



d LUP YILDIZININ ATMOSFER PARAMETRELERİ ve Be KARAKTERİNİN İNCELENMESİ

ETİŞKEN, Elif Şura, ÖZUYAR, Doğuş,
ELMASLI AKÇAR, Aslı, ÜNAL ARSLAN, Kübra Özge
Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara, Türkiye
elifsuraetisken@gmail.com

UAK
2026

Giriş

d Lup (HD 138769), B3 IVp/B3 IVpe tayf türünde, kimyasal olarak özel erken B-türü bir yıldızdır. Fotometrik ve tayfsal değişimler göstermektedir. Sco–Cen OB birliğinin Lupus çevresini de kapsayan genç yıldız popülasyonunun karmaşık bir alt yapıya sahip olduğu gösterilmiştir (Ratzenböck et al. 2023). Briquet et al. (2004), He ve Si çizgilerindeki değişimleri yüzeydeki homojen olmayan element dağılımlarının dönme modülasyonu ile ilişkilendirmiştir.

$$P_{\text{rot}} = 2.089 \pm 0.001 \text{ gn}$$

TESS verilerindeki $\sim 0.48 \text{ d}^{-1}$ frekansı da dönme modülasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Labadie-Bartz et al. 2022).

Çalışmanın Amacı

2016 ESO/FEROS tayfı kullanılarak d Lup'un atmosfer parametreleri ile He, C, O, Si ve Fe bollukları belirlenmiş; sonuçlar literatürdeki kimyasal özel yapı ve Be/shell sınıflandırmasıyla karşılaştırılmıştır.

Literatür ve Be Karakteri

Briquet et al. (2004), d Lup'un yüzeyinde homojen olmayan element dağılımları belirlemiş ve yıldızı **He-zayıf ve Si-fakir** bir Bp yıldızı olarak sınıflandırmıştır. Bu çalışmada ise

$$[\text{He}/\text{H}] = +0.04, \quad [\text{Si}/\text{H}] = -0.01$$

elde edilmiş ve her iki element Güneş bolluğuna yakın bulunmuştur.

Briquet et al. (2004)'ün CAT/CES tayfları yalnızca 4115–4135 Å aralığını kapsamakta ve başlıca He I $\lambda 4121$ ile Si II $\lambda \lambda 4128, 4130$ çizgilerini içermektedir. FEROS tayfında ise daha geniş tayfsal aralıktaki birden fazla He ve Si çizgisi değerlendirilmiştir.

Bolluklardaki farklılık; dönme evresine bağlı yüzey yapıları, tayfsal kapsam, çizgi sayısı, gözlem dönemi ve analiz yöntemleriyle ilişkili olabilir. Yakın dönem tayflarında H α emisyonunun görülmemesi (Arcos et al. 2018; Labadie-Bartz et al. 2022), tarihsel Be/shell karakterinin çok dönemli gözlemlerle yeniden incelenmesini gerekli kılmaktadır.

Gözlem ve Yöntem

2016 ESO/FEROS yüksek çözünürlüklü optik tayfı kullanılmıştır. Model atmosferler **TLUSTY/BSTAR2006**, sentetik tayflar **SYNSPEC54** ile hesaplanmıştır.

T_{eff} He I ve Si II/III çizgilerinden, $\log g$ ise H γ kanatlarından belirlenmiştir.

Kimyasal bolluklar gözlemsel ve sentetik çizgi profillerinin karşılaştırılmasıyla belirlenmiştir. Analizde 2 He ve 4 Si çizgisi kullanılmıştır.

