

T.C. İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YENİ NESİL KIZILÖTESİ TELESKOPLAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÖZDE ÜNAL

2100006143

Anabilim Dalı: Fizik

Program: Fizik

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dursun KOÇER

HAZİRAN 2023

T.C. İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YENİ NESİL KIZILÖTESİ TELESKOPLAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÖZDE ÜNAL

2100006143

Anabilim Dalı: Fizik

Program: Fizik

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dursun Koçer

Jüri Üyeleri : Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül F. Yelkenci

Prof. Dr. Özgül Keleş (Aksaray Üniversitesi)

HAZİRAN 2023

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, astronomi biliminin tarihi, teleskobun keşfi, teleskoplarda kullanılan ayna ile merceklerin yapısı ve özellikleri, astronomide kullanılmakta olan yer ve uzay tabanlı optik araçlar, bu optik araçların özellikleri ile yeni nesil kızılötesi teleskoplar, bu teleskopların yapıları ve özellikleri incelenmiştir ve yeni nesil teleskopların astronomi bilimine yaptıkları katkılardan bahsedilmiştir.

Bu tez çalışması süresi boyunca her zaman iletişim halinde olup desteklerini hiç esirgemeyen ve aynı zamanda bu araştırmanın her bir aşaması için her fırsatta bilgi ve tecrübelerinden faydalanmama imkan sağlayan, samimiyetini içtenlikle hissettiğim danışman hocam Prof. Dr. Dursun KOÇER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu tez çalışmasında desteğini hissettiğim ve bana güvenlerini hiç kaybetmeyen, öncelikle eşim Mehmet Ünal olmak üzere tüm aileme de teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
SİMGE LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. MODERN ASTRONOMİ	2
3. GÖZLEM ARAÇLARI ve TEKNOLOJİLERİ	6
4. TELESKOPLAR	7
4.1 Teleskopların Temel Görevleri	8
4.1.1 Işık Toplama	8
4.1.2 Büyütme.....	9
4.1.3 Ayırma Gücü (Çözünürlük).....	9
5. OPTİK TELESKOPLAR.....	9
5.1 Teleskop ile Gözlem	9
5.2 Teleskop Nasıl Çalışır?	10
5.2.1 Büyütme.....	10
5.2.2 Odak Oranı.....	10
5.3 Optik Teleskop Türleri	11
5.3.1 Mercekli Teleskoplar	12
5.3.2 Aynalı Teleskoplar.....	12

5.3.2.1 Newton Tipi Teleskoplar.....	12
5.3.2.2 Cassegrain Tipi Teleskoplar.....	13
5.3.3 Bileşik (Katadioptrik) Teleskoplar	14
5.4 Göz mercekleri	15
5.5 Montaj Türüne Göre Teleskoplar	16
5.5.1 Ekvatoryal Montaj	16
5.5.2 Alt Azimut Montaj.....	16
5.6 Teleskop Kurguları	17
5.7 Teleskop Seçimi	18
6. RADYO TELESKOPLAR.....	18
6.1 Radyo İnterferometresi	20
6.2 Radyo Teleskopların Bileşenleri	20
7. BÜYÜK TELESKOPLAR.....	21
7.1 Neden Büyük Teleskoplar	21
7.2 Neden Bazı Gökcisimlerini Göremiyoruz?	22
8. GÖRSEL BÖLGE ASTRONOMİSİ.....	24
8.1 Tubitak Ulusal Gözlemevi	25
8.2 Teleskoplar.....	26
8.2.1 RTT150 Teleskobu	26
8.2.1.1 RTT150- Genel Özellikleri	27
8.2.2 T100 Teleskobu	27
8.2.2.1 T100- Genel Özellikleri	28
8.2.2.2 Optik Sistemi.....	28
8.2.2.3 Alan Merceği.....	29
8.2.3 T60 Teleskobu	29
8.2.3.1 Genel Özellikleri	30
8.2.3.2 Optik Sistemi.....	30
9. MORÖTESİ ASTRONOMİ VE TELESKOPLAR.....	31
10. GAMA ve X IŞIN TELESKOPLARI.....	32
10.1 Gama Işını Astronomi Teleskopları	33

10.2 X Işını Astronomi Teleskopları.....	34
11. KIZILÖTESİ ASTRONOMİ ve TELESKOPLAR.....	38
11.1 Kızılötesi Teleskoplar.....	39
11.1.1 Doğu Anadolu Gözlemevi	39
11.1.1.1 Teleskop Yapısı.....	41
11.1.1.2 Teleskop Birincil Ayna Çapı ve Merkezi Kararma.....	42
11.1.1.3 Aktif Optik Stratejisi	42
11.1.2 Spitzer Uzay Teleskobu	43
11.1.2.1 Uydu Tasarımı.....	45
11.1.3 Hubble Uzay Teleskobu.....	45
11.1.3.1 Optik Yapısı	47
11.1.3.2 Hubble Uzay Teleskobu Işığı Nasıl Yakalamaktadır?	48
11.1.3.3 Hubble Uzay Teleskobu’nun Yakaladığı Bazı Görüntüler	48
11.1.4 James Webb Uzay Teleskobu	50
11.1.4.1 Neden L2 Noktası?.....	53
11.1.4.2 Teknik Özellikler	53
11.1.4.3 Aynalar ve Alıcılar	54
11.1.4.4 Güneş Kalkanı.....	57
11.1.4.5 Taşıyıcı Uzay Aracı ve Destek Sistemler.....	58
11.1.4.6 James Webb Uzay Teleskobu’nun Bilimsel Görev ve Hedefleri.....	59
11.1.4.7 Erken Evren.....	60
11.1.4.8 JWUT’un Görüntülediği Bazı Gökcisimleri	60
SONUÇLAR	66
KAYNAKÇA	68

KISALTMALAR

NASA- National Aeronautics and Space Administration

ESA- European Space Agency

GALEX- Galaxy Evolution Explorer

XMM-Newton- X-Ray Multi-Mirror Mission-Newton

NuSTAR- Nuclear Spectroscopic Telescope Array

INTEGRAL- International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory

HUT- Hubble Uzay Teleskobu

JWUT- James Webb Uzay Teleskobu

ESO- European Southern Observatory

NTT- New Technology Telescope

VLT- Very Large Telescope

IRIS- Interface Region Imaging Spectrograph

JAXA- Japan Aerospace Exploration Agency

HEO- High Earth Orbit

ACS- The Advanced Camera for Surveys

NICER- The Neutron Star Interior Composition Explorer

ART-XC- The Astronomical Roentgen Telescope X-ray Concentrator

ASI- Agenzia Spaziale Italiana

IXPE- The Imaging X-ray Polarimetry Explorer

RSRI- Russian Space Research Institute

DAG- Doğu Anadolu Gözlemevi

IRAC- Infrared Arrival Camera

IRS- Infrared Spectrograph

NIRCam- Near Infrared Camera

NIRSpec- Near Infrared Spectrograph

FGS/NIRISS- Fine Guidance Sensor and Near Infrared Imager and Slitless Spectrograph

MIRI- Medium Infrared Instrument

CCD - Charge Coupled Devices

AO - Adaptif Optik
SC - Schmidt Cassegrain
RC- Ritchey Chretien
SN - Schmidt Newtonian
CSA - Canadian Space Agency
TUG- Tubitak Ulusal Gözlemevi
TAD- Türk Astronomi Derneği
DPT- Devlet Planlama Teşkilatı
HXMT - Hard X-ray Modulation Telescope



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Bruno'nun Campo de Fiori Pazar alanında bulunan heykeli (Kurnaz, 2018) .	3
Şekil 2: Galileo'nun çizdiği Ay resimleri (Kurnaz, 2018).....	4
Şekil 3: Gezegenin Güneş etrafındaki dolanımı (Kurnaz, 2018).....	5
Şekil 4: Bilim İnsanı Isaac Newton (Kurnaz, 2018)	6
Şekil 5: Teleskop büyütme gücü ve Teleskop odak oranı bağıntıları. Mercekli teleskop kesiti, Newton tipi teleskop kesiti, Schmidt Cassegrain tipi teleskop kesiti (Akoğlu, 2009).	11
Şekil 6: Mercekli Teleskop ve İç Yapısı (Akoğlu, 2009).....	12
Şekil 7: Newton tipi aynalı teleskop optik yapısı (İkizler, 2020).....	13
Şekil 8: Aynalı Teleskop ve İç Yapıları (Polatoğlu, 2022).....	14
Şekil 9: Katadioptrik Teleskop ve İç Yapısı (Polatoğlu, 2022).....	14
Şekil 10: Teleskop Montaj Şekilleri (Polatoğlu, 2022)	16
Şekil 11: a) Ufuksal kurgulu elektronik kumandalı teleskop b) Ekvatoryal kurgulu elektronik kumandalı teleskop c) Dobson kurgulu teleskop (Akoğlu, 2009).....	17
Şekil 12: Dünyadaki en büyük 10 radyo teleskobu (Polatoğlu, 2022).....	19
Şekil 13: TV uydusu (Polatoğlu, 2022).....	21
Şekil 14: Elektromanyetik tayf, atmosferimizin geçirgen olduğu dalga boyları (Gürol, 2011).....	22
Şekil 15: Ters Kare Yasası'nın şekil ile gösterimi (Gürol, 2011)	23
Şekil 16: TUG(Bakırlitepe/Antalya) (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)	25
Şekil 17: Teleskop genel özellikleri (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019) ..	27
Şekil 18: Tübitak Ulusal Gözlemevi (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019) ...	27
Şekil 19: Teleskop genel özellikleri (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)....	28
Şekil 20: T100 Optik sistemi (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019).....	28
Şekil 21: Tübitak Ulusal Gözlemevi T60 Teleskobu (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)	29
Şekil 22: Teleskop genel özellikleri (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)....	30
Şekil 23: Teleskop optik sistemi (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)	30
Şekil 24: X ışınının izlediği yol ve gerekli olan kritik açı (Polatoğlu, 2022).....	33
Şekil 25: Chandra uydusu (Kamun, 2020).....	35
Şekil 26: Yengeç Nebulası'nın pulsarının yaydığı X-ışınları (Kamun, 2020)	36
Şekil 27: DAG projesinin hayata geçirildiği coğrafi konumu. (Yeşilyaprak, 2016)	40
Şekil 28: DAG Ana ve Hizmet Binası ve Teleskop Muhafazası (Yeşilyaprak, 2016)....	41
Şekil 29: Sol: Alt azimut kavramı. Sağ: DAG (Baudeta, Jolissainta, Keskin, Yeşilyaprak, & Yerli, 2016)	42

Şekil 30: Spitzer Uzay Teleskobu (NASA/JPL-Caltech).....	44
Şekil 31: Astronotlar tarafından alınan Hubble Uzay Teleskobu'nun fotoğrafı. (NASA, Hubble uzay teleskobu, 2009).....	47
Şekil 32: Hubble Uzay Teleskobu (NASA'nın Goddard Uzay Uçuş Merkezi, 2022)	47
Şekil 33: Denizanası gökadası JO175 (ESA, NASA, Gullieuszik, & GASP, 2023).....	48
Şekil 34: Hubble Uzay Teleskobunun yakaladığı Galaksi Kümesi (NASA & Ebeling, 2023)	49
Şekil 35: Hubble Uzay Teleskobu' nun çarpışma rotasında bulunan üç farklı Galaksi'den aldığı görüntü. (ESA/Hubble & NASA & Sun, 2023).....	49
Şekil 36: Orion Bulutsusu'nda bulunan yıldız ikilisi (ESA/Hubble, NASA, Bally, & Robberto, 2023)	50
Şekil 37: JWUT'un uzaya çıkmadan önce Ariane 5 roketinde paketlenmiş gösterimi (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022)	51
Şekil 38: Hubble Uzay Teleskobu ve James Webb Uzay Teleskobu'nun bazı özelliklerinin karşılaştırılması (Tokbay, Temel Astrofizik Problemlerinin Çözümlerinde Uydu Teleskoplar, 2019)	52
Şekil 39: JWUT, HUT ve Spitzer Uzay Teleskobu'nun karşılaştırılması (NASA) (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022)	52
Şekil 40: James Webb Uzay Teleskobunun bulunduğu Lagrange noktası (Aliş, 2022)	53
Şekil 41: James Webb Uzay Teleskobu devasa aynası (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022)	54
Şekil 42: Hubble ve JWUT'un birincil aynalarının karşılaştırması (Tokbay, Temel Astrofizik Problemlerinin Çözümlerinde Uydu Teleskoplar, 2019).....	55
Şekil 43: JWUT' un genel yapısı (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 49)	55
Şekil 44: a) Mühendislerin beş güneş katmanının her birini ayırıp, tek tek germe işlemini yapması. b) Güneş katmanının geriliminin son hali. (Grumman, 2022).....	57
Şekil 45: J.Webb'in Hubble'dan daha derine gideceğini gösteren resim (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 51).....	59
Şekil 46: Webb'in ilk derin alan görüntüsü (Webbtelescope, 2022)	60
Şekil 47: Stephan'ın Beşlisi (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü) (Stephan'ın Beşlisi (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü), 2022)	61
Şekil 48: Çember Tekerleği Gökadası (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü) (Çember Tekerleği Gökadası (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü), 2022).....	62
Şekil 49: Karabulut L1527 ve Protostar (NIRCam Görüntüsü) (L1527 ve Protostar (NIRCam Görüntüsü), 2022).....	63
Şekil 50: Carina Nebulası ve Yaradılış Sütunları (MIRI Görüntüsü) (Yaratılış Sütunları (MIRI Görüntüsü), 2022)	63
Şekil 51: Uranüs (NIRCam Görüntüsü) (Uranüs (NIRCam Görüntüsü), 2023).....	64

SİMGE LİSTESİ

M - Büyütme gücü

f - Odak uzaklığı

θ -Yay saniyesi biriminde ayırma gücü

λ - Kullanılan ışığın metre biriminden dalga boyu)

D - Teleskop objektifinin metre biriminden çapı

z -Kırmızıya Kayma

$^{\circ}\text{C}$ - Sıcaklık birimi

γ - Gama Işını

A° - Işık dalgalarını ölçme birimi

Hz - Ses dalgalarının frekans birimi

Üniversite : İstanbul Kültür Üniversitesi
Enstitü : Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Dalı : Fizik
Programı : Fizik
Tez Danışmanı : Prof.Dr. Dursun Koçer
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Haziran 2023

ÖZET

YENİ NESİL KIZILÖTESİ TELESKOPLAR

Gözde ÜNAL

Bu çalışmanın konusu, yeni nesil kızılötesi teleskoplarının tanıtılmasıdır. Araştırma, teleskopları ve optik aletleri temel alarak optik sistemlerin yapılarını, amaç ve hedeflerini kapsamaktadır. Astronomi bilimine katkı sağlayan ve sağlayacak olan teleskopları incelemek ve tanımak adına kaynak taraması yapılmıştır. Bu çalışmada, gözlemsel optik araçların neler olduğunu ve bu optik araçların optik sistemlerinin nasıl çalıştığı anlatılmıştır. Her teleskobun genel ve optik özelliklerinden bahsedilmiştir. Son teknoloji ile geliştirilen ve şu an aktif olarak görevini yapmakta olan JWUT hakkında kaynak taraması yapılarak optik yapısı, optik sistemleri, amaç ve hedefleri açıklanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Gözlem Araçları, Teleskop Çeşitleri, Optik Araçlar, Yeni Nesil Teleskoplar, Uzay Gözlemevleri

University : Istanbul Kültür University
Institute : Institute of Graduate Education
Department : Physics
Programme : Physics
Supervisor : Prof. Dr. Dursun Koçer
Degree Awarded and Date : MS – June 2023

ABSTRACT

NEXT GENERATION INFRARED TELESCOPES

Gözde ÜNAL

The main topic of this study is to introduce the new generation of infrared telescopes. The study is based on telescopes and optical systems and it covers structures, aim and objectives of optical systems. Source selection was made with intent to examine and identify the telescopes that have contributed and will contribute to astronomy. This research gives information about what the observational optics tools are and how the optical systems of optical devices work. General and optical specialities of each telescope is mentioned. The optical structure, optical systems, aims and objectives of JWUT, which has been developed using the latest technology and currently actively used, are examined by scanning the sources.

Keywords: Observation Tools, Telescope Types, Optical Instruments, Next Generation Telescopes, Space Observatories

1. GİRİŞ

Astronomide ve astrofizikte keşfetmenin sonu yoktur ve bilim insanlarını merak içinde bırakan birçok soru vardır. Bu soruların yanıtları hem teorik hem de gözlemsel olarak aranmaktadır. Astrofizik ile ilgilenen bilim insanlarının geçmişten günümüze kadar keşifleri, araştırmaları her zaman sürmektedir. Fakat bilim insanlarının yanıt alamadığı birçok bilinmez vardır. Bunlar karanlık madde, kara delikler ve karanlık enerji, ilkel yıldızların, galaksilerin ve evrenin oluşumu ve evrimi gibi başlıkları altında toplanabilir. Bu konular oldukça merak uyandırıcıdır ve cevapları tam olarak bilinmemektedir. Fakat yakın zamanda uydu teknolojilerinin gelişmesi ve tasarlanan son teknoloji teleskoplar ile daha hassas gözlemler yapılarak elektromanyetik tayfta göremediğimiz bölgeleri de gözleyerek bu konulara cevaplar bulunabilecektir. Yeni nesil teleskoplar son zamanlarda fazlasıyla önem kazanmıştır. Bu teleskoplar bilime ve teknolojiye önemli katkılar sunacaktır. Yeni nesil teleskopların en önemli avantajlarından birisi atmosferik etkiye maruz kalmamalarıdır. Bununla birlikte devamlı gözlem yapma imkanı sunmaktadır ve ışık kirliliğinden etkilenmemektedirler. Özellikle gözlem yapılacak olan dalga boyu aralığı X ışını, gama ışını gibi yüksek enerjiye sahip dalgaboyu aralığında ise o zaman atmosferik etkiden kesinlikle kurtulmak gerekmektedir. Dolayısıyla bu dalga boyu aralıklarında yeni nesil teleskoplar devreye girmektedir. Çünkü tahmin edileceği üzere atmosfer etkisinden dolayı bu bölgede yeryüzünde gözlem yapabilme olanağımız bulunmamaktadır. (Astromomide Optik Araçlar ve Adaptif Optik, 2021)

2. MODERN ASTRONOMİ

Modern ve klasik astronomi arasında kolay bir geçiş yapmak, bu terimleri bir çizgi ile ayırmak zor ve kafa karıştırıcı olabilmektedir. Ancak teleskobun icadı klasik astronomi ve modern astronomiyi oldukça belirgin bir çizgi ile ayırabilir. 1609’da Galileo Galilei teleskobu ilk olarak gökyüzüne doğrultmuştur ve o gün artık klasik astronominin sona ermesine ve modern astronomi çağının başlamasına sebep olmuştur (Kurnaz, 2018).

Gökyüzüne baktığımızda çıplak bir gözle ve uygun şartlarda grebileğimiz tüm yıldızların sayısı 5000 civarında ve bu yıldızlar Dünya’ya yakın yıldızlar olacaktır. En uzak olan yıldız bile Dünya'ya birkaç bin ışık yılı uzaklıkta bulunmaktadır. Çıplak gözle gördüğümüz bu yıldızların tüm evrenin oldukça küçük bir kısmını oluşturduğunu, Samanyolu Galaksisinin 100.000 ışık yılı büyüklüğünde ve bizim galaksimizin evrendeki milyarlarca galaksiden yalnızca biri olduğunu düşündüğümüzde bilebiliriz (Kurnaz, 2018).

Daha uzaklıkları görebilmemiz ise teleskobun icadı ile başlamıştır. Modern teleskoplar günümüzde 10 milyar ışık yılı kadar teyi görebilme imkanı sunmaktadır (Kurnaz, 2018).

Galilei'den biraz daha geçmişe gidildiğinde Aristo Dünya’yı evrenin merkezine koyan bir görüş ortaya sunmuştur ve bu görüş savunularak bir tarafta Aristo'ya karşı çıkmak istemeyen bilim insanları ile diğer tarafta görüşlerinin tartışılmasını istemeyen kilise Aydınlanma ağına kadar sorunsuz yaşayabilmişlerdir (Kurnaz, 2018).

Fakat Gutenberg’in icat ettiği matbaanın keşfedilmesi ile sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Matbaanın bulunması sonucu okur yazarlık da hızla artmıştır. Böylece belirli tartışmacı toplumlar ortaya çıkmış ve kargaşa oluşmuştur. Böyle bir kargaşa ortamında dini de ilgilendiren astronomi ile ilgili konularda konuşmak isteyen bilim insanların daha dikkatli olması gerekmektedir. Çünkü tartışmasız bir ortamda ters karşılanmayacak bir görüş kargaşa ortamında farklı anlamlara çekilerek bu bilim insanların dini mahkemelere çıkmak zorunda bırakabilmektedir (Kurnaz, 2018).

İslam'da olduğu gibi Hristiyanlık 'da da astronomiye oldukça önem verilmektedir. İslam'da Kible'nin yönünün bulunması, namaz vakitlerinin anlaşılması ve ayların başlaması gibi düzenlerin oluşması astronomi ile ilgilenen bilim insanlarının görüşlerine dayanmaktadır. Aynı zamanda kilise Tanrı'nın yarattığı evrenin nasıl işlediğini de merak etmektedir. Galileo çok ters bir zamana denk gelmiştir. Avrupa'nın din savaşları içerisinde olduğu bir dönem oldukça kötü olmuştur (Kurnaz, 2018).

1543 yılında Kopernik, Güneş'i merkeze koyan teorisini açıklamıştır ve bu teoriyi açıklarken kiliseyi kızdırmamak için oldukça dikkatli davranmıştır (Kurnaz, 2018).

Fakat 1500'lerin sonuna geldiğimizde astronom ve din adamı Giordano Bruno, öne sürdüğü farklı evren görüşleri ile kiliseyi kızdırmayı başarmıştır. Bruno, birçok görüş ortaya sunmuştur. Dünya'nın Güneş etrafında dolanmakta olduğunu, Güneş'in de aslında gökyüzünde gördüğümüz milyonlarca yıldızlardan sadece biri olduğunu ve evrenin bu yıldızlarla kaplı olduğunu söylemiştir. Katolik Kilisesi'ne karşı çıkan bu görüşleri ile Dünya'yı ve Güneş'i sıradanlaştırdığını ve bu görüşleri oldukça rahat bir şekilde kiliseye boyun eğmeden ve geri adım atmadan söylediğinden Bruno, 1600'de Roma'da bulunan Campo de Fiori pazar alanında yakılarak öldürülmüştür. Bugün ise yakıldığı alanda bir heykelinin bulunması kilisenin de onun haklı olduğunu sonradan kabul ettiğini göstermektedir (Kurnaz, 2018).



Şekil 1: Bruno'nun Campo de Fiori Pazar alanında bulunan heykeli (Kurnaz, 2018)

Bruno'nun yakıldığı zamana denk gelen dönemde Galileo Padua Üniversitesi'nde matematik ve astronomi derslerine girmektedir. 1609 yılında teleskobu keşfetmiş ve oldukça ünlenmiştir. Sonrasında Floransa'ya gitmiş ve Medici adı verilen ailesinin himayesine girmiştir (Kurnaz, 2018).

Galileo ilk olarak Ay'ın yüzeyini incelemiştir ve resimlerini çizmiştir. Bu çizilen resimlerde Ay'ın yüzeyinin mükemmel, pürüzsüz bir küre olmadığını kraterlerle dolu ve pütürlü olduğu görülmektedir. Galilei, "İşte bakın bu Ay. Teleskopla baktığınızda yüzeyindeki pütürleri görebiliyorsunuz," görüşüyle yetinmemiştir ve bir de "Yüzeyindeki pütürler Ay'ın mükemmel bir gök cismi olmadığını gösteriyor, hani Tanrı'nın gökyüzünde yarattığı her şey mükemmeldi?" sorusunu eklemiştir ve bu görüşleri onun kilise ile arasındaki ilişkiyi her zaman soğuk tutmuştur (Kurnaz, 2018).



