

**ORMAN ALANLARI DEĞİŞİMLERİNİN GOOGLE EARTH ENGINE İLE
İNCELENMESİ: AKDENİZ BÖLGESİ ÖRNEĞİ**

Neşe BAŞARAN

Yüksek Lisans Tezi

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Uğur AVDAN

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ocak 2021

ÖZET

ORMAN ALANLARI DEĞİŞİMLERİNİN GOOGLE EARTH ENGINE İLE İNCELENMESİ: AKDENİZ BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Neşe BAŞARAN

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ocak 2021

Danışman: Doç. Dr. Uğur AVDAN

Nüfus artışı şehirleşme sürecini hızlandırmakta ve beraberinde birçok sorunu da getirmektedir. Bu değişimler doğal arazi örtüsü üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Orman alanları kayıpları arazi örtüsü üzerinde meydana gelen en önemli değişimlerdendir. Orman alanları kayıpları ekosistemleri olumsuz etkilemesinin yanı sıra ekonomik ve toplumsal yaşamda da ciddi sorunlara yol açar. Orman alanları kayıplarındaki tüm bu olumsuz etkilerin en aza indirilebilmesi, kentsel alanlardaki gelişimin olumlu yönde ilerleyebilmesi için sürecin dikkatli izlenmesi ve etkilerin iyi analiz edilebilmesi gerekmektedir. Doğal çevrenin kalkınması açısından bu analizler büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmanın konusu yıllar içerisinde Akdeniz Bölgesi'nde şehirleşmeyle beraber ortaya çıkan birçok faktörün orman kayıpları üzerine etkisinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknikleriyle belirlenmesidir. Çalışma kapsamında Akdeniz Bölgesi'nde bulunan orman alanlarının 2000- 2020 yılları arasındaki değişimleri birçok faktör ele alınarak incelenmiştir. Yapılan çalışmada Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), yağış, sıcaklık, kara yüzeyi sıcaklığı, aerosol optik derinliği, ozon, yangın ve nüfus verileri ile bu verilerin orman kayıplarına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan sayısal veriler Google Earth Engine aracı ile birçok uydu verileri kullanılarak yapılan algoritmalar sonucu oluşturulan analizlerle elde edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen veriler arası korelasyon incelenmiş ve Lineer Regresyon istatistik modeli kullanılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan algılama, Coğrafi bilgi sistemleri, Akdeniz Bölgesi, Google Earth Engine, Orman alanları değişimleri, Orman kayıpları.

ABSTRACT

FOREST LAND CHANGES IN GOOGLE EARTH ENGINE: MEDITERRANEAN REGION EXAMPLE

Neşe BAŞARAN

Department of Department of Remote Sensing And Geographic Information Systems
Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, January 2021

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Uğur AVDAN

Population growth accelerates the urbanization process and brings many problems with it. These changes have negative consequences on natural land cover. Forest losses are among the most important changes in land cover. Forest losses not only negatively affect the ecosystems but also cause serious problems in economic and social life. In order to minimize all these negative effects in forest losses and to improve the development in urban areas in a positive way, the process should be carefully monitored and the effects should be well analyzed. These analyzes are of great importance for the development of the natural environment. The subject of this study is the determination of the effects of many criteria on forest losses from land changes that have occurred with the urbanization in the Mediterranean Region over the years, using Remote Sensing and Geographic Information Systems techniques. Within the scope of the study, the effects of multi-criteria analyzes of the Mediterranean Region between 2000 and 2020 on forest losses from land cover changes were observed. In the study, the effects of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), precipitation, temperature, land surface temperature, aerosol optical depth, ozone, fire and population data and the effects of these data on forest losses were investigated. The numerical data used in the study were obtained through the analyzes created as a result of algorithms using many satellite data via Google Earth Engine. The correlation between the data obtained within the scope of the study were examined and a Linear Regression statistical model was used.

Keywords: Remote sensing, Geographical information systems, Mediterranean Region, Google Earth Engine, Forest land changes, Forest losses..

TEŞEKKÜR

Tez sürecim boyunca bilgi ve birikimleriyle her koşulda beni destekleyen, yol gösteren, sürecimin verimli bir şekilde ilerlemesini sağlayan tez danışmanım değerli hocam Doç. Dr. Uğur AVDAN' a, yine bu süreçte bilgisiyle bana yol gösteren değerli hocalarım Dr. Öğretim Üyesi Zehra YİĞİT AVDAN' a ve Dr. Dilek KÜÇÜK MATCI' ya yüksek lisans süresince stüdyo dersleri kapsamında bizlere bilgi ve birikimleriyle büyük katkı sağlayan tüm hocalarıma, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme ve nişanlıma teşekkür ederim.

Neşe BAŞARAN



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Neşe BAŞARAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Literatür Özeti	3
1.2. Problemin Tanımı	6
1.3. Tezin Amacı.....	6
1.4. Tezin Özgün Değeri.....	6
1.5. Tezin Yapısı.....	7
2. TEMEL KAVRAMLAR	8
2.1. Google Earth Engine.....	8
2.2. MODIS	10
2.3. NDVI.....	12
2.4. SEDAC (Socioeconomic Data and Applications Center – Sosyoekonomik Veri ve Uygulama Merkezi)	13
2.5. Copernicus Programı.....	13
2.6. Aerosol Optik Derinliği ve Ozon	14
2.7. CHIRPS Yağış Verileri	15
2.8. NBR (Normalized Burn Ratio-Normalize Yanma Oranı)	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17

3.1. Çalışma Alanı.....	17
3.2. Çalışma Yöntemi.....	18
3.2.1. NDVI verilerinin elde edilmesi.....	20
3.2.2. Yağış verilerinin elde edilmesi.....	20
3.2.3. Sıcaklık ve kara yüzeyi sıcaklığı verilerinin elde edilmesi	21
3.2.4. Aerosol verilerinin elde edilmesi	22
3.2.5. Ozon verilerinin elde edilmesi	22
3.2.6. Nüfus verilerinin elde edilmesi.....	23
3.2.7. NBR verilerinin elde edilmesi ve yangın alanlarının tespiti.....	23
3.2.8. Orman alanları kayıplarının tespit edilmesi.....	24
3.2.9. Regresyon hesabı	24
4. BULGULAR.....	25
4.1. NDVI Değerlerinin Analizi	25
4.2. Yağış Değerlerinin Analizi.....	27
4.3. Sıcaklık Değerlerinin Analizi.....	30
4.4. Kara Yüzeyi Sıcaklığı Değerlerinin Analizi	34
4.5. Aerosol Optik Derinliği Değerlerinin Analizi	37
4.6. Ozon Değerlerinin Analizi	39
4.7. Nüfus Verilerinin Analizi.....	42
4.8. NBR İndeksi İle Orman Yangınlarının Analizi ve Yanan Alanların Tespiti.....	44
4.9. Orman Alanları Kayıpları Analizi	51
4.10. Çoklu Regresyon Analizi	51
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKÇA	64
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. MODIS ürünleri ve verileri	12
Tablo 2.2. Copernicus veri tablosu.....	14
Tablo 2.3. dNBR yanma şiddeti	16
Tablo 4.1. Elde edilen NDVI değerleri.....	25
Tablo 4.2. Elde edilen yağış verileri.....	28
Tablo 4.3. Elde edilen sıcaklık değerleri	31
Tablo 4.4. Elde edilen kara yüzeyi sıcaklığı değerleri.....	35
Tablo 4.5. Elde edilen aerosol optik derinliği değerleri	38
Tablo 4.6. Elde edilen ozon değerleri	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Google Earth Engine çalışma biçimi.....	9
Şekil 2.2. Google Earth Engine Timelapse	9
Şekil 2.3. Google Earth Engine Kod Editör	9
Şekil 2.4. Google Earth Engine Explorer	10
Şekil 2.5. MODIS Terra görüntüsü.....	11
Şekil 2.6. MODIS Aqua görüntüsü.....	11
Şekil 2.7. Copernicus iklim değişikliği hizmeti ile elde edilmiş görüntü	13
Şekil 3.1. Çalışma alanı.....	17
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan veriler	18
Şekil 3.3. İş akış diyagramı	19
Şekil 4.1. 2000-2020 yılları arası NDVI değerleri grafiği	26
Şekil 4.2. 2000 yılı ortalama NDVI haritası.....	26
Şekil 4.3. 2010 yılı ortalama NDVI haritası.....	27
Şekil 4.4. 2020 yılı ortalama NDVI haritası.....	27
Şekil 4.5. Akdeniz Bölgesi yıllara göre toplam yağış miktarları grafiği	29
Şekil 4.6. 2000 yılı ortalama yağış haritası	29
Şekil 4.7. 2010 yılı ortalama yağış haritası	30
Şekil 4.8. 2020 yılı ortalama yağış haritası	30
Şekil 4.9. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları arası ortalama sıcaklık grafiği.....	32
Şekil 4.10. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları aylara göre ortalama sıcaklık grafiği	33
Şekil 4.11. 2000 yılı ortalama sıcaklık haritası.....	33
Şekil 4.12. 2010 yılı ortalama sıcaklık haritası.....	34
Şekil 4.13. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları ortalama kara yüzey sıcaklığı grafiği	36
Şekil 4.14. 2000 yılı ortalama kara yüzeyi sıcaklığı haritası.....	36
Şekil 4.15. 2010 yılı ortalama kara yüzeyi sıcaklığı haritası.....	37
Şekil 4.16. 2020 yılı ortalama kara yüzeyi sıcaklığı haritası.....	37
Şekil 4.17. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları ortalama aerosol optik derinlik grafiği	39
Şekil 4.18. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları ortalama ozon grafiği	41

Şekil 4.19. 2000 yılı toplam ortalama ozon haritası	41
Şekil 4.20. 2010 yılı toplam ortalama ozon haritası	42
Şekil 4.21. 2020 yılı toplam ortalama ozon haritası	42
Şekil 4.22. 2000 yılı popülasyon haritası	43
Şekil 4.23. 2020 yılı popülasyon haritası	43
Şekil 4.24. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları nüfus grafiği.....	44
Şekil 4.25. 2000-2020 yılları arası aylara göre yangın haritası	45
Şekil 4.26. Orman Bölge Müdürlüklerine göre orman yangınları dağılımı	45
Şekil 4.27. Antalya dNBR haritası.....	46
Şekil 4.28. Adana dNBR haritası.....	47
Şekil 4.29. Osmaniye dNBR haritası	47
Şekil 4.30. Mersin dNBR haritası.....	48
Şekil 4.31. Kahramanmaraş dNBR haritası.....	49
Şekil 4.32. Hatay dNBR haritası.....	49
Şekil 4.33. Isparta dNBR haritası	50
Şekil 4.34. Burdur dNBR haritası.....	50
Şekil 4.35. Akdeniz Bölgesi 2000-2019 yılları arası orman alanları değişim haritası	51
Şekil 4.36. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları orman kayıpları grafiği.....	51
Şekil 4.37. Regresyon sonuçları	52
Şekil 4.38. Yağış orman alanı kayıpları ilişkisi	53
Şekil 4.39. Orman yangınları orman alanı kayıpları ilişkisi.....	53
Şekil 4.40. Nüfus orman alanı kayıpları ilişkisi	54
Şekil 5.1. Akdeniz Bölgesi orman kayıpları ve yağış grafiği.....	55
Şekil 5.2. Akdeniz Bölgesi illere göre orman kayıpları ve yağış grafiği	56
Şekil 5.3. Türkiye orman alanı kayıpları orman alanı yangınları oranı	57
Şekil 5.4. Akdeniz Bölgesi orman alanı kayıpları orman alanı yangınları oranı.....	58
Şekil 5.5. Akdeniz Bölgesi toplam orman alanı yangınları.....	58
Şekil 5.6. İllere göre artış azalış oranları.....	59
Şekil 5.7. Akdeniz Bölgesi toplam orman alanı kayıpları.....	60
Şekil 5.8. Antalya orman alanları değişimi	61
Şekil 5.9. Mersin orman alanları değişimi.....	61
Şekil 5.10. Adana orman alanları değişimi	62

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AOD	: Aerosol Optik Derinlik
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CHIRPS	: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations
dNBR	: Delta Normalized Burn Ratio
ECMWF	: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EOSDIS	: Earth Observing System Data and Information System
EVI	: Enhanced Vegetation Index
GPWv411	: Gridded Population of the World Version 4.11
LST	: Land Surface Temperature
MODIS	: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NBR	: Normalized Burn Ratio
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
PM10	: Partiküler Madde
SEDAC	: Socioeconomic Data and Applications Center
SVI	: Sludge Volume Index
TOMS	: Total Ozone Mapping Spectrometer
UA	: Uzaktan Algılama
USGS	: United States Geological Survey
VCI	: Vegetation Condition Index

1. GİRİŞ

Ormanlar tüm canlılar için önemli doğal kaynaklar arasında yer alır. İklimsel ve çevresel faktörler göz önüne alındığında orman alanlarındaki kayıplar ekosistemleri olumsuz etkilemesinin yanı sıra ekonomik ve toplumsal yaşamda da ciddi sorunlara yol açmaktadır. Orman alanlarındaki değişimlerin dikkatli bir biçimde izlenmesi, geleceğe yönelik çalışmaların doğru bir şekilde yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

İklim değişikliği ve insan etkinlikleri ile birlikte çölleşme/ arazi tahribatı, erozyon ve kuraklığın etkileri giderek artmaktadır. Yanlış arazi kullanımı sonucu tarım, orman ve mera alanlarındaki erozyon; tarım, mera arazilerindeki tahribat, verimlilik azalması veya kaybı; orman, sulak alan, bozkır gibi doğal ekosistemlerin tahribatı ve biyolojik çeşitlilik kaybı; verimli tarım ve mera alanlarının amaç dışı kullanımı ve usulsüz faydalanmalar, hızlı nüfus artışı ve kentleşmenin getirdiği olumsuz etkiler gerçekleşen temel olgulardır. Arazi tahribatı sonucunda, sadece tarım arazileri ve meralar gibi üretim alanlarında değil aynı zamanda orman, sulak alan, bozkır ve maki/fundalık gibi doğal alanlarda da biyolojik, ekolojik ve ekonomik olarak verimlilik azalması veya kaybı görülmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2019).

Nüfus artışı artan arazi taleplerine yol açmakta dolayısıyla şehirleşme sürecini hızlandırmaktadır. Bu artış beraberinde birçok sonucu getirmekte ve arazi örtüsü üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Çevre kirliliği, iklim koşullarının değişmesi gibi pek çok faktör doğal dengenin bozulmasına dolayısıyla orman alanlarındaki azalışa sebep olmaktadır. Bu değişimlerin olumsuz etkilerinin en aza indirilebilmesi, şehirleşmenin doğru planlanabilmesi için bu sürecin izlenmesi gerekmektedir. Arazi değişimlerinin incelenmesi, doğal alanların korunması, orman kayıplarının önlenmesi açısından büyük önem arz etmektedir (Atmış ve Günşen, 2016).

Hava kirliliği ormanlar üzerinde tehdit oluşturmakta ve kayıplara sebep olmaktadır. Atmosferde bulunan zararlı partiküller ormanlara zarar vermekte ayrıca su partikülleriyle tepkimeye girerek asit yağmurlarına sebep olmaktadır. Asit yağmurlarının en büyük etkisi orman üzerinde görülmektedir (Dündar, Oğuz, Güllü, 2015).

Yapılan araştırmada geçmiş yıllarda Muğla ve Gökova Termik Santralleri çevresinde yoğun hava kirliliğinden dolayı orman kayıpları yaşanmıştır (Tolunay, 2013).

İklimsel özelliklerin orman değişimlerine etkisi göz önüne alındığında aşırı kuraklık, susuzluk gibi etkiler sebebiyle ağaçların kuruması, orman yangınlarının meydana gelmesi dolayısıyla da orman alanlarının azalmasına sebep olmaktadır (Tolunay, 2015).

Sıcaklık etkisinin yanı sıra şiddetli rüzgârlar ya da fırtınalar da orman alanlarına sebep olabilmektedir. Bu sebeple Türkiye’ de 1995 ile 2008 yılları arasında toplam 2,92 milyon hektar ormanlık alanda zarar görülmüştür (Tolunay, 2013).

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerindeki gelişmeler yüksek çözünürlüklü verilerin kullanılarak detaylı incelemeler yapılmasına imkân tanımıştır. Bu gelişmeler ayrıca verilerin sayısal olarak elde edilmesine ve kullanıcıya hızlı bir şekilde ulaşmasına ve verilerin etkili şekilde kullanımına olanak sağlamıştır.

Yapılan çalışmalarda verilerin hızlı ve etkin bir şekilde kullanılmasının önemi büyüktür. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin önemi göz önüne alındığında gelişen teknolojilerin kullanımı artmaktadır. Buna paralel olarak coğrafi bilgi sistemi yazılımları da gelişmektedir.

Uydulardan elde edilen veriler ile coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması geçmişten günümüze yeryüzünde meydana gelen değişimler hakkında hızlı, karşılaştırılabilir, güncellenebilir bilgiler sunar. Bu gelişmelere paralel olarak büyük uydu görüntüleri ve uydulardan elde edilen verileri birleştirerek araştırma yapabilme imkânını sunan Google Earth Engine son yıllarda kullanıcılara büyük avantaj sağlamaktadır.

Google Earth Engine ile büyük veri kümelerine erişimi kolay hale getirilmiştir. Çevre, iklim, arazi örtüsü, jeoloji, nüfus, hastalık, afet gibi çok sayıda veri kümesini barındırır. Sahip olduğu bu geniş veri kümesi ile özellikle değişim analizlerinin hızlı ve etkili yapılabilmesi ve kullanım kolaylığı avantajı sağlamaktadır. Bu kapsamda yapılan tez çalışmasında Google Earth Engine kullanılarak orman alanlarındaki değişimler izlenmiş ve bu değişimlerin sebepleri araştırılmıştır.

Çalışma alanı olarak Akdeniz Bölgesi kullanılmıştır. Bölgede özellikle yaz aylarının sıcak ve kurak oluşu, son yıllarda özellikle Antalya, Adana, Mersin ve Hatay illerinde görülen nüfus artışı ve bölgede yaşanan orman kayıpları bölgenin çalışma alanı olarak seçilmesinin sebepleri arasındadır. Bu kapsamda bölgenin 2000-2020 yılları arası orman alanları değişimleri Google Earth Engine ile izlenerek sebepleri araştırılmıştır.

1.1. Literatür Özeti

Orman alanları ekosistemler açısından önemli bir yere sahiptir. Bu anlamda orman alanlarında meydana gelen değişimlerin ve bu değişimlere sebep olabilecek faktörlerin hızlı bir şekilde analizi büyük önem arz etmektedir. Değişimlerin hızlı bir şekilde izlenebilmesi ve yorumlanabilmesi açısından çalışmada Google Earth Engine yüzünün kullanılması analizlerin yapılırken sayısal verilerin ve aynı zamanda haritaların elde edilebilmesi avantajını sunmaktadır. Google Earth Engine ara yüzü uydu görüntülerinin komut dizisi yardımıyla işlenebilmektedir. Google Earth Engine ile zaman serisi analizleri, arazi değişimleri hızlı bir şekilde izlenebilmektedir. Literatürde Google Earth Engine ile zaman serisi analizleri ile yapılan çalışmalar mevcuttur.

2020 yılında yapılan çalışmada Calabria'da (Güney İtalya) doğal bir koruma alanında, Sentinel-2 görüntüleri kullanılarak rastgele orman (RF), destek vektör makinesi (SVM), sınıflandırma ve regresyon ağacı (CART) algoritmaları uygulanmıştır. Google Earth Engine kullanılarak yapılan bu çalışmada yüksek doğruluklar elde edilerek Google Earth Engine' in sınıflandırma süreci için güvenilir ve güçlü bir araç olduğu kanıtlanmıştır (Praticò et., 2021).

2020 yılında yapılan çalışmada Güney Kaliforniya' da yaşanan kentsel yangınlar araştırılmıştır. Uydu görüntüleri ile dNBR ve NDVI indeksleri kullanılarak yangın şiddeti ve yangın sonrası arazi değişimleri gözlenmiş ve yüksek arazilere kıyasla sulak alan bölgelerinde daha büyük yanma şiddeti ve yeşil alan kaybı tespit edilmiştir (Mathews and Kinoshita, 2021).

2020 yılında yapılan bir çalışmada 2019-2020 yılları arası Avustralya' da yaşanan orman yangınları sonucu meydana gelen değişimler izlenmiştir. Google Earth Engine aracılığı ile Landsat-8 ve Landsat-5 görüntüleri kullanılarak NDVI analizi yapılmış, hasar gören bölgeler incelenmiştir (Demir, 2020)

2020 yılında yapılan çalışmada 2005-2015 yılları arası Çin Honghe 'de Google Earth Engine ile mekânsal analizlerle arazi değişimleri incelenerek sebepleri araştırılmıştır. Jeoloji, iklim, doğal afetler, kentleşme, nüfus artışı faktörlerinin arazi değişimlerine etkileri incelenmiştir (Luo vd., 2020).

2020 yılında yapılan çalışmada Google Earth Engine ile Sentinel-1 ve Landsat verileri kullanılarak sel olaylarının hızlı ve sağlam bir şekilde izlenmesi amaçlanmıştır.

Sentinel-1 ve Landsat verileri ile oluşturulan algoritma mevsimsel su rejimleri ile oluşabilecek taşkınlar arasında ayırım yapılmasına olanak sağlamıştır. Google Earth Engine' in sunmuş olduğu avantaj sayesinde geliştirilen algoritma kısa sürede selden etkilenen alanlar üzerinde kısa süre içinde taşkın haritaları oluşturulabilmekte ve analizler yapılabilmektedir (DeVries vd., 2020).

2020 yılında yapılan çalışmada Bangladeş' te yaşanan sellerin tarım arazileri üzerine etkileri araştırılmıştır. Sentinel-1 görüntüleri kullanılarak Google Earth Engine ile 2014-2018 yılları arasındaki dönemde selden etkilenen çeltik tarlaları ve taşkın alanları belirlendi. Bangladeş' in kuzeydoğusundaki üç büyük nehir boyunca ilerleyen bölgede sellerin sık yaşandığı sonucuna varıldı (Singha vd., 2020).

2019 yılında yapılan çalışmada orta çözünürlüklü Sentinel-2A uydusunun Seviye-1c ve Seviye-2a görüntü bantlarından faydalanılarak üretilen farklı bant indekslerinin yanmış alanların haritalanmasındaki başarısı irdelenmiştir. Uygulama için araştırma sahası olarak Yunanistan'ın Kineta şehrinde 23 Temmuz 2018 tarihinde meydana gelen yangın alanı seçilmiştir. Bu kapsamda bant indeksi olarak DVI (Fark Vejetasyon İndeksi), NDVI (Normalize Edilmiş Fark Vejetasyon İndeksi), NBR-1 (Normalize Edilmiş Yanmış Alan İndeksi 1) ve NBR-2 (Normalize Edilmiş Yanmış Alan İndeksi 2) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle üretilen indekslerden NBR-1 ve NBR-2 olay sonrası görüntülerine uygulanarak yanmış alanların haritalanması yapılmış, ancak elde edilen sonuçların yetersiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle yangın öncesi uydu görüntüleri temin edilerek, olay öncesi ve olay sonrası fark indeksleri üretilmiştir. Elde edilen sınıflandırma sonuçları hata matrisine göre değerlendirilmiştir. Seviye-1c ve Seviye-2a indeksleri genel olarak karşılaştırıldığında; d-NBR-1 ve d-NBR-2 indeksleri Seviye-1C için, d-DVI ve d-NDVI indeksleri ise Seviye-2a için daha yüksek doğruluk değerleri verdiği gözlemlenmiştir (Saylan ve Cömert, 2019).

2018 yılında yapılan çalışmada Google Earth Engine platformu ile Landsat görüntüleri kullanılarak yangın şiddeti indeksleri hesaplanarak MTBS ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmış ve sonuçlar benzerlik göstermiştir. Google Earth Engine ile elde edilen verilerin yüksek doğruluk gösterdiği tespit edilmiştir (Parks vd., 2018).

2018 yılında yapılan çalışmada Google Earth Engine kullanılarak 1999-2015 yılları arasında Savannah Nehri havzasındaki arazi kullanımı değişikliği incelenmiştir. NDVI verileri kullanılarak yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre arazi değişimlerinin en

fazla orman alanlarında görüldüğü tespit edilmiştir. Yapılan çalışma ayrıca Google Earth Engine veri tabanının kullanıcılara açık olması avantajını da göstermektedir (Zurqani vd., 2018).

2018 yılında yapılan çalışmada, İzmir'in Menderes ilçesinde meydana gelen orman yangınının çevresel sonuçları ve etkileri, orman yangını öncesinde ve sonrasında alınan uzaktan algılama verileriyle analiz edilmiş, yangın öncesi ve sonrası durumu gösteren haritalar üretilmiştir. Bu amaçla, uydu görüntülerine farklı sınıflandırma algoritmalarının yanı sıra yanan alanın belirlenmesine yönelik geliştirilen farklı spektral yanma indeksleri ile NDVI verileri kullanılmış, oluşturulan yüzey sıcaklığı haritası ile korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda normalize edilmiş yanma indeksinin yüzey sıcaklığı indeksi ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Çolak ve Sunar, 2018).

2015 yılında iklim değişikliği etkilerinin ilerleyen zamanlarda çok daha fazla hissedileceği öngörüsünde bulunulmuş yapılan değerlendirmelerde iklim değişikliğine bağlı olarak kuraklık, sel ve taşkınların, orman yangınlarında artışın söz konusu olabileceği, aynı zamanda iklimlerin orman alanlarını, orman alanlarının da iklimleri etkilediği sonucuna varılmıştır (Tolunay, 2015).

2014 yılında yapılan çalışmada UA teknikleri aracılığı ile Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), uydusu TERRA platformuna ait 16 günlük ve aylık zamansal, 250 m ve 1 km mekânsal çözünürlüğe sahip uydu verileri kullanılarak Akdeniz Bölgesi'nin kuraklığının izlenmesi ve önceden tespit edilmesi amaçlanmıştır. Kurak iklim koşullarının bitki örtüsü üzerine etkisinin belirlenmesi için Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Enhanced Vegetation Index (EVI), Vegetation Condition Index (VCI), Sludge Volume Index (SVI) modelleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde Akdeniz Bölgesi gibi kurak koşulların sıklıkla yaşandığı bölgelerde UA tekniklerinin kullanılarak, kuraklık koşullarının izlenmesine ve önceden tespit edilebilmesine olanak sağlamıştır (Çelik ve Karabulut, 2014).

2012 yılında yapılan çalışmada, atmosferdeki partikül madde (PM10) konsantrasyonları uzaktan algılama verileri kullanılarak tahmin edilmiştir. MODIS Aerosol Ürünleri'nden "optik aerosol derinliği" (AOD) verileri kullanılarak partikül madde konsantrasyonları belirlenmiştir. UA tekniklerinin hava kirliliği ölçüm çalışmalarında partikül madde konsantrasyonlarının belirlenmesinde kullanılabileceği tespitinde bulunmuştur (Zeydan ve Yıldırım, 2012).

1.2. Problemin Tanımı

Son yıllarda orman alanları kayıplarında ciddi artışlar gözlemlenmektedir. Orman alanlarında yaşanan bu ciddi kayıpların sebeplerinin hızlı bir biçimde tespit edilebilmesi önem arz etmektedir.

Akdeniz Bölgesi 'nde son yıllarda yaşanan orman kayıpları dikkat çekmektedir. Bölgenin iklim özellikleri dikkate alınarak, son yıllarda artan nüfusun buna bağlı olarak şehirleşmenin etkileri düşünüldüğünde tüm bunların orman alanları kayıplarına etkisinin araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

1.3. Tezin Amacı

Bu çalışmada amaç orman alanları kayıplarının analizi ve bu kayıplara sebep olduğu düşünülen çok sayıda faktörün etki değerlerinin incelenmesidir. Bu amaçla 2000-2018 yılları arası NDVI, yağış, ortalama hava sıcaklıkları, kara yüzeyi sıcaklığı, aerosol optik derinliği değerleri, ozon değerleri, nüfus verileri hesaplanarak orman kayıplarına etkileri araştırılmıştır. Bu faktörlerin orman alanları kayıplarına etkileri çoklu regresyon istatistik modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda kullanılacak verilere kolay bir şekilde ulaşılabilmesi, değişimin hızlı bir şekilde izlenebilmesi ve verilerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi açısından Google Earth Engine kullanılmıştır. Verilerin tespiti için Google Earth Engine ile çok sayıda uydu görüntülerinin zaman serisi analizleriyle elde edilen sonuçlar incelenmiştir.

Google Earth Engine herkes tarafından erişilebilir, güncel veri arşivi ve uzun yıllara ait bilimsel veri kümeleri içeren bir platformdur. Çok sayıda analiz için görüntüler üzerinde yazılım kullanılarak sonuç elde etme olanağı ve değişim analizlerinin hızlı şekilde incelenebilmesi açısından kolaylık sağlar. Uydu görüntüleri kullanılarak geliştirilen algoritmalar aracılığıyla çalışmada kullanılan her bir faktör çalışma alanına ve araştırılan yıllara göre filtrelenerek incelenmiştir. Yapılan bu çalışma orman kayıplarında hangi faktörlerin sebep olabileceği değerlendirilerek ve etki oranları hesaplanarak kayıpların önlenmesinde katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

1.4. Tezin Özgün Değeri

Geçmişte yapılan çalışmalar göz önüne alındığında yapılan bu tez çalışmasında farklı olarak Akdeniz Bölgesi'nde 2000-2020 yılları arası orman alanları kayıpları ve tez çalışmasında kullanılan tüm veriler Google Earth Engine ile incelenerek sebepleri

araştırılmıştır. Yapılan çalışma ayrıca, orman alanlarındaki kayıpların izlenmesi çalışmalarına aşağıda sıralanan katkıları sunmayı öngörmektedir:

- Orman alanları kayıpları incelenirken Google Earth Engine kullanılması çok sayıda verinin hızlı bir şekilde analiz edilebilmesi
- Orman alanları kayıpları incelenirken kayıplara sebep olabilecek faktörlerin de ele alınarak değerlendirilmesi aynı şekilde Google Earth Engine veri arşivinden yararlanılması
- Orman alanları kayıplarına sebep olabilecek faktörler ele alındığında her bir faktörün kendi içinde zamansal değişimlerinin Google Earth Engine ile ayrıca incelenmesi özellikle çalışma yapılan Akdeniz Bölgesi'nde yıllar içerisinde nasıl bir değişim gösterdiğinin ortaya konması
- Akdeniz Bölgesi'nde orman alanları kayıplarının sebeplerinin anlaşılması, önlem çalışmaları kapsamında sebeplerin göz önüne alınarak geleceğe yönelik planlamaların yapılması

1.5. Tezin Yapısı

Tezin şu şekilde düzenlenmiştir:

- İkinci bölümde çalışma kapsamında kullanılan kavramlar açıklanmaktadır.
- Üçüncü bölümde çalışma alanı, kullanılan veriler ve kullanılan verilerin elde edilme yöntemleri sunulmaktadır.
- Dördüncü bölümde çalışma kapsamında orman alanları kayıplarına etki ettiği düşünülen faktörlerden elde edilen bulgular grafik ve haritalarla ortaya konmaktadır.
- Beşinci bölümde elde edilen bulguların sonuçları değerlendirilerek önerilerde bulunmaktadır.

2. TEMEL KAVRAMLAR

Yapılan çalışmada orman kayıplarının tespiti ve orman kayıplarına etki eden faktörler zaman serisi analizleriyle incelenmiş, elde edilen sonuçlar istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında etki faktörleri olarak EVI, yağış, sıcaklık, kara yüzeyi sıcaklığı, ozon ve aerosol optik derinliği değerleri ile nüfus verileri analiz edilerek orman kayıplarına etkileri araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılan veriler Google Earth Engine aracılığıyla 2000-2020 yılları arası zaman serisi analizleriyle elde edilmiştir. NDVI, yağış, sıcaklık, kara yüzeyi sıcaklığı, ozon ve aerosol optik derinliği değerleri, nüfus verileri ile orman yangınlarının orman kayıplarına etkisi çoklu regresyon istatistiksel yöntemiyle değerlendirilmiştir.

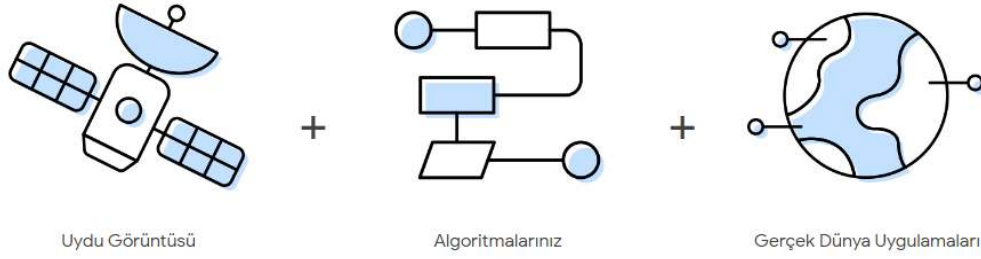
2.1. Google Earth Engine

Gelişen teknolojiye bağlı olarak UA-CBS yazılımları da gelişme göstermektedir. Gelişen bu teknolojiyle yazılımlar internet üzerinden kullanılabilmekte, büyük verilere erişim sağlanmakta ve bu veriler yine internet ortamında işlenebilmektedir.

