

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zühal KURT

**UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK DÜNYA
GENELİNDEKİ ASTRONOMİK GÖZLEMELERİNİN
ATMOSFERİNİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ**

**UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
ANA BİLİM DALI**

ADANA-2020

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK DÜNYA GENELİNDEKİ
ASTRONOMİK GÖZLEMELERİNİN ATMOSFERİNİN
İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Zühal KURT

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
ANA BİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Nazım AKSAKER
Yıl: 2020, Sayfa: 142
Jüri : Doç. Dr. Nazım AKSAKER
: Doç. Dr. Bekir Yiğit YILDIZ
: Doç. Dr. Sinan Kaan YERLİ

Çalışmanın amacı, Dünya genelinde kurulmuş 2141 astronomik gözlemevi için uydu ve model verilerinden elde edilen atmosferik katmanların: bulutluluk, yoğunlaşabilir su buharı, aerosol optik derinlik, dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızının istatistiksel ve zamansal olarak değerlendirilmesidir. Bunlara ek olarak gözlemlerine ait enlem, boylam ve yükseklik bilgileri dâhil edilmiştir. Gözlemlerine ait katmanların 2002-2020 yılları arasında günlük olarak elde edilen yaklaşık 100 TB'lık uzaktan algılama ve model verilerini içeren AstroGIS veritabanı kullanılmıştır. Gözlemlerinin aylık ve yıllık ortalamaları oluşturulmuş ve zamansal değişimler incelenmiştir. Küresel olarak seçilmiş 9 profesyonel gözlemevinin sonuçları gösterilmiştir. Katmanların histogramları üretilerek genel dağılımları incelenmiştir. Katmanların normallik testleri yapılarak normallik varsayımı sınanmış ve bu sonuca göre korelasyon (Spearman (P)) değerleri yorumlanmıştır. Tüm gözlemleri için ortalama bulutluluk, yoğunlaşabilir su buharı, aerosol optik derinlik miktarı, dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı sonuçları sırasıyla % 67, 13.85 mm, 1.81, 0.04 Pa s⁻¹ ve 21.06 m s⁻¹ dir. Profesyonel gözlemleri dışındaki tüm gözlemleri incelediğimiz astronomik kriterler açısından uygun olmayan yerlerde kurulduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, CBS, Görüntü İşleme, Veri Bilimi, Büyük Veri, Atmosfer, Gözlemevi

ABSTRACT

Msc THESIS

STATISTICAL ANALYSIS OF THE ATMOSPHERE OF ASTRONOMIC OBSERVATION HOUSES USING SATELLITE IMAGES

Zühal KURT

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF REMOTE SENSING AND GEOGRAPHICAL
INFORMATION SYSTEM

Supervisor : Assoc.Prof. Dr. Nazım AKSAKER
Year: 2020, Page: 142
Jury : Assoc.Prof. Dr. Nazım AKSAKER
: Assoc.Prof. Dr. Bekir Yiğit YILDIZ
: Assoc.Prof. Dr. Sinan Kaan YERLİ

The aim of the study is to evaluate the atmospheric layers obtained from satellite and model data for 2141 astronomical observatories established around the world: cloudiness, precipitable water vapor, aerosol optical depth, vertical velocity wind speed and wind speed at 200h-Pa pressure level statistically and temporally. In addition, latitude, longitude and altitude information of observatories are included. The AstroGIS database, which contains approximately 100 TB of remote sensing and model data obtained daily between 2002-2020, of the layers belong to the observatories was used. Monthly and annual averages of the observatories were established and temporal changes were examined. Results from 9 globally selected professional observatories are shown. Histograms of the layers were produced and their general distributions were examined. The normality tests of the layers were tested and the normality assumption was tested and the correlation (Spearman (P)) values were interpreted according to this result. Yearly mean of cloud cover, precipitable water vapor, aerosol optical depth, vertical velocity wind speeds and wind speed at 200h-Pa pressure level for all observatories were % 69.65, 13.85 mm, Pa s^{-1} and 21.06 m s^{-1} respectively. It has been determined that all observatories, except professional observatories, are established in places that are not suitable for the astronomical criteria we have examined.

Key Words: Remote Sensing, GIS, Image Processing, Data Science, Big Data, Atmosphere, Observatory

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Astronomi, astronomik kaynaklardan elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinden gelen ışımının atmosferden geçerek uygun dedektörler ile gözlenmesinin ve bu gözlemlerin fizik yasaları ile birleştirilerek doğayı anlama bilimidir. Dolayısıyla gözlemevlerinin bulunduğu yerdeki atmosfer astronomik gözlemler için oldukça önemlidir. Bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik ve rüzgâr hızı gibi atmosferik parametreler gözlemleri etkileyen parametrelerdir. Örneğin bulutlu bir gecede gözlem yapmak düşünülemez (Aksaker, 2020). Bulutluluk kadar astronomik gözlemler ve kullanılan teleskoplar üzerinde güçlü ve olumsuz bir etkiye sahip olan diğer parametre ise nemdir. Nemin astronomik gözlemler üzerinde etkisini daha iyi anlamak adına dikey kolon su buharı olarak da bilinen yoğuşabilir su buharının gözlemevleri üzerindeki etkisini analiz etmek önemlidir. Yoğuşabilir su buharı miktarındaki artış, optik ve kızıl ötesi gözlemlerde astronomik çizgileri soğurmaktadır (Perez-Jordan, 2015). Benzer bir şekilde havadaki aerosol miktarı da astronomik gözlemlerin çıktılarını önemli ölçüde etkilemektedir. Aerosol miktarının fazla olduğu atmosferde şeffaflık bozulur ve bu da atmosferin astronomik gözlem için kalitesini düşürmektedir (Varela, 2008). Havada oluşan türbülans da atmosferik gözlemler esnasında tercih edilmeyen bir atmosferik parametredir. Gökyüzünün bulutsuz hatta nemden ve aerosollerden arınmış olduğu durumlarda bile havada rüzgâr hızının 11 m/s'den yüksek olduğu durumlarda kubbe hareketlerinde yaşanan güçlükler ve görme bozukluğu nedeniyle gözlemlere devam edilememektedir (Liu, 2020). Bütün bu atmosferik parametrelerin yanında gözlemevinin irtifası ve konumu astronomik gözlemler esnasında oluşabilecek özel atmosferik karmaşanın etkisini arttırabilen parametreler olabilmektedir.

Bulutluluk, yoğuşabilir su buharı ve aerosol optik derinlik katmanları için edinilen veriler Terra ve Aqua uydularına ait multispektral bir enstrüman olan MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiomete) enstrümanına aittir.

Küresel kapsama alanına sahip bu çalışmada kutupsal yörüngeli Terra ve Aqua uydularına ait verilerin kullanılması tercih edilmiştir. Rüzgâr hızı için kullanılan veriler ise ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)'ye ait ERA5 model verileridir. Bu model verisinin kullanılmasının nedeni yine ERA5 model verilerinin kapsama alanının genişliğidir.

Şu an dünya üzerinde 2141 tane gözlemevi bulunmaktadır. Bu çalışmada gözlemlerine ait atmosferik katman verileri ve gözlemlerinin koordinatları kullanılmıştır. Katmanlara ait veriler en yüksek yersel (1-5km) ve zamansal (günlük) çözünürlükte sunulup uzun dönemli (20-40 yıl) bir zaman serisi elde edilmiş ve istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Bulutluluk için aylık veriler incelendiğinde kuzey ve güney yarımküredeki gözlemlerine ait bulut hareketlerinin genellikle birbirinin tersi davranış gösterdiği tespit edilmiştir. Yoğuşabilir su buharı kuzey yarımkürede Mayıs ayında artmaya başlarken Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında en yüksek noktaya ulaşarak Eylül aylarında azalmaya geçmektedir. Güney yarımkürede ise Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında en düşük seviyeye ulaşmaktadır. Aylık ortalamalara göre kuzey yarımkürede bulunan gözlemlerinde Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları arasında 200h-Pa rüzgâr hızı düşerken, güney yarımkürede bunun tam tersi olmaktadır.

Atmosferik parametrelerin yıllık ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak, astronomik gözlem için en uygun atmosferik parametrelere sahip gözlemlerinin yüzdesi belirlenmiştir. Böylece genel bir sonuç elde edilerek bu katmanların gözlemlerine olan etkileri incelenmiştir.

Bunun yanı sıra gözlemlerinin yükseklik, enlem ve boylam bilgileri de eklenerek katmanların birbiri ile ilişkileri de ortaya konmuştur. Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre görülen en yüksek ilişki 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı ve enlem arasında olup -0.71'dir. Gausyen bir dağılım gösteren bu katman kuzey yarımkürede $\sim 35^\circ$, $\sim 42^\circ$ ve $\sim 30^\circ$ ve civarındaki enlemlerinde üç noktada artış gösterip, güney yarımkürede ise $\sim 30^\circ$ enlemi civarı artış

göstermektedir. Tüm bu katmanların uzun vadeli küresel değişiklikleri ve birbirleriyle olan ilişkilerinin analizi, gözlemlerinin atmosferik parametrelerinin yorumlanması ve yer seçimi ve yer testleri için bir başlangıç sağlar.

Bu tez çalışmasında bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik, dikey rüzgâr hızı, 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı gibi atmosferik katmanların yanında gözlemlerine ait enlem boylam bilgileri ve dijital yükseklik modeli kullanılmıştır.





TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca, maddi ve manevi her türlü desteğini ve yakın ilgisini benden esirgemeyen, danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nazım AKSAKER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu süre zarfında bilgilerinden yararlandığım hocalarım Sayın Doç. Dr. Sinan Kaan YERLİ, Sayın Doç. Dr. Mehmet Akif ERDOĞAN ve Sayın Prof. Dr. Hazma EROL'a teşekkür ederim.

Çalışmamda yazılım konusunda bilgisini ve deneyimlerini benimle paylaşan kıymetli arkadaşım Alişan AKTAY'a ve haritalandırma konusundaki yardımları için Murat BAYAZIT'a, Prof. Dr. Aysun AKYÜZ'e, desteklerinden dolayı UZAYMER ekibine ve Sinan ALLAK'a teşekkürü borç bilirim.

Bu süre zarfında tecrübeleri ile bana yol gösteren, her daim desteğini hissettiğim kıymetli hocam Sayın Doç. Dr. Bekir Yiğit YILDIZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Başından sonuna kadar her an yanımda olan ve varlığından güç aldığım teyzem Nefize AVCI'ya teşekkür ederim.

Aldığım her kararda arkamda olan, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim sevgili ailem Bünyamin, Hilmiye ve Gülnihal KURT'a ve bu süre zarfında beni destekleyen ve yanımda olan olan tüm sevdiklerime çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması 117F309 nolu bir TÜBİTAK 1001 projesi olan "Dünyada Astronomik Yer Seçimi" adlı proje tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOD.....	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Astronomik Gözlemleri.....	17
3.1.2. Yararlanılan Veriler	18
3.2. Metod	26
3.2.1. Uydu ve Model Verilerinin Temini.....	27
3.2.2. Verilerin Uygun Formata Dönüştürülerek Aylık Ortalamalarının elde Edilmesi.....	28
3.2.3. Ortalamaları Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	33
4.1. Bulutluluk	33
4.2. Yoğuşabilir Su Buharı.....	34
4.3. Aerosol Optik Derinlik	35
4.4. Dikey Rüzgâr Hızı	36
4.5. 200h-Pa Basınç Seviyesindeki Rüzgâr Hızı.....	37
4.6. İstatistiksel Analiz.....	38
4.6.1. Seçilmiş Gözlemleri İçin İstatistiksel Analizler	50

4.6.2. Seçilmiş Gözlemleri İçin Zamansal Analizler	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	73
EKLER.....	74



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Seçilmiş gözlemlerinin ülke, yükseklik, boylam ve enlem bilgileri.	17
Çizelge 3.2. 48 bit MODIS bulut maskesinde ilk üç bit için dosya özellikleri.....	21
Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan katmanlara ait verilerin ayrıntıları.	26
Çizelge 4.1. Katmanlar için normallik testi kriterleri ve normallik hipotezi durumu.	40
Çizelge 4.2. Korelasyon değerine karşılık gelen istatistiksel ilişki düzeyi.....	41
Çizelge 4.3. Katmanların her biri ile hesaplanan korelasyon katsayıları değerleri.....	41
Çizelge 4.4. Seçilmiş gözlemleri için yıllık değerlerden elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri.	51
Çizelge 4.5. Seçilmiş gözlemleri için yıllık değerlerden elde edilen rkare ve eğim değerleri.	52



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1.	Graham ve ark. (2004) tarafından oluşturulan FriOWL veri tabanına ait bir görsel (Sarazin ve ark. (2006)).	7
Şekil 3.1.	Gözlemevlerinin küresel dağılımı.	18
Şekil 3.3.	Çalışmada kullanılan verilerin akış şeması.	27
Şekil 4.1.	Bulutluluk için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. X eksenini bulutluluğu y eksenini gözlemevi sayısını temsil etmektedir. Şekilde μ :düz çizgi, $\mu-1\sigma$:noktalı çizgi, $\mu-2\sigma$:kesikli çizgi, $\mu-3\sigma$:noktalı kesikli çizgi ile gösterilmektedir. Binleme boyutu sağ üst tarafta verilmiştir.	34
Şekil 4.2.	Yoğuşabilir su buharı için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. Şekil tanımlamaları Şekil 4.1. ile aynıdır.	35
Şekil 4.3.	Aerosol optik derinlik için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. Şekil tanımlamaları Şekil 4.1. ile aynıdır.	36
Şekil 4.4.	Dikey Rüzgâr Hızı için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. Şekil tanımlamaları Şekil 4.1. ile aynıdır.	37
Şekil 4.5.	200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. Şekil tanımlamaları Şekil 4.1. ile aynıdır.	38
Şekil 4.6.	Katmanların birbirleri ile olan ilişkilerinin grafiksel gösterimi (1. Kısım).	43
Şekil 4.7.	Katmanların birbirleri ile olan ilişkilerinin grafiksel gösterimi (2. Kısım).	44
Şekil 4.8.	200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı (200h-PaWS) ve enlem (LAT) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemevlerine aittir.	45

Şekil. 4.9. Aerosol optik derinlik (AOD) ve yükseklik (DEM) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.....	46
Şekil. 4.10. Bulutluluk (CC) ve aerosol optik derinlik (AOD) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.....	46
Şekil. 4.11. Bulutluluk (CC) ve enlem (LAT) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.	47
Şekil. 4.12. Aerosol optik derinlik (AOD) ve Enlem (LAT) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.....	48
Şekil 4.13. Yoğuşabilir su buharı (PWV) ve yükseklik (DEM) arasındaki üstel ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş önemli gözlemlerine aittir.....	49
Şekil 4.14. Bulutluluk (CC) ve yükseklik (DEM) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.....	49
Şekil 4.15. Observatorio Astronomico de Consell Gözlemine ait yıllık ortalama bulutluluğun zamansal değişim grafiği.....	53
Şekil 4.16. Catania Astrophysical Gözlemine ait yıllık ortalama yoğuşabilir su buharının zamansal değişim grafiği.	53
Şekil 4.17. Kuzey (sol taraf) ve güney (sağ taraf) yarımkürelerde bulunan seçilmiş gözlemleri için katmanların yıllık ortalamalarının grafiksel gösterimi.....	55
Şekil 4.18. Kuzey (sol taraf) ve güney (sağ taraf) yarımkürede bulunan seçilmiş gözlemleri için katmanların aylık ortalamalarının grafiksel gösteri.	56

SİMGELER VE KISALTMALAR

200h-PaWS	: 200h-Pa Wind Speed / 200h-Pa Rüzgâr Hızı
AOD	: Aerosol Optical Depth / Aerosol Optik Derinlik
CC	: Cloud Cover / Bulutluluk
DEM	: Digital Elevation Model / Dijital Yükseklik Modeli
HİST.	: Histogramlar
KURT.	: Krutosis / Basıklık Ölçütü
PWV	: Precipitable Water Wapour / Yoğuşabiliri Su Buharı
SIG.	: Significant /Anlamlılık
SKEW.	: Skewness / Çarpıklık Ölçütü
USA	: United States of America / Amerika Birleşik Devletleri
VVWS	: Vertical Velocity Wind Speed



1. GİRİŞ

Astronomi, astronomik kaynaklardan elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinden gelen ışımının atmosferden geçerek uygun dedektörler ile gözlenmesinin ve bu gözlemlerin fizik yasaları ile birleştirilerek doğayı anlama bilimidir. Dolayısıyla gözlemevlerinin bulunduğu yerdeki atmosfer astronomik gözlemler için oldukça önemlidir. Bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik ve rüzgâr hızı gibi atmosferik parametreler gözlemleri etkileyen parametrelerdir. Örneğin bulutlu bir gecede gözlem yapmak düşünülemez.

Astronomik gözlemevlerinin bulunduğu yerdeki atmosfer, astronomik gözlemler açısından çok önemlidir (Hellemeier, 2019). Bu nedenle, astronomik gözlemevlerinin etrafındaki atmosferin temel özellikleri iyi belirlenmeli ve bilinmelidir (Sarazin, 2006). Astronomik gözlemlerini etkileyen birçok meteorolojik parametre vardır (Sanchez, 2007; Stalin, 2008; Vernin, 2011). Bu parametreler bulut örtüsü, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik, 200-hPa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı ve dikey rüzgâr profili gibi atmosferik parametrelerdir.

Tüm bu veriler arasında en önemli parametre bulutluluktur çünkü gözlemi doğrudan sonlandıran bir etkiye sahiptir ve gökyüzünün tamamen bulutlarla kaplı olduğu bir gecede astronomik gözlemler yapılamaz (Aksaker, 2020). Bu önemli etki, tüm bulut türlerini kapsamaktadır. Çünkü her tür bulut, astronomik gözlemler için önemlidir. Gözlemlerdeki fotometrik zamanlar, görüntü kalitesi açısından sınıflandırılır. Gecenin fotometrisi doğrudan gökyüzünün meteorolojik bulut örtüsü ile ilgilidir. Fotometrik veya net zaman, atmosferik yok oluşun en küçük ve kararlı olduğu koşullara karşılık gelmektedir. Bunun için en alt koşul, bulutların tamamen olmadığı durumlardır. Bu nedenle bulut örtüsü iyi belirlenmelidir. Bulut tespiti için şimdiye kadar birçok farklı yöntem kullanılmıştır; çıplak gözle gözlemler, lidar ve radar yöntemleri (Vivekanandan, 2018; Jacob, 2019), All-Sky kameralar (Alonso-Montesinos, 2020), optik gözlemler (Portenier, 2019) ve uydu izleme (Sun, 2020).

Aslında, TMT (Otuz Metre Teleskobu) ve LSST (Büyük Sinoptik Araştırma Teleskopu) gibi projelerde, tüm gökyüzü kamerası, aday istasyonun bulut analizini gerçekleştirmek için aktif olarak kullanılmıştır (Sebag, 2007; Schock, 2009).

Bulutların yanı sıra astronomik gözlemleri ve astronomik aletleri etkileyen bir başka atmosferik parametre de nemdir. Nemin astronomik gözlemler üzerindeki etkisini anlamak için dikey kolon su buharını incelemek gerekmektedir. Su buharı, kızıl ötesi dalga boyunun atmosferde gözlenmesini engelleyen ana moleküldür. Orta ve kısa kızıl ötesi dalga boyuna göre uzak kızıl ötesi dalga boyundaki (~ 15 µm üzeri) radyasyonlar, kızıl ötesi dalga boyunun birkaç güçlü bandında bozulma meydana getirir. Bu, kızıl ötesi (IR) ve atmosferin milimetrenin altındaki alanlarda şeffaflığı üzerinde kötü bir etkiye sahiptir (Sarazin, 2013). Bu nedenle, su buharı, özellikle kızıl ötesi teleskoplu astronomik gözlemleri için önemli bir parametredir (Perez-Jordan, 2015). Nem % 85'in üzerinde tespit edildiğinde gözlemlerin sağlığı açısından gözlemler durdurulmaktadır. Su buharının kızılötesi astronomide gözlemler üzerindeki etkisi, her kat bölümü için troposfere entegre edilmiş dikey hava kolonundaki toplam su sütunu derinliği olarak tanımlanır ve yoğunlaşabilir su buharı olarak ölçülmektedir. (Perez-Jordan, 2015). Şimdiye kadar yoğunlaşabilir su buharı ölçümü için birçok teknik kullanılmıştır. En yaygın yöntemler; radioosonde (Mattioli, 2007), Global Positioning System (GPS) alıcıları (Duan, 1996; Choy, 2013), mikrodalga radyometreler (Turner, 2007; Ichikawa, 2019), çoklu filtreli döner gölge bandı radyometreleri (Li, 2016), raman radarı, sayısal hava tahmini (Sakai, 2019) ve uydu uzaktan algılama (Gao ve Kaufman, 2003).

Bulutluluk ve yoğunlaşabilir ve su buharı kadar önemli bir diğer parametre de havadaki aerosol miktarıdır. Gökyüzündeki aerosoller havanın ağırlaşmasına ve opaklığın kaybolmasına neden olur. Atmosferik şeffaflık azaldıkça, hava astronomik gözlem kalitesi de azalır. Aerosollerin bulutlar ve diğer atmosferik tabakalarla etkileşimi meteorolojik olaylarda katalizör olmasına rağmen, bu astronomik olarak istenmeyen bir durumdur (Varela, 2008).

Rüzgâr, atmosferde yarattığı türbülans ile astronomik gözlemlerin sonuçlarını doğrudan etkilemektedir (Tokovinin ve Kornilov, 2007). Türbülanslı olmayan ve rüzgâr hızının olabildiğince düşük olduğu günler astronomik gözlemler için tercih edilmektedir. Rüzgâr hızının 11 m/s'den yüksek olduğu durumlarda, açık gökyüzü koşullarında ve düşük nemde bile, kubbe hareketlerinde yaşanan güçlükler ve görüş bozukluğu nedeniyle gözlemlere devam edilememektedir (Liu, 2020). Bu nedenle, daha büyük teleskoplar için 200h-Pa rüzgâr hızı, yüksek türbülans nedeniyle atmosferik gözlem için daha da önemlidir (Hellemeier, 2019). Yüksek seviyeli rüzgâr, radiosonde gözlemleriyle ölçülür. Ancak bu çalışmada kullanılacak veriler astronomik gözlemlerinin konumuna bağlıdır. Radyo verilerinin alındığı gözlem noktalarının sayısı her ülke için değişir. Ayrıca, balon verileri her zaman 200h-Pa'ya ulaşmamaktadır. Bu nedenle, bu küresel ölçekli tez çalışmasında radiosonde verilerinin kullanılması tercih edilmemiştir. Atmosferik faktörlere ek olarak, rakım ayrıca bir gözlemevinin hava kalitesini de belirlemektedir. İrtifa faktörü, iyi hava koşullarını sağlamak için önemlidir. Yüksek rakıma sahip olan yerler, atmosferik olaylardan daha az etkilenir. Atmosferik görüş daha iyi hale gelir böylece bu yerler atmosferik açıdan gözlem yapmaya daha elverişli yerlerdir.

Şu anda amatör ve profesyonel olarak bilinen 2141 gözlemevi bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında uzay tabanlı uydu verileri ve model verileri kullanılarak tüm bu gözlemleri için astronomik gözlemleri etkileyen atmosferik parametrelerin sonuçları elde edilmiştir. Kullanılan veriler hem zamansal (bulutluluk, yoğuşabilir su buharı ve aerosol optik derinlik için 2000–2019/2002–2019, dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı için 1979–2019 yılları arası) hem de yersel (bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik, dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı için sırasıyla; 3 km, 10 km, 3 km/10 km, 31 km ve 31 km) çözünürlük bakımından en yüksek kaliteye sahip olup astronomik gözlemleri için atmosferik ortamın belirlenmesinde önemli bir role sahiptir. Oluşturulan uzun dönemli zaman serileri

İstatistiksel olarak yorumlanmış ve bu katmanların aralarındaki ilişkiler incelenmiştir. Bunlara ek olarak önemli gözlemlerinin aylık ve yıllık istatistiksel sonuçları ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Bu uzun dönemli istatistiksel çıkarımlar Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak yapılacak olan astronomik yer seçimlerine de temel hazırlamaktadır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Astronomik gözlemleri için gözlemlerinin bulunduğu yerlerde yapılan meteorolojik, atmosferik ve klimatolojik incelemeler çoğunlukla yer seçimi ve yerden ölçümlerin irdelendiği çalışmalarda analiz edilmiştir.

Vernin ve ark. (1986), ilk olarak literatürde az rastlanan astronomik gözlemlerine ait meteorolojik yaklaşımları incelemiştir. Çalışmalarında, tropopoz seviyesindeki astronomik görüş ile düşük rüzgâr hızı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma, La Silla, Şili ve Hawaii'de hâlihazırda yayınlanmış olan mevsimsel astronomik görüş varyasyonlarına ve 200 milibar seviyesindeki atmosferik dolaşımın klimatoloji atlasına dayanmaktadır. Buna bağlı olarak Şili'nin kuzey kesiminde, Peru yakınlarında bulunan yerlerin üzerinde çok iyi bir görüntü kalitesi ihtimali olduğu belirlenmiştir.

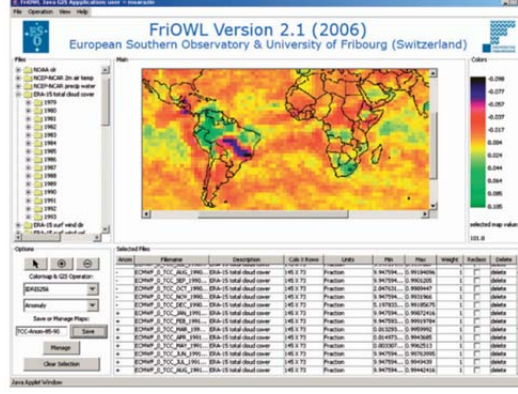
Aslan ve ark. (1989), 1982–1986 yılları arasında yapılan saha testi gözlemleri, uzun dönemli meteorolojik kayıtlar ve yerinde gözlemlere göre Türkiye'nin güneybatı ve güneydoğusunun oldukça iyi potansiyel gözlemevi alanları içerdiğini gösteren bir çalışma yapmıştır. Meteosat ve National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) uydularından alınan görüntülerin inceleyerek, Antalya Körfezi bölgesi ve Türkiye'nin güneydoğusunun istatistiksel olarak daha az bulut örtüsüne sahip olduğu gösterilmiştir. Radyosonde verilerinden, inversiyon tabakasının oluşum sıklığı ve ortalama yüksekliği elde edilerek potansiyel bölgelerde keşif yoluyla dört aday bölge seçilmiştir. Sonuç olarak Bakırlıtepe'nin iyi bir yer olarak öne çıktığını bulunmuştur. Bakırlıtepe'nin, La Palma'daki Roque de los Muchachos Gözlemevi ile kıyaslaması yapılarak oldukça uygun olduğu belirlenmiştir.

Cowles (1989), Atmospheric Visibility Monitoring (AVM) teleskop sistemlerinin nerede konumlandırılacağına karar vermek için atmosferik analizler yapmıştır. Bulutluluk, sis ve pus, saçılma ve türbülans gibi atmosferik parametrelerin her biri için ayrıntılı açıklamalarda bulunarak bu yer seçim

çalışmasında parametrelerin her birine farklı bir ağırlık verilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Erasmus ve Staden (2001), Temmuz 1993 ile Eylül 1999 tarihleri arasında kuzey Şili'deki bulut örtüsü ve su buharı koşullarını, meteorolojik uydu gözlemleri kullanılarak araştırmıştır. Bulut ve su buharının havadan haritalandırılması, optik ve kızıl ötesi yer tespiti için tercih edilen alanların belirlenmesiyle sonuçlanmıştır. Ek olarak, havadan araştırmanın bulgularına dayanarak, daha fazla analiz için on dört mevcut ve potansiyel teleskop sahası seçilmiştir. Bu sahalardaki bulut örtüsü ve su buharı koşulları karşılaştırılmış ve sahalara gözlem kalitesine göre sıralanmıştır. Gözlem koşulları bu parametrelere göre sırasıyla fotometrik, spektroskopik ve astronomi için uygun olmayan olarak tanımlanmıştır. Bu koşulların oluş sıklığı bulut örtüsünün uydu gözlemleri sayesinde belirlenmiştir. En iyi alanların 21.5° - 24.5° Doğu enlem kuşağındaki ticaret rüzgârının ters çevirmesinin üzerindeki dağ zirvelerinde bulunduğu ve en uygun enlemin 23° doğu enlemi olduğu tespit edilmiştir. İncelenen alanlar içerisinde en fazla açık gökyüzünün Tolar Tolar olduğu ve bu yerin güneş gözlemleri için en uygun yer olduğu belirlenmiştir. Kızıl ötesi astronomi için PWV analizinde en iyi yer Co Chascon olarak bulunmuştur.

Graham ve ark. (2004), Java tabanlı bir Coğrafi Bilgi Sistemleri ara yüzü olan "FriOWL" adında 1° ile 2.5° enlem / boylam arasındaki küresel çözünürlükteki bir iklimsel veri tabanı oluşturmuştur. Bu veri tabanı astronomik gözlemevleri için yapılan yer seçimi çalışmaları arasında en kapsamlı veri alt yapısına sahip ilk küresel ölçekli çalışmadır. Veri tabanına ait ara yüzün görünümü Şekil 2.1.'de verilmiştir. ECMWF ve National Centers for Environmental Prediction (NCEP) - National Center for Atmospheric Research (NCAR) verileri esas alınarak oluşturulan bu veri tabanı kullanılarak yeni nesil aşırı büyük teleskoplar için bir yer seçimi çalışması yapılmıştır. Bu ara yüzle hem uydu tabanlı uzaktan algılama verileri hem de yer ölçümlerinden elde edilen reanaliz verileri kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Graham ve ark. (2004) tarafından oluşturulan FriOwl veri tabanına ait bir görsel (Sarazin ve ark. (2006)).