Atmosfer Parametrelerinin Belirlenmesi

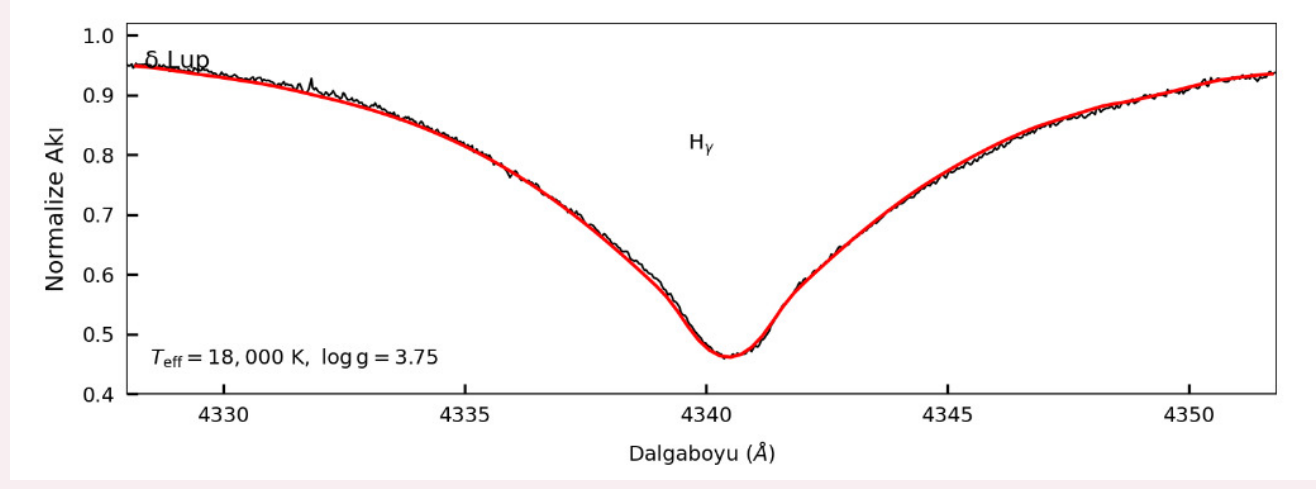
	Si		H		He		Kabul Edilen		
Yıldız	T_{eff}	$\log g$	T_{eff}	$\log g$	T_{eff}	$\log g$	T_{eff}	$\log g$	ξ
	(K)	(K)	(K)	(K)	(K)	(K)	(K)	(K)	(km s^{-1})
d Lup	18000	3.75	18000	3.75	18000	3.75	18000	3.75	3.65 ± 1.68

H, He ve Si tanıları aynı atmosfer modelini desteklemektedir.

Briquet et al. (2004) $T_{\text{eff}} = 17500 \pm 400 \text{ K}$ bildirirken, Levenhagen et al. (2024) hızlı dönme etkileriyle $18500 \pm 600 \text{ K}$ (PNRC) ve $16500 \pm 600 \text{ K}$ (görünür) değerlerini elde etmiştir.

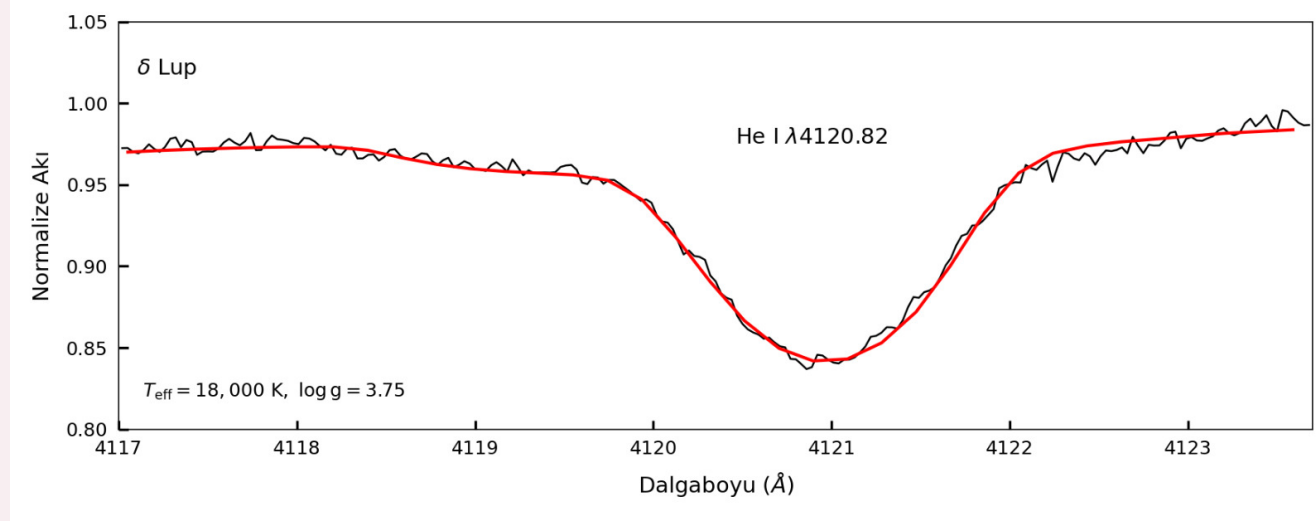
Bu çalışmanın $T_{\text{eff}} = 18000 \text{ K}$ değeri literatürle uyumludur.