UA-CBS entegrasyonu ile tablo veriler elde edilirken aynı zamanda konumsal verilerin kullanıcıya sunulması veri analizinde kolaylık sağlamaktadır. UA-CBS sistemlerinin bulunduğu ekosistemin daha bilinçli kullanılmasında, duyarlılıkların artırılmasında, enerji kaynaklarının bilinçli kullanılmasında ve pek çok alanda kullanım olanağı sağlaması açısından önem taşımaktadır.

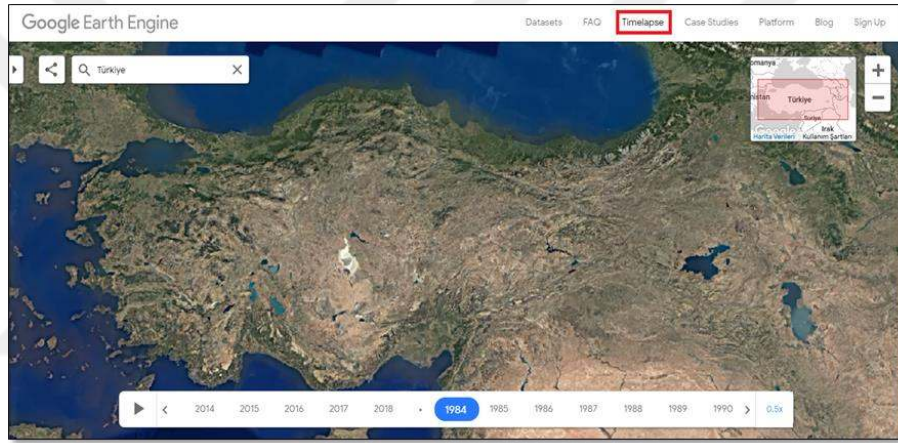
Google Earth Engine yer bilimi ve verilerinin analizi için Google tarafından geliştirilmiş bir platformdur. Google Earth Engine büyük uydu görüntüleri ve verileri analizlerle birleştirerek haritalar üzerinde görselleştirme olanağı sağlamaktadır.

Google Earth Engine uydu görüntüler üzerinde geliştirilen algoritmalarla çok sayıda analiz için kaynak oluşturan bir platformdur. Yapılan çalışmada kullanılan faktörler geliştirilen algoritmaların zaman serisi analizleriyle hızlı bir şekilde elde edilmiştir. Şekil 2.1’ de Google Earth Engine Çalışma Biçimi gösterilmiştir (http-1, 2020).



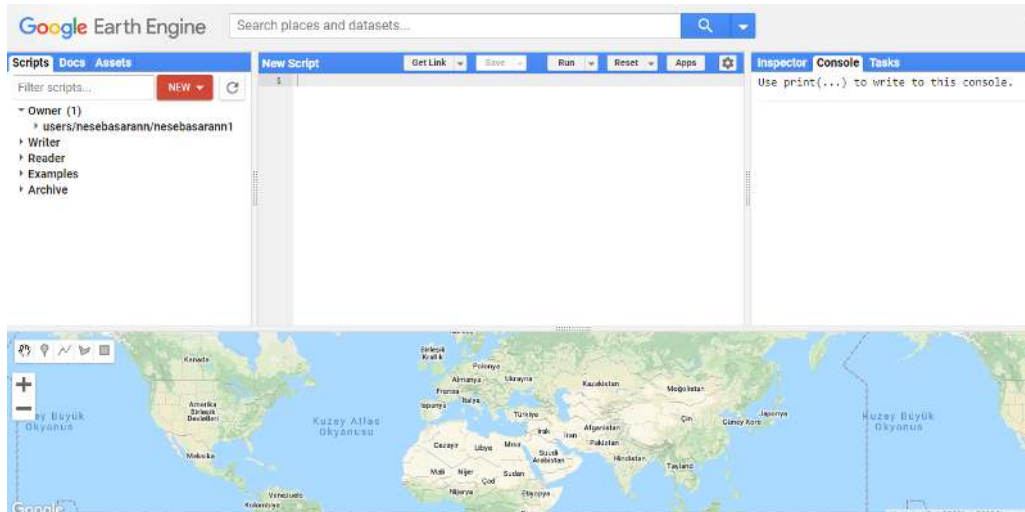
Şekil 2.1. Google Earth Engine çalışma biçimi

Google Earth Engine Timelapse ile küresel ölçekte interaktif görüntüleyici haritalar ile değişimler gözlenebilir. Şekil 2.2’ de Google Earth Engine Timelapse ara yüzü gösterilmiştir (http-2, 2020).



Şekil 2.2. Google Earth Engine Timelapse

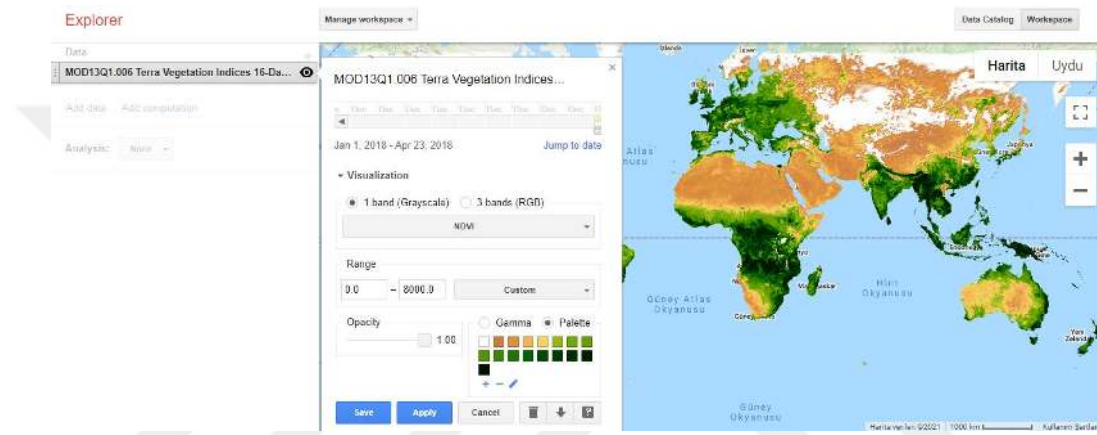
Google Earth Engine Code Editöre kullanıcılar için iş akışlarının hızlı ve kolay hale getirmek için geliştirilmiş, birçok araç içeren web tabanlı editördür. Şekil 2.3’ te kod editör ara yüzü gösterilmiştir (http-3, 2020).



Şekil 2.3. Google Earth Engine Kod Editör

New Script bölümü Javascript kodun yazıldığı ve düzenlendiği bölümdür. Sağ panelde Console; çıktı yazdırmak için kullanılan bölüm, Inspector; harita sonuçlarının sorgulandığı bölüm, Tasks; Görev sekmesidir. Sol Panel Scripts; komut dosyalarının yönetildiği bölüm Docs; kod düzenleyici belgelerine özgü dosyaların bulunduğu bölüm Assests; yüklenen dosya ve klasörlerin bulunduğu bölümdür.

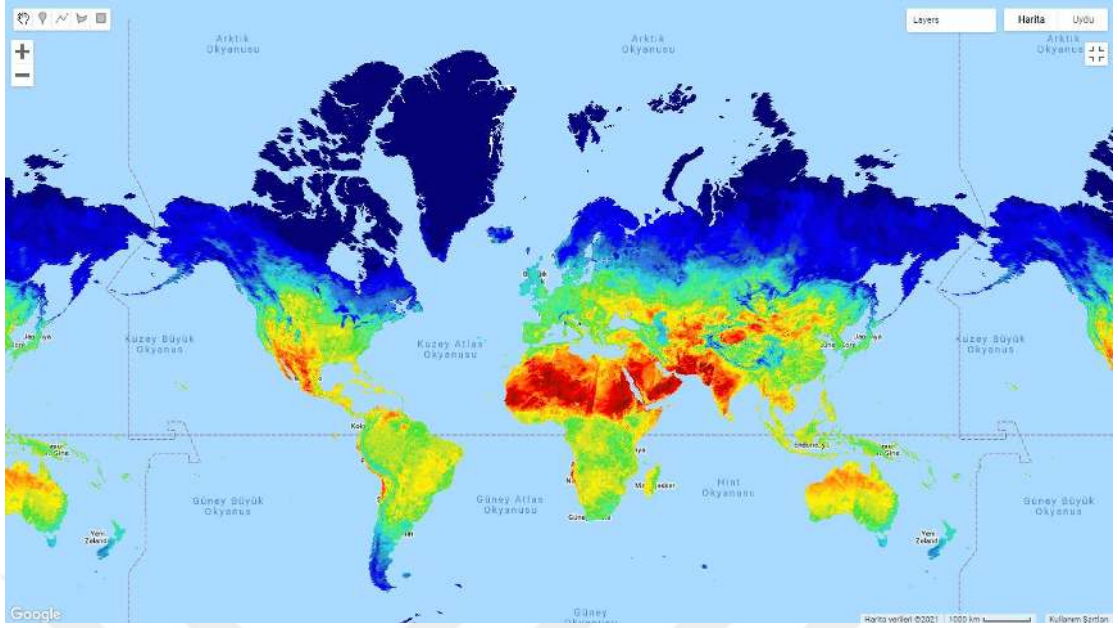
Google Earth Engine Explorer kullanıcılar için herkese açık veri kataloğu sunar. Verilerin görselleştirilmesi, basit analizlerin yapılabilmesi için geliştirilmiş ara yüzdür Şekil 2.4' te gösterilmiştir (http-4, 2020).



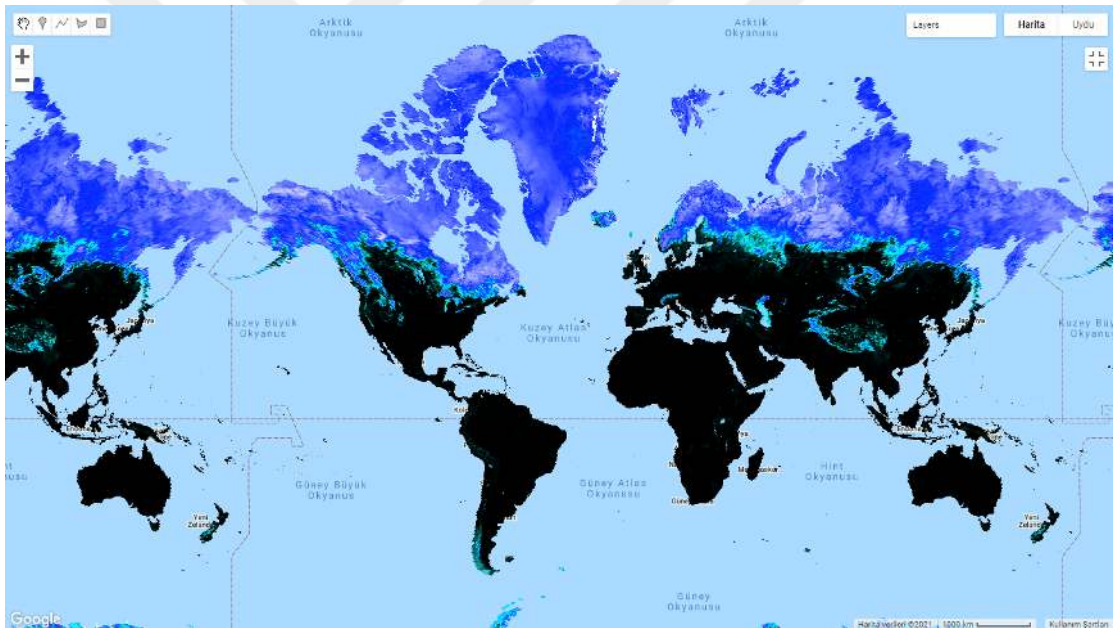
Şekil 2.4. Google Earth Engine Explorer

2.2. MODIS

MODIS, NASA tarafından geliştirilmiş olup Terra ve Aqua uydularına sahip spektoradyometredir. Spektoradyometre çok spektrumlu uzaktan algılama sistemleridir, hedef nesneden yansıyan ışınları algılar ve kaydeder. MODIS ürünleri ile okyanus, kara ve atmosferde meydana gelen değişimleri gözlemlemek mümkündür. Terra, Dünya etrafındaki yörüngesi sabah kuzeyden güneye doğru, Aqua ise öğleden sonra güneyden kuzeye doğru geçecek şekilde hareketlerini tamamlar. Şekil 2.5' te MODIS Terra görüntüsü ile oluşturulmuş, Şekil 2.6' da MODIS Aqua görüntüsü ile oluşturulmuş 2021 yılına ait haritalar gösterilmektedir.



Şekil 2.5. MODIS Terra görüntüsü



Şekil 2.6. MODIS Aqua görüntüsü

Terra uydusu 1999, Aqua uydusu 2002 yılında fırlatılmıştır. Her iki uydu 2330 km görüş alanı genişliğine sahiptir, 250m, 500m, 1000m çözünürlüklü veri toplarlar. Bir veya iki günde Dünya üzerindeki görüntülemeleri tamamlarlar.

MODIS verileri, MODIS Seviye-1, MODIS Atmosfer, MODIS Kara, MODIS Kriyosfer, MODIS Okyanus Ürünleri olarak çok sayıda veri içermektedir. Tablo 2.1 'de MODIS ürünleri ve verileri gösterilmiştir. Tabloda bulunan bilgiler NASA'nın MODIS veri ürünleri sayfasından alınmıştır.

Tablo 2.1. MODIS ürünleri ve verileri

MODIS Seviye-1 Ürünleri(coğrafi konum, bulut maskesi ve atmosfer ürünleri)
.MODIS Ham Parlaklıklar .MODIS Kalibre Edilmiş Parlaklıklar .MODIS Coğrafi Konum Alanları
MODIS Atmosfer Ürünleri
.MODIS Aerosol Ürünü .MODIS Toplam Yağış Suyu .MODIS Bulut Ürünü .MODIS Atmosferik Profiller .MODIS Atmosfer Ortak Ürünü .MODIS Atmosfer Izgara Ürün .MODIS Bulut Maskesi
MODIS Arazi Ürünleri
.MODIS Yüzey Yansıması .MODIS Arazi Yüzey Sıcaklığı ve Emisivite (MOD11) .MODIS Arazi Yüzey Sıcaklığı ve Emisivite (MOD21) .MODIS Arazi Örtüsü Ürünleri .MODIS Bitki Örtüsü İndeksi Ürünleri (NDVI ve EVI) .MODIS Termal Anomaliler - Aktif Yangınlar .MODIS Fotosentetik Aktif Radyasyon Fraksiyonu (FPAR) / Yaprak Alan İndeksi (LAI) .MODIS Evapotranspirasyon .MODIS Brüt Birincil Verimlilik (JES) / Net Birincil Verimlilik (NPP) .MODIS Çift Yönlü Yansıma Dağılım Fonksiyonu (BRDF) / Albedo Parametresi .MODIS Bitki Örtüsü Sürekli Tarlaları .MODIS Su Maskesi .MODIS Yanmış Alan Ürünü
MODIS Kriyosfer Ürünleri
.MODIS Kar Örtüsü .MODIS Deniz Buzu ve Buz Yüzey Sıcaklığı
MODIS Okyanus Ürünleri
.MODIS Deniz Yüzeyi Sıcaklığı .MODIS Uzaktan Algılama Yansıtma .MODIS Klorofil-a Konsantrasyonu .MODIS 490 nm'de Dağınık Azaltma MODIS Partikül Organik Karbon

2.3. NDVI

NDVI, MODIS platformunda bulunan arazi ürünleri MOD13Q1 bitki örtüsü indis modülü içerisinde yer alır. MOD13Q1 modülü içerisinde NDVI ve EVI bantları bulunur. 1.bant NDVI, 2.bant EVI görüntüleri içerir. EVI mavi bandı kullanarak atmosferik kirliliğe karşı yüksek hassasiyet gösterir. NDVI görüntüleri 250 m çözünürlüklü 16 günlük dönem içerisinde elde edilir (http-5, 2020).

$$NDVI = G \times (NIR - KIRMIZI)/(NIR + KIRMIZI) \quad (2.1)$$

Burada, NIR ışık spektrumun yakın kızılötesi dalga boyunu (0.68 – 0.78 µm), RED ise kırmızı bölge dalga boyunu (0.61 – 0.68 µm), NDVI (birimsiz) ise vejetasyon indeks değerini temsil etmektedir (Yıldız vd., 2012).

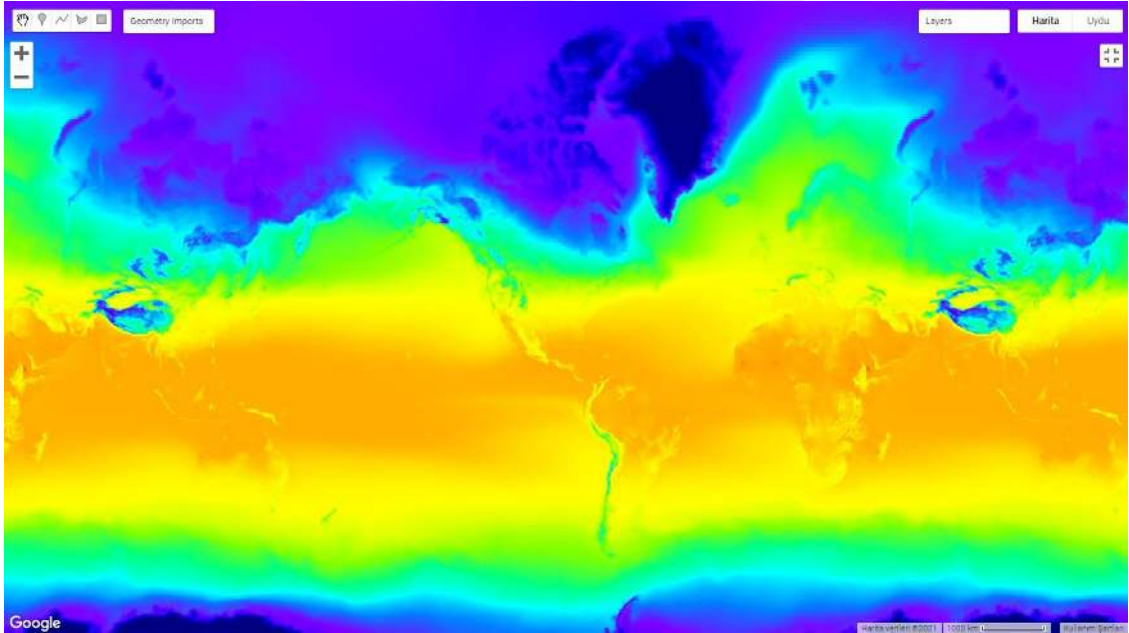
2.4. SEDAC (Socioeconomic Data and Applications Center – Sosyoekonomik Veri ve Uygulama Merkezi)

SEDAC, NASA’ nın Yeryüzü Gözlem Veri ve Bilgi Sistemi (EOSDIS) içerisinde yer alan, sosyoekonomik ve yer bilim verilerini entegre ederek kullanıcılara veri sağlayan bir merkezdir. GPWv411 verisi, 2000, 2005, 2015, 2020 yılları nüfus verilerine göre yıllık büyüme oranları kullanılarak kilometrekare başına düşen tahmini kişi sayısı hesaplanır (http-6, 2020).

2.5. Copernicus Programı

Avrupa Uzay Ajansı tarafından yönetilen yeryüzünü inceleyen programdır. Copernicus yüksek çözünürlüklü atmosfer, deniz, arazi, iklim değişikliği, güvenlik, acil durum verilerini içerir. Kara, hava, deniz ölçüm sistemleriyle küresel ısınma, iklim değişikliği, acil durum gibi birçok alanda araştırma yapmak için veriler sunar. Verilerin ücretsiz ve erişilebilir olması programın sağladığı en büyük avantajdır (http-7, 2020).

Şekil 2.7’ de Copernicus iklim değişikliği hizmeti ile elde edilmiş görüntü yer almaktadır.



Şekil 2.7. Copernicus iklim değişikliği hizmeti ile elde edilmiş görüntü

Tablo 2.2’ de Copernicus ürünleri ve verileri gösterilmiştir. Tabloda bulunan bilgiler Copernicus’un veri ürünleri sayfasından alınmıştır (http-8, 2020).

Tablo 2.2. Copernicus veri tablosu

Copernicus Atmosfer İzleme Servisi (Copernicus Atmosphere Monitoring Service –CAMS)
.Hava kalitesi ve atmosferik bileşim .Ozon tabakası ve ultraviyole radyasyon .Emisyonlar ve yüzey akıları .Güneş radyasyonu .İklim zorlaması
Copernicus Deniz Ortamı İzleme Servisi (Copernicus Marine Environment Monitoring Service- CMEMS)
.Deniz güvenliği .Deniz kaynakları .Kıyı ve deniz ortamı
Copernicus Deniz Ortamı İzleme Servisi (Copernicus Marine Environment Monitoring Service- CMEMS)
.Hava durumu, mevsimsel tahmin ve iklim
Copernicus Arazi İzleme Servisi (Copernicus Land Monitoring Service-CLMS)
.Biyofiziksel parametrelerin sistematik izleme .Arazi örtüsü ve arazi kullanımı haritalaması .Tematik sıcak nokta haritalama .Görüntüler ve referans verileri
Copernicus İklim Değişikliği Hizmeti (Copernicus Climate Change Service - C3S)
.Sınır Gözetimi .Deniz Gözetimi .AB dış eylemine destek
Copernicus Acil Durum Yönetim Hizmeti (Copernicus Emergency Management Service –EMS)
.Eşleme bileşeni .Erken uyarı bileşeni

2.6. Aerosol Optik Derinliği ve Ozon

Aerosol optik derinliği, gaz ortamında bulunan 10 mikrondan küçük katı veya sıvı parçacıklarından (PM_{2.5}) oluşan yapıdır. Aerosol optik derinlik (AOD), atmosferde bulunan aerosoller içerisindeki taneciklerin ışık iletimini engellemesini ifade eden bir terimdir. Aerosol optik derinlik parametresi 0 ile 1 arasında değer alır, değer 0 'a yakın olması partikül bakımından temiz havayı ifade eder. Aerosollerin Güneş ışığını yansıtmaya ve absorbe etme özellikleri vardır. Aerosollerin etkilerinin araştırılması için uydudan elde edilen veriler Aerosol Optik Derinlik (AOD) verileri adını alır (Koçak ve Farshad, 2020).

Ozon (O₃), iklimi etkileyen ve canlılar için önemli rol oynayan atmosfer içerisinde bulunan bir gazdır. Ozon stratosfer tabakasında üretilir, hava hareketleriyle kutuplara doğru taşınır. Birimi DU ile gösterilir, dünya ortalaması 300 DU olup ekvator da 240 DU, kutuplarda ise 500 DU civarındadır. Atmosferde, stratosfer tabakası içerisinde, yerden yaklaşık 19 ile 23. km' ler arasında bulunur ve maksimum olarak da 10 ppm yoğunluğa sahip olan katmana ozon tabakası denilmektedir. Ozon tabakasının kalınlığı; normal

atmosfer basınç ve sıcaklıkta, 300 DU olarak hesaplanmıştır. Ozon yeryüzüne ulaşan zararlı ışınları tutarak hayati önem taşımaktadır (http-9, 2020).

2.7. CHIRPS Yağış Verileri

CHIRPS, trend analizi ve kuraklık izleme amacıyla güncel veri setleri sunmak için USGS (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Birimi) ve EROS (Dünya Kaynakları Gözlem Ve Bilim Merkezi) işbirliği ile oluşturulmuştur. Veri kümesi kullanılabilirliği 1981 yılında başlamıştır ve günümüzde devam etmektedir, veriler 0.05 ° çözünürlüklü uydu görüntülerinden elde edilmiştir (http-10, 2020).

2.8. NBR (Normalized Burn Ratio-Normalize Yanma Oranı)

Yangın sonrası; spektral özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Özellikle yakın kızıl ötesi ve orta kızıl ötesi bantlarda bu etkiler daha iyi gözlemlenmektedir. Buna bağlı olarak Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (NBR) indisi geliştirilir. Normalize Yanma Oranı (NBR), yakın kızılötesi (NIR) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) bantları kullanılarak, büyük yangın bölgelerindeki yanmış alanları tespit edilir (Kavzaoglu vd., 2014).

$$NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR) \quad (2.2)$$

Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (NBR) indisi yakın kızılötesi (NIR) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) bantları kullanılarak, yanmış alanların tespitinde aktif olarak kullanılmaktadır.

Yangın öncesi NBR görüntüsü ve yangın sonrası NBR görüntüsü farkı alınarak oluşturulan Fark Normalize Yanma Şiddeti (Differenced Normalized Burn Ratio-dNBR) ile yanma şiddeti belirlenmektedir. dNBR yanma şiddeti tablosu Tablo 2.3' te gösterilmiştir.

$$dNBR = NBR(\text{yangın öncesi}) - NBR(\text{yangın sonrası}) \quad (2.3)$$

Tablo 2.3. *dNBR yanma şiddeti*

dNBR	Yanma Şiddeti
-0.1-0.1	Yanmamış
0.1-0.27	Düşük şiddetli yanma
0.27-0.44	Orta-düşük şiddetli yanma
0.44-0.66	Orta-yüksek şiddetli yanma
>0.66	Yüksek şiddetli yanma

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada amaç, orman alanlarındaki değişimin izlenmesi, değişime neden olduğu düşünülen faktörlerin analiz edilmesi, değerlendirilmesi ve etki oranlarının araştırılmasıdır. Bu amaçla değişime sebep olduğu düşünülen faktörler için uydu görüntüleri ve algoritmalar Google Earth Engine kullanılarak elde edilmiştir. Her bir faktör için elde edilen sayısal veriler doğrusal regresyon istatistiksel metot yardımıyla değerlendirilmiştir ve orman alanlarındaki kayıplara etkisi araştırılmıştır. Çalışma için 2000-2020 yılları arası veriler analiz edilmiştir. Günlük veriler baz alınarak yıllık ortalamalar hesaplanmıştır.

3.1. Çalışma Alanı

Akdeniz Bölgesi, Türkiye'nin güneyinde Akdeniz kıyısı boyunca uzanır, 89493 km² alana sahiptir. Batı ve kuzeybatısında Ege Bölgesi, kuzeyinde İç Anadolu Bölgesi, doğusunda Güneydoğu Anadolu Bölgesi yer alır. Genişliği 120-180 km arasında değişir. Kıyı uzunluğu doğuda Suriye sınırından batıda Marmaris'e kadar 1542 kilometredir.

Dağlık ve engebeli arazi yapısına sahip olan bölgede, Akdeniz İklimi görülür. Bu iklimde yazlar sıcak ve kuraktır. Kışlar ise ılık ve yağışlıdır, yaz ve kış mevsimindeki yağış miktarı arasında, büyük bir fark bulunmaz. İç kesimlere doğru karasal iklim görülür. Yıllık ortalama sıcaklık kıyılarda 18-20 C, iç kısımlarda ise 12-14 C kadardır. Şekil 3.1'de çalışma alanına ait harita belirtilmiştir (Doğaner, 2015)



Şekil 3.1. Çalışma alanı

Son yıllarda Akdeniz Bölgesi’nde yaşanan orman kayıplarının artış göstermesi dikkat çekici bir hal almaktadır. Bölgenin iklim yapısı ve nüfus faktörünün de etkisi göz önüne alınarak 2000-2020 yılları arasında yaşanan değişimlere sebep olan faktörlerin araştırılması çalışmanın bu bölgede yapılmasının amacını oluşturmaktadır.

3.2. Çalışma Yöntemi

Çalışmada Google Earth Engine Kütüphanesi kullanılarak çok sayıda uydu ürünleri yardımıyla 2000-2020 yıllarına ait veriler elde edilerek sonuçlarının orman kayıplarına etkisi araştırılmıştır.

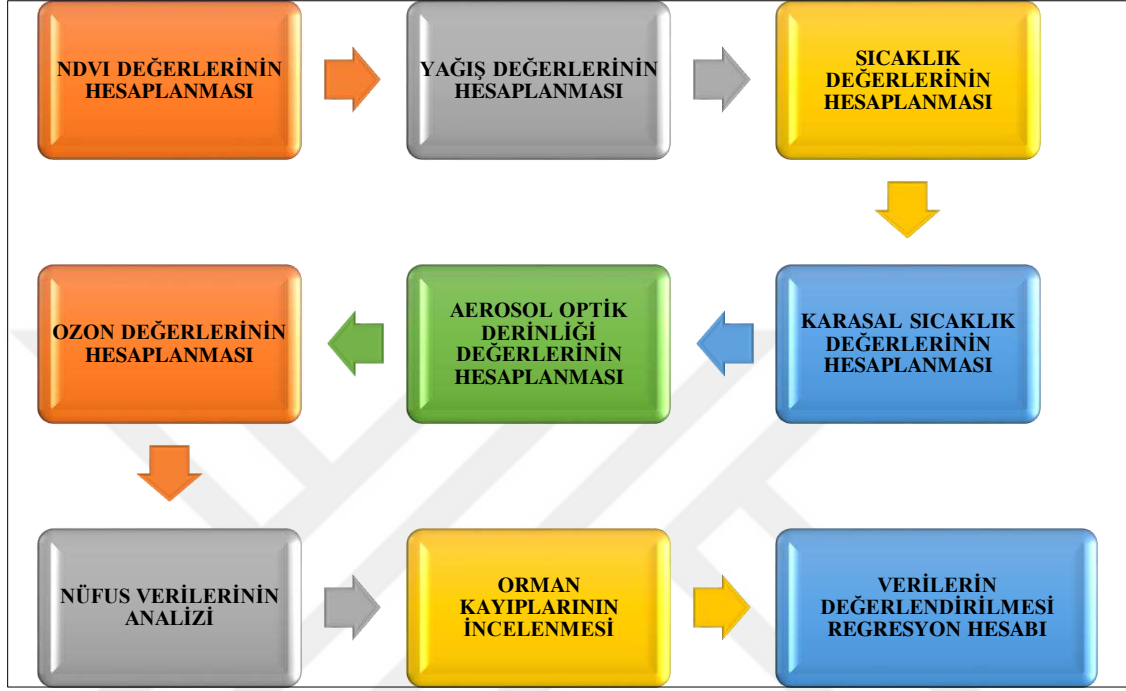
Google Earth Engine günlük olarak güncellenen kırk yıldan fazla veri arşivi ve bilimsel veri kümelerini içeren bir platformdur. Herkese açık olan veri kataloğu ile uydu verileri kullanılarak geliştirilmiş algoritmalar yardımıyla çok sayıda analiz yapılabilmektedir. Açık kaynak kodlu veriler sayesinde analizler kolay bir şekilde yapılabilir, kod editör aracılığıyla çalışma yapılacak görüntüde çeşitli filtrelemeler yapılarak istenilen tarihte ve alanda çalışma yapılabilir. Çalışma için kullanılan veriler farklı uydulardan sağlanan görüntüler aracılığı ile elde edilmiştir. Şekil 3.2’de çalışmada kullanılan verilere ait özellikler gösterilmiştir.

Veri	Veri Kümesi	Veri Kümesi Sağlayıcısı	Veri Çözünürlüğü
 NDVI	2000-02-18- 2021-01-01	MODIS MOD13Q1.006 Terra Bitki Örtüsü İndeksleri NDVI Verisi(16 Günlük -Küresel)	250 Metre
 YAĞIŞ	1981-01-01 - 2020-12-26	CHIRPS Pentad: İstasyon Verileri ile İklim Tehlikeleri Grubu Kızılötesi Yağış Verisi	0.05 °
 SICAKLIK	1979-01-02 - 2020-07-09	Copernicus İklim Değişikliği Hizmeti- ERA5 Günlük Sıcaklık Verisi	0.25 °
 KARASAL SICAKLIK	2000-03-05 - 2021-01-28	MODIS MOD11A1.006 Günlük Arazi Yüzey Sıcaklığı Verisi (Günlük -Küresel)	1000 Metre
 AEROSOL	2000-03-01 - 2021-11-01	MODIS MOD08_M3.061 Terra Atmosfer Aeorosol Verisi (Aylık-Küresel)	1°x1°
 OZON	1978-01-11 - 2021-01-28	Toplam Ozon Haritalama Spektrometrisi Verisi	1°x1°
 NÜFUS	2000-01-01 - 2021-01-01	Uluslararası Yer Bilimleri Bilgi Ağı Merkezi-NASA SEDAC GPWv411 Düzeltilmiş Nüfus Yoğunluğu Verisi	30 Ark Saniye
 ORMAN KAYIPLARI	2000-01-01 - 2020-01-01	Landsat - Hansen Küresel Orman Değişimi v1.7 verisi	1 Ark Saniye
 ORMAN YANGINLAR	2015-06-23 - 2021-01-29	Copernicus Sentinel-2 MSI ile Üretilmiş Veri (ΔNBR İndeksi)	20 Metre
 YANGIN TARİHLERİ	2000-11-01 - 2020-11-01	MODIS MCD64A1.006 Terra Aqua Yanmış Alan Verisi (Aylık-Küresel)	500 Metre

Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan veriler

Yapılan çalışmada NDVI, yağış, sıcaklık, kara yüzeyi sıcaklığı, aerosol optik derinlik, ozon, nüfus, orman yangınları, orman kayıpları ile ilgili analizler yapılarak 2000-2020 yılları arası veriler elde edilmiştir. Çalışmanın amacını oluşturan elde edilen

bu verilerin orman kayıplarına etkisinin araştırılmasıdır. Bu kapsamda NDVI, yağış, sıcaklık, kara yüzeyi sıcaklığı, aerosol optik derinlik, ozon, nüfus veri sonuçları bağımsız değişken kabul edilerek bağımlı değişken olan orman kayıplarına olan etkisi çoklu regresyon ile hesaplanmıştır. Şekil 3.3'te iş akış diyagramı belirtilmiştir.