Şekil 2:Galileo'nun çizdiği Ay resimleri (Kurnaz, 2018)

Galileo teleskobunu daha sonra Jüpiter'e çevirmiştir ve teleskopta gördüğü şeylerin Jüpiter'in etrafında dolanan uyduları olduğunu keşfetmiştir. Bu uydular dört tanedir ve uyduların keşfi ile evrende bulunan bütün her şeyin Dünya'nın etrafında dolanmadığının ispatı olmuştur (Kurnaz, 2018).

Galileo Venüs'e baktığında ise Venüs'ün aynı Ay'da olduğu gibi evreler gösterdiğini keşfetmiştir. Dünya'nın etrafında dolanacak bir Venüs'ün olmayacağını

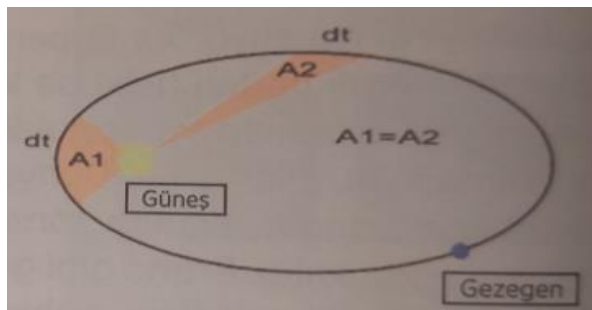
ve dolayısıyla Venüs'ün Güneş'in etrafında dolanacağını dile getirmiştir (Kurnaz, 2018).

Bu görüşü kabul etmeyen kilise 1617 yılında Galilei'yi çağırmıştır. Galileo kötü sonuçlar doğuracağını tahmin ettiğinden mahkemede oldukça saygılı davranarak daha sonrasında bu konular üzerinde çalışmayacağını dile getirmiştir (Kurnaz, 2018).

Fakat daha sonra dile getirdiği sözü tutmayarak "İki Temel Dünya Sistemi Üzerine Diyalog" adındaki eserini yazmıştır. Bu eserde daha önceki görüşleri de yer almıştır. Aynı zamanda eserin yazım dili İtalyanca, yani halkın anlayacağı dilde yazılmıştır. Bu eserin yayımlanmasının hemen ardından Galileo tekrar mahkeme karşısına çıkmıştır. Mahkeme Galileo, Bruno gibi görüşlerinin arkasında durmayıp tüm yazdıklarını ve yorumlarını reddettiğinden dolayı onu ölüme mahkum edememiştir. Fakat geri kalan hayatının tamamını hiç kimseyle görüşmeden ev hapsinde geçireceğine karar vermiştir (Kurnaz, 2018).

Galileo teleskop ile gökyüzünü inceleyen ilk bilim insanı olmuştur. Aristarchus'un gündeme getirdiği ve Kopernik'in geliştirdiği Güneş'in etrafında dolanan sistem teorisine önemli katkılarda bulunmuştur (Kurnaz, 2018).

Aristo'ya göre hangi gökcismi neyin etrafında dolanırsa dolansın şekli ve yörüngesi muhakkak dairesel olmalıdır. Kepler bu düşüncenin bilimsel verilere dayanmadığını fark eden ilk bilim insanı olmuştur. Dünya'nın ve diğer gezegenlerin Güneş etrafındaki yörüngesinin daire olarak değil de elips olarak alındığında yapılacak olan tüm ölçümler ve hesaplamalar doğru olacaktır. Gezegenler Güneş etrafında dolanımlarını yaparlarken eşit zaman aralıklarında eşit alanlar taramaktadırlar (Kurnaz, 2018).



Şekil 3: Gezegenin Güneş etrafındaki dolanımı (Kurnaz, 2018)

Kepler bu hesaplamalara dayanan veriler ile biraz daha uğraşarak bir sonuca daha ulaştı. Bu sonuç gezegenlerin Güneş etrafındaki dolanma zamanının karesi ile

gezegenin Güneş'e olan uzaklığının küpüne oranı sabit bir ifadeyi vermektedir. Fakat bunun sebebini bulma imkanı yoktur (Kurnaz, 2018).

1630'da Kepler, 1642'de de Galilei ölmüştür ve sonra bilim dünyasının en büyük dehası dünyaya gelmiştir: Isaac Newton (Kurnaz, 2018).



Şekil 4: Bilim İnsanı Isaac Newton (Kurnaz, 2018)

Newton bir yörüngede dolanan cisimlerin üstüne etkiyen kuvvetler konusunu araştırmaya başlamıştır. Sonunda Evrensel Kütle Çekim Kanunu'nu bulmuştur. Gökcisimlerinin yörüngede bulundukları noktadan merkeze olan uzaklığın karesiyle ters orantılı bir kuvvet tarafından çekilen cisimlerin, merkez etrafında eliptik yörüngede dönebileceklerini söylemiştir ve böylece artık bilim dünyası sadece gezegenlerin nasıl dolandıklarını değil, aynı zamanda neden dolandıklarını da öğrenmiştir (Kurnaz, 2018).

3. GÖZLEM ARAÇLARI ve TEKNOLOJİLERİ

Teleskoplar astronom ve astrofizikçiler için evrene açılan bir penceredir. Bilimin ilerlemesi ile teknoloji gelişmiştir ve teleskop çeşitliliği artmıştır. Bilimin

ilerlemesi demek bilim insanlarının sorularına cevap bulmaları demek fakat aynı zamanda bu cevapların da yeni sorular doğurduğu anlamına da gelmektedir. Bilimin sonu yoktur. İnsan merak eder ve bu merakın peşinden gidebildiği sürece yeni keşifler, yeni sorular ve yeni cevaplar bulacaktır (Polatoğlu, 2022).

Bin yıllar boyunca bilim insanları ancak gözleriyle yıldızları gözleyebilmişlerdir. Gözün görebileceği imkanlar doğrultusunda yıldızları parlaklıklarına göre sınıflandırabilmişlerdir. Mercek ve aynalar yardımıyla yapılan teleskoplar sayesinde ise daha verimli gözlemler yapılmaya başlanmıştır (Polatoğlu, 2022).

Günümüzde ışığın yapısı hakkında oldukça bilgiler edinilmiştir. Işık görünenden ibaret değildir. Dalga boyları ve enerjilerine bağlı olarak ışığı sınıflandırmak mümkündür. Kısa dalga boyuna sahip ışığın enerjisi fazlayken uzun dalga boylu ışığın enerjisi düşüktür. Yıldızlardan her dalga boyunda ışın yayılmaktadır. Ancak biz çıplak gözle sadece görünür bölgede bulunan yıldızları görebilmekteyiz (Polatoğlu, 2022).

Diğer dalga boylarında bulunan ışınları görebilmek adına da teleskoplar kullanılmaktadır (Polatoğlu, 2022).

4. TELESKOPLAR

Astronomlar ve gökyüzü meraklıları evrene açılan pencere olarak teleskoplardan faydalanmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ve bilimin ilerlemesi sayesinde teleskop çeşitliliği oldukça artmıştır. Teknoloji ve bilimin gelişmesi demek sorularımızın cevaplarına ulaşmak demektir. Aynı zamanda ulaştığımız bu cevaplar ise yeni sorular doğurmaktadır. Bilimin sonu yoktur ve bilinmeyenleri keşfetme arzusu ile bu yeni sorulara cevap bulmak için teleskoplar kullanılmaktadır (Tokbay, 2019) .

Teleskop uzayda bulunan gökcisimlerini daha büyük, daha net ve yüksek çözünürlüklerde görebilmemizi amaçlayan ve ayna, mercek veya çanakta oluşan gözlem aracıdır (Polatoğlu, 2022).

Teleskopa gelen ışığın dalga boyuna göre teleskop çeşitleri; Optik teleskop, radyo teleskoplar, X ışın teleskopları, kızılötesi teleskopları, gama ışın teleskopları olarak ayrılmaktadır.

Oldukça gelişmiş teknolojiye sahip teleskoplar, gökyüzündeki cisimlerden gelen ışığı CCD (charge coupled devices) adı verilen çok hassas kameralarla toplamaktadırlar ve böylece gökcisminin daha net görüntüsü elde edilmiş olmaktadır. Bu gökcisimlerinden gelen ışık atmosferden geçerken kırılarak geçtiğinden bazı bozulmalar söz konusu olabilmektedir. Bu bozulmaları engellemek için de Adaptif Optik Cihazlar (AO) adı verilen cihazlar kullanılmaktadır. Fakat bu cihazlar oldukça maliyetli olduğundan her teleskopta kullanılmamaktadır. Teleskoplar yer tabanlı ve uzay tabanlı teleskoplar olarak konumlarına göre isimlendirilmektedir (Polatoğlu, 2022).

Atmosferin etkisi yer tabanlı teleskoplarda dezavantaj olmaktadır. Bu atmosfer etkileri ise aşırı sıcaklık, havanın kapalı olması, yüksek nem, ışık kirliliği gibi etkilere sahiptir. Atmosfer etkilerini göz önünde bulunduracak olursak yer tabanlı teleskoplar, uzaya gönderilen teleskoplara göre daha sorunlu gözlem sonuçları doğurabilmektedir. Atmosfer dışına çıkıldığında ise bu etkiler büyük ölçüde yok edilebilir (Polatoğlu, 2022).

Uzaya gönderilen teleskoplar atmosferin etkilerine maruz kalmayan ve yüksek çözünürlüklü veriler verebilen teleskoplardır. Atmosfer her türden ışığı geçiremediğinden teleskopların uzaya gönderilmesi oldukça mantıklı olmuştur. X ışınları, Gama ışınları ve Morötesi ışınları ele alacak olursak uzaydan gelen bu ışınlar dünyamıza ulaşamaz ve dolayısıyla bu ışınları yayan bir gökcismini dünyadan gözlemlememiz imkansızdır (Polatoğlu, 2022).

4.1 Teleskopların Temel Görevleri

4.1.1 Işık Toplama

Teleskobun çapı büyüdükçe ışık toplama özelliği de daha fazla olacaktır. Sönük cisimlerden gelen ışık daha az olacağından büyük çaplı teleskoplar ile gözlem

yapmak doğru olacaktır. Dolayısıyla teleskoptaki açıklık arttırılmalıdır (Polatoğlu, 2022).

4.1.2 Büyütme

Görüntünün odak uzaklığı ile ilgili olup uzaydaki gökcisminin olduğundan daha büyük görülmesini sağlamaktadır. Odak uzaklığı teleskoptaki ilk mercek ile odak arasındaki mesafeyi ifade eder (Polatoğlu, 2022).

4.1.3 Ayırma Gücü (Çözünürlük)

Gökcisminden gelen ışık ile oluşan görüntüdeki ince ayrıntıları görmemizi sağlamaktadır. Dünyadan tek bir yıldız gibi görünen iki ayrı yıldız ayırma gücü yüksek olan bir teleskopla bakıldığında fark edilmektedir (Polatoğlu, 2022).

5. OPTİK TELESKOPLAR

Işığın görünür bölgesinde ışın yayan gökcisimlerini gözleyen aletlere optik teleskoplar denir. Sağlıklı bir gözlem yapmak için teleskop ışık kirliliği olmayan, havanın açık olduğu ve nemin çok düşük olduğu bir yere kurulması gerekmektedir. Dolayısıyla büyük optik teleskoplar şehir dışına ve nemin az olduğu, yüksek ve soğuk yerlere kurulmaktadır (Polatoğlu, 2022).

5.1 Teleskop ile Gözlem

Eğer bir teleskoba sahipsek ve bu teleskobu gökyüzüne çevirirsek ışıksız bir ortamdayken binlerce yıldız görebilmekteyiz. Fakat gözümüzle en iyi koşullar sağlandığında dahi yalnızca 4000 civarı yıldız görebiliriz ve bu sayı oldukça fazladır. Çıplak gözle silik fakat yoğun bir ışık bandı görülmektedir. Bu bant ise Samanyoludur. Samanyolu'na teleskopla bakıldığında ise, sayısız yıldız, yıldız kümeleri ve bulutsulardan oluşan bir kuşağa dönüştüğü fark edilmektedir. Çıplak gözümüzle beyaz noktacıklar halinde gördüğümüz yıldızlara teleskopla baktığımızda yıldızların renklerini ayırt edebilmekteyiz. Aynı zamanda Jüpiter'in uydularını görebilir ve bu

uyduların hareketlerini inceleyebilmekteyiz. Teleskopla Ay'a baktığımızda ise Ay'daki kraterleri ve Ay'ın nasıl bir yapıda olduğunu görebilmekteyiz (Akoğlu, 2009).

Teleskop iki ana kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımların ilki ışık toplayıcı olan objektiftir. İkinci kısım ise göz merceği ya da okülerdir. Oküler objektiften gelen ışınları paralel ışınlara çevirir ve cismi görmemizi sağlamaktadır (Akoğlu, 2009).

Bir teleskobun özelliği görüntüyü büyütmesiyle birlikte gözümüze oranla daha fazla ışığı alabiliyor olmasıdır. Dolayısıyla objektifin çapı burada önem kazanmaktadır. Teleskoptaki objektif çapının karesi, teleskoba gelen toplam ışık miktarı ile orantılıdır. Teleskopların üzerinde bulunan 10x25, 5x10 gibi rakamsal ifadeler teleskobun büyütme gücü ve objektif çapı hakkında bilgi vermektedir. Örnek verilecek olursa bir teleskopta 5x10 yazıyorsa, bu teleskop 5 defa büyütür ve objektif çapı da 10 mm'dir (Akoğlu, 2009).

5.2 Teleskop Nasıl Çalışır?

Teleskop tercihinde bilinmesi gerekenler ve teleskobu kullanırken nelere dikkat edileceği hakkında bilgiler oldukça önemlidir (Akoğlu, 2009).

5.2.1 Büyütme

Teleskobun temel görevlerinden biri olan büyütme, teleskop objektifinin odak uzunluğu ile göz merceğinin odak uzunluğu oranı, teleskobun büyütme gücünü vermektedir. Örneğin, bir teleskop objektifinin odak uzunluğunun 2000 mm ve göz merceği odak uzunluğu da 20 mm ise, bu teleskop 100 kat büyütme yapabilmektedir. Küçük bir teleskopla oldukça yüksek büyütme elde edilebilir (Akoğlu, 2009).

5.2.2 Odak Oranı

Teleskobun özelliklerinden bir diğeri de odak oranıdır. Teleskop objektif odak mesafesi ve objektif çap oranı ile f oranı, yani odak oranı bulunur (Akoğlu, 2009).

Odak oranı ne kadar düşüğe teleskop o kadar daha parlak görüntü verecektir. Fakat bununla birlikte fazla büyütme yapamayacaktır. Açık yıldız kümeleri ve bulutsular gibi derin gökyüzü cisimleri gökyüzünde geniş alan kaplamaktadırlar. Bu teleskoplar bu gökcisimlerini gözlemek için daha uygundur (Akoğlu, 2009).

Yüksek odak oranına sahip bir teleskopla, daha yüksek büyütme elde edilmekte ve gezegenler ile başka gök cisimleri yüksek büyütme olarak gözlemlenebilmektedir (Akoğlu, 2009).

Odak oranı düşük olan bir teleskop daha sonrasında odak oranı daha yüksek bir teleskoba dönüştürülebilmektedir. Bu dönüşüm "Barlow" mercekleri sayesinde yapılmaktadır. Barlow mercekleri göz merceğine benzerler ve teleskop ile göz merceği arasına takılmaktadırlar (Akoğlu, 2009).

Odağı ne kadar uzattıkları Barlow merceklerin üzerinde yazmaktadır. Odak uzunluğu arttıkça teleskopun büyütme gücü de artar. Barlow mercekler, genelde 2 kat veya 3 kat büyütürler. Dolayısıyla normal şartlarda bir teleskoba sahip bir gözlemci uzay gözlemi yapmak istediğinde Barlow merceklerden yararlanabilir. Fakat en önemli nokta ise Barlow merceği takılan bir teleskop ile yapılan gözlemler sonucu oluşan görüntü normal şartlarda odak uzunluğu uzun olan bir teleskoptan alınan görüntü kadar kaliteli olmaz (Akoğlu, 2009).



Şekil 5: Teleskop büyütme gücü ve Teleskop odak oranı bağıntıları. Mercekli teleskop kesiti, Newton tipi teleskop kesiti, Schmidt Cassegrain tipi teleskop kesiti (Akoğlu, 2009).

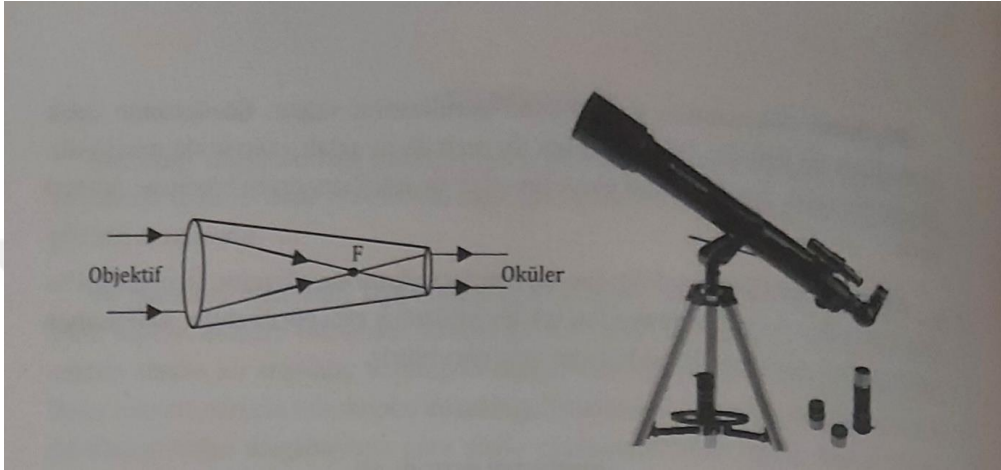
5.3 Optik Teleskop Türleri

- Mercekli Teleskoplar
- Aynalı Teleskoplar
- Bileşik (hem mercekli hem aynalı) Teleskoplar

Olmak üzere 3 tür optik teleskop türü vardır (İkizler, 2020).

5.3.1 Mercekli Teleskoplar

Bu teleskoplarda objektif mercektir. Işıık merceğe gelir ve buradan geçerken kırılır. Işıınlar belirli bir noktada toplanır. Farklı renkler içeren ışıık kırıldığı esnada (her renk farklı açıda kırıldığından) istenmeyen durumlar ortaya çıkmaktadır. Netlik bozulmaktadır.



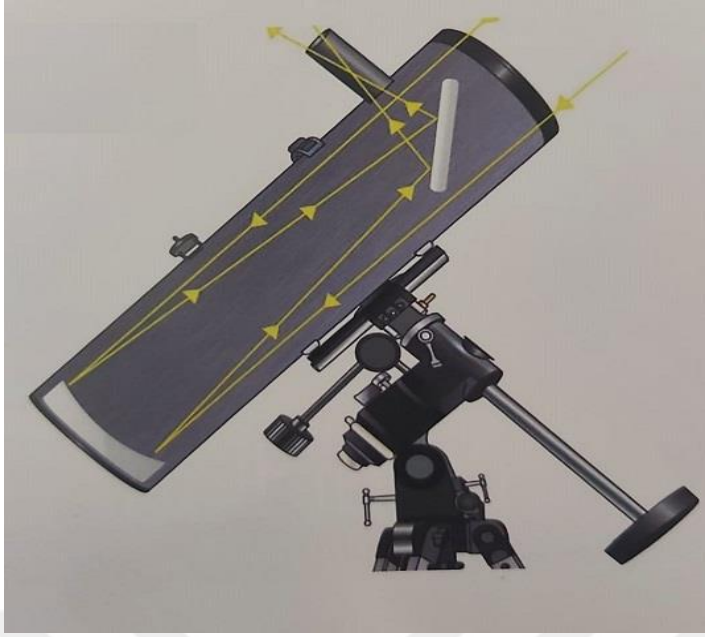
Şekil 6: Mercekli Teleskop ve İç Yapısı (Akoğlu, 2009)

Mercekli teleskoplarda her turlü dalga boyundaki ışıık yukarıda da anlatıldığı üzere farklı miktarlarda kırılıp ve farklı uzaklıklarda odaklandığından istenmeyen durum olan renk sapıncına sebep olmaktadır. Bu durumu engellemek için Flint ve Crown adı verilen iki farklı türdeki özel camlar kullanılır. Bu özellikli camlar ile yapılmış mercekler sayesinde aberasyon ortadan kaldırılmış olur. Normal özelliğe sahip bir cam yüzeyine gelen ışıığın %10 kadarını geri yansıtmaktadır. Bu yansıma oranını azaltmak için mercek yüzeylerine kaplama yapmak gerekmektedir. Kaplamalı merceklerle de akromatik mercek veya akromat adı verilmektedir (İkizler, 2020).

5.3.2 Aynalı Teleskoplar

5.3.2.1 Newton Tipi Teleskoplar

Bu tip teleskoplarda ise mercekli teleskoplarda olduğu gibi objektif mercekten değil de aynadan oluşmaktadır (Akoğlu, 2009).



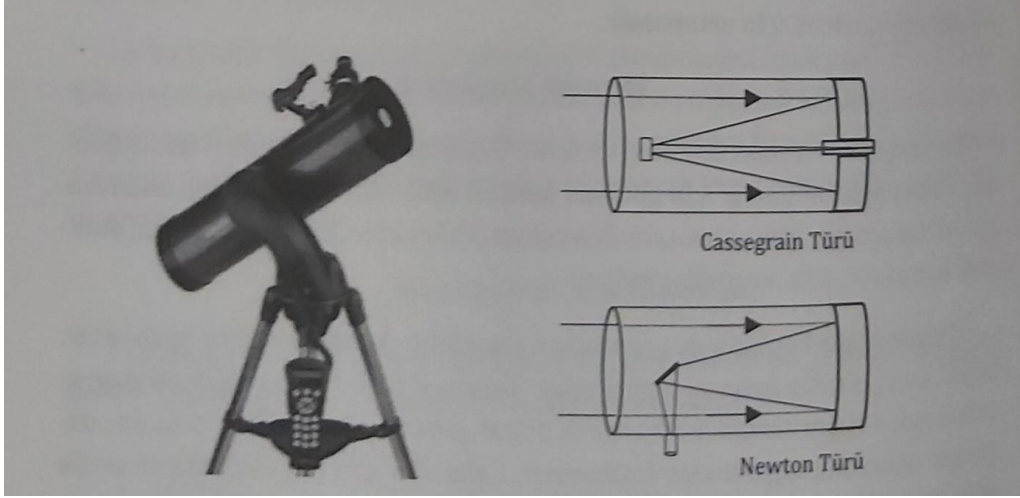
Şekil 7: Newton tipi aynalı teleskop optik yapısı (İkizler, 2020)

Aynaya gelip yansıyan ışın teleskobun içine geri döner. Fakat gözlemci aynaya gelen ışını engellememesi gerekir ve aynadan yansyarak çıkan bu ışınlar tüpün dışına taşınmalıdır. Bu da teleskobun çevrildiği gökcisminin oluşturduğu görüntü düz ayna yapısında olan ikinci ayna yardımıyla teleskobun dışında odaklanması ile sağlanır (Akoğlu, 2009).

Aslında bu tip teleskoplar diğer teleskoplara göre performans açısından daha pratik teleskoplardır. (İkizler, 2020) Dolayısıyla tercih edilen teleskoplar arasında yer almaktadır. Maliyeti düşük olduğu gibi odak oranları da düşüktür ve bu özellikleri nedeniyle ilgi çeken bir teleskop olmuştur (Akoğlu, 2009).

