Erken F Türü HD 181420 Yıldızının Yüzey Parlaklık Dağılımının İlk Kez İncelenmesi

Engin Bahar^{1,2} [●] ★, İbrahim Özavcı^{1,2} [●], Eda Burcu Yorulmaz^{1,2} [●],

Hakan Volkan Şenavcı^{1,2} 💿

¹ Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100 Ankara, Türkiye

² Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Araștırma ve Uygulama Merkezi (Kreiken Rasathanesi), 06837 Ankara, Türkiye

Accepted: March 26, 2025. Revised: March 26, 2025. Received: December 8, 2024.

Özet

Yıldızların manyetik alanlarının kökeni astrofizikte hâlâ gizemini koruyan bir konudur. Özellikle erken F türü yıldızlar, manyetik alanlarının ortaya çıkışında iki farklı mekanizmanın (fosil alanlar ve dinamo etkisi) rol oynayabileceği bir geçiş bölgesinde yer almaları nedeniyle önem arz etmektedirler. Bu çalışmada, erken F türü bir yıldız olan HD 181420'nin manyetik aktiviteden kaynaklanan yüzey parlaklık dağılımı anomalileri ilk kez incelenerek, bu geçiş bölgesi yıldızı hakkında yeni bilgiler edinilmesi planlanmaktadır. Bu bağlamda, HD 181420 yıldızının yüzey parlaklık dağılımı anomalileri, Doppler görüntüleme ve ışık eğrisi modelleme teknikleri kullanılarak eş zamanlı olarak haritalandı. Bunun için aynı zaman diliminde elde edilen yüksek çözünürlüklü zaman serisi tayflar ve yüksek hassasiyetli ışık eğrileri kullanıldı. Doppler görüntüleme ve ışık eğrisi modellemesi araştırma grubumuzun ürettiği açık kaynak kodlu SpotDIPy kodu kullanılarak gerçekleştirildi. Elde edilen yüzey parlaklık dağılımı haritası incelendiğinde, baskın asimetrik bir soğuk kutup lekesi göze çarpmaktadır. Bunun yanı sıra 35° enlemi civarında, benzer boyutlarda ve aralarında yaklaşık 120° boylam farkı bulunan üç adet lekenin varlığı da söz konusudur. Aktif boylamlar olgusunu akıllara getiren bu yapılar oldukça dikkat çekicidir.

Abstract

The origin of stellar magnetic fields remains a mystery in astrophysics. Early F-type stars are particularly significant as they are located in a transitional region where two distinct mechanisms—fossil fields and the dynamo effect—may play a role in generating their magnetic fields. In this study, surface brightness distribution anomalies caused by magnetic activity in the early F-type star HD 181420 were investigated for the first time, aiming to provide new insights into this transitional regime. In this context, surface brightness distribution anomalies of the star HD 181420, were simultaneously mapped using Doppler imaging and light curve inversion techniques. For this purpose, high-resolution time-series spectra and high-precision light curves obtained during the same time period were used. Doppler imaging and light curve inversion were carried out using SpotDIPy, an open-source code developed by our research group. When examining the resulting surface brightness distribution map, a prominent asymmetric cool polar spot stands out. Additionally, three spots of comparable size are identified around a latitude of 35°, separated by approximately 120° in longitude. These structures, which evoke the phenomenon of active longitudes, are particularly noteworthy.

Anahtar Kelimeler: magnetic fields – (stars:) starspots – stars: individual: HD 181420

1 Giriş

Yıldızlardaki manyetik alan fenomeni, hem yıldız evrimi hem de gezegenlerin oluşumu ve evrim süreçlerinde önemli bir rol oynar (Strassmeier 2009). Bu fenomen, Güneş gibi en yakın yıldızın ayrıntılı analizlerinin yanı sıra, tek ve çift yıldızların gözlemleri aracılığıyla incelenmiş olsa da, günümüzde hâlâ tam olarak anlaşılamamıştır (Tobias 2002). Bu durumun nedenlerinden biri, detaylı bir şekilde incelenebilen tek yıldızın Güneş olmasıdır. Diğer bir neden ise, farklı tayf türlerine, kütlelere, dönme hızlarına ve evrim aşamalarına sahip yeterli sayıda yıldızın bu kapsamda analiz edilmemesidir. Ayrıca, manyetik alanın zaman içindeki değişimini incelemek, geniş bir zaman dilimine yayılan gözlemleri gerektirir. Ancak bu konuda literatürde yeterince çalışma bulunmamaktadır. Özellikle çoklu yıldız sistemlerinde, yıldızlar arasındaki etkileşimler nedeniyle, manyetik alan olgusu çok daha karmaşık bir hal alır.