Şekil 3.3. İş akış diyagramı

Çalışmada analizlerin büyük çoğunluğu Google Earth Engine kod editör aracılığı ile elde edilmiştir. Google Earth Engine veri kütüphanesi içerisinde iklim, çevre, atmosfer gibi çok sayıda alanla ilgili yapılmış çalışma ve algoritma mevcuttur. Uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulan çeşitli algoritmalar çok sayıda alanda çalışmaya altlık oluşturmaktadır. Her bir alanda global ölçekte geliştirilen algoritmalar çalışma ölçeğine, yapılması istenen tarihe, istenilen birime göre filtrelenerek geliştirilip kullanılabilir.

Yapılan çalışmada her bir analiz, konusuna göre seçilen algoritmalarla roi olarak adlandırılan çalışma alanına göre kesilerek belirlenen tarihler aralığında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca farklı kod dizileri kullanılarak grafik veriler elde edilirken, aynı zamanda haritalar elde edilmiştir.

Çalışmada analizlerin büyük çoğunluğu Google Earth Engine kod editör aracılığı ile elde edilmiştir. Google Earth Engine veri kütüphanesi içerisinde iklim, çevre, atmosfer gibi çok sayıda alanla ilgili yapılmış çalışma ve algoritma mevcuttur. Uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulan çeşitli algoritmalar çok sayıda alanda çalışmaya altlık

oluşturmaktadır. Her bir alanda global ölçekte geliştirilen algoritmalar çalışma ölçeğine, yapılması istenen tarihe, istenilen birime göre filtrelenerek geliştirilip kullanılabilir.

Yapılan çalışmada her bir analiz, konusuna göre seçilen algoritmalarla roi olarak adlandırılan çalışma alanına göre kesilerek belirlenen tarihler aralığında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca farklı kod dizileri kullanılarak grafik veriler elde edilirken, aynı zamanda haritalar elde edilmiştir.

3.2.1. NDVI verilerinin elde edilmesi

Yapılan çalışmada temel esas orman alanlarındaki değişimlerin izlenmesi ve bu değişime etki eden faktörlerin araştırılmasıdır. Yeşil alanların tespiti ve yıllar içerisindeki değişimin izlenmesi çalışma açısından önem arz etmektedir. Yapılan önceki çalışmalarda NDVI veriler diğer bitki indeksleriyle kıyaslanacak olursa, nemli ve kurak koşulları daha belirgin bir şekilde yansıtmaktadır. NDVI verilerde, meteorolojik kurak ve nemli koşulların daha belirgin şekilde izlenebildiği görülmüştür (Çelik ve Karabulut, 2014).

Yeşil alanların tespiti için çalışmada MODIS Terra Uydusu MOD13A1.006 Bitki Örtüsü İndeksi aracılığı ile elde edilen NDVI verisi kullanılmıştır. NDVI, yakın infrared ve kırmızı dalga boyundaki ışık değerlerinin birbirinden çıkarılıp daha sonra iki bandın toplamına bölünmesi ile elde edilen normalleştirilmiş değerdir.

Çalışmada NDVI verileri, Google Earth Engine veri seti içerisinde yer alan MOD13A1 v6 Terra Bitki Örtüsü İndeksinden algoritma aracılığı ile elde edilmiştir. Algoritmada MOD13A1 v6 Terra Bitki Örtüsü İndeksi birinci katmanı olan NDVI bandı kullanılmıştır. Analiz Google Earth Engine Kod Editör aracılığı ile yapılmıştır. Çalışmada kullanılan kod EK 1' de yer almaktadır.

3.2.2. Yağış verilerinin elde edilmesi

İklim değişikliği beraberinde pek çok sorun getirmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak gerçekleşen en önemli sorunlar kuraklık, sel, taşkın, soğuk veya sıcak hava dalgaları gibi meteorolojik olaylardır. Bu olaylar ekosistemleri büyük ölçüde etkileyecektir. Yağışların düşmesi kuraklığa ya da aşırı yağışlar sellere ve taşkınlara dolayısıyla orman kayıplarına sebep olabilecek. Bu bağlamda çalışmanın amacını oluşturan orman alanlarındaki değişimin ve sebeplerinin araştırılması için yağış verilerine ihtiyaç söz konusudur (Tolunay, 2013).

Yapılan çalışmada yağış verileri, CHIRPS (yağmur göstergesi ve uydu gözlemlerinden yağış tahminleri) istasyon gözlemlerinden elden edilmiştir. CHIRPS, trend analizi ve kuraklık izleme amacıyla güncel veri setleri sunmak için USGS (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Birimi) ve EROS (Dünya Kaynakları Gözlem Ve Bilim Merkezi) işbirliği ile oluşturulmuştur (<http-10>, 2020).

Çalışmada Google Earth Engine veri setinde yer alan CHIRPS verileri kullanılmıştır. CHIRPS verilerinden elde edilen algoritma Google Earth Engine Kod Editör aracılığıyla kullanılarak 2000-2020 yılları arası yağış miktarları gözlenmiştir.

Çalışmada kullanılan kod EK 2' de yer almaktadır.

3.2.3. Sıcaklık ve kara yüzeyi sıcaklığı verilerinin elde edilmesi

İklim değişikliğinin sebep olduğu etkenlerden birisi de sıcaklık artışlarıdır. Son yıllarda ciddi artış gösteren sıcaklıklar kuraklığa ve dolayısıyla orman yangınlarına sebep olmaktadır. Özellikle Akdeniz Bölgesi iklim özellikleri göz önüne alındığında bölgedeki orman kayıplarının sebeplerinin kuraklık ve orman yangınları olabileceği öngörülmektedir. Bu amaçla çalışmada 2000-2020 yılları arası sıcaklık ve kara yüzeyi sıcaklığı değişimleri gözlenmiştir.

Çalışmada sıcaklık verileri, ERA5 aracılığı ile edilmiştir. ERA5, son 4 ila 7 on yıl için küresel iklim ve hava durumu için beşinci nesil ECMWF yeniden analizidir. ECMWF, Avrupa Birliği Copernicus Dünya Gözlem Programı Copernicus İklim Değişikliği hizmeti sunan birimdir. Yeniden analiz yöntemiyle dünyanın pek çok noktasından gelen gözlem veriler tutarlı ve eksiksiz bir şekilde bir veri kümesinde birleştirilir. Veri asimilasyonu adı verilen bu yöntemde on iki saatte bir yeni gözlemler uygun şekilde önceki tahminlerle birleştirilir. 2 metre sıcaklık veri parametreleri kara, deniz ve iç su yüzeylerinin 2 m üzerindeki havanın sıcaklığıdır. 2m sıcaklık, atmosferik koşullar dikkate alınarak, enterpolasyon yapılarak hesaplanır (<http-11>, 2020)

Çalışmada Google Earth Engine veri setinde yer alan Copernicus İklim Değişikliği Hizmeti tarafından üretilen en son iklim yeniden analizi ile oluşturulmuş algoritma kullanılmıştır.

Kara yüzey sıcaklıkları (Land Surface Temperature- LST), Ulusal Meteoroloji Merkezi(NMC) tarafından üretilen algoritmalar kullanarak tahminlerde bulunur. Kara yüzey sıcaklıkları yüzey atmosfer etkileşimlerinin bir sonucudur, sera etkisini incelemek

açısından önemli bir etkidir. Kara yüzey sıcaklıkları MOD11A2 V6 ürünü tarafından sağlanan verilerdir. MOD11A2 V6, toprak arazi yüzey sıcaklığı verisi sunan MODIS ürünüdür.

Çalışmada MOD11A2 V6 ürünü gündüz kara yüzey sıcaklığı bandı (LST_Day_1km) kullanılmıştır. Uydulardan alınan ham arazi verileri işlenir ve kullanıcıya sunulur (MODIS Land-Surface Temperature Algorithm Theoretical Basis Document, 2020).

Çalışmada kullanılan kod bilgisi EK 3' te yer almaktadır.

3.2.4. Aerosol verilerinin elde edilmesi

Hava kirliliği orman üzerinde önemli etki yaratmaktadır. 1951 yılında kurulan, Artvin' de bulunan Göktaş Bakır İşletmesi' nin sebep olduğu havaya karışan zararlı partiküller çevredeki orman alanlarının kaybına sebep olmuştur. Daha sonra 70'li yıllarda İzmir-Aliağa Endüstri Bölgesi, Samsun - Gelemen'de bulunan Karadeniz Bakır

İşletmeleri, 80'li yıllarda Muğla-Yatağan Termik Santrali, 90'lı yıllarda yine Muğla'da bulunan Yeniköy ve Kemerköy (Gökova) Termik Santralleri çevresinde yoğun hava kirliliğinden dolayı orman ölümleri yaşanmıştır (Tolunay, 2013).

Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalar ve gerçekleşen durumlar gösteriyor ki hava kirlilikleri orman kayıplarına ciddi derecede sebep olmaktadır. Özellikle termik santrallerin havaya yaymış olduğu partiküller ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bağlamda çalışmada hava kirliliğine sebep olan aerosol ölçümleri izlenerek orman kayıplarına etkileri araştırılmıştır. Bu bağlamda yıllar içerisinde AOD ölçümleri incelenmiştir.

MOD08_M3 V6.1 ürünü, atmosferik parametrelerin ortalama değerlerini içeren veri kümesidir. Çalışmada MOD08_M3 V6.1 ürünü kara ve okyanus için günlük ortalama aerosol optik kalınlık bandı kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kod bilgisi EK 4' te yer almaktadır.

3.2.5. Ozon verilerinin elde edilmesi

Ozon(O₃), iklim üzerinde etkili, canlılar için büyük önem taşıyan bir gazdır. Stratosfer tabakası içerisinde maksimum 10 ppm ozon yoğunluğuna sahip katman ozon tabakası olarak adlandırılır. Ozon tabakası güneş ışınlarının zararlı kısımlarını tutarak

canlılar için önemli rol oynar. Ozon tabakasının kalınlığı 300 Dobson Birimi (DU) olarak bulunmuştur (<http-12>, 2017).

$$1 \text{ DU} = 10^{-3} \text{ atm. cm} = 0.01 \text{ mm} \quad (3.1)$$

Yapılan çalışmada Toplam Ozon Haritalama Spektrometresi (TOMS) verileri kullanılmıştır. Toplam Ozon Haritalama Spektrometresi (TOMS) verileri, NASA' nın Goddard Uçuş Merkezi Atmosfer Laboratuvarı tarafından üretilmiştir, 25 yıllık toplam ozon verilerini temsil etmektedir. Dünya ortalaması 300 DU, 2000-2012 yılları arası çalışma sonuçlarına bakıldığında ise Türkiye ortalaması 318 DU olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada kullanılan kod Şekil EK 5' te yer almaktadır.

3.2.6. Nüfus verilerinin elde edilmesi

Son yıllarda artan nüfus kentleşmeyle beraber konut edinme ihtiyacı doğurmaktadır. Dolayısıyla kentleşmenin doğal ortamlara doğru uzanmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple nüfusun olumsuz etkileri en çok doğal alanlarda dolayısıyla da orman alanlarında da gözlenmektedir. Nüfus artışının orman alanlarındaki etkisinin gözlenmesi amacıyla çalışmada 2000-2020 yılları arası nüfus verileri incelenmiştir.

Nüfus verileri GPWv411, NASA Uluslararası Yer Bilimleri Bilgi Ağı Merkezinde (SEDAC) üretilmiş olup 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 yılları için nüfus dağılımını modeller. Nüfus girdi verileri, 2005-2014 yılları arasında gerçekleşen 2010 nüfus sayımı turu sonuçlarından elde edilebilen en ayrıntılı uzamsal çözünürlükte toplanmıştır. Girdi verileri, modellenen her yıl için nüfus tahminleri üretmek üzere tahmin edilmiştir.

Çalışma için kullanılan haritalar NASA tarafından sağlanan GPWv411 ürününden, sayısal veriler ise Türkiye İstatistik Kurumu nüfus sayım verilerinden elde edilmiştir. GPWv411 ürünü kilometre kare başına düşen tahmini nüfus yoğunluğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan kod EK 6' da yer almaktadır.

3.2.7. NBR verilerinin elde edilmesi ve yangın alanlarının tespiti

Orman kayıplarını etkileyen en önemli etmenlerden birisi de orman yangınlarıdır. Yangın alanlarının haritalanması yangın öncesi ve sonrası değişimlerin gözlenmesi gerekmektedir. Böylece alandaki değişimler orman kayıpları açısından belirleyici olacaktır.

Orman yangınlarından etkilenen alanların tespiti için yanık şiddeti haritası oluşturulmalıdır. Bu amaçla NBR indeksi kullanılarak haritalar oluşturulmuştur. NBR indeksi için yakın kızılötesi (NIR) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) dalga boyları kullanılır. Alanlardaki değişimin belirlenmesi için yangından önce NBR-1, yangından sonra NBR-2 olmak üzere iki dönem için NBR hesabı yapılır. İki dönem arasındaki fark dNBR oranını verecektir. Çalışmada NBR indeksi Sentinel-2 görüntü kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışma için kullanılan kod (<https://www.un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-burn-severity/burn-severity-earth-engine>) adresinden alınmıştır.

NBR hesabı için yangın tarihlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla çalışmada MCD64A1.006 MODIS Yanmış Alan Aylık Küresel 500m çözünürlüklü görüntü kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kod EK 7' de yer almaktadır.

3.2.8. Orman alanları kayıplarının tespit edilmesi

Orman alanları kayıplarının analizi için Hansen Küresel Orman Değişimi çalışmasından yararlanılmıştır. Çalışmada Landsat görüntüleri kullanılarak zaman serisi analizi ile orman alanlarındaki değişimler incelenmiştir.

Orman Örtüsü Kaybı' 2000–2019 döneminde ormandan ormansız duruma geçiş olarak tanımlanmaktadır. 'Orman Örtüsü Kazancı', kaybın tersi veya 2000–2012 döneminde tamamen ormandan ormana değişim olarak tanımlanır (Hansen vd., 2013).

Çalışmaya ait kod dizisi EK 8' de yer almaktadır.

3.2.9. Regresyon hesabı

Çalışmanın son aşamasında elde edilen sonuçların istatistiksel olarak analiz edilebilmesi amacıyla çoklu regresyon analizi kullanılmıştır.

Çalışmalarda elde edilen sonuçların anlamlandırılması, yorumlanabilmesi ve değişkenler arası ilişkilerin gözlenebilmesi için analiz yapılması gerekir. Regresyon analizi birden fazla değişken arasındaki ilişkinin anlaşılması için kullanılan bir yöntemdir. Regresyon analizinde ben az bir bağımlı ve bir bağımsız değişkenler olması gerekir. Birden fazla bağımsız değişkenin bağımlı bir değişkeni nasıl etkilediğinin analizi çoklu regresyon modeli ile yapılır.

4. BULGULAR

Bu bölümde yapılan analizlerde elde edilen bulgular yer almaktadır. 2000- 2018 yılları arasında yapılan analizlerde elde edilen bulgular sayısal ve grafik verilerle gösterilmiştir. Her bir verinin 2000-2018 yılları arasında yıllık değişimi ve 2000-2018 yılları arasında aylara göre değişimi grafiklerle gösterilmiştir.

4.1. NDVI Değerlerinin Analizi

Çalışmada bitki vejetasyonlarının incelenerek yeşil alanlardaki değişimlerin gözlenmesi amacıyla bitki indeksi olan NDV kullanılmıştır. MOD13Q1 modülü içerisinde bulunan 1.bant NDVI görüntülerini içerir. NDVI veriler diğer bitki indekslerine göre nemli ve kurak koşulları daha belirgin bir şekilde yansıtmaktadır.

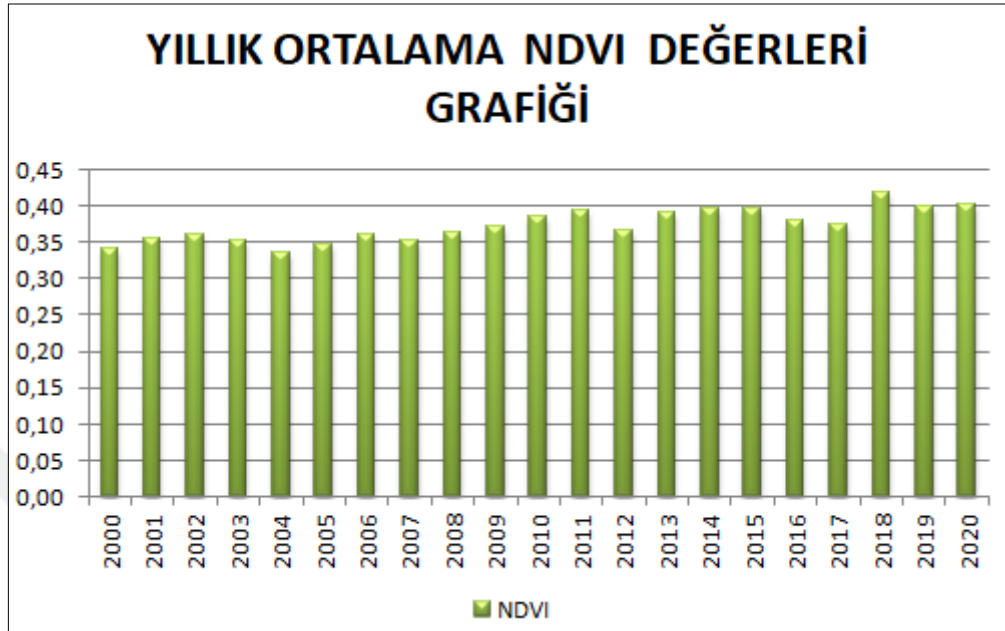
2000-2020 yılları arasında yapılan çalışmalarda NDVI değerleri yıl içerisinde çok sapma göstermemekle beraber sifıra yakın olması bölgede yeşil alan varlığının oldukça az olduğunu göstermektedir. NDVI değerleri mart, nisan, mayıs aylarında yükselirken, aralık, ocak, şubat aylarında düşüş gösterir. Tablo 4.1’de elde edilen NDVI değerleri yıllara ve aylara göre değişimi gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Elde edilen NDVI değerleri

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eylül	ekim	kasım	aralık
2000		0,24	0,27	0,36	0,41	0,37	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33
2001	0,34	0,34	0,40	0,43	0,40	0,36	0,34	0,35	0,34	0,33	0,33	0,28
2002	0,22	0,29	0,32	0,39	0,41	0,38	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	0,29
2003	0,36	0,28	0,32	0,38	0,41	0,40	0,37	0,36	0,36	0,35	0,35	0,31
2004	0,25	0,25	0,33	0,37	0,40	0,38	0,36	0,35	0,34	0,34	0,34	0,31
2005	0,28	0,28	0,36	0,39	0,40	0,38	0,36	0,35	0,35	0,35	0,34	0,33
2006	0,32	0,29	0,36	0,42	0,41	0,37	0,36	0,34	0,35	0,36	0,38	0,36
2007	0,33	0,27	0,36	0,40	0,41	0,37	0,35	0,35	0,33	0,34	0,36	0,33
2008	0,32	0,28	0,35	0,40	0,42	0,37	0,34	0,33	0,35	0,37	0,37	0,36
2009	0,32	0,29	0,36	0,41	0,43	0,39	0,37	0,36	0,36	0,36	0,39	0,39
2010	0,36	0,35	0,40	0,44	0,43	0,40	0,38	0,36	0,36	0,37	0,38	0,36
2011	0,27	0,25	0,29	0,37	0,46	0,42	0,39	0,37	0,37	0,39	0,41	0,40
2012	0,35	0,38	0,41	0,45	0,47	0,41	0,38	0,37	0,36	0,37	0,37	0,36
2013	0,35	0,38	0,41	0,45	0,47	0,41	0,38	0,37	0,36	0,37	0,37	0,36
2014	0,35	0,35	0,39	0,43	0,45	0,41	0,39	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43
2015	0,32	0,34	0,38	0,43	0,46	0,45	0,41	0,39	0,39	0,39	0,40	0,39
2016	0,33	0,35	0,37	0,43	0,45	0,42	0,39	0,37	0,37	0,37	0,37	0,32
2017	0,23	0,27	0,33	0,41	0,46	0,44	0,40	0,38	0,39	0,39	0,40	0,42
2018	0,39	0,38	0,45	0,47	0,48	0,45	0,41	0,40	0,39	0,39	0,41	0,39
2019	0,28	0,33	0,38	0,43	0,46	0,45	0,43	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
2020	0,32	0,35	0,39	0,46	0,47	0,45	0,41	0,40	0,39	0,39	0,40	0,41

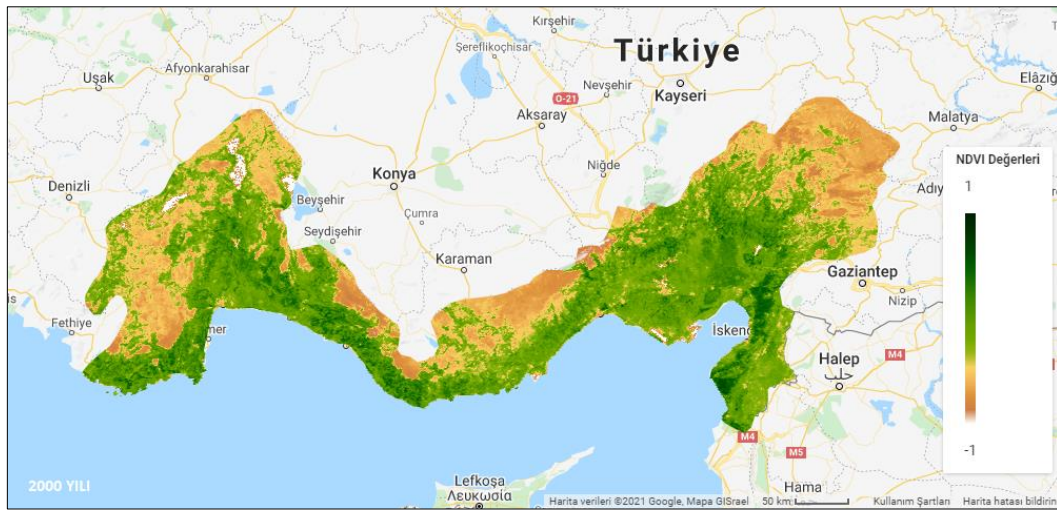
Çalışmada elde edilen verilere göre 2000-2020 yılları arası ortalama NDVI değeri 0,37’ dir. 2009 yılından itibaren yıllık ortalama 0,37 değeri üzerinde seyrederken 2000-

2009 yılları arası ortalamalar 0,37 değerinin altındadır. 2000-2020 yılları arası NDVI değerleri grafiği Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

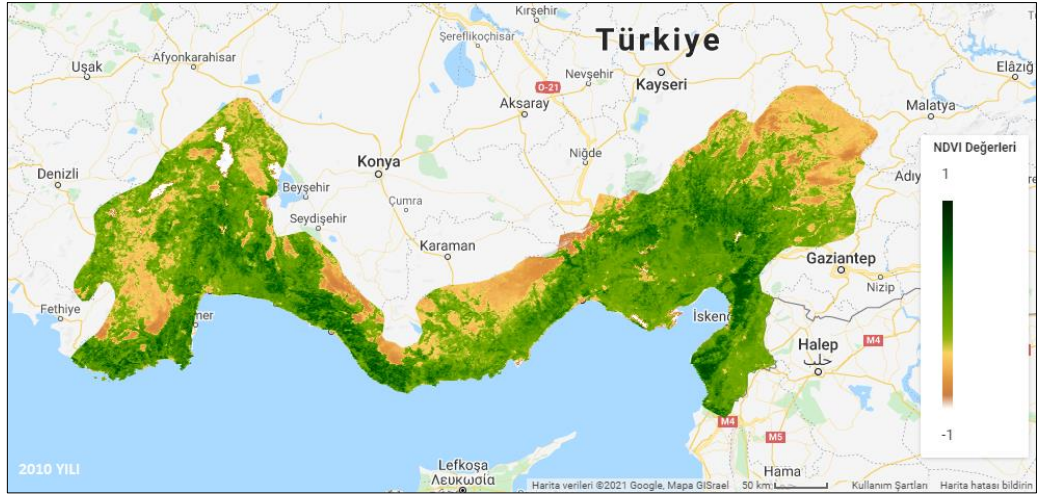


Şekil 4.1. 2000-2020 yılları arası NDVI değerleri grafiği

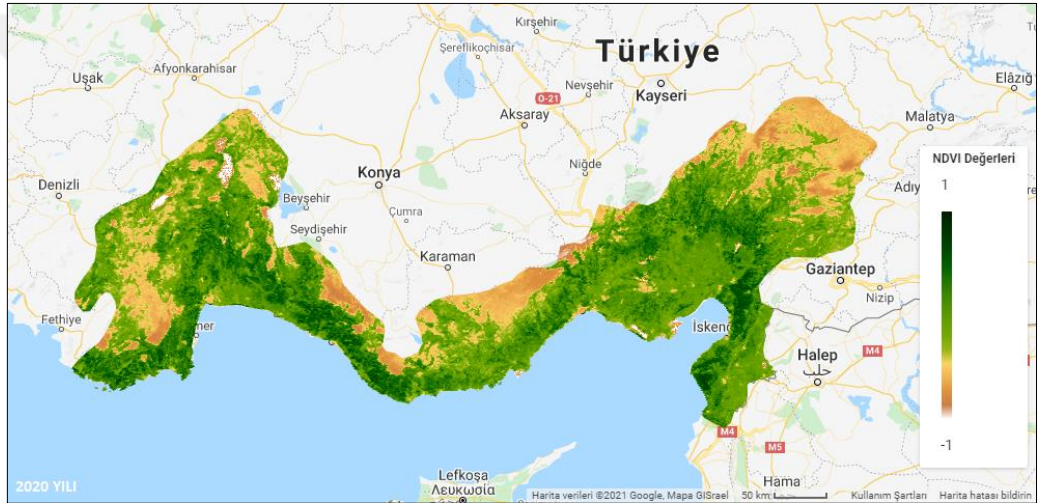
NDVI değerlerinde 2000-2020 yılları arasındaki 20 yıllık süreçte 2000 yılına kıyasla düşüş söz konusu değildir. Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4’ de Google Earth Engine aracılığı ile elde edilen 2000, 2010, 2020 yıllarına ait ortalama NDVI haritaları Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. 2000 yılı ortalama NDVI haritası



Şekil 4.3. 2010 yılı ortalama NDVI haritası



Şekil 4.4. 2020 yılı ortalama NDVI haritası

4.2. Yağış Değerlerinin Analizi

Orman yüzeyindeki nem hem sıcak hem de soğuk havalarda orman yüzeyine yaklaşan bulutun nem potansiyelini artırır. Bu bağlamda yoğunlaşma da artmakta dolayısıyla daha fazla yağışa neden olmaktadır. Dolayısıyla yağış miktarları orman varlığının bir göstergesi olabilmektedir (Şener, 2020).

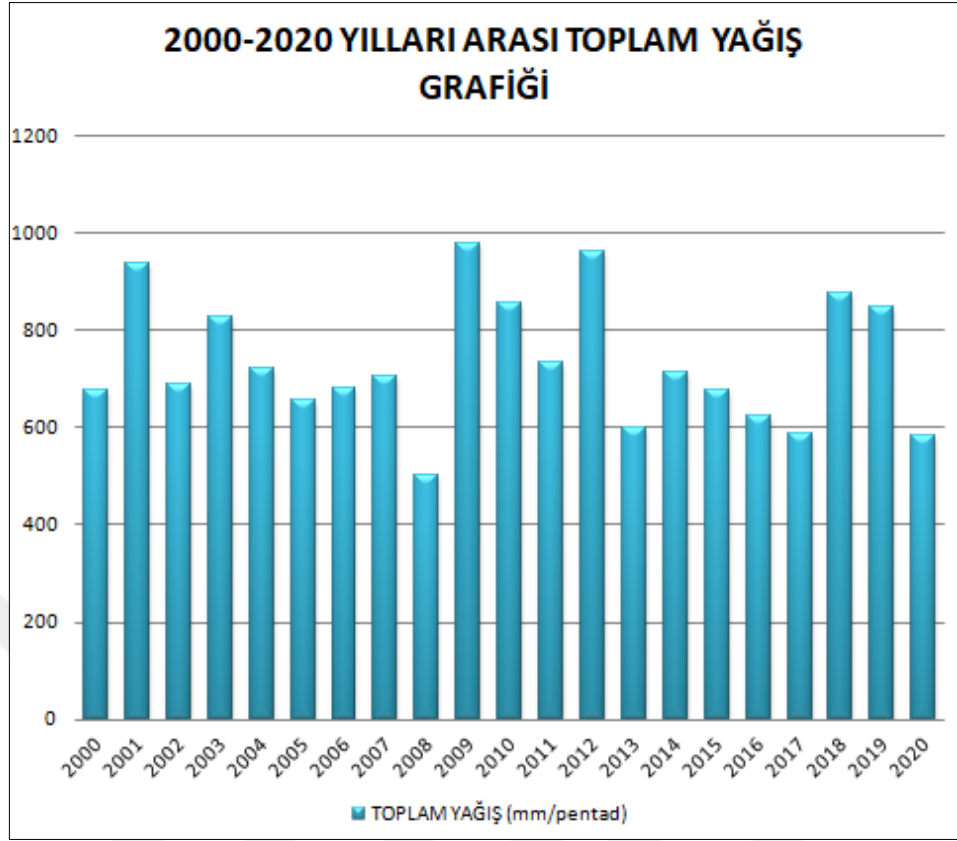
Çalışmada yıllar içerisinde yağış trendlerini görebilmek ve yağışlardaki değişimlerden yola çıkarak orman alanları üzerindeki etkilerin yorumlanabilmesi için CHIRPS yağış verileri kullanılmıştır.

2000-2020 yılları arasında yapılan çalışmalarda yağış değerleri bölgenin iklim özellikleri de göz önüne alındığında yaz aylarında oldukça düşüş göstermekte kış aylarında yükselmektedir. Tablo 4.2’de mm’ ye düşen toplam yağış miktarları gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Elde edilen yağış verileri

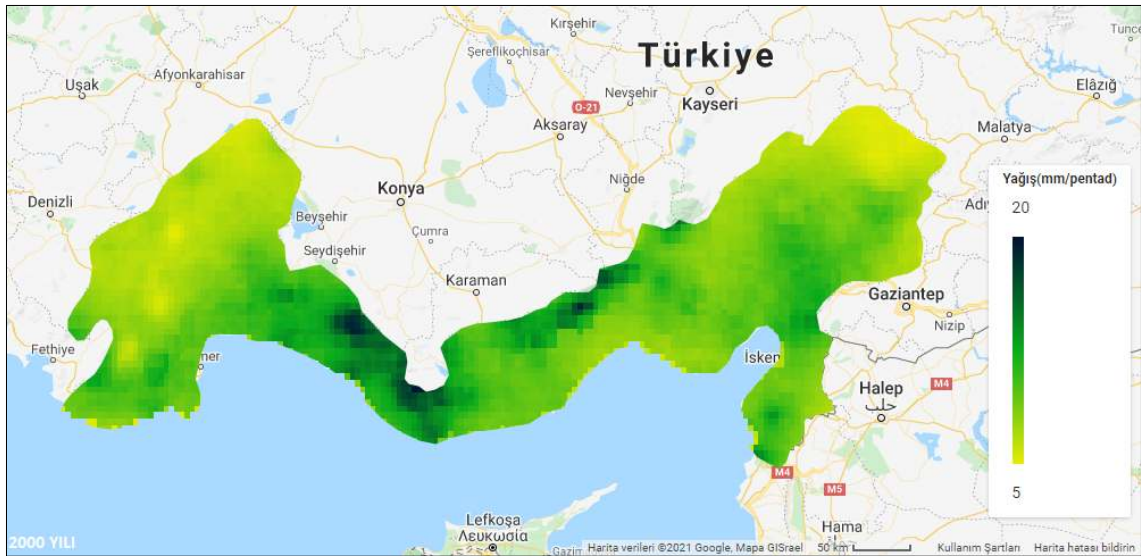
	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eylül	ekim	kasım	aralık
2000	119,45	77,06	63,69	81,76	46,26	13,80	4,85	5,43	14,90	50,97	95,59	103,13
2001	62,68	100,69	55,59	61,49	65,40	8,86	5,20	5,10	12,48	31,17	208,53	322,90
2002	91,93	65,85	70,01	95,69	35,55	15,68	10,46	6,18	25,46	36,45	63,48	173,58
2003	140,01	128,19	108,95	74,82	48,37	20,48	4,90	4,29	13,40	53,78	54,16	175,00
2004	229,45	99,73	41,62	58,49	28,08	12,23	6,16	4,53	7,54	26,21	131,95	74,13
2005	139,26	79,94	74,27	51,56	36,07	23,66	7,11	4,98	20,24	36,67	99,94	85,10
2006	88,11	101,96	79,60	52,26	28,22	16,10	5,56	5,75	31,22	146,33	90,12	34,06
2007	81,25	99,31	63,54	43,66	46,45	16,93	5,90	5,23	8,67	46,18	140,77	146,41
2008	51,01	60,37	58,43	42,42	31,57	13,59	5,06	6,67	34,84	41,83	83,31	73,32
2009	184,80	160,94	98,86	46,93	45,96	17,56	6,95	4,38	32,03	58,61	100,11	222,19
2010	187,31	157,97	50,00	52,92	30,99	23,50	6,79	4,29	15,59	82,20	37,26	206,07
2011	117,68	92,97	75,10	94,72	68,03	33,43	4,82	4,34	16,66	56,73	47,05	120,85
2012	224,77	124,21	57,97	42,39	55,97	15,33	5,85	5,39	8,06	85,94	96,82	240,97
2013	106,20	89,58	63,70	70,76	50,96	17,44	6,69	5,66	17,49	56,84	58,00	54,94
2014	106,89	44,71	92,61	33,11	57,63	31,47	5,84	5,98	38,65	70,06	88,89	139,08
2015	160,13	133,54	117,00	37,54	50,30	24,59	6,49	8,33	21,95	63,04	29,48	26,20
2016	115,93	56,13	70,94	30,44	60,06	22,95	7,72	6,99	22,81	16,45	54,28	158,20
2017	108,01	21,38	98,96	59,02	58,83	18,86	5,64	7,41	10,01	51,05	81,61	65,94
2018	166,49	85,99	76,02	32,92	64,85	56,20	6,08	6,03	17,29	63,20	80,22	223,19
2019	218,82	103,56	90,39	63,59	28,17	37,78	9,29	5,26	13,65	33,70	59,54	184,44
2020	107,59	88,19	76,26	46,31	52,01	19,08	5,26	5,08	10,23	28,48	61,28	84,06

Çalışmada elde edilen verilere göre bölgede en az yağış 502,41 ile 2008 yılında 583,22 ile 2020 yıllarında görülmüştür. En fazla yağışın yaşandığı yıl ise 979,32 ile 2009 yılıdır. 2000-2020 yılları arası toplam yağış ortalaması ise 735,27 ‘dir. Şekil 4.5’ te gösterilmiştir.