5.3.2.2 Cassegrain Tipi Teleskoplar

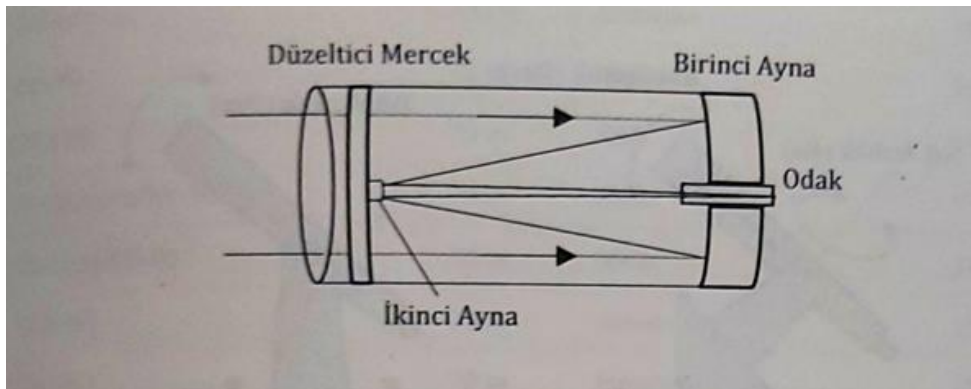
Bu teleskop tipinde ışık tüpün tabanında yer alan birinci aynaya gelir ve gelen ışık buradan yansır ve ikinci bir aynaya, sonrada tekrar birinci aynanın orta kısmında bulunan delikten geçmektedir. Geçen ışık prizma aracılığıyla ya da düz bir ayna yardımıyla göz merceğine yansıtılır. İkinci ayna tümsek ayna özelliğindedir. Bu tip teleskopların tüpün kısalığı nedeniyle büyük gözlemevlerinde kullanılması tercih edilmektedir (Akoğlu, 2009).



Şekil 8: Aynalı Teleskop ve İç Yapıları (Polatoğlu, 2022)

5.3.3 Bileşik (Katadioptrik) Teleskoplar

Bu teleskoplarda birinci aynadan önce bir de düzeltici mercek bulunmaktadır. Bu düzeltici mercek her iki tipteki teleskoplara eklenmiş olabilir. Burada amaç hem çok küçük bir miktardaki küresel sapıncın olmasını önlemek hem de newton tipi teleskoplarda yaşanan, görüntünün tek bir odakta toplanmaması sorununu ortadan kaldırmaktır. Aberasyon büyük bir aynada görüntüyü bulanıklaştırır. Aynanın kenar kısmına gelen ve buradan yansıyan ışın daha yakına odaklanacaktır, fakat merkeze yakın kısımdan yansımakta olan ışınlar uzağa odaklanır. Bu durum, gözlem esnasında çok önemli etki yaratmasa da fotoğraflarda etki görülmektedir (Akoğlu, 2009).



Şekil 9: Katadioptrik Teleskop ve İç Yapısı (Polatoğlu, 2022)

Bileşik teleskoplara bakıldığında iki tür düzeltici mercek görülmektedir. Bu mercekler Schmidt ve Maksutov adı verilen merceklerdir. Schmidt mercekleri daha

ince ve hafif yapıdadırlar. Bu yüzden daha çok tercih edilir. Maksutov adı verilen düzeltici mercekler ise küçük çapta ve odak mesafeleri uzun olan aynalı teleskoplarda bulunmaktadır. Bileşik teleskoplarda kullanılan bu mercekler ifade edilirken teleskop tipinin başına eklenerek ifade edilmektedir. (Schmidt Cassegrain, Maksutov Cassegrain gibi). Schmidt Cassegrain (SC) tipi teleskoplarda düzeltici mercek denilen mercek karmaşık bir yapıdadır. Maksutov Cassegrain tipi teleskopların ön kısmında bulunan kusur düzeltici mercekteki çukurluk fazladır ve küresel bir şekildedir. Maksutov teleskoplar, birçok teleskop kullanıcısına göre Schmidt Cassegrain teleskoplardan daha iyi bir optik düzeneğe sahiptirler. Çünkü ikincil aynaları Schmidt Cassegrain teleskoplarına göre daha küçüktür ve bu şekilde görüntü karışıklığı arttırmaktadır (İkizler, 2020).

Ritchey Chretien (RC) tipi teleskoplarda ise birincil ve ikincil aynalarının her ikisinin de yüzey şekli hiperboliktir. Optik kusurların bu sayede daha iyi düzeltilebildiği savunulmaktadır (İkizler, 2020).

Schmidt Newtonian (SN) tipi teleskoplarda birincil ayna küreseldir ve odak uzaklığı aynı çapa sahip olan Newton tipi teleskoplara göre daha kısadır. Bu özellikleri ile tüp boylarının da daha kısa olmasını ve görüş açısının da daha geniş olmasını sağlamaktadır. Böylece görüntü de daha parlak olmaktadır. Aynanın küresel ve kısa odağa sahip olmasından dolayı kaynaklanan optik kusurlar, teleskop tüpünün önüne Schmidt merceği yerleştirilerek düzeltilir (İkizler, 2020).

5.4 Göz mercekleri

İki farklı kısımdan oluşan göz mercekleri (Huygens ve Ramsden tipi) eski tip göz mercekleridir. Görüntü kaliteleri düşüktür. Kellner tipi denilen göz mercekleri ise üç kısımdan oluşmaktadır. İki parçalı göz merceklerine göre düşük maliyetli olmalarına rağmen görüntü kaliteleri fena değildir. Dört mercekten oluşan göz merceklerine ise "Orthoskopik" göz mercekleri adı verilmektedir. Gözlem yapmak için en uygun göz mercekleridir ve çok keskin görüntü vermektedirler (Akoğlu, 2009).

Plössl göz mercekleri de kaliteli teleskoplarda kullanılan göz mercekleridir ve dört veya beş farklı mercekten oluşmaktadır. Bu mercekler özellikle gezegen gözlemi yapan gökbilimciler için uygundur (Akoğlu, 2009).

Yedi mercekten oluşan Nagler göz merceklelerinde seksen iki derece görüş alanı bulunmaktadır. Geniştirirler. Bu özellikleri nedeniyle sadece 5 mm göz merceği yuvasına sahip teleskoplarla kullanılmaktadırlar. Amatör gözlemcilerin kullandığı teleskopların göz merceği yuvasının çapı 3,125 cm'dir ve kütleleri yaklaşık 1 kg kadardır. Maliyetleri de oldukça yüksektir (Akoğlu, 2009).

5.5 Montaj Türüne Göre Teleskoplar

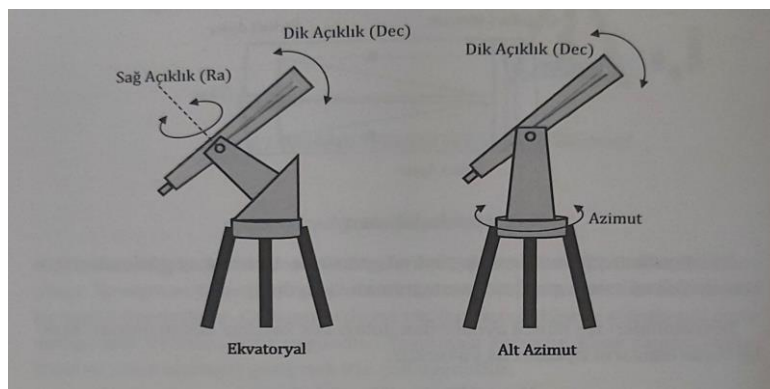
Teleskoplar Dünya üzerindeki aşağı yukarı ve sağa sola iki dönme eksenine sahip olacak pozisyonda monte edilmektedir. Dünya döndüğü için yıldız hareketliliğini telafi etmek gerekmektedir. Dolayısıyla gözlem yaparken, teleskobun yavaşça ve sürekli olarak döndürülmesi gerekecektir. Ekvatoryal ve Alt Azimut Montaj olmak üzere iki türlü teleskop monte etme yöntemi vardır (Polatoğlu, 2022).

5.5.1 Ekvatoryal Montaj

Kutup veya saat ekseni olmak üzere iki eksen vardır. Bu eksenlerden biri Dünya'nın dönme ekseni boyuncadır. Sapma ekseni denen diğer eksen ekvator düzleminde uzanmaktadır. Bu demek oluyor ki teleskobun oturduğu yer ekvator ile paralel konumdadır. Dünyanın dönmesini telafi etmek için teleskop daima polar eksen etrafında döndürülmek zorundadır (Polatoğlu, 2022).

5.5.2 Alt Azimut Montaj

Her iki eksenden biri yere dik ve diğer eksen de yere yataydır. Dünya'nın dönüşü de hesaba katıldığında her iki eksende de dönüş yapılması gerekmektedir (Polatoğlu, 2022).



Şekil 10: Teleskop Montaj Şekilleri (Polatoğlu, 2022)

5.6 Teleskop Kurguları

Teleskoplar ufuksal (altazimuth) ve ekvatoryal olmak üzere iki tür kurguya sahiptirler. Ufuksal kurgu, bir ekseninde aşağı yukarı diğer ekseninde de sağa ve sola hareket etmektedir. Bu kurgu genellikle yeryüzünde yapılan gözlemler için uygundur (Akoğlu, 2009).

Ekvatoryal kurguda ise gökyüzü koordinatları referans alınarak hareket etmesi sağlanacak şekilde tasarlanmıştır. Bu kurgunun en önemli yararı sadece bir ekseninde ayarlar yapılır ve gökcismini izleme kolaylığı sağlamasıdır (Akoğlu, 2009).

Günümüzde kullanılan teleskopları üreten büyük firmalar bazı modelleri ekvatoryal kurgu olarak değil, ufuksal kurgu şeklinde tasarlamaktadırlar. İki farklı eksenli birlikte hareket ettirmek yerine tek eksenli hareket ettirmek daha kolay olduğundan ufuksal kurgu ile yapılan teleskopların izleme sistemleri de kolay değildir ve bilgisayar kontrolü olmalıdır. Bilgisayarlı teleskoplar çoğunlukla elektronik olarak yönlendirilmektedirler. Bu yüzden mekanik açıdan da kolay olmayan ekvatoryal kurgulara bazı istisna haller dışında gerek duyulmamaktadır. Ekvatoryal kurguya sahip otomatik teleskoplar çoğunlukla gökyüzü gözlem fotoğrafçıları tarafından kullanılmaktadır (Akoğlu, 2009).

Obson kurgusu ise kullanımı kolay, basit ve maliyeti düşük olan bir kurgudur. Büyük çapa sahip ve Newton tipi teleskoplar için kullanışlı olduğundan bu kurgu teleskoplar amatör gökbilimciler arasında çok yaygın olarak kullanılmaktadır. 1970'de, John Dobson isimli gökbilimci tarafından tasarlanmıştır ve birkaç farklı kontrplaktan oluşan ufuksal kurgudur. Bilgisayarsız olduğu için bu tip kurgu teleskopları bir gökcismine doğrultmak ve bu gökcismini gözlemlemek kolay değildir. Bu tipteki kurgular genelde motorsuzdur fakat yine de en gelişmiş teleskoplardaki sistemler bu tip teleskoplarda da kullanılabilir (Akoğlu, 2009).



Şekil 11: a) Ufuksal kurgulu elektronik kumandalı teleskop b) Ekvatoryal kurgulu elektronik kumandalı teleskop c) Dobson kurgulu teleskop (Akoğlu, 2009)

5.7 Teleskop Seçimi

En iyi teleskop diye bir şey yoktur. Teleskop seçimi için dikkat edilmesi gereken en önemli kriterler teleskop için ayrılan bütçe değil de teleskobu ne amaçla kullanacağımız, gözlem koşullarımız ve teleskobun taşınabilirliği önemlidir (Akoğlu, 2009).

İlk olarak karar verilmesi gereken, hangi teleskop tipini kullanmamız gerekir. Mercekli teleskoplara bakıldığında çapları çok küçükten başlar. Buna bağlı olarak çok ucuzlarını bulmak mümkündür. Eğer yalnızca Ay'a ve parlak gezegenlere bakmak istiyorsak bu teleskopların kaliteli olanları yeterli olacaktır (Akoğlu, 2009).

Mercekli teleskopların diğer teleskoplara göre en önemli özelliği, özellikle de apokromatik mercekli olan teleskopların görüntü keskinliklerinin oldukça kaliteli olmasıdır. Mercekli teleskopların olumsuz tarafı ise çapları büyüdükçe maliyetlerinin katlanarak artmasıdır. Ayrıca, teleskop tüpleri de aynalı teleskop modellerine göre daha uzun olmaktadır (Akoğlu, 2009).

Newton tipi teleskoplarda ise mercekli teleskoplardan farklı olarak ışınlar doğrudan aynadan yansır ve kırılmadan dolayı oluşan sorunlarla karşılaşmamaktadır. Işık toplama güçleri fazladır. Tasarımları basit ve maliyetleri düşüktür. Newton tipi teleskopların tüp uzunlukları bileşik (Schmidt ya da Maksutov Cassegrain) teleskoplardan daha fazladır. Büyük çaplı olanları ucuz olmalarına rağmen çok fazla yer kaplarlar ve taşınmaları zordur. Bileşik teleskopların en önemli özelliği ise teleskop tüplerinin uzunluğu kısadır. Böylece çapları büyük olsa bile kolay taşınabilmektedirler. Görüntü kaliteleri oldukça iyidir. Bu özellikleri sayesinde, az bütçe ayıran amatör gökbilimiler genellikle bu tip teleskopları seçebilmektedirler (Akoğlu, 2009).

6. RADYO TELESKOPLAR

Elektromanyetik tayfın radyo dalga boyu aralığındaki dalgaları toplayıp, topladığı bu dalgaları elektronik cihazlara aktaran ve elektromanyetik dalgaların

elektronik devrelere geçiş bölgesi olan alıcı antenlerinden oluşan teleskoplardır. 1931 yılında ilk olarak radyo anten Karl Guthe Jansky tarafından Bell Laboratuvarında, bir radyo kaynağını gözlemlemek için kullanılmıştır. 1937’de ise ilk Radyo Çanak Anteni Grote Reber tarafından 9m çaplı olarak tasarlanmıştır (Polatoğlu, 2022).

Optik teleskoplar ile bu dalga boyu aralıklarında gözlem yapabilmek mümkün değildir. Radyo teleskoplar ile süpernova, yıldızlararası ortamdaki gaz ve tozlar, nebula ve soğuk yıldızlar incelenebilir. Bu gök cisimleri büyük oranda radyo dalgaları yaymaları sebebiyle radyo teleskopları ile gözlem yapılabilmektedir. Verileri olumsuz etkileyecek olan radyo ve televizyon sinyalleri nedeniyle bu teleskoplar bu sinyallerden daha uzak yerlere kurulmalıdır (Polatoğlu, 2022).

Teleskobun Adı		Çapı	Bulunduğu Ülke	Yıl
1	FAST	500 m	Çin	2016
2	Arecibo Observatory	305 m	Porto Rico	1963
3	Green Bank Telescope	100 m	ABD/West Virginia	2002
4	Effelsberg	100 m	Almanya	1971
5	Lovell	76 m	İngiltere	1957
6	DSS 14	70 m	ABD	1958
7	Yevpatoria RT-70	70 m	SSCB	1978
8	Galenki RT-70	70 m	SSCB	1984
9	DSS-43	70 m	Avustralya	1987
10	DSS-63	70 m	İspanya	1980

Şekil 12: Dünyadaki en büyük 10 radyo teleskobu (Polatoğlu, 2022)

6.1 Radyo İnterferometresi

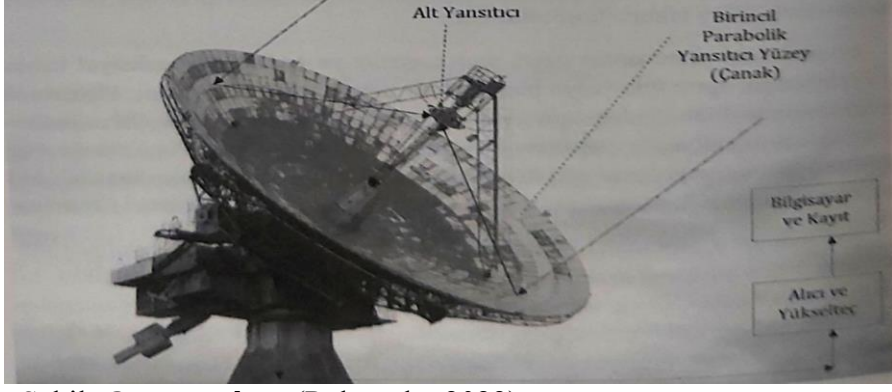
Çok sayıda radyo anteninden gelen sinyalleri birleştirerek yüksek çözünürlük elde etmek için daha büyük bir anteni simüle etmeye yarayan düzene İnterferometri denir. Örnek verilecek olursa çapı 500 metre olan bir teleskop yapmak yerine 10 tane 50 metre çaplı farklı radyo teleskoplardan gelen sinyallerini birleştirme işlemidir (Polatoğlu, 2022).

İnterferometri, toplam sinyali arttırır. Fakat aslında amaç bu değildir. Amaç diyafram sentezi adı verilen bir işlem yardımıyla çözünürlüğü oldukça arttırmaktır. Bu işlemde farklı dalga boylarından gelen sinyallerin birbiriyle aynı fazda buluşan dalgaların birbirine eklenmesi sistemine dayanır ve zıt fazlara sahip olan iki dalga boyundan gelen sinyallerinde birbirini sönmülmesi ile çalışmaktadır (Polatoğlu, 2022).

6.2 Radyo Teleskopların Bileşenleri

Çok çeşitli radyo teleskopları vardır fakat her radyo teleskobunun üç temel bileşeni bulunmaktadır. Bu üç bileşen anten, hassas bir alıcı ve kayıt sistemidir. Bir radyo teleskobu oldukça hassas verileri toplayabilmek için antenin alanı, verimliliği ve sinyalleri çoğaltıp tespit etmek için kullanılan radyo alıcısının duyarlılığı önemlidir. Hassasiyet ayrıca alıcının bant genişliğine de bağlıdır. Çünkü bir dizi dalgaboyu boyunca geniş bant sürekliliği önemlidir. Radyo teleskopları çoğunlukla büyüktür ve en hassas radyo alıcılarını kullanır. (Polatoğlu, 2022)

Bilinen en önemli radyo teleskobu türü, gelen ışınları parabolik çanak antenler yardımıyla toplayan radyo reflektörüdür. Bunlar TV uydularıdır. Olabildiğince en iyi hassasiyeti elde etmek adına iç gürültüyü azaltmak için soğutulmuş katı hal amplifikatörleri kullanılmaktadır. Gelen sinyaller sonra bilgisayarda bulunan kayıt sistemleri ile kaydedilir ve görüntü böylelikle oluşmaktadır (Polatoğlu, 2022).



Şekil 13: TV uydusu (Polatoğlu, 2022)

7. BÜYÜK TELESKOPLAR

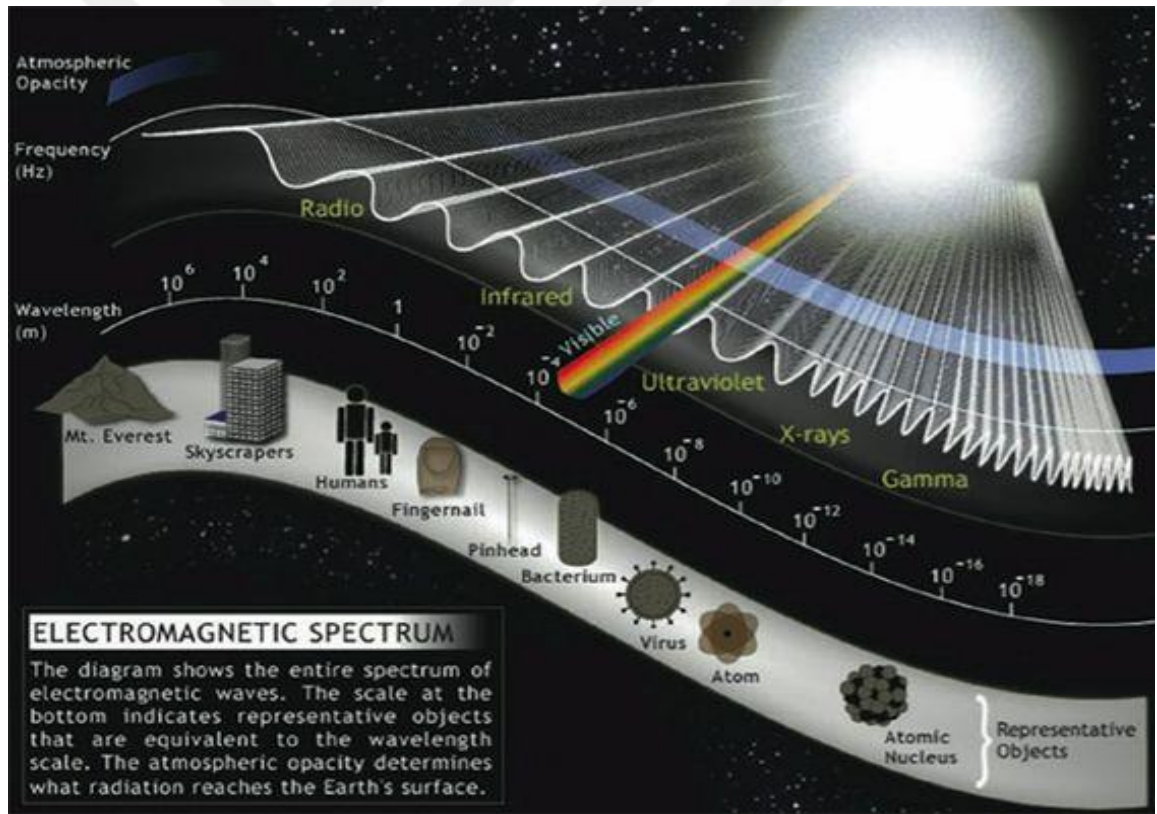
7.1 Neden Büyük Teleskoplar

Evrendeki gök cisimlerinin olağanüstü uzaklıklarda olmaları, onlara ulaşmayı ve yerinde incelememize engel olmaktadır. Ay ve Mars gibi çok az gök cismi hariç, günümüzdeki teknoloji ile gidebilmenin mümkün olmadığı gök cisimlerine ait bilgileri, sadece onlardan gözümüze veya teleskoplara ulaşan ışınların incelenmesi ile edinebiliriz. Evrende bulunan bütün gök cisimleri bizlere gelen ışınları inceleyen bu bilim dalı, fotonun dalga yapısı, parçacık yapısı, enerjisi, kutuplanma ve hareketi gibi her türlü özelliğini çeşitli açılardan inceleyen bilim dallarının başında gelmektedir (Gürol, 2011).

Evrendeki gök cisimleri, varoluşumuzdan bugüne kadar oldukça merak uyandıran konular içinde yer almaktadır. Böylece insanlar uzun yıllar boyunca evreni araştırmakta, çalışmalarda bulunmakta ve evrendeki gök cisimlerinin yaptığı hareketlere bağlı olarak belirli düşünceler ortaya koymaktadırlar. Bilimsel düşüncenin gözlemlerle desteklendirilmesi ile başlayan ve günümüzdeki evren ile ilgili bilimsel çalışmalarının da başlangıcı bu düşünceler ile olmaktadır. Artık evrende bulunan bütün gök cisimleri hakkında çok şey bilinmektedir, fakat bilinmeyen birçok şey daha vardır. Bilinen bir başka olgu ise evrende oldukça fazla çeşit gök cisminin varlığı ve bu gök cisimlerinin her zaman değişim içinde ve hareketli olduğudur. Her geçen gün evrenin boyutunun daha da büyük olduğu düşünülmektedir. Bu gözlemlerdeki dedektör ve teleskopların niteliklerine göre değişmektedir (Gürol, 2011).

