

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN TEMATİK
HARİTALAR YARDIMIYLA ZAMANSAL DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİNDE
CORINE VE LUCAS YÖNTEMLERİNDEN YARARLANILMASI: TRABZON
VE PARİS ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS

Suzan SADIK

TEMMUZ-2023
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN TEMATİK
HARİTALAR YARDIMIYLA ZAMANSAL DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİNDE
CORINE VE LUCAS YÖNTEMLERİNDEN YARARLANILMASI: TRABZON
VE PARİS ÖRNEĞİ**

**USING CORINE AND LUCAS METHODS IN DETERMINING THE
TEMPORAL CHANGE WITH THE AID OF THEMATIC MAPS PRODUCED
BY REMOTE SENSING TECHNIQUES: EXAMPLES OF TRABZON AND
PARIS**

YÜKSEK LİSANS

Suzan SADIK

**TEMMUZ-2023
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ İLE ÜRETİLEN TEMATİK
HARİTALAR YARDIMIYLA ZAMANSAL DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİNDE
CORINE VE LUCAS YÖNTEMLERİNDEN YARARLANILMASI: TRABZON
VE PARİS ÖRNEĞİ**

**USING CORINE AND LUCAS METHODS IN DETERMINING THE
TEMPORAL CHANGE WITH THE AID OF THEMATIC MAPS PRODUCED
BY REMOTE SENSING TECHNIQUES: EXAMPLES OF TRABZON AND
PARIS**

YÜKSEK LİSANS

Suzan SADIK

Danışman: Doç. Dr. Halil İbrahim İNAN

**TEMMUZ-2023
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Uzaktan Algılama Teknikleri İle Üretilen Tematik Haritalar Yardımıyla Zamansal Değişimin Belirlenmesinde CORINE ve LUCAS Yöntemlerinden Yararlanılması: TRABZON ve PARİS Örneği**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmalarını kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi'nin lisanslı kullanıcısı olduğum intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlediği kısıtlara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

04/07/2023

.....
Suzan SADIK

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında bilgi, birikim ve tecrübeleriyle her zaman yanımda olan danışmanlarım Doç. Dr. Halil İbrahim İNAN ile lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince bilgisi ve ilgisi ile yoluma ışık tutan ve bana akademik çalıŐmayı sevdiren Dr. Fulya Başak SARIYILMAZ'a sonsuz teşekkür ederim. Tezimi yazma sürecinde vermiş oldukları manevi destek için canım arkadaşım Ceren Nisanur ÖZBİLGE'ye ve kuzenlerimin biricik çocukları İlgin SADIK ile Kerem ÖNER'e çok teşekkür ederim. Son olarak, hayatımın her döneminde yanımda olan, desteklerini ve bana olan inançlarını hiçbir zaman esirgemeyen annem Perihan SADIK, babam Ömer SADIK, ablam Şeyma Nur SÜER ve mutluluk kaynağımız canım yeğenim Azra SÜER'e sonsuz teşekkür ederim.

.....

Suzan SADIK
GÜMÜŞHANE – 2023

ÖZET

Bu çalışmasının amacı; uzaktan algılama teknikleri ile üretilen tematik haritaların zamansal değişim ve doğruluk değerlendirmesinin yapılabilmesi amacıyla, LUCAS ve CORINE veri tabanlarından faydalanılmasıdır. Çalışma alanı olarak Trabzon'un Ortahisar ilçesi ile Fransa'nın Paris şehri ve çevresi seçilmiştir. Uygulama aşamasında, Ortahisar için; 2007, 2014, 2018 ve 2022 tarihli LANDSAT görüntüleri, 2018 ve 2022 tarihli SENTINEL görüntüleri, Paris ve çevresi için; 2013, 2015 ve 2018 tarihli LANDSAT görüntüleri kullanılmıştır. Tüm uydu görüntülerine kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma işlemi, ardından doğruluk analizi işlemi uygulanarak kappa istatistik değeri ve genel doğruluk belirlenmiştir. Çalışma alanlarının AÖ/AK dağılımının tespiti için uydu görüntüleri LUCAS ve CORINE sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılarak bilgi sınıfları elde edilmiştir. Ardından, bilgi sınıflarının yıllar içerisinde meydana gelen değişimini belirlemek amacıyla değişim analizi işlemi uygulanmıştır. Sonuçların tematik doğruluğunun belirlenebilmesi için, sınıflandırılmış görüntüler LUCAS veri tabanına ait öznitelik veriler ve CORINE veri tabanına ait raster veriler ile karşılaştırılmıştır. CORINE verileri ile karşılaştırma yapabilmek için, sınıflandırılmış görüntüler en küçük haritalama birimi 25 hektar'a genelleştirilmiştir. Paris ve çevresini kaplayan alan için LUCAS verileri ile kıyaslama yapabilmek amacıyla arazi çalışmaları sonucu üretilen mevcut noktasal veriler kullanılırken, Ortahisar için bu veriler mevcut olmadığından çalışma alanı içerisinde belirlenen noktaların AÖ/AK sınıfları yüksek mekansal çözünürlüklü PlanetScope görüntüsü kullanılarak tespit edilmiştir. Son aşamada GEE kullanılarak çalışma alanlarının her ikisi için NDBI ve NDVI indeksleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: CORINE, LUCAS, Paris ve Trabzon, Tematik doğruluk, Zamansal değişim

SUMMARY

The aim of this study is to analyze the temporal variation and correctness of thematic maps produced by satellite imagery using the LUCAS and CORINE databases. The Ortahisar neighborhood of Trabzon and Paris, France, and its environs were chosen as study areas. LANDSAT images from 2007, 2014, 2018, and 2022 were used in the implementation phase for Ortahisar, as were SENTINEL images from 2018 and 2022 for Paris and its surroundings. By applying uncontrolled and controlled classification to all satellite images, followed by accuracy analysis, the kappa statistical value and overall accuracy were calculated. Satellite images were categorized using the LUCAS and CORINE classification system, and information classes were acquired to assess the LU/LC distribution of the research areas. The change analysis process was then used to determine the evolution of knowledge classes across time. To assess the thematic accuracy of results, the classified images were matched to attribute data from the LUCAS database and raster data from the CORINE database. The classified images were generalized to the smallest mapping unit of 25 hectares for comparison with CORINE data. While existing field study point data were used to compare with LUCAS data for the area covering Paris and its surroundings, because these data weren't available for Ortahisar, the LU/LC classes of points determined within the region study area were determined using a high-resolution PlanetScope image. The NDBI index and the NDBI index for both study area were determined using GEE in the final stage.

Keywords: CORINE, LUCAS, Paris and Trabzon, Thematic accuracy, Temporal change

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLOLAR DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
EKLER DİZİNİ.....	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Araştırması	2
2. ÇALIŞMA ALANI	7
2.1. Ortahisar.....	7
2.2. Paris ve Çevresi.....	8
3. KULLANILAN VERİLER.....	10
3.1. Uydu Görüntüleri	10
3.1.1. LANDSAT 5-TM.....	11
3.1.2. LANDSAT 8/9 OLI-TIRS	11
3.1.3. SENTINEL-2 MSI Verileri.....	12
3.1.4. PlanetScope Verileri.....	12
3.2. CORINE Veri Tabanı ve Sınıflandırma Sistemi	14
3.3. Land Use / Cover Area Frame Survey (LUCAS) Verileri	14
4. YÖNTEM.....	16
4.1. Sınıflandırma.....	17
4.1.1. Kontrolsüz Sınıflandırma	18
4.1.1.1. K-means yöntemi	18
4.1.1.2. ISODATA yöntemi	19
4.1.2. Kontrollü Sınıflandırma	19
4.1.2.1. En çok benzerlik yöntemi	19
4.1.3. Sınıflandırma doğruluğu	20
4.2. Spektral indeksler.....	21

4.2.1. Normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI).....	21
4.2.2. Normalize edilmiş fark yerleşim indeksi (Normalized Difference Built-up Index - NDBI)	21
4.3. Google Earth Engine (GEE).....	22
4.4. Land Use / Cover Area Frame Survey (LUCAS) yöntemi	22
5. UYGULAMA VE BULGULAR	24
5.1. Uydu Görüntülerinin Sınıflandırması ve Sonuçları	24
5.2. Sınıflandırma Sonuçlarının Kontrolü.....	42
5.3.Değişim Analizi	44
5.4. Sınıflandırma ve Genelleştirme Sonuçlarının CORINE Verileri ile Karşılaştırılması	49
5.5. Sınıflandırma Sonuçlarının LUCAS Verileri ile Karşılaştırılması	55
5.6. Spektral İndeks Sonuçları	58
6. SONUÇLAR	62
KAYNAKÇA	66
EKLER.....	74
ÖZGEÇMİŞ	79

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Çalışma alanlarında kullanılan görüntü ve tarihleri.....	11
Tablo 2. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ve özellikleri.....	13
Tablo 3. 2007 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı	26
Tablo 4. 2007 yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı	26
Tablo 5. 2014 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı	27
Tablo 6. 2014 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı	27
Tablo 7. 2018 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı	27
Tablo 8. 2018 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı	28
Tablo 9. 2022 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı	28
Tablo 10. 2022 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı	29
Tablo 11. CORINE arazi örtüsü sınıflarının hektar olarak dağılımı.....	31
Tablo 12. CORINE arazi örtüsü sınıflarının yüzde olarak dağılımı	31
Tablo 13. CORINE arazi örtüsü sınıflarının hektar olarak dağılımı.....	31
Tablo 14. CORINE arazi örtüsü sınıflarının yüzde olarak dağılımı	32
Tablo 15. SENTINEL görüntülerinin LUCAS sınıflandırma sonuçları	33
Tablo 16. SENTINEL görüntülerinin CORINE sınıflandırma sonuçları.....	34
Tablo 17. CORINE Arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı.....	37
Tablo 18. LUCAS Arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı	37
Tablo 19. Kullanılan görüntülere ait bilgiler.....	38
Tablo 20. LUCAS'a göre sınıflandırma sonuçları ve sınıfların kapladıkları alanlar	40
Tablo 21. CORINE'e göre sınıflandırma sonuçları ve sınıfların kapladıkları alanlar ...	41
Tablo 22. SENTINEL görüntüsü LUCAS doğruluk analiz sonuçları.....	42
Tablo 23. SENTINEL görüntüsü CORINE doğruluk analiz sonuçları.....	42
Tablo 24. ISODATA yöntemi LUCAS doğruluk analiz sonuçları	42
Tablo 25. K-means yöntemi LUCAS doğruluk analiz sonuçları	43
Tablo 26. K-means yöntemi CORINE doğruluk analiz sonuçları	43
Tablo 27. ISODATA yöntemi CORINE doğruluk analiz sonuçları	43
Tablo 28. GEE-LUCAS ve CORINE doğruluk analiz sonuçları.....	43
Tablo 29. LUCAS doğruluk analiz sonuçları.....	44
Tablo 30. CORINE doğruluk analiz sonuçları.....	44
Tablo 31. 2014 ve 2018 tarihli genelleştirme sonucu	51
Tablo 32. 2014 tarihli genelleştirme sonucu ve CORINE 2012 alanları	51

Tablo 33. 2018 tarihli genelleştirme sonucu ve CORINE 2018 alanları	52
Tablo 34. 2014 tarihli sınıflandırma sonuçları ve CORINE 2012 karşılaştırması.....	52
Tablo 35. 2018 tarihli sınıflandırma sonuçları ve CORINE 2018 karşılaştırması.....	52
Tablo 36. Sınıflandırma sonuçlarının CORINE verileri ile karşılaştırılması.....	54
Tablo 37. LUCAS noktalarının arazi örtüsü sınıfları.....	57
Tablo 38. NDVI sonucu belirlenen alanlar	59
Tablo 39. NDBI sonucu belirlenen alanlar	59
Tablo 40. NDVI sonucu belirlenen alanlar	60
Tablo 41. NDBI sonucu belirlenen alanlar	61
Tablo 42. CORINE veri tabanı-yapay yüzeyler sınıfı.....	74
Tablo 43. CORINE veri tabanı-tarım alanları sınıfı (URL-11).....	74
Tablo 44. CORINE veri tabanı-orman ve doğal alanları sınıfı (URL-11).....	75
Tablo 45. CORINE veri tabanı-sulak alanlar sınıfı (URL-11).....	75
Tablo 46. CORINE veri tabanı-su varlığı sınıfı (URL-11).....	75
Tablo 47. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, yapay yüzeyler.....	76
Tablo 48. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, ekili araziler.....	76
Tablo 49. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, orman alanları.....	77
Tablo 50. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, fundalık ve çalılık alanlar	77
Tablo 51. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, çimen kaplı alanlar (çayır).....	78
Tablo 52. LUCAS Sınıflandırma Sistemi, Boş Toprak, Liken ve Mos.	78
Tablo 53. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, su varlığı.	78
Tablo 54. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, sulak alanlar.....	78

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. A: Türkiye sınırları ve Ortahisar ilçesinin konumu, B: Ortahisar ilçesinin konumu ve komşu iller, C: Ortahisar ilçesine ait 2022 tarihli LANDSAT görüntüsü	8
Şekil 2. A: Fransa sınırları ve çalışma alanının konumu, B: Çalışma alanının konumu ve komşu iller, C: Paris ve çevresine ait 2022 tarihli LANDSAT görüntüsü	9
Şekil 3. Çalışmada izlenen işlem adımları	17
Şekil 4. GEE arayüzü	22
Şekil 5. LUCAS sınıflandırma sistemine göre ISODATA yöntemi sonuçları.....	25
Şekil 6. LUCAS sınıflandırma sistemine göre K-means yöntemi sonuçları.....	25
Şekil 7. CORINE sınıflandırma sistemine göre ISODATA yöntemi sonuçları.....	30
Şekil 8. CORINE sınıflandırma sistemine göre K-means yöntemi sonuçları.....	30
Şekil 9. LUCAS sınıflandırma sistemi sonuçları	33
Şekil 10. CORINE sınıflandırma sistemi sonuçları	34
Şekil 11. Google Earth Engine CORINE sınıflandırma sonuçları.....	35
Şekil 12. Google Earth Engine LUCAS sınıflandırma sonuçları.....	36
Şekil 13. Paris ve çevresi için LUCAS'a göre sınıflandırma sonuçları	39
Şekil 14. Paris ve çevresi için CORINE'e göre sınıflandırma sonuçları	41
Şekil 15. CORINE sınıflandırma sonucunun değişim analizi.....	45
Şekil 16. LUCAS sınıflandırma sonucunun değişim analizi	47
Şekil 17. LUCAS' a göre değişim analizi sonuçları	48
Şekil 18. CORINE'e göre değişim analizi sonuçları	49
Şekil 19. 2014 tarihli genelleştirme sonucu ve CORINE 2012 verisi	50
Şekil 20. 2018 tarihli genelleştirme sonucu ve CORINE 2018 verisi	51
Şekil 21. Genelleştirme sonuçları	53
Şekil 22. CORINE verileri	54
Şekil 23. LUCAS noktalarının Paris ve çevresinde konumu	55
Şekil 24. Ortahisar ilçe sınırlarında LUCAS noktalarının konumu	56
Şekil 25. Ortahisar'ın tamamı için LUCAS noktalarının konumu.....	56
Şekil 26. Ortahisar NDVI sonuçları	58
Şekil 27. Ortahisar NDBI sonuçları	58
Şekil 28. Paris ve çevresi NDVI sonuçları.....	60
Şekil 29. Paris ve çevresi NDBI sonuçları	60

EKLER DİZİNİ

Ek 1. CORINE arazi örtüsü ve kullanımı sınıflandırma sistemi (URL – 11, 2022).	74
Ek 2. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi (URL – 10, 2022).	76



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AÇA	:Avrupa Çevre Ajansı
AK	:Arazi Kullanımı
AÖ	:Arazi Örtüsü
CBS	:Coğrafi Bilgi Sistemleri
CLC	:CORINE Land Cover
CORINE	:Coordination of Information on the Environment
GEE	:Google Earth Engine
ha	:hektar
HGM	:Harita Genel Müdürlüğü
ISODATA	:Iterative self-organizing data analysis
LUCAS	:Land Use / Cover Area Frame Survey
MSS	:Multispectral Scanner
MSI	:MultiSpectral Instrument
N	:Örnek sayısı
NDBI	:Normalized Difference Built-up Index
NDVI	:Normalized Difference Vegetation Index
OLI	:Operational Land Imager
p	:Beklenen doğruluk
TIRS	:Thermal Infrared Sensor
TM	:Thematic Mapper
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
UA	:Uzaktan Algılama
USGS	:United States Geological Survey
UTM	:Universal Transverse Mercator
YDA	:Yarı doğal alanlar
WGS	:World Geodetic System

1. GİRİŞ

Son yıllarda pek çok alanda kullanımı artan uzaktan algılama (UA) teknolojileri, hiçbir mekanik temas olmadan yeryüzü ve nesnelere incelenmesi, analiz edilmesi gibi işlemlerin uydular aracılığıyla gerçekleştirilmesine olanak sağlar. Uydu görüntülerinden faydalanılarak arazi örtüsü/arazi kullanımı (AÖ/AK)'nın tespit edilmesi sonucunda tematik haritaların üretilmesi işlemi UA teknolojilerinde en fazla yararlanılan alanlardan birisidir (Çölkesen, 2009). Dünyada ve ülkemizde arazi örtüsü/arazi kullanımı artan nüfus ve bunun yanında doğal alanların çeşitli sebep ve şekillerde tahribi ile dinamik bir şekilde değişmektedir. Doğal arazi örtüsünde meydana gelen plansız değişimler sürdürülebilir olmadığı takdirde ekolojik dengenin bozulması gibi birçok önemli sorunlara yol açacağı düşünülmektedir. Bu nedenle arazi örtüsü/arazi kullanımı değişimlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi oldukça önemlidir. Meydana gelen değişimlerin hızlı, güvenilir ve düşük maliyet ile tespit edilmesi ve yerel yönetimlerin hizmetine sunulacak altlık niteliğindeki haritaların üretilmesinde uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yöntemlerinden sıklıkla faydalanılmaktadır (Güre vd., 2009; Popoyici vd., 2013; Dengiz ve Demirağ, 2014; Gençer vd., 2015; Ateşoğlu, 2016; Bayar ve Karabacak, 2017; Kuru, 2018; Karademir ve Doğan, 2019; Keleş ve Durduran, 2019; Özdeş vd., 2019; Özşahin vd., 2020; Üyük vd., 2020; Polat ve Yalçın, 2020; Kaya vd., 2020; Demir, 2021; Timur vd., 2021; Turan vd., 2021; Türker, 2021; Yeşil ve Güzel, 2021; Gudmann ve Musci, 2022; Nacar ve Karademir, 2022).

Arazi örtüsü, orman, çalılık, tarım ve yapay alanlar gibi yeryüzünü kaplayan farklı yapıdaki biyo-fiziksel özelliklerin tümünü ifade ederken, arazi kullanımı ise insanların yeryüzünden yararlanma şekli yani o bölgedeki sosyo-ekonomik durumu ifade etmektedir. Arazi örtüsü/arazi kullanımının uydu tabanlı haritalanması, Dünya yüzeyinde meydana gelen değişiklikler ve mevcut durum hakkında nesnel, güncel bilgiler sağlar (Weigand vd., 2020). Bu bilgilerin belirlenmesi için en fazla kullanılan yöntem ise uydu görüntülerinin sınıflandırılması işlemidir (Çölkesen, 2009). LANDSAT ve SENTINEL gibi uydulara ait verilere ücretsiz olarak ulaşılabilmesi görüntü sınıflandırma yöntemlerinin uzaktan algılama alanına yönelik kullanımının artmasına sebep olmuştur (Belward ve Skoien 2015; Harris ve Baumann 2015). Sınıflandırma işlemi sonucu ortaya çıkan arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıflarının standartları geçmişten günümüze var olan FAO, ANDERSON, CORINE (Coordination of Information on the Environment) gibi yaklaşımlar dahilinde belirlenmektedir. Sınıflandırma sonucu elde edilen arazi

örtüsü/arazi kullanımı bilgi sınıflarının tematik doğruluğunun belirlenmesi ise verinin kullanılabilirliği açısından çok önemlidir (Sarıılmaz, 2017). CORINE sonuçlarının doğruluğunu araştırmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmış ve ülkelerin birçoğu sonuçlarını LUCAS yöntemi ile test etmişlerdir. LUCAS (Land Use/Cover Area Frame Survey), verilerin doğruluğunun tespitinde referans veri seti olarak kullanılan ve Avrupa’da en büyük ve en detaylı arazi örtüsü veri tabanıdır (Gallego ve Bamps, 2008).

Bu çalışma kapsamında, uzaktan algılama teknikleri kullanılarak üretilen tematik haritalar yardımıyla çalışma alanlarına ait arazi örtüsü/arazi kullanımı zamansal değişimlerin ve tematik doğruluğun belirlenmesi için CORINE ve LUCAS yöntemlerinden yararlanılması üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacına yönelik olarak LANDSAT ve SENTINEL uydu görüntülerine kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanarak hem CORINE hem de LUCAS arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıfları belirlenmiştir. Ardından doğruluk analizi işlemi ve bilgi sınıfları arasında meydana gelen alansal değişimleri tespit etmek amacıyla değişim analizi işlemi uygulanmıştır. Çalışmanın devamında sınıflandırma sonucu üretilen arazi örtüsü/arazi kullanımı tematik haritaları Paris için var olan LUCAS noktasal verileri ile karşılaştırılarak arasındaki uyumu incelenmiştir. Ortahisar için ise LUCAS’a ait noktasal veriler bulunmadığından yüksek mekansal çözünürlüklü PlanetScope görüntüsünden faydalanılarak çalışma alanı içerisindeki noktaların LUCAS arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıfları belirlenmiştir. Ardından sınıflandırılmış görüntüler ile uyumu incelenmiştir. CORINE ile kıyaslama yapabilmek amacıyla sınıflandırılmış görüntüler tematik piksel bütünleştirme işlemi ile en küçük haritalama birimi 25 ha’a örneklenmiştir. Çalışmanın son aşamasında NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ve NDBI (Normalized Difference Built-up Index) spektral indeksleri Google Earth Engine (GEE) yardımıyla hesaplanmıştır.

1.1. Literatür Araştırması

Bu tez çalışması kapsamında yararlanılan yöntem ve tekniklerle ilgili bir literatür araştırması gerçekleştirilmiştir. Literatür araştırmasında LUCAS metodolojisi, CORINE sınıflandırma sistemi, spektral indeksler, UA ve CBS kullanılarak yapılmış çalışmalar ve GEE platformu kullanılarak yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Çalışma alanları içerisindeki arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıflarının belirlenmesi amacıyla kullanılan CORINE sınıflandırma sistemi ile ilgili yapılan literatür araştırması aşağıdaki gibidir.

Feranec vd. (2007), yapmış oldukları çalışmada, CORINE arazi örtüsü 2000 projesi çerçevesinde bir arazi örtüsü değişikliği algılama metodolojisi uygulamışlardır.

Amaçlarına yönelik olarak Hollanda'nın 1990 ile 2000 tarihleri ve Slovakya'nın 1970 ile 2000 tarihleri arasında meydana gelen değişim araştırılmıştır. Sonuçta, belirlenen değişimlere ait doğruluğun tespit edilmesinde LUCAS yöntemi verilerinden faydalanılmasının gerekliliği ifade edilmiştir.

Esen (2017), çalışmasında CORINE 2000 ve 2012 sistemine göre Bingöl İli'ne ait arazi kullanım özelliklerini incelemiş ve sonucunda ilin tamamı için sürdürülebilir arazi kullanım olanaklarını belirlemiştir. Sonuçta, Bingöl ilinde en çok fark edilen değişimin sürekli şehir yapısı ile süreksiz şehir yapısı sınıfları arasında olduğu belirtilmiştir.

Özşahin vd. (2020), yaptıkları çalışmada, Türkiye'nin 1990 ve 2012 yılları arasındaki AÖ/AK değişikliklerini CORINE sınıflandırma sistemine göre belirlemeyi amaçlamışlardır. Sonuçta, Türkiye'de 1990-2012 yılları arasında CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sistemine göre en fazla değişimin tarım alanları sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Üyük vd. (2020), yaptıkları çalışmada, CORINE 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 verilerinden yararlanarak Denizli ili sınırlarındaki AÖ/AK sınıflarını tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda arazi örtüsüne ait değişimlerin CORINE verilerinden faydalanılarak elde edilmiş sonuçlarla, arazi değişimini içeren diğer çalışmalardaki sonuçlar ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Demir (2021), çalışmasında, Kars ilinin CORINE sınıflandırma sistemine göre arazi örtüsü ve arazi kullanımında düzenli olarak meydana gelen değişimin belirlenmesi, belirlenen bu değişimlere etki eden doğal ve beşerî çevre faktörlerin tespit edilmesi ve gelecekteki arazi kullanımının tahmin edilmesini amaçlamıştır. Çalışmada, Kars ili sınırlarına göre 1990 yılı vektör verileri ile 2018 yılına ait vektör verileri kullanılmıştır. Kullanılan yaklaşımlar sonucunda 2040 yılında ildeki arazi örtüsü ve arazi kullanımının anlamlı düzeyde farklılık gösterebileceği sonucuna varılmıştır.