Yao (2005), 2003–2005 yıllarını kapsayan Geostationary Meteorological Satellite (GMS) ve NOAA uydu verilerinden yararlanarak Çin’de astronomik gözlemevi inşa edilebilecek yerleri araştırmak için atmosferdeki su buharını incelemiştir. Çin Tibet bölgesindeki Pamir dağlarında bulunan Ali bölgesi aday yerlerden en iyisi olarak bulunmuştur.

Erasmus ve van Rooyen (2006), kuzeybatı Afrika ve güney İspanya’da Meteosat yersabit uydu verileri kullanarak E-ELT (European Extremely Large Telescope) projesi kapsamında, 7 yıllık dönem için 20°– 40° kuzey, 20° batı ve 10°doğu enlem ve boylamları arasındaki alan üzerinde yer seçim çalışması yapmıştır. Bulut örtüsünün ve yoğunlaşabilir su buharının uydudan elde edilen verileri ile referans bölge olarak seçilen La Palma’daki gözlemevi olan Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM)’de yapılan yer tabanlı ölçümler karşılaştırılarak verilerin doğrulaması yapılmıştır. İki yöntem ile elde edilen ORM için fotometrik ve fotometrik artı spektroskopik geceler % 2–3 oranında farklılık göstermektedir. Minimum bulut örtüsünün yaklaşık 28° kuzey enleminde gerçekleştiği belirlenmiştir. En düşük yoğunlaşabilir su buharı miktarının bulunduğu bölge ise Atlas dağlarının en güneybatısındadır. Bu bölgede, yoğunlaşabilir su buharının irtifa

ilişkisinden dolayı, en yüksek zirvelerin en düşük yoğuşabilir su buharına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Hosseini ve Nasiri (2006), İran Ulusal Gözlemevi'nin ev sahipliği yapacağı 2 metrelik teleskop için meteorolojik parametrelerin incelenmesinin yanı sıra en az ışık kirliliğine sahip bir yer için de çalışma yapmışlardır. Çalışmanın başlangıcında 33 aday bölgeden Meteosat uydu verilerine göre atmosferik olarak uygun olan dört alan belirlenmiştir. Bu dört alandaki gökyüzü parlaklığını tahmin etmek için The Defense Meteorological Program - Operational Line-Scan System (DMSP-OLS) uydu verileri kullanılarak gözlemevine ait ışık kirliliği ölçümü yapılmıştır.

Kurlandczyk ve Sarazin (2007), 30–60 m çapındaki E-ELT projesi için aday bölgelerinin gözlem özelliklerinin değerlendirip ve analitik olarak karşılaştırmıştır. European Space Agency (ESA) Envisat uydusu üzerinde bulunan MEdium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) cihazı verileri ile optik ve kızıl ötesi astronomik gözlemler için önemli olan bulut örtüsü ve yoğuşabilir su buharı gibi parametreler analiz etmiştir. Verilerin doğrulaması La Silla ve Paranal'daki European Southern Observatory (ESO) gözlemevlerinden temin edilebilen yerinde ölçümler ile Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES) hava uydusundan daha düşük çözünürlüklü veriler ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Bunun yanında hem kuzey hem de güney yarımkürede incelenen dört alanda 2002–2006 yılları arası gündüz bulut örtüsünün ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir.

Sánchez ve ark. (2007), 2004–2007 yılları arasında Calar Alto Gözlemevinde gece gökyüzünün ana özelliklerinin karakterizasyonunu analiz etmiştir. Yerden yapılan ölçümler sonucunda atmosferik sönümün aerosol miktarındaki artışla ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Varela ve ark. (2008), NASA/Aura cihazı üzerinde bulunan Ozone Monitoring Instrument (OMI), NASA/Terra ve Aqua uyduları üzerinde bulunan MODIS enstrümanı verileri kullanarak gelecekte inşa edilmesi planlanan gözlemevleri için yeni yerler aramak amacı ile havadaki aerosol

karakterizasyonunu incelemiştir. Bunun yanı sıra uydu verileri ile yapılan ölçümlerin tam anlamıyla geçerli ve güvenli sayılabilmesi için yerden yapılan ölçümlerle desteklenmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Skidmore ve ark. (2008), otuz metrelik Thirty Meter Telescope (TMT) için kurulması planlanan tüm aday yerlere Tüm Gökyüzü Kameralarını konuşlandırarak her potansiyel yer için bulut istatistiklerini elde etmiştir. Bu analiz esnasında mavi ve kırmızı filmlerin incelenmesine dayanan manuel bir yöntem ve fotometri analizine dayanan otomatik bir yöntem kullanılmıştır.

Saunders ve ark. (2009), güney Kutbu, Kubbe A, C ve F ile Sırt B ve Sırt A diye adlandırılan bölgelerde sınır tabakası, hava durumu, kutup ışıkları, hava parlaması, yağışlı su buharı, termal gökyüzü emisyonu, yüzey sıcaklığı ve serbest atmosferi karşılaştırmak için uydu verilerini, yayınlanan sonuçları ve atmosferik modelleri birleştirmiştir. Mevcut yerler arasında Kubbe A ve Kubbe F genel olarak iyi bir sonuç vermiştir; ancak Sırt A'nın daha da iyi bir yer olduğu sonucuna varmışlardır. Kubbe C'nin, termal kızıl ötesi veya terahertz bölgesi için diğer alanlardan daha az iyi olduğu saptanmıştır.

Hudson ve Simstad (2010), astronomik gözlemevleri için potansiyel yerleri seçmek adına olası parametreleri incelemiştir. Gözlemevinin kuzey yarım küre veya güney yarım kürede olması, yasal / çevresel kısıtlamalar ve gereksinimler, diğer gök bilimcilere yakınlık, alt yapıya erişim, maliyet, gelecekteki risk faktörü gibi antropojenik parametrelerin yanı sıra bulutsuz gecelerin yüzdesi, gökyüzü şeffaflığı, hava koşulları, gökyüzünün karanlığı gibi gözlemevinin atmosferik ve klimatolojik parametreler de çalışmada incelenmiştir.

Sabil ve ark. (2010), E-ELT projesi çerçevesinde, 42 m çapında yeni nesil optik teleskopları barındıracak bir alan seçmek için bir olası yer seçimi çalışmasında Aklim'de meteorolojik parametrelerin analizini yapmışlardır. Bulutluluk ve su buharı parametrelerinin bölgedeki zamansal istatistikleri için son sekiz yıllık su buharı ve bulutluluk analizi yapan Erasmus ve van Rooyen (2006)'in çalışmaları referans verilmiştir. Sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr yönü ve dikey rüzgâr

profili verileri NCEP/NCAR meteorolojik reanaliz verilerinden elde edilerek analiz edilmiştir. 12 ay için yapılan bu çalışmadan sonra 103 gecelik Differential Image Motion Motion Monitors (DIMM) cihazı ile yer ölçümü yapılarak yer seçim çalışması yer testleri ile desteklenmiştir.

Thomas-Osip ve ark. (2010), Dev Magellan Teleskobu'nun yeri olarak seçilen, Şili'deki Las Campanas Gözlemevinde bulunan Cerro Las Campanas, için meteorolojik parametrelerin Multi-Aperture Scintillation Sensor (MASS) ve DIMM cihazları ile yerden ölçümlerini analiz ederek gözlemevi için atmosferik durumu yer ölçümleri ile test etmişlerdir. Bulutluluk parametresi için tüm gökyüzü kamera sistemi; basınç, nem, rüzgâr, sıcaklık ve diğer görüş parametreleri için yer ölçüm cihazları kullanmıştır. Sonuç olarak Cerro Las Campanas gözlemevinin genel olarak başarılı bir gözlem için beklentileri karşıladığı sonucuna varılmışlardır.

Yin (2012) ve ark. Batı Çin'de astronomik gözlemevinin kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri olan gece bulutluluğu yer tabanlı bulutluluk kamerasıyla izlemiştir. Gece vakti bulutluluk görüntüleri ay ışığından etkilendiği için bu görüntüler ay ışığında ve ay ışığı olmadan alınarak ikiye bölünüp işlenmiştir. Bunun sonucunda bulutluluk belirlenerek eşik değerin üzerindeki ölçümler ve bu ölçümlerin etkileri analiz edilmiştir.

Hidayat ve ark. (2012), Endonezya'da GMS-5, Geostationary Operational Environmental Satellite 9 (GOES-9) ve Multi-functional Transport Satellite1R (MTSAT-1R) meteorolojik uydulara ait verileri kullanarak 1996-2010 yılları için 15 yıllık bir bulutluluk analizi yapmıştır. Bu sonuçlara göre Endonezya'da astronomik gözlemevi kurulabilecek en iyi yerlerin % 70'in üzerinde açık gökyüzü ile Doğu Nusa Tenggara bölgesinde olduğunu belirlenmiştir.

Hotan ve ark. (2012), Avustralya'da radyo ve optik teleskopları bulunduran gözlemevleri için yer seçimi yapmışlardır. Bulutluluk oranını belirlemek için uzaktan algılanan meteorolojik verileri incelenmiş ve bu veriler, coğrafi bilgi sistemi kullanarak sayısal bir yükseklik modeli ile birleştirmiştir.

Çalışma 18 aylık bir dönemi kapsamaktadır. Mevcut gözlemlerinden Siding Spring'e göre iki kat daha fazla bulutsuz gece bulmayı hedefleyen bu çalışma optik teleskoplar inşa etmek için en iyi yerlerin muhtemelen kuzeybatı Batı Avustralya'daki Hamersley Sıradağları'ndaki en yüksek dağlarda olduğunu, kuzey Bölgesi'ndeki MacDonnell Sıradağlarının da uygun olabileceğini göstermektedir.

Varela ve ark. (2012), astronomik saha karakterizasyonu ve geleceğin son derece büyük teleskoplarını barındırmak için en iyi bölgelerin seçilmesi için uzaktan algılama tekniklerinden ve iklim teşhis arşivlerinden alınan anahtar parametreleri analiz etmiştir. NASA uyduları tarafından sağlanan aerosol index ve aerosol optik derinlik değerlerinin, aerosol saha karakterizasyonu için yararlı olmadığı sonucuna varmışlardır. Buna ek olarak yüksek ve alçak irtifadaki rüzgâr korelasyon katsayıları, Mauna Kea haricinde incelenen bölgelerde benzer bir davranış izlediğini belirtmişlerdir.

Koc-San ve ark. (2013), Türkiye'nin Antalya ilinde bulut örtüsü, yoğunlaşabilir su buharı, deprem bölgeleri, yollar, heyelan envanteri, aktif fay hatları, sayısal yükseklik modeli, şehir ışıkları, madencilik faaliyetleri, yerleşim alanları ve yerbilim gibi meteorolojik, coğrafi ve antropojenik faktörleri uzaktan algılama teknolojileri ile bütünleşmiş bir yöntem olan Çok Kriterli Karar Analizini astronomik gözlem alanları için mümkün olan en iyi adayları seçmek için kullanmıştır. Sonuç olarak, en uygun alanların Antalya'nın batı ve doğu kesimlerinde yoğun olarak konumlanmış olduğunu belirtmişlerdir.

Munoz-Tunon ve ark. (2015), Kanarya adalarında bulunan ve önemli astronomik gözlemlerinden olan Roque de los Muchachos Gözlemevi ve Teide Gözlemevinin atmosferik karakterizasyonunun tespiti ve atmosferik parametrelerin ölçümü için bir gökyüzü ekibi oluşturmuştur. Atmosferik görüş için DIMM cihazı, meteorolojik parametreler için Automatic Weather Stations (AWS), yoğunlaşabilir su buharı ölçümü için Global Position System (GPS), gökyüzü palaklığı için ise Sky Quality Meter (SQM) ölçümleri kullanılmışlardır.

Aksaker ve ark. (2015), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uydu görüntüleri ile birlikte Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) kullanılarak Türkiye'deki potansiyel gözlemevi konumları için bir yer seçimi gerçekleştirmiştir. Bu analizde bulut örtüsü, sayısal yükseklik modeli, yapay ışıklar, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik kalınlık ve rüzgâr hızı incelenmiştir. ÇKKA'nın sonucuna göre, en uygun bölgelerin güneybatıdan kuzeydoğuya kesişen bir şeritte yer aldığı ve Türkiye'nin güneydoğusundaki bir bölge olduğu görülmüştür. Bu sonuca ek olarak, büyük gözlemevi alanlarının konumlarına da aynı süreç uygulanmıştır.

Khosroshahi ve ark. (2015), İran Ulusal Gözlemevi'nin (INO) geliştirme aşamasında olan INO 3.4m optik teleskop için 2001–2007 yıllarını kapsayan yer seçimi çalışması yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda İran'ın merkezinde potansiyel görülen iki yer belirlenmiştir. 2008–2010 yıllarında ise bu iki yer için, rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü, astronomik görüş, gökyüzü parlaklığı ve mikro termal değişim gibi birçok meteorolojik katmanın yerden ölçümleri yapılmıştır

Abdelaziz ve ark. (2017), MENA bölgesindeki astronomik gözlemevi yerleri için yükseklik, bulut oranı, ışık kirliliği, çökebilir su buharı, aerosol optik derinlik, bağıl nem, rüzgâr hızı, türbülans ve günlük sıcaklık aralığı gibi katmanları kullanarak astronomik gözlemevleri için yer seçimi çalışma yapmıştır. Çalışmada uzay tabanlı Terra ve Aqua uydularına ait ve Atmosferik Kızıl Ötesi Siren (AIRS) cihazları, DMSP-OLS ve iklim tanılama arşivlerinden diğer ürünler (örneğin Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications (MERRA)) veri setlerini elde etmek için kullanmışlardır. 0 ile 1 arasında değişen parametreler ağırlıklandırılarak 17 bölge diğer yerlere kıyasla iyi olarak seçilmiştir.

Danesh ve ark. (2015), yer seçimi 2007 de tamamlanan İran Ulusal Gözlemevi (INO) için Gargash Dağı'nın en iyi yer olduğunu belirlemişlerdir. Gözlemevinin atmosferik karakterizasyonu için birkaç 100m aralıklarla DIMM cihazı kurularak, hava durumu istasyonu ile birlikte alınan sıcaklık, rüzgâr hızı ve yönü ve bağıl nem verilerinin üç yıllık istatistiksel analizini yapmışlardır. Bunun

yanı sıra astronomik görüş ve meteorolojik parametreler birleştirilerek uzun vadeli bir model ortaya koymuşlardır.

Hellemeier ve ark. (2019), hava durumunun, optik ve kızıl ötesi dalga boylarındaki gözlemler üzerindeki etkisini incelemiştir. Referans olarak, dünya genelindeki 15 gözlemevi için bulut örtüsü, 200h-Pa rüzgâr hızı, yoğuşabilir su buharı, dikey rüzgâr hızı ve aerosol indeksini analiz etmiştir. Çalışmada, iklimsel bir veri tabanı olan ERA-40 ve Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) uydusu verileri kullanılmıştır. Gözlemlerinin sahip oldukları meteorolojik durum uzun dönemli olarak incelenmiştir. Sonuç olarak en büyük değişikliklerin, artan bulut örtüsü ve su buharı gibi net eğilimlere sahip olan Antarktika bölgesinde buluşunu ortaya koymuşlardır.

Nasiri ve ark. (2019), İran Ulusal Gözlemevinde kurulması planlanan 3.4 m optik teleskop için yürüttükleri yer seçimi çalışmasında aday olarak gösterilen 33 bölge için üç yıl süren meteorolojik ve coğrafi parameter analizleri sonucunda aday yerleri Horasan, Kerman, Kum ve Esfahan olmak üzere dört bölgeye indirgemıştır. Astronomik ve iklimsel faktörler için bu indirgeme esnasında öncelikle yer sabit bir uydu olan Meteosat uydusunun kullanılarak, 33 yerin bulutluluk değerlerinin ölçümünün yapılması ardından, bulutlu olarak belirlenen bölgelerin aday yerlerden çıkarılması diğer yer seçim çalışmalarındaki süreçten oldukça farklıdır. Bu adımdan sonra DIMM cihazı ile yer ölçümleri yapılarak astronomik görüş için bulutluluktan sonra gelen diğer parametrelerin analizi yapılmıştır. Bu ölçümlerin sonucunda Dinava Bölgesindeki Gargash dağının atmosferik olarak astronomik gözlemlere uygun olduğu belirlenmiştir.

Otarola ve ark. (2019), Atacama Large Aperture Submm/mm Telescope (AtLAST) radyo teleskobu ve Atacama Large Millimeter and Submillimeter Array (ALMA) teleskobu için Şili'nin Antofagasta bölgesindeki Andes sıradağlarının batı yamacının yanı sıra kıyı sıradağlarında bulunan alanlarda yapılan yerden ölçüm verileri ile mm ve mm altı dalga boyu spektral pencerelerindeki atmosferik

şeffaflığın ana sınırlayıcı faktörü olan atmosferik su buharı, sıcaklık ve rüzgâr istatistiklerini sunmuştur.

Daniyal ve Kazmi (2019), Pakistan'da, Fotometrik Gece Fraksiyonu; Gece Gökyüzü Parlaklığı; Gökyüzü Şeffaflığı; Aerosol Konsantrasyonu; Rakım, Arazi Eğimi, Ulaşılabilirlik, Sismik Hassasiyet ve Arazi Kullanımı / Arazi Örtüsü kriterlerini ÇKKA kullanılarak analiz etmiş ve etki ağırlıklarını Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile hesaplamışlardır. Analizin sonucunda Deosai, Kalam, Kalat ve Nok Kundi, potansiyel salanlar olarak bulunmuştur. Tüm bu alanlar, en düşük aerosol ve antropojenik ışık kirliliğinden uzak, yeterli sayıda bulutsuz gece ile yüksek rakımlarda yer alan bölgelerdir. Fakat noktasal olarak bir yer belirlemek için bu alanlarda yerden ölçümlerin yapılması gerektiği çalışmada vurgulanmıştır.

Li ve ark. (2019), ERA-Interim küresel yeniden analiz verilerine dayanarak Qitai Telescope (QTT) sahasının atmosferik koşulları ve meteorolojik parametrelerinin hata tahminini analiz etmişlerdir. Bu analizde mutlak nem, karışım oranı ve yoğunlaşabilir su buharı parametreleri incelenmiştir. Sonuçlar, QTT sahasının, dünyadaki 100 metrelik havalandırılmalı radyo teleskoplarının iyi bilinen iki mevkiine göre çok daha az atmosferik su buharı içeren koşullarda bariz bir avantaja sahip olduğunu göstermektedir. Ek olarak, atmosferik su buharının radyo gözlemleri üzerindeki etkisinden dolayı, sahanın her frekans bandı için atmosferik geçirgenlik simüle edilip ve Planck radyasyon parlaklığının yanı sıra atmosferik opaklık da hesaplanmıştır.

Cao ve ark. (2020), Çin'de yapılması planlanan astronomik gözlemleri için yer seçimi çalışması yapmışlardır. 1996–2015 dönemini kapsayan bu çalışmada GMS ve NOAA uydularından ve MODIS cihazından elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu bulguların doğrulanması için yer tabanlı ölçüm gerekmesine rağmen, Mauna Kea ve Cerro Armazones'dekinden biraz daha düşük olan (~ % 85) ve sırasıyla büyük uluslararası projeler TMT ve ELT için seçilmiştir. Bulut dağılımlarının ve hâkim batı rüzgârlarından ve yaz musonlarından etkilenen mevsimsel değişikliklerin, batıdan etkilenen bölgelerdeki bulut örtüsünü azalttığı

görülmüştür. Bu durumun, iklim değişikliği modellerinden beklentilerle uyumlu olup belirlenen alanların çoğunun gelecekte bulut örtüsünün azaltacağını belirtmişlerdir.

Arbeláez-Cardona ve ark. (2020), GOES-16'dan elde edilen veriler ile Kolombiya üzerindeki açık gecelerin sayısını belirleyerek gözlem için potansiyel alanları araştırmıştır. ABI cihazından alınan bulut örtüsü verilerini doğrulamak için tüm gökyüzü kamerasından elde edilen veriler ile karşılaştırmışlardır. Ardından, Kolombiya'yı içeren bir bölge için her piksel ve 2018'in her günü için düşük bulut örtüsü değerlerine sahip saat sayısını ölçmek amacı ile GOES-16 bulut örtüsü alanlarının analizini genişletmişlerdir. Tamamen bulutsuz bir geceyi, bulutsuz beş veya daha fazla ardışık saate sahip gece olarak tanımlamışlardır ve potansiyel yerler 80'den fazla açık geceye sahip ve deniz seviyesinden 2000m yüksekliğe sahip olan alanlar olarak seçilmiştir. Bu seçime göre beşi Kolombiya'da, üçü Ekvador'da ve biri Venezuela'da dokuz yerin bu koşulları sağladığı bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucuna göre; Kolombiya'daki astronomik gözlemler için en uygun bölgenin, 2018'de 135 gece net (yılın yaklaşık % 37'si) ile Nariño bölümündeki Laguna de la Cocha'nın yakınında bulunduğunu ve ardından Lago yakınlarında bir yer olduğu, bunu, ülkenin merkezine yakın bir yerde bulunan, 117 berrak gece ile (yılın yaklaşık 32'si) ile Lago de Tota'ya yakın bir alanın izlediği belirtilmiştir. Bunun yanı sıra Kolombiya dışındaki bölgelerin araştırılması, Ekvador And Dağları'nın çalışılan yıl boyunca yaklaşık 48 gece açık olan konumlara sahip olduğu belirtilmiştir.

Aksaker ve ark. (2020), Dünya üzerindeki tüm karasal yüzeylerde güncel veri setleri kullanılarak 1 km yersel çözünürlükle astronomik gözlemleri için küresel bir yer seçimi yapmıştır. Çalışmalarında kullanılan bulut kapsamı, sayısal yükseklik modeli, yapay ışık, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik, rüzgâr hızı ve arazi kullanımı - arazi örtüsü gibi katmanlar uydu ve model verilerinden elde edilmiştir. Bu veri kümelerine, her katmanın belirli bir ağırlığa sahip olacağı dört farklı seri oluşturan bir ÇKKA tekniği uygulanmıştır. İlk kez astronomik

gözlemevleri için bir uygunluk indeksi oluşturmuşlardır. Suitability Index for Astronomical Sites (SIAS) diye adlandırdıkları bu indeks, uygun yerleri bulmak ve farklı siteleri veya gözlemevlerini karşılaştırmak için kullanılmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda güney Amerika'daki Orta Batı Ant Dağları ve batı Çin'deki Tibet Platosu, tüm SIAS Serilerinin en iyisi olarak bulunmuştur. Tüm seriler göz önüne alınarak, tüm karasal yüzeylerin % 3'ünden daha azının bir astronomik gözlemevi kurmak için en iyi bölgeler olduğu belirtilmiştir. Buna ek olarak, mevcut tüm profesyonel ve amatör gözlemevlerinden sadece yaklaşık % 10'u tüm SIAS serilerinde iyi değerler aldığı belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

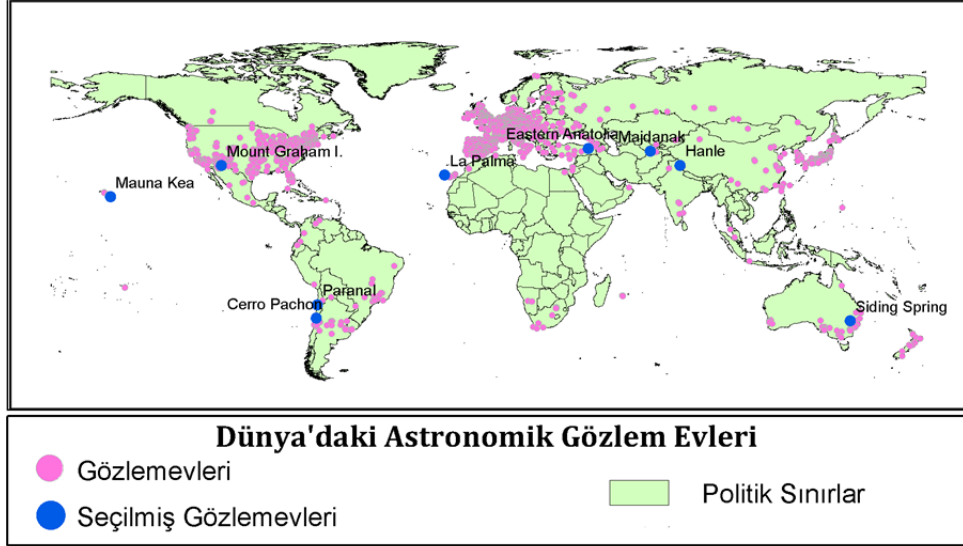
3.1.1. Astronomik Gözlemleri

Dünya’da amatör ve profesyonel olmak üzere 2141¹ gözlemevi bulunmaktadır. Bu gözlemlerinin 1906’sı kuzey ve 235 tanesi güney yarımkürede bulunmaktadır. Gözlemlerinin küresel dağılımı Şekil 3.1.’de verilmiş olup Batı Avrupa ve Doğu Amerika’da yoğunlaştığı görülmektedir. Yakın zamanda Hellemeier ve ark. (2019), tarafından yapılan bir çalışmada bulunan gözlemleri ile bu tez çalışmasında kullanılan gözlemleri listesinde bulunan 9 ortak gözlemevi özel olarak seçilmiş ve ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Seçilmiş gözlemleri mavi noktalar Şekil 3.1.’de belirtilmiştir. Bu önemli gözlemlerine ait enlem, boylam ve yükseklik bilgisi gözlemlerinin bulunduğu ülkeler ile birlikte Çizelge 3.1.’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Seçilmiş gözlemlerinin ülke, yükseklik, boylam ve enlem bilgileri.

GÖZLEMEVİ	ÜLKE	YÜKSEKLİK	BOYLAM	ENLEM
Cerro Pachon	Şili	2452	-70.7392	-30.238
Paranal	Şili	2374	-70.3974	-24.6158
Siding Spring	Avustralya	943	149.066	-31.2771
Eastern Anatolia	Türkiye	2989	41.2333	39.7833
Hanle	Hindistan	4278	78.9638	32.7795
La Palma	Kanarya Adaları	2216	-17.8824	28.7602
Majdanak	Özbekistan	2522	66.8956	38.6734
Mauna Kea	Hawaii	4120	-155.477	19.8261
Mount Graham International	USA	3081	-109.89	32.7015

¹ <https://www.projectpluto.com/obsc.html>



Şekil 3.1. Gözlemevlerinin küresel dağılımı.

Küresel kapsama alanına sahip bu tez çalışması için gözlemevlerinin atmosferik ve meteorolojik durumunun en iyi şekilde belirlenmesi adına kutupsal yörüngeli uydu ve geniş kapsama alanına sahip model verileri kullanılmıştır. Ancak Antarktika'nın bu kapsama alanının dışında kalmasından dolayı bu çalışmaya dâhil edilmemiştir.

3.1.2. Yararlanılan Veriler

Uydu Verileri: Çalışmada kullanılan uydu verileri, NASA merkezli uluslararası EOS (The Earth Observing System) görevine ait, Aqua ve Terra polar yörüngeli ikiz uyduları üzerinde bulunan MODIS cihazı tarafından algılanan verilerdir. EOS, Dünya kara yüzeyi, atmosfer biyosfer ve okyanusların uzun vadeli küresel gözlemleri için koordineli kutupsal yörüngeli bir uydu serisidir. Bu udu serisinin içerisinde polar yörüngeli iki uydu Dünya'nın bütünleşmiş bir sistem olarak daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır.

Bu ikiz uydulardan ilki, EOS görevinin amiral gemisi olarak kabul edilen Terra uydusudur. Şubat 1999'da, adı "EOS / AM-1" olan uydunun Ekvatorial geçiş

zamanı öğleden sonra 10:30 saatidir. Yörüngede 98.2°'lik eğim ve 705 km'lik rakıma sahip olup, tekrar döngüsü 16 gün olan güneş eşzamanlı polar bir uydudur. Misyonu çeşitli araçlardan rastlantısal gözlemleri (görüntüleri) karşılaştırmak olan bu uydu; Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER), Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES), Multi-angle Imaging Spectroradiometer (MISR), Measurement of Pollution in the Troposphere (MOPITT) ve MODIS cihazları ile atmosfer, yeryüzü, okyanus ve kriyosferdeki birçok parametrenin ölçümünü yapmaya devam etmektedir.

Terra uydusunun ikiz uydusu olan Aqua uydusunun eğim, rakım ve tekrar döngüsü Terra ile aynıdır. Ekvatorial geçiş zamanının öğleden sonra 13:30 saatinde olmasının göstergesi olarak "EOS / PM-1" olarak adlandırılan bu uydu 18 Ekim 1999'da "Aqua" olarak adlandırılmıştır. Aqua uydusu, bulutlar, okyanusun buharlaşması, atmosferdeki su buharı, yağış, deniz buzu, kara buzu ve kara ve buz kar örtüsü, toprak nemi, yeryüzünün ve Dünya'nın su döngüsü hakkında bilgi sağlanması için veri toplamaktadır. 4 Mayıs 2002'de piyasaya sürülen bu uydu: Atmospheric Infrared Sounder (AIRS), Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU), Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES), Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS (AMSR-E) ve MODIS cihazları ile altı yıllık öngörülen bir süre için tasarlanmış olmasına rağmen, hala ömrünü sürdürmektedir.