7.2 Neden Bazı Gökcisimlerini Göremiyoruz?

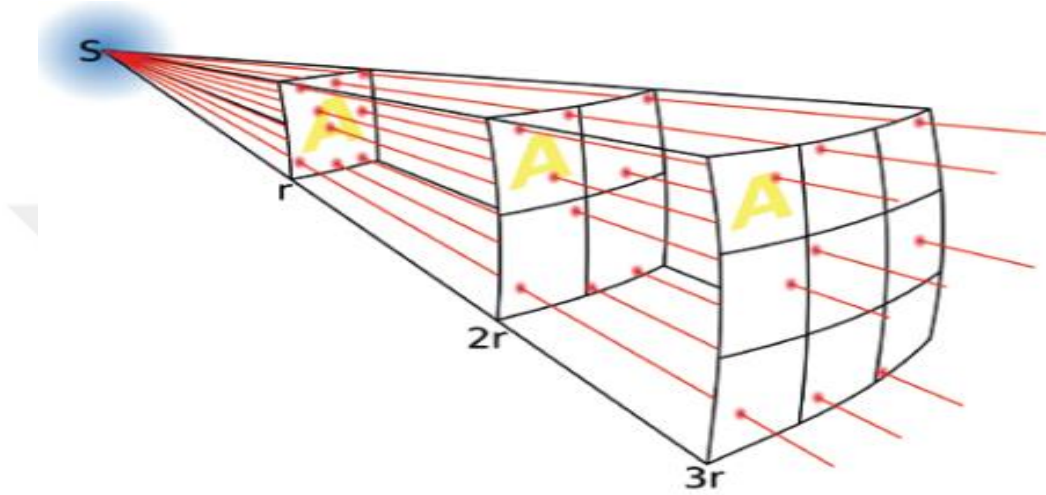
Bazı gökcisimlerini göremiyoruz fakat önce görebildiğimiz gökcisimlerinden bahsetmek gerekmektedir. İnsanlar çıplak bir gözle belirli dalga boyu aralıklarındaki ışınları doğrudan algılayabilirler. Gözümüzün algılayabileceği bu aralığa görsel bölge adı verilmektedir ve bu dalga boyu aralığı 4000-7000 Å'a denk gelmektedir. Bu değer dışında bulunan fotonlar doğal olarak göz ile algılanmamaktadır. Eğer bir gökcismini görebilmek istiyorsak o gökcisminin görsel bölgede bir ışınım yayması ve gözümüze de yeterli sayıda foton gönderiyor olabilmesi gerekmektedir. Bu da demek oluyor ki insan gözü 7 milimetre çaplı bir teleskop gibi davranmaktadır. Böylece gökyüzünde gözümüzle görebildiğimiz cisimleri bu görsel bölge dalga boyu aralığında oldukları için görebilmekteyiz, diğer gökcisimleri ise bu dalga boyu aralığında olmadıklarından görülmemektedirler (Gürol, 2011).



Şekil 14: Elektromanyetik tayf, atmosferimizin geçirgen olduğu dalga boyları (Gürol, 2011)

Bilimsel olarak, sıcaklığı mutlak sıfır 'ın yani $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ nin üzerindeki her cisim, enerjiye sahiptir ve foton yaymaktadır. Uzun dalga boyu aralığında soğuk cisimler,

kısa dalga boyu aralığında ise sıcak cisimler enerji yayar. Gök cisimlerinin hangi dalga boyu aralıklarında ışın yayacağını belirleyen en belirgin değişkenleri sıcaklıklarıdır. Evrende ise her tür sıcaklıkta cisim vardır. Çıplak gözle algılayamayacağımız türde, çok sayıda gök cismi vardır. Gök cisimlerinden yayılan foton sayısı ulaşacağı hedefe kadar aldıkları yol uzunluğunun karesiyle ters orantılı azalır ve buna "Ters Kare Yasası" adı verilir (Gürol, 2011).



Şekil 15: Ters Kare Yasası'nın şekil ile gösterimi (Gürol, 2011)

Evrende bize yakın olup çok sıcak olmasına rağmen boyutlarının küçük olmasından dolayı yeterince foton gönderemeyen cisimler de bulunmaktadır. Örnek verilecek olursa Beyaz Cüceler, bu tür gök cisimleri cüce yıldızların yaşamlarının sonundaki evreleridir. Bu evrede bu cüce yıldızlar çok yoğun ve çekim ivmesi çok yüksek gök cisimleridir. Bu küçük gök cisimlerinden gelen ışınımın gönderdikleri kendi yüzey alanlarının küçük olmasından dolayı gözlenmeleri zor olmaktadır. Buradan anladığımız üzere gökyüzündeki cisimlerin gözlenebilmelerindeki bir diğer önemli değişken de yarıçapları yani ışınımın salındığı yüzeyin alanıdır. Küçük yarıçapa yani küçük yüzey alanına sahip cisimleri gözlemleyebilmek zor olacağından, gökyüzünde bulunan birçok cisim çıplak gözle hiçbir zaman görünemeyecektir (Gürol, 2011).

Dünya atmosferi gök cisimlerinden gelen farklı dalga boyu aralıklarındaki fotonların bir kısmını sönmölemektedir. Bu çeşitli fotonlardan en zararlı olanı Güneş'ten gelen ışınlar yani morötesi ışınımıdır. Dünya atmosferi x ışınları ve γ ışınları

gibi zararlı başka fotonları da engeller ve bundan dolayı o dalga boylarındaki gökcisimlerinden gelen ışınlamaları algılayamamaktayız. Yer atmosferinin engellediği çeşitli dalga boylarındaki ışınlamaları gözlemleyebilmek ve gökcisimleri hakkında bilgiler edinebilmek için atmosfer katmanının dışına çıkılmalıdır. Bu sebepten dolayı gelişmiş ülkeler, dünya atmosferinin altından gözlenmesi mümkün olmayan bu gökcisimlerini görebilmek ve inceleyebilmek adına uzaya yani atmosfer tabakasının dışına çeşitli teleskoplar gönderilmektedir. Bunlardan bazıları; Gama ışın bölgesinde gözlem yapan Compton Gama Işın Gözlemevi, X ışını bölgesinde gözlem yapan Chandra X Işın Gözlemevi ve Kızılötesi bölgesinde gözlem yapan Kızılötesi Uzay Teleskobu (Gürol, 2011).

Bu farklı dalga boylarında bulunan çeşitli teleskoplar ile gökyüzü ve evren hakkında merak ettiklerimize karşı edinilen bilgiler ve görüşler büyük oranda değişmektedir. İyi bir gözlem, teleskobun kurulduğu yerin yüksekliği, atmosferin temiz olup olmadığı, ışık kirliliği gibi değişkenlere bağlıdır (Gürol, 2011).

8. GÖRSEL BÖLGE ASTRONOMİSİ

Optik astronomi görünür ışık astronomisi olarak adlandırılmaktadır. Uzaydan gelen, görünür ışıktaki insan gözünün algılayabildiği dalga boylarında ışığın gözlemlenebildiği ve verilerin alınabildiği bir astronomi alanıdır. Görsel bölge dalga boyları 400 ila 750 nanometre olan elektromanyetik dalgalardır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022, s. 4).

Bilimsel olarak optik astronomi Dünya ve uzayda bulunan büyük teleskoplarla yapılmaktadır. Mercekler ve aynaların bir araya gelerek karmaşık şekilde kombinasyon oluşturması ile yapılan teleskoplar, malzeme bilimi, yapay zeka ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte katmanlı imalat gibi alanların desteği ile günümüze bakıldığında oldukça ileri boyuttadır. Yeni nesil teleskoplar, teknolojinin gelişmesi sayesinde bir ağ üzerinden birbiri ile bağlantı kurabilmekte, farklı ortam koşullarında belirli şartlarda gece gündüz astronomik gözlem yapılabilmesine imkan tanımaktadır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022, s. 5).

Optik astronomik gözlem, daha çok yeryüzü tabanlı gözlemvlerinde yapılmaktadır. Buna rağmen uzay tabanlı teleskoplar tarihte astronomik gözlem için önemli bir yer edinmiştir (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022, s. 5).

8.1 Tubitak Ulusal Gözlemevi



Şekil 16: TUG(Bakırlitepe/Antalya) (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)

1991’de Tübitak yönetimi belirlenerek ve TAD Başkanlığı’ndan DPT’ye sunulmak üzere toplamda 5 yıl sürecek olan bir Ulusal Gözlemevi kurulma projesi talep edilmiştir. Proje hazırlandıktan sonra 1991 yılı temmuz ayında Tubitak yönetimine sunulmuştur. Bu proje 1992 ve 1996 yılları arasında aktif olacak şekilde Ulusal Gözlemevi kuruluş projesi adı altında resmen başlatılmıştır (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Tarihçe, 1997).

1992 yılı 7, 11 Eylül’de İnönü Üniversitesi 8. Ulusal Astronomi Toplantısını gerçekleştirmiştir. Bu toplantıda Ulusal Gözlemevi projesinin koordinatörlüğü Prof. Dr. Zeki Aslan'a verilmiştir. Böylece 1 Ekim 1992 yılında bu proje Ulusal Gözlemevi Kurulması adı altında yürürlüğe girmiştir (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Tarihçe, 1997).

Gözlemevi kurulması belirli bir yol katettiğinde Tubitak Ulusal Gözlemevi Kuruluş ve İşletme Yönetmeliği 17 Temmuz 1995’de 22346 sayılı Resmi Gazete’ de yayınlanmıştır. Daha sonra 6 Ekim’de de gözlemevi ilk müdürü olarak Prof. Dr. Zeki Aslan atanmıştır (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Tarihçe, 1997).

2500 m rakıma sahip bu bölgede yeni nesil bir araştırma merkezi olan bu gözlemevini kurmak oldukça zordur. Saklıkent'ten gözlemevine giden yolun

yapılması, elektrik hatlarının hazırlanması ve döşenmesi, teleskop ve ana hizmet ve diğer binalarının yapılması, gözlemevi bünyesinde görev alacak olan idari, teknik ve araştırmacı personelin oluşturulması gibi birçok önemli aşama sırayla halledilmiş ve 1997 Eylül ayında TUG'un resmi açılışı yapılmıştır (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Tarihçe, 1997).

İlk ışık ise TUG'un 40 cm çapa sahip olan ilk teleskobu yani T40 teleskobu ile Ocak 1997'de, 150 cm çapındaki gözlemevinin diğer teleskobu RTT150 teleskopunda da Eylül 2001'de alınmıştır ve bu ulusal gözleminde bilimsel gözlemler ve araştırmalar başlamıştır (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Tarihçe, 1997).

8.2 Teleskoplar

Tübitak Ulusal Gözlemevi (TUG) Bakırlıtepe yerleşkesinde aktif olarak gözlem projelerinde kullanılan teleskoplar bulunmaktadır. Tübitak Ulusal Gözlemevi'nde bulunan bu nitelikli teleskoplarla yapılan gözlemler sayesinde yürütülen projelerden toplanan verilerin hak sahipleri Tübitak Ulusal Gözlemevi ve belirli bir zaman diliminde ilgili proje yürütücüsü olmaktadır. Bu veriler, yapılan projenin gözlemlerinin resmi olarak bitmesinden 2 yıl sonra diğer araştırmacıların kullanımına açılmaktadır (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019).

8.2.1 RTT150 Teleskobu

Ülkemizdeki en büyük teleskoptur. RTT150 teleskobu Türkiye ve Rusya arasında 1995 yılında imzalanmıştır ve teleskop 1997 yılında kurulmuştur. Bu teleskop ile İlk Işık 2001 Eylül ayında alınmıştır. Protokol üyeleri Tubitak, Rusya Bilimler Akademisi Uzay Araştırmaları Enstitüsü ve Kazan Devlet Üniversitesi 'dir (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019).

RTT150 teleskopunda yapılan gözlemler Bakırlıtepe 'de bulunan merkez binadaki Teleskop Kontrol Odası'ndan veya Antalya'daki Yönetim Binası'nda bulunan Teleskop Kontrol Merkezi'nden uzak bağlantı aracılığıyla yapılabilmektedir (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019).

8.2.1.1 RTT150- Genel Özellikleri

Kurgu türü:	Çatal Sistem (Equatorial)
Tüp uzunluğu:	4970 mm
Ağırlığı:	37 ton
Ayna çapı:	1500 mm
Ayna merkezi delik çapı:	580 mm
Ayna odak oranı:	f/1.3
Ayna ağırlığı:	970 kg
Ayna kalınlığı:	24 cm
Ayna taşıyıcı ağırlığı:	2460 kg
Ayna kaplaması:	Al + SiO ₂
Kubbe:	Observa-DOME
Çap:	10.5 m. (Dış)
Yarık:	3.35 m.

Şekil 17: Teleskop genel özellikleri (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)

8.2.2 T100 Teleskobu

Bu teleskop özellikle geniş bir bölgede çok renk ışık ölçümü veya yer bulma amacı ile gözlemlerde kullanılmak için ABD'deki ACE firması tarafından yaptırılan 1 m ayna çapına sahip bir teleskoptur. 2009 yılı 2, 8 Eylül tarihlerinde Bakırlıtepe Yerleşkesindeki Güney Tepe denilen noktadaki T100 binasına ACE firmasından gelen Dr. Peter Mack ile birlikte TUG Teknik Ekibi tarafından kurulmuştur. Bu teleskop ile ilk ışık 7 Ekim 2009 gecesi alınmıştır (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019).



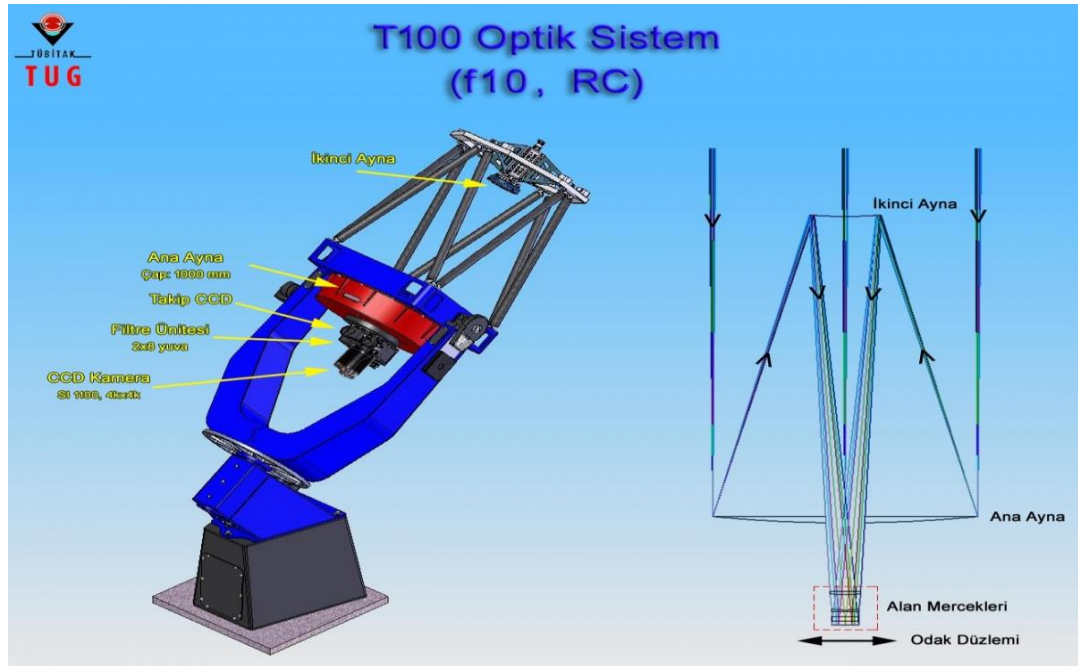
Şekil 18: Tubitak Ulusal Gözlemevi (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)

8.2.2.1 T100- Genel Özellikleri

Modeli:	ACE RC1.0
Optik sınıfı:	Ritchey-Chrétien
Ayna çapı:	100 cm
Odak uzaklığı:	1000 cm
Odak oranı:	f/10
Odak düzlemi:	45 mm dışarıda
Alan merceği:	3-elemanlı (takılı değil)
Ayırma gücü:	0.11"
Odak ölçeği:	21 "/mm
Filtre Tekerleği:	8 yuvalı, 2 adet
Kubbe:	ASH-DOME, "MEBH" modeli Çap: 6.86 m (22'6") Yarık Genişliği: 2.28 m (90")

Şekil 19: Teleskop genel özellikleri (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)

8.2.2.2 Optik Sistemi



Şekil 20: T100 Optik sistemi (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)

8.2.2.3 Alan Merceği

T100 teleskobundaki 76 mm çapına sahip görüntü alanının kenarlarında bulunan optik kusurları düzeltmeye yarayan alan merceği, teleskop kurulum esnasında deneme amacı ile takılmış ve küçük de olsa ışık kaybı ve yansıma etkileri olabileceğinden dolayı tekrar çıkartılmıştır. Fakat daha sonra, fotometrik ve astrometrik gözlem projeleri geniş alan gerektirdiği için bu mercek sistemi 9 Kasım 2013 tarihinde yeniden takılmıştır. (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)

8.2.3 T60 Teleskobu

ABD'de bulunan OMI firması aracılığıyla yapılan 60 cm ayna çapına sahip T60 teleskobu, Eylül 2008'de TUG'da bulunan 40 cm açıklıklı teleskobun aktif olduğu binaya kurulmuş ve ilk ışık 2008 yılı 5 Eylül gecesi alınmıştır. T60 teleskobu, robotik olarak çalışmaktadır. T60 teleskobunda bilim amaçlı gözlem araştırmalarına Ağustos 2010 tarihinde başlanmıştır. (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)



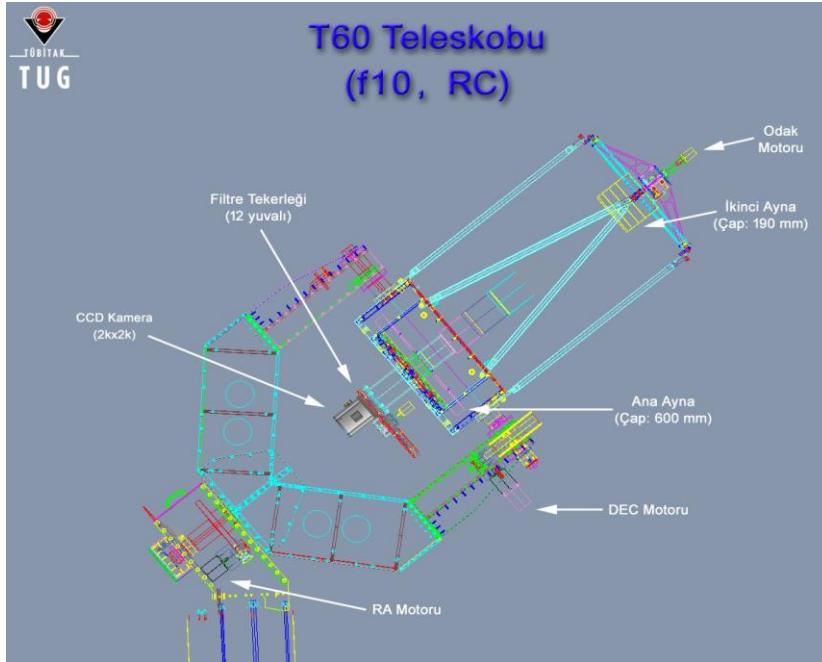
Şekil 21: Tübitak Ulusal Gözlemevi T60 Teleskobu (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)

8.2.3.1 Genel Özellikleri

Modeli	OMI RC06
Optik sınıfı	Ritchey-Chrétien
Ana ayna çapı	600 mm
2. ayna çapı	190 mm
Odak uzaklığı	6000 mm
Odak oranı	f/10
Ayırma gücü	0.23"
Odak ölçeği	34"/mm
Filtre Tekerleği	12 yuvalı
Kubbe	ASH-DOME, "R" modeli 14'6" (4.42 m) çaplı, 100 san/devir

Şekil 22: Teleskop genel özellikleri (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)

8.2.3.2 Optik Sistemi



Şekil 23: Teleskop optik sistemi (Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar, 2019)

9. MORÖTESİ ASTRONOMİ VE TELESKOPLAR

Görünür ışıktan daha kısa dalga boyuna sahip morötesi veya ultraviyole adı verilen ışınım, dalga boyu aralığı 100 ile 400 nm arasındadır ve oldukça fazla enerjiye sahiptir. Morötesi ışınım genelde genç ve sıcak yıldızların etrafında bulunan gaz bulutlarından yayılmaktadır (Kamun, 2020).

Atmosferin geçirgenliğini azaltan tabaka olan ozon tabakası, morötesi ışınımı engeller ve Dünya'daki yaşam bu zararlı ışınlardan korunmuş olur. Bu nedenle 1960'lı yıllardan itibaren morötesi astronomik gözlemlerde uzay teleskopları kullanılmaya başlanmıştır (Kamun, 2020).

1978'de yörüngeye giren International Ultraviolet Explorer 45 cm berilyum ile kaplanmıştır ve hiperbolik yapıya sahip bir birincil ayna ve yine hiperbolik yapıda diğer bir ikincil aynayla Cassegrain tipi yansıtıcı ayna olarak tasarlanmıştır. Tüpün içinde birde iki farklı dalga boyunda çalışan spektrograf cihazı bulunmaktadır. Görünür dalgaboyu aralığında sönük gözükten beyaz cüceler ve genç ana kol yıldızları gözlemlenebilmiş ve bu yıldızlar ile ilgili bilgi ve görüntüler elde edilmiştir. 2003'de gönderilen Galaxy Evolution Explorer (GALEX) adı verilen teleskop ise 50 cm çapında birincil aynayla Cassagrian tipi yansıtıcı tasarımıdadır. 10 milyar yıl öncesi evreni inceleyen bu teleskop galaksilerin oluşumunu ve hangi galakside ne kadar sayıda yıldız olduğunu belirten gözlemler yapmıştır (Kamun, 2020).

