

# Ötegezegen Barındıran HAT-P-20 Yıldızının Tayfsal Analizi: Ön Sonuçlar

Burak Keten<sup>1</sup>★, Özgür Baştürk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

## Özet

HAT-P-20 yıldızı ötegezegen barındıran K7 tayf türünden bir yıldızdır. Yıldızın Keck/HIRES tayflarındaki Call H ve K çizgilerindeki salma yapılarından hesaplanan S-indeksi değeri [Bakos et al. \(2011\)](#) ve ışık eğrilerinde gözlenen leke kaynaklı değişimlerden [Sun et al. \(2017\)](#) aktif bir yıldız olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada söz konusu yıldızın arşiv tayflarından elde edilen temel atmosfer parametreleri ve atmosferindeki bazı elementlerin kimyasal bollukları sunulacaktır. Yıldızın tayfsal analizi, barındırdığı ötegezegenin temel parametrelerinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** stars: abundances, Yıldızlar, Ötegezegenler

## 1 Giriş

Ötegezegen çalışmalarında her geçen zaman artan keşif sayılarının yanı sıra keşfedilen ötegezegen ve yıldızının parametrelerinin doğru ve hassas bir şekilde ölçülmesi de büyük önem taşımaktadır. Barınak yıldız parametrelerinin doğru ve hassas bir şekilde belirlenmiş olması, gezegeni parametrelerinin belirlenmesinde önem arzeder. Buna ek olarak, barınak yıldızdaki bir değişim hesaba katılmadığında analizler sırasında hatalara ve yanlış sonuçlara neden olabilir. Örneğin gezegenin geçiş zamanındaki değişim (ing. Transit Time Variation) yıldız kaynaklı olduğu halde sisteme ek bir bileşen kaynaklıymış gibi yorumlanabilir. Zira yakın ve büyük kütleli gezegenler de barınak yıldız üzerinde benzer etkilere neden olur ([Bolmont et al. 2012](#)). Bu nedenlerle hem barınak yıldız, hem de gezegen parametrelerinin hassas bir şekilde belirlenmesi sistem hakkında daha doğru bilgilere ulaşmak adına önemlidir. Barınak yıldızla ilişkin parametrelerin doğru belirlenmesi ayrıca bu parametrelerle ile gezegeni parametreleri arasında varsa korelasyonların belirlenmesinde önem taşır. Barınak yıldızın metal bolluğu ile gezegen kütlesi [Jones et al. \(2016\)](#), gezegen barındırma olasılığı [Hinkel et al. \(2018\)](#) ve yıldızın silisyum bolluğuna bağlı olarak sistemde karasal gezegen olup olmadığı gibi [Wolfgang & Fortney \(2018\)](#) korelasyonların sınanması ve yeni korelasyonların araştırılması için doğru ve hassas belirlenmiş yıldız ve gezegen parametrelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, HAT-P-20 yıldızının KECK-HIRES tayfı kullanılarak parametre ve bolluk analizi yapılmıştır.

## 2 Normalizasyon İşlemi

Bu çalışmada HAT-P-20 yıldızının tayfsal analizleri için Very Large Telescope (VLT) teleskobuna bağlı KECK-HIRES tayfçekerisiyle 3 Mayıs 2009 tarihinde elde edilmiş, ortalama 55000 çözünürlüğe sahip tayf kullanılmıştır. HAT-P-20 yıldız geç tayf (K7) türünden bir yıldızdır. Soğuk bir yıldız olması nedeniyle çok sayıda soğurma çizgisi içerdiği için tayfta önemli miktarda çizgi örtüşmesi (ing: line blending) görülmektedir. Dolayısıyla iteratif normalizasyon işlemi uygulanmıştır. İlk olarak iSpec'te keşif makalesinde bulunan yıldız parametreleri kullanılarak sentetik bir tayf türetilmiştir. Gözlemsel tayf, türetilen sentetik tayf kullanılarak iSpec'te [Blanco-Cuaresma et al.](#)

(2014) normalize edilmiştir. Sürekliliğin daha iyi bir şekilde belirlenebilmesi amacıyla daha sonra spline fonksiyonu kullanan bir python kodu yardımıyla ikinci bir normalizasyon işlemi daha yapılmıştır.