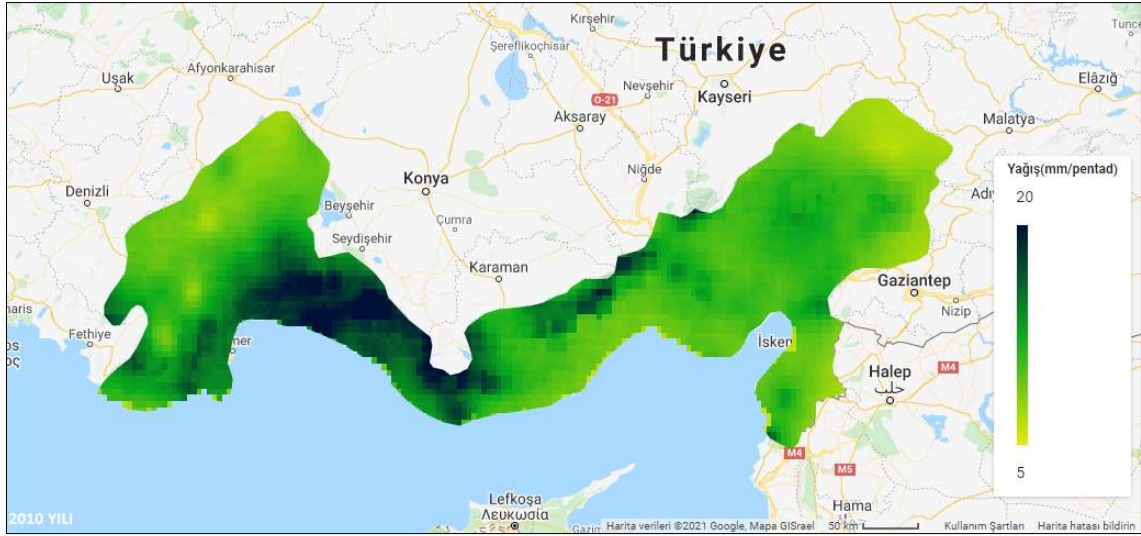


Şekil 4.5. Akdeniz Bölgesi yıllara göre toplam yağış miktarları grafiği

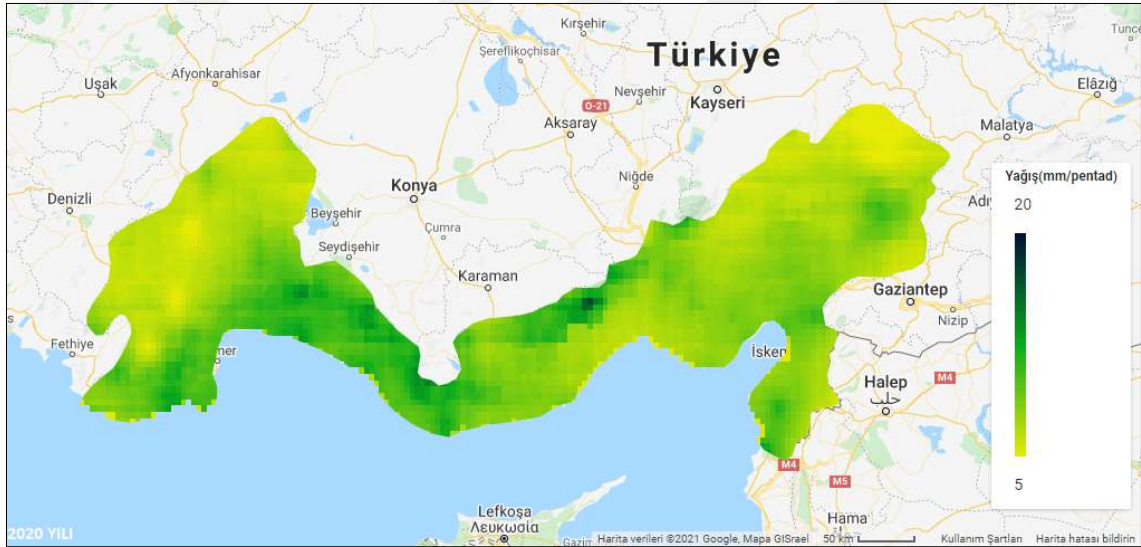
Çalışmada elde edilen verilere göre 2000, 2010, 2020 yılları baz alındığında 2010 yılında 2000 yılına göre toplam yağış artış miktarı göstermekte fakat 2020 yılına bakıldığında ise ciddi düşüş görülmektedir. 2000, 2010, 2020 yıllarına ait haritalar Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8’de gösterilmektedir.



Şekil 4.6. 2000 yılı ortalama yağış haritası



Şekil 4.7. 2010 yılı ortalama yağış haritası



Şekil 4.8. 2020 yılı ortalama yağış haritası

4.3. Sıcaklık Değerlerinin Analizi

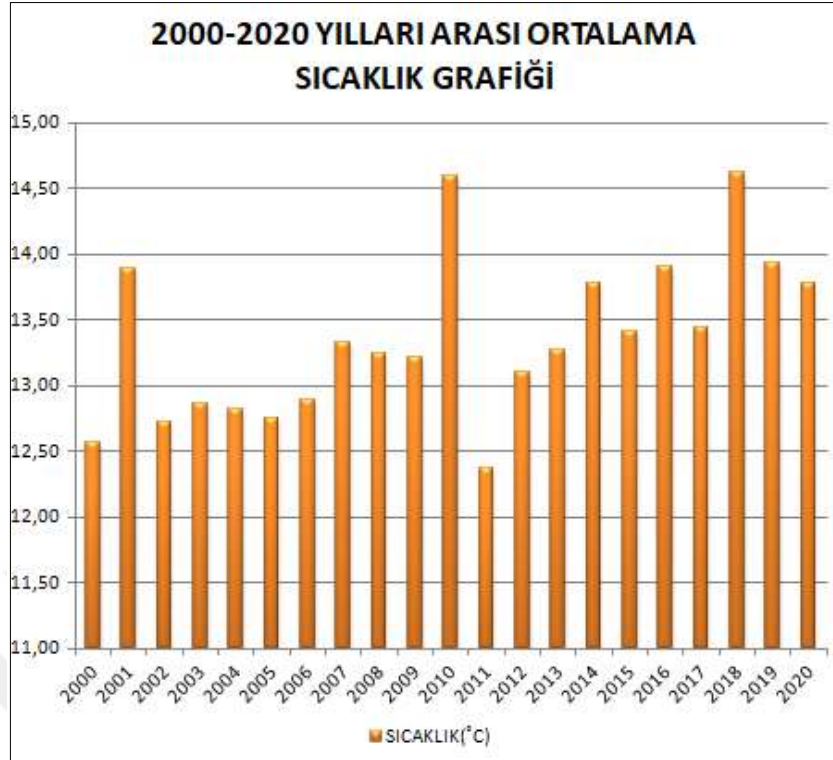
Türkiye, Akdeniz iklim kuşağında yer alması sebebiyle her yıl yüzlerce orman yangınına maruz kalmaktadır. Özellikle Akdeniz Bölgesi iklim özellikleri de düşünüldüğünde yaz aylarının kurak geçmesi ormanların hava şartlarından etkilenmekte olduğunu gösterebilmektedir (Çolak ve Sunar, 2018).

Çalışmada günlük ortalama sıcaklıklardan yola çıkarak sıcaklık değişimleri incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.3' te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Elde edilen sıcaklık değerleri

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	agustos	eylül	ekim	kasım	aralık
2000	-0,79	1,33	4,61	12,14	15,59	20,85	25,70	23,68	19,85	13,69	9,93	4,17
2001	4,58	4,46	11,25	12,24	15,72	21,65	25,15	24,55	20,68	15,05	7,62	3,77
2002	-0,47	5,67	8,34	10,52	15,50	20,65	23,96	22,87	19,10	15,25	10,02	1,25
2003	5,35	0,32	3,77	10,39	17,74	20,81	23,90	24,39	19,33	15,69	9,01	3,64
2004	1,36	2,61	7,84	11,13	15,35	20,26	23,87	23,19	20,23	16,29	8,50	3,17
2005	3,40	2,72	7,21	11,55	15,76	19,70	24,19	24,10	19,30	12,74	7,14	5,12
2006	1,13	3,57	7,25	12,22	15,95	21,13	23,22	25,31	19,86	14,69	7,21	3,07
2007	2,04	3,53	7,36	9,71	17,76	21,60	25,04	24,79	20,51	15,63	8,68	3,24
2008	-0,45	1,40	9,54	13,19	15,39	21,53	24,51	25,34	20,06	14,49	10,13	3,84
2009	3,32	4,21	5,76	11,07	15,33	21,19	23,63	23,35	18,84	16,49	8,68	6,65
2010	4,67	5,80	9,36	12,05	16,84	20,05	24,56	26,30	21,82	14,70	11,88	7,14
2011	3,14	3,90	6,79	10,27	14,42	19,55	24,12	23,88	20,67	13,01	5,13	3,58
2012	0,83	0,52	4,55	12,37	15,09	21,89	25,20	24,07	21,35	15,71	10,40	5,18
2013	2,99	5,60	7,86	12,28	17,54	20,79	23,57	24,15	19,41	12,81	10,44	1,85
2014	4,96	5,77	8,52	12,24	15,60	19,84	24,08	24,88	19,39	14,34	8,38	7,27
2015	2,41	4,06	7,57	10,03	16,32	18,88	23,81	24,36	22,42	16,32	10,45	4,32
2016	1,86	7,80	8,77	14,62	15,60	21,80	24,92	25,10	19,84	16,23	8,88	1,41
2017	0,31	3,27	7,95	11,59	15,53	20,79	25,43	24,30	22,25	14,66	8,66	6,54
2018	4,01	7,14	10,48	14,33	17,58	20,52	24,30	24,52	21,54	15,63	10,00	5,38
2019	2,76	5,06	7,55	10,45	17,68	21,36	23,27	24,34	20,81	17,13	11,06	5,69
2020	2,54	4,00	8,41	11,91	16,90	19,87	24,89	24,76	21,29	15,57	9,84	5,42

Çalışmada elde edilen verilere göre 2000-2020 yılları arası ortalama sıcaklık 13,30 °C ‘dir. En düşük sıcaklık ortalaması ise 12,37 °C ile 2011 yılında görülmüştür. En yüksek sıcaklık ortalaması ise 14,62 °C ile 2018 yılında görülmüştür. Çalışmada elde edilen verilere göre 2000-2020 yılları arası günlük ortalama sıcaklık grafiği Şekil 4.9’ da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları arası ortalama sıcaklık grafiği

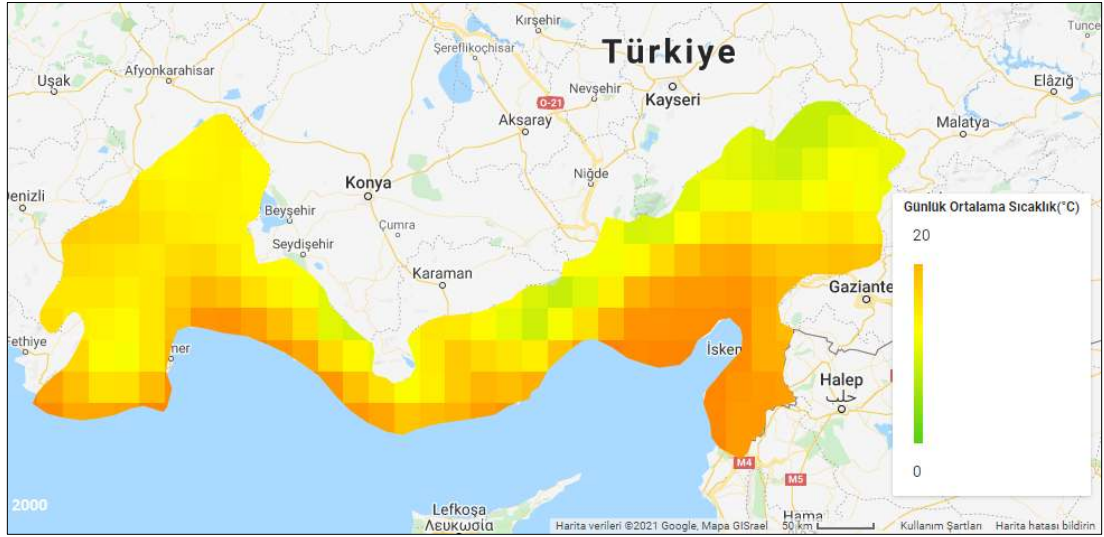
Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2018 yılı iklim raporuna göre Türkiye geneli 1971-2018 yılları arasında 2010 ve 2018 yıllarında en yüksek sıcaklıklar gözlenmiştir. 1971-2018 yılları arası Türkiye geneli sıcaklık ortalamaları 13,5°C iken 2018 yılı sıcaklık ortalaması bu değerın üzerindedir. Yapılan çalışmaya göre Akdeniz Bölgesi 2020 yılı sıcaklık ortalaması 2000-2020 yılları arası ortalama sıcaklığın üzerinde seyretmiştir. (Şekil 4.10)

AKDENİZ BÖLGESİ 2000-2020 YILLARI ARASI AYLARA GÖRE ORTALAMA SICAKLIK GRAFİĞİ



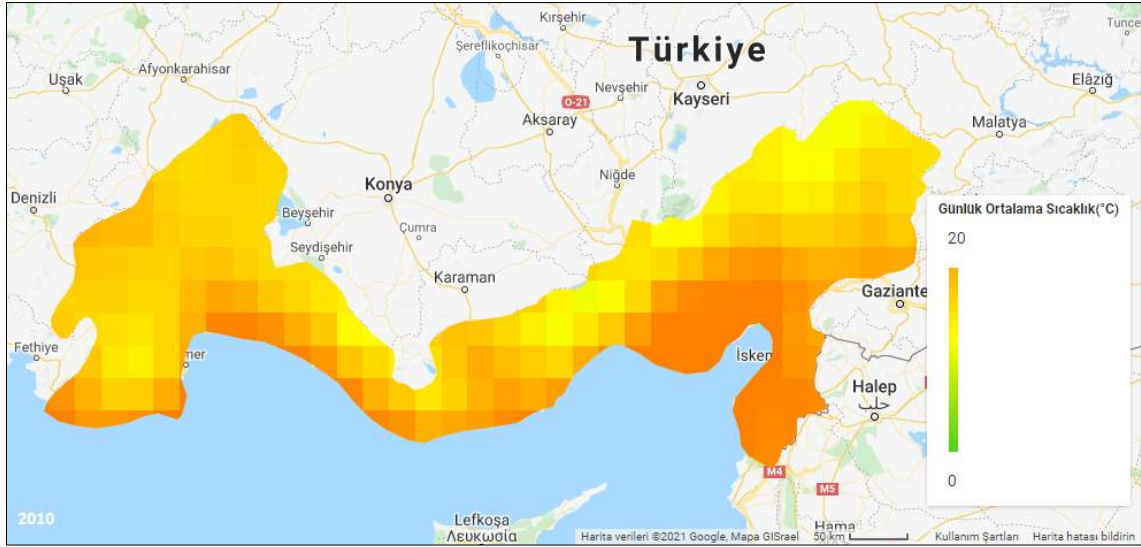
Şekil 4.10. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları aylara göre ortalama sıcaklık grafiği

Çalışmada elde edilen verilere göre 2000, 2010 yılları baz alındığında 2000 yılı sıcaklık ortalaması 12,56 °C ‘dir. Şekil 4.11’ de 2000 yılına ait Google Earth Engine ile elde edilmiş ortalama sıcaklık haritası gösterilmiştir.



Şekil 4.11. 2000 yılı ortalama sıcaklık haritası

Çalışmada elde edilen verilere göre 2010 yılı sıcaklık ortalaması 2000 yılına kıyasla ciddi artış göstermektedir. 2010 yılı sıcaklık ortalaması 14,60 °C ‘ dir. Şekil 4.12’ de 2010 yılına ait Google Earth Engine ile elde edilmiş ortalama sıcaklık haritası gösterilmiştir.



Şekil 4.12. 2010 yılı ortalama sıcaklık haritası

Çalışmada elde edilen verilere göre 2020 yılı sıcaklık ortalaması 13,78 °C’ dir. 2010 yılına kıyasla düşüş olmasına rağmen 20 yıllık ortalamanın üzerinde seyretmiştir. Çalışmada Google Earth Engine ile 09.07.2020 tarihinden sonraki verilere erişim sağlanamadığından 2020 yılına ait harita gösterilmemiştir.

4.4. Kara Yüzeyi Sıcaklığı Değerlerinin Analizi

Kara yüzeyi sıcaklığı uydu verileri aracılığı ile elde edilir. İklim değişikliği, arazi değişimi, şehir planlama gibi birçok alanda kullanılan önemli bir parametredir (Dağlıyar , Avdan , Avcı, 2015).

Yüzey sıcaklığının artışı buharlaşma oranı, toprağın sıcaklığı iletimi, ısının depolanması gibi birçok faktörü etkilemektedir (Özkök, Tok, Gündoğdu vd., 2017).

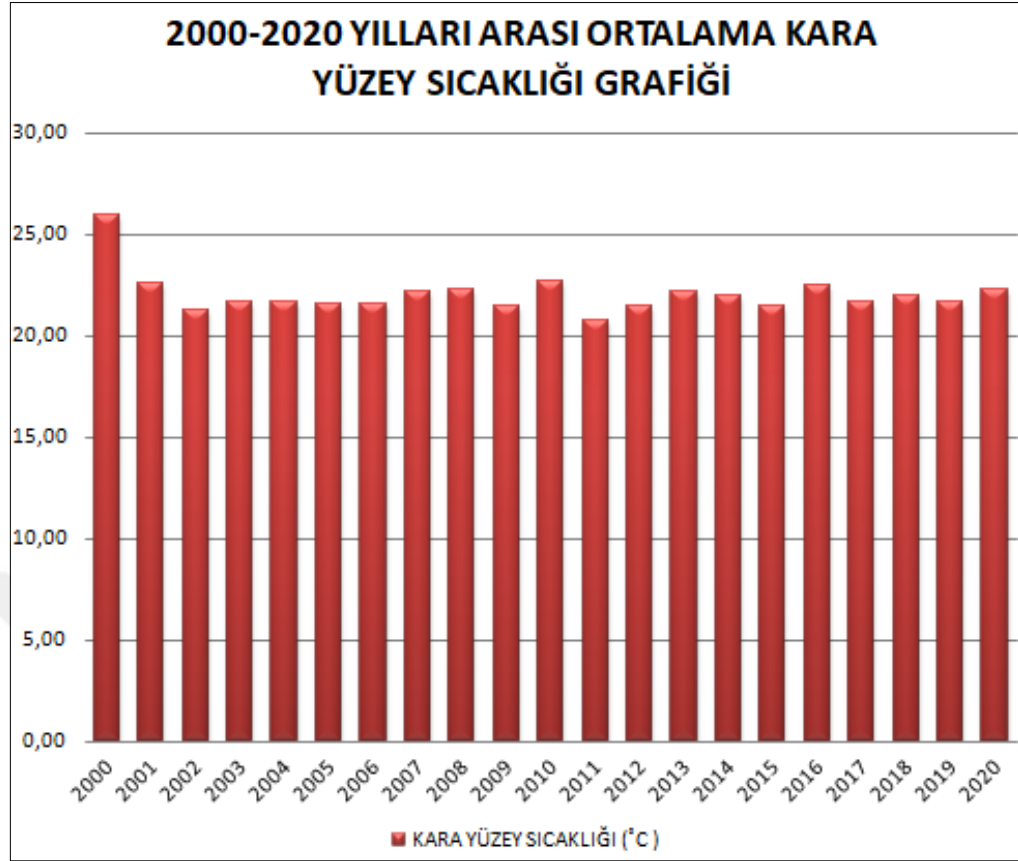
Dolayısıyla artan yüzey sıcaklığı topraktaki ısı iletimini artıracığından orman alanları için tehlike oluşturmaktadır. Bu bağlamda çalışmada kara yüzeyi sıcaklığı verileri incelenerek yıllar içerisindeki değişimler gözlenmiştir.

2000-2020 yılları arasında Akdeniz Bölgesi’ nde görülen günlük ortalama kara yüzeyi sıcaklığı değerleri Tablo 4.4.’ te gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Elde edilen kara yüzeyi sıcaklığı değerleri

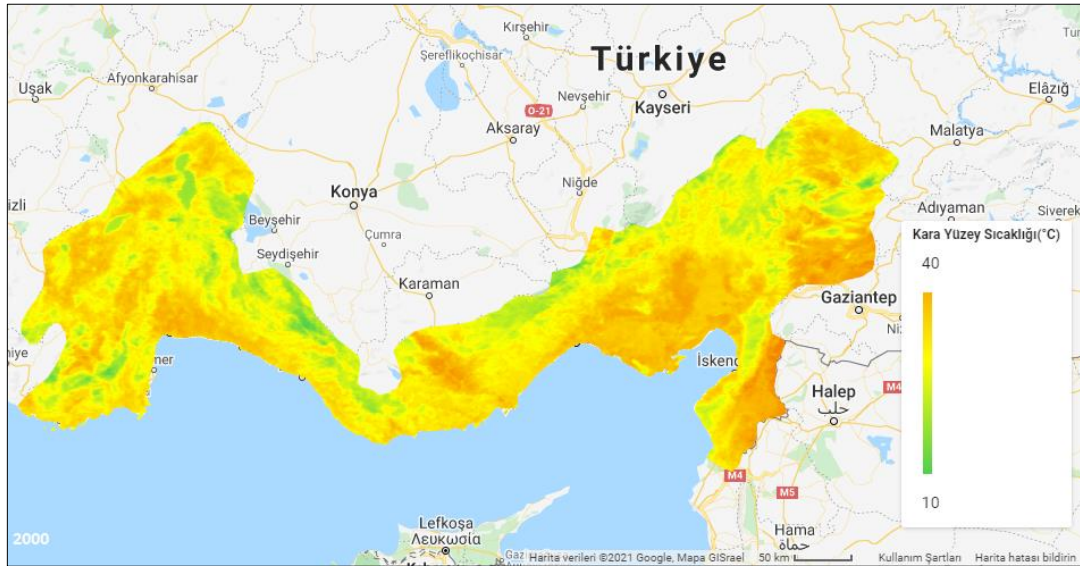
	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eylül	ekim	kasım	aralık
2000		7,87	16,62	45,74	27,54	33,99	39,51	35,56	31,17	21,62	17,37	8,43
2001	9,82	12,32	20,25	22,68	26,62	35,78	37,95	35,12	31,61	22,64	10,79	5,74
2002	2,62	14,12	17,87	21,62	27,45	32,49	35,74	33,37	27,87	23,07	15,16	3,81
2003	9,39	3,56	14,25	23,12	29,20	32,56	36,31	36,37	29,56	23,42	13,28	9,31
2004	2,81	7,89	17,56	23,43	27,12	32,93	36,99	34,93	32,22	24,82	11,20	7,87
2005	6,88	8,06	16,18	23,56	29,20	32,43	36,32	35,65	29,62	19,43	12,28	8,75
2006	5,25	9,12	16,12	21,49	29,79	33,68	35,43	36,20	30,12	18,49	13,98	8,92
2007	7,12	8,64	16,49	23,25	28,29	34,06	38,18	36,31	32,06	22,18	11,70	7,31
2008	6,31	9,12	17,87	24,12	27,95	34,49	37,49	36,31	28,99	21,50	14,93	8,53
2009	6,65	8,00	15,31	21,31	28,45	33,62	35,06	35,68	28,00	22,32	14,16	8,92
2010	7,79	9,74	18,81	22,37	28,70	31,24	35,95	37,08	31,35	20,31	18,04	10,67
2011	6,70	11,68	15,87	19,81	25,04	29,93	35,04	35,14	30,37	18,74	11,95	8,04
2012	2,81	4,87	16,12	23,87	25,46	33,56	36,99	35,70	32,37	22,43	14,33	8,98
2013	6,68	11,57	16,74	24,12	26,87	32,56	36,12	35,98	29,82	22,79	15,12	7,74
2014	9,75	13,56	18,18	23,37	26,87	31,18	34,93	35,49	28,18	19,43	12,56	10,15
2015	5,51	8,01	16,18	22,31	27,37	29,06	35,23	34,62	31,03	21,98	15,62	10,64
2016	4,92	16,18	17,62	25,68	26,12	32,43	36,87	35,57	29,99	23,14	15,73	5,29
2017	1,39	10,56	18,49	23,31	25,62	32,62	37,00	34,98	31,30	21,18	13,39	10,15
2018	8,07	12,45	18,37	25,43	26,75	30,62	34,62	35,31	30,56	21,81	13,37	6,74
2019	3,34	10,32	15,37	19,68	27,72	31,34	34,33	34,93	31,30	25,62	17,10	9,42
2020	4,51	7,48	15,72	21,29	27,15	31,09	37,19	36,29	34,22	27,19	15,07	10,35

2000-2020 yılları arası elde edilen yıllık kara yüzeyi sıcaklığı verilerine göre ortalama 22,03 °C’ dir. Yıllık ortalamalarda çok fazla sapma görülmemektedir. Şekil 4.13’ te 2000-2020 yılları arası ortalama kara yüzeyi sıcaklığı değerleri grafiği gösterilmiştir.



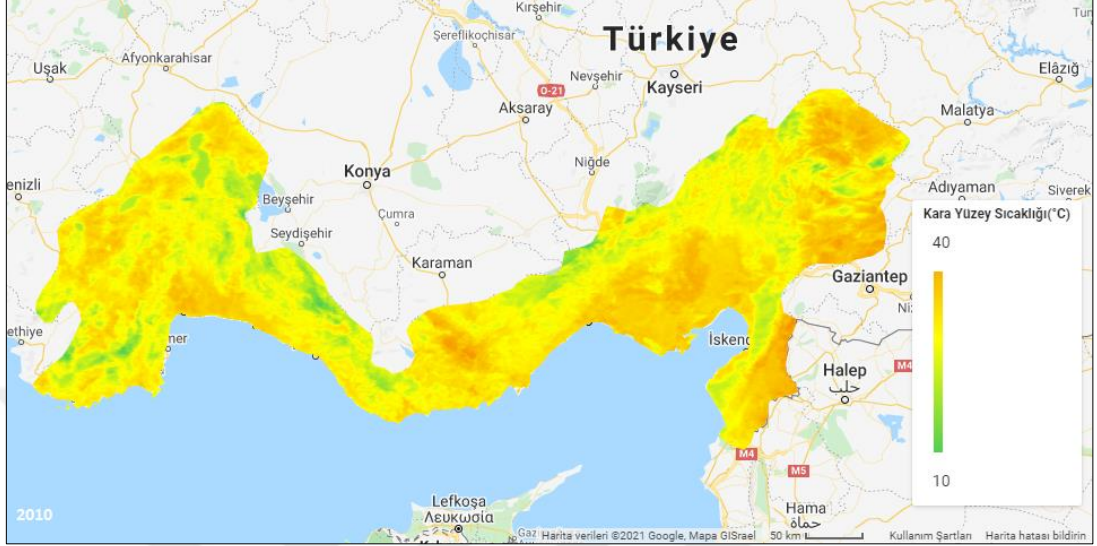
Şekil 4.13. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları ortalama kara yüzey sıcaklığı grafiği

Çalışmada elde edilen verilere göre en yüksek kara yüzey sıcaklığı ortalaması 25,95 °C ile 2000 yılıdır. Şekil 4.14’ te Google Earth Engine ile elde edilen 2000 yılı kara yüzey sıcaklığı haritası gösterilmiştir.



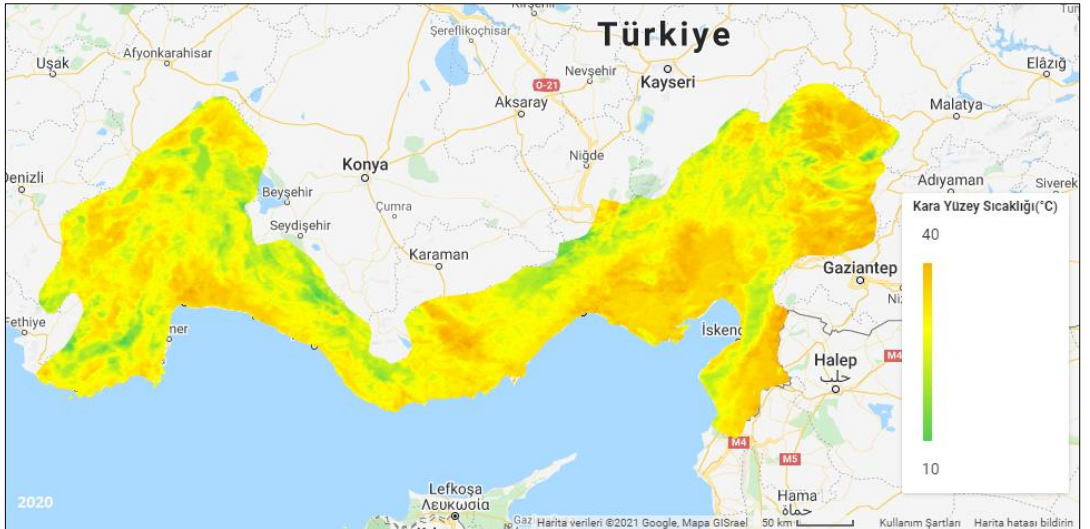
Şekil 4.14. 2000 yılı ortalama kara yüzeyi sıcaklığı haritası

2010 yılı kara yüzey sıcaklığı ortalaması $22,67^{\circ}\text{C}$ ' dir. 2000 yılından sonra görülen en yüksek kara yüzey sıcaklık ortalamasıdır. Şekil 4.15' te Google Earth Engine ile elde edilen 2010 yılı ortalama kara yüzey sıcaklığı haritası gösterilmiştir.



Şekil 4.15. 2010 yılı ortalama kara yüzeyi sıcaklığı haritası

2020 yılı kara yüzey sıcaklığı $22,30^{\circ}\text{C}$ ' dir. 2000 ve 2010 yılına kıyasla düşüş yaşanmıştır. Şekil 4.16' da Google Earth Engine ile elde edilen 2020 yılı ortalama kara yüzey sıcaklığı haritası gösterilmiştir.