2022 Şubat'a kadar morötesi bölge gözlemi yapabilmek adına toplamda 22 teleskop gönderilmiştir. Aktif uzay teleskoplarından biri olan Hubble Uzay Teleskobu Galaksi evrimi, gezegenlerin oluşumu ve yaşam için gerekli olan bilgileri incelemiştir. Hubble, morötesi dalga boyu aralığında astronomik gözlemler yaparak kuasarların yapıları hakkında bilgiler ve yıldızlararası ortam bilgileri toplamıştır. Kasım 2004 de NASA tarafından uzaya gönderilen SWIFT ise aslında evrende gama ışın patlamaları takibi için geliştirilmesine rağmen morötesi ve optik teleskoplarına da sahiptir. SWIFT, bağımsız çalışmaz ve gama ışını patlaması sırasında optik ışına ve morötesi ışınları incelemektedir. 2015 yılında Hindistan Uzay Ajansının gönderdiği

ASTROSAT ise uzay gözlemevi niteliğindedir. Bünyesinde birden fazla dalga boyunda gözlem yapan cihazlar bulunmaktadır. Bunlardan biri Morötesi Görüntüleme Teleskobudur. Ancak ASTROSAT'ın amacı X ışını astronomisine eğilmektir. Çin Ulusal Uzay İdaresinin 2013 yılında Ay yüzeyine indirdiği Change3 robot gezgini 50 mm'lik bir Ay tabanlı ultraviyole teleskoba sahiptir. Ay yüzeyinde konumlanan LUT, astronomi bilimi tarihinde bir ilk olmakla birlikte bir de çift yıldız gözlemi de yapabirmiştir. Fakat küçük teleskop olmasından dolayı gözlem kabiliyetleri sınırlıdır. Uzayda günümüzde de aktif olan yalnızca morötesi astronomi gözlemleri yapan iki farklı uzay teleskobu vardır. Bunlardan ilki NASA'nın IRIS teleskobudur ve IRIS'in tek görevi Güneş'i gözlemlemektir (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

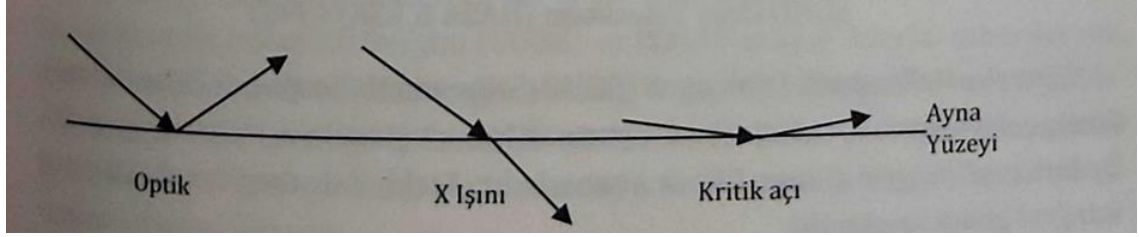
Japonya Uzay Ajansına ait Hisaki Uzay Teleskobu Dünya alçak yörüngesine konuşlandırılmıştır ve aşırı morötesi spektroskoba sahip Hisaki, Jüpiter, Venüs ve Mars gibi gezegenleri de gözlemlemektedir. JAXA, dahada gelişmiş morötesi uzay teleskobu iş birliği için Rusya Uzay Ajansı ROSCOS MOS ile birliktedir. İspanya da destek olarak 1,7 m çapında morötesi uzay teleskobu ve gelişmiş morötesi spektroskopu ile tamamlanmış bir gözlemevi niteliğindedir. Öte gezegenler ve Güneş Sistemi gözlemlerinde kullanılmaktadır. Teleskobun 2025 yılında uzaya fırlatılması planlanmaktadır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

10. GAMA ve X IŞIN TELESKOPLARI

Gama ve X ışınları Dünya atmosferinden geçemediğinden bu dalga boyunda gelen ışınlar ancak uzay teleskopları ile gözlenebilmektedirler (Polatoğlu, 2022).

Bu dalga boylarından gelen ışınlar oldukça yüksek enerjilidirler. Dolayısıyla mercekten yansımadan geçip gidebilirler. Bu sebeple bu teleskopların yapıları optik teleskoplardaki sistemden farklıdır. Aynalı bir teleskopta gelen ışık aynadan yansıtılarak odağa gönderilirken X ışınları ise aynadan kolayca yansıtılamazlar. Kritik açı ile yansıtma gerçekleştirilmelidir. Yoksa X ışınları aynadan yansımamakta ve

kırılarak geçmektedir. Bu sebeple X ışın teleskoplarında parabolik ve çok sayıda iç içe geçmiş aynalar bulunmak zorundadır (Polatoğlu, 2022).



Şekil 24: X ışınının izlediği yol ve gerekli olan kritik açı (Polatoğlu, 2022)

X ışını gözlemleri için tasarlanan en önemli üç uzay teleskobu Chandra, XMMNewton ve NuSTAR teleskoplarıdır (Polatoğlu, 2022).

10.1 Gama Işını Astronomi Teleskopları

Gama ışını uzay teleskopları, daha öncede bahsedildiği üzere gök cisimlerinden yayımlanan fakat atmosferimiz tarafından absorplandığından yeryüzünden gözlenebilmesi mümkün olmayan oldukça yüksek enerjiye sahip gama dalga boyu aralığındaki ışınları toplamak adına ve bu ışınlar yardımıyla belirli ölçümler yapmak için gerekli teleskop ve dedektörlerden oluşan uzay araçlarıdır. Bu uzay teleskopları 1960 yılından bu zamana kadar uzaya gönderilmektedir. Günümüze bakıldığında toplamda 13 gama ışın teleskobu uzaya gönderilmiş fakat bunlardan yalnızca beşi aktiftir (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

ESA'nın, ROSCOSMOS ve NASA ile iş birliği yapıp geliştirdiği Uluslararası Gama Işın Astrofizik Laboratuvarı (INTEGRAL) aktif olarak devam eden ve en uzun süredir faaliyet gösterenidir. Yaklaşık 5 m uzunluğundadır. Çapı 3,7 m ve 4 ton ağırlığında olan Integral, oldukça büyük bir uzay teleskopudur (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

Integral, dört hassas cihaz taşımaktadır. Bunlar: Gama ışınlarının enerjisini ölçmeye yarayan bir tayfölçer, Gama ışını kaynağından gelen yüksek çözünürlükteki görüntülerini yakalayan bir görüntüleyici, Gama ışını yayan cisimi tespit eden bir X-ışını takipçisi ve bir de optik kamera. Bu cihazların hepsi, aynı zamanda aynı bölgeyi gözlemleyebilmektedir. Integral uzayda yaklaşık 20 yılı geride bırakıp karadelikler ile

nötron yıldızları gibi kompakt nesnelerin ve süpernova patlamaları ile ilgili bazı bilgilerin elde edilmesine önemli katkılarda bulunmuştur. NASA'ya ait olan Swift Gözlemevi, uzayda gerçekleşen gama ışını patlamalarını incelemek üzere tasarlanan ve üç teleskoptan oluşan bir uzay aracıdır. Yaklaşık 5 metre uzunluğa sahip, 5,4 metre çapta ve yaklaşık 1,5 ton ağırlığında olan büyük bir uzay teleskobudur. Integral 'den farklı olarak Dünya'nın alçak yörüngesinde konuşlandırılmıştır. Yaklaşık 600 km irtifada dairesel bir yörüngededir. Swift'teki üç teleskoptan ilki olan Patlama Uyarı Teleskobu, gama patlamasını 10 saniye süre içerisinde büyük bir hassasiyetle algılar ve yerini tespit edebilmektedir. Swift'teki X ışını teleskobu ise patlamanın konumuna ilişkin bilgiyi daha da güçlendirmek için patlama sonrası çıkan X ışınlarını 60 saniyede yakalamaktır. Morötesi optik teleskop ise iki saat içinde diğer teleskoplar tarafından elde edilen bilgi ve verileri işler ve gama ışını patlamasının görüntüsünü elde etmektedir (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

2008'de Dünya'nın alçak yörüngesinde ve yaklaşık 500 km irtifada konuşlandırılan Fermi Gama Işını Teleskobu ise ABD Enerji Bakanlığı, NASA ve Japonya ile Avrupa'daki kurumların ortaklığıyla geliştirilmiştir. 2,8 metre uzunluğuna sahip, 2,5 metre genişlikte bir uzay aracı olan Fermi Teleskobu, orta büyüklükte olan bir uzay teleskobudur ve geniş alan teleskobuna sahip olduğundan diğer gama ışını uzay teleskoplarıyla aynı özellikte değildir. Fermi görünür evrenin haritasını çıkarmak amacıyla tasarlanmış bir teleskoptur. ABD'deki bilim insanları, Fermi Teleskobu katkılarıyla topladıkları veriler ile uluslararası iş birliğiyle gök cisimlerinin katalogunu hazırlamışlardır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

10.2 X Işını Astronomi Teleskopları

X ışınları, nötron yıldızı ve karadelik gibi büyük kütleli ve sıcak gök cisimlerinin çevrelerinde, genellikle büyük patlamalardan sonra oluşan oldukça yüksek enerjili manyetik alanlardan kaynaklanmaktadır. X ışınları ayna yüzeyine çarpar ve emilirler veya çanak yüzeyi ince ise yüzeyden geçip giderler. Dolayısıyla belirli bir enerjiye kadar olan X ışınlarını odaklamanın mümkün olabilmesi adına oldukça küçük açıda teleskoplar kullanılmalıdır. Bu teleskoplar yüzey alanını genişletmek amacıyla iç içe geçmiş metal silindirlerden oluşmaktadır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022, s. 10).

Enerjileri yüksek olan X ışınları daha sıcak gök cisimlerinde görülür. Bu sıcak gökcisimlerinde süpernova kalıntıları, kara delikler, pulsarlar ve onların toplanma diskleri incelenir (Kamun, 2020).

ROSAT uydusu 1990 yılında X ışını bölgesinde veri alabilmek adına bulundurduğu dört adet Wolter teleskobu ve yüksek çözünürlüklü kamerası ile birlikte yörüngeye gönderilmiştir. Açıklık 84 santimetredir ve veri alabildiği ışınların enerji aralığı 0.1 ile 2 keV arasında değişmektedir. Bu aralık uç morötesi denilen en yüksek enerjiye sahip morötesi ışınları da kapsadığı için X ışını ile birlikte bir de uç morötesi yayılım yapmakta olan gök cisimlerinin kataloğu çıkarılmıştır (Kamun, 2020).

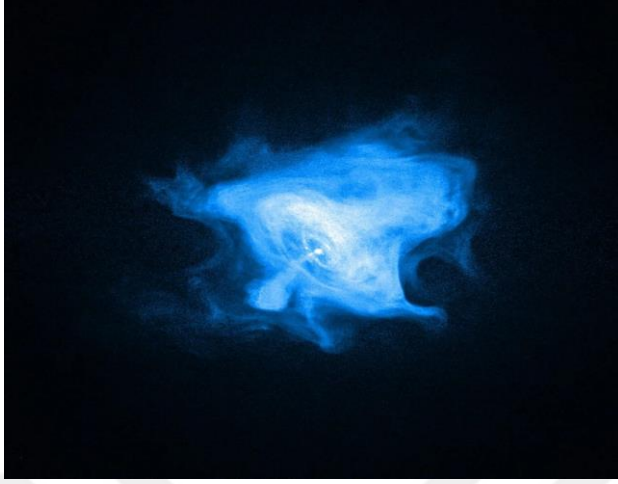
1999 senesinde ROSAT'ın görevi bitmiştir ve sonrasında yine dört Wolter teleskobuna sahip Chandra uzaya gönderilmiştir. Adını Nobel ödülüne sahip astrofizikçi Chandrasekhar'dan almıştır. Bu uydu ile oldukça fazla süpernovanın gaz bulutu görüntülenebilmiş ve merkezlerinde bulunan kara delik ya da nötron yıldızları keşfedilmiştir (Kamun, 2020).



Şekil 25: Chandra uydusu (Kamun, 2020)

NASA'nın dört Büyük Gözlemevi'nin üçüncüsü olan Chandra, Dünya'daki en güçlü X ışın teleskobudur. X ışınları yıldızlarda milyonlarca derece sıcaklıklarda üretilmektedir. Chandra, gökadalardan ve diğer derin uzay gökcisimlerinin karma

görüntülerini almak için Hubble Uzay Teleskobu ve diğer teleskoplarla birkaç kez iş birliği yapmıştır (Polatoğlu, 2022).



Şekil 26: Yengeç Nebulası'nın pulsarının yaydığı X-ışınları (Kamun, 2020)

Bugüne kadar uzaya gönderilen 40 adet X ışını gözlemi yapan uzay teleskobu geliştirilmiştir. Bu teleskoplardan 11 adedi, Şubat 2022 verileri dahilinde hala aktif olduğu bilinmektedir. Bu uzay teleskoplarından en fazla süredir görev yapanları ise 1999 yılında uzaya gönderilen NASA'ya ait Chandra X Işını Gözlemevi ve ESA'nın XMMNewton teleskoplarıdır. 20 yılı aşkın süredir aynı yörüngede olup birbirini tamamlayan görevler üstlenen bu önemli iki teleskop, en gelişmiş X ışını teleskoplarıdır. Chandra X Işını Gözlemevi, ölmüş yıldızlardan sonra kalan sıcak gaz bulutları gibi yüksek enerjiye sahip bölgelerden gelen X ışınlarını gözlemlemektedir. Chandra iridyumdan yapılmıştır ve iç içe geçmiş oldukça hassas dört aynadan oluşmuştur. Bu özelliği sayesinde gök cisimlerinin konumunu oldukça iyi bir şekilde tespit edebilir ve yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilebilmektedir. Chandra X Işını Gözlemevi, şu ana kadar ölmüş yıldızlardan kalan kalıntıları, Samanyolu merkezindeki süper kütleli karadeliğin etrafında bulunan bölgeyi görüntüleyebilmiş ve evrenin birçok yerinde bilinmez olan karadelikler keşfetmiştir. Ayrıca bir galaksi çarpışmasına şahit olup karanlık maddenin normal maddeden ayrılışını da görüntüleyebilmiştir. XMMNewton ise Chandra'dan daha geniş aynalara sahip olması sayesinde düşük enerjili X ışınlarına odaklanmaktadır ve bu özelliği ile daha sönük gök cisimlerinden görüntü alabilmektedir. Chandra ve XMMNewton, 22 yıldan daha fazla yörüngede kalmış ve görev süreleri boyunca binlerce keşif yapma olanağı sunmuştur. Böylece bilim insanlarının binlerce bilimsel çalışma yapabilmelerine

olarak tanımlanmış iki önemli uzay aracı olmuşlardır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022, s. 11).

2012 yılında NASA'nın uzaya gönderdiği NuSTAR Teleskobu ise derin uzay araştırmaları için tasarlanmış küçük bir X ışını yörünge teleskopudur. Dünyanın alçak yörüngesine konuşlandırılmıştır ve NuSTAR'ın tasarımı diğer teleskoplardan farklıdır. NuSTAR Teleskobu, maliyetleri düşük tutmak amacı ile yörüngeye tamamıyla açılmadan yerleştirilmiştir. NuSTAR hem açılıp hem uzayabilen kafes gibi bir iskeleyle sahiptir. Bu iskele ise X ışın teleskoplarında odaklama yapabilmek için büyük odak uzunluklarını (en fazla 10 metre) elde etmekte kullanılır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022, s. 11).

NuSTAR Teleskobu'nun hedefleri arasında öncelikle karadelik taraması yapmak, güçlü kozmik hızlandırıcıları incelemek, genç süpernova patlamalarını haritalamak ve uzaydaki yüksek enerjiye sahip kaynakları tanımlamaktır. Fakat NuStar, Güneşten gelen X ışınlarını takip eder ve Güneş hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır. 2017 'de NASA'ya ait Uluslararası Uzay İstasyonu'na monte edilmiş NICER adında X ışını teleskobu, nötron yıldızlarını ve sıra dışı özelliklerinin incelenmesi için tasarlanmıştır. NICER Teleskobunun X ışını alıcıları oldukça hassas olduğundan tekil fotonları bile yakalayabilmektedir (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022, s. 11).

Aynı yıl uzaya fırlatılan ve Dünya'nın alçak yörüngesinde bulunan Çin'in sahip olduğu ilk X ışını uzay teleskobu olan HXMT veya "Insight" olarak bilinen teleskopun temel amacı, Galaksi Düzlemini tarayıp görüntü alınacak yeni kaynaklar bulmak ve bilinen kaynakların X ışınlarını gözlemlemek ve gama ışını patlamalarını incelemektir. Insight'ın başka bir amacı da NICER de olduğu gibi derin uzay çalışmaları için kullanılacak uzay araçlarına yardım amaçlı bir konum bulma yani navigasyon sistemi oluşturulmasında destek olmaktır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022, s. 11).

SpektrRG bir X ışını gözlem uzay teleskobudur. Temmuz 2019'da uzaya fırlatılmış ve Lagrange L2 noktasında konuşlandırılmıştır. SpektrRG'nin önemli amaçlarından biri dört yıl gibi süre boyunca tüm gökyüzünü X ışını aralığında yüksek çözünürlükte fotoğraflayabilmek ve evrenin bir haritasını çıkarmaktır. Her bir proje

altı ay sürecek ve toplamda sekiz adet harita oluşturulacaktır. Tüm bu oluşturulan harita çalışmaları birleştirilerek oluşturulacak yeni haritanın 2025 yılında yayınlanması planlanmaktadır. Yakın tarihte en yeni olan X ışını teleskobu ise İtalya Uzay Ajansı (ASI) ve NASA iş birliği ile birlikte geliştirilen IXPE teleskobudur. 2021 yılı 9 Aralık'ta Dünya'nın alçak yörüngesine konuşlandırılmıştır. IXPE nötron yıldızlarının, karadeliklerin ve pulsarların kozmik X ışınlarının polarizasyonunu ölçmek için tasarlanmış üç aynı teleskoptan oluşan bir uzay gözlemevidir. Amacı ise karadeliklerin, süpernova kalıntılarının, nötron yıldızlarının, pulsarların, kuasarların, magnetarların (güçlü manyetik alana sahip yıldızlar) ve aktif galaksi çekirdeklerinin manyetik alanlarının haritalanmasını sağlamaktır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022, s. 12).

11. KIZILÖTESİ ASTRONOMİ ve TELESKOPLAR

Kızılötesi astronomi, astronomide büyük ölçüde önemli bir yere sahiptir. Bu önemli konulardan ilki görünür dalga boylarında foton üretmeyen veya bu fotonları yansıtma yapmayan gök cisimleri kızılötesi dalga boyu aralığında gözlemlenmektedir. Görünür bölge dalga boyu aralığından gelen ya da yansıma yapan ışığın oldukça kısa ve dar dalga boylarında olduklarından uzayda bulunan gaz bulutlarından ya da kozmik toz parçacıklarından dolayı sapma yapmazlar. Kızılötesi ışıklarına baktığımızda ise dalga boyları yüksek olduğundan gaz ve kozmik tozlardan oldukça kolay geçebilir ve kızılötesi ışığı algılayan cihazlar ile basit bir şekilde gözlemlenebilirler (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

Kızılötesi bölgeden gelen ışık, evrenin başlamasına sebep olduğuna inanılan “büyük patlamadan” sonra uzaydaki ilk yıldızlar ve galaksiler hakkında ipuçları verebilmektedir. “Kozmolojik kırmızıya kayma” denilen zaman akımına bakıldığında, evren genişledikçe ışık gerilmektedir ve daha kısa dalga boylarına sahip olan morötesi ve görünür dalga boyu aralığındaki yıldızlardan gelen ışık, uzun dalga boyundaki kızılötesi dalga boyu aralığından gelen ışığın dalga boylarına gerilmektedir. Evrenin tarihindeki bu başlangıç zamanlarının gözlemlenebilmesi, enerji evrimi, zaman içinde galaksi, karadelikler, ilk yıldızların nasıl olduğu ve neye benzediği, günümüzdeki

evrene nasıl ulaştığımız gibi sorulara ışık tutmaktadır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

11.1 Kızılötesi Teleskoplar

Kızılötesi bölge teleskobu, evrendeki cisimlerden yayılmakta olan kızılötesi radyasyonu algılamak adına geliştirilen bir uzay teleskobudur. Uzayda olan kızılötesi ışınlamalar gaz ve toz bulutlarından geçer ve bozulma ve sapmaya uğramazlar. Böylece kızılötesi teleskoplar uzayın derinlerini keşfetmek adına oldukça önemli ve yeni araştırmaların önünü açabilecektir (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

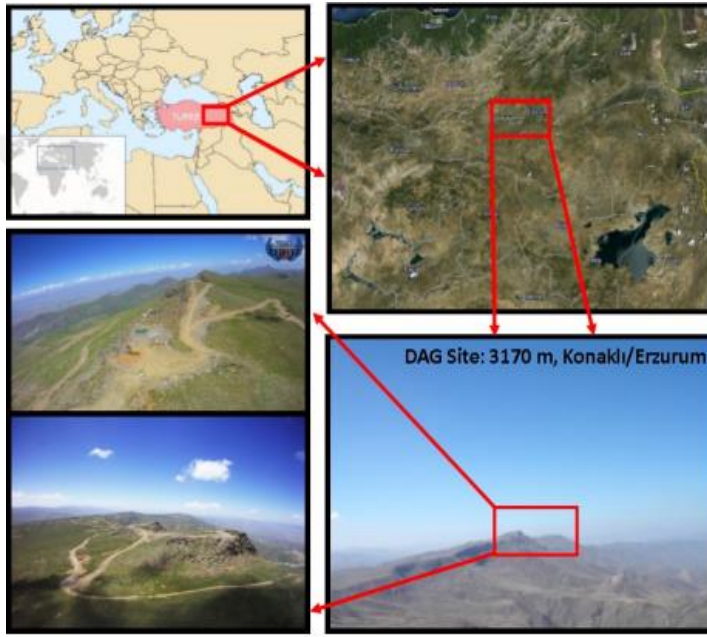
Optik teleskoplarla aynı yapıya sahip kızılötesi teleskoplar aynalı teleskop türüdür ama yapısı kızılötesi bölgeden gelen ışınlar duyarlı şekilde tasarlanmıştır. Kızılötesi ışınlar çoğunlukla atmosferin üst katmanlarında tutulur. Kızılötesi bölgede gözlem yapabilmek için teleskoplar yüksek rakımlara kurulmalıdır. Deniz seviyesinde ise kızılötesi bölge gözlemi yapmak mümkün değildir (Polatoğlu, 2022).

Kızılötesi teleskop sistemlerinin temelini radyasyon toplayıcı ve toplanan bu radyasyonu gözlem odağına yansıtan bir ayna oluşturmaktadır. Bu teleskoplar ile gözlem yapılırken bir kızılötesi kamera ve katı hal kızılötesi dedektörü kullanılmaktadır. Bu kamera ve dedektör çalışırken kızılötesi radyasyon yayılmasına sebep olurlar. Dolayısıyla teleskoptan çıkan radyasyon ile gözlemi yapılan kızılötesi bölge dalgalarıyla karışabilme durumu meydana gelebilir. Bu durumu engellemek adına teleskop aynaları mutlaka çok düşük ($-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ veya -200°C 'den daha soğuk) sıcaklıklarda soğutulması yapılmalıdır. Bu soğutulma işlemi genel olarak kriyostat adı verilen bünyesinde sıvı helyum barındıran cihazlar aracılığıyla yapılmaktadır (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).

11.1.1 Doğu Anadolu Gözlemevi

Türkiye'de bulunan tek ve en büyük kızılötesi teleskobu, Erzurum'daki Doğu Anadolu Gözlemevidir (DAG). Bu teleskop 4 m çapındadır ve Adaptif Optik sistemler kullanılarak tasarlanmıştır (Polatoğlu, 2022).

Kızılötesi bölge gözlemleri için daha öncedende bahsedildiği üzere atmosfer ve çevre koşullarının çok uygun olması gerekmektedir. DAG için ise 2007 ve 2010 yıllarında yürütülen Bilimsel Araştırma Projeleri ile tespit edilen atmosferik etki bulguları ve astronomik bulgular ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden edinilen bilgiler doğrultusunda Palandöken Dağı ve çevresinde bulunan Karakaya Tepeleri'nin astronomik gözlem yapabilme açısından olumlu özelliklere sahip ve Dünya'daki en iyi zirvelerinden birisi olduğu anlaşılmıştır (Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi, 2014).