## 3 HAT-P-20 Yıldızının Atmosfer Parametrelerinin Önsonuçları

Normalizasyon sonrası parametre analizine geçmeden önce kozmik ışın ve atmosfer kaynaklı tellürik çizgiler temizlenmiş, yıldızın uzay hızı çıkarılmıştır. HAT-P-20 yıldız geç tayf türünden bir yıldız ve yoğun çizgi örtüşmesi nedeniyle eşdeğer genişlikten sadece mikro türbülans değeri hesaplanmış (Vmic) diğer parametre değerleri için sentetik tayfla çakıştırma yöntemi kullanılmıştır. Parametre hesabı için sırasıyla iSpec programında eş değer genişlikten tayfın mikro türbülans değeri ölçülmüştür. Sıcaklık, yüzey çekim ivmesi (log g), metal bolluğu ([Fe / H]) ve mikro türbülans için başlangıç değeri olarak keşif makalesindeki [Bakos et al. \(2011\)](#) değerler kullanılmış ve bu parametreler serbest bırakılmıştır. Daha sonra eşdeğer genişlik ölçümlerinin analizinden elde edilen Vmic değeri sabitlenerek yıldızın diğer atmosfer parametreleri elde edilmiştir. Kod olarak Moog, model atmosferi için ATLAS9 Castelli [Castelli & Kurucz \(2004\)](#), Güneş bolluğu için [Asplund et al. \(2009\)](#) ve çizgi listesi için Vienna Atomic Line Database [Pakhomov et al. \(2017\)](#) veritabanı kullanılmıştır. İlk olarak mikro türbülans hariç bütün yıldız parametreleri serbest bırakılmıştır. Bulunan değerler [Brewer et al. \(2016\)](#) tarafından makrotürbülans için verilen eşitlikte yerine konmuştur. Elde edilen teorik Vmac değeri ve daha önce bulunan diğer tüm parametreler sabitlenerek bu kez izdüşümsel dönme hızı (V sini) hesaplanmıştır.

## 4 HAT-P-20 Yıldızının Bazı Elementler İçin Bolluk Değerlerinin Hesaplanması

Temel atmosfer parametrelerinin elde edilmesi sonrası HAT-P-20 yıldızının atmosferindeki bazı elementlerin bolluk analizi yapılmıştır. Bolluk analizi için bu çalışmada bulunan yıldız parametreleri sabitlenerek sadece bolluk değerleri serbest bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo-2'de sunulmuştur.

## 5 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada HAT-P-20 yıldızının KECK / HIRES tayflarının iSpec koduyla analizinden elde edilen temel atmosfer paramet-

★ Burakketen91@gmail.com

**Çizelge 1.** Bu çalışmada bulunan yıldız atmosfer parametreleri ile literatürde elde edilen parametre değerlerinin karşılaştırması

parametre	Bakos et al. (2011)	Esposito et al. (2017)	Bu çalışma
Teff (K)	4595 ± 80	4595 ± 45	4596 ± 140
log g (cgs)	4.63 ± 0.02	4.52 ± 0.09	4.77 ± 0.30
[Fe / H] (dex)	0.35 ± 0.08	0.22 ± 0.09	0.26 ± 0.08
Vmic (km/s)	0.85	0.74 ± 0.27	0.98 ± 0.05
Vmac (km/s)	2.21	2.17	1.53
V sini (km/s)	2.1 ± 0.05	2.0 ± 0.5	2.90 ± 1.10

**Çizelge 2.** Bu çalışmada bulunan yıldız atmosfer parametreleri ile literatürde elde edilen parametre değerlerinin karşılaştırması

Bolluk değerleri	Literatür	Bu çalışma
[Al/H]	0.39	0.12
[C/H]	-	0.40
[Cr/H]	0.06	0.14
[Co/H]	0.40	0.03
[Mg/H]	0.04	0.32
[Mn/H]	0.00	0.56
[Na/H]	0.50	0.14
[Ni/H]	0.36	0.23
[O/H]	-	0.10
[Sc/H]	0.62	0.50
[Si/H]	0.32	-0.05
[Ti/H]	0.24	0.20
[V/H]	0.60	0.48
[Y/H]	-	0.00

releriyle literatürde aynı tayf kullanılarak başka kodlarla elde edilen temel atmosfer parametrelerinin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Parametreler üzerindeki belirsizlik temel olarak tayfın özellikle kısa dalgaboyunda normalizasyonu üzerindeki hatalar, çizgi örtüşmeleri ve Sinyal / Gürültü'nün yetersiz olması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır.

### Teşekkür

Bu çalışma 116F350 numaralı TÜBİTAK-3001 Ar-Ge projesi ile desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Asplund M., Grevesse N., Sauval A. J., Scott P., 2009, *araa*, 47, 481  
 Bakos G. Á., et al., 2011, *apj*, 742, 116  
 Blanco-Cuaresma S., Soubiran C., Jofré P., Heiter U., 2014, in *Astronomical Society of India Conference Series*. ([arXiv:1312.4545](https://arxiv.org/abs/1312.4545))  
 Bolmont E., Raymond S. N., Leconte J., Matt S. P., 2012, *aap*, 544, A124  
 Brewer J. M., Fischer D. A., Valenti J. A., Piskunov N., 2016, *VizieR Online Data Catalog*, 222  
 Castelli F., Kurucz R. L., 2004, *arXiv Astrophysics e-prints*  
 Esposito M., et al., 2017, *aap*, 601, A53  
 Hinkel N., Unterborn C., Galvez R., Somers G., 2018, *arXiv e-prints*  
 Jones M. I., et al., 2016, *aap*, 590, A38  
 Pakhomov Y., Piskunov N., Ryabchikova T., 2017, in *Balega Y. Y., Kudryavtsev D. O., Romanyuk I. I., Yakunin I. A., eds, Astronomical Society of the Pacific Conference Series Vol. 510, Stars: From Collapse to Collapse*. p. 518 ([arXiv:1710.10854](https://arxiv.org/abs/1710.10854))  
 Sun L., et al., 2017, *aj*, 153, 28  
 Wolfgang A., Fortney J., 2018, in *American Astronomical Society Meeting Abstracts 231*. p. 329.08

### Erişim:

O41-1025: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).