











T80 Prof. Dr. Berahitdin Albayrak Teleskobu ve Odak Düzlemi Aletleri

Onur Yörükoğlu^{1,2} *, Hakan Volkan Şenavcı^{1,2} , Mesut Yılmaz^{1,2} ,
Selim Osman Selam^{1,2} , Özgür Baştürk^{1,2} , Tolgahan Kılıçoğlu^{1,2} ,
İbrahim Özavcı^{1,2} , Ekrem Murat Esmer^{1,2} , Engin Bahar^{1,2} ,
Selçuk Yalçınkaya^{1,2} 

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

² Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi, İncek Bulvarı, 06837, Ahlatlıbel, Ankara, Türkiye

Accepted: December 14, 2022. Revised: December 11, 2022. Received: November 13, 2022.

Özet

Bu çalışmada, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'ne kazandırılan Ritchey-Chrétien optik tasarıma ve Nasmyth odak sistemine sahip T80 Prof. Dr. Berahitdin Albayrak Teleskobu ile odak düzlemi aletlerinin teknik özellikleri verildi. Gerçekleştirilen test gözlemleri yardımıyla sistemin tayfsal ve fotometrik gözlem performansına yönelik belirlenen parametreler (limit parlaklık, takip ve hizalama hassasiyeti, çözünürlük gibi) ile birlikte yapılan gözlemlerden elde edilen bazı bilimsel sonuçlar sunuldu.

Abstract

We present the technical specifications of the 80 cm T80 Prof. Dr. Berahitdin Albayrak Telescope of Ankara University Kreiken Observatory and the focal plane instruments installed at its Nasmyth foci, which were all funded by the Ankara University Coordination Office for Scientific Research Projects (BAP) within this contribution. We also provide observational properties, such as brightness limits, tracking and pointing accuracy and precision, spectral and angular resolution, based on the photometric and spectroscopic test observations.

Anahtar Kelimeler: instrumentation: spectrographs – techniques: photometric – techniques: spectroscopic – telescopes

1 Giriş

Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'nde kullanılmak üzere, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında 18A0759001 numaralı proje desteği ile satın alınan ve rasathane yerleşkesi içerisinde kurulumu tamamlanan T80 Prof. Dr. Berahitdin Albayrak Teleskobu (Şekil 1), Avusturya'da bulunan ASA Astrosysteme GmbH tarafından üretilmiştir. Teleskop Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'ne 2019 yılı Ağustos ayında ulaşıp ve kurulumu gerçekleştirilmiştir. Teleskobun modeli ASA AZ800'dür. T80 Teleskobu 800 mm çapında birincil aynaya, Ritchey-Chrétien optik tasarıma ve Nasmyth odağa sahip bir teleskoptur. Odak oranı f/7 olan teleskop, 5600 mm odak uzunluğuna sahiptir.

Ritchey-Chrétien tasarımına sahip T80 Teleskobunun birincil ve ikincil aynaları hiperbolik yapıdadır. Ritchey-Chrétien optik tasarımına uygun olarak tasarlanan birincil ve ikincil aynalar, ASA firmasının optik üretim fabrikasında üretilmiş olup, aynaların yapımında kullanılan ana malzeme kaynaşık silika, bir diğer adı ile kuvarsdır. Kullanılan kuvars türü JGS2'dir. Büyük teleskop aynalarında, artık genellikle kuvars malzemesi kullanılmaktadır çünkü kuvars malzemesinden yapılan aynalar muadillerine göre daha hafif olmaktadır. Bu malzemenin seçimindeki bir diğer önemli etken ise, malzemenin ısıl genleşme değişimlerinin oldukça düşük olmasıdır.