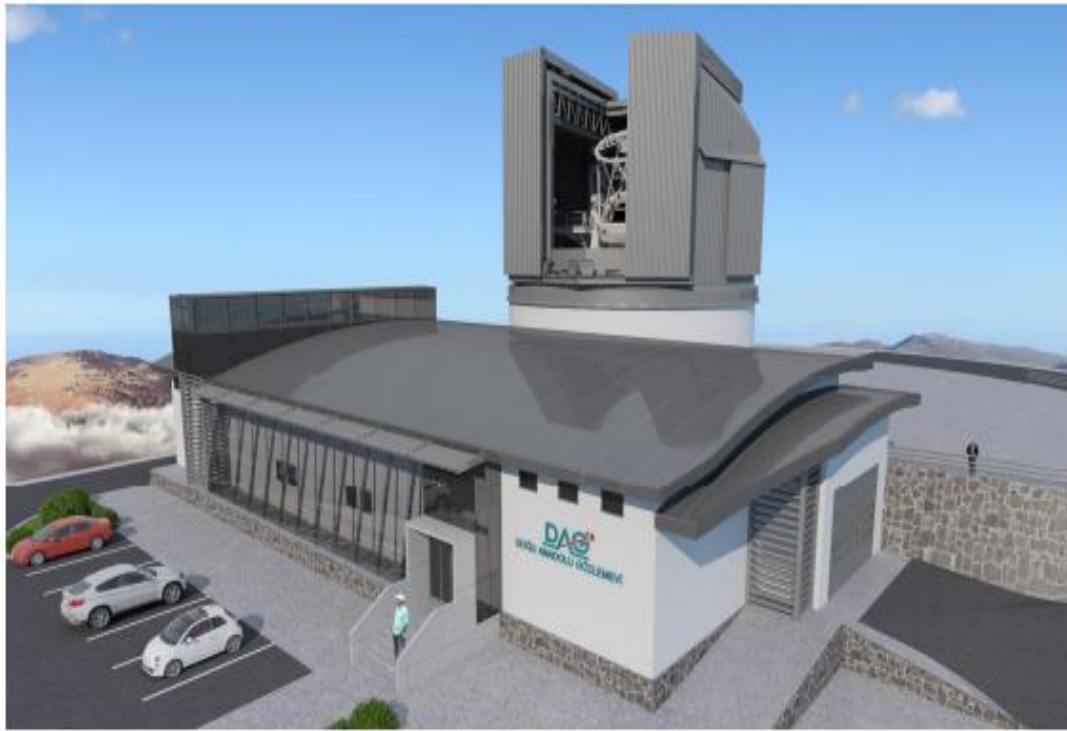


Şekil 27: DAG projesinin hayata geçirildiği coğrafi konumu. (Yeşilyaprak, 2016)

DAG yerleşkesinin kurulduğu Karakaya Tepeleri Atatürk Üniversitesi'ne tahsis edilmiştir. Bu bölgenin altyapısal özellikleri tamamlanmıştır. Erzurum şehir merkezini doğrudan görmediğinden ve şehir ile arasında rakım farkının 2500 m olduğundan ışık kirliliğinden uzak ve şehrin gelişeceği bölgeden de ters yönde bir konumdadır. Karakaya Tepeleri özellikle düşük nem oranına sahip ve rüzgar hızının, rüzgar yönündeki kararlılığının ve açık gün ve gece sayısının da potansiyeli düşünüldüğünde bu tepeler astronomik açıdan oldukça önemlidir. Bu yerleşke coğrafi ve topografik özelliklerine bakıldığında büyük çaplara sahip birden fazla teleskop barındırabilir. DAG büyük bir gözlemevi için kurumsal ve yöresel desteğe de sahiptir. Dolayısıyla kurulması ve faaliyeti süresince ulusal ve uluslararası büyük çaplı projelere destek olup, gökbilim araştırmacılarına ve bilim dünyasına, ülkemizi

uluslararası bilim dünyasında adını fazlasıyla duyurulmasında büyük katkı sağlayacaktır (Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi, 2014).

Astronomi bilimine sunulan Doğu Anadolu Gözlemevi 4 metre çaplı teleskobu ile Türkiye'deki en büyük ve ilk kızılötesi teleskobu olma niteliğindedir. DAG Teleskobu İtalya Lecco' da belirli test aşamalarından geçerek 2019 Ekim ayında testleri tamamlanmıştır. Başlangıçta 2020 yılında hizmete girmesi planlanan DAG 'ın COVID19 pandemisi nedeniyle açılışı 2022 de yapılmıştır (Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi, 2014).



Şekil 28: DAG Ana ve Hizmet Binası ve Teleskop Muhafazası (Yeşilyaprak, 2016)

11.1.1.1 Teleskop Yapısı

Küresel sapmaları önlemek için teleskop optik yapısı bir Ritchey Chretien yapısı olarak belirlenmiştir. Yani birincil ve ikincil aynalar hiperboliktir. Bu aynalar bir araya getirilmiş ve eksen dışı performansı mükemmel kılmaktadır. Bununla birlikte birincil aynanın maliyetinin yüksek olması nedeniyle bu tip teleskop üretimi nadirdir. Ritchey Chretien anlayışı çoğunlukla profesyonellerde kullanılır (Hubble veya Herschel gibi uzaysal teleskoplar). Teleskop montajı bir alt azimutal olarak

belirlenmiştir ve teleskopun iki serbestlik derecesi vardır, biri yatay (azimut) diğeri dikeydir (yükseklik) (Baudeta, Jolissainta, Keskin, Yeşilyaprak, & Yerli, 2016).



Şekil 29: Sol: Alt azimut kavramı. Sağ: DAG (Baudeta, Jolissainta, Keskin, Yeşilyaprak, & Yerli, 2016)

11.1.1.2 Teleskop Birincil Ayna Çapı ve Merkezi Kararma

İkincil aynanın birincil ayna çapına oranı merkezi kararma oranını vermektedir. Bu kararmaya bulanıklık da diyebiliriz. Teleskopta %30 luk merkezi bir kararma, %10 bir ışık akısı kaybı oluşturmaktadır. Bu normal bir değerdir ve mevcut teleskopların çoğu %20-30 aralığında merkezi bir belirsizliğe sahiptir. Her durumda daha uzun pozlama süresi ile daha düşük bir ışık akısı sağlanabilir (Baudeta, Jolissainta, Keskin, Yeşilyaprak, & Yerli, 2016).

DAG teleskopu hem sınırlı görmeye hem de adaptif optiğin düzeltilmesine adanmış genel amaçlı bir teleskoptur. Geliştirilen farklı iki aynalı tasarımlar arasında teleskop tasarımı tarihinde dar ve orta görüş alanlı gözlemler için en tercih edilen seçenekler arasında olacaktır (Baudeta, Jolissainta, Keskin, Yeşilyaprak, & Yerli, 2016).

11.1.1.3 Aktif Optik Stratejisi

Teleskop işlemleri sırasında aynaları destekleyen altı ayaklı sistem dalga cephesi hatalarını düzeltmek için kullanılmaktadır.

Teleskop dalga cephesinin bozulması birkaç sebepten kaynaklanabilir. Bunlar:

- Ayna imalatı,
- Ayna konumu,
- Yansıtma desteği tümleştirme hataları,
- Yükseklik açısı ile tüp sapması,
- Sıcaklık değişimi ile tüp sapması.

Tüpe entegrasyon sırasındaki ayna konumu hataları ayna merkezleri ve odak düzlemi hizalaması ile düzeltilir. Bu ilk aşamada, 3 aynanın imalat hataları, yani nominal eğrilik yarıçapından sapmalar ve optik eksen oryantasyonu, aynanın imalatı sırasında ölçülerek düzeltilmelidir (Baudeta, Jolissainta, Keskin, Yeşilyaprak, & Yerli, 2016).

Hizalama ve kalibrasyon adımı sırasında ise ayna konumu ve üretim hataları hatanın doğrudan ölçümü ile düzeltilmektedir. Ayna konumu tüp sapmasına bağlı kaymalar (yükseklik ve sıcaklık etkisi) ölçümler yapılarak ve altılı ayak sistemi tarafından telafi edilmektedir (Baudeta, Jolissainta, Keskin, Yeşilyaprak, & Yerli, 2016).

11.1.2 Spitzer Uzay Teleskobu

Uzayda en uzun süre çalışan kızılötesi bölge uzay teleskobu ise NASA'ya ait Spitzer Teleskobu 'dur. 2003 yılında fırlatılan Spitzer uzay teleskobunun beklenildiği gibi soğutucusunda bulunan sıvı helyum beş yılın ardından tükenmiştir. Fakat sıvı helyum tükenmesine rağmen, teleskopta bulunan kızılötesi kameranın iki kısa dalga modülü, soğutucu madde kullanmadan 2020 yılı başlarına kadar ilk 5 yıldaki hassasiyetiyle aktif halde çalışmaya devam etmiştir. Spitzer Teleskobu aktif olarak çalıştığı 17 yıl süre boyunca oldukça fazla keşif yapılabilmektedir. Astronomi bilimi insanları Spitzer Uzay Teleskobu ile Güneş Sistemi dışında bulunan ve yıldızların etrafında dönmekte olan dev gezegen parlamalarını tespit edebilmişlerdir (Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları, 2022).



Şekil 30: Spitzer Uzay Teleskobu (NASA/JPL-Caltech)

Spitzer uzay teleskobu ısı radyasyonu olan bir teleskop olup kızılötesi radyasyonu tespit etmek için tasarlanmıştır. İki ana bileşenden oluşmaktadır. 85 santimetrelilik teleskop ve Spitzer'in üç bilimsel aletini içeren kriyojenik teleskop tertibatı. Bu tertibat teleskobu kontrol eden, aletlere güç sağlayan, bilimsel verileri işleyen ve Dünya ile iletişim kurmaya yarayan tertibattır (NASA/Spitzer Uzay Teleskobu - Göreve Genel Bakış, 2022).

Spitzer Uzay Teleskobu'nun düzgün çalışması için hem sıcak hem de soğuk olması gerekir. Kriyojenik teleskop tertibatı mutlak sıfırın (-273 Santigrat derece) yalnızca birkaç derece üzerine soğutulması gerekmektedir. Bu da daha öncede bahsedildiği üzere bir sıvı helyum veya kriyojen tankı ile sağlanmaktadır. Fakat bu teleskobun elektronik ekipmanın oda sıcaklığında çalışması gerekmektedir (NASA/Spitzer Uzay Teleskobu - Göreve Genel Bakış, 2022).

Spitzer'in oldukça iyi derecede hassas ölçüm alabilen araçları, astronomi bilimi insanlarının yıldız doğumlarını, galaksiler ve yeni oluşan gezegen sistemleri olmak üzere teleskoplar tarafından gözlenemeyen kozmik bölgelere bakmalarına imkan tanımıştır. Spitzer'in kızılötesi gözlemleri, astronomların evrendeki kahverengi cüceler, güneş dışı gezegenler, dev moleküler bulutlar ve diğer gezegenlerde yaşamın sırrını elinde tutabilecek organik moleküller gibi daha soğuk nesneleri görmelerine de olanak sağlamıştır (NASA/Spitzer Uzay Teleskobu - Göreve Genel Bakış, 2022).

11.1.2.1 Uydu Tasarımı

Spitzer uzay teleskobunun uçuş donanımı, bir uzay aracından oluşmaktadır. Çalışma sıcaklığına bakıldığında, kriyojenik bir sistem ile soğutulan teleskop düzeneği, süper akışkan sıvı helyum, helyum kaynama gazı ile birlikte ışımsal bir soğutma yaparak çok daha düşük sıcaklıklarda çalışmaktadır. Spitzer Uzay aracı düşük termal iletkenliğe sahip payandalar ve kalkanlardan oluşmaktadır ve bu iki bileşen bir sistemle birbirinden termal olarak izole edilmiştir (Gehrz, ve diğerleri, 2007).

Spitzer uzay aracı, teleskobun güç üretimi, işaretleme ve momentum kontrolü, veri işleme, depolama ve telekomünikasyon işlerini yürütmektedir. Uzay aracı yapısı sekizgen şekilli olup alüminyum petek malzeme ve grafit kompozitten yapılmıştır. Düşük termal iletkenliğe sahiptir. Uzay aracı elektronik sistemleri olduğu gibi tamamen yedeklidir. Kızılötesi Dizi Kamera (IRAC), Kızılötesi Spektrograf (IRS) ve ortak bir odak düzlemi olmak üzere üç kızılötesi enstrümana sahiptir (Gehrz, ve diğerleri, 2007).

11.1.3 Hubble Uzay Teleskobu

Teleskop, ultraviyole dalga boyu aralığından yakın kızılötesi dalga boyu aralığına kadar görüntüler kayıt edebilmektedir ve Dünya yörüngesine konuşlandırılan ilk gözlemevidir. 24 Nisan 1990 tarihinde Discovery adında uzay mekiği ile fırlatılmıştır. Hubble Uzay Teleskobu, Dünya yüzeyinin 547 km yukarısındadır ve bu noktada günde 15 yörünge tamamlamaktadır. (NASA, Hubble Uzay Teleskobu, 2022) Saniyede 7.500 metre kadar yol alır. 13 metre uzunluğunda olup yaklaşık 12 ton ağırlığındadır ve ayna çapı da 2,4 metredir (Polatoğlu, 2022).

Amerikalı astronom Edwin Hubble'ın anısı için bu isim verilmiştir. İlk uzay teleskopu niteliğinde olmasa da HUT en büyük uzay teleskobudur. HUT, NASA ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) iş birliği ile tasarlanmış bir çalışmadır (Polatoğlu, 2022).

HUT yörüngede dönme esnasında sahip olduğu birincil ayna, güneş sistemindeki bütün gök cisimlerinden uzak evrene kadar olan bölgelerde gök cisimlerinden gelen ışığı toplamaktadır. Hubble Uzay Teleskobu büyüklüğü yaklaşık olarak bir okul otobüsü kadardır. Hubble Uzay Teleskobu çözünürlüğü, bir insanın gözünden yaklaşık olarak 1000 kat daha iyidir (NASA, Hubble Uzay Teleskobu, 2022).

1970'li yıllarda 1983'te uzaya gönderilmesi planlanan HUT için gerekli fon bulunmuştur ancak projenin bütçe sorunları, teknik aksamalar ve o yıllarda yaşanan Challenger faciası sebebiyle gecikmiştir. 7 yıl gecikse de 1990'da yörüngeye yerleştirilmiştir. Fakat sonra da bilim adamları, ana aynada bir sorunu keşfetmiş ve ana aynanın teleskobun çalışmalarını kısıtladığını fark etmiş, yanlış yerleştirilme olduğunu tespit etmişlerdir. Bir uzay mekiği aracılığı ile 1993 yılında bu sorun giderilmiştir. HUT, uzay teleskobu niteliğinde olduğundan yeryüzündeki teleskoplara göre daha çok avantaja sahiptir. Daha önce de bahsedildiği üzere atmosferin olumsuz faktörlerinden etkilenmeden görüntü elde edebilmesinin yanı sıra, Ozon tabakasındaki morötesi ışınımın gözlemlenebilmesi yalnızca bu şekilde mümkün olabilmektedir. 1990 yılında fırlatıldıktan sonra gökyüzü gözlemleri açısından önemli bir yer edinmiş ve gökbilim ile ilgilenen astronom ve bilim insanlarının astrofizik alanındaki temel problemlerine cevap aramakta fazlasıyla yardımcı olmuştur. HUT, uzayda görevini yaparken bakımı astronotlar tarafından yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır ve bu özellikte tek teleskoptur. Son bakımı 2009 Mayıs ayında yapılmış ve toplam beş defa bakım amacı ile uçuş gerçekleştirilmiştir. İlk servis amaçlı uçuşu da Aralık 1993'te Hubble'ın görüntüleme hatası vermesi ve bunun düzeltilmesi için gerçekleştirilmiştir. Bakım uçuşlarında da çok sayıda alt sistem onarımı yapılmış ve birkaç gözlem cihazı daha gelişmiş modern ve yetkin olanlarıyla değiştirilmiştir. Fakat 2003 yılına geldiğimizde Columbia Uzay Mekiği kazası sonrasında beşinci bakım uçuşu güvenlik açısından yetersiz olması gerekçeleri ile iptal edilmiştir. Uzun süren tartışmalar olmuştur ve sonuç olarak NASA tekrar karar vererek kurumun yöneticisi Mike Griffin tarafından son kez olmak koşulu ile bir servis uçuşu yapılabileceğine izin vermiştir. STS-125 bakımı Mayıs 2009'da gerçekleştirilmiştir, iki yeni modern cihaz takılarak çok sayıda tamir yapılmıştır. Yeni cihazlar takılıp düzeltmeler ve testlerden sonra HUT işlemlerine Eylül 2009'da tekrar başlamıştır (Kamun, 2020).

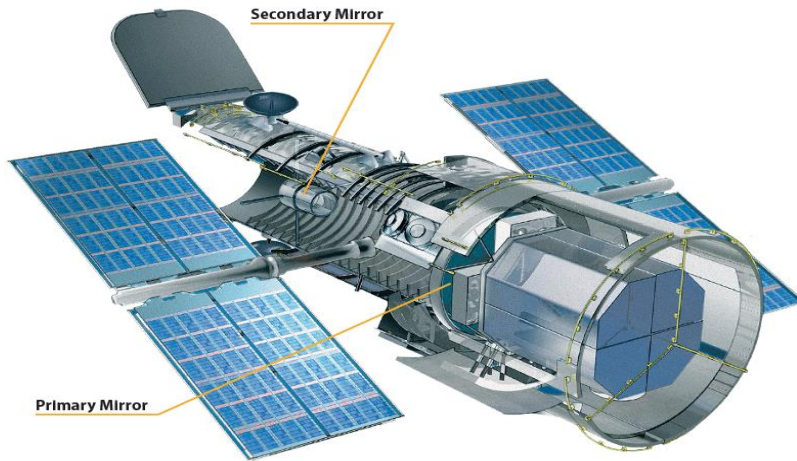
Hubble, Dünya yörüngesinde yaklaşık 20 yıldır gözlem yapmaktadır. NASA'nın Büyük Gözlemevi projelerinden ilki olan Hubble, oldukça fazla sayıda kozmik nesnelerin çarpıcı görüntülerini yakalamış ve gökbilimcilere evrenin en uzaktaki manzaralarını sunarak astronomide devrim yaratmıştır. Hubble, evren ölçeğini, yıldızların yaşam döngüsünü, karadeliklerle ilgili bilinmeyen birçok veriyi ve ilk gökadalardan oluşumunu aydınlatmıştır (Polatoğlu, 2022).



Şekil 31: Astronotlar tarafından alınan Hubble Uzay Teleskobu'nun fotoğrafı. (NASA, Hubble uzay teleskobu, 2009)

11.1.3.1 Optik Yapısı

Teleskobun ayna tabanlı optik sistemi evrenden gelen ışığı toplayıp odaklamaktadır. Daha sonra bu toplanan ışık bilim ve rehberlik araçları tarafından analiz edilmektedir. Optik Teleskop Tertibatı olarak isimlendirilen optik sistem, kızılötesi, görünür ve morötesi bölgedeki ışığı toplar ve Hubble'a evrenin eşsiz bir görüntüsünü vermektedir (Hubble, 2022).



Şekil 32: Hubble Uzay Teleskobu (NASA'nın Goddard Uzay Uçuş Merkezi, 2022)

Optik Teleskop Tertibatı grafit epoksi malzemesinden yapılmış iskelet tarafından desteklenmektedir. Grafit epoksi, Hubble'ın Dünya'nın yörüngesinde

dönmekteyken etkilendiği aşırı sıcaklık dalgalanmalarından kaynaklanan genişleme ve büzülmeye karşı dirençli bir malzemedir (Hubble, 2022).

11.1.3.2 Hubble Uzay Teleskobu Işığı Nasıl Yakalamaktadır?

Teleskop, ışığı toplayabilmek ve odaklayabilmek için Cassegrain teleskop tasarımında yerleştirilmiş iki ayna kullanmaktadır. Işık teleskop boyunca ilerler ve sonra çanak şeklindeki ana aynaya çarpmaktadır. Gelen ışık birincil aynadan yansdıktan sonra teleskopun önüne doğru geri dönmektedir. Geri dönen ışık ise burada kubbe şeklinde olan ikincil aynaya çarpmaktadır. Bu ikincil aynada yoğunlaşan ışık sayesinde analizler yapılarak bilim ve rehberlik araçlarına yönlendirilmektedir (Hubble, 2022).

Hubble kavisli aynalara sahiptir ve bu aynalar hiperboliktir. Yani standart, parabolik bir Cassegrain aynasına göre daha derin bir eğriye sahiptirler. Ritchey Chretien tasarımı olarak adlandırılan bu yapı, daha geniş bir görüş alanında daha keskin görüntüler sağlamaktadır (Hubble, 2022).

Birincil ayna çapı 2,4 metre, ikincil ayna ise yalnızca 30,5 santimetre genişliğindedir. Birincil aynanın boyutu, insan gözünden 40.000 kat daha fazla ışık toplamasına izin vermektedir (Hubble, 2022).

Birincil ve ikincil aynaların her ikisi de ince alüminyum ve magnezyum florür katmanlarıyla kaplanmıştır. Alüminyum tabakası aynanın yansıtıcılığını sağlamaktadır. Magnezyum florür tabakası ise alüminyumu oksidasyondan korumak ve ultraviyole ışığın yansıtıcılığını arttırmak için alüminyumun üzerine kaplanmıştır. Aynalar ve kaplamalar oldukça pürüzsüzdür (Hubble, 2022).

11.1.3.3 Hubble Uzay Teleskobu'nun Yakaladığı Bazı Görüntüler



Şekil 33: Denizanası gökadası JO175 (ESA, NASA, Gullieuszik, & GASP, 2023)

Hubble Uzay Teleskobu'nun aldığı bu görüntüde Galaksi asılı duruyormuş gibi görünmektedir. Bu Galaksinin, Dünya'dan uzaklığı 650 milyon ışık yılı kadardır. Hubble Uzay Teleskobu'nun Geniş Alan Kamerası 3 ile yakalanan bu görüntüde birkaç adet daha uzak Galaksi bulunmaktadır ve sağ alt tarafta da dört köşeli parlak bir yıldız yer almaktadır (ESA/Hubble, NASA, Bally, & Robberto, 2023).



Şekil 34: Hubble Uzay Teleskobunun yakaladığı Galaksi Kümesi (NASA & Ebeling, 2023)

Hubble Uzay Teleskobu'nun aldığı bu görüntünün tam ortasında bir gökada kümesi bulunmaktadır. Galaksi Kümesi'nin oldukça önemli boyuttaki kütlesi, bir yerçekimi merceği oluşturmaktadır ve bu Galaksi Kümesi'nin uzağındaki galaksilerden gelen ışığı kırmaktadır. Kümeyi çevreleyen birkaç çeşit başka Galaksi vardır ve ön planda da bir kaç yıldız, sivri uçlu görünümleriyle görüntünün tamamına dağılmıştır (ESA, HUBBLE, 2023).



Şekil 35: Hubble Uzay Teleskobu' nun çarpışma rotasında bulunan üç farklı Galaksi'den aldığı görüntü. (ESA/Hubble & NASA & Sun, 2023)

Bu görüntüde üç Galaksi karşılıklı yerçekimi etkileşimi ile sarmal yapılarını bozarak ve sonunda tek bir büyük Galakside birleşeceklerdir.

Boötes takımyıldızında bulunan olağanüstü bir şekilde birleşmekte olan Galaksi üçlüsü Hubble'ın aldığı bu görüntünün merkezinde yer almaktadır. Ön kısımda bulunan ilgisiz bir Galaksi diğerlerinin yakınında kendi başına süzülüyor gibi görünmektedir ve ayrıca çok daha uzak Galaksiler arka kısımda görülebilmektedir (ESA, Hubble, 2023).



Şekil 36: Orion Bulutsusu'nda bulunan yıldız ikilisi (ESA/Hubble, NASA, Bally, & Robberto, 2023)

Bu görüntüde merkezde parlak ve değişen yıldız olan V 372 Orionis ve sol üst kısmında daha küçük bir eş yıldız yer almaktadır. Bu iki yıldızın her ikisi de Dünya'dan yaklaşık 1.450 ışık yılı uzaklıktadır ve uzayda oldukça büyük bir yer kaplayan yıldız oluşum bölgesi olan Orion Bulutsusunda yer almaktadır (ESA, HUBBLE, 2023).