Yeşil ve Güzel (2021), yaptıkları çalışmada, Ordu iline ait 1990 ile 2018 yılları arasında ortaya çıkan AÖ/AK değişimini CORINE veri tabanı kullanarak incelemişlerdir. Bu amaçla CORINE arazi örtüsüne ait 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait verilerden faydalanılmıştır. Sonuçta, belirlenen tarihler arasında en fazla değişimin yapay alanlarda meydana geldiği tespit edilmiştir.

Aksoy vd. (2022), yaptıkları çalışmada, Eskişehir'in 2012-2018 yılları arasındaki zamansal değişimin tespiti için UA verileri kullanmışlardır. CORINE veri tabanlı değişim tespiti ile NDVI analizi de yapılmış ve UA verilerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırarak %9.30 oranında uyumsuzluk elde edilmiştir. Çalışmanın Avrupa Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Konseyi'nin 2030 ve 2050

politikalarına uygun olarak şehirlerin izlenmesi için faydalı bir model olabileceği sonucuna varılmıştır.

Karaoğlu ve Erdel (2022), yaptıkları çalışmada, CORINE yöntemine göre Iğdır ili 2000-2006-2012 ve 2018 yıllarına ait AÖ/AK mevcut durumu ve ortaya çıkan değişiklikleri alan ve oran olarak hesaplayarak değişimin nedenlerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Sonuçta, Iğdır için en yaygın arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıfının seyrek bitki örtüsü ile kaplı eğimli, sıg ve düşük verimli alanların oluşturduğu belirtilmiştir.

Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (EUROSTAT) tarafından Avrupa Birliği (AB) üye devletleri için her üç yılda bir gerçekleştirilen LUCAS yöntemi bu tez çalışması kapsamında çalışma alanlarına ait arazi örtüsü/arazi kullanımı tematik haritalarının doğruluğunun belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. LUCAS yöntemi ile ilgili gerçekleştirilen literatür araştırması aşağıdaki gibidir.

Sarıılmaz ve Musaoğlu (2016), yaptıkları çalışmada, CORINE programında uydu görüntülerinden görüntü yorumlama ile zamansal bilgi çıkarılması ve değişimlerin belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışma içerisinde LUCAS metodolojisi ayrıntılı bir şekilde incelenerek Sazlıdere Havzası'nda yapılan uygulamanın ön sonuçları sunulmuştur.

Sarıılmaz (2017), doktora tez çalışmasında, LUCAS'ın standartlarına uygun olarak arazi çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen Sazlıdere Havzası içerisinde belirlenen grid alana ait AÖ/AK sınıflarının tematik doğruluğu LUCAS metodolojisine göre araştırılmıştır. Yapılan bu çalışma ile ülkemizde ilk defa LUCAS metodolojisi uygulanmıştır.

Close vd. (2018), yaptıkları çalışmada, Wallonia'daki sera gazı emisyonlarını haritalamak için 2016 tarihli Sentinel-2 görüntülerinden yararlanarak piksel başına kontrollü sınıflandırmaya dayalı yeni bir yaklaşım önermişlerdir. Çalışma içerisinde 2015 yılı LUCAS verileri, üretilen haritayı doğrulamak amacıyla eğitim verisi ve referans verisi olarak kullanılmıştır.

Pflugmacher vd. (2019), yaptıkları çalışmada, Avrupa'nın arazi örtüsü/arazi kullanımı tematik haritalama işlemi için LUCAS ve LANDSAT-8 verilerini ilk kez analiz etmişlerdir. Üretilen tematik haritalar Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından geliştirilen CORINE 2012 verileri ile kıyaslanmıştır. Sınıflandırma işleminde Random Forest (RF) makine öğrenme algoritması kullanılmıştır. CORINE verileri ile kıyaslama yapabilmek için görüntüler 25 ha'a genelleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, LUCAS arazi örtüsü

araştırmasının Avrupa çapında arazi örtüsü tematik haritaları üretmek için faydalı olduğuna varılmıştır.

Weigand vd. (2020), yaptıkları çalışmada, yüksek çözünürlüklü Sentinel-2 görüntülerini büyük ölçekte sınıflandırmak için LUCAS referans verilerinin kullanımını test etmişlerdir. Yapılan deneyler, LUCAS referans verilerinin anlamsal ön işleminin, sınıflandırma sonuçlarının doğruluğu üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu tez çalışmasında çalışma alanları içerisindeki en önemli iki yeryüzü nesnesi yapay alanlar ve bitki ile kaplı alanlardır. Belirlenen bu alanların tespit edilmesi ve zaman içindeki değişimlerin gözlenmesi amacıyla spektral indekslerden yararlanılmıştır. Uygulanan spektral indeksler ile ilgili gerçekleştirilen literatür araştırması aşağıdaki gibidir.

Sunar ve Kayman (2015), yaptıkları çalışmada, İstanbul ilinin Beylikdüzü ilçesine ait 1984 ve 2011 yılları arasındaki kentsel gelişimi incelemişlerdir. Çalışmada 1984 ve 2011 tarihli LANDSAT görüntülerinden faydalanılmıştır. Görüntülere kontrollü sınıflandırma işlemi ile NDVI ve NDBI indekslerinin de aralarında olduğu 7 farklı spektral indeks uygulanmıştır. Çalışmanın son aşamasında değişim analizi uygulanarak belirlenen tarihler arasında Beylikdüzü ilçesindeki kentsel gelişim nicel ve nitel olarak belirtilmiştir.

Bostan vd. (2016), yaptıkları çalışmada, Landsat görüntülerini kullanarak 1987 ve 2015 yılları arasındaki Küçükçekmece ilçesinin kentsel gelişimini izlemişlerdir. Ardından yerleşim alanları için değişim analizi işleminden yararlanılmıştır. 1987 ve 2015 görüntüsüne de NDVI ve NDBI indeksleri uygulanarak yerleşim alanlarının arttığı bunun yanında bitki örtüsü alanlarının ise azaldığı sonucuna varılmıştır.

Literatür araştırmasının bir diğer konusu çalışma alanları olarak seçilen Paris ve Trabzon için UA ve CBS kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalardır. Avrupa'nın mega kent niteliği taşıyan bölgelerinden biri olan Paris için gerçekleştirilen çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Dousset vd. (2007), çalışmalarında, Paris'teki Ağustos 2003 sıcak hava dalgasını izlemek için uydu verilerini kullanmışlardır. Elli tane uydu görüntüsü, yüzey sıcaklığının günlük değişimlerini elde etmek için işlenmiştir. Paris havzasının arazi örtüsü sınıflandırması, çok spektral bir uydu görüntüsü kullanılarak haritalanmıştır. Kullanılan uydu verilerinin birleştirilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri'den yararlanılmıştır.

Louis-Lucas vd. (2021), çalışmalarında, bitki örtüsü olan çatıları otomatik olarak tanımlamak için bir yöntem önermişlerdir. Kızılötesi hava fotoğrafları ve bina şekli

verilerini kullanarak, uzaktan algılama ve denetimli sınıflandırma teknikleri kullanarak Paris bitki örtüsünü tespit eden bir model oluşturmayı başarmışlardır.

Bir diğer çalışma alanı olan Trabzon için UA ve CBS kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

İsmail (2016), yüksek lisans tezinde, Trabzon kıyılarında 1957-2015 yılları arasında meydana gelen kıyı çizgisi ve kayıplarının tespit edilmesi için UA ve CBS'den faydalanmıştır. İlk olarak 1957 yılından 1970 yılına kadar olan haritaları bilgisayar ortamına aktararak kıyı çizgisi belirlenmiştir. Sonuçta, Trabzon'da kıyı çizgisinde 50 yıllık süreçte yaklaşık olarak 955'lik hektarlık değişim olduğu belirlenmiştir.

Didem (2019), çalışmasında, Trabzon-Sürmene'de tespit edilen bir alana ait uydu görüntüsünü kullanarak tarım ürünlerini belirlemek ve birbirinden ayırmak amacı ile kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma işlemi gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında kıyaslanan pikseller sonucunda, sınıflandırmanın doğruluk derecesi %87.67 oranında hesaplanmıştır. Hesaplanan bu oranın farklı alanları birbirinden hatasız şekilde ayırt edildiğini gösteren bir değer olduğu belirtilmiştir.

Durna (2019), doktora tezinde, Trabzon Akçaabat ilçe sınırları içerisinde yer alan bölgenin coğrafya özelliklerini ve farklılıklarını CBS ve UA kullanarak tespit etmiştir.

Google Earth Engine (GEE), içerisinde çok petabaytlık uydu görüntüleri ile veri kümelerini barındıran ve araştırmacılar tarafından Dünya yüzeyinde meydana gelen değişimleri belirlemek ve haritalamak gibi birçok işlemi gerçekleştirmeye olanak sağlayan bulut tabanlı bir platformdur. GEE kullanarak gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Phan vd. (2020), farklı kompozisyon yöntemlerinin yanı sıra farklı girdi görüntülerinin sınıflandırma sonuçları üzerindeki etkisini analiz etmek amaçlanmıştır. Çalışma, yaygın olarak uygulanan bir algoritma olan Random Forest (RF) sınıflandırıcı ile GEE platformunda gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, sekiz veri kümesinin tamamının, genel doğruluk oranı %84.31'in üzerinde olan, orta ila yüksek düzeyde doğruluğa sahip arazi örtüsü haritaları üretildiği gösterilmiştir.

Aghlmand vd. (2021), çalışmalarında, Eskişehir ili'ne ait arazi örtüsü haritasının üretiminde Landsat ve Sentinel gibi uydulardan elde edilen verilerden yararlanarak en yüksek doğruluğu elde etmek için GEE platformu kullanılmıştır.

Magidi vd. (2021), yapmış oldukları çalışmada, Afrika'daki bir eyalet için Landsat ve Sentinel uyduları tarafından elde edilen görüntüleri kullanarak sulanan alanları işlemek ve sınıflandırmak için Rastgele Orman (RO) algoritmasını seçmişlerdir. Sınıflandırma işlemi için Google Earth Engine (GEE) ve R programlama kullanılmıştır.

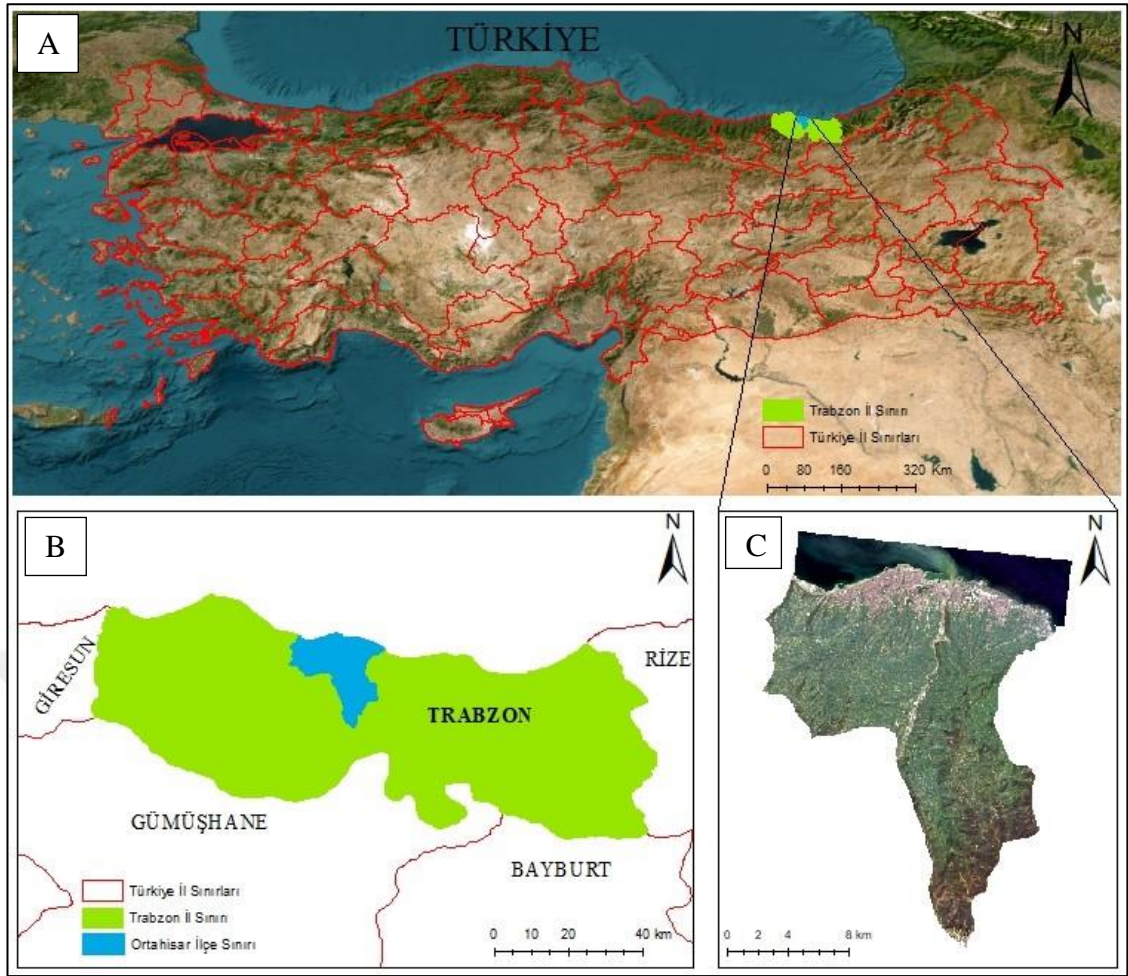
2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı olarak, Karadeniz Bölgesi'nin ikinci büyük kenti ve bir liman şehri olan Trabzon'un Ortahisar ilçesi ile Avrupa'nın mega kent niteliği taşıyan bölgelerinden biri olan Fransa'nın Paris şehri ve çevresini kapsayan alan seçilmiştir.

2.1. Ortahisar

Trabzon, matematik konumu itibariyle $38^{\circ}30'$ - $40^{\circ}30'$ doğu meridyenleri ile $40^{\circ}30'$ - $41^{\circ}30'$ kuzey paralellerinin kesiştiği noktada yer almaktadır. Trabzon'un 18 tane ilçesi bulunmaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen merkez ilçe Ortahisar, 2013 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) nüfus sayımı veri tabanına göre 306 bin 286 kişi iken, 2022 yılında 335 bin 628'e ulaşmıştır (URL-9). Son dokuz yıllık süreçte nüfusta gerçekleşen %9.6'lık büyüme yeni yerleşim alanlarının oluşmasına yol açarken doğal alanların da yok olmasına sebep olmaktadır (TÜİK, 2022). İlçe, yüzölçümü olarak 23 bin 500 ha'lık bir alana sahiptir (HGM, 2022). İlçenin batısında Akçaabat, doğusunda Yomra, güneyinde Maçka ve Düzköy ilçeleri bulunmaktadır.

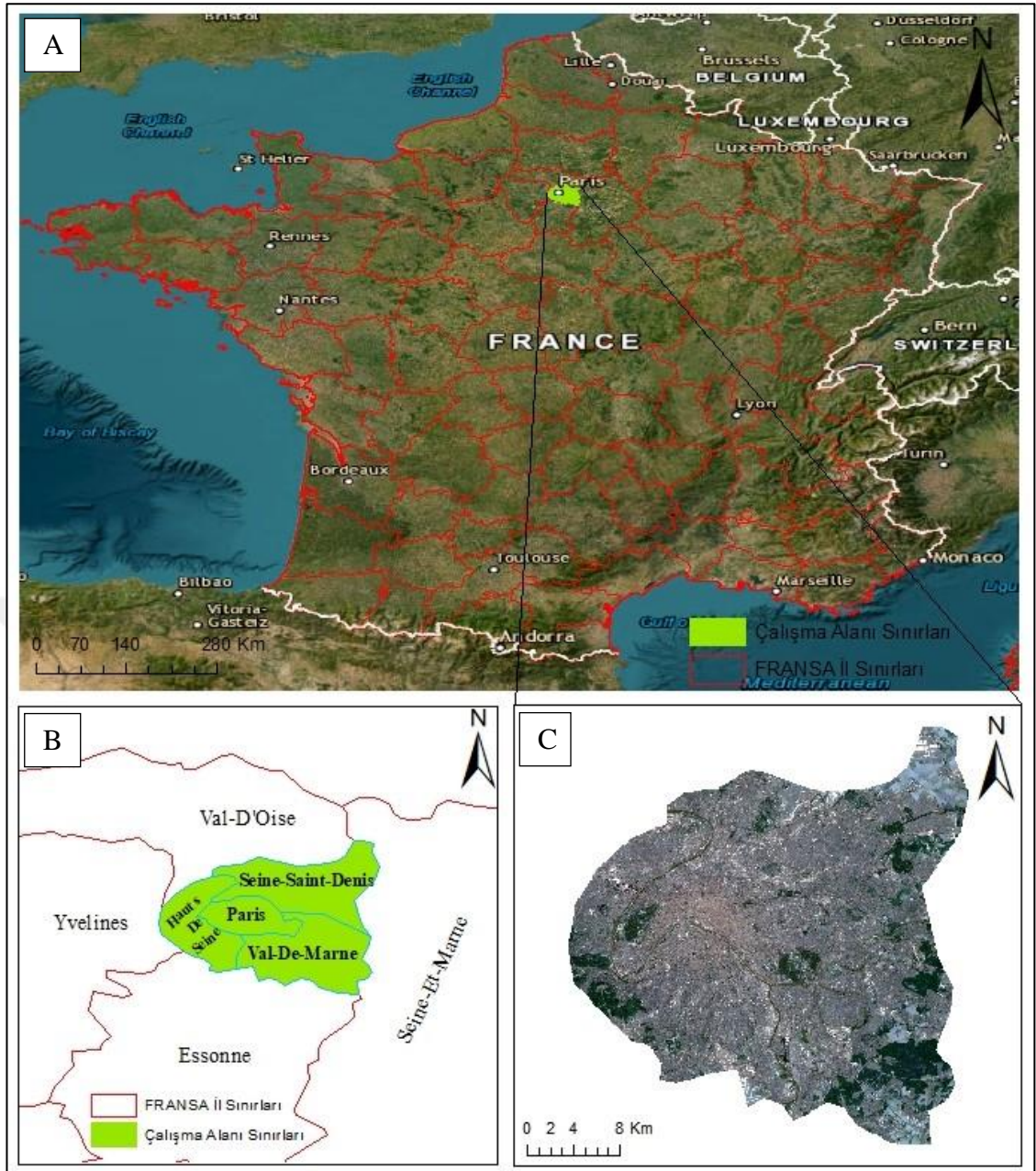
Ortahisar, Karadeniz Bölgesinde bulunmasından dolayı zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Bölgede yazları serin, kışları ise ılık ve her mevsim yağışlı geçmektedir. İlçe sınırlarında yıl içinde ölçülen ortalama sıcaklık 14.6°C , ölçülebilen en yüksek sıcaklık değeri 38.2°C iken en düşük sıcaklık değeri ise -7.4°C 'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı $800-850 \text{ kg/m}^2$ olan bölgede iç kesimlere doğru gidildikçe yağmur oranı da artış göstermektedir. Trabzon, Karadeniz bölgesi'nin en büyük ve gelişmiş illeri arasında ikinci sırada yer alması sebebiyle çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanının konumu Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. A: Türkiye sınırları ve Ortahisar ilçesinin konumu, B: Ortahisar ilçesinin konumu ve komşu iller, C: Ortahisar ilçesine ait 2022 tarihli LANDSAT görüntüsü

2.2. Paris ve Çevresi

Bir diğer çalışma alanı olarak, Fransa'nın başkenti ve yaklaşık 10 bin hektarlık yüzölçümüne sahip olan Paris ve etrafını çevreleyen toplamda yaklaşık 82 bin hektarlık bir alan kaplayan Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne ve Haut-de-Seine bölgeleri seçilmiştir. 2022 yılı verilerine göre 2 milyon 93 bin 769 kişi nüfusa sahip olan Paris, ülkenin kuzeyinde bulunan Île-de-France bölgesinin merkezinde yer alır (URL-1). Batı Avrupa okyanusal iklimine sahip olan Paris'in yıl boyunca genel iklimi ılıman ve orta derecede yağışlıdır. Ölçülebilen en yüksek sıcaklık değeri 42.6°C iken en düşük sıcaklık değeri -23.9°C'dir. Şehir, yaklaşık 13 km uzunluğundaki Seine Nehri üzerine kurulmuştur ve iki tane uluslararası havalimanına sahip olmasından kaynaklı oldukça önemli bir hava taşımacılığı merkezidir. Avrupa'nın mega kent niteliği taşıyan bölgelerinden biri olması ve LUCAS'a ait arazi çalışmaları ile elde edilmiş öznitelik verileri bulunması sebebiyle çalışma alanı olarak seçilmiştir. Paris ve çevresinin konumu Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. A: Fransa sınırları ve çalışma alanının konumu, B: Çalışma alanının konumu ve komşu iller, C: Paris ve çevresine ait 2022 tarihli LANDSAT görüntüsü

3. KULLANILAN VERİLER

Çalışma kapsamında LANDSAT, SENTINEL ve PlanetScope uydu görüntülerinden, CORINE ve LUCAS veri tabanından yararlanılmıştır. CORINE verileri, raster ve vektör veri formatında ücretsiz olarak araştırmacıların kullanımına sunulmaktadır. LUCAS verileri ise Türkiye hariç yirmi sekiz Avrupa ülkeleri için gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile elde edilmiş öznitelik verilerden oluşmaktadır. Tablo veri formatındaki bu veriler ücretsiz olarak kullanıma sunulan açık verilerdir. LANDSAT ve SENTINEL görüntüleri çalışma alanlarının arazi örtüsü ve kullanımı değişimini belirlenmesi ve üretilen tematik haritaların CORINE veri tabanında yer alan haritalar ile karşılaştırılması amacıyla kullanılmıştır. LUCAS veri tabanı, çalışma alanlarına ait arazi örtüsü/arazi kullanımı tematik haritalarının doğruluğunun belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Paris için LUCAS verileri mevcutken, Ortahisar için LUCAS verileri mevcut değildir. Bu sebeple, yüksek mekansal çözünürlüklü PlanetScope görüntüleri Ortahisar sınırları içerisinde LUCAS arazi örtüsü sınıflarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

3.1. Uydu Görüntüleri

Çalışmanın uygulama aşamasında Ortahisar için kullanılan uydu görüntüleri; LANDSAT 5 TM, LANDSAT 8-9 OLI/TIRS, SENTINEL 2 MSI ve PlanetScope'dur. Paris ve çevresi için ise LANDSAT 8 OLI uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Kullanılan görüntüler arasında, PlanetScope yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü kategorisinde, LANDSAT ve SENTINEL-2 orta çözünürlüklü uydu görüntüsü kategorisinde yer almaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan görüntü ve tarihlerine ait bilgiler Tablo 1'de gösterilmektedir. Görüntülerden Ortahisar ilçe sınırının belirlenmesi amacıyla Harita Genel Müdürlüğü (HGM) resmi web sitesinden (URL-2), Paris ve çevresini kapsayan bölgenin sınırları ise StatPlanet web sitesinden ücretsiz olarak temin edilen vektör veri kullanılmıştır (URL-12).