Dış konvektif katmana sahip geç tayf türünden yıldızlarda manyetik alanın oluşumu ve gelişimi dinamo kuramı ile açıklanılmaya çalışılırken erken tayf türünden yıldızlarda ise böyle bir dış katmanın olmayışından dolayı fosil manyetik alanlarla süreç açıklanılmaya çalışılmıştır. Erken F türünden yıldızlar geçiş bölgesinden bulundukları gerekçesiyle bahsedilen iki etkinin aynı anda manyetik alanın oluşumuna katkı sunacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu tür yıldızları manyetik etkinlik açısından incelemek süreçlerin nasıl işlediğini anlamak açısından önemlidir.

Tayfsal veriler fotometrik verilere nazaran manyetik etkinlik için çok daha fazla bilgi içerirler ve bu yüzden oldukça değerlidirler. Tayfsal verilerden manyetik etkinliğin analizi için pek çok farklı metod mevcuttur. Bunlar arasından Doppler görüntüleme tekniği yüzeyin dolaylı olarak yüksek çözünürlükte görüntüsünün elde edilebilmesi açısından öne çıkar. Yüzeyin

^{*} enbahar@ankara.edu.tr

244 Bahar, E. ve diğ.

Çizelge	1.	HD	181420	Yıldızının	Gözlem	Bilgileri.
---------	----	----	--------	------------	--------	------------

Tayfsal Gözlemler (Narval)								
Tarih	BJD	Evre	Süre (s)	SNR				
2007/06/07	2454258.514582	0.305	900	617				
2007/06/07	2454259.481590	0.630	900	630				
2007/06/08	2454259.503628	0.637	900	596				
2007/06/09	2454260.603650	0.995	900	630				
2007/06/09	2454260.649984	0.006	900	612				
2007/06/09	2454260.570616	0.022	900	633				
Fotometrik Gözlemler (CoRoT)								
Tarih Aralığı	arih Aralığı BJD Aralığı			Ortalama SNR				
2007/06/07-09	2454258.514602	8 2	2226					

bu şekilde görüntülenebilmesi yıldız yüzeyindeki manyetik alan kökenli lekelerin incelenebilmesine olanak tanır. Böylece bazı leke parametrelerinin (leke enlemi, boylamı ve çapı gibi) belirlenebilmesi mümkün hale gelir. Bu yolla uzun süreler boyunca yıldız yüzeyindeki manyetik alan kökenli lekelerin incelenmesi manyetik alanın doğası hakkında da önemli ipuçları sunacaktır.

HD 181420 erken F türünden (F2V) bir anakol yıldızıdır manyetik alanı ortaya çıkaran süreçler açısından bir ve geçiş bölgesinde bulunduğu düşünülmektedir. Yıldız, literatürde çoğunlukla bazı temel parametrelerin belirlendiği kataloglarda bulunmakla beraber, özel olarak incelendiği birkaç çalışma da mevcuttur. Bu çalışmalar arasında sadece Mosser ve diğ. (2009) yıldızın leke aktivitesini incelemiştir. İlgili çalışmada yıldızın geniş zaman aralığındaki CoRoT ışık eğrileri basit bir leke modeli ile modellenerek yıldız yüzeyindeki olası lekelerin bazı parametreleri elde edilmiştir. Çalışmada HD 181420 yıldızının yüzeyindeki lekelerin açısal çaplarının 1.6-4° arasında, yaşam sürelerinin ise 1.5-3 gün arasında değiştiği belirtilmektedir. Diferansiyel dönmenin varlığı göz önünde bulundurularak yapılan modellemenin sonucunda ortalama dönemin 2.25^{+0.03}_{-0.01} gün olduğu belirtilmektedir. Ayrıca önemli bir parametre olan eksen eğikliği açısı analizler sonucunda yüksek bir belirsizlik ile ilgili çalışmada elde edilmiştir.