Şekil 4.16. 2020 yılı ortalama kara yüzeyi sıcaklığı haritası

4.5. Aerosol Optik Derinliği Değerlerinin Analizi

Ormanlar üzerinde tehdit oluşturan unsurlardan birisi de hava kirliliğidir. Havaya karışan zararlı partiküller doğrudan canlı yaşamlarını etkiler, ağaçların ölümüne sebep olabilir. Önceki yıllarda özellikle termik santral bölgelerinde orman kayıpları yaşanmıştır

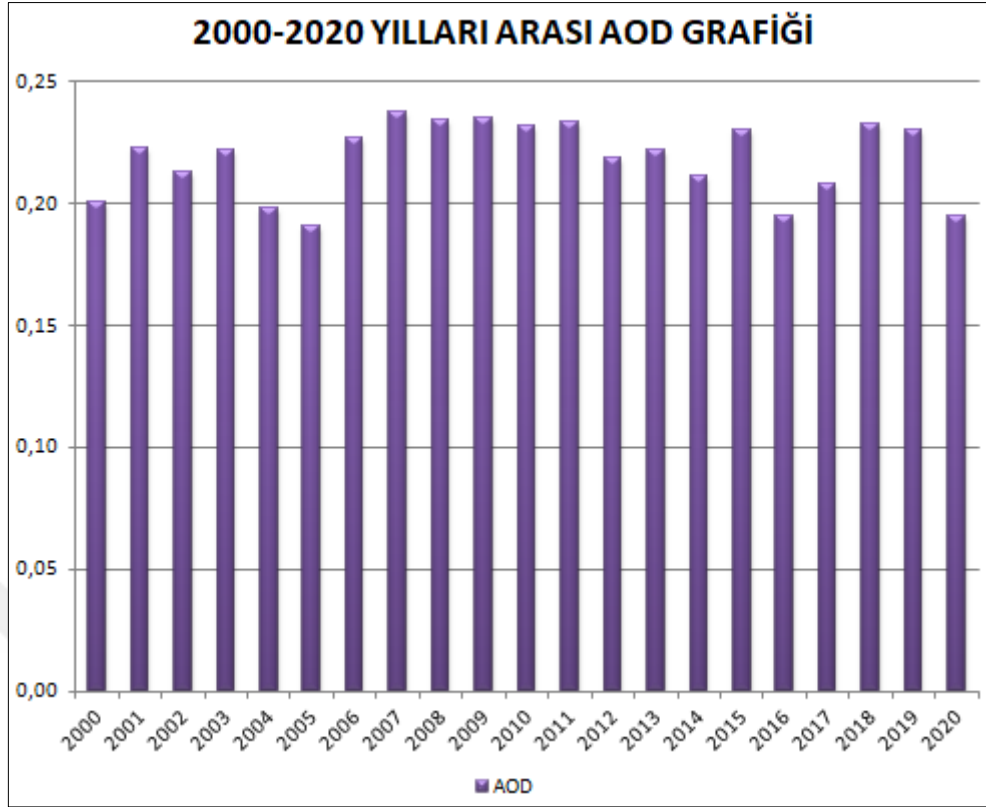
(Tolunay, 2013). Bu amaçla çalışmada uydulardan elde edilen veriler ile havadaki zararlı madde yoğunlukları yıllara göre incelenmiştir. 2000-2020 yılları arasında Akdeniz Bölgesi’ nde görülen aerosol optik derinlik değerleri Tablo 4.5.’ te gösterilmiştir.

2003-2012 yılları arası yapılan bir çalışmada 10 yıllık dönemde Türkiye’ nin batısı aerosol optik derinliği ortalaması 0,20 ile 0,25 arasında değiştiği gözlenmiştir (Dündar, Oğuz, Güllü, 2015).

Tablo 4.5. Elde edilen aerosol optik derinliği değerleri

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eylül	ekim	kasım	aralık
2000			0,22	0,56	0,26	0,18	0,21	0,27	0,24	0,17	0,15	0,13
2001	0,16	0,16	0,22	0,29	0,30	0,22	0,29	0,32	0,22	0,20	0,15	0,15
2002	0,12	0,14	0,24	0,31	0,25	0,26	0,25	0,28	0,27	0,19	0,14	0,13
2003	0,17	0,20	0,25	0,34	0,25	0,24	0,23	0,25	0,22	0,21	0,14	0,16
2004	0,15	0,21	0,19	0,22	0,27	0,23	0,20	0,25	0,17	0,21	0,15	0,12
2005	0,15	0,18	0,19	0,24	0,25	0,21	0,25	0,22	0,21	0,13	0,13	0,14
2006	0,16	0,26	0,27	0,35	0,24	0,27	0,26	0,32	0,21	0,18	0,11	0,10
2007	0,13	0,31	0,25	0,26	0,37	0,26	0,25	0,28	0,19	0,26	0,16	0,12
2008	0,12	0,20	0,29	0,36	0,26	0,22	0,22	0,37	0,27	0,21	0,17	0,12
2009	0,18	0,27	0,26	0,29	0,27	0,26	0,25	0,23	0,24	0,27	0,16	0,16
2010	0,16	0,29	0,24	0,25	0,29	0,28	0,24	0,30	0,21	0,19	0,16	0,17
2011	0,15	0,18	0,21	0,31	0,31	0,26	0,32	0,25	0,27	0,20	0,18	0,17
2012	0,16	0,18	0,24	0,28	0,33	0,23	0,24	0,23	0,20	0,23	0,16	0,16
2013	0,20	0,20	0,24	0,32	0,33	0,24	0,21	0,24	0,18	0,13	0,24	0,15
2014	0,19	0,18	0,24	0,25	0,24	0,20	0,24	0,26	0,22	0,20	0,16	0,17
2015	0,19	0,19	0,20	0,24	0,29	0,30	0,26	0,28	0,33	0,21	0,14	0,13
2016	0,16	0,17	0,19	0,22	0,27	0,24	0,21	0,25	0,17	0,19	0,13	0,12
2017	0,16	0,20	0,20	0,23	0,25	0,21	0,19	0,27	0,25	0,16	0,20	0,17
2018	0,16	0,26	0,30	0,23	0,33	0,24	0,22	0,22	0,21	0,29	0,18	0,14
2019	0,25	0,20	0,17	0,30	0,26	0,28	0,19	0,26	0,24	0,26	0,20	0,14
2020	0,16	0,19	0,24	0,00	0,24	0,22	0,22	0,20	0,19	0,27	0,23	0,19

Çalışmada elde edilen verilere göre 2000-2020 yılları arası yıllık aerosol optik derinlik ortalaması 0,22’ dir. En yüksek aerosol optik derinlik ortalaması 0,24 ile 2000, 2007, 2009, 2018 yıllarında görülmüştür. En düşük aerosol optik derinlik ortalaması ise 0,19 ile 2005 yılında görülmüştür. Şekil 4.17’de Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları ortalama aerosol optik derinlik grafiği gösterilmiştir. Çalışmada oluşturulan haritalar çözünürlük bakımından yeterli olmadığından ve görsel olarak anlamlı bir sonuç vermediğinden dolayı sadece grafik veriler ortaya konulmuştur.



Şekil 4.17. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları ortalama aerosol optik derinlik grafiği

4.6. Ozon Değerlerinin Analizi

Atmosferde, stratosfer tabakası içerisinde, yerden yaklaşık 19 ile 23.km’ler arasında bulunan ve maksimum olarak da 10 ppm ozon yoğunluğuna sahip olan katmana ozon tabakası denilmektedir. Atmosferdeki ozon miktarı arttıkça yer yüzeyine ulaşan ultraviyole radyasyon miktarı azalmaktadır. Buna karşılık, ozon miktarı azaldığında ise daha fazla UV-B radyasyon yeryüzüne ulaşmakta ve canlılar daha fazla zarar görmektedir dolayısıyla doğal alanlarda kayıplar yaşanmaktadır (http-13, 2017). Bu amaçla yapılan çalışmada 2000-2020 yılları arası ozon değerleri incelenmiştir.

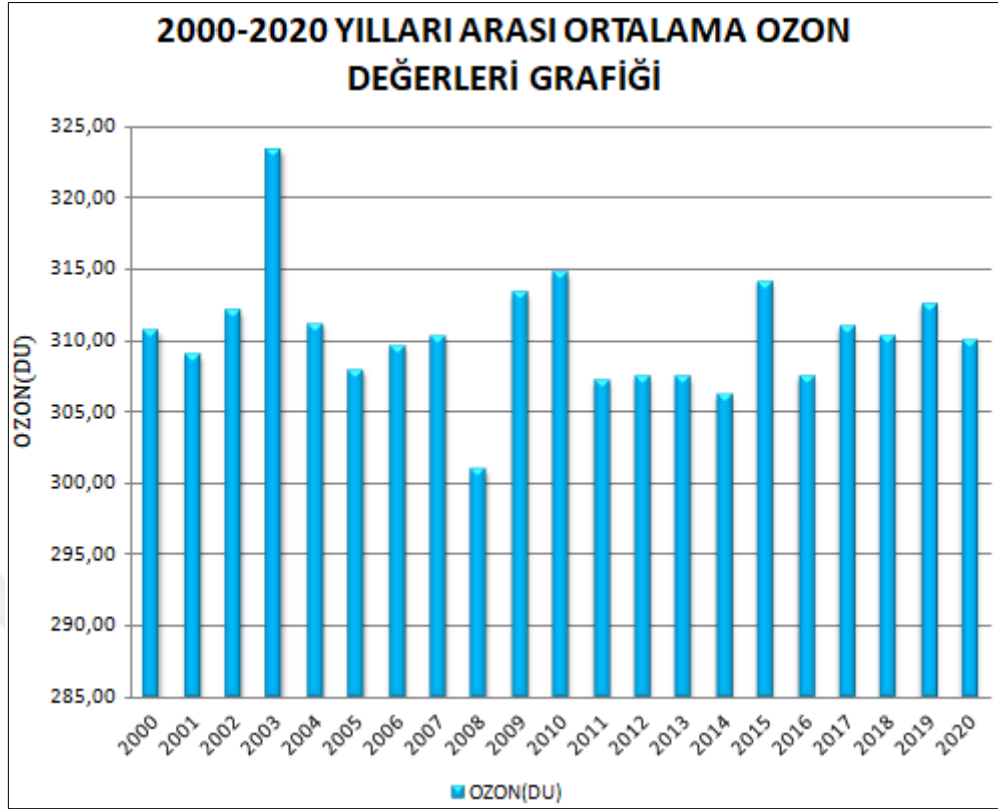
TOMS uydu gözlemleri ile yapılan toplam ozon ölçümlerine dayalı çok sayıda çalışmada, orta enlemlerde yaz mevsimine göre kış ve ilkbahar aylarında, toplam ozon miktarında daha büyük düşüş eğilimleri görülmüştür (Ekici, Eskioğlu, Yağan vd., 2017).

2000-2020 yılları arasında Akdeniz Bölgesi’nde görülen ozon değerleri Tablo 4.6’da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. *Elde edilen ozon değerleri*

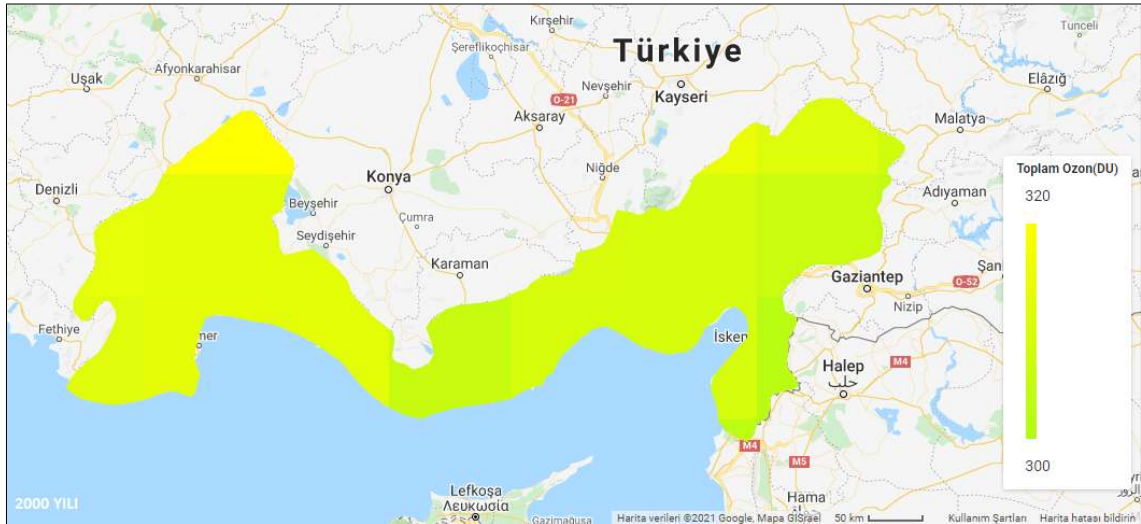
	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eylöl	ekim	kasım	aralık
2000	333,26	341,78	358,98	345,26	337,46	299,07	287,67	284,82	285,39	281,15	276,49	296,85
2001	307,87	342,13	326,00	343,22	338,29	298,43	290,85	287,98	282,32	281,04	291,12	317,88
2002	321,27	301,76	330,68	360,25	346,70	316,05	304,82	294,04	286,74	278,35	285,50	318,01
2003	321,67	377,36	385,60	364,78	347,48	318,91	299,14	292,01	287,37	285,85	292,05	307,48
2004	331,55	331,37	321,09	344,93	335,70	320,38	298,96	293,94	280,43	279,53	291,51	303,88
2005	318,07	337,22	341,85	341,46	336,92	316,11	292,05	283,12	275,28	279,21	282,45	290,34
2006	321,94	324,66	351,10	333,39	333,83	302,00	293,30	281,49	279,67	290,68	299,37	302,87
2007	317,72	338,89	353,88	369,66	325,77	311,38	289,95	278,23	271,08	282,30	287,19	296,78
2008	313,48	327,61	317,40	317,21	334,72	306,92	292,19	271,72	270,39	282,14	282,42	295,06
2009	314,92	338,02	362,36	356,82	334,08	316,10	298,13	281,96	288,47	277,51	280,96	310,11
2010	328,87	347,53	343,34	370,78	348,34	325,47	297,95	282,88	287,87	283,92	263,92	295,27
2011	332,67	338,53	342,96	351,55	328,00	304,32	287,18	274,44	272,50	272,55	290,75	289,71
2012	329,87	332,79	357,13	324,36	332,24	305,37	294,61	280,38	268,64	279,57	285,75	298,09
2013	324,81	312,78	323,03	344,62	326,97	311,70	295,73	281,01	283,26	287,56	277,94	319,32
2014	316,66	321,80	334,05	339,49	334,71	317,58	292,93	277,38	275,69	285,70	286,19	291,77
2015	329,09	351,63	341,26	363,81	338,32	316,63	293,47	286,01	269,84	286,98	286,21	305,77
2016	322,92	322,64	344,79	331,27	335,69	297,21	289,06	284,77	271,98	272,27	281,97	335,50
2017	343,77	348,98	348,07	344,30	334,00	315,21	293,71	275,07	264,00	274,61	306,58	283,45
2018	338,27	333,34	331,45	345,52	333,53	314,01	293,08	281,24	280,49	280,28	288,01	304,62
2019	322,56	332,76	337,21	356,72	326,96	309,17	298,74	291,35	287,99	283,79	284,11	318,09
2020	346,48	342,21	348,81	351,26	321,18	308,17	285,64	287,59	276,73	269,51	285,40	296,46

2000-2020 yılları arası yıllık ozon ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek değer 322,69 ile 2003 yılında görölmüştür. En düşük ozon ortalaması ise 303,24 ile 2008 yılında görölmüştür. Şekil 4.18’ de Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları ortalama ozon grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları ortalama ozon grafiği

Çalışmada 2000 yılı ortalama ozon değeri 310,68 ‘ dir. Google Earth Engine ile elde edilen 2000 yılına ait toplam ortalama ozon haritası Şekil 4.19’ da gösterilmiştir.



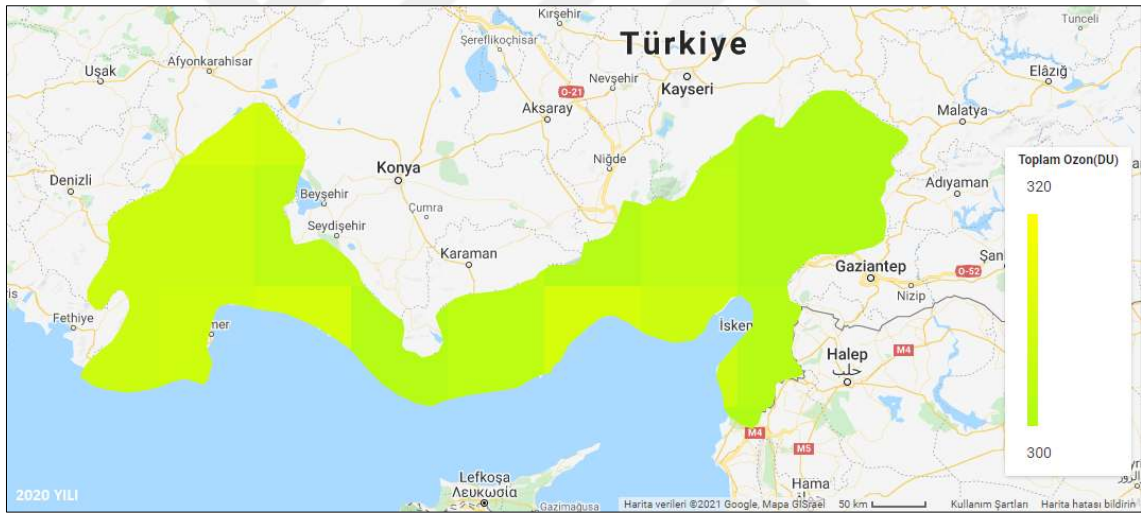
Şekil 4.19. 2000 yılı toplam ortalama ozon haritası

Çalışmada 2010 yılı ortalama ozon değeri 314,68 ‘ dir ve 2000 yılına kıyasla yükselme görülmektedir. Google Earth Engine ile elde edilen 2010 yılına ait toplam ortalama ozon haritası Şekil 4.20’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.20. 2010 yılı toplam ortalama ozon haritası

Çalışmada 2020 yılı ortalama ozon değeri 309,95 ‘ dir ve 2000 ve 2010 yıllarına yılına kıyasla düşüş görülmektedir. Google Earth Engine ile elde edilen 2020 yılına ait toplam ortalama ozon haritası Şekil 4.21’de gösterilmiştir.



Şekil 4.21. 2020 yılı toplam ortalama ozon haritası

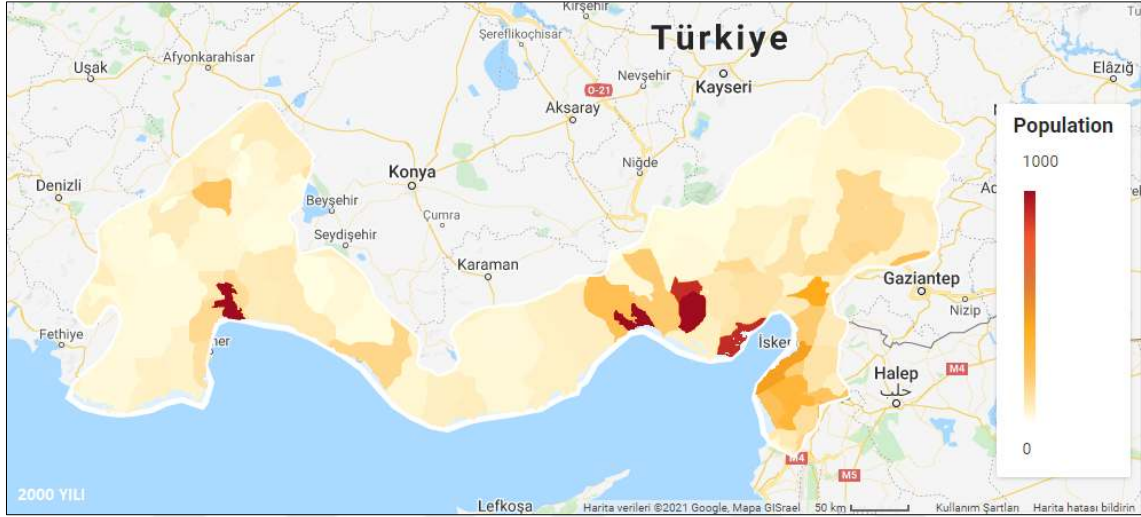
4.7. Nüfus Verilerinin Analizi

Türkiye’de son 50 yılda yaşanan köyden kente göç olgusuyla birlikte demografik yapıda önemli değişimler olmaktadır. 2025 yılında kent nüfus oranının %88,8’e çıkması beklenmektedir. Özellikle yüksek oranda alınan göçlerle birlikte kentsel alanlarda yaşayan insanların oranındaki artış kentleşme olarak tanımlanmaktadır (Atmış ve Günşen, 2016).

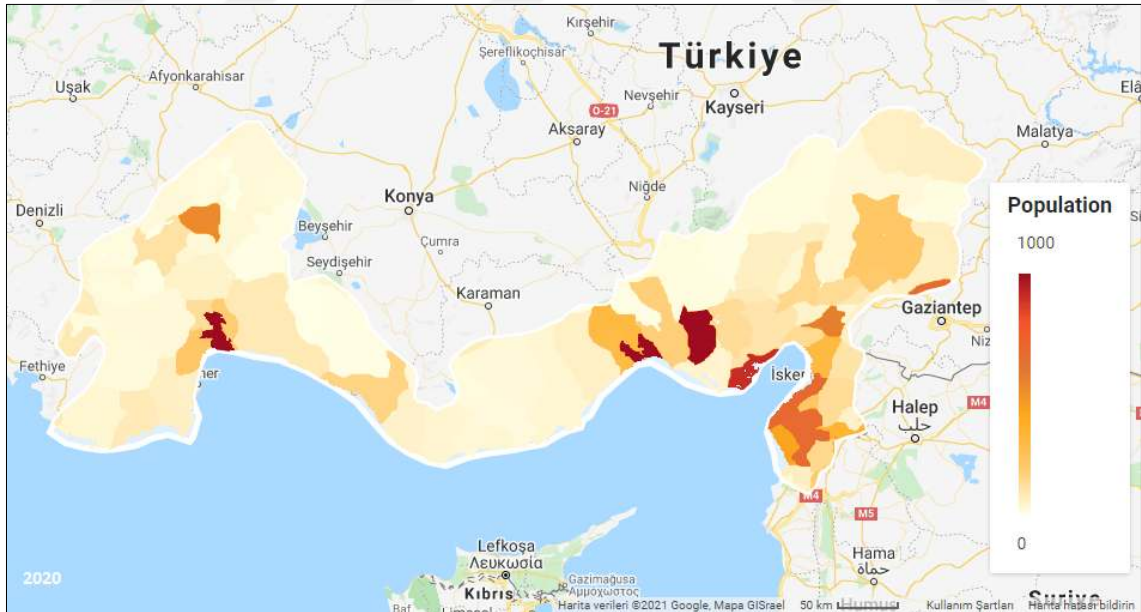
Nüfus artışı beraberinde çok sayıda olumsuzluk getirecektir. İklim, çevre, atmosfer gibi çok sayıda faktör üzerinde olumsuzluklar doğuracaktır. Bu amaçla çalışmada

Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları arası nüfus verileri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen verilere göre nüfusun sürekli artma eğiliminde olduğu görülmektedir. 2000-2020 yılları arası nüfus verileri gösterilmiştir. Nüfus verileri Türkiye İstatistik Kurumu nüfus sayım verilerinden elde edilmiştir. (Şekil 4.24)

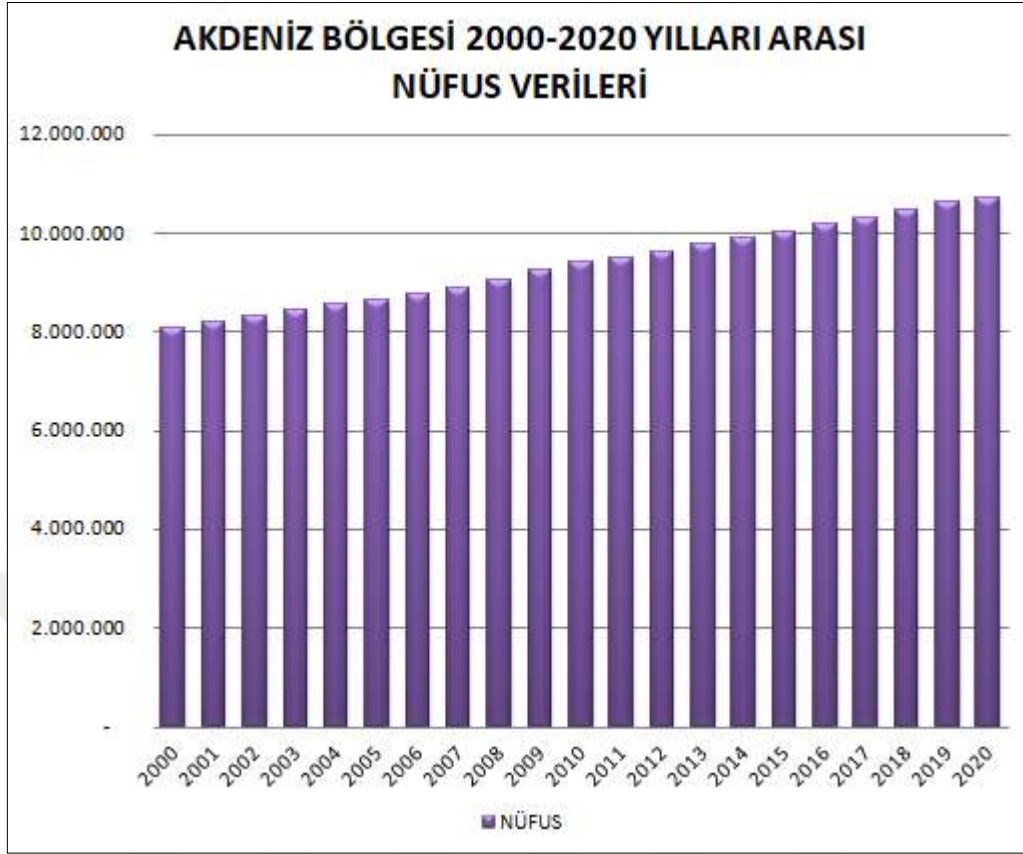
2000 ve 2000 yıllarına ait popülasyon haritası Şekil 4.22' ve Şekil 4.23' te gösterilmiştir.



Şekil 4.22. 2000 yılı popülasyon haritası



Şekil 4.23. 2020 yılı popülasyon haritası

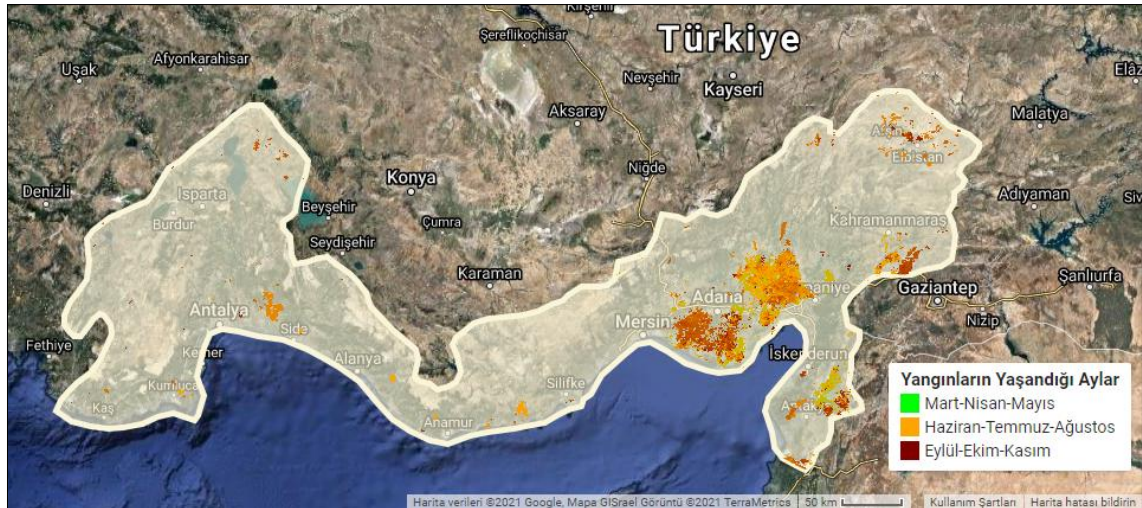


Şekil 4.24. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları nüfus grafiği

4.8. NBR İndeksi İle Orman Yangınlarının Analizi ve Yanan Alanların Tespiti

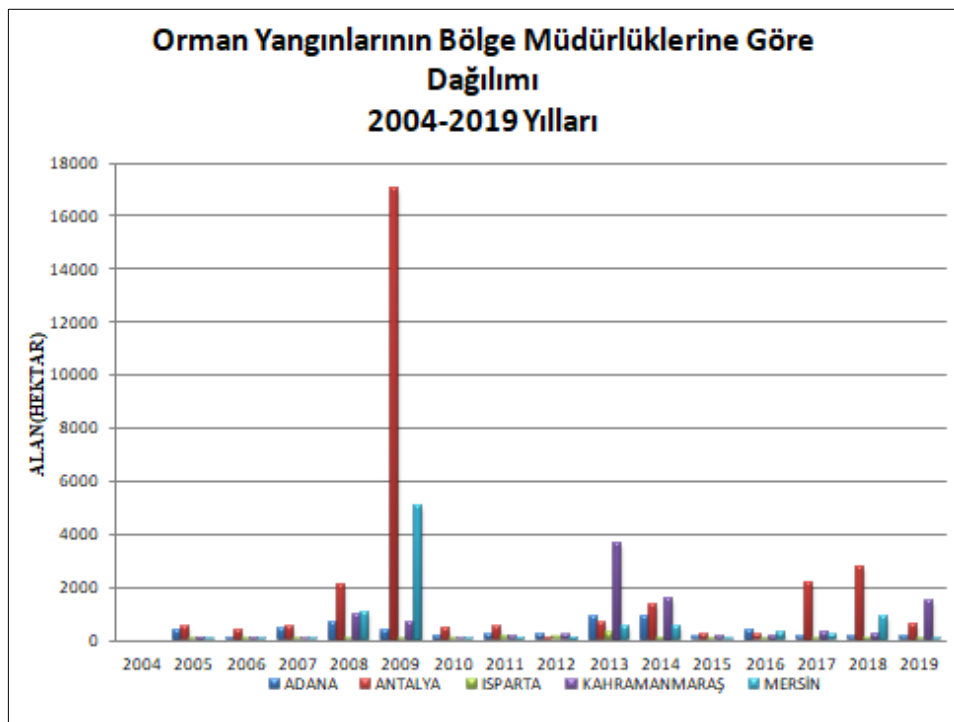
Normalize Yanma Oranı (NBR), büyük yangın bölgelerindeki yanmış alanları vurgulamak için tasarlanmış bir indekstir. Çalışmada yanan alanların tespiti için görüntülerden elde edilen yangın öncesi ve sonrası NBR arasındaki fark alınarak dNBR indeksi hesaplanmıştır. dNBR yanma şiddetini ifade eder ve bölgede yangın sonrası değişimleri gözlemek için kullanılır.

Çalışmada öncelikle Google Earth Engine ile aylara göre orman yangınlarının yaşandığı alanlar ve tarihler tespit edilmiştir (Şekil 4.25).



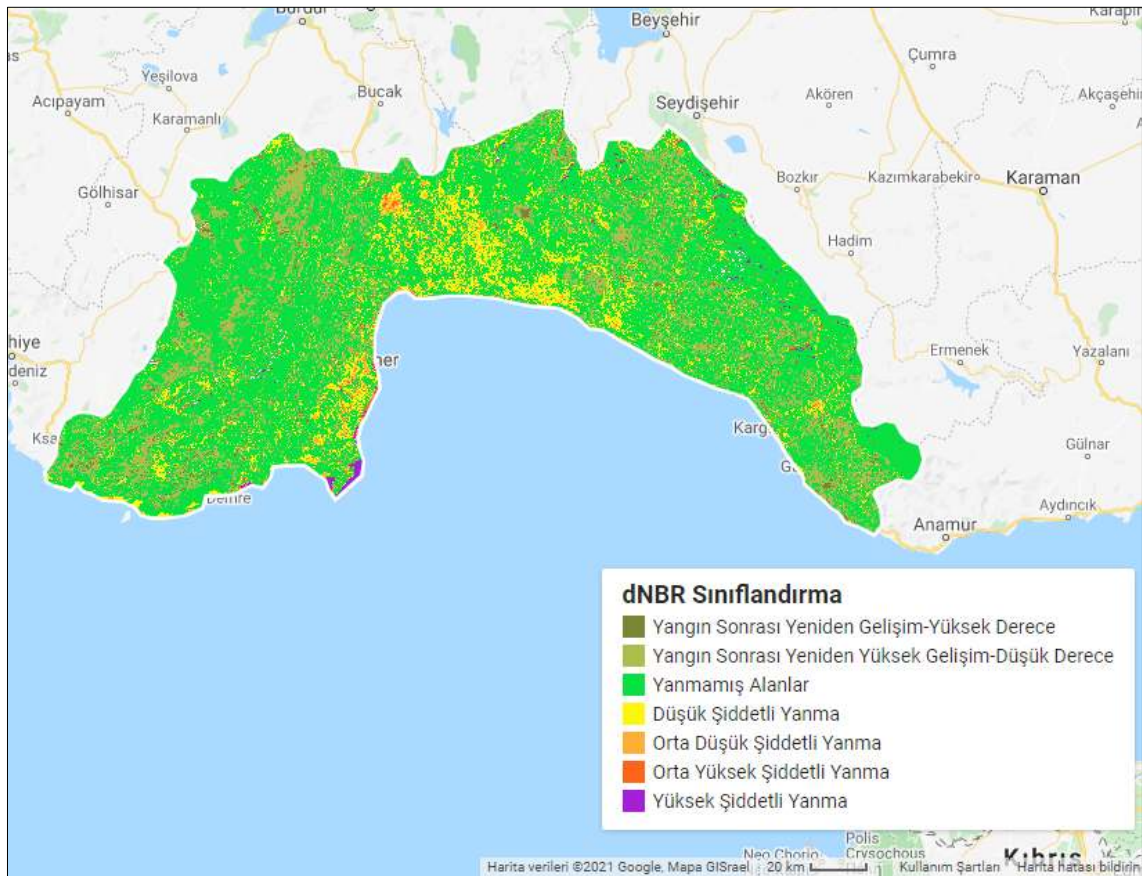
2000-2020 yılları arası yaşanan orman yangınlarına bakıldığında yangınların büyük çoğunluğu yaz aylarında yaşanmıştır.