SENTINEL görüntüleri ESA Copernicus resmi web sitesinden (URL-4), PlanetScope görüntüleri Planet resmi web sitesinden (URL-5), LANDSAT görüntüleri ise Amerika Birleşik Devletleri Yerbilimleri Araştırma Kurumu (USGS) resmi web sitesinden ücretsiz olarak temin edilmiştir (URL-3). Görüntüler geometrik, atmosferik ve radyometrik olarak düzeltilmiş veriler olduğundan herhangi bir ön işlem uygulanmamıştır. Çalışmada kullanılan tüm görüntüler UTM (Universal Transversal

Merkator) WGS 84 (World Geodetic System 84) koordinat sistemi ve datumunda, temin edilmiştir. Çalışma içerisinde kullanılan tüm uydu görüntülerine ait spektral ve mekansal özellikler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Çalışma alanlarında kullanılan görüntü ve tarihleri

Uydu Görüntüleri	Tarih	Çalışma Alanı
LANDSAT 5 TM	27 Haziran 2007	Ortahisar
LANDSAT 8 OLI	5 Eylül 2013	Paris ve çevresi
LANDSAT 8 OLI	14 Haziran 2014	Ortahisar
LANDSAT 8 OLI	27 Eylül 2015	Paris ve çevresi
LANDSAT 8 OLI	13 Eylül 2018	Ortahisar
LANDSAT 8 OLI	5 Ekim 2018	Paris ve çevresi
LANDSAT 9 OLI	25 Nisan 2022	Ortahisar
SENTINEL 2 MSI	25 Eylül 2018	Ortahisar
SENTINEL 2 MSI	27 Nisan 2022	Ortahisar
PLANETSCOPE	26 Nisan 2022	Ortahisar

3.1.1. LANDSAT 5-TM

Yaklaşık 29 yıl süresince Dünya görüntüleme verilerini sağlayan LANDSAT 5 uydusu, NASA tarafından geliştirilerek 1 Mart 1984 yılında fırlatılmıştır. Uydu, Multispectral Scanner (MSS) ve Thematic Mapper (TM) olarak iki tane sensör içermektedir. Çalışma kapsamında Ortahisar’a ait 27 Haziran 2007 tarihli görüntü kullanılmıştır. 2007 tarihli görüntü çalışma alanının en eski durumunu ifade etmektedir.

3.1.2. LANDSAT 8/9 OLI-TIRS

11 Şubat 2013’de fırlatılan LANDSAT-8 uydusu, İşlevsel Arazi Görüntüleyici ve Termal Kızılötesi Sensör olarak iki sensörden oluşmaktadır (Şekertekin, 2019). Landsat-8 uydu görüntüleri kara, kar/buz ve su kütleleri gibi geniş bir dinamik aralıkta gözlem yapılmasına yardımcı olmaktadır (Wulder vd., 2019).

NASA ve USGS tarafından 27 Eylül 2021 tarihinde fırlatılan LANDSAT 9 uydusu ise Operational Land Imager-2 (OLI-2) ve Thermal Infrared Sensor-2’yi (TIRS-2) içerir. Çalışmada Ortahisar için;14 Haziran 2014 ve 13 Eylül 2018 tarihli LANDSAT-8 görüntüleri ile 25 Nisan 2022 tarihli LANDSAT-9 görüntüleri kullanılmıştır. Paris ve çevresi için ise; 5 Eylül 2013, 27 Eylül 2015 ve 5 Ekim 2018 tarihli LANDSAT-8 görüntüleri kullanılmıştır. 2013, 2014 ve 2018 tarihli görüntüler AÇA aracılığıyla üretilen CORINE arazi örtüsü/arazi kullanımı 2012 ve CORINE arazi örtüsü/arazi kullanımı 2018 verileri ile karşılaştırma yapabilmek amacıyla, 2022 tarihli görüntü ise Ortahisar için

güncel durumu ifade etmek amacıyla seçilmiştir. Görüntüler seçilirken analizlerin doğru bir şekilde yapılabilmesi için havanın açık olduğu, kar örtüsünün olmadığı ve bulutluluk oranının %10'dan az olduğu görüntülerin seçilmesine dikkat edilmiştir.

3.1.3. SENTINEL-2 MSI Verileri

13 spektral banda sahip optik sensör taşıyan, orta çözünürlüklü SENTINEL-2 uydusu Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından geliştirilerek 23 Haziran 2015 tarihinde fırlatılmıştır. Uydu, 2A ve 2B olmak üzere ikiz uydu takımından oluşmaktadır. SENTINEL-2, yeryüzünden 786 km yüksekliğe konumlandırılarak 10m, 20m ve 60m mekansal çözünürlükte görüntü sağlamaktadır. Çalışmada 10m mekansal çözünürlüğe sahip, 25 Eylül 2018 ve 27 Nisan 2022 tarihli görüntüler kullanılmıştır. Görüntüler seçilirken yapılacak sınıflandırmalar ve karşılaştırmalar açısından uyumlu olması için LANDSAT görüntüleri ile yaklaşık olarak aynı tarihte olmasına dikkat edilmiştir. SENTINEL görüntüleri 10m mekansal çözünürlüğe sahip olması ve LANDSAT ile spektral çözünürlük özelliklerinin uyumlu olması sebebiyle seçilmiştir.

3.1.4. PlanetScope Verileri

PlanetScope, 3m uzamsal çözünürlüğe ve günlük tekrar ziyaret süresine sahip 180'den fazla multispektral uydudan oluşan bir takımyıldızıdır (Shendryk vd. 2019). Çalışmada kullanılan, SuperDove veya PSB.SD olarak bilinen üçüncü nesil PlanetScope sensörleri 8 spektral banda sahiptir. Günlük görüntü sağlamasından dolayı bitki örtüsünün izlenmesi gibi birçok çalışmada büyük fayda sağlamaktadır. Yüksek çözünürlüklü olmasından dolayı arazi örtüsü/arazi kullanım değişimlerinin izlenmesi için yapılan çalışmalarda sınıfların belirlenmesini kolaylaştırarak doğruluğun yüksek çıkmasını sağlamaktadır. Çalışma kapsamında 25 Nisan 2022 tarihli LANDSAT-9 görüntüsü ile eş zamanlı olarak 26 Nisan 2022 tarihli görüntü seçilmiştir. Veriler analitik ve görsel uygulamaya uygun, yüzey yansımaları 8 bant seçilerek temin edilmiştir.

Ortahisar ilçesi için LUCAS metodolojisine göre gerçekleştirilmesi gereken arazi çalışması bölgenin topografik özellikleri ve yoğun bitki örtüsü sebebiyle gerçekleştirilememiştir. Bu aşamada PlanetScope verilerinden yararlanılmıştır. Gidilemeyen noktaların LUCAS arazi örtüsü sınıfı PlanetScope görüntüsü kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ve özellikleri

Uydu	Bantlar	Dalga Boyu (nm)	Mekansal Çözünürlük (m)
LANDSAT-5 Thematic Mapper	Bant 1-Mavi	0.45-0.52	30
	Bant 2-Yeşil	0.52-0.60	30
	Bant 3-Kırmızı	0.63-0.69	30
	Bant 4- NIR	0.76-0.90	30
	Bant 5-SWIR1	1.55-1.75	30
	Bant 6-TIR	10.40-12.50	120
	Bant 7- SWIR2	2.08-2.35	30
LANDSAT-8/9 OLI/TIRS	Bant 1-Kıyı Aerosolü	0.43-0.45	30
	Bant 2-Mavi	0.45-0.51	30
	Bant 3-Yeşil	0.53-0.59	30
	Bant 4-Kırmızı	0.64-0.67	30
	Bant 5-NIR	0.85-0.88	30
	Bant 6-SWIR1	1.57-1.65	30
	Bant 7- SWIR2	2.11-2.29	30
	Bant 8-Pankromatik	0.50-0.68	15
	Bant 9-Sirrus	1.36-1.38	30
	Bant 10- TIRS1	10.6-11.19	30
	Bant 11- TIRS2	11.50-12.51	30
SENTINEL 2 MultiSpectral Instrument (MSI)	Bant 1-Aerosol	0.443	60
	Bant 2-Mavi	0.490	10
	Bant 3-Yeşil	0.560	10
	Bant 4-Kırmızı	0.665	10
	Bant 5-Red Edge	0.705	20
	Bant 6- Red Edge	0.740	20
	Bant 7- Red Edge	0.783	20
	Bant 8- NIR	0.842	10
	Bant 8A- NIRn	0.865	20
	Bant 9-Su Buharı	0.945	60
	Bant 10-SWIR-Sirrus	1.375	60
	Bant 11-SWIR 1	1.610	20
Bant 12-SWIR 2	2.190	20	
PlanetScope	Bant 1-Kıyı Mavisi	0.431-0.452	3
	Bant 2-Mavi	0.465 – 0.515	3
	Bant 3-Yeşil1	0.513 – 0.549	3
	Bant 4-Yeşil	0.547 – 0.583	3
	Bant 5-Sarı	0.600 – 0.620	3
	Bant 6- Kırmızı	0.650 – 0.680	3
	Bant 7- Red Edge	0.697 – 0.713	3
	Bant 8- NIR	0.845 – 0.885	3

3.2. CORINE Veri Tabanı ve Sınıflandırma Sistemi

1985 yılında uygulamaya koyulan CORINE veri tabanı ve arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıflandırma sistemi, klasik, güncel bilgilerle uyum sağlayan veri üretmek ve yönetim politikalarını iyileştirmek amacıyla Avrupa Birliği Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme (GMES) programı kapsamında ortaya çıkarılan ciddi bir arazi yönetimi projesidir (Erol ve Çanga, 2003; Çivi vd., 2009). Yaklaşık olarak 5.8 milyon km²'lik alanı kapsayan proje, Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 39 ülkede uygulanmaktadır. CORINE arazi örtüsü verileri, programa üye ülkeleri kapsayacak şekilde, raster ve vektör veri formatlarında depolanır ve kullanıma sunulur. Ülkemizde projeye ait ilk çalışmalar 2001 yılında Türkiye İstatistik Kurumu aracılığıyla başlatılmış ve sonraki süreçte Coğrafi Bilgi Sistemleri Müdürlüğü'ne devredilmiştir. AÇA tarafından yürütülen proje için Türkiye 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait arazi örtüsü haritalarını hazırlayarak teslim etmiştir.

CORINE sınıflandırma sisteminde arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıfları bir arada ele alınır. CORINE sınıflandırma sisteminin birinci düzeyinde arazi örtüsü/arazi kullanımı 5 ana kategoriye ikinci düzeyde temel arazi örtüsü/arazi kullanımı birimleri kendi içinde 15 alt kategoriye, üçüncü düzeyde ise 44 alt kategori olmak üzere üç düzeyli hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Bu düzeyler EK 1'de gösterilmektedir. Bu çalışmada 2012 ve 2018 tarihli raster formatta olan CORINE verilerinden sınıflandırma sonuçları ile karşılaştırma yapabilmek amacıyla yararlanılmıştır. Veriler Copernicus resmi web sitesinden ücretsiz olarak temin edilmiştir (URL-6). CORINE 2012 verileri, 2011 ve 2012 tarihli 25 m çözünürlüğe sahip RS P6 LISS III ve 5 m çözünürlüğe sahip olan RapidEye görüntülerinden, CORINE 2018 verileri ise 2017 ve 2018 tarihli 10m çözünürlüğe sahip SENTINEL-2 ve 30m çözünürlüğe sahip olan LANDSAT-8 görüntülerinden üretilmiştir.

3.3. Land Use / Cover Area Frame Survey (LUCAS) Verileri

Avrupa Birliği İstatistik Ofisi EUROSTAT tarafından ilki 2001 yılında ve ikincisi 2006 yılı olmak üzere her üç yılda bir gerçekleşen LUCAS anketi, arazi kullanım/örtüsü değişiklikleri hakkında veri toplama çalışmasıdır. Arazi çalışmasında, Avrupa çapında 2×2 km'lik bir ızgarada sistematik olarak dağıtılan saha içine ait bilgiler foto-yorumlama yoluyla toplanır ve arazide toplanan bu bilgiler ayrıntılı olarak kullanıcılara sunulur (Weigand, 2020). 2001 ve 2003 yıllarında gerçekleştirilen arazi çalışmalarında 1×1 km'lik ızgara oluşturulmuş ancak bu grid yapı daha sonra 2×2 km olacak şekilde değiştirilmiştir.

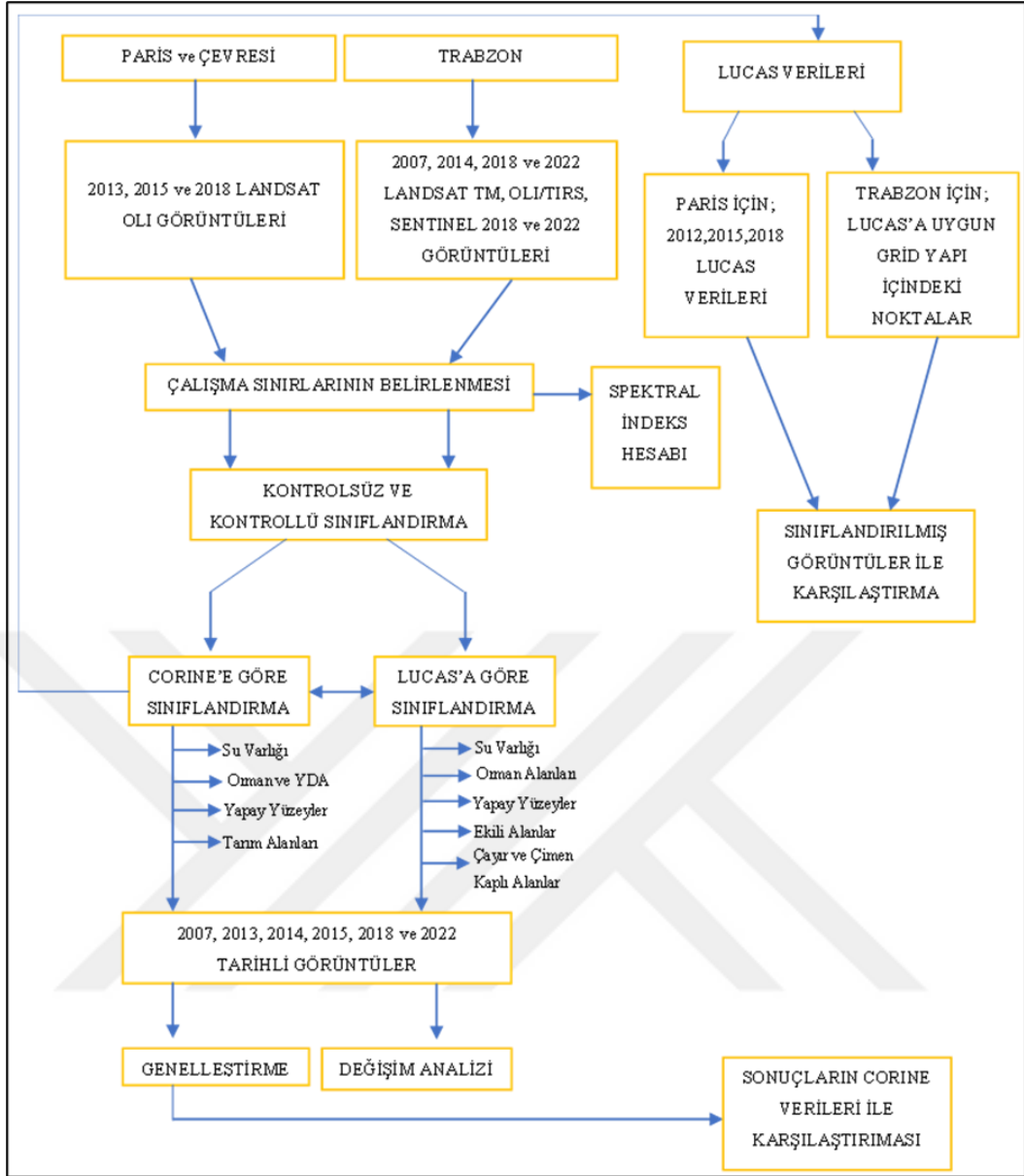
Arazi örtüsü ve arazi kullanımı LUCAS'ta ayrı ayrı ele alınır. Üç düzeyli bir yapı olan LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi içerisinde arazi örtüsü, birinci düzeyde 8 ana bölüme ayrılır. İkinci düzeyde; temel arazi örtüsü birimleri 28 alt bölüme ve üçüncü düzeyde ise 72 alt bölüme ayrılır (URL-7, 2022; Sarıyılmaz ve Musaoğlu, 2018). EK 2'de LUCAS sınıflandırma sistemine ait bilgiler ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çalışma kapsamında Fransa'nın Paris şehri için LUCAS sisteminin ilk düzeyine göre sınıflandırılmış görüntüler LUCAS 2012, 2015 ve 2018 noktasal verileri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları tablo haline getirilerek LUCAS verileri ile arasındaki uyum incelenmiştir. Projeye dahil olan yirmi sekiz AB ülkelerinin 2006, 2009, 2012, 2015 ve 2018 tarihli verilerine olarak ulaşmak mümkündür.



4. YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında, çalışma alanlarının arazi örtüsü/arazi kullanımı değişikliklerinin belirlenmesi amacıyla kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı hibrit sınıflandırma yaklaşımından yararlanılmıştır. Ortahisar için kontrolsüz sınıflandırma işlemi sırasında iki tane yöntem kullanılmış ve bunun sonucunda 2 ayrı kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanarak elde edilen sonuçlar birbiri ile karşılaştırılmıştır. Paris ve çevresi için sadece ISODATA yöntemi uygulanmıştır. Hibrit sınıflandırma işleminin ardından sınıflandırılmış görüntülere doğruluk analizi uygulanarak sınıflandırmanın doğruluğu hesaplanmıştır. Ayrıca çalışma alanlarına ait görüntülerin NDVI ve NDBI spektral indeksleri hesaplanarak bitki örtüsü ve yapay alanlardaki değişim gözlenmiştir. GEE platformu, spektral indeksleri hesaplamak ve belirlenen alanlar için kontrollü sınıflandırma işlemini gerçekleştirmek amacıyla kullanılmıştır. CORINE ve LUCAS yöntemi ise üretilen tematik haritaların doğruluğunun belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu çalışmada izlenen işlem adımları Şekil 3’de gösterilmektedir.



Şekil 3. Çalışmada izlenen işlem adımları

4.1. Sınıflandırma

Görüntü sınıflandırma, görüntü içerisinde yer alan her bir pikselin spektral değerlerinin görüntüdeki diğer piksellerle kıyaslanarak benzer piksellerin belirlenen sınıflara veya belirtilen sınıf sayısına ayrılması işlemi olarak (Campbell, 1996) ya da tematik bilgiyi oluşturan dijital bir görüntü içinde birbirinden farklı sınıfları yansıma değerleri dikkate alınarak kategorize eden açıklayıcı etiketlere dönüştürülmesi olarak tanımlanabilir.

Sınıflandırmadaki amaç, görüntü içerisindeki piksellerin parlaklık değerleri göz önüne alınarak belirtilen standartlara göre her bir pikselin arazi örtüsünü oluşturan sınıflardan birine atanması sonucunda tematik haritanın oluşturulmasıdır (Çetin ve Musaoğlu, 2011). Sınıflandırma işlemi nesne tabanlı veya piksel tabanlı algoritmalar ile

gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflarının tespitinde piksel tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle görüntüye kontrolsüz sınıflandırma işlemi uygulanarak spektral sınıflar elde edilmiştir. Kontrolsüz sınıflandırma işleminin ardından elde edilen spektral sınıflar kontrollü sınıflandırma işleminde girdi olarak kullanılmış, en çok benzerlik algoritması ile kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilerek bilgi sınıfları elde edilmiştir. Son olarak sınıflandırma sonuçları kontrol edilmiştir.

4.1.1. Kontrolsüz Sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma yönteminde, hiçbir ön bilgi kullanılmadan görüntüdeki farklı grupların spektral yansıma değerlerine göre bulunması amaçlanır ve spektral modellerin meydana getirdiği istatistiksel gruplara dayanarak gerçekleştirilir (Onur, 2007). Sınıflandırma işlemi sonrası ortaya çıkan sınıflara spektral sınıflar denilmektedir. Kullanıcıların kontrolsüz sınıflandırma öncesinde belirlemesi gereken bazı parametreler vardır. Bu parametreler şunlardır; maksimum iterasyon sayısı, yakınsama eşik değeri ve maksimum sınıf sayısı.

Uzaktan algılamada kontrolsüz sınıflandırma için çeşitli kümeleme algoritmaları bulunur. Bunlardan en çok bilinenleri K-means ve ISODATA'dır. Çalışmanın uygulama aşamasında Ortahisar ilçesi için kontrolsüz sınıflandırma kümeleme algoritmalarından K-means ve ISODATA, Paris ve çevresi için sadece ISODATA kullanılmıştır. Kullanılan iki yöntem ile yapılan sınıflandırma sonuçları birbiri ile karşılaştırılmıştır. İki farklı yöntemin kullanılma amacı ise şudur; Ortahisar ilçesi yoğun olarak orman ve ekili alanlar ile kaplı olmasından dolayı kontrolsüz sınıflandırma aşamasında benzer yansıma değerlerinden kaynaklı spektral sınıflarda meydana gelebilecek karışmaları önlemek ve tümüyle bu sınıfları birbirinden ayırt etmektir. Ancak uygulanan iki yöntem sonucunda da orman alanları ve ekili alan sınıflarını tümüyle ayırt etmek mümkün olmamıştır. Sonuçta, ISODATA yöntemi kullanılarak yapılan sınıflandırma sonuçlarının daha yüksek doğruluğu verdiği tespit edilmiştir.

4.1.1.1. K-means yöntemi

Sınıflandırma sonucunda ortaya çıkacak toplam küme sayısı K parametresiyle ifade edilir ve bu parametreden yararlanarak özellik uzayındaki veriler belirli bir benzerlik özelliklerine göre gruplara ayrılır. Bu yöntem K-means algoritmasıdır (Sunar vd., 2017). J.B. MacQueen'nin 1967 yılında geliştirmesi sonucu ortaya çıkan K-means algoritması, en temel ve yaygın kullanılan kontrolsüz sınıflandırma yöntemidir (URL-8).

4.1.1.2. ISODATA yöntemi

K-means algoritmasını temel alan ISODATA (Iterative Self Organizing DATA) yönteminden UA'da yaygın olarak yararlanılmaktadır. Bu yöntemde sınıflandırma sonucu ortaya çıkacak kümelerin piksel sayıları için üst limit belirlenir. Üst limit belirlenirken alt limit ve standart sapma değeri dikkate alınır (Sunar vd. 2016). Kümeleme sonucunda sınıf sayısı belirlenen alt limit ve üst limitten az veya çok oluşabilmektedir. ISODATA algoritması yinelemeler sonrasında küme sayısının değişmesi için kümelere silme, birleştirme gibi işlemler uygular. Yapılan yinelemeler sonrasında pikseller kümelere atanır ve pikseller silinmiş, birleştirilmiş kümelere tekrar sınıflandırılır. Bu işlem küme değerlerinde ciddi bir farklılık olmayana kadar devam eder (Lillesand vd., 2004).

4.1.2. Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma, kullanılan bir görüntüde özellikleri bilinmeyen tüm piksellerin kullanıcı tarafından örnek alanlardan yararlanılarak özellikleri belirlendikten sonra sınıflara ayrılması işlemi olarak tanımlanır (Campbell, 2002). Kontrolsüz sınıflandırmadan farklı olarak kullanıcının ön bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Kontrollü sınıflandırma sonucunda ortaya çıkan sınıflara bilgi sınıfları adı verilir (Sarıyılmaz, 2012).

4.1.2.1. En çok benzerlik yöntemi

LANDSAT'a ait ilk uydu görüntüsünün elde edilmesinden itibaren sınıflandırma işlemi için birçok algoritma geliştirilmiştir (Townshend, 1992; Hall vd., 1995; Lu ve Weng, 2007). Bu algoritmalar arasında en çok kullanılanlar en çok benzerlik ve yapay sinir ağları sınıflandırıcılarıdır. Bu çalışmada kontrollü sınıflandırma aşamasında en çok benzerlik yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemde bir piksel var olan tüm sınıflar içinde en yüksek olasılık değerine sahip olduğu sınıfa atanır. Olasılık değerlerinin oluşabilmesi için çoğunlukla normal dağılım modeli kullanılır. Bu yöntem, özelliği bilinmeyen bir pikseli sınıflandırırken spektral örneklerle ait varyans ve kovaryans istatistik kavramlarının her ikisini de yorumlar. Bunu yapabilmek için, spektral özellikleri oluşturan nokta grubunun normal dağılımlı olduğu varsayımı kabul edilmelidir (Lillesand, vd., 2008).