* oyurukoglu@ankara.edu.tr

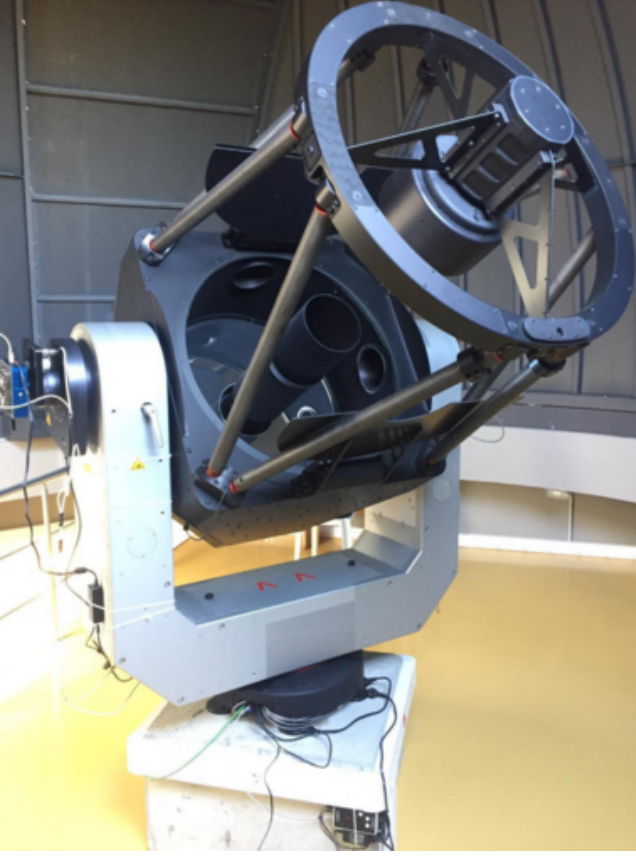
2 Teleskobun Bazı Özellikleri

2.1 Teleskobun Odak Düzlemleri

T80 Teleskobu, Nasmyth odağa sahip bir teleskoptur. Teleskobun 45° açı ile yerleştirilen düz üçüncül aynası sayesinde ışık iki farklı odak yoluna taşınabilmektedir. T80 Teleskobu, teleskobu tutan çatal kollar üzerinde bulunan ve bir odakta fotometrik gözlemler, diğer odakta ise tayfsal gözlemler yapılabilen iki odak düzlemine sahiptir. Fotometrik gözlemler için kullanılan odak düzleminde CCD kamera ve filtre tekerleği ve alan dönmesi düzeltici, tayfsal gözlemler için kullanılan odak düzleminde ise ışığı tayfçekere yönlendiren FIGU (Fiber Injection Guiding Unit) birimi bulunmaktadır.

T80 Teleskobu'na bağlı olan tayfçekerin iki farklı çözünürlük seçeneği bulunmaktadır. İki farklı amaç için, iki farklı FIGU cihazı vardır. Bu iki adet FIGU'dan birisi 105 μm çapında, diğeri ise 50 μm çapında bir açıklığa sahiptir. Yapılacak olan gözlemin amacına göre, teleskobun odak yolundaki FIGU ve ona bağlı fiber kablolar uygun şekilde takılmalıdır. 105 μm çapında açıklığa sahip FIGU ile düşük çözünürlüklü gözlemler yapılabilirken, 50 μm çapındaki FIGU cihazı ile yüksek çözünürlüklü gözlemler yapılabilir.

Fotometri odak düzleminde, teleskobun gördüğü alanı genişletmek amacıyla 0.69× odak düşürücü (focal reducer) kullanıldı ve bu sayede teleskobun odak uzunluğu 3864 mm olmuştur. Böylelikle CCD'nin gördüğü alan 11.8×11.8 olacak şekilde genişletildi. Görüntülerdeki alan dönmesini engellemek



Şekil 1. T80 Prof. Dr. Berahitdin Albayrak Teleskobu.

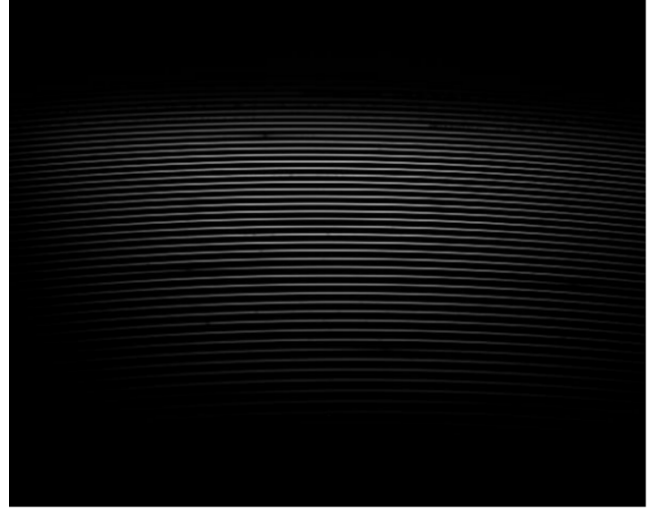
için alan dönmesi düzeltici takıldı. Bu odak düşürücü ve alan dönmesi düzeltici ASA'nın kendi üretimi olan ürünlerdir. Farklı filtrelerde fotometri yapabilmek amacı ile Optec markasının IFW filtre tekerleği kullanılmaktadır. Filtre tekerleğinde SDSS (Sloan Digital Sky Survey) u' , g' , r' , i' , z' filtreleri takılıdır. Görüntüleme için ise yüksek kuantum etkinliğine sahip Apogee ALTA U47 CCD kullanılmaktadır.