H γ Çizgisi



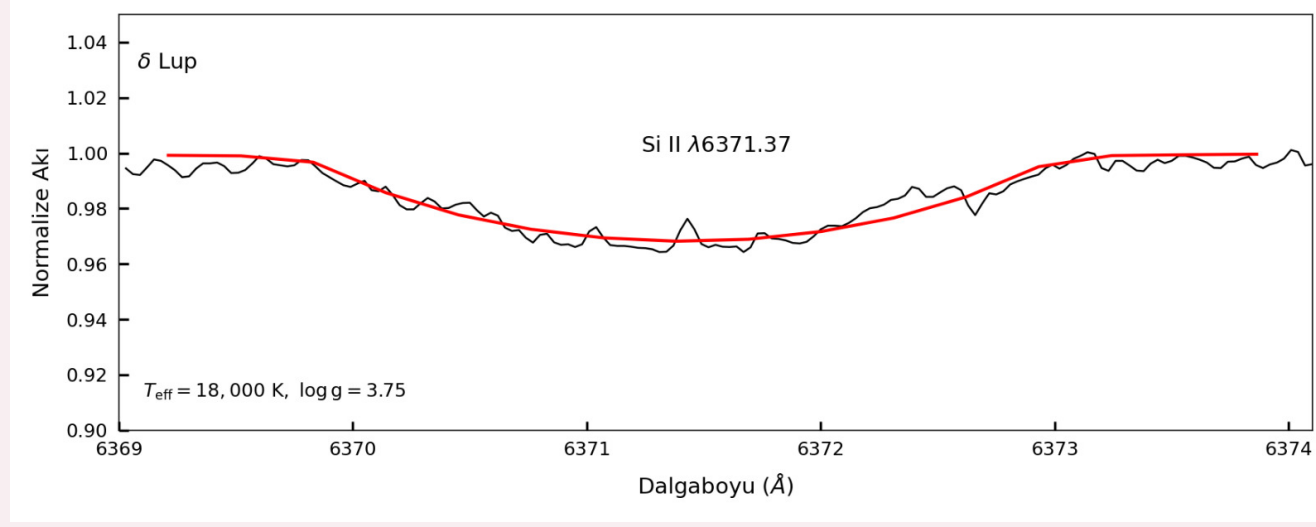
Şekil 1. H γ çizgisinin gözlemsel (siyah) ve sentetik (kırmızı) profilleri.

He I $\lambda 4120.82$



Şekil 2. He I $\lambda 4120.82$ çizgisinin gözlemsel ve sentetik profilleri.

Si II $\lambda 6371.37$



Şekil 3. Si II $\lambda 6371.37$ çizgisinin gözlemsel ve sentetik profilleri.

