

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AÜKR T80 PROF. DR. BERAHİTDİN ALBAYRAK TELESKOBU'NUN
FOTOMETRİK VE TAYFSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Onur YÖRÜKOĞLU

ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2020**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AÜKR T80 PROF. DR. BERAHİTDİN ALBAYRAK TELESKOBU'NUN
FOTOMETRİK VE TAYFSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Onur YÖRÜKOĞLU

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hakan Volkan ŞENAVCI

Bu tez çalışmasında; Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan T80 Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK Teleskobu ve odak düzlemi aletlerinin hem teknik özellikleri, hem de gözlemsel performansı detaylıca incelendi. Bu bağlamda, fotometrik ve tayfsal gözlemlere bağlı olarak, limit parlaklık ve hizalama hassasiyeti gibi bazı parametreler belirlendi. Yapılan tayfsal gözlemler kullanılarak, iki farklı tayfsal çözünürlük seçeneği için limit parlaklık, her bir echelle basamağı için çözünürlük ve aletsel profil elde edildi. Ek olarak, tayfsal gözlemler sırasında dikkat edilmesi gereken bazı kritik noktalar da ortaya çıkarıldı. Benzer şekilde, sistemin fotometrik performansı yapılan fotometrik gözlemler yardımıyla incelendi ve mevcut filtreler için limit parlaklık değerleri elde edildi ve değerlendirildi.

Sonuç olarak T80 Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK Teleskobu ve odak düzlemi aletlerinin detaylı olarak incelendiği bu tez çalışması, ileride bu gözlem düzeneği kullanılarak yapılacak bilimsel gözlemler ve elde edilecek veriler açısından yol gösterici olacaktır.

Aralık 2020, 147 Sayfa

Anahtar Kelimeler: teleskop, tayfçeker, CCD, tayfölçüm, ışıkölçüm

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF PHOTOMETRIC AND SPECTROSCOPIC CHARACTERISTICS OF THE AUKR T80 PROF. DR. BERAHİTDİN ALBAYRAK TELESCOPE

Onur YÖRÜKOĞLU

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Astronomy and Space Science

Supervisor: Prof. Dr. Hakan Volkan ŞENAVCI

In the present thesis, the technical features as well as the observational performance of the T80 Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK Telescope and its focal plane instruments that is located at the Ankara University, Department of Astronomy and Space Sciences, Research and Application Center were examined in detail. In this context, depending on the photometric and spectroscopic observations, some parameters such as limiting magnitudes and the pointing accuracy of the system were determined. Using the spectral observations, the limiting magnitude for two spectral resolution options, resolution for each echelle orders and the instrumental profiles were obtained. In addition, some critical points that should be considered during the spectral observations were also revealed. Accordingly, the photometric performance of the system was investigated with the help of the photometric observations and the limiting magnitude values for the existing filters were evaluated.

Consequently, the present thesis study, in which the T80 Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK Telescope and its focal plane instruments were examined in detail, will be a guide in terms of scientific observations to be made using this observation setup and the data obtained in the future.

December 2020, 147 Page

Key Words: telescope, spectrograph, CCD, spectroscopy, photometry

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Eğitim ve öğrenim hayatımda bana her zaman yol gösterici olan, deneyimlerini ve birikimlerini benimle paylaşan ve bana her konuda yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hakan Volkan ŞENAVCI'ya ilgi ve özverisinden dolayı teşekkür ederim.

Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'nin böyle bir teleskoba sahip olmasında büyük katkısı olan ve böyle bir tezi yapabilmeme imkân sağlayan, 13 Aralık 2018 tarihinde elim bir tren kazası sonucu hayatını kaybeden hocamız Sayın Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK'ı saygı ve özlemlerle anıyorum.

İhtiyacım olduğunda yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı'ndan başta Sayın Prof. Dr. Selim Osman SELAM olmak üzere, Prof. Dr. Fehmi EKMEKÇİ, Doç. Dr. Mesut YILMAZ, Doç. Dr. Özgür BAŞTÜRK, Öğr. Gör. Dr. İbrahim ÖZAVCI ve Arş. Gör. Engin BAHAR hocalarıma teşekkür ederim.

Teleskoplar ve astronomik enstrümanlar konularındaki tecrübelerini benimle paylaşan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde çalışan Uzman Dr. Tuncay ÖZİŞİK ve Yücel KILIÇ'a teşekkür ederim.

T80 Teleskobu'nun, Whopshel tayfçekerinin ve kullanılan diğer enstrümanların kurulumundan itibaren, kullanım konusunda ve karşılaşılan sorunların çözümünde desteklerini esirgemeyen, başta Astromed firmasından Sayın Engin İNANÇ olmak üzere tüm Astromed firması çalışanlarına, Shelyak Instruments firmasından François COCHARD'a ve ASA AstroSysteme Austria firmasından Wolfgang PROMPER'a teşekkür ederim.

Ayrıca beni her zaman destekleyen, her zaman yanımda olan, bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan aileme ve bu süreçte bana destek olan nişanlıma çok teşekkür ederim.

Onur YÖRÜKOğLU
Ankara, Aralık 2020

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	9
3.1 T80 Prof. Dr. Berahitdin Albayrak Teleskobu ve Başlıca Özellikleri.....	9
3.2 Teleskobun Teslimatı.....	12
3.3 Teleskobun Odak Sistemi.....	13
3.4 Teleskobun Optiği.....	14
3.5 Teleskobun Ana Bileşenleri ve Motor Sürücülerini.....	16
3.6 Teleskobun Montajı ve Bağlantıları.....	19
3.7 Kolimasyon.....	23
3.8 Teleskobun Pointing Dosyasının Oluşturulması.....	24
3.9 Teleskobun Takip ve Hizalama Hassasiyeti.....	28
3.10 Odak Düzlemi Aygıtlarının Bağlantısı ve Kablolması.....	31
3.11 Odak Düzlemi Aygıtları ve Diğer Cihazlar.....	34
3.11.1 Apogee Alta U47 CCD kamera.....	34
3.11.2 Optec IFW filtre tekerleği ve SDSS u'g'r'i'z' filtreleri.....	36
3.11.3 FIGU (Fiber injection & guiding unit).....	38
3.11.4 Whopshel tayfçekeri.....	39
3.11.5 Atik 460EX CCD kamera.....	42
3.11.6 Kubbe.....	43
3.12 Kullanılan Yazılımlar.....	45
3.12.1 Autoslew yazılımı.....	45
3.12.2 ACC yazılımı.....	52
3.12.3 MaxIm DL 6 yazılımı.....	54

3.12.4 Demetra yazılımı	55
3.12.5 PHD Guiding 2.6 yazılımı.....	57
3.13 Gözlem Kılavuzu	60
3.13.1 Sistemin açılması ve gözlem için hazırlanması.....	60
3.13.2 Fotometrik gözlem	63
3.13.3 Fotometrik gözlem sonu	71
3.13.4 Tayfsal gözlem	75
3.13.5 Tayfsal gözlem sonu	87
3.13.6 Kubbe kontrolü	90
3.14 Demetra Yazılımı İle Tayfsal Verilerin İndirgenmesi ve Dalgaboyu Kalibrasyonu	91
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	97
4.1 Tayfçeker Sisteminin ve Elde Edilen Tayfların Genel Özellikleri	97
4.1.1 Elde edilen tayfların genel yapısı.....	97
4.1.2 Çözünürlük	101
4.1.3 Parlaklık – SNR ilişkisi gözlemleri	104
4.1.4 Aletsel profil.....	110
4.2 Fotometrik Sistemin Genel Özellikleri.....	115
4.2.1 Teleskobun fotometrik odak düzlemi ile görülen alan	115
4.2.2 Kalibrasyon görüntüleri	118
4.2.3 Teleskobun fotometrik limit parlaklık gözlemleri	125
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	130
5.1 Tayfsal Gözlemler	130
5.2 Fotometrik Gözlemler.....	136
KAYNAKLAR	141
EK 1 Tayfsal Görüntülerin Başlık Düzenleme Betiği.....	142
ÖZGEÇMİŞ.....	144

SİMGELER DİZİNİ

Å	Angstrom
R	Çözünürlük
°	Derece
e ⁻	Elektron
μ	Mikron
° C	Derece Santigrat
'	Yay Dakikası
"	Yay Saniyesi

Kısaltmalar

AAVSO	American Association of Variable Star Observers
ADU	Analog to Digital Unit
APASS	AAVSO Photometric All Sky Survey
ASA	Astrosysteme Austria
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BAP	Bilimsel Araştırma Projeleri
CCD	Charge Coupled Device
CM	Santimetre
Dec	Declination
DC	Direct Current
DR9	Data Release 9
ESO	European Southern Observatory
FIGU	Fiber Injection Guiding Unit
FITS	Flexible Image Transport System
FV	Fits Viewer
GSC	Guide Star Catalog
HDMI	High Definiton Multimedia Interface
HJD	Heliocentric Julian Date
IFW	Intelligent Filter Wheel
IP	Internet Protocol
IRAF	Image Reduction and Analysis Facility
JD	Julian Date
Kg	Kilogram
kHz	Kilohertz
MHz	Megahertz
MJD	Modified Julian Date
MM	Milimetre
NATO	Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü
NGC	New General Catalog
PDF	Portable Document Format
PDU	Protocol Data Unit
PSF	Point Spread Function
RA	Right Ascension

RMS	Root Mean Square
SDSS	Sloan Digital Sky Survey
SNR	Signal Noise Ratio
SSD	Solid State Disk
TCF	Temperature Compensating Focuser
TCU	Telescope Control Unit
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UCAC	USNO CCD Astrograph Catalog
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UPS	Uninterruptible Power Supply
USB	Universal Serial Bus
UT	Universal Time
UV	Ultraviyole
VLT	Very Large Telescope
WCS	World Coordinate System



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Shelyak eShel Tayfçekerin çizimi ve optik tasarımı.....	3
Şekil 1.2 T35 Yrd. Doç. Dr. Zekeriya Müyesseroğlu Teleskobu	4
Şekil 3.1 T80 Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK Teleskobu	9
Şekil 3.2 ASA AZ800 Teleskobu'na ait çizimler	10
Şekil 3.3 ASA AZ800 Teleskobu'nun paketlenmiş temsili görselleri.....	12
Şekil 3.4 ASA AZ800 Teleskobu'nun odak yolları	13
Şekil 3.5 800 mm çapındaki bir f/7 aynanın 632 nm He-Ne lazer ile yapılan PSF testi	14
Şekil 3.6 ASA tarafından üretilen aynanın alüminyum kaplama sonucu dalga boyuna göre yüzde cinsinden yansıtıcılığı.	15
Şekil 3.7 ASA AZ800 Teleskobunun Ana Bileşenleri.....	16
Şekil 3.8 40 derece enlemi için, alan dönmesi düzeltici olmayan bir teleskop ile yapılan gözlemlerde alan dönmesinin 10 mikrondan küçük olması için gökyüzünün farklı bölgelerinde verilebilecek en yüksek poz sürelerinin gösterildiği gökyüzü çizimi	19
Şekil 3.9 T80 Teleskobu'nun alt gövdesi ile üst gövdesinin bağlantı noktaları	20
Şekil 3.10 Soldaki görselde odaklardan birine yerleştirilen lazer kolimatör ve sağdaki görselde doğru bir kolimasyon işlemi sonucunda ayna üzerinde lazer ışınının konumu	21
Şekil 3.11 Birincil aynanın kolimasyon ve eğim ayarı vidaları	22
Şekil 3.12 Kolimasyondan önce (sol) ve kolimasyondan sonra (sağ) odak dışı yıldız görüntüsünün temsili gösterimi	23
Şekil 3.13 Deneb yıldızının T80 Teleskobu ile elde edilmiş odak dışı görüntüsü.....	23
Şekil 3.14 Odak dışı görüntünün iki eksendeki sayım değerleri.....	24
Şekil 3.15 Sequence yazılımının Autopoint menüsü	26
Şekil 3.16 Sequence yazılımından autogrid ile oluşturulan, pointing için belirlenen noktalar	27
Şekil 3.17 ASA teleskoplarda bulunan mutlak kodlayıcılara sahip doğrudan sürürlü motor.....	29
Şekil 3.18 300 saniye poz süreli fotometrik görüntü ve işaretli yıldızla ait bazı bilgiler.....	30
Şekil 3.19 T80 Teleskobu'nun bağlantı şeması	32
Şekil 3.20 T80 Teleskobu'nun odak düzlemi aletlerinin elektrik ve haberleşme bağlantıları	33
Şekil 3.21 Teleskoba bağlı cihazların kablolanması	34

Şekil 3.22 Apogee Alta U47 CCD Kamera	35
Şekil 3.23 Kırmızı çizgi, kullanılmakta olan standart Apogee Alta U47-MB (Midband) CCD kameranın kuantum etkinliğini temsil ederken, mavi çizgi ise U47-UV modelinin kuantum etkinliğini temsil etmektedir	35
Şekil 3.24 Optec IFW filtre tekerleği, yuvası ve kontrol kumandası.....	37
Şekil 3.25 SDSS u'g'r'i'z' filtrelerinin geçirgenlik eğrileri	37
Şekil 3.26 Gözlemi yapılan cismin ışığının, tayfçekere giderken izlediği yol.....	38
Şekil 3.27 Whoppshel tayfçekeri	40
Şekil 3.28 Whoppshel tayfçekerinin iç tasarımı	40
Şekil 3.29 Tayfçekere giren ışığın CCD kameraya ulaşana dek izlediği yol.....	41
Şekil 3.30 Kubbenin azimut motorunun 3B çizimi.....	43
Şekil 3.31 Kubbe üst kapak motorunun 3B çizimi	44
Şekil 3.32 Kubbenin çizimi ve bazı ölçüleri (cm).....	44
Şekil 3.33 Autoslew yazılımından konumu ayarlamak için kullanılan “Location” seçeneği	45
Şekil 3.34 Motor parametre ayarlarına başlamadan önce ayarlanması gereken pozisyon.....	46
Şekil 3.35 Motor parametrelerinin iyi olduğu bir örnek	48
Şekil 3.36 Autoslew arayüzü “Move-Controls” paneli.....	50
Şekil 3.37 Autoslew arayüzünün durum çubuğunda bulunan limit uyarısı	50
Şekil 3.38 Autoslew arayüzünün üst bölümünde bulunan simge çubuğu.....	51
Şekil 3.39 Autoslew “Select Object” penceresi	51
Şekil 3.40 Simge çubuğunda bulunan 1 ve 2 numaralı park butonları ve Slew butonu	52
Şekil 3.41 ACC yazılımı, odaklayıcı arayüzü.....	53
Şekil 3.42 ACC yazılımı, ayna kapakları kontrol arayüzü.....	54
Şekil 3.43 Demetra yazılımı parametreleri ve ayarları	56
Şekil 3.44 Sonsuz dişli sisteme sahip teleskoplarda görülebilen periyodik hata	57
Şekil 3.45 Teleskop elektrik panosu	61
Şekil 3.46 “Remote Desktop Connection” arayüzü	64
Şekil 3.47 MaxIm DL 6 “Camera Control” penceresi “Setup” sekmesi arayüzü.....	65
Şekil 3.48 Autoslew yazılımının “Select Object” penceresi	67
Şekil 3.49 Autoslew arayüzünde “Messages” bölümü ve durum çubuğu	69
Şekil 3.50 MaxIm DL 6 “Camera Control” penceresi “Expose” sekmesi arayüzü	69
Şekil 3.51 MaxIm DL 6 yazılımı “Autosave Setup” penceresi	71

Şekil 3.52 “Camera Control” penceresinin “Setup” sekmesinde bulunan “Warm Up” butonu ve CCD kameranın sıcaklık bilgileri.....	72
Şekil 3.53 ACC yazılımının ayna kapakları kontrol bölümü.....	73
Şekil 3.54 Autoslew arayüzünde park prosedürü.....	74
Şekil 3.55 “Remote Desktop Connection” arayüzü	75
Şekil 3.56 “Remote Desktop Connection” arayüzü	76
Şekil 3.57 Demetra yazılımı açılış arayüzü.....	77
Şekil 3.58 Session penceresinde gözlemi yapılacak yıldızın girişi.....	78
Şekil 3.59 Acqisition penceresinde cihaz bağlantıları	78
Şekil 3.60 Autoslew yazılımının “Select Object” penceresi.....	80
Şekil 3.61 Autoslew arayüzünde “Messages” bölümü ve durum çubuğu	81
Şekil 3.62 PHD Guiding 2 yazılımının Connect Equipment penceresi	82
Şekil 3.63 Teleskoba en düşük mertebeden hızda komut verilecek şekilde ayarlanmış Move-Controls bölümü.....	83
Şekil 3.64 Yıldızın yarık hizasında tutulmasına ilişkin iyi ve kötü örnekler	83
Şekil 3.65 Demetra yazılımında “Acquisition” penceresinin poz süresi ve görüntü sayısının ayarlandığı bölüm.....	84
Şekil 3.66 Demetra’ya girilen bir yıldız için tamamlanmış bir gözlem seti	86
Şekil 3.67 Demetra yazılımı kamera bağlantı penceresi.....	87
Şekil 3.68 PHD Guiding yazılımı “Connect Equipment” penceresi.....	88
Şekil 3.69 ACC yazılımının ayna kapakları kontrol bölümü.....	89
Şekil 3.70 T80 kubbe kontrol yazılımı arayüzü.....	91
Şekil 3.71 Demetra yazılımından referans basamağı seçimi	93
Şekil 3.72 52. basamağın merkezi dalgaboyu belirlendikten sonra tanımlanan diğer referans çizgileri	95
Şekil 4.1 T80 Teleskobu’na bağlı Whoppschel tayfçeki ile 105µ çapındaki yarık kullanılarak alınmış ham Vega tayfi.....	97
Şekil 4.2 Chi Dra yıldızının ön-indirgemesi, kalibrasyonu ve normalizasyonu yapılmış tayfi	99
Şekil 4.3 T80 Teleskobu’na bağlı Whoppschel tayfçeki ile alınmış Chi Dra yıldızına ait tayfin 73. Basamağı	100
Şekil 4.4 50µ ve 105µ çapındaki yarıklar ile elde edilmiş Chi Dra tayfinin Ha çizgileri	102
Şekil 4.5 Chi Dra yıldızına ait, 105µ ve 50µ çapındaki yarıklar kullanılarak alınmış tayflardan seçilen örnek çizgilerin karşılaştırması.....	103
Şekil 4.6 600 saniye poz süresi ile gözlenen yıldızların parlaklık-SNR grafiği	106

Şekil 4.7 Farklı tayf türlerinde ve farklı parlaklıklardan seçilen cisimlerin, 50µ ve 105µ çapındaki yarıklar ile yapılan gözlemleri sonucu elde edilen 1800 saniyelik poz süresindeki parlaklık-SNR grafiği	108
Şekil 4.8 Nokta dağılım fonksiyonunun görüntülere etkisi	110
Şekil 4.9 Whoppshel tayfçekeri ile alınmış bir Toryum-Argon (ThAr) lamba tayfı örneği ve işaretlenmiş referans basamağı	112
Şekil 4.10 Whoppshel tayfçeker ve 50 mikron çaplı yarık kullanılarak alınmış Toryum-Argon (ThAr) lamba tayfinin 58. Basamağı	113
Şekil 4.11 Hız cinsinden hesaplanan aletsel profil değerlerinin dalgaboyuna göre değişimi	114
Şekil 4.12 T80 Teleskobu'na bağlı Apogee Alta U47 CCD kamera ile SDSS r' filtresinde alınmış bir görüntü (Sağ açıklık: 21h 44m 49s.627, Dik Açıklık: 45° 58' 38".336).....	116
Şekil 4.13 Toplam 10 görüntüden oluşan master bias görüntüsünün ısı haritası.....	119
Şekil 4.14 5 saniyelik dark görüntülerinden oluşturulan master dark görüntüsünün ısı haritası.....	120
Şekil 4.15 150 saniyelik dark görüntülerinden oluşturulan master dark görüntüsünün ısı haritası.....	120
Şekil 4.16 Poz süresine göre dark görüntülerinden ölçülen ADU değerinin değişimi	121
Şekil 4.17 SDSS-u' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası	122
Şekil 4.18 SDSS-g' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası	122
Şekil 4.19 SDSS-r' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası.....	123
Şekil 4.20 SDSS-i' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası.....	123
Şekil 4.21 SDSS-z' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası	124
Şekil 4.22 Tayfsal odak düzlemi ile elde edilen bias ve 3600 saniyelik dark görüntülerinin orta satır ve sütunlarının sayımlarının karşılaştırılması.....	124
Şekil 4.23 NGC6633 açık yıldız kümesinin T80 Teleskobu'ndan alınan bir görüntüsü.	125
Şekil 4.24 T80 Teleskobu ile SDSS u' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri.....	127
Şekil 4.25 T80 Teleskobu ile SDSS g' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri.....	127
Şekil 4.26 T80 Teleskobu ile SDSS r' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri.....	128
Şekil 4.27 T80 Teleskobu ile SDSS i' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri.....	128
Şekil 4.28 T80 Teleskobu ile SDSS z' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri.....	129

Şekil 5.1 T80 Teleskobu'na bağlı Whoppshel tayfçeki ile 105 mikron çapındaki yarık kullanılarak alınmış dikine hız eğrisi.....	130
Şekil 5.2 BY Dra yıldızına ait, iki farklı gözlemden alınan ve salma çizgisi olarak görülen H α çizgileri.....	131
Şekil 5.3 Chi Dra yıldızına ait Ca II H&K çizgileri.....	132
Şekil 5.4 Whoppshel ile alınmış ham bir tayfa ait saklanan başlıklar	134
Şekil 5.5 T80 – Whoppshel sistemi için geliştirilen SNR ve sayım değerlerini hesaplayan Java programı.....	135
Şekil 5.6 1583 Antiochus asteroidinin sol görüntüdeki işaretli yıldızı örtmesi	137
Şekil 5.7 PP Lac örten çift sisteminin g'r'i' filtrelerinde elde edilen ışık eğrisi	137
Şekil 5.8 WASP-114b ötegezegeninin geçiş gözlemi	139



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 ASA AZ800 Teleskobu'nun ASA firması tarafından belirtilen bazı özellikleri.....	11
Çizelge 3.2 Teleskobun hesaplanan takip ve hizalama hassasiyeti değerleri	30
Çizelge 3.3 TCU bölümünde bulunan teleskop kontrol bilgisayarının özellikleri.....	32
Çizelge 3.4 Apogee Alta U47 CCD kameranın başlıca özellikleri.....	36
Çizelge 3.5 Atik 314L+ model CCD kameranın teknik özellikleri	39
Çizelge 3.6 Atik 460EX CCD kameranın teknik özellikleri.....	42
Çizelge 4.1 50 μ çaplı yarık ile alınmış tayfların belirlenen özellikleri.....	98
Çizelge 4.2 50 μ ve 105 μ için her bir basamağa ilişkin çözünürlük değerleri.....	103
Çizelge 4.3 Parlaklık - SNR ilişkisi gözlemleri için belirlenen cisimler	104
Çizelge 4.4 600 saniye poz süresi ile gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlar	105
Çizelge 4.5 105 μ çapındaki yarıkta gözlenen A0-A5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar	106
Çizelge 4.6 105 μ çapındaki yarıkta gözlenen G0-G5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar	107
Çizelge 4.7 105 μ çapındaki yarıkta gözlenen K0-K5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar	108
Çizelge 4.8 50 μ çapındaki yarıkta gözlenen A0-A5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar	109
Çizelge 4.9 Basamaklara göre hız cinsinden aletsel profil değerleri	113

1. GİRİŞ

26 Ağustos 1963 tarihinde, şu anki adı ile Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'ni (AÜKR) kuracak ve bilim dünyasına kazandıracak olan, Türkiye'de gözlemsel astronominin başlamasına büyük katkı sağlayan Prof. Dr. Egbert Adriaan KREIKEN, 1 Kasım 1896 tarihinde Barneveld / Hollanda'da, Kreiken ailesinin en küçük çocuğu olarak Dünya'ya geldi. Üniversite yıllarına kadar Fransa ve Hollanda'da eğitim gördü. Üniversite döneminde ise, Leiden / Hollanda'da bulunan Groningen Üniversitesi'nde matematik ve fizik alanlarında eğitim aldı. Lisansüstü eğitimine, dönemin ünlü astronomlarından olan Prof. J. C. Kapteyn'in danışmanlığında başladı. Ancak ilerleyen yıllarda, Prof. Kapteyn'in ölümü üzerine danışmanı yine dönemin ünlü astronomlarından Prof. P. J. van Rhijn oldu. 21 Şubat 1923 tarihinde, doktorasını tamamlayarak doktor ünvanını aldı.

Bir süre, lise düzeyi okullarda fizik öğretmenliği yapan Kreiken, 1926 yılında Amsterdam Üniversitesi'ne Doçent olarak atandı ve burada astronomi alanında dersler verdi. 1928 yılında, Endonezya'da bulunan Bosscha Gözlemevi'nden gelen teklifi kabul ederek orada göreve başladı. 1930 yılı sonlarına kadar Bosscha Gözlemevinde kaldı. Bu süreçte görsel çift yıldızların dinamiği ve galaktik dağılımları konusunda yaptığı bilimsel çalışmalar ile çok sayıda makale yayınladı. Endonezya'da yaklaşık 20 yıl kadar kalıp, birçok farklı konumda görev aldı. Farklı düzeydeki okullarda matematik ve fizik dersleri verdi. Hatta bugün Endonezya Üniversitesi olarak bilinen üniversitenin kurucu rektörü oldu.

Endonezya'da eğitime yaptığı katkılardan sonra, UNESCO aracılığı ile önce Liberya'ya gitti, daha sonra 1954 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi'ne atandı. Prof. Dr. Kreiken sayesinde, 1944 yılında kurulan ve Kreiken'in atandığı 1954 yılında kapanmanın eşiğine gelmiş olan Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi'ne bağlı Astronomi Kürsüsü küllerinden yeniden doğacaktır. Bu yeniden doğuş öyküsü, Kreiken'in bugüne kadar geçirdiği tecrübeler ve bilime olan gönül bağı ile ilgilidir. Kreiken'in çabaları, Ankara Üniversitesi ve Milli Savunma Bakanlığı'nın destekleri ile başlayan gözlemevi çalışmaları, 26 Ağustos 1963 tarihinde Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (NATO)

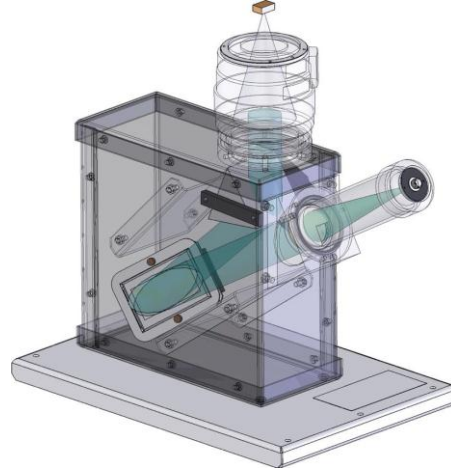
tarafından desteklenen uluslararası bir toplantı ile gözlemevinin açılışı yapılarak tamamlanmıştır. Bundan yaklaşık bir yıl sonra, Prof. Dr. Kreiken Uluslararası Astronomi Birliği'nin bir toplantısına katılmak için gittiği ülkesinde ani bir rahatsızlık sonucu, 16 Ağustos 1964 tarihinde vefat etmiştir. Prof. Dr. Kreiken'in adını ve mirasını yaşatmak amacı ile 12 Mart 2013 tarihinde, rasathanenin adı Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi olarak değiştirilmiştir.

Kuruluşundan günümüze kadar geçen sürede ülkemizde ve Dünya'da astronomi literatürüne her zaman katkı sağlayan AÜKR, çalışmalarını aktif bir şekilde halen sürdürmektedir. AÜKR araştırmacıları, yoğunlukla değişen yıldızlar ve ötegezegenler konularında çalışmalarını sürdürmektedir.

1963 yılından beri AÜKR'de farklı zamanlarda birçok farklı gözlem aracı kullanılmıştır. Kuruluş zamanlarında Hollanda PTT kurumundan alınan bir radyo teleskop ile radyo gözlemler yapılırken, Coude Teleskobu ile Güneş gözlemleri yapılmıştır. Daha sonraki dönemlerde İtalya'da bulunan Trieste Gözlemevi'nden bağış yolu ile alınan Trieste Teleskobu ile bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Rasathanenin, emekliye ayrılan son gözlem aracı Maksutov Teleskobu olmuştur. Bunların haricinde, günümüzde bilimsel gözlemlerde aktif olarak kullanılan T40 Kreiken Teleskobu ve T35 Yrd. Doç. Dr. Zekeriya Müyesseroğlu Teleskobu bulunmaktadır.

T40 Kreiken Teleskobu, 40 cm ayna çapına sahip olup, rasathanenin kurucusu Kreiken'e ithafen T40 Kreiken Teleskobu olarak adlandırılmıştır. Kreiken Teleskobu, Meade Instruments firmasının ürettiği LX200 modelidir. Teleskop 4064 mm odak uzunluğuna sahip olup, odak oranı $f/10$ 'dur. Schmidt-Cassegrain optik düzeneğe sahip bu teleskop, hem aynalı hem de mercekli bir teleskoptur.

2016 yılının Nisan ayında, T40 Kreiken Teleskobu'na, şekil 1.1'de optik tasarımı gösterilen ve Shelyak Instruments tarafından üretilen, orta çözünürlüklü bir tayfçeker olan eShel modeli (Thizy ve Couchard, 2011) bağlanmıştır. $R \sim 13500$ çözünürlüğe sahip bu sistem ile parlaklığı 8 kadire kadar olan yıldızların tayfsal gözlemleri yapılmaktadır.



Şekil 1.1 Shelyak eShel Tayçekerin çizimi ve optik tasarımı (Eversberg 2016)

35 cm ayna çapına sahip T35 Yrd. Doç Dr. Zekeriya Müyesseroğlu Teleskobu (şekil 1.2), 2014 yılında hizmete açılarak fotometrik gözlemlere başlamıştır. 3556 mm odak uzunluğuna sahip bu Schmidt-Cassegrain teleskobun odak oranı $f/10$ 'dur. Fotometrik gözlemler 1024x1024 pikselden oluşan, piksel boyutu ise 13μ olan Apogee Alta U47 CCD kamera ile yapılmaktadır. Ayrıca, odak düzleminde Optec TCF (Temperature Compensating Focuser) modeli odaklayıcı ve Optec IFW (Intelligent Filter Wheel) filtre tekerleği kullanılmaktadır. Gözlemler Bessel UBVRİ filtreleri ile yapılmaktadır.

Teleskobun limit parlaklığı yaklaşık 13 kadirdir. Kullanılan otomatik takip sisteminin de yardımı ile gözlemlerde 120 saniyeye kadar poz süresi verilebilmektedir. Bu da yüksek bir sinyal gürültü oranı elde edilmesini sağlamaktadır. Otomatik takip sistemi 60mm çap, 360mm odak uzunluğuna sahip Meade Adventure Scope 60 teleskobu ve arkasına bağlı olan 7.4μ boyutlarında 648x486 piksel barındıran SBIG ST-i kameradan oluşmaktadır.



Şekil 1.2 T35 Yrd. Doç. Dr. Zekeriya Müyesseroğlu Teleskobu

T80 Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK Teleskobu'nun da (bundan sonra T80 Teleskobu şeklinde bahsedilecektir.) kurulumu ile rasathanenin gözlem araçlarına bir yenisi daha eklenmiştir.

Bu tez çalışmasında amaç, Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'ne yeni kurulmuş olan T80 Teleskobu'nun ve fotometrik/tayfsal odak düzlemlerinin, fotometrik ve tayfsal limit parlaklığı, teleskop ile gözlemi yapılacak farklı parlaklıklardaki yıldızların farklı poz sürelerinde elde edilecek sinyal değerleri, yönelim ve takip hassasiyeti ve aletsel profil gibi başlıca özelliklerini belirlemek ve tüm detayları ile teleskobun ve tüm bileşenlerinin anlatıldığı bir kullanıcı kılavuzu hazırlamaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

İnsanlar, tarih öncesi çağlardan günümüze kadar gökyüzünde şahit oldukları atmosfer içi veya dışı olayları merak etmiş ve anlamaya çalışmıştır. Ancak yerleşik hayata geçip yaşamlarını daha kolay idame edebildikleri zaman, bilim ve felsefe üzerine daha fazla düşünebilmiş ve meraklarına cevap aramaya başlamışlardır.

İnsanlar gökyüzünü uzun bir süre sadece çıplak göz ve daha sonralarında bazı açılı ölçüm aletleri ile incelemişlerdir. 1609 yılında teleskobun astronomiye girmesi ile astronomide yeni bir çağ başlamış, artık insan gözünün göremediği daha sönük cisimler de incelenebilir hale gelmiştir. Zamanla gelişen teknoloji sayesinde daha büyük teleskoplar yapılabilmiş ve her zaman daha sönük cisimleri inceleyebilmek hedef olmuştur.

Günümüzde, Türkiye’de yapılan gözlemsel astronomi çalışmaları genellikle üniversite gözlemevleri ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi bünyesinde yürütülmektedir.

Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi’nde bulunan, T80 Teleskobu kurulmadan önce kullanılan T35 ve T40 teleskopları ayna çapı daha küçük teleskoplardır. T35 Teleskobu 35 cm ayna çapına sahip olup, ışık toplama gücü 80 cm çapında aynaya sahip bir teleskoba göre daha düşüktür. T35 teleskobunda yapılan fotometrik gözlemlerde limit parlaklık değeri yaklaşık 13 kadirdir. Tayfsal gözlemlerin yapıldığı T40 Kreiken Teleskobu’nda ise bu değer yaklaşık 8 kadirdir. Bunun nedeni, ışığın daha fazla optik elemandan geçmesi ve daha fazla optik yol kat etmesidir.

Ülkemizde bulunan gözlem araçları ile yapılan gözlemler genellikle elektromanyetik spektrumun optik bölgesinde yapılan fotometrik ve tayfsal gözlemlerdir. Bu anlamda çalışmalarını sürdüren üniversite gözlemevleri olarak Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi ile birlikte İstanbul Üniversitesi Gözlemevi, Ege Üniversitesi Gözlemevi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Gözlemevi, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Gözlemevi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi, İnönü Üniversitesi Astronomi ve Uzay

Bilimleri Bölümü Gözlemevi, Erciyes Üniversitesi UZAYBİMER (Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi), Atatürk Üniversitesi ATASAM (Astrofizik Uygulama ve Araştırma Merkezi) Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümüne ait UBT60 Teleskobu, Adıyaman Üniversitesi Gözlemevi ve Eskişehir Teknik Üniversitesi Yunus Emre Gözlemevi bulunmaktadır.

Ayrıca üniversite gözlemleri haricinde, ülkemiz astronomisinde önemli bir yere sahip olan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi de ülkemizde astronomi çalışmalarının durmaksızın yürütüldüğü noktalardan birisidir.

Belirtilen üniversite gözlemlerinde, birkaç radyo teleskop haricinde, neredeyse tamamında optik bölgede gözlemler yapılmaktadır. Üniversite gözlemlerinde kullanılan gözlem aletleri genellikle 30 cm ile 60 cm aralığında ayna çapına sahip teleskoplardır. Bu teleskoplar ile ya bir CCD kamera kullanılarak fotometrik gözlemler yapılmakta, ya da düşük-orta çözünürlüklü bir tayfçeker ile tayfsal gözlemler yapılmaktadır.

Eskişehir Teknik Üniversitesi'nde 60 cm ayna çaplı teleskobun odak düzlemine Shelyak eShel tayfçekeri yerleştirilmiş ve tayfsal gözlemler yapılmaktadır. Bunun haricinde 2 adet 40 cm ayna çaplı teleskop ile fotometrik gözlemler yapılmaktadır.

Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde biri 40 cm, diğeri 35 cm ayna çapına sahip teleskoplar ile fotometrik gözlemler yapılmaktadır.

İstanbul Üniversitesi Gözlemevi, 60 cm ayna çapında ve 40 cm ayna çapında olmak üzere iki adet teleskoba sahiptir. 60 cm ayna çapına sahip olan IST60 Teleskobu, robotik bir teleskop olup, odak düzleminde bulunan CCD kamera ile fotometrik gözlemler yapmaktadır. İstanbul'un yoğun ışık kirliliğinden dolayı bu teleskop Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi yerleşkesine konumlandırılmıştır. 40 cm ayna çapına sahip IST40 Teleskobu ise İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi içerisinde bulunmakta ve fotometrik gözlemler için kullanılmaktadır.

Çanakkale 18 Mart Üniversitesi'ne bağlı Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi Yerleşkesi'nde, ülkemize ait olan en büyük ayna çaplı teleskop bulunmaktadır. Bu teleskobun ayna çapı 122 cm'dir. Bunun dışında bir adet 40 cm ve iki adet 30 cm ayna çapına sahip teleskoplar bulunmaktadır.

Akdeniz Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü'ne ait olan UBT60 Teleskobu, 60 cm ayna çapına sahip bir teleskoptur. Bu teleskop, odak düzlemine bağlanan Shelyak firması tarafından üretilen eShel tayfçeker ile orta çözünürlüklü tayfsal gözlemler için kullanılmaktadır. Gözlem sistemi, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi yerleşkesine bulunmaktadır. Teleskop ve tayfçeker Akdeniz Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü araştırmacıları tarafından kullanılmaktadır.

Erciyes Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan biri 35 cm, diğeri 40 cm ayna çapına sahip iki adet teleskop ve bunların odak düzlemlerine takılan CCD kameralar ile fotometrik gözlem çalışmaları yürütülmektedir.

Atatürk Üniversitesi bünyesinde Astrofizik Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait 50 cm ayna çapına sahip ATA50 Teleskobu da, ülkemizde fotometrik gözlemler yapılan gözlem sistemlerinden birisidir.

Adıyaman Üniversitesi Gözlemevi'nde bulunan 60 cm ayna çapına sahip ADYU 60 Teleskobu ve odak düzlemine yerleştirilen CCD kamera ile fotometrik gözlemler yapılmaktadır.

Üniversite gözlemevleri haricinde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde bulunan, RTT150 Teleskobu, T100 Teleskobu ve T60 Teleskobu ülkemizin tüm astronomlarının kullanımına sunulmuş teleskoplardır. Bu teleskoplar proje odaklı çalışmaktadır. Astronomlardan gelen talepler doğrultusunda, gözlem geceleri en uygun şekilde paylaştırılmakta ve gözlemler gerçekleştirilmektedir.

RTT150 teleskobu Şu an ũlkemizde bulunan en bũyũk optik teleskoptur. Ayrıca Şu an ũlkemizde bulunan, en yũksek özũnũrlũklũ tayfların alınabildiği gözlem sistemidir. Rusya ile Tũrkiye arasında 1995 yılında imzalanan bir anlaşma ile çalışmalar başlamış ve teleskop 1998 yılında kurulmuŐtur.

RTT150 teleskobu ile yapılacak tayfsal gözlemlerde, yũksek özũnũrlũđe sahip tayflar elde edebilmek için ışık, dedektöre ulaşana kadar oldukça uzun bir yol almaktadır. RTT150 Teleskobu'nun Coude odak sistemi ile sahip olduğu odak uzunluğu ~72.5 metredir. Bu sayede alınan tayflar yũksek özũnũrlũklũ olmaktadır. Fakat ışık çok fazla optik elemandan geçtiği için ve çok uzun bir mesafe aldığı için ışık kaybı oldukça fazladır. Bu yũzden limit parlaklık oldukça dũŐũktũr.

Ayrıca RTT150 Teleskobu, yapılan anlaşma dolayısı ile yılın belli bir bũlũmũnde Rus gözlemcilere ayrılmıŐtır. Bunun haricinde, 13 Temmuz 2019'da uzaya fırlatılan SRG uydusunun yer tabanlı gözlemlerine de RTT150 Teleskobu ile katkı sağlanacaktır. Bũylece RTT150 Teleskobu'nun kullanılabilir zamanı daha kısıtlı hale gelmektedir.

Yine TũBİTAK Ulusal Gũzlemevi'nde bulunan T100 ve T60 Teleskopları, ũlkemiz astronomları tarafından fotometrik gözlemler amacı ile kullanılmaktadır.

Bahsi geçen çoğu ũniversite gũzlemevi, ilgili ũniversite bũnyesindeki araŐtırmacılarının kendi çalışmaları için kullanılmaktadır. Bazıları ise araŐtırmacı yetersizliğinden dolayı aktif olarak kullanılamamaktadır.

Ankara ũniversitesi Kreiken Rasathanesi'ne kurulan T80 Teleskobu, hem ayna çapı olarak ũlkemizde bulunan bũyũk teleskoplardan biri olması, hem de odak dũzlemine aynı anda yũksek özũnũrlũklũ bir tayfçeker ve fotometrik gözlemler için bir CCD kamera bağlanabilmesi ile birden farklı amaca hizmet etmesi sayesinde, ũlkemiz astronomisine bũyũk bir katkı sağlama potansiyeline sahiptir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

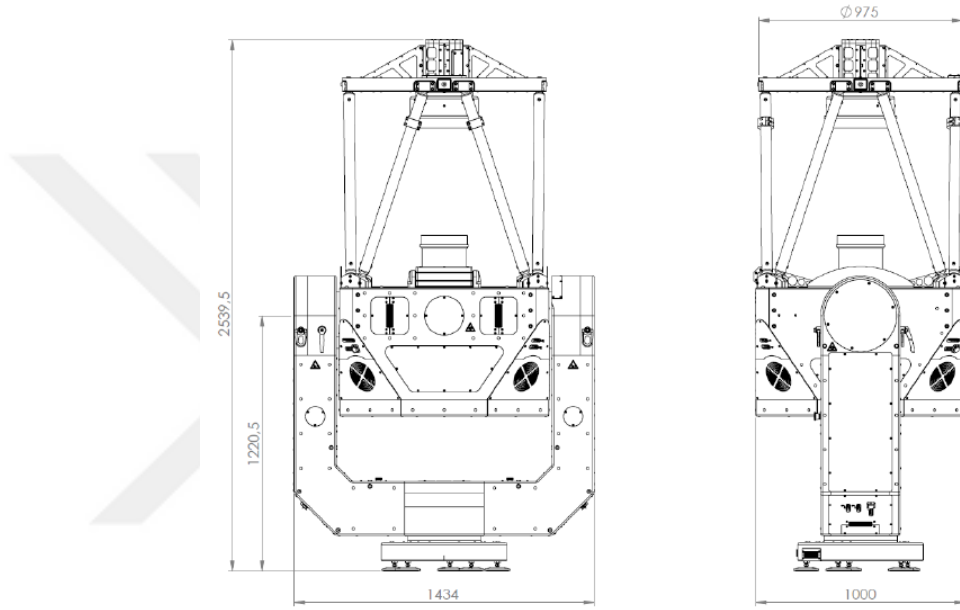
3.1 T80 Prof. Dr. Berahitdin Albayrak Teleskobu ve Başlıca Özellikleri

Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'nde kullanılmak üzere, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında 18A0759001 numaralı proje desteği ile Astromed firması aracılığıyla satın alınan ve rasathane yerleşkesi içerisinde kurulumu tamamlanan T80 Teleskobu (Şekil 3.1), Avusturya'da bulunan ASA Astrosysteme GmbH tarafından üretilmiştir. Teleskobun modeli ASA AZ800'dür. T80 Teleskobu 800 mm çapında birincil aynaya, Ritchey-Chrétien optik tasarımına ve Nasmyth odağa sahip bir teleskoptur.



Şekil 3.1 T80 Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK Teleskobu

Teleskop Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'ne 2019 yılı Ağustos ayında ulaşmış ve kurulumu gerçekleştirilmiştir. Teleskop, çatal kundak ve optik tüp ayrı bir şekilde iki ana parça halinde gelmiştir. Teleskop, yapılan kuzey gözlemleri doğrultusunda yerleştirilmiş ve pilye üzerine sabitlenmiştir. Teleskobun montajlı toplam ağırlığı yaklaşık 900 kg'dır. Teleskop başucu doğrultusuna bakarken uzunluğu 2539.5 (Şekil 3.2) mm'dir.



Şekil 3.2 ASA AZ800 Teleskobu'na ait çizimler (Puchner 2018)

Ritchey-Chrétien optik tasarımı, genel olarak Cassegrain optik tasarımının özelleştirilmiş bir çeşididir. Ritchey-Chrétien tasarımına sahip teleskopların birincil ve ikincil aynaları hiperbolik yapıdadır. Bunun amacı koma ve renk sapıncı gibi bazı optik hataları gidermektir. Ayrıca geniş görüş alanına sahip olsa da, optik hatalardan uzak, daha keskin görüntüleme imkânı sunar. ESO (European Southern Observatory), VLT (Very Large Telescope), Keck Teleskobu, Hubble Uzay Teleskobu ve 10.4 m çapında birincil aynaya sahip Grand Telescopio Canarais da Ritchey-Chrétien optik tasarımına sahip teleskoplardır. Hem kusursuz optik kalitesinden dolayı, hem de boyut ve yapılarından dolayı, ayna çapı daha büyük teleskoplara gidildikçe vazgeçilmez bir tür olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tür büyük teleskoplar, genellikle açık optik tüp

tasarımına sahiptir. Bunun sebebi, büyük aynalara sahip teleskopları fazla ağırlıktan kurtarmaktır.

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 boyut değişimlerinin oldukça düşük olmasıdır.

ASA AZ800 teleskobu, ASA tarafından gönderilen PDU (Protokol Veri Ünitesi) cihazı üzerinden güç almaktadır. Teleskop 24V DC (Direct Current) akıma ihtiyaç duymaktadır.

Teleskobun başlıca özellikleri çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 ASA AZ800 Teleskobu'nun ASA firması tarafından belirtilen bazı özellikleri

Odak Uzunluğu:	5600 mm
Odak Oranı:	f/7
Optik Açıklık:	≥800mm
Ayna Malzemesi:	Kaynaşık Silika (JGS2 Kuvars)
Görüntü Ölçeği:	37 "/mm
Yönelim Hassasiyeti:	< 8" RMS (20° - 85° yükseklik arasında)
Takip Hassasiyeti:	<0.25" RMS (20° - 85° yükseklik arasında)
Hareket Hızı:	6 °/s (10°/s'ye yükseltilebilir.)
Çalışma Sıcaklık Aralığı:	-20 °C ... 40 °C aralığı
Çalışma Nem Aralığı:	Maksimum %95 (RH-Görelî Nem)

3.2 Teleskobun Teslimatı

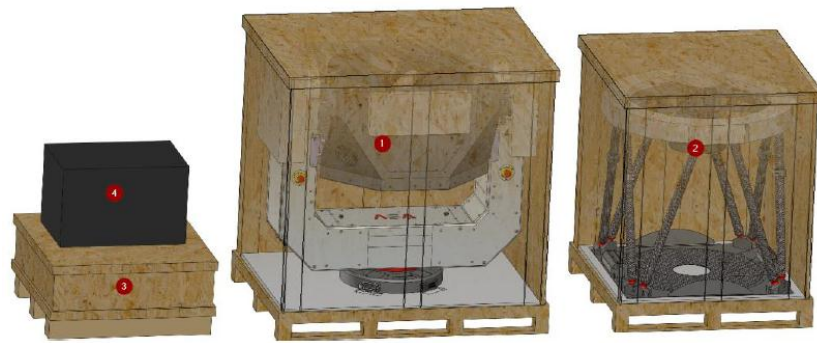
T80 Teleskobu, 5 Ağustos 2019 tarihinde Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'ne ulaşmış ve teleskobun kurulum çalışmaları başlamıştır. Teleskobun kurulumu, ASA firmasından mühendis Miroslav TAUBENBERGER eşliğinde yapılmıştır.

Teleskop Ankara'ya ulaşmadan önce, teleskobun kurulumu ile ilgili altyapı çalışmaları tamamlanmıştır. Binanın elektrik altyapısı ve internet altyapısı tamamlanmış ve çalışır duruma getirilmiştir.

Ayrıca bir teodolit yardımı ile Polaris yıldızı alt ve üst geçişteyken kuzey gözlemi yapılmış ve kuzey yönü belirlenmiştir.

Son olarak, teleskop binasının kubbesi monte edilmiş ve bina teleskop kurulumuna hazır hale getirilmiştir.

Teleskop ve aksesuarlar gözlemevine dört parça olarak gelmiştir. Bütün parçalar zarar görmeyecek şekilde paketlenmiş ve sandıklarla taşınmıştır.