MODIS, Terra ve Aqua uyduları üzerinde bulunan 0,4 µm – 14,4 µm dalga boyları aralığında 12 bitlik yüksek radyometrik hassasiyete sahip 36 spektral bantlı bir cihazdır. İki bant, 250 metre çözünürlükte, beş bant 500 metre çözünürlükte ve geri kalan 29 bant ise 1 kilometre çözünürlükte görüntü almaktadır. Sabah ve öğleden sonra dünyanın aynı alanını görmek için birlikte çalışan bu iki uydu platformu üzerindeki MODIS cihazı sayesinde, bulutların oluşumu ve dağılması, aerosol hareketleri, su buharı, nem ve sıcaklık gibi gün boyunca değişim halinde olan atmosferik olayların en verimli şekilde ölçülebilmesi sağlanmaktadır. MODIS

cihazı bantlarının kullanım amacı, genişliği ve spektral ışınımları ile ilgili ayrıntılı açıklamalara ilgili web² adresinden erişilebilir.

Bulutluluk: Ackerman ve ark. (2015) tarafından geliştirilen, Terra ve Aqua uydu platformları üzerinde bulunan MODIS enstrümanına ait bulut maskesi ürünü ikinci seviyedir. Bu ürünler MOD35_L2 ve MYD35_L2 olarak adlandırılırlar. Çalışmamızda daha yüksek bir zamansal çözünürlük elde edilmesi amacı ile iki uydu platformu üzerindeki MODIS cihazına ait MOD35_L2 ve MYD35_L2, 2. Seviye ve 6.1. sürümüne ait ürünler kullanılmıştır. MODIS bulut maskesi ürünleri Hierarchical Data Format (HDF) formatında olup dokuz Scientific Data Set (SDS) nesnesinden oluşan günlük 288 tane olmak üzere yaklaşık 5 MB olan dosyalar üretmektedir. SDS'lerin yedisi MODIS coğrafi konumlandırma ürününün (MOD03) alt kümeleridir. Bunlar esas olarak görselleştirme amacıyla dâhil edilmiştir. Bulut maskesi SDS'si 48 bit bulut maskesi ürünüdür. MODIS Bulut Maskesi ürünü, 1 km ve 250 m (nadiren) uzamsal çözünürlüklerde üretilen Seviye 2 ürünüdür. Algoritma, Dünya yüzeyinin en iyi şekilde gözlemlendiğine dair güveni belirtmek için bir dizi görünür ve kızıl ötesi eşik ve tutarlılık testine tabi tutulmuştur. 250 metrelik bulut maskesi etiketleri yalnızca görünür kanal verilerine dayanmaktadır. Radyometrik olarak uygun dalga boyunda ışınımlar gereklidir, bu nedenle veri alınırken eksik veya düşük kalitede olduğu yerlerde bulut maskesi ürününde boşluklar görülmektedir. MODIS cihazına ait spektral bant sayısı, merkezi dalga boyu, kullanım amacı ve açıklamasına ilgili web³ adresinden erişilebilmektedir. Bir pikselin bulutlu veya açık olarak tanımlanması arasındaki sınır bazen belirsizdir. Örneğin, bir piksel kısmen bulutlu olabilir veya bir piksel bir spektral kanalda bulutlu olarak görünebilir ve farklı bir dalga boyunda bulutsuz görünebilir. Bu yüzden farklı uygulamalarda da yüksek güvenilirlik sağlanması adına, MODIS bulut maskesi basit bir “evet / hayır” kararından daha fazlasını içermektedir. Bulut maskesi, farklı spektral testlerden

² https://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod06.pdf

³ https://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod06.pdf

elde edilen sonuçlara göre 4 seviye güven içerir. Bulut maskesinin bit yapısı Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

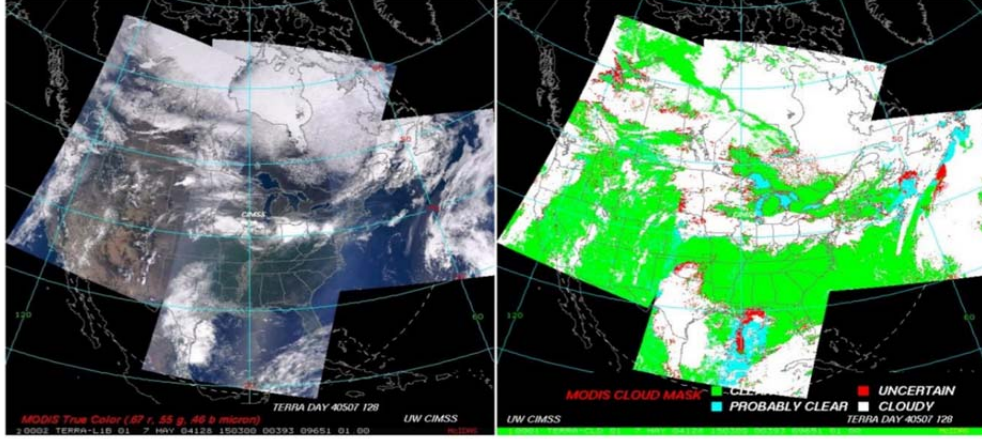
Çizelge 3.2. 48 bit MODIS bulut maskesinde ilk üç bit için dosya özellikleri.⁴

Bit Alanı	Açıklama	Sonuç
0	Bulut Maskesi Tespit Alanı	0=Belirlenemedi 1=Belirlendi
1–2	Engelsiz Görüş Alanı	00= Bulutlu 01= Muhtemelen Bulutlu 10= Muhtemelen Bulutsuz

İlk üç bite göre yapılan bu ayırt etme algoritmasına göre;

- Bit 0, “0” olarak ayarlanmışsa, bulut maskesi algoritması çalıştırılmaz. Bulut maskesinde kullanılan tüm ışımaya değerleri kötü kabul edilerek geçerli bir ışımaya verisi ve geçerli coğrafi konum verisi yok veya güneş parıltılı bölgelerde geçersiz parlaklık verisi mevcut demektir. Bu durumda maskeleyme yapılamaz. Eğer bit 0, “1” olarak ayarlanmışsa maskeleyme yapılmıştır.
- Bit 1–2 değerleri için güven aralıkları, belirli bir görüş alanı için bulut maskesi algoritması testlerinin sonucundaki kesinliği ifade eder. Spektral testler yapılırken, biri bir eşik sınırına yaklaştıkça, sonuca ilişkin kesinlik veya güven azalır. Bu nedenle, her bir test için, eşik değerine yakın bir güven aralığı atanır. Bulut maskesi çıktısının belirlenmesi, gerçekleştirilen tüm testlerden açık gökyüzü güvenlerinin bir birleşiminden hesaplanan olası dört güven düzeyini kapsar. Bunlar: bulutsuz (güven düzeyi > 0.99), muhtemelen bulutsuz ($0.99 \geq$ güven düzeyi > 0.95), muhtemelen bulutlu ($0.95 \geq$ güven düzeyi > 0.66) ve bulutlu (güven düzeyi < 0.66) şeklinde tanımlanır. Yukarıdaki güven aralıkları için bit 1 ve 2'nin değerleri sırasıyla 3, 2, 1 ve 0'dır.

⁴ https://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod06.pdf



Şekil 3.2. MODIS bulut maskeleye algoritmasının uygulanmadan önceki ve sonraki gösterimi.⁵

Şekil 3.2. MODIS'e ait bir görüntünün RGB (Red- Green- Blue) gerçek renklerle gösterimi sol tarafta bulunmaktadır. Aynı görüntünün MODIS bulut maskesi algoritması uygulanarak sınıflandırılmış gösterimi sağ taraftadır. Şekil 3.2.'deki yeşil alanlar bulutsuz, turkuaz alanlar muhtemelen bulutsuz, kırmızı alanlar muhtemelen bulutlu, beyaz alanlar ise bulutlu gökyüzünü göstermektedir. Bu tez çalışmasında bu dört sınıftan “bulutsuz” sınıfı dışında kalan diğer üç sınıf kullanılmıştır. Gözlemlerinin bulutluluk durumları için yalnızca gece verileri seçilmiştir. Terra ve Aqua uydusu için uzun dönemi kapsayan veriler indirilerek zamansal olarak uzun dönemli günlük veriler edinilmiştir.

Yoğuşabilir Su Buharı: Terra ve Aqua uyduları üzerinde bulunan MODIS cihazına ait 2. Seviye ürün olan MOD07_L2 ve MYD07_L2 Atmosferik Profili, çalışmada yoğuşabilir su buharı verilerinin elde edilmesi için kullanılmıştır. MODIS Atmosfer Profili ürünü birkaç parametreden oluşmaktadır. Bunlar; toplam ozon yükü, atmosferik durağanlık, sıcaklık ve nem profilleri ve atmosferik su buharıdır. Tüm bu parametreler, 5x5 km piksel çözünürlükte olup görüş alanı bulutsuz olduğunda üretilmektedir. MODIS sıcaklık ve nem profilleri 20. dikey

⁵ https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/meetings/200407/presentations/atmos/Frey.pdf

basınç seviyesinde üretilmektedir. Sıcaklık, nem ve ozon profili algoritmaları, 25, 27 – 29 ve 30 – 36 MODIS kanallarından kalibre edilerek, MODIS bulut maskesi ürünü (M*D35_L2) ile beraber kullanılır. Algoritma ayrıca yüzey basıncı için The National Centers for Atmospheric Prediction (NCEP) analizini kullanır.

Atmosferik yoğuşabilir su buharı, net görüntülerde atmosferik nem profilleri ile bütünleşmiş MODIS kızıl ötesi geri alımlarından yapılan toplam kolon su buharının bir tahminidir. Troposferin üç (düşük, orta ve yüksek) katmanındaki nemin dikey dağılımı hakkında bilgi vermek için üretilir. 31. Kanal (11 μm) ve 32. kanal (12 μm) arasında var olan su buharı emilimindeki farklar belirlenerek oluşturulmaktadır.

Veri doğrulaması, sonuçların radyosonda, Mikrodalga Radyometre ve GPS ölçümleri, Brewer spektrofotometre ölçümleri ile karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Buna ek olarak, Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES) sonda nem ve ozon ürünleri, Atmospheric Infrared Sounder (AIRS) profilleri, Special Sensor Microwave/Imager (SSM / I), Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) ve Ozone Monitoring Instrument (OMI) dâhil olmak üzere diğer uydu verileri de doğrulama için kullanılmaktadır.

Borbas ve ark. (2015) tarafından geliştirilen MODIS Atmosfer Profili ürünü diğer MODIS ürünleri gibi HDF formatından oluşup, her gün için 288 tane olmak üzere, boyutları yaklaşık 50 MB olan dosyalar üretmektedir. Bu katman için yalnızca gece verileri Terra uydusu için Şubat 2000 - Aralık 2019, Aqua uydusu için Mayıs 2002 - Aralık 2019 yıllarını kapsayan dönem için indirilip kullanılmıştır.

Aerosol Optik Derinlik: MODIS cihazı tarafından sağlanan farklı spektral ve uzamsal gözlemleri kullanarak, çeşitli yüzeyler üzerinde aerosol özelliklerini elde etmek için birçok farklı algoritma kullanılmaktadır. “Deep Blue” ve “Dark Target Land” olarak bilinen iki farklı algorithmadan gelen veriler kara üzerinden aerosol ölçümünü sağlamaktadır. Okyanus ve sular üzerinde ise aerosol ölçümü

için “Dark Target Ocean” algoritması uygulanmaktadır. Bu nedenle iki MODIS Aerosol veri ürün dosyası vardır;

- MOD04_L2 ve MYD04_L2, 2. seviye ürünü 10 x 10 km'lik bir yatay piksel boyutunda üretilmektedir.
- MOD04_3K ve MYD04_3K, 2. Seviye ürünü 3 x 3 km'lik bir yatay piksel boyutunda üretilmektedir.

Tüm bu ürünlerin birinci seviyedeki girdi verisi, 550 nm dalga boyundaki aerosol optik derinlik verisidir.

Levy ve ark. (2015) tarafından geliştirilen M*D04_L2 ve M*D04_3K veri setleri HDF formatındadır. Aerosol optik derinlik bilgisi yalnızca gündüz yani 550 nm’de alınan görüntülerden çıkarılmaktadır. Bu yüzden günlük yaklaşık 144 dosya sunmaktadır. M*D04_3K veri seti yersel çözünürlük açısından her ne kadar üstün olsa da bazı vejetasyon alanlarında çöl ve buzul bölgelerde algoritma eksik kalmaktadır. Bu yüzden bu tez çalışmasında 10 x 10 km yersel çözünürlükteki M*D04_L2 veri seti de çalışmaya eklenmiştir. Bu yüzden hem M*D04_L2 ve M*D04_3K veri setleri Terra uydusu için Şubat 2000 - Aralık 2019, Aqua uydusu için Mayıs 2002 - Aralık 2019 arasındaki dönemi kapsayacak şekilde indirilerek işlenmiştir. M*D04_3K seti için eksik kalan alanlardaki veriler, M*D04_L2 seti kullanılarak giderilmiştir. Böylece “Deep Blue” ve “Dark Target” algoritmaları en verimli biçimde kullanılmıştır.

Model Verileri: Tam zamanlı operasyonel hizmet sunan ve sayısal hava tahminleri ve diğer verileri üreten bir araştırma enstitüsü olan European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), dünyadaki en büyük meteorolojik veri arşivlerinden birine sahiptir. ECMWF, arşivlenmiş gözlemleri "yeniden analiz etmek" için düzenli olarak tahmine dayalı modeller ve veri işleme sistemleri kullanmaktadır. ECMWF arşivlerinde yar alan ERA5, veri asimilasyonu ise iklim ve hava durumu için beşinci nesil yeniden analiz verilerini sunmaktadır. Böylelikle

küresel olarak bütünleşik bir model ortaya koyulmaktadır. Verileri Ocak 1979'dan günümüze kadar mevcut olan ERA5, çok sayıda atmosferik, okyanus yüzeyi ve kara yüzeyi için saatlik tahminler sağlamaktadır. Verilerin yersel çözünürlüğü yatay piksel boyutunda 31 x 31 km'dir. Veriler dizi odaklı bilimsel bir veri formatı olan Network Common Data Form (NetCDF) formatında kullanıcılara sunulmaktadır. Bu tez çalışmasında rüzgâr hızını içeren veri setleri ERA5 yeniden analiz verilerinden elde edilmiştir.

Dikey Rüzgâr Hızı: Dikey rüzgâr hızı parametresi, yukarı veya aşağı yöndeki hava hareketinin hızıdır. ECMWF / IFS, basınca dayalı bir dikey koordinat sistemi kullanır. Yükseklik ile birlikte basınç azalır, bu nedenle negatif dikey hız değerleri yukarı doğru hareketi gösterir. Bu çalışmada, dikey rüzgâr hızı, saatlik ortalamaları için, '21:00', '22:00', '23:00', '00:00', '01:00', '02:00', '03:00', '04:00' arasındaki zaman dilimini kapsayan veriler seçilerek kullanılmıştır.

200h-Pa Basınç Seviyesindeki Rüzgâr Hızı: ERA5 200hPa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı verileri iki bileşenden oluşmaktadır. Birincisi, kuzey rüzgâr bileşeni olan rüzgârın "V" bileşenidir. Bu, kuzeye hareket eden yatay rüzgâr hızı verileridir. İkincisi, doğuya doğru rüzgâr bileşeni olan rüzgârın "U" bileşenidir. Bu, doğuya doğru hareket eden yatay rüzgâr hızı verileridir (Hersbach, 2016). Bu çalışmada her iki parametrenin de birleşimi alınmış ve yatay rüzgâr hızı verileri elde edilmiştir.

Diğer Veriler: Çalışmada gözlemlerine ait yükseklik bilgisi için 3D modellenmiş ve raster formatlı Sayısal Yükseklik Modeli veri kümesi olan GTOPO30 kullanılmıştır. Yatay ızgara aralığı yaklaşık 1 km'ye karşılık gelmektedir. Ortalama deniz seviyesinden yüksekliği metre cinsinden temsil eden bu veri kümesi, 90° kuzey ile 90° güney enlemlerini ve 180° batı ile 180° doğu boylamları kapsamaktadır. Bu veri seti Aksaker ve ark. (2020) tarafından oluşturulan, astronomik yer seçimi için birçok katmanı şimdiye kadarki en yüksek yersel

çözünürlükte sunan AstroGIS⁶ veri tabanından GEOTIFF formatında indirilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm veriler Çizelge 3.3.'de ayrıntıları ile verilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan katmanlara ait verilerin ayrıntıları.

Katman	Uydu/ Enstrüman/ Model	Ürün	Yersel Çözünürlük	Zamansal Çözünürlük	Boyut
Bulutluluk	Aqua/Terra- MODIS	M*D35_L2	3km	2000 – 2019 2002 – 2019	24 TB
Yoğuşabilir Su Buharı	Aqua/Terra- MODIS	M*D07_L2	10km	2000 – 2019 2002 – 2019	10 TB
Aerosol Optik Derinlik	Aqua/Terra- MODIS	M*04_L2/ M*D04_3K	3km/10 km	2000 – 2019 2002 – 2019	24 TB
Dikey Rüzgâr Hızı	ECMWF/ERA5	-	31km	1979 – 2019	130 GB
200h-Pa Rüzgâr Hızı	ECMWF/ERA5	-	31km	1979 – 2019	20 GB
Yükseklik	USGS	GTOPO30	1km	1996	1.7 GB

3.2. Metod

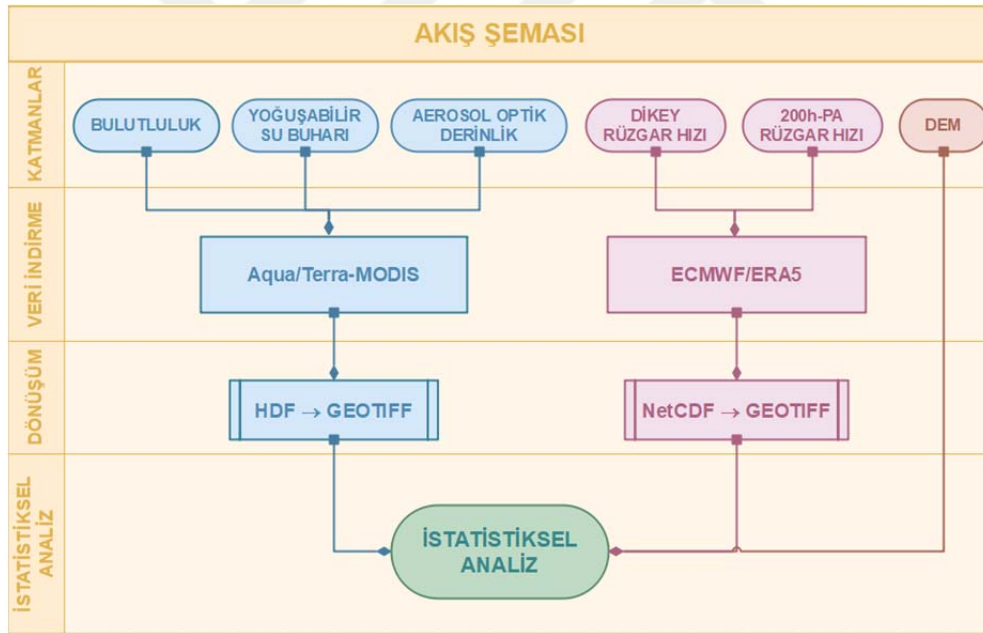
Bir astronomik gözlemevi için atmosferik koşullar hayati önem taşımaktadır. Gözlem kalitesinin bağlı olduğu en önemli atmosferik parametre olan bulutluluk ve ardından yoğuşabilir su buharı, aerosol, rüzgâr hızı ve yükseklik gibi parametrelerin analizi birçok çalışmaya konu olmuştur. Uydu görüntüleri ve model verileri ile bu parametreleri uzun dönemli bir zaman serisi olarak ele alarak bu yığın veriden çıkarımlarda bulunarak tahmin yürütmek, teknoloji ve zamanın getirdiği bir gerekliliktir. Bu tez çalışmasında tüm bu katmanların uzun dönemli veri setleri elde edilerek incelenmiş ve küresel çaptaki bütün gözlemevleri için

⁶ <https://www.astrogis.org/>

zamansal bir atmosferik analiz yapılmıştır. Gözlemleri için uzaktan algılama verileri kullanılarak atmosferik inceleme 3 adımda yürütülmüştür:

- Uydu ve model verilerinin temini.
- Verilerin uygun formata dönüştürülerek aylık ortalamalarının elde edilmesi.
- Ortalamaları elde edilen verilerin istatistiksel analizi.

Yapılan analizlerin sonucunda ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilerek zamansal bir istatistik seri oluşturulup sonuçları yorumlanmıştır. Çalışmada kullanılan verilerin akış şeması Şekil 3.3.'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan verilerin akış şeması.

3.2.1. Uydu ve Model Verilerinin Temini

Çalışmada kullanılan MODIS cihazına ait olan bulutluluk, yoğuşabilir su buharı ve aerosol optik derinlik veri setleri NASA'nın veri arşiv sayfası olan Level-

1 and Atmosphere Archive and Distribution System Distributed Active Archive Center (LAADS DAAC)⁷’den kullanıcı adı ve şifre alınarak indirilmiştir. Veri indirme işlemi sırasında açık kaynaklı Python (3.6) yazılımı ile verilerin bulunduğu sitede var olan Python betiği kullanılmıştır (Ek 1.). Bu üç katmana ait veriler Terra uydusu için Şubat 2000 - Aralık 2019, Aqua uydusu için Mayıs 2002 - Aralık 2019 dönemlerini kapsamaktadır.

ERA5 model verileri olan rüzgâr hızı dâhilindeki dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı verileri “Climate Data Store” veri arşivinden⁸ Climate Data Store Application Program Interface (CDS API) kullanılarak indirilmiştir (Ek 2. ve Ek 3.). CDS API “Climate Data Store” verilerine programlı erişim sağlayan bir hizmettir. İndirilen dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı verileri NetCDF ve grid formatında olup boyutları sırasıyla 20 GB ve 1.7 GB’tır.

3.2.2. Verilerin Uygun Formata Dönüştürülerek Aylık Ortalamalarının elde Edilmesi

İlgili ağ adreslerinden indirilen MODIS cihazı verileri HDF formatında olduğu için, Coğrafi Bilgi Sistemleri analizlerinde doğru bilgiyi elde etmek adına GEOTIFF formatına dönüştürülmüştür. Bu adım gözlemvlerinin koordinatları üzerinden bilgi edinilmesini kolaylaştırmak için yapılmıştır.

MODIS Bulut Maskesi verisi olan M*D35_L2 Veri setine ait verilerin 5 dakikalık algılama genişliği için granül boyutu 2330 x 1354 pikseldir. Ürünün içerisinde bulunan “Cloud Mask” katmanına ait bilgileri incelemek için Java tabanlı bir yazılım olan HDFView programı kullanılmıştır. Verinin içerisindeki SDS’lere ulaşarak kullanılacak olan katmanın bilgileri incelenmiştir. Gözlemvleri için gece bulutluluğu incelenmek istendiği için günlük 288 HDF dosyasından

⁷ https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/archive/allData/61/MYD35_L2

⁸ <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressure-levels-monthly-means?tab=form>

yalnızca gece verileri seçilecek şekilde bir betik oluşturulmuştur. Bu betik Aerosol Optik Derinlik verisini kaynak olarak gece ve gündüz vakti ayırımı yapmaktadır. Bölüm 3.1.3.'de bahsedildiği üzere Aerosol Optik Derinlik verisi için yalnızca gündüz vakti verileri vardır. Bulutluluk için oluşturulan Python betiği de bu zamansal ölçütü kaynak olarak gece ve gündüz vakti ayırımı yapmaktadır.

Oluşturulan Python betiği üç kısımdan oluşmaktadır. İlk aşamada HDF formatındaki veriler GEOTIFF formatına çevrilmektedir. İkinci aşamada GOETIFF formatındaki veriler Geospatial Data Abstraction Library Virtual Format (GDAL) kütüphanesindeki *Warp* ve *Translate* fonksiyonları yardımıyla WGS84 DATUM ölçütleri göz önüne alınarak 3 km yersel çözünürlükte birleştirilmiştir. Bu sırada oluşturulan GDAL kütüphanesindeki Virtual Format (VRT) format sürücüsü sayesinde raster coğrafi veri formatları için yeniden konumlandırma gibi çeşitli algoritmaların oluşturulması sağlanmıştır. Son aşamada ise dönüştürülen dosyalar birleştirme işleminden sonra diskten silinerek alan açılmıştır.

MODIS yoğunlaşabilir su buharı verisi için incelenen atmosferik profil verisi M*D07_L2 veri seti 6.1 versiyonunda (C.6.1) ve HDF4 formatında olup 5'er dakikalık algılama genişliği görüntülerinden ve Int16 (-3200 ila +3200) veri tipinden oluşmaktadır. Her gün için 288 adet dosya bulunmaktadır. Veriler HDF formatından GEOTIFF formatına dönüştürülürken Bulutluluk parametresinde olduğu gibi Python GDAL Kütüphanesi kullanılarak 5 km yersel çözünürlükte önce GEOTIFF formatına, daha sonra da GIS formatına uygun mozaiklenmiş görüntüye dönüştürülmüştür.

MODIS aerosol optik derinlik veri setleri M*D04_L2 ve M*D04_3K, bulutluluk ve yağuşabilir su buharı verileri için yapıldığı gibi Python yazılımının GDAL kütüphanesi fonksiyonları olan *Warp* ve *Translate* kullanılarak sırasıyla, 10 km ve 3 km yersel çözünürlükte WGS84 DATUM ölçütlerine dayanarak mozaiklenmiştir. ERA5 yeniden analiz verileri olan dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa'daki rüzgâr hızı verileri için bu işlem uygulanmamıştır.

MODIS cihazına ait veriler olan bulutluluk, yoğuşabilir su buharı ve aerosol optik derinlik verileri günlük olarak GEOTIFF formatına dönüştürülen verilerin aylık ortalamaları hesaplanmıştır. Oluşturulan Python betiği ile 8 bitlik radyometrik çözünürlükteki bu verilerin sondan ikinci ve üçüncü bitlerinden bulutluluk indeksi oluşturulmuştur. Bölüm 3.1.2.'de ve Çizelge.3.2.'de açıklandığı üzere birinci bitten bulut maskesi algoritmasının uygulanıp uygulanamayacağını, sondan ikinci ve üçüncü bit kombinasyonlarından ise bulutluluk sınıfları belirlenmiştir. Her pikseldeki bulutluluk değeri kullanılarak ortalamalar hesaplanmıştır:

$$CC_{ort} = \frac{CC_{piksel} - CC_{min}}{CC_{max} - CC_{min}}$$

Bulutluluk verilerinde dört farklı sınıf olduğu için diğer MODIS cihazı verilerinden farklı olarak 8 bitlik verinin sondan ikinci ve üçüncü bitleri için ikilik yapıdan yüzdeliğe çevirme işlemi uygulanmıştır.

Yoğuşabilir su buharı ve aerosol optik derinlik veri setleri için de GEOTIFF e dönüştürülen görüntülerin günlük ortalamaları Python yazılımı kullanılarak piksel değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. ERA5 yeniden analiz verileri kapsamındaki dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı verileri GEOTIFF formatına dönüştürülmediği için verilerin günlük ve daha sonra aylık ortalamaları NetCDF formatından, oluşturulan Python betiği ile elde edilmiştir (Ek 2. ve Ek 3.).

3.2.3. Ortalamaları Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi

Her bir katman için veriler indirildikten ve aylık ortalamaları elde edildikten sonra 2141 tane astronomik gözlemevi için enlem ve boylam bilgileri kullanılarak piksel değerleri okutulmuştur. Bulutluluk parametresinin aylık ortalamalarından piksel değerlerinin okutulması için Python yazılımı kullanılmıştır

(Ek 4.). Ortalama değerler alınırken dört bulutluluk sınıfının her biri için değerler okutulup, tamamen açık gökyüzüne sahip sınıf ve onun dışında kalan üç sınıf bulunarak yüzdelik değerler hesaplanmıştır (Ek 5.). Böylece yılın yüzde kaçının tamamen bulutlu olduğu tespit edilmiştir. Bu işlem hem Terra hem Aqua uydusuna ait veriler için tekrarlanmış ve yine geliştirilen bir Python betiği ile ortalamaları elde edilmiştir (Ek 6.). Yoğuşabilir su buharı ve aerosol optik derinlik verileri için yüzdelik değerler okutulmayıp direk piksel değerleri okutularak iki uydu verilerinin herbir katman için sırasıyla ortalaması alınmıştır (Ek 7., Ek 8., Ek 9., Ek 10.). Dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa rüzgâr hızı katmanları için direk NetCDF formatındaki verilerden piksel değerleri elde edilmiştir (Ek 11., Ek 12.). Tek modele ait veriler olduğu için MODIS enstrümanı verileri gibi iki uydu verileri için ortalama alınmasına gerek kalmamıştır.