Tayfsal Tanılar

H γ kanatları $\log g$ için, He I ve Si II/III çizgileri ise T_{eff} ve iyonizasyon dengesi için kullanılmıştır. Si II ve Si III çizgilerinin aynı modelle uyumu

$$T_{\text{eff}} = 18000 \text{ K}, \quad \log g = 3.75$$

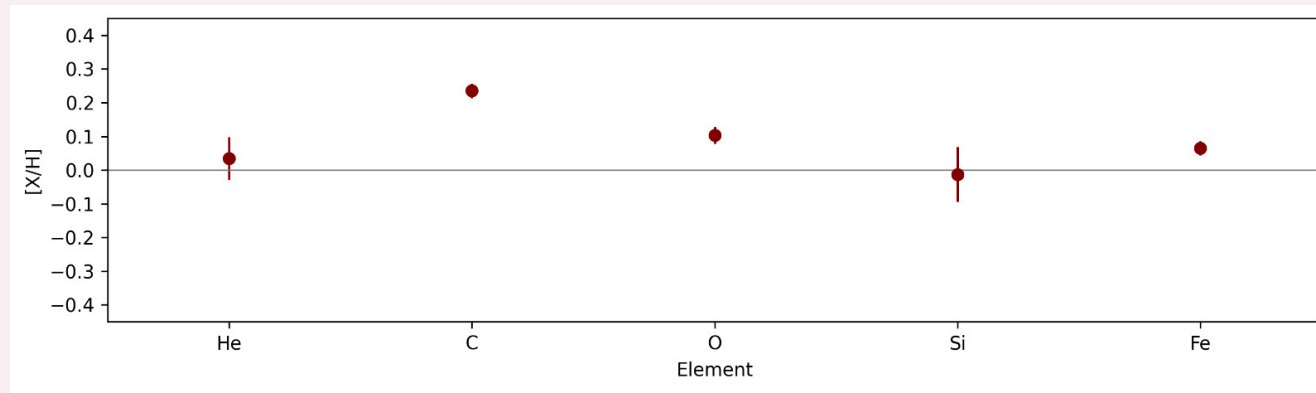
parametrelerini desteklemektedir.

Kimyasal Bolluk Sonuçları

Yıldız	Değer	He	C	O	Si	Fe
	$\log \epsilon(X)$	10.97(6)	8.67(2)	8.79(3)	7.50(8)	7.57(2)
d Lup	$[X/H]$	+0.04	+0.24	+0.10	-0.01	+0.07
	N	2	2	3	4	2

N , kullanılan tayfsal çizgi sayısını göstermektedir. Güneş bollukları Asplund et al. (2009)'dan alınmıştır.

Kimyasal Bolluk Dağılımı



Şekil 4. d Lup için belirlenen $[X/H]$ bolluk dağılımı.

He ve Si Güneş bolluğuna yakındır. O ve Fe hafif pozitif sapmalar gösterirken en belirgin zenginleşme

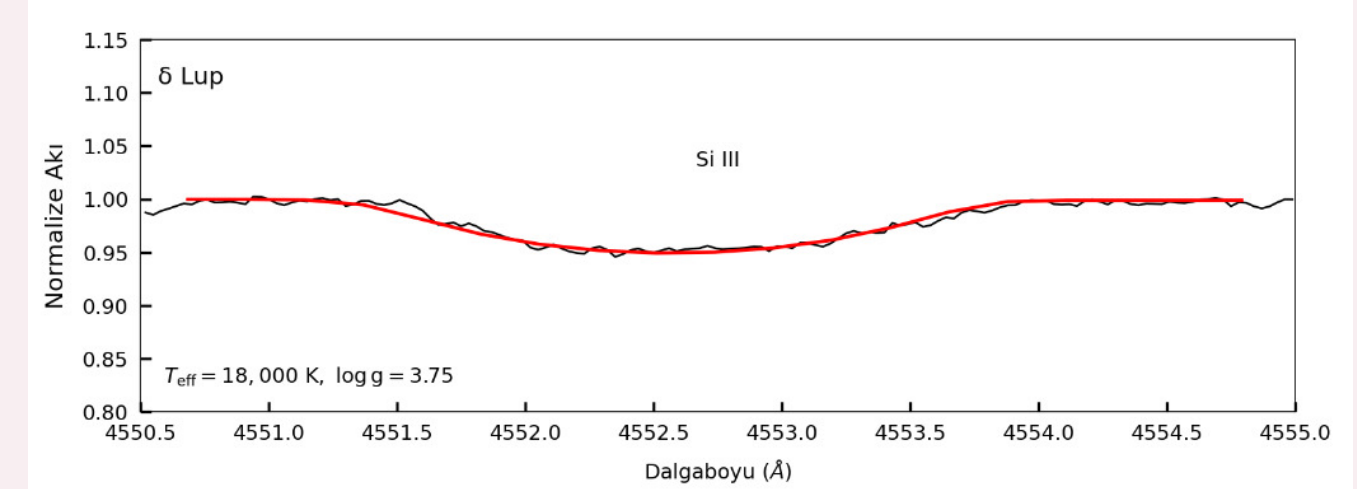
$$[\text{C}/\text{H}] = +0.24 \text{ dex}$$