Bu çalışmada erken F türünden bir anakol yıldızı olan HD 181420 yıldızının tayfsal ve fotometrik verileri kullanılarak eş zamanlı Doppler görüntüleme ve ışık eğrisi modellemesi ile yüzey parlaklık dağılımı haritası elde edildi. Bu harita üzerinden lekelerin enlemsel ve boylamsal dağılımı incelendi. Bununla beraber ekvator dönme dönemi ile yıldızın diğer bazı temel parametreleri hesaplandı.

2 Gözlemler ve Verilerin Hazırlanması

HD 181420 yıldızı Fransa'daki Pic du Midi Gözlemevi'nde konuşlanmış 2 metre açıklığa sahip Bernard Lyot Teleskobu'na bağlı yüksek çözünürlüklü (R \approx 65000) NARVAL tayfçekeri ile 2007, 2008 ve 2009 yıllarında gözlenmiştir. Bu gözlemlerden 91 adet yüksek çözünürlüklü ve yüksek sinyal/gürültü oranına (SNR) sahip tayflar elde edilmiştir. Ayrıca bu yıldızın CoRoT uzay teleskobu ile yaklaşık 160 günlük zaman aralığında gözlenmiş kesintisiz yüksek hassasiyetli fotometrik verisi de mevcuttur.

Doppler görüntüleme ile doğru bir yüzey parlaklık dağılımı haritası elde edebilmek için yüksek signal/gürültü oranına sahip ve yüksek çözünürlüklü tayflara ihtiyaç vardır. Ayrıca diferansiyel dönme ile lekelerin doğma ve kaybolma süreçlerinden ileri gelen etkilerden en az etkilenmek için tayfların kısa zaman aralığında alınmış olması ve bununla beraber evre açısından olabildiğince homojen dağılmış olması da elde edilen haritanın doğruluğunu arttırmaktadır. Ek olarak Doppler görüntüleme ile birlikte eş zamanlı ışık eğrisinin modellenmesi optimizasyon için ekstra bir kısıt olusturduğundan elde edilen haritanın hassasiyetini arttırmaktadır. Tüm bu durumlar göz önünde bulundurularak eldeki tayfsal ve fotometrik verilerden analiz icin belirli bir kısmı secilmistir. Bunlar 7-9 Haziran 2007 tarihleri arasında gözlenmiş, yaklaşık 0.7 çevrimlik zaman aralığını kapsayan ışık eğrileri ile 6 adet tayftır. Tayfsal veriler PolarBase (Donati ve diğ. 1997; Petit ve diğ. 2014) veri arşivinden, fotometrik veriler ise VizieR kataloğundan (COROT Team 2016) elde edildi. Bu arşiv ve katalogdan elde edilen veriler ilgili araştırma grupları tarafından indirgenip astrofiziksel süreçlerin dışındaki etkilerden olabildiğince arındırılmış verilerdir.

Elde edilen tayfsal verilerin SNR değerlerini daha da arttırmak için "Least Square Deconvolution" tekniği (Donati ve diğ. 1997) kullanılarak bu verilerden ortalama çizgi profilleri üretildi. Bu teknik ile üretilen ve Doppler görüntülemede kullanılacak olan bu profillerin SNR değerleri, tayfsal verilerin SNR değerlerinden oldukça fazladır. Işık eğrisi verisinde ise çok fazla sayıda nokta içerdiği için verideki her 45 noktanın ortalaması alınarak toplam nokta sayısı azaltılma yoluna gidildi. Gözlem verileri ile ilgili bilgiler Çizelge 1'de verilmektedir.

3 Analizler

Eş zamanlı Doppler görüntüleme ve ışık eğrisi modellemesi ile yüzey parlaklık dağılımı haritasının üretilebilmesi için ilgili yıldıza ait bazı parametrelerin bilinmesi gerekmektedir. Bunlar; ekvator dönme dönemi, fotosfer sıcaklığı ile minimum ve maksimum leke sıcaklıkları, eksen eğikliği açısı, izdüşümsel ekvator dönme hızı ya da ekvator yarıçapı, kütle, yüzey çekim ivmesi, metal bolluğu, makro ve mikrotürbülans hızı parametreleridir. Burada fotosfer sıcaklığı ile minimum ve maksimum leke sıcaklıkları, yüzey çekim ivmesi, metal bolluğu ve mikrotürbülans hızı parametreleri yerel çizgi profillerinin sentetik tayflardan üretilebilmesi için de gereklidir. Bu parametrelerin bazıları bu çalışmada hesaplanırken bazıları da literatürden alındı. Gerekli tüm parametreler Çizelge 2'de verilmektedir.