Şekil 3.3 ASA AZ800 Teleskobu'nun paketlenmiş temsili görselleri (Puchner 2018)

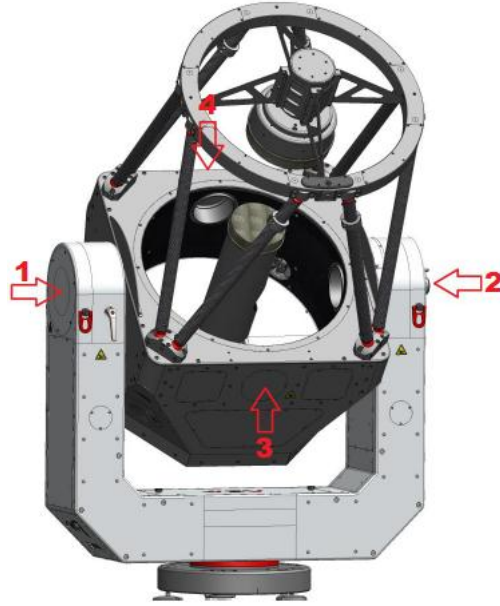
Şekil 3.3'te gösterildiği gibi, teleskobun çatal kundağı ve birincil aynayı tutan bölüm birinci sandıkta bulunmaktadır. İkinci sandıkta ise, teleskobun ikincil aynasını tutan ve alt gövde ile bağlanmasını sağlayan kolların bulunduğu, üst gövdesi bulunmaktadır. Bir

diğer sandıkta ise teleskobun diğer aksesuarları paketlenmiştir. Dördüncü parça ise, teleskobun kurulumunda kullanılması için gönderilen el aletlerinin bulunduğu bir takım çantasıdır.

Teleskobun alt ve üst gövdesi vinç yardımı ile kubbe açıklığından içeriye alınmıştır ve tüm parçaların montajı yapılmıştır.

3.3 Teleskobun Odak Sistemi

T80 Teleskobu, Nasmyth odağa sahip bir teleskoptur. Teleskop üzerinde kullanılabilen dört tane odak noktası (Şekil 3.4) ayarlanabilmektedir. T80 Teleskobu'nda bunlardan ikisi kapalıdır ve ayarlanmamıştır. Diğer iki adet odak noktası ise, teleskobu tutan çatal kollar üzerinde bulunan, bir odakta fotometrik gözlemler, diğer odakta tayf gözlemleri yapılacak şekilde kullanılmaktadır.



Şekil 3.4 ASA AZ800 Teleskobu'nun odak yolları (Puchner 2018)

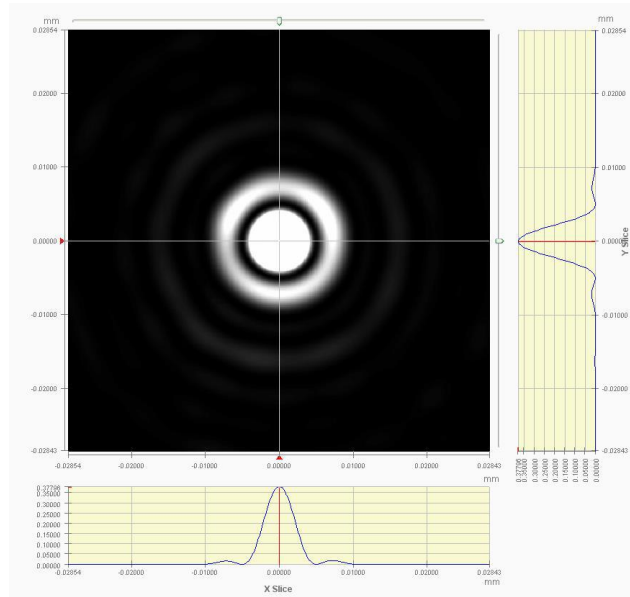
T80 Teleskobu'nda 1 ve 2 numaralı odaklar aktif olarak kullanılmaktadır. Birinci odakta fotometrik gözlemler için kullanılan CCD kamera ve filtre tekerleği, ikinci odakta ise ışığı tayfçekere yönlendiren FIGU (Fiber Injection Guiding Unit) birimi bulunmaktadır.

Teleskobun birincil ve ikincil aynası haricinde bir de üçüncül aynası bulunmaktadır. Bu üçüncül ayna, ışığı dedektörlerin bulunduğu odak düzlemine yönlendiren, 45 derecelik eğimle yerleştirilmiş bir düz aynadır. Üçüncül ayna, hareketli silindir bölme içerisinde bulunmaktadır ve yazılım üzerinden hareket ettirilebilmektedir. Yapılacak olan gözleme göre, fotometrik odak düzlemine ya da tayfsal odak düzlemine yönlendirilebilmektedir.

3.4 Teleskobun Optiği

ASA firması, ürettiği teleskoplar için gerekli optik malzemeyi de kendisi üretmektedir. Kendi optik tesislerinde üretim, optiğin kaplanması, cilalanması gibi işlemleri yapabilmektedirler. Optik tasarım için Zemax (<https://www.zemax.com>) yazılımı kullanılmaktadır. Bunun haricinde, simülasyon ve diğer işlemler için kullandıkları ve kendi geliştirdikleri farklı yazılımlar da bulunmaktadır.

Teleskobun 800 mm çapa sahip birincil aynası için kullanılan malzeme, kuvars (kaynaşık silika) malzemesidir. Bu malzeme düşük ısıl genleşme katsayısına sahiptir ve muadillerine göre daha hafif bir malzemedir. Isıl genleşme değeri, $0.5e-6/^{\circ}$ olup, oldukça düşüktür.



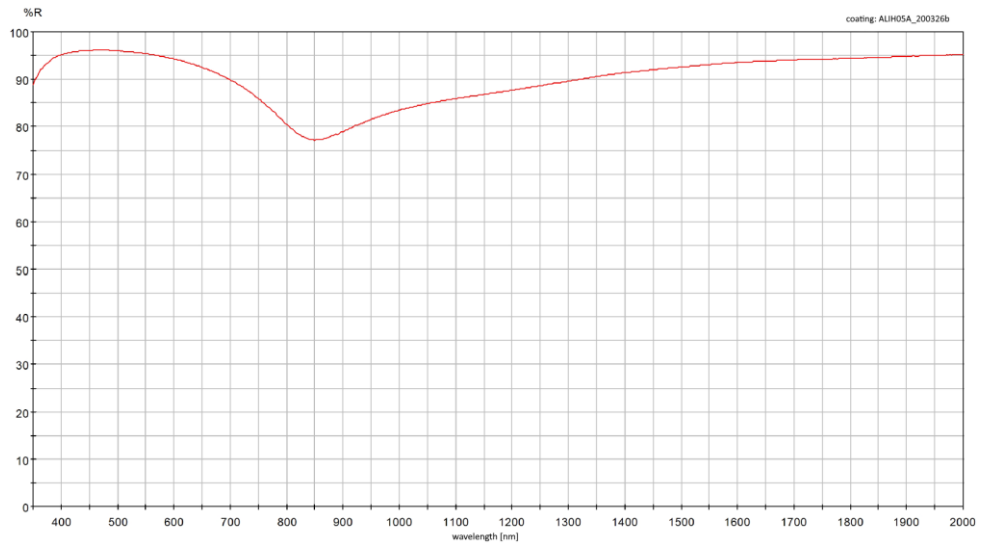
Şekil 3.5 800 mm çapındaki bir f/7 aynanın 632 nm He-Ne lazer ile yapılan PSF testi (Keller 2018)

T80 Teleskobu'nda kullanılan birincil aynanın bir eşi ile ASA tarafından yapılan nokta dağılım fonksiyonu (Şekil 3.5) testlerinden, aynanın Strehl oranı > 0.94 Strehl ve yüzey hatası $< \lambda / 24$ RMS sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen değerler, atmosferik görüş içinde sönmünecek ve göz ardı edilebilecek düzeyde küçük hatalardır.

Optik aberasyon veya türbülanslı atmosfer nedeniyle, optik çözünürlüğün değiştiği durumlarda optik kaliteyi belirtmek için kullanılan Strehl oranı (Strehl, 1895), 0 ile 1 arasında bir değere sahiptir. 1 Strehl oranına sahip bir optik sistem, hiç aberasyon görülmeyen ideal bir optik sistemdir. Bu nedenle, 0.94 Strehl değerinde bir aynaya sahip olan T80 Teleskobu'nun optik kalitesi oldukça yüksektir.

Teleskop aynaları için bir diğer önemli konu, aynanın kaplaması ve buna bağlı olarak yansıtma gücüdür.

ASA firması çeşitli ayna kaplama teknolojilerine sahip olsa da, görsel dalgaboylarında kullanılacak ve en fazla 1 metre çapına kadar olan aynalar için alüminyum kaplama yapmaktadır. Bu üç katmanlı kaplamada, iyon biriktirme teknolojisi kullanılmaktadır. Ayrıca alüminyum kaplama üzerine yapılan $\lambda/4$ SiO₂ katmanı ekstra koruma için yapılan bir kaplamadır.

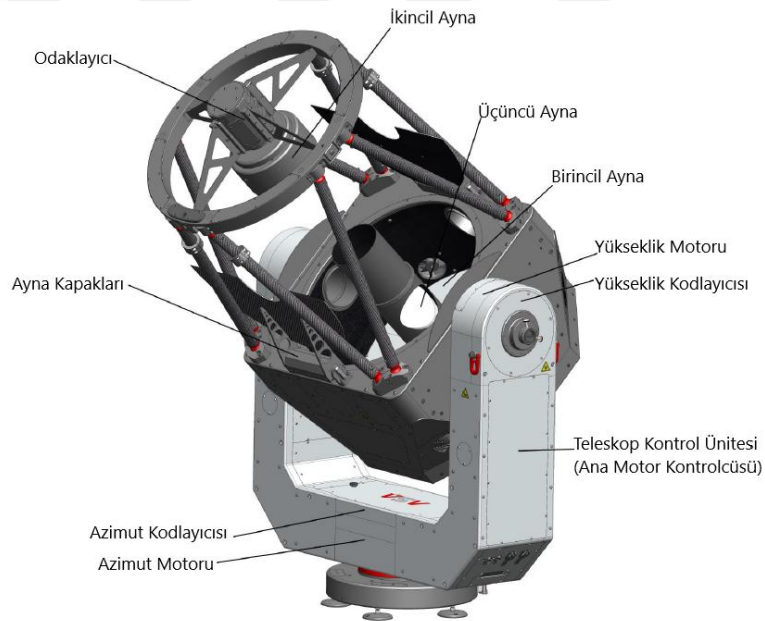


Şekil 3.6 ASA tarafından üretilen aynanın alüminyum kaplama sonucu dalgaboyuna göre yüzde cinsinden yansıtıcılığı (Puchner 2020)

Yapılan testlerden görüldüğü üzere (Şekil 3.6), alüminyum kaplama sonucu elde edilen yansıtma gücü 400-700 nm aralığında ortalama ~ 95% değerindedir.

3.5 Teleskobun Ana Bileşenleri ve Motor Sürücüleri

T80 Teleskobu'nun tüm motor sürücüleri, mutlak kodlayıcılara sahip olduğundan dişli sisteme sahip olan teleskoplara göre oldukça hassas yönelim ve takip hareketlerine sahiptir. Bunun yanı sıra, teleskobun açılışında başlangıç pozisyonuna ya da referans pozisyonuna alınmasına ihtiyaç yoktur. Mutlak kodlayıcılar, teleskobun pozisyonunu zaten bilmektedir. Sadece teleskobun yükseklik ve azimut açıları değil, aynı zamanda odaklayıcı, alan dönmesi düzeltici ve ayna kapakları için de bu durum geçerlidir. Bu parçaların tümünde yüksek hassasiyetli optik mutlak kodlayıcılar bulunmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 ASA AZ800 Teleskobunun Ana Bileşenleri (Puchner, 2018'den değiştirilerek alınmıştır)

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 °/s hızında yönelim hareketi yapabilmektedir. Bu hız, kullanıcı

tarafından 10 °/s'ye kadar çıkarılabilmektedir. Teleskop azimut ekseninde $\pm 340^\circ$ hareket edebilmektedir. Yükseklik ekseninde ise gidebileceği alt sınır 15° olarak tanımlanmıştır.

Teleskobun birincil aynasından yansıyan ışın demeti, teleskobun ikincil aynasına gider. İkinci aynadan da yansıyıp üçüncül aynaya gider ve üçüncül ayna yardımı ile istenilen odak düzlemine yönlendirilir. Gelen ışığın istenilen şekilde odaklanabilmesi için teleskobun ikincil aynasının arkasında bulunan, doğrusal adımlı bir motor yardımı ile ikincil ayna hareket ettirilir. Bu hareketteki adımlar, en az $0.1\mu\text{m}$ 'dir. Bu motorda, teleskobun diğer parçalarında da olduğu gibi yüksek çözünürlüklü optik mutlak kodlayıcılar bulunmaktadır. Odaklayıcıda kullanılan mutlak kodlayıcının çözünürlüğü $0.156\mu\text{m}$ 'dir. Yüksek çözünürlüklü kodlayıcı sayesinde, küçük ve hassas adımlarla ince odak ayarı yapılabilmektedir. Aynı zamanda yine bu mikro kodlayıcı sayesinde, teleskoba ve odak düzlemi aletlerine güç verildiğinde odaklayıcı pozisyonunu bilmekte ve o pozisyondan çalışmaya devam etmektedir. İkinci aynanın maksimum hareket mesafesi 30mm 'dir. Odaklayıcının kontrolü ACC yazılımı üzerinden yapılmaktadır.

Teleskobun üçüncül aynası, ışığı istenilen odak düzlemine yönlendirmek için kullanılan düz bir aynadır. Bu ayna, bir tork motor yardımı ile istenilen odak düzlemine döndürülmektedir. Bu tork motorunun adım hassasiyeti $12\mu\text{m}$ 'den küçüktür. Autoslew programı üzerinden bu aynanın kontrolü sağlanmakta ve ayna istenilen odak düzlemine döndürülmektedir. Üçüncül aynada, motor haricinde yine yüksek çözünürlüklü optik mutlak kodlayıcılar bulunmaktadır. Bu sayede aygıtta güç verildiğinde kaldığı pozisyon bilgisini okuyabilmekte ve başlangıç pozisyonuna kendisi dönmektedir.

Teleskobun birincil aynası, iki parçadan oluşan bir kapak yardımı ile korunmaktadır. Gözleme başlanmadan önce Autoslew yazılımı üzerinden bu kapaklar açılmalıdır. Gözlem sonunda ayna kapakları kapatılarak, gözlem yapılmayan zamanlarda teleskobun birincil aynası dış etkilerden korunmalıdır. Bu iki ayna kapağı, DC motor tarafından döndürülen dişli çarklar yardımı ile açılıp kapatılmaktadır. Kapakların pozisyonunu ve açısını okumak amacı için potansiyometre kullanılmaktadır. Kapaklar el ile de açılıp kapatılmaya müsaittir. Motorun ve dişlilerin zarar görmesini engelleyen bir mekanizma

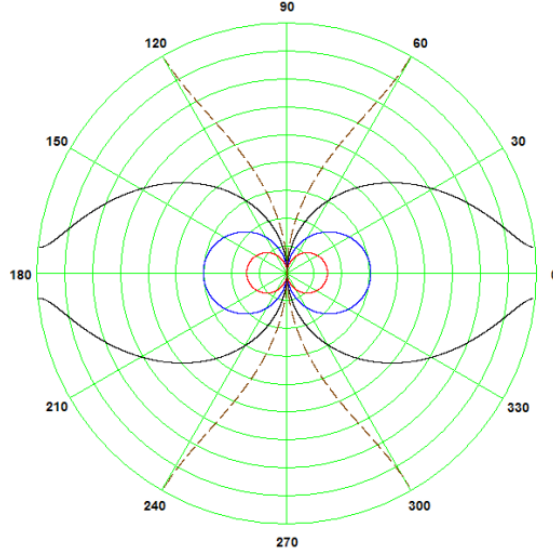
bulunmaktadır. Kapaklarda teleskobun ağırlık dengesini bozmaması için ağırlık bulunaktadır. Bu yüzden kapakların açılması ya da kapanması teleskobun ağırlık dengesini etkilememektedir.

Alt-Az montajlı teleskoaplarda yükseklik ve azimut olarak iki ana eksen bulunur. Teleskobun, gözlemi yapılan cismi görüş alanı içinde tutabilmesi için iki eksen de farklı hızlarda hareket etmesi gerekir. Teleskop, gördüğü alanı takip etmeyi sürdürecektir fakat görüntü, merkezi etrafında dönecektir. Ekvatoryal montajlı teleskoaplarda ise teleskop sadece sağ açıklık ekseninde takip hareketi yapar. Ayrıca teleskop, Dünya'nın dönme eksenine göre hizalanmıştır. Bu nedenle, ekvatoryal teleskoaplarda alan dönmesi görülmez.

Görüntüleri etkileyen alan dönmesinin miktarı bir kaç faktöre bağlıdır. Dünya'nın dönme hızı, gözlenen cismin gökyüzündeki konumu (azimut ve yükseklik), gözlem yapılan yerin enlemi gibi parametreler alan dönmesinin miktarını belirler. Gözlemi yapılan cismin yüksekliği en yüksek olduğu zaman, alan dönmesi en fazla miktarda görülür. Eğer gözlemi yapılan cisim yeni doğuyor veya batıyorsa, yani ufuk düzlemine dik açıya yakın hareket ediyorsa, alan dönmesi miktarı daha düşük olacaktır. Alan dönmesi miktarı;

$$\text{Alan Dönmesi} = \frac{W * \cos(\text{Enlem}) * \cos(\text{Azimut})}{\cos(\text{Yükseklik})}$$

eşitliği ile Keicher tarafından tanımlanmıştır. Burada enlem gözlemcinin enlemi, azimut ve yükseklik ise gözlenen cismin ufuk koordinat sistemindeki koordinatlarıdır. W ise Dünya'nın dönme hızıdır. Dünyanın dönme hızı, $W=4.178 \times 10^{-3} \text{ }^\circ/\text{s}$ 'dir.



Şekil 3.8 40 derece enlemi için, alan dönmesi düzeltici olmayan bir teleskop ile yapılan gözlemlerde alan dönmesinin 10 mikrondan küçük olması için gökyüzünün farklı bölgelerinde verilebilecek en yüksek poz sürelerinin gösterildiği gökyüzü çizimi (Keicher 2005)

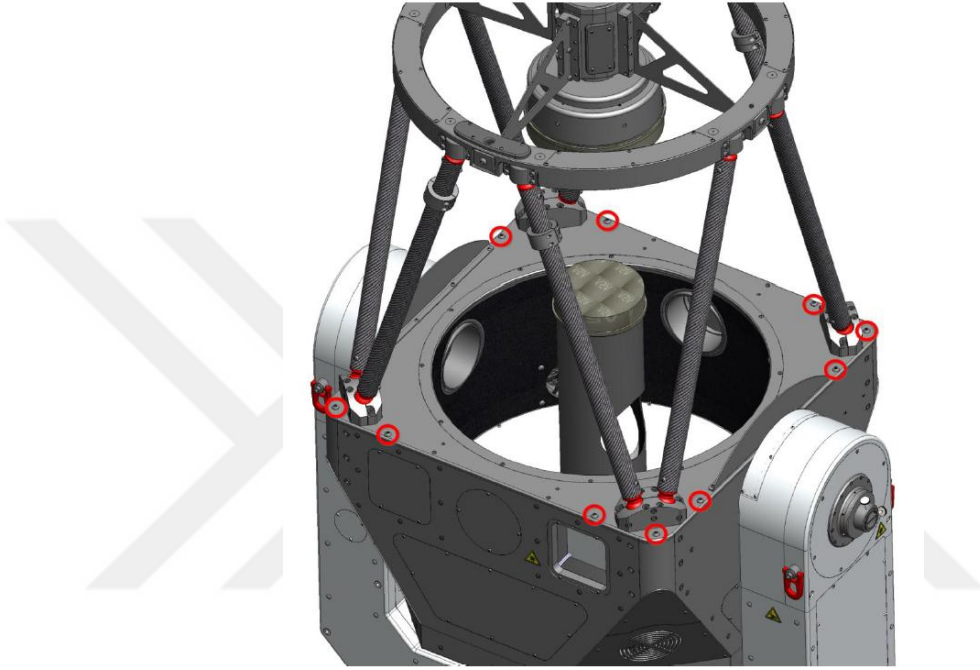
Şekil 3.8’de gösterilen, kırmızı çizgilerin içinde kalan alanda yapılan gözlemlerde maksimum poz süresi 15 saniye olmalıdır. Mavi çizgilerin içinde kalan alanlarda maksimum poz süresi 30 saniye olmalıdır. Siyah çizgilerin içinde kalan alanda maksimum poz süresi 60 saniye olmalıdır. Kahverengi kesikli çizgilerle belirlenen sınır içinde ise maksimum poz süresi 120 saniye olmalıdır.

Bu etkiden dolayı, alt-az montajlı teleskoaplarda alan dönmesini gidermek için alan dönmesi düzeltici (İng. field de-rotator) kullanılır. T80 Teleskobu’nda bulunan iki odak düzleminde biri olan ve fotometrik gözlemlerin yapıldığı odak düzleminde ASA firması tarafından üretilen alan dönmesi düzeltici takılıdır. ASA firması tarafından üretilen bu alan dönmesi düzeltici, bir step motor ve yüksek çözünürlüklü optik mutlak kodlayıcılar aracılığı ile çalışmaktadır. Maksimum dönme hızı $6^\circ/s$ ’dir.

3.6 Teleskobun Montajı ve Bağlantıları

Teleskop, gözlemevine iki ana parça halinde gelmiş ve montajı teleskop binası içerisinde yapılmıştır. Teleskobu yerleştirmeden önce, pilyenin üst yüzeyi, ASA firması

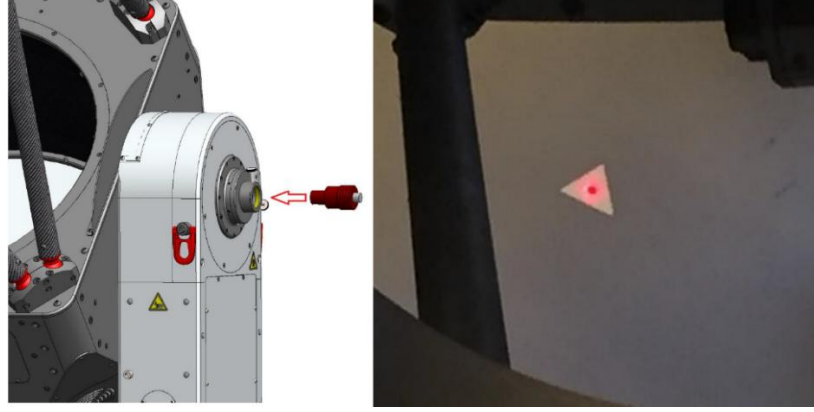
tarafından gönderilen delme şeması ile delinmiş ve M12 ankrajlar bu deliklere silikon bazlı yapıştırıcı yardımı ile sabitlenmiştir. Teleskobun birincil aynasını tutan alt gövde, bir vinç yardımı ile kubbe içine alınmış ve pilye üzerinde sabitlenen ankrajlar üzerine oturtulmuştur. Alt gövdenin üzerine, ikincil aynayı tutan üst gövde yerleştirilmiş ve şekil 3.9’da işaretlenen vidalar ile iki ana parçanın bağlantıları tamamlanmıştır.



Şekil 3.9 T80 Teleskobu’nun alt gövdesi ile üst gövdesinin bağlantı noktaları (Puchner 2018)

Daha sonra, teleskobun alt gövdesinin iç kısmında bulunan elektronik aksamaların bağlantısı yapılmıştır. Bu bağlantılar; odaklayıcı, ayna kapakları ve fanların çalışması için gerekli olan bağlantılardır.

Tüm bağlantılar yapıldıktan sonra, birinci ve ikinci odakta kolimasyon ayarları yapıldı. ASA firması, ürettiği tüm teleskopların kolimasyon ayarını göndermeden önce yapmaktadır. Bu yüzden gözlemesinde sadece ince bir ayar yapmak gerekmektedir. Bu ince ayar için ASA firmasının gönderdiği lazer kolimatör kullanıldı.



Şekil 3.10 Soldaki görselde odaklardan birine yerleştirilen lazer kolimatör ve sağdaki görselde doğru bir kolimasyon işlemi sonucunda ayna üzerinde lazer ışınının konumu (Puchner 2018)

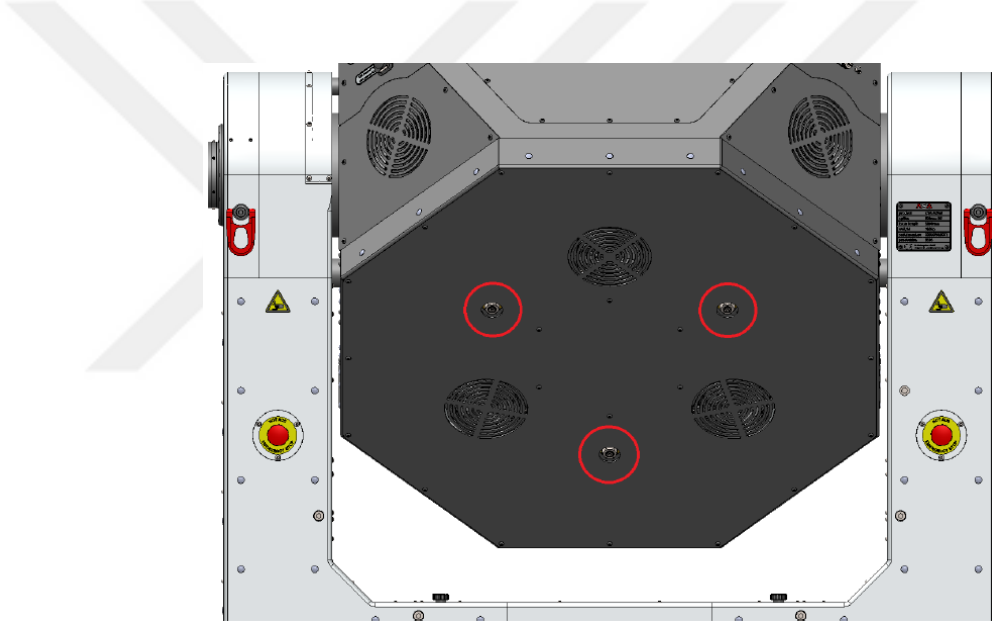
Şekil 3.10'da gösterildiği gibi, lazer kolimatör önce odaklardan birine yerleştirilir. İlk yapılması gereken üçüncül aynanın yüksekliğini kontrol etmektir. Üçüncül aynaya erişebilmek için, üçüncül aynayı koruyan silindir yuva sökülmelidir. Aynanın yüksekliğini ayarlamak için ayna, lazerin olduğu odak doğrultusuna 90° açı yapacak şekilde çevrilmelidir. Lazer ışını, aynanın yüzeyine hafifçe dokunduğunda, ayna yüksekliği doğru ayarlanmış demektir. Üçüncül aynanın yüksekliği, eğimi ve merkezlenmesi, ASA tarafından fabrikada yapılmıştır. Teleskobun kurulumu esnasında bunlar iki odak yönü için de yeniden kontrol edilmiştir.

Kolimasyon, teleskobun optik parçalarının birbirlerine olan paralellik durumudur. Eğer optik parçalar veya odak düzlemi aygıtları birbirlerine göre paralel değilse, bunun sonucunda görüntüde koma hatası gibi bazı optik bozulmalar görülür.

Teleskobun kolimasyon ayarının ne durumda olduğunu görmek için, her iki odakta da lazer çalıştırılarak, ikincil ayna üzerindeki etiketin konumuna göre lazer ışınının düştüğü yere bakılır. Eğer iki odaktaki lazer ışınları, ikincil ayna üzerinde farklı yere düşüyorsa, yapılması gereken ikisinin de aynı noktaya düşmesini sağlamaktır. Bu ayar üçüncül aynadan yapılır ve her iki odak için de yapılmalıdır.

Ayrıca lazer, ikincil aynadan yansıyıp tekrar üçüncül ayna üzerinde aynı noktaya düşmelidir. Eğer aynı noktaya düşmüyor ise, ikincil aynanın açısı, ikincil aynanın arkasında bulunan üç adet vidadan ayarlanmalıdır.

Teleskobun birincil aynasının kolimasyon ayarı ancak yıldız gözlemi ile test edilebilir ve ayarlanabilir. Ufuk yüksekliği 45° üzerinde olan orta parlaklıkta bir yıldız seçilmeli ve teleskop o yıldızla yönlendirilmelidir. Yıldız görüntünün merkezine getirilir ve yıldız halka şeklinde görülene kadar görüntü odak dışı hale getirilir. Birincil aynanın kolimasyon ve eğim ayarı, aynanın arka tarafında kalan ve şekil 3.11’de gösterilen üç adet vidadan ayarlanır.



Şekil 3.11 Birincil aynanın kolimasyon ve eğim ayarı vidaları (Puchner 2018)

Bu şekilde aynaların eğim ve kolimasyon ayarları yapılır. Bir yıldızın odak dışı görüntüsünün kolimasyondan önce ve kolimasyondan sonra nasıl görüneceği şekil 3.12’de gösterilmiştir.

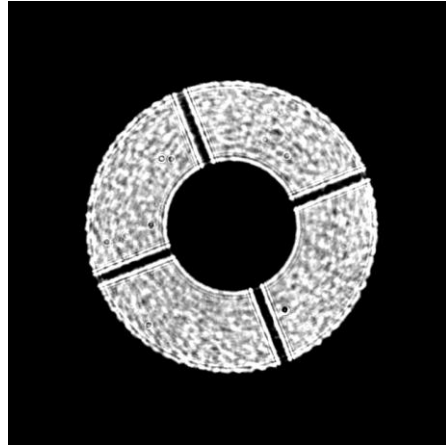


Şekil 3.12 Kolimasyondan önce (sol) ve kolimasyondan sonra (sağ) odak dışı yıldız görüntüsünün temsili gösterimi

3.7 Kolimasyon

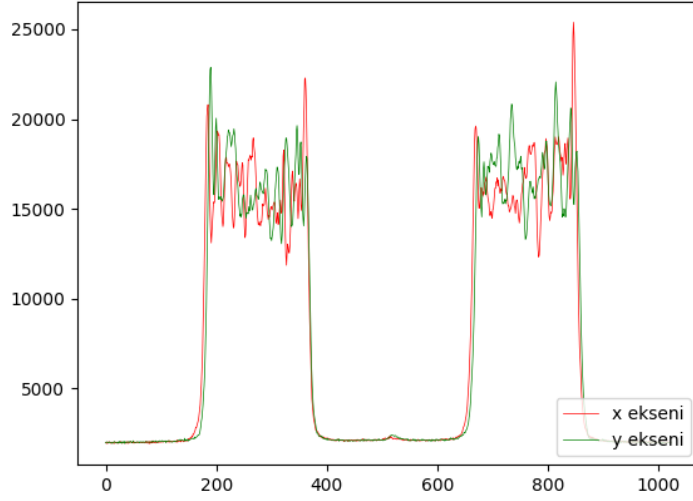
Teleskobun kurulum aşamaları tamamlandıktan sonra, teleskop aynalarının gerekli kolimasyon ayarları yapıldı.

Optik düzeneğin kolimasyon durumuna ilişkin; Deneb yıldızının odak dışı görüntüsü şekil 3.13'te, ilgili odak dışı görüntünün iki eksenli sayım değerleri de şekil 3.14'te verildi.



Şekil 3.13 Deneb yıldızının T80 Teleskobu ile elde edilmiş odak dışı görüntüsü

Şekil 3.14'ten de görüldüğü üzere, birbirine dik iki ekseninde de sayımlar yaklaşık aynı seviyededir. Ayrıca yapılan ölçümler ile iki ekseninde de odak dışı yıldız görüntüsünün eşit piksellere yayıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.14 Odak dışı görüntünün birbirine dik iki eksendeki sayım değerleri

Kolimasyonun bozuk olması durumunda, odak dışı yıldızın bir bölümünde sayımlar ortalamasının üzerinde kalırken, diğer tarafında ise ortalamasının altında kalacaktır. T80 Teleskobu'nun aynasının kolimasyon işlemi hassas bir şekilde yapılmıştır. Bu nedenle odak dışı yıldızın x ve y eksenlerinden görüldüğü gibi, sayımlar yıldızın yayıldığı tüm piksellerde dar bir aralıkta dağılmıştır.

3.8 Teleskobun Pointing Dosyasının Oluşturulması

Teleskobun hem hizalama, hem de takip performansını en iyi seviyeye getirebilmek için, teleskobun bulunduğu konuma bağlı olarak kodlayıcıların gerçek gökyüzünü en hassas biçimde modellemesi sağlanmalıdır. Bu bağlamda, gökyüzünde birçok noktadan teleskobun baktığı konum ile gerçekte bakması gereken konum arasındaki farkların hesaplandığı ve düzeltildiği pointing dosyası oluşturulmalıdır.

Alt-Az kurgulu bir teleskobun pointing parametreleri aşağıdaki gibidir.

- Doğu-batı, kuzey-güney yönlerindeki eğim (Teleskobun pilyeye montajı, kurulumu sırasında oluşabilecek bir hata)
- Kolimasyon (Optik parçaların düzgün bir şekilde paralelleştirilmemesi)

- Optik tüpün esnemesi (Ağırlık sebebi ile optik tüpün esnemesi)
- Offset (Teleskobun motorlarındaki kodlayıcılar ile gerçek gökyüzü pozisyonu arasındaki fark)
- Süper fit (Süper fit, daha iyi bir hizalama performansı elde edebilmek için, daha yüksek dereceden düzeltme eğrileri kullanır.)

AŞağıda teleskobun her iki odağı için yapılan pointing model prosedürünün adımlarından bahsedilmiŐtir.

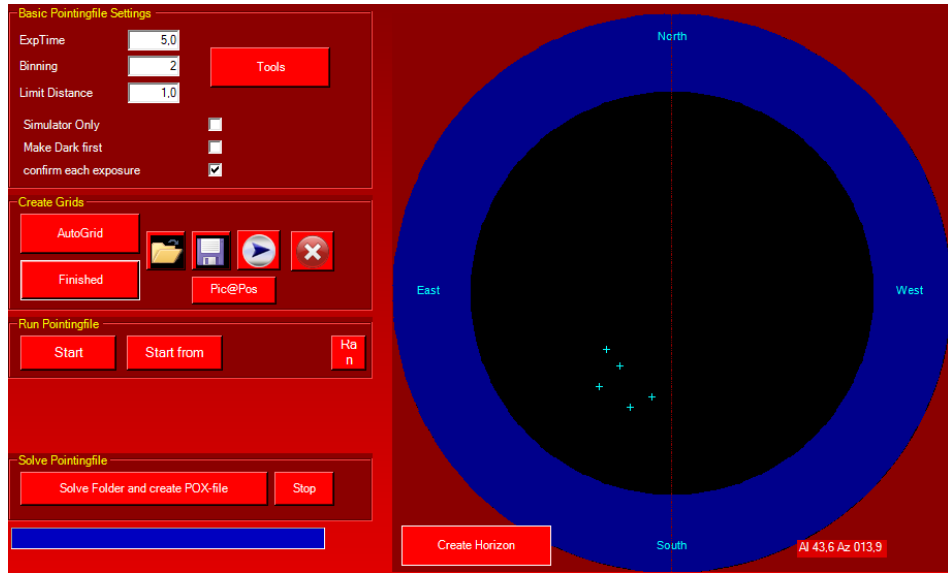
Teleskop için pointing dosyası oluŐturulurken, ilk olarak teleskop gökyüzüne senkronize edilir. Bunun için bilinen herhangi bir yıldız kullanılabilir. Teleskop yıldıza çevrilip, yönelim hareketini tamamladıktan sonra görüntü alınır. Yıldızın görüntüye girdiği, ancak görüntünün merkezinde olmadığı durumda, Autoslew programı arayüzünde bulunan y n tuşları ile yıldız görüntünün merkezine alınarak teleskop, yıldızın koordinatlarına senkronize edilir.

Senkronizasyon işleminin sonrasında, Autoslew yazılımında bulunan “Mount” sekmesinden, “Set a New Homeposition” seçeneği seçilir. Böylece yüksek çözünürlüklü mutlak kodlayıcılar ile gökyüzü pozisyonu arasındaki offset giderilir ve teleskop pointing dosyası oluŐturmak için yapılacak iŐlemlere hazır hale getirilir. Bu aşamada ayarlar “File” menüsü altından “Save Parameter” seçeneği seçilerek kayıt edilebilir.

Pointing dosyası, farklı yöntemler kullanılarak oluŐturulabilir. T80 Teleskobu için Sequence yazılımı kullanılarak pointing dosyası oluşturulmuştur. Sequence yazılımı kullanılarak oluŐturulacak pointing dosyası için aŐađıdakilere ihtiyaç vardır.

- Pinpoint astrometri motoru
- GSC (Guide Star Catalog) 1.1 veya UCAC3 (USNO CCD Astrograph Catalog) yıldız kataloğu
- MaxIm DL yazılımı (Kamera kontrolü için)
- Sequence yazılımı ve tüm parametrelerin doğru bir Şekilde ayarlanması

Tüm yazılımlar için gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra, Sequence yazılımının sol menüsünden “Connect” butonu tıklanarak cihazlara bağlantı sağlanır. Artık bazı temel pointing parametrelerinin düzeltilmesi işlemine başlanabilir. Bu temel parametreler doğu-batı veya kuzey-güney eğimi, kolimasyon hatası gibi parametrelerdir. Autopoint menüsünde “Mouse Grid” seçilir ve teleskobun senkronize edildiği bölge civarı tıklanarak 5 ya da 6 nokta eklenir. T80 Teleskobu’nun pointing dosyası için oluşturulan “Mouse Grid”, şekil 3.15’te verildi. Prosedür başlayınca, teleskop bu noktalara otomatik olarak yönlenecek ve hareketini tamamlayınca otomatik olarak görüntüler alınacaktır. Kubbenin dönmesini beklemek için, “Basic pointing file settings” bölümünden “Confirm each exposure” seçeneği seçilerek aktif hale getirilir. Böylece teleskop hareketini tamamlayınca, görüntü alınması için kullanıcıdan onay istenecektir. Kubbe hareketi tamamlandıktan sonra, kullanıcı onay vererek görüntü alınmasını sağlayabilir. Tüm ayarlamalar yapıldıktan sonra, “Start” butonu tıklanır ve prosedür başlatılır. Yazılım, dosyaların nereye kayıt edileceğini sorar. Yazılım tarafından otomatik olarak o günün tarihi ve saati ile bir klasör oluşturulur ve kullanıcıya önerilir. Onay verilerek, dosyaların tanımlı adrese kayıt edilmelerine izin verilir.



Şekil 3.15 Sequence yazılımının Autopoint menüsü

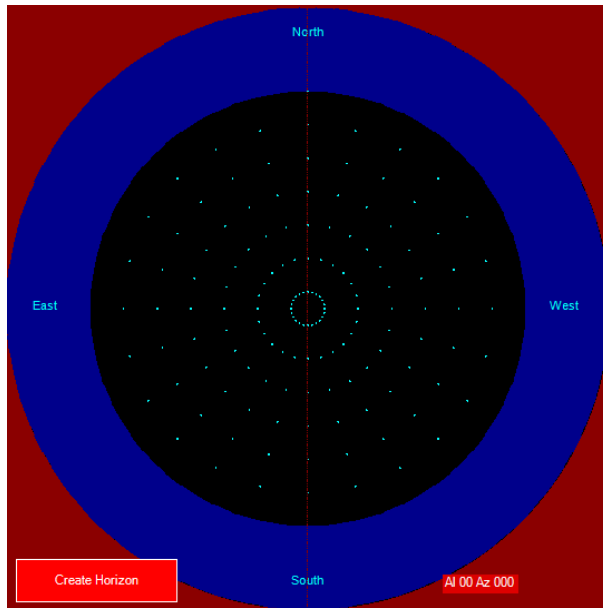
Teleskop artık seçilen cisimlere sırası ile otomatik olarak yönlenecek ve kullanıcı onayladıkça o bölgeden görüntüler alacaktır. Tüm noktalar tamamlandıktan sonra,

görüntülerin çözümü için kullanıcıdan onay istenecektir. Çözülen görüntüler sonucunda yazılım, .pox uzantılı bir autopointing dosyası oluşturacaktır.

Oluşan bu .pox uzantılı autopointing dosyası, gerekli hesaplamalar için Autoslew yazılımına yüklenmelidir. Yüklendikten sonra, “Calculate Configuration” seçeneği ve “Normal Optimization” seçilerek gerekli hesaplamalar yapılmalıdır. Hesaplamalar tamamlandıca “Use now and save” seçeneği seçilmeli ve konfigürasyona bir isim verilerek kayıt edilmelidir.

Artık hassas pointing dosyası prosedürüne başlanabilir. Autopoint menüsünde autogrid seçeneği seçilir ve gökyüzünde belirli azimut ve yükseklik aralıkları ile noktalar belirlenir. Pencerede görülen “Grid Alt”, “Grid Az”, “min Alt” ve “min Az” metin kutuları uygun şekilde doldurulmalıdır.

T80 Teleskobu'nun pointing dosyası için, minimum yükseklik 30° ve maksimum yükseklik 80° olacak şekilde ayarlanmıştır. Yükseklikte 10° aralıklarla ve azimutta ise 15° aralıklarla noktalar seçilmiştir. Pointing dosyası toplam 144 noktadan (Şekil 3.16) oluşturulmuştur.



Şekil 3.16 Sequence yazılımından autogrid ile oluşturulan, pointing için belirlenen noktalar

Tüm ayarlamalar yapıldıktan sonra “New Grid” butonu ve ardından “Start” butonu tıklanarak, klasör seçilir ve prosedür başlatılır. Teleskop, her bir noktaya sırası ile yönelir ve kullanıcı onayı ile her noktadan görüntü alınır.

Tüm prosedür tamamlandıktan sonra, oluşan .pox uzantılı autointing dosyası, Autoslew yazılımına yüklenmelidir ve hesaplamalar yapılmalıdır. Bu defa “Use now, save and use on next start” seçeneği seçilmelidir. Böylece bir sonraki açılışta, bu konfigürasyon otomatik olarak yüklenir. Uygun bir isim ile pointing dosyası kayıt edilir.

Son olarak tekrar bir yıldız ile senkronizasyon işlemi ve sonrasında “Set a new homeposition” işlemi yapılarak pointing dosyası oluşturulmuş olur.

Oluşturulan bu pointing dosyası, bazı düzeltmeler ile diğer odaklar için kullanılabilir. T80 Teleskobu’nun tayfçeker odağı, fotometri odağında oluşturulan pointing dosyası üzerinden düzeltmeler yapılarak ve offsetler verilerek oluşturulan düzenlenmiş pointing dosyasını kullanmaktadır.

Oluşturulan pointing dosyaları sayesinde, teleskop her iki odak için de oldukça hassas bir şekilde takip yapabilmekte ve verilen koordinatlara yönelebilmektedir.

3.9 Teleskobun Takip ve Hizalama Hassasiyeti

Bir teleskop yönelim hareketleri için yeterince hızlı ve takip hareketleri için ise yeterince küçük ve hassas hareket edebilme yeteneğine sahip olmalıdır. Bu hassasiyet uygun kodlayıcılar ile yakalanabilir. Dişlilere veya kayışlara sahip motorlar kullanan teleskoplar ile bu hassasiyete ulaşamadığı için, artık günümüzde mutlak kodlayıcılara (Şekil 3.17) sahip, doğrudan sürürlü (İng. direct drive) motorlar kullanan teleskoplar oldukça yaygınlaşmaktadır.



Şekil 3.17 ASA teleskoaplarda bulunan mutlak kodlayıcılara sahip doğrudan sürürlü motor

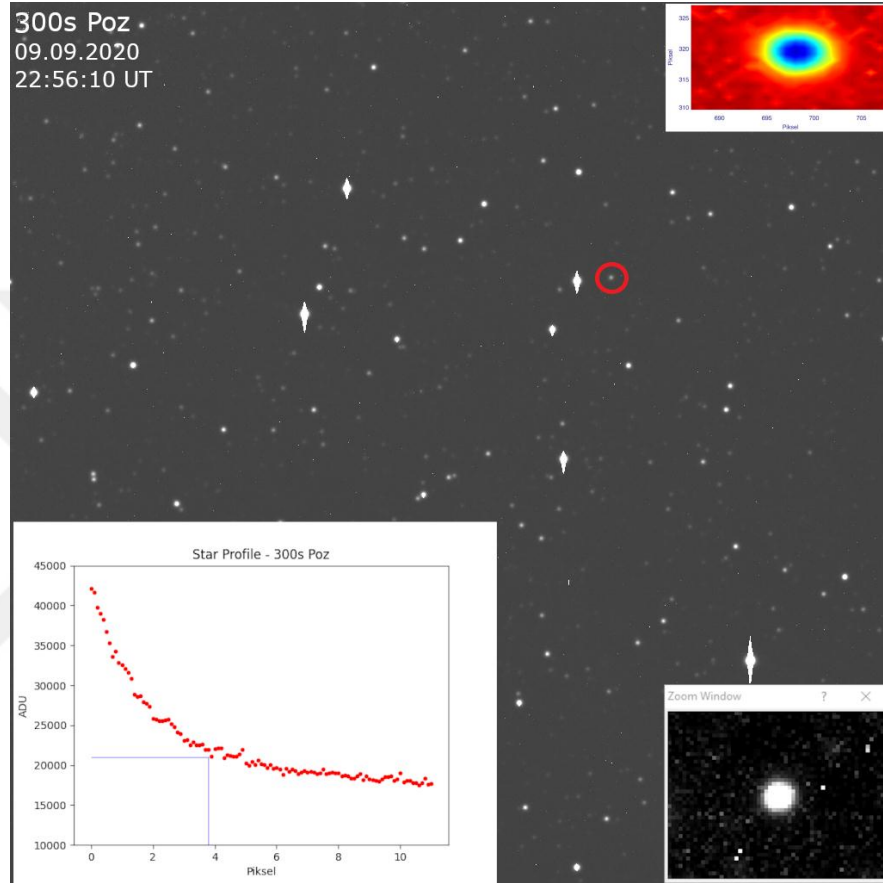
Kayış ya da dişlilere sahip motor ile çalışan teleskoaplarda, parçaların ısı değişimlerinden dolayı genleşmesi, uzun süreli kullanım ve sürtünmelerden dolayı aşınmalar meydana gelmesi, dişlilerin geri tepmesi veya esneme gibi olaylardan dolayı takip veya yönelim hassasiyeti oldukça düşmektedir. Kullanılan bu doğrudan sürürlü motorlar ile tüm bu etkiler elimine edilmiştir. Düşük rpm ile daha yüksek tork elde edebilen bu motorlar ile teleskoaplarda daha verimli çalışmaktadır.

ASA firması, ürettiği montürlerin tüm eksenlerinde yüksek hassasiyetli mutlak kodlayıcılar kullanmaktadır. Bu kodlayıcılar 1/100 yay saniyesinden daha yüksek çözünürlüğe sahiptir. Bu yüksek çözünürlük ve hassasiyet sayesinde teleskop ileri düzeyde takip ve hizalama yeteneğine sahiptir.

ASA firması tarafından, hizalama hassasiyetinin pointing model ile 8" RMS değerinden daha küçük bir hataya ulaşılacağı belirtilmektedir. Takip hassasiyeti için ise, bu değer 5 dakikada 0.25" RMS değerinden küçüktür. Teleskop yönelim hareketlerini saniyede 6° hızında yapmaktadır. Bu değer saniyede 10 dereceye kadar yükseltilebilir.

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 (Şekil 3.18), teleskobun takip hassasiyeti incelendi. Yapılan yeni pointing model sayesinde, teleskobun takip hassasiyeti istenilen düzeye indirildi ve bu sayede teleskop verimli bir şekilde kullanılabilir.



Şekil 3.18 300 saniye poz süreli fotometrik görüntü ve işaretli yıldızın bazı bilgileri

Oluşturulan pointing dosyası sonrası, teleskobun takip hassasiyeti ile birlikte hizalama hassasiyeti de oldukça iyi bir seviyeye geldi. Yapılan hesaplamalar ile teleskobun hizalama hassasiyetinin yaklaşık 1'.3 mertebesinde olduğu görüldü (çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Teleskobun hesaplanan takip ve hizalama hassasiyeti değerleri

Parametre	Değer
Takip Hassasiyeti :	1".5 RMS / 1200 saniye
Hizalama Hassasiyeti :	1'.3

3.10 Odak Düzlemi Aygıtlarının Bağlantısı ve Kablolması

Teleskobun, aktif olan iki odak yolundan birincisinde fotometrik gözlemler yapılmaktadır. İkinci odak ise, tayfsal gözlemler için kullanılmaktadır.