4.1.3. Sınıflandırma doğruluğu

Doğruluk değerlendirmesi sınıflandırılmış arazi örtüsünün, gerçek arazi örtüsü koşullarının birbirleri ile örtüşmesi prensibine dayanır ve arazi örtüsünden elde edilen yüksek kaliteli veriler aracılığıyla gerçekleştirilir (Stehman, 2009). Arazi örtüsü ve kullanımı gibi tematik haritalar birçok alanda yaygın olarak kullanıldığından güvenilir bir doğruluk değerlendirmesine ihtiyaç vardır. Belirli bir zamanda haritası üretilen arazi örtüsü ve kullanımının yer gerçeğini tanımlama başarısı tematik doğruluk olarak ifade edilir (Sarıılmaz vd., 2015) ve tematik doğrulukta amaç, bir veri seti için yapılan sınıflandırmanın kullanım amacına göre doğruluğunu göstermektir. Tematik doğruluk, bir haritanın özneliklerinin “gerçek” referans veri kümeleriyle uyuma derecesi olarak tanımlanabilecek bir doğruluk ölçüsüdür. Doğruluk değerlendirmesi tipik olarak, “gerçek” arazi kullanımı/örtüsü kategorisinin haritadaki kategoriyle karşılaştırıldığı bir referans alan örneğine dayanır (Mas vd., 2014). Anlamlı bir doğruluk değerlendirmesi yapabilmek için doğru olduğu kabul edilen referans verilerin kullanılması gerekmektedir.

Çalışma kapsamında sınıflandırma sonuçlarının tematik doğruluklarının belirlenebilmesi için hata matrisi kullanılarak kappa istatistik değeri ve genel doğruluk hesaplanmıştır. Literatürde Millones ve Pontius Jr (2011) çalışmalarında kappa istatistik değerinin sınıflandırma doğruluğunun tespit edilmesinde eksik yönleri olduğunu ifade etmektedirler. Ancak bu yöntem güncelliğini korumakta, birçok çalışmada kullanılmaya devam etmektedir (Camilleri vd, 2017; Kamwi vd., 2017; Lange vd., 2020; Fuchs vd., 2021; Ko vd., 2022; Chhablani vd., 2022; Sunil vd., 2022).

Sınıflandırma sonuçlarının kontrolü sırasında, kontrolde kullanılan rastgele nokta sayısının belirlenmesi amacıyla binomial örnekleme yöntemine ait (van Genderen ve Lock, 1977; Fitzpatrick - Lins, 1981) Eşitlik 1’de verilen formül kullanılmıştır.

$$N = \frac{Z^2 pq}{E^2} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Eşitliğe 1’e göre:

N = Örnek sayısı,

p = Beklenen doğruluk,

q = 100 – p,

E = Hesaba katılabilir hata,

Z = % 95 Güven aralığı için standart normal sapma (1.96) olarak tanımlanır.

Kappa istatistik değeri 0-1 aralığında değişmekte olup değerin 1'e yakın olması genel doğruluğun güvenilir olduğu anlamına gelmektedir.

4.2. Spektral indeksler

Birçok bilimsel araştırmada sıklıkla kullanılan spektral indeksler, uydu görüntüleri içinde yer alan bantların oranlanması sonucunda meydana gelen görüntü sayesinde istenilen yeryüzü nesnelere ilişkin özellikleri hakkında bilgi sağlamaktadır (Bektaş Balçık, 2011). Bu tez çalışması kapsamında, çalışma alanlarının geçmiş ve güncel durumlarını ve iki önemli yeryüzü nesnesi olan yeşil alanlar ile yapay alanlardaki değişiklikleri daha kısa sürede ve daha pratik uygulama ile ortaya koyabilmek amacıyla NDVI ve NDBI spektral indekslerinden yararlanılmıştır.

4.2.1. Normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI)

Uzaktan Algılama uygulamalarında bitki örtüsünün zaman içindeki durumunun izlenmesi amacıyla en çok kullanılan spektral indeks NDVI indeksidir (Sabuncu ve Özener, 2019). NDVI değeri Eşitlik 2'de gösterildiği gibi yakın kızıl ötesi (NIR) ve kırmızı bant görüntülerinin birbirinden çıkarılıp toplam değerine bölünmesi ile hesaplanır. Elde edilen değer -1 ile +1 arasında değişmektedir. Bitki ile kaplı alanların fazla olduğu yerlerde indeks değeri +1'e doğru yaklaşır.

$$NDVI = \frac{NIR - Kırmızı Bant}{NIR + Kırmızı Bant} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

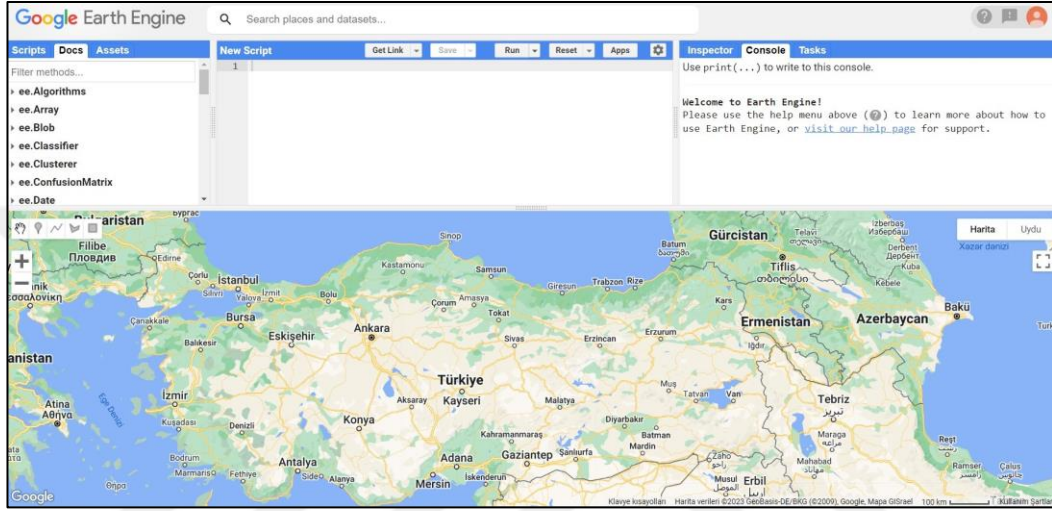
4.2.2. Normalize edilmiş fark yerleşim indeksi (Normalized Difference Built-up Index - NDBI)

NDBI spektral indeksi, kentsel alanlarda düşük ve yüksek yansıtım özelliği gösteren yakın kızılötesi bant ile orta kızılötesi bantların birbiriyle oranlanması ile hesaplanır (Ergene, 2016). NDBI'yi hesaplamak için Eşitlik 3'de verilen matematiksel formül kullanılmıştır. Elde edilen değer -1 ile +1 arasında değişmektedir. Yerleşim alanlarının fazla olduğu yerlerde indeks değeri +1'e doğru yaklaşır.

$$NDBI = \frac{\text{Orta Kızılötesi} - \text{Yakın Kızılötesi}}{\text{Orta Kızılötesi} + \text{Yakın Kızılötesi}} \quad (\text{Eşitlik 3})$$

4.3. Google Earth Engine (GEE)

GEE, coğrafi verilerin analizi için tasarlanmış bulut tabanlı bir platformdur. Bu platform kullanıcıların petabaytlarca veri üzerinde uydu görüntülerinin görselleştirilmesi ve bu uydu görüntüleri üzerinden analiz yapılması gibi birçok işlemleri yapmaya olanak tanır. Sunulan bütün verilere ücretsiz olarak erişilebilmektedir. GEE'den alınan görüntüler, hızlı ve verimli erişimi kolaylaştırmak için önceden işlenir. Herhangi bir ön işleme gerek duyulmamaktadır. Şekil 4'te GEE arayüzü gösterilmektedir.



Şekil 4. GEE arayüzü

Tarımsal alanların durumunun değerlendirilmesi, arazi örtüsü/kullanımındaki değişikliklerin belirlenmesi, su ve orman alanlarında meydana gelen artış veya azalışın belirlenmesi gibi birçok çalışmada GEE kullanmak mümkündür (Aghlmand vd. 2021). Açık kaynak kodlu yazılım olan GEE, istenilen yıllara ait verilere hızlı bir şekilde ulaşılmasını ve veri yükünden kurtulmayı sağlamaktadır. Çalışma prensibi, bulut depolama vasıtasıyla uydu görüntülerini kullanıcının hizmetine sunmak ve bu verileri kodlar yardımıyla çalışmanın amacına göre işleyerek sonuç elde etmesi olarak tanımlanabilir (Gorelick vd., 2017). Çalışma kapsamında GEE platformu kullanılarak çalışma alanları için NDVI, NDBI spektral indekslerinin hesabı ve belirlenen yıllara ait görüntülerinin kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

4.4. Land Use / Cover Area Frame Survey (LUCAS) yöntemi

LUCAS, Eurostat tarafından başlatılan ve AB kapsamında arazi örtüsü/arazi kullanımı durumu hakkında uyumlu verilerin toplanmasını amaçlayan bir projedir (Ballabio vd. 2016) ve arazi örtüsü/arazi kullanımı değişimleri hakkında standart veri

üretmek ve CORINE gibi uydu görüntüleri temelli oluşturulan veri tabanlarını doğrulamak amacı ile kullanılmaktadır.

LUCAS örnekleme yönteminde çalışılan bölge, 2kmx2km boyutlarında 4km²'lik kare alanlara ayrılarak 9x9 grid yapı oluşturulur ve 81 adet nokta belirlenir. Arazi çalışmaları ve belgeleme işlemleri belirlenen noktalar için yapılır. Belgeleme içerisinde her bir noktaya ait ayırt edici tüm özelliklerin kayıt altına alınması ve koordinat ölçme işlemleri bulunur. Belirtilen işlem tüm alan için tekrar edilir. Son olarak, çalışılan bölgedeki 81 adet nokta için arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıfları 20m yarıçaplı alan içerisinde bulunan en baskın arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıfı göz önüne alınır (Sarıılmaz ve Musaoğlu, 2016; Sarıılmaz, 2017, URL-7, 2022).

LUCAS'a uygun arazi çalışması gerçekleştirilirken uygulanan adımlar şunlardır; öncelikle konumu tespit etmek amacıyla bir GPS uygulaması ve noktalara ait belirlenen koordinatlardan yararlanılarak belirlenen noktaya araçla gidilir, ardından aracın bırakıldığı alanda arazi formuna; nokta numarası, araştırmacıya ait bilgiler, arazi çalışmasının yapıldığı tarih ve aracın bulunduğu noktanın GPS koordinatları kaydedilir, daha sonra bir noktadaki çalışmaya başlama saati kaydedilir, ardından aracın park edildiği yerden ayrılarak GPS uygulaması üzerinden noktanın üzerine veya en yakın yere gelinir, ardından durulan noktanın GPS koordinatları kayıt altına alınır, daha sonra durulan noktanın 4 yönünün fotoğraf çekimleri yapılır, ardından gerekiyorsa noktaya ait özel durumlar kayıt altına alınır ve fotoğraf ile belgelenir, daha sonra noktanın arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıfları kayıt altına alınır, noktaya ait ağaç yükseklikleri gibi bazı ayırt edici özellikler arazi formuna işlenir, daha sonra 250 m doğu yönüne gidilerek en kesit alınır ve bu doğrultuda arazi örtüsü forma işlenerek fotoğrafı çekilir, son aşamada aracın bırakıldığı alana dönülerek yukarıda yazılan işlemlerin bitiş saati yazılır ve harcanan tüm süre belirlenir (Sarıılmaz, 2017).

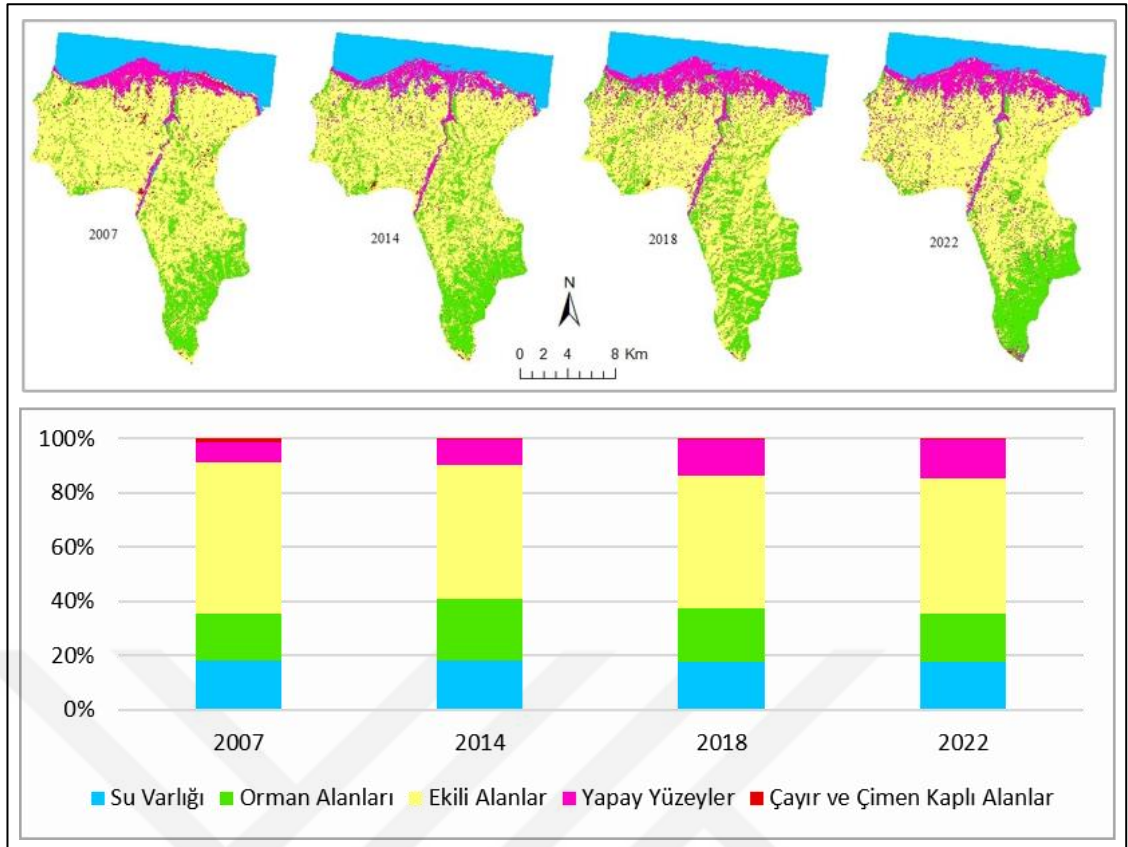
LUCAS yönteminde arazi çalışması yapılan bölgenin şartları (dağlık, engebeli vb.) dolayısıyla ulaşılacak noktalar için yüksek mekansal çözünürlüklü uydu görüntülerinden faydalanılabilmektedir. Bu çalışmada da Trabzon'un Ortahisar ilçesi dağlık ve engebeli bir araziye sahip olması sebebiyle belirlenen noktalara ulaşımı engelleyeceğinden arazi çalışması gerçekleştirilememiştir. Bunun yerine 2022 tarihli yüksek mekansal çözünürlüğe sahip PlanetScope görüntüsü kullanılarak çalışma alanı içerisine 2'şer km mesafedeki 42 adet noktanın LUCAS sınıflandırma sistemine göre arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıfları belirlenerek sınıflandırılmış görüntüler ile karşılaştırılmıştır.

5. UYGULAMA VE BULGULAR

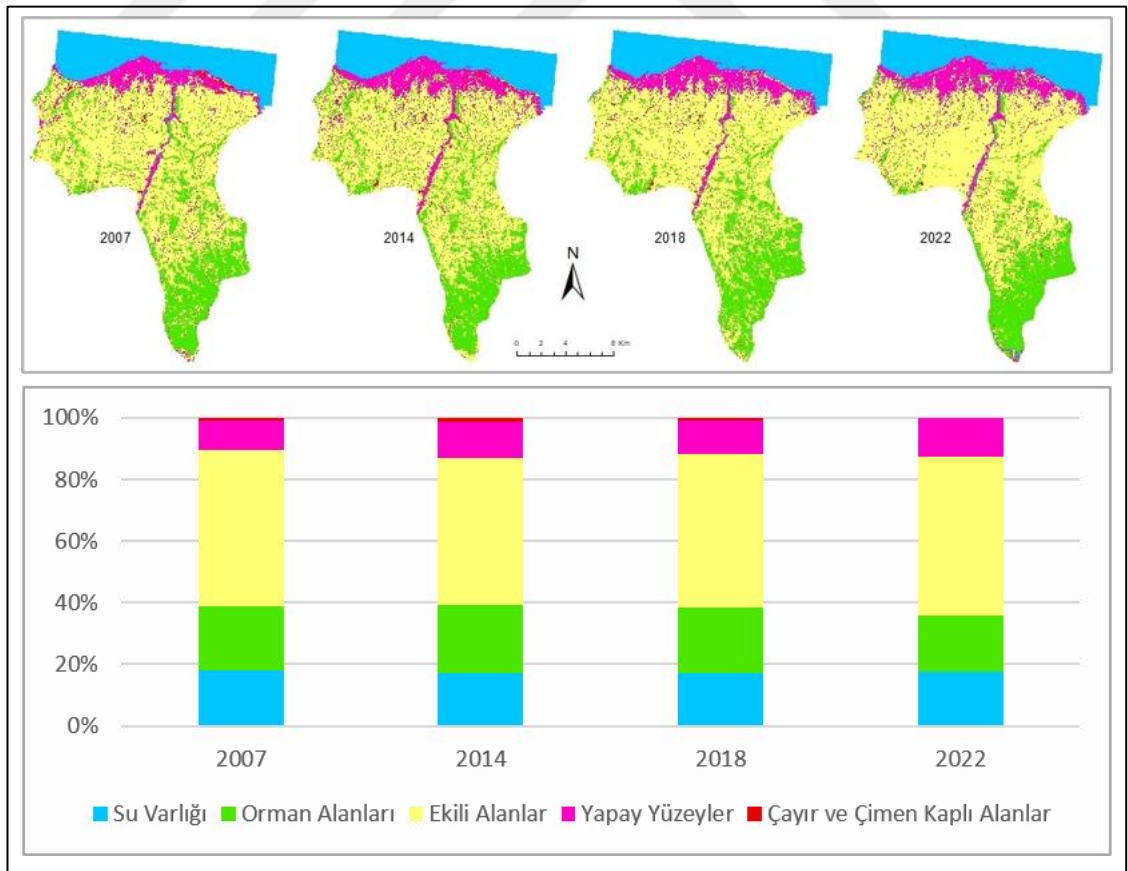
5.1. Uydu Görüntülerinin Sınıflandırması ve Sonuçları

Çalışma kapsamında piksel tabanlı sınıflandırma yönteminden yararlanılmıştır. Çalışma alanlarına ait tematik haritalarının oluşturulması amacıyla öncelikle kontrolsüz sınıflandırma işlemi ardından sırasıyla kontrollü sınıflandırma ve doğruluk analizi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işlemi hem SENTINEL hem de LANDSAT görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrolsüz sınıflandırma yapılmasındaki amaç çalışma alanlarına ait sınıfları belirlemek ve ardından yapılacak olan kontrollü sınıflandırma için altlık oluşturmaktır. Kontrollü sınıflandırma işlemi her iki çalışma alanı içinde en çok benzerlik algoritması kullanarak gerçekleştirilmiştir. GEE platformu ile gerçekleştirilen kontrollü sınıflandırma işleminde ise smileCART makine öğrenme algoritması kullanılmıştır. Bu işlemler sonucunda LUCAS sınıflandırma sisteminin birinci düzeyine göre her iki çalışma alanı için de su varlığı, orman alanları, çayır ve çimen kaplı alanlar, yapay yüzeyler ile ekili alanlar olmak üzere beş adet bilgi sınıfı elde edilmiştir. CORINE sınıflandırma sisteminin birinci düzeyine göre ise su varlığı, orman ve yarı doğal alanlar, yapay yüzeyler ile tarım alanlar olmak üzere dört adet bilgi sınıfı elde edilmiştir. LUCAS ve CORINE sınıflandırma sistemlerinde bulunan tüm sınıfların özellikleri EK-1 ve EK-2’de gösterilmektedir.

Ortahisar için LUCAS sınıflandırma sistemine göre ISODATA ve K-means yöntemleri kullanılarak sınıflandırılmış görüntüler ve belirlenen sınıfların kapladıklarına alana göre dağılımını gösteren grafik, Şekil 5 ve Şekil 6’da gösterilmektedir.



Şekil 5. LUCAS sınıflandırma sistemine göre ISODATA yöntemi sonuçları



Şekil 6. LUCAS sınıflandırma sistemine göre K-means yöntemi sonuçları

Kontrolsüz sınıflandırma aşamasında ISODATA yöntemi hibrit sınıflandırma ile LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılan Ortahisar ilçesinin 2007 yılında, %55.95'i ekili alanlar, %18.16'si su varlığı alanları, %17.12'si orman alanları, %7.43'ü yapay yüzeyler ve %1.34'ü çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır)'dan oluşmaktadır (Tablo 3 ve Şekil 5).

Tablo 3. 2007 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	5181.21	18.16
Orman Alanları	4885.74	17.12
Ekili Alanlar	15963.90	55.95
Yapay Yüzeyler	2116.71	7.43
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	383.58	1.34
Toplam	28531.14	100

Kontrolsüz sınıflandırma aşamasında K-means yöntemi hibrit sınıflandırma ile LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılan Ortahisar ilçesinin 2007 yılında, %50.76'sı ekili alanlar, %21.04'ü orman alanları, %17.96'si su varlığı alanları, %9.35'i yapay yüzeyler ve %0.89'u çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır)'dan oluşmaktadır (Tablo 4 ve Şekil 6).

Tablo 4. 2007 yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	5124.60	17.96
Orman Alanları	6003.27	21.04
Ekili Alanlar	14482.40	50.76
Yapay Yüzeyler	2668.14	9.35
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	252.72	0.89
Toplam	28531.14	100

Kontrolsüz sınıflandırma aşamasında ISODATA yöntemi hibrit sınıflandırma ile LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılan Ortahisar ilçesinin 2014 yılında, %49.80'i ekili alanlar, %22.50'si orman alanları, %18.18'si su varlığı alanları, %9.20'si yapay yüzeyler ve %0.32'si çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır)'dan oluşmaktadır (Tablo 5 ve Şekil 5).

Tablo 5. 2014 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	5185.89	18.18
Orman Alanları	6419.25	22.50
Ekili Alanlar	14209.70	49.80
Yapay Yüzeyler	2624.76	9.20
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	91.62	0.32
Toplam	28531.22	100

Kontrolsüz sınıflandırma aşamasında K-means yöntemi hibrit sınıflandırma ile LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılan Ortahisar ilçesinin 2014 yılında, %47.90'ı ekili alanlar, %21.96'sı orman alanları, %17.29'ı su varlığı alanları, %11.65'i yapay yüzeyler ve %1.20'si çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır)'dan oluşmaktadır (Tablo 6 ve Şekil 6).

Tablo 6. 2014 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	4932.63	17.29
Orman Alanları	6265.08	21.96
Ekili Alanlar	13664.50	47.90
Yapay Yüzeyler	3327.57	11.65
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	341.37	1.20
Toplam	28531.15	100

Kontrolsüz sınıflandırma aşamasında ISODATA yöntemi hibrit sınıflandırma ile LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılan Ortahisar ilçesinin 2018 yılında, %48.84'i ekili alanlar, %19.92'si orman alanları, %17.77'si su varlığı alanları, %13.12'si yapay yüzeyler ve %0.35'i çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır)'dan oluşmaktadır (Tablo 7 ve Şekil 5).

Tablo 7. 2018 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	5069.34	17.77
Orman Alanları	5682.24	19.92
Ekili Alanlar	13934.20	48.84
Yapay Yüzeyler	3744.00	13.12
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	101.43	0.35
Toplam	28531.21	100

Kontrolsüz sınıflandırma aşamasında K-means yöntemi hibrit sınıflandırma ile LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılan Ortahisar ilçesinin 2018 yılında, %49.82'si ekili alanlar, %21.30'u orman alanları, %17.24'ü su varlığı alanları, %10.75'i yapay yüzeyler ve %0.89'u çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır)'dan oluşmaktadır (Tablo 8 ve Şekil 6).

Tablo 8. 2018 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	4919.85	17.24
Orman Alanları	6076.53	21.30
Ekili Alanlar	14214.50	49.82
Yapay Yüzeyler	3067.65	10.75
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	252.63	0.89
Toplam	28531.16	100

Kontrolsüz sınıflandırma aşamasında ISODATA yöntemi hibrit sınıflandırma kullanarak LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılan Ortahisar ilçesinin 2022 yılında, %49.82'si ekili alanlar, %17.89'u orman alanları, %17.60'si su varlığı alanları, %14.50'si yapay yüzeyler ve %0.19'u çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır)'dan oluşmaktadır (Tablo 9 ve Şekil 5).