Yapılan çalışmada 2000-2020 yılları arası yaşanan orman yangınlarında yaklaşık 60000 hektar alan yanmıştır. Akdeniz Bölgesi'nde yaşanan orman yangınlarında en büyük kayıp 2008 yılında yaşanmıştır. Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre 2004-2019 yılları arasında yaşanan orman yangınlarının bölge müdürlüklerine alan olarak dağılımı Şekil 4.26'da gösterilmiştir.



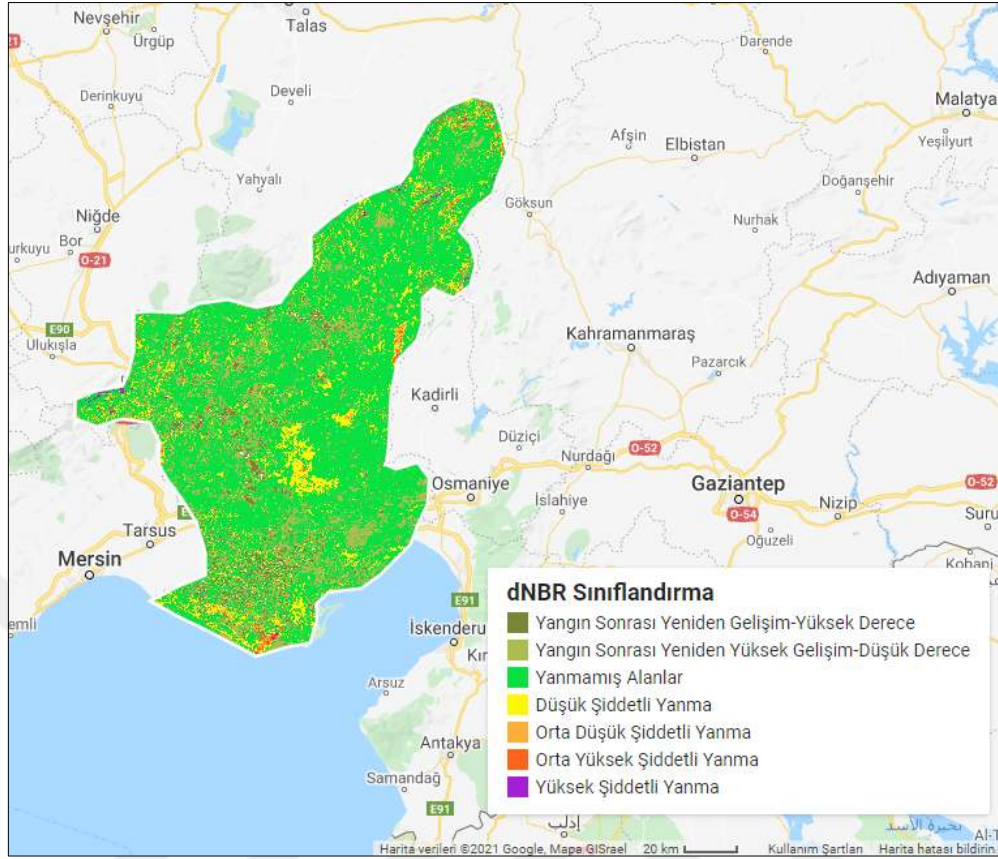
Yapılan çalışma ve Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre yangınların en sık yaşandığı iller Antalya, Adana, Mersin, Kahramanmaraş' dır. Yangınların en sık yaşandığı bu illere ait dNBR haritaları oluşturularak yangın sonrası değişimleri gözlenmiştir.

Antalya Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre Antalya' da yaşanan orman yangınlarında 2004-2019 yılları arasında 29745 hektar alan kaybedilmiştir. En büyük kayıp 1726 hektar alan ile 2008 yılında gerçekleşen yangında yaşanmıştır. Şekil 4.27' de Antalya iline ait dNBR indeksi ile oluşturulan harita gösterilmiştir.

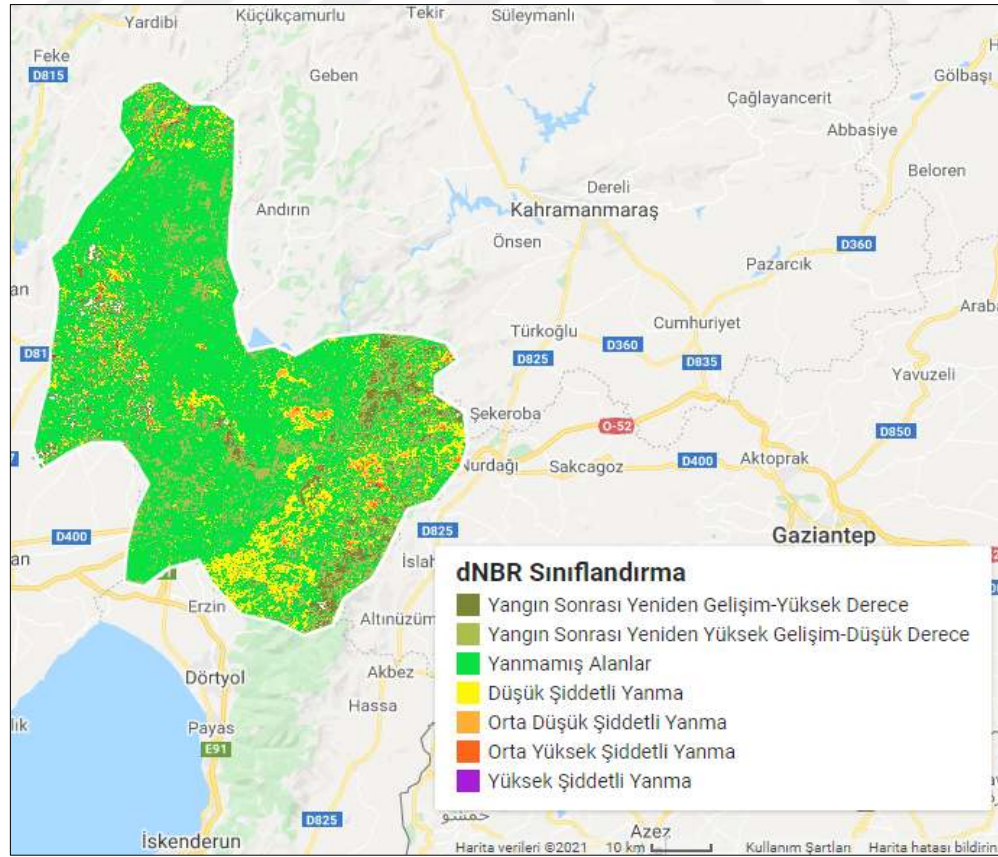


Şekil 4.27. Antalya dNBR haritası

Adana Orman Bölge Müdürlüğü verilerine göre Osmaniye ve Adana' da yaşanan orman yangınlarında 2004-2019 yılları arasında 5695 hektar alan kaybedilmiştir. En büyük kayıp 916 hektar alan ile 2013 yılında gerçekleşen yangında yaşanmıştır. Şekil 4.28, Şekil 4.29' da Adana ve Osmaniye illerine ait dNBR indeksi ile oluşturulan harita gösterilmiştir.

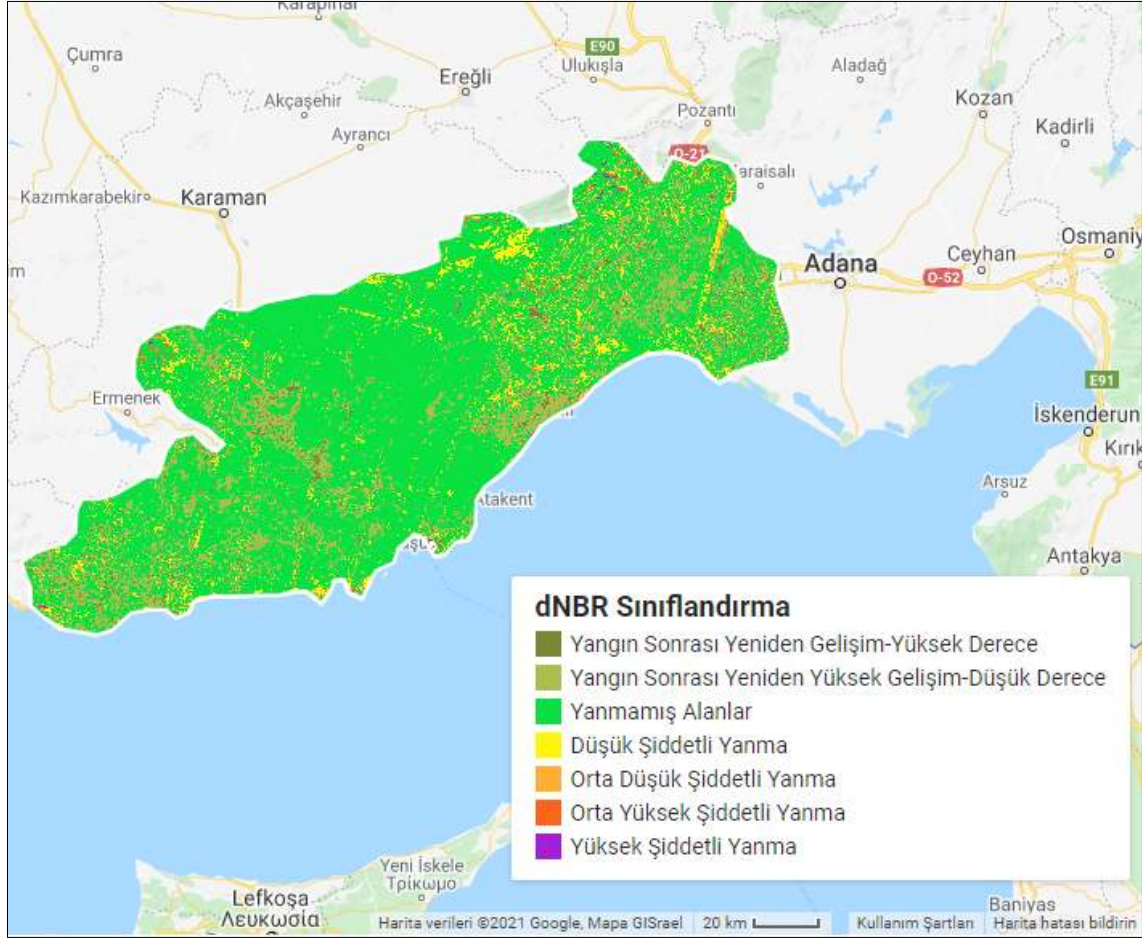


Şekil 4.28. Adana dNBR haritası



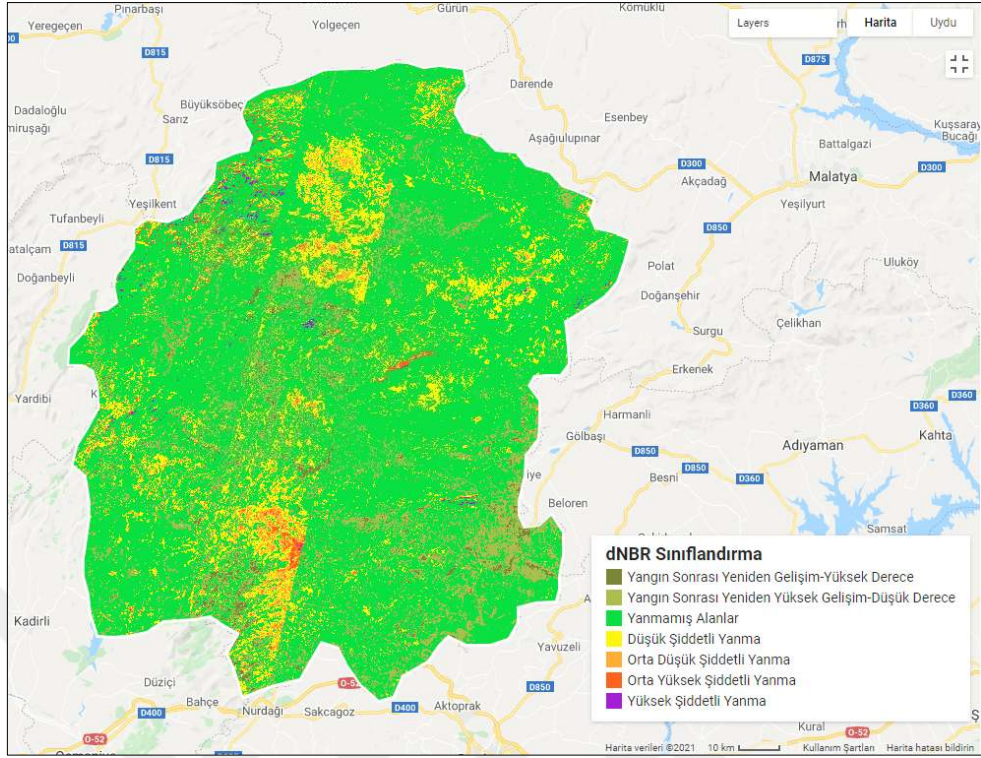
Şekil 4.29. Osmaniye dNBR haritası

Mersin Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre Mersin’ de yaşanan orman yangınlarında 2004-2019 yılları arasında 9431 hektar alan kaybedilmiştir. En büyük kayıp 5080 hektar alan ile 2008 yılında gerçekleşen yangında yaşanmıştır. Şekil 4.30’da Mersin iline ait dNBR indeksi ile oluşturulan harita gösterilmiştir.

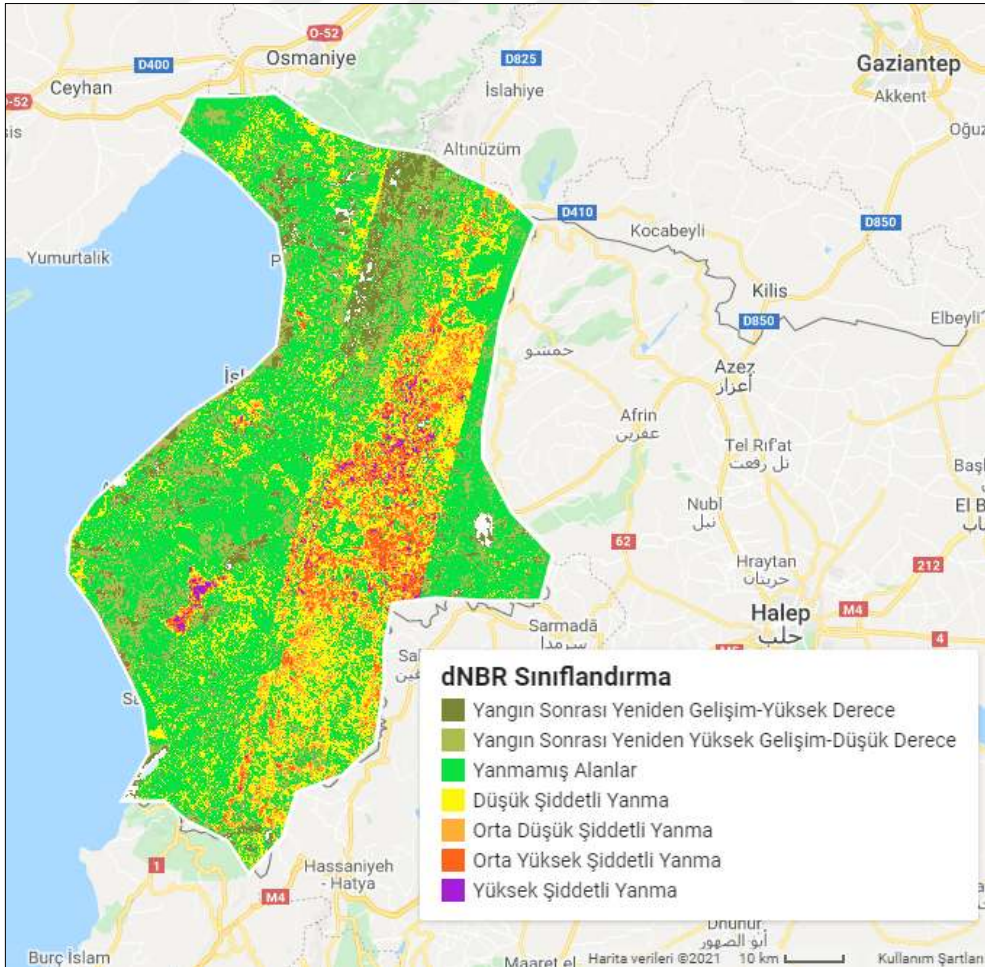


Şekil 4.30. Mersin dNBR haritası

Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü verilerine göre Kahramanmaraş ve Hatay’ da yaşanan orman yangınlarında 2004-2019 yılları arasında 10631 hektar alan kaybedilmiştir. En büyük kayıp 3669 hektar alan ile 2013 yılında gerçekleşen yangında yaşanmıştır. Şekil 4.31, Şekil 4.32’ de Kahramanmaraş ve Hatay illerine ait dNBR indeksi ile oluşturulan harita gösterilmiştir.



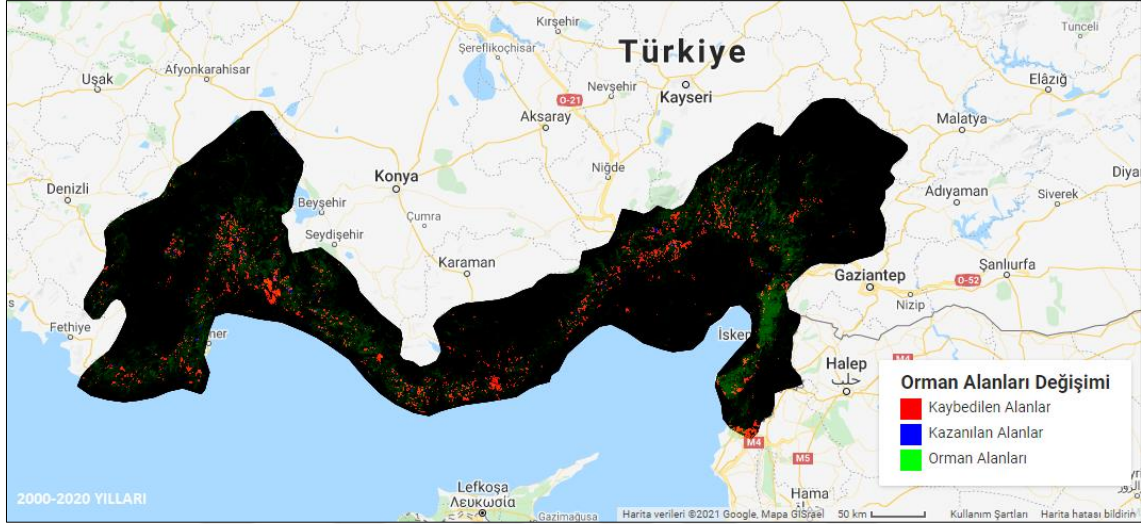
Şekil 4.31. Kahramanmaraş dNBR haritası



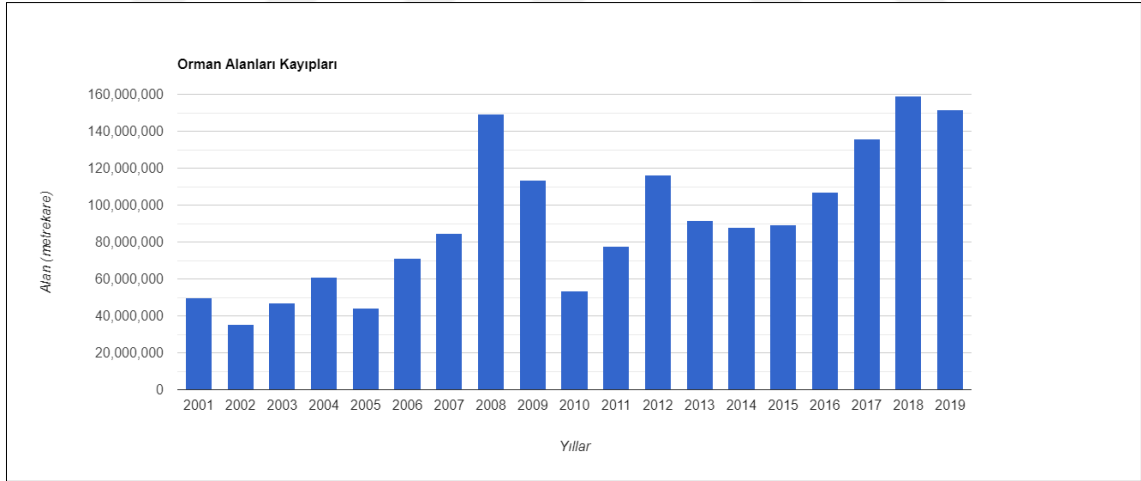
Şekil 4.32. Hatay dNBR haritası

4.9. Orman Alanları Kayıpları Analizi

Orman kayıplarının analizi için Hansen Küresel Orman Değişimi çalışmasından yararlanılmıştır. Çalışmada Landsat görüntüleri kullanılarak zaman serisi analizi ile orman alanlarındaki değişimler incelenmiştir. Şekil 4.16'da Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları arası orman kayıpları grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.35. Akdeniz Bölgesi 2000-2019 yılları arası orman alanları değişim haritası



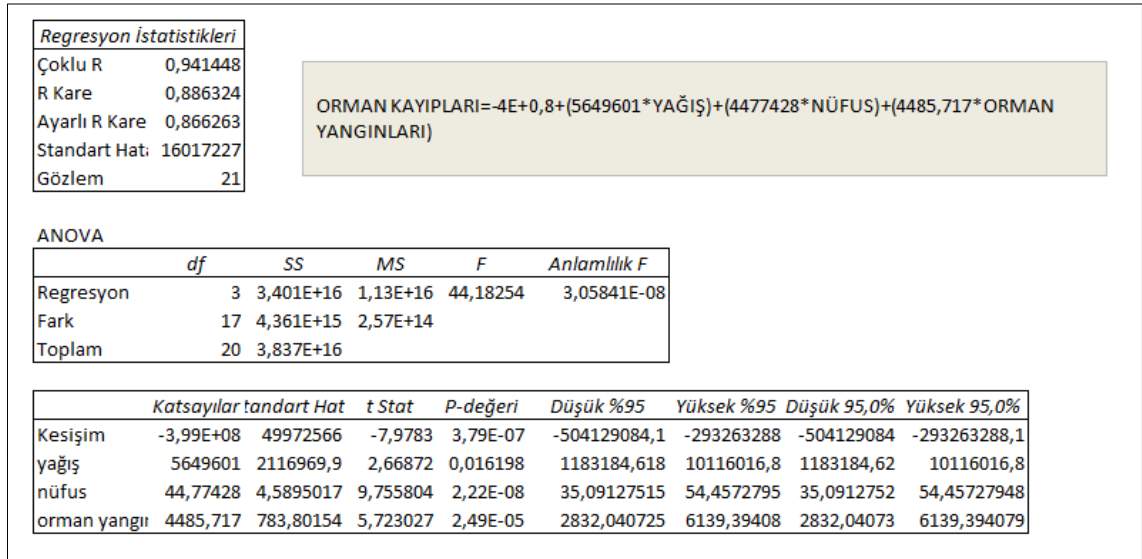
Şekil 4.36. Akdeniz Bölgesi 2000-2020 yılları orman kayıpları grafiği

4.10. Çoklu Regresyon Analizi

Çalışmada 2000-2020 yılları arası NDVI, yağış, sıcaklık, kara yüzeyi sıcaklığı, aerosol optik derinliği, ozon, nüfus, arazi kullanımı, orman kayıpları verileri analiz edilerek sonuçları değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçların orman kayıplarına etkisi araştırılması için çoklu regresyon istatistik modeli kullanılmıştır. Çoklu regresyon analizi için, bağımsız değişkenler NDVI

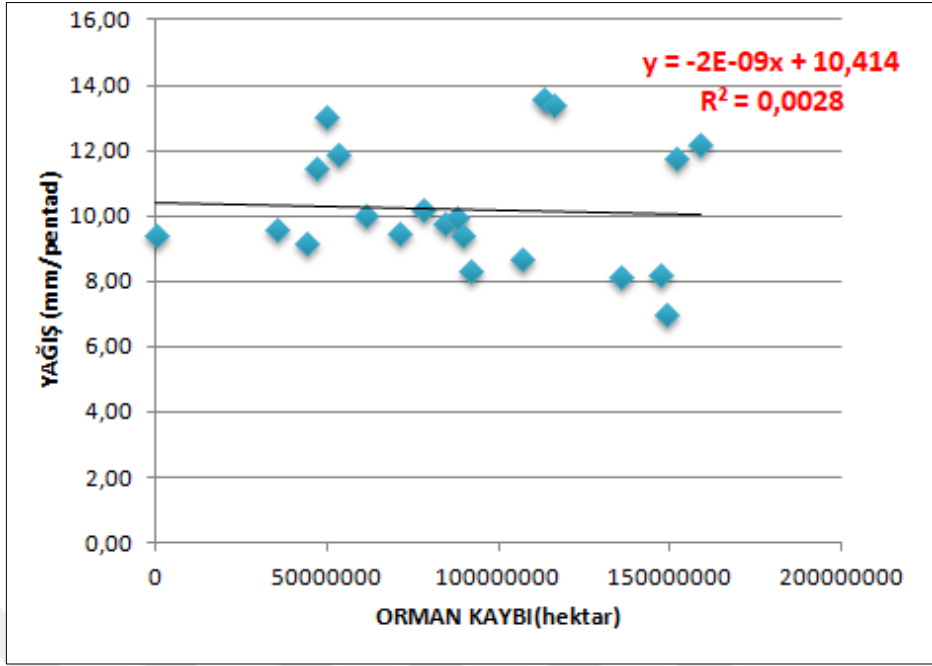
değerleri, yağış, sıcaklık, kara yüzeyi sıcaklığı, aerosol optik derinliği, ozon, nüfus, arazi kullanımı, bağımlı değişken orman kayıpları olarak hesaplanmıştır. (Şekil 4.37).



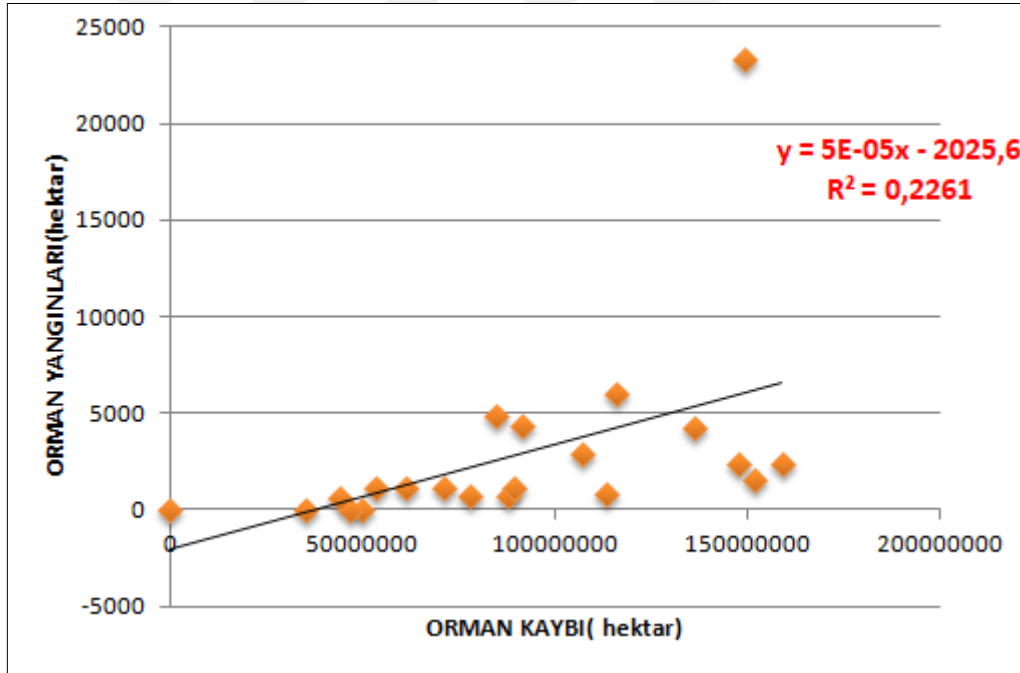
Şekil 4.37. Regresyon sonuçları

Çoklu regresyon sonuçları değerlendirildiğinde veriler arası anlamlılığa bakıldığında sonuçlar istatistiksel anlamlılık olduğunu göstermektedir. Çalışma sonuçlarına göre öngörülen orman kayıpları gerçekleşen kayıplarla orantılı sonuç vermektedir.