ile karbon için elde edilmiştir. Genel dağılım büyük ölçüde Güneş-benzeridir.

Teşekkürler

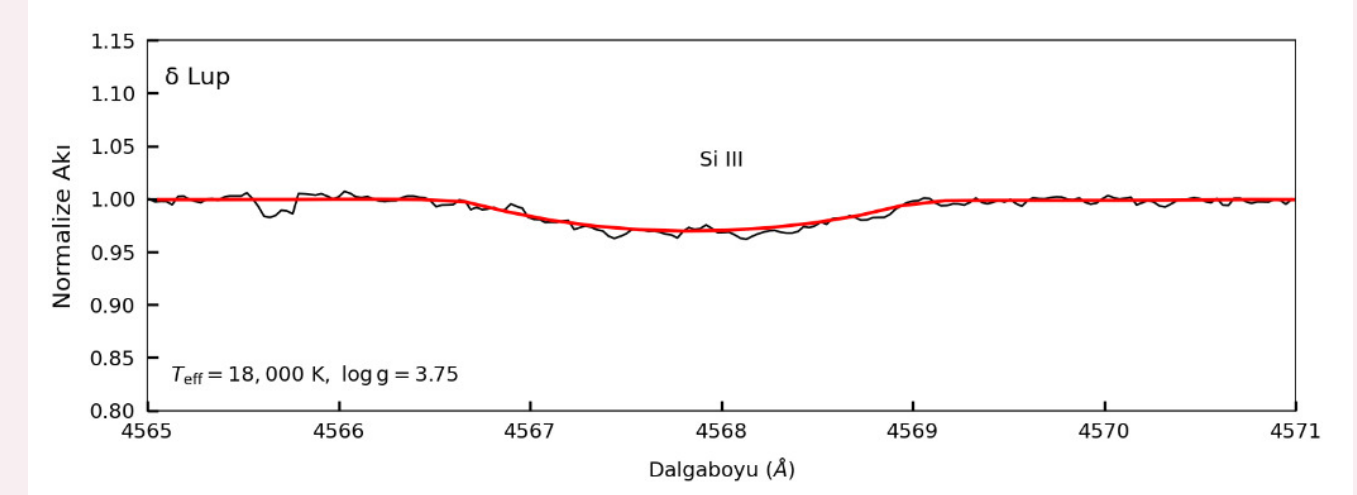
Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından **124F272** numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Si III $\lambda 4552$