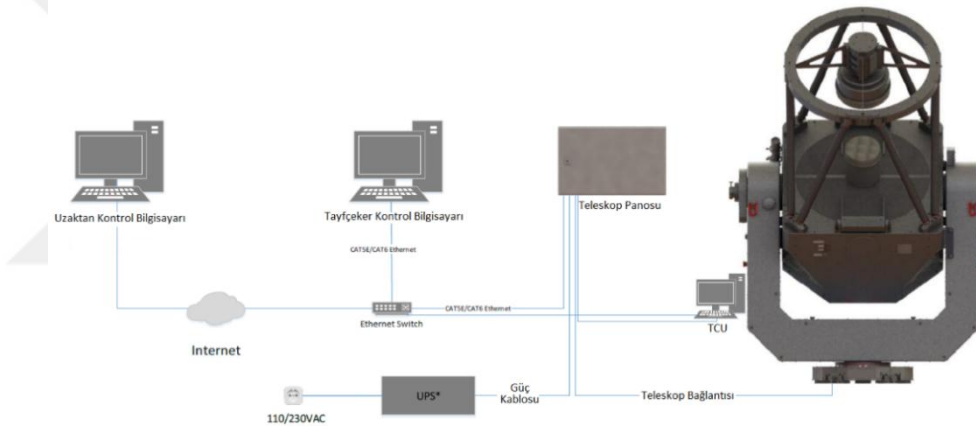
Fotometri odak düzleminde, teleskobun gördüğü alanı genişletmek amacı ile 0.69x odak düşürücü (İng. focal reducer) kullanıldı ve bu sayede teleskobun odak uzunluğu 3864 mm oldu. Böylelikle CCD'nin gördüğü alan 11.8' x 11.8' olarak genişletildi. Görüntülerdeki alan dönmesini engellemek için alan dönmesi 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.

İkinci odak düzleminde ise, tayfsal gözlemler yapılmaktadır. İkinci odakta, Shelyak firması tarafından üretilen FIGU (Fiber Injection and Guiding Unit) 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 yarık önünde tutulması sağlanmaktadır.

Teleskobun çatal kollarından birisi içerisinde bir adet bilgisayar bulunmaktadır. Bu bölüme teleskop kontrol ünitesi (TCU – Telescope Control Unit) denir. TCU bilgisayarının (çizelge 3.3) amacı teleskobun ve teleskobun bazı parçalarının kontrolünü sağlamaktır. Teleskop RS232 seri bağlantı ile bu bilgisayara bağlıdır. Teleskop haricinde, Apogee ALTA U47 CCD ve Atik 314L+ CCD kameralar da bu bilgisayara bağlanmıştır.

Çizelge 3.3 TCU bölümünde bulunan teleskop kontrol bilgisayarının özellikleri

İşlemci:	7. Nesil Intel®Core™ i7 işlemci
İşletim Sistemi:	Windows 10 Pro
Grafik:	Intel®Integrated Graphics 630
Bellek:	2 x DDR4 2133MHz SODIMM, Maks. 32 GB
Depolama:	2.5" HD/SSD – SSD için M.2 yuvası
Giriş/Çıkış) Bağlantı Noktaları:	<ul style="list-style-type: none">• Ön:2 x USB• Arka:4 x USB 3.0• 2x DisplayPort,• 1 LAN
Güç Kaynağı:	65W Bağdaştırıcı
Boyut (Y x G x D) :	179 mm x 183 mm x 34,5 mm
Ağırlık:	1,32 kg

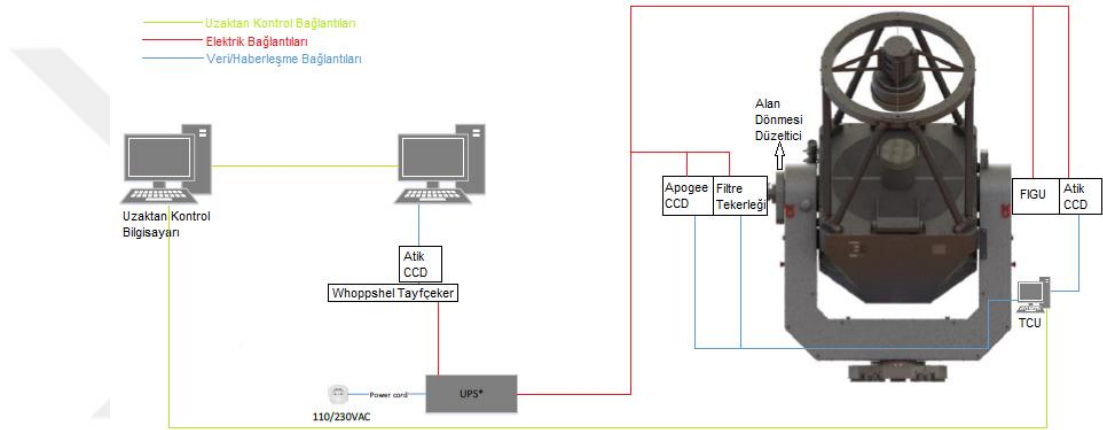


Şekil 3.19 T80 Teleskobu'nun bağlantı şeması (Puchner 2018'den değiştirilerek alınmıştır)

Şekil 3.19'da gösterilen şemada görüldüğü gibi, T80 Teleskobu ve teleskoba bağlı bazı teleskop parçalarının kontrolü TCU bölümüne bağlıdır. Teleskobun ana bağlantısı ve TCU bölümü de teleskop panosuna bağlıdır. Teleskop panosunda bulunan PDU (Protocol Data Unit) cihazı üzerinden teleskoba, teleskobun kapaklarına, odaklayıcıya ve TCU bölümüne güç verilmektedir. Cihazların gücünün açılması ve kapanması, teleskop panosundan yapılmaktadır. Ayrıca TCU bölümünde bulunan teleskop kontrol bilgisayarı, bir CAT kablo ile ethernet switch üzerinden yerel ağa ve internete erişebilmektedir. Tayfçekerin kontrolü için kullanılan tayfçeker kontrol bilgisayarı da ethernet switch'e bağlıdır. Böylece bilgisayarlar aynı yerel ağ grubu içerisinde

kullanılabilecek şekilde ayarlanmıştır. Tüm cihazlar, UPS (Kesintisiz Güç Kaynağı) cihazına bağlıdır. Bu UPS cihazı, bir elektrik kesintisi olduğunda sistemi güvenli bir şekilde kapatabilmek için gerekli olan zamanı tanımaktadır.

Teleskobun odak düzlemlerinde bulunan fotometri CCD kamerası, FIGU CCD kamerası, filtre tekerleği, doğrudan TCU bölümünde bulunan teleskop kontrol bilgisayarına bağlıdır. Ayrıca odaklayıcı ve ayna kapakları da TCU bölümündeki kontrol kartları aracılığı ile teleskop kontrol bilgisayarından kontrol edilmektedir.

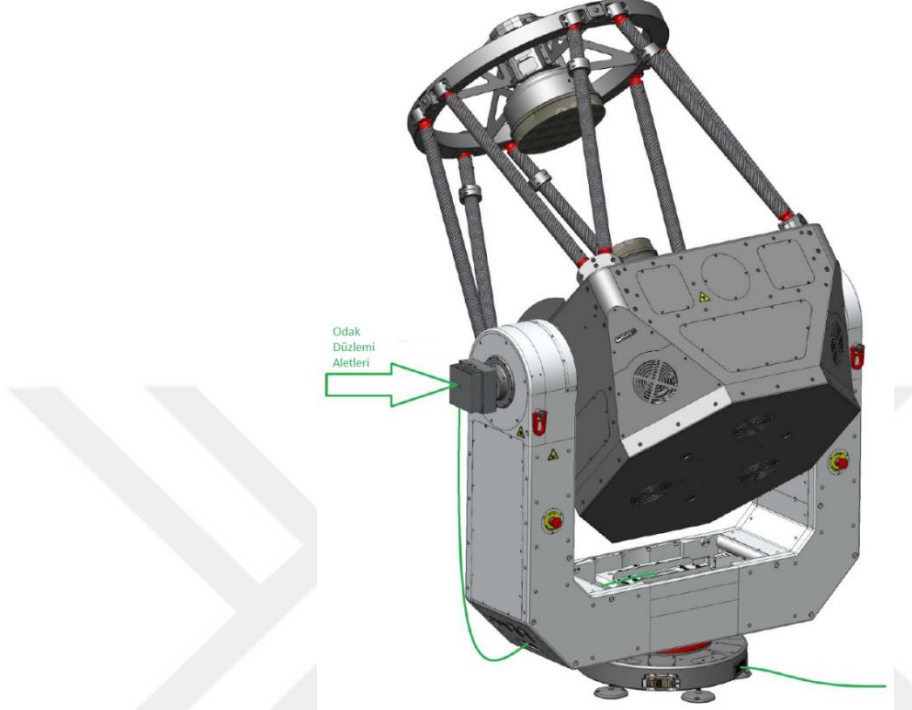


Şekil 3.20 T80 Teleskobu'nun odak düzlemi aletlerinin elektrik ve haberleşme bağlantıları (Puchner 2018'den değiştirilerek alınmıştır)

Teleskobun kontrolünün yapıldığı TCU bölümünde bulunan teleskop kontrol bilgisayarını ile fotometrik gözlemlerin yapıldığı Apogee Alta U47 CCD kamerasının kontrolü de sağlanmaktadır. Ayrıca teleskobun tayfçekere giden odak yolu tarafında bağlı bulunan, FIGU üzerindeki Atik 314L+ CCD kamera da bu bilgisayara bağlıdır. Şekil 3.20'de gösterilen bağlantı şemasında tüm cihazların elektrik ve haberleşme bağlantıları gösterilmiştir.

TCU bölümü, teleskobun çatallı kolunun içerisinde bulunmaktadır. Apogee Alta U47 CCD ve Atik 314L+ CCD kameralarının kablolanması, teleskobun yönelimi esnasında herhangi bir dolanma veya takılmaya sebep olmayacak bir düzen ile şekil 3.21'de gösterilen, teleskobun içerisindeki kablolanma kanalından geçirilerek yapılmıştır. Ayrıca

tayfçeker ile yapılan gözlemlerde, yıldızın ışığını FIGU cihazından tayfçekere kadar taşıyan fiber optik kablolar da teleskobun içerisindeki bu kablo kanalından geçirilmiştir.



Şekil 3.21 Teleskoba bağlı cihazların kablolaması (Puchner 2018'den değiştirilerek alınmıştır)

Ayrıca kullanılan Apogee Alta U47 CCD ve Atik 314L+ CCD kameraların haberleşme için kullanılan USB kabloları, teleskobun çatal kolları üzerinde bulunan USB girişlerine bağlanmıştır. Bu USB girişler aracılığı ile cihazlar TCU bilgisayarına bağlanmaktadır. T80 Teleskobu'nun çatal kolları üzerinde 2 adet USB girişi, 1 adet HDMI girişi bulunmaktadır.

3.11 Odak Düzlemi Aygıtları ve Diğer Cihazlar

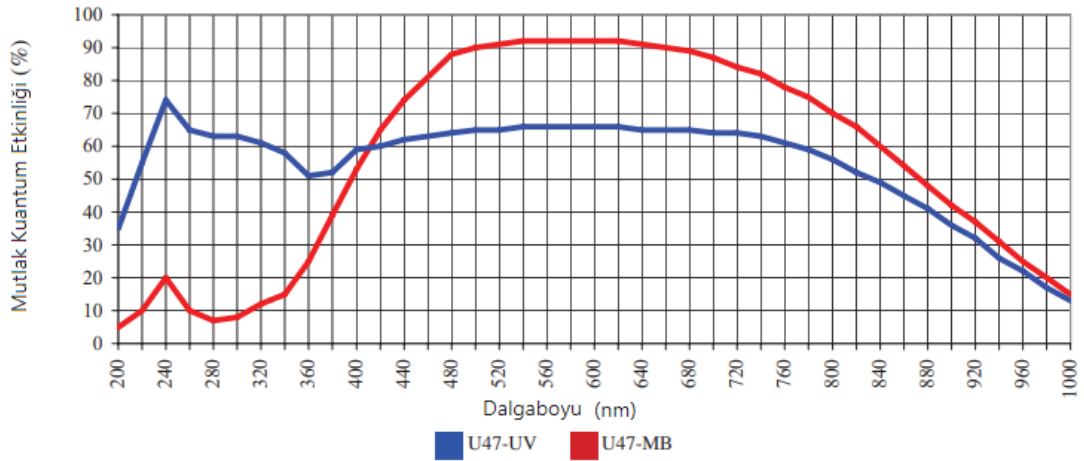
3.11.1 Apogee Alta U47 CCD kamera

T80 Teleskobu ile yapılan fotometrik gözlemlerde kullanılan, şekil 3.22'de gösterilen Alta U47 CCD kamera; astronomi, radyoloji ve optik alanlarında kullanılmak üzere

Apogee firması tarafından üretilmiştir. Arkadan aydınlanmalı Alta U47 CCD kamera, yüksek kuantum etkinliğine sahiptir ve bu değer %90'ın üzerindedir. CCD'nin kuantum etkinliği grafiği şekil 3.23'te gösterilmiştir. 16 bit modda kullanılan CCD, 0 - 65535 ADU (Analog to Digital Unit) aralığında ölçüm yapabilmektedir. CCD'nin tüm özellikleri çizelge 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.22 Apogee Alta U47 CCD Kamera (Anonymous. <https://optcorp.com/products/apogee-atla-f47>. Erişim tarihi: 15.11.2020)



Şekil 3.23 Kırmızı çizgi, kullanılmakta olan standart Apogee Alta U47-MB (Midband) CCD kameranın kuantum etkinliğini temsil ederken, mavi çizgi ise U47-UV modelinin kuantum etkinliğini temsil etmektedir (Anonymous. <http://www.birtwhistle.org.uk/U47.pdf>ten değiştirilerek alınmıştır. Erişim tarihi: 15.11.2020)

Çizelge 3.4 Apogee Alta U47 CCD kameranın başlıca özellikleri

CCD:	E2V CCD47-10 arkadan aydınlanmalı
Piksel Alanı:	1024x1024
Piksel Boyutu:	13x13 mikron
Görüntüleme Alanı:	13.3x13.3 mm (~177 mm ²)
Tam Kuyu Kapasitesi:	100000 e ⁻
Dinamik Aralık:	>83 dB
PC arayüzü:	USB 2.0
Maks. Kablo Uzunluğu:	Maks. 5 hub, her hub arası maks. 5m (Toplam maks. 30 m)
Dijital Çözünürlük:	2 MHz'de 12 bit, 700 kHz'de 16 bit
Sistem Gürültüsü:	2 MHz'de 2 sayım, 700 kHz'de 10 e ⁻ RMS
Piksel Binning:	1x1'den 10x1024'e kadar
Poz Süresi:	20 ms'den 183 dakikaya kadar
Soğutma:	Termoelektrik soğutucu (Ortam sıcaklığının 55 °C altına)
Sıcaklık Kararlılığı:	±0.1° C
Kara Akım:	<0.1 e ⁻ /piksel/s (-35° C)
Shutter:	43 mm Melles Griot
Kazanç:	1.5 e ⁻ /sayım
Gürültü (RMS)	11.5 e ⁻

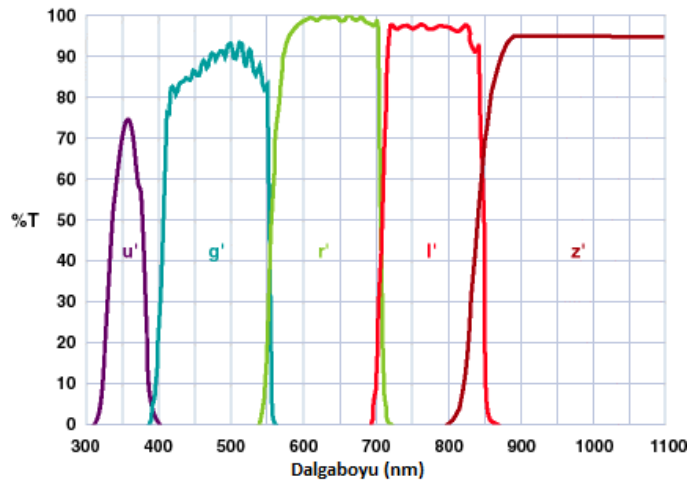
3.11.2 Optec IFW filtre tekerleği ve SDSS u'g'r'i'z' filtreleri

Optec IFW filtre tekerleği, 5 yuvası bulunan otomatik bir filtre tekerleğidir. 50 mm filtre yuvalarına sahip bu tekerlek, bilgisayardan otomatik olarak veya kontrol kumandasından manuel olarak kontrol edilebilmektedir. Bilgisayardan kullanımı için kontrol kumandası üzerinden PC modu seçili olmalıdır. IFW'nin kendi yazılımından, tekerleğe takılan filtreler tanımlanır ve böylece filtre tekerleğini kontrol edebilen yazılımlardan ilgili filtreler seçilebilir. Filtre tekerleği, yuvası ve kontrol kumandası şekil 3.24'te gösterilmiştir.



Şekil 3.24 Optec IFW filtre tekerleği, yuvası ve kontrol kumandası (Anonymous. https://www.optecinc.com/astronomy/catalog/ifw/ifw_main.htm. Erişim tarihi: 15.11.2020)

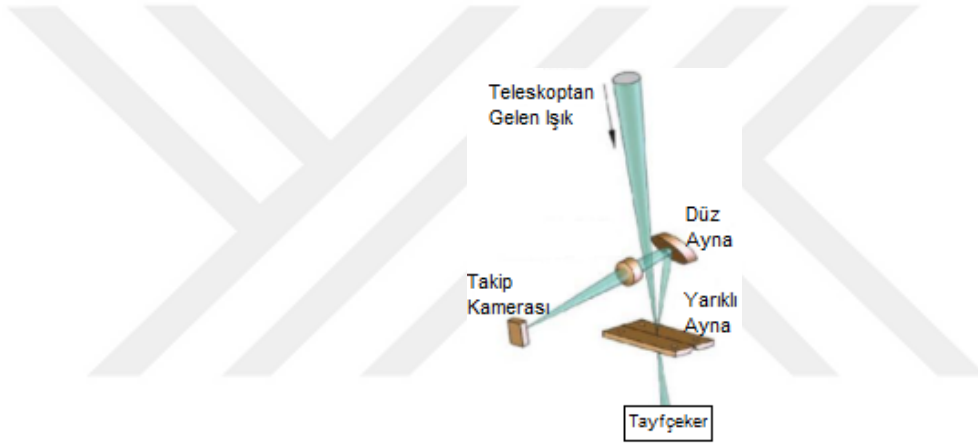
Her filtre belirli bir dalgaboyu aralığında ışığı süzerek geçirecek şekilde tasarlanmıştır. Bazı filtre setlerinde, her bir filtrenin geçirgenlik eğrisinin kısa ve uzun dalgaboyu tarafında ortak bölgeler bulunur. SDSS u'g'r'i'z' filtre setinde her bir filtrenin geçirgenlik eğrilerinin sınırları daha keskin hatlarla birbirinden ayrılmaktadır ve kesişen bölgeler oldukça küçüktür. SDSS u'g'r'i'z' filtre setinin geçirgenlik eğrisi şekil 3.25'te gösterilmiştir.



Şekil 3.25 SDSS u'g'r'i'z' filtrelerinin geçirgenlik eğrileri (Anonymous. <https://www.cfht.hawaii.edu/Science/mswg/filters.html>. Erişim tarihi: 15.11.2020)

3.11.3 FIGU (Fiber Injection & Guiding Unit)

T80 Teleskobu ile yapılan tayfsal gözlemlerde, üçüncül aynadan yansıyan ışık ilk olarak FIGU cihazına ulaşır. FIGU cihazının amacı, ışığı hem tayfçekere ulaştırmak, hem de yıldızın yarık hizasında olup olmadığını kontrol edebilmektir. Teleskoptan gelen ışık, FIGU ünitesi içerisinde bulunan ve ortasında yarık olan aynaya ulaşır. Gelen ışığın büyük kısmı bu yarıktan geçerek, fiber kablolar ile tayfçekere taşınır. Bu esnada bir miktar ışık ise ortasında yarık bulunan aynadan yansyarak takip kamerasına yönlendirilir. Takip kamerasına düşen ışık ile yıldızın yarık hizasında tutulması sağlanır. Şekil 3.26'da ışığın aldığı yol gösterilmiştir.



Şekil 3.26 Gözlemi yapılan cismin ışığının, tayfçekere giderken izlediği yol

T80 Teleskobu'na bağlı olan tayfçekerin iki farklı çözünürlük seçeneği bulunmaktadır. İki farklı amaç için, iki farklı FIGU cihazı bulunmaktadır. Bu iki adet FIGU'dan birisi 105 mikron çapında yarığa sahipken, diğeri ise 50 mikron yarığa sahiptir. Yapılacak olan gözlemin amacına göre, teleskobun odak yolundaki FIGU ve ona bağlı fiber kablolar uygun şekilde takılmalıdır.

105 mikron çapında yarığa sahip FIGU ile düşük çözünürlüklü gözlemler yapılabilirken, 50 mikron çapındaki FIGU cihazı ile yüksek çözünürlüklü gözlemler yapılabilmektedir.

Kullanılan takip kamerası, Atik firmasının 314L+ model CCD kamerasıdır. Bu orta çözünürlüklü CCD kamera, teleskobun ikinci odağında takılı bulunan FIGU cihazına

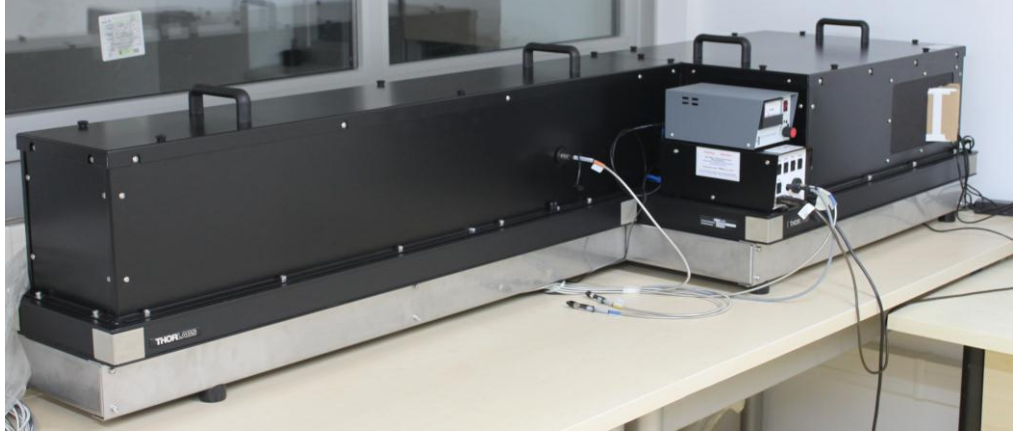
bağlıdır. Gözlemi yapılan yıldızın, yarık hizasında tutulmasını sağlamak için kullanılır. ST-4 uyumluluğu (çizelge 3.5) bulunan Atik 314L+ CCD kamera, otomatik takip sistemleri için de kullanılabilir.

Çizelge 3.5 Atik 314L+ model CCD kameranın teknik özellikleri

Sensör Tipi :	CCD - Sony ICX-285AL
Yatay Çözünürlük :	1391 piksel
Dikey Çözünürlük :	1039 piksel
Piksel Boyutu :	6.45 μm x 6.45 μm
ADC :	16 bit
Okuma Gürültüsü :	4 e ⁻
Kazanç Faktörü :	0.3 e ⁻ /ADU
Tam Kuyu Kapasitesi :	~19,500 e ⁻
Kara Akım :	~0.0002 elektron/saniye (-10°)
Bağlantı Arayüzü :	USB 2.0
Güç :	12v DC 0.8A
Maksimum Poz Süresi :	Sınırsız
Minimum Poz Süresi :	1/1000 s
Otomatik Takip Portu :	ST-4 uyumlu
Soğutma :	Termoelektrik $\Delta T = -27^{\circ}\text{C}$
Ağırlık :	400 gr

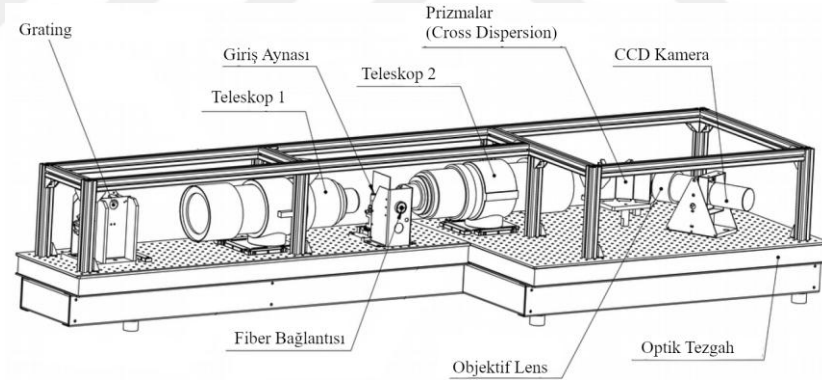
3.11.4 Whopshel tayfçekeri

Whopshel tayfçekeri (Şekil 3.27), orta sınıf teleskoplar ile yüksek çözünürlüklü tayfsal gözlemler yapabilmek amacı ile üretilmiştir. Tayfçeker, Fransa'da bulunan Shelyak Instruments firması tarafından üretilmiştir. Maksimum çözünürlük $R = 30000$ olup farklı türden bilimsel çalışmalar (örn. çift yıldızların dikine hız gözlemleri ve farklı türden yıldızların kimyasal bolluk analizi gibi) yapmak için yeterlidir.



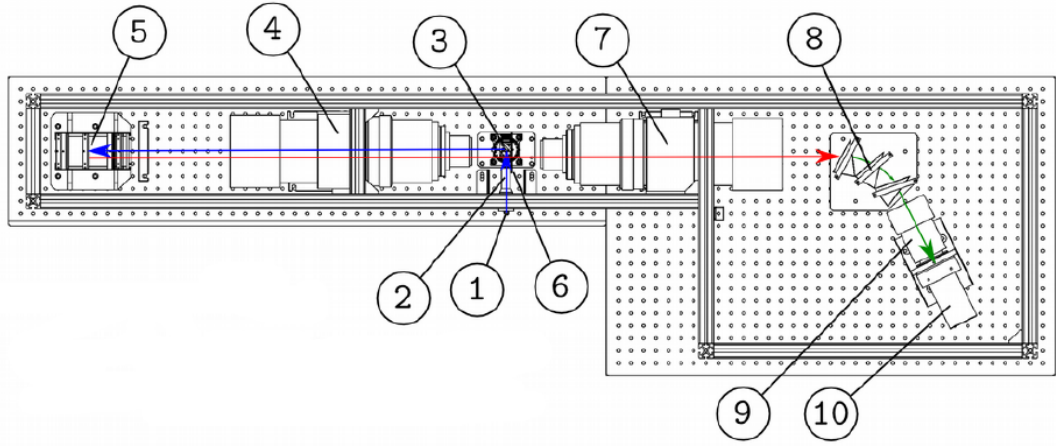
Şekil 3.27 Whopshel tayfçeki

Whopshel tayfçekinin iç tasarımı şekil 3.28’de gösterilmiştir. Tayfçekerde bir adet ayna, bir adet ana kırınım ağı (grating), kolimasyon ve ışık demetinin paralelliği için iki adet Takahashi teleskop, üç adet prizma, objektif ve Atik 460EX CCD kamera bulunmaktadır.



Şekil 3.28 Whopshel tayfçekinin iç tasarımı (Cochard 2016’dan değiştirilerek alınmıştır)

Whopshel 210 cm uzunluğunda ve 60 cm genişliğindedir. Monte edilmiş ağırlığı yaklaşık 80 kg’dır. Bu nedenle montajı bu ağırlığı taşıyabilecek sağlam bir masa/platform üzerinde yapılmıştır.



Şekil 3.29 Tayfçekere giren ışığın CCD kameraya ulaşana dek izlediği yol (Cochard, 2018)

Yıldız ışığı, teleskop içinde optik yolda ilerleyip FIGU'ya ulaşır. Işık buradan fiber kablolar ile tayfçekere taşınır ve şekil 3.29'da 1 numara ile gösterilen fiber bağlantı noktasından tayfçeker içerisine girer. Tayfçekere giren ışık, içeride ilk olarak 2 numara ile gösterilen odak dışı lensten geçer. Lensten geçen odaksız ışık, 3 numara ile gösterilen 45° açılı aynaya çarparak, buradan 4 numara ile gösterilen teleskoba yönlendirilir. Bu teleskobun amacı ışık demetini paralel hale getirmektir. 4 numara ile gösterilen teleskoptan çıkan paralel ışık hüzmesi, yansıtıcı kırınım ağına ulaşır ve buradan yansyarak teleskoba geri döner. Grating'den yansyıp 4 numara ile gösterilen teleskoba giren ışık demeti, 6 numaralı maskeye doğru tekrar tek bir noktada odaklanır. 6 numaralı maskeden geçen odaklı ışık, 7 numara ile gösterilen teleskoba girer ve buradan tekrar paralel bir ışık demeti halinde çıkar. Teleskop her dalgaboyu için paralel ışık demeti oluşturur. Bu paralel ışık demetleri 8 numara ile gösterilen prizmalara doğru birleşir. Prizmaların amacı, tayfı basamaklara (order) bölmektir, dolayısıyla çapraz dağıtıcı (İng. cross disperser) olarak davranırlar. Belirli dalgaboyu aralıklarında basamaklara ayrılmış ışık, objektif lensten geçerek CCD kameraya ulaşır ve son görüntü oluşur.

Tayfçekere bağlı olan Atik 460EX CCD kamera ve FIGU cihazının tüm kontrolleri tayfçekerin hemen yanında bulunan Whoppshel kontrol bilgisayarında kurulu olan "Demetra" (<https://www.shelyak.com/logiciel-demetra/?lang=en>) yazılımı üzerinden

yapılır. Yıldız tayfı ve kalibrasyon görüntülerinin alınması haricinde, verilerin ön indirilmesi ve dalgaboyu kalibrasyonu da Demetra yazılımı üzerinden yapılabilir.

3.11.5 Atik 460EX CCD kamera

Atik 460EX CCD kamera, Whopshel tayfçekerine bağlıdır ve oluşan tayfın görüntülenmesi için kullanılır.

Atik firmasının ürettiği 460EX modeli, yüksek çözünürlüğe sahip bir CCD kameradır. Renkli (RGB) ve tek-renk (monochrome) modelleri bulunan bu CCD kameranın tek-renk modeli, Whopshel tayfçekeri ile kullanılmaktadır. Oldukça hassas bir sensöre sahip kamera, aynı zamanda yüksek bir piksel çözünürlüğüne de sahiptir.

Yıldızdan gelen ışık, ilk olarak teleskoptan geçer. Sonrasında T80 Teleskobu'nun ikinci odak yolunda takılı olan FIGU cihazından fiber kablolar ile tayfçekere yönlendirilir. Tayfçeker içerisindeki optik elemanlardan geçen ışık, son olarak Atik 460EX CCD kameraya ulaşır. Bu kamera tayfçeker kontrol bilgisayarına bağlıdır. Kameranın bazı teknik özellikleri çizelge 3.6'da verilmiştir.

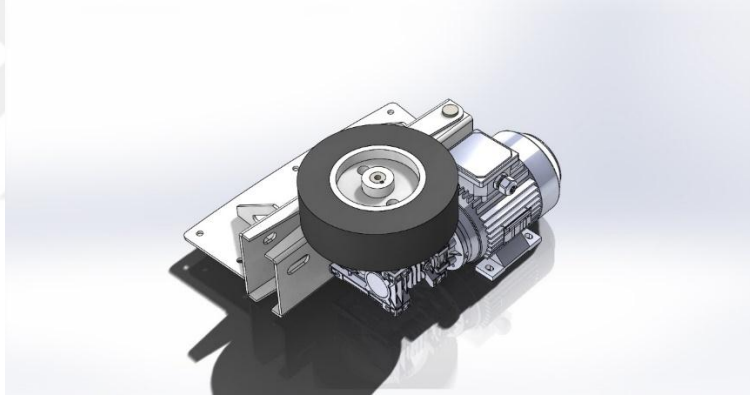
Çizelge 3.6 Atik 460EX CCD kameranın teknik özellikleri

Sensör Tipi :	CCD - Sony ICX694 /5
Yatay Çözünürlük :	2749 piksel
Dikey Çözünürlük :	2199 piksel
Piksel Boyutu :	4.54 μm x 4.54 μm
ADC :	16 bit
Okuma Gürültüsü :	5 e ⁻
Kazanç Faktörü :	0.27 e ⁻ /ADU
Tam Kuyu Kapasitesi :	~18,000 e ⁻
Kara Akım :	~0.0004 e ⁻ /saniye (-10°)
Bağlantı Arayüzü :	Mini-USB 2.0
Güç :	12v DC 1A
Maksimum Poz Süresi :	Sınırsız
Minimum Poz Süresi :	1/1000s
Soğutma :	Termoelektrik $\Delta T = -25^{\circ}\text{C}$
Ağırlık :	400 gr
Backfocus :	13mm ± 0.5

3.11.6 Kubbe

T80 Teleskop binasına yerleştirilen kubbe, yerli bir firma olan Geoptek tarafından üretilmiş olup, Türkiye’de üretilen en büyük gözlemevi kubbesidir. Kubbe çelik karkas yapı üzerine, alüminyum kompozit kaplama yapılarak oluşturulmuştur. Gözlemevi sahasına parça parça gelen kubbenin tam montajı, bina üzerinde yapılmıştır. Kubbenin montajlı ağırlığı yaklaşık 2000 kg’dır.

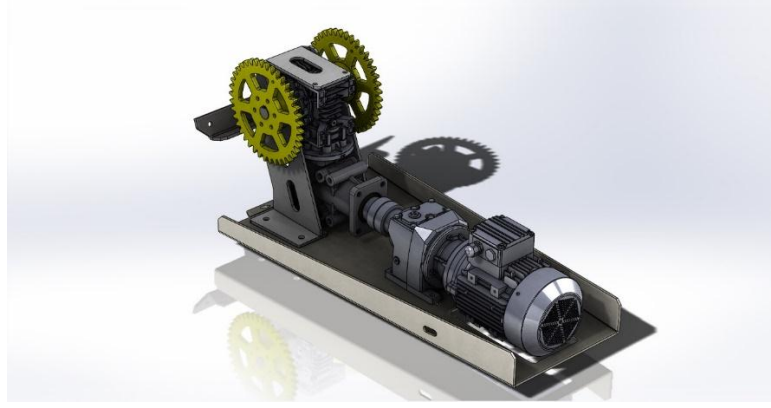
Kubbe, 18 adet bilya rulmanlı polyamid tekerlek üzerinde dönmektedir. Polyamid malzeme, makine sanayisinde çok kullanılan, sert, rijit ve dayanıklı bir malzemedir. Sürtünme katsayısı düşüktür. Kubbenin bu 18 tekerlek üzerinde dönmesini sağlayan azimut motoru ve ona bağlı tekerlek, şekil 3.30’da gösterilmiştir.



Şekil 3.30 Kubbenin azimut motorunun 3B çizimi

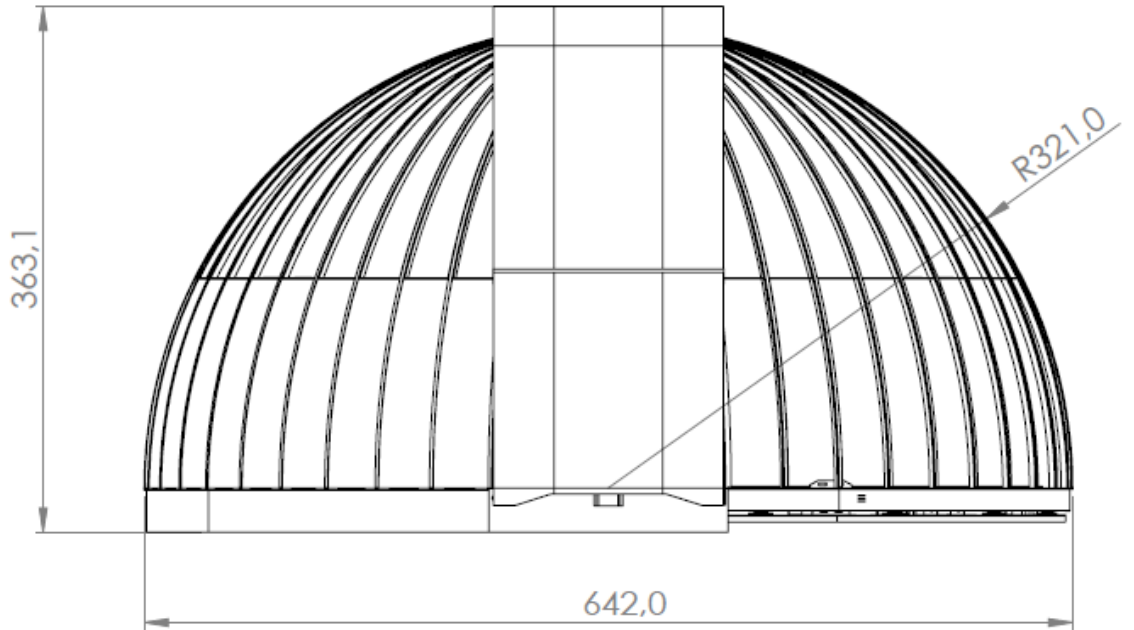
Kubbede kullanılan bir diğer motor ise kubbe kapaklarını açmak için kullanılmaktadır. Kubbe kapağı alt kapak ve üst kapak olarak iki parçadan oluşmaktadır. Şekil 3.31’de görülen motor, kubbenin üst kapağını açmak için kullanılır. Bu motorda bulunan dişli çark dönerek kubbe kapağını açma ve kapama hareketini yapabilmektedir. Kubbenin dikey görüş açısı 100° kadardır. Yatay açıklık genişliği ise 145 cm’dir.

Kubbe motorlarının kontrolü, Beckhoff otomasyon teknolojisi ve Siemens PLC cihazları kullanılarak yapılmaktadır. Beckhoff Kubbe Kontrol Ekranı’ndan, PC yazılımından veya kubbe kontrol panosundan kubbeye komut verilebilmektedir.



Şekil 3.31 Kubbe üst kapak motorunun 3B çizimi

Kubbenin iç çapı 600 cm ve dış çapı 642 cm'dir. Kubbenin bazı ölçüleri şekil 3.32'de gösterilmiştir.



Şekil 3.32 Kubbenin çizimi ve bazı ölçüleri (cm)

Kubbe kontrol yazılımı, Windows işletim sistemi üzerinde çalışmaktadır. C programlama dilinde yazılan bu program, ASCOM sürücülerini kullanarak teleskoptan azimut bilgisini almaktadır. Böylece kubbe, teleskop ile senkronize bir şekilde kullanılabilir.

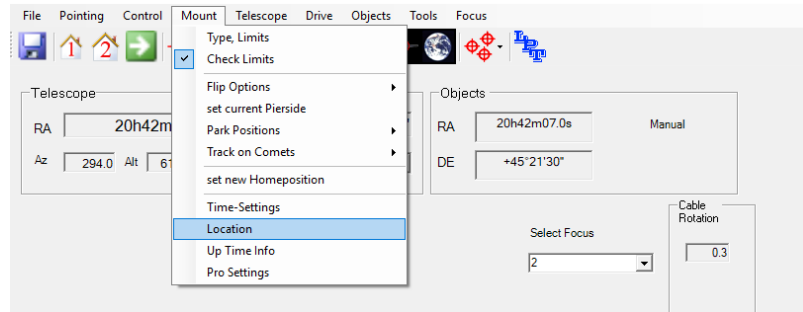
3.12 Kullanılan Yazılımlar

3.12.1 Autoslew yazılımı

Autoslew, ASA firması tarafından geliştirilen, AZ800 teleskop ve teleskoba ait diğer bileşenlerin de kullanımına ve yönetimine izin veren bir yazılımdır. Yazılım, ASCOM arayüzü üzerinden diğer cihazlar ve yazılımlar ile de haberleşebilmektedir.

Autoslew yazılımı, AZ800 Teleskop Kontrol Ünitesi içerisinde bulunan bilgisayara ASA tarafından kurulmuş olarak teslim edilmektedir. Yazılım içerisindeki bazı ayarlar ASA tarafından yapılmış olsa da, kullanıcı tarafından yapılması gereken bazı ayarlar da bulunmaktadır.

Yazılım çalıştırıldıktan sonra, ilk olarak gözlemevinin konumu ayarlanmalıdır. Bunun için “Mount” menüsü altından şekil 3.33’te görülen “Location” seçeneği seçilir.



Şekil 3.33 Autoslew yazılımından konumu ayarlamak için kullanılan “Location” seçeneği

Açılan “Location of Telescope” penceresinde gözlemevinin koordinatları ve yüksekliği girilerek OK butonu tıklanır. Böylece artık teleskop, hangi koordinatlarda çalıştığını bilmektedir.

Eğer TCU’ya bağlı bir GPS alıcı kullanılıyor ise, konum ayarı GPS üzerinden de yapılabilir. Bu GPS alıcısı ayrıca zaman için de kullanılabilir. Konumu GPS alıcısı

aracılığı ile ayarlamak için açılan “Location of Telescope” penceresinde “Get from GPS” butonu tıklanır. Ayrıca “Tools” menüsü altından “SynchTimeToGPS” seçilerek GPS üzerinden zaman alınması sağlanabilir.

Yapılan bu ayarları kayıt etmek için “File” menüsü altından “Save Parameter” seçeneği seçilir.

Teleskobun donanımsal kurulumu tamamlandıktan sonra, ağırlık dengesi mutlaka yapılmalıdır. Ayrıca motor parametreleri de doğru bir şekilde girilmelidir. Motor parametreleri ASA tarafından zaten girilmiştir fakat teleskobun donanımsal kurulumu tamamlanıp, ağırlık dengesi de yapıldıktan sonra motor parametreleri Autoslew yazılımından kontrol edilmelidir. Eğer bir hata varsa veya ağırlık dengesi düzgün yapılmadıysa, teleskop titrer, gürültülü sesler çıkarır veya düzensiz hareketler yapabilir.

Motor parametre ayarlarına başlamadan önce teleskop 45° yüksekliğe getirilmelidir. Azimut ekseninde ise döndürülerek Şekil 3.34’te kırmızı yuvarlak ile gösterilen işaret ile hizalanmalıdır.

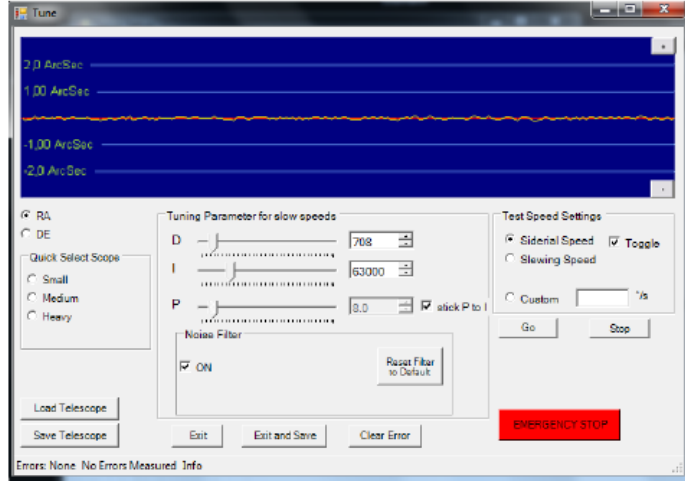


Şekil 3.34 Motor parametre ayarlarına başlamadan önce ayarlanması gereken pozisyon

Autoslew yazılımından, kırmızı renkli “Motor is OFF” butonu tıklanarak teleskobun motorları aktif hale getirilir. Motorlar aktif hale geldiğinde bu buton yeşil olacak ve artık üzerinde “Motor is ON” yazacaktır. Eğer motor parametreleri hatalı ise, motorlar aktif hale geldiğinde teleskop biraz yüksek sesli çalışacaktır. Bu motor parametrelerinin yeniden ayarlanması gerektiğini işaret eder.

Motor parametrelerini yeniden ayarlamak için, “Drive” menüsü altından “Servo-Setup” seçeneği seçilir. Açılan “Servo Setup” penceresinde “TUNE Manual” butonu tıklanır. Açılan “Tune” penceresinde, mavi renkli grafik bölgesinin ortasından geçen kırmızı çizgi bize olması istenen konumu gösterir. Grafiğin aşağısında bulunan PID parametreleri ise motorların nasıl çalışması gerektiğini belirleyen parametrelerdir. Girilen değerlere göre motorların ne kadar hızlı, doğru ve kararlı çalışacağı belirlenir. Yüksek PID değerleri, rüzgara ve diğer darbelere karşı direnci artırır fakat sistem küçük titreşimler gösterebilir. Bu yüzden sistemin ve motorların, agresif ile kararlı çalışması arasındaki uygun değerler bulunmalıdır.

Arayüzde grafiğin sol altında bulunan, RA ve DE radyo butonları hem yükseklik, hem de azimut ekseninde motor testlerinin yapılmasını sağlamaktadır. Altitude ve Azimut yerine RA ve DE yazılmasının sebebi, bu yazılımın ekvatoryal montüre sahip diğer ASA teleskoplar ile de kullanılabilmesidir. Alt-Az teleskoplar için RA azimut, DE ise yüksekliği temsil etmektedir. RA seçili iken “Go” butonuna basılarak motor testi başlatılır. Grafikte, kırmızı çizginin haricinde bir de sarı çizgi çıkacaktır. Bu çizgi ise, mutlak kodlayıcılar tarafından ölçülen gerçek pozisyonu gösterir ve şekil 3.35’te görüldüğü gibi kırmızı çizgiye olabildiğince yakın olması istenir.



Şekil 3.35 Motor parametrelerinin iyi olduğu bir örnek

Eğer motor parametreleri doğru değilse ve teleskop bir titreşim hareketi yapıyorsa, bu hareket grafiğe iki farklı şekilde yansiyabilir. Eğer grafikte, düşük frekanslı ve yüksek genliğe sahip bir çıktı var ise, burada yapılması gereken D parametresinin yükseltilmesi, P ve I parametrelerinin düşürülmesidir.

Eğer çıktı, yüksek frekanslı ise, bunu düzeltmek için D değeri düşürülmeli, P ve I değerleri yükseltilmelidir. Bu ayarlar doğru bir şekilde yapıldığında, teleskop stabil çalışacaktır.

Değerler girildikten sonra tatmin edici bir sonuca ulaşıldıysa “Stop” butonu tıklanır ve motor testleri bitirilir. Yükseklik veya deklinasyon ekseninde bu testleri yapmak için, bu sefer DE radyo butonu işaretlenir ve prosedür yeniden yapılır.

Autoslew her eksen için 2 farklı parametre seti kullanır. Yukarıda anlatılanlar yıldızlı takip hızı için parametre setini ayarlamayı sağlar. Eğer teleskop, 0.05°/s hızdan daha yüksek bir hızda hareket ederse, bu durumda başka bir parametre seti kullanma ihtiyacı duyar. Bu durumda benzer ayarlar ve testler, yönelim (slewing) hızı için de yapılmalıdır. Bunun için pencerenin sağında bulunan “Test Speed Settings” panelinden “Slewing Speed” radyo butonu seçilir ve “Go” tuşuna basılır. Tuşa basıldıktan sonra teleskop iki farklı yöne yönelim hareketi yapar. Burada PID değerleri, yıldızlı takip hızı için kullanılan değerlerden daha düşük olabilir ve bu takip için yapılan ayarlar kadar

kritik değildir. Yönelim hareketi için, grafikte görülen sarı çizginin kırmızı çizgi ile örtüşmesinden ziyade, teleskobun yönelim hareketi sırasında titreşmeden ve ses çıkarmadan hareket edip etmediği kontrol edilmesi yeterlidir. Bu kontrol hem azimut, hem de yükseklik için yapılmalıdır. Grafikte olması gereken ve gerçekte olan durumları temsil eden çizgilerin örtüşmesi, yönelim hassasiyetinden çok takip hassasiyeti için büyük önem taşımaktadır.