Tablo 9. 2022 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	5022.36	17.60
Orman Alanları	5105.07	17.89
Ekili Alanlar	14211.70	49.82
Yapay Yüzeyler	4137.30	14.50
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	54.72	0.19
Toplam	28531.15	100

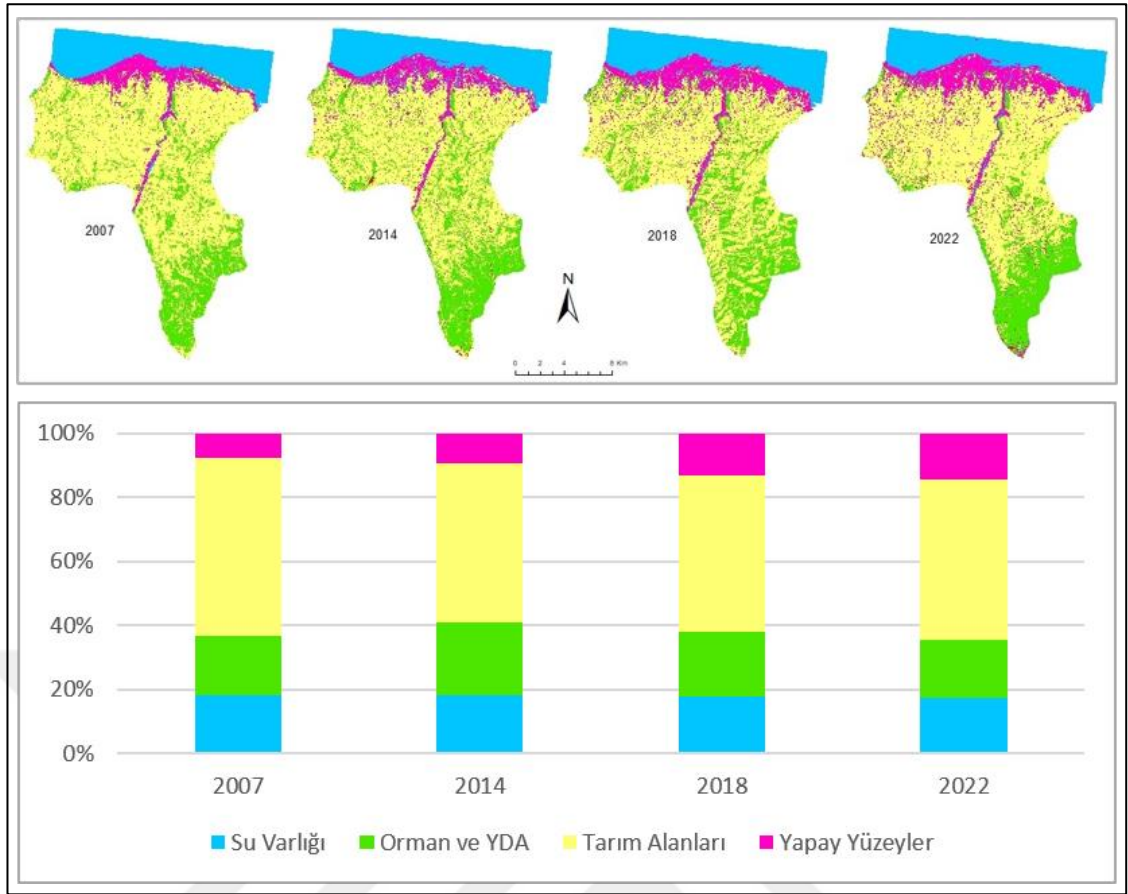
Kontrolsüz sınıflandırma aşamasında K-means yöntemi hibrit sınıflandırma ile LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılan Ortahisar ilçesinin 2022 yılında, %51.39'u ekili alanlar, %18.52'si orman alanları, %17.40'ı su varlığı alanları, %12.57'si yapay yüzeyler ve %0.12'si çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır)'dan oluşmaktadır (Tablo 10 ve Şekil 6).

Tablo 10. 2022 Yılı LUCAS arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

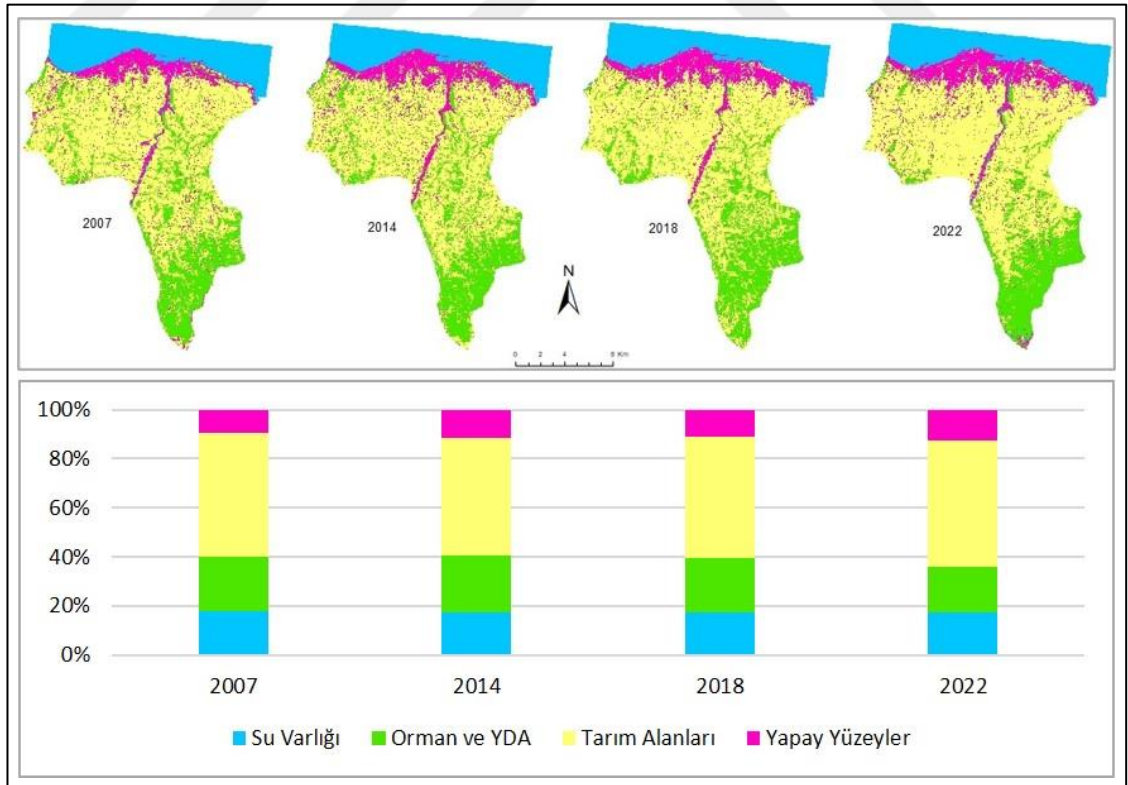
Sınıf Adı	Kapladığı Alan (Hektar)	%
Su Varlığı	4963.86	17.40
Orman Alanları	5284.35	18.52
Ekili Alanlar	14661.90	51.39
Yapay Yüzeyler	3586.41	12.57
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	34.65	0.12
Toplam	28531.17	100

Hibrit sınıflandırma yönteminin kontrolsüz sınıflandırma aşamasında seçilen ISODATA ve K-means algoritmaları kullanarak LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılan Ortahisar için sonuçlar incelendiğinde: su varlığı sınıfının düzenli olarak azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi 2016 yılında deniz yüzeyine toprak dolgu olarak inşa edilen Şenol Güneş Kompleksi'nin su alanlarını yapay yüzey alanlarına dönüştürmesi olduğu düşünülmektedir. 2007 yılından 2014 yılına kadar geçen sürede ekili alan ile çayır ve çimen kaplı alanların azaldığı, orman alanları ile yapay yüzeylerin arttığı görülmektedir. 2018 yılında orman alanları ve ekili alanlar azalırken buna bağlı olarak yapay yüzeyler sınıfında artış yaşanmaktadır. 2022 yılında çayır ve çimen kaplı alanlar ile orman alanları azalırken ekili alanlar ve yapay yüzey sınıfında artış yaşandığı görülmektedir. Ekili alanlardaki artışın sebebi kontrolsüz sınıflandırma işlemi sırasında orman alanları ile ekili alanlar sınıflarının benzer spektral değerlerine sahip olmasından kaynaklı aynı sınıflara atanması ve buna bağlı olarak ayırımının yapılamamasıdır. Bu nedenle orman alanları ve ekili alanlar sınıfları karışmaktadır. ISODATA ve K-means yöntemlerinin her ikisinde de aynı durum yaşandığı gözlenmiştir.

Şekil 7'de CORINE sınıflandırma sistemine göre ISODATA yöntemi sonuçları, Şekil 8'de CORINE sınıflandırma sistemine göre K-means yöntemi sonuçları belirlenen arazi örtüsü sınıflarının kapladıklarına alana göre dağılımını gösteren grafik gösterilmektedir.



Şekil 7. CORINE sınıflandırma sistemine göre ISODATA yöntemi sonuçları



Şekil 8. CORINE sınıflandırma sistemine göre K-means yöntemi sonuçları

Tablo 11’de 2007, 2014, 2018 ve 2022 tarihli görüntülerin kontrolsüz sınıflandırma algoritması ISODATA yöntemi hibrit sınıflandırma ile CORINE sınıflandırma sistemine göre belirlenen arazi örtüsü sınıflarının Ortahisar ilçesi içerisindeki kapladıkları alanlar hektar olarak, Tablo 12’de ise yüzde olarak ifade edilmiştir. Yarı doğal alanlar (YDA) olarak belirtilen yerler, çalılık ve otsu bitki örtüsü ile açık alanları (az bitki örtüsü ile kaplı ya da hiç bitki örtüsü olmayan) ifade etmektedir. YDA sınıfı LUCAS sınıflandırma sisteminde çayır ve çimen kaplı alanlar ile boş toprak alanlar olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle CORINE sınıflandırma sisteminde çayır ve çimen kaplı alanlar sınıfı orman ve YDA sınıfı ile birleştirilmiştir.

Tablo 11. CORINE arazi örtüsü sınıflarının hektar olarak dağılımı

Sınıf İsmi	2007	2014	2018	2022
Su Varlığı	5181.21	5185.89	5069.34	5022.36
Orman ve YDA	5269.32	6510.89	5783.67	5159.79
Tarım Alanları	15963.90	14209.70	13934.20	14211.70
Yapay Yüzeyler	2116.71	2624.76	3744.00	4137.30
Toplam	28531.14	28531.22	28531.21	28531.15

Tablo 12. CORINE arazi örtüsü sınıflarının yüzde olarak dağılımı

Sınıf İsmi	2007	2014	2018	2022
Su Varlığı	18.16	18.18	17.77	17.60
Orman ve YDA	18.46	22.82	20.27	18.08
Tarım Alanları	55.95	49.80	48.84	49.82
Yapay Yüzeyler	7.43	9.20	13.12	14.50
Toplam	100	100	100	100

Tablo 13’de 2007, 2014, 2018 ve 2022 tarihli görüntülerin kontrolsüz sınıflandırma algoritması K-means yöntemi hibrit sınıflandırma ile CORINE sınıflandırma sistemine göre belirlenen arazi örtüsü sınıflarının Ortahisar ilçesi içerisindeki kapladıkları alanlar hektar olarak, Tablo 14’de ise yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

Tablo 13. CORINE arazi örtüsü sınıflarının hektar olarak dağılımı

Sınıf İsmi	2007	2014	2018	2022
Su Varlığı	5124.60	4932.63	4919.85	4963.86
Orman ve YDA	6255.99	6606.45	6329.16	5319.00
Tarım Alanları	14482.40	13664.50	14214.50	14661.90
Yapay Yüzeyler	2668.14	3327.57	3067.65	3586.41
Toplam	28531.14	28531.15	28531.16	28531.17

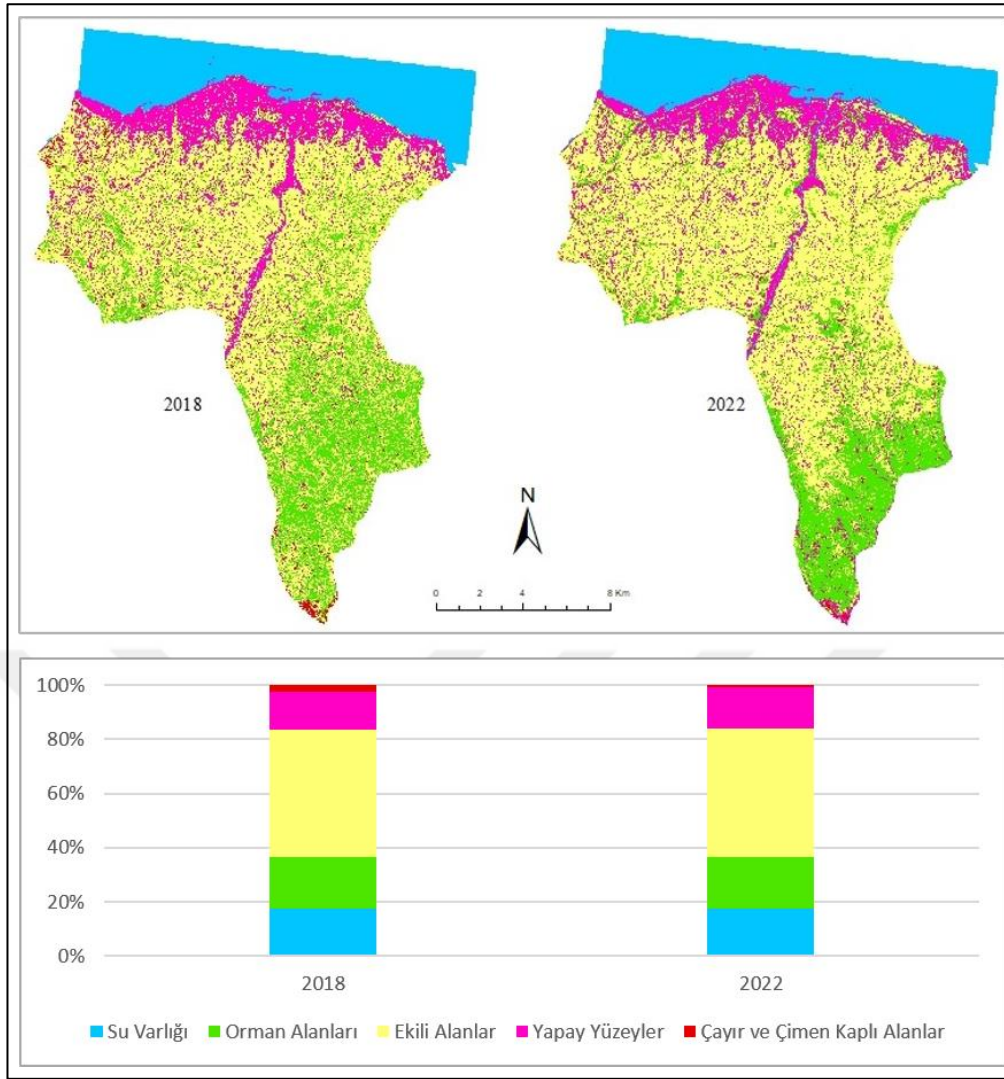
Tablo 14. CORINE arazi örtüsü sınıflarının yüzde olarak dağılımı

Sınıf İsmi	2007	2014	2018	2022
Su Varlığı	17.96	17.29	17.24	17.40
Orman ve YDA	21.93	23.16	22.19	18.64
Tarım Alanları	50.76	47.90	49.82	51.39
Yapay Yüzeyler	9.35	11.65	10.75	12.57
Toplam	100	100	100	100

ISODATA ile yapılan hibrit sınıflandırma sonuçları incelendiğinde; 2007 yılında henüz toprak dolgu inşası yapılmadığı için su varlığı sınıfı büyük miktarda yer kaplamaktadır. Ancak 2014, 2018 ve 2022 yıllarında su varlığı sınıfında azalma tespit edilmiştir. 2007 yılından 2014 yılına kadar geçen sürede, orman ve YDA sınıfı ile yapay yüzeyler sınıflarının kapladıkları alanın arttığı, ancak tarım alanları sınıfının kapladıkları alanın azaldığı gözlenmektedir. Orman ve YDA'da meydana gelen artışın sebebi kullanılan tarım arazilerinin yarı doğal alanlara dönüşmesidir. Bu durum da orman ve YDA sınıfının kapladığı alanda artışa sebep olmuştur. 2022 yılında, tarım alanları ve yapay yüzeyler sınıflarının kapladığı alanda artış yaşanırken, orman ve YDA sınıfının kapladığı alanda azalış yaşandığı gözlenmiştir.

K-means ile yapılan hibrit sınıflandırma sonuçları incelendiğinde; 2007, 2014, 2018 yıllarında su varlığı sınıfının kapladığı alanın azaldığı, 2022 yılında ise arttığı gözlenmiştir. 2007 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede tarım alanları sınıfının kapladığı alan azalırken, orman ve YDA sınıfı ile yapay yüzeyler sınıflarının kapladıkları alanda önce artış daha sonra azalış yaşandığı gözlenmiştir. Orman ve YDA sınıfının kapladığı alandaki artışın sebebi kullanılan tarım arazilerinin boş toprak, tarım alanı veya çayır ve çimen kaplı alanlara dönüşmesinden kaynaklıdır. 2022 yılında ise tarım alanları ve yapay yüzeyler sınıflarının kapladıkları alanda artış yaşanırken orman ve YDA sınıfının kapladığı alanda azalış tespit edilmiştir.

10m mekansal çözünürlüğe sahip Sentinel 2018 ve 2022 görüntülerinin Ortahisar için LUCAS sınıflandırma sistemine göre sonuçları ile belirlenen arazi örtüsü sınıflarının dağılımının verildiği grafik Şekil 9'da, CORINE sınıflandırma sistemine göre sonuçları ve belirlenen arazi örtüsü sınıflarının dağılımının verildiği grafik ise Şekil 10'da gösterilmektedir. Sentinel görüntüleri için sadece ISODATA algoritması kullanarak hibrit sınıflandırma gerçekleştirilmiştir.



Şekil 9. LUCAS sınıflandırma sistemi sonuçları

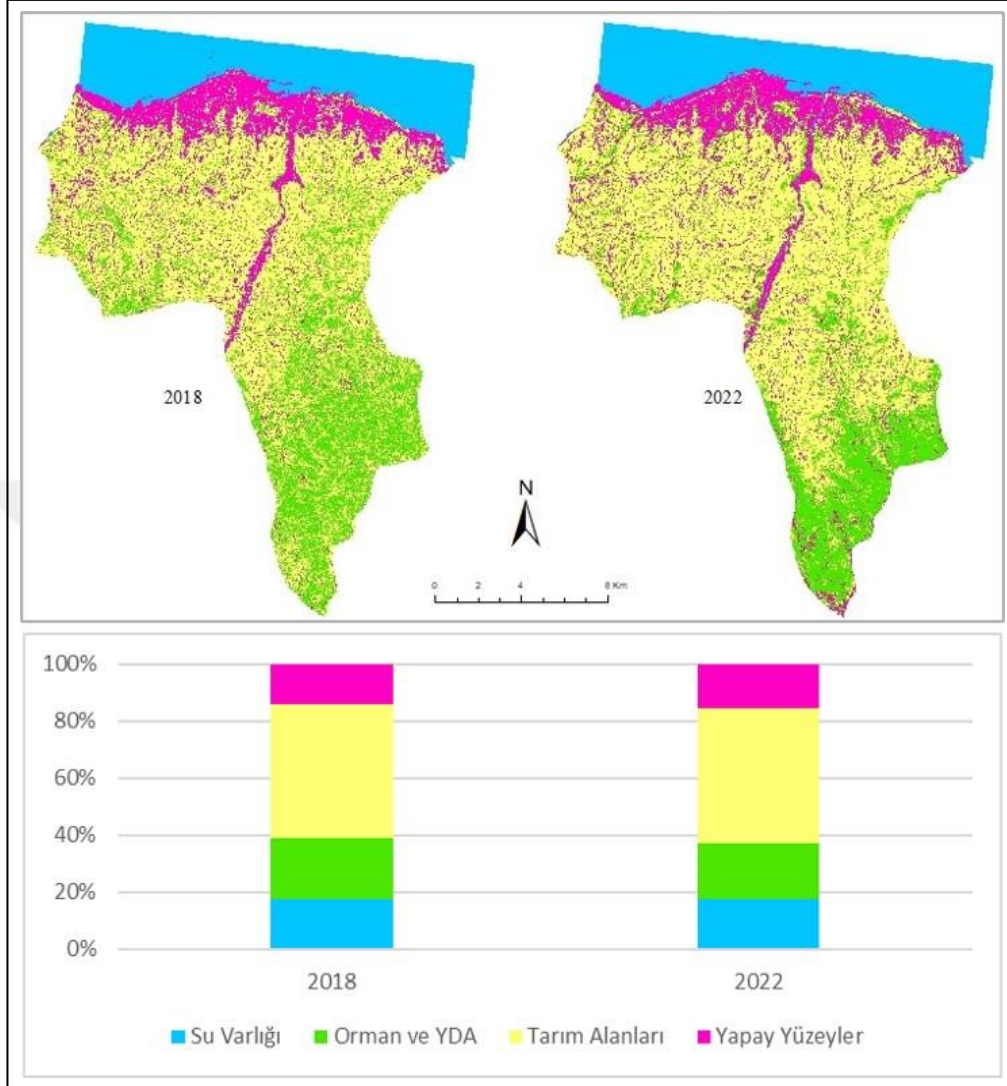
LUCAS sınıflandırma sistemine göre Ortahisar ilçesine ait sınıflar ve kapladığı alanların hektar cinsinden değeri Tablo 15’de gösterilmektedir.

Tablo 15. SENTINEL görüntülerinin LUCAS sınıflandırma sonuçları

Sınıf Adı	2018	2022
Su Varlığı	4965.28	4987.92
Orman Alanları	5518.71	5438.93
Ekili Alanlar	13381.40	13549.20
Yapay Yüzeyler	4012.66	4334.01
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	653.71	226.01
Toplam	28531.76	28531.57

Sınıflandırma sonuçları incelendiğinde; 2018 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede orman alanları ile çayır ve çimen kaplı alan sınıflarının kapladıkları alan azalırken, ekili alanlar, yapay yüzeyler ve su varlığı sınıflarının kapladıkları alanda artış

gözlenmiştir. Ekili alan sınıfının kapladığı alandaki artışın sebebi ise çayır ve çimen kaplı alanların ekili arazilere dönüşmesidir.



Şekil 10. CORINE sınıflandırma sistemi sonuçları

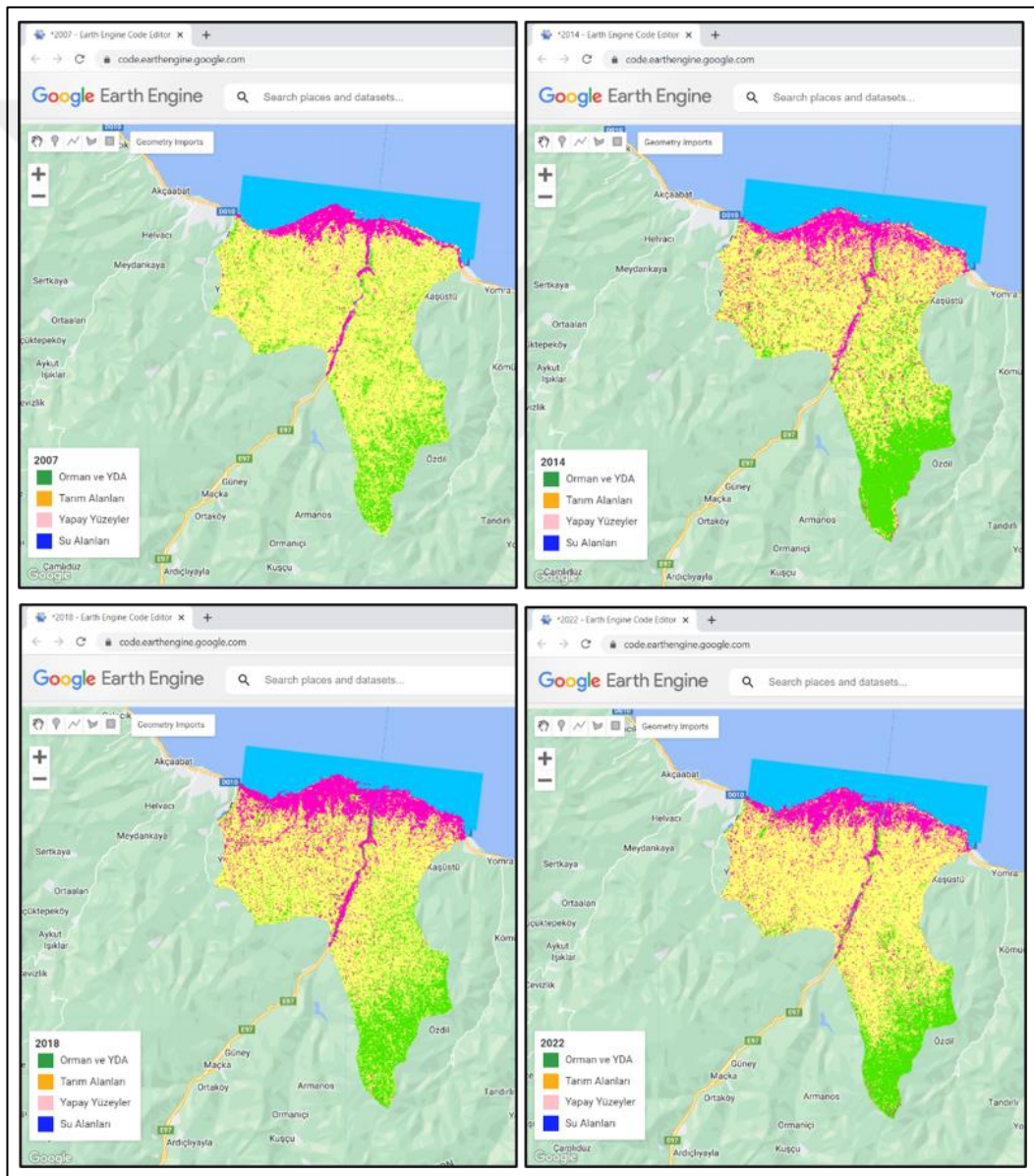
CORINE sınıflandırma sistemine göre Ortahisar ilçesine ait sınıflar ve kapladığı alanların hektar cinsinden değeri Tablo 16’da gösterilmektedir.