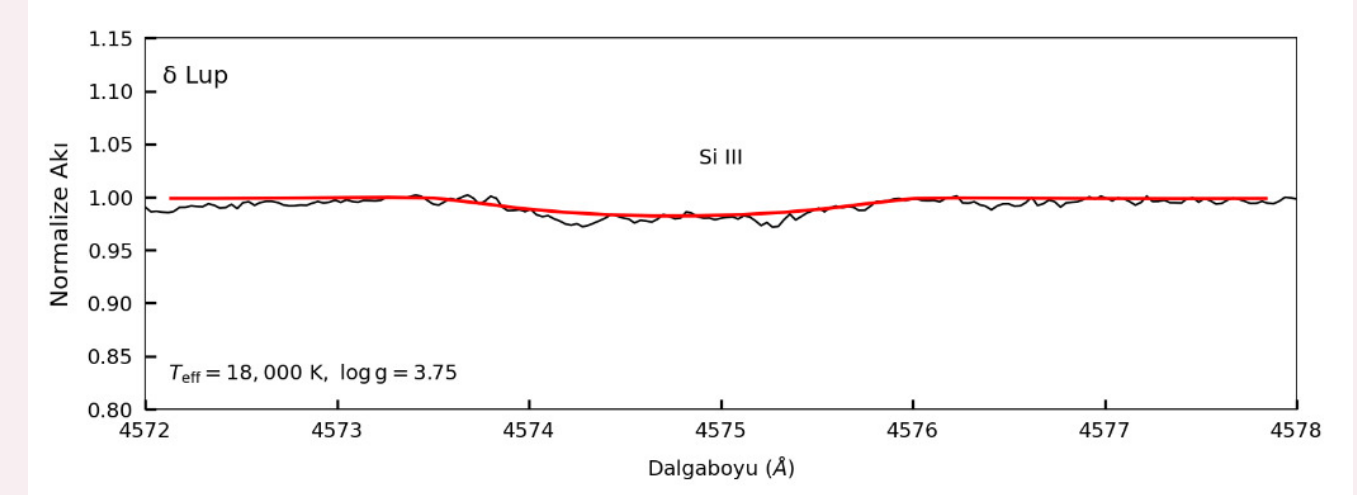
Şekil 5. Si III $\lambda 4552$ çizgisinin gözlemsel ve sentetik profilleri.

Si III $\lambda 4568$



Şekil 6. Si III $\lambda 4568$ çizgisinin gözlemsel ve sentetik profilleri.

Si III $\lambda 4575$



Şekil 7. Si III $\lambda 4575$ çizgisinin gözlemsel ve sentetik profilleri.

Silisyum İyonizasyon Dengesi

Silisyum bolluğu Si II $\lambda 6371.37$ ile Si III $\lambda \lambda 4552, 4568, 4575$ çizgilerinden belirlenmiştir. İki iyonun aynı atmosfer modeliyle uyumu, iyonizasyon dengesini ve kabul edilen etkin sıcaklığı desteklemektedir.

$$\log \epsilon(\text{Si}) = 7.50 \pm 0.08, \quad [\text{Si}/\text{H}] = -0.01$$

Bu sonuç, Si bolluğunun Güneş değerine yakın olduğunu göstermektedir.

Sonuçlar

- $T_{\text{eff}} = 18000 \text{ K}$, $\log g = 3.75$, $\xi = 3.65 \pm 1.68 \text{ km s}^{-1}$ ve $v \sin i = 73.25 \pm 2.36 \text{ km s}^{-1}$ belirlenmiştir.
- H, He ve Si tanıları aynı atmosfer modelini desteklemektedir.
- He ve Si Güneş bolluğuna yakın; en belirgin zenginleşme $[\text{C}/\text{H}] = +0.24 \text{ dex}$ olarak bulunmuştur.
- Literatürdeki He-zayıf ve Si-fakir yapı ile fark; dönme evresi, sınırlı 4115–4135 Å tayfsal kapsamı, çizgi sayısı ve analiz farklılıklarıyla ilişkili olabilir.
- Yakın dönem tayflarında H α emisyonunun görülmemesi, Be karakterinin çok dönemli gözlemlerle yeniden incelenmesini gerektirmektedir.

Kaynaklar

Briquet, M., Aerts, C., Lüftinger, T., et al. 2004, A&A, 413, 273.
Labadie-Bartz, J., et al. 2022, AJ, 163, 226.
Arcos, C., Kanaan, S., Chávez, J., et al. 2018, MNRAS, 474, 5287.
Levenhagen, R. S., et al. 2024, A&A, 685, A57.
Ratzenböck, S., Großschedl, J. E., Möller, T., et al. 2023, A&A, 677, A59.
Asplund, M., Grevesse, N., Sauval, A. J., & Scott, P. 2009, ARA&A, 47, 481.
Lanz, T. & Hubeny, I. 2007, ApJS, 169, 83.