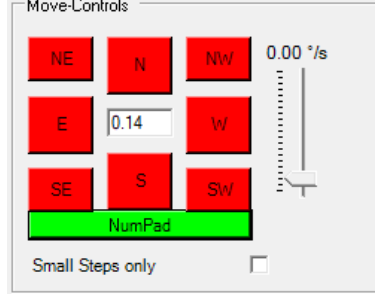
“Test Speed Settings” paneli altında bulunan bir başka seçenek ise “Custom” seçeneğidir. Teleskobun tanımlı yıldızlı takip ve yönelim hızlarının haricinde, °/s cinsinden kullanıcı tanımlı bir hız için motor ayarlarının yapılması gerekirse bu seçenek seçilir ve istenilen hız değerinin girilmesi istenir. “Go” butonuna basılınca yine aynı prosedür ile gerekli ayarlar yapılabilir. Bu seçenek deneyimli kullacılar için önerilmektedir.

Bu pencerede bulunan “Noise Filter” paneline bazı durumlarda ihtiyaç duyulabilir. Eğer motor ayarları düzgün bir şekilde yapılamıyorsa ve istenilen sonuç elde edilemiyorsa, bu panelde bulunan “ON” işaretleme kutusunun işareti kaldırılıp tekrar denenebilir. Bazı durumlarda bu seçenek kapalı iken sistem daha iyi çalışabilir.

Bu pencereden ilgili ayarlar yapıldıktan sonra, “Exit and Save” butonu tıklanarak ayarlar kaydedilir ve pencere kapatılır.

Teleskobu belirli bir yöne doğru, belirli bir miktar (°/s) hareket ettirebilmek için, Autoslew arayüzünde bulunan, şekil 3.36’da görülen “Move-Controls” paneli kullanılır. Hareket hızı, yön tuşlarının sağında bulunan kayan butondan ayarlanır. Hız ayarlandıktan sonra, teleskobun çevrilmek istendiği yön tuşuna basılı tutulur ve basılı tutulan süre boyunca teleskop, ayarlanan hızda hareket eder. Bu hareket komutları, klavyede bulunan NumPad bölümünden de verilebilir. Bunun için yön tuşlarının altında bulunan NumPad butonu tıklanır ve bu özellik aktif hale getirilir. NumPad butonu yeşil yandığında, klavyeden kontrol aktif hale gelmiş demektir. Klavyenin NumPad bölümünde bulunan 2, 4, 6, 8 tuşları ana yönleri temsil ederken, 1, 3, 7, 9 tuşları da ara yönleri temsil eder. Klavyeden bu kontrolleri yapabilmek için seçili ve aktif olan

pencerenin Autoslew penceresi olması gerekmektedir. Başka bir pencere seçili iken klavyeden komut verildiğinde teleskop bu komutu algılamayacaktır.



Şekil 3.36 Autoslew arayüzü “Move-Controls” paneli

Bazı pozisyonlarda ise teleskop hareket edemeyebilir veya takip hareketini yapamayabilir. Bunun sebebi teleskobun bazı yazılımsal limitlere sahip olmasıdır. Eğer teleskop bu limitlerden birine yakınsa, Autoslew arayüzünün en altında bulunan durum çubuğunda limitlerle ilgili kırmızı bir uyarı bulunur (Şekil 3.37). Teleskop 88° derece yükseklik limitine sahiptir. Zenite yönlendirilemez.



Şekil 3.37 Autoslew arayüzünün durum çubuğunda bulunan limit uyarısı

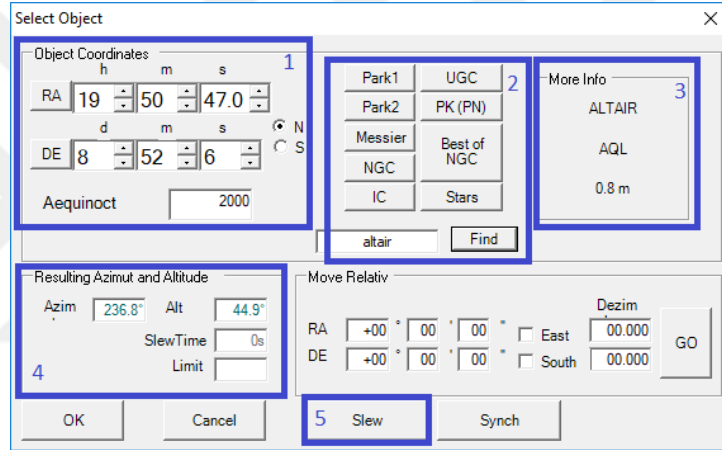
Teleskobun limitlerini doğru bir şekilde bilmesi için, pointing ayarının veya senkronizasyonunun olması gerekir. Bu limitler, “Mount” menüsü altından, “Check Limits” seçeneğinin işareti kaldırılarak kapatılabilir. Yine aynı menü altında bulunan “Type Limits” seçeneği ile belirlenebilir veya değiştirilebilir.

Teleskobun üçüncül aynasını, odaklardan herhangi birisine çevirmek için Autoslew arayüzünde bulunan “Select Focus” bölümündeki açılır kutudan 1 ya da 2 seçilebilir. T80 Teleskobu’nda fotometrik gözlemler için üçüncül ayna 1’e, tayfsal gözlemler için ise üçüncül ayna 2’ye çevrilmelidir.



Şekil 3.38 Autoslew arayüzünün üst bölümünde bulunan simge çubuğu

Teleskobu gökyüzünde herhangi bir koordinata çevirmek için, Autoslew arayüzünün üst menüsünde bulunan simgelerden, şekil 3.38’de görülen galaksi resimli ve kırmızı çerçeve ile işaretlenmiş olan buton kullanılır. Bu buton tıklandığında açılan “Select Object” penceresinden (Şekil 3.39) bir cismin ekvatoryal koordinatları girilerek, teleskop o koordinatlara yönlendirilebilir. Ek olarak yazılımın veritabanından bir cisim seçilerek de teleskop bu cisme yönlendirilebilir.



Şekil 3.39 Autoslew “Select Object” penceresi

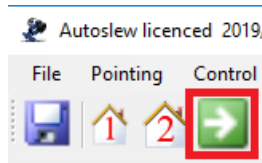
“Select Object” butonu tıklandığında açılan pencerede, şekil 3.39’da 1 numara ile işaretlenen “Object Coordinates” bölümünde herhangi bir koordinat girilerek teleskop bu koordinatlara yönlendirilebilir. Teleskobu koordinatlara yönlendirmek için 5 numaralı “Slew” butonu tıklanır. 2 numara ile işaretlenen bölümden, teleskop veritabanında tanımlı kataloglardan bir cisim seçilebilir veya tanımlı olan iki park pozisyonundan birine teleskop yönlendirilebilir. İlgili seçim yapıldıktan sonra yine 5 numara ile işaretlenen “Slew” butonu tıklanarak teleskop yönlendirilir. 3 numara ile işaretlenen bölümde, seçilen cismin adı, takımyıldız kısaltması ve V bandı parlaklığı yazar. 4 numara ile işaretlenen bölümde ise seçilen cismin ufuk koordinatları yazar. 5 numara ile gösterilen “Slew” butonu tıklandıktan sonra bu pencere otomatik olarak kapanır ve “Slewing” penceresi açılır. Teleskop yönelim hareketini tamamlayana kadar

bu pencere açık kalır ve teleskop hedefe ulaşınca, bu pencere de otomatik olarak kapanır. Teleskobun hareketi boyunca anlık koordinatlar, hedefin koordinatları ve teleskobun hedefe ulaşmasına kalan süre, açılan bu pencerede yazar. Acil bir durumda teleskop durdurulmak istenirse, bu pencerede bulunan turuncu renkli “Stop” butonu tıklanarak durdurulabilir. Eğer bir sorun yok ise, hareketin tamamlanması ve “Slewing” penceresinin otomatik olarak kapanması beklenir.

Teleskoba iki adet park pozisyonu tanımlanabilir. Bu ayar, “Mount” menüsü altında bulunan “Park Positions” ve “Set New Park Positions” tıklanarak yapılır. Açılan “Park-Positions” penceresinde azimut ve yükseklik cinsinden koordinatlar girerek yeni park pozisyonları tanımlanabilir.

Autoslew programından bir ayar yapıldığında bu ayarı kaydetmek için simge çubuğunda en başta bulunan “disket” simgeli kayıt butonu tıklanır.

Teleskobu park etmek için yine Autoslew arayüzünün üst bölümünde bulunan simge çubuğundaki 1 ve 2 numaralı “ev” simgeleri tıklanmalıdır. Bunlar teleskobun 1 ve 2 numaralı park pozisyonlarını temsil eder. Tercih edilen park pozisyonu tıklandıktan sonra, şekil 3.40’ta kırmızı çerçeve içine alınmış, yeşil renkli “Slew” butonu tıklanır ve böylece teleskop park pozisyonuna yönelir.

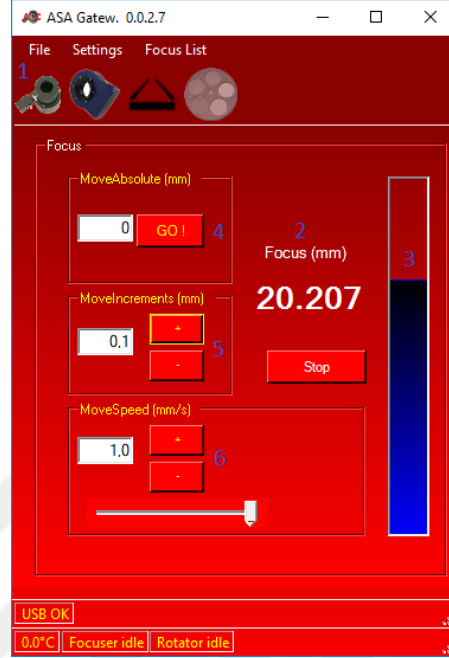


Şekil 3.40 Simge çubuğunda bulunan 1 ve 2 numaralı park butonları ve Slew butonu

3.12.2 ACC yazılımı

ACC yazılımı odaklayıcı, alan dönmesi engelleyici ve ayna kapaklarının kontrolünü sağlayan yardımcı bir yazılımdır. Autoslew yazılımı çalıştırıldığında, ACC otomatik olarak açılır.

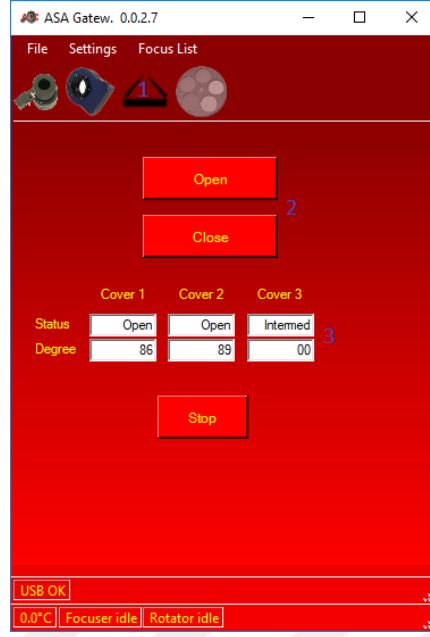
ACC yazılımından odaklayıcının kontrolü ve odak ayarı için 1 numara ile işaretlenen (Şekil 3.41) buton tıklanır.



Şekil 3.41 ACC yazılımı, odaklayıcı arayüzü

Şekil 3.41’de görülen, 2 numara ile işaretlenen bölümde odaklayıcının anlık pozisyonu mm cinsinden yazmaktadır. 3 numaralı bölüm ise odaklayıcı pozisyonunun görsel bir temsilidir. 4 numara ile gösterilen bölümden odaklayıcının mutlak bir değere hareketi sağlanabilir. Metin kutusuna değer girilir ve “Go” butonu tıklanır. 5 numaralı bölümde ise mm cinsinden adım sayısı girilir ve “+” veya “-” butonları ile odaklayıcı hareket ettirilir. 6 numaralı bölümde ise “+” veya “-” butonlarına basılı tutularak odaklayıcı hareketi sağlanır. Bu bölümde, odaklayıcının hareket etmesi istenen hız değeri girilir. Böylece odaklayıcı; tercih edilen yönde, basılı tutulan süre boyunca girilen değer kadar hareket eder.

Teleskobun ayna kapaklarının açılması ve kapatılması da yine ACC yazılımı üzerinden yapılmaktadır. Autoslew yazılımı üzerinden teleskobun motorları çalıştırıldığında, ayna kapakları kapalı ise otomatik olarak açılacaktır. Gözlem sonunda veya başka bir sebepten dolayı kapaklar yine ACC yazılımından kapatılır. Ayna kapağı kontrolleri, şekil 3.42’de görülen arayüzden yapılır.



Şekil 3.42 ACC yazılımı, ayna kapakları kontrol arayüzü

ACC yazılımında, menüden 1 numaralı simge tıklanarak ayna kapakları kontrol arayüzü açılır. Burada 2 numara ile gösterilen bölümde bulunan “Open” butonu kapakları açmayı, “Close” butonu ise kapakları kapatmayı sağlar. 3 numaralı bölümde ise kapakların durumu görülmektedir. Burada kapakların açık ya da kapalı olduğu ve açısı ile ilgili bilgi vardır. T80 Teleskobu’nda iki kapak olduğundan dolayı “Cover 3” bölümü aktif değildir.

3.12.3 MaxIm DL 6 yazılımı

MaxIm DL yazılımı, Diffraction Limited firması tarafından üretilen bir gözlemevi kontrol yazılımıdır. Bu yazılım sayesinde gözlem ekipmanları, teleskoplar ve dedektörlerin kontrolleri sağlanabilir. T80 Teleskobu ve gözlem ekipmanlarının kontrol ve kullanımında da MaxIm DL 6 yazılımı belli aşamalarda kullanılmaktadır.

T80 Teleskobu genel olarak, ASA firması tarafından geliştirilen Autoslew yazılımından kontrol edilmektedir ancak MaxIm DL yazılımından da teleskop bağlantısı gerçekleştirilerek, teleskop kontrolü sağlanabilir. Teleskop bağlantısı için MaxIm DL 6 yazılımının “Observatory Control” penceresi kullanılır.

MaxIm DL 6 yazılımı, Apogee Alta U47 CCD Kamera kontrolü ve fotometri gözlemleri için de kullanılmaktadır. Fotometri gözlemleri için, “Observatory Control” bölümü kullanılarak Apogee alta U47 CCD Kamera ve Optec IFW Filtre Tekerleği bağlantıları ve kontrolü yapılır.

Ayrıca teleskobun odak mekanizmasının kontrolü için de MaxIm DL 6 yazılımı kullanılabilir ancak T80 gözlem sisteminde odaklayıcı kontrolü için ACC yazılımı kullanılmaktadır.

3.12.4 Demetra yazılımı

Demetra yazılımı, Shelyak Instruments tarafından geliştirilen, eShel ve Whoppshel tayfçekerinin kontrolü, kalibrasyon ünitesi kontrolü, alınan verilerin indirgenmesi ve kalibre edilmesi aşamalarında kullanılabilen bir yazılımdır. Yazılımın, İngilizce ve Fransızca dil seçenekleri mevcuttur.

Yazılımın en önemli özelliği, ham verinin elde edilmesinden, verinin dalgaboyu kalibrasyonuna kadar tüm yeteneklere sahip olmasıdır. Verinin elde edilmesi, verinin ön indirgeme işlemi ve dalgaboyu kalibrasyonu için farklı yazılımlar kullanmak yerine, bu işlemlerin yapılabileceği tüm araçlar Demetra yazılımı içerisinde bulunmaktadır.

Flat ve ThAr gibi kalibrasyon görüntülerinin alınmasında kullanılan kalibrasyon ünitesinin kontrolü de Demetra yazılımı üzerinden yapılmaktadır.

Ayrıca Demetra yazılımı sayesinde gözlem verileri düzenli bir şekilde yönetilebilmektedir. Gözlemler ile ilgili notlar tutmaya imkân tanıyan yazılım, verilerin yönetilmesi ve arşivlenmesinde kolaylık sağlamaktadır.

Demetra yazılımı ile alınan ham veri, otomatik veri indirgeme ve dalgaboyu kalibrasyonu özelliği sayesinde hızlı bir şekilde analize hazır hale getirilebilir. Bunun için sadece bazı girdi parametrelerini yazılıma girmek yeterlidir. Bu indirimeler ve

dalgaboyu kalibrasyonu sırasında hiçbir adım gizli veya arka planda değil, kullanıcının kontrolünde yapılmaktadır. Her adımda görüntüler kaydedilir ve kullanıcı her indirgeme adımını ve ara görüntüleri kontrol edebilir.

Yazılım 64 bit Windows 7 ve daha yeni Windows versiyonlarında çalışmaktadır. Demetra üzerinden kamera kontrolü ve tayf görüntülerinin elde edilmesi için ASCOM Platform kullanılmaktadır. Şu an tayfçeker yönetimi için kullanılan ve Demetra yazılımının kurulu olduğu bilgisayar, 64 bit Windows 10 işletim sistemine sahiptir ve ASCOM Platform 6.4 SP1 kuruludur. Tayfçekere bağlı olan Atik 460EX CCD kameranın kontrolü ASCOM Platform aracılığı ile Demetra yazılımı üzerinden yapılmaktadır.

Demetra yazılımının konfigürasyonu, T80 Teleskobu için, “Manage Observations” menüsünün altında, “Session Parameters” butonu tıklanarak açılan bölümden şekil 3.43’te görüldüğü gibi düzenlenmiştir.

The screenshot displays the Demetra software interface for configuring observation parameters. The left panel shows the 'Observer' field set to 'OY' and the 'Observation site' set to 'AUKR' (Ankara University Kreiken Observatory). The site details include: Longitude: 32.77917 Deg (positive direction: EST), Latitude: 39.84361 Deg, and Altitude: 1256 m. The 'Hardware device' section is set to 'Whoppshel' (T80 telescope) and 'Atik 460ex' (CCD camera). The right panel shows the 'Process details' for 'Whoppshel', including 'Default parameters' such as 'Hot pixel detection' (Set), 'Scale domain' (Active, Low: 6650, High: 6700), 'Order range' (From: 48, To: 84), and 'Reference order' (Primary: 52, Secondary: 80). The 'Order parameters' section shows 'Geometry' (Set, Active, Slant angle: 0 Degree) and 'Spectrum domain boundaries' (Set, Active, Low: 0, High: 0).

Şekil 3.43 Demetra yazılımı parametreleri ve ayarları

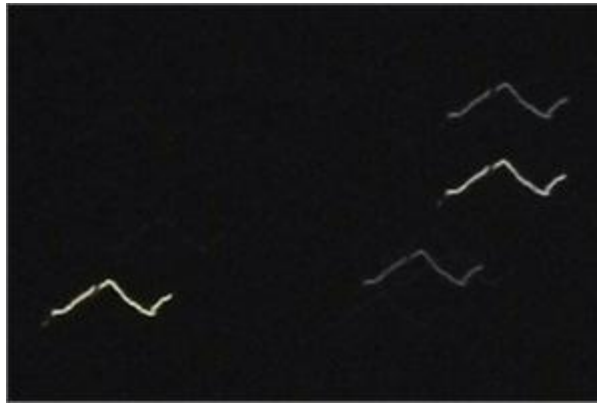
Demetra yazılımı, bazı renk kodları kullanarak kullanıcıya bilgiler verir. Eğer kırmızı renkte görünen bir bölüm varsa, bu bölümde kullanıcı tarafından eksik ya da hatalı bir işlem yapılmış demektir. Kullanıcı bu bölüme müdahalede bulunmalıdır. Eğer turuncu renkli bir bölüm varsa, bu yapılacak işlemleri engellemeyecek bir eksik ya da hata

olduğunu belirtir. İşlemler akışına devam edecektir fakat kullanıcı yine de durumu kontrol etmeli ve eksiklikleri ya da hataları düzeltmelidir. Yeşil görünen bölümlerde her şey yolunda ve bir eksiklik ya da hata bulunmamaktadır. Bu renk kodlarına hem gözlem aşamasında, hem de veri indirgeme aşamasında dikkat edilmelidir.

3.12.5 PHD Guiding 2.6 yazılımı

PHD Guiding yazılımı, bir otomatik takip yazılımıdır. Otomatik takip için bir yıldız ihtiyacı duyan PHD Guiding yazılımı, teleskobun takip performansındaki hatalarını hesaplar ve teleskoba sürekli düzeltme komutları gönderir. Bu düzeltme komutları, teleskobun takip hassasiyetini artırır ve daha uzun poz süreli gözlemler yapılabilmesine olanak sağlar.

Bir teleskobun takip kabiliyetinin yetersiz olması, iyi bir “kutup hizalaması” yapılmadığından kaynaklı olabilir. Teleskobun veya dişli parçaların zamanla ortaya çıkabilecek mekanik problemleri, periyodik hata (Şekil 3.44), ağırlık dengesinin hatalı yapılması, dişlilerde ters tepme (backlash), esneme veya kabloların gerilmesi gibi sebepler takip hassasiyetini düşürebilir.



Şekil 3.44 Sonsuz dişli sisteme sahip teleskoplarda görülebilen periyodik hata (Lodriguss, 2017)

Periyodik hata, uzun poz süresi ile alınmış bir görüntüde yıldız izlerinden oluşmuş sinüs eğrileri şeklinde görülür.

T80 Teleskobu, dişli yerine yüksek çözünürlüklü mutlak kodlayıcılara ve doğrudan sürürlü motorlara sahip olduğundan dolayı, takip hassasiyetini olumsuz etkileyebilecek etkilerin çoğundan arındırılmıştır. Yüksek çözünürlüklü mutlak kodlayıcılar ve doğrudan sürürlü motorlar teleskoba daha hassas takip ve hizalama imkânı tanımaktadır. T80 Teleskobu'nda bu nedenle otomatik takip ihtiyacı, kritik seviyede bir zorunluluk değildir.

Ayrıca teleskobun ve odak düzlemi aygıtlarının elektrik ve veri kabloları, teleskobun içerisindeki kablo kanalından geçirilmiştir. Dolayısıyla kabloların gerileceği ve teleskobu zorlayacağı ya da bir cihaza zarar vereceği bir pozisyon bulunmamaktadır. Sonuç olarak mevcut düzenlemede, kablolardan kaynaklı, teleskobun takibini olumsuz etkileyecek bir durum söz konusu değildir.

PHD Guiding yazılımının, T80 Teleskobu'nda kullanılmasının başlıca amacı tayfçeker yarığını görebilmek ve gözlemi yapılan yıldızı tayfçeker yarığı hizasında tutabilmektir. Yıldızı yarığ hizasında tutmak için, Autoslew arayüzünde "Move-Controls" bölümü kullanılır. Kullanıcı tarafından belli aralıklarla küçük düzeltme komutları verilerek, yıldız yarığ hizasında tutulur. Böylece yıldızın ışığı kesintisiz bir şekilde yarıktan geçerek tayfçekere ulaşır ve yıldızın tayfi elde edilir.

PHD Guiding 2.6 yazılımı içerisinde çeşitli otomatik takip algoritmaları bulunmaktadır. Bu algoritmaların çoğu minimum hareket parametresi içerir. Bu parametre, görüş etkilerinden kaynaklı veya geçici başka etkilerden kaynaklı ortaya çıkabilecek otomatik takip düzeltmelerinden kaçınmak için kullanılır.

PHD Guiding yazılımında bulunan otomatik takip algoritmalarından biri olan "Hysteresis" algoritması, gözlem boyunca yaptığı düzeltmelerin bilgisini tutarak, sıradaki düzeltmeleri geçmiş düzeltmeleri de dikkate alarak yapmaktadır. Otomatik takip algoritması olarak "Hysteresis" modu kullanılırsa, hysteresis parametresine yüzde olarak bir ağırlık değeri girmek gerekir. Örneğin bu değer 10% olursa, sıradaki takip düzeltmesinin 90%'ı anlık görüntüden hesaplanan değerden, 10%'u ise önceki hesaplanan değerlerden elde edilir. "Hysteresis" algoritmasında bulunan bir diğer

parametre ise “Aggressiveness” parametresidir. Bu parametre de yüzde olarak tanımlanır. “Aggressiveness” parametresinin amacı yapılacak olan aşırı düzeltmeyi azaltmaktır. PHD Guiding yazılımı, her görüntüde, teleskoba düzeltme göndermeye gerek olup olmadığını, gerek varsa ne kadar bir düzeltmeye gerek olduğunu ve hangi yönde yapılması gerektiğini hesaplar. “Aggressiveness” parametresi yapılan hesaplamalara göre çıkan sonucu ölçeklendirir. Örneğin, yapılması gereken düzeltme 0.5 px ise ve “Aggressiveness” parametresi 100% olarak girilirse, düzeltme komutu teleskobu 0.5 px kaydıracak şekilde verilir. Eğer “Aggressiveness” parametresi 60% olarak girilirse, düzeltme komutu, teleskobu 0.3 px mertebesinde kaydıracak şekilde verilecektir. Eğer düzeltme komutu sonucunda teleskop yıldızı atlar ve hedefi geçerse, bu parametre düşürülebilir. Eğer hedefe getirmemezse, bu parametre yükseltilebilir.

Bir diğer algoritma olan “Resist Switch” algoritması da, “Hysteresis” algoritması gibi geçmiş düzeltmelerin bilgisinden yararlanır. “Resist Switch” algoritması, daha çok deklinasyon eksenindeki hatalar için uygundur. Bu algoritmanın bir parametresi, hesaplanan takip düzeltmesinin ne kadarının uygulanacağını belirleyen “Aggression” parametresidir. Bir diğer parametre ise, “Fast switch for large deflections” kontrol kutusudur. Eğer bu kontrol kutusu işaretlenirse, PHD2 normal davranışı olan, farklı bir yönde art art üç düzeltmeyi beklemek yerine, yeni bir yönde daha çabuk ve daha büyük bir düzeltme yapacaktır. Bu sayede rüzgâr gibi veya mekanik aksaklıklardan kaynaklanan ve deklinasyonda büyük sapmalara yol açan durumları daha hızlı bir şekilde düzeltebilir. Eğer teleskop düzeltmelere aşırı tepki veriyor ve yıldızı hedefte tutamıyorsa, bu işaret kutusunun işareti kaldırılabilir.

Kullanılabilen diğer algoritmalar ise “LowPass”, “LowPass2” ve “Z-filter” algoritmalarıdır. Sisteme en uygun algoritma seçilip, uygun parametreler belirlenmelidir. PHD2 ilk kez çalıştırıldığında, “Yeni Profil Sihirbazı” ilk ayarların yapılmasına ve parametrelerin belirlenmesine yardımcı olacaktır.

PHD2 yazılımı, hem ücretsiz bir yazılım olması ile hem de otomatik takip konusundaki başarısı ile birçok astronom ve amatör astronom tarafından kullanılmaktadır. Otomatik

takip konusundaki başarısının haricinde, ekvatoryal teleskopların “alignment” işlemi için bazı araçları vardır ve pratik bir şekilde “alignment” işlemine olanak sağlar.

3.13 Gözlem Kılavuzu

3.13.1 Sistemin açılması ve gözlem için hazırlanması

Gözlem öncesinde, sistemin zamanında açılabilmesi ve gözleme hazır hale getirilmesi için en az 1 ya da 2 saat önce gözlemci hazırlıklara başlamalıdır. Sistemin ve gözlem aletlerinin elektriklerinin açılması için, T80 teleskop binasında yapılması gereken bazı işlemler mevcuttur.

İlk olarak T80 teleskop binasında, alt katta bulunan kapalı elektrik panoları açılmalıdır. Binanın ana elektrik panosu sürekli açık bulunmaktadır. Fakat teleskobun, TCU'nun ve odak düzlemi aletlerinin beslendiği şebeke panosu kapalı tutulmaktadır. Bu yüzden ana elektrik panosunun sağında bulunan, “Teleskop ve Odak Düzlemi Aletleri Elektrik Panosu” açılmalıdır. Pano üzerindeki anahtar “1” konumuna getirilmelidir. Bu panonun anahtarının açılması ile teleskop pilyesi üzerinde duran ve bazı odak düzlemi aletlerinin elektriklerinin bağlı olduğu prizlere elektrik iletilir. Ayrıca Whopshel tayfçeker ve tayfçeker kontrol bilgisayarının bağlı olduğu prizlere de elektrik iletilir.

- “Teleskop ve Odak Düzlemi Aletleri Elektrik Panosu” anahtarı “1” konumuna getirilerek açılmalıdır.

Sonrasında, panonun hemen sağ tarafında bulunan ve şekil 3.45'te görülen “Teleskop Elektrik Panosu” kapağı açılarak, içeride sol üst köşede bulunan otomatik sigortanın anahtarı “1” konumuna getirilerek açılmalıdır. Bu sigorta açıldığında; teleskop, TCU ve teleskobun diğer parçalarına elektriği ileten PDU cihazı açılmış olur. Cihaz üzerindeki portların ışıkları kırmızı renkte yanacaktır. PDU cihazı üzerinden ilgili portları açarak, cihazlara elektrik verilmesi gerekmektedir.

Teleskoba ait ana sürücülerin güç kaynağı port 1'e, odaklayıcı, alan dönmesi engelleyici ve ayna kapakları gibi parçaların sürücülerinin güç kaynağı port 2'ye ve TCU bölümünün güç kaynağı port 8'e bağlıdır. Bu yüzden pano içerisindeki sigorta açıldıktan sonra, güç kontrol cihazı üzerindeki butonlar yardımı ile 1, 2 ve 8 numaralı portlar aktif hale getirilmelidir. Bu portlar açıldıktan sonra ilgili cihazlara elektrik ulaşacak ve cihazlar kullanılabilir hale gelecektir.



Şekil 3.45 Teleskop elektrik panosu

Pano içerisinde bulunan güç kontrol cihazı üzerindeki butonlar ile ilgili portları açmak için, her bir portun açık ya da kapalı olduğunu gösteren işaretçi ışıkların sağ tarafında bulunan "Select" butonuna bir kez basılır. Butona bir kez basılınca, 1 numaralı portun kırmızı ışığı yanıp sönmeye başlayacaktır. Işığın yanıp sönmesi, bu portun seçili olduğu anlamına gelir. 1 numaralı port seçili iken, kırmızı ışık yeşil renk olana kadar "OK" butonuna basılı tutulur. Işık rengi, kırmızıdan yeşile dönünce bu artık o portun açıldığı anlamına gelir. Sonrasında "Select" tuşuna bir kez basarak 2 numaralı porta geçilir. Artık 1 numaralı portun ışığı yeşil ve sabit bir şekilde yanmaktadır. 2 numaralı portun ışığı ise kırmızı ve yanıp sönmektedir. 2 numaralı port seçili iken "OK" tuşuna basılı tutulur ve ışık rengi yeşil olunca buton bırakılır. 2 numaralı port aktif hale getirildikten sonra, 8 numaralı portun kırmızı ışığı yanıp sönmeye kadar "Select" butonuna bas-çek

yapılır. 8 numaralı port seçilince, yine “OK” butonuna basılı tutularak bu port da aktif hale getirilir. Yeşil ışık yanıp sönerken bırakılabilir. Işık bir süre sonra sabit bir şekilde yanacaktır.

- “Teleskop Elektrik Panosu” içerisindeki sigorta açılır. Sonrasında güç kontrol cihazı üzerinden 1, 2 ve 8 numaralı portlar aktif hale getirilir.

Daha sonra, kubbe sistemine güç veren pano olan “Kubbe Elektrik Panosu” açılmalıdır. Bu pano üzerindeki anahtar “1” konumuna getirilerek kubbe sistemine elektrik iletilir ve kubbe kullanılabilir hale gelir.

- “Kubbe Elektrik Panosu” anahtarı “1” konumuna getirilerek açılmalıdır.

Elektrik panoları ile aynı odada bulunan tayfçeker bilgisayarı açılır. Bilgisayarın ekranı, ortamı aydınlatmaması açısından kapalı bırakılır. Tayfçeker masasında bulunan kalibrasyon ünitesi ve güç kaynağı cihazlarının açma kapama anahtarları “On” konumuna getirilerek cihazlar açılır.

- Tayfçeker bilgisayarı ve kalibrasyon ünitesi açılır.

Sonrasında üst katta bulunan teleskop odasına çıkılır. İlk olarak teleskobun ikincil aynası ve üçüncül ayna bölümüne takılı olan bez kapaklar yerinden çıkarılır. Teleskobun pilyesi üzerinde bulunan üç adet fiş, en yakın oldukları prizlere takılır. Bu fişler, Apogee Alta U47 CCD kameranın güç adaptörünün fişi, filtre tekerleğinin güç adaptörünün fişi, FIGU cihazına bağlı Atik 314L+ CCD kamera, kubbe içi kamera ve Samsung NVR cihazının bağlı olduğu çoklu prizin fişidir. Fişler, pilye üzerinde bulunan prizlere takıldıktan sonra filtre tekerleği kontrol kutusunun üzerinde bulunan açma kapama anahtarı “On” konumuna getirilir.

- Teleskobun ikincil ve üçüncül aynasına takılı bez kapaklar çıkarılır. Pilye üzerindeki üç adet fiş, prizlere takılır. Ardından filtre tekerleğinin anahtarı “On” konumuna getirilerek cihaz açılır.

Böylece teleskop binasında yapılacaklar tamamlanmış olup, bina terkedilebilir. Artık T40 Kreiken Teleskobu kontrol odasında bulunan, T80 Teleskobu uzaktan kontrol masasına geçilir. T80 Teleskobu ve gözlem aletlerinin uzaktan kontrolünü sağlayan bilgisayar ve üç adet monitörü açılır. Bilgisayarın hemen yanında bulunan ve kubbeyi uzaktan kontrol etmeyi sağlayan dokunmatik ekranlı “Beckhoff” cihazı da, fişi prize takılarak açılmalıdır. Cihaz açıldığında otomatik olarak kubbe kontrol arayüzü açılacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken tek husus, Beckhoff cihazının T80 Teleskop binasında bulunan “Kubbe Elektrik Panosu” açıldıktan sonra açılmasıdır. Eğer pano kapalı iken, Beckhoff cihazı açılırsa, kubbe doğru çalışmayacaktır. Kubbenin kalibrasyon işleminin yeniden yapılması gerekecektir.

- T80 uzaktan kontrol bilgisayarı ve Beckhoff (uzak kubbe kontrolü) cihazı açılmalıdır.

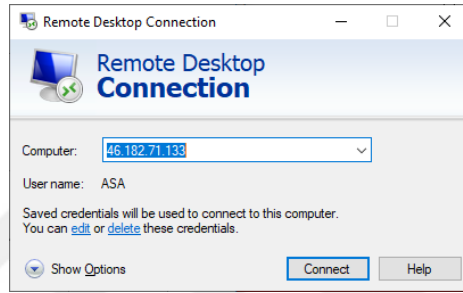
3.13.2 Fotometrik gözlem

T80 uzaktan kontrol bilgisayarı, IP üzerinden T80 binasında bulunan cihazların ve kontrol bilgisayarlarının uzaktan kontrolünü sağlayan bir bilgisayardır.

İlk olarak, uzaktan kontrol bilgisayarının masaüstünde ve görev çubuğunda bulunan SmartViewer yazılımı çalıştırılır. Bu yazılım açıldığında bir giriş ekranı gelecektir. Bu ekranda kullanıcı adı tanımlı olarak (ADMIN) gelir ve kullanıcıdan parolayı girmesi istenir. Burada girilmesi gereken parola “T80-Dome” şeklindedir. Parola yazılır ve giriş yapılır. Bu yazılım teleskop üzerinde bağlı bulunan ve kubbe içini gösteren kameranın görüntüsünü görmemizi sağlar. Böylece teleskop ve kubbenin açılma durumları takip edilebilir.

- Uzaktan kontrol bilgisayarından SmartViewer programı çalıştırılır.

Artık teleskobun ve fotometri gözlem sisteminin bağlı olduğu bilgisayara bağlantı sağlanabilir. Bunun için görev çubuğunda bulunan “Remote Desktop Connection” arayüzü açılır. Şekil 3.46’da görülen pencerede bulunan açılır kutudan, teleskop ve fotometri gözlem sisteminin bağlı olduğu TCU bölümünde bulunan bilgisayarın IP numarası seçilir ve “Connect” butonu tıklanır.



Şekil 3.46 “Remote Desktop Connection” arayüzü

Bağlantı sağlandıktan sonra, teleskobun TCU bölümünde bulunan bilgisayarın masaüstünün görüldüğü kontrol penceresi açılır. Masaüstünde “T80 Teleskop” yazacaktır. Artık bu pencere üzerinden TCU bölümündeki bu bilgisayar kontrol edilebilir. Teleskobun fotometri odağı olan birinci odak tarafında bağlı bulunan filtre tekerleği ve Apogee Alta U47 CCD kamera da bu bilgisayara bağlıdır. Bu nedenle fotometri gözlemleri için sadece bu bilgisayara bağlantı yeterli olacaktır.

- Remote Desktop Connection arayüzü açılır ve uzak bağlantı sağlanır.

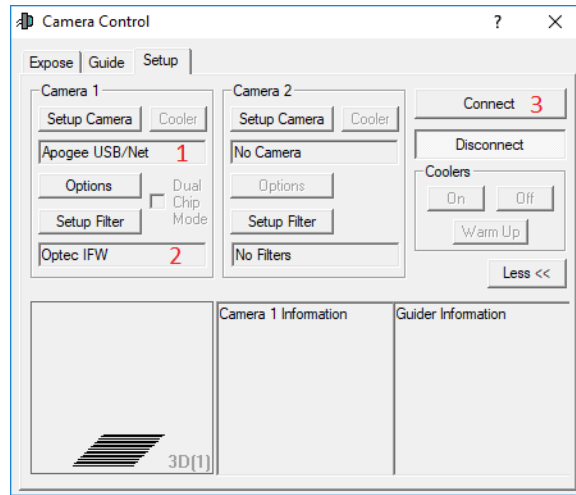
Bağlantı sağlandıktan sonra, teleskop ve fotometri sisteminin bağlı olduğu bilgisayarın masaüstü ekranının görüldüğü bir pencere açılacaktır. Gözlem için gerekli bağlantılar ve cihaz kontrolleri buradan yapılacaktır.

Cihazlara bağlanmadan önce yapılması gereken son işlem kubbe kapaklarını açmaktır. Bunun için Beckhoff ekranından otomatik mod seçilerek, dokunmatik ekrandan “Otomatik Aç” butonu tıklanır. Buton tıklandıktan sonra kubbe alt ve üst kapağı

otomatik olarak açılacaktır. Beckhoff ekranından bu süreç takip edilir ve kapaklar açılana kadar beklenmelidir.

- Kubbe kapakları açılır.

Artık bağlantı sağlanan teleskop ve fotometri bilgisayarından ilgili cihazlara erişim sağlanabilir. İlk olarak T80 kontrol bilgisayarının masaüstünde bulunan MaxIm DL 6 yazılımını çalıştırılır. MaxIm DL 6 yazılımını fotometrik görüntüleme ve kalibrasyon görüntülerinin alınması için kullanılmaktadır. Yazılımın üst bölümünde bulunan simgelerden “Observatory Control” simgesi tıklanarak, CCD kameranın kontrol edildiği ve görüntülerin alındığı pencere açılmalıdır. Bu pencere açılınca ilk yapılması gereken CCD kameraya bağlanmak olmalıdır. Burada dikkat edilmesi gereken, doğru CCD kamera ve filtre tekerleği sürücüsünün seçili olmasıdır. İki cihazın sürücüsü de tanımlı olarak seçili gelmelidir. Burada herhangi bir değişiklik ya da başka bir cihaz seçilmesine gerek yoktur. Ancak bağlantıdan önce kontrol edilmesi yerinde olacaktır. Şekil 3.47’de görülen “Observatory Control” penceresinin “Setup” sekmesinde, “Camera 1” panelinde seçili olarak görünen sürücüler, teleskop için 1 ile gösterilen “Apogee USB/Net” ve filtre tekerleği için 2 ile gösterilen “Optec IFW” olmalıdır.



Şekil 3.47 MaxIm DL 6 “Camera Control” penceresi “Setup” sekmesi arayüzü

Gerekli kontroller yapıp, sürücülerin doğru olduğundan emin olduktan sonra artık 3 numara ile işaretlenen “Connect” butonu tıklanarak Apogee Alta U47 CCD kamera

bağlantısı sağlanır. Bağlantı sağlandıktan sonra, bağlantı ile ilgili butonların alt bölümünde bulunan “Coolers” bölümündeki “On” butonu tıklanarak CCD kameranın soğutucusu aktif hale getirilir.

CCD kameranın soğutucusu, sensör bölümü -20°C olacak şekilde ayarlanmıştır. Soğutucu aktif hale geldikten sonra, aynı pencerede bulunan “Camera 1 Information” bölümünde soğutucu gücü, sensörün anlık sıcaklığı ve ayarlanan sıcaklık değeri görülebilir.

- MaxIm DL 6 yazılımından CCD kamera bağlantısı sağlanır ve sensör soğutulur.

Sıradaki işlem, teleskop bağlantısının gerçekleştirilmesidir. Teleskoba bağlanmak ve yönetmek için, T80 kontrol bilgisayarının masaüstünde bulunan Autoslew yazılımı çalıştırılır. Autoslew yazılımının çalıştırılması ile otomatik olarak ACC yazılımı da açılacaktır.

- Autoslew yazılımı çalıştırılır.

Autoslew yazılımı çalıştırıldıktan sonra teleskop motor ve sürücülerini aktif hale getirmek için, kırmızı renkli “Motor is OFF” butonu tıklanmalıdır. Teleskop motorları aktif hale gelince butonun rengi kırmızıdan yeşile dönecek ve buton üzerinde artık “Motor is ON” yazacaktır. Butonun rengi yeşile dönene kadar ve üzerinde “Motor is ON” yazana kadar beklenmelidir. Bu sürede teleskop üçüncül aynayı başlangıç pozisyonuna çevirecek ve ayna kapaklarını açacaktır. Artık teleskop bilgisayar üzerinden kullanılabilir haldedir.

- “Motor is OFF” butonu tıklanarak teleskop motorları aktif hale getirilir.

Teleskoba MaxIm DL 6 yazılımından da bağlantı sağlamak gerekir. Her ne kadar teleskobun kontrolleri Autoslew yazılımı üzerinden yapılacak olsa da, gözlenen cismin koordinatlarının görüntünün başlığına eklenebilmesi için MaxIm DL 6 yazılımı

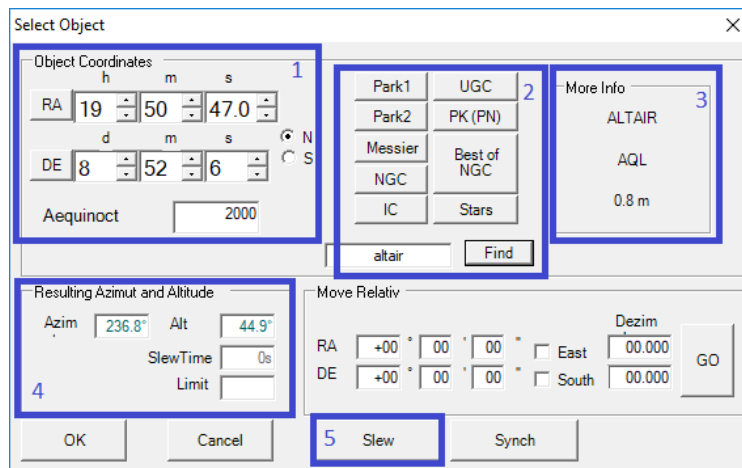
teleskoba bağılı olmaya ihtiyaç duyar. Bu bağlantının sağlanabilmesi için “Observatory Control” penceresi açılmalıdır. Teleskobu kullanabilmek için “Setup” sekmesi altında görünen, seçili olması gereken sürücü “Astrooptik Server Telescope” olmalıdır. Seçili sürücü kontrol edildikten sonra, Connect butonu tıklanarak bu yazılımdan da teleskop bağlantısı tamamlanır.

- MaxIm DL 6 yazılımından teleskop bağlantısı sağlanır.

Teleskobu bir cisme çevirmeden önce, odak yolu fotometri tarafına çevrilmelidir. Bunun için Autoslew arayüzünde bulunan “Select Focus” bölümündeki açılır pencereden 1 numaralı odak seçilir. Ayna dönme hareketini tamamlayana kadar beklenmelidir.

- Üçüncül ayna 1 numaralı odağa çevrilmelidir.

Teleskobu bir gökcismine yönlendirmek için, Autoslew yazılımının üst bölümünde bulunan galaksi simgeli buton tıklanarak “Select Object” penceresi açılır. Bu pencerede bir cismin koordinatlarını girerek ya da veritabanından bir cisim seçerek teleskop yönlendirilebilir.

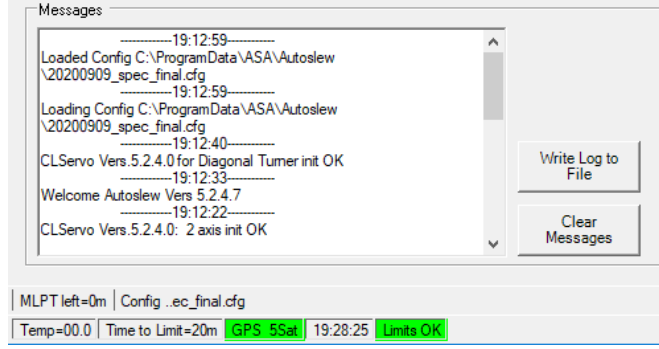


Şekil 3.48 Autoslew yazılımının “Select Object” penceresi

Şekil 3.48’de 1 numara ile gösterilen bölümden, bir cismin sağ açıklık ve dik açıklık koordinatları girilerek teleskop o koordinatlara yönlendirilebilir. Sıfırdan küçük dik açıklık değerleri için “S” radyo butonu, sıfırdan büyük dik açıklık değerleri için ise “N” radyo butonu seçilmelidir. Koordinatlar girildikten sonra, teleskobu yönlendirmek için “Slew” butonuna basılmalıdır. Veya koordinat girmek yerine yazılımın veritabanında tanımlı cisimlerden seçim yapılabilir. Bunun için 2 numara ile işaretlenen bölüm kullanılır. Burada bulunan farklı kataloglardan biri seçilerek, gözlemi yapılmak istenen cisim tanımlanmış ise bulunur ve seçilir. “More Info” bölümünde seçilen cisim ile ilgili bazı bilgiler görüntülenir. Cisim seçildikten sonra, “Slew” butonuna tıklanır ve teleskop seçilen cisme yönelir. Teleskobu yönlendirmeden, yani “Slew” butonua basmadan önce 4 numara ile gösterilen bölüm mutlaka kontrol edilmelidir. Bu bölümde seçilen cismin azimut ve yükseklik değerleri bulunmaktadır. Bu değerler kontrol edilmeli ve daha sonra “Slew” butonu ile teleskop yönlendirilmelidir. Eğer cismin yükseklik değeri 15° ’den düşük ise, teleskop yönelim hareketine başlamayacaktır. Çünkü teleskobun yükseklik açısının alt limiti 15° olarak ayarlanmıştır. Bu yüzden teleskobu yönlendirmeden önce cismin hangi ufuk yüksekliğinde olduğu kontrol edilmelidir. Eğer değerler uygun ise “Slew” butonu tıklanır ve teleskop cisme yönlendirilir. “Slew” butonu tıklandıktan sonra bu pencere kapanır ve “Slewing” penceresi açılır. Bu pencere, teleskop hareketini tamamlayana kadar kalır ve teleskop hareketini tamamlayınca kendiliğinden kapanır. Teleskop, hareketini tamamlayana kadar bu pencerede teleskobun anlık koordinatları, hedef koordinatlar ve teleskobun bu hedefe varmasına kalan süre gösterilir. Teleskop, hareketini tamamlayana kadar ve bu pencere kapanana kadar beklenmelidir.

- Teleskop, gözlemi yapılacak cisme çevrilir.