3.1 Atmosfer Parametrelerinin Belirlenmesi

HD 181420 yıldızının fotosfer sıcaklığı, yüzey çekim ivmesi, metal bolluğu, izdüşümsel ekvator dönme hızı, makro ve mikrotürbülans hızı parametreleri, tayfsal uyumlama yöntemi kullanılarak belirlendi. Uyumlama sırasında gerekli olan sentetik tayflar, SPECTRUM (Gray & Corbally 1994) kodu yardımıyla KURUCZ atmosfer modelleri (Castelli & Kurucz 2003) ve Gaia-ESO Survey (Heiter ve diğ. 2021, GESv6) çizgi listesi kullanılarak üretildi. Uyumlama, yıldız spektrumunun 4920–5900 Å dalgaboyu aralığına yapıldı. Bu bölge, nispeten az tellürik çizgi içermesi ve sürekliliğin daha kolay tespit edilebilmesi nedeniyle seçildi. Tüm bu işlemler, iSpec (Blanco-Cuaresma ve diğ. 2014; Blanco-Cuaresma 2019) aracılığıyla gerçekleştirildi. İlgili parametrelerin hataları, bootstrap yöntemi kullanılarak hesaplandı. Sentetik spektrum ile gözlemsel spektrumun bir karşılaştırması Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu

Çizelge 2. HD 181420 Yıldızının Temel Parametreleri. Referanslar: (1) Bu çalışma; (2) Bağıntıdan: Maehara ve diğ. (2017); (3) Varsayılan; (4) Hardegree-Ullman ve diğ. (2023); (5) Barban ve diğ. (2009).

Parametre	Değer	Referans
$\overline{T_{\text{fotosfer}}}$ (K)	6540 ± 100	(1)
T_{\min} (K)	4188	(2)
$T_{\max}(\mathbf{K})$	7000	(3)
$\log g$ (dex)	4.1 ± 0.1	(1)
[Fe/H] (dex)	-0.18 ± 0.05	(1)
$v \sin i$: tayfsal uyum (km s ⁻¹)	20.66 ± 0.29	(1)
$v \sin i$: Izgara taraması (km s ⁻¹)	20.08 ± 0.21	(1)
$v_{\rm mac} \ ({\rm km} \ {\rm s}^{-1})$	6.79 ± 0.52	(1)
$v_{\rm mic} \ ({\rm km \ s^{-1}})$	1.88 ± 0.05	(1)
Yarıçap (R_{\odot})	1.668 ± 0.121	(4)
Kütle (M _☉)	1.41 ± 0.111	(4)
Eksen Eğikliği Açısı (°)	45 ± 4	(5)
T_0 (gün)	2454254.621769	(1)
Dönme Dönemi (gün)	2.981897 ± 0.088068	(1)

çalışmada elde edilenler ile literatürden alınan parametreler Çizelge 2'de verilmektedir.

