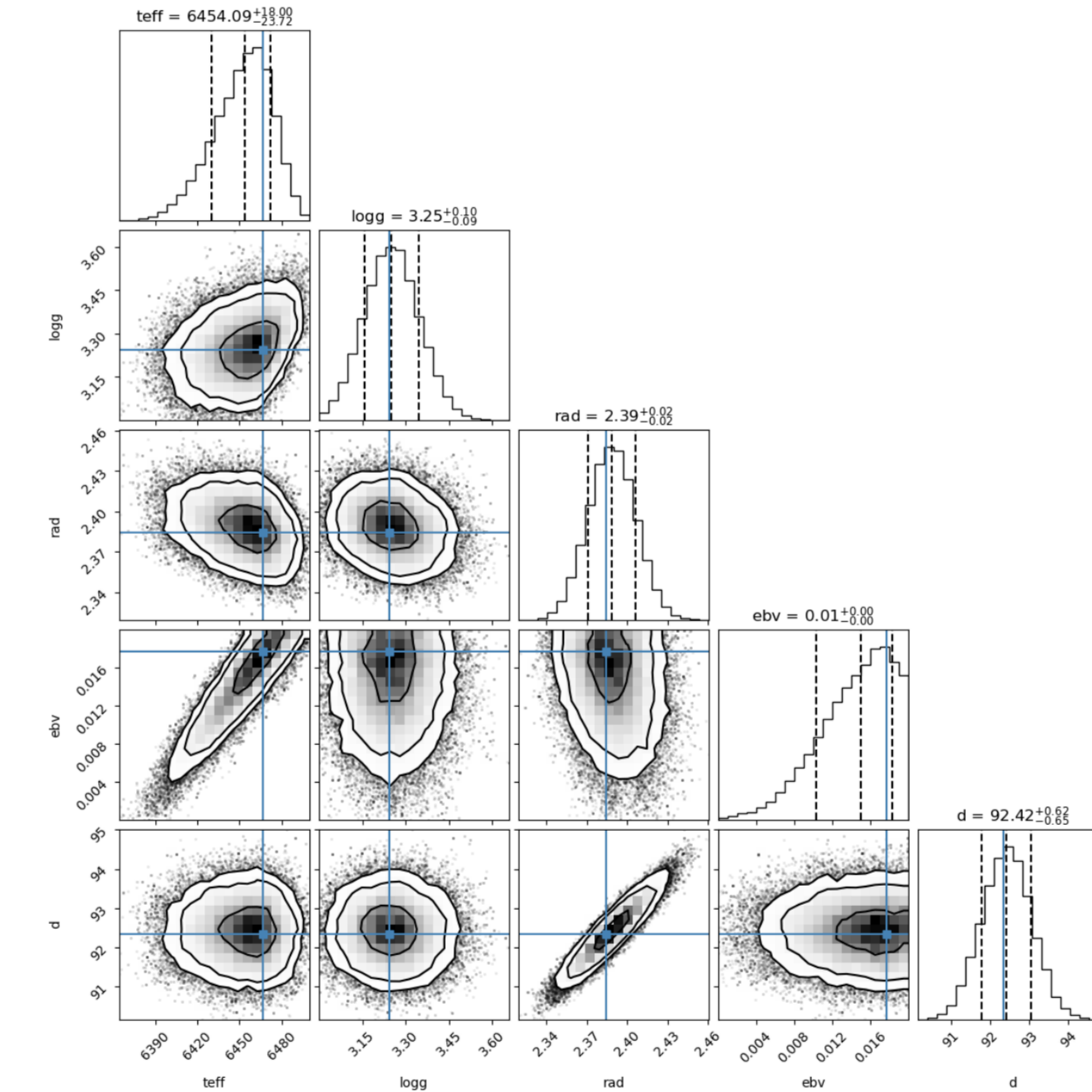
Ham verinin indirilmesi IRAF yazılımı kullanılarak yapıldı. Bu aşamada tayfsal veriler standart bir ön indirgeme ve arındırma işlemlerinden geçirildi. Bu süreçte tayflar flat, bias, dark ve saçılmış ışık etkisi gibi aletsel etkilerden arındırıldı, her bir eşel basamağı için süreklilik seviyeleri belirlendi ve bu seviyelere göre tayflar normalize edildi. Gecenin başında ve/veya sonunda alınan ThAr (toryum-argon) lamba tayfları yardımıyla da her bir eşel basamağın dalgaboyu ölçeği hesaplandı. Ardından elde edilen tüm tayflar coadd birleştirme algoritması ile birleştirilerek daha yüksek bir S/N değerine sahip tek bir tayfa dönüştürüldü. Son olarak tayflar iki boyutlu veri yapısından bir boyutlu veri yapısına dönüştürülerek analiz için hazır hale getirildi.