11.1.4 James Webb Uzay Teleskobu

Hubble Uzay Teleskobundan sonra daha da geliştirilerek uzaya gönderilecek olan bir uzay teleskobu yapılmasıyla alakalı düşünceler, NASA tarafından bundan yaklaşık 30 yıl önce ortaya atılmıştır ve bu konu ile ilgili oldukça önemli tartışmalar yapılmıştır. 2000 yıllarının başında bu teleskop ve teleskoba bağlı ekipman ve cihazların üretimini üstlenecek ekip belirlenmiştir ve hemen ardından çalışmalar başlamıştır. Ve o yıllardan günümüze kadar binlerce bilim insanı milyonlarca saat

boyunca çalışmalar yaparak uzaya konumlandırılacak bu dev aynayı ve uzayı görmemizi sağlayacak olan alıcıları hazırlamışlardır. JWUT, daha öncede bahsedildiği üzere Amerikan Uzay Dairesi (NASA), Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve Kanada Uzay Ajansı (CSA) ortaklığında olmakla birlikte 14'ten fazla, farklı ülkelerden katılarak bir araya gelen bilim insanları sayesinde, bir tenis kortu büyüklüğü kadar olan bu devasa ve bir o kadar da hassas mühendislik uygulamaları ve son teknolojileri içeren çalışmalar 20 yıl süre sonunda tamamlanmıştır. Tamamlanmadan önceki son yılları birçok testle geçen teleskobun uzaya fırlatılması ise birkaç kez ertelenmiştir. 25 Aralık 2021'de Ariane 5 adı verilen roketle yüklenen bu teleskop uzaya çıkarken, bilim insanları da bu anı seyretme şansı bulabilmişlerdir (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022).



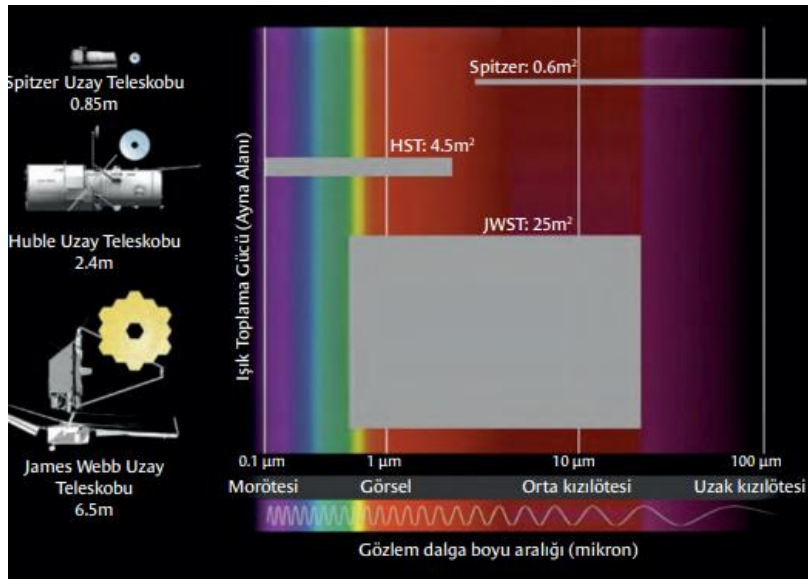
Şekil 37: JWUT'un uzaya çıkmadan önce Ariane 5 roketinde paketlenmiş gösterimi (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022)

Yüksek teknoloji harikası diyebileceğimiz bu uzay tabanlı gözlemevi, uzayda yol alırken kademe kademe açılmış ve Dünya'dan 1,5 milyon km uzaklıkta bulunan yörünge noktasına ulaşmıştır. Bu yolculuk yaklaşık bir ay sürmüştür ve ikinci Lagrange noktasında (L2) son bulmuştur. Bu nokta Güneş ve Dünya'nın çekim kuvvetinin dengelendiği noktadır. L2 noktasındaki JWUT, çeşitli testlerden geçmiş ve yapılan son hazırlıkların ardından, bu L2 noktasının özelliği sayesinde konumunu

korumuş ve düşük yakıt kullanımı ile en az 5 yıl hatta daha fazla süre boyunca bu noktada görevini tamamlaması beklenmektedir (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022).

Performans Parametresi	Hubble	JWUT
Optik Teleskop Çapı(m)	2.4	6.1 - 6.6
Kütle (kg)	11600	6330
Teleskop Görüş Alanı (yay dakikası)	14.6 (yarıçap)	18 – 9
Hassas Yönlendirme Olmadan Noktalama Doğruluğu (yay saniyesi)	22	7
Hassas Yönlendirme ile Noktalama Sabitliği (yay saniyesi)	0.007	0.007
Dedektör Pikseli (Mega Piksel)	25	66
Veri Hacmi (Gbit/gün)	27	458

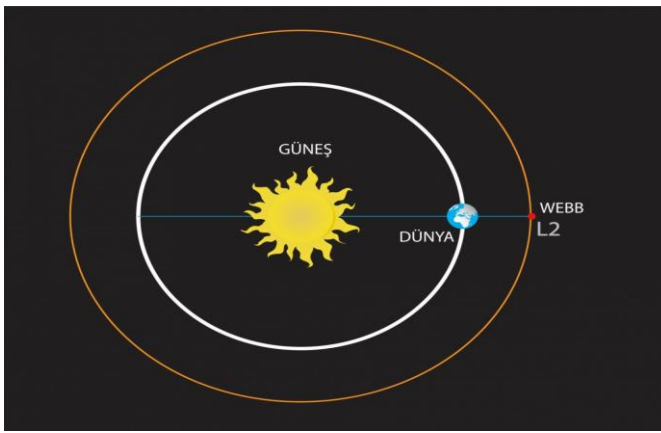
Şekil 38: Hubble Uzay Teleskobu ve James Webb Uzay Teleskobu’nun bazı özelliklerinin karşılaştırılması (Tokbay, Temel Astrofizik Problemlerinin Çözümlerinde Uydu Teleskoplar, 2019)



Şekil 39: JWUT, HUT ve Spitzer Uzay Teleskobu’nun karşılaştırılması (NASA) (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022)

11.1.4.1 Neden L2 Noktası?

JWUT 100 mikron dalga boyuna ulaşan bir kızılötesi bölgedeki ışıını inceleyeceğinden teleskop üzerinde bulunan alıcıların soğuk tutulması gerekmektedir. Alıcıların elektronik kısımları ve metal aksamaları ısı üretmektedirler. Kızılötesi bölgede incelemek istenen bazı nesnelerin sıcaklıkları ise oldukça düşüktür (-250°C). Bundan dolayı teleskop ve alıcıları soğutulması gerekmektedir. Yer tabanlı teleskoplar sıvı azot ya da düşük basınç yaratabilen vakum mekanizmaları sayesinde soğutulurlar. Fakat uzaydaki ortam oldukça soğuk bir ortam olduğundan görünür bölge ve morötesi bölgede çalışacak olan uzay teleskoplarının ekstra soğutulmalarına ihtiyaç duyulmaz. JWUT gibi kızılötesi dalgaboyu bölgesinde görev alacak bir teleskop uzayda olmasına rağmen soğutulmaya ihtiyaç duymaktadır. Soğutulmaktan daha da önemli olanı ise tüm teleskop sisteminin sıcaklığı kararlı olmalı, yani bilimsel ölçümleri etkileyecek şekilde bir sıcaklık dalgalanmaları olmamalı. Hubble Uzay Teleskobuna bakıldığında ise teleskop her 1.5 saatte bir Güneşi görmekteydi ve bugün içinde defalarca oluyordu. Dolayısıyla HUT için ciddi bir sıcaklık farkı oluşmuştur. JWUT bu tür sıcaklık farklarına maruz kalmaması için her zaman Dünya'nın gölgesinde olması düşünülmektedir. Bu koşul ise Dünya Güneş yörünge sisteminin önemli noktalarından biri olan L2 noktasında sağlanmaktadır. L2 noktasında bulunan cisimler Güneş etrafındaki dolanmalarını Dünya ile aynı sürede tamamlamakta ve bu noktadaki uydular Dünya'ya göre neredeyse sabit kalmaktaydılar (Aliş, 2022).



Şekil 40: James Webb Uzay Teleskobunun bulunduğu Lagrange noktası (Aliş, 2022)

11.1.4.2 Teknik Özellikler

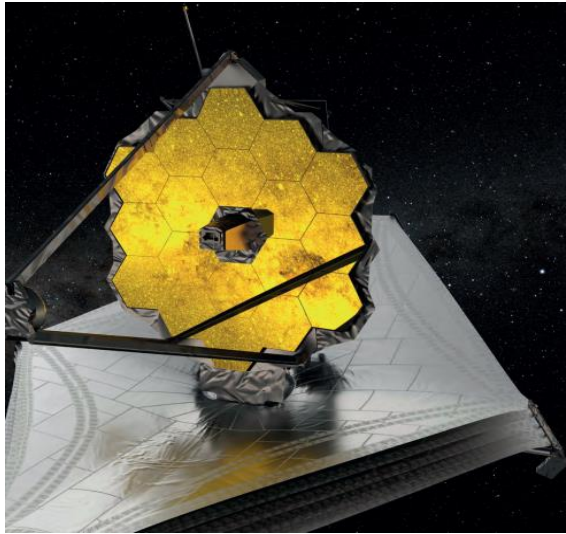
JWUT bugüne kadar uzaya konumlanan en hassas gözlemevi niteliğindedir. Toplam kütlesi 6,5 ton olan gözlemevi, üç ana bölümden oluşmaktadır.

- Optik ve bilimsel aygıtlar (kameralar, tayfölçerler vb.)
- Güneş kalkanı
- Taşıyıcı uzay aracı ve destek sistemleri

JWUT, bir kızılötesi teleskobu olduğundan mühendislerin diğer optik teleskoplara göre dikkat edeceği iki önemli husus bulunmaktadır. Teleskop hem yeterince ışık toplayabilen büyük bir ayna yüzeyine sahip olmalı hem de istenmeyen kızılötesi bölgeden gelen ışınları toplamaması için teleskop optik sistemi ve alıcıları optik teleskoplara göre çok daha soğuk tutulmalıdır. (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022)

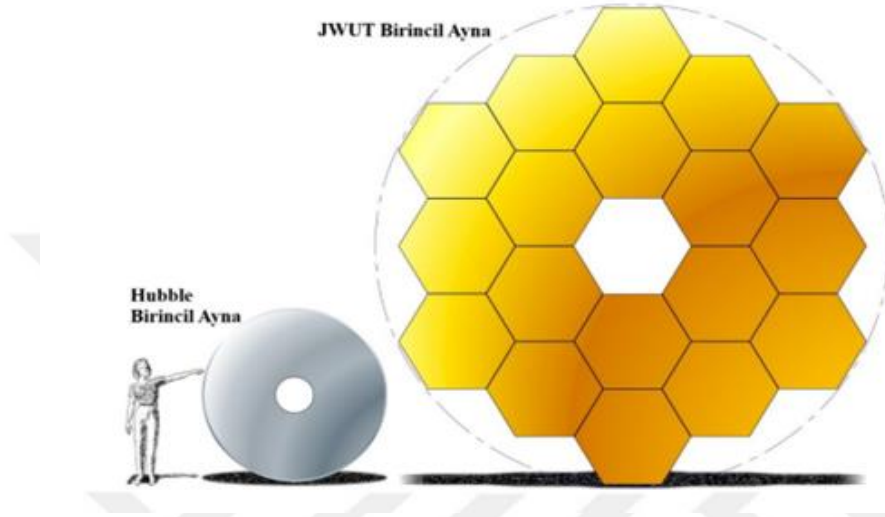
11.1.4.3 Aynalar ve Alıcılar

Ana ayna boyutu yaklaşık 6,5 m çapında ve bir içbükey ayna olmakla birlikte JWUT 3 aynaya sahiptir. JWUT'un ikincil aynası ise 0,74 m çapında ve dış bükey bir aynadır. Üçüncü ayna da odak düzlemini düzleştirmek ve ortaya çıkacak astigmatizmi ortadan kaldırmak içindir. JWUT'un Toplam kütlesi 705 kg'dır. Birincil ayna, her biri 1,32 m çapa sahip 18 adet altıgen geometrik ayna parçalarından oluşmaktadır. Ana aynanın parçalı olmasının amacı optik sorunları azaltmak ve sorunların daha kolay çözülmesini sağlamak, aynı zamanda devasa boyutlardaki ana aynayı uzaya daha rahat taşımaktır. Altıgen şeklinde olmasının nedeni ise, bu geometri hemen hemen daireye yakındır ve parçaların birleştirildikten sonra neredeyse hiç boşluk kalmamaktadır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022).



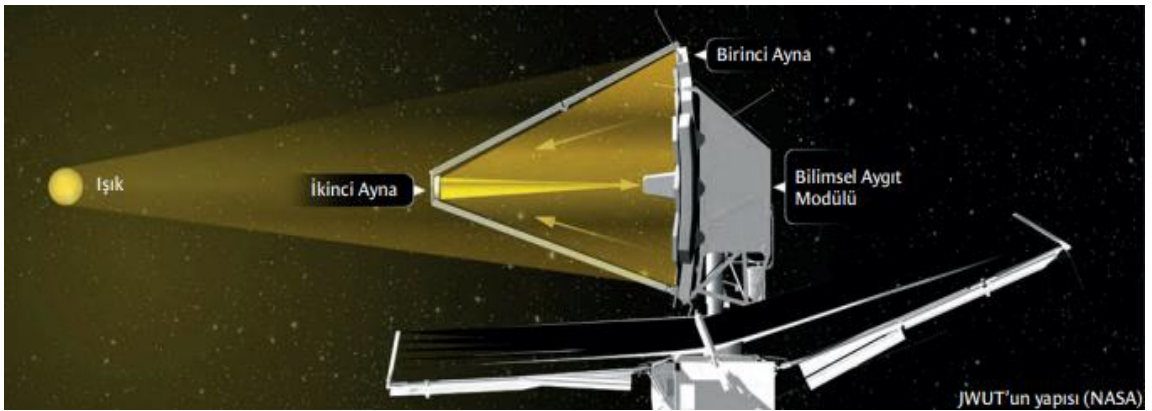
Şekil 41: James Webb Uzay Teleskobu devasa aynası (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022)

Aynalar için berilyum maddeden oluşan malzemeler kullanılmıştır ve kızılötesi ışığı yansıtması için berilyum malzemeli yüzeyler mikroskobik kalınlığa sahip bir altın tabakasıyla kaplanmıştır. Altın tabaka 100 nanometre kalınlığındadır (insan saçından bin kat daha ince). Aynalar için berilyumun seçilmesinin nedeni ise hafif olmasına rağmen güçlü olması ve çok düşük sıcaklıklardayken bile şeklini koruyabilmektedir (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022).



Şekil 42: Hubble ve JWUT'un birincil aynalarının karşılaştırması (Tokbay, Temel Astrofizik Problemlerinin Çözümlerinde Uydu Teleskoplar, 2019)

JWUT'un görevlerini yerine getirmesi için birincil ayna hem büyük olmalı hem de çok soğuk olmalıdır. Birincil aynanın kütlesi, HUT'un aynasının 1/10'u kadardır ve fazlasıyla dayanıklıdır. Ana aynadaki altıgen parçalarının her birinin kütlesi ise 20 kilogramdır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 49).



Şekil 43: JWUT' un genel yapısı (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 49)

Gözlemsel gök bilimi araştırmalarında teleskop ne kadar önemliyse, teleskoba bağlı alıcılar da teleskop kadar önemlidir. JWUT, üç farklı alıcıya sahiptir.

- Gök cisimlerinin görüntülerini yakalayan kamera,
- Gök cisimlerinden gelen ışığı renklerine ayıran bir tayfölçer,
- Evrendeki gezegenleri görüntüleyebilmek için görüntü alabilen bir koronograf.

Yakın kızılötesi bölge için tasarlanan ve veri alan üç alıcı (NIRCam, NIRSpec ve FGS/NIRISS) -234°C sıcaklıkta çalışmaktadır. Fakat orta kızılötesi bölgede veri toplayacak olan MIRI ise sıcaklığı -266°C olacak şekilde tasarlanmıştır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 49).

NIRCam, yakın kızılötesi kamera olmakla birlikte yüksek çözünürlükte görüntüler alabilmek ve tayfölçer olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır. NIRCam ayrıca gezegenler gibi yakınında çok parlak cisimler bulunan oldukça sönük cisimlerin görüntülenmesini sağlayan koronograf görevini de üstlenmektedir. (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 49)

NIRSpec, yakın kızılötesi bölgede tayf alan tek yarıkli, 100 adet nesnenin tayfını aynı anda alabilmektedir. Böyle bir nitelikte bir tayfölçer ise uzayda ilk kez kullanılmıştır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 49).

NIRISS ise veri alacak tayfölçer ve aynı zamanda görüntünün dışında tayf da alabilir. Bu alıcı, 0,6 ile 5 mikron aralığında veri kaydedebilmektedir ve diğer kameralara kıyasla uzaydaki parlak nesnelerin görüntülerini daha iyi çözünürlükle elde edilmesini sağlayabilmektedir (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 49).

MIRI Orta kızılötesi bölgede görüntü ve tayf alma özelliğine sahiptir ve aynı zamanda koronograf görevini de gerçekleştirmektedir. Bu alıcı 5 ile 28 mikron dalga boyu aralığında veri alabilmektedir. MIRI'nın kritik bir alıcı olmasını destekleyen özelliğı ise uzak gök adaların kırmızıya kaymalarını, sönük kuyruklu yıldızları, yeni oluşan yıldızları ve Kuiper Kuşağı nesnelerini gözleyebilmektir (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 49).

11.1.4.4 Güneş Kalkanı

Teleskopta bulunan Güneş katmanını aynı uçurtmaya benzer bir görünümündedir. Bu uçurtma görünümlü katman açıldığında tenis kortu büyüklüğüne ulaşmaktadır. Bu koruyucu tabaka beş katmandan oluşur ve en dışta bulunan katman 0,05 milimetre kalınlığında fakat diğer dört katman 0,025 milimetre kalınlığındadır. Tabakadaki en dış katman en büyük ve düz olanıdır. En içteki katman da daha küçük ve kavisli olan katmandır. Güneş'ten gelen ışınları önlemek amaçlı geliştirilen bu katmanlı yapı, hafif ve dayanıklı yapılmıştır. Katmanlar arasında ayrıklıklar bulunmaktadır. Bu ayrıklıklar katmanlar arası ısı aktarımını en aza indirmeye yarar ve böylelikle en altta bulunan katmanın çok soğuk kalması sağlanmaktadır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 49).



Şekil 44: a) Mühendislerin beş güneş katmanının her birini ayırıp, tek tek germe işlemini yapması. b) Güneş katmanının geriliminin son hali. (Grumman, 2022)

JWUT'un iki tarafının biri sıcak ve diğer tarafı soğuktur. Soğuk tarafı kızılötesi bölgeden gelen ışığı toplayarak kaydeden sistem ve alıcılarla donatılmıştır. Soğuk taraftaki sıcaklık -235°C 'ye kadar düşmesi beklenirken, Güneş'e bakan tarafın (sıcak taraf) en dış kısmında ise sıcaklık 125°C 'ye kadar yükseleceği bilinmektedir. Katmanlar alüminyum ile kaplanmıştır ve Güneş'e en yakın olan iki katman, elektrik iletkenliğini sağlamak için fazladan silikonla kaplanmıştır. Silikon kaplama kalınlığı 50 nanometre, alüminyum kaplama kalınlığı da yaklaşık 100 nanometre kadardır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 50).

11.1.4.5 Taşıyıcı Uzay Aracı ve Destek Sistemler

Uzayda bulunan gözlemevleri sadece alıcılar ve optik sistemlerden ibaret değildir. Teleskobu taşıyacak olan, teleskobu yönlendiren, gözlemevini tamamıyla kontrol eden ve destekleyen mekanizmaları de içermektedir (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 50).

Tahrik sistemi adı verilen mekanizma teleskobun yörüngesini korumak amaçlı yapılan manevralar esnasında kullanılan yakıt tankları ve roket motorlarından oluşmaktadır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 50).

Elektrik alt sistemi Güneş'ten gelen ve teleskop için gerekli enerji üretimini sağlayacak olan Güneş panellerine ulaşan ışığı elektrik enerjisine dönüştürmekte ve tüm diğer alt sistemlere dağıtmaktadır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 50).

Konum kontrol alt sistemi denilen mekanizma gözlemevinin yönünü algılamaktadır. Gözlemevinin sabit bir yörüngede kalmasını sağlar ve gözlem yapılacak olan alanı işaret etmektedir. Bununla birlikte, eğer gerekli olursa yörüngeyi korumak adına tahrik sistemini yönlendirebilmektedir (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 50).

Haberleşme alt sistemi ise Dünya'da bulunan operasyon merkezinden gelen komutları alıp, gerekli verileri de iletmek amaçlı kullanılan sistemdir. Komutları ve verileri işleyen birim, uzay gözlemevinin beynini oluşturmaktadır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 50).

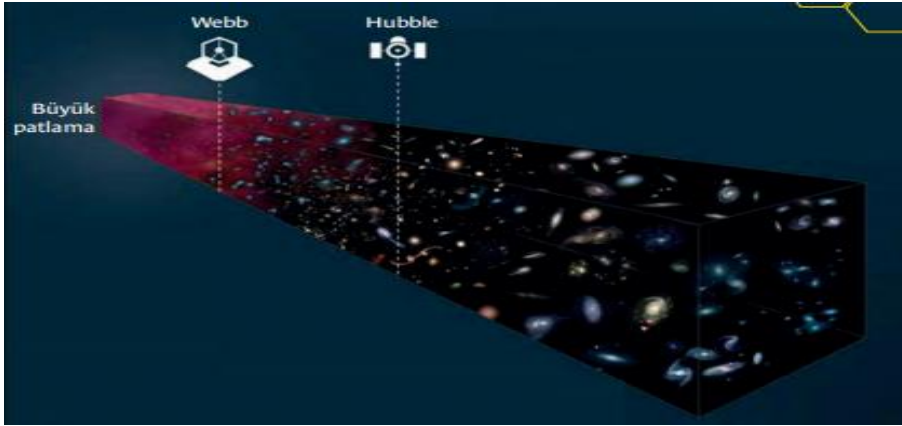
Gözlemevi beyni dediğimiz bu birim, haberleşme alt sisteminden gelen komutları uygun alıcılara göndermektedir. Ayrıca veri depolamak için gerekli aygıt da burada bulunmaktadır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 50).

Isısal kontrol alt sistemi denilen mekanizma da gözlemevi sıcaklığını korumaktadır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 50).

Tüm bu sistemlere ilave olarak gözlemevinin uzayda hedef aldığı gök cisimlerine yönelmesini ve o gök cisimlerini takip edebilmesini sağlayan farklı sistem ve mekanizmalar (yönlendirme aynası, tepki tekerleri, farklı amaçlar için kullanılan sensörler, jiroskoplar vb.) gözlemevi için önemli görevlerde rol oynamaktadır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 50).

11.1.4.6 James Webb Uzay Teleskobu'nun Bilimsel Görev ve Hedefleri

Hubble Uzay Teleskobu'nun uzaya fırlatıldığı yıllarda tasarlanan James Webb Uzay Teleskobu'nun amacı kızılötesi bölgede çalışarak, evrende bulunan soğuk nesneleri incelemek ve en uzakta bulunan galaksileri gözlemeye çalışmak olacaktır (Aliş, 2022).