Katmanlara ait önceden okutulmuş olan yıllık piksel değerleri için normallik testleri ve katmanlar için aralarında varsa ilişkiler ve bu ilişkilerin yönleri IBM SPSS Statistics (22) programı kullanılarak hesaplanmıştır. Spearman, Kendall ve Pearson Korelasyon katsayıları hesaplanarak yorumlanmıştır. Sonuçlardan elde edilen orta ve kuvvetli düzeyde korelasyona sahip katmanlar için IDL (8.5) yazılımı ile yazılan kodlarla saçılım grafikleri elde edilmiştir. Bunun yanı sıra yine IDL yazılımı kullanılarak ortalamalar ve ortalamalardan/ortalamalara çıkarılan/eklenen 1σ , 2σ ve 3σ değerleri ile katmanlara ait histogramlar çizdirilmiş ve yorumlanmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

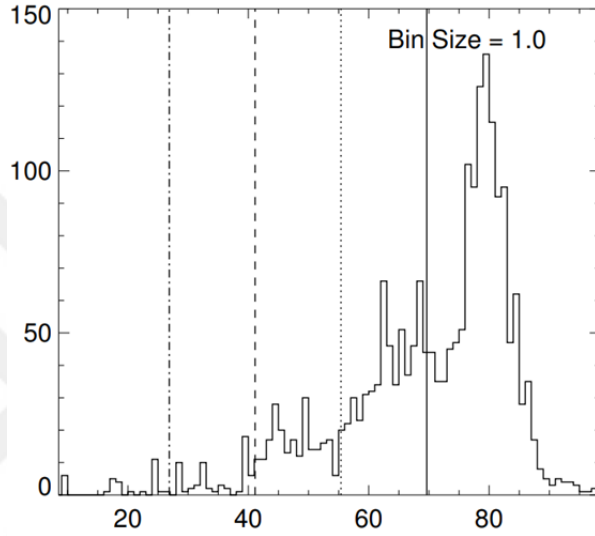
Uydu görüntüleri ve model (reanaliz) verileri kullanılarak bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik, dikey rüzgâr hızı, 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı ve yükseklik gibi katmanalar incelenmiştir. Gözlemleri konumları gereğince kuzey ve güney yarımküre olarak ayrı ayrı ele alınmıştır. 2141 gözlemevinin 1906'sı kuzey, 235 tanesi güney yarımkürede bulunmaktadır.

Bu katmanların, astronomik gözlemleri için piksel değerleri çıkarılıp uzun dönemli bir zaman serisi elde edilmiştir. Yıllık ortalamalardan elde edilen sonuçlara göre ortalama değerleri hesaplanıp bu değerlerin üstünde ve altında olan gözlemleri sayısı belirlenmiştir. Böylelikle tüm gözlemleri için genel bir istatistik oluşturulmuştur. Ayrıca katmanların birbiriyle olan ilişkileri ve gözlemleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun yanı sıra seçilmiş gözlemlerinin bulunduğu yerler aylık ve yıllık ortalamalar alınarak ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir.

4.1. Bulutluluk

Astronomik gözlemleri için en önemli etken olan bulutluluğun yıllık ortalaması % 69.65'dir. Yıllık bulutluluk ortalaması en fazla % 70.90 ile 2014 yılına aittir. Ortalamanın üzerinde kalan gözlemevi sayısı 1256 olup gözlemlerinin % 58.66'sını oluşturmaktadır. Ortalamadan çıkartılan 1 σ , 2 σ ve 3 σ değerleri ile gözlemlerinin hangi yüzdelikte olduğu tespit edilmiştir. Sırasıyla 1270 gözlemevi ortalamadan çıkartılan 1 σ değerinin üstünde olup bu oran % 59.31 dir, 1217 gözlemevi ortalamadan çıkartılan 2 σ değerinin üstünde olup bu oran % 56.84 ve ortalamadan çıkartılan 3 σ değerinin üstünde olan 1210 gözlemevi olup bu oran % 56.51'dir (Şekil 4.1.). Bulutluluk için aylık veriler incelendiğinde kuzey ve güney yarımküredeki gözlemlerine ait bulut hareketlerinin genellikle birbirinin tersi davranış gösterdiği tespit edilmiştir. Kuzey ve güney yarımkürede Ekvatordan

uzaklaştıkça bulutluluğun 40° kuzey ve 40° güney enlemlerinde maksimuma ulaştığı görülmektedir. Yıllık tüm ortalamalara göre Amerika Birleşik Devletlerinin doğusunda bulunan “Rhode Island Üniversitesi” % 98.88’lik bir oranla nerdeyse yılın tamamında bulutlu gökyüzüne sahip olduğu görülmüştür.



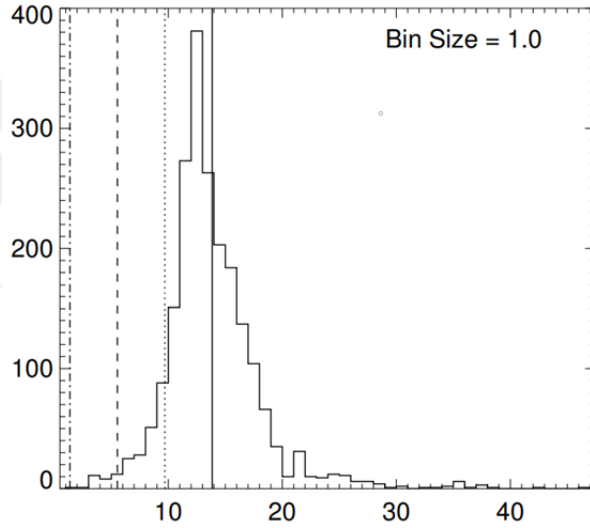
Şekil 4.1. Bulutluluk için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. X eksenini bulutluluğu y eksenini gözlemevi sayısını temsil etmektedir. Şekilde μ :düz çizgi, $\mu-1\sigma$:noktalı çizgi, $\mu-2\sigma$:kesikli çizgi, $\mu-3\sigma$:noktalı kesikli çizgi ile gösterilmektedir. Binleme boyutu sağ üst tarafta verilmiştir.

4.2. Yoğuşabilir Su Buharı

Astronomik gözlemleri etkisi nedeni ile yoğuşabilir su buharı için aylık ve yıllık ortalamalar hesaplanmıştır. 2002 yılında ortalama yoğuşabilir su buharı değeri 14.93 mm’dir ve diğer yıllardan fazladır. Yıllık maksimum yoğuşabilir su buharına sahip gözlemevi Malezya’nın batısında bulunan Hin Hua Gözlemevi’dir. Tüm yılların ortalama yoğuşabilir su buharı değeri 13.85 mm olup gözlemevlerinin % 41.19’u bu değer üzerinde. Hesaplanan ortalamalardan çıkarılan 1 σ , 2 σ ve 3 σ değerleri ile oluşturulan histogram Şekil 4.2.’de verilmiştir. 885 gözlemevi ortalamadan çıkartılan 1 σ değerinin üstünde olup bu oran % 41.33’tür, 898

gözlemevi ortalamadan çıkartılan 2σ değerinin üstünde olup bu oran % 41.94 ve ortalamadan çıkartılan 3σ değerinin üstünde olan 906 gözlemevi olup bu oran % 42.31'dir.

Aylık yoğuşabilir su buharı miktarına göre kuzey ve güney yarımküre birbirinin tam tersi bir davranış sergilemektedir. Kuzey yarımkürede Mayıs ayında artmaya başlayan yoğuşabilir su buharı Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında en yüksek noktasına ulaşarak Eylül aylarında azalmaya geçmektedir. Güney yarımkürede ise Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında en düşük seviyeye ulaşmaktadır.

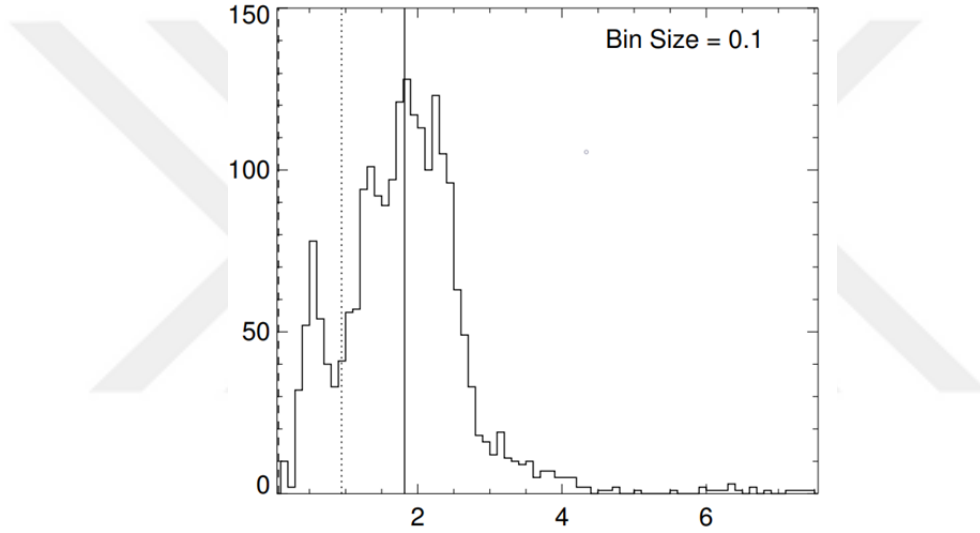


Şekil 4.2. Yoğuşabilir su buharı için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. Şekil tanımlamaları Şekil 4.1. ile aynıdır.

4.3. Aerosol Optik Derinlik

Aerosol optik derinlik için kullanılan 10 km ve 3 km yersel çözünürlükteki veri setlerinin kombine sonuçlarına göre zamansal değişimler incelenmiştir. Yıllık ortalamalara göre hesaplanan tüm yıllar için ortalama aerosol optik derinlik miktarı 1.81'dir ve gözlemlerinin % 50.53'ü bu ortalamanın üzerindedir. Ölçülen yıllık ortalama maksimum miktar 2006 yılında 10.02 değeri ile yine Malezya'da bulunan

Hin Hua Gözlemevi'ne aittir. Hesaplanan ortalamalardan çıkarılan 1σ , 2σ ve 3σ değerleri ile oluşturulan histogram Şekil 4.3.'de verilmiştir. 1084 gözlemevi ortalamadan çıkartılan 1σ değerinin üstünde olup bu oran % 50.60'dır, 1086 gözlemevi ortalamadan çıkartılan 2σ değerinin üstünde olup bu oran % 50.72 ve ortalamadan çıkartılan 3σ değerinin üstünde olan 1072 gözlemevi olup bu oran % 50.04'tür. Gözlemlerindeki aylık aerosol optik derinlik ortalamalarına göre kategorilenebilir bir değişim gözlenmemektedir.

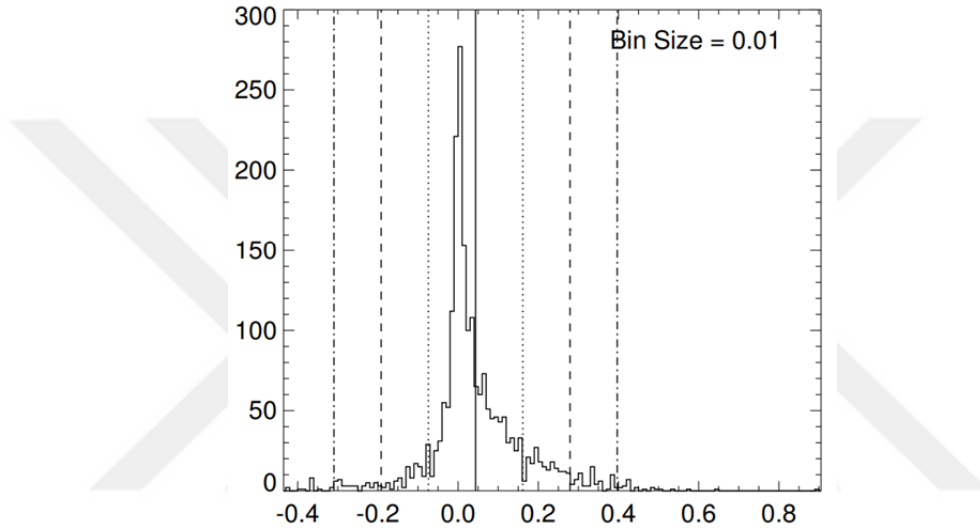


Şekil 4.3. Aerosol optik derinlik için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. Şekil tanımlamaları Şekil 4.1. ile aynıdır.

4.4. Dikey Rüzgâr Hızı

Atmosferik türbülans ve gözlem kalitesinde yüksek olması halinde olumsuz bir etkiye sahip olan dikey rüzgâr hızının uzun dönemli analizleri sonucunda yıllık ortalama dikey rüzgâr hızı 0.04 Pa s^{-1} olarak hesaplanmıştır. 887 gözlemevi bu ortalamanın üstünde olup, gözlemlerinin % 41.42'si bu ortalamanın üstünde bulunmaktadır. Ölçülen en yüksek değer 0.96 Pa s^{-1} olup Kazakistan'da bulunan Alma-Ata Gözlemevine aittir. Diğer katmanların aksine sigma değeri ortalamalardan hem çıkarılmış hem de ortalamalara eklenmiştir.

Bunun sebebi rüzgâr yönünün pozitif (+) ve negatif (-) yönlü oluşudur. Bu hesaplama için histogram grafiği Şekil 4.4.'de verilmiştir. 801 gözlemevi " $\mu \pm 1\sigma$ " değerinin üstünde olup bu oran % 37.41'dir, 804 gözlemevi " $\mu \pm 2\sigma$ " değerinin üstünde olup bu oran % 37.55 ve " $\mu \pm 3\sigma$ " değerinin üstünde olan 823 gözlemevi olup bu oran % 38.43'tür.

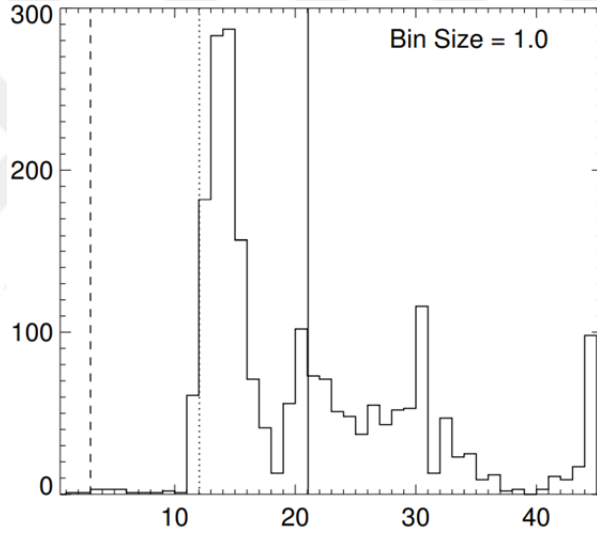


Şekil 4.4. Dikey Rüzgâr Hızı için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. Şekil tanımlamaları Şekil 4.1. ile aynıdır.

4.5. 200h-Pa Basınç Seviyesindeki Rüzgâr Hızı

200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı için elde edilen yıllık ortalamaların sonuçlarına göre tüm yıllar için ortalama hız 21.06 m s^{-1} olup gözlemlerinin 865'i bu oranın üstünde değer olarak % 40.40'ını oluşturmaktadır. En yüksek 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızını değerini Japonya'da bulunan Nishi Kobe Gözlemevi 1980 yılında 48.21 m s^{-1} ile almaktadır. Aylık ortalamalara göre kuzey yarımkürede bulunan gözlemlerinde Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları arasında 200h-Pa rüzgâr hızı düşerken, güney yarımkürede bunun tam tersi olmaktadır.

200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı yıllık ortalama değerlerine σ değeri eklenmiştir. Bunun sebebi sifıra yaklaşan rüzgâr hızı değerinin gözlemleri için istenen durum olmasıdır (Şekil 4.5.). 852 gözlemevi ortalamaya eklenen 1σ değerinin üstünde olup bu oran % 39.679'dur, 845 gözlemevi ortalamaya eklenen 2σ değerinin üstünde olup bu oran % 39.46 ve ortalamaya eklenen 3σ değerinin üstünde olan 843 gözlemevi olup bu oran % 39.37'dir. 200h-Pa rüzgâr hızı ekvatorda en düşük seviyede olup kuzey yarımkürede $35^\circ - 45^\circ$ kuzey enlemleri arasında, güney yarımkürede $30^\circ - 40^\circ$ güney enlemleri arasında en yüksek seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 4.5. 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı için yıllık ortalama değerlerinden elde edilen histogram. Şekil tanımlamaları Şekil 4.1. ile aynıdır.

4.6. İstatistiksel Analiz

Uydu ve model verilerinden elde edilen tüm bu katmanlar için aylık ve yıllık zaman serilerinin elde edilmesinin yanında katmanların birbirleri ile olan ilişkileri de incelenmiştir. Korelasyon ilişkilerinin incelenmesinden korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olması adına öncelikle her bir katman için

normallik testi yapılmıştır. Normallik testi için göz önünde bulundurulan ölçütler ve hipotez testi sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre normallik varsayımın sağlanabilmesi için tabloda bulunan şartların her biri test edilmiştir. Hipotezler;

H_0 : Veriler normal dağılmıştır.

H_1 : Veriler normal dağılmamıştır.

Olmak üzere her bir şart için sınınmıştır.

İlk olarak Kolmogorov – Smirnov (Kolmogorov 1933, Smirnov 1948) ve Shapiro–Wilk (Shapiro ve Wilk, 1965) testlerinin anlamlılık değerlerine (Sig.) bakılmaktadır. Sig. > 0.05 ise değer anlamlıdır ve örneklem normal dağılıma sahiptir. Histogramlar incelendiğinde histogramların normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Çarpıklık ve basıklık ölçütü olan “skewness” ve “kurtosis” değerlerinin de +1.5 ve -1.5 değerlerinin arasında olması gerekmektedir. Bunların yanı sıra Q-Q Plot grafiğinde verilerin bir patern oluşturmaması ve saçılım göstermesi gerekmektedir. Ve son olarak kutu grafiğinde uç değerlerin olmaması gerekmektedir. Bu şartlar kullanılan IBM SPSS Statistics (22) Programına ait çıktılarından elde edilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2006).

Tüm katmanlar için uygulanan normallik testlerinden sonra katmanların normal dağılıma sahip olmadığı belirlenmiş olup hepsi için H_0 red edilmiştir. Bu nedenle Spearman (P) korelasyon katsayısı değerlerine göre daha güçlü ve anlamlı bir istatistik sağlamaktadır (Spearman, 1961).

Çizelge 4.1. Katmanlar için normallik testi kriterleri ve normallik hipotezi durumu.

KATMANLA R	SIG.	HİST .	SKEW.	KURT.	Q-Q Plot	Box Plot	Hipotez Testi
CC	0.00	+	-1.22	1.52	+	+	H_0 red
PWV	0.00	+	1.80	8.60	+	+	H_0 red
AOD	0.00	-	1.15	4.97	+	+	H_0 red
VVWS	0.00	+	0.62	4.05	+	+	H_0 red
200h-PaWS	0.00	-	1.05	0.37	+	-	H_0 red
DEM	0.00	-	1.96	3.77	+	+	H_0 red
LAT	0.00	-	-2.06	3.11	+	+	H_0 red

Kendall korelasyon katsayısı, Kendall'ın “ τ ” katsayısı olarak anılır. Ölçülen iki miktar arasındaki sıralı ilişkiyi ölçmek için kullanılan bir istatistiktir. Kendall sıralı korelasyon katsayısı iki değişkenin istatistiksel olarak birbirine bağımlı olup olmadığını test etmek için de kullanılabilir ve parametrik bir korelasyondur (Kendall, 1948). Pearson korelasyon katsayısı “ r ” olarak da anılır, iki değişkenli korelasyon için bu değişkenlerin arasındaki doğrusal korelasyonu ölçen bir istatistiktir. Pearson korelasyonu hesaplaması için değişkenlerin sürekli olması yani en azında eşit aralıklı ölçek düzeyinde olması gerekmektedir. Pearson korelasyon katsayısının anlamlı olması için değişkenlerin normal dağılıma sahip olmaları gerekmektedir (Pearson, 1895). Değişkenlerin normal dağılıma sahip olmadığı durumlarda ise Spearman korelasyon katsayısı tercih edilir. Spearman's sıra korelasyonu Pearson korelasyon katsayısının parametrik olmayan versiyonudur. Spearman'ın “ P ” katsayısı olarak da adlandırılmaktadır (Spearman, 1961). Parametrik varsayımların sağlanmadığı normal olmayan verilerde kullanılmaktadır. Verilerin önce sıralanması daha sonra da Pearson eşitliğinin kullanılmasıyla elde edilmektedir. Pearson korelasyonunda doğrusal ilişki söz konusu iken Spearman korelasyonunda monotonik ilişkiden bahsedilmektedir. Korelasyon katsayıları için istatistiksel yorumlamalarda iki değişken arasında hesaplanan korelasyon değeri -1 ve +1 aralığında olup gösterimi Çizelge 4.2.'de verilmiştir (Taylor, 1990).

Çizelge 4.2. Korelasyon değerine karşılık gelen istatistiksel ilişki düzeyi.

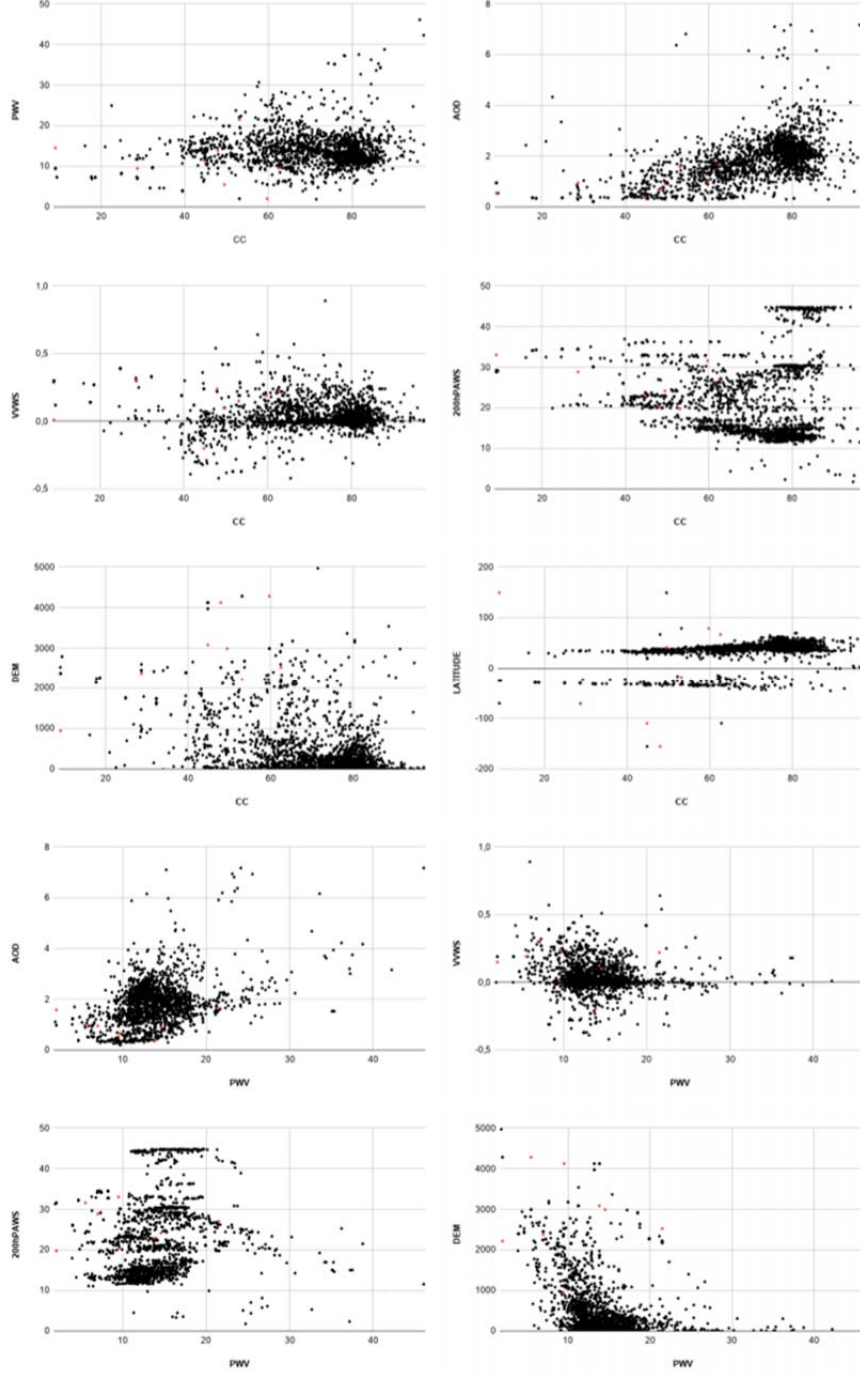
Korelasyon Değeri (r)	İlişkinin Düzeyi
$r = 0$	İlişki Yok
$ r < 0.20$	Çok Zayıf Düzeyde İlişki
$0.20 < r < 0.39$	Zayıf Düzeyde İlişki
$0.40 < r < 0.59$	Orta Düzeyde İlişki
$0.60 < r < 0.79$	Yüksek Düzeyde İlişki
$0.80 < r < 1.0$	Çok Yüksek Düzeyde İlişki

Görülen ilişkinin hangi yönde olduğu ise değer negatif veya pozitif olması ile yorumlanmaktadır. Eğer korelasyon katsayısı değeri negatif değerde ise ilişki negatif yönlüdür. Eğer korelasyon katsayısı değeri pozitif bir değer ise ilişki pozitif yönlüdür. Elde edilen tüm katmanlar için bu üç korelasyon katsayısı değeri hesaplanarak Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

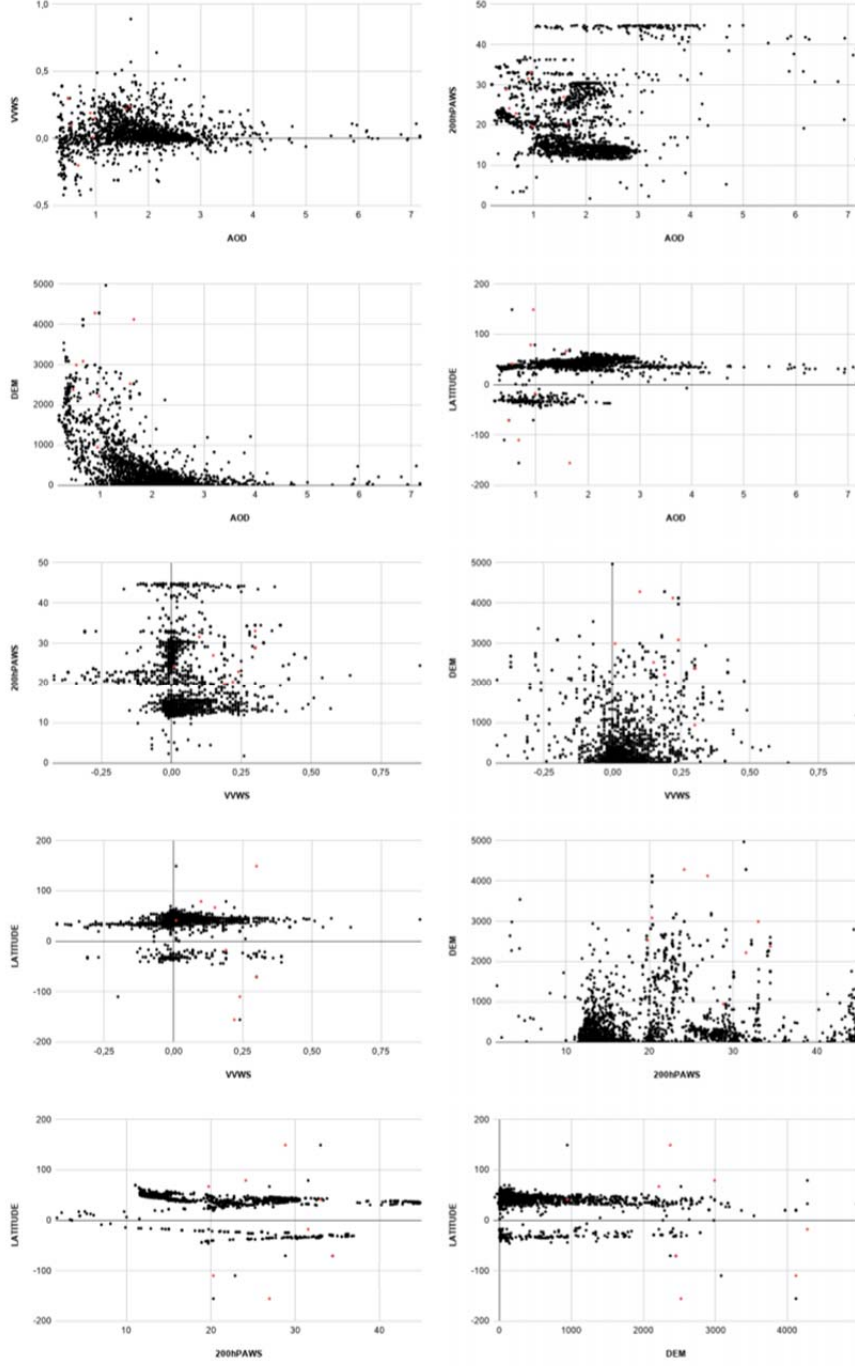
Çizelge 4.3. Katmanların her biri ile hesaplanan korelasyon katsayıları değerleri.