Analiz

HD132560 yıldızının literatürde yayınlanmış ayrıntılı bir tayfsal çalışması bulunmamaktadır. Bu nedenle aday yıldızın başlangıç atmosfer parametrelerini belirleyebilmek için mevcut fotometrik verilerine bir tayfsal enerji dağılımı fiti yapıldı. Bu amaç için Python'da yazılmış speedysedfit paketinden faydalanıldı. Speedysedfit paketi Marcov Zinciri Monte Carlo yaklaşımı kullanarak bir yıldızın fotometrik verilerine en iyi tayfsal enerji dağılımı fiti yapmaktadır. Bu paket kullanılarak, veri tabanlarında HD132560 yıldızına ait fotometrik veriler alındı ve kuruc model atmosfer yaklaşımı ile tayfsal enerji dağılımı fiti yapıldı. Uzaklık ve kızarma gibi başlangıç parametreleri bu yaklaşımda TESS ve GAIA veritabanından elde edildi. Bunun sonucunda tayfsal enerji dağılımı ve yıldızın atmosfer parametreleri elde edildi.



Şekil 1: HD132560 yıldızının speedyfit paketi ile oluşturulan tayfsal enerji dağılım grafiği.



Şekil 2: Elde edilen parametrelerin köşe grafiği. Kızılama parametresi(ebv) gökyüzü kızılama haritalarından alındığı için programda sabit parametre olarak dikkate alındı. ebv parametresi dışında diğer parametreler için en olası sonuçlar birbirleriyle uyumlu çıktı.