Tayfsal gözlemlerin yapıldığı odak düzleminde, Shelyak firması tarafından üretilen FIGU cihazı takılıdır. FIGU cihazı içerisinde bulunan yarıktan geçen yıldız ışığı, fiber kablolar aracılığı ile tayfçekere taşınır. Bu fiber kablolar pilyenin ortasındaki kablo kanalından alt kata indirilerek, orada bulunan tayfçekere ve kalibrasyon ünitesine bağlanmıştır. FIGU cihazının arkasına bağlanmış olan Atik 314L+ CCD kamera ile yıldızın açıklık içinde tutulması sağlanmaktadır. Işık fiber kablolar aracılığı ile tayfçekere taşınıp, tayfçekere de geçtikten sonra, tayfın görüntülenmesi için Atik 460EX CCD kamera kullanılmaktadır.

Kullanılan tayfçeker, orta sınıf teleskoplar ile yüksek çözünürlüklü tayfsal gözlemler yapabilmek amacı ile üretilmiş olan Whopshel Tayfçekerdir. Tayfçeker, Fransa'da bulunan Shelyak Instruments firması tarafından üretilmiştir. Maksimum çözünürlük R~30000 mertebesindedir.

2.2 Teleskobun Motor Sürücülerini ve Hareket Hassasiyeti

T80 Teleskobu'nun tüm motor sürücülerini, mutlak kodlayıcılara sahip olduğundan dişlilere sahip olan teleskoplara göre oldukça hassas yönelim ve takip hareketlerine sahiptir. Teleskobun



Şekil 2. T80 Teleskobu'na bağlı Whopshel Tayfçeker ile $105\mu m$ modu kullanılarak alınmış tayf örneği.

sadece yükseklik ve azimut motorlarında değil, aynı zamanda odaklayıcı, alan dönmesi düzeltici ve ayna kapaklarında da yüksek hassasiyetli optik mutlak kodlayıcılar bulunmaktadır.

Teleskobun yönelim hareketi ve takip hareketini yapmasını sağlayan azimut ve yükseklik motor sürücüsü, maksimum 140 nm torka sahip bir tork motordur. Teleskop, bu motorlar sayesinde, $6^\circ/s$ hızında yönelim hareketi yapabilmektedir. Bu hız, kullanıcı tarafından $10^\circ/s$ 'ye kadar çıkarılabilmektedir.

T80 Teleskobu'na yapılan hassas bir pointing model sonrasında alınan görüntüler üzerinden gerekli hesaplamalar yapılarak, teleskobun takip (blind tracking, unguided tracking) ve hizalama hassasiyetleri hesaplandı. Yapılan hesaplamalara göre teleskobun takip hassasiyeti, 1200 saniye için $1''5$ RMS olarak elde edildi. Ayrıca 300 saniye poz süreli görüntüler alınarak, teleskobun takip hassasiyeti incelendi. Yapılan yeni pointing model sayesinde, teleskobun takip hassasiyeti istenilen düzeye indirildi. Oluşturulan pointing model sonrası, teleskobun takip hassasiyeti ile birlikte hizalama hassasiyeti de oldukça iyi bir seviyeye geldi. Yapılan hesaplamalar ile teleskobun hizalama hassasiyetinin gökyüzünün bazı bölgelerinde $1'$ değerinin altında kaldığı görülürken, gökyüzünün farklı noktalarından yapılan testler ile ortalama yaklaşık $1''3$ mertebesinde olduğu görüldü.

3 Yapılan Gözlemler ve Araştırma Bulguları

3.1 Tayfsal Gözlemler

T80 Teleskobuna bağlı Whopshel Tayfçeker ile alınan tayflar, kullanılabilen ilk basamak (order) 46 ve son basamak 87 olmak üzere toplam 42 adet basamaktan oluşmaktadır. Şekil 2'de görülen bu iki boyutlu örnek tayf görüntüsü $105\mu m$ modu ile alınmıştır.