3.2 Yüzey Parlaklık Dağılımı Haritasının Elde Edilmesi

HD 181420 yıldızının yüzey parlaklık dağılımı haritası, SpotDIPy (Bahar ve diğ. 2024) kodu vasıtasıyla eş zamanlı Doppler görüntüleme ve ışık eğrisi modellemesi gerçekleştirilerek elde edildi. Bunun gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan önemli parametrelerden biri de ekvator dönme dönemidir. Hassas bir dönme dönemi belirleyebilmek için CoRoT ışık eğrileri kullanılarak bir frekans analizi gerçekleştirildi. Şekil 2'de elde edilen Lomb-Scargle periodogramı görülmektedir. Şekil 2 incelendiğinde önemli derecede diğerlerinden ayrılmış bir zirvenin olmadığı ve baskın dönemliliklerin \sim 2-4 gün arasından dağıldığı görülmektedir. lşık eğrilerindeki modülasyonun leke kaynaklı olduğu düşünüldüğünde ve diferansiyel dönme de göz önünde bulundurulduğunda, farklı enlemlerdeki lekelerin ait oldukları enlemlerin dönme dönemine göre ışık eğrilerinde modülasyona sebep olacağı bilinmektedir. Böyle bir durumda ışık eğrilerinden elde edilecek olan periodogramda farklı dönemlere karşılık gelen zirvelerin oluşacağı aşikardır. Bu durumdan dolayı periodogramdaki baskın zirvenin ekvator dönemi olarak seçilmesi hatalı olacaktır. Bir başka önemli parametre ise eşdeğer genişliktir (EQW). Bu parametre optimizasyon sırasında üretilen sentetik çizgi profillerinin gözlemsel çizgi profilleri ile uygun genliğe sahip olmasını sağlar. Hem ekvator dönme dönemi hem de EQW değeri Doppler görüntüleme ve ışık eğrisi modellemesi sırasında bir ızgara taraması ile bulunabilir. Burada önemli noktalardan biri $v \sin i$ değeridir. Ekvator dönme dönemi, ekvator yarıçapı ve eksen eğikliği açısı, $v \sin i$ değerini belirleyen parametreler olduğu için ekvator yarıçapının ve eksen eğikliği açısının bilinmesi gerekmektedir. Ekvator yarıçapı ve eksen eğikliği açısı ise literatürden elde edildi. Yapılan ızgara taramasına ait görsel Şekil 3'te görülmektedir. Bu yolla hesaplanan ekvator dönme dönemi, literatürden elde edilen yarıçap ile eksen eğikliği açısı ve bu üç değer ile hesaplanan $v \sin i$ değeri Çizelge 2'de verilmektedir.

Girdi parametresi olarak verilen minimum ve maksimum leke sıcaklıkları üretilen haritadaki lekelerin kontrastları üzerinde



Şekil 1. HD 181420 yıldızına yapılan tayfsal uyumlama. Siyah düz çizgi gözlemsel tayfı, kırmızı düz çizgi ise en iyi uyumu sağlayan modeli göstermektedir.



Şekil 2. HD 181420 yıldızının CoRoT ışık eğrileri kullanılarak elde edilen Lomb-Scargle peirodogramı.



Şekil 3. EQW değerlerine karşılık dönem değerlerinin χ^2 dağılımı.

etkisi vardır. Fotosfer sıcaklığına bağlı olarak soğuk leke sıcaklığını veren bir bağıntı Maehara ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışmada verilmektedir. Bu bağıntının elde edilmesinde kullanılan veriler G-K tayf türünden yıldızlardır. HD 181420 yıldızı erken F tayf türünden bir yıldız olsa da yaklaşık bir minimum leke sıcaklığı kestirimi için bu bağıntı kullanılmıştır. Maksimum leke sıcaklığı ile ilgili bir yaklaşıma sahip olmadığımızdan bu değer 7000 K olarak varsayıldı.

Belirlenen parametreler ışığında SpotDIPy kodu



Şekil 4. HD 181420 yıldızının yüzey paralklık dağılımı haritası. Üst tarafta mollweide projeksiyonu ile gösterim, alt tarafta ise 4 farklı evre için küresel gösterim mevcuttur.

kullanılarak gerçekleştirilen eş zamanlı Doppler görüntüleme ve ışık eğrisi modellemesi ile üretilen harita iki farklı projeksiyonda Şekil 4'te görülebilir. Gözlemsel çizgi profilleri ile ışık eğrisi ve optimizasyon sonucu bu veriler için üretilen en iyi modeller ise Şekil 5'te yer almaktadır. Elde edilen harita incelendiğinde yaklaşık olarak 35° enleminde ve boylamsal olarak birbirlerinden yaklaşık olarak 120° ayrılmış üç farklı soğuk leke göze çarpmaktadır. Bunlarla beraber baskın bir asimetrik soğuk kutup lekesi de kendini göstermektedir.

4 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada erken F türünden bir yıldız olan HD 181420 yıldızının yüzey parlaklık dağılımı haritası ilk kez üretildi. Harita, aynı zaman aralığında gözlenen yüksek çözünürlüklü NARVAL tayflarından üretilen çizgi profilleri ile yüksek hassasiyete sahip CoRoT ışık eğrilerinin eş zamanlı Doppler görüntüleme ve ışık eğrisi modellemesi ile elde edildi. Bu süreçte gerekli olan parametrelerin bir kısmı literatürden elde edilirken, diğer kısmı ise bu çalışmada tayfsal uyumlama ve Doppler görüntüleme sırasında elde edildi. Doppler görüntülemede önemli bir parametre olan ekvator dönme dönemi 2.981897 \pm 0.088068 olarak hesaplandı. Bu değer CoRoT ışık eğrilerinin frekans analizi ile elde edilen periodogramda baskın zirvelerden hesaplanan minimum ve maksimum dönemler (~2-4 gün)