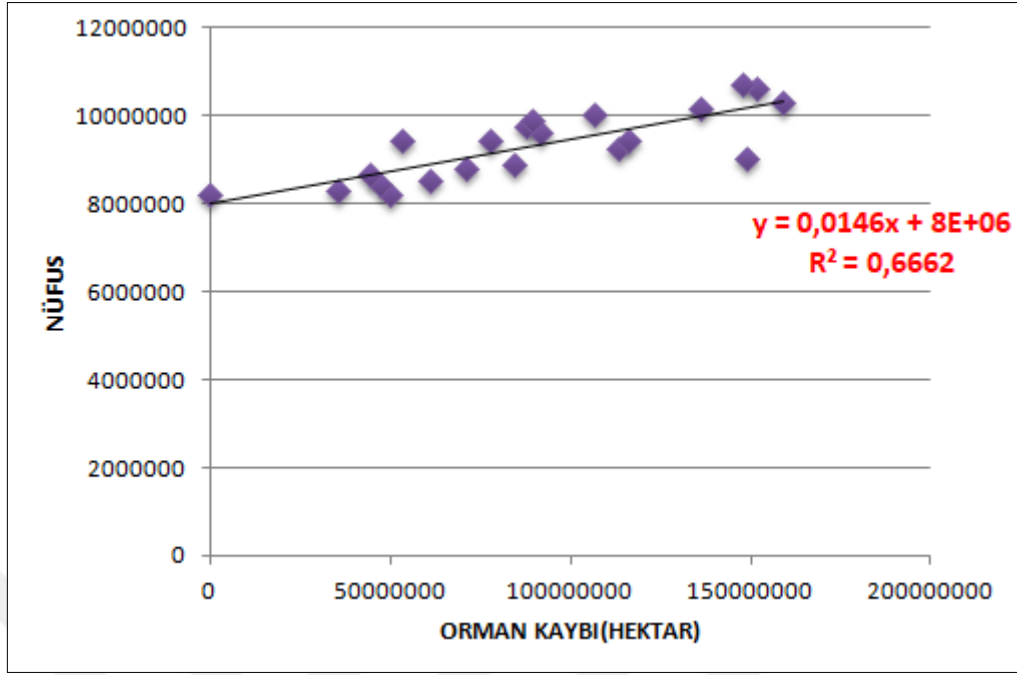
Çoklu regresyon analizinde, orman kayıpları bağımlı değişkeni ile NDVI, sıcaklık, kara yüzey sıcaklığı, aerosol, ozon, orman yangınları bağımsız değişkenleri arasında ilişkiler incelenmiştir. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan regresyon analizi sonucunda bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni etkileme oranı %89 olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak bütün bağımsız değişkenlerin önemli ölçüde etkilediği görülmektedir. Her bir verinin bağımlı değişkene etkileri ayrı ayrı incelendiğinde bağımlı değişkeni önemli ölçüde etkileyen değişkenlerin sırasıyla yağış, orman yangınları, nüfus olduğu görülmektedir. Sırasıyla Şekil 4.39, Şekil 40 ve Şekil 41’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.38. Yağış orman alanı kayıpları ilişkisi



Şekil 4.39. Orman yangınları orman alanı kayıpları ilişkisi

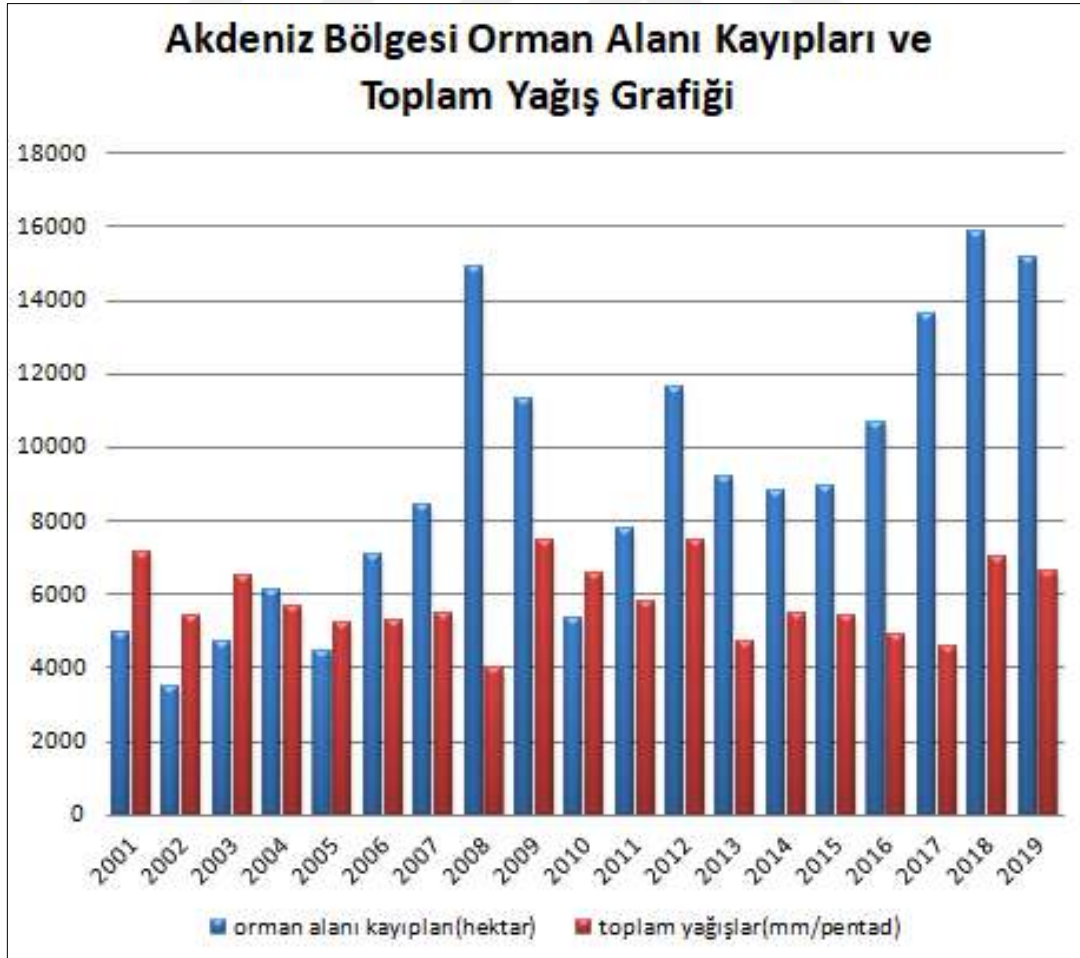


Şekil 4.40. Nüfus orman alanı kayıpları ilişkisi

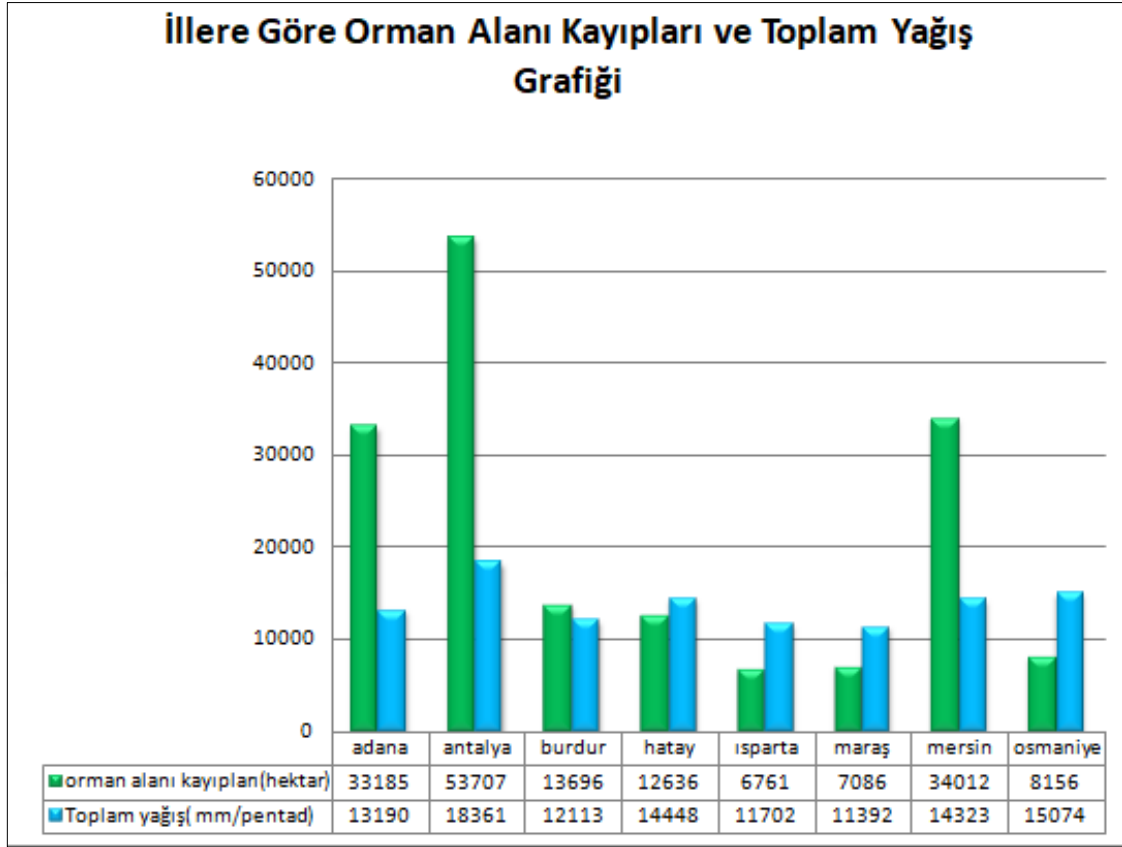
5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma kapsamında Akdeniz Bölgesi'nde arazi değişimlerinden orman kayıpları çok yönlü incelenmiş olup bu kayıplara etki edebilecek çok sayıda kriter Google Earth Engine veri setleri ve kod editör aracılığı ile analiz edilerek değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında 2000-2020 yılları arası NDVI, yağış, sıcaklık, kara yüzey sıcaklığı, aerosol optik derinliği, ozon, nüfus, orman kayıpları verileri hesaplanarak veriler arasında çoklu regresyon ile analiz yapılmıştır. NDVI, yağış, sıcaklık, kara yüzey sıcaklığı, aerosol optik derinliği, ozon, nüfus ve orman yangınları bağımsız değişkenlerinin bağımlı değişken olan orman kayıplarına etkisi araştırılmıştır. Regresyon sonuçları incelendiğinde yağış, orman yangınları ve nüfus verilerinin orman kayıplarına etkisinin yüksek olduğu gözlenmektedir.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde yağışları orman kayıplarında etkisinin olduğu gözlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda karşılaştırma grafikleri Şekil 5.1, Şekil 5.2' de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Akdeniz Bölgesi orman kayıpları ve yağış grafiği

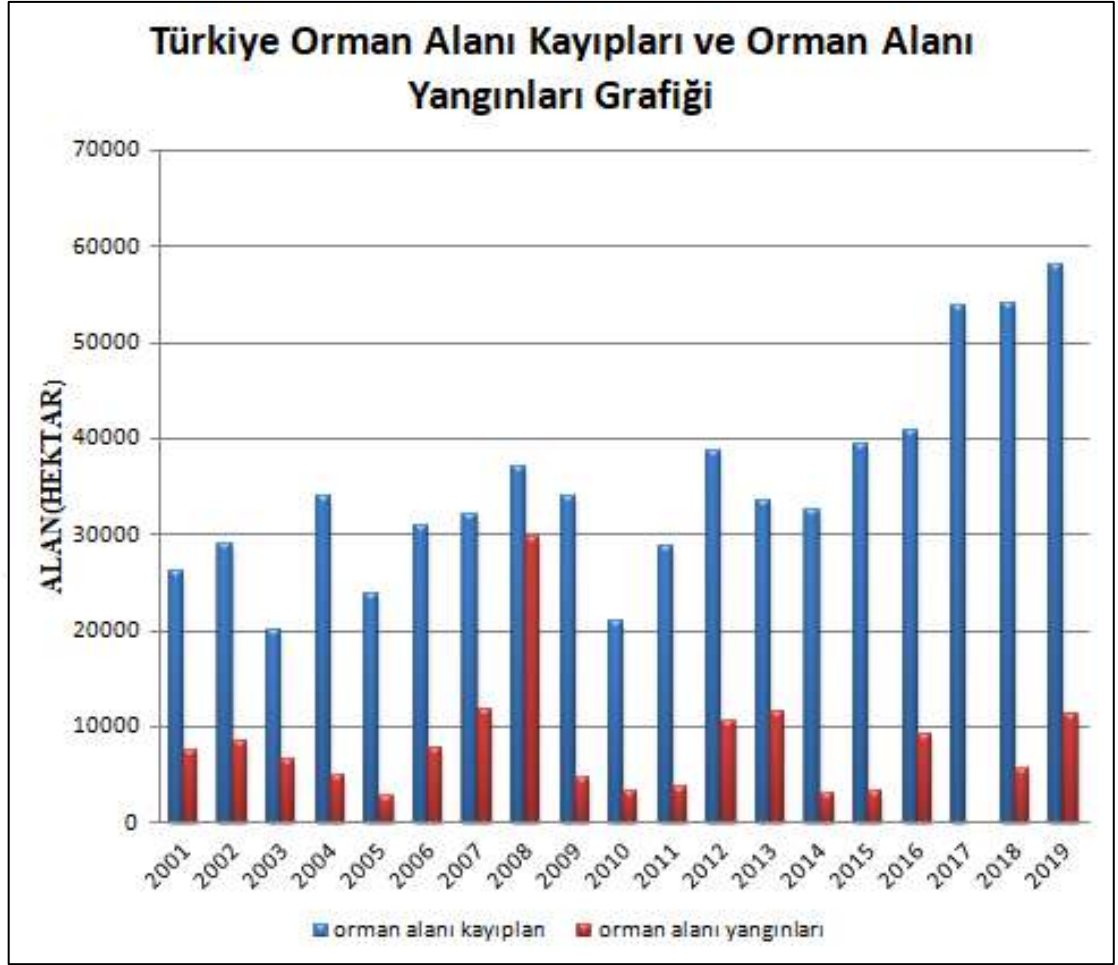


Şekil 5.2. Akdeniz Bölgesi illere göre orman kayıpları ve yağış grafiği

Orman alanlarında yaşanan kayıpların en önemli sebeplerinden birisi de orman yangınlarıdır. Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre Türkiye’ de 1988 yılından 2019 yılına kadar toplam 66168 adet yangın çıkmıştır ve 324831 hektar alan yanmıştır. Çıkan yangınların büyük bir kısmı Ege ve Akdeniz Bölgeleri’ nde yoğunlaşmaktadır. Yangınlarda en fazla kayıplar sırasıyla 1994, 2008, 2000 yıllarında yaşanmıştır. Türkiye’ de yaşanan orman yangınlarının yaklaşık %40 ‘ ı Akdeniz Bölgesin’ de yaşanmıştır.

Türkiye’ de 2000-2020 yılları arasında orman alanları kayıplarının %21’ini orman yangınlarında kaybedilen alanlar oluşturmaktadır. En fazla orman kaybı 2019 yılında yaşanmıştır 11332 hektar alan orman yangınlarıyla kaybedilmek üzere toplamda 58011 hektar orman alanı kaybedilmiştir.

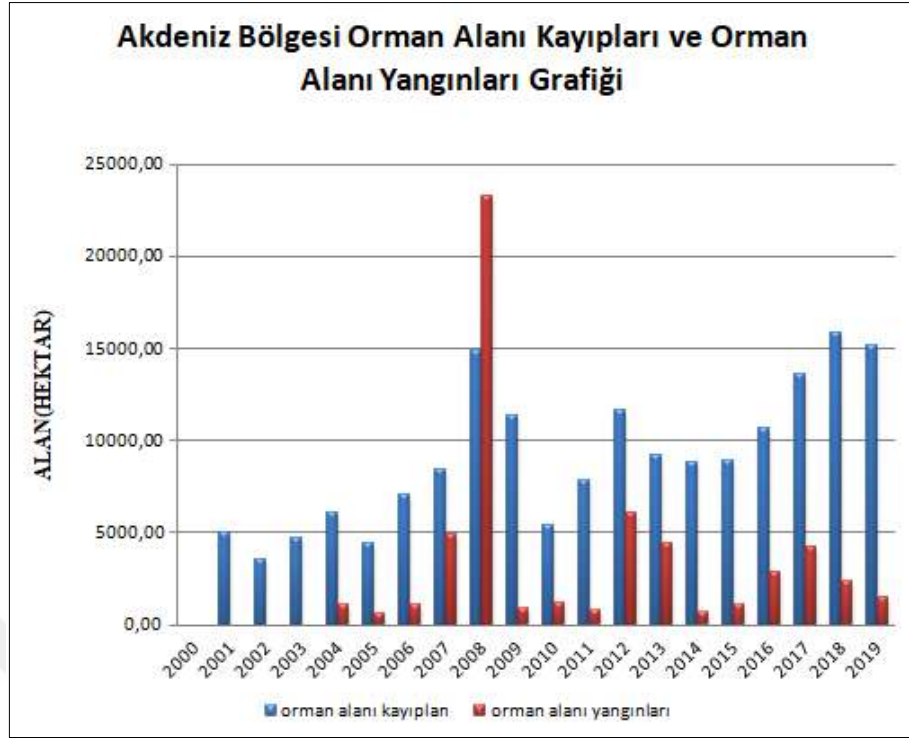
Şekil 5.3’ te Türkiye orman alanı kayıpları ile orman alanı yangınları karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 5.3. Türkiye orman alanı kayıpları orman alanı yangınları oranı

Akdeniz Bölgesi’ de yaşanan orman alanı kayıplarının %32’ sini orman alanı yangınları oluşturmaktadır. En fazla orman kaybı 2018 yılında yaşanmıştır 4193 hektar alan orman yangınlarıyla kaybedilmek üzere toplamda 15894 hektar orman alanı kaybedilmiştir.

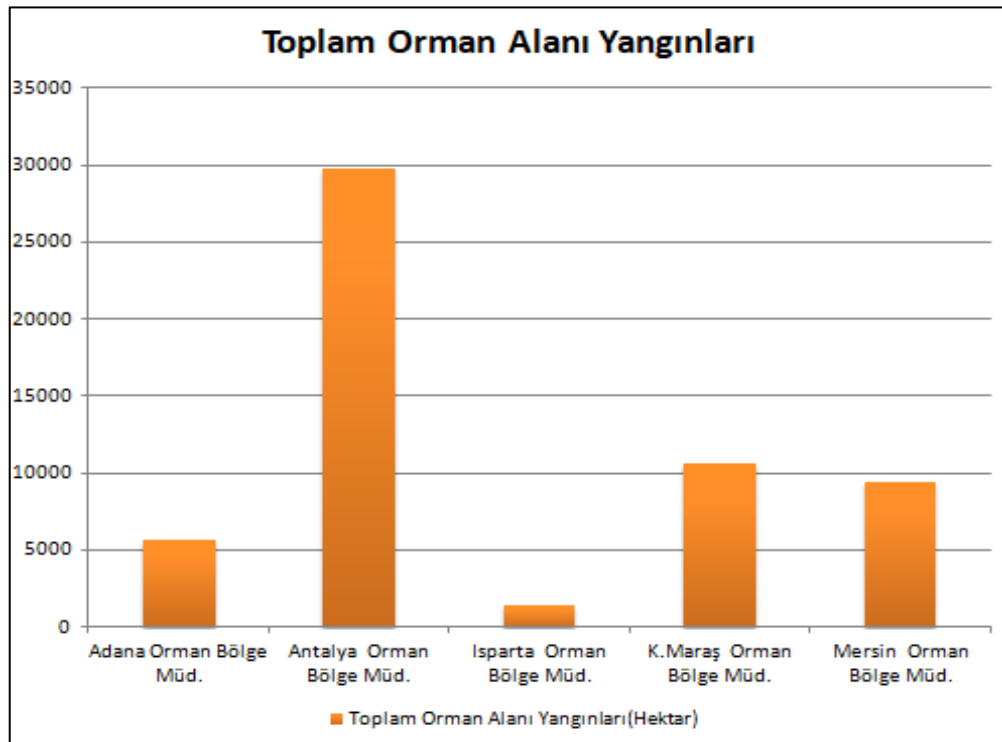
Şekil 5.4’ te Akdeniz Bölgesi orman alanı kayıpları ile orman alanı yangınları karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 5.4. Akdeniz Bölgesi orman alanı kayıpları orman alanı yangınları oranı

Çalışmada Orman Bölge Müdürlüğü orman yangınları verilerine göre 2004-2020 yılları arasında yangınlar sebebiyle en büyük kayıp 29745 hektar ile Antalya’ da görülmüştür.

Şekil 5.5’ te Orman Bölge Müdürlüğü orman yangınları verileri gösterilmiştir.

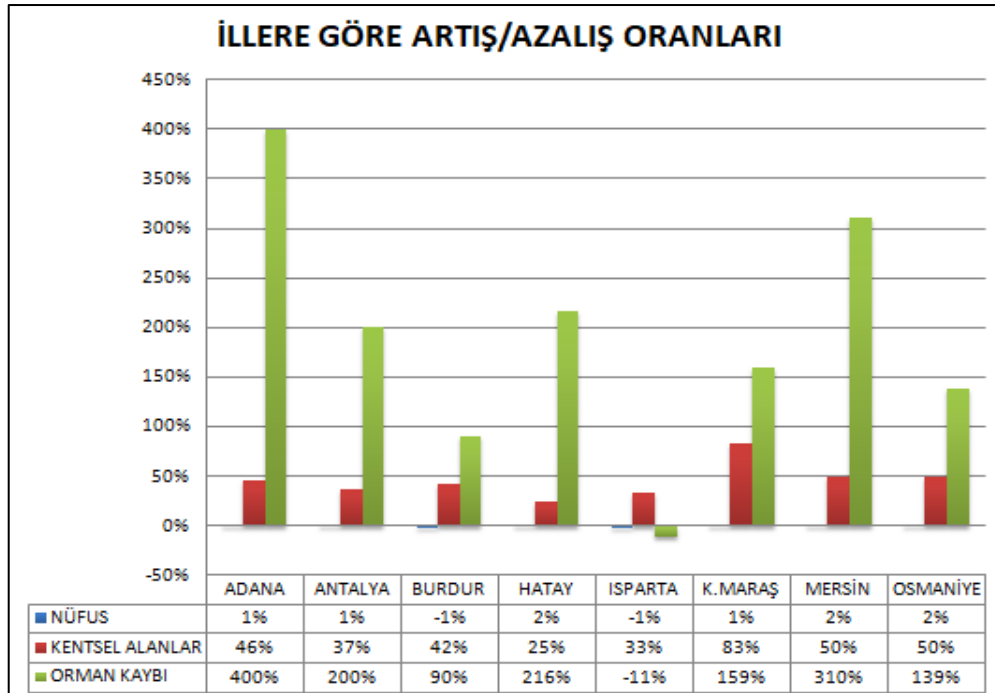


Şekil 5.5. Akdeniz Bölgesi toplam orman alanı yangınları

Çalışma sonuçlarına göre orman yangınlarının en çok yaşandığı yıl 2008 yılıdır. 2008 yılında yaklaşık 5000 hektar alanda yangın yaşanmış ve 14767 hektar orman alanı kaybedilmiştir. Orman alanı kayıplarının en çok yaşandığı yıl ise 2018 yılıdır. 2018 yılında 15911 hektar orman alanı kaybedilirken yaklaşık 4000 hektar alanda orman yangını yaşanmıştır. Bu verilere dayanarak orman alanı kayıplarında orman yangınlarının etkisi ortadadır.

Son yıllarda Corine verilerine bakıldığında Akdeniz Bölgesi'nde 2000 yılında yapay alanlar %1, orman alanları %61 oranına sahipken 2018 yılında ise yapay alanlar %2, orman alanları %60 oranına sahiptir.

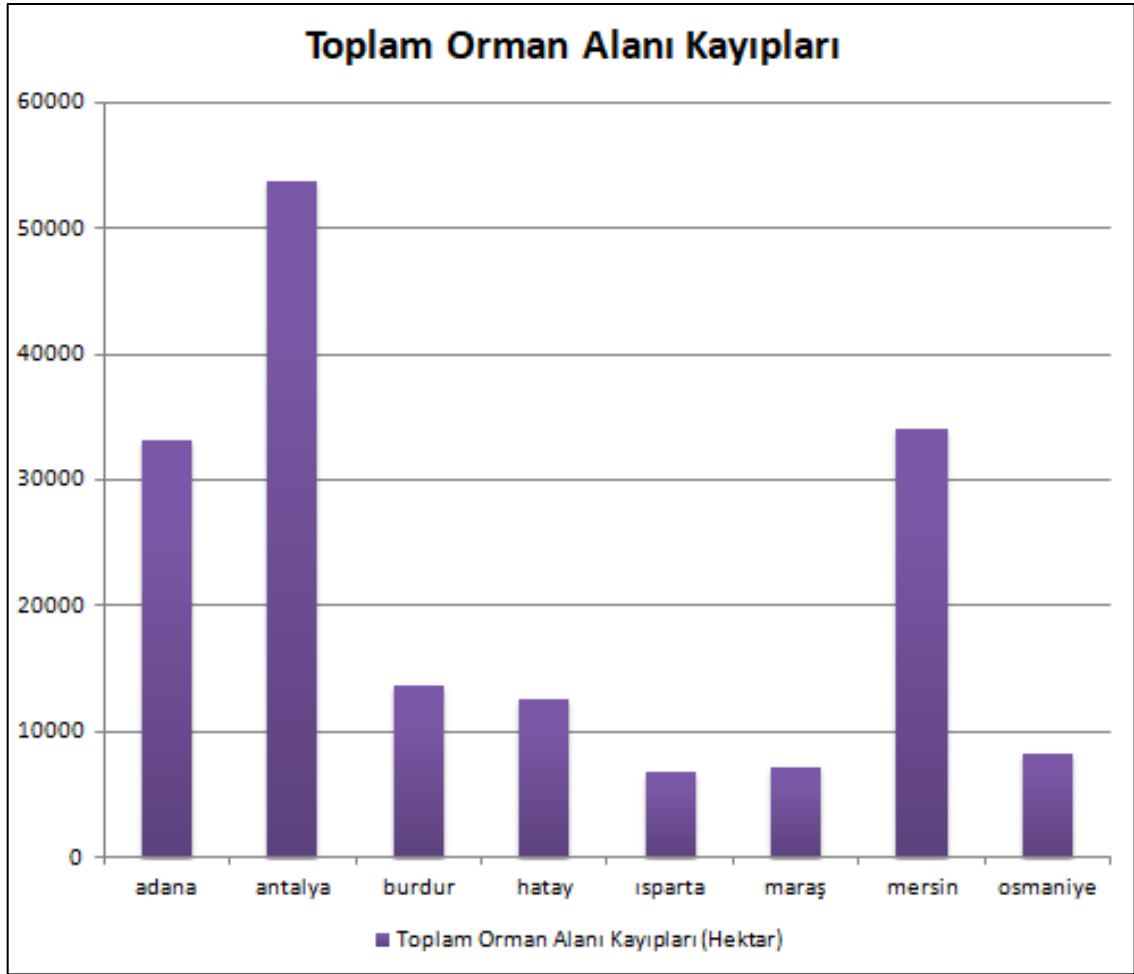
Çalışma sonucunda nüfusun etkisi orman kayıplarında insan faktörünün önemini göstermektedir. Nüfus artışı paralelinde kentsel alanların büyümesini beraberinde doğal alanlarda kayıpları da getirmektedir. Kentsel alanların artışı sanayileşme beraberinde birçok sorunu da getirmektedir. Dolayısıyla bu artışlar atmosferdeki solunabilir hava kalitesinin düşmesine dolayısıyla iklim üzerinde olumsuz yönde etkiye sebep olmaktadır. Son yıllarda gerçekleşen orman yangınları, sel, heyelan gibi olaylar değerlendirildiğinde bu olaylara iklimlerdeki değişimlerin yol açtığı görülmektedir. Kentsel alanlardaki artışın doğal alanlardaki azalışa neden olması kontrol altına alınmalıdır. Çalışmada elde edilen verilere göre son 20 yılda nüfus, kentsel alan ve orman alanı kayıplarındaki artış azalış oranları Şekil 5.6' de gösterilmiştir.



Şekil 5.6. İllere göre artış azalış oranları

Çalışma sonuçlarına göre iller bazında orman alanı kayıpları incelendiğinde 2000-2020 yılları arasında en büyük kayıp 53707 hektar ile Antalya’ da görülmüştür. Sırasıyla 34012 hektar orman alanı kaybı ile Mersin, 33185 hektar orman alanı kaybı ile Adana gelmektedir.

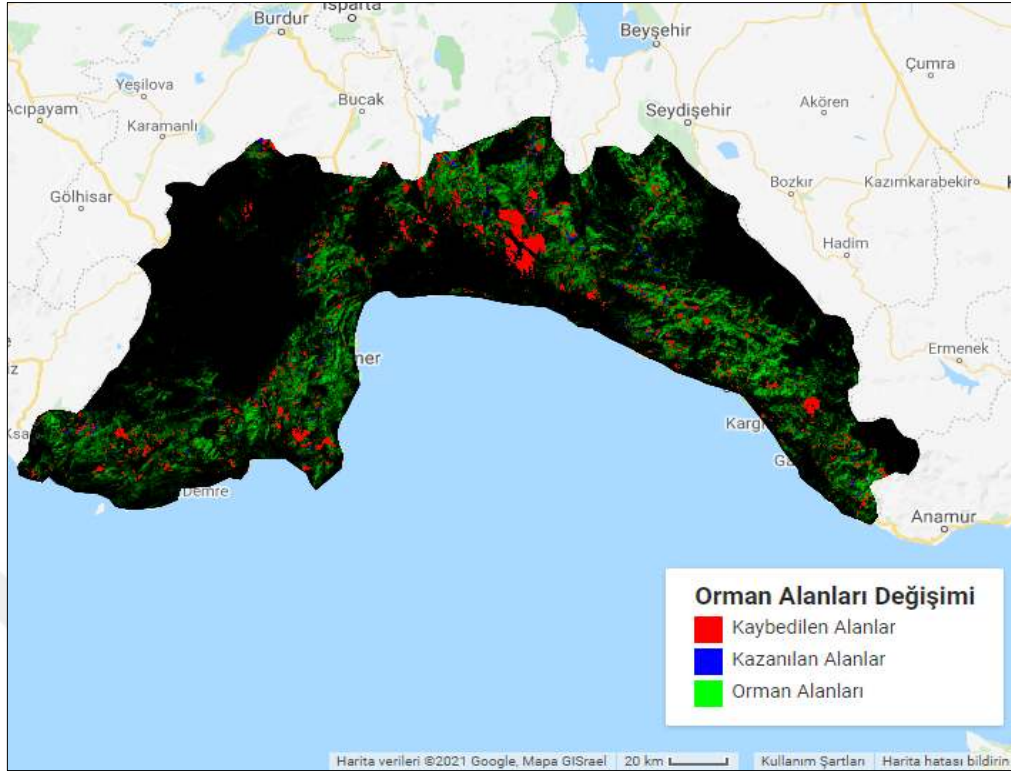
Şekil 5.7’ de il bazında toplam orman alanları kayıp grafiği gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Akdeniz Bölgesi toplam orman alanı kayıpları

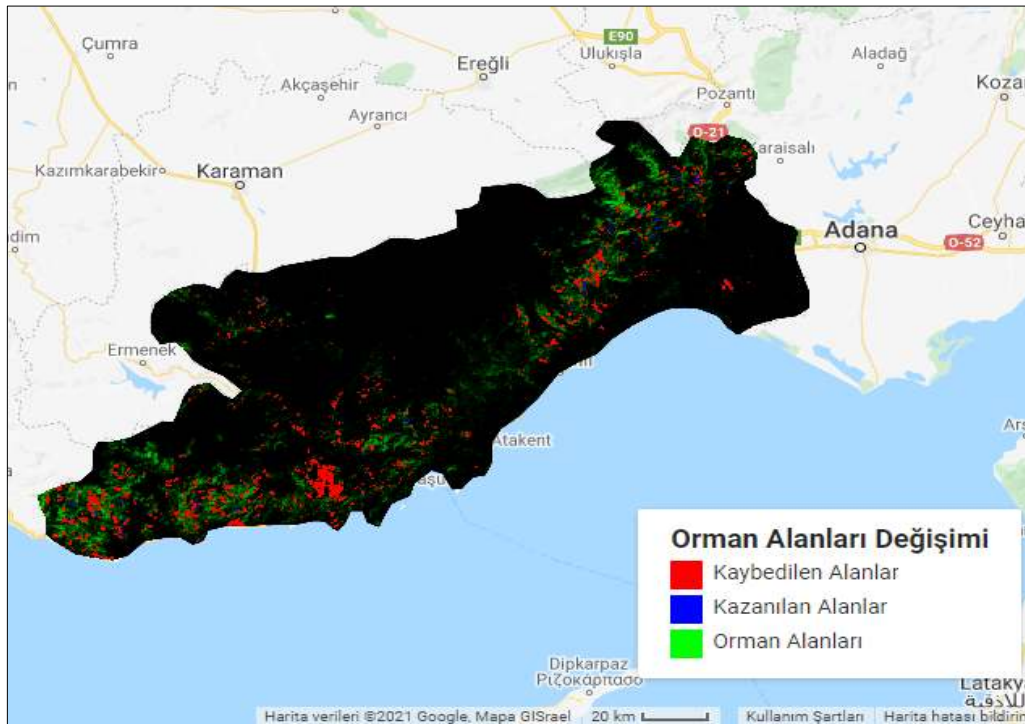
Çalışmada orman alanı kayıplarının en çok görüldüğü iller Antalya, Mersin ve Adana’ dır. Çalışmada Antalya, Adana, Mersin illeri orman alanları değişim haritaları sırasıyla gösterilmiştir.

Antalya’ da orman alanı kayıplarının en çok görüldüğü yıl 7093 hektar kayıp ile 2008 yılında yaşanmıştır. Antalya’ da kaybedilen toplam orman alanı ise 53707 hektar iken kazanılan orman alanı yaklaşık 10000 hektardır. Şekil 5.8’ de Antalya iline ait orman alanları değişim haritası gösterilmiştir.



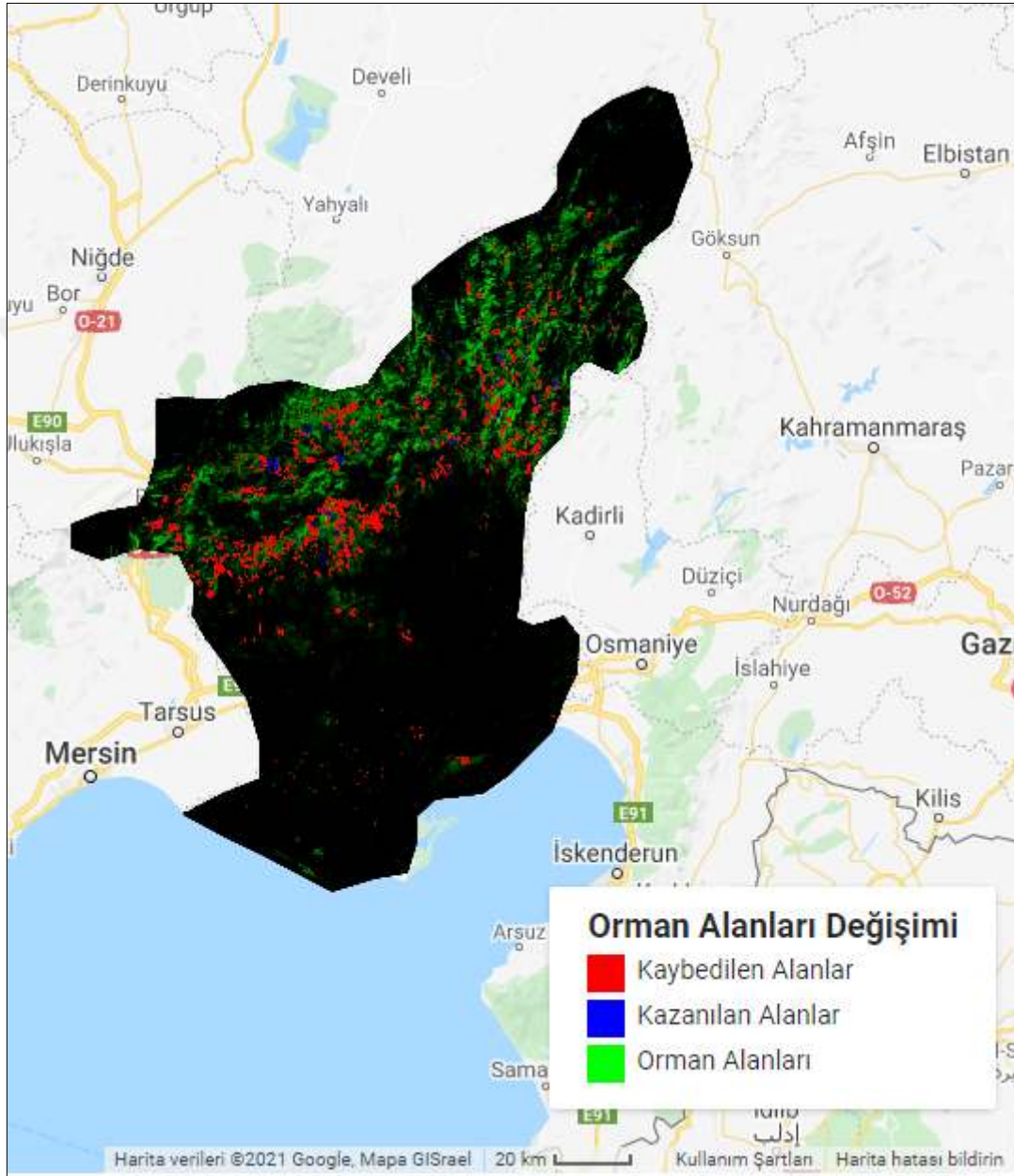
Şekil 5.8. Antalya orman alanları değişimi

Mersin’de orman alanı kayıplarının en çok görüldüğü yıl 4373 hektar kayıp ile 2008 yılında yaşanmıştır. Mersin’de kaybedilen toplam orman alanı ise 34012 hektar iken kazanılan orman alanı yaklaşık 6000 hektardır. Şekil 5.9’ da Mersin iline ait orman alanları değişim haritası gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Mersin orman alanları değişimi

Adana’da orman alanı kayıplarının en çok görüldüğü yıl 3430 hektar kayıp ile 2012 yılında yaşanmıştır. Adana’da kaybedilen toplam orman alanı ise 33185 hektar iken kazanılan orman alanı yaklaşık 7000 hektardır. Şekil 5.10’ da Adana iline ait orman alanları değişim haritası gösterilmiştir.