	Spearman	Pearson	Kendall
Bulutluluk- Yoğuşabilir Su Buharı	-0.04	0.06	-0.04
Bulutluluk-Aerosol Optik Derinlik	0.57	0.53	0.39
Bulutluluk-Dikey Rüzgâr Hızı	0.01	0.03	0.01
Bulutluluk- 200h-Pa Rüzgâr Hızı	-0.20	-0.12	-0.16
Bulutluluk- Yükseklik	-0.40	-0.44	-0.27
Bulutluluk-Enlem	0.54	0.51	0.38
Yoğuşabilir Su Buharı - Aerosol Optik	0.25	0.34	0.16
Yoğuşabilir Su Buharı- Dikey Rüzgâr	-0.16	-0.14	-0.11
Yoğuşabilir Su Buharı- 200h-Pa	0.32	0.16	0.22
Yoğuşabilir Su Buharı- Yükseklik	-0.43	-0.36	-0.30
Yoğuşabilir Su Buharı- Enlem	-0.38	-0.14	-0.30
Aerosol Optik Derinlik- Dikey Rüzgâr	-0.07	-0.01	-0.06
Aerosol Optik Derinlik- 200h-Pa	-0.18	0.11	-0.14
Aerosol Optik Derinlik- Yükseklik	-0.66	-0.56	-0.48
Aerosol Optik Derinlik- Enlem	0.47	0.36	0.34
Dikey Rüzgâr Hızı- 200h-Pa Rüzgâr	-0.10	-0.06	-0.05
Dikey Rüzgâr Hızı- Yükseklik	0.16	0.14	0.11
Dikey Rüzgâr Hızı- Enlem	0.04	-0.03	0.01
200h-Pa Rüzgâr Hızı- Yükseklik	0.07	0.05	0.04
200h-Pa Rüzgâr Hızı- Enlem	-0.71	-0.42	-0.52

Katmanların birbiri ile olan ilişkilerinin grafiksel gösterimi Şekil 4.6. ve Şekil 4.7. de verilmiştir. İki kısım halinde verilen şekillerde 1. Kısım olan Şekil 4.6.'da sırasıyla, Bulutluluk (CC) – Yoğuşabilir Su Buharı (PWV), Bulutluluk (CC) – Aerosol Optik Derinlik (AOD), Bulutluluk (CC) – Dikey Rüzgâr Hızı (VVWS), Bulutluluk (CC) – 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı (200h-PaWS), Bulutluluk (CC) – Yükseklik (DEM), ve Bulutluluk (CC) – Enlem (LAT), Yoğuşabilir Su Buharı (PWV) – Aerosol Optik Derinlik (AOD), Yoğuşabilir Su Buharı (PWV) – Dikey Rüzgâr Hızı (VVWS), Yoğuşabilir Su Buharı (PWV) – 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı (200h-PaWS) ve Yoğuşabilir Su Buharı (PWV) – Yükseklik (DEM) katmanları arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi mevcuttur. 2. Kısım olan Şekil 4.7.'de sırasıyla, Aerosol Optik Derinlik (AOD) – Dikey Rüzgâr Hızı (VVWS), Aerosol Optik Derinlik (AOD) – 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı (200h-PaWS), Aerosol Optik Derinlik (AOD) – Yükseklik (DEM), Aerosol Optik Derinlik (AOD) - Enlem (LAT), Dikey Rüzgâr Hızı (VVWS) – 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı (200h-PaWS), Dikey Rüzgâr Hızı (VVWS) – Yükseklik (DEM), Dikey Rüzgâr Hızı (VVWS) - Enlem (LAT), 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı (200h-PaWS) – Yükseklik (DEM), 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı (200h-PaWS) – Enlem (LAT) ve Yükseklik (DEM) – Enlem (LAT) katmanları arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi mevcuttur. Şekil 4.6. ve Şekil 4.7.'de kırmızı nokta ile belirtilen yerler seçilmiş gözlemlerini temsil etmektedir.



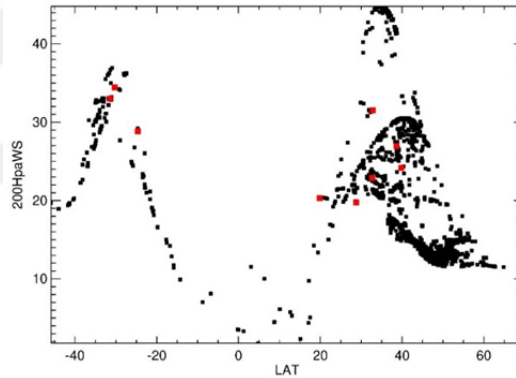
Şekil 4.6. Katmanların birbirleri ile olan ilişkilerinin grafiksel gösterimi (1. Kısım).



Şekil 4.7. Katmanların birbirleri ile olan ilişkilerinin grafiksel gösterimi (2. Kısım).

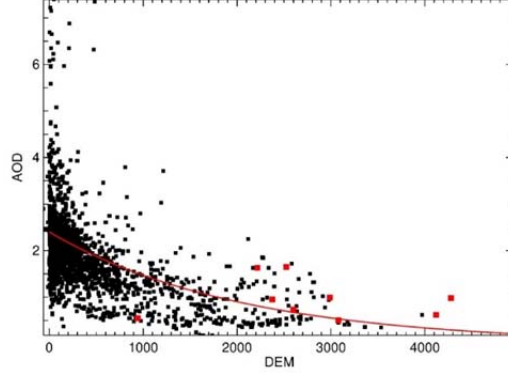
İlişkilerine ait grafikler verilen bu katmanlar arasında Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre orta ve yüksek düzeyde yani diğerlerine göre daha güçlü korelasyona sahip katmanların grafiklerine uygun denklemler elde edilerek ayrıntılı olarak tekrardan incelenmiştir.

Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre görülen en yüksek ilişki 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgar hızı ve enlem arasında olup -0.71 düzeyinde ve ters yönlüdür. Kuzey ve güney yarımkürede farklı hareketler gösteren bu katmanın enlem ile ilişkisine ait saçılım grafiği Şekil 4.8.'de gösterilmiştir. Gaussyen bir dağılım gösteren bu katman kuzey yarımkürede $\sim 35^\circ$, $\sim 42^\circ$ ve $\sim 30^\circ$ ve civarındaki enlemlerinde üç noktada artış gösterip, güney yarımkürede ise $\sim 30^\circ$ enlemi civarı artış göstermektedir.



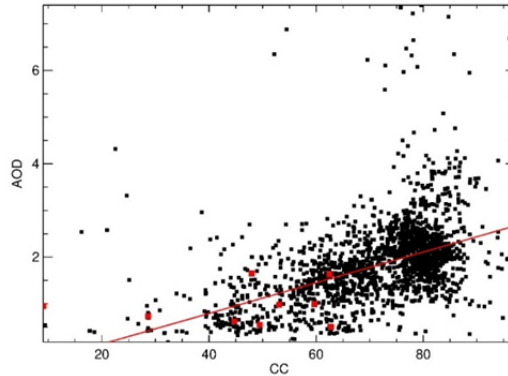
Şekil. 4.8. 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı (200h-PaWS) ve enlem (LAT) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.

Aerosol optik derinlik ve yükseklik üstel bir ilişki tespit edilmiştir. İki katman arasında -0.66 düzeyinde ters yönlü bir ilişki mevcuttur. Gözlemlerinde yükseklik arttıkça aerosol optik derinlik miktarı azalmaktadır. Bu ilişkiye ait en iyi fit için; $a = 2.4$, $b = -4.89$, $c = -0.4$ ve $x = DEM$ olmak üzere; $AOD = a \cdot \exp(b - c \cdot x)$ bağlantısı kullanılarak bu ilişki grafiklendirilmiştir (Şekil 4.9.).



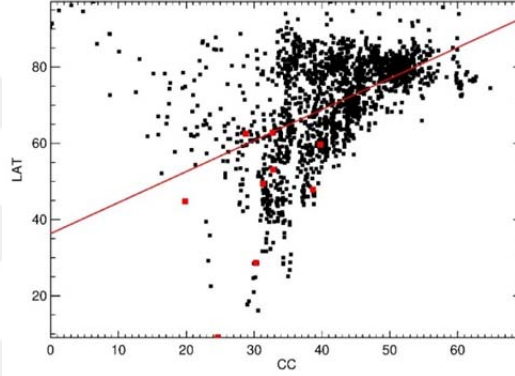
Şekil. 4.9. Aerosol optik derinlik (AOD) ve yükseklik (DEM) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.

Çizelge 4.3'e göre bulutluluk ve aerosol optik derinlik arasında Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre 0.57 düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur. Bulutluluk ve aerosol optik derinlik arasındaki korelasyonda bu ilişkiye ait en iyi fit için; $a = 0.03228$ (0.03232, 0.03341), $b = 0.5221$ (-0.5611, -0.4831) ve $x = AOD$ olmak üzere; $CC = a*x + b$ bağlantısı kullanılarak bu ilişki grafiklendirilmiştir (Şekil 4.10.). Gözlemlerinin bulutluluğu arttıkça gözlemlerinin aerosol optik derinlik miktarı da artmaktadır.



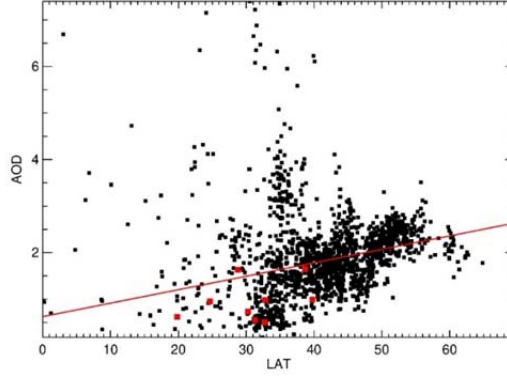
Şekil. 4.10. Bulutluluk (CC) ve aerosol optik derinlik (AOD) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.

Bulutluluk ve enlem arasındaki Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre 0.54 düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur. Şekil 4.11.'de bu ilişkinin grafiksel gösterimi mevcuttur. Bulutluluk ve enlem arasındaki korelasyonda bu ilişkiye ait en iyi fit için; $a = 0.8135$, $b = 36.323$, $x = LAT$ olmak üzere; $CC = a*x + b$ bağlantısı kullanılarak bu ilişki grafiklendirilmiştir (Şekil 4.11.). 0° ve 30° arasındaki enlemlerde gözlemlerinin bulutluluğu minimumken 30° ve 70° enlemleri arasında gözlemlerinin bulutluluğu artmaktadır.



Şekil. 4.11. Bulutluluk (CC) ve enlem (LAT) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.

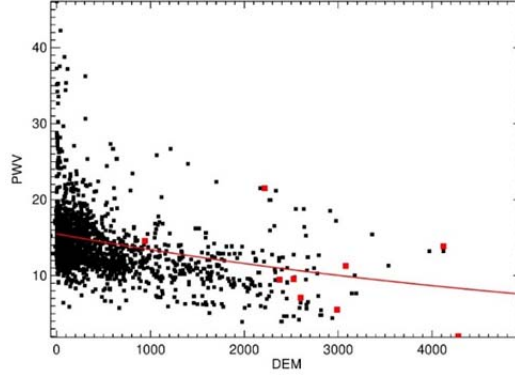
Aerosol optik derinlik ve enlem arasında Çizelge 4.3.'e göre Spearman (ρ) korelasyon katsayısı 0.47 olmak üzere orta düzeyde bir ilişki mevcuttur. Şekil 4.12.'de bu ilişki grafiksel olarak gösterilmiştir. 30° ve 50° enlemleri arasında Aerosol optik derinlik miktarı artış göstermektedir. Aerosol optik derinlik ve enlem arasındaki bu ilişkiye ait en iyi fit için; $a = 0.03228$ (0.03232, 0.03341), $b = -0.5221$ (-0.5611, -0.4831), $x = AOD$ olmak üzere; $LAT = a*x + b$ bağlantısı kullanılarak bu ilişki grafiklendirilmiştir (Şekil 4.12.).



Şekil. 4.12. Aerosol optik derinlik (AOD) ve Enlem (LAT) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.

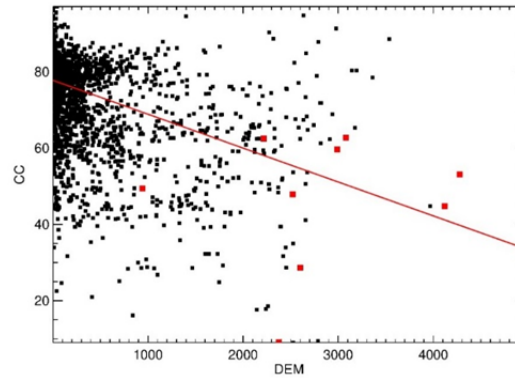
Yükseklik ve yoğuşabilir su buharı arasında üstel bir ilişki olduğu Otarola ve ark. (2019) tarafından belirlenmiştir.

Otarola ve ark. (2019) tarafından belirlendiği gibi yükseklik ve yoğuşabilir su buharı arasında üstel bir ilişki mevcuttur. Bu iki katman arasında -0.43 negatif yönlü orta düzeydeki ilişki dikkat çekmektedir. Yoğuşabilir su buharı ve yükseklik arasındaki üstel ilişkiye göre gözlemlerinin yüksekliği arttıkça yoğuşabilir su buharının miktarı da gittikçe azalmaktadır. Yükseklik ve yoğuşabilir su buharı ilişkisine ait en iyi fit için; $a = 15.5$, $b = -1.44$, $c = -04$ ve $x = PWV$ olmak üzere; $DEM = a * x \exp(b + c)$ bağlantısı kullanılarak bu ilişki grafiklendirilmiştir (Şekil 4.13.).



Şekil 4.13. Yoğuşabilir su buharı (PWV) ve yükseklik (DEM) arasındaki üstel ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş önemli gözlemlerine aittir.

Bulutluluk ve yükseklik arasında Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre -0.40 düzeyinde (orta düzeyde) pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur. Şekil 4.14.'de bu ilişkinin grafiksel gösterimi verilmiştir. Gözlemlerinin yüksekliği arttıkça bulutluluğun azaldığı görülmektedir. Bulutluluk ve yükseklik arasındaki korelasyonda bu ilişkiye ait en iyi fit için; $a = -0.008891$ ($-0.008992, -0.008789$), $b = 77.81$ ($77.72, 77.91$), $x = CC$ olmak üzere; $DEM = a*x + b$ bağlantısı kullanılarak bu ilişki grafiklendirilmiştir (Şekil 4.14.). Gözlemlerinde yükseklik arttıkça bulutluluk miktarı azalmaktadır.



Şekil 4.14. Bulutluluk (CC) ve yükseklik (DEM) arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi. Grafikteki kırmızı noktalar seçilmiş gözlemlerine aittir.

4.6.1. Seçilmiş Gözlemleri İçin İstatistiksel Analizler

Tüm Dünya üzerinde bulunan gözlemlerinin yanı sıra, seçilmiş gözlemlerinin bulunduğu yerlere ait katmanlar da aylık ve yıllık olarak ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir. Çizelge 4.4.'de bu gözlemleri için yıllık değerlerden elde edilen ortalama (\bar{x}) ve standart sapma ($S(\pm)$) sonuçları verilmektedir. Yıllık ortalama bulutluluğun ve yıllık ortalama yoğuşabilir su buharının en yüksek olduğu gözlemevi La Palma'dır. Yıllık ortalama aerosol optik derinlik miktarının en yüksek olduğu gözlemevi Majdanak'dır. Yıllık ortalama dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa rüzgâr hızının en yüksek olduğu gözlemevi Cerro Pachon'dur.

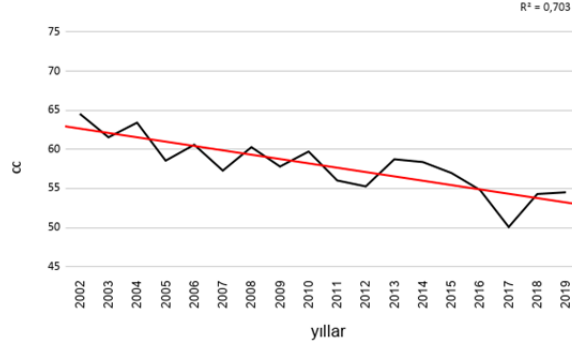
Çizelge 4.5.'de ise yıllık ortalamalardan elde edilen eğim (S) ve belirleme katsayısı (R^2) değerleri seçilmiş gözlemleri için verilmiştir. Seçilmiş gözlemleri için yapılan yıllık eğilim analizlerine göre belirli bir eğilime rastlanmamıştır. 2141 gözlemevi için yapılan yıllık trend analizlerinde ise; İspanya'da bulunan Observatorio Astronomico de Consell Gözlemevi'nde yıllık ortalama bulutluluk için $R^2 = 0.70$ (Şekil 4.15.), güney İtalya'daki Sicilya adasında bulunan Catania Astrophysical Gözlemevi'nde yıllık ortalama yoğuşabilir su buharı için $R^2 = 0.86$ (Şekil 4.16.)'dir.

Çizelge 4.4. Seçilmiş gözlemleri için yıllık değerlerden elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri.

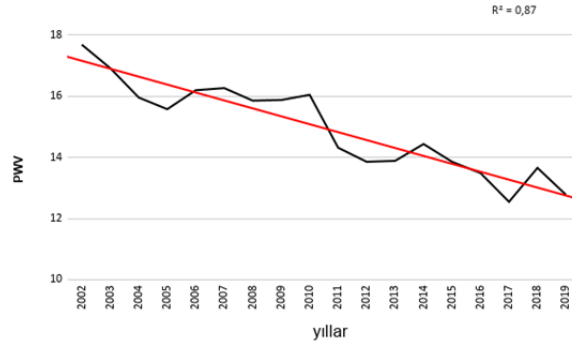
OBS	CC		PWV		AOD		VVWS		200h-PaWS	
	\bar{x}	S(\pm)	\bar{x}	S(\pm)	\bar{x}	S(\pm)	\bar{x}	S(\pm)	\bar{x}	S(\pm)
Cerro Pachon	28.67	3.81	6.99	0.71	0.48	0.14	0.30	0.02	34.44	1.96
Paranal	9.07	1.96	9.47	0.62	0.95	0.06	0.30	0.02	28.84	2.29
Siding Spring	49.48	4.58	14.55	0.62	0.54	0.13	0.01	0.03	33.01	1.66
Eastern Anatolia	59.70	3.60	5.50	0.48	0.90	0.15	0.10	0.01	24.15	1.45
Hanle	53.08	7.97	2.02	0.17	0.98	0.42	0.19	0.01	31.54	1.42
La Palma	62.52	3.65	21.51	1.24	1.58	0.17	0.15	0.02	19.75	1.83
Majdanak	47.93	3.51	9.54	0.97	1.65	0.18	0.22	0.03	26.95	1.98
Mauna Kea	44.79	5.72	13.84	1.72	0.67	0.15	0.24	0.04	20.31	2.83
Mount Graham Int.	62.76	3.49	11.28	0.74	0.39	0.06	-0.20	0.03	22.88	2.10

Çizelge 4.5. Seçilmiş gözlemleri için yıllık değerlerden elde edilen rkare ve eğim değerleri.

OBS.	CC		PWV		AOD		VVWS		200h-PaWS	
	R^2	S	R^2	S	R^2	S	R^2	S	R^2	S
Cerro Pachon	0.01	-0.07	0.01	0.01	0.01	0.00	0.48	0.00	0.14	0.06
Paranal	0.24	0.18	0.02	-0.02	0.04	0.00	0.15	0.00	0.10	0.06
Siding Spring	0.01	0.07	0.10	0.04	0.11	0.01	0.07	0.00	0.02	-0.02
Eastern Anatolia	0.01	-0.08	0.24	0.05	0.01	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
Hanle	0.28	0.78	0.14	-0.01	0.06	0.02	0.06	0.00	0.12	0.04
La Palma	0.27	-0.35	0.21	-0.11	0.01	0.00	0.15	0.00	0.01	-0.02
Majdanak	0.13	0.24	0.44	0.12	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02
Mauna Kea	0.00	0.07	0.43	0.22	0.02	0.00	0.04	0.00	0.06	-0.06
Mount Graham Int.	0.01	-0.07	0.18	0.06	0.02	0.00	0.13	0.00	0.01	0.02



Şekil 4.15. Observatorio Astronomico de Consell Gözlemine ait yıllık ortalama bulutluluğun zamansal değişim grafiği.

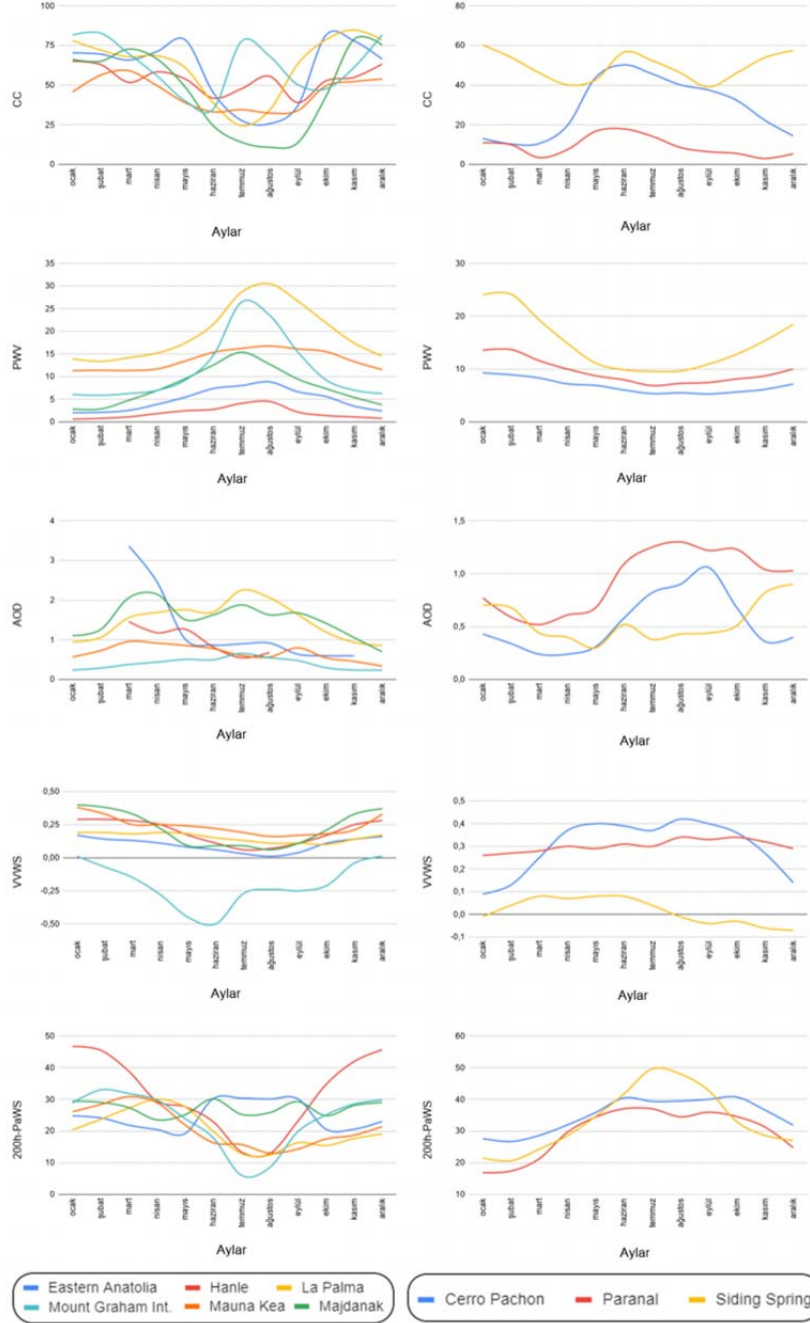


Şekil 4.16. Catania Astrophysical Gözlemine ait yıllık ortalama yoğuşabilir su buharının zamansal değişim grafiği.

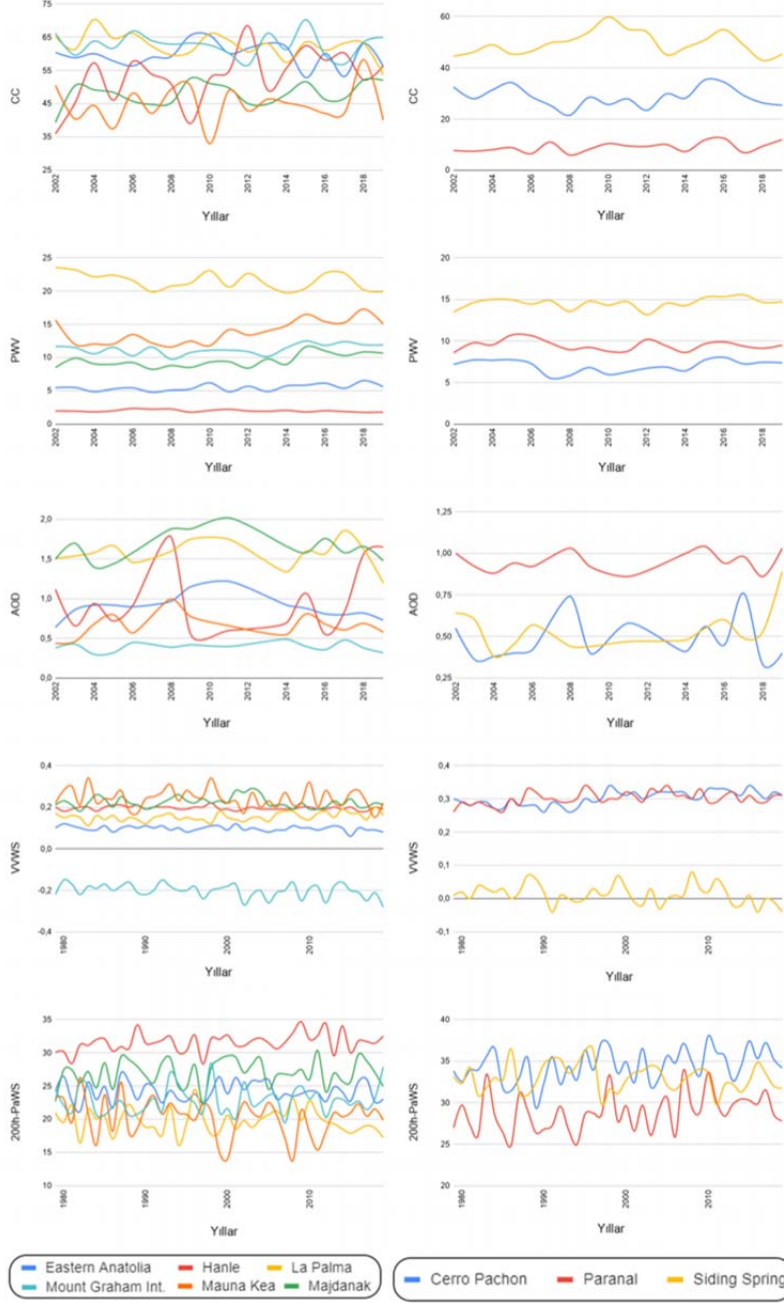
4.6.2. Seçilmiş Gözlemleri İçin Zamansal Analizler

Ayrıca bu önemli gözlemleri için aylık ve yıllık değerler grafiklendirilirken kuzey ve güney yarımkürede bulunan gözlemleri ayrı bir şekilde incelenmiştir. Şekil 4.17.'de kuzey ve güney yarımkürede katmanlar için yıllık ortalamalar verilmektedir. Sol kolonda kuzey yarımküredeki gözlemleri, sağ kolonda ise güney yarımküredeki gözlemleri gösterilmektedir. Yıllık zamansal analizlerle birlikte bu önemli gözlemlerinin mevsimsel atmosferik parametrelerinin belirlenebilmesi açısından aylık olarak da grafiklendirilmiştir. Yine aynı şekilde kuzey ve güney yarımküredeki gözlemleri ikiye ayrılmış ve

grafiklendirme işlemi öyle yapılmıştır. Şekil 4.18.'de kuzey ve güney yarımkürede bulunan gözlemleri için katmanların aylık ortalamaları gösterilmiştir. Sol kolonda kuzey yarımküredeki gözlemleri, sağ kolonda ise güney yarımküredeki gözlemleri gösterilmektedir. Aylık bulutluluk için ortalamalar incelendiğinde kuzey yarımkürede Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama bulutluluğun diğer aylara göre azaldığı genel olarak gözlenirse de bazı gözlemleri için bulunduğu enlemden ve iklim kuşağı geçişinden kaynaklanan aksi bir hareket oluşmaktadır. Güney yarımküre için ise ortalama bulutluluk bu aylarda artış göstermektedir. Aylık yoğuşabilir su buharı ortalamalarına göre, kuzey Yarımkürede bulunan gözlemlerinde Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama yoğuşabilir su buharı miktarının diğer aylara göre artış gösterdiği ve güney yarımkürede bulunan gözlemleri için ise bunun tam tersi olduğu görülmektedir. Aerosol optik derinlik miktarının artışı veya azalışı birçok parametreye bağlıdır. Örneğin çöl rüzgârı, volkan patlaması, orman yangınları gibi birçok olay havada tutunan aerosol miktarının artışı tetikleyebilmektedir. Bu yüzden aylık bir patern göstermemektedir. Kuzey ve güney yarımkürede bulunan gözlemlerinin aylık ortalama dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı katmanları ise aynı mevsimsel davranışı sergilemektedir



Şekil 4.17. Kuzey (sol taraf) ve güney (sağ taraf) yarımkürelerde bulunan seçilmiş gözlemleri için katmanların yıllık ortalamalarının grafiksel gösterimi.



Şekil 4.18. Kuzey (sol taraf) ve güney (sağ taraf) yarımkürede bulunan seçilmiş gözlemleri için katmanların aylık ortalamalarının grafiksel gösteri.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, uydu ve model verileri kullanılarak astronomik gözlemler için küresel gözlemevlerinin atmosferik parametreleri; bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik, dikey rüzgâr hızı ve 200-hPa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı katmanlarının uzun dönemli değişimleri incelenmiştir.

Gözlemevleri konumları gereğince kuzey ve güney yarımküre olarak ayrı ayrı ele alınmıştır. 2141 gözlemevinin 1906'sı kuzey, 235 tanesi güney yarımkürededir.

- Bulutluluk için aylık veriler incelendiğinde kuzey ve güney yarımküredeki gözlemevlerine ait bulut hareketlerinin genellikle birbirinin tersi davranış gösterdiği tespit edilmiştir. Kuzey ve güney yarımkürede Ekvatordan uzaklaştıkça bulutluluğun 40° kuzey ve 40° güney enlemlerinde maksimuma ulaştığı görülmektedir.
- Aylık yoğuşabilir su buharı miktarı bulutluluk ile aynı davranışı sergilemektedir. Kuzey yarımkürede Mayıs ayında artmaya başlayan yoğuşabilir su buharı Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında en yüksek noktasına ulaşarak Eylül aylarında azalmaya geçmektedir. Güney yarımkürede ise Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında en düşük seviyeye ulaşmaktadır.
- Aylık ortalamalara göre kuzey yarımkürede bulunan gözlemevlerinde Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları arasında 200h-Pa rüzgâr hızı düşerken, güney yarımkürede bunun tam tersi olmaktadır.