Şekil 5. HD 181420 yıldızının gözlemsel verileri (siyah noktalar) ve bu verilere en iyi uyumu sağlayan modeller (kırmızı düz çizgi) ile bu modellerden olan artıklar görülmektedir. Üst taraf çizgi profilleri için, alt taraf ise ışık eğrisi içindir.

arasında kalmaktadır. Mosser ve diğ. (2009) tarafından ise dönem $2.25^{+0.03}_{-0.01}$ olarak hesaplanmıştır. Fakat bu dönem ekvator dönemi değil diferansiyel dönme durumu söz konusu olduğu için ortalama bir dönemdir.

Şekil 4'teki haritaya bakıldığında yaklaşık 15° çapında ve 35° enlemi civarında aralarında kabaca 120° boylam farkı bulunan üç adet soğuk leke söz konusudur. Bununla beraber 30° çapında asimetrik bir soğuk kutup lekesinin baskın olduğu da görülmektedir. Böyle bir kutup lekesinin varlığı gözlemsel çizgi profillerinde merkez civarında bir sığlaşmaya sebebiyet verir. Şekil 5'teki gözlemsel profiller incelendiğinde tüm profillerin merkeze yakın kısımlarında, hiç leke olmadığı durumdaki modele göre (mavi düz çizgiler) bir sığlaşmanın varlığı gözle dahi fark edilmektedir. Bu durum bir kutup lekesinin varlığını güçlendirmektedir. Fakat bu sığlaşma tam çizgi profillerinin gözlendiği evrede, gözlemcinin bakış doğrultusundaki boylamda soğuk lekeler olduğu durumda da meydana gelebilir. Çizgi profillerinin gözlendiği evrelerin boylam karsılıkları haritada bulunan orta enlemli lekelerin boylamlarına yakındır. Dolayısıyla böyle bir kutup lekesine ihtiyatla yaklaşmak gerekebilir. Orta enlemli lekelerin boyutları tayfsal çözünürlüğün ve $v \sin i$ değerine göre hesaplanan çözülebilecek minimum leke çapının ($\sim 10^{\circ}$) üzerindedir. Mosser ve diğ. (2009) tarafından yapılan çalışmada yıldızdaki lekelerin çapları 1.6-4 $^{\circ}$ arasında değişmektedir. Bu çalışmada elde edilen leke çapları bu değerlerden oldukça yüksektir. Mosser ve diğ. (2009) sadece ışık eğrilerinin modellenmesi üzerinden leke parametrelerini belirlemektedir ve böyle bir durumda leke capları hem leke kontrastları hem de leke enlemleri ile dejenere olabilmektedir. Dolayısıyla bu kadar kücük leke capları bu durumun sonucu ortaya çıkmış olabilir. Ayrıca ışık eğrilerinin çevrim başına ne kadar leke ile modelleneceği de elde edilen leke çaplarının değişimine sebep olmaktadır. Dejenerasyon ile ilgili durumlar Mosser ve diğ. (2009) tarafından da vurgulanmıştır.

Yıldız yüzeyindeki orta enlemli lekelerin aralarında yaklaşık 120° boylam farkı bulunması ilk başta aktif boylamlar olgusunu akla getirmektedir. Fakat bu olgu çoğunlukla aralarında 180° olan iki boylam olarak karşımıza çıkmaktadır. Aktif boylamlar özellikle çift yıldızlar için söz konusu olsa da Güneş ve bazı tek yıldızlar için de önerilmektedir (Berdyugina 2005). Aktif boylamlar durumunda lekeler belirli boylamlarda uzun süreler boyunca bulunabilir. Dolayısıyla bahse konu olan lekelerin aktif boylamlarda bulunup bulunmadığı ancak uzun süreli gözlemler sonucunda ortaya çıkacaktır.