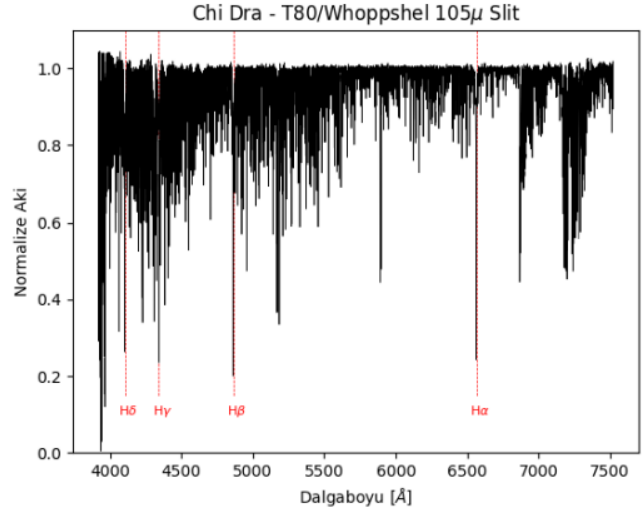
Elde edilen tayfların toplam dalgaboyu aralığı 3920\AA ile 7520\AA aralığındadır. T80 Teleskobu'na bağlı Whopshel tayfçekeri ile elde edilmiş tayfların, basamaklara göre dalgaboyu aralığı ile ilgili bazı temel bilgileri Çizelge 1'de verildi. Çizelgede verilen değerler, $50\mu m$ çapındaki yarık kullanılarak elde edilen tayflardan hesaplandı. Çizelgede görülen RMS değeri, tayfların dalgaboyu kalibrasyonu işleminin ne kadar hassas yapılabildiğinin bir göstergesidir. Ortalama RMS~0.03

Çizelge 1. 50 μm modu ile alınmış tayfların bazı özellikleri.

Basamak	RMS	Başlangıç (Å)	Bitiş (Å)	Aralık (Å)	Disp. (Å/px)
48	0.002	7038	7207	169	0.062
49	0.004	6894	7060	166	0.063
50	0.002	6756	6918	162	0.060
51	0.002	6624	6783	159	0.058
52	0.002	6496	6652	156	0.057
53	0.006	6374	6527	153	0.056
54	0.004	6256	6406	150	0.055
55	0.003	6142	6290	148	0.055
56	0.002	6033	6177	144	0.054
57	0.005	5927	6069	142	0.053
58	0.006	5825	5965	140	0.052
59	0.002	5726	5863	137	0.051
60	0.007	5631	5766	135	0.051
61	0.004	5538	5671	133	0.050
62	0.004	5449	5580	131	0.046
63	0.006	5364	5491	127	0.046
64	0.008	5280	5406	126	0.046
65	0.008	5200	5322	122	0.046
66	0.005	5122	5242	120	0.046
67	0.003	5046	5164	118	0.045
68	0.003	4972	5088	116	0.044
69	0.007	4901	5014	113	0.044
70	0.003	4832	4943	111	0.043
71	0.004	4764	4873	109	0.043
72	0.003	4698	4805	107	0.043
73	0.004	4635	4740	105	0.041
74	0.003	4573	4676	103	0.040
75	0.002	4513	4613	100	0.039
76	0.002	4454	4553	99	0.038
77	0.002	4397	4493	96	0.038
78	0.002	4342	4436	94	0.037
79	0.001	4287	4380	93	0.038
80	0.003	4235	4325	90	0.037
81	0.002	4183	4272	89	0.036
82	0.002	4134	4220	86	0.037
83	0.002	4085	4169	84	0.036

Çizelge 2. 50 μm ve 105 μm için her basamağın çözünürlük değerleri.

Basamak	50 μm	105 μm	Basamak	50 μm	105 μm
48	16944	10566	66	23974	14459
49	17818	11730	67	28809	13802
50	20488	11721	68	28580	14505
51	25112	12027	69	27344	14594
52	25530	12343	70	25390	14502
53	25384	13434	71	29476	13509
54	27140	12843	72	20677	12920
55	29344	13836	73	27761	14163
56	26364	14838	74	25333	13333
57	29552	14349	75	27161	12759
58	30195	14225	76	27587	13901
59	30143	14670	77	24860	13667
60	28245	14727	78	31587	13200
61	29009	14939	79	24156	13021
62	31493	15508	80	27296	13015
63	31032	14815	81	21143	13344
64	28496	14848	82	20922	11901
65	29375	15036	83	23283	11936

Şekil 3. χ Dra yıldızının ön indirgemesi, kalibrasyonu ve normalizasyonu yapılmış tayfı.

olarak elde edildi. Ayrıca her bir basamağın başlangıç ve bitiş dalga boyları ile birlikte, ilgili basamakların dalga boyu aralığı belirtildi. Çizelgenin son kolonunda verilen dispersiyon değeri ise, elde edilen tayfta bir piksel kaç Å düştüğünü göstermektedir. Dispersiyon, lambda (Toryum-Argon) tayfindan hesaplanmıştır. Dispersiyonu belirleyen, tayfçekerin içerisinde bulunan kırınım ağı, kolimatör ve objektif lens gibi optik elemanlardır. Verilen dalga boyu ve dispersiyon değerleri, iki farklı çözünürlükteki tayfsal mod için de yaklaşık değerlerdir.