Ortalamalar ve standart sapmalar hesaplanarak, astronomik gözlem için en uygun atmosferik parametrelere sahip gözlemevlerinin yüzdesi belirlenmiştir. Böylece gözlemevlerinin katmanlar üzerinde istatistiksel dağılımları incelenmiştir.

- Tüm yılların ortalama bulutluluğu gözlemleri için % 69.65'dir. Bu ortalamanın üzerinde kalan gözlemevi sayısı 1256 olup gözlemlerinin % 58.66'sını oluşturmaktadır. (Şekil 4.1.).
- Tüm yılların ortalama yoğuşabilir su buharı değeri 13.85 mm olup gözlemlerinin % 41.19'u bu değerin üzerindedir (Şekil 4.2.).
- Yıllık ortalamalara göre hesaplanan tüm yıllar için ortalama aerosol optik derinlik miktarı 1.81'dir ve gözlemlerinin % 50.53'ü bu ortalamanın üzerindedir (Şekil 4.3.).
- Dikey rüzgâr hızı için hesaplanan yıllık ortalamaların sonucunda, yıllık ortalama dikey rüzgâr hızı 0.04 Pa s^{-1} olarak hesaplanmıştır. 887 gözlemevi bu ortalamanın üstünde olup, gözlemlerinin % 41.42'si bu ortalamanın üstünde bulunmaktadır (Şekil 4.4.).
- 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı için elde edilen yıllık ortalamaların sonuçlarına göre tüm yıllar için ortalama hız 21.06 m s^{-1} olup gözlemlerinin 865'i bu oranın üstünde değer olarak % 40.40'ını oluşturmaktadır (Şekil 4.5.).

Astronomik görüşü etkileyen atmosferik katmanlara yükseklik ve enlem katmanları da eklenerek aralarındaki ilişkilerin düzeyi ve yönü incelenmiş ve istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

- Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre görülen en yüksek ilişki 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgar hızı ve enlem arasında olup -0.71 düzeyinde ve ters yönlüdür. Gausyen bir dağılım gösteren bu katman kuzey yarımkürede $\sim 35^\circ$, $\sim 42^\circ$ ve $\sim 30^\circ$ ve civarındaki enlemlerinde üç noktada artış gösterip, güney yarımkürede ise $\sim 30^\circ$ enlemi civarı artış göstermektedir (Şekil 4.8.).
- Aerosol optik derinlik ve yükseklik arasında üstel bir ilişki tespit edilmiştir. İki katman arasında -0.66 düzeyinde ters yönlü bir ilişki mevcuttur.

Gözlemelerinde yükseklik arttıkça aerosol optik derinlik miktarı azalmaktadır (Şekil 4.9.).

- Çizelge 4.3'e göre bulutluluk ve aerosol optik derinlik arasında Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre 0.57 düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur. Gözlemelerinin bulutluluğu arttıkça gözlemelerinin aerosol optik derinlik miktarı da artmaktadır (Şekil 4.10.).
- Bulutluluk ve enlem arasındaki Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre 0.54 düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur. 0° ve 30° arasındaki enlemlerde gözlemelerinin bulutluluğu minimumken 30° ve 70° enlemleri arasında gözlemelerinin bulutluluğu artmaktadır (Şekil 4.11.).
- Aerosol optik derinlik ve enlem arasında Çizelge 4.3.'e göre Spearman (ρ) korelasyon katsayısı 0.47 olmak üzere orta düzeyde bir ilişki mevcuttur. 30° ve 50° enlemleri arasında Aerosol optik derinlik miktarı artış göstermektedir (Şekil 4.12.).
- Yoğuşabilir su buharı ve yükseklik arasında Spearman (ρ) korelasyon katsayısına göre -0.43 düzeyinde (orta düzeyde) negatif yönlü bir ilişki mevcuttur. Yoğuşabilir su buharı ve yükseklik arasındaki üstel ilişkiye göre gözlemelerinin yüksekliği arttıkça yoğuşabilir su buharının miktarı da gittikçe azalmaktadır. (Şekil 4.13.).

Bunun yanı sıra seçilmiş gözlemelerinin bulunduğu yerler aylık ve yıllık olarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Seçilmiş gözlemelerinden;

- Yıllık ortalama bulutluluğunun en yüksek olduğu gözlemevi % 62.76 oranı ile Mount Graham Int. Gözlemevi'dir (Çizelge 4.4.).
- Yıllık ortalama yoğuşabilir su buharı miktarının en fazla olduğu gözlemevi La Palma Gözlemevi'dir (Çizelge 4.4.).

- Yıllık ortalama aerosol optik derinlik miktarının 1.65 ile en yüksek olduğu gözlemevi Majdanak Gözlemevi'dir (Çizelge 4.4.).
- Yıllık ortalama dikey rüzgâr hızının 0.30 Pa s^{-1} hızla en yüksek olduğu gözlemevi Cerro Pachon Gözlemevi'dir (Çizelge 4.4.).
- Yıllık ortalama 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızının en yüksek olduğu gözlemevi 34.44 m s^{-1} hızla, Cerro Pachon Gözlemevi'dir (Çizelge 4.4.).

Hellemeier ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmadan alınan bu seçilmiş gözlemevlerine ait atmosferik parametrelerin aylık ve yıllık sonuçları katmanların farklı çözünürlükteki veri kaynaklarını kullanmaları nedeni ile bu tez çalışmasının sonuçları ile karşılaştırılmamıştır. Bu sonuçlara ek olarak 2141 gözlemevi içerisinde özellikle farklı davranış gösteren gözlemevlerine ait sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- Yıllık tüm ortalamalara göre Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusunda bulunan Rhode Island Üniversitesi Gözlemevi'nin % 98.88'lik bir oranla nerdeyse yılın tamamında bulutlu gökyüzüne sahip olduğu görülmüştür.
- Yıllık maksimum yoğuşabilir su buharına sahip gözlemevi 49.98 mm ile 2002 yılındaki ölçüm ile Malezya'nın batısında bulunan Hin Hua Gözlemevi'dir.
- Ölçülen yıllık ortalama maksimum aerosol optik derinlik miktarı 2006 yılında 10,02 değeri ile yine Malezya'da bulunan Hin Hua Gözlemevi'ne aittir.
- Ölçülen en yüksek yıllık maksimum dikey rüzgâr hızı, 96 Pa s^{-1} olup Kazakistan'da bulunan Alma-Ata Gözlemevine aittir.
- En yüksek 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızını değerini Japonya'da bulunan Nishi Kobe Gözlemevi 1980 yılında 48.21 m s^{-1} ile almaktadır.

Uydu ve model verilerinin çıktıları kullanılarak yapılan bu çalışmada, yalnızca gözlemlerine ait noktaların bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik miktarı, dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı değerleri analiz edilmiştir. Bu çalışma küresel bir hava betimlemesi için tüm dünyadaki konumsal olarak her bir noktanın analizinin yapılmasını kapsayan bir çalışma için altlık olma niteliği taşımaktadır. Küresel olarak dağılan gözlemlerinin atmosferik durumları uzun dönemli uydu ve model verileri kullanılarak ortaya konulmuştur.

Bu tez kapsamında öneriler aşağıda verilmiştir.

- Kullanılan uydu ve model verilerinin arasındaki korelasyon sonuçlarına göre Spearman (ρ) korelasyon katsayısına 200h-Pa rüzgar hızı ve enlem arasındaki -0.71 (yüksek düzeyde ve negatif yönlü) korelasyon düzeyi haricinde başka bir yüksek korelasyon ilişkisi gözlenmemiştir. Bunun sebebi uydu ve model verilerinin yersel çözünürlüklerinin farklı olması düşünülmektedir. Bununla birlikte analize dahil edilen nokta sayısının çok fazla olması sapan değer sayısını arttıracığından korelasyon katsayılarını düşürdüğü bilinmektedir. Bu sorun özel olarak seçilmiş bir alt gözlemevi kümesi ile yapılacak bir çalışmada daha iyi sonuçlar beklenmektedir. Ayrıca, yersel çözünürlük açısından birbirine yakın olan model ve uydu verileri seçilerek de sonuçlar iyileştirilebilir.
- Çalışmada kullanılan verilerin yersel (bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik, dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı için sırasıyla; 3 km, 10 km, 3 km/10 km, 31 km ve 31 km olup) ve zamansal (bulutluluk, yoğuşabilir su buharı ve aerosol optik derinlik için 2000–2019/2002–2019, dikey rüzgâr hızı ve 200h-Pa basınç seviyesindeki rüzgâr hızı için 1979–2019 yılları arası) çözünürlüğünün şimdiye kadarki yapılan çalışmalardan çok daha iyi olduğu açıktır. Fakat farklı uydu (Meteosat, GOES, vb.) ve model (ERA-NET, TOMS vb.)

verileri eklenerek farklı sonuçlar ile çalışma ileriye taşınabilir hale uygundur.

- Çalışmada kullanılan gözlemleri sahip oldukları teleskop türlerine göre (optik teleskop, kızılötesi teleskop, radyo teleskop vs.) kategorize edilerek katmanlar özelleştirilebilir. Örneğin yoğunlaşabilir su buharı kızılöte bölgede bazı noktalarda astronomik kaynaklardan gelen ışımayı soğurmaktadır. Bu nedenle kızılötesi gözlemlerinin yer seçiminde su buharı önemlidir (Aksaker, 2020).
- Astronomik görüşü etkileyen parametrelerin yelpazesi genişletilip C_n^2 (optik türbülans) gibi yerden ölçüme uygun katmanlar çalışmaya eklenerek çalışmanın yer ölçümleri ile desteklenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelaziz, G., Guebsi, R., Guessoum, N., Flamant, C., 2017. Search for Best Astronomical Observatory Sites in the MENA Region using Satellite Measurements. *Journal of Physics: Conference Series*. 869: 012070.
- Ackerman, S. 2015. MODIS Atmosphere L2 Cloud Mask Product. NASA MODIS Adaptive Processing System, Goddard Space Flight Center, USA: http://dx.doi.org/10.5067/MODIS/MOD35_L2.006
- Aksaker, N., Yerli, S., Erdoğan, M. A., Erdi, E., Kaba, K., Ak, T., Aslan, Z., Bakış, V., Demircan, O., Evren, S., Keskin, V., Küçük, İ., Ozdemir, T., Ozisik, T., Selam, S. 2015. Astronomical Site Selection for Turkey Using GIS Techniques. *Experimental Astronomy*. 39: 547–566.
- Aksaker, N., Yerli, S.K., Erdoğan, M. A., Kurt, Z., Kaba, K., Bayazit, M., Yesilyaprak, C. 2020. Global Site Selection for Astronomy. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 493: 1204–1216.
- Alonso-Montesinos, J. Real-Time Automatic Cloud Detection Using a Low-Cost Sky Camera. *Remote Sensing*. 12: 1382.
- Arbeláez-C., Silva-Villa, E., Galvez, J., Martinez, A., Cuartas, P. 2020. Estimating the number of clear sky nights using GOES-16 images: a search for astronomical sites in Colombia. *International Journal of Remote Sensing*. 41: 5103–5126.
- Aslan, Z., Aydin, C., Tunca, Z., Dimircan, O., Derman, E., Golbasi, O., Marsoglu, A. 1989 Site Testing for an Optical Observatory in Turkey. Provided by the SAO/NASA Astrophysics Data System, 208, 385
- Borbas, E. 2015. MODIS Atmosphere L2 Atmosphere Profile Product. NASA MODIS Adaptive Processing System, Goddard Space Flight Center, USA: http://dx.doi.org/10.5067/MODIS/MOD07_L2.006

- Cao, Z., Liu, L., Feng, L., Jones, H., Shen, H., Hao, J., Xue, Y., Yao, Y., Xu, J., Esamdin, A., Qi, Z., Shi, J., & Li, J., Tian, Y., Wang, Z., Yan, T., Wang, X., Xiong, J., Tao, Y. 2020. Long-term analysis of clear nights using satellite data considering astronomical sites in western China. *Research in Astronomy and Astrophysics*. 20: 081.
- Choy, S., Wang, C., Zhang, K., Kuleshov, Y. 2013 GPS sensing of precipitable water vapour during the March 2010 Melbourne storm. *Advances in Space Research*. 52: 1688–1699.
- Cowles, K. 1989. Site selection criteria for the optical atmospheric visibility monitoring telescopes. *The Telecommunications and Data Acquisition Report*. 97: 235–239.
- Danesh, A., Khosroshahi, H. G., Javanmardi, B. Molaeinezhad, A., Abedini, Y., Altafi, H., Taghavinamin, M., Sheikhan, S. 2019. Iranian national observatory project: seeing measurements at mount Gargash. *Experimental Astronomy*. 47: 145–160.
- Daniyal, A., Kazmi, J., 2019. Optimal site selection for an optical-astronomical observatory in Pakistan using Multicriteria Decision Analysis. *Research in Astronomy and Astrophysics*. 19: 129.
- Duan, J., Bevis, M., Fang, P., Bock, Y., Chiswell, S., Businger, S., Rocken, C., Solheim, F., van Hove, T., Ware, R., McClusky, S., Herring, T. A., King, R. W. 1996. GPS Meteorology: Direct Estimation of the Absolute Value of Precipitable Water. *Journal of Applied Meteorology*. 35: 830–838.
- Erasmus, D. A., Staden, C.A., 2001. A Satellite Survey of Cloud Cover and Water Vapor in Northern Chile. 6267: 62671O.
- Erasmus, D. A., van Rooyen, R. 2006, A satellite survey of cloud cover and water vapor in northwest Africa and southern Spain , *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series*, 6267: 62671O.

- Gao, Bo. ve Kaufman, Y. J. 2003. Water vapor retrievals using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) near-infrared channels. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*. 108: 4389.
- Graham, E., Sarazin, M., Beniston, M., Collet, C., Hayoz, M., Neun, M., Goyette, S. 2004. Site selection for OWL using past, present, and future climate information. *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series*, 5489, 102–112
- Hellemeier, J., Yang, R., Sarazin, M., Hickson, P. 2019. Weather at selected astronomical sites - an overview of five atmospheric parameters. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 482. 4941–4950.
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horanyi, A., Muñoz-Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Abdalla, S., Abellan, X., Balsamo, G., Bechtold, P., Biavati, G., Bidlot, J., Bonavita, M., Chiara, G., Dahlgren, P., Dee, D., Diamantakis, M., Dragani, R., Flemming, J., Forbes, R., Fuentes, M., Geer, A., Haimberger, L., Healy, S., Hogan, R. J., Holm, E., Janisková, M., Keeley, S., Laloyaux, P., Lopez, P., Lupu, C., Radnoti, G., Rosnay, P., Rozum, I., Vamborg, F., Villaume, S., Thepaut, J.-N. 2020. The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 146 (730): 1999–2049.
- Hidayat, T., Mahasena, P., Dermawan, B., Hadi, T., Premadi, P., Herdiwijaya, D. 2012. Clear sky fraction above Indonesia: An analysis for astronomical site selection. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 427: 1903–1917.
- Hosseini, S., Nasiri, S., 2006 Measurement of light pollution at the Iranian National Observatory. *Proceedings of the International Astronomical Union*. 5: 24.
- Hotan, C., Tingay, S., Glazebrook, K. 2012. Testing Potential New Sites for Optical Telescopes in Australia. *Publications of the Astronomical Society of Australia*. 30: e002.

- Hudson, K., Simstad, T. The Share Astronomy Guide to Observatory Site Selection. Neal Street Design Inc., 2010.
- Ichikawa, R., Ujihara, H., Satoh, S., Amagai, J. and Ohta, Y., Miyahara, B., Munekane, H., Nagasaki, T., Tajima, O., Araki, K., Tajiri, T., Takiguchi, H., Matsushima, T., Matsushima, N., Momotani, T., Utsunomiya, K. 2019. Development of novel ground-based microwave radiometer for earth science. EGU General Assembly Conference Abstracts. 6436.
- Jacob, M., Crewell, S., Kollias, P., Schemann, V. 2019. Multi-layer Cloud Conditions in Trade Wind Shallow Cumulus - Confronting Models with Airborne Observations. AGU Fall Meeting Abstracts. 2019: A51L-2847.
- Kendall, M.G. 1948. Rank correlation methods. American Psychological Association. Oxford, England. 67.
- Khosroshahi H. G. 2011. Site characterization studies for the Iranian National Observatory. *Astrophysics - Instrumentation and Methods for Astrophysics*. 1101.3883: 1101. 3883.
- Koc-San, D., San, B., Bakış, V., Helvacı, M., Eker, Z. 2013. Multi-Criteria Decision Analysis integrated with GIS and remote sensing for astronomical observatory site selection in Antalya province, Turkey. *Advances in Space Research*. 52: 39-51.
- Kolmogorov, A. 1933. Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *G. Ist. Ital. Attuari*. 4: 83-91.
- Kurlandczyk, H., Sarazin, M. 2007. Remote sensing of precipitable water vapour and cloud cover for site selection of the European Extremely Large Telescope (E-ELT) using MERIS. 6745: 674507.
- Levy, R., Hsu, C. 2015. MODIS Atmosphere L2 Aerosol Product. NASA MODIS Adaptive Processing System, Goddard Space Flight Center, USA: http://dx.doi.org/10.5067/MODIS/MOD04_L2.006

- Li, X., Zhang, L., Cao, X., Quan, J., Wang, T., Liang, J., Shi, J. 2016. Retrieval of precipitable water vapor using MFRSR and comparison with other multisensors over the semi-arid area of northwest China. *Atmospheric Research*. 172: 83–94.
- Li, M.S., Li, R., Wang, N., Zheng, X. 2019. Research and application of reanalysis data for radio astronomical site testing. *Research in Astronomy and Astrophysics*. 0 (20xx): 0, 000–000.
- Liu, L. Y., Yao, Y. Q., Wang, Y. P., Ma, J.L., He, B. L., Wang, H. S. 2010. Seeing measurements for the Guoshoujing Telescope (LAMOST) site with DIMM. *Research in Astronomy and Astrophysics*. 10: 1061–1070.
- Mattioli, V., Westwater, E.R., Cimini, D., Liljegren, J.C., Lesht, B.M., Gutman, S.I., Schmidlin, F.J. 2007. Analysis of Radiosonde and Ground-Based Remotely Sensed PWV Data from the 2004 North Slope of Alaska Arctic Winter Radiometric Experiment. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. 24: 415.
- Munoz-Tunon, C., Varela, A., Castro-Almazán, J. 2015. Astronomical Site Characterization at the Canarian Observatories. *Journal of Physics: Conference Series*. 595: 012042.
- Nasiri, S., Darudi, A., Khosroshahi, H., Sarazin, M. 2019. Site selection for the 3.4m optical telescope of the Iranian National Observatory. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 486: 4226–4232
- Otarola, A., Breuck, C., Travouillon, T., Matsushita, S., Nyman, L., Wootten, A., Radford, S., Sarazin, M., Kerber, F., Pérez-Beaupuits, J.P. 2019. Precipitable Water Vapor, Temperature, and Wind Statistics At Sites Suitable for mm and Submm Wavelength Astronomy in Northern Chile. *Astrophysics - Instrumentation and Methods for Astrophysics, Physics - Atmospheric and Oceanic Physics*. 131: 045001.
- Pearson, K. 1895. Notes on Regression and Inheritance in the Case of Two Parents. *Proceedings of the Royal Society of London*. 58: 240–242.

- Perez-Jordan, G., Castro-Almazan, J.A., Munoz-Tunon, C., Codina, B., Vernin, J. 2015. Forecasting the precipitable water vapour content: validation for astronomical observatories using radiosoundings. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 452: 1992–2003.
- Portenier, C., Ott, B., Wellig, P., Wunderle, S. 2019. Cloud detection and visibility estimation during night time using thermal camera images. *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series*. 1115805.
- Sabil, M., Zouhair, B., Lazrek, B., Abdelmajid, H., Habib, A. Bounhir, A. 2010. First characterization of Jbel Aklim in Moroccan Anti-Atlas as a potential site for the E-ELT. Meteorological parameters and seeing measurements. *Astronomy and Astrophysics*. 522. A69.
- Sakai, T., Nagai, T., Izumi, T., Yoshida, S., Shoji, Y. 2019. Automated compact mobile Raman lidar for water vapor measurement: instrument description and validation by comparison with radiosonde, GNSS, and high-resolution objective analysis. *Atmospheric Measurement Techniques*. 12: 313–326.
- Sanchez, S.F., Aceituno, J., Thiele, U., Perez Ramirez, D., Alves, J. 2007. The Night Sky at the Calar Alto Observatory. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 119: 1186–1200.
- Sarazin, M., Graham, E., Kurlandczyk, H. 2006. FriOWL: A Site Selection Tool for the European Extremely Large Telescope (E-ELT) Project. *The Messenger*. 125: 44.
- Sarazin, M., Kerber, F., De Breuck, C. 2013. Precipitable Water Vapour at the ESO Observatories: The Skill of the Forecasts. *The Messenger*. 152: 17–21.
- Saunders, W., Lawrence, J., Storey, J., Ashley, M., Kato, S., Minnis, P., Winker, D., Liu, G., Kulesa, C. 2009. Where is the best site on Earth? Domes A, B, C and F, and Ridges A and B. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 121. 10.1086/605780.

- Schock, M., Els, S., Riddle, R., Skidmore, W., Travouillon, T., Blum, R., Bustos, E., Chanan, G., Djorgovski, S.G., Gillett, P., Gregory, B., Nelson, J., Otarola, A., Seguel, J., Vasquez, J., Walker, A., Walker, D., Wang, L. 2009. Thirty Meter Telescope Site Testing I: Overview. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 121: 384.
- Sebag, J., Barr, J., Saha, A., Claver, C., Krabbendam, V. 2007. LSST Cloud Cover Measurement for Observation Scheduling. *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica Conference Series*. 31: 30–35.
- Shapiro, S. S., Wilk, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*. 52 (3–4): 591–611.
- Skidmore, W., Schöck, M., Magnier, E., Walker, D., Feldman, D., Riddle, R., Els, S., Travouillon, T., Bustos, E., Seguel, J., Vasquez, J., Blum, R., Gillett, P., Gregory, B., 2008. Using All Sky Cameras to determine cloud statistics for the Thirty Meter Telescope candidate sites. 7012: 7012 24.
- Smirnov N. 1948. Table for estimating the goodness of fit of empirical distributions. *Annals of Mathematical Statistics*. 19 (2): 279–281.
- Spearman, C. 1961. The Proof and Measurement of Association Between Two Things. *American Journal of Psychology*. East Norwalk, CT, US. 15[1]: 45, 58.
- Stalin, C.S., Hegde, M., Sahu, D.K. and Parihar, P.S., Anupama, G.C., Bhatt, B.C., Prabhu, T.P. 2008. Night sky at the Indian Astronomical Observatory during 2000--2008. *Bulletin of the Astronomical Society of India*. 36: 111–127.
- Sun, L., Yang, X., Jia, S., Jia, C. Wang, Q., Liu, X., Wei, J., Zhou, X. 2020. Satellite data cloud detection using deep learning supported by hyperspectral data. *International Journal of Remote Sensing*. 41: 1349–1371.

- Tabachnick, B.G, Fidell, L.S. 2006. Using Multivariate Statistics (5th Edition). A Viacom Company 160 Gould Street Needham Heights, MA United States. 978-0-205-45938-4
- Taylor, R. 1990. Interpretation of the correlation coefficient: a basic review. *Journal of Diagnostic Medical Sonography*. 6: 35–39.
- Thomas-Osip, J., McCarthy, P., Prieto, G., Phillips, M., Johns, M. 2011. Giant Magellan Telescope Site Testing Summary. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*. 7733. 10.1117/12.856934.
- Tokovinin, A., Kornilov, V. 2007. Accurate seeing measurements with MASS and DIMM. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 381: 1179–1189.
- Turner, David D., Clough, Shepard A., Liljegren, James C., Clothiaux, Eugene E., Cady-Pereira, Karen E, Gaustad, Krista L. 2007. Retrieving Liquid Water Path and Precipitable Water Vapor From the Atmospheric Radiation Measurement (ARM) Microwave Radiometers. 45: 3680–3690.
- Varela, A., Bertolin, C., Munoz-Tunon, C., Ortolani, S., Fuensalida, J.J. 2008. Astronomical site selection: On the use of satellite data for aerosol content monitoring. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 39: 507–520
- Varela, A., Munoz-Tunon, C., Lorenzo, B., Fuensalida, J.J. Castro-Almazán, J. 2012. On the use of remotely sensed data for astronomical site characterization. *Aerosols: Properties, Sources and Management Practices*. 283–300.
- Vernin, J., Munoz Tunon, C., Sarazin, M., Vazquez Ramio, H., Varela, A. M., Trinquet, H. 2011. European Extremely Large Telescope Site Characterization I: Overview. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 123:1334.

- Vivekanandan, J. 2018. Remote Sensing of Aerosols, Clouds, and Precipitation. EGU General Assembly Conference Abstracts. EGU General Assembly Conference Abstracts. 5821.
- Yao, Y. 2005. The Astronomical Site Survey in West China, *Journal of Korean Astronomical Society*. 38: 113–116.
- Yin, J., Yao, Y., Wang, H., Lin, L., Xian-long, Y., Yun-he, Z., Jiang-long, M., Li-yong, L., Jun-rong, L., Qian, X., 2012. Processing Method of Night-Time Cloudiness for Astronomical Site Selection. *Chinese Astronomy and Astrophysics*. 36: 457–468.
- Sánchez, S. F., Aceituno, J., Thiele, U., Pérez-Ramírez D., Alves. J., 2007. The Night Sky at the Calar Alto Observatory. *The American Astronomical Society*. 119: 1186–1200.



ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2009 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi İstatistik lisans eğitimini 2014 yılında tamamladı. 2018 yılında Çukurova Üniversitesi Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilimdalı’nda tezli yüksek lisans yapmaya başladı.