Yıldızın geçiş bölgesinde bulunması nedeniyle gözlemsel verilerde muhtemel zonklama kaynaklı etkilerin varlığı da hesaba katılmalıdır. HD 181420 yıldızına ilişkin literatürde, zonklama doğasını inceleyen iki kapsamlı çalışma bulunmaktadır (Barban ve diğ. 2009; Mathur ve diğ. 2013). Her iki çalışmada da bu yıldızda güneş benzeri salınımların varlığına isaret edilmektedir. Bu tür salınımların uzak yıldızlarda tespit edilmesi zordur, çünkü genlikleri oldukça düşüktür. Güneş benzeri salınımların Güneş'te sebebiyet verdiği parlaklık değişimleri birkaç ppm seviyesindeyken, daha evrimleşmiş yıldızlarda birkaç onlarca ppm'ye kadar çıkmaktadır (Barban ve diğ. 2009). HD 181420 yıldızı için Barban ve diğ. (2009) ve Mathur ve diğ. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, söz konusu güneş benzeri salınımların oluşturabileceği maksimum genlik değerleri de verilmiştir ve bu değerlerin en yükseği ~ 4 ppm'dir. Buna karşılık, yıldızın ışık eğrisinde leke kaynaklı olduğu düsünülen değisimlerin minimum genliği ~ 500 ppm düzeyindedir. Dolayısıyla, HD 181420 yıldızındaki güneş benzeri salınımların, ışık eğrileri ve çizgi profilleri üzerindeki etkileri, manyetik aktivite kaynaklı lekelerin etkilerine kıyasla ihmal edilebilir düzeydedir.

HD 181420 yıldızının leke aktivitesi konusunda mevcut soru işaretlerinden kurtulabilmek uzun zaman aralığında elde edilmiş daha hassas yüzey parlaklık dağılımı haritaları elde etmekten geçmektedir. Bunun için de yüksek çözünürlüklü, dönme evresi dağılımı oldukça homojen olan yüksek SNR değerine sahip tayflarla beraber eş zamanlı alınmış ışık eğrilerine ihtiyaç vardır. Bu bağlamda Ankara Üniversitesi Kreiken Gözlemevi'nde bulunan T80 Berahitdin Albayrak Teleskobu kullanılarak bu yıldızın tayfsal ve fotometrik gözlemlerine başlanılması planlanmaktadır.

Kaynaklar

 Bahar E., Şenavcı H. V., Işık E., Hussain G. A. J., Kochukhov O., Montes D., Xiang Y., 2024, ApJ, 960, 60
Barban C., ve diğ., 2009, A&A, 506, 51 Berdyugina S. V., 2005, Living Reviews in Solar Physics, 2, 8

Blanco-Cuaresma S., 2019, MNRAS, 486, 2075 Blanco-Cuaresma S., Soubiran C., Heiter U., Jofré P., 2014, A&A,

- 569, A111
- COROT Team 2016, VizieR Online Data Catalog: CoRoT observation log (N2-4.4) (CoRoT 2016), VizieR On-line Data Catalog: B/corot. Originally published in: CoRoT Data Center (2014)
- Castelli F., Kurucz R. L., 2003, in Piskunov N., Weiss W. W., Gray D. F., eds, IAU Symposium Vol. 210, Modelling of Stellar Atmospheres. p. A20 (arXiv:astro-ph/0405087), doi:10.48550/arXiv.astro-ph/0405087
- Donati J. F., Semel M., Carter B. D., Rees D. E., Collier Cameron A., 1997, MNRAS, 291, 658
- Gray R. O., Corbally C. J., 1994, AJ, 107, 742
- Hardegree-Ullman K. K., Apai D., Bergsten G. J., Pascucci I., López-Morales M., 2023, AJ, 165, 267
- Heiter U., ve diğ., 2021, A&A, 645, A106 Maehara H., Notsu Y., Notsu S., Namekata K., Honda S., Ishii T. T.,
- Nogami D., Shibata K., 2017, PASJ, 69, 41 Mathur S., García R. A., Morgenthaler A., Salabert D., Petit P., Ballot J., Régulo C., Catala C., 2013, A&A, 550, A32
- Mosser B., Baudin F., Lanza A. F., Hulot J. C., Catala C., Baglin A., Auvergne M., 2009, A&A, 506, 245
- Petit P., Louge T., Théado S., Paletou F., Manset N., Morin J.,
- Marsden S. C., Jeffers S. V., 2014, PASP, 126, 469 Strassmeier K. G., 2009, A&ARv, 17, 251
- Tobias S. M., 2002, Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A, 360, 2741

Access:

M25-0315: Turkish J.A&A — Vol.6, Issue 3.