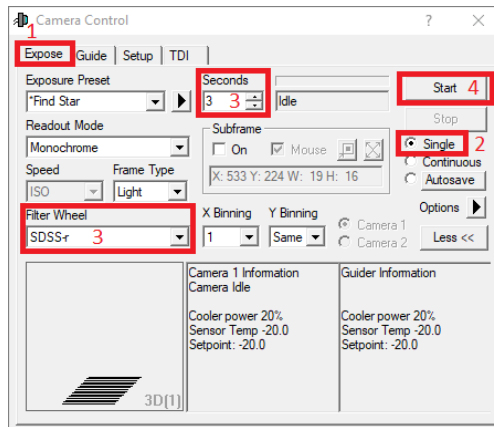
Teleskop, yönelim hareketini tamamlayıp durduktan sonra, Autoslew arayüzünde bulunan “Messages” bölümü kontrol edilmelidir. Eğer gözlem sırasında teleskop ile ilgili bir hata ortaya çıkarsa, o hata burada belirtilir. Ayrıca Autoslew arayüzünün en altında bulunan durum çubuğu kontrol edilerek, teleskobun limitlerine bakılmalıdır. Kontrol edilmesi gereken bölümler şekil 3.49’da gösterilmiştir.



Şekil 3.49 Autoslew arayüzünde “Messages” bölümü ve durum çubuğu

Herhangi bir problem olup olmadığı kontrol edildikten sonra artık görüntüleme yapılabilir.

Bu işlemler yapılırken, CCD kameranın sensör bölümü istenilen sıcaklık olan -20°C 'a ulaşmış olacaktır. MaxIm DL 6 yazılımının “Camera Control” penceresinden, şekil 3.50’de 1 numara ile gösterilen “Expose” sekmesine geçilir. Buradan öncelikle bazı kontroller için single modda bir görüntü alınması tavsiye edilir. Bunun için şekil 3.50’de 2 numara ile gösterilen “Single” radyo butonu seçilir. Sonrasında 3 numara ile gösterilen bölümlerden alınacak tek görüntünün hangi filtre ve poz süresinde alınacağı ayarlanır. İlgili ayarlamalar yapıldıktan sonra, 4 numara ile gösterilen “Start” butonu tıklanarak görüntü alınır.



Şekil 3.50 MaxIm DL 6 “Camera Control” penceresi “Expose” sekmesi arayüzü

Alınan tek görüntü kontrol edilerek, bu görüntü üzerinden odak durumuna bakılır. ACC yazılımından odak ayarlanır. Gözlem öncesinde belirlenmesi gereken tüm parametreler denenir ve ayarlanır.

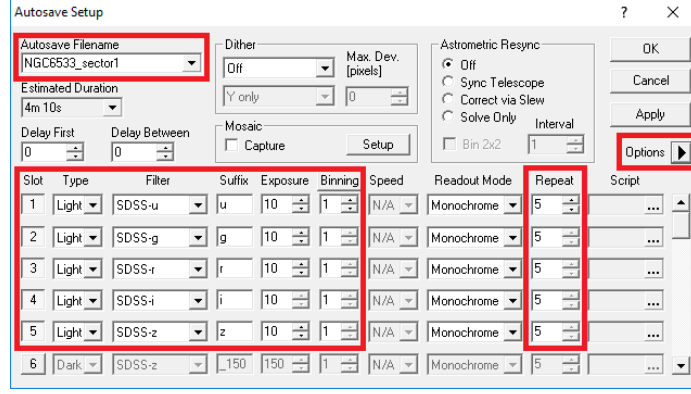
- “Single” modda görüntü alınarak gerekli kontroller ve ayarlamalar yapılır. Odak ayarlanır.

Görüntü alıp gözlemi yapılacak bölge görüldükten sonra, bölgede düzenleme yapılmak istenirse ve teleskop herhangi bir yöne küçük miktar hareket ettirilmek istenirse bunun için Autoslew arayüzünde bulunan “Move-Controls” bölümü kullanılabilir.

Gerekli denemeler ve ayarlar yapıldıktan sonra artık gözlem başlatılabilir.

MaxIm DL 6 yazılımında, görüntülemeye kullanılan üç mod bulunmaktadır. Bunlar single, continuous ve autosave'dir. Single modunda, belirtilen parametrelere göre sadece tek bir görüntü alınır ve bu görüntü kayıt edilmez. Continuous modda, belirtilen parametrelere göre sürekli görüntü alınır fakat bu görüntüler kayıt edilmez. Kamera, durdurulana kadar görüntü alınmaya devam eder. Son mod ise autosave modudur. Single ve continuous modları genellikle bazı ayarlar ve bazı parametrelerin belirlenmesinde kullanılırken, tüm ayarlar yapıldıktan sonra ana gözlem prosedüründe autosave kullanılır.

Autosave butonu tıklanır ve sonrasında açılan “Autosave Setup” penceresinde gözleme dair bütün parametreler girilir. Burada belirtilmesi gereken parametreler dosya adı, görüntü tipi, gözlem yapılacak filtreler, dosya adı son ekleri, binning değeri ve her filtreden kaç tekrar görüntü alınacağıdır. Ayrıca görüntülerin kaydedileceği adres “Options” butonu altından “Set Image Save Path” butonu tıklanarak seçilmelidir. Doldurulması gereken alanlar şekil 3.51’de kırmızı çerçeve ile işaretlenmiştir.



Şekil 3.51 MaxIm DL 6 yazılımı “Autosave Setup” penceresi

Dosya yolu ve isimlendirmeye ilişkin tüm ayarlamalar yapıldıktan sonra, önce “Apply” butonu, sonrasında “OK” butonu tıklanarak bu pencere kapatılır.

Son olarak, “File” menüsü altında, “Settings” seçeneği seçilerek burada “Object” ve “Observer” başlıkları düzenlenmelidir. Önce bir başlığın değeri girilir, değer girildikten sonra “Set” butonu tıklanarak yeni değer başlığa atanmış olur. Sonrasında diğer başlığın değeri girilir ve yine “Set” butonu tıklanarak yeni değer atanır. Düzenlemeler yapıldıktan sonra, sırası ile “Apply” ve “OK” butonları tıklanarak bu pencere kapatılır.

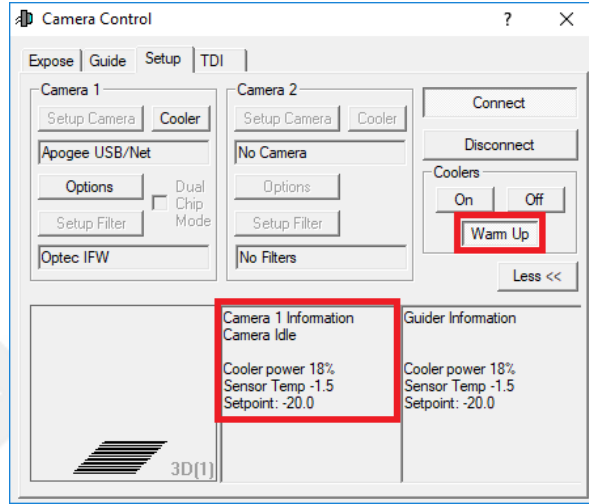
Tüm ayarlamaların doğru bir şekilde yapıldığından emin olduktan sonra, artık “Start” butonu tıklanarak gözlem başlatılır.

- “Autosave” modu ayarlanarak gözlem başlatılır.

3.13.3 Fotometrik gözlem sonu

Gözlem sonunda, kalibrasyon görüntüleri de alındıysa artık sistem kapatılabilir. Sistemi kapatırken ilk olarak Apogee Alta U47 CCD kamera ile işleme başlanılabilir. CCD kameranın soğutucusu durdurularak, sensörün yavaş yavaş ortam sıcaklığına gelmesi beklenmelidir. Soğutucu mekanizma doğrudan kapatılmamalıdır çünkü CCD kameranın -20°C değerinden ortam sıcaklığına hızlı bir şekilde gelmesi, CCD kamera açısından zararlı olabilir. Bu nedenle, MaxIm DL yazılımının “Camera Control” penceresinin

“Setup” bölümünde bulunan “Coolers” panelinden “Warm Up” butonu tıklanır ve CCD kameranın sensörünün ortam sıcaklığına gelmesi beklenir. Bu pencerenin “Camera 1 Information” bölümünde CCD kameranın soğutucusunun çalışma gücü, sensörün anlık sıcaklığı ve ayarlanan sıcaklığı görülebilir. Şekil 3.52’de gösterilen bu bölümden sensörün sıcaklığı kontrol edilmelidir.



Şekil 3.52 “Camera Control” penceresinin “Setup” sekmesinde bulunan “Warm Up” butonu ve CCD kameranın sıcaklık bilgileri

- CCD kameranın soğutucusu “Warm Up” moduna geçirilir ve sensörün sıcaklığının ortam sıcaklığına düşmesi beklenir.

CCD kamera sensörünün sıcaklığının, ortam sıcaklığına ulaşması beklenirken, diğer işlemler yapılabilir. İlk olarak MaxIm DL yazılımı ile teleskobun bağlantısı kesilebilir. Bunun için MaxIm DL yazılımının “Observatory Control” penceresinin “Setup” bölümünden “Disconnect” butonu tıklanır ve bağlantı kesilir. Artık teleskop ile iletişim halinde olan tek yazılım Autoslew yazılımıdır. Teleskobun kalan işlemleri için Autoslew ve ACC yazılımı kullanılacaktır.

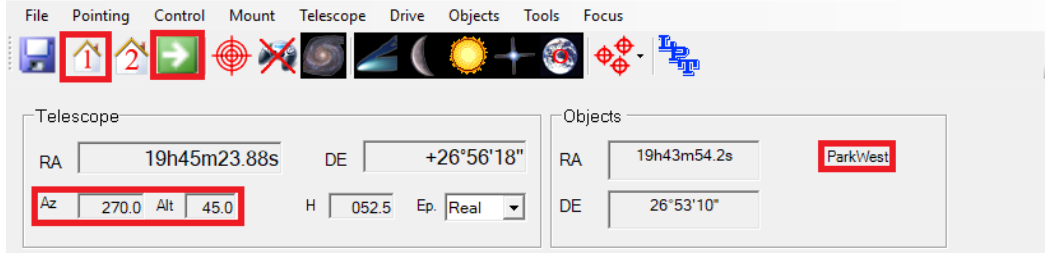
Sıradaki adım olarak teleskobun ayna kapakları kapatılmalı ve teleskop park pozisyonuna yönlendirilmelidir. Ayna kapaklarını kapatmak için ACC yazılımında bulunan simgelerde kapak simgesi tıklanarak, ayna kapaklarının kontrol edildiği bölüm açılır. Burada “Close” butonu tıklanarak kapakların kapanması beklenir. Butonun

hemen altında, şekil 3.53'te işaretlenen, kapakların açısı ve açık/kapalı durumunu gösteren bilgi bölümü bulunur. "Close" butonu tıklandıktan sonra durum buradan kontrol edilmelidir.



Şekil 3.53 ACC yazılımının ayna kapakları kontrol bölümü

Teleskobun kapakları kapatıldıktan sonra, artık teleskop park pozisyonuna yönlendirilebilir. Teleskoba ait tanımlı iki adet park pozisyonu bulunmaktadır. Bunlardan aktif olarak kullanılan pozisyon birinci park pozisyonudur. Bu park pozisyonu, 270° azimut ve 45° yükseklik açılarına tanımlı park pozisyonudur. Teleskobu, bu pozisyona yönlendirmek için Autoslew arayüzünün simge menüsünde bulunan ve şekil 3.54'te gösterilen birinci park pozisyonu butonu tıklanır. Bu buton tıklandığında tanımlı park pozisyonunun seçildiği, Autoslew arayüzünde "Objects" bölümü altında görülmelidir. Eğer bu bölümde "ParkWest" yazıyor ise artık teleskop park pozisyonuna yönlendirilebilir. Teleskobu yönlendirmek için simge çubuğundan, yeşil ok simgeli "Slew" butonu tıklanır. Teleskop park pozisyonuna yaptığı yönelim hareketini tamamlayana kadar beklenir. Teleskop yönelim hareketini tamamladıktan sonra, doğru pozisyonda olup olmadığı, teleskobun koordinatlarının görüldüğü bölümden kontrol edilmelidir.



Şekil 3.54 Autoslew arayüzünde park prosedürü

Artık teleskobun motorları durdurulabilir ve Autoslew ile teleskop bağlantısı kesilebilir. Bunun için Autoslew arayüzünde bulunan yeşil renkli “Motor is ON” butonu tıklanmalıdır. Bu buton tıklandığında teleskobun motorları devre dışı kalacak ve teleskop ile bilgisayar bağlantısı kesilecektir. Butonun rengi de yeşilden kırmızıya dönecek ve artık buton üzerinde “Motor is OFF” yazacaktır. Artık Autoslew yazılımı kapatılabilir. Yazılım kapatılırken, teleskoba başka yazılımlardan da bağlanıldığını ve bu programlardan bağlantıların kesilip kesilmediğini soran bir mesaj kutusu çıkacaktır. Bu mesaja “Yes” cevabı verilir. Sonrasında yapılan değişikliklerin .ini dosyasına kayıt edilip edilmeyeceğini soran bir mesaj kutusu çıkacaktır. Bu soruya cevap olarak “No” seçeneği seçilmelidir.

Artık teleskop ile ilgili tüm bağlantılar koparıldığına göre, tekrar MaxIm DL yazılımına dönülür ve CCD kameranın sensör sıcaklığının ortam sıcaklığına ulaşip ulaşmadığı kontrol edilir. Eğer sensör ortam sıcaklığına ulaştıysa, “Coolers” bölümünden soğutucu kapatılabilir. Bunun için “Off” butonu tıklanmalıdır. Soğutucular kapatıldıktan sonra, kamera bağlantı bölümünden “Disconnect” butonu tıklanır ve CCD kamera bağlantısı kesilir.

Tüm bağlantıların kesildiğinden ve herhangi bir sorun ile karşılaşılmadığından emin olduktan sonra, uzak bağlantı kurulan, TCU bölümü içindeki teleskop kontrol bilgisayarı kapatılabilir. Bilgisayar kapandığında uzak bağlantı otomatik olarak sonlanacaktır.

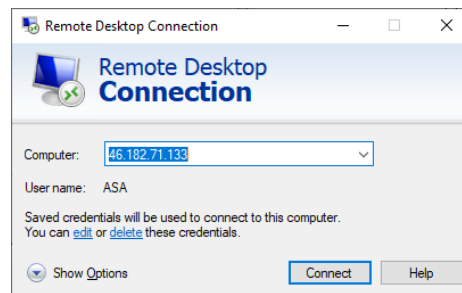
3.13.4 Tayfsal gözlem

T80 uzaktan kontrol bilgisayarı, IP üzerinden, T80 binasında bulunan cihazların kontrol bilgisayarlarına bağlanarak uzaktan kontrol etmeyi sağlayan bir bilgisayardır.

İlk olarak uzaktan kontrol bilgisayarının masaüstünde ve görev çubuğunda bulunan SmartViewer yazılımı çalıştırılır. Bu yazılım açıldığında bir giriş ekranı gelecektir. Bu ekranda kullanıcı adı tanımlı olarak (ADMIN) gelir ve kullanıcıdan parolayı girmesi istenir. Bu yazılım teleskop üzerinde bağlı bulunan ve kubbe içini gösteren kameranın görüntüsünü kontrol bilgisayarı ekranına aktarır. Böylece teleskop ve kubbenin açılma durumları takip edilebilir.

- Uzaktan kontrol bilgisayardan SmartViewer programı çalıştırılır.

Artık teleskobun bağlı olduğu, teleskobun TCU bölümünde bulunan bilgisayara bağlantı sağlanabilir. Bunun için görev çubuğunda bulunan “Remote Desktop Connection” arayüzü açılır. Şekil 3.55’te görülen pencerede bulunan açılır kutudan, teleskop ve fotometri gözlem sisteminin bağlı olduğu TCU bölümünde bulunan bilgisayarın IP numarası seçilir ve “Connect” butonu tıklanır.



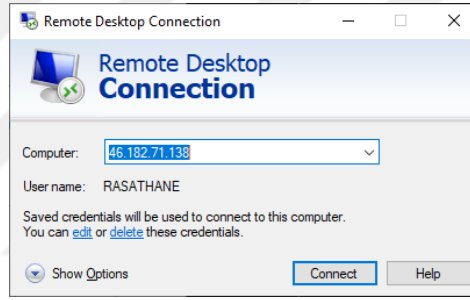
Şekil 3.55 “Remote Desktop Connection” arayüzü

Bağlantı sağlandıktan sonra, teleskobun TCU bölümünde bulunan bilgisayarın kontrol penceresi açılır. Açılan bilgisayarın masaüstünde “T80 Teleskop” yazacaktır. Artık bu pencere üzerinden TCU bölümündeki bu bilgisayar kontrol edilebilir.

- Remote Desktop Connection arayüzü açılır ve T80 kontrol bilgisayarına uzak bağlantı sağlanır.

Teleskop kontrolü için bu pencereden kurulan bağlantı kullanılacaktır.

Teleskop bilgisayarına bağlantı sağlandıktan sonra, sıradaki işlem tayfçeker kontrol bilgisayarına bağlanmak olmalıdır. Bu bağlantıyı kurmak için yine “Remote Desktop Connection” arayüzü açılır. Tayfçeker kontrol bilgisayarına bağlanmak için (Şekil 3.56) yukarıda teleskop bilgisayarı için bahsedilen adımlar tekrarlanır. Bağlantı sağlandığında, masaüstünde “T80 Whoppshel” yazan tayfçeker bilgisayarının ekranı görülür. Tayfçeker kontrolleri artık bu bağlantı üzerinden yapılır.



Şekil 3.56 “Remote Desktop Connection” arayüzü

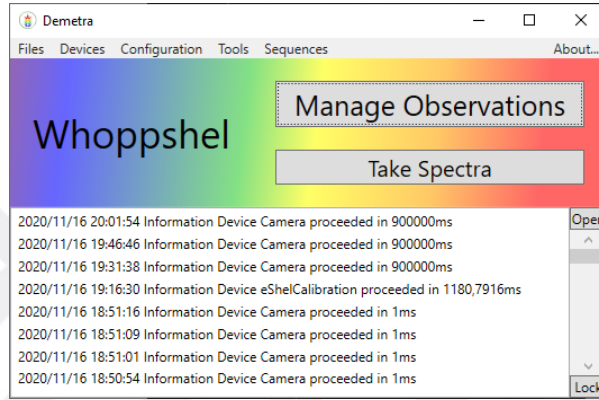
- Remote Desktop Connection arayüzü açılır ve tayfçeker kontrol bilgisayarına uzak bağlantı sağlanır.

Cihazlara bağlanmadan önce yapılması gereken son işlem, kubbe kapaklarının açılmasıdır. Bunun için Beckhoff ekranından otomatik mod seçilerek, dokunmatik ekrandan “Otomatik Aç” butonu tıklanır. Buton tıklandıktan sonra kubbe alt ve üst kapağı otomatik olarak açılacaktır. Beckhoff ekranından bu süreç takip edilir ve kapaklar açılana kadar beklenmelidir.

- Kubbe kapakları açılır.

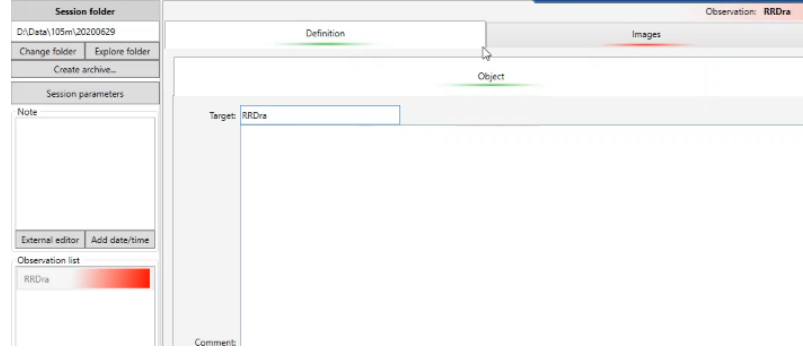
Artık bağlantı sağlanan teleskop bilgisayar ve tayfçeker bilgisayarından ilgili cihazlara erişim sağlanabilir.

İlk olarak tayfçeker kontrol bilgisayarından Demetra yazılımı açılır. Demetra yazılımı, Shelyak Instruments tarafından geliştirilen, tayfçeker kamerası ve kalibrasyon ünitesinin kontrolünün sağlandığı yazılımdır. Demetra yazılımı açıldığında, programın şekil 3.57’de görülen açılış arayüzü kullanıcının karşısına çıkar.



Şekil 3.57 Demetra yazılımı açılış arayüzü

Buradan ilk olarak “Manage Observations” butonu tıklanır. Bu buton tıklandığında açılan “Session” penceresinde gözlenecek olan cisim ve alınacak görüntüler ile ilgili bazı düzenlemeler yapılmalıdır. Arayüzün sol bölümünde bulunan “Session Folder” panelindeki “Change Folder” butonu tıklanarak, o günün tarihi ile oluşturulan klasör seçilmelidir. Klasör seçildikten sonra, gözlemi yapılacak olan cisim “Observation List” bölümüne eklenmelidir. Bunun için “Session Folder” bölümünün en altındaki “New” butonu tıklanır. Açılan pencerede gözlemi yapılacak cismin adı girilerek “Create” butonu tıklanır ve kayıt edilir. Artık bu cismin adı “Observation List” altında kırmızı renkte görülecektir. Kırmızı renkte olmasının sebebi, bu girdi ile ilgili hala eksik bilgiler bulunmasıdır. Bu eksik bilgiler gözlem süresince tamamlanacaktır. Girişi yapılan cisim ile ilgili ilk olarak “Definition” sekmesi altından “Object” sekmesi tıklanır. Burada “Target” metin kutusuna yine aynı şekilde gözlemi yapılan cismin adı girilmelidir. Hemen altındaki “Comment” bölümü ise gözlem boyunca gerekli notların tutulabileceği bölümdür. Şekil 3.58’de bir adet cisim tanımlanmıştır.

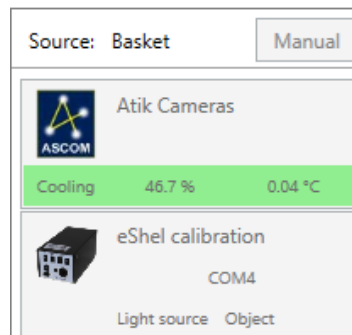


Şekil 3.58 Session penceresinde gözlemi yapılacak yıldızın girişi

Artık girişi yapılan cisim ile görüntülerin elde edilmesine geçilebilir. Bunun için yukarıdaki sekmelerden “Images” sekmesi tıklanır. Bu sekmeye geçildiğinde, solda görülen “Basket Sequence” bölümünde alınması gereken görüntüler bulunmaktadır. Bu görüntü türlerinin tümü kırmızı renkte görünecektir. Herhangi bir görüntü alınmadığı veya eklenmediği sürece bu bölümler kırmızı kalacaktır.

Eğer gözlem başlangıcına henüz zaman varsa bu süre kalibrasyon görüntülerinin alınması ile değerlendirilebilir. Eğer yıldız tayfı ile gözleme başlanacaksa, kalibrasyon görüntüleri sabah gözlem sonunda alınabilir.

Demetra programı çalıştırıldığında, Atik 460EX CCD kamera ve kalibrasyon ünitesi bağlantısı otomatik olarak gerçekleşecektir.



Şekil 3.59 Acquisition penceresinde cihaz bağlantıları

Şekil 3.59’da görülen ve ASCOM Platform üzerinden gerçekleştirilen CCD kamera bağlantısı tıklanarak kamera bağlantı arayüzü açılmalıdır. Açılan pencerenin “Cooler”

bölümünde soğutucunun durumu görülmektedir. “Activation” bölümü altından sensörün soğutulmak istendiği değer girilerek, “Activate” butonu tıklanır. Bu buton tıklandıktan sonra, artık üzerinde “Set” yazacaktır. “Set” butonu da tıklanarak sensör sıcaklığının istenilen değere düşmesi beklenir. “Set” butonu tıklandıktan sonra bu pencere kapatılabilir. Sensör sıcaklığı “Acquisition” penceresinde, bağlantıların görüldüğü kolondan, kamera bağlantı bölümünden takip edilebilir.

- Demetra yazılımı çalıştırılır. Gözlemi yapılacak olan cisimler girilir ve CCD kameranın soğutucusu aktif hale getirilir.

Demetra programında gerekli hazırlıklar yapıldıktan sonra, teleskop kontrol bilgisayarından teleskobu, gözlemi yapılacak olan cisme yönlendirmek gerekir. Bunun için sıradaki işlem teleskop bağlantısını gerçekleştirmektir. Teleskoba bağlanmak ve yönetmek için T80 kontrol bilgisayarının masaüstünde bulunan Autoslew yazılımı çalıştırılır.

- Autoslew yazılımı çalıştırılır.

Autoslew yazılımı çalıştırdıktan sonra teleskop motor ve sürücülerini aktif hale getirmek için, kırmızı renkli “Motor is OFF” butonu tıklanmalıdır. Teleskop motorları aktif hale gelince butonun rengi kırmızıdan yeşile dönecek ve buton üzerinde artık “Motor is ON” yazacaktır. Butonun rengi yeşile dönene kadar ve üzerinde “Motor is ON” yazana kadar beklenmelidir. Bu sürede teleskop üçüncül aynayı başlangıç pozisyonuna çevirecek ve ayna kapaklarını açacaktır. Artık teleskop bilgisayar üzerinden kullanılabilir haldedir.

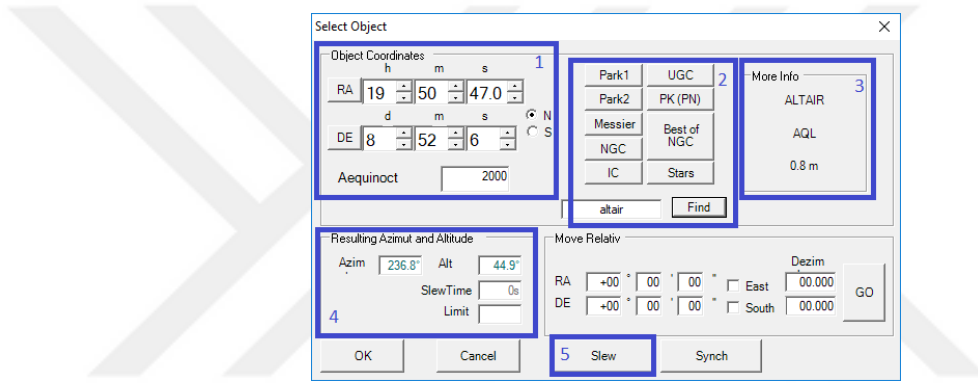
- “Motor is OFF” butonu tıklanarak teleskop motorları aktif hale getirilir.

Teleskobu bir cisme çevirmeden önce, odak yolu tayfçeker tarafına çevrilmelidir. Bunun için Autoslew arayüzünde bulunan “Select Focus” bölümündeki açılır

pencereden 2 numaralı odak seçilir. Ayna dönme hareketini tamamlayana kadar beklenmelidir.

- Üçüncül ayna 2 numaralı odağa çevrilmelidir.

Teleskobu bir gökcismine yönlendirmek için, Autoslew yazılımının üst bölümünde bulunan galaksi simgeli buton tıklanarak “Select Object” penceresi açılır. Bu pencerede bir cismin koordinatlarını girerek ya da veritabanından bir cisim seçerek teleskop yönlendirilebilir.



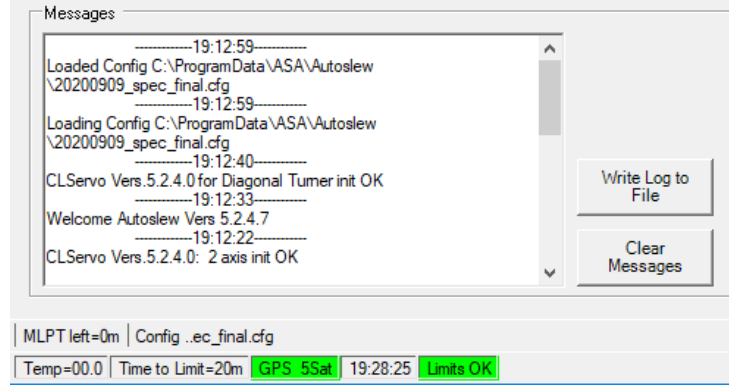
Şekil 3.60 Autoslew yazılımının “Select Object” penceresi

Şekil 3.60’da 1 numara ile gösterilen bölümden, bir cismin sağ açıklık ve dik açıklık koordinatları girilerek teleskop o koordinatlara yönlendirilebilir. Sıfırdan küçük dik açıklık değerleri için “S” radyo butonu, sıfırdan büyük dik açıklık değerleri için “N” radyo butonu seçilmelidir. Koordinatlar girildikten sonra, teleskobu yönlendirmek için “Slew” butonuna basılmalıdır.

- Teleskop, gözlemi yapılacak cisme çevrilir.

Teleskop yönelim hareketini tamamlayıp, durduktan sonra, Autoslew arayüzünde bulunan, “Messages” bölümü kontrol edilmelidir. Eğer gözlem sırasında teleskop ile ilgili bir hata ortaya çıkarsa, o hata burada belirtilir. Ayrıca Autoslew arayüzünün en

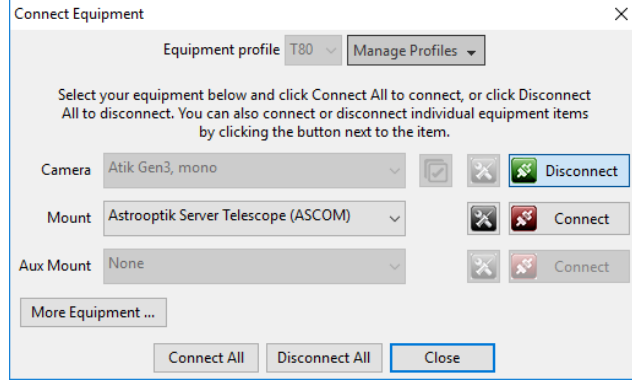
altında bulunan durum çubuğu kontrol edilerek, teleskobun limitlerine bakılmalıdır. Kontrol edilmesi gereken bölümler şekil 3.61’de gösterilmiştir.



Şekil 3.61 Autoslew arayüzünde “Messages” bölümü ve durum çubuğu

Herhangi bir problem olup olmadığı kontrol edildikten sonra, artık görüntüleme yapılabilir.

Görüntülemenin ilk adımı, FIGU cihazı ve ona bağlı CCD kamera aracılığı ile yıldızın yarık hizasında tutulmasıdır. Bunun için kullanılacak yazılım, teleskop kontrol bilgisayarında kurulu olan PHD Guiding yazılımıdır. PHD Guiding yazılımı çalıştırılarak FIGU’ya bağlı olan Atik 314L+ CCD kameraya bağlantı sağlanmalıdır. Yazılım çalıştırıldıktan sonra, arayüzün alt bölümünde bulunan simgelerden ilki tıklanır. Bu, cihazlara bağlantı simgesidir ve “Connect Equipment” penceresini açar. Burada bağlanılacak cihazlar tanımlı olarak gelir. Bağlantı sağlanması gereken tek cihaz kameradır ve seçili olan kamera “Atik Gen3, mono” olmalıdır. Hemen sağında bulunan “Connect” butonu tıklanır ve bağlantı sağlandıktan sonra “Close” butonu tıklanarak bu pencere kapatılır. Kırmızı olan “Connect” butonu, bağlantı sağlandıktan sonra, yeşil olacak ve artık buton metni olarak “Disconnect” yazacaktır. Şekil 3.62’de “Connect Equipment” penceresi, kamera bağlantısından sonraki hali ile gösterilmiştir.



Şekil 3.62 PHD Guiding 2 yazılımının Connect Equipment penceresi

- PHD Guiding yazılımı çalıştırılır ve CCD kamera bağlantısı sağlanır.

Simge çubuğunda bulunan ve poz süresinin seçilebildiği açılır kutudan poz süresi seçilmelidir. 1 saniye poz süresi yeterli olacaktır. Sonrasında ikinci sırada bulunan, yeşil ok resimli görüntü alma simgesi tıklanır ve görüntü alınmaya başlanır. Gözlemi yapılacak olan yıldız, görüntüde görünecektir ama bu yıldızı yarık hizasında tutmak gerekmektedir. Yarık pozisyonunu görmek için, menü çubuğundaki “View” menüsü altından, “View Spectrograph Slit” seçeneği seçilmelidir. Bu seçenek seçildikten sonra, yarık kırmızı bir kare ile işaretlenir. Artık yıldız bu kare içerisine getirilmeli ve gözlem süresince bu kare içinde tutulmalıdır.

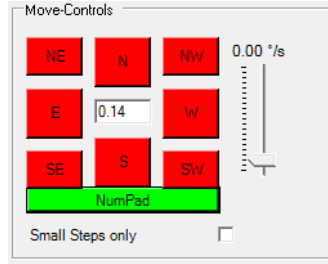
Yıldızı kare hizasına getirmeden hemen önce, görüntüdeki yıldız göre odak ayarı yapılmalıdır. Odak ayarı için Autoslew yazılımı ile birlikte otomatik olarak açılan ACC yazılımının odak bölümü kullanılmalıdır.

Görüntüdeki yıldızı, yarık hizasına getirmek için Autoslew yazılımının “Move-Controls” bölümü kullanılır. Burada yön tuşlarının hemen altında bulunan, şekil 3.63’te görülen “NumPad” butonu işaretlenmeli ve klavyeden kontrol aktif hale getirilmelidir. Klavyede bulunan nümerik bölümden teleskop hareket ettirilerek yıldız yarık hizasına getirilmelidir. “Move-Controls” bölümünde bulunan hız ayarı, teleskoba küçük hareketler yaptırılması gerektiğinden dolayı düşük bir hıza ayarlanmalıdır. Yıldızı görüntünün herhangi bir yerinden, yarık hizasına getirecek teleskop hareketi için ayarlanabilecek hız 0.01°/s mertebesinde olmalıdır. Bu hız değeri, ayarın yapıldığı

kayar çubuğun üzerinde yazmaktadır. Bu hız değerinin karşılığı olarak, yön tuşlarının ortasında ise, motorların bu hareketi algılayacağı birim değer bulunmaktadır.

- PHD Guiding görüntüsünde yıldızı gördükten sonra, odak ayarı yapılır. Sonrasında yarık pozisyonu açılarak, yıldız yarık hizasında tutulacak şekilde teleskop hareket ettirilir.

Yıldızı yarık hizasına getirdikten sonra, gözlem boyunca yarık hizasında tutmak gerekecektir. Bunun için gözlem süresince bazı düzeltmeler yapılmalıdır. Bu düzeltmeler için kullanılması gereken hız değerinin, yapılan denemeler sonunda en düşük hız değeri olması gerektiğine karar verilmiştir. En düşük hız değeri için kayan çubuğun üzerinde $0^\circ/s$ yazacak, yön tuşlarının arasında görülen hız değeri 0.14 birim olacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu düzeltmeler uygulanacağı zaman, Autoslew penceresi seçili olmalı ve yön tuşlarının hemen altındaki “NumPad” butonu yeşil olmalıdır. Bu durumda klavyeden düzeltme komutları verilebilir. Şekil 3.63’te, teleskoba en düşük hızda komut verecek ve bu komutların klavyeden verileceği şekilde ayarlanmış “Move-Controls” bölümü görülebilir.



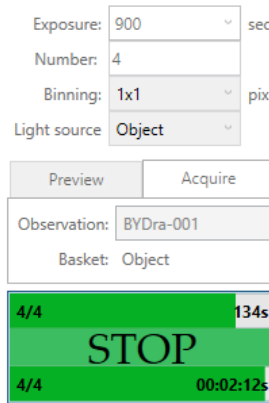
Şekil 3.63 Teleskoba en düşük mertebeden hızda komut verilecek şekilde ayarlanmış Move-Controls bölümü



Şekil 3.64 Yıldızın yarık hizasında tutulmasına ilişkin iyi ve kötü örnekler (soldan birinci görüntü olması gerekeni, ikinci ve üçüncü görüntüler ise kötü örnekleri göstermektedir.)

Yıldız yarık hizasında tutulurken, şekil 3.64’te gösterilen ilk pozisyondaki gibi olmalıdır. Kenarlardan en az miktarda taşacak şekilde, ışığın büyük kısmı yarığın ortasında görülmelidir. Eğer yarık ortalanmaz ise, ışığın çoğunluğu yarıktan geçmeyecek ve ışık tayfçekere ulaşmayacaktır. Bu yüzden elde edilen tayfin sinyali düşük olacaktır. Parlak yıldızların gözlemlerinde bu çok fark edilmeyecek bir problem olsa da, sönük yıldızların gözlemlerinde geri dönüşü olmayan vakit ve veri kayıplarına sebep olacaktır.

Artık gözlemi yapılacak yıldızın tayfi alınabilir. Bunun için, Demetra yazılımına dönülür ve buradan “Observation List” altında tayfi alınacak yıldız seçilir. Demetra arayüzünün üst bölümünde bulunan sekmelerden, “Images” sekmesi seçilir ve ardından, “Basket Selection” bölümünden “Object” seçeneği seçilerek “Acquire” butonu tıklanır. Açılan “Acquisition” penceresinde yıldızın parlaklığına göre alınacak görüntünün poz süresi ve görüntü sayısı girilmelidir. Ardından “START” butonu tıklanarak görüntü alınmaya başlanır. “START” butonu tıklandıktan sonra, artık bu buton üzerinde “STOP” yazacak ve pozun bitmesine kalan süreyi geri sayım olarak gösterecektir. Şekil 3.65’te alınacak görüntü ile ilgili bilgilerin ve START/STOP butonunun bulunduğu bölüm gösterilmiştir.



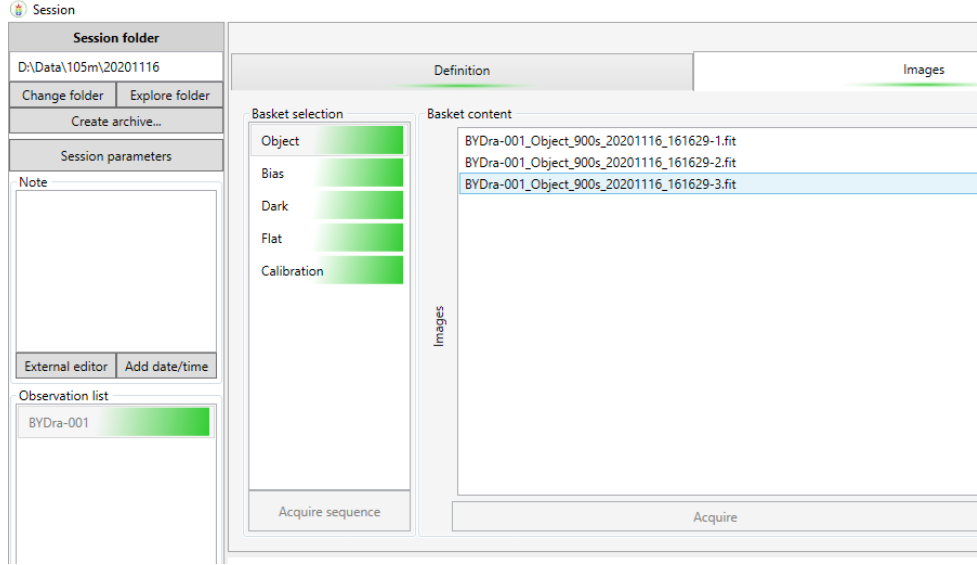
Şekil 3.65 Demetra yazılımında “Acquisition” penceresinin poz süresi ve görüntü sayısının ayarlandığı bölüm

- Demetra yazılımından, tayfi alınacak cisim ve görüntü türü seçilip, “Acquire” butonuna basılır. Sonrasında “Start” butonu ile görüntü alınmaya başlanır.

Artık poz süresi bitene kadar yıldız yarık hizasında tutulmalıdır. Teleskobun hassas takip yeteneği, yıldız - yarık hizalamasını koruyacaktır. Ara sıra ek düzeltmeler gerekirse, “Move-Controls” bölümünden klavye kontrolü aktif hale getirilerek, klavyeden düzeltmeler yapılmalıdır.

Demetra programı ile kalibrasyon görüntülerini almak için yeniden “Session” penceresine geçilir. Bu pencerede “Observation List” bölümü altından, kalibrasyon görüntüsü alınacak yıldız seçilir. Yıldız seçilince, “Basket Selection” bölümünde bu yıldız ile ilgili görüntüler görülür. Alınan görüntüler yeşil, henüz alınmayan görüntüler ise kırmızı renktedir. Burada, alınmak istenen kalibrasyon görüntüsü seçilir ve “Acquire” butonu tıklanır. Bu aşamada, kalibrasyon ünitesinin ve güç kaynağının kesinlikle açık olması gerekmektedir. Daha önce yıldız tayfında olduğu gibi, açılan “Acquisition” penceresinde kalibrasyon görüntüsü için ilgili poz süresi ve görüntü sayısı girildikten sonra “Start” butonu tıklanmalıdır. Aynı işlem diğer kalibrasyon görüntüleri için de tekrarlanır.

Verinin ön indirgemesinin ve dalgaboyu kalibrasyonunun düzgün bir şekilde yapılabilmesi için bias, dark ve lamba tayfı olarak flat ve Thorium-Argon görüntülerinin elde edilmesi gerekir. Bias görüntüsü için poz süresi 0 saniye, dark görüntüsü için poz süresi ilgili yıldız tayfının poz süresi kadar olmalıdır. Şekil 3.66’da tamamlanmış bir görüntü seti örneği görölmektedir. Seçili olan BY Dra yıldızı için gerekli tüm görüntüler alınmıştır. Bu yüzden program tarafından yeşil olarak işaretlenmiştir.

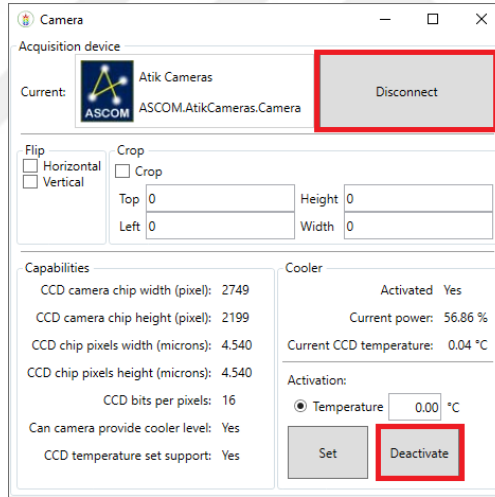


Şekil 3.66 Demetra'ya girilen bir yıldız için tamamlanmış bir gözlem seti

Eğer bir gece içerisinde birden fazla yıldız gözlemlendi ise, bunların her biri için ayrı ayrı bias, flat ve ThAr görüntüleri almaya gerek yoktur. Bir yıldız için alınan kalibrasyon görüntüleri, kullanıcı tarafından gözlenen diğer yıldız girdilerine de tanımlanmazsa kırmızı görünecektir. İlgili kalibrasyon görüntülerini diğer yıldızlara da tanımlamak için, öncelikle görüntülerin alındığı yıldız seçilir ve “Basket Selection” altından bias, flat ve ThAr görüntülerinden biri seçilir. “Basket Content” kısmında seçilen görüntü türüne ait alınan görüntü isimleri görülecektir. Bu görüntülerin tümü CTRL ve A tuşlarına birlikte basılarak seçilir. Görüntülerin tümü seçildikten sonra, görüntülerin üzerine sağ tıklanır ve açılan menüde “Copy/Kopyala” seçeneği seçilir. Sonrasında gözlenen diğer yıldız seçilir ve bu yıldız için de aynı kalibrasyon görüntüsü türü seçilir. Bu yıldızla ait seçilen kalibrasyon görüntüsü türünün “Basket Content” bölümüne sağ tıklanarak ilgili kalibrasyon görüntüleri buraya yapıştırılır. Bir diğer yol ise, “Basket Content” bölümünün altındaki “Add” butonu tıklanarak ilgili görüntülerin eklenmesidir. Böylece artık diğer yıldız için de kalibrasyon görüntüsü alınmış kabul edilir ve görüntüsü eklenen bölümler kırmızı yerine yeşile döner. Dark hariç, diğer kalibrasyon görüntüleri için de aynı işlem tekrarlanır. Eğer gözlenen farklı yıldızların poz süreleri aynı ise bu işlem dark görüntüleri için de yapılabilir. Fakat poz süreleri farklı ise, her bir poz süresi için ayrı ayrı dark görüntüsü almak gerekmektedir.

3.13.5 Tayfsal gözlem sonu

Tayfsal gözlem sonunda, ilk olarak yine Demetra yazılımı üzerinden CCD kamera sensörünün sıcaklığının ortam sıcaklığına gelmesi için soğutucuların durdurulması işlemi ile başlanabilir. Bunun için “Acquisition” penceresinde, arayüzün sağ tarafında bulunan kamera bağlantısı bölümünde, “Atik Cameras” yazan bölüm tıklanır. Açılan “Camera” penceresi, daha önce bağlantı ve soğutucu işlemlerinin yapıldığı penceredir. Burada soğutucuları durdurmak ve CCD kamera sensörünün ortam sıcaklığına ulaşmasını sağlamak için “Cooler” bölümünden, şekil 3.67’de işaretlenen “Deactivate” butonu tıklanır. CCD kameranın sensör sıcaklığı, artık ortam sıcaklığına doğru değişecektir. Sensör sıcaklığı, yaklaşık olarak ortam sıcaklığına ulaştınca aynı penceredeki “Disconnect” butonu tıklanarak CCD kamera bağlantısı kesilir.



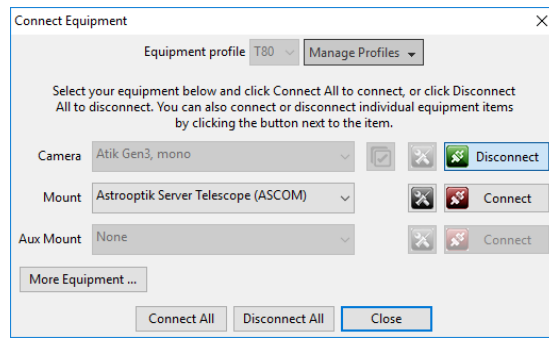
Şekil 3.67 Demetra yazılımı kamera bağlantı penceresi

Bağlantı kesildikten sonra, “Camera” penceresi kapatılabilir. Artık “Atik Cameras” yazan bölümde, kırmızı renkte “No Camera” yazacaktır. Kalibrasyon ünitesinin, kontrol bilgisayarı ile bağlantısını kesmeye gerek yoktur. Bu aşamadan sonra Demetra yazılımı kapatılabilir.

Demetra yazılımı kapatıldıktan sonra, uzak bağlantı kurulan tayfçeker kontrol bilgisayarı da kapatılabilir. Bilgisayar kapandığında, uzak bağlantı otomatik olarak kesilecektir.

Sıradaki işlemler, FIGU cihazına bağlı CCD kameranın bağlantısının kesilmesi, teleskobun ayna kapaklarının kapatılması ve teleskobun park pozisyonuna yönlendirilmesi işlemleridir. Bu işlemler için TCU bölümü içinde bulunan ve uzak bağlantı ile kontrol edilen teleskop kontrol bilgisayarı kullanılacaktır.

Teleskop kontrol bilgisayarında yapılacak işlemlerden birincisi, PHD Guiding yazılımından kontrol edilen Atik 314L+ CCD kamerasının bağlantılarının kesilmesidir. Bunun için PHD Guiding yazılımında bulunan simge çubuğunun en başındaki buton olan, şekil 3.68’de gösterilen “Connect Equipment” penceresini açan buton tıklanmalıdır. Açılan pencerede “Camera” satırında Atik Gen3, mono” kamerasının seçili olduğu görülecektir. Bu satırın sonunda yeşil renkte “Disconnect” butonu bulunmaktadır. Bunun nedeni kameranın hali hazırda aktif ve kameraya bilgisayardan bağlı olunmasıdır. “Disconnect” butonu tıklanarak FIGU cihazına bağlı CCD kameranın bağlantısı kesilir ve artık “Connect Equipment” penceresi kapatılabilir.



Şekil 3.68 PHD Guiding yazılımı “Connect Equipment” penceresi

Bağlantı kesilip, “Connect Equipment” penceresi kapatıldıktan sonra PHD Guiding yazılımı kapatılabilir.

Artık ayna kapaklarının kapatılması ve teleskobun park pozisyonuna yönlendirilmesi işlemine geçilebilir. Ayna kapaklarını kapatmak için ACC yazılımında bulunan simgelerden kapak simgesi tıklanarak ayna kapaklarının kontrol edildiği bölüm açılır. Burada “Close” butonu tıklanarak kapakların kapanması beklenir. Butonun hemen altında, şekil 3.69’da işaretlenen, kapakların açısı ve açık/kapalı durumunu gösteren bilgi bölümü bulunur. “Close” butonu tıklandıktan sonra, durum buradan kontrol edilmelidir.