EKLER



Ek 1. Python ile Geliştirilen MODIS Ürünleri için Veri İndirme Kodu

```
# -*- coding: utf-8 -*-
#!/usr/bin/env python
# script supports either python2 or python3
#
# Attempts to do HTTP Gets with urllib2(py2) urllib.requets(py3) or subprocess
# if tlsv1.1+ isn't supported by the python ssl module
#
# Will download csv or json depending on which python module is available
#
#from __future__ import (division, print_function, absolute_import,
unicode_literals)
import os
import os.path
import shutil
import sys
import json
import csv
import pathlib
from multiprocessing import Process
import pandas as pd
import time
from urllib.request import urlopen, Request, URLError, HTTPError
from functools import reduce
import urllib.request, json
import requests
import time
from random import random
try:
```

```

    from StringIO import StringIO # python2
except ImportError:
    from io import StringIO      # python3
from datetime import timedelta, date
tokGlobal = '17328D7C-6A9C-11EA-919E-822BA97EC809'
tokGlobal = '5A282F7C-6F03-11EA-8EEE-D0117210D43E'
tokGlobal = '459F386C-6F70-11EA-A51D-CD3CB219FF5A'
tokGlobal = '56030FFA-6F73-11EA-B6AF-B772F64958BC'
tokGlobal = 'E4BA2752-6FA4-11EA-8D50-8CEAE6EACE6E'
tokGlobal = 'B5F76DAE-6FAD-11EA-8D50-8CEAE6EACE6E'
logFile = ""
USERAGENT = 'tis/download.py_1.0--' + sys.version.replace('\n','').replace('\r','')
def geturl(url, token, out=None):
    headers = { 'user-agent' : USERAGENT }
    if not token is None:
        headers['Authorization'] = 'Bearer ' + tokGlobal
    try:
        import ssl
        CTX = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLSv1_2)
        try:
            fh = urlopen(Request(url, headers=headers), context=CTX)
            if out is None:
                return fh.read().decode('utf-8')
            else:
                shutil.copyfileobj(fh, out)
        except HTTPError as e:
            print('HTTP GET error code: %d' % e.code(), file=sys.stderr)
            logging("\nERROR\n")
            logging(url)

```

```

        logging(e.code())
        print('HTTP GET error message: %s' % e.message, file=sys.stderr)
        logging("\nERROR\n")
        logging(url)
        logging(e.message)
    except URLError as e:
        print('Failed to make request: %s' % e.reason, file=sys.stderr)
        logging("\nERROR\n")
        logging(url)
        logging(e.reason)
    return None
except AttributeError:
    # OS X Python 2 and 3 don't support tls1.1+ therefore... curl
    import subprocess
    try:
        args = ['curl', '--fail', '-sS', '-L', '--get', url]
        for (k,v) in headers.items():
            args.extend(['-H', ': '.join([k, v])])
        if out is None:
            # python3's subprocess.check_output returns stdout as a byte string
            result = subprocess.check_output(args)
            return result.decode('utf-8') if isinstance(result, bytes) else result
        else:
            subprocess.call(args, stdout=out)
    except subprocess.CalledProcessError as e:
        print('curl GET error message: %' + (e.message if hasattr(e, 'message') else
e.output), file=sys.stderr)
        logging("\nERROR\n")
        logging(e.message)

```

```

        logging(e.message)
    return None

#####

def sync(src, dest, tok):
    if(not os.path.exists(dest)):
        print('downloading: ', dest)
        with open(dest, 'w+b') as fh:
            geturl(src,tokGlobal,fh)
    elif(os.path.getsize(dest)==0):
        print('file size 0. re-download: ', dest)
        with open(dest, 'w+b') as fh:
            geturl(src,tokGlobal,fh)
    else:
        print('skipping: ', dest)
def sync3(src, dest, tok):
    print('downloading: ', dest)
    with open(dest, 'w+b') as fh:
        geturl(src,tokGlobal,fh)
def calculateJulienDays(taget_year):
    start_date = date(int(taget_year), 1, 1)
    end_date = date(int(taget_year), 12, 31)
    daterange = pd.date_range(start_date, end_date)
    jdays = [jday.strftime('%j') for jday in daterange]
    return jdays
def page_is_alive(pageurl=None):
    while True:
        is_alive_page = requests.get(pageurl)
        print("\nLink Kontrol Ediliyor.....\n")
        if(is_alive_page.ok==False):

```

```

        print("\nSayfaya Ulaşılamıyor.....")
        print("Hata kodu : ",is_alive_page.status_code)
        logging("Sayfaya Ulaşılamıyor.....")
        logging(is_alive_page.status_code)
        time.sleep(90) #90 saniye bekle yine kontrol et
    else:
        break
    return True

def getFileNames(folder='.\MOD04_L2\'):
    files = []
    for (path, dirnames, filenames) in os.walk(folder):
        files.extend(name for name in filenames)
    return files

def logging(row=None):
    with open(logFile, 'a') as log:
        log.write(str(row))
        log.write('\n')

def is_all_downloaded(hdflist,dest):
    if(len(hdflist)==0):
        return True
    for hdf in hdflist:
        hdfpath = os.path.join(dest,hdf)
        if(is_file_size_zero(hdfpath)):
            print("\nEKSİK DOSYALAR VAR. EKSİK DOSYALAR YENİDEN
İNDİRİLECEK\n")
            #print(hdfpath)
            return True
    return False

def is_file_size_zero(ddest=None):

```

```

if(os.path.isfile(ddest)):
    if(os.path.getsize(ddest)==0):
        return True
    return False
def is_downloaded(ddest, ssize):
    if(os.path.isfile(ddest)):
        if(os.path.getsize(ddest) != 0):
            return True
        return False
def batch(input_list, batch_size):
def reducer(cumulator, item):
    if len(cumulator[-1]) < batch_size:
        cumulator[-1].append(item)
        return cumulator
    else:
        cumulator.append([item])
    return cumulator
return reduce(reducer, input_list, [[]])
def runTheFunctions(year=None,source_=None,destination_=None):
    SOURCE_ =source_ + year
    DESTINATION_ = destination_ + year + '\\'
    juldays = calculateJulienDays(year)
    for jd in juldays[1]:
logging("\n_____ \n")
        logging(jd)
        sourceday = SOURCE_ + '/' + jd
        dest = DESTINATION_ + jd
        #folder is not hatası için
        if not os.path.exists(DESTINATION_):

```

```

    os.mkdir(DESTINATION_)
if not os.path.exists(dest):
    os.mkdir(dest)
kontrol = page_is_alive(SOURCE_)
print("JULDAY : ",jd)
is_get_files = True
while is_get_files:
    try:
        filesOfDay = [f for f in csv.DictReader(StringIO(geturl('%s.csv' %
sourceday, tokGlobal)), skipinitialspace=True) ]
        is_get_files = False
    except Exception as ex:
        logging(time.ctime(time.time()))
        logging("ERROR : Get files List..")
        print(ex)
        logging(ex)
        page_is_alive(SOURCE_)
while True:
    countp = 0
    processes = []
    for hdf in filesOfDay[:]:
        aod = sourceday + '/' + hdf['name']
        dest = DESTINATION_ + jd + '\\' + hdf['name']
        size = int(hdf['size'])
        if(is_downloaded(dest,size)==False):
            print(".....")
            print(aod)
            print("\n")
            print(dest)

```

```

print("\n _____")
countp +=1
p = Process(target=sync, args=(aod, dest,tokGlobal))
#p.start()
processes.append(p)
print("\nYIL ==> %s GUN ==> %s \n" %(year, jd))
print("EKSİK DOSYA SAYISI : ", countp)
print("\n#####\n")
if(countp==0):
    break
#loging(countp)
if(countp<50):
    for po in processes:
        po.start()
    for po in processes:
        po.join()
else:
    processes_batch = batch(processes,50)
    for processes_items in processes_batch:
        for po in processes_items:
            po.start()
        for po in processes_items:
            po.join()
if __name__ == '__main__':
    startTime = time.time()
print("\n _____")
#dosya kaynağı....
source =
'https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/archive/allData/61/MOD35_L2/'

```

```
#indirileceği adres...
destination = 'G:\\HDF_FILES\\MOD35_L2\\'
yil = '2000'
logFile = os.path.join(destination,yil, yil+'_log.txt')
#başla
runTheFunctions(yil,source,destination)
endTime = time.time()
print ('%s - %s saniye-dakika: ' %(endTime - startTime, (endTime -
startTime)/60))
```

Ek 2. Python ile Geliştirilen ERA5 Dikey Rüzgâr Hızı İndirme ve Ortalama

Kodu

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import pathlib
import calendar
import xarray as xr
import os
import glob
import cdsapi

def downloadFunc(years=None, months=['01', '02', '03', '04', '05', '06', '07', '08',
'09', '10', '11', '12'],
                hours=['00:00', '01:00', '02:00', '03:00', '04:00', '21:00', '22:00', '23:00'],
                variables=['vertical_velocity'],
                pressure_levels= ['450', '500', '550', '600', '650', '700', '750', '775', '800', '825',
'850', '875', '900', '925', '950',
                '975', '1000']):
    createFolders()
    if(years==None):
        years = [str(x) for x in range(1979,2020)]
    for year in years:
        fname = year + '_Vertical_velocity.nc'
        fname = os.path.join("DATA_ERA5_Vertical_Velocity",fname)
        c = cdsapi.Client()
        c.retrieve(
            'reanalysis-era5-pressure-levels-monthly-means',
            {
                'format': 'netcdf',
                'pressure_level':pressure_levels,
                'year': year,
```

```

        'month': months,
        'time': hours,
        'variable': variables,
        'product_type': 'monthly_averaged_reanalysis_by_hour_of_day',
        'area': [
            90, -180, -90,
            180,
        ],
    },
    fname)
# _____
#create folders
def createFolders():
    pathlib.Path('DATA_ERA5_Vertical_Velocity').mkdir(parents=True,
exist_ok=True)
    pathlib.Path('Geotiff').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    pathlib.Path('NC_Month').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    pathlib.Path('NC_Month\\NC_All_Months').mkdir(parents=True,
exist_ok=True)
    pathlib.Path('NC_Months').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    pathlib.Path('NC_Years').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    pathlib.Path('RESULTS Vertical Velocity').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    for month in range(1,13):
        pathlib.Path('NC_Months\\' +
calendar.month_abbr[month]).mkdir(parents=True, exist_ok=True)
# _____
#compute end
def compute_month_end():
    for month_num in range(1,13):

```

```

month_name = calendar.month_abbr[month_num]
print(month_num, "--> ", month_name,)
folder = "NC_Months\\" + month_name + "\\*.nc"
filelist = glob.glob(folder)
dax = xr.open_dataset(filelist[0])
#del dax['time']
for item in filelist[1:]:
    dx = xr.open_dataset(item)
    #del dx['time']
    dax = dax + dx
    dx.close()
dax = dax / (len(filelist))
dax["w"] = dax["w"] * 100
dax.to_netcdf("NC_Month\\" + month_name + ".nc")
dax.close()
dax = None
#all month olarak birleştir
filelist = glob.glob("NC_Month/*.nc")
months = []
frames = []
for item in filelist[:]:
    name = item[-6:-3]
    months.append(name)
    ds = xr.open_dataset(item)
    ds = ds.rename({'w': name})
    frames.append(ds)
    ds.close()
fname = "NC_Month\\NC_All_Months\\all_months.nc"
da = xr.merge(frames)

```

```

da.to_netcdf(fname)
da.close()
da = None
# _____
#compute months
def get_file_export_name_month(folderName=None,file_name=None,
month=None):
    folderName = os.path.join(folderName, calendar.month_abbr[month])
    filename = calendar.month_abbr[month] + '_' + os.path.basename(file_name)
    return os.path.join(folderName,filename)
def get_date(m=None,ffname=None):
    ffname = os.path.basename(ffname)[0:4]
    return ffname+"-"+str(m)+"-"+"01"
def compute_save_month(isTest=False):
    createFolders()
    filelist = glob.glob("DATA_ERA5_Vertical_Velocity/*.nc")
    for fname in filelist:
        print("\n",fname)
        dx = xr.open_dataset(fname)
        print("Resampling --> month mean ")
        monthly_mean = dx.resample(time='1MS').mean(dim="time")
        print("Saving --> months")
        for m in range(1,13):
            month = monthly_mean.sel(time=get_date(m=m,ffname=fname))
            del month["time"]
            #month.drop_dims("time")
month.to_netcdf(get_file_export_name_month(folderName="NC_Months\\",file_n
ame=fname,month=m))
    month.close()

```

```

        month = None
    print("Removing...")
    dx.close()
    dx = None
    monthly_mean.close()
    monthly_mean = None
    if(isTest):
        break

compute_month_end
# _____
#compute years
def get_file_export_name_years(folderName="NC_Years",year=None):
    name = year + ".nc"
    return os.path.join(folderName,name)
def compute_save_years(isTest=False):
    createFolders()
    filelist = glob.glob("DATA_ERA5_Vertical_Velocity/*.*nc")
    for fname in filelist:
        print("_____ \n")
        dx = xr.open_dataset(fname)
        print("Resampling...")
        print(fname)
        print("Get yearly mean...")
        yearly_mean = dx.resample(time='1YS').mean(dim='time')
        dx.close()
        dx = None
        tar = yearly_mean.coords["time"].values
        yil = str(tar)[2:6]
        print(yil)

```

```
yearly_mean.attrs['Year'] = yil
#yearly_mean.drop_dims("time")
del yearly_mean["time"]
yearly_mean.to_netcdf(get_file_export_name_years(folderName="NC_Years",yea
r=yil))
yearly_mean.close()
yearly_mean = None
if(isTest):
    break
```

Ek 3. Python ile Geliştirilen ERA5 200h-Pa Rüzgâr Hızı İndirme ve Ortalama Kodu

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import pathlib
import calendar
import numpy as np
import xarray as xr
import matplotlib.pyplot as plt
import os
import glob
import calendar
import cdsapi
import time
# _____
#create folders
def createFolders():
    pathlib.Path('DATA_ERA5_200_hpa').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    pathlib.Path('Geotiff').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    pathlib.Path('NC_Month').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    pathlib.Path('NC_Month\\NC_All_Months').mkdir(parents=True,
exist_ok=True)
    pathlib.Path('NC_Months').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    pathlib.Path('NC_Years').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    pathlib.Path('RESULTS 200hpa Wind Speed').mkdir(parents=True,
exist_ok=True)
    for month in range(1,13):
        pathlib.Path('NC_Months\\' +
calendar.month_abbr[month]).mkdir(parents=True, exist_ok=True)
# _____
```

```

#data indir
def download_data(years=None,months=['01', '02', '03','04', '05', '06', '07', '08',
'09','10', '11', '12'],
    hours=['00:00', '01:00', '02:00','03:00', '04:00', '21:00','22:00', '23:00'],
    variables=['u_component_of_wind','v_component_of_wind']):
    createFolders()
    if(years==None):
        years = [str(x) for x in range(1979,2020)]
    for year in years:
        fname = year + '_200hpa_U_com_V_com_wind.nc'
        fname = os.path.join("DATA_ERA5_200_hpa",fname)
        c = cdsapi.Client()
        c.retrieve(
            'reanalysis-era5-pressure-levels-monthly-means',
            {
                'format': 'netcdf',
                'pressure_level': '200',
                'year': year,
                'month': months,
                'time': hours,
                'variable': variables,
                'product_type': 'monthly_averaged_reanalysis_by_hour_of_day',
                'area': [
                    90, -180, -90,
                    180,
                ],
            },
            fname)
#

```

```

def compute_month_end():
    createFolders()
    for month_num in range(1,13):
        month_name = calendar.month_abbr[month_num]
        folder = "NC_Months\\" + month_name + "\\*.nc"
        filelist = glob.glob(folder)
        dax = xr.open_dataset(filelist[0])
        for item in filelist[1:]:
            dx = xr.open_dataset(item)
            dax = dax + dx
            dx.close()
            dx = None
        dax = dax / (len(filelist))
        dax.to_netcdf("NC_Month\\" + month_name + ".nc")
        dax.close()
        dax=None
        #all month olarak birleştir
    filelist = glob.glob("NC_Month/*.nc")
    months = []
    frames = []
    for item in filelist[:]:
        name = item[-6:-3]
        months.append(name)
        ds = xr.open_dataset(item)
        ds = ds.rename({'speed': name})
        print;(name)
        frames.append(ds)
        ds.close()

```

```

fname = "NC_Month\\NC_All_Months\\all_months.nc"
da = xr.merge(frames)
da.to_netcdf(fname)
da = None
ds = None

#
-----
#u v to ruzgar hızı
def wind_uv_to_speed(u,v):
    wind_speed = np.sqrt(np.square(u) + np.square(v))
    return wind_speed
def get_file_export_name_month(folderName="NC_Months",file_name=None,
month=None):
    name =
str_join_underline(calendar.month_abbr[month],os.path.basename(file_name))
    fname = os.path.join(folderName,calendar.month_abbr[month],name)
    return fname
def get_date_month(m=None,ffname=None):
    ffname = os.path.basename(ffname)[0:4]
    return ffname+"-"+str(m)+"-"+"01"
def copcu_collect_garbage(*args):
    for xrarray in args:
        xrarray.close()
        xrarray = None
def str_join_underline(*args):
    return '_'.join(map(str, args))
def str_join_middline(*args):
    return '-'.join(map(str, args))
def compute_months_mean(fname=None):
    createFolders()

```

```

filelist = glob.glob("DATA_ERA5_200_hpa/*.nc")
for fname in filelist:
    print("Reading.....")
    print(fname)
    ds = xr.open_dataset(fname)
    monthly_mean = ds.resample(time='1MS').mean(dim="time")
    monthly_mean["speed"] = np.nan
    monthly_mean["speed"]=
wind_uv_to_speed(monthly_mean["u"],monthly_mean["v"])
    del monthly_mean["u"]
    del monthly_mean["v"]
    for m in range(1,13):
        month = monthly_mean.sel(time=get_date_month(m=m,ffname=fname))
        del month["time"]
    month.to_netcdf(get_file_export_name_month(file_name=fname,month=m))
    month.close()
    month=None
    ds.close()
    ds=None
    monthly_mean.close()
    monthly_mean=None
#


---


def get_file_export_name_years(folderName="NC_Years",year=None):
    name = os.path.join(folderName,year + ".nc")
    return name
def compute_years_mean(fname=None):
    filelist = glob.glob("DATA_ERA5_200_hpa/*.nc")
    for fname in filelist:
        print("Reading.....")

```

```

print(fname)
ds = xr.open_dataset(fname)
yearly_mean = ds.resample(time='1YS').mean(dim="time")
yearly_mean["speed"] = np.nan
yearly_mean["speed"] =
wind_uv_to_speed(yearly_mean["u"],yearly_mean["v"])
del yearly_mean["u"]
del yearly_mean["v"]
tar = yearly_mean.coords["time"].values
yil = str(tar)[2:6]
print(yil)
yearly_mean.attrs['Year'] = yil
del yearly_mean["time"]
yearly_mean.to_netcdf(get_file_export_name_years(year=yil))
ds.close()
ds=None
yearly_mean.close()
yearly_mean=None
"""

#download_data()
createFolders()
compute_years_mean()
compute_months_mean()
"""

```

Ek 4. Bulutlukuk Katmanı İçin Piksel Değerlerinin Elde Edildiği Python

Betiği

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
#from rasterio.warp import transform
import pandas as pd
from osgeo import gdal
import xarray as xr
import os
from datetime import timedelta, date
from os import listdir
from os.path import isfile, join
def calculateJulienDays(target_year):
    start_date = date(int(target_year), 1, 1)
    end_date = date(int(target_year), 12, 31)
    daterange = pd.date_range(start_date, end_date)
    jdays = [str.split(jday.strftime('%j %m %d')) for jday in daterange]
    return jdays
def deneme(num=None):
    valtobit = int_to_bit(num)
    print(valtobit)
    cc = valtobit[-3:-1]
    print(cc)
    val = np.nan
    if(cc[0]==0 and cc[1]==0):
        val = 3.0
    if(cc[0]==0 and cc[1]==1):
        val = 2.0
```

```

if(cc[0]==1 and cc[1]==0):
    val = 1.0
if(cc[0]==1 and cc[1]==1):
    val = 0.0
print(val)
def make_datetime(strDate=None):
    year = strDate[1:5]
    julday = strDate[5:]
    jdates = calculateJulienDays(year)
    dates = jdates[int(julday)-1]
    day = dates[2]
    month = dates[1]
    jdates = None
    return int(year),int(month),int(day),int(julday)
def get_date_from_file_name(path=None):
    pre, ext = os.path.splitext(os.path.basename(path))
    name = os.path.basename(path)
    txt = name.split(sep='.')
    tarih = txt[1]
    return make_datetime(tarih)
def getFileNames(folder=None):
    files = []
    years = listdir(folder)
    for item in years:
        foldercc = os.path.join(folder,item)
        for (path, dirnames, filenames) in os.walk(foldercc):
            files.extend(name for name in filenames)
    dfiless = pd.DataFrame(files,columns=['name'])
    return dfiless

```

```

def int_to_bit(n):
    lst = [int(digit) for digit in bin(n)[2:]]
    if(len(lst)<4):
        for item in range(0,4):
            lst.insert(0,0)
    return lst

def read_pixcel_values_XARRAY_CC(ffolder=None,product=None):
    #get files
    dfiles = getFileNames(ffolder)
    files = list(dfiles.name)
    #init pixcel value list
    valuesALL=[]
    valuesMAK = []
    #read Files
    for filename in files[:]:
        pre, ext = os.path.splitext(filename)
        if(ext!='.tif'):
            continue
        print("\nRead CC Values From File by XARRAY :\n")
        print(filename)
        year,month,day,julday = get_date_from_file_name(filename)
        filefolder = os.path.join(ffolder,str(year))
        filename = os.path.join(filefolder,filename)
        print("Year : ", year)
        print("Month : ", month)
        print("Day : ", day)
        print("Julday : ", julday)
        print("-----")
        dx = xr.open_rasterio(filename)

```

```

for code,obs,lon,lat in cordsall:
    value = dx.sel(band=1, y=lat, x=lon, method='nearest').values
    val = value.tolist()
    if(val!=0):
        valtobit = int_to_bit(val)
        if(valtobit[-1]==1):
            cc = valtobit[-3:-1]
            if(cc[0]==0 and cc[1]==0):
                val = 3.0
            if(cc[0]==0 and cc[1]==1):
                val = 2.0
            if(cc[0]==1 and cc[1]==0):
                val = 1.0
            if(cc[0]==1 and cc[1]==1):
                val = 0.0
        else:
            val=np.nan
    else:
        val = np.nan
    valuesALL.append([code,obs,lon,lat,year,month,day,julday,val])
for abb,lon,lat in cordsmak:
    value = dx.sel(band=1, y=lat, x=lon, method='nearest').values
    val = value.tolist()
    if(val!=0):
        valtobit = int_to_bit(val)
        if(valtobit[-1]==1):
            cc = valtobit[-3:-1]
            if(cc[0]==0 and cc[1]==0):
                val = 3.0

```

```

        if(cc[0]==0 and cc[1]==1):
            val = 2.0
        if(cc[0]==1 and cc[1]==0):
            val = 1.0
        if(cc[0]==1 and cc[1]==1):
            val = 0.0
    else:
        val = np.nan
else:
    val = np.nan
    valuesMAK.append([abb,lon,lat,year,month,day,julday,val])
dx.close()
dx = None
patval = os.path.join("VALUES",ffolder)
if(not os.path.exists(patval)):
    os.makedirs(patval)
patall = os.path.join(patval, "ALL OBS CC.txt")
dfall = pd.DataFrame(valuesALL)
dfall.columns =
["code","obs","lon","lat","year","month","day","julday","pixel_val"]
dfall.pixel_val = dfall.pixel_val
dfall.to_csv(patall,sep=";",index=None)
patmak = os.path.join(patval, "ARTICLE OBS CC.txt")
dfmak = pd.DataFrame(valuesMAK)
dfmak.columns = ["obs","lon","lat","year","month","day","julday","pixel_val"]
dfmak.pixel_val = dfmak.pixel_val
dfmak.to_csv(patmak,sep=";",index=None)
return dfall,dfmak
#istasyonlarÄ± oku

```

```

#ALL OBS
obsall = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES ALL.txt",sep=";")
obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
cordsall =
list(zip(obsall.CODE,obsall.OBSERVATORIES,obsall.LONGITUDE,obsall.LATI
TUDE))
#ARTICLE OBS
obsmak = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES
MAKALE.txt",sep=";")
obsmak = obsmak[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
cordsmak =
list(zip(obsmak.ABBREVIATION,obsmak.LONGITUDE,obsmak.LATITUDE))
folderMYD = "MYD35_L2_NIGHT\3KM"
folderMOD = "MOD35_L2_NIGHT\3KM"
"""
F:\MYD35_L2_NIGHT
F:\MYD35_L2_NIGHT\3KM
mod
F:\MOD35_L2_NIGHT\3KM
dfall,dfmak =
read_pixel_values_XARRAY_CC(ffolder=folderMYD,product="MYD35_L2_NI
GHT")
dfallo,dfmako =
read_pixel_values_XARRAY_CC(ffolder=folderMOD,product="MOD35_L2_NI
GHT")
"""

```

Ek 5. Bulutlukuk Katmanı İçin Yüzdelliklerin Elde Edildiği Python Betiği

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
#from rasterio.warp import transform
import pandas as pd
from osgeo import gdal
import xarray as xr
import os
from datetime import timedelta, date
from os import listdir
from os.path import isfile, join
import calendar
def code_to_obs(cod=None):
    obs = obsall[obsall["CODE"] == cod][['OBSERVATORIES']]
    return obs.iloc[0]
def get_percent_year_article_obs(df=None, obs=None, year=None):
    df_a = df[(df['year']==year) & (df['obs']==obs)]
    len_df = df_a.shape[0]
    count_clear = df_a[df_a.pixel_val!=0].count()
    count_none = df_a.pixel_val.isna().sum()
    return ((count_clear.pixel_val*100) / (len_df-count_none)).round(2)
def get_percent_month_article_obs(df=None, obs=None, month=None):
    df_a = df[(df['month']==month) & (df['obs']==obs)]
    len_df = df_a.shape[0]
    count_clear = df_a[df_a.pixel_val!=0].count()
    count_none = df_a.pixel_val.isna().sum()
    return ((count_clear.pixel_val*100) / (len_df-count_none)).round(2)
def get_percent_year_all_obs(df=None, code=None, year=None):
```

```

df_a = df[(df['year']==year) & (df['code']==code)]
len_df = df_a.shape[0]
count_clear = df_a[df_a.pixel_val!=0].count()
count_none = df_a.pixel_val.isna().sum()
return ((count_clear.pixel_val*100) / (len_df-count_none)).round(2)
def get_percent_month_all_obs(df=None,code=None,month=None):
    df_a = df[(df['month']==month) & (df['code']==code)]
    len_df = df_a.shape[0]
    count_clear = df_a[df_a.pixel_val!=0].count()
    count_none = df_a.pixel_val.isna().sum()
    return ((count_clear.pixel_val*100) / (len_df-count_none)).round(2)
def to_export_article_obs_CC_monthly(data=None,latex=True):
    lst = []
    for obss in data.obs.unique():
        print(obss)
        for m in range(1,13):
            p = get_percent_month_article_obs(df=data,obs=obss,month=m)
            lst.append([obss,m,p])
    lst = pd.DataFrame(lst)
    lst.columns=["obs","month","c_percent"]
    m = pd.pivot_table(lst, values = 'c_percent', index='obs', columns =
'month').reset_index()
    collist = list(m.columns)
    for i in range(1,len(collist)):
        collist[i] = calendar.month_abbr[i]
    m.columns = collist
    m = m.reset_index()
    m = m.set_index('obs')
    del m["index"]

```

```

m = m.reindex(rowOrderarticle)
m = m.reset_index()
m.to_excel("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ARTICLE OBS
CC MOUNTLY_percent.xlsx",index=None)
m.to_csv("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ARTICLE OBS CC
MOUNTLY_percent.txt",sep=";",index=None)
if(latex):
    m.to_latex("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ARTICLE OBS
CC MOUNTLY_percent.tex",index=None)
def to_export_article_obs_CC_yearly(data=None,latex=True):
    lst =[]
    for obss in data.obs.unique():
        print(obss)
        for y in range(2002,2020):
            p = get_percent_year_article_obs(df=data,obs=obss,year=y)
            lst.append([obss,y,p])
    lst = pd.DataFrame(lst)
    lst.columns=["obs","year","c_percent"]
    y = pd.pivot_table(lst, values = 'c_percent', index='obs', columns =
'year').reset_index()
    y = y.reset_index()
    y = y.set_index('obs')
    del y["index"]
    y = y.reindex(rowOrderarticle)
    y = y.reset_index()
    y.to_excel("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ARTICLE OBS
CC YEARLY_percent.xlsx",index=None)
    y.to_csv("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ARTICLE OBS CC
YEARLY_percent.txt",sep=";",index=None)

```

```

if(latex):
    y.to_latex("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ARTICLE OBS
CC YEARLY_percent.tex",index=None)
def to_export_all_obs_CC_monthly(data=None,latex=True):
    lst=[]
    for cod in data.code.unique():
        print(cod)
        for m in range(1,13):
            p = get_percent_month_all_obs(df=data,code=cod,month=m)
            lst.append([cod,m,p])
    lst = pd.DataFrame(lst)
    lst.columns=["code","month","c_percent"]
    m = pd.pivot_table(lst, values = 'c_percent', index='code', columns =
'month').reset_index()
    collist = list(m.columns)
    for i in range(1,len(collist)):
        collist[i] = calendar.month_abbr[i]
    m.columns = collist
    m = m.reset_index()
    m = m.set_index('code')
    del m["index"]
    m = m.reindex(rowOrderall)
    m = m.reset_index()
    for index,row in m.iterrows():
        cod = code_to_obs(row["code"])
        m.loc[index,"code"] = cod
    m = m.rename(columns={"code": "obs"})
    m.to_excel("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ALL OBS CC
MONTHLY_percent.xlsx",index=None)

```

```

m.to_csv("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ALL OBS CC
MOUNTLY_percent.txt",sep=";",index=None)
if(latex):
    m.to_latex("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ALL OBS CC
MOUNTLY_percent.tex",index=None)
def to_export_all_obs_CC_yearly(data=None,latex=True):
    lst=[]
    for cod in data.code.unique():
        print(cod)
        for y in range(2002,2020):
            p = get_percent_year_all_obs(df=data,code=cod,year=y)
            lst.append([cod,y,p])
    lst = pd.DataFrame(lst)
    lst.columns=["code","year","c_percent"]
    y = pd.pivot_table(lst, values = 'c_percent', index='code', columns =
'year').reset_index()
    y = y.reset_index()
    y = y.set_index('code')
    del y["index"]
    y = y.reindex(rowOrderall)
    y = y.reset_index()
    for index,row in y.iterrows():
        cod = code_to_obs(row["code"])
        y.loc[index,"code"] = cod
    y = y.rename(columns={"code": "obs"})
    y.to_excel("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ALL OBS CC
YEARLY_percent.xlsx",index=None)
    y.to_csv("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ALL OBS CC
YEARLY_percent.txt",sep=";",index=None)

```

```

if(latex):
    y.to_latex("CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT\\ALL OBS CC
YEARLY_percent.tex",index=None)
#istasyonları oku
#ALL OBS
obsall = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES ALL.txt",sep=";")
obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
cordsall =
list(zip(obsall.CODE,obsall.OBSERVATORIES,obsall.LONGITUDE,obsall.LATI
TUDE))
rowOrderall = obsall.CODE.unique().tolist()
#ARTICLE OBS
obsmak = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES
MAKALE.txt",sep=";")
obsmak = obsmak[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
cordsmak =
list(zip(obsmak.ABBREVIATION,obsmak.LONGITUDE,obsmak.LATITUDE))
rowOrderarticle = obsmak.ABBREVIATION.unique().tolist()
xrrmak = pd.read_csv("VALUES\\MOD35_L2_NIGHT\\3KM\\ARTICLE OBS
CC.txt",sep=";")
xrrall = pd.read_csv("VALUES\\MOD35_L2_NIGHT\\3KM\\ALL OBS
CC.txt",sep=";")
"""
to_export_article_obs_CC_monthly(data=xrrmak,latex=True)
to_export_article_obs_CC_yearly(data=xrrmak,latex=True)
to_export_all_obs_CC_monthly(data=xrrall)
to_export_all_obs_CC_yearly(data=xrrall)

```

```
""""  
""""  
a = df[(df['year']==2015) & (df['month']==2) & (df['obs']=='DAG')]  
a[a.pixel_val==0].count()  
""""
```



Ek 6. Bulutlukuk Katmanında İki Uydu İçin Ortalamaların Elde Edildiği

Python Betiği

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from rasterio.warp import transform
import pandas as pd
from osgeo import gdal
import xarray as xr
import os
import calendar
def
avg_ARTICLE_monthly(f_myd=None,f_mod=None,file_month=None,which='ARTICLE '):
    file_month = which + file_month
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_month)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_month)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)
    avg.to_excel("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE OBS
CC MOUNTLY mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE AVG
OBS CC MOUNTLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE AVG
OBS CC MOUNTLY mean_myd_mod.tex")
```

```

def avg_ALL_monthly(f_myd=None,f_mod=None,file_month=None,which='ALL
'):
    file_month = which + file_month
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_month)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_month)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)
    avg.to_excel("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ALL OBS CC
MOUNTLY mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ALL AVG OBS
CC MOUNTLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ALL AVG OBS
CC MOUNTLY mean_myd_mod.tex")
def
avg_ARTICLE_yearly(f_myd=None,f_mod=None,file_year=None,which='ARTIC
LE '):
    file_year = which + file_year
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_year)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_year)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)

```