Şekil 45: J.Webb'in Hubble'dan daha derine gideceğini gösteren resim (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 51)

Gök cisimlerine, evrene ve evrendeki bilinmeyenlere kızılötesi dalga boyu aralığında bakabilmek gök bilimi açısından çok büyük bir öneme sahiptir. Evrende en uzakta bulunan gökcisimlerini ve tozun içindeki gizlenmiş halde olan soğuk nesneleri gözlemlemek için kızılötesi bölgeden gelen ışığı toplayabilmek gerekir. Bir yıldızdan gelen ışık milyarlarca ışık yılı uzaklıktan gelmektedir ve bu esnada evrenin genişlemesinden etkilenir. Bu ışık dalgaları, evrendeki yolculukları süresince, uzay daha da genişledikçe, uzun dalga boylarına (düşük enerji) kayacaktır ve en uzak galaksilerden gelen görünür bölge ışığı, yalnızca kızılötesi bölgede fark edilir duruma gelecektir. Böylece, ilk gökadarlar, oldukça fazla kozmik uzaklıklarda bulunmalarından ve evrenin Büyük Patlama ile başlayan genişlemesinden dolayı gözden kaybolurlar. Kızılötesi bölge gözlemi, sadece bu temel sebepler, erken evren için ve gök cisimlerinin oluşumları esnasında bilemediğimiz ve anlayamadığımız bazı evrelerin çözümünde önemli katkılar sağlayabilecektir (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 51).

11.1.4.7 Erken Evren

James Webb Uzay Teleskobu, evrenin oluşum dönemlerine yakın dönem olan evrenin erken dönemlerini direkt olarak gözleyerek evrenin nasıl geliştiğini göstermeye çalışacaktır. İlk hedeflerinden biri ise Büyük Patlamadan hemen sonraki dönem olan, evren oluşumundan sonraki bir milyar yıllık aralığa denk gelen karanlık çağa yani yeniden iyonlaşma dönemi adı verilen döneme ışık tutmak olmuştur (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 52).

Webb, evrendeki gök adaları kızılötesi dalga boyu aralığında yüksek çözünürlük ve yüksek hassasiyette gözlemlemeye çalışmış ve gözlemeye devam etmektedir. Bu teleskop, bazı sorulara cevap bulmaya çalışacaktır. Bu sorulardan bazıları ise:

- Yeniden iyonlaşma nasıl ve ne zaman gerçekleşmiştir?
- Yeniden iyonlaşmaya sebep olan kaynaklar nelerdir?
- İlk gökadalalar nelerdir ve ne zaman oluşmuştur?

James Webb bu sorulara cevap ararken aynı zamanda evrenin geçmiş yolculuğuna yaklaşık 13,5 milyar yıl kadar gitmeye çalışacaktır (Soydugan, Bilim ve Teknik, 2022, s. 52).

11.1.4.8 JWUT'un Görüntülediği Bazı Gök cisimleri



Şekil 46: Webb'in ilk derin alan görüntüsü (Webbtelescope, 2022)

Bu görüntü, çeşitli uzaklıklarda bulunan ve üst üste binen birçok nesneyi göstermektedir. NIRCам'ın yakaladığı görüntü yıldızları, bir galaksi kümesinde yer alan galaksileri ve bu galaksi kümesinin arkasındaki galaksileri içermektedir. Burada binlerce küçük galaksi görünmektedir. Renkleri değişken olup bazıları turuncu tonları,

diğerleri beyazdır. Çoğu galaksi oval şeklinde görünür, ancak birkaçının belirgin sarmal kolları vardır (Webbtelescope, 2022).

Galaksilerin önünde yıldızlar vardır. Çoğu sekiz köşelidir ve sivri uçlarıyla mavi görünmektedir. Bazı yıldızlar bu görüntüde bulunan galaksiler kadar büyük görünmektedir. Ayrıca birçok ince, uzun ve turuncu yay şekillerinde görünen galaksiler vardır. Bunlar arka planda olan galaksilerdir (Webbtelescope, 2022).



Şekil 47: Stephan'ın Beşlisi (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü) (Stephan'ın Beşlisi (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü), 2022)

Uzayda birbirine yakın olarak görünen beş gökadanadan oluşan grubun görüntüsü: ikisi bu görüntünün merkezinde, biri yukarıda, diğeri sol üstte ve bir diğeri de aşağıdadır. Bu beşli gruptan dördü birbirine dokunuyor gibi görüntülenmektedir. Görüntüde bulunan bu galaksiler, arkalarında daha uzakta bulunan ve küçük olan galaksilere göre daha büyüktürler. Beş galaksinin her biri beyaz çekirdeğe sahiptir. Her galaksi birbirinden farklı boyutta, şekilde, yapıda ve renktedir (Stephan'ın Beşlisi (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü), 2022).

Stephan'ın Beşlisi denilen bu görüntünün tam ortasında, buluta benzeyen iki parlak gökada çekirdeği bulunmaktadır. Çekirdekler birbirine yakın olmakla birlikte galaksiler arası net bir sınır yoktur. Üst kısmına bakıldığında, buradaki galaksi turuncu tutamlara ve dallarla çevrili parlak bir merkezi çekirdeğe sahiptir. Üstte bulunan galaksi ve merkezdeki galaksiler arasında geniş bir parlak turuncu bölge vardır. Bu görüntünün alt kısmında bulunan galaksi tek başına ve diğeri dördünden hiçbirine

dokunmuyormuş gibi görünüyor. Daireye yakın bir şekle ve parlak bir çekirdeğe sahiptir. Bu galaksi

Neredeyse tamamen beyazdır ve turuncu tutamları veya kolları görünmemektedir. Sol üstte bulunan galaksi, diğer dört galakside görülenden daha belirgin ışık noktalarına ve bulanık, oval bir şekle sahiptir. Bu oval şeklin içinde turuncu tutamlar vardır. Galaksi belirsiz bir sarmal yapıda olup parlak bir çekirdeğe sahiptir (Stephan'ın Beşlisi (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü), 2022).



Şekil 48: Çember Tekerleği Gökadası (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü) (Çember Tekerleği Gökadası (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü), 2022)

Araba Tekerleği görüntüsünde olan galaksi ve ona eşlik eden diğer galaksilerin bu görüntüsü, Webb'in Yakın Kızılötesi Kamerası (NIRCam) ve Orta Kızılötesi Enstrümanından (MIRI) elde edilen bir bileşik görüntüdür ve tek başına olan görüntülerde görülmesi zor olan ayrıntıları ortaya çıkarmaktadır (Çember Tekerleği Gökadası (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü), 2022).

Bu galaksi, yaklaşık 400 milyon yıl önce meydana gelen yüksek hızlı bir çarpışma sonucu oluşmuştur. Araba Tekerleği adı verilen bu galaksi, parlak bir iç halka ve renkli bir dış halka olmak üzere iki halkadan oluşur. Her iki halka da şok dalgaları gibi çarpışmanın merkezinden dışarı doğru genişler. Bu, iç ve dış halkalar arasında görülen parlak kırmızı çizgiler, Araba Tekerleği Galaksi ismine ilham veren iletkenlerdir (Çember Tekerleği Gökadası (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü), 2022).



Şekil 49: Karabulut L1527 ve Protostar (NIRCam Görüntüsü) (L1527 ve Protostar (NIRCam Görüntüsü), 2022)

NASA'nın James Webb Uzay Teleskobu Yakın Kızılötesi Kamerasından (NIRCam) alınan bir görüntüdür. L1527 karabulutunda bir protostar büyümesini görüntülemektedir. Kum saati şeklinde olan bu görüntü bir yıldızın doğumunu belgelemektedir ve protostarın bir zamanlar gizli olan özelliklerini ortaya çıkarmıştır. Sol üst ve sağ alt kısımdaki boşlukların kenarları düz görünürken, sağ üst ve sol alt kısımdaki sınırlar kavislidir. Sağ alt kısımdaki bölge mavi görünür çünkü karabulut ile Webb arasında yukarıdaki turuncu bölgelere göre daha az toz bulunmaktadır (L1527 ve Protostar (NIRCam Görüntüsü), 2022).



Şekil 50: Carina Nebulası ve Yaratılış Sütunları (MIRI Görüntüsü) (Yaratılış Sütunları (MIRI Görüntüsü), 2022)

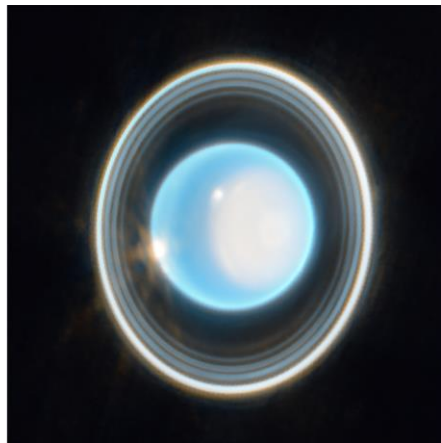
NASA'nın James Webb Uzay Teleskobu'nun Yaratılış Sütunlarının orta kızılötesi görüntüsü tüyler ürpertici bir görüntüye sahiptir. Bu bölgede yer alan binlerce yıldız kaybolup sonsuz gibi görünen gaz ve toz katmanları oluşmaktadır.

Webb'in Orta Kızılötesi Cihazı (MIRI) tarafından tozun algılanması son derece önemlidir. Çünkü toz, yıldız oluşumu için önemli bir bileşendir. Bu yoğun mavi ve gri sütunlarda birçok yıldız aktif olarak oluşmaktadır. Bu sütunlarda yeterli kütleyle sahip gaz ve toz birikintileri oluştuğunda, kendi çekimsel kuvvetleri altında çökmeye başlarlar, yavaş yavaş ısınırlar ve sonunda yeni yıldızlar oluşturmaktadırlar. (Yaratılış Sütunları (MIRI Görüntüsü), 2022)

Yıldızlar bu görüntüde fazla görünmemektedirler. Çünkü yıldızlar tipik olarak çok fazla orta kızılötesi ışık yaymazlar. Bunun yerine, ultraviyole, görünür ve yakın kızılötesi ışıktaki tespit edilebilmektedirler (Yaratılış Sütunları (MIRI Görüntüsü), 2022).

Orta kızılötesi ışık ayrıca yoğun gaz ve toz bölgelerini de detaylı bir şekilde görmemize olanak tanımaktadır. Bu görüntüde kırmızı bölge, tozun hem dağıldığı hem de daha soğuk olduğu bölgelerdir. Ve bu görüntünün sol alt kısmı daha net gibi görünse de en koyu gri alanlar, tozun en yoğun ve en soğuk bölgeleridir. Çok daha az yıldız olduğuna ve görünürde beliren arka plan gökadalalarının olmadığını kanıtlar (Yaratılış Sütunları (MIRI Görüntüsü), 2022).

Webb'in orta kızılötesi verileri, araştırmacıların bu bölgede tam olarak ne kadar toz olduğunu belirlemeye yardımcı olacaktır. Bu araştırmalar, zamanla yıldızların nasıl oluştuğunu ve milyonlarca yıl boyunca bu tozlu bulutlardan nasıl çıktığını daha net bir şekilde gösterecektir (Yaratılış Sütunları (MIRI Görüntüsü), 2022).



Şekil 51: Uranüs (NIRC2 Görüntüsü) (Uranüs (NIRC2 Görüntüsü), 2023)

James Webb Uzay Teleskobunun Yakın Kızılötesi Kamerası (NIRC2) 6 Şubat 2023 tarihinde bu yakınlaştırmış Uranüs görüntüsünü alabilmiş ve gezegenin

halkalarının olağanüstü görüntülerini görebilmemizi sağlamıştır. Uranüs, sırasıyla mavi ve turuncu olarak, 1,4 ve 3,0 mikronda iki farklı filtreden (F140M, F300M) alınan verilerin birleştirilmesiyle görüntülenmiştir. (Uranüs (NIRCam Görüntüsü), 2023)

Gezeğin sağ tarafında bulunan parlaklaşan bölgesi kutup başlığı olarak bilinmektedir ve Güneş'e bakan yöndedir. Bu kutup başlığı Uranüs'e özgüdür ve Uranüs yan yatmış tek gezegendir (Uranüs (NIRCam Görüntüsü), 2023).

SONUÇLAR

Tarihte önemli keşiflerin başlaması teleskop ile olmuştur. Teleskop astronom ve astrofizikçilerin evrene açılan penceresidir ve klasik astronomiden modern astronomiye geçişi sağlamıştır. O dönem astronomi bilimine en önemli katkıları olan bilim insanlarının başında Galilei Galileo gelmektedir.

Gökyüzü meraklıları teleskop tercihlerinde bazı kriterlere dikkat etmelidirler. Bu kriterler teleskop çapı, teleskop tüpünün uzunluğu ve büyütme gibi kriterlerdir. Teleskop kurguları ve montaj türleri yine tercih konusunda önem kazanmıştır. Aynı zamanda teleskoplar mercekli, aynalı ve bileşik teleskoplar olarak ayrılmaktadırlar.

Bilimin ve teknolojinin gelişmesi ile teleskoplarında gelişmesi olağandır. Ve günümüze bakıldığında oldukça ileri boyutta gelişmiş teleskoplar ile çok önemli keşifler ve araştırmalar yapılmış ve hala yapılmaktadır. Büyük teleskoplar sayesinde evren hakkında bilinmeyen bilgilere ulaşılmış, ulaşılan bu bilgiler ile birlikte birçok soru da astronomi bilimi insanlarını merak içinde bırakmıştır.

Farklı dalga boyu aralığında çeşitli teleskoplar tasarlanmıştır. Bu teleskoplar yer ve uzay tabanlı olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Yer tabanlı teleskoplardan yeterli veri ve bilgiler almak amaçlı teleskobun kurulacağı bölgenin coğrafik özellikleri ile birlikte, şehirden uzak, ışık kirliliğinden etkilenmeyecek bir alanda kurulması oldukça önemlidir. Uzay tabanlı teleskoplarda dikkat edilmesi gereken en önemli hususların başında ise uzay aracının sıcaklığının kararlı olmasıdır ve bu etken düşünülerek mühendisler tarafından tasarlanan cihazlar sayesinde teleskopların uzayda çalışma süreleri oldukça uzatılmıştır.

Yıllar öncesinde tasarlanıp, yapılması yıllarca süren birçok nitelikli uzay teleskopları uzaya gönderilmiştir ve hala günümüzde aktif olarak görev yapan uzay teleskopları vardır. Bu uzaya gönderilen teleskoplar içerisinde ise evren oluşumu

hakkında merak edilenlere önemli katkılar sağlayan teleskopların başında, kızılötesi bölge teleskopları olan, öncelikle James Webb Uzay Teleskobu olmak üzere, ülkemiz için oldukça büyük önem taşıyan ve Dünya çapında bilinecek bir gözlemevi olan Doğu Anadolu Gözlemevi, Spitzer ve Hubble Uzay Teleskopları hakkında bilgiler verilmiştir. Teleskopların mekanik ve optik yapılarından, hedeflerinden, görevlerinden ve keşiflerinden bahsedilmiştir. James Webb Uzay Teleskobu son teknoloji bir uzay teleskobu olup aktif olarak çalışmaktadır. Teleskobun genel ve optik özellikleri, optik yapısı ve çalışma prensibi hakkında bilgiler literatür taraması yapılarak tez çalışmasına eklenmiştir. Teleskobun ısı kararlılığının sağlanması için 2. Lagrange(L2) noktasında görevini yerine getirmesi uygun görülmüştür. Çünkü bu nokta Dünya gölgesinde kalmaktadır ve Güneş'ten gelen ısıyı engellemektedir. JWUT evrenin geçmiş yolculuğuna 13,5 milyar yıl kadar gitmeye çalışacaktır ve böylece Büyük Patlamadan hemen sonraki dönem olan, evren oluşumundan sonraki bir milyar yıllık aralığa denk gelen karanlık çağa yani yeniden iyonlaşma dönemi adı verilen döneme ışık tutmuş olacaktır.

Yeni nesil kızılötesi teleskoplar ile bugüne kadar alınan olağanüstü görüntüler literatür taraması yapılarak tez çalışmasına eklenmiştir.

KAYNAKÇA

Akoğlu, A. (2009). Teleskop ile Gözlem. *TÜBİTAK Bilim Teknik dergisi*, 132-145.

Aliş, S. (2022, Ocak 26). *Dört soruda James Webb Uzay Teleskobu*. Sarkaç:
<https://sarkac.org/2022/01/dort-soruda-james-webb-uzay-teleskobu/>

Astromomide Optik Araçlar ve Adaptif Optik. (2021, Haziran). İstanbul, Türkiye.

Astronomi Gözleminde Yeni Nesil Uzay Teleskopları. (2022, nisan). *TREND ANALİZİ*. STM ThinkTech Teknolojik Düşünce Merkezi: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://thinktech.stm.com.tr/uploads/docs/1651143024_stmyeninesiluzayteleskoplari.pdf

Baudeta, J., Jolissainta, L., Keskin, O., Yeşilyaprak, C., & Yerli, S. (2016). Design of a derotator for the 4 m DAG telescope. Erzurum, Türkiye.

Çember Tekerleği Gökadası (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü). (2022, Ağustos 2). webbspacetelescope:
<https://webbtelescope.org/contents/media/images/2022/039/01G8JXN0K2VBQP112RNSQWTCTH?Type=Annotated%20Observations&Type=Observations&Type=Photographs&Category=02-cosmology&Category=03-galaxies&Category=04-nebulas&Category=05-stars&Category=06-exoplanets&Ca>

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi. (2014). dag-tr.org: <http://dag-tr.org/Proje/Proje>

Ekici, Ö. K. (2017, Mart). *Bilim ve Teknik Dergisi* .

ESA, A. U. (2023, Şubat 17). *Hubble*. Nasa: <https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2023/hubble-views-a-merging-galactic-trio>

ESA, A. U. (2023, Mayıs 12). *HUBBLE*. NASA: <https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2023/hubble-captures-a-light-bending-galaxy-cluster>

ESA, A. U. (2023, OCAK 2023). *HUBBLE*. NASA: <https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2023/hubble-views-a-stellar-duo-in-orion-nebula>

ESA, NASA, Gullieuszik, M., & G. e. (2023, Mayıs 5). *HUBBLE*. NASA: <https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2023/hubble-views-striking-starry-tendrils>

ESA/Hubble & NASA, & Sun, M. (2023, Şubat 17). *HUBBLE*. NASA: <https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2023/hubble-views-a-merging-galactic-trio>

- ESA/Hubble, NASA, Bally, J., & Robberto, M. (2023, Mayıs 5). *Hubble*. NASA:
<https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2023/hubble-views-striking-starry-tendrils>
- Gehrz, R., Roellig, T., Werner, M., Fazio, G., Houck, J., Düşük, F., . . . Romana, E. (2007). The NASA Spitzer Space Telescope. California.
- Grumman, N. (2022, ocak 01). *jameswebb_nasa*. instagram/jameswebb_nasa:
<https://www.instagram.com/p/CYMP7BisPyo/>
- Gürol, B. (2011). Neden Büyük Teleskoplar? *Bilim ve Teknik*, 66-69.
- Hubble*. (2022, Mayıs 26). NASA: <https://www.nasa.gov/content/goddard/hubble-space-telescope-optics-system>
- İkizler, U. (2020). Amatör Teleskop Yapımı. Z. Aslan, D. Koçer, E. Derman, Z. Tunca , S. Evren, A. F. Yelkenci, . . . U. İkizler içinde, *Astrobilgi* (s. 278-280). istanbul: iküyayinevi.
- Kamun, E. (2020, Ağustos 5). *İstanbul Teknik Üniversitesi Astronomi Kulübü/Gözlemsel Astronomi/Teleskoplar*. Astronomi/itu.edu/tr:
<https://astronomi.itu.edu.tr/gozlemsel-astronomi/teleskoplar-iii/#more-1578>
- Kurnaz, L. (2018). *Modern Astronomi*. İstanbul: ABA(Akademik Bilimsel Araştırmalar) Yayınevi.
- L1527 ve Protostar (NIRCam Görüntüsü)*. (2022, Kasım 16). Webbspacetelescope:
<https://webbtelescope.org/contents/media/images/2022/055/01GGWCXTEXGJ0C3FWSCB3SDBV5?Type=Annotated%20Observations&Type=Observations&Type=Photographs&Category=02-cosmology&Category=03-galaxies&Category=04-nebulas&Category=05-stars&Category=06-exoplanets&Ca>
- NASA. (2009, Mayıs). *Hubble uzay teleskobu*. NASA:
<https://www.nasa.gov/content/goddard/hubble-space-telescope-design>
- NASA. (2022, Mayıs 26). *Hubble Uzay Teleskobu*. NASA:
https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/observatory
- NASA, E.-H. &, & Ebeling, H. (2023, Mayıs 12). *HUBBLE*. NASA:
<https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2023/hubble-captures-a-light-bending-galaxy-cluster>
- NASA/Gunn, C. (2020, aralık 17). *NASA's James Webb Space Telescope*. flickr:
<https://www.flickr.com/photos/nasawebbtelescope/50733596636/in/album-72157711864057113/>
- NASA/Spitzer Uzay Teleskobu - Göreve Genel Bakış*. (2022, 04 05). NASA/ Spitzer Uzay Teleskobu - Göreve Genel Bakış:
https://www.nasa.gov/mission_pages/spitzer/infrared/index.html

- NASA'nın Goddard Uzay Uçuş Merkezi. (2022, Mayıs 26). *HUBBLE*. NASA:
<https://www.nasa.gov/content/goddard/hubble-space-telescope-optics-system>
- Polatoğlu, A. (2022). *Astronomi ve Astrofiziğe Giriş*. İstanbul: kitapyardoğrudan yayıncılık.
- Soydugan, F. (2022, Nisan). *Bilim ve Teknik*, s. 47.
- Soydugan, F. (2022, Nisan). *Bilim ve Teknik*, s. 48.
- Soydugan, F. (2022, nisan). *Bilim ve Teknik*, s. 45.
- Stephan'ın Beşlisi (NIRCam ve MIRI Bileşik Görüntüsü)*. (2022, temmuz 12).
webbspacetelescope:
<https://webbtelescope.org/contents/media/images/2022/034/01G7DA5ADA2WDSK1JJPQ0PTG4A?Type=Observations&Type=Photographs&Category=03-galaxies&page=1>
- Tokbay, D. E. (2019, Eylül). İzmir, türkiye.
- Tokbay, D. E. (2019, Eylül). Temel Astrofizik Problemlerinin Çözümlerinde Uydu Teleskoplar. *Ege Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı*. İzmir, İzmir, Türkiye.
- Tübitak Ulusal Gözlemevi/Tarihçe*. (1997). Tübitak Ulusal Gözlemevi:
<https://tug.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/tarihce>
- Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar*. (1997). tug.tubitak.gov.tr:
<https://tug.tubitak.gov.tr/tr/teleskoplar/teleskoplar-0>
- Tübitak Ulusal Gözlemevi/Teleskoplar*. (2019, Aralık 25). Tübitak Ulusal Gözlemevi:
<https://tug.tubitak.gov.tr/tr/teleskoplar/teleskoplar-0>
- Uranüs (NIRCam Görüntüsü)*. (2023, Nisan 6). Webbspacetelescope:
<https://webbtelescope.org/contents/media/images/2023/117/01GWQD6PSGTBK7VQBZST09YYKW?Type=Annotated%20Observations&Type=Observations&Type=Photographs&Category=02-cosmology&Category=03-galaxies&Category=04-nebulas&Category=05-stars&Category=06-exoplanets&Ca>
- Webbtelescope*. (2022, haziran 7). Webb Space Telescope:
<https://webbtelescope.org/contents/media/images/2022/035/01G7DCWB7137MYJ05CSH1Q5Z1Z?Category=02-cosmology&page=1>
- Yaratılış Sütunları (MIRI Görüntüsü)*. (2022, Ekim 28). Webbspacetelescope:
<https://webbtelescope.org/contents/media/images/2022/053/01GFRYSFM89AFADVAA0W625BSB?Type=Annotated%20Observations&Type=Observations&Type=Photographs&Category=02-cosmology&Category=03-galaxies&Category=04-nebulas&Category=05-stars&Category=06-exoplanets&Ca>

Yeşilyaprak, C. v. (2016, 08 16). DAG: A New Observatory And A Prospective Observing Site For Other Potential Telescopes. Erzurum, Türkiye.