Şekil 3.69 ACC yazılımının ayna kapakları kontrol bölümü

Teleskobun kapakları kapatıldıktan sonra teleskop park pozisyonuna yönlendirilebilir. Teleskop park pozisyonuna yaptığı yönelim hareketini tamamlayana kadar beklenir. Teleskop yönelim hareketini tamamladıktan sonra, doğru pozisyonda olup olmadığı, teleskobun koordinatlarının görüldüğü bölümden kontrol edilmelidir.

Artık teleskobun motorları durdurulabilir ve Autoslew ile teleskop bağlantısı kesilebilir. Tüm bağlantıların kesildiğinden ve herhangi bir sorun ile karşılaşılmadığından emin olduktan sonra, artık uzak bağlantı kurulan, TCU bölümü içindeki teleskop kontrol bilgisayarı kapatılabilir. Bilgisayar kapandığında uzak bağlantı otomatik olarak sonlanacaktır.

3.13.6 Kubbe Kontrolü

Kubbenin kontrolü için GEOPTEK firması tarafından geliştirilen bir kubbe kontrol yazılımı kullanılmaktadır. Kullanılan yazılımın güncel versiyonu 1.0.1'dir.

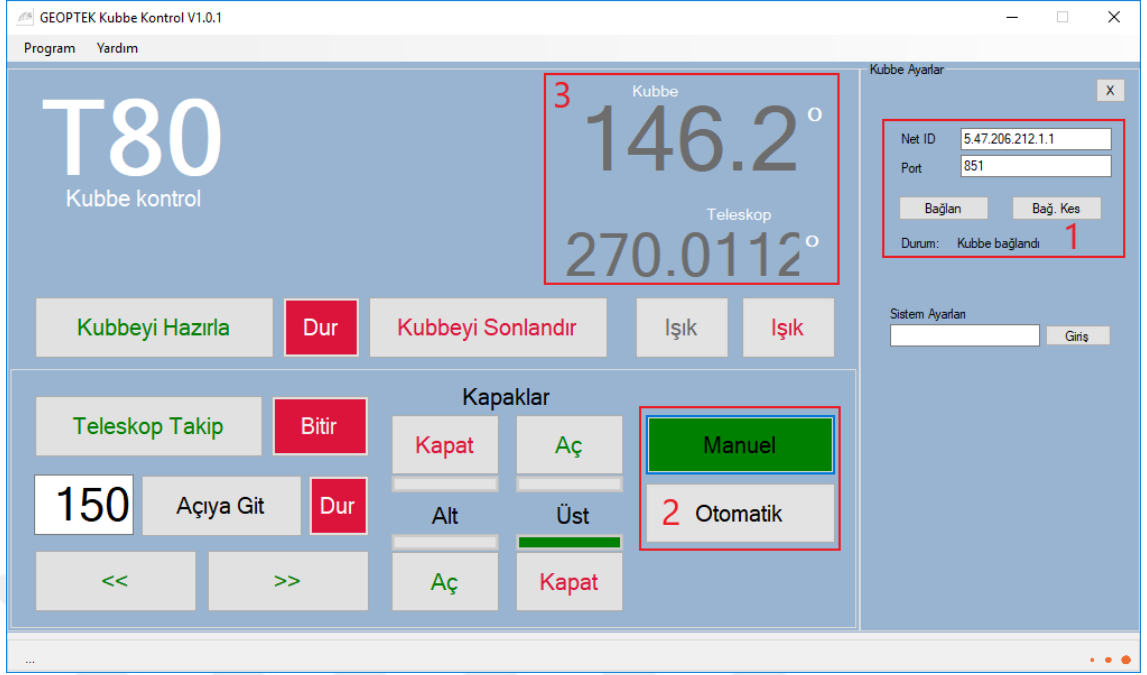
Kubbe kontrolü ister teleskop bilgisayarında kurulu yazılımdan, istenirse de dokunmatik Beckhoff ekranından yapılabilir.

Kubbe kontrol yazılımı, kubbe elektrik panosu açıldıktan sonra ve Autoslew ile teleskop bağlantısı sağlandıktan sonra açılmalıdır.

Kubbe kontrol programı açıldığında eğer bir bağlantı problemi yaşanırsa, bu problem şekil 3.70'te 1 numara ile işaretli bölümde görülür.

Kubbe'nin otomatik ve manuel olmak üzere iki kullanım modu vardır. Şekil 3.70'te, 2 numara ile işaretli bölümden, kullanım amacına göre manuel ya da otomatik mod seçilir. Arayüzde görülen "Kubbeyi Hazırla", "Kubbeyi Sonlandır" ve "Teleskop Takip" gibi butonlar sadece otomatik mod seçili iken çalışır. "Kubbeyi Hazırla" butonu, tıklama ile kubbenin alt ve üst kapağını otomatik olarak açar. "Kubbeyi Sonlandır" butonu ise kubbenin alt ve üst kapağını otomatik olarak kapatır. "Teleskop Takip" butonu, teleskobun azimut değerini okuyarak, kubbeyi sürekli o azimut değerinde tutmaya çalışır. Böylece kubbe, gece boyunca teleskobu takip eder.

Kubbenin manuel modda kullanımında ise, kapaklara ayrı ayrı açma ve kapama komutları verilebilir. Bir azimut değeri girilerek, "Açıya Git" butonu tıklanır ve kubbe açıklığı o azimut değerine döner. Ayrıca "Açıya Git" butonunun altında bulunan yön tuşları ile kubbe azimut ekseninde, basılan yönde basılan süre boyunca döner. Bu yön tuşları, basılı tutularak kullanılır.



Şekil 3.70 T80 kubbe kontrol yazılımı arayüzü

Şekil 3.70’te 3 numara ile işaretlenen bölümde, kubbenin ve teleskobun anlık koordinatları görülmektedir. Böylece teleskobun kubbe açıklığına yönelip yönelmediği anlaşılabilir.

Kubbenin referans noktası kuzey yönünde bulunan manyetik kodlayıcıdır. Azimut açısı, kuzey yönünde 0 derecedir.

3.14 Demetra Yazılımı ile Tayfsal Verilerin İndirgenmesi ve Dalgaboyu Kalibrasyonu

Demetra yazılımı ile elde edilen verilerin önindirgeme işlemleri ve dalgaboyu kalibrasyonu işlemleri yine Demetra yazılımı ile yapılabilir. Demetra yazılımı, bu işlemleri neredeyse otomatik ve hızlı bir şekilde yapma imkanı sunar. Bu işlemleri gerçekleştirmek için, Demetra yazılımından “Manage Observations” butonu tıklanır ve “Session” penceresi kullanılır.

Eğer gözlem sonunda o geceye ait veri indirgenmesi yapılmayacaksa, öncelikle indirgeme yapılacak verinin bulunduğu klasör seçilmelidir. Bunun için “Change folder”

butonu tıklanır ve ilgili klasör seçilir. Klasör seçiminden sonra, “Observation List” bölümünde o gün gözlenen yıldızlar görülecektir. Burada isteğe göre düzenlemeler yapılabilir. Bu listede bulunan her bir girdi için, ilgili klasörde bir adet .srl uzantılı dosya bulunacaktır. Yeni bir girdi oluşturulduğunda, otomatik olarak .srl dosyası da oluşur. Bu dosya gözlem ve veriler ile ilgili bazı bilgileri içerisinde tutar ve yazılım bu bilgileri belirli aşamalarda kullanır.

İndirilmesi yapılmak istenen veri, “Observation List” bölümünden seçilir. Sonrasında yazılımın üst bölümündeki sekmelerden “Data Reduction” sekmesine geçilir. Açılan veri indirme arayüzünde, indirme adımları ve indirilmeye ait bazı bilgiler görülmektedir. Her adımda yapılan işlemler, sonuçlar ve eğer bir hata çıkarsa hatalar indirme arayüzünde yapılan işlemler boyunca akar. Kullanıcı, indirme adımlarını ve indirme çıktılarını bu ekrandan kontrol etmelidir.

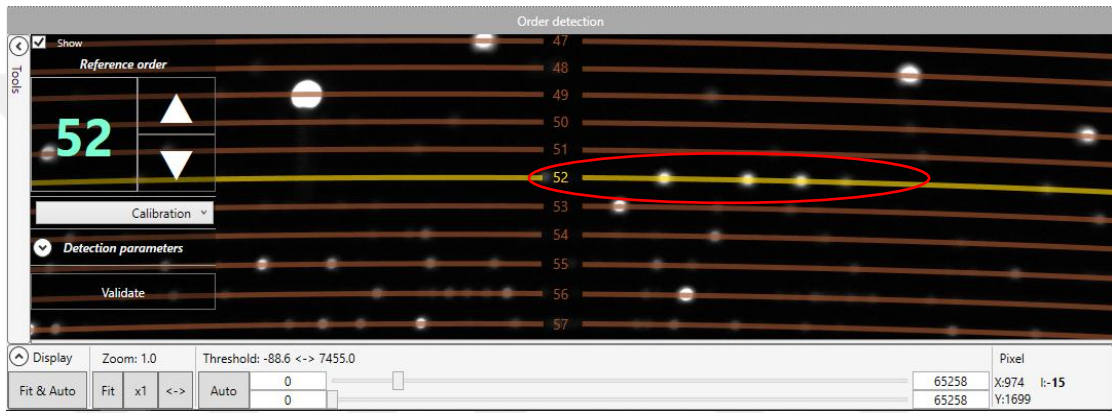
Eğer “Observation List” bölümünde seçilen yıldız girdisi yeşil renkte ise, bu yıldıza ait eksik dosya ya da veri bulunmuyor demektir. Bu veri, indirme için hazırdır.

Veri indirme sekmesinde, tüm indirme adımları gri renktedir. Bunun sebebi henüz bu adımların tamamlanmamış olmasıdır.

Whopshel tayfçeki ile alınan verilerin, Demetra yazılımı ile indirme adımları sırası ile aşağıdaki gibidir.

- Masters: Ham bias, dark ve flat görüntülerinden master görüntüler oluşturulur ve hepsi için medyan değeri hesaplanır. Bu, daha yüksek SNR (Signal Noise Ratio) elde etmek için gereklidir.
- Preprocess: Yıldız tayf görüntülerine bias, flat ve dark düzeltmeleri uygulanır. Ayrıca bu aşamada görüntü üzerindeki bozuk pikseller belirlenir. Bu aşamada görüntüler, aletsel etkilerden arındırılır.
- Order Detection: Bu aşamada Demetra yazılımı, kullanılacak tüm tayf basamaklarını belirler. Basamakların pozisyonları ve profil denklemleri

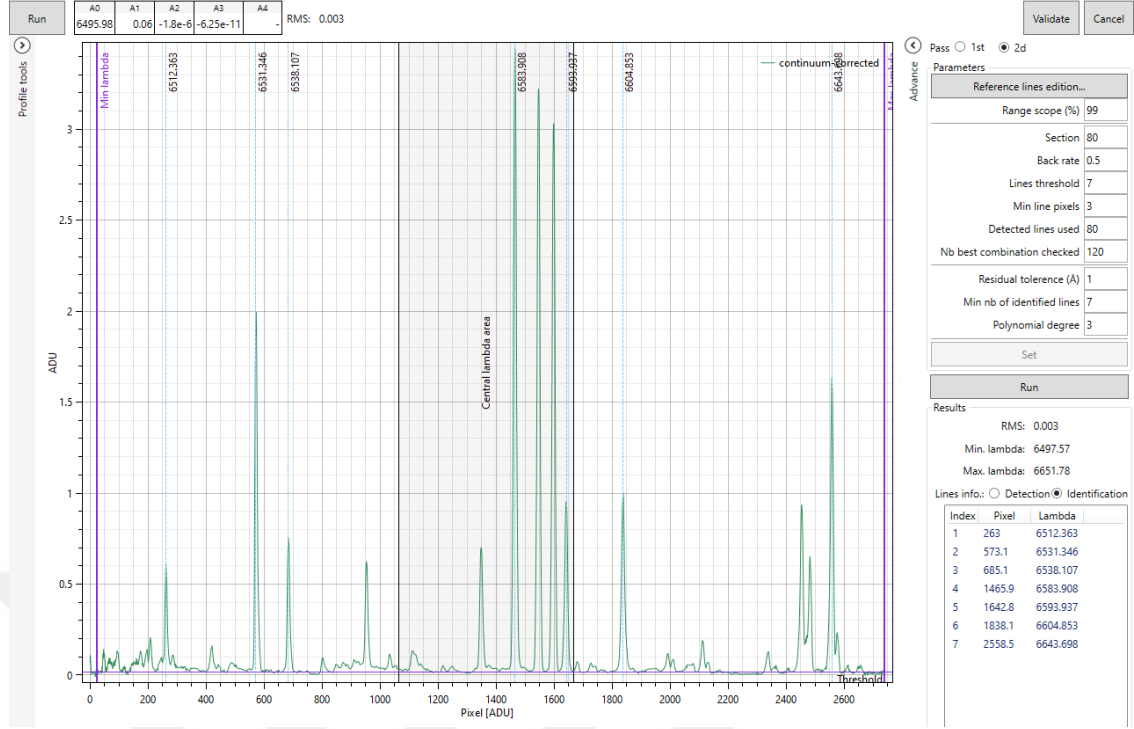
hesaplanır. Bunun için referans basamağı belirlenmelidir. Referans basamağı, kırınım ağının fiziksel basamakları ile görüntü üzerindeki pozisyonları arasında ilişki kurar ve tüm hesaplamalara referans olur. Whoppshel tayfçekerinden elde edilen veriler için Demetra programında seçilmesi gereken referans basamağı H_{α} tayf çizgisinin bulunduğu 52. basamaktır. Bu seçimi yapmak için, “Params” butonu tıklanarak açılan bölümde, “Select reference order” butonu tıklanır. Referans basamağı seçilir ve “Validate” butonu tıklanır. Seçili referans basamağı şekil 3.71’de gösterilmiştir.



Şekil 3.71 Demetra yazılımından referans basamağı seçimi

- Separation: Bu aşamada her basamak ayrılır ve ayrı bir görüntü haline getirilir. Ayrıca her basamağın profiline göre, basamaklar, yatay eksen düz hale getirilir.
- Geometry: Her basamakta bulunan optik etkiler, “Geometry” basamağında yapılan işlemler yardımıyla düzeltilir.
- Extraction: Bu aşamada, bir girdide bulunan her tayftan tayfsal profiller çıkarılır. Artık 2 boyutlu görüntüden, 1 boyutlu profiller elde edilmiş olur.
- Stacking: Eğer bir girdide birden fazla tayf bulunuyorsa, çıkarılan profiller bu aşamada birleştirilir. Bu aşama, özellikle sönük yıldızların tayf gözlemlerinde, daha yüksek SNR elde etmek için yararlı olur.
- Blaze Correction: Flat görüntüleri referans alınarak, profillerdeki “Blaze” etkisi giderilir.

- Calibration Detection: Demetra, bu adımda seçilen iki adet referans basamağın merkezi dalgaboyuna ihtiyaç duyar. Bu, otomatik dalgaboyu kalibrasyonu için gereklidir. Belirlenen iki referans dalgaboyuna göre, tüm basamakların dalgaboyu kalibrasyonu işlemi otomatik olarak yapılır. Bu işlem için önerilen referans basamakları, Whoppshel tayfçekerini için H_{α} çizgisinin bulunduğu basamak olan 52. basamak ve 82. basamaktır. Bu iki referans basamağının seçildiği bölüm, “Calibration Detection” adımı seçildikten sonra, “Params” butonu tıklanarak açılır. Kullanıcı, seçilen referans basamaklarının merkezi dalgaboylarını belirleyip, ilgili metin kutularına girmelidir. Değişiklikleri ve girilen değerleri uygulamak için, “Set” butonu tıklanmalıdır. Kullanılacak referans basamakları belirlendikten sonra, merkezi dalgaboylarını belirlemek için ilk referans satırındaki “Wizard” butonu tıklanır. Bu buton tıklanınca, “eShel Lambda Calibration Tool” penceresi açılacaktır. Bu pencerede, lambda tayfinin (ThAr) belirlenen referans basamağı görülecektir. Basamak üzerinde işaretlenen gri bölge, basamağın merkez bölgesidir. Burada programın kullanıcıdan istediği, gri bölge içerisinde kalan ve basamağın merkezi olarak kabul edilebilecek bir dalgaboyunu girmektir. Burada dalgaboyunu belirlemek için, lambda tayfi çizgi atlası kullanılmalıdır. Lambda tayfi çizgi atlasını açmak için, en sağda bulunan “Show reference document” butonu tıklanır ve açılan PDF (Portable Document Format) dökümanında ilgili referans basamağı bulunarak dalgaboyu belirlenir. Seçilen dalgaboyu, Angstrom cinsinden, ilgili metin kutusuna yazılır ve sonrasında “Set” butonu tıklanır. Sonrasında “Run” butonu tıklanarak hesaplamalar yapılır. Hesaplanan parametreler ve RMS (Root Mean Square) değeri, “Run” butonunun yanında bulunan ilgili bölümlerde görülecektir. Burada 0.01’den daha düşük bir RMS değeri elde edilmelidir. 0.01’den küçük bir RMS değeri elde edilirse, yapılan hesaplamalar kabul edilebilir durumdadır. Pencerenin sağında bulunan “Advance” butonu tıklanarak tanımlanan diğer referans çizgileri görülebilir ve kontrol edilebilir. Şekil 3.72’de bu gelişmiş araç için bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 3.72 52. basamağın merkezi dalgaboyu belirlendikten sonra tanımlanan diğer referans çizgileri

Eğer sonuç olarak çıkan RMS yeterince düşük değilse, ($RMS > 0.01$) işlemler tekrar gözden geçirilmelidir. Parameters bölümündeki parametreler değiştirilerek, çizgilerin doğru dalgaboyu ile eşleşmesi sağlanmalıdır. Tüm işlemler tamamlandıktan sonra, “Validate” butonu tıklanır ve bu pencere kapatılır. Aynı işlemler, seçilen ikinci referans basamağı için de yapılır.

- Calibration: İki referans basamağının kalibrasyonundan sonra artık Demetra yazılımı, tüm basamakları otomatik olarak kalibre edebilir.

Calibration aşamasında tüm basamakların dalgaboyu kalibrasyonu yapılmaktadır. Bu süreçte tüm basamakların RMS değerleri kontrol edilmeli ve her basamağın RMS değerinin 0.01’den daha küçük olduğundan emin olunmalıdır. Yüksek RMS değerine sahip basamaklar için parametreler düzenlenmeli, çizgilerin doğru dalgaboyu ile eşleşmesi sağlanmalıdır.

- Response: Gözlemi yapılan cisimden elde edilen tayfta, astrofiziksel etkilerin dışında tayfçeker ve kullanılan dedektöre ait bazı aletsel etkiler bulunur. Aletsel etkilerin yanında, atmosferik koşullar da yıldızın tayfını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu yüzden gözlemi yapılan yıldız ile aynı koşullarda, yaklaşık aynı ufuk yüksekliğinde, tayfi iyi bilinen standart bir yıldız gözlenmelidir. Elde edilen bu standart yıldız tayfi, Demetra'nın veritabanında bulunan referans tayflarından uygun bir tanesi ile karşılaştırılarak bu iki tayf arasında bir bağıntı elde edilir. Bu bağıntı aletsel ve atmosferik yanıt profilidir. Gözlemi yapılan cisim, elde edilen bu bağıntı sayesinde aletsel etkilerden arındırılır.
- Scale: Bu adımda tüm tayf belirli bir katsayı ile çarpılır, böylece görelî akılar daha kolay okunabilir hale gelir. Bu, bir anlamda normalizasyon işlemidir.
- Crop: Tayfin her basamağının kenarlarından kullanılmayacak veya gürültülü bölümler kesilerek atılabilir.
- Final: Sonucun görüleceği, indirgemenin son adımıdır.

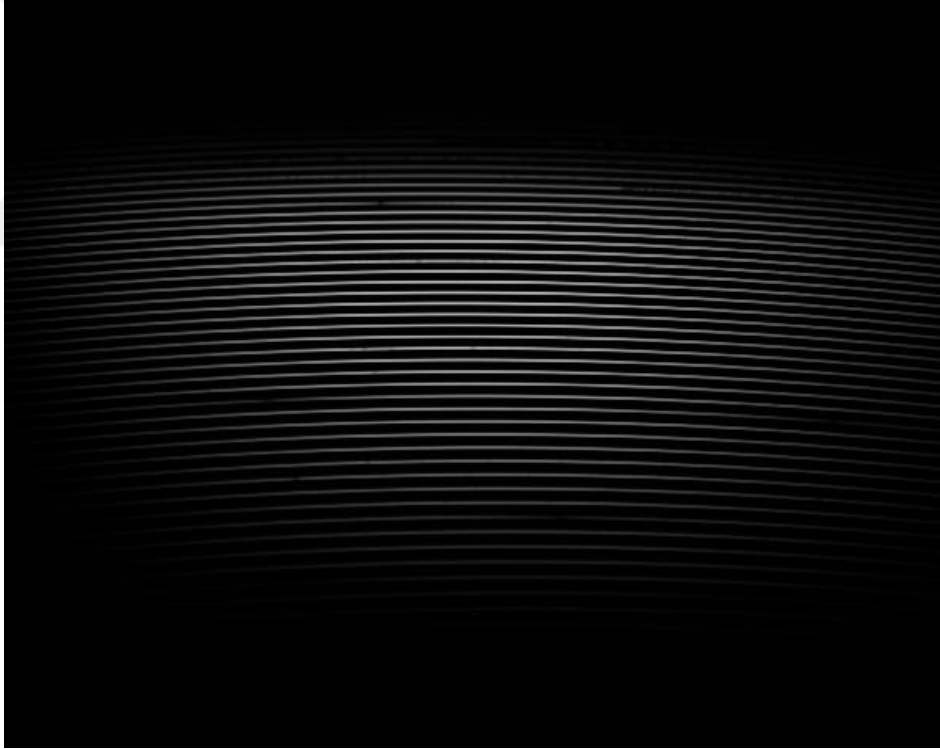
Artık yapılan indirgemenin sonucu "Output" sekmesinde görülebilir. Sonuçlar, tayf görüntülerinin bulunduğu klasöre kayıt edilmiştir. Ara adımlarda oluşan görüntüler ise yıldızın adı ile oluşturulan bir alt klasöre kayıt edilir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Tayfçeker Sisteminin ve Elde Edilen Tayfların Genel Özellikleri

4.1.1 Elde edilen tayfların genel yapısı

T80 Teleskobu'na bağlı Whoppshel tayfçekeri, daha önce de belirtildiği gibi iki farklı çözünürlük seçeneği sunmaktadır. Bu bağlamda, iki çözünürlük için iki farklı FIGU cihazı vardır ve bunlardan bir tanesi 105μ çapında yarığa sahipken, diğeri 50μ çapında yarığa sahiptir. Yapılacak gözlemin amacına göre, uygun FIGU cihazı seçilmesi gözlemin verimli olması için önemlidir.



Şekil 4.1 T80 Teleskobu'na bağlı Whoppshel tayfçekeri ile 105μ çapındaki yarık kullanılarak alınmış ham Vega tayfı

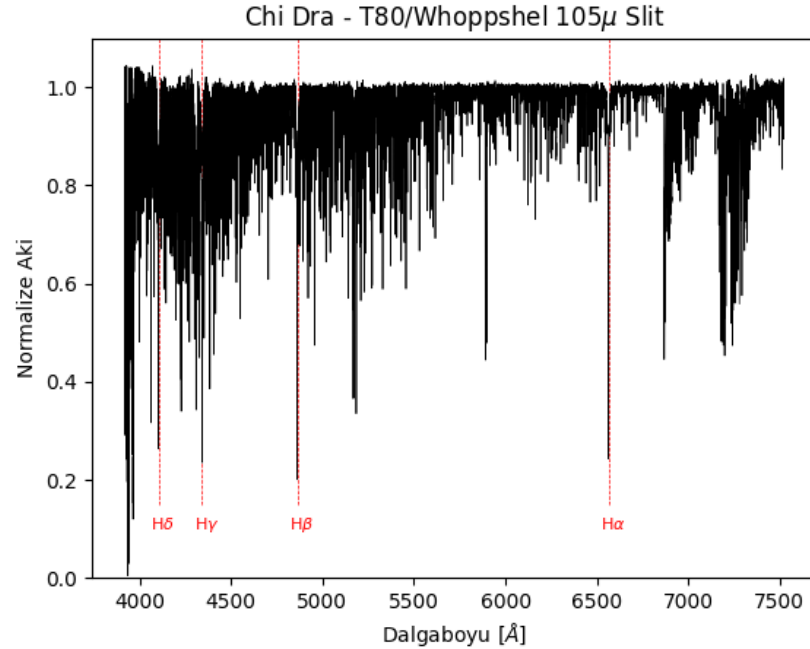
Kullanılabilen ilk basamak 46, son basamak 87 olmak üzere toplam 42 adet basamaktan oluşan ve şekil 4.1'de görülen bu iki boyutlu tayf görüntüsü 105μ yarık ile alındı.

Çizelge 4.1 50µ çaplı yarık ile alınmış tayfların belirlenen özellikleri

Basamak	Dalgaboyu Kalibrasyonu (RMS)	Başlangıç Dalgaboyu (Å)	Bitiş Dalgaboyu (Å)	Dalgaboyu Aralığı (Å)	Dispersiyon (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

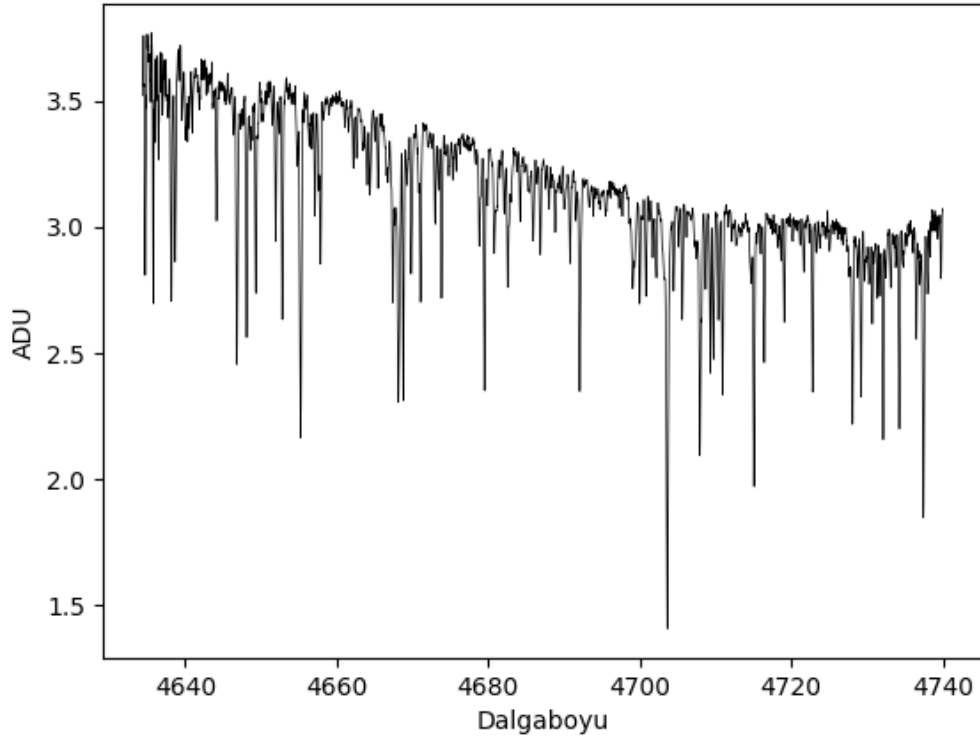
Elde edilen tayfların toplam dalgaboyu aralığı 3920 Å ile 7520 Å aralığındadır. T80 Teleskobu'na bağlı Whoppschel tayfçekeri ile elde edilmiş tayfların, basamaklara göre dalgaboyu aralığı ile ilgili bazı temel bilgileri çizelge 4.1'de verildi. Çizelgede verilen değerler, 50µ çapındaki yarık kullanılarak elde edilen tayflardan hesaplandı. Çizelgede görülen RMS değeri, tayfların dalgaboyu kalibrasyonu işleminin ne kadar hassas yapılabildiğinin bir göstergesidir. Ortalama RMS ~ 0.03 olarak elde edildi. Ayrıca her bir basamağın başlangıç ve bitiş dalgaboyları ile birlikte, ilgili basamakların dalgaboyu aralığı belirtildi. Çizelgenin son kolonunda verilen dispersiyon değeri ise, elde edilen tayfta bir piksele kaç Å düştüğünü gösterir. Dispersiyon, lambda (Toryum-Argon) tayfindan hesaplanmıştır. Dispersiyonu belirleyen, tayfçekerin içerisinde bulunan kırınım ağı, kolimatör ve objektif lens gibi optik elemanlardır. Verilen dalgaboyu ve dispersiyon değerleri, iki farklı çaptaki yarık için de yaklaşık olarak geçerlidir.

Elde edilen tayfların, kısa dalgaboyuna sahip tarafına doğru bir basamağa düşen dalgaboyu değerinin azaldığı görüldü. Bu, tayfçekerin optiğinden (kırınım ağı) kaynaklanır.



Şekil 4.2 Chi Dra yıldızının ön-indirgemesi, kalibrasyonu ve normalizasyonu yapılmış tayfi

Şekil 4.2’de görülen Chi Dra yıldızına ait tayf, 105 μ çapındaki yarık ile alınmıştır. Tayfin elde edilmesi, indirgenmesi ve tek boyutlu tayf elde edilene kadar tüm işlemler Demetra yazılımı kullanılarak yapıldı. Normalizasyon ve basamakların birleştirilmesi ise bölümümüz araştırma görevlilerinden Engin BAHAR tarafından Python programlama dilinde yazılan NSpec kodu ile gerçekleştirildi. Şekil 4.3’te ise, dalgaboyu kalibrasyonu yapılmış ancak normalize edilmemiş bir tayf örneği verildi.



Şekil 4.3 T80 Teleskobu’na bağlı Whoppschel tayfçekeri ile alınmış Chi Dra yıldızına ait tayfin 73. basamağı

T80 Teleskobu’na bağlı olan Whoppschel tayfçekeri ile alınan tayflarda, Hidrojen alfa çizgisi 52, beta çizgisi 70, gamma çizgisi 79 ve delta çizgisi ise 83. basamakta görülmektedir. Yer atmosferi kaynaklı oluşan tellürik çizgiler ise 50. basamakta bulunmaktadır.

4.1.2 Çözünürlük

Bir tayfçeker; giriş yarığı, optik elemanların bulunduğu odak yolu, dispersiyon elemanı ve dedektör olmak üzere dört ana kısımda incelenebilir. Kullanılan elemanlar ve konfigürasyona göre, tayfin kalitesi ortaya çıkar. Bir tayfin kalitesini belirleyen en önemli parametrelerden bir tanesi de tayfin çözünürlüğüdür. Tayfsal çözünürlük R ile gösterilir. Tayfçekerler, çözünürlüklerine göre;

- Düşük çözünürlüklü ($10 < R < 1000$)
- Orta çözünürlüklü ($1000 < R < 20000$)
- Yüksek çözünürlüklü ($20000 < R < 100000$)

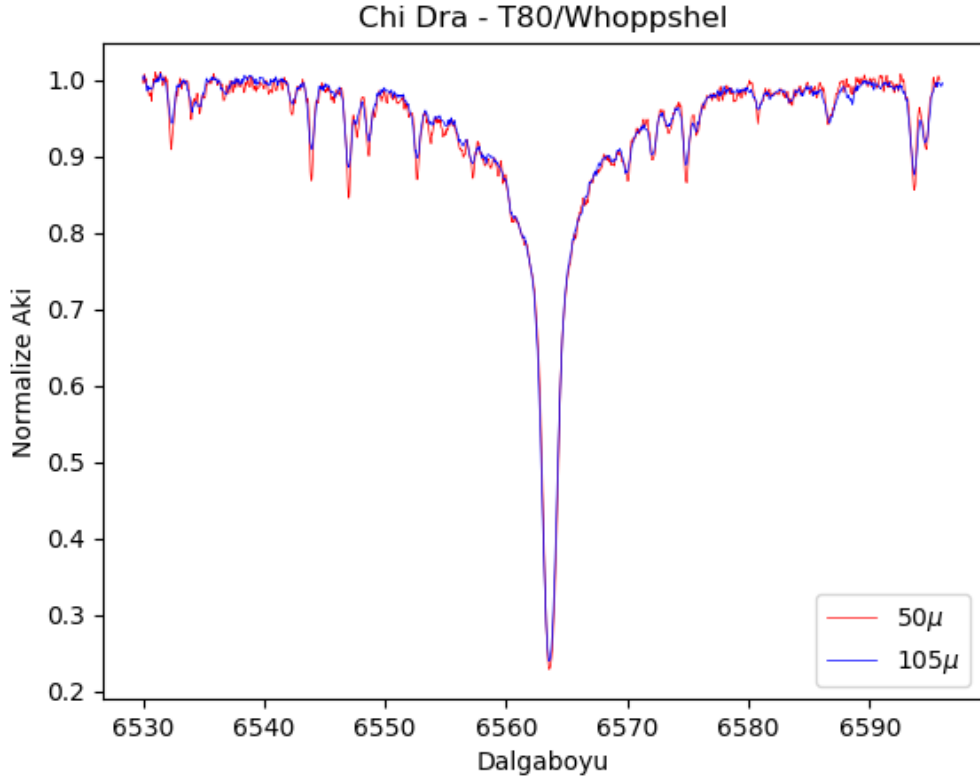
olmak üzere üç ana gruba ayrılır. Tayfsal çözünürlük;

$$R = \lambda / \Delta\lambda$$

eşitliği ile ifade edilir. Burada λ ilgilenilen dalgaboyunu, $\Delta\lambda$ ise ayırt edilebilen en küçük dalgaboyunu temsil eder.

Bir tayfçekerin çözünürlüğünü etkileyen en önemli parçalardan birisi de kullanılan yarıktır. Kullanılan yarığın çapı küçüldükçe tayfçekerin çözünürlüğü artar. Küçük çaptaki yarıklar hem yüksek çözünürlük, hem de diğer cisimlerden veya gökyüzünden gelen artık ışığı engellemesi ile avantaj sağlar. Öte yandan limit parlaklığı olumsuz yönde etkiler.

Bu sebeplerden dolayı T80 Teleskobu'nda, farklı yarıklarına sahip iki adet FIGU cihazı bulunmaktadır. Bu cihazlardan birisi 105μ yarığa, diğeri ise 50μ yarığa sahiptir. Bunun nedeni, amaca göre daha yüksek çözünürlüklü gözlemler yapabilmek veya daha sönük cisimleri daha düşük çözünürlükte de olsa gözleyebilmektir. İki farklı yarıқта elde edilmiş tayflara ilişkin bir karşılaştırma şekil 4.4'te verildi.



Şekil 4.4 50 μ ve 105 μ çapındaki yarıklar ile elde edilmiş Chi Dra tayfının H α çizgileri

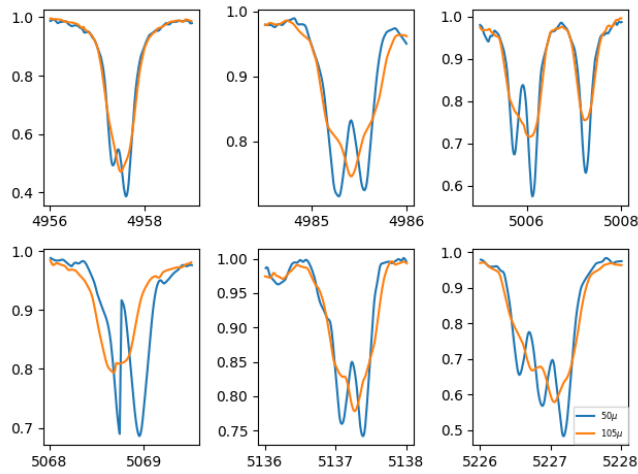
50 μ çapındaki yarıklar kullanıldığında, yüksek çözünürlüklü gözlemler yapılabilirken, 105 μ çapındaki yarıklar ile daha sönük cisimlerin gözlenebildiği ancak çözünürlüğün neredeyse yarısına düştüğü görülmektedir. Her iki yarıklar ile yapılan gözlemler sonucunda çözünürlük değerleri hesaplanmış ve dalgalı boyuna göre sisteminin çözünürlüğünün nasıl değiştiği çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çözünürlük değerleri hem 105 mikron çaplı yarıklar, hem de 50 mikron çaplı yarıklar 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 dalgalı boyu ise λ olarak kullanılmış ve çözünürlük değeri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2 50 μ ve 105 μ için her bir basamağa ilişkin çözünürlük değerleri

Basamak	50 μ	105 μ	Basamak	50 μ	105 μ
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

T80 Teleskobu'na bağlı Whopshel tayfçekeri ile Chi Dra yıldızından hem 105 μ ile, hem de 50 μ ile tayflar alınmış ve bu tayfların çözünürlük açısından farklarını göstermek için seçilen bazı çizgiler şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Chi Dra yıldızına ait, 105 μ ve 50 μ çapındaki yarıklar kullanılarak alınmış tayflardan seçilen örnek çizgilerin karşılaştırması

105µ çapındaki yarık kullanılarak alınan tayflarda bazı çizgiler iç içe girmiş durumda ve ayırt edilemez durumda iken, 50µ çapındaki yarık kullanılarak alınan tayflarda bu çizgiler ayrı bir şekilde görülebilmektedir.

4.1.3 Parlaklık - SNR ilişkisi gözlemleri

T80 Teleskobu ve ona bağlı Whoppshel tayfçekeri ile ileride yapılacak gözlemlere ve projelere referans olması açısından, farklı parlaklıklardan yıldızlar gözlenerek, parlaklığa karşılık elde edilen sinyal/gürültü 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. Ayrıca bu çalışma, ileride yapılacak gözlemlerde, farklı parlaklıklardan yıldızlara verilmesi gereken poz süresi ve buna göre elde edilecek SNR değerinin tahmini için de ışık tutacak bir çalışma olmuştur.

Amaca göre, farklı parlaklıklardan ve farklı tayf türlerinden, kısa zaman aralığında ışık değişimi göstermeyen cisimler (çizelge 4.3) belirlendi ve gözlemleri yapıldı.

Çizelge 4.3 Parlaklık - SNR ilişkisi gözlemleri için belirlenen cisimler

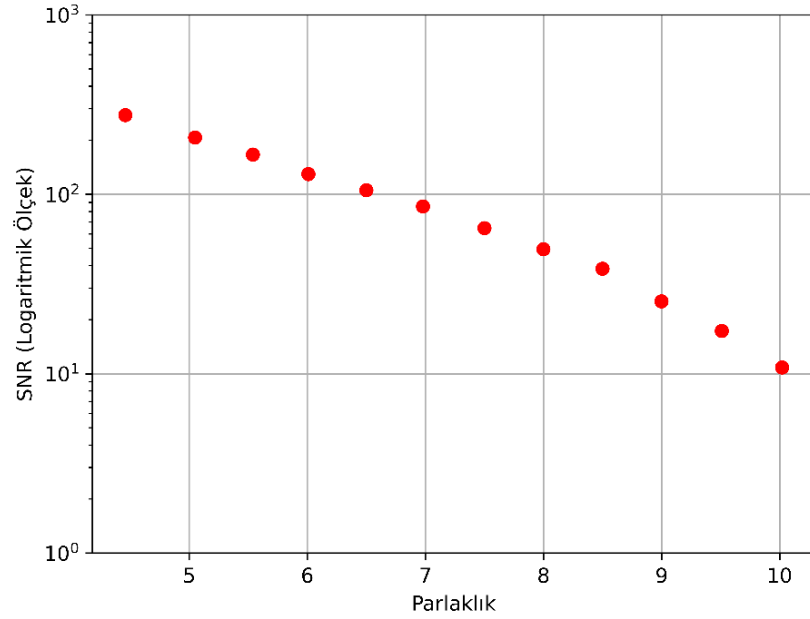
A0-A5 Tayf Türü		G0-G5 Tayf Türü		K0-K5 Tayf Türü	
Yıldız	Parlaklık	Yıldız	Parlaklık	Yıldız	Parlaklık
Tet Gem	3.60	15 Lyn	4.35	Psi Uma	3.01
HD56169	5.05	46 Cnc	6.12	Psi04 Aur	5.02
HD70313	5.54	HD67539	6.48	28 LMi	5.50
HD90470	6.00	HD80983	7.03	HD70647	6.00
HD63630	6.50	HD94178	7.50	HD92811	7.00
HD76461	6.98	HD83887	8.01	HD100301	8.00
HD112623	7.50	HD97797	9.00	HD108711	8.50
HD92939	9.00	HD233866	9.50	HD233865	9.00
BD+37 211	9.97	HD238097	9.99	HD106396	9.50
				HD233854	9.99

Yapılan gözlemlerden elde edilen veriler, Demetra yazılımı ile indirildi ve dalgaboyu kalibrasyonu yapıldı. Veriler normalize edildikten sonra, sinyal/gürültü değerleri IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) yazılımı ile plot tasarı kullanılarak hesaplandı.

İlk olarak farklı parlaklıklardan bir grup yıldız aynı poz süresinde 105 μ çapındaki yarı ile gözlemlendi ve CCD kameranın davranışı incelendi. Gözlemi yapılan cisimlerin SNR değerleri ölçüldü ve parlaklığa göre SNR değerleri incelendi. Yapılan gözlemler ve ölçümler sonucunda tayfçekere bağlı Atik 460EX CCD kameranın lineer çalıştığı sonucuna varıldı. Gözlemi yapılan yıldızlar ve elde edilen SNR değerleri çizelge 4.4'te, parlaklığa göre SNR grafiği ise şekil 4.6'da verildi.

Çizelge 4.4 600 saniye poz süresi ile gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlar

Yıldız	Parlaklık (V)	Ortalama SNR
26 UMa	4.46	276.28
HD56169	5.05	207.15
HD70313	5.54	166.5
HD90470	6.01	129.62
HD63630	6.50	105.28
HD76461	6.98	85.66
HD112623	7.50	64.79
HD59308	8.00	49.41
HD79144	8.50	38.45
HD92939	9.00	25.31
HD55407	9.51	17.33
HD101952	10.02	10.84



Şekil 4.6 600 saniye poz süresi ile gözlenen yıldızların parlaklık-SNR grafiği

Bu aşamadan sonra, farklı tayf türlerinden seçilen cisimlerle beraber tüm yıldızlar parlaklıklarına göre tahmini poz süreleri verilerek gözlendi. Daha sonra bu poz süreleri 1800 saniyeye oranlanarak, tüm yıldızların 1800 saniyede gözlemlenirken elde edilecek SNR değerleri hesaplandı.

Çizelge 4.5 105 μ çapındaki yarıktaki gözlenen A0-A5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

105 μ				
Yıldız	Parlaklık	Poz Süresi	SNR _{Ort}	SNR _{1800s}
tet Gem	3.60	120	203.48	3052.25
HD56169	5.05	600	218.47	655.41
HD70313	5.54	600	196.54	589.62
HD90470	6.00	900	178.56	357.12
HD63630	6.50	1800	238.45	238.45
HD76461	6.98	1800	166.48	166.48
HD112623	7.50	2700	148.87	99.24
HD92939	9.00	3600	87.40	43.70
BD+37 211	9.97	1800	37.72	37.72

Çizelge 4.5'te A0-A5 tayf türü aralığı için seçilen cisimlerin isimleri, parlaklıkları, 105 μ çapındaki yarık kullanılarak yapılan gözlemlerde verilen poz süreleri, elde edilen ortalama SNR değerleri ve 1800 saniyede elde edilmesi beklenen SNR değerleri verildi. Aynı gruptaki yıldızlar aynı gecede, 60 derece ufuk yüksekliğinin üzerinde gözlemlendi.

Sistemin tayf türüne göre davranışını görmek için aynı denemeler farklı tayf türü grupları için de yapıldı. Seçilen diğer bir grup yıldız ise G0-G5 tayf türü aralığındaki yıldızlardan oluşmaktadır. SNR ölçümleri, her grup için aynı basamakların aynı dalgaboyu bölgelerinden yapıldı. Böylece farklı tayf türü gruplarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak sistemin farklı tayf türlerine göre davranışı da ortaya çıkarıldı. G0-G5 tayf türü grubu için seçilen cisimler, parlaklıkları, 105 μ çapındaki yarık kullanılarak yapılan gözlemlerde verilen poz süreleri, elde edilen ortalama SNR değerleri ve 1800 saniyede elde edilmesi beklenen SNR değerleri çizelge 4.6'da verildi.

Çizelge 4.6 105 μ çapındaki yarıktaki gözlenen G0-G5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

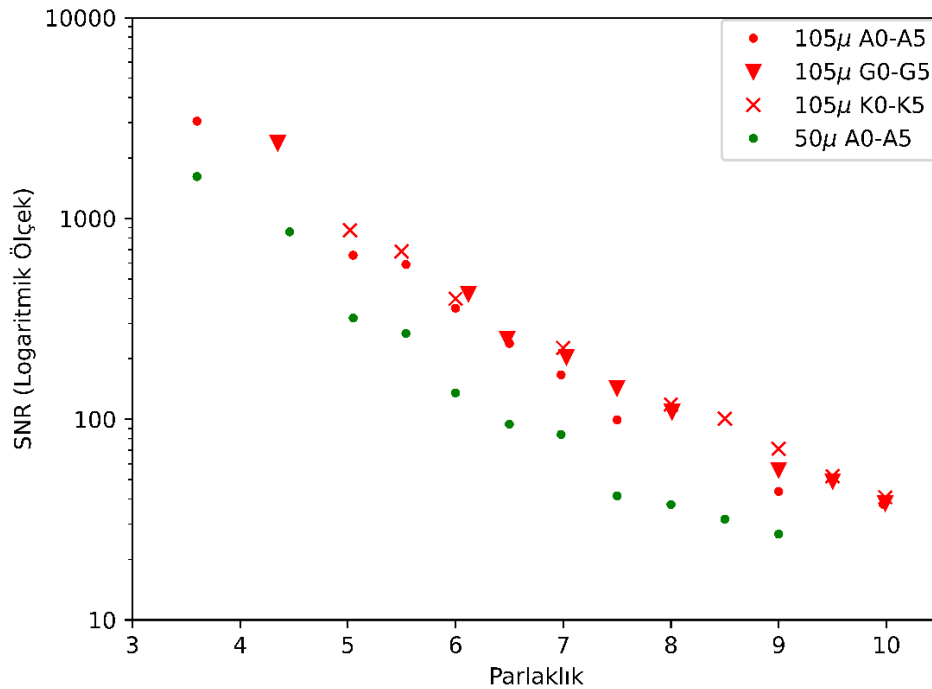
105μ				
Yıldız	Parlaklık	Poz Süresi	SNR_{Ort}	SNR_{1800s}
15 Lyn	4.35	180	237.79	2377.93
46 Cnc	6.12	900	209.72	419.45
HD67539	6.48	1800	250.78	250.78
HD80983	7.03	1800	203.88	203.88
HD94178	7.50	2700	214.17	142.78
HD83887	8.01	2700	163.55	109.03
HD97797	9.00	3600	111.46	55.73
HD233866	9.50	3600	98.35	49.18
HD238097	9.99	3600	76.34	38.17

Bir diğer grup ise K0-K5 tayf türü aralığındaki yıldızlardan (çizelge 4.7) seçildi. Aynı ölçümler bu yıldızlar için de yapılarak sistemin daha soğuk yıldızlardaki davranışı da ortaya çıkarılmış oldu.

Çizelge 4.7 105 μ çapındaki yarıktaki gözlenen K0-K5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

105 μ				
Yıldız	Parlaklık	Poz Süresi	SNR _{Ort}	SNR _{1800s}
psi UMa	3.01	90	267.46	5349.13
Psi04 Aur	5.02	600	290.94	872.82
28 LMi	5.50	600	228.18	684.55
HD70647	6.00	900	198.98	397.96
HD92811	7.00	1800	226.17	226.17
HD100301	8.00	2700	177.33	118.22
HD108711	8.50	2700	150.85	100.57
HD233865	9.00	3600	142.46	71.23
HD106396	9.50	3600	103.93	51.97
HD233854	9.99	3600	81.65	40.83

Gerçekleştirilen bu test gözlemleri ve yapılan incelemeler ile ileriye dönük gözlemlerde, hangi yarıktaki ne kadar poz süresi kullanılması gerektiği ortaya çıkarıldı. Yapılan gözlemlerden elde edilen parlaklık-SNR grafiği şekil 4.7’de gösterildi.