```

    avg.to_excel("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE OBS
CC YEARLY mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE AVG
OBS CC YEARLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE AVG
OBS CC YEARLY mean_myd_mod.tex")
    def avg_ALL_yearly(f_myd=None,f_mod=None,file_year=None,which='ALL
'):
        file_year = which + file_year
        fname_mod = os.path.join(f_mod,file_year)
        fname_myd = os.path.join(f_myd,file_year)
        df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
        df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
        df_mod = df_mod.set_index("obs")
        df_myd = df_myd.set_index("obs")
        avg = (df_mod + df_myd) / 2
        avg = avg.round(2)
        avg.to_excel("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ALL OBS CC
YEARLY mean_myd_mod.xlsx")
        avg.to_csv("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ALL AVG OBS
CC YEARLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
        avg.to_latex("CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN\\ALL AVG OBS
CC YEARLY mean_myd_mod.tex")
#folder
folder_myd = "CC RESULT_PERCENT\\MYD35_L2_NIGHT"
folder_mod = "CC RESULT_PERCENT\\MOD35_L2_NIGHT"
export_folder = "CC RESULT_PERCENT\\MYD_MOD MEAN"
#files
year_file = "OBS CC YEARLY_percent.txt"

```

```
month_file = "OBS CC MOUNTLY_percent.txt"
""""
avg_ARTICLE_monthly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_month=month_file)
avg_ALL_monthly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_month=month_file)
avg_ARTICLE_yearly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_year=year_file)
avg_ALL_yearly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_year=year_file)
""""
```

Ek 7. Yoğuşabilir Su Buharı Aylık Ortalamalarından Okutukan Piksel Değerlerinin Python Kodu

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from rasterio.warp import transform
import pandas as pd
from osgeo import gdal
import xarray as xr
import os
from datetime import timedelta, date
def calculateJulienDays(target_year):
    start_date = date(int(target_year), 1, 1)
    end_date = date(int(target_year), 12, 31)
    daterange = pd.date_range(start_date, end_date)
    jdays = [str.split(jday.strftime('%j %m %d')) for jday in daterange]
    return jdays
def make_datetime(strDate=None):
    year = strDate[1:5]
    julday = strDate[5:]
    jdates = calculateJulienDays(year)
    dates = jdates[int(julday)-1]
    day = dates[2]
    month = dates[1]
    jdates = None
    return int(year),int(month),int(day),int(julday)
def get_date_from_file_name(path=None):
    pre, ext = os.path.splitext(os.path.basename(path))
    name = os.path.basename(path)
```

```

txt = name.split(sep='.')
tarih = txt[1]
return make_datetime(tarih)
def getFileNames(folder=None):
    files = []
    for (path, dirnames, filenames) in os.walk(folder):
        files.extend(name for name in filenames)
    dfiles = pd.DataFrame(files,columns=['name'])
    return dfiles
def read_pixcel_values_XARRAY_PWV(ffolder=None,product=None):
    #get files
    dfiles = getFileNames(ffolder)
    files = list(dfiles.name)
    #init pixcel value list
    valuesALL=[]
    valuesMAK = []
    #read Files
    for filename in files[:]:
        pre, ext = os.path.splitext(filename)
        if(ext!='.tif'):
            continue
        print("\nRead PWV Values From File by XARRAY :\n")
        print(filename)
        filename = os.path.join(ffolder,filename)
        year,month,day,julday = get_date_from_file_name(filename)
        print("Year : ", year)
        print("Month : ", month)
        print("Day : ", day)
        print("Julday : ", julday)

```

```

print("-----")
dx = xr.open_rasterio(filename)
for code,obs,lon,lat in cordsall:
    value = dx.sel(band=1, y=lat, x=lon, method='nearest').values
    val = value.tolist()
    if(val==-9999):
        val = np.nan
    valuesALL.append([code,obs,lon,lat,year,month,day,julday,val])
for abb,lon,lat in cordsmak:
    value = dx.sel(band=1, y=lat, x=lon, method='nearest').values
    val = value.tolist()
    if(val == -9999):
        val = np.nan
    valuesMAK.append([abb,lon,lat,year,month,day,julday,val])
dx.close()
dx = None

patval = os.path.join("VALUES",ffolder)
if(not os.path.exists(patval)):
    os.mkdir(patval)
patall = os.path.join(patval, "ALL OBS PWV.txt")
dfall = pd.DataFrame(valuesALL)
dfall.columns =
["code","obs","lon","lat","year","month","day","julday","pixel_val"]
dfall.pixel_val = dfall.pixel_val / 100
dfall.to_csv(patall,sep=";",index=None)
patmak = os.path.join(patval, "ARTICLE OBS PWV.txt")
dfmak = pd.DataFrame(valuesMAK)
dfmak.columns = ["obs","lon","lat","year","month","day","julday","pixel_val"]
dfmak.pixel_val = dfmak.pixel_val / 100

```

```

dfmak.to_csv(patmak,sep=";",index=None)
return dfall,dfmak

#istasyonları oku
#ALL OBS
obsall = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES ALL.txt",sep=";")
obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
cordsall =
list(zip(obsall.CODE,obsall.OBSERVATORIES,obsall.LONGITUDE,obsall.LATI
TUDE))
#ARTICLE OBS
obsmak = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES
MAKALE.txt",sep=";")
obsmak = obsmak[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
cordsmak =
list(zip(obsmak.ABBREVIATION,obsmak.LONGITUDE,obsmak.LATITUDE))
folder1 = "MOD07_L2_NIGHT"
folder2 = "MOD07_L2_NIGHT"
"""
dfall,dfmak =
read_pixcel_values_XARRAY_PWV(ffolder="MOD07_L2_NIGHT\\",product="
MOD07_L2")
dfall,dfmak =
read_pixcel_values_XARRAY_PWV(ffolder="MYD07_L2_NIGHT\\",product="
MYD07_L2")
"""

```

Ek 8. Yoğuşabilir Su Buharı Aylık Ortalamalarından Okutukan Piksel Değerlerinin İki Uydunun Ortalaması İçin Python Kodu

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from rasterio.warp import transform
import pandas as pd
from osgeo import gdal
import xarray as xr
import os
import calendar
def
avg_ARTICLE_monthly(f_myd=None,f_mod=None,file_month=None,which='ARTICLE '):
    file_month = which + file_month
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_month)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_month)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)
    avg.to_excel("PWV RESULT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE OBS PWV
MOUNTLY mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("PWV RESULT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE AVG OBS PWV
MOUNTLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("PWV RESULT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE AVG OBS
PWV MOUNTLY mean_myd_mod.tex")
```

```

def avg_ALL_monthly(f_myd=None,f_mod=None,file_month=None,which='ALL
'):
    file_month = which + file_month
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_month)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_month)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)
    avg.to_excel("PWV RESULT\MYD_MOD MEAN\ALL OBS PWV
MONTHLY mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("PWV RESULT\MYD_MOD MEAN\ALL AVG OBS PWV
MONTHLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("PWV RESULT\MYD_MOD MEAN\ALL AVG OBS PWV
MONTHLY mean_myd_mod.tex")
def
avg_ARTICLE_yearly(f_myd=None,f_mod=None,file_year=None,which='ARTIC
LE '):
    file_year = which + file_year
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_year)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_year)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)

```

```

    avg.to_excel("PWV RESULT\MYD_MOD MEAN\ARTICLE OBS PWV
YEARLY mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("PWV RESULT\MYD_MOD MEAN\ARTICLE AVG OBS PWV
YEARLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("PWV RESULT\MYD_MOD MEAN\ARTICLE AVG OBS
PWV YEARLY mean_myd_mod.tex")
def avg_ALL_yearly(f_myd=None,f_mod=None,file_year=None,which='ALL '):
    file_year = which + file_year
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_year)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_year)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)
    avg.to_excel("PWV RESULT\MYD_MOD MEAN\ALL OBS PWV YEARLY
mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("PWV RESULT\MYD_MOD MEAN\ALL AVG OBS PWV
YEARLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("PWV RESULT\MYD_MOD MEAN\ALL AVG OBS PWV
YEARLY mean_myd_mod.tex")
#folder
folder_myd = "PWV RESULT\MYD07_L2_NIGHT"
folder_mod = "PWV RESULT\MOD07_L2_NIGHT"
export_folder = "PWV RESULT\MYD_MOD MEAN"
#files
year_file = "OBS PWV YEARLY.txt"
month_file = "OBS PWV MOUNTLY.txt"

```

''''

avg_ARTICLE_monthly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_month=month_file)

avg_ALL_monthly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_month=month_file)

avg_ARTICLE_yearly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_year=year_file)

avg_ALL_yearly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_year=year_file)

''''



Ek 9. Aerosol Optik Derinlik Aylık Ortalamalarından Okutukan Piksel Değerleri İçin Python Kodu

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
#from rasterio.warp import transform
import pandas as pd
from osgeo import gdal
import xarray as xr
import os
from datetime import timedelta, date
from os import listdir
from os.path import isfile, join
def calculateJulienDays(target_year):
    start_date = date(int(target_year), 1, 1)
    end_date = date(int(target_year), 12, 31)
    daterange = pd.date_range(start_date, end_date)
    jdays = [str.split(jday.strftime('%j %m %d')) for jday in daterange]
    return jdays
def make_datetime(strDate=None):
    year = strDate[1:5]
    julday = strDate[5:]
    jdates = calculateJulienDays(year)
    dates = jdates[int(julday)-1]
    day = dates[2]
    month = dates[1]
    jdates = None
    return int(year),int(month),int(day),int(julday)
def get_date_from_file_name(path=None):
```

```

pre, ext = os.path.splitext(os.path.basename(path))
name = os.path.basename(path)
txt = name.split(sep='.')
tarih = txt[1]
return make_datetime(tarih)
def getFiles_with_path(ffolder=None):
    files = []
    files2 = []
    for (path, dirnames, filenames) in os.walk(ffolder):
        files.extend(name for name in filenames)
    for path in files:
        pre, ext = os.path.splitext(path)
        if(ext=='tiff'):
            files2.append(path)
    return files2
def get_filepaths(folder_tiff=None):
    """
    kendisine parametre olarak gelen klasor iÅşerisinde ve alt
    klasorlerde tiff dosyalarÄ±nÄ± bulup tiff dosya yollarÄ±nÄ± liste olarak
    geri donduren method
    folder_tiff : tif dosyalarÄ±nÄ± olduÄŸu klasor
    """
    file_paths = []
    # klasor ve alt klasorlerinde arama iÅŸlemi
    for root, directories, files in os.walk(folder_tiff):
        for filename in files:
            # dosyanÄ±n tam yolunu bulmak iÅŸin birleÅŸtir.
            filepath = os.path.join(root, filename)
            pre, ext = os.path.splitext(filename)

```

```

        if(ext=='.tif'):
            file_paths.append(filepath) # tif ise listeye ekle

    return file_paths # listeyi geri gonder
def getFileNames(folder=None):
    files = []
    years = listdir(folder)
    for item in years:
        foldercc = os.path.join(folder,item)
        for (path, dirnames, filenames) in os.walk(foldercc):
            files.extend(name for name in filenames)
    dfiles = pd.DataFrame(files,columns=['name'])
    return dfiles
def read_pixcel_values_XARRAY(ffolder=None):
    #get files
    files = get_filepaths(ffolder)
    #init pixcel value list
    valuesALL=[]
    valuesMAK = []
    #read Files
    for filename in files[:]:
        pre, ext = os.path.splitext(filename)
        if(ext!='.tif'):
            continue
        print("\nRead CC Values From File by XARRAY :\n")
        print(filename)
        year,month,day,julday = get_date_from_file_name(filename)
        print("Year : ", year)
        print("Month : ", month)

```

```

print("Day : ", day)
print("Julday : ", julday)
print("-----")
dx = xr.open_rasterio(filename)
for code,obs,lon,lat in cordsall:
    value = dx.sel(band=1, y=lat, x=lon, method='nearest').values
    val = value.tolist()
    if(val!=-9999):
        val=np.nan
    valuesALL.append([code,obs,lon,lat,year,month,day,julday,val])
for abb,lon,lat in cordsmak:
    value = dx.sel(band=1, y=lat, x=lon, method='nearest').values
    val = value.tolist()
    if(val!=-9999):
        val=np.nan
    valuesMAK.append([abb,lon,lat,year,month,day,julday,val])
dx.close()
dx = None
patval = os.path.join(os.getcwd(),working_folder,"VALUES",ffolder)
if(not os.path.exists(patval)):
    os.makedirs(patval)
patall = os.path.join(patval, "ALL OBS AOD.txt")
dfall = pd.DataFrame(valuesALL)
dfall.columns =
["code","obs","lon","lat","year","month","day","julday","pixel_val"]
dfall.pixel_val = dfall.pixel_val
dfall.to_csv(patall,sep=";",index=None)
patmak = os.path.join(patval, "ARTICLE OBS AOD.txt")
dfmak = pd.DataFrame(valuesMAK)

```

```

dfmak.columns = ["obs","lon","lat","year","month","day","julday","pixel_val"]
dfmak.pixel_val = dfmak.pixel_val
dfmak.to_csv(patmak,sep=";",index=None)
return dfall,dfmak
#istasyonlarÄ± oku
#ALL OBS
obsall = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES ALL.txt",sep=";")
obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
cordsall =
list(zip(obsall.CODE,obsall.OBSERVATORIES,obsall.LONGITUDE,obsall.LATI
TUDE))
#ARTICLE OBS
obsmak = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES
MAKALE.txt",sep=";")
obsmak = obsmak[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
cordsmak =
list(zip(obsmak.ABBREVIATION,obsmak.LONGITUDE,obsmak.LATITUDE))
folderMYD = "MYD04_L2"
folderMOD = "MOD04_L2"
working_folder = "READ TIFF FILES AOD"
os.chdir('.')
"""
dfall,dfmak = read_pixel_values_XARRAY(ffolder=folderMYD)
dfallo,dfmako = read_pixel_values_XARRAY(ffolder=folderMOD)
"""

```

Ek 10. Aerosol Optik Derinlik Aylık Ortalamalarından Okutukan Piksel Değerlerinin İki Uydunun Ortalaması İçin Geliştirilen Python Kodu

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from rasterio.warp import transform
import pandas as pd
from osgeo import gdal
import xarray as xr
import os
import calendar
def
avg_ARTICLE_monthly(f_myd=None,f_mod=None,file_month=None,which='ARTICLE '):
    file_month = which + file_month
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_month)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_month)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)
    avg.to_excel("AOD RESULT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE OBS AOD
MOUNTLY mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("AOD RESULT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE AVG OBS AOD
MOUNTLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("AOD RESULT\\MYD_MOD MEAN\\ARTICLE AVG OBS
AOD MOUNTLY mean_myd_mod.tex")
```

```

def avg_ALL_monthly(f_myd=None,f_mod=None,file_month=None,which='ALL
'):
    file_month = which + file_month
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_month)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_month)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)
    avg.to_excel("AOD RESULT\\MYD_MOD MEAN\\ALL OBS AOD
MONTHLY mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("AOD RESULT\\MYD_MOD MEAN\\ALL AVG OBS AOD
MONTHLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("AOD RESULT\\MYD_MOD MEAN\\ALL AVG OBS AOD
MONTHLY mean_myd_mod.tex")
def
avg_ARTICLE_yearly(f_myd=None,f_mod=None,file_year=None,which='ARTIC
LE '):
    file_year = which + file_year
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_year)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_year)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)

```

```

    avg.to_excel("AOD RESULT\MYD_MOD MEAN\ARTICLE OBS AOD
YEARLY mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("AOD RESULT\MYD_MOD MEAN\ARTICLE AVG OBS AOD
YEARLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("AOD RESULT\MYD_MOD MEAN\ARTICLE AVG OBS
AOD YEARLY mean_myd_mod.tex")
def avg_ALL_yearly(f_myd=None,f_mod=None,file_year=None,which='ALL '):
    file_year = which + file_year
    fname_mod = os.path.join(f_mod,file_year)
    fname_myd = os.path.join(f_myd,file_year)
    df_mod = pd.read_csv(fname_mod,sep=";")
    df_myd = pd.read_csv(fname_myd,sep=";")
    df_mod = df_mod.set_index("obs")
    df_myd = df_myd.set_index("obs")
    avg = (df_mod + df_myd) / 2
    avg = avg.round(2)
    avg.to_excel("AOD RESULT\MYD_MOD MEAN\ALL OBS AOD YEARLY
mean_myd_mod.xlsx")
    avg.to_csv("AOD RESULT\MYD_MOD MEAN\ALL AVG OBS AOD
YEARLY mean_myd_mod.txt",sep=";")
    avg.to_latex("AOD RESULT\MYD_MOD MEAN\ALL AVG OBS AOD
YEARLY mean_myd_mod.tex")
#folder
folder_myd = "AOD RESULT\MOD04_L2"
folder_mod = "AOD RESULT\MYD04_L2"
export_folder = "AOD RESULT\MYD_MOD MEAN"
#files
year_file = "OBS AOD YEARLY.txt"
month_file = "OBS AOD MOUNTLY.txt"

```

''''

avg_ARTICLE_monthly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_month=month_file)

avg_ALL_monthly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_month=month_file)

avg_ARTICLE_yearly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_year=year_file)

avg_ALL_yearly(f_myd=folder_myd,f_mod=folder_mod,file_year=year_file)

''''



Ek 11. Dikey Rüzgâr Hızı Aylık Ortalamalarından Piksel Değerlerinin Okutulması İçin Geliştirilen Python Kodu

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import numpy as np
import xarray as xr
import pandas as pd
import xarray
import glob
import calendar

def export_monthly():
    fname = "NC_Month\NC_All_Months\all_months.nc"
    ds = xr.open_dataset(fname)

    #istasyonları oku
    #ALL OBS
    obsall = pd.read_csv("OBSERVATORIES\OBSERVATORIES
ALL.txt",sep=";")
    obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE','LEVEL']]
    cordsall = list(zip(obsall.LONGITUDE,obsall.LATITUDE,obsall.LEVEL))
    #ARTICLE OBS
    obsmak = pd.read_csv("OBSERVATORIES\OBSERVATORIES
MAKALE.txt",sep=";")
    obsmak = obsmak[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE','LEVEL']]
    cordsmak =
list(zip(obsmak.LONGITUDE,obsmak.LATITUDE,obsmak.LEVEL))
    for item in range(2,14):
        obsall[calendar.month_abbr[item-1]] = np.nan
```

```

    obsmak[calendar.month_abbr[item-1]] = np.nan
aylar = ['Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'May', 'Jun', 'Jul', 'Aug', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dec']
print("Reading.....")
for point in cordsall:
    lat = point[1]
    lon = point[0]
    lev = point[2]
    for ay in aylar:
        colay = ay
        val = ds[colay].sel(latitude=lat, longitude=lon, level=lev, method='nearest')
        a = val.values.tolist()
        obsall.loc[(obsall["LONGITUDE"]==lon) &
(obsall["LATITUDE"]==lat),colay] = a
    obsall = obsall.round(2)
    #all obs values
    print("ALL OBS To excel & txt...")
    obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES','Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'May',
'Jun', 'Jul', 'Aug', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dec']]
    obsall.to_excel("RESULTS Vertical Velocity\\ALL_OBS Vertical Velocity
MONTHLY.xlsx",index=None)
    obsall.to_csv("RESULTS Vertical Velocity\\ALL_OBS Vertical Velocity
MONTHLY.txt",index=None,sep=";")
for point in cordsmak:
    lat = point[1]
    lon = point[0]
    lev = point[2]
    for ay in aylar:
        colay = ay
        val = ds[colay].sel(latitude=lat, longitude=lon, level=lev, method='nearest')

```

```

a = val.values
a = a.tolist()
obsmak.loc[(obsmak["LONGITUDE"]==lon) &
(obsmak["LATITUDE"]==lat),colay] = a
obsmak = obsmak.round(2)
print("ARTICLE OBS To excel & txt...")
obsmak = obsmak[['ABBREVIATION','Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'May', 'Jun', 'Jul',
'Aug', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dec']]
obsmak.to_excel("RESULTS Vertical Velocity\\ARTICLE_OBS Vertical
Velocity MONTHLY.xlsx",index=None)
obsmak.to_csv("RESULTS Vertical Velocity\\ARTICLE_OBS Vertical
Velocity MONTHLY.txt",index=None,sep=";")
#to latex
print("To latex...")
obsmak.to_latex("RESULTS Vertical Velocity\\LATEX ARTICLE_OBS
Vertical Velocity MONTHLY.tex",index=None)
def export_yearly():
filelist = glob.glob("NC_Years/*.nc")
#istasyonları oku
#ALL OBS
obsall = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES
ALL.txt",sep=";")
obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE','LEVEL']]
cordsall = list(zip(obsall.LONGITUDE,obsall.LATITUDE,obsall.LEVEL))
#ARTICLE OBS
obsmak = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES
MAKALE.txt",sep=";")

```

```

    obsmak = obsmak[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE','LEVEL']]
    cordsmak =
list(zip(obsmak.LONGITUDE,obsmak.LATITUDE,obsmak.LEVEL))
    for item in range(1979,2020):
        obsall[str(item)] = np.nan
        obsmak[str(item)] = np.nan
    for file in filelist:
        ds = xr.open_dataset(file)
        year = ds.Year
        colYear = str(year)
        print(".....\n")
        print("Reading files.")
        print("file : ", file)
        print(".....> y1l : ",year)
        print("\n")
        for point in cordsall:
            lat = point[1]
            lon = point[0]
            lev = point[2]
            val = ds['w'].sel(latitude=lat, longitude=lon, level=lev, method='nearest')
            a = val.values.tolist()
            obsall.loc[(obsall["LONGITUDE"]==lon) &
(obsall["LATITUDE"]==lat),colYear] = a
        ds.close()
        ds = None
    obsall = obsall.round(2)
    del obsall['LONGITUDE']
    del obsall['LATITUDE']

```

```

del obsall['ABBREVIATION']
#all
print("To excel & txt...")
obsall.to_excel("RESULTS Vertical Velocity\\ALL_OBS Vertical Velocity
YEARLY.xlsx",index=None)
obsall.to_csv("RESULTS Vertical Velocity\\ALL_OBS Vertical Velocity
YEARLY.txt",index=None,sep=",")
for file in filelist:
    ds = xr.open_dataset(file)
    year = ds.Year
    colYear = str(year)
    print(".....\n")
    print("Reading files.")
    print("file : ", file)
    print(".....> y1l : ",year)
    print("\n")
    for point in cordsmak:
        lat = point[1]
        lon = point[0]
        lev = point[2]
        val = ds['w'].sel(latitude=lat, longitude=lon, level=lev, method='nearest')
        a = val.values
        a = a.tolist()
        obsmak.loc[(obsmak["LONGITUDE"]==lon) &
(obsmak["LATITUDE"]==lat),colYear] = a
    ds.close()
    ds = None
obsmak = obsmak.round(2)
del obsmak['LONGITUDE']

```

```
del obsmak['LATITUDE']
del obsmak['OBSERVATORIES']
obsmak.to_excel("RESULTS Vertical Velocity\\ARTICLE_OBS Vertical
Velocity YEARLY.xlsx",index=None)
obsmak.to_csv("RESULTS Vertical Velocity\\ARTICLE_OBS Vertical
Velocity YEARLY.txt",index=None,sep=";")
#to latex
print("To latex...")
obsmak.to_latex("RESULTS Vertical Velocity\\LATEX ARTICLE_OBS
Vertical Velocity YEARLY.tex",index=None)
```

Ek 12. 200h_Pa Rüzgâr Hızı Aylık Ortalamalarından Piksel Değerlerinin Okutulması İçin Geliştirilen Python Kodu

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import numpy as np
import xarray as xr
import pandas as pd
import xarray
import matplotlib.pyplot as plt
import os
import glob
import calendar
#
#-----
#to export montly all and article obs
def export_monthly():
    fname = "NC_Month\NC_All_Months\all_months.nc"
    ds = xr.open_dataset(fname)
    #istasyonları oku
    #ALL OBS
    obsall = pd.read_csv("OBSERVATORIES\OBSERVATORIES
ALL.txt",sep=";")
    obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
    cordsall = list(zip(obsall.LONGITUDE,obsall.LATITUDE))
    #ARTICLE OBS
    obsmak = pd.read_csv("OBSERVATORIES\OBSERVATORIES
MAKALE.txt",sep=";")
    obsmak = obsmak[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
    cordsmak = list(zip(obsmak.LONGITUDE,obsmak.LATITUDE))
```

```

for item in range(2,14):
    obsall[calendar.month_abbr[item-1]] = np.nan
    obsmak[calendar.month_abbr[item-1]] = np.nan
aylar = ['Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'May', 'Jun', 'Jul', 'Aug', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dec']
for point in cordsall:
    lat = point[1]
    lon = point[0]
    for ay in aylar:
        colay = ay
        val = ds[colay].sel(latitude=lat, longitude=lon, method='nearest')
        a = val.values
        a.tolist()
        obsall.loc[(obsall["LONGITUDE"]==lon) &
(obsall["LATITUDE"]==lat),colay] = a
        obsall = obsall.round(2)
        #all obs values
        print("ALL OBS To excel & txt...")
        obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES','Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'May',
'Jun', 'Jul', 'Aug', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dec']]
        obsall.to_excel("RESULTS 200hpa Wind Speed\\ALL_OBS_200_hpa
MONTHLY.xlsx",index=None)
        obsall.to_csv("RESULTS 200hpa Wind Speed\\ALL_OBS_200_hpa
MONTHLY.txt",index=None,sep=";")
    for point in cordsmak:
        lat = point[1]
        lon = point[0]
        for ay in aylar:
            colay = ay
            val = ds[colay].sel(latitude=lat, longitude=lon, method='nearest')

```

```

a = val.values
a.tolist()
obsmak.loc[(obsmak["LONGITUDE"]==lon) &
(obsmak["LATITUDE"]==lat),colay] = a
obsmak = obsmak.round(2)
print("ARTICLE OBS To excel & txt...")
obsmak = obsmak[['ABBREVIATION','Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'May', 'Jun', 'Jul',
'Aug', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dec']]
obsmak.to_excel("RESULTS 200hpa Wind Speed\\ARTICLE_OBS_200_hpa
WS MONTHLY.xlsx",index=None)
obsmak.to_csv("RESULTS 200hpa Wind Speed\\ARTICLE_OBS_200_hpa WS
MONTHLY.txt",index=None,sep=";")
#to latex
print("To latex...")
obsmak.to_latex("RESULTS 200hpa Wind Speed\\LATEX
ARTICLE_OBS_200_hpa WS MONTHLY.tex",index=None)
#
#for to export yearly all and article obs
def export_yearly():
    filelist = glob.glob("NC_Years/*.nc")
    #istasyonları oku
    #ALL OBS
    obsall = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES
ALL.txt",sep=";")
    obsall = obsall[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
    cordsall = list(zip(obsall.LONGITUDE,obsall.LATITUDE))
    #ARTICLE OBS

```

```

obsmak = pd.read_csv("OBSERVATORIES\\OBSERVATORIES
MAKALE.txt",sep=";")
obsmak = obsmak[['CODE','OBSERVATORIES', 'ABBREVIATION',
'LONGITUDE', 'LATITUDE']]
cordsmak = list(zip(obsmak.LONGITUDE,obsmak.LATITUDE))
for item in range(1979,2020):
    obsall[str(item)] = np.nan
    obsmak[str(item)] = np.nan
for file in filelist:
    ds = xr.open_dataset(file)
    year = ds.Year
    colYear = str(year)
    print(".....\n")
    print("Reading files.")
    print("file : ", file)
    print(".....> y1l : ",year)
    print("\n")
    for point in cordsall:
        lat = point[1]
        lon = point[0]
        val = ds['speed'].sel(latitude=lat, longitude=lon, method='nearest')
        a = val.values
        a = a.tolist()
        obsall.loc[(obsall["LONGITUDE"]==lon) &
(obsall["LATITUDE"]==lat),colYear] = a
    ds.close()
    ds = None
obsall = obsall.round(2)
del obsall['LONGITUDE']

```

```

del obsall['LATITUDE']
del obsall['ABBREVIATION']
#all
print("To excel & txt...")
obsall.to_excel("RESULTS 200hpa Wind Speed\\ALL_OBS_200_hpa WS
YEARLY.xlsx",index=None)
obsall.to_csv("RESULTS 200hpa Wind Speed\\ALL_OBS_200_hpa WS
YEARLY.txt",index=None,sep=";")
for file in filelist:
    ds = xr.open_dataset(file)
    year = ds.Year
    colYear = str(year)
    print(".....\n")
    print("Reading files.")
    print("file : ", file)
    print(".....> y1l : ",year)
    print("\n")
    for point in cordsmak:
        lat = point[1]
        lon = point[0]
        val = ds['speed'].sel(latitude=lat, longitude=lon, method='nearest')
        a = val.values
        a = a.tolist()
        obsmak.loc[(obsmak["LONGITUDE"]==lon) &
(obsmak["LATITUDE"]==lat),colYear] = a
    ds.close()
    ds = None
    obsmak = obsmak.round(2)
del obsmak['LONGITUDE']

```

```
del obsmak['LATITUDE']
del obsmak['OBSERVATORIES']
obsmak.to_excel("RESULTS 200hpa Wind Speed\\ARTICLE_OBS_200_hpa
WS YEARLY.xlsx",index=None)
obsmak.to_csv("RESULTS 200hpa Wind Speed\\ARTICLE_OBS_200_hpa WS
YEARLY.txt",index=None,sep=";")
#to latex
print("To latex...")
obsmak.to_latex("RESULTS 200hpa Wind Speed\\LATEX
ARTICLE_OBS_200_hpa WS YEARLY.tex",index=None)
```