T80 Teleskobu'na bağlı Whoppschel Tayfçekeri kullanarak iki farklı çözünürlük modu için de test gözlemleri yapılmıştır. 50 μm modu ile yüksek çözünürlüklü gözlemler yapılabilirken, 105 μm modu ile daha sönük cisimlerin gözlenebildiği ancak çözünürlüğü neredeyse yarısına düştüğü görülmektedir. Her iki mod ile yapılan gözlemler sonucunda çözünürlük değerleri hesaplanmış ve dalga boyuna göre sisteminin çözünürlüğünün nasıl değiştiği Çizelge 2'de verilmiştir. Çözünürlük değerleri hem 105 μm modu, hem de 50 μm modu ile alınan kalibrasyon görüntülerinden hesaplanmıştır. Kalibrasyon görüntülerinde, her bir basamaktan belirli salma çizgilerinin yarı yükseklikteki tam genişlik (FWHM) değeri ölçülmüş ve her basamak için ortalama FWHM değeri belirlenmiştir. Elde edilen bu değer, ilgili basamak için $\Delta\lambda$ değeri olarak kabul edilebilir. Her basamağın merkezi dalga boyu ise λ olarak kullanılmış ve çözünürlük değeri hesaplanmıştır.

Şekil 3'te görülen χ Dra yıldızına ait tayf, 105 μm yani düşük çözünürlüklü mod kullanılarak alınmıştır. T80 Teleskobu'na bağlı olan Whoppschel tayfçekeri ile alınan tayflarda, $H\alpha$ çizgisi 52, $H\beta$ çizgisi 70, $H\gamma$ çizgisi 79 ve $H\delta$ çizgisi ise 83. basamakta görülmektedir.

T80 Teleskobu ve ona bağlı Whoppschel tayfçekeri ile ileride yapılacak gözlemlere ve projelere referans olması açısından, farklı parlaklıklardan yıldızlar gözlenerek, parlaklığa karşılık elde edilen sinyal/gürültü (SNR) değerleri incelenmiştir. Seçilen farklı parlaklıklardaki yıldızlar, yakın tayf türünden olup, aynı çalışma farklı tayf türleri ile de gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile tayfçekere bağlı CCD kameranın yanıtının doğrusal olup olmadığı da ortaya çıkarılmıştır.

Amaca göre, farklı parlaklıklardan ve farklı tayf türlerinden,

Çizelge 3. 105 μm modunda gözlenen A0-A5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

Yıldız	Parlaklık	SNR (1800 s)
HD90470	6.00	357.12
HD63630	6.50	238.45
HD76461	6.98	166.48
HD112623	7.50	99.24
HD92939	9.00	43.70
BD+37 211	9.97	37.72

Çizelge 4. 50 μm modunda gözlenen A0-A5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

Yıldız	Parlaklık	SNR (1800s)
HD90470	6.00	135.23
HD63630	6.50	94.44
HD76461	6.98	84.01
HD112623	7.50	41.52
HD92939	9.00	26.77

kısa zaman aralığında ışık değişimi göstermeyen cisimler belirlendi ve gözlemleri yapıldı. Gözlemler için A0-A5, G0-G5 ve K0-K5 tayf türü aralığından yıldızlar seçildi. A0-A5 tayf türünden yıldızlar ve yaklaşık aynı zenit uzaklıklarından yapılan gözlemlerinden elde edilen sonuçlar 105 μm için (Çizelge 3) ve 50 μm için (Çizelge 4) ayrı ayrı verilmiştir.

Yapılan gözlemler sonucunda 105 μm modu ile limit parlaklık değeri 10 kadir olarak belirlendi. Çizelge 3'te görüleceği üzere, 10 kadir parlaklığa sahip bir yıldız için 1800 saniyede ~ 38 SNR elde edildi. Teleskobun hassas takip mekanizması sayesinde poz süresi 3600 saniyeye kadar yükseltilebilir elde edilen SNR değeri de yükseltilebilir. Dolayısıyla, T80 Teleskobu'na bağlı Whoppshel tayfçekeri ile 105 μm modu kullanılarak 10 kadir parlaklığa kadar olan yıldızların, örneğin çift yıldızların dikine hız değerlerinin elde edilebileceği SNR değerlerinde, orta çözünürlüklü tayflarını alabilmek mümkündür.