Tablo 16. SENTINEL görüntülerinin CORINE sınıflandırma sonuçları

Sınıf Adı	2018	2022
Su Varlığı	4965.28	4987.92
Orman ve YDA	6172.42	5660.59
Tarım Alanları	13381.40	13549.20
Yapay Yüzeyler	4012.66	4334.01
Toplam	28531.76	28531.57

Tablo 16 incelendiğinde; 2018 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede orman alanları sınıfının kapladıkları alan azalırken, tarım alanları, yapay yüzeyler ve su varlığı sınıflarının kapladıkları alanda artış gözlenmiştir. Tarım alanlarındaki artışın sebebi yarı doğal alanların tarım arazisine dönüşmesidir.

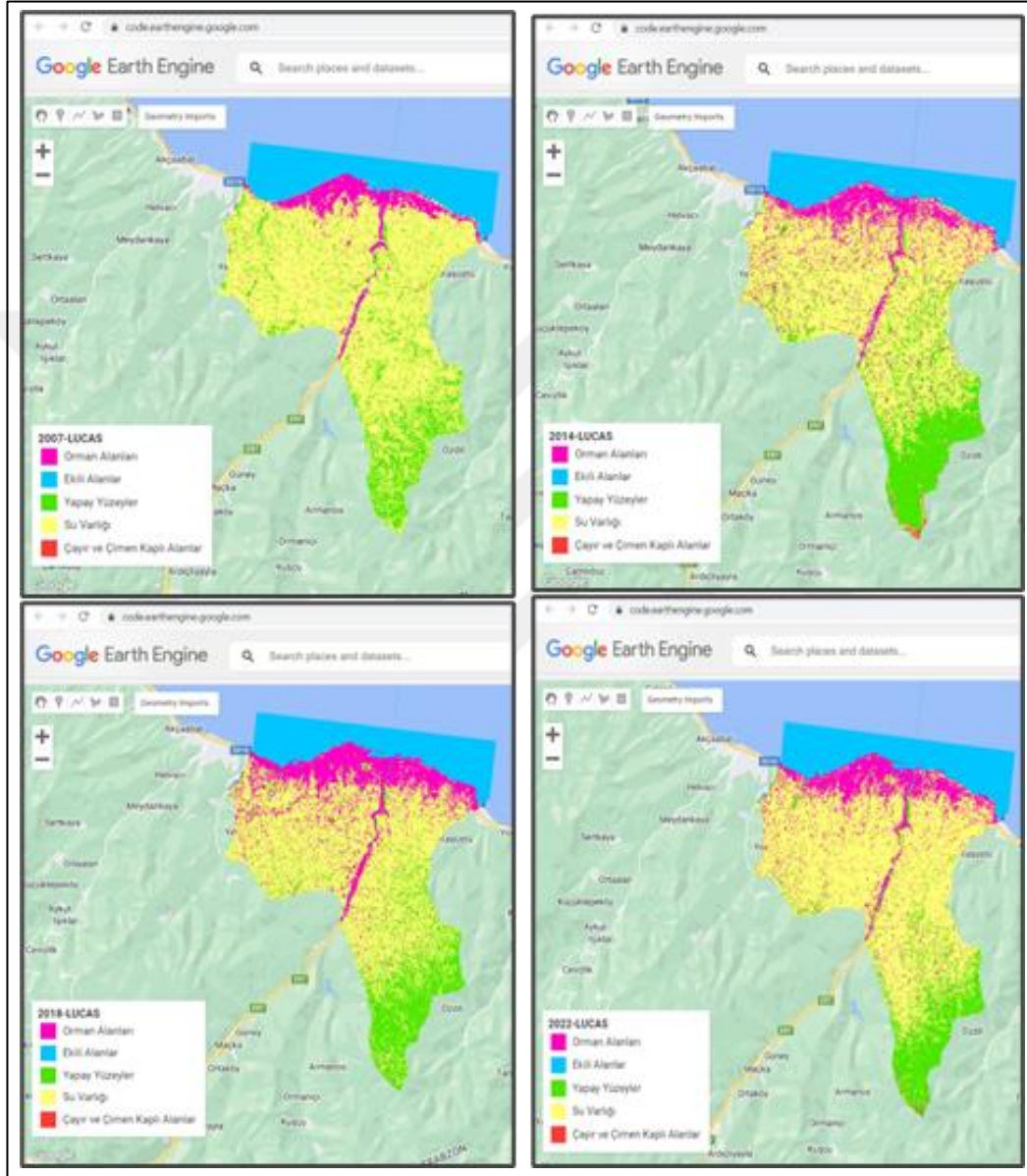
Ortahisar ilçesine ait 2007, 2014, 2018 ve 2022 tarihli LANDSAT uydu görüntüleri Google Earth Engine yazılımı kullanarak CORINE ve LUCAS sınıflandırma sisteminin birinci düzeyine göre sınıflandırılarak diğer sınıflandırılmış görüntüler ile sonuçlar karşılaştırılmıştır. Burada hibrit yöntem uygulanmamış, doğrudan kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. CORINE sınıflandırma sonuçları Şekil 11’de gösterilmektedir.



Şekil 11. Google Earth Engine CORINE sınıflandırma sonuçları

CORINE sınıflandırma sonucunda dört adet bilgi sınıfı ortaya çıkmıştır. Bunlar; orman ve YDA, tarım alanları, yapay yüzeyler ve su varlığı alanlarıdır.

LUCAS sınıflandırma sonucunda ise beş adet bilgi sınıfı ortaya çıkmıştır. Bunlar; orman alanları, ekili alanlar, yapay yüzeyler, çayır ve çimen kaplı alanlar ile su varlığı alanlarıdır. LUCAS sınıflandırma sonuçları Şekil 12’de gösterilmektedir.



Şekil 12. Google Earth Engine LUCAS sınıflandırma sonuçları

Çalışma kapsamında da GEE yazılımı kullanılarak Ortahisar ilçesine ait arazi örtüsü ve kullanımı değişiklikleri incelenmiştir. Bunun için öncelikle GEE kod düzenleyicisine Tablo 19’da gösterilen LANDSAT ID numaralı görüntüler girdi olarak eklenmiştir. Ardından çalışma alanında belirlenen bilgi sınıfları için ayrı ayrı eğitim verileri toplanmıştır. Toplanan eğitim verilerine ait sınıflar “merge” komutu ile

birleştirilmiştir. Bir sonraki aşamada sınıflandırmada kullanılacak bantlar kod düzenleyicisine eklenmiştir. Toplanan eğitim verileri ‘smileCART’ algoritması kullanarak önceden belirlenen eğitim örneklerine bağlı olarak kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma ve regresyon ağacı (CART), karar ağacı tabanlı bir makine öğrenme algoritmasıdır (Moisen, 2008). Bu algoritma, makine öğreniminde çok sık tercih edilen karar ağaçlarını kullanır. (URL-13). Tablo 17’de CORINE sınıflandırma sistemine göre belirlenen arazi örtüsü sınıflarının hektar olarak dağılımı, Tablo 18’de ise LUCAS sınıflandırma sistemine göre belirlenen arazi örtüsü sınıflarının hektar olarak dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 17. CORINE Arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

Sınıf Adı	2007	2014	2018	2022
Yapay Yüzeyler	2154.15	3751.20	3463.02	3958.20
Tarım Alanları	16624.00	13831.90	14777.10	15384.80
Orman ve YDA	4617.54	5928.21	5337.54	4221.36
Su Varlığı	5135.49	5019.84	4953.51	4966.83
Toplam	28531.18	28531.15	28531.16	28531.18

Tablo 17 incelendiğinde; 2007 yılından 2022 yılına kadar geçen 15 sene içerisinde yapay yüzeyler sınıfının kapladığı alanın düzenli olarak arttığı, bunun yanında su varlığı sınıfının kapladığı alanın düzenli olarak azaldığı gözlenmiştir. Tarım alanları sınıfının kapladığı alan 2007 yılından 2014 yılına kadar geçen sürede yaklaşık %10 azalış, 2014 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede yaklaşık %3, 2018 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede ise yaklaşık %2 artış gözlenmiştir. Orman ve YDA sınıfının kapladığı alanın 2007 yılından 2014 yılına kadar sürede yaklaşık %5 artış gösterdiği gözlenmiştir. Bunun yanında 2014 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede yaklaşık %2, 2018 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede ise yaklaşık %4 azalış gözlenmiştir.

Tablo 18. LUCAS Arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının dağılımı

Sınıf Adı	2007	2014	2018	2022
Yapay Yüzeyler	2154.15	3751.20	3463.02	3958.20
Ekili Alanlar	16624.00	13831.90	14777.10	15384.80
Orman Alanları	4540.14	5877.81	5290.30	4181.18
Su Varlığı	5135.49	5019.84	4953.51	4966.83
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	77.40	50.40	47.24	40.18
Toplam	28531.18	28531.15	28531.16	28531.18

Tablo 19. Kullanılan görüntülere ait bilgiler

Tarih	Landsat ID
27.06.2007	LANDSAT/LT05/C02/T1_L2/LT05_173032_20070627
14.06.2014	LANDSAT/LC08/C02/T1_L2/LC08_173032_20140614
13.09.2018	LANDSAT/LC08/C02/T1_L2/LC08_173032_20180913
25.04.2022	LANDSAT/LC09/C02/T1_L2/LC09_173032_20220425

Tablo 18 incelendiğinde; CORINE sınıflandırma sisteminden farklı olarak orman alanları sınıfının kapladığı alan 2007 yılından 2014 yılına kadar sürede yaklaşık %4 artış gözlenirken, 2014 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede yaklaşık %2, 2018 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede ise yaklaşık %3 azalış gözlenmiştir. Çayır ve çimen kaplı alanlar 2007 yılında 2022 yılına kadar geçen sürede düzenli olarak azalış göstermiştir.

Çalışmanın devamında aynı uygulamalar Paris ve çevresi için ERDAS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 05.09.2013, 27.09.2015 ve 05.10.2018 tarihli LANDSAT-8 görüntüleri öncelikle LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sisteminin birinci düzeyine göre sınıflandırılarak beş adet bilgi sınıfı belirlenmiştir. Bu sınıflar, orman alanları, su varlığı, yapay yüzeyler, ekili alanlar ve çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır)'dır. 30m Mekansal çözünürlüklü LANDSAT görüntülerinde çalılık alanlar ve çimenlik alanları birbirinden ayırt etmek mümkün olmamıştır. Bundan dolayı bu iki sınıf, çayır ve çimen alanları olarak tek bir sınıfta bir arada verilmiştir. Şekil 13, LUCAS'a göre sınıflandırılmış görüntüler ile oluşturulmuş tematik haritaları göstermektedir.



Şekil 13. Paris ve çevresi için LUCAS'a göre sınıflandırma sonuçları

Tablo 20, LUCAS sınıflandırma sisteminin ilk düzeyine göre belirlenen arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflarının Paris ve çevresi içerisinde kapladıkları alanları hektar ve yüzde cinsinden göstermektedir. Bu tabloya göre çalışma alanı içerisinde, 2013 yılından 2018 yılına kadar geçen beş yıl içerisinde, su varlığı, orman alanları ve çayır ve çimen kaplı alanlar (çayır) sınıflarının kapladıkları alanların doğrusal olarak azaldığı ve buna bağlı olarak yapay yüzeyler sınıfının kapladığı alanın doğrusal olarak arttığı gözlenmiştir. Ekili alanlar sınıfının kapladığı alan ise 2013 yılından 2015 yılına kadar geçen sürede öncelikle bir miktar artış göstermiş ancak 2018 yılında kapladığı alanın ise, 2013 yılında kapladığı alanın da altına düştüğü gözlenmiştir. Beş yıllık süreçte bilgi sınıfları arasında meydana gelen en fazla artış yapay yüzeyler sınıfında, en fazla azalış ise orman alanları sınıfında olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi ise, orman alanları sınıfının yapay yüzeylere dönüşmesidir.

Tablo 20. LUCAS'a göre sınıflandırma sonuçları ve sınıfların kapladıkları alanlar

Sınıf Adı	2013		2015		2018	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Su Varlığı	968.94	1.18	848.52	1.03	781.74	0.95
Orman Alanları	9814.14	11.92	8906.67	10.82	8044.65	9.77
Yapay Alanlar	63510.10	77.15	64050.80	77.81	68690.00	83.44
Ekili Alanlar	4412.34	5.36	5939.82	7.22	2725.29	3.31
Çayır ve Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	3616.02	4.39	2575.80	3.12	2079.90	2.53
Toplam	82321.54	100	82321.61	100	82321.58	100

Çalışmanın devam eden aşamasında, çalışma alanının uydu görüntüleri CORINE arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflandırma sistemi ilk düzeyine göre sınıflandırılmıştır. Uydu görüntülerinden CORINE sınıflandırma sisteminin ilk düzeyine göre sınıflandırılmış tematik haritaların elde edilmesi için yine LUCAS sınıflandırma sisteminin ilk seviyesine göre sınıflandırılmış görüntüler kullanılmıştır. LUCAS ilk düzeyindeki yapay yüzeyler, su varlığı ve ekili alanlar sınıfları, CORINE ilk düzeyindeki yapay yüzeyler, su varlığı ve tarım alanları sınıfına denk gelmektedir. LUCAS ilk düzeyindeki orman alanları, boş toprak alanlar, çalılık alanlar ve çimenlik alanlar sınıflarının tamamı ise CORINE ilk düzeyi orman ve yarı doğal alanlar sınıfı içerisine dahil olmaktadır. Buna göre orman alanları ve çayır ve çimen alanları birleştirilmiş ve tek bir orman ve yarı doğal alanlar sınıfı elde edilmiştir. Buna göre, bölgede CORINE ilk düzeyine uygun olarak dört adet sınıf belirlenmiştir. Bu sınıflar, orman ve yarı doğal alanlar, su varlığı, yapay yüzeyler ve tarım alanları'dır. Şekil 14, CORINE'e göre sınıflandırılmış görüntüler ile oluşturulmuş tematik haritaları göstermektedir.



Şekil 14. Paris ve çevresi için CORINE'e göre sınıflandırma sonuçları

Tablo 21, CORINE sınıflandırma sisteminin ilk düzeyine göre belirlenen sınıfların çalışma alanı içerisinde kapladıkları alanları hektar ve yüzde cinsinden göstermektedir. 2013 yılından 2013 yılına kadar geçen sürede en fazla azalış orman ve YDA'da iken en fazla artış ise yapay yüzeylerde gözlenmiştir.

Tablo 21. CORINE'e göre sınıflandırma sonuçları ve sınıfların kapladıkları alanlar

Sınıf Adı	2013		2015		2018	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Su Varlığı	968.94	1.18	848.52	1.03	781.74	0.95
Orman ve YDA	13430.20	16.31	11482.50	13.94	10124.50	12.3
Yapay Yüzeyler	63510.10	77.15	64050.80	77.81	68690.00	83.44
Tarım Alanları	4412.34	5.36	5939.82	7.22	2725.29	3.31
Toplam	82321.58	100	82321.61	100	82321.53	100

5.2. Sınıflandırma Sonuçlarının Kontrolü

Çalışma alanlarının LUCAS ve CORINE sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılması işleminin ardından elde edilen bilgi sınıflarının tematik doğruluğunun belirlenmesi amacıyla doğruluk analizi işlemi uygulanmıştır. Bu çalışmada hem LUCAS hem de CORINE sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılmış görüntüler için ayrı ayrı doğruluk analiz işlemi uygulanmıştır. Her iki çalışma alanı için de seçilen tüm görüntüler için genel doğruluk ve kappa istatistik değeri hesaplanmıştır. Doğruluk analizi işleminde gerekli rastgele nokta sayısının hesabı için 4.1.3 numaralı bölümde Eşitlik 1’de verilen formül kullanılmıştır. Formülde beklenen doğruluk değeri %70, güven aralığı değeri %95 ve Z sabit değeri 1.96’dır. Hesaplama sonucunda toplam rastgele nokta sayısı her iki çalışma alanı içinde 323 olarak belirlenmiştir. Bulunan toplam rastgele nokta sayısı görüntülerdeki kapladıkları alanlara bağlı olarak dağıtılmıştır. Ancak her sınıf için rastgele örnek sayısı alt limiti istatistik anlamlılığın sağlanabilmesi için 30 olarak kabul edilmiş ve bu sayının altında kalan durumlarda örnek sayısı 30’a yükseltilmiştir. Doğruluk analizinin son aşamasında, her bir rastgele noktanın ERDAS yazılımının atadığı sınıfta olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Ortahisar için; 2007, 2014, 2018 ve 2022 yıllarına ait doğruluk analizi sonuçları Tablo 22, Tablo 23, Tablo 24, Tablo 25, Tablo 26 ve Tablo 27’de gösterilmektedir. GEE yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen doğruluk analizi sonuçları ise Tablo 28’de gösterilmektedir.

Tablo 22. SENTINEL görüntüsü LUCAS doğruluk analiz sonuçları

Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
2018	0.8402	87.70
2022	0.8717	90.24

Tablo 23. SENTINEL görüntüsü CORINE doğruluk analiz sonuçları

Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
2018	0.8594	87.96
2022	0.8741	90.39

Tablo 24. ISODATA yöntemi LUCAS doğruluk analiz sonuçları

Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
2007	0.8963	92.96
2014	0.8999	92.90
2018	0.8884	92.02
2022	0.9250	94.60

Tablo 25. K-means yöntemi LUCAS doğruluk analiz sonuçları

Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
2007	0.8956	92.57
2014	0.8822	91.40
2018	0.8771	91.14
2022	0.9108	93.75

Tablo 26. K-means yöntemi CORINE doğruluk analiz sonuçları

Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
2007	0.8956	92.57
2014	0.8822	91.40
2018	0.8771	91.14
2022	0.9108	93.75

Tablo 27. ISODATA yöntemi CORINE doğruluk analiz sonuçları

Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
2007	0.9041	93.92
2014	0.8343	88.85
2018	0.8758	91.64
2022	0.9075	93.81

Tablo 28. GEE-LUCAS ve CORINE doğruluk analiz sonuçları

Tarih	LUCAS		CORINE	
	Genel Doğruluk (%)	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)	Kappa İstatistik Değeri
2007	94.68	0.9233	95.32	0.9311
2014	95.09	0.9207	95.34	0.9315
2018	91.79	0.8896	93.22	0.9103
2022	94.63	0.9230	94.10	0.9287

Doğruluk analizi sonuçları incelendiğinde; 2018 tarihli SENTINEL görüntüsünün %87.70 genel doğruluk ve 0.8402 kappa istatistik değeri ile en düşük doğruluğa, 2022 tarihli LANDSAT görüntüsünün ise %95.09 genel doğruluk ve 0.9207 kappa istatistik değeri ile en yüksek doğruluğa sahip olduğu gözlenmiştir.

Paris ve çevresi için; 2013, 2015 ve 2018 yılları için CORINE ve LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmış görüntüler için de ayrı ayrı doğruluk analizi işlemi uygulanmıştır. Tematik doğruluğu ifade edebilmek için görüntülerin genel doğrulukları ve kappa istatistik değerleri binomial örnekleme ve hata matrisi yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 29’da LUCAS sisteminin ilk düzeyine göre sınıflandırılmış görüntülerin doğruluk analiz sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 29. LUCAS doğruluk analiz sonuçları

Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
2013	0.8346	90.98
2015	0.9487	97.40
2018	0.8522	92.07

Tablo 30’da CORINE sisteminin ilk düzeyine göre sınıflandırılmış görüntülerin doğruluk analiz sonuçları gösterilmektedir.

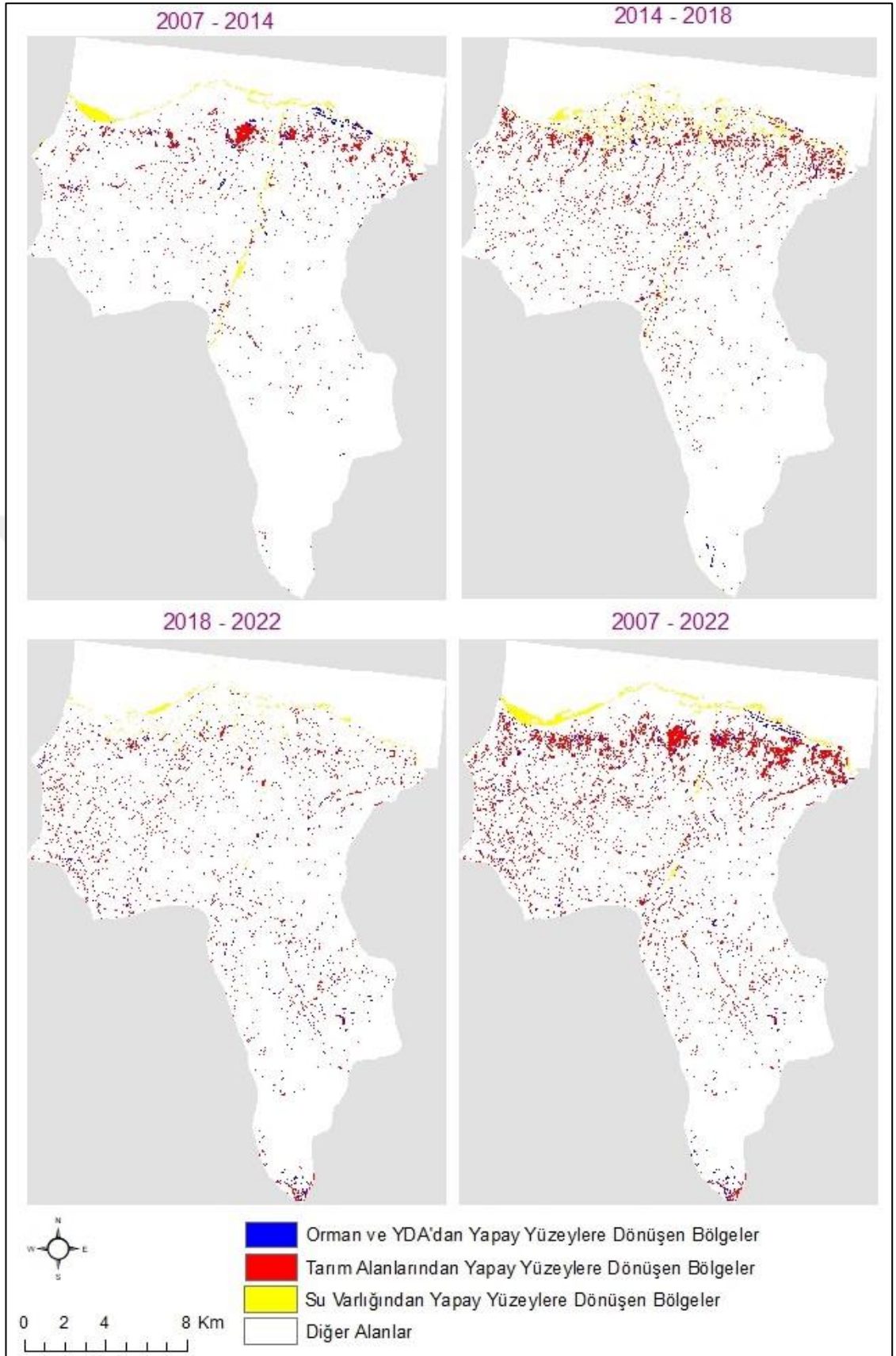
Tablo 30. CORINE doğruluk analiz sonuçları

Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
2013	0.8627	93.09
2015	0.8875	95.87
2018	0.9389	97.95

Yapılan tüm doğruluk analizi sonuçlarının kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı belirlenmiş ve çalışmanın devam eden aşamalarına geçilmiştir.