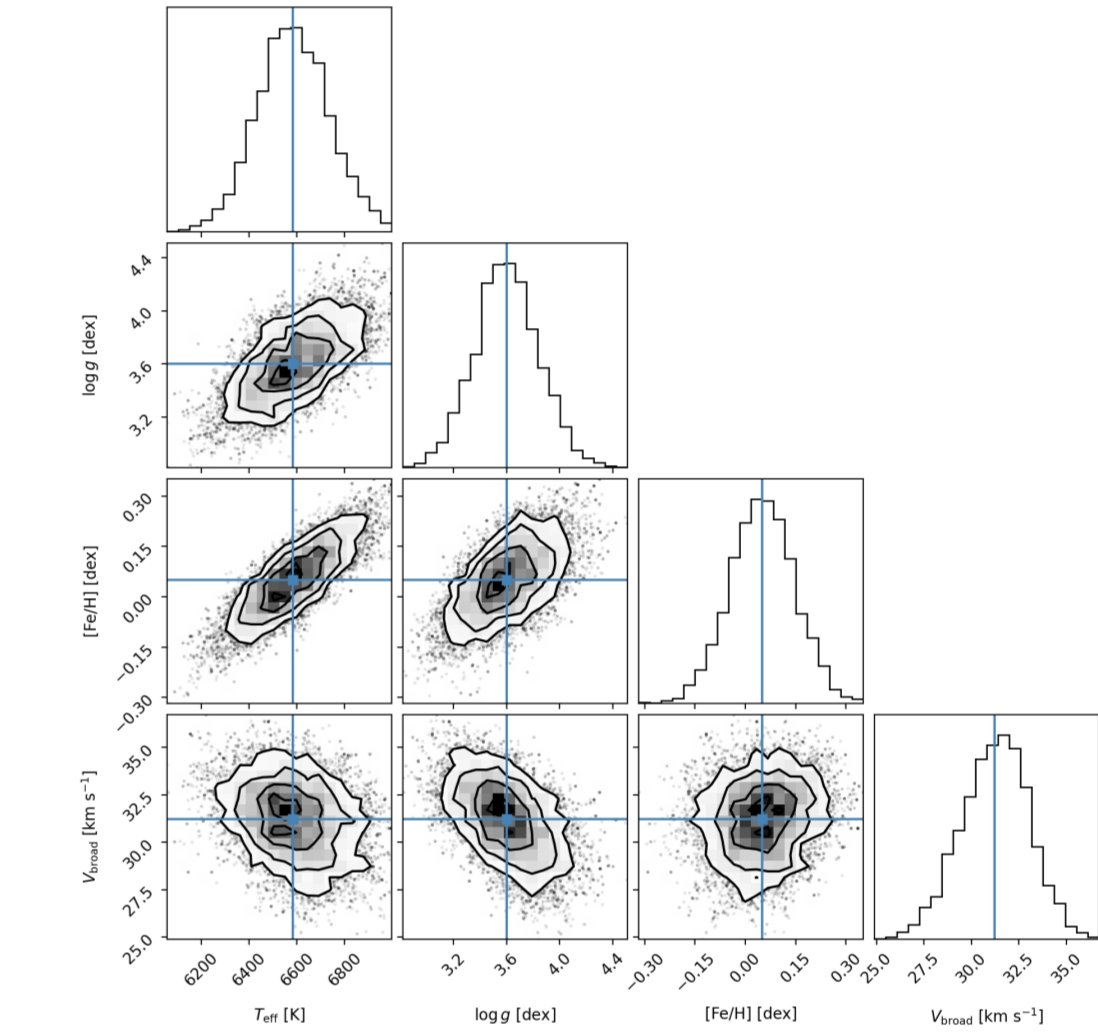
Sonuçlar ve Tartışma

Elde edilen parametreler daha sonra SteParSyn [5] adlı Python paketine girdi olarak verildi. Bu kod, FGKM türünden yıldızların atmosfer parametrelerini belirlemek için kullanılır. SteParSyn, standart bileşime sahip MARCS atmosfer modelleri kullanır ancak aynı zamanda her yıldızdaki belirli elementlerin miktarını hesaba katarak bu modelleri değiştirir. Koda girdi olarak verdiğimiz tayfla bu modelleri karşılaştırır. Yıldız parametrelerinin olasılık dağılımını belirlemek için Markov Zinciri Monte Carlo (MCMC) yaklaşımı kullanılır. Yandaki tabloda SteParSyn kodu ile bulunan atmosfer parametreleri ve astronomik veritabanlarından elde edilen değerler karşılaştırıldı.

Sonuç olarak, elde edilen T_{eff} ve $\log g$ parametreleri katalog değerleriyle örtüşmektedir. Ek olarak, bu çalışmada ilk defa bu yıldızın $[Fe/H]$ oranı ve çizgilerin genişleme hızı (V_{broad}) hesaplandı. Çalışmanın devamında yıldızın evrim aşaması belirlenerek HR diagramında yerine oturtulacaktır.

Table 1. HD132560 yıldızına ait elde edilen atmosfer parametreleri. T_{eff} katalog değeri Gaia veritabanından, $\log g$ katalog değeri TESS veritabanından alındı.

Parametre	Değer	Veritabanı
T_{eff}	6584 ± 150 K	6500 [2]
$\log g$	3.60 ± 0.24 dex	3.69 [3]
$[Fe/H]$	0.05 ± 0.10 dex	-
V_{broad}	31.23 ± 1.79 km/s	-



Şekil 3: HD132560 yıldızının elde edilen atmosfer parametrelerinin köşe grafiği.

Referanslar

- [1] A. J. Cannon and E. C. Pickering. VizieR Online Data Catalog: Henry Draper Catalogue and Extension (Cannon+ 1918-1924; ADC 1989). VizieR On-line Data Catalog: III/135A. Originally published in: Harv. Ann. 91-100 (1918-1924), October 1993.
- [2] Gaia Collaboration et al. Gaia Early Data Release 3. Summary of the contents and survey properties. , 649:A1, May 2021.
- [3] Stassun et al. The TESS Input Catalog and Candidate Target List. , 156(3):102, September 2018.
- [4] Francis LeBlanc. An Introduction to Stellar Astrophysics. A John Wiley Sons, Ltd., Publication, 2010.
- [5] H. M. Tabernero, E. Marfil, D. Montes, and J. I. González Hernández. STEPARSYN: A Bayesian code to infer stellar atmospheric parameters using spectral synthesis. , 657:A66, January 2022.

Teşekkür

Bu araştırmadaki veriler Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde (Kreiken Rasathanesi) yer alan T40 teleskobuyla 19B.T40.03 numaralı proje kapsamında elde edildi. Bu çalışma için WISE, STROMGREN, GAIA3E, 2MASS ve GAIA2 veri kaynakları kullanıldı.