50 μm modu kullanılarak ise 9 kadir parlaklığa sahip yıldızlara kadar, yüksek çözünürlüklü tayflar alınabildiği ortaya çıkarıldı. 9 kadir parlaklığındaki bir yıldız için, 50 μm modu kullanılarak 1800 saniye poz süresi ile ~ 30 SNR elde edilebildi.

3.2 Fotometrik Gözlemler

T80 Teleskobu'nun Nasmyth odaklarından diğerinde kullanılan fotometrik odak düzleminde bulunan cihazlar sırası ile aşağıdaki gibidir.

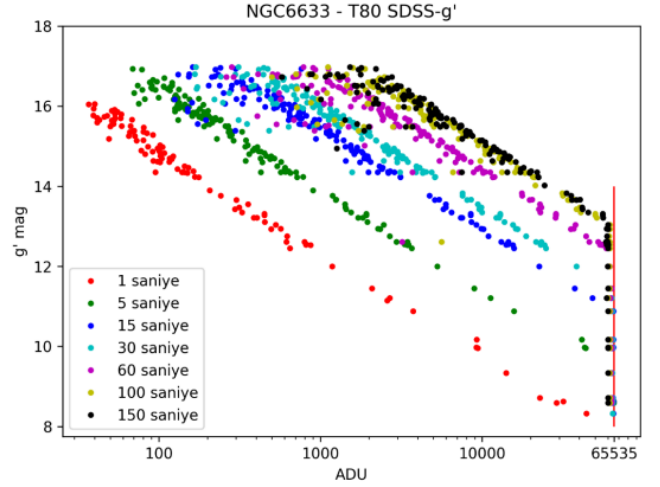
- 0.69 \times odak düşürücü (focal reducer)
- ASA alan dönmesi engelleyici (field derotator)
- Optec IFW filtre tekerleği – SDSS u' , g' , r' , i' , z' filtre seti
- Apogee Alta U47 CCD Kamera

Kullanılan Optec IFW filtre tekerleği 50 mm genişlikli ve 5 filtre yuvasına sahiptir. Filtre yuvalarında SDSS u' , g' , r' , i' , z' filtre seti kullanılmaktadır. Yapılacak farklı çalışmalara göre, talep doğrultusunda Johnson-Cousins UBVRI veya Strömgren uvbyH β filtre setleri de mevcuttur.

Teleskobun fotometrik performans ve limitlerini belirlemek amacıyla ile yapılan gözlemlerde NGC6633 kümesi (Şekil 4) kullanıldı. NGC6633, Yılcı takımı yıldızı yönünde bulunan bir

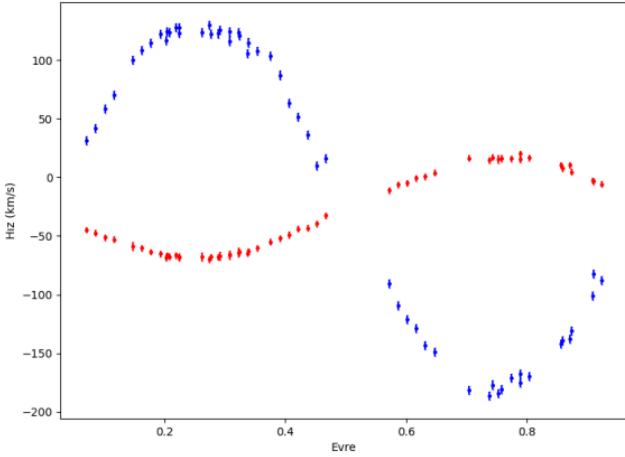


Şekil 4. NGC6633 açık yıldız kümesinin T80 Teleskobu'ndan alınan bir görüntüsü.