Şekil 4.7 Farklı tayf türlerinde ve farklı parlaklıklardan seçilen cisimlerin, 50 μ ve 105 μ çapındaki yarıklar ile yapılan gözlemleri sonucu elde edilen 1800 saniyelik poz süresindeki parlaklık-SNR grafiği

105 μ çapındaki yarık kullanılarak, aynı parlaklıkta ancak farklı tayf türünden yıldızlardan elde edilen tayflar incelenerek, sistemin farklı tayf türlerine göre davranışı da yorumlandı. Şekil 4.7’den de görüldüğü gibi, sistemin erken ya da geç tayf türünden olan yıldızlara yanıtı benzerdir. Bu nedenle, 50 μ çapındaki yarık ile elde edilecek SNR değerlerini ortaya çıkarmak için A tayf türünden yıldızlar (Çizelge 4.8) gözlenmiştir.

Çizelge 4.8 50 μ çapındaki yarıқта gözlenen A0-A5 tayf türü aralığındaki cisimler ve SNR ölçümlerinden elde edilen sonuçlar

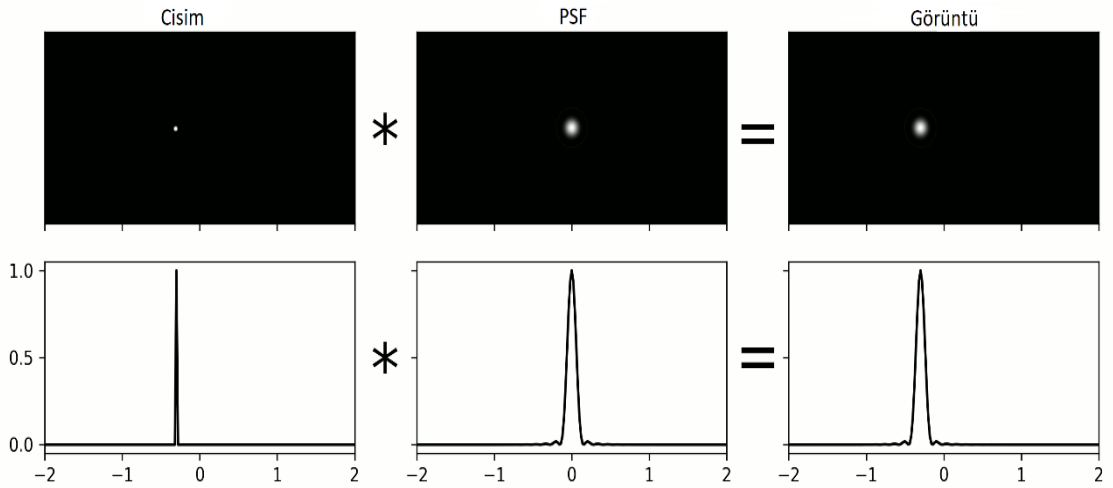
50 μ				
Yıldız	Parlaklık	Poz Süresi	SNR _{Ort}	SNR _{1800s}
tet Gem	3.60	120	107.87	1618.00
26 Uma	4.46	180	85.73	857.27
HD56169	5.05	600	106.39	319.18
HD70313	5.54	600	89.14	267.42
HD90470	6.01	900	67.62	135.23
HD63630	6.50	1800	94.44	94.44
HD76461	6.98	1800	84.01	84.01
HD112623	7.50	2700	62.27	41.52
HD59308	8.00	2700	56.38	37.59
HD79144	8.50	3600	63.55	31.78
HD92939	9.00	3600	53.54	26.77

Yapılan gözlemler sonucunda 105 μ çapındaki yarık ile limit parlaklık değeri 10 kadir olarak belirlendi. Çizelge 4.7’den de görüleceği üzere, 10 kadir parlaklığa sahip bir yıldız için 1800 saniyede ~41 SNR, 3600 saniye poz süresi için ise yaklaşık 82 SNR elde edildi. Dolayısıyla, T80 Teleskobu’na bağlı Whopshel tayfçekeri ile 105 μ çapındaki yarık kullanılarak 10 kadir parlaklığa kadar olan yıldızların, örneğin çift yıldızların dikine hız değerlerinin elde edilebileceği SNR değerlerinde, orta çözünürlüklü tayflarını alabilmek mümkündür.

50 μ çapındaki yarık kullanılarak ise 9 kadir parlaklığa sahip yıldızlara kadar, yüksek çözünürlüklü tayflar alınabildiği ortaya çıkarıldı. 9 kadir parlaklığındaki bir yıldız için, 50 μ çapındaki yarık kullanılarak 1800 saniye poz süresi ile yaklaşık 30 SNR elde edildi.

4.1.4 Aletsel profil

Gözlemi yapılan yıldızlardan alınan tayfların, yıldızda meydana gelen astrofiziksel olaylar haricinde, tayfçekerin bulunduğu ortam koşullarından ve tayfçekerin mekaniğinden etkilendiği bilinmektedir. Ortamdaki sıcaklık ve basınç değişimi, mekanik genleşme gibi etkilerden dolayı tayf, görüntü üzerinde yer değiştirir. Bu etkiler tayfçekerin nokta dağılım fonksiyonunu da etkiler. Bir nokta kaynaktan gelen ışık, optik düzlemde geçerken çeşitli etkiler sonucu bir nokta yerine daha yaygın bir profile görünür. Bu yayılmayı temsil eden matematiksel fonksiyona nokta dağılım fonksiyonu (PSF) denir. Bu aletsel ve atmosferik etkilerin bileşiminin, idealde nokta kaynak olarak görmemiz gereken cisme etkisi şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8 Nokta dağılım fonksiyonunun görüntülere etkisi

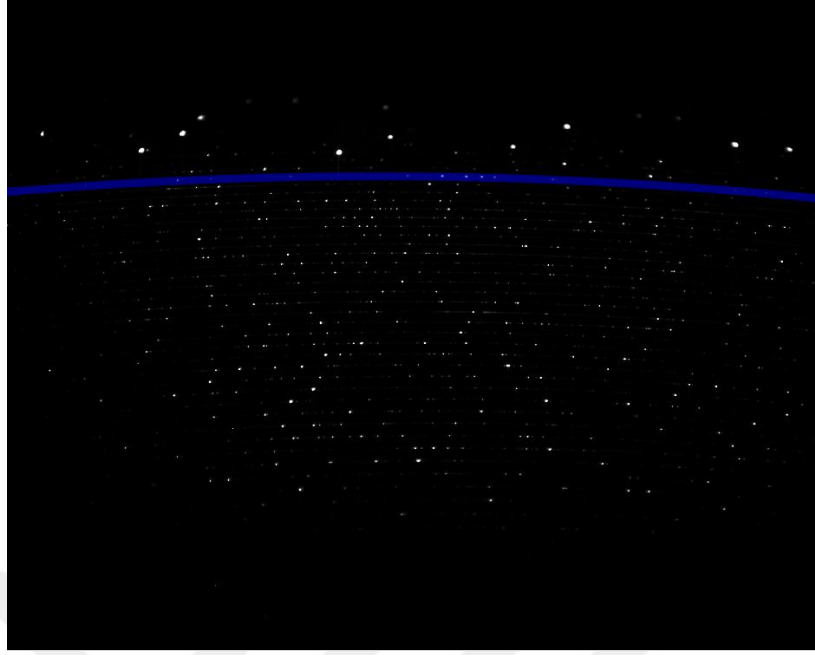
Nokta dağılım fonksiyonu iki boyutlu görüntüler için kullanılan bir terimdir. Bu terime, tayfsal görüntüler gibi tek boyutlu görüntülerde aletsel profil denir. Aletsel profil, bir Gauss fonksiyonu ile temsil edilir. Bu Gauss profilinin yarı yükseklikteki tam genişliği (FWHM), aletsel profil değeridir.

Aletsel profilin büyüklüğü, şekli ve yapısı tayfçekerin mekaniğinden ve çevresel koşullardan etkilenir. Örneğin aletsel profilin büyüklüğü, tayfçekerde kullanılan yarıçapı ile doğru orantılıdır. Tayfçekerde kullanılan malzemenin ısısal değişimlerden

dolayı genişmesi, havanın kırılma indisinin değişmesi gibi sebeplerden dolayı aletsel profilin yapısı değişmekte ve çizgilere fazladan genişleme veya kayma eklemektedir. Aslında ideal bir ortam ve ideal bir tayfçeker için beklenen, tipik bir Gauss profili şeklinde, düzgün bir aletsel profildir. Ancak yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı aletsel profil bozulmaktadır. Bu bozulma zamanla değişim gösteren bir bozulmadır.

Whopshel tayfçekerini en etkili biçimde kullanabilmek ve bu etkileri en aza indirebilmek için bazı önlemler alınmıştır. Tayfçekerin bulunduğu ortamı sürekli aynı sıcaklıkta tutabilmek amacı ile tayfçeker odasına bir adet klima yerleştirilmiştir. Böylece ısısal genişmelerin önüne geçmek hedeflenmiştir.

T80 Teleskobu'nun Alt-Az bir teleskop olması ve ışığı tayfçekere yönlendiren FIGU cihazının, teleskobun Nasmyth odaklarından birinde takılı olmasından dolayı, fiber bağlantılarının yapıldığı FIGU cihazının açısı hiç değişmemektedir. Bu yüzden teleskobun pozisyonuna bağlı olarak yıldızdan ve lambadan gelen ışık demetlerinin yolu değişmeyecektir ve bu aynı kalacaktır. Kurgulanan düzende, ışığı taşıyan fiber kabloların bükülme veya kırılma olasılıkları en aza indirgenmiştir. FIGU cihazı ve tayfçeker sabit olduğu için herhangi bir eğrilik, optik eksenin kayması gibi etkilerin gerçekleşme olasılığı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle teleskobun, gözlemi yapılan yıldızla yönlendiği pozisyonda, lamba tayfı alınması bir zorunluluk değildir. Bu durumda kritik olan gecelik lamba tayfı alınmasıdır. Lamba tayfları gözlem başında veya sonunda alınarak, karanlık gece en etkin şekilde kullanılabilir.



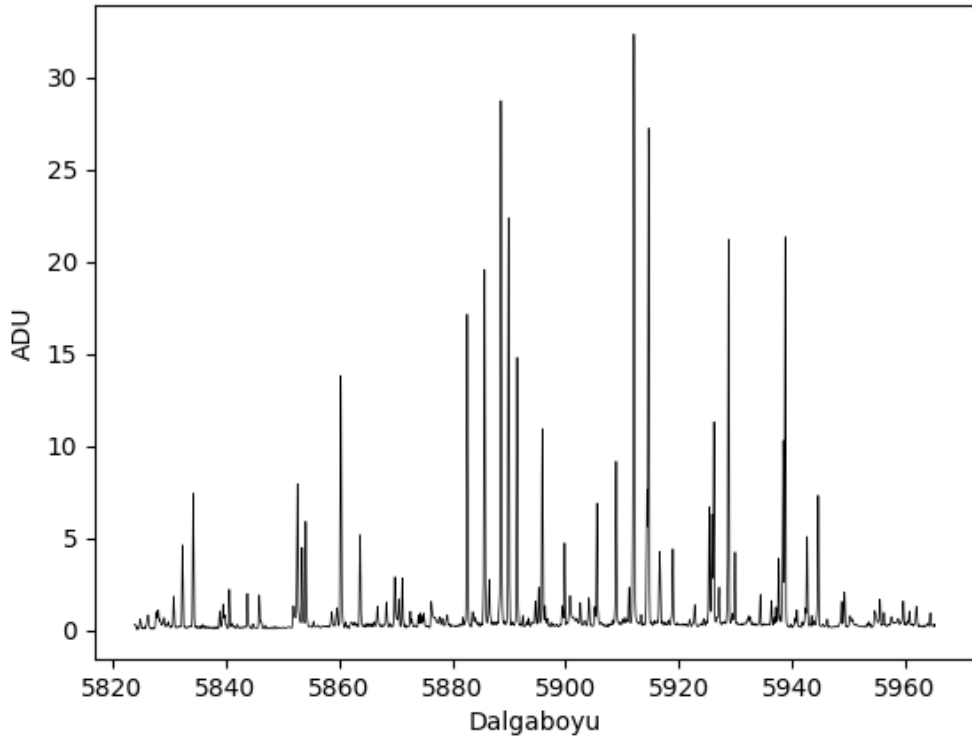
Şekil 4.9 Whoppshel tayfçekeri ile alınmış bir Toryum-Argon (ThAr) lamba tayfı örneği ve işaretlenmiş referans basamağı

Aletsel profil,

$$Aletsel\ Profil = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} (e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2})$$

matematiksel ifadesi ile verilir. Burada, σ Gauss dağılımının varyansı, μ ise Gauss profilinin merkez noktasına karşılık gelen konumu belirtir.

T80 Teleskobu'na bağlı Whoppshel tayfçekere ait aletsel profil değerleri her bir basamak için hesaplanmıştır. Alınan Toryum-Argon görüntülerinden (Şekil 4.9), seçilen bazı belirli çizgiler kullanılarak (Şekil 4.10) gerekli ölçümler yapılmış ve FWHM değerleri elde edilmiştir.



Şekil 4.10 Whoppshel tayfçeker ve 50 mikron çaplı yarık kullanılarak alınmış Toryum-Argon (ThAr) lamba tayfının 58. basamağı

Ölçülen FWHM değerleri daha sonra hıza dönüştürüldü ve aletsel profil değerleri hız cinsinden elde edildi. Yapılan ölçümler, çizelge 4.9’da verildi. Şekil 4.11’de ise her iki yarık için de hesaplanan hız değerlerinin dalgaboyuna göre değişimi görülmektedir.

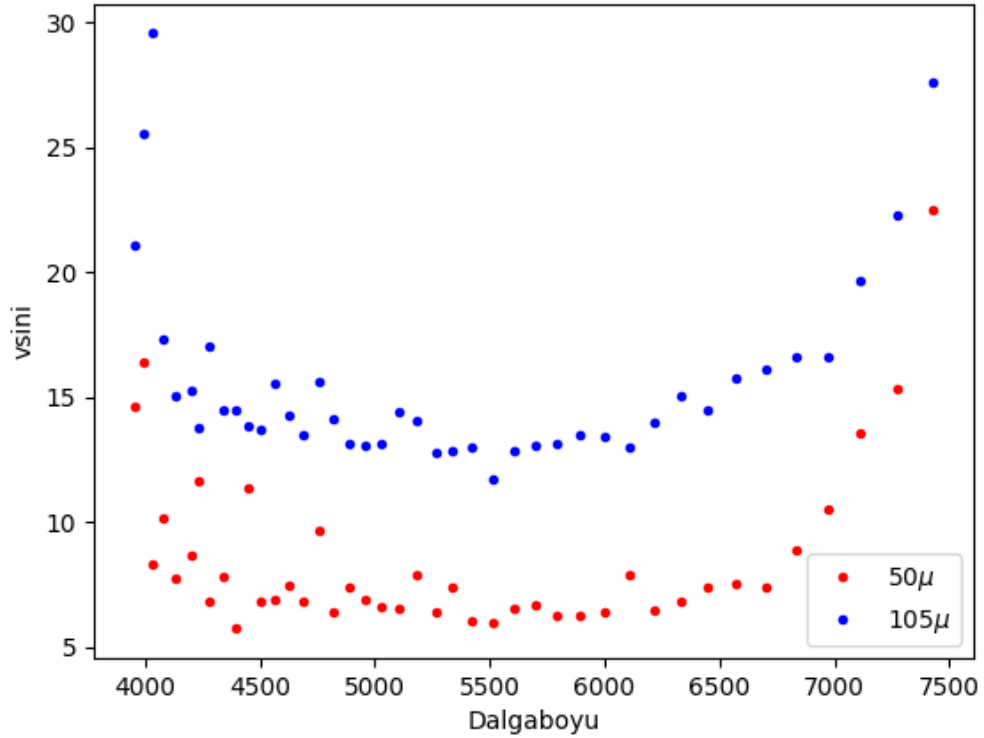
Çizelge 4.9 Basamaklara göre hız cinsinden aletsel profil değerleri

Basamak	V (km/s) (105 μ)	V (km/s) (50 μ)	Basamak	V (km/s) (105 μ)	V (km/s) (50 μ)
46	27.61	22.52	67	14.38	6.53
47	22.28	15.35	68	13.12	6.62
48	19.65	13.53	69	13.09	6.86
49	16.6	10.53	70	13.14	7.42
50	16.59	8.86	71	14.14	6.37
51	16.14	7.38	72	15.58	9.65
52	15.72	7.5	73	13.47	6.79
53	14.46	7.4	74	14.28	7.43
54	15.05	6.85	75	15.53	6.92
55	13.95	6.47	76	13.7	6.82

Çizelge 4.9 Basamaklara göre hız cinsinden aletsel profil değerleri (devam)

Basamak	V (km/s) (105 μ)	V (km/s) (50 μ)	Basamak	V (km/s) (105 μ)	V (km/s) (50 μ)
56	12.97	7.91	77	13.87	11.39
57	13.42	6.38	78	14.46	5.72
58	13.52	6.27	79	14.47	7.8
59	13.12	6.27	80	17.03	6.82
60	13.05	6.7	81	13.77	11.63
61	12.85	6.52	82	15.25	8.68
62	11.7	6	83	15.02	7.7
63	12.98	6.07	84	17.35	10.13
64	12.88	7.39	85	29.56	8.28
65	12.74	6.41	86	25.52	16.43
66	14.07	7.89	87	21.08	14.64

Elde edilen değerlere göre, 105 μ için ortalama ~15.69 km/s, 50 μ için ise ortalama ~8.59 km/s hız değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 4.11 Hız cinsinden hesaplanan aletsel profil değerlerinin dalgaboyuna göre değişimi

4.2 Fotometrik Sistemin Genel Özellikleri

4.2.1 Teleskobun fotometrik odak düzlemi ile görülen alan

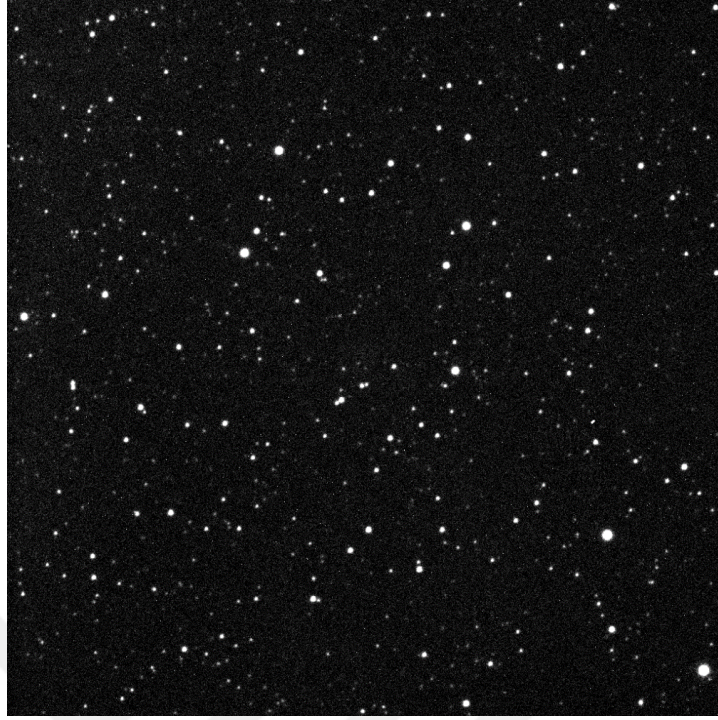
T80 Teleskobu'nun Nasmyth odaklarından birincisine bağlı olan fotometrik odak düzleminde bulunan cihazlar sırası ile aşağıdaki gibidir.

- 0.69x odak düşürücü (İng. Focal reducer)
- ASA alan dönmesi engelleyici (İng. Field derotator)
- Optec IFW filtre tekerleği – SDSS u'g'r'i'z' filtre seti
- Apogee Alta U47 CCD Kamera

Filtre tekerleği ve CCD kamera doğrudan teleskobun içerisinde bulunan TCU bölümündeki teleskop kontrol bilgisayarına bağlanmıştır ve bu cihazların kontrolü teleskop kontrol bilgisayarı üzerinden yapılmaktadır. TCU bölümünde bulunan teleskop kontrol bilgisayarına, T40 teleskop binasında bulunan “T80 uzaktan kontrol bilgisayarı” üzerinden bağlantı sağlanmaktadır.

Teleskobun montaj türü ve Bölüm 3.5'te detayları verilen nedenlerden dolayı görüntülerde alan dönmesi denilen olay ile karşılaşılır. Bunun önüne geçmek için teleskobun fotometri odağında ASA alan dönmesi engelleyici takılıdır. Alan dönmesi engelleyici yerine takılırken gerekli kalibrasyonlar yapılmıştır. Bu nedenle, herhangi bir müdahaleye ihtiyaç duymadan, teleskobun yönlendirildiği pozisyona göre alan dönmesi engelleyici uygun bir biçimde çalışmaktadır.

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



Şekil 4.12 T80 Teleskobu'na bağlı Apogee Alta U47 CCD kamera ile SDSS r' filtresinde alınmış bir görüntü (Sağ açıklık: $21^h 44^m 49^s.627$, Dik Açıklık: $45^\circ 58' 38''.336$)

Görüntüleme için kullanılan Apogee Alta U47 CCD kamera ise, arkadan aydınlanmalı ve yüksek kuantum etkinliğine sahip bir kameradır. Kameranın teknik özellikleri bölüm 3.11.1'de verilmiştir.

Bir teleskobun en önemli iki parametresi, o teleskobun açıklığı ve odak oranıdır. Açıklık, bir teleskobun ışığı karşılayan ana optik elemanının çapı olarak tanımlanır ve D ile gösterilir. Kullanılan bu ana optik elemandan itibaren, gelen ışığın odaklandığı odak noktasına kadar olan mesafeye ise odak uzaklığı denir ve F harfi ile gösterilir.

Teleskobun odak uzunluğunun, açıklığına oranı ise teleskobun odak oranını verir. T80 Teleskobu için odak oranı;

$$\text{Odak Oranı} = \frac{5600 \text{ mm}}{800 \text{ mm}}$$

ifadesinden 7 kat olarak hesaplanır ve f/7 şeklinde gösterilir.

Bir teleskop ile elde edilen görüntünün (Şekil 4.12) çizgisel boyutu ile açısal boyutu arasındaki ilişkiye teleskobun plak eşeli denir. Plak eşeli, oluşan birim görüntünün gökyüzünde kaç birim açığa denk geldiğini gösterir. Plak eşeli θ/S ile ifade edilir. θ 'nın birimi yay saniyesi iken, S 'in birimi ise mm'dir. Aşağıdaki bağıntıda görülen, paydada bulunan F ise odak uzunluğu olup, birimi yine mm'dir.

$$\frac{\theta}{S} = \frac{206265}{F}$$

T80 Teleskobu için plak eşeli 36.83 "/mm olarak elde edilir.

Örnek olarak teleskobun odağında 10 mm uzunluğunda bir görüntü var ise, gökyüzündeki açı karşılığı;

$$\theta = 10 \text{ mm} \times 36.83 \text{ "/mm} = 368".3 = 6'.1$$

olarak hesaplanır. Bu demek oluyor ki, T80 Teleskobu ile görülen 10 mm uzunluğundaki bir görüntü, aslında gökyüzünde 6'.1 kadar açısal uzunluğa sahiptir.

Fotometrik gözlemlerde en önemli parametrelerden birisi de teleskobun, kullanılan CCD ile birlikte gökyüzünde ne kadar alan gördüğüdür. T80 Teleskobu'nun fotometri odağına görüntüleme için yerleştirilen Apogee Alta U47 CCD kamera ile birlikte gördüğü alan aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir. CCD kameranın bir pikseli $13\mu \times 13\mu$ boyutlarında ve CCD kameranın bir kenarı 1024 pikselden oluştuğuna göre, CCD'nin bir kenarı yaklaşık 13.3 mm uzunluğundadır. Buna göre, CCD'nin bir kenarının gökyüzünde gördüğü uzunluk;

$$\theta = 13.3 \text{ mm} \times 36.83 \text{ "/mm} = 489".84 = 8'.2$$

şeklinde hesaplanır. CCD kamera kare şeklinde bir çipe sahip olduğundan gökyüzünde görünen toplam alan 8'.2 x 8'.2 şeklindedir.

T80 Teleskobu ve birinci odak düzleminde bulunan fotometrik gözlem sistemi ile gökyüzünde görülen alan 8'.2 x 8'.2 gibi dar bir alan olduğu için, teleskobun fotometri odak düzlemine bir adet odak düşürücü takılması planlanarak proje kapsamına alındı. Bu bağlamda, yerleştirilen odak düşürücü 0.69x değerinde olan, ASA firması tarafından üretilen bir odak düşürücüdür.

0.69x odak düşürücü kullanılarak teleskobun gökyüzünde gördüğü açısal alan büyütüldü. Odak düşürücü ile teleskobun odak oranı f/4.8 ve odak uzunluğu da 3864 mm oldu. Buna göre, odak düşürücü ile birlikte teleskobun plak eşeli;

$$\frac{\theta}{S} = \frac{206265}{3864 \text{ mm}}$$

haline geldi.

CCD kameranın bir kenarının yaklaşık 13.3 mm uzunluğunda olduğu yukarıda hesaplanmıştı. Buna göre odak düşürücü ile birlikte CCD'nin bir kenarının gördüğü alan;

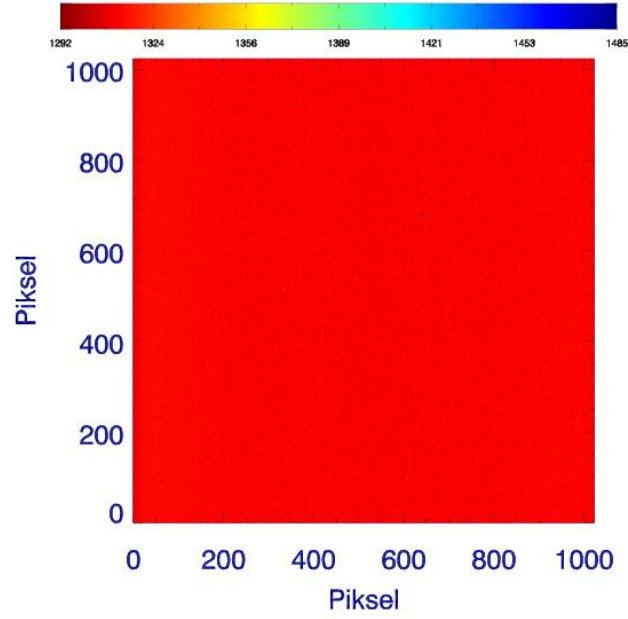
$$\theta = 13.3 \text{ mm} \times 53.38 \text{ "/mm} = 709".95 = 11'.8$$

olarak elde edildi.

T80 Teleskobu'na takılan odak düşürücü sayesinde, fotometri sistemi ile gökyüzünde görülen açısal alan 11'.8 x 11'.8 kadar arttırılabilmektedir. Bu sayede, hem değişen yıldız gözlemleri hem de özellikle günümüzün en popüler astrofizik konularından biri olan ötegezegen geçiş gözlemlerinde mümkün olduğunca geniş alan görülebilmesi açısından önemli bir revizyon yapılmış oldu. Odak düşürücü kullanıldığında CCD'nin piksel ölçeği 0.69"/piksel olmuştur.

4.2.2 Kalibrasyon görüntüleri

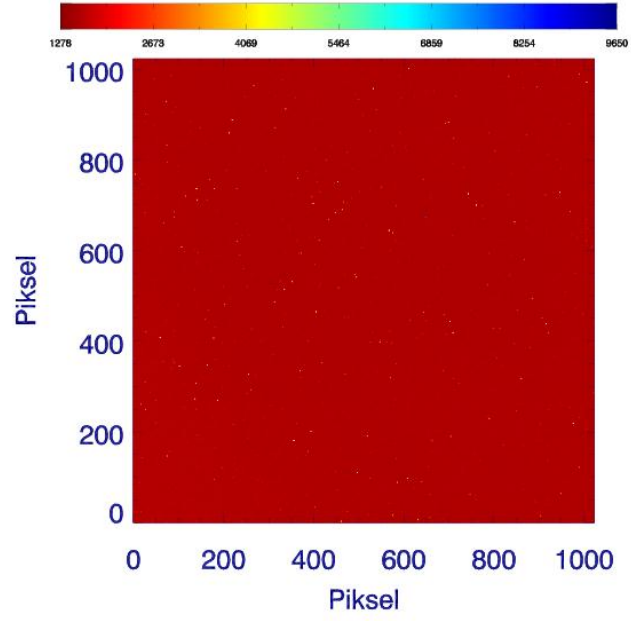
Apogee Alta U47 kamera ile elde edilen bias, dark ve flat görüntüleri de incelenmiştir. Normal modda alınan kalibrasyon görüntülerine ait bazı istatistikler aşağıda verilmiştir. Şekil 4.13'te görülen grafikte, -20° C değerine soğutulmuş CCD ile alınmış 10 adet bias görüntüsünden elde edilen master bias görüntüsünün ısı haritası verilmiştir. Master bias görüntüsü, 10 adet biastan oluşturulmuş ve birleştirilirken medyan işlemi kullanılmıştır. Birleştirme işlemi IRAF yazılımı ile yapılmıştır.



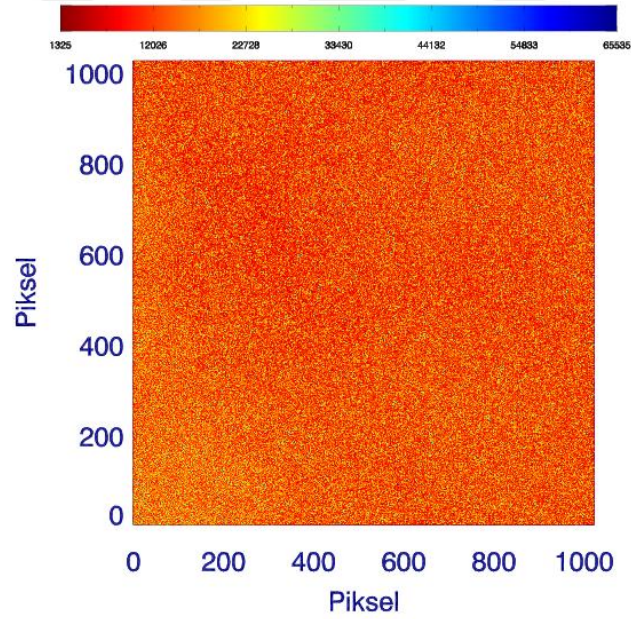
Şekil 4.13 Toplam 10 görüntüden oluşan master bias görüntüsünün ısı haritası

Görüldüğü üzere, Bias görüntüsünde piksellerin sayım değerlerinde dramatik bir değişim bulunmamakta ve değerler genellikle ortalama etrafında saçılmaktadır. Ayrıca CCD dedektörü üzerinde herhangi bir hatalı satır, kolon veya bölge bulunmamaktadır. -20° C değerine soğutulmuş Apogee Alta U47 CCD kamera ile alınmış Bias görüntüsünde ortalama değer 1305 ADU olarak elde edilmiştir. Değerler 1292 ADU ile 1485 ADU arasında değişmektedir.

Alınan dark görüntülerinin de ısı haritası oluşturulmuştur. İncelenen dark görüntüleri 5, 10, 20, 40, 80, 150 saniye değerlerindedir. Her bir poz süresi için üçer adet dark alınmış ve bu darklar IRAF yazılımının darkcombine taskı kullanılarak birleştirilmiştir. Her bir poz süresi için master dark görüntüleri oluşturulmuştur.



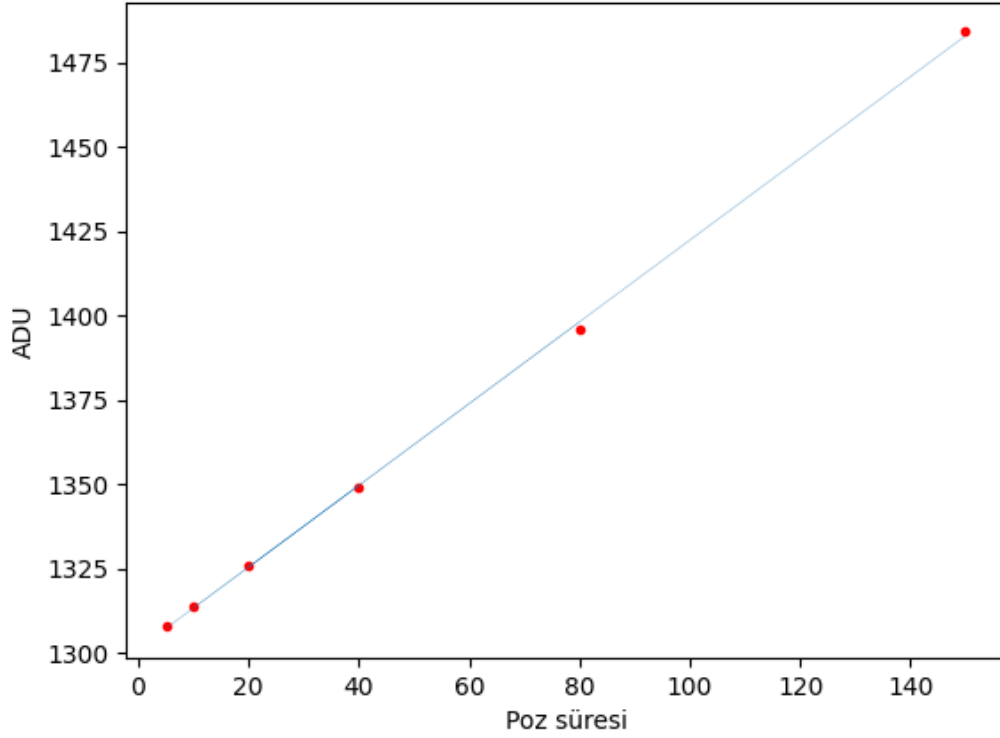
Şekil 4.14 5 saniyelik dark görüntülerinden oluşturulan master dark görüntüsünün ısı haritası



Şekil 4.15 150 saniyelik dark görüntülerinden oluşturulan master dark görüntüsünün ısı haritası

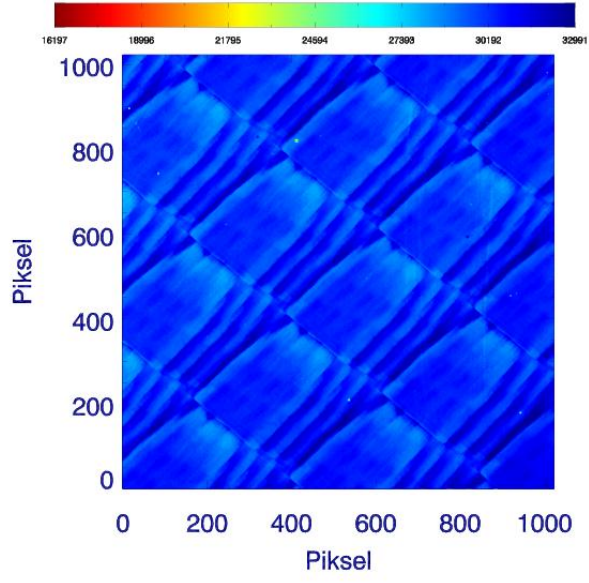
5 saniyelik dark (Şekil 4.14) ve 150 saniyelik dark (Şekil 4.15) görüntülerinden oluşan master dark görüntülerinden görüldüğü üzere, elde edilen dark görüntülerinde beklenmedik bir durumla karşılaşılmamıştır. Daha yüksek poz süresi ile elde edilen dark

görüntülerinde gürültünün arttığı görülmektedir ve bu beklenen bir durumdur. Oluşan gürültü ve CCD'nin poz süresine göre davranışı doğrusal bir şekilde değişmektedir. Bu değişim şekil 4.16'da gösterilmektedir.

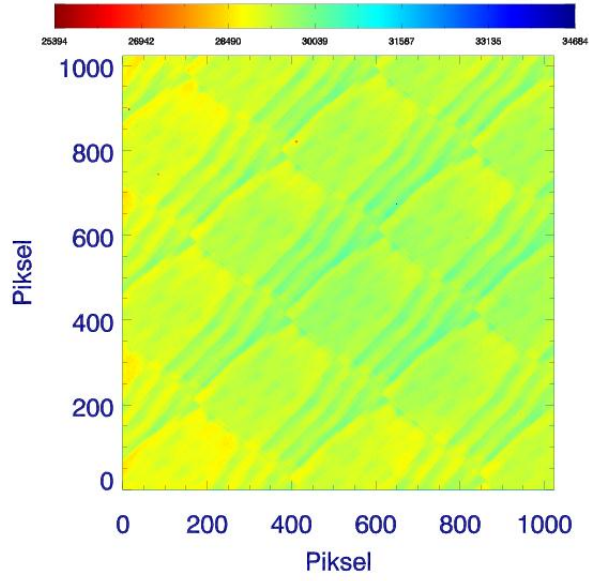


Şekil 4.16 Poz süresine göre dark görüntülerinden ölçülen ADU değerinin değişimi

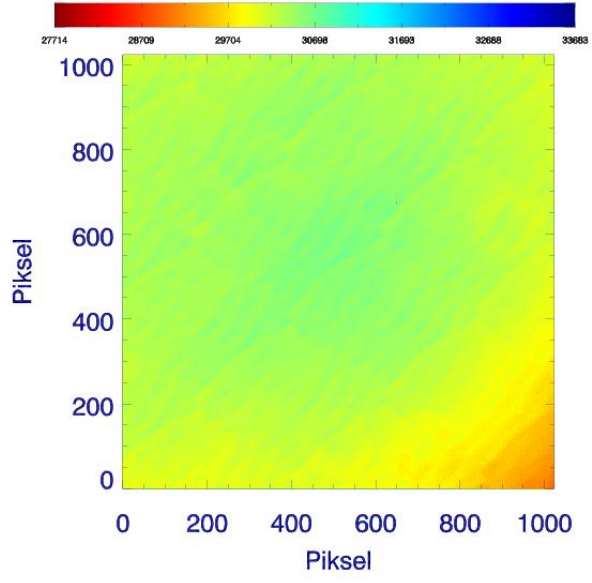
Apogee Alta U47 CCD kamera ile elde edilen flat (düz alan) görüntüleri de incelenmiştir. CCD kameranın sensöründe bulunan her piksel aynı hassasiyette olamayabilir. Bu nedenle her piksel, üzerine düşen ışığa aynı tepkiyi veremez. Bu durumu ölçmek için flat görüntüleri alınır. Alınan flat görüntülerinden görüldüğü üzere (Şekil 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21), görüntülerin bazı bölgelerinde sayımlar daha yüksek, bazı bölgelerinde daha düşük ölçülmektedir.



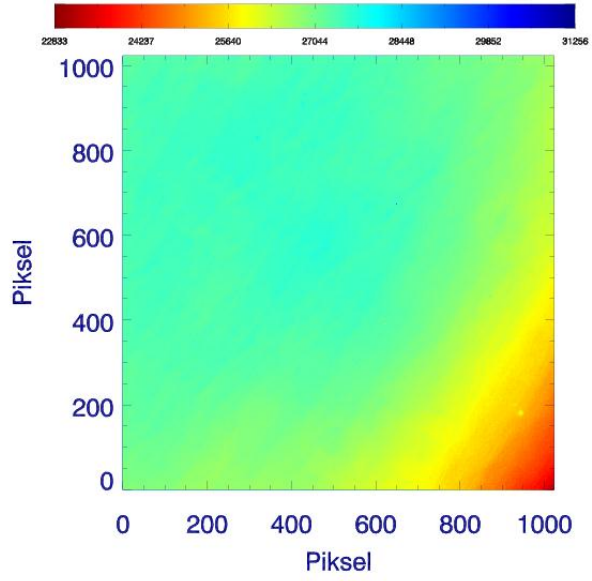
Şekil 4.17 SDSS-u' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası



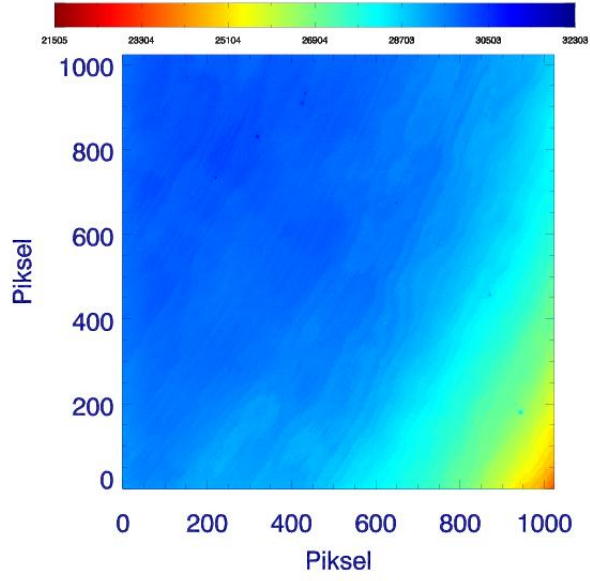
Şekil 4.18 SDSS-g' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası



Şekil 4.19 SDSS-r' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası

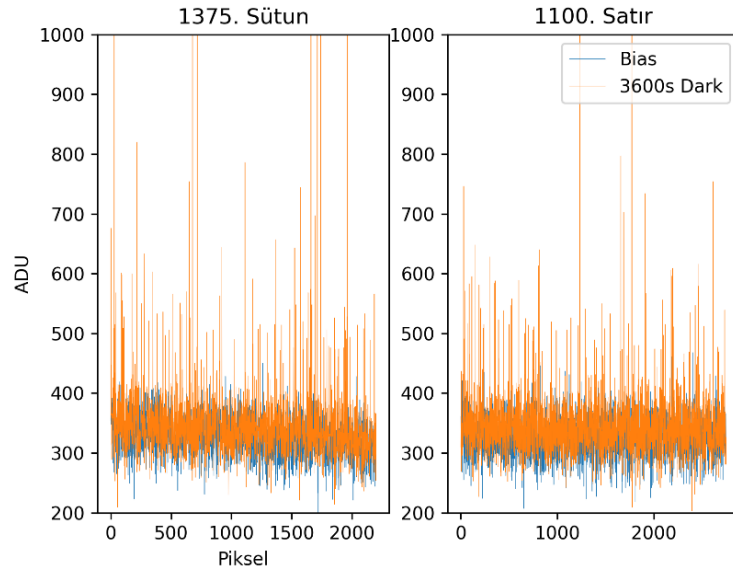


Şekil 4.20 SDSS-i' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası



Şekil 4.21 SDSS-z' filtresinde alınan flat görüntüsünün ısı haritası

T80 Teleskobu'nun tayfçeker odağı ile alınan kalibrasyon görüntüleri de incelendi ve elde edilen dark görüntülerinin, neredeyse bias seviyesinde olduğu görüldü. Alınan bias görüntüsünün ortalama sayım değeri ~ 325 civarındayken, 3600 saniyelik poz süresi ile alınan dark görüntüsünün ortalama sayım değeri ~ 353 civarındadır. Şekil 4.22'de bias ve 3600 saniyelik dark görüntülerinin orta satır ve sütunlarından elde edilen ölçümler verildi.



Şekil 4.22 Tayfsal odak düzlemi ile elde edilen bias ve 3600 saniyelik dark görüntülerinin orta satır ve sütunlarının sayımlarının karşılaştırılması

4.2.3 Teleskobun fotometrik limit parlaklık gözlemleri

Teleskobun fotometrik performans ve limitlerini belirlemek amacı ile yapılan gözlemlerde NGC6633 kümesi kullanıldı (Şekil 4.23). NGC6633, Yıllancı takımyıldızında bulunan bir açık yıldız kümesidir.

Açık kümeler, fiziksel olarak etkileşim halinde bulunan ve ortak kütle çekim gücü ile bir arada kalabilen yıldız topluluklarıdır. Birkaç bin yıldız barındıran açık yıldız kümeleri, genellikle teleskopların ve fotometrik gözlem sistemlerinin test gözlemlerinde kullanılabilir. kullanılabilmektedir.



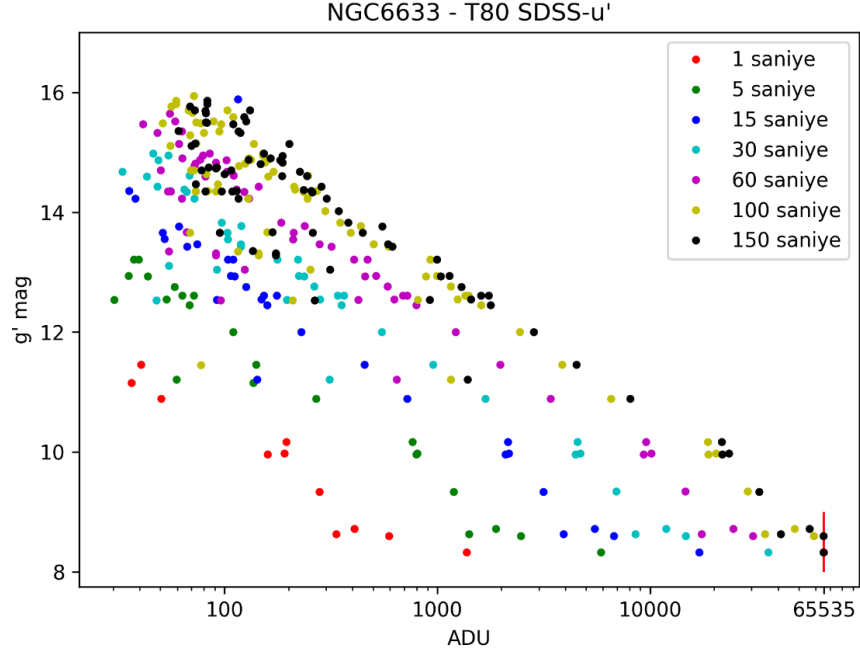
Şekil 4.23 NGC6633 açık yıldız kümesinin T80 Teleskobu'ndan alınan bir görüntüsü

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.

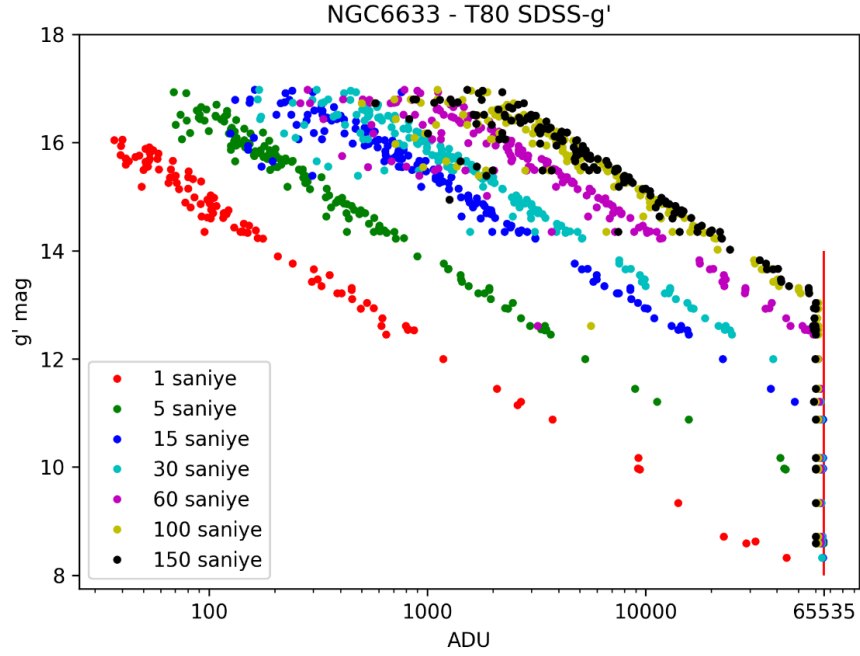
Bu aşamada, Yücel Kılıç tarafından Python programlama dilinde yazılan ve GitHub üzerinden paylaşılan, açık kaynak kodlu Astrolib kütüphanesi düzenlenerek kullanıldı. Astrolib kütüphanesi, astrometrik çözümü yapılmış görüntülerdeki yıldızları tespit ederek, bu yıldızları istenilen katalog ile eşleştirip, katalog dahilinde bulunan verilerden istenilen bilgileri elde etmeyi sağlar. Açık kaynak kodlu bu kütüphane düzenlenerek, tüm bilgiler APASS (AAVSO Photoemtric All Sky Survey) kataloğundan elde edildi. Sorgulama, 9. veri yayınlama (Data Release 9) kataloğundan yapıldı. APASS DR9 kataloğu, toplam 62 milyon yıldız içermektedir.