5.3.Değişim Analizi

Değişim analizi, farklı zamanlarda seçilen verilerde ortaya çıkan değişimleri nitel ve nicel olarak belirlemeyi hedefleyen uygulamaları içerir (Akın, 2007). Bu çalışma kapsamında seçilen her iki çalışma alanı için de CORINE ve LUCAS sınıflandırma sistemine göre elde edilen bilgi sınıflarının zaman içindeki değişimin belirlenmesi amacıyla değişim analizi işlemi uygulanmıştır. Bu işlem ile, mevcut sınıfların hangi sınıfa dönüştüğü ya da hiç değişmeyen alanların miktarı bilgilerine ulaşılmıştır. Şekil 15’de Ortahisar ilçesi için 2007, 2014, 2018 ve 2022 tarihli CORINE sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmış görüntülerin değişim analizi sonucu, Şekil 16’da LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmış görüntülerin değişim analizi sonucu gösterilmektedir. Değişim analizinin uygulanacağı sınıflar belirlenirken yıllar içerisinde fazla artış veya azalış gösteren sınıflar dikkate alınmıştır.

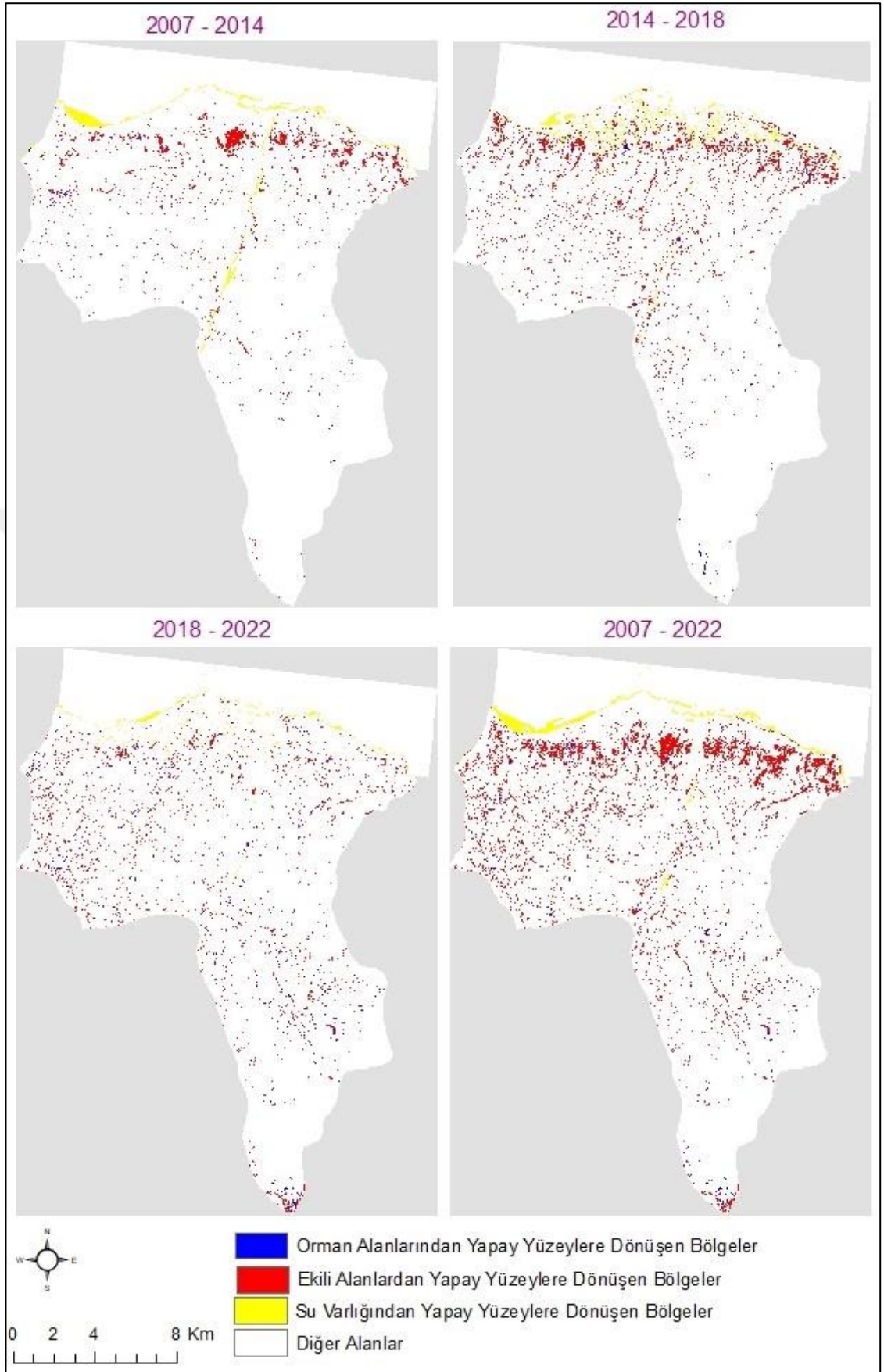


Şekil 15. CORINE sınıflandırma sonucunun değişim analizi

Mavi renkli alanlar, orman ve YDA'dan yapay yüzeylere dönüşen bölgeleri, kırmızı renkli alanlar, tarım alanlarından yapay yüzeylere dönüşen bölgeleri, sarı renkli alanlar,

su varlığından yapay yüzeylere dönüşen bölgeleri ve beyaz renkli alanlar da hiç değişim göstermeyen alanları ya da su varlığından ve yapay yüzeylerden diğer sınıflara dönüşen alanları temsil etmektedir.

Şekil 15 incelendiğinde; 2007-2014 yılları arasında; tarım alanları sınıfının yaklaşık %4'ü orman ve YDA sınıfının yaklaşık %2'si, su varlığı sınıfının ise yaklaşık %5'i yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür. 2014-2018 yılları arasında; tarım alanları sınıfının yaklaşık %8'i, orman ve YDA sınıfının yaklaşık %1'i ve su varlığı sınıfının yaklaşık %6'si yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür. 2018-2022 yılları arasında; tarım alanları sınıfının yaklaşık %6'si orman ve YDA sınıfının yaklaşık %2'si ve su varlığı sınıfının yaklaşık %3'ü yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür. 2007 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede su varlığı sınıfının yaklaşık %5'i, orman ve YDA sınıfının yaklaşık %3'ü ve tarım alanları sınıfının yaklaşık %11'i yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür.

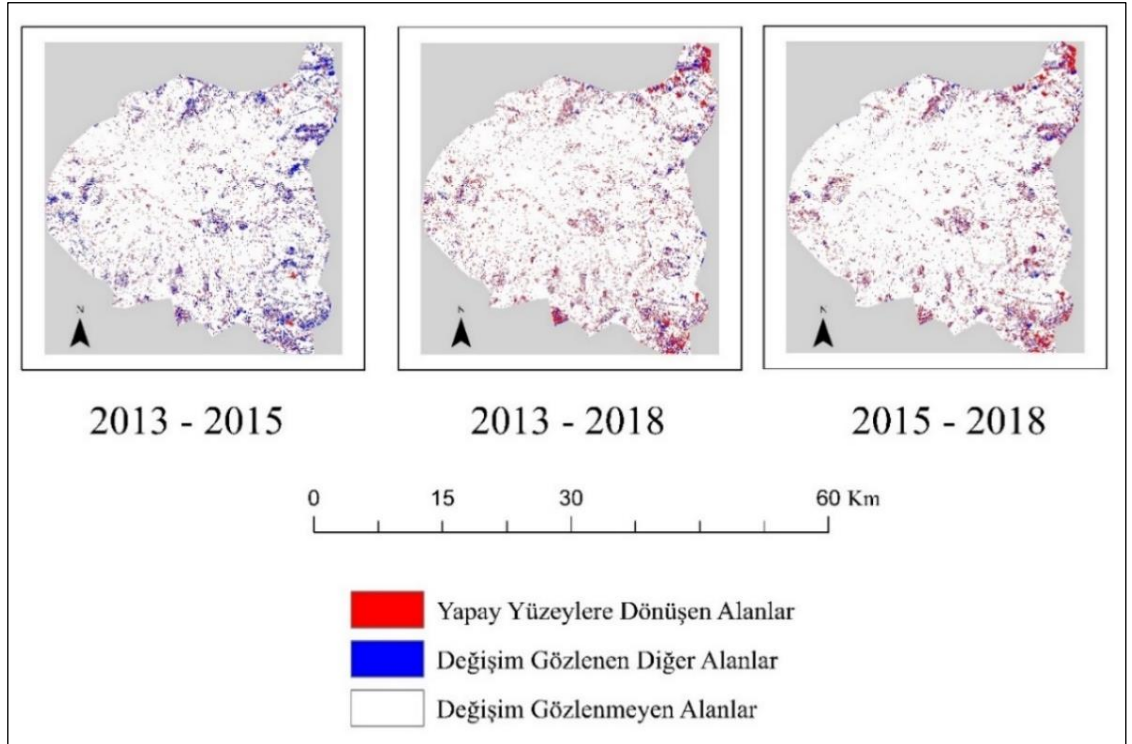


Şekil 16. LUCAS sınıflandırma sonucunun değişim analizi

Mavi renkli alanlar, orman alanlarından yapay yüzeylere dönüşen bölgeleri, kırmızı renkli alanlar, ekili alanlardan yapay yüzeylere dönüşen bölgeleri, sarı renkli alanlar, su varlığından yapay yüzeylere dönüşen bölgeleri ve beyaz renkli alanlar da hiç değişim göstermeyen ya da yapay yüzeylerden, çayır ve çimen kaplı alanlardan diğer sınıflara dönüşen alanları temsil etmektedir.

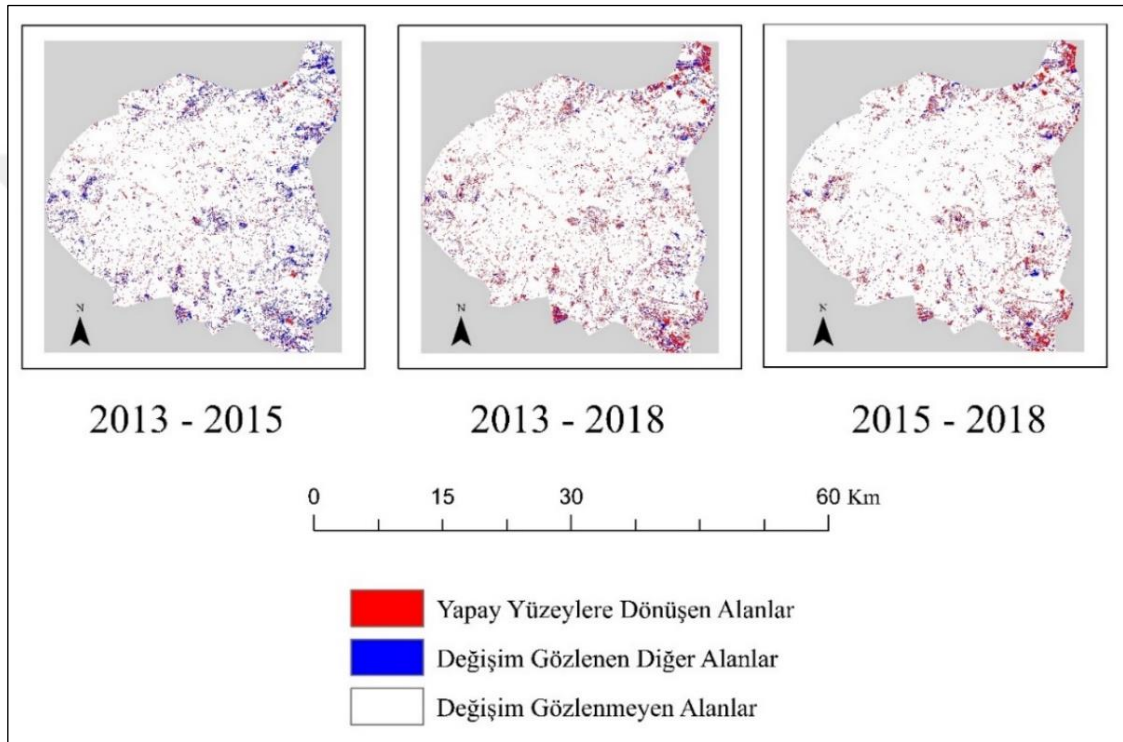
Şekil 16 incelendiğinde; 2007-2014 yılları arasında; ekili alanlar sınıfının yaklaşık %4'ü, orman alanları sınıfının yaklaşık %1'si, su varlığı sınıfının yaklaşık %5'i yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür. 2014-2018 yılları arasında; ekili alanlar sınıfının yaklaşık %8'i orman alanları sınıfının yaklaşık %2'si ve su varlığı sınıfının yaklaşık %6'si yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür. 2018-2022 yılları arasında; ekili alanlar sınıfının yaklaşık %6'si, orman alanları sınıfının yaklaşık %3'ü ve su varlığı sınıfının yaklaşık %3'ü yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür. 2007 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede su varlığı sınıfının yaklaşık %5'i, orman alanları sınıfının yaklaşık %2'si ve ekili alanlar sınıfının yaklaşık %11'i yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür.

Şekil 17'de Paris ve çevresi için 2013, 2015 ve 2018 tarihli LUCAS sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmış görüntülerin değişim analizi sonucu, Şekil 18'de ise CORINE sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmış görüntülerin değişim analizi sonucu gösterilmektedir.



Şekil 17. LUCAS' a göre değişim analizi sonuçları

Şekil 17'ye göre; 2013 yılından 2015 yılına kadar geçen sürede orman alanları sınıfının yaklaşık %13'ü, çayır ve çimen kaplı alanlar sınıfının yaklaşık %24'ü ve ekili alanlar sınıfının da yaklaşık %25'i yapay yüzeylere dönüşmüştür. 2013 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede ise orman alanları sınıfının yaklaşık %24'ü, çayır ve çimen alanlar sınıfının yaklaşık %54'ü ve ekili alanlar sınıfının yaklaşık %44'ü yapay yüzeylere dönüşmüştür. Ayrıca 2015 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede ise orman alanları sınıfının yaklaşık %18'i, çayır ve çimen alanlar sınıfının yaklaşık %40'i ve ekili alanlar sınıfının ise yaklaşık %47'si yapay yüzeylere dönüşmüştür.



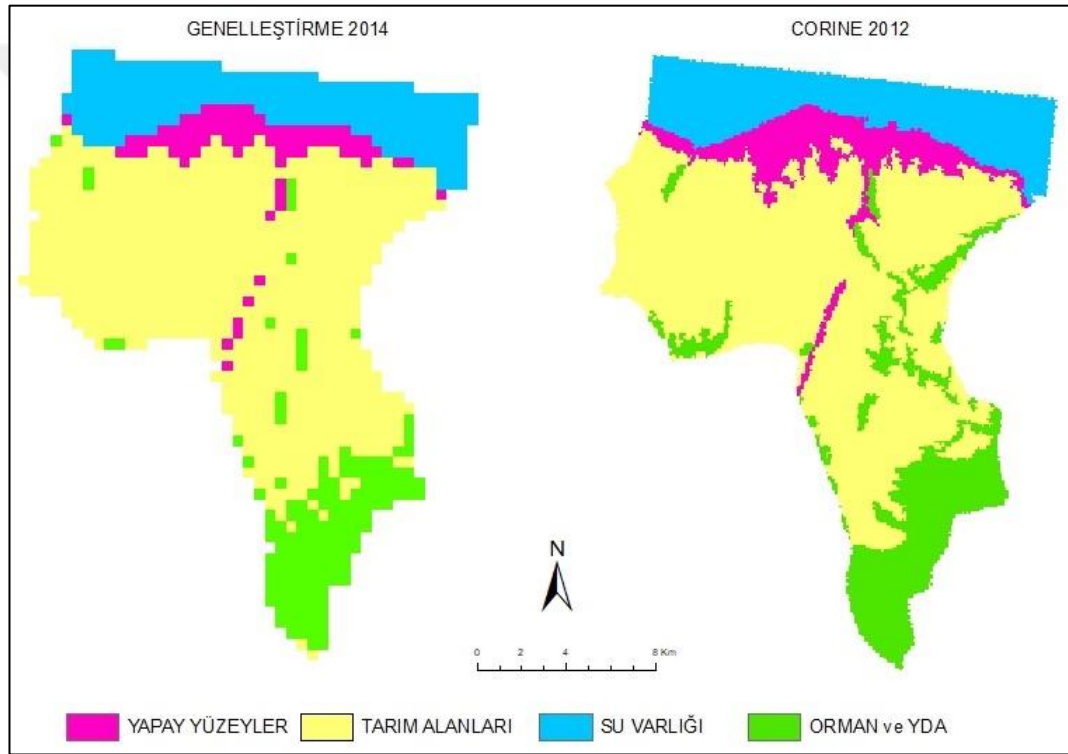
Şekil 18. CORINE'e göre değişim analizi sonuçları

Şekil 18'e göre; 2013 yılından 2015 yılına kadar geçen sürede orman ve YDA sınıfının yaklaşık %16'sı, 2013 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede yaklaşık %32'si, 2015 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede ise yaklaşık %23'ü yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür.

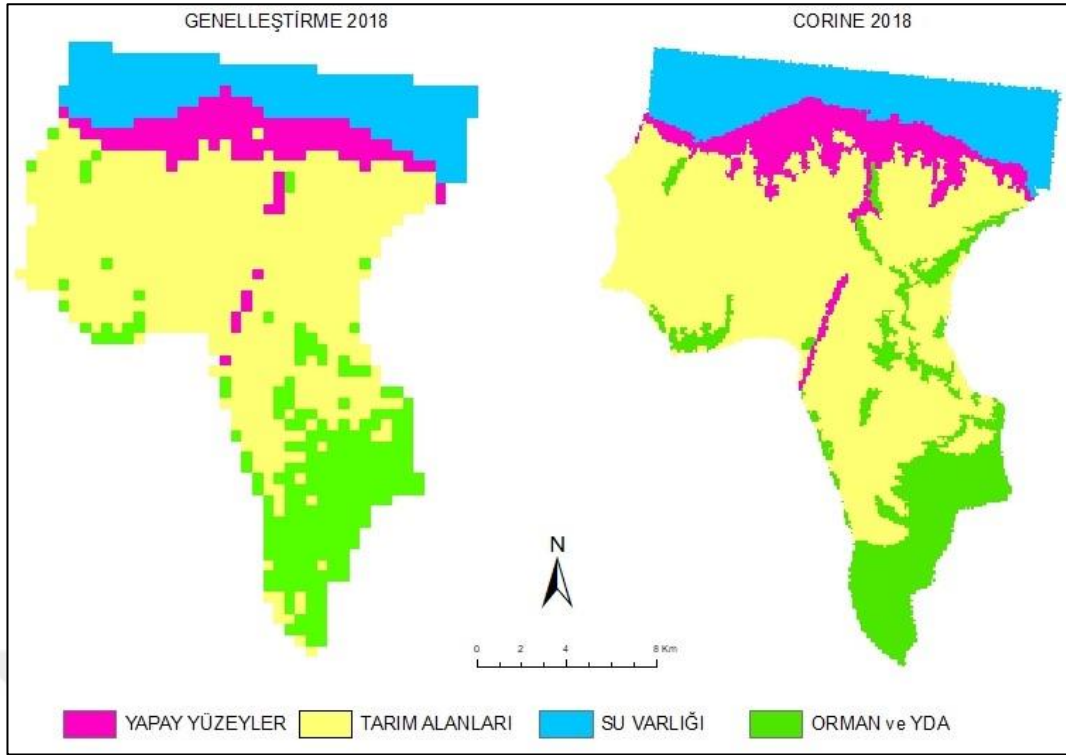
5.4. Sınıflandırma ve Genelleştirme Sonuçlarının CORINE Verileri ile Karşılaştırılması

Çalışmanın devam eden aşamasında CORINE sınıflandırma sisteminin ilk düzeyine göre sınıflandırılmış görüntüler CORINE 2012 ve 2018 verileri ile karşılaştırılmıştır. Bu aşamada iki farklı karşılaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle doğrudan karşılaştırma işlemi yapılmış, ardından görüntüler CORINE sisteminin en küçük

haritalama birimi olan 25 ha'a örneklenmiş ve bu şekilde genelleştirilen görüntüler ayrıca CORINE veri tabanı ile tekrar karşılaştırılmıştır. Çalışma içerisinde yararlanılan LANDSAT görüntülerinin konumsal çözünürlüğü 30m ve bir piksel alanı 0.09 ha'dır. Bu durumda en küçük haritalama birimi olan 25 hektar 277 piksel olarak hesaplanır. Her iki çalışma alanındaki görüntüler için 25 hektara tam olarak yaklaşılammış ve yerine 16×16 piksel ile 23 hektar kadar yaklaşılmıştır. Genelleştirme işlemi ilgili yazılımın tematik piksel bütünleştirilmesi (50hematic pixel aggregation) komutu kullanılarak gerçekleştirilir. Ortahisar için; Şekil 19 ve Şekil 20'de CORINE 2012 ve 2018 tarihli veriler ile genelleştirilen sınıflandırma sonuçları gösterilmektedir. 2014 tarihli görüntü 2012 tarihli CORINE verisi ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 19. 2014 tarihli genelleştirme sonucu ve CORINE 2012 verisi



Şekil 20. 2018 tarihli geliştirme sonucu ve CORINE 2018 verisi

Tablo 31’de 2014 ve 2018 yıllarına ait geliştirilmiş görüntülerde bilgi sınıflarının kapladıkları alanlar hektar cinsinden hesaplanmıştır.

Tablo 31. 2014 ve 2018 tarihli geliştirme sonucu

Sınıf Adı	2014	2018
	Kapladığı Alan (ha)	Kapladığı Alan (ha)
Su Varlığı	5068.80	4999.68
Orman ve YDA	4400.64	5184.00
Tarım Alanları	16404.50	15344.60
Yapay Yüzeyler	2442.24	2810.88
Toplam Alan	28316.18	28339.16

Tablo 32’de 2014 tarihli geliştirilmiş görüntüdeki alanlar ile CORINE 2012’ye ait alanlar birbiri ile karşılaştırılarak örtüşme oranları hesaplanmıştır.

Tablo 32. 2014 tarihli geliştirme sonucu ve CORINE 2012 alanları

Sınıf Adı	Geliştirme Sonucu (ha)	CORINE 2012 (ha)	Örtüşme Oranı (%)
Su Varlığı	5069	4984	98
Orman ve YDA	4401	4670	94
Tarım Alanları	16404	16205	99
Yapay Yüzeyler	2442	2703	90
Toplam Alan	28316	28562	

Tablo 32’ye göre en yüksek örtüşme oranı tarım alanları sınıfında iken en düşük örtüşme oranı orman ve YDA sınıfında gözlenmiştir.

Tablo 33’de 2018 tarihli genelleştirilmiş görüntüdeki alanlar ve CORINE 2018’e ait alanlar birbiri ile karşılaştırılarak örtüşme oranları hesaplanmıştır.

Tablo 33. 2018 tarihli genelleştirme sonucu ve CORINE 2018 alanları

Sınıf Adı	Genelleştirme Sonucu (ha)	CORINE 2018 (ha)	Örtüşme Oranı (%)
Su Varlığı	5000	4984	100
Orman ve YDA	5184	4670	90
Tarım Alanları	15345	15930	96
Yapay Yüzeyler	2811	2978	94
Toplam Alan	28340	28562	

Tablo 33’e göre en yüksek örtüşme oranı su varlığı sınıfında iken en düşük örtüşme oranı yine orman ve YDA sınıfında gözlenmiştir.

Tablo 34 ve 35’de 2014 ve 2018 tarihli sınıflandırma sonucu ortaya çıkan alanlar ve CORINE 2012 ve 2018’e ait alanların birbiri ile karşılaştırılması sonucu örtüşme oranları hesaplanmıştır.