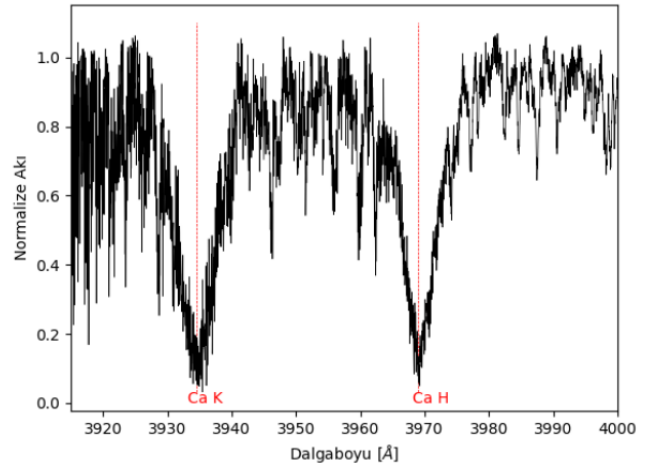


Şekil 5. T80 Teleskobu ile SDSS g' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri.

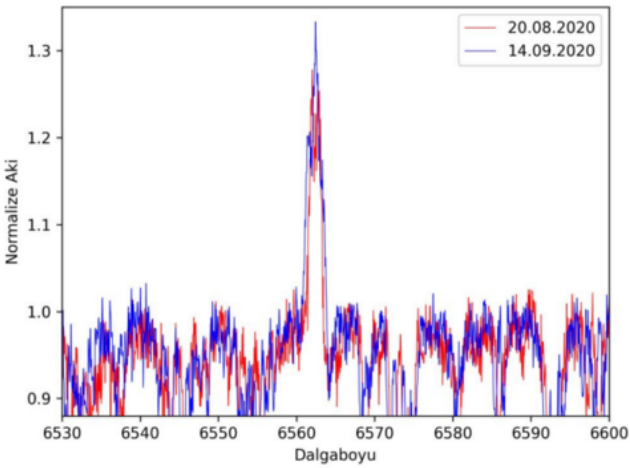
açık yıldız kümesidir. Gözlemler 1, 5, 15, 30, 60, 100 ve 150 saniye poz sürelerinde yapıldı. Astrometry.net ve Gaia index dosyaları kullanılarak, elde edilen görüntülerin astrometrik çözümleri gerçekleştirildi. Böylece görüntüler WCS (World Coordinate System) formatına dönüştürüldü. Her pikselin koordinatı belirlendiğinden dolayı, görüntüde bulunan yıldızlar katalog ile eşleştirilebilir hale geldi. Yıldızların katalogta bulunan SDSS g' filtresindeki parlaklıkları elde edildi. Ayrıca görüntüden, cisimlere ait sayım değerleri ADU biriminde ölçüldü. Yapılan çalışma sonucunda, teleskobun fotometri odağı ile yapılan gözlemlerde farklı parlaklıklardaki yıldızların farklı filtrelerdeki gözlemlerinden poz süresine göre elde edilen sayım değerleri (Şekil 5) gösterilmiştir (Yörükoğlu 2020). Bu sayede,



Şekil 6. T80 Teleskobu'na bağlı Whoppshel tayfçeki ile $105 \mu\text{m}$ gözlem modu kullanılarak alınmış RR Dra yıldızına ait dikine hız eğrisi Şenavcı ve diğ. (2022).



Şekil 8. $105 \mu\text{m}$ gözlem modu kullanılarak elde edilmiş, χ Dra yıldızına ait Ca II H&K çizgileri.



Şekil 7. BY Dra yıldızına ait, $105 \mu\text{m}$ gözlem modu kullanılarak iki farklı gözlemden alınan ve salma çizgisi olarak görülen $H\alpha$ çizgileri.

ileride yapılacak gözlemlerde bu çalışma bir referans niteliği taşıyacak ve gözlemcilere uygun poz süresi seçiminde yol gösterici bir kaynak olacaktır.

Yapılan gözlemler sonucunda, ~ 17 kadir parlaklığa sahip olan yıldızlara kadar yeterli miktarda sinyal elde edilebildiği görüldü. g' parlaklığı ~ 17 kadir olan bir yıldız, T80 Teleskobunun fotometri odak düzlemi ve SDSS g' filtresi kullanılarak 150 saniye poz süresi ile gözlemlendiğinde, yaklaşık 75 SNR değeri elde edildi. Teleskobun hassas takip mekanizmasından dolayı, kullanılacak uzun poz süreleri sayesinde parlaklığı ~ 17 kadire kadar olan yıldızların, T80 Teleskobu ile gözlenebileceği sonucu elde edildi.

4 Sonuç

Yapılan tayfsal gözlemler ve elde edilen verilerin analizleri sonucunda edinilen bilgilere göre, T80 Teleskobu ve Whoppshel tayfçeki ile $50 \mu\text{m}$ çözünürlük modu kullanılarak yaklaşık 9 kadir, $105 \mu\text{m}$ modu kullanılarak ise yaklaşık 10 kadir parlaklığa sahip yıldızlara kadar gözlemlerin yapılabildiği görüldü.