Sorgulamada, yıldızların katalogda bulunan SDSS g' filtresindeki parlaklıkları elde edildi. Ayrıca görüntüden, cisimlere ait sayım değerleri ADU olarak ölçüldü. Yapılan çalışma sonucunda, teleskobun fotometri odağı ile yapılan gözlemlerde farklı parlaklıklardaki yıldızların farklı filtrelerdeki gözlemlerinden poz süresine göre elde edilen sayım değerleri (Şekil 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28) gösterilmiştir. Bu sayede, ileride yapılacak gözlemlerde bu çalışma bir referans niteliği taşıyacak ve gözlemcilere uygun poz süresi seçiminde yol gösterici bir kaynak olacaktır.

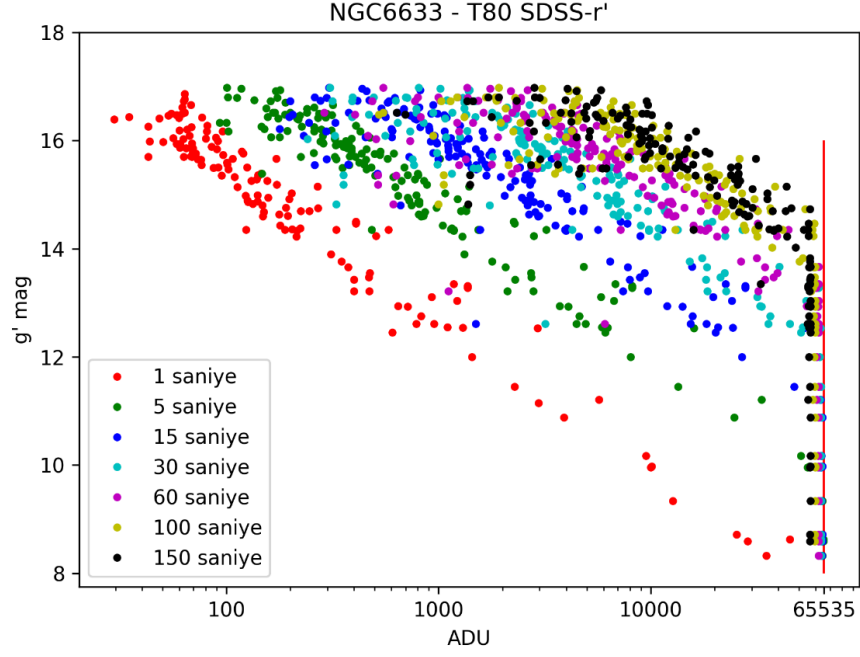
T80 Teleskobu ile yapılan gözlemlerden elde edilen sonuçlardan, g' parlaklığı yaklaşık 17 kadir olan bir yıldız, SDSS g' filtresinde 150 saniye poz süresi ile gözlemlendiğinde ~75 SNR elde edildiği görüldü. Aynı filtrelerde, 16 kadir bir yıldızdan ise ~120 SNR elde edildi.



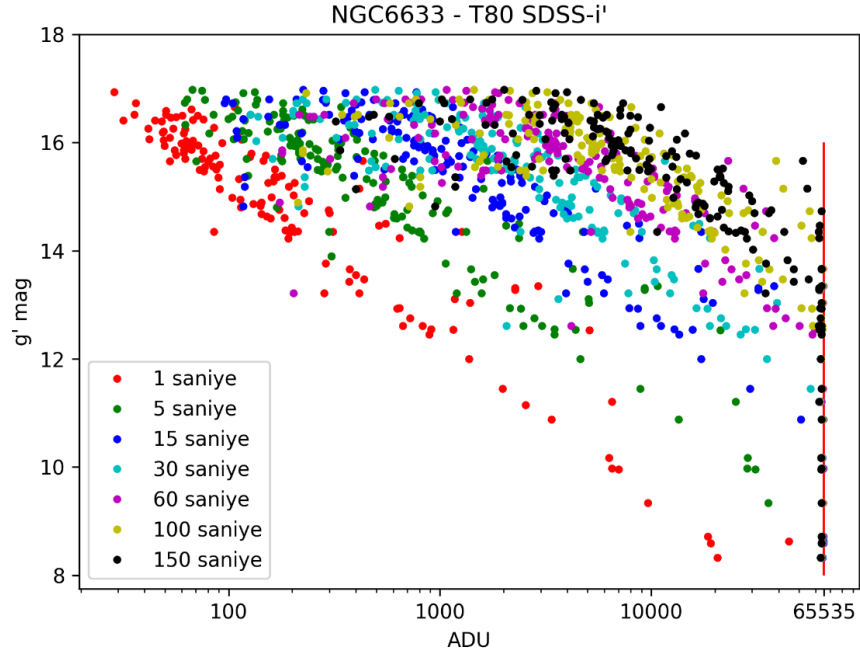
Şekil 4.24 T80 Teleskobu ile SDSS u' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri



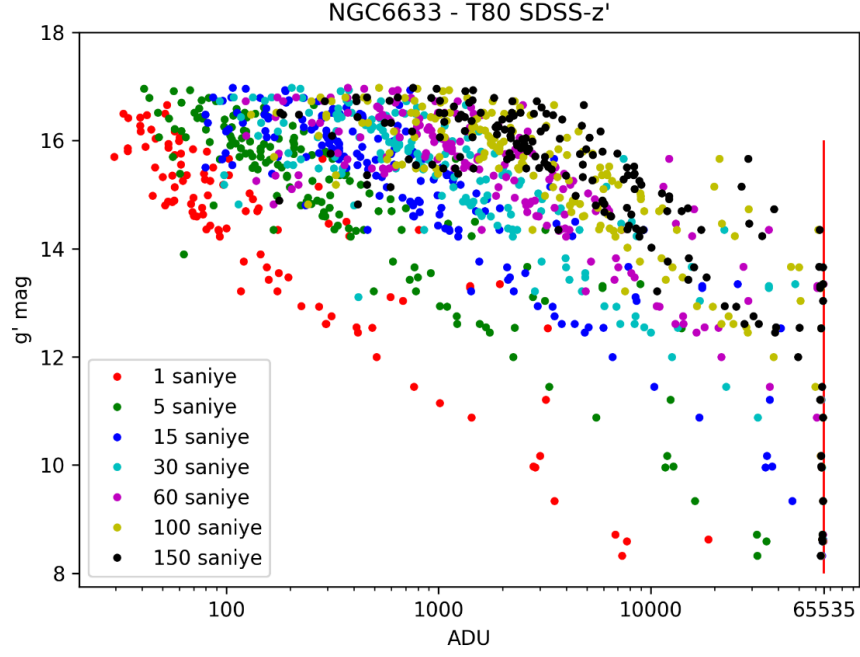
Şekil 4.25 T80 Teleskobu ile SDSS g' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri



Şekil 4.26 T80 Teleskobu ile SDSS r' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri



Şekil 4.27 T80 Teleskobu ile SDSS i' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri



Şekil 4.28 T80 Teleskobu ile SDSS z' filtresi kullanılarak gözlenen farklı parlaklıklardaki yıldızlardan elde edilen sayım değerleri

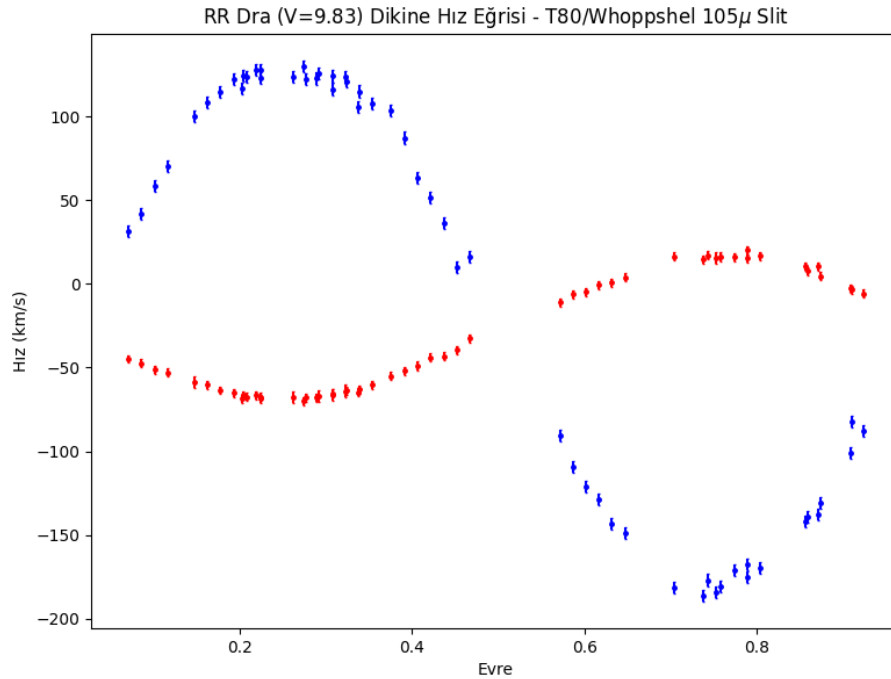
Yapılan gözlemler sonucunda, ~17 kadirde parlaklığa sahip olan yıldızlara kadar yeterli miktarda sinyal elde edilebildiği görüldü. Teleskobun hassas takip mekanizmasından dolayı, kullanılacak uzun poz süreleri sayesinde parlaklığı ~17 kadire kadar olan yıldızların, T80 Teleskobu ile gözlenebileceği sonucu elde edildi.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Tayfsal Gözlemler

Yapılan tayfsal gözlemler ve elde edilen verilerin analizleri sonucunda edinilen bilgilere göre, T80 Teleskobu ve Whopshel tayfçeki ile 50 mikron çapındaki yarık kullanılarak yaklaşık 9 kadir, 105 mikron çapındaki yarık kullanılarak ise yaklaşık 10 kadir parlaklığa sahip yıldızlara kadar gözlemlerin yapılabildiği görüldü.

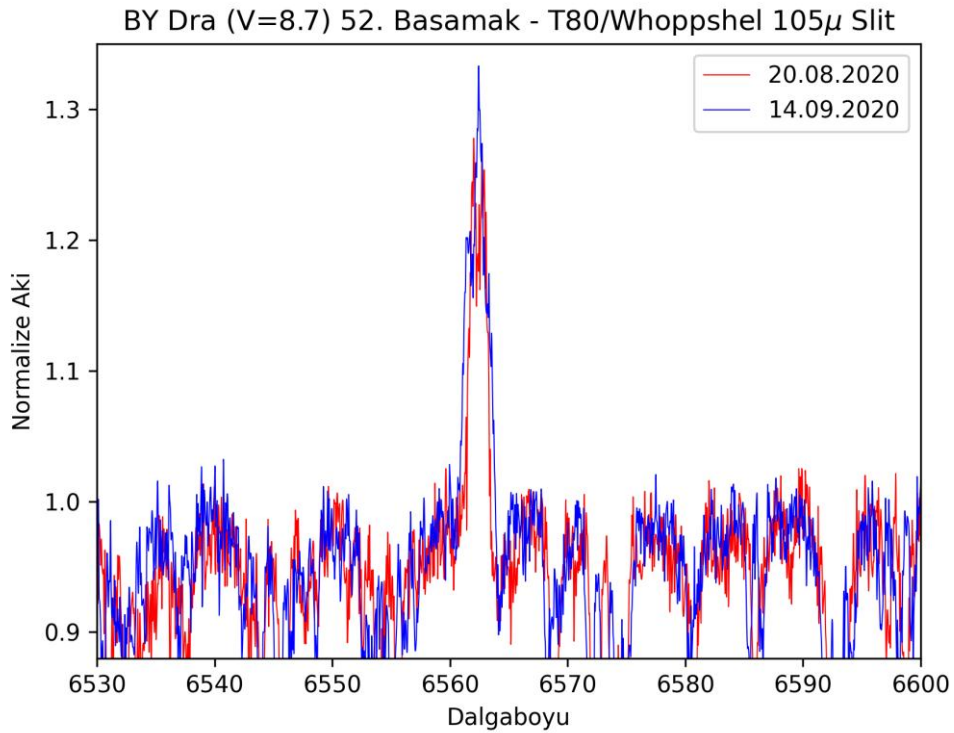
T80 Teleskobu'na bağlı Whopshel tayfçeki ile 105 mikron çapındaki yarık kullanılarak RR Dra yıldızının dikine hız eğrisi (Şekil 5.1) elde edildi. RR Dra yıldızı 9.83 kadir V parlaklığına sahip bir yıldızdır. Sıcak bileşen örtüldüğünde, yani sistem birinci minimumda iken, sistemin parlaklığı 13.3 kadire kadar düşmektedir. RR Dra A2 tayf türünden, algol tipi değişen bir yıldız olarak kataloglandırılmıştır.



Şekil 5.1 T80 Teleskobu'na bağlı Whopshel tayfçeki ile 105 mikron çapındaki yarık kullanılarak alınmış dikine hız eğrisi

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 Whopshel tayfçeker sistemi, 10 kadirden parlaklığa kadar olan yıldızların başta dikine hız gözlemleri olmak üzere, çeşitli tayfsal amaçlar barındıran gözlemlerde kullanılabilir.

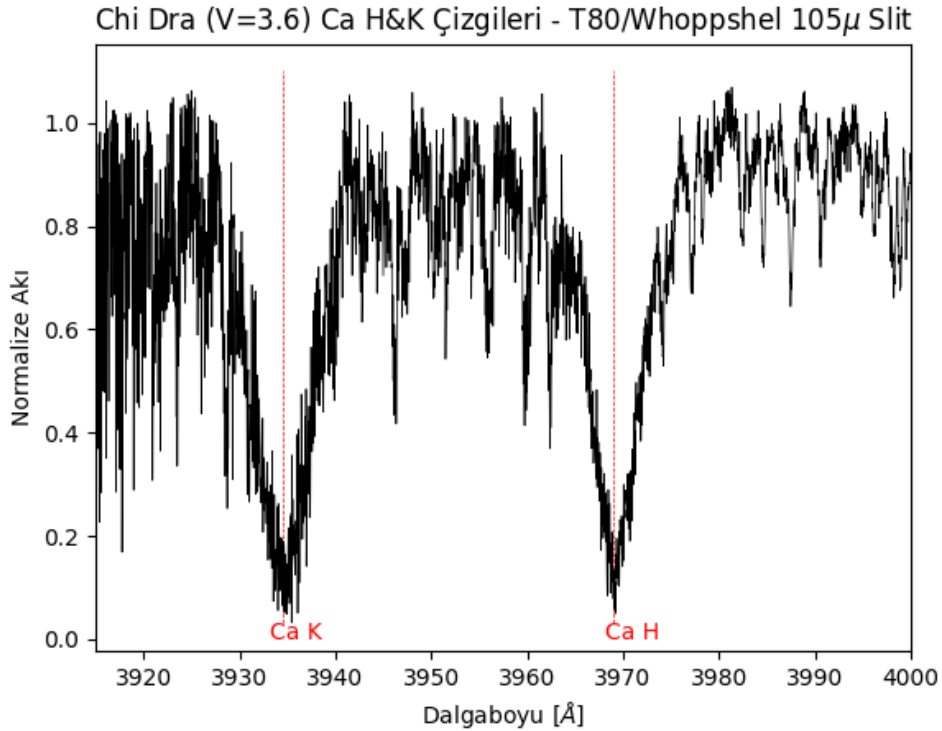
Kromosferik aktif yıldızlar, homojen olmayan yüzey parlaklık dağılımlarından dolayı zamana bağlı parlaklık değişimi gösterirler. İleri düzeyde kromosferik aktivite gösteren yıldızlara BY Dra tipi değişenler örnek olarak gösterilebilir. BY Dra yıldızlarının çoğu, flare aktivitesi de göstermektedir. Bu sistemlerin karakteristik özellikleri tayflarında görülen hidrojen salma çizgileridir. T80 Teleskobu ve ona bağlı Whopshel tayfçekeri ile bu tip değişenlerin prototip yıldızı olan BY Dra yıldızı gözlemlendi, hidrojen salma çizgileri elde edildi (Şekil 5.2). BY Dra sisteminin kromosferik aktivite kaynaklı ışık değişimi ilk defa 1966 yılında Chugajnov'un gözlemleri ile ortaya çıkarılmıştır. Tutulma göstermeyen bu çift sistem, K4V ve K7.5 tayf türünden iki bileşenli bir çift sistemdir.



Şekil 5.2 BY Dra yıldızına ait, iki farklı gözlemden alınan ve salma çizgisi olarak görülen H α çizgileri

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_{α} çizgisinin eşdeğer genişliklerinin karşılaştırılması, sistemde bir koronal gaz yapısının bulunup bulunmadığını yorumlamaya imkân tanır.

T80 Teleskobu ve Whopshel tayfçeki ile 105 mikron çapındaki yarıç kullanılarak Chi Dra yıldızı gözlenmiş ve Ca II H&K çizgileri (Şekil 5.3) elde edilmiştir. Tayfın 86. ve 87. basamaklarına düşen Ca II H&K çizgileri 3968 Å ve 3933 Å dalgaboylarında görülmektedir. Chi Dra sistemi, V bandında 3.6 kadir parlaklığında olan, spektroskopik bir çift sistemdir. Ana bileşenin tayf türü F7V'tir.



Şekil 5.3 Chi Dra yıldızına ait Ca II H&K çizgileri

Oluşan tayf basamaklara ayrıldığında, Ca II K çizgisi 87. basamakta görülmektedir. Ca II H çizgisi ise hem 87. basamakta, hem de 86. basamakta görülmektedir. İki basamağın üst üste binen dalgaboyu aralığında kalmaktadır. Şekil 5.3'te görülen tayf, 86 ve 87. basamakların birleştirilmiş halidir. 86. basamağın uzun dalgaboylu tarafının bir kısmı kesilmiştir.

Dikine hız gözlemleri, kimyasal bolluk gözlemleri, kromosferik aktivite gözlemleri ve daha birçok tayfsal çalışmada T80 Teleskobu ve Whoppschel tayfçekerinin başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. 10 kadir parlaklığa kadar olan cisimlerde, gözlenecek cismin parlaklığına göre en uygun konfigürasyon seçilip gözlem yapıldığında istenilen sonuç elde edilebilmektedir.

T80 Teleskobu'nun tayfsal odak düzlemi ile yapılan gözlemlerden elde edilen veriler FITS formatında olup, .fit uzantısı ile kaydedilmektedir. 1981 yılında oluşturulan ve astronomi için standartlaştırılmış bir format olan FITS (Flexible Image Transport System) görüntü standardı günümüzde astronomi çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir formattır. Verilerin depolanması, iletimi ve işlenmesi açısından oldukça kullanışlı bir dijital dosya formatı olan FITS, çok boyutlu dizilerden (örneğin 2 boyutlu bir görüntü) oluşur. FITS dosyalarında, görüntüye ait bazı bilgiler okunabilir ASCII (American Standard Code for Information Interchange) formatı şeklinde saklanabilir. Saklanan bu bilgiler başlıklardan ve o başlıklara karşılık gelen değerlerden oluşur.

```
74 fv: Header of ChiDra_Object_600s_20200916_180410-1.fits[0] in F:/01_Onur/001_...
File Edit Tools Help
Search for: Find Case sensitive? No
SIMPLE = T
BITPIX = 16 / bits per data value
NAXIS = 2 / Number of data axes
NAXIS1 = 2749 / Length of data axis 1
NAXIS2 = 2199 / Length of data axis 2
SWCREATE= 'Demetra v5.1.5.7' / Software used to generate this file
BIN1 = 1 / Binning on axis 1
BIN2 = 1 / Binning on axis 2
DATAMAX = 65535 / [adu] maximum value for all pixels
DATAMIN = 0 / [adu] minimum value for all pixels
BSCALE = 1 / linear factor in scaling equation
BZERO = 32768 / zero point in scaling equation
DATE-OBS= '2020-09-16T18:04:11' / Date of observation start
DATE-END= '2020-09-16T18:14:11' / Date of observation end
JD_OBS = '2459109.2529' / JD start observation
JD_MID = '2459109.2564' / JD mid observation
EXPTIME = 600 / [s] Total observation duration
CCD-TEMP= '0.04' / [deg] Camera sensor temperature
OBJNAME = 'ChiDra' / Object name
COMMENT = '' / descriptive comment
BSS_ELEV= 1256 / Observation site elevation
BSS_LAT = '39.84361' / Observation site latitude
BSS_LONG= '32.77917' / Observation site longitude
BSS_SITE= 'AUKR' / Observation site
BSS_INST= 'Whoppshe1' / Instrument name
GEO_LONG= '32.77917' / Obs. geographic longitude
GEO_LAT = '39.84361' / Obs. geographic latitude
GEO_ELEV= '1256' / Obs. geographic elevation
OBSERVER= 'OY' / Observer name
TELESCOP= 'T80' / Telescope
DETNAM = 'Atik 460ex' / Camera (detector) name
INSTRUME= 'Whoppshe1' / Instrument name
END
```

Şekil 5.4 Whoppshe1 ile alınmış ham bir tayfa ait saklanan başlıklar

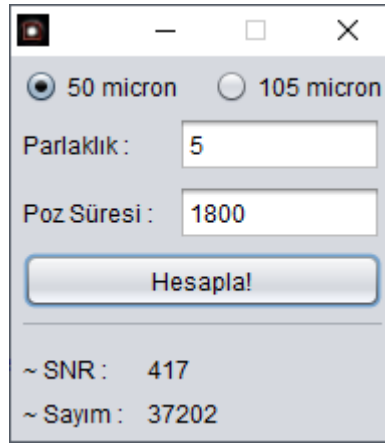
Şekil 5.4'te Whoppshe1 tayfçeki ile alınmış bir ham görüntüye, Demetra tarafından yazılan ve o görüntü ile birlikte saklanan başlıklar FV (Fits Viewer) programı ile gösterilmiştir.

Whoppshe1'in bağlı olduğu tayfçeker kontrol bilgisayarı ile T80 Teleskobu'nun bağlı olduğu teleskop kontrol bilgisayarı iki farklı bilgisayar olduğu için Demetra yazılımı teleskop ile haberleşememekte ve bu nedenle gözlemi yapılan cisme ait sağ açıklık, dik açıklık gibi koordinat bilgilerini görüntünün başlıklarına yazamamaktadır. Ayrıca görüntüye ait bazı zaman bilgilerinin eksik olduğu görülmüş ve örneğin HJD (Heliocentric Julian Date) gibi zaman bilgilerinin de görüntü başlığında olması gerektiğine karar verilmiştir. Bu bağlamda görüntü başlıklarını düzenleyecek bir betik (Ek 1) yazılarak, eksikliği görülen başlıklar ve bu başlıkların değerleri hesaplanıp eklenebilmektedir.

Yazılan bu betik, veri klasöründe bulunan tüm görüntülere bakarak düzenlenmesi gereken görüntüleri belirleyip başlıklarını otomatik olarak düzenlemektedir. Düzenleme

için gereken bilgilere Simbad veritabanından ulaşmaktadır. Elde edilen bilgiler ile gerekli hesaplamalar yapıp, görüntülerin başlıklarına derece cinsinden sağ açıklık ve dik açıklık, UT cinsinden görüntü ortası tarihi, görüntü ortası saati, bu zaman bilgilerine göre hesaplanan JD (Julian Date), HJD, MJD (Modified Julian Date) ve Dünya-Güneş ikilisinin kütle merkezine göre (barycentric) düzeltilmiş hız değerleri otomatik olarak eklenmektedir.

Tüm bunların haricinde, yapılan tayfsal gözlemlerden elde edilen sonuçlar ile bundan sonra yapılacak olan gözlemlerde kullanılması, gözlemcilere yol göstermesi ve yardımcı olması açısından şekil 5.5'te gösterilen küçük bir Java programı geliştirildi. Bu program, gözlemi yapılacak yıldızın parlaklığına ve gözlemcinin vermek istediği poz süresine göre elde edilecek yaklaşık SNR ve sayım değerlerini hesaplamaktadır. Bu program, özellikle sönük yıldızlarda poz süresinin belirlenebilmesi açısından herhangi bir vakit kaybı olmaması amacıyla bir avantaj sağlayacaktır. Böylece gözlemciler, yapacakları gözlemlerde kullanacakları poz süresini önceden belirleyebilecek ve gözlem en verimli şekilde yapılabilecektir.



Şekil 5.5 T80 – Whoppshel sistemi için geliştirilen SNR ve sayım değerlerini hesaplayan Java programı

5.2 Fotometrik Gözlemler

T80 Teleskobu ile yapılan fotometrik gözlemlerden, sistem ile 17 kadirden parlaklıktaki yıldızlara kadar gözlem yapılabileceği belirlenmiştir. Teleskobun hassas takip yeteneği, bu sayede verilebilen uzun poz süreleri, temiz ve yeni optiği sayesinde hassas ölçümler yapılabilmektedir.

Ayrıca Apogee Alta U47 CCD kamera ile alınan kalibrasyon görüntüleri incelenmiş ve CCD üzerinde zarar görmüş herhangi bir satır, sütun ya da bölge olmadığı görülmüştür.

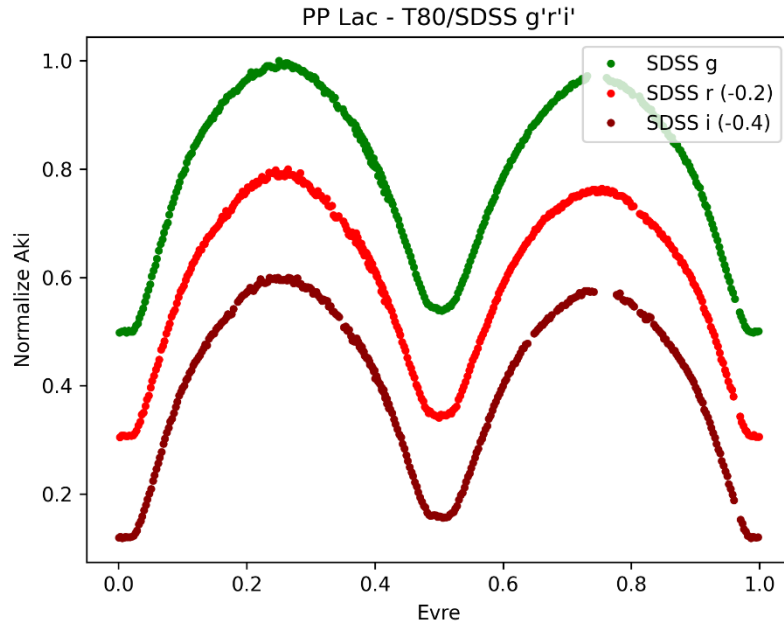
Farklı parlaklıklardan yıldızların, farklı poz süreleri ile farklı filtrelerde gözlenmesi sonucu elde edilen parlaklık ve ölçüm grafikleri, bundan sonra yapılacak fotometrik gözlemlerde gözlemcilerle yardımcı olacaktır.

T80 Teleskobu ile uygun parlaklık ve değişim genliğine sahip olan değişen yıldızlar, etrafında bulunan gezegenden dolayı ışık değişimi gösteren yıldızlar ve herhangi başka bir sebepten dolayı ışık değişimi gösteren yıldızların gözlemi yapılabilir. Buna örnek olarak örtülme gözlemleri gösterilebilir. 23 Eylül 2020 tarihinde, Jüpiter Trojan nesnesi olan 1583 Antiochus'un (<http://occultationdocs.tug.tubitak.gov.tr>) bir yıldızın önünden geçerek yıldızı örtmesi (Şekil 5.6) sayesinde oluşan ışık değişimi T80 Teleskobu ile gözlenmiştir. Elde edilen veriler, <http://occultation.tug.tubitak.gov.tr> adresine yüklenmiştir.



Şekil 5.6 1583 Antilochus asteroidinin sol görüntüdeki işaretli yıldızı örtmesi

Ayrıca V parlaklığı yaklaşık 11.85 kadir olan PP Lac yıldızının g'r'i filtrelerinde ışık eğrileri, yıldızın kısa yörünge dönemi sayesinde (~0.4 gün) bir gecede elde edilmiş ve şekil 5.7'de gösterilmiştir.

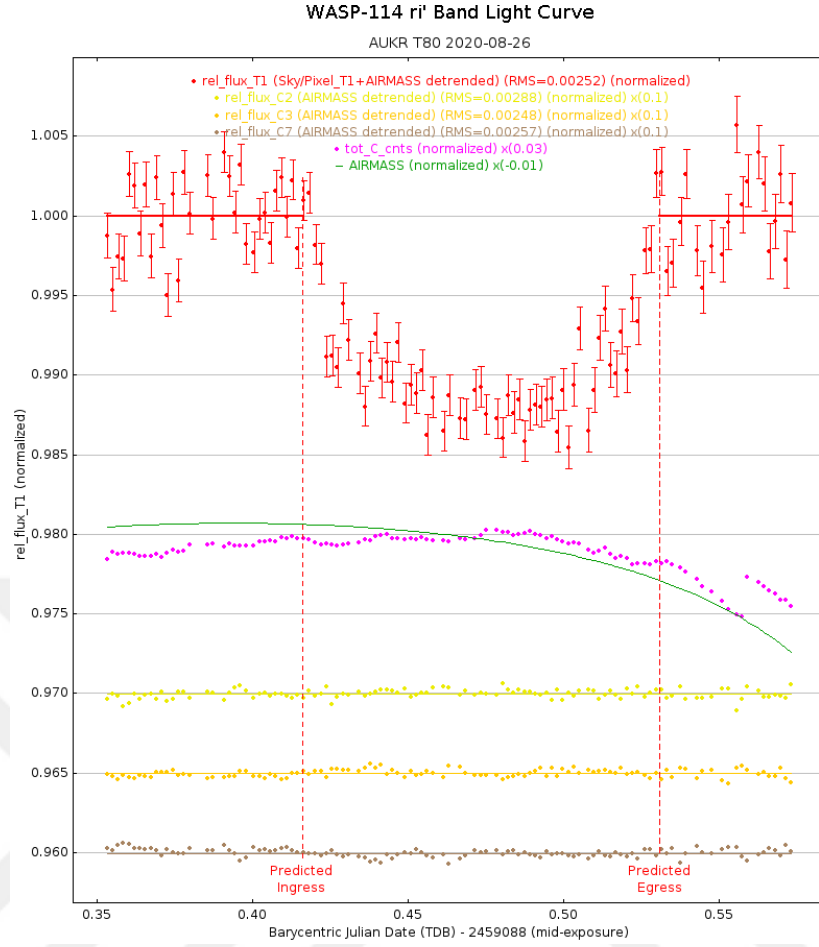


Şekil 5.7 PP Lac örten çift sisteminin g'r'i' filtrelerinde elde edilen ışık eğrisi

Işık eğrisi, 22 Ekim 2020 tarihinde yapılan gözleme ait olup, TYC 3984-1063-1 yıldızının mukayese olarak kullanıldığı fark fotometrisi ile elde edilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen ortalama hatalar, g' filtresi için ± 0.0133 , r' filtresi için ± 0.0222 ve i' filtresi için ± 0.0038 mertebesindedir.

Günümüzün en önemli çalışma alanlarından birisi de ötegezegenler konusudur. Bu alanda, uzay teleskopları tarafından yapılan fotometrik gözlemler büyük önem taşımaktadır. Uzay teleskopları haricinde, bazı yer tabanlı tarama teleskopları da, etrafında bulunan gezegenden dolayı ışık değişimi gösteren yıldızları aramaktadır. Fakat hem uzay teleskopları tarafından, hem de yer tabanlı tarama teleskopları tarafından yapılan gözlemler, yer tabanlı diğer teleskoplar ile de takip edilmeli ve gerektiğinde doğrulanmalıdır. Bu tarama teleskoplarına, Kelt, HAT, WASP, CoRoT gibi sistemler örnek olarak gösterilebilir. WASP tarama teleskobu ile keşfedilen WASP-114b ötegezegeninin, T80 Teleskobu ile gözlenen ve AstroImageJ (Collins vd. 2017) yazılımı ile elde edilen geçiş eğrisi şekil 5.8'de verildi.

WASP-114b ötegezegeninin geçiş gözleminden elde edilen geçiş ışık eğrisi, EXOFAST yazılımı (Eastman, 2017, 2019) kullanılarak modellendi ve akı cinsinden ~ 0.009811 mertebesinde bir değişim genliği elde edildi. Sisteme ait, ETD (Exoplanet Transit Database) üzerinden alınan genlik değeri ise ~ 0.009259 mertebesindedir. Elde edilen veriden ölçülen genliğin, literatürdeki değer ile yakın olması ve sadece yaklaşık 5% gibi farka sahip olması, elde edilen verinin kalitesini ve modellemede kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 5.8 WASP-114b ötegezegeninin geçiş gözlemi

Elde edilen geçiş ışık eğrisine ait, nokta başına hataların ortalaması akı biriminde 0.001379 ve standart sapması 0.000156 olarak elde edildi. Buna göre, ilgili gözlem gecesi için, $\pm 3\sigma$ aralığında elde edilebilecek bir geçiş ışık eğrisinin derinliği ~ 0.0041 mertebesindedir. Bu bağlamda, T80 Teleskobu ve fotometrik gözlem sistemi ile %99.5 güvenilir aralığında algılanabilecek ışık değişim genliği için alt limitin ~ 0.004 mertebesinde olduğu söylenebilir. Elde edilen bu değerler, bir gözlem gecesinde hava kalitesine bağlı olarak bu değerler geceden geceye değişim gösterebilir. Yeterince hassas parametreler elde edebilmek için, ~ 5 milikadir değişim genliği alt limit olarak kabul edilebilir.

Sonuç olarak, 12.74 kadir parlaklığında bir yıldızın etrafındaki gezegenin geçişinden dolayı 10.1 milikadir seviyesinde bir ışık kaybı, güvenli parametre elde edilebilecek düzeyde gözlemlendi, modellenmeden elde edilen parametreler literatür ile karşılaştırıldı ve

elde edilen parametrelerin tutarlı olduğu görüldü. Ayrıca geçiş ortası zamanı ~64 saniye hata ile elde edildi. Bu hata, yapılabilecek bir TTV alışması için yeterli düzeydedir. TESS Uzay Teleskobu'nun elde ettiği verilerden ölçülen geçiş ortası zamanı hatası ~20 saniye mertebesindedir.

T80 Teleskobu ile yapılan diğer fotometrik gözlemler sonucunda, ~17 kadir parlaklığa sahip yıldızlara kadar gözlem yapılabileceği görüldü. T80 Teleskobu ve fotometri odak düzlemi, değişen yıldızların zamana karşı parlaklık gözlemleri, ötegezegen geçiş gözlemleri ve zamanlama gözlemleri başta olmak üzere birçok farklı amaca hizmet verebilecek yetenektedir. T80 Teleskobu, limit parlaklık değeri ve düşük genlikleri algılayabilecek hassasiyete sahip olmasından dolayı, farklı alanlardaki birçok fotometrik çalışmaya çözüm sunacaktır.

Ayrıca teleskobun tayfsal odağı kullanılarak, 9 kadire kadar olan yıldızların ~30000 çözünürlüklü, 10 kadire kadar olan yıldızların ise ~15000 çözünürlüklü tayflarının elde edilebildiği görüldü. 10 kadir parlaklığa kadar olan yıldızlardan elde edilen tayflar; dikine hız ve kimyasal bolluk ölçümleri, kromosferik aktivite çalışmaları başta olmak üzere çeşitli tayfsal amaçlar için kullanılabilir. Ayrıca elde edilen tayfların 3920 Å ve 7520 Å gibi geniş bir aralıkta olması, yapılacak çalışmalarda avantaj ve çeşitlilik sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonymous. 2007. Web Sitesi: <http://www.birtwhistle.org.uk/U47.pdf>, Erişim Tarihi: 2020.
- Anonymous, Web Sitesi: <https://www.cfht.hawaii.edu/Science/mswg/filters.html>, Erişim Tarihi: 2020.
- Anonymous. 2013. Web Sitesi: <https://www.optecinc.com/astronomy/catalog/ifw/ifw-2.htm>, Erişim Tarihi: 2020.
- Chugajnov, P. F. 1973. *Izv. Krym. Astrofiz. Obs.*, Vol. 48, p. 3-30
- Cochard, F. 2016. Web Sitesi: <https://www.shelyak.com/le-woppshel-un-spectro-echelle-a-grande-resolution/?lang=en>, Erişim Tarihi: 2020
- Cochard, F. 2018. Whoppshel spectroscope: Assembling the instrument
- Collins, K.A., Kielkopf, J.F., Stassun, K.G. and Hessman, F.V. 2017. AstroImageJ: image processing and photometric extraction for ultra-precise astronomical light curves. *The Astronomical Journal*, 153(2), p.77.
- Eversberg, T. 2016. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 128:115001 (6pp).
- Eastman J., 2017, ascl:1710.003
- Eastman J. 2019. arXiv:1907.09480
- Keicher, B. 2005. *Mathematics of Field Rotation in an Altitude over Azimuth Mount*, AstroPhoto Insight Volume 1, Issue 1, Summer Edition.
- Keller, P. 2018. ASA Optics, version 1.0
- Lodriguss, J. 2017. Web Sitesi: https://www.astropix.com/html/i_astrop/Diagnosing_Trailed_Stars.html, Erişim Tarihi: 2020.
- Puchner, M. 2018. AZ800 User Manual – Hardware (version 9600001A)
- Puchner, M. 2020. ASA Mirror Coatings Documentation (version 03)
- Thizy, O. & Cochard, F. 2011. Spectrographs for small telescopes. *Proceedings of The International Astronomical Union*. 272. 282-283.

EK 1 Tayfsal Görüntülerin Başlık Düzenleme Betiği

```
import glob
from astropy.io import fits
from astropy.time import Time
from datetime import datetime
from PyAstronomy import pyasl
from barycorrpy import get_BC_vel
from astropy.coordinates import SkyCoord
from datetime import timedelta

files =
sorted(glob.glob("F:\\02_Projects\\T80\\BYDra\\BYDra_Reduced\\**\\*Object*s*.fit",
recursive=True))

for f in files:

    lchdu = fits.open(f, mode='update')
    exist = 'OBJRA' in lchdu[0].header

    if exist == False:
        _objname = lchdu[0].header['OBJNAME']

        ra_query = SkyCoord.from_name(_objname).ra.deg
        dec_query = SkyCoord.from_name(_objname).dec.deg

        imageStart_tbzdt = lchdu[0].header['DATE-OBS']
        RA = ra_query
        DEC = dec_query

        lat = lchdu[0].header['BSS_LAT']
        lon = lchdu[0].header['BSS_LONG']
        alt = lchdu[0].header['BSS_ELEV']

        imageStart_tbzDate = imageStart_tbzdt.split("T")[0]
        imageStart_tbzTime = imageStart_tbzdt.split("T")[1]

        exptimeHalf = (float(lchdu[0].header['EXPTIME'])) / 2

        date_final = datetime.strptime(imageStart_tbzDate, '%Y-%m-%d').date()
        time_final = datetime.strptime(imageStart_tbzTime, '%H:%M:%S').time()

        dt = datetime.combine(date_final, time_final)
        midtime_UT = (dt + timedelta(seconds=exptimeHalf))

        time = midtime_UT
        t = Time(time)
        jd = '%0.6f' % round(t.jd, 6)
        mjd = '%0.6f' % round(t.mjd, 6)

        dateobs_UT = datetime.strptime(str(midtime_UT), '%Y-%m-%d %H:%M:%S').date()
```

```

timeobs_UT = datetime.strptime(str(midtime_UT), '%Y-%m-%d %H:%M:%S').time()

hjd = '%0.6f' % round(2400000.0 + pyasl.helio_jd(float(jd) - 2.4e6, RA, DEC), 6)

JDUTC = Time(float(jd), format='jd', scale='utc')
BRVcor = get_BC_vel(JDUTC, ra=RA, dec=DEC, lat=lat, longi=lon, alt=alt)
BRVcor = '%0.4f' % round(BRVcor[0][0] / 1000, 4) # km/s

lchdu[0].header.set('OBJRA', str(ra_query), 'right ascension in degree')
lchdu[0].header.set('OBJDEC', str(dec_query), 'declination in degree')
lchdu[0].header.set('MDATEOBS', str(dateobs_UT), 'mid date of observation')
lchdu[0].header.set('MTIMEOBS', str(timeobs_UT), 'mid time of observation')
lchdu[0].header.set('JD', jd, 'mid JD of observation')
lchdu[0].header.set('HJD', hjd, 'mid HJD of observation')
lchdu[0].header.set('MJD', mjd, 'mid MJD of observation')
lchdu[0].header.set('BRVcor', BRVcor, 'The barycenter-corrected RV in km/s')
lchdu.close()

print(f)
print("DATE-OBS:", dateobs_UT)
print("TIME-OBS:", timeobs_UT)
print("JD:", jd)
print("HJD:", hjd)
print("MJD:", mjd)
print("BRVcor:", BRVcor, 'km/s')
print("*****")

```

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Onur YÖRÜKOĞLU

Doğum Yeri : Balıkesir

Doğum Tarihi : 22.08.1991

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Balıkesir Cumhuriyet Anadolu Lisesi (2010)

Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü (2017)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı (Aralık 2020)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Astromed Astronomik Optik ve Elektronik Ekipmanlar Tic. San. Ltd. Şti. (2017-2019)

Yayınlar (SCI)

Özavcı, İ.; Özuyar, D.; Şenavcı, H. V.; Yılmaz, M.; Bahar, E.; Baştürk, Ö.; Kılıçoğlu, T.; Elmaslı, A.; Çalışkan, Ş.; İzci, D. D.; **Yörükoğlu, O.**; Selam, S. O., “Orbital Period Analysis of Four Eclipsing Binaries XY Boo, RW Com, MR Del and AK Her”, 2020, Acta Astronomica, vol 70, no 1, p. 33-52

Şenavcı, H. V.; Bahar, E.; Montes, D.; Zola, S.; Hussain, G. A. J.; Frasca, A.; Işık, E.; **Yörükoğlu, O.**, “Star-spot distributions and chromospheric activity on the RS CVn type

eclipsing binary SV Cam”, 2018, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 479, Issue 1, p.875-889

Selam, S. O.; Esmer, E. M.; Şenavcı, H. V.; Bahar, E.; **Yörükoğlu, O.**; Yılmaz, M.; Baştürk, Ö., “A simultaneous spectroscopic and photometric study of two eclipsing binaries: V566 Oph and V972 Her”, 2018, Astrophysics and Space Science, Volume 363, Issue 2, article id. 34, 12 pp.

Samarasinha, Nalin H.; Mueller, Beatrice E. A.; Knight, Matthew M.; Farnham, Tony L.; Briol, John; Brosch, Noah; Caruso, John; Gao, Xing; Gomez, Edward; Lister, Tim; Hergenrother, Carl; Hoban, Susan; Prouty, Roy; Holloway, Mike; Howes, Nick; Guido, Ernesto; Hui, Man-To; Jones, Joseph H.; Penland, Tyler B.; Thomas, Samuel R.; Wyrosdick, Jim; Kiselev, Nikolai; Ivanova, Aleksandra V.; Kaye, Thomas G.; Eluo, Jean-Baptist Kikwaya; Lau, Betty P. S.; Lin, Zhong-Yi; Martin, José Luis; Moskvitin, Alexander S.; Nicolini, Martino; Ottum, Brian D.; Pruzenski, Chris; Vogel, David C.; Kellett, Leo; Rapon, Valerie; Schmid, Joel; Doyle, Brandon; Dimino, Frank; Carlino, Stephanie; Safonova, Margarita; Murthy, Jayant; Sutaria, Firoza; Schleicher, David G.; Snodgrass, Colin; Tezcan, Cihan T.; **Yorukoglu, Onur**; Trowbridge, David; Whitmer, Dennis; Ye, Quan-Zhi, “Results from the worldwide coma morphology campaign for comet ISON (C/2012 S1)”, 2015, Planetary and Space Science, Volume 118, p. 127-137.

Hakemli Dergiler

Ozavci, I.; Bahar, E.; Izci, D. D.; Ozuyar, D.; Karadeniz, O.; **Yorukoglu, O.**; Sarigul, H.; Gocmen, G.; Uzuncam, E.; Yalcinkaya, S.; Sayar, B.; Torun, S.; Uzumcu, M. A.; Azizoglu, B. S.; Nasolo, Y.; Yılmaz, M.; Senavci, H. V.; Kilicoglu, T.; Basturk, O.; Elmasli, A. Caliskan, S.; Selam, S. O.; Ekmekci, F.; Demirel, O., “A list of minima times of some eclipsing binaries”, 2019, Open European Journal on Variable stars, Vol. 203, p. 1.

Bahar, E.; **Yorukoglu, O.**; Esmer, E. M.; Kilicoglu, T.; Ozturk, D.; Dogruel, M. B.; Ozuyar, D.; Gumus, D.; Izci, D. D.; Keten, B.; Tezcan, C. T.; Senavci, H. V.; Yılmaz, M.; Basturk, O.; Selam, S. O.; Ekmekci, F.; Albayrak, B.; Caliskan, S.; Akcar, A. E.,

“Times of Minima of Some Eclipsing Binaries”, 2017, Information Bulletin on Variable Stars, No. 6209, #1.

Basturk, O.; Bahar, E.; Senavci, H. V.; Kilicoglu, T.; Ozavci, I.; Burdanov, A.; Yilmaz, M.; Caliskan, S.; Tezcan, C. T.; **Yorukoglu, O.**; Ozkeles, A.; Izci, D. D.; Gumus, D.; Avci, Z.; Ozturk, D.; Selam, S. O.; Ekmekci, F.; Albayrak, B., “Times of Minima of Eclipsing Binaries and Mid-Transit Times of Transiting Exoplanets”, 2014, Information Bulletin on Variable Stars, No. 6125, #1.

Ulusal Kongre Sunum

Onur Yörükoğlu; Damla Gümüş; İbrahim Özavcı; Hakan Volkan Şenavcı; Mesut Yılmaz, “Uzun Dönemli V409 Cyg ve Gu Pup Yıldızlarının Işık Eğrisi Analizleri”, 20. Ulusal Astronomi Kongresi, Erzurum, 2016, s. 213

Engin Bahar; Cihan Tuğrul Tezcan; **Onur Yörükoğlu**; Didem Dilan İzci; Damla Gümüş; İbrahim Özavcı; Hakan Volkan Şenavcı; Mesut Yılmaz; Özgür Baştürk, “Python’da Arayüzlü Minimum/Maksimum Zamanı Belirleme Programı: Xtrema”, 20. Ulusal Astronomi Kongresi, Erzurum, 2016, s. 198

İbrahim ÖZAVCI; Hakan Volkan ŞENAVCI; Engin BAHAR; **Onur YÖRÜKOĞLU**; Selim Osman SELAM, “SV Cam Sisteminin Homojen Olmayan Yüzey Parlaklık Dağılımının İncelenmesi”, 20. Ulusal Astronomi Kongresi, Erzurum, 2016, s. 176

Uluslararası Kongre Sunum

Baştürk, Ö.; Hinse, T. C.; Özavcı, İ.; **Yörükoğlu, O.**; Selam, S. O., “Defocused Observations of Selected Exoplanet Transits with T100 at the TÜBİTAK National Observatory of Turkey (TUG)”, Living Together: Planets, Host Stars and Binaries, Proceedings of a conference held 8-12 September 2014 in Litomyšl, Czech Republic. Edited by Slavek M. Rucinski, Guillermo Torres, and Miloslav Zejda. ASP Conference Series, Vol. 496. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2015., p.370

Tezcan, C. T.; Senavcı, H. V.; **Yorukoglu, O.**, “A GUI for Analyzing the Period Changes of Eclipsing Binary Stars: ANGORA”, Living Together: Planets, Host Stars

and Binaries, Proceedings of a conference held 8-12 September 2014 in Litomyšl, Czech Republic. Edited by Slavek M. Rucinski, Guillermo Torres, and Miloslav Zejda. ASP Conference Series, Vol. 496. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2015., p.290

Baştürk, Ö.; Hinse, T. C.; Özavcı, İ.; Tezcan, C. T.; Şenavcı, H. V.; Burdanov, A.; **Yörükoğlu, O.**; Orhan, R.; Selam, S. O., “High precision defocused observations of planetary transits”, Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso, vol. 43, no. 3, p. 402-407.