Şekil 5.10. Adana orman alanları değişimi

Yapılan çalışmada orman alanlarındaki zamansal değişimi ortaya koymak, geleceğe yönelik planlama açısından büyük önem taşımaktadır. Orman alanlarının zamansal değişimlerinin izlenmesiyle beraber sebep olan etkenlerin de araştırılması gerekmektedir. Ayrıca ortaya konulacak tespitlerle geleceğe yönelik planlamalar için öngöründe bulunulması açısından da çok önemlidir.

Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemlerindeki değişim ve gelişmeler yapılan bu tür çalışmalarda verilerin hızlı ve etkin kullanımı ayrıca önem taşımaktadır. Yapılacak olan planlamalarda altlık oluşturacak verilerin hızlı ve etkin kullanımı coğrafi bilgi sistemleri ile mümkündür.

Özellikle son yıllarda artan orman kayıpları sorunun önemini vurgulamaktadır. Doğal çevrenin korunmasında kentsel alanların artışının takibi büyük önem arz etmektedir. Çalışmada orman kayıplarına etki eden tüm bu ölçütler düşünüldüğünde yaşanabilir bir doğa için bu olumsuzlukların kontrol altına alınabilmesi büyük önem taşımaktadır.

Çalışmada Akdeniz Bölgesi için 2000-2020 yılları arasındaki orman alanları kayıpları ve sebepleri çok sayıda faktörle ve zamansal değişimlerle ele alınarak ortaya konulmuştur. Kullanılan tüm veriler ışığında ortaya konulan bulgular dikkate alınarak gelecekte yapılacak planlamalar hassasiyetle yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Atmış ve Günşen. (2016). Kentleşmenin Türkiye Ormancılığının Dönüşümüne Etkisi (1990-2010 Dönemi). *Dergipark*, 66(1),16-29.
- Çelik ve Karabulut. (2014). Farklı İndeks Modelleri (EVI, NDVI, VCI) Kullanılarak Resulosman Dağı (Kilis) Bitki Örtüsünün İncelenmesi. *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi* (s. 373-379). Muğla: Coğrafyacılar Derneği.
- Çolak ve Sunar. (2018). Yüzey Sıcaklığı ve Spektral Yanma İndekslerinin Orman Yangını Analizinde Kullanımı. *VII. UZAKTAN ALGILAMA-CBS SEMPOZYUMU (UZAL-CBS 2018)*,. Eskişehir: İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü Lisansüstü Programı,.
- Dağlıyar , Avdan , Avcı. (2015). Uzaktan Algılama Verileri Yardımıyla Kahramanmaraş ve Çevresinin Yer Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi. *TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu*, (s. 324-331). Konya.
- Demir. (2020). NDVI Analysis of Australian Bushfires with Cloud Computing. *Turkish Journal of Remote Sensing and GIS*, 1(2),78-84.
- DeVries vd. (2020). Rapid and robust monitoring of flood events using Sentinel-1 and Landsat data on the Google Earth Engine. *ScienceDirekt*, 240,111-664.
- Doğaner. (2015). *Akdeniz Bölgesi Coğrafyası*. İstanbul: İ.Ü Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü.
- Dündar, Oğuz, Güllü. (2015). Aerosol Optik Derinliği Verilerinin Türkiye İçin Alansal ve Zamansal Değişimlerin İzlenmesi ZLENMESİ. *VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu*, (s. 841-852). İstanbul.
- Ekici, Eskioğlu, Yağan vd. (2017). *2007-2016 Periyodunda OMI ve GOME2/Metop-A Uyduları Türkiye Ozon Verileri ve Ankara Brewer Spektrofotometre Ozon Verilerinin Karşılaştırılması*. Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Hansen vd. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* , 342(6160),850-853.

- Kavzaoglu vd. (2014). Mekânsal Otokorelasyon Teknikleri Kullanılarak MODIS Uydu Görüntüleri Üzerinden Yanmış Alan ve Yanma Şiddetinin Belirlenmesi. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. İstanbul.
- Koçak ve Farshad. (2020). Uydulardan Elde Edilebilen Aerosol Optik Derinlik Verilerini Kullanarak Zemin Seviyesi İnce Partikül Konsantrasyonlarını Tahmin Etmek İçin Doğrusal Olmayan Bir Model Geliştirilmesi,3(3), 119-127
- Luo vd. (2020). Assessing extreme climatic changes on a monthly scale and their implications for vegetation in Central Asia. *Elsevier*, 271, 122-396.
- Mathews and Kinoshita. (2021). Urban Fire Severity and Vegetation Dynamics in Southern California. *Remote Sensing* , 13(1),19.
- MODIS Land-Surface Temperature Algorithm Theoretical Basis Document*. (2020). 2020 tarihinde NASA Earth Data: <https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11a2v006/> adresinden alındı
- Özkök, Tok, Gündoğdu vd. (2017). Arazi yüzey sıcaklığı farklılaşmalarının kentsel gelişim ve planlama süreçleri açısından uzaktan algılama verileri ile değerlendirilmesi: Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5(2),69-79.
- Parks vd. (2018). Mean Composite Fire Severity Metrics Computed with Google Earth Engine Offer Improved Accuracy and Expanded Mapping Potential. *Remote Sensing*, 10(6),879
- Praticò et. (2021). Machine Learning Classification of Mediterranean Forest Habitats in Google Earth Engine Based on Seasonal Sentinel-2 Time-Series and Input Image Composition Optimisation. *Remote Sensing*, 13(4),586.
- Saylan ve Cömert. (2019). Sentinel-2A Ürünlerinin Yanmış Orman Alanlarının Haritalanmasındaki Başarının Araştırılması. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 1(1),08-15.
- Singha vd. (2020). Identifying floods and flood-affected paddy rice fields in Bangladesh based on Sentinel-1 imagery and Google Earth Engine. *Elsevier*, 166,278-293.

- Şener. (2020, Mart 25). İklim Değişikliği ve Çevre- Ormanlar Yağmuru Çeker mi? *Su Vakfı*, 5(1)-12.
- Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. (2019). *Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı 2019-2030*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. Ankara: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Tolunay. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Ormansızlaşma.
- Tolunay. (2013). *Ormanlar ve İklim Değişikliği*. İstanbul: İÜ Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı.
- Tolunay. (2015). Türkiye’de Ormansızlaşma İle Kaybedilen Karbon Miktarları. 6. *Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015*. İzmir.
- Tolunay. (2015). TÜRKİYE’DE ORMANSIZLAŞMA İLE KAYBEDİLEN KARBON MİKTARLARI. 6. *Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015*. İzmir: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı.
- Yıldız vd. (2012). Türkiye Bitki Örtüsünün NDVI Verileri ile Zamansal ve Mekansal Analizi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2),50-56.
- Zeydan ve Yıldırım. (2012). Uzaktan Algılama İle Atmosferik Partikül Madde Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012)*. Zonguldak: Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Zurqani vd. (2018). Geospatial analysis of land use change in the Savannah River Basin using Google Earth Engine. *ScienceDirekt*, 69,175-185.
- http-1. (2020). <https://earthengine.google.com> (Erişim tarihi: 24.01.2020)
- http-2. (2020). <https://earthengine.google.com/timelapse> (Erişim tarihi: 24.01.2020)
- http-3. (2020). <https://code.earthengine.google.com> (Erişim tarihi: 24.01.2020)
- http-4. (2020). <https://explorer.earthengine.google.com> (Erişim tarihi: 24.01.2020)
- http-5. (2020). <https://lpdaac.usgs.gov/products/mod13q1v006> (Erişim tarihi: 24.01.2020)

http-6.(2020).<https://developers.google.com/earthengine/datasets/catalog/>

CIESIN_GPWv411_GPW_UNWPP-Adjusted_Population_Density#description

(Erişim tarihi: 24.01.2020)

http-7.(2020).<https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus>

(Erişim tarihi: 24.01.2020)

http-8.(2020). <https://www.copernicus.eu/en/accessing-data-where-and-how/copernicus-services-catalogue> Erişim tarihi: (15.01.2020)

http-9. (2020). <https://mgm.gov.tr/genel/brosur.aspx> (Erişim tarihi: 20.01.2020)

http-10.(2020). <https://chc.ucsb.edu/data/chirps> (Erişim tarihi: 15.01.2020)

http-11.(2020).<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels?tab=overview> (Erişim tarihi: 15.01.2020)

http-12. (2020). <https://mgm.gov.tr/FILES/genel/brosurler/ozon.pdf> (Erişim tarihi: 15.01.2020)

http-13. (2020). <https://www.mgm.gov.tr/genel/brosur.aspx> (Erişim tarihi: 24.01.2020)

EKLER

EK 1: NDVI kod dizisi

EK 2: Yağış kod dizisi

EK 3: Sıcaklık kod dizisi

EK 4: Kara yüzey sıcaklığı dizisi

EK 5: Aerosol kod dizisi

EK 6: Ozon kod dizisi

EK 7: Nüfus kod dizisi

EK 8: NBR kod dizisi

EK 9: Orman kaybı kod dizisi

EK 1: NDVI kod dizisi

```
var dataset = ee.ImageCollection("MODIS/006/MOD13A1").select("NDVI")
    .filter(ee.Filter.date("2020-01-01", "2020-12-31"));
var mean = dataset.mean().clip(roi);
var ndviVis = {
  min: 0.0,
  max: 9000.0,
  palette: [
    'FFFFFF', 'CE7E45', 'DF923D', 'F1B555', 'FCD163', '99B718', '74A901',
    '66A000', '529400', '3E8601', '207401', '056201', '004C00', '023B01',
    '012E01', '011D01'
  ],
};
Map.addLayer(mean, ndviVis, "NDVI");
//Define chart parameters
var chartParam = {
  title: "NDVI anomaly over time",
  hAxis: {title: "Time"},
  vAxis: {title: "NDVI anomaly"},
};
//Plot the chart
var ndvi=dataset.map(function(image){
  return image

  .divide(10000)
  .copyProperties(image,['system:time_start']);
});
var chart=ui.Chart.image.seriesByRegion(
  ndvi,roi,ee.Reducer.mean(),"NDVI",200,'system:time_start','label')
  .setChartType("ScatterChart")
  .setOptions({
    title: "NDVI Değerleri",
    vAxis: {title: "NDVI Değerleri"},
    lineWidth: 1,
    pointSize: 4,
  });
```

EK 1 (devamı): NDVI kod dizisi

```
print(chart);
var viz = {
  min: -1,
  max: 1,
  palette: [
    'FFFFFF', 'CE7E45', 'DF923D', 'F1B555', 'FCD163', '99B718', '74A901',
    '66A000', '529400', '3E8601', '207401', '056201', '004C00', '023B01',
    '012E01', '011D01' ],};
var legend = ui.Panel({
  style: {
    position: 'bottom-right',
    padding: '5px 12px'}});
var legendTitle = ui.Label({
  value: 'NDVI Değerleri',
  style: {
    fontWeight: 'bold',
    fontSize: '12px',
    margin: '0 0 2px 0',
    padding: '0'}});
legend.add(legendTitle);
var lon = ee.Image.pixelLonLat().select('latitude');
var gradient = lon.multiply((viz.max-viz.min)/100.0).add(viz.min);
var legendImage = gradient.visualize(viz);
var panel = ui.Panel({
  widgets: [ui.Label(viz['max'])]});
legend.add(panel);
var thumbnail = ui.Thumbnail({
  image: legendImage,
  params: {bbox:'0,0,10,100', dimensions:'10x200'},
  style: {padding: '1px', position: 'bottom-center'}});
legend.add(thumbnail);
var panel = ui.Panel({
  widgets: [ui.Label(viz['min'])]
});
legend.add(panel);
Map.add(legend);
```


EK 2: Yağış kod dizisi

```
var CHIRPS= ee.ImageCollection('UCSB-CHG/CHIRPS/PENTAD');
var precip = CHIRPS.filterDate('2019-01-01','2019-08-31');
var TS5 = ui.Chart.image.series(precip, roi, ee.Reducer.mean(),
1000, 'system:time_start').setOptions({
title: ' Yağış Miktarları (mm/pentad)',
hAxis: {title: 'Yıllar'},
vAxis: {title: 'mm/pentad'}, });
print(TS5);
var meanPrecip = precip.mean().clip(roi);
Map.addLayer(meanPrecip, {min: 5, max: 20,
palette:[e7eb05, '0aable', '001137']}, 'Mean Precipitation');
var viz = {min:5, max:20 , palette:[e7eb05, '0aable', '001137']};
var legend = ui.Panel({
style: {
position: 'bottom-right',
padding: '5px 12px'
});
var legendTitle = ui.Label({
value: ' Yağış(mm/pentad)',
style: {
fontWeight: 'bold',
fontSize: '12px',
margin: '0 0 2px 0',
padding: '0'
});
legend.add(legendTitle);
var lon = ee.Image.pixelLonLat().select('latitude');
var gradient = lon.multiply((viz.max-viz.min)/100.0).add(viz.min);
var legendImage = gradient.visualize(viz);
var panel = ui.Panel({
widgets: [ui.Label(viz['max'])]
});
legend.add(panel);
var thumbnail = ui.Thumbnail({
image: legendImage,
params: {bbox:'0,0,10,100', dimensions:'10x200'},
```

EK 2 (devamı): Yağış kod dizisi

```
fontSize: '12px',  
margin: '0 0 2px 0',  
padding: '0'  
});  
legend.add(legendTitle);  
var lon = ee.Image.pixelLonLat().select('latitude');  
var gradient = lon.multiply((viz.max-viz.min)/100.0).add(viz.min);  
var legendImage = gradient.visualize(viz);  
var panel = ui.Panel({  
  widgets: [ui.Label(viz['max'])]  
});  
legend.add(panel);  
var thumbnail = ui.Thumbnail({  
  image: legendImage,  
  params: {bbox:'0,0,8,80', dimensions:'8x160'},  
  style: {padding: '1px', position: 'bottom-center'}  
});  
legend.add(thumbnail);  
var panel = ui.Panel({  
  widgets: [ui.Label(viz['min'])]  
});  
legend.add(panel);  
Map.add(legend);
```

EK 3: Sıcaklık kod dizisi

```
var era5_2mt = ee.ImageCollection('ECMWF/ERA5/DAILY')
    .select('mean_2m_air_temperature')
    .filter(ee.Filter.date('2020-01-01', '2020-12-31'));
print(era5_2mt);
var cels=era5_2mt.map(function(image){
    return image
        .subtract(273.15)
        .copyProperties(image,['system:time_start']);});
var chart=ui.Chart.image.seriesByRegion(
    cels,roi,ee.Reducer.mean(), 'mean_2m_air_temperature',200,
    'system:time_start','label')
    .setChartType('ScatterChart')
    .setOptions({
        title: ' Günlük Ortalama Sıcaklık',
        vAxis: {title: 'Sıcaklık (Celsius)'},
        lineWidth: 1,
        pointSize: 4,
    });
print(chart);
var image=era5_2mt.mean().clip(roi);
var vis2mt = {
    min: 273,
    max: 293,
    palette: [
        '52D017', 'FFFF00', 'ff8100'];
Map.addLayer(image,vis2mt,' Daily Average Temperatures');
var viz = {min:0, max:20 , palette:['52D017', 'FFFF00','ff8100']};
var legend = ui.Panel({
    style: {
        position: 'bottom-right',
        padding: '5px 10px'
    });
var legendTitle = ui.Label({
    value: 'Günlük Ortalama Sıcaklık(°C)',
    style: {
        fontWeight: 'bold',
```

EK 3 (devamı): Sıcaklık kod dizisi

```
fontSize: '12px',  
margin: '0 0 2px 0',  
padding: '0'  
});  
legend.add(legendTitle);  
var lon = ee.Image.pixelLonLat().select('latitude');  
var gradient = lon.multiply((viz.max-viz.min)/100.0).add(viz.min);  
var legendImage = gradient.visualize(viz);  
var panel = ui.Panel({  
  widgets: [ui.Label(viz['max'])]  
});  
legend.add(panel);  
var thumbnail = ui.Thumbnail({  
  image: legendImage,  
  params: {bbox:'0,0,8,80', dimensions:'8x160'},  
  style: {padding: '1px', position: 'bottom-center'}  
});  
legend.add(thumbnail);  
var panel = ui.Panel({  
  widgets: [ui.Label(viz['min'])]  
});  
legend.add(panel);  
Map.add(legend);
```

EK 4: Kara yüzey sıcaklığı kod dizisi

```
var modis = ee.ImageCollection("MODIS/006/MOD11A1");
var start = ee.Date("2000-01-01");
var dateRange = ee.DateRange(start, start.advance(1, 'year'));
var modLSTday = modis.filterDate(dateRange).select("LST_Day_1km");
var modC = modLSTday.map(function(image) {
  return image
    .multiply(0.02)
    .subtract(273.15)
    .copyProperties(image, ["system:time_start"]);
});
var temp_trend = ui.Chart.image.series({
  imageCollection: modC,
  region: roi,
  reducer: ee.Reducer.median(),
  scale: 1000,
  xProperty: 'system:time_start'})
  .setOptions({
    lineWidth: 1,
    pointSize: 3,
    title: 'Kara Yüzey Sıcaklığı',
    vAxis: {title: 'Kara Yüzey Sıcaklığı Celsius'}});
print(temp_trend);
var LSTclip = modC.mean().clip(roi);
Map.addLayer(LSTclip, {
  min: 10, max: 40,
  palette: ['50D050', 'FFFF00', 'F58200'],
  'Mean temperature');
var viz = {min: 10, max: 40, palette: ['50D050', 'FFFF00', 'F58200']};
var legend = ui.Panel({
  style: {
    position: 'bottom-right',
    padding: '5px 10px'
  });
var legendTitle = ui.Label({
  value: 'Kara Yüzey Sıcaklığı',
  style: {fontWeight: 'bold',
```

EK 4 (devamı): Kara yüzey sıcaklığı kod dizisi

```
fontSize: '18px',
margin: '0 0 4px 0',
padding: '0'
});
legend.add(legendTitle);
var makeRow = function(color, name) {
var colorBox = ui.Label({
  style: {
    backgroundColor: '#' + color,
    padding: '8px',
    margin: '0 0 4px 0'
  });
var description = ui.Label({
  value: name,
  style: {margin: '0 0 4px 6px'}
});
return ui.Panel({
  widgets: [colorBox, description],
  layout: ui.Panel.Layout.Flow("horizontal")
});
var palette = ['50D050', 'FFFF00', 'F58200', 'FF0000'];
var names = ['10°C-20°C', '20°C-30°C', '30°C-40°C'];
for (var i = 0; i < 3; i++) {
  legend.add(makeRow(palette[i], names[i]));
}
Map.add(legend);
var id = LSTclip.id().getInfo();
```

EK 5: Aerosol kod dizisi

```
//roi:çalışma alanı
var dataset = ee.ImageCollection("MODIS/061/MOD08_M3")
    .filter(ee.Filter.date("2019-01-01", "2020-12-31"));
var aerosolOpticalDepth =
    dataset.select("Aerosol_Optical_Depth_Land_Ocean_Mean_Mean");
var mean=aerosolOpticalDepth.mean().clip(roi);
var aerosolOpticalDepthVis = {
    min: 180,
    max: 400,
    palette: ['C2DFFF','D1D0CE'],
};
Map.addLayer(mean, aerosolOpticalDepthVis, 'Aerosol Optical Depth');
var chartParam = {
    title: 'Aerosol Optik Derinlik',
    hAxis: {title: 'Yıllar'},
    vAxis: {title: 'Aerosol Optik Derinlik'},
};
var chart = ui.Chart.image.seriesByRegion({
    imageCollection: aerosolOpticalDepth,
    regions: roi,
    reducer: ee.Reducer.mean(),
    band: 'Aerosol_Optical_Depth_Land_Ocean_Mean_Mean',
    scale: 10000,
    xProperty: 'system:time_start',
    seriesProperty: 'PROJECT'
});
print(chart.setOptions(chartParam));
```


EK 5 (devamı): Aerosol kod dizisi

```
var legend = ui.Panel({
  style: {
    position: 'bottom-right',
    padding: '5px 10px' }});
var legendTitle = ui.Label({
  value: 'Ortalama Aerosol Optik Derinlik',
  style: {fontWeight: 'bold',
    fontSize: '18px',
    margin: '0 0 4px 0',
    padding: '0' }});
legend.add(legendTitle);
var makeRow = function(color, name) {
  var colorBox = ui.Label({
    style: {
      backgroundColor: '#' + color,
      padding: '8px',
      margin: '0 0 4px 0' }});
  var description = ui.Label({
    value: name,
    style: {margin: '0 0 4px 6px'}});
  return ui.Panel({
    widgets: [colorBox, description],
    layout: ui.Panel.Layout.Flow('horizontal')));
  var palette = ['C2DFFF', 'D1D0CE'];
  var names = ['180-200', '200-400'];
  for (var i = 0; i < 2; i++) {
    legend.add(makeRow(palette[i], names[i]));
  }
  Map.add(legend);
  var id = meam.id().getInfo();
```

EK 6: Ozon kod dizisi

```
var dataset = ee.ImageCollection('TOMS/MERGED')
    .filter(ee.Filter.date('2020-01-01', '2020-12-31'));
var columnOzone = dataset.select('ozone');
var mean=columnOzone.mean().clip(roi);
var columnOzoneVis = {
  min:307,
  max:314,
  palette: ['B1FB17', 'FFFF00'],
};
Map.addLayer(mean, columnOzoneVis, 'Column Ozone');
var chartParam = {
  title: 'Toplam Ozon Haritalama Spektrometresi (TOMS) Verileri',
  hAxis: {title: 'Yillar'},
  vAxis: {title: 'Toplam Ozon (DU)'},
};
var chart = ui.Chart.image.seriesByRegion({
  imageCollection: columnOzone,
  regions: roi,
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  band: 'ozone',
  scale: 10000,
  xProperty: 'system:time_start',
  seriesProperty: 'PROJECT'
});
print(chart.setOptions(chartParam));
var viz = {min:300, max:320, palette:['B1FB17', 'FFFF00']};
var legend = ui.Panel({
  style: {
    position: 'bottom-right',
    padding: '5px 12px'
  }
});
var legendTitle = ui.Label({
  value: 'Toplam Ozon(DU)',
  style: {
    fontWeight: 'bold',
    fontSize: '12px',
    margin: '0 0 2px 0',
  }
});
```

EK 6 (devamı): Ozon kod dizisi

```
padding: '0'
});
legend.add(legendTitle);
var lon = ee.Image.pixelLonLat().select('latitude');
var gradient = lon.multiply((viz.max-viz.min)/100.0).add(viz.min);
var legendImage = gradient.visualize(viz);
var panel = ui.Panel({
  widgets: [ui.Label(viz['max'])]
});
legend.add(panel);
var thumbnail = ui.Thumbnail({
  image: legendImage,
  params: {bbox:'0,0,10,100', dimensions:'10x200'},
  style: {padding: '1px', position: 'bottom-center'}
});
legend.add(thumbnail);
var panel = ui.Panel({
  widgets: [ui.Label(viz['min'])]
});
legend.add(panel);
Map.add(legend);
```

EK 7: Nüfus kod dizisi

```
var area = ee.FeatureCollection(roi);
Map.addLayer(area.draw({color: 'fffff', strokeWidth: 5}),
  {}, 'Study Area');
var collection = ee.ImageCollection
  ("CIESIN/GPWv411/GPW_UNWPP-Adjusted_Population_Density")
  .select("unwpp-adjusted_population_density");
var reference=collection.filterDate('2020-01-01', '2020-12-31');
var image=reference.mean().clip(roi);
var raster_vis = {
  "max": 1000.0,
  "palette": ["ffff7", "FFc869",
    "ffac1d",
    "e17735",
    "f2552c",
    "9f0c21"],
  "min": 0.0};
Map.addLayer(image,raster_vis, 'unwpp-adjusted_population_density');
var viz = {min:0, max:1000, palette:["ffff7", "FFc869", "ffac1d",
  "e17735",
  "f2552c",
  "9f0c21"]};
var legend = ui.Panel({
  style: {
    position: 'bottom-right',
    padding: '8px 15px'}});
var legendTitle = ui.Label({
  value: 'Population',
  style: {
    fontWeight: 'bold',
    fontSize: '18px',
    margin: '0 0 4px 0',
    padding: '0'}});
legend.add(legendTitle);
var lon = ee.Image.pixelLonLat().select('latitude');
var gradient = lon.multiply((viz.max-viz.min)/100.0).add(viz.min);
var legendImage = gradient.visualize(viz);
```

EK 7 (devamı): Nüfus kod dizisi

```
var panel = ui.Panel({
  widgets: [ui.Label(viz['max'])]});
legend.add(panel);
var thumbnail = ui.Thumbnail({
  image: legendImage,
  params: {bbox:'0,0,10,100', dimensions:'10x200'},
  style: {padding: '1px', position: 'bottom-center'}});
legend.add(thumbnail);
var panel = ui.Panel({
  widgets: [ui.Label(viz['min'])]});
});
legend.add(panel);
Map.add(legend);
```

EK 8: NBR kod dizisi

```
var dataset=ee.ImageCollection("LANDSAT/LC08/C01/T1_SR")
  .filter(ee.Filter.date('2000-01-01', '2020-01-01'));
var mean = dataset.mean().clip(roi);
//NBR).
var nir = mean.select('B5');
var swir = mean.select('B6');
var nbr = nir.subtract(swir).divide(nir.add(swir)).rename('NBR');
// Display the result.
Map.centerObject(mean, 9);
var nbrParams = {min: -1, max: 1, palette: ['blue', 'white', 'green']};
Map.addLayer(nbr, nbrParams, 'NBR image');

// Create a chart.
var chart = ui.Chart.image.series({
  imageCollection: dataset,
  region: roi,
  reducer: ee.Reducer.first(),
  scale: 30,

}).setOptions({title: 'NBR over time'});

// Display the chart in the console.
print(chart);
```

EK 9: Orman alanı kayıpları kod dizisi

```
var gfc2018 = ee.Image("UMD/hansen/global_forest_change_2019_v1_7")
.clip(roi);
Map.addLayer(gfc2018);
Map.addLayer(gfc2018, {bands: ['treecover2000']}, 'Tree cover in 2000');
Map.addLayer(gfc2018, {bands: ['last_b50', 'last_b40', 'last_b30']},
'False colour');
Map.addLayer(gfc2018, {bands: ['loss', 'treecover2000', 'gain']},
'Green');
Map.addLayer(gfc2018, {
bands: ['loss', 'treecover2000', 'gain'],
max: [1, 255, 1]
}, 'Forest cover, loss, gain');
Map.addLayer(gfc2018, {
bands: ['treecover2000'],
palette: ['000000', '00FF00']
}, 'Forest cover palette');
Map.addLayer(gfc2018, {
bands: ['treecover2000'],
palette: ['000000', '00FF00'],
max: 100
}, 'Forest cover percent');
Map.addLayer(gfc2018.mask(gfc2018), {
bands: ['treecover2000'],
palette: ['000000', '00FF00'],
max: 100
}, 'Forest cover masked');
var treeCover = gfc2018.select(['treecover2000']);
var lossImage = gfc2018.select(['loss']);
var gainImage = gfc2018.select(['gain']);
Map.addLayer(treeCover.updateMask(treeCover),
{palette: ['000000', '00FF00'], max: 100}, 'Forest Cover');
Map.addLayer(lossImage.updateMask(lossImage),
{palette: ['FF0000'], 'Loss'});
Map.addLayer(gainImage.updateMask(gainImage),
{palette: ['0000FF'], 'Gain'});
```


EK 9 (devamı): Orman alanı kayıpları kod dizisi

```
var countries = ee.FeatureCollection("USDOS/LSIB_SIMPLE/2017");
var Turkey = countries.filter(ee.Filter.eq('country_co', 'TU'));
var gfc2018 = ee.Image("UMD/hansen/global_forest_change_2019_v1_7")
.clip(roi);
var lossImage = gfc2018.select(['loss']);
var lossAreaImage = lossImage.multiply(ee.Image.pixelArea());
var lossYear = gfc2018.select(['lossyear']);
var lossByYear = lossAreaImage.addBands(lossYear).reduceRegion({
  reducer: ee.Reducer.sum().group({
    groupField: 1
  }),
  geometry: roi,
  scale: 30,
  maxPixels: 10000000000});
print(lossByYear);
var statsFormatted = ee.List(lossByYear.get('groups'))
.map(function(el) {
  var d = ee.Dictionary(el);
  return [ee.Number(d.get('group')).format("20%02d"), d.get('sum')]; });
var statsDictionary = ee.Dictionary(statsFormatted.flatten());
print(statsDictionary);
var chart = ui.Chart.array.values({
  array: statsDictionary.values(),
  axis: 0,
  xLabels: statsDictionary.keys()
}).setChartType('ColumnChart')
.setOptions({
  title: 'Orman Alanları Kayıpları',
  hAxis: {title: 'Yıllar', format: '####'},
  vAxis: {title: 'Alan (metrekare)'},
  legend: { position: "none" },
  lineWidth: 1,
  pointSize: 3
});
print(chart);
```

EK 9 (devamı): Orman alanı kayıpları kod dizisi

```
var legend = ui.Panel({
  style: {
    position: 'bottom-right',
    padding: '10px 20px'
  });
var legendTitle = ui.Label({
  value: 'Orman Alanları Değişimi',
  style: {fontWeight: 'bold',
    fontSize: '18px',
    margin: '0 0 4px 0',
    padding: '0'
  });
legend.add(legendTitle);
var makeRow = function(color, name) {
  var colorBox = ui.Label({
    style: {
      backgroundColor: '#' + color,
      padding: '10px',
      margin: '0 0 4px 0'
    });
  var description = ui.Label({
    value: name,
    style: {margin: '0 0 4px 6px'}
  });
  return ui.Panel({
    widgets: [colorBox, description],
    layout: ui.Panel.Layout.Flow('horizontal')
  });
};
var legend = ui.Panel({
  style: {
    position: 'bottom-right',
    padding: '10px 20px'
  });
var legendTitle = ui.Label({
  value: 'Orman Alanları Değişimi',
```

EK 9 (devamı): Orman alanı kayıpları kod dizisi

```
style: {fontWeight: 'bold',
fontSize: '18px',
margin: '0 0 4px 0',
padding: '0'
});
legend.add(legendTitle);
var makeRow = function(color, name) {
var colorBox = ui.Label({
style: {
backgroundColor: '#' + color,
padding: '10px',
margin: '0 0 4px 0'
});
var description = ui.Label({
value: name,
style: {margin: '0 0 4px 6px'}
});
return ui.Panel({
widgets: [colorBox, description],
layout: ui.Panel.Layout.Flow('horizontal')
});
var palette = ['FF0000', '0000FF', '00FF00',];
var names = ['Kaybedilen Alanlar', 'Kazanılan Alanlar',
'Orman Alanları'];
for (var i = 0; i < 3 ; i++) {
legend.add(makeRow(palette[i], names[i]));
}
Map.add(legend);
var id = gfc2018 .id().getInfo();
```

ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO: 0000-0001-5707-9491

Adı Soyadı : Neşe BAŞARAN

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

2016, ERCİYES ÜNİVERSİTESİ/ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ/HARİTA

MÜHENDİSLİĞİ

2016-2017 ,Veri Giriş Operatörü, Assystem Envy Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş, AB
LPIS Proje Ofisi

2018-2019, Harita Mühendisi, Özver İnşaat, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ek
Poliklinik Binası Yapım Şantiyesi

Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

2019,Araştırma Makalesi, Biyoklimatik Konfor ve Arazi Kullanımı Arasındaki İlişkinin
CBS ve UA Teknikleri Kullanılarak İncelenmesi: İzmir İli Örneği,Eskişehir

Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Üyelikleri:

2014,TMMOB HKMO , ANKARA.