T80 Teleskobu'na bağlı Whoppshel tayfçeki ile $105 \mu\text{m}$ modu kullanılarak Şenavcı ve diğ. (2022) tarafından elde edilen RR Dra yıldızının dikine hız eğrisi Şekil 6'da verilmiştir. RR Dra yıldızı 9.83 kadir V parlaklığına sahip bir yıldızdır. Sıcak bileşen örtüldüğünde, yani sistem birinci minimumda iken, sistemin parlaklığı 13.3 kadire kadar düşmektedir. RR Dra A2 tayf türünden, algol tipi değişen bir yıldız olup ilk kez Ceraski (1904) tarafından kataloglandırılmıştır.

Yapılan ölçümlerden, birinci bileşen için ± 2.5 km/s, ikinci bileşen için ise ± 3.5 km/s mertebesinde ortalama hatalar elde edildi. Bu sonuçlara göre, T80 Teleskobu ve Whoppshel tayfçeker sistemi, 10 kadirde parlaklığa kadar olan yıldızların başta dikine hız gözlemleri olmak üzere, çeşitli tayfsal amaçlar barındıran gözlemlerde kullanılabilir. Kromosferik aktif yıldızlar, homojen olmayan yüzey parlaklık dağılımlarından dolayı zamana bağlı parlaklık değişimi gösterirler. İleri düzeyde kromosferik aktivite gösteren yıldızlara BY Dra tipi değişenler örnek olarak gösterilebilir. BY Dra yıldızlarının çoğu, flare aktivitesi de göstermektedir. Bu sistemlerin karakteristik özellikleri tayflarında görülen hidrojen salma çizgileridir. T80 Teleskobu ve ona bağlı Whoppshel tayfçeki ile bu tip değişenlerin prototip yıldızı olan BY Dra yıldızı gözlemlendi, hidrojen salma çizgileri elde edildi (Şekil 7). BY Dra sisteminin kromosferik aktivite kaynaklı ışık değişimi ilk defa 1966 yılında Chugajnov'un (Chugajnov 1973) gözlemleri ile ortaya çıkarılmıştır. Tutulma göstermeyen bu çift sistem, K4V ve K7.5 tayf türünden iki bileşenli bir çift sistemdir (Keenan & McNeil 1989).

Güneş benzeri yıldızlarda görülen kromosferik aktivitenin en önemli belirteçlerinden birisi de Ca II H&K çizgileridir. Kromosferik aktivite belirteci olan S indeksi, Ca II H&K çizgilerinin akısının, sürekliliğe oranı şeklinde tanımlanır. Bu nedenle kromosferik aktivite çalışmalarında, tayfın mavi sınırına yakın tarafında bulunan Ca II H&K çizgileri büyük önem taşır. Ayrıca Ca II H&K çizgilerinin ve $H\alpha$ çizgisinin eşdeğer genişliklerinin karşılaştırılması, sistemde bir koronal gaz yapısının bulunup bulunmadığını yorumlamaya imkan tanır. T80 Teleskobu ve Whoppshel tayfçeki ile $105 \mu\text{m}$ gözlem modu kullanılarak χ Dra yıldızı gözlemlenmiş ve Ca II H&K çizgileri (Şekil 8) elde edilmiştir. Tayfın 86. ve 87. basamaklarına düşen Ca II H&K çizgileri 3968Å ve 3933Å dalgaboylarında görülmektedir.

χ Dra sistemi, V bandında 3.6 kadir parlaklığında olan ve ana bileşenin tayf türünün F7V olduğu spektroskopik bir çift sistemdir (Gray ve diğ. 2001).

Teşekkür

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında 18A0759001 projesi ile desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Ceraski W., 1904, *Astronomische Nachrichten*, 167, 41
Chugajnov P. F., 1973, *Izv. Krym. Astrofiz. Obs*, 48, 3
Gray R. O., Napier M. G., Winker L. I., 2001, *The Astronomical Journal*, 121, 2148
Keenan P. C., McNeil R. C., 1989, *Astrophysical Journal Supplement*, 71, 245
Yörükoğlu O., 2020, Master's thesis, Ankara Üniversitesi
Şenavcı H. V., ve diğ., 2022, *Acta Astronomica*, 72, 31

Access:

M23-0354: [Turkish J.A&A — Vol.4, Issue 3](#).