Tablo 34. 2014 tarihli sınıflandırma sonuçları ve CORINE 2012 karşılaştırması

Sınıf Adı	Sınıflandırma (ha)	CORINE 2012 (ha)	Örtüşme Oranı (%)
Su Varlığı	5186	4984	96
Orman ve YDA	6511	4670	72
Tarım Alanları	14210	16205	88
Yapay Yüzeyler	2625	2703	97
Toplam Alan	28532	28562	

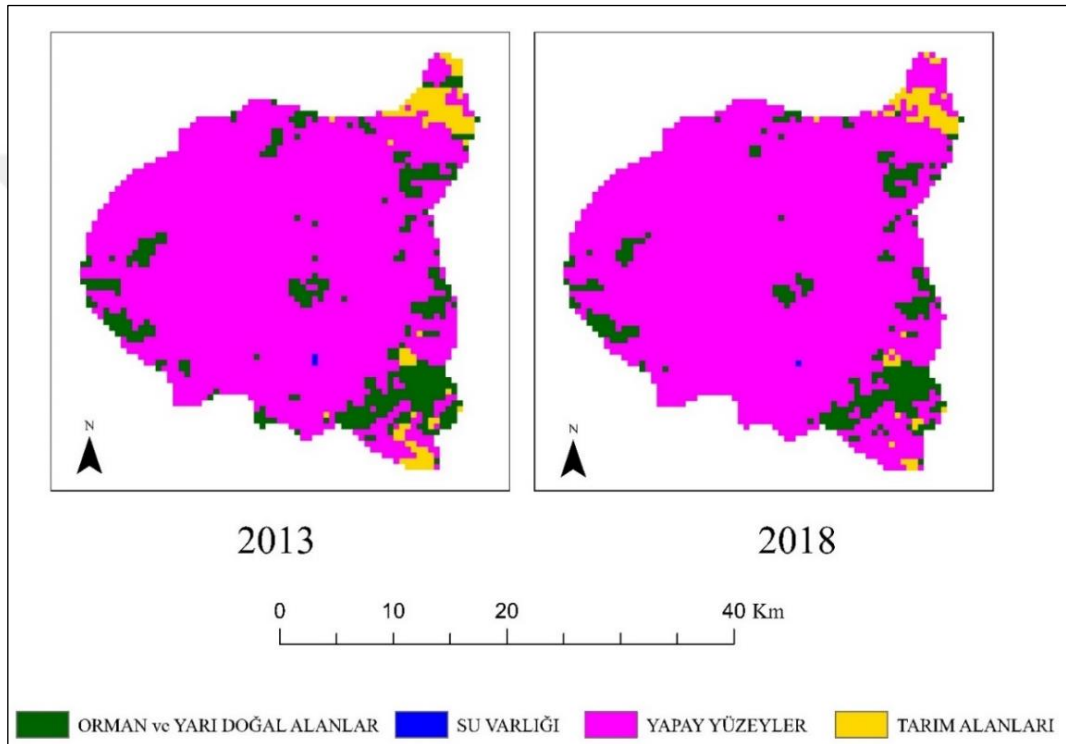
Tablo 35. 2018 tarihli sınıflandırma sonuçları ve CORINE 2018 karşılaştırması

Sınıf Adı	Sınıflandırma (ha)	CORINE 2018 (ha)	Örtüşme Oranı (%)
Su Varlığı	5069	4984	98
Orman ve YDA	5783	4670	81
Tarım Alanları	13934	15930	87
Yapay Yüzeyler	3744	2978	79
Toplam Alan	28530	28562	

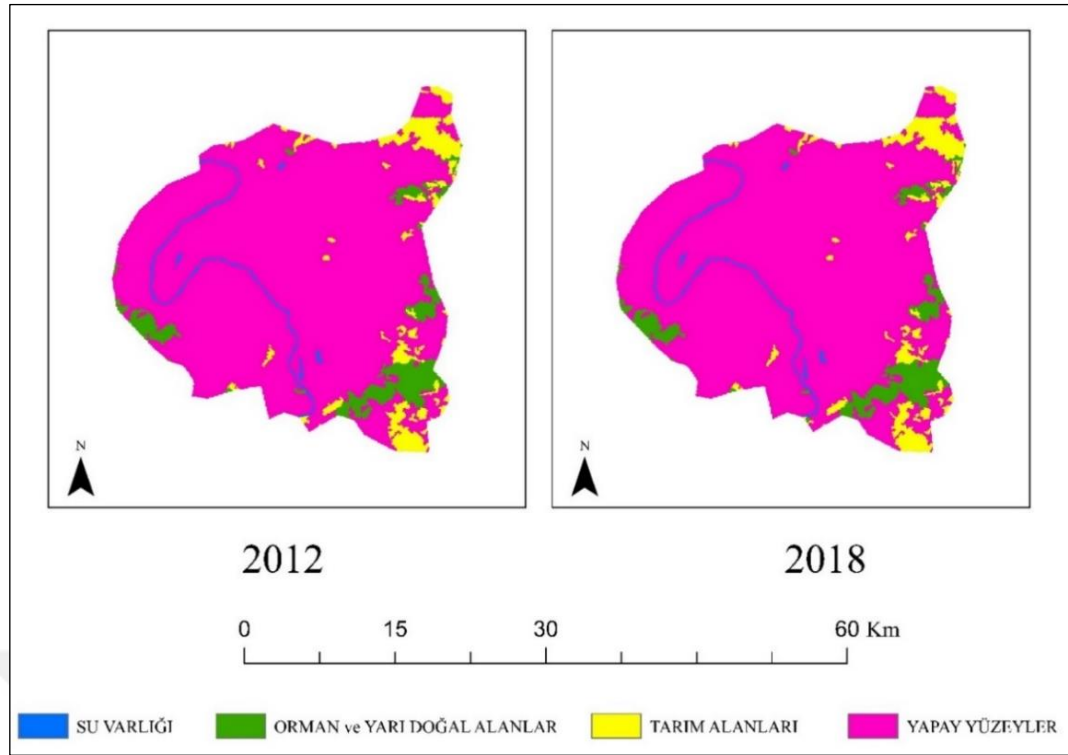
Tablolar incelendiğinde örtüşme oranının en yüksek 2018 yılı su varlığı sınıfında, en düşük ise 2014 yılı orman ve YDA sınıfında olduğu gözlenmiştir. Genelleştirilmiş ve sınıflandırılmış görüntülerdeki örtüşme oranları incelendiğinde; 2014 yılı orman ve YDA

sınıfı CORINE veri tabanı ve sınıflandırılmış görüntüdeki alanın örtüşme oranı %72 iken genelleştirme sonrasında bu oranın %94'e yükseldiği gözlenmiştir. Aynı şekilde, 2018 yılı yapay yüzeyler sınıfında CORINE veri tabanı ve sınıflandırılmış görüntüdeki alanın örtüşme oranı %79 iken genelleştirme sonrasında bu oranın %94'e çıktığı gözlenmiştir.

Çalışmanın devam eden aşamasında diğer çalışma alanı Paris ve çevresi için de iki farklı karşılaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 21'de sınıflandırılmış görüntülerin genelleştirme sonuçları, Şekil 22'de 2012 ve 2018 tarihli CORINE verileri gösterilmektedir. 2013 tarihli görüntü 2012 tarihli CORINE verisi ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 21. Genelleştirme sonuçları



Şekil 22. CORINE verileri

Tablo 36’da sınıflandırma ve genelleştirme işleminden sonra CORINE sınıflandırma sisteminin birinci seviye sınıfları arasındaki alansal karşılaştırmanın istatistiksel sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 36. Sınıflandırma sonuçlarının CORINE verileri ile karşılaştırılması

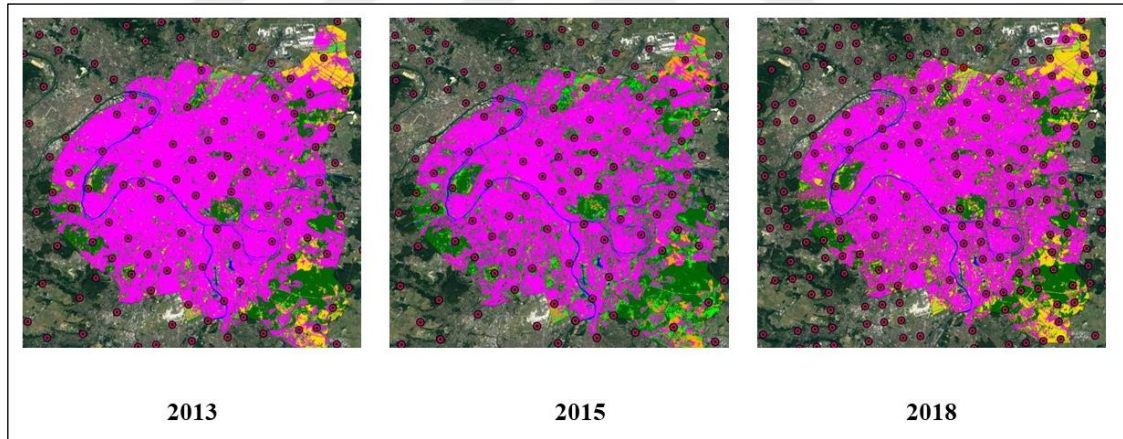
Yıl	CORINE Arazi Örtüsü Sınıfı	CORINE Alan (ha)-(%)	Sınıflandırılmış Görüntüdeki Alan (ha)-(%)	Genelleştirilmiş Görüntüdeki Alan (ha)-(%)
2013	Yapay Yüzeyler	71278 87	63510 77	68562 83
	Tarım Alanları	4975 6	4412 6	2991 4
	Orman ve YDA	4954 6	13430 16	10456 13
	Su Varlığı	949 1	969 1	52 0
	TOPLAM	82156 100	82321 100	82061 100
2018	Yapay Yüzeyler	71409 87	68690 84	72360 88
	Tarım Alanları	4833 6	2725 3	1821 2
	Orman ve YDA	4965 6	10124 12	7985 10
	Su Varlığı	949 1	782 1	26 0
	TOPLAM	82156 100	82321.53 100	82192 100

Tablo 36 incelendiğinde 2013 yılı yapay yüzeyler sınıfı için CORINE veri tabanı ve sınıflandırılmış görüntüdeki alanın örtüşme oranı %89 iken genelleştirme sonrasında bu oranın %96’ya çıktığı gözlenmiştir. Aynı şekilde, 2018 yılı yapay yüzeyler sınıfı için alanlar incelendiğinde CORINE veri tabanı ve sınıflandırılmış görüntüdeki alanın örtüşme oranı %96 iken genelleştirme sonrasında bu oranın %99’a çıktığı gözlenmiştir.

Bunun yanında genelleştirme işlemi sonrası su varlığı sınıfının kapladığı alanlarda oldukça yüksek oranda azalma meydana gelmiştir. Bunun sebebi, su nesnesinin çalışma alanı içerisindeki geometrik şekli uygulamada kullanılan genelleştirme yöntemi için olumsuz bir özellik gösterdiği ve buna bağlı olarak büyük oran kayıp göstermesidir.

5.5. Sınıflandırma Sonuçlarının LUCAS Verileri ile Karşılaştırılması

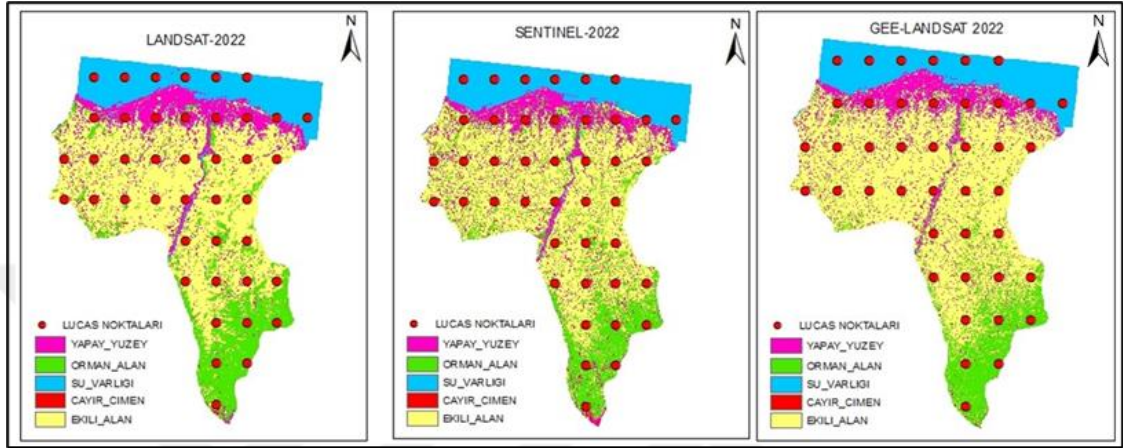
Paris ve çevresini kapsayan alan için arazi çalışmaları ile üretilen ve ücretsiz olarak ulaşılabilen LUCAS 2012, 2015 ve 2018 verileri kullanılmıştır. Çalışma alanı içerisindeki noktasal verilerin arazi örtüsü sınıfı ile uydu görüntülerinin LUCAS'a göre sınıflandırılması ile üretilen tematik haritalarda aynı koordinattaki piksellerin arazi örtüsü sınıfı arasındaki uyum incelenmiştir. Buna göre sınıflandırılmış görüntülerin genel doğrulukları 2013 yılı için %93.05, 2015 yılı için %81.74 ve 2018 yılı için %93.63 olarak hesaplanmıştır. 2013 tarihli görüntü ile elde edilen sonuçlar 2012 tarihli veriler ile karşılaştırılmıştır. Şekil 23'de LUCAS noktalarının çalışma alanı içerisindeki konumu, Şekil 24'de sınıflandırılmış görüntüler ve LUCAS noktaları bir arada gösterilmektedir.



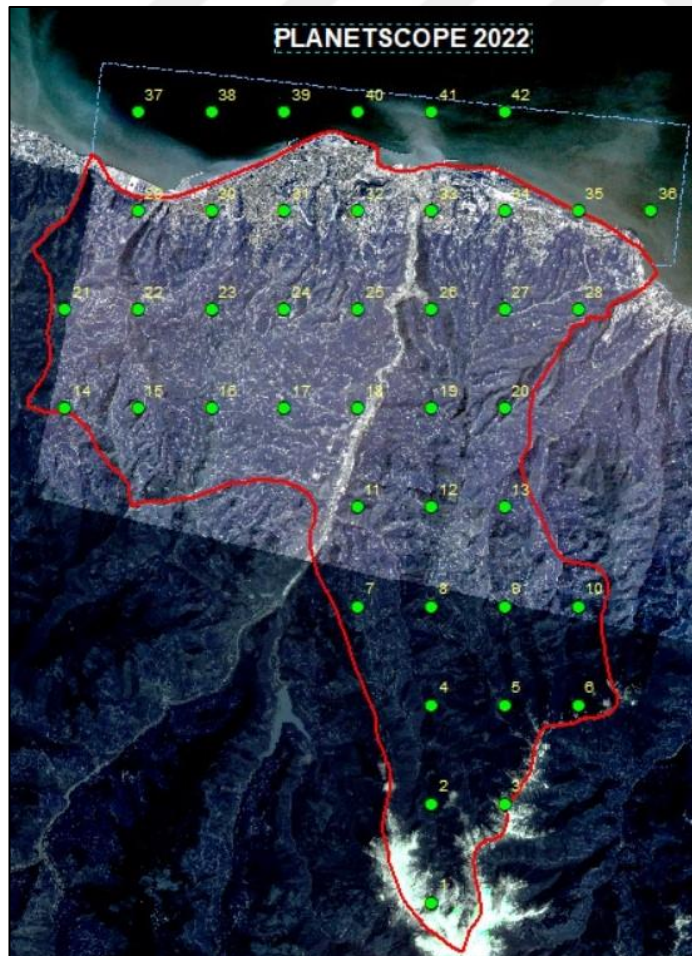
Şekil 23. LUCAS noktalarının Paris ve çevresinde konumu

Avrupa için LUCAS verilerine ulaşmak mümkünken Türkiye için bu veriler üretilmemiştir. Bu sebeple Ortahisar için LUCAS yöntemine göre arazi çalışması yapılması öngörülmüştür. Ancak Ortahisar ilçesi dağlık ve engebeli bir araziye sahip olması sebebiyle belirlenen noktalara ulaşımı engelleyeceğinden arazi çalışması gerçekleştirilememiştir. Bunun yerine 2022 tarihli yüksek mekansal çözünürlüğe sahip PlanetScope görüntüsü kullanılarak çalışma alanı içerisine 2'şer km mesafedeki 42 adet noktanın LUCAS sınıflandırma sistemine göre arazi örtüsü sınıfları belirlenerek sınıflandırılmış görüntüler ile karşılaştırılmıştır. LUCAS yöntemine göre yanına ulaşamayan noktalar için yüksek mekansal çözünürlüklü görüntülerden yararlanmak

mümkündür. Şekil 24’de Ortahisar ilçesi için oluşturulan LUCAS noktalarının konumu, Şekil 25’de ise PlanetScope görüntüsünde LUCAS noktalarının konumu ve nokta numaralarının konumu gösterilmektedir. Tablo 37’de ise PlanetScope görüntüsünde kontrol edilen LUCAS noktalarının AÖ sınıfı ve SENTINEL, GEE-LANDSAT ve 2022 tarihli LANDSAT sınıflandırılmış görüntülerde bulunan LUCAS noktalarının AÖ sınıfı gösterilmektedir.



Şekil 24. Ortahisar ilçe sınırlarında LUCAS noktalarının konumu



Şekil 25. Ortahisar için LUCAS noktalarının konumu

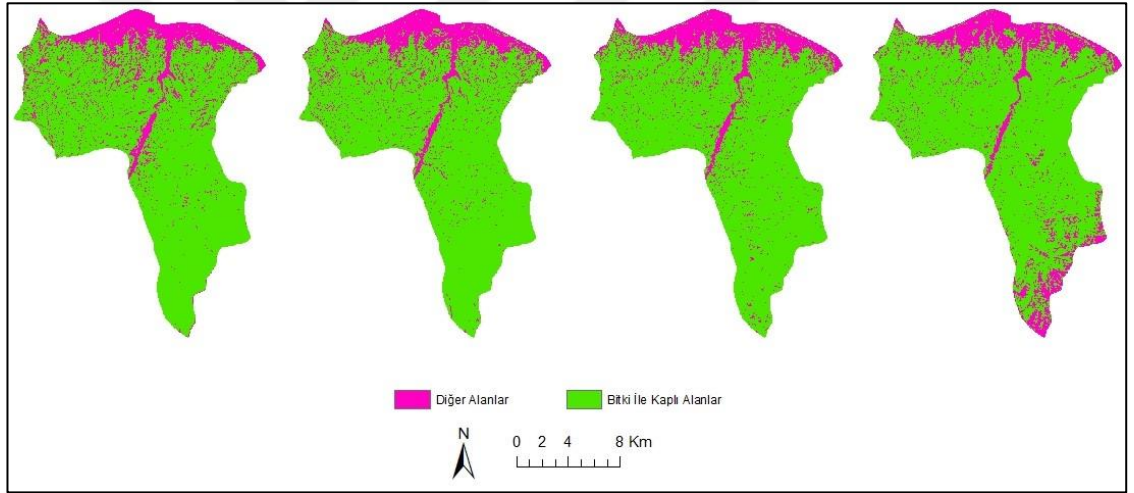
Tablo 37. LUCAS noktalarının arazi örtüsü sınıfları

Nokta ID	SENTINEL	GEE	LANDSAT	PlanetScope
1	Orman Alanları	Orman Alanları	Yapay Yüzeyler	Orman Alanları
2	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları
3	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları
4	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları
5	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları
6	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları	Orman Alanları
7	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
8	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
9	Orman Alanları	Ekili Alanlar	Orman Alanları	Orman Alanları
10	Orman Alanları	Ekili Alanlar	Orman Alanları	Orman Alanları
11	Ekili Alanlar	Yapay Yüzeyler	Orman Alanları	Ekili Alanlar
12	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler
13	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
14	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
15	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
16	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Yapay Yüzeyler	Ekili Alanlar
17	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
18	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
19	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
20	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
21	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
22	Orman Alanları	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
23	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
24	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler
25	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
26	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
27	Yapay Yüzeyler	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
28	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
29	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar	Ekili Alanlar
30	Yapay Yüzeyler	Ekili Alanlar	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler
31	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler
32	Ekili Alanlar	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler
33	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler
34	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler	Yapay Yüzeyler
35	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı
36	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı
37	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı
38	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı
39	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı
40	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı
41	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı
42	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı	Su Varlığı

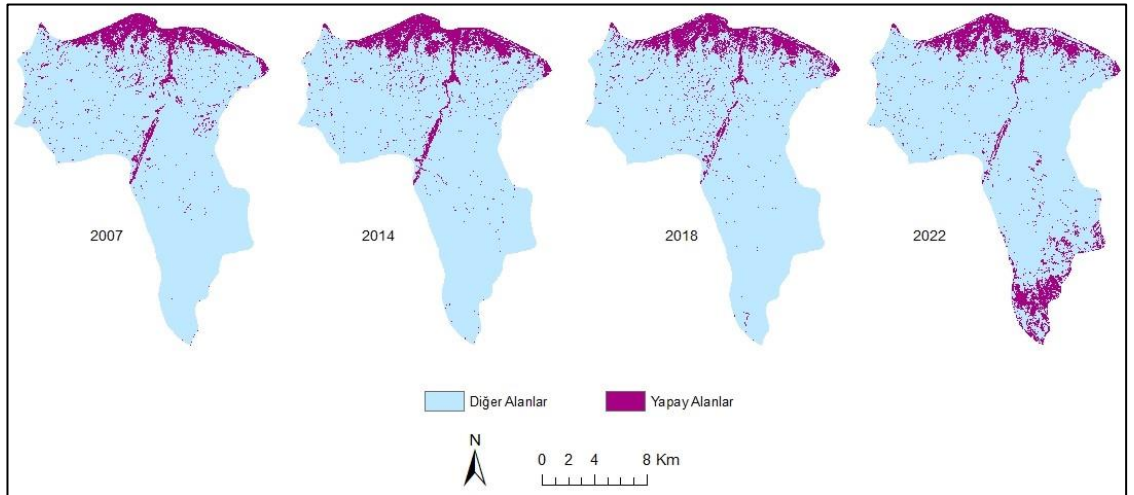
Yapılan karşılaştırma sonucunda, 2022 tarihli LANDSAT ve SENTINEL görüntüsü kullanıldığında %92.85, GEE platformu kullanılarak sınıflandırılan 2022 tarihli LANDSAT görüntüsünde ise %90.47 eşleşme belirlenmiştir. En yüksek eşleşme oranı 2022 tarihli LANDSAT ve SENTINEL görüntülerinde ortaya çıkmıştır.

5.6. Spektral İndeks Sonuçları

Bu çalışmada her iki çalışma alanına ait vejetasyon değişikliklerini ve miktarını belirlemek amacıyla NDVI indeksinden yararlanılmıştır. Çalışma alanlarındaki yapay yüzey alanlarının değişim ve miktarının belirlenmesi amacıyla ise NDBI indeksi kullanılmıştır NDVI indeksi 4.1.4.1 bölümünde Eşitlik 2’de verilen formüle göre, NDBI indeksi ise 4.1.4.2 bölümünde Eşitlik 3’te verilen formüle göre GEE kullanarak hesaplanmıştır. Ortahisar için hesaplanan indekslerin sonuçları Şekil 26 ve Şekil 27’de gösterilmektedir.



Şekil 26. Ortahisar NDVI sonuçları



Şekil 27. Ortahisar NDBI sonuçları

Tablo 38’de Ortahisar için NDVI sonucu belirlenen alanlar gösterilmektedir NDVI analiz sonuçlarının değerlendirilmesi yapılırken sağlıklı ve çok sağlıklı bitki örtüsünün belirlenmesi amacıyla belirlenen yıllara ait eşik değerler ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu değer 2007 yılı için 0.29, 2014 yılı için 0.27, 2018 yılı için 0.24 ve 2022 yılı için 0.23’dir. Bu değerlerin altındaki alanlar sağlıklı bitki örtüsünü temsil ederken değer üzerindeki alanlar ise sağlıklı ve çok sağlıklı bitki örtüsünü temsil etmektedir. Buna göre Tablo 42 incelendiğinde Ortahisar ilçesinin 2007 yılında %81.69’unun, 2014 yılında %83.08’inin, 2018 yılında %82.98’inin ve 2022 yılında %80.64’ünün sağlıklı ve çok sağlıklı bitki örtüsü ile kaplı olduğu görülmektedir.

Tablo 38. NDVI sonucu belirlenen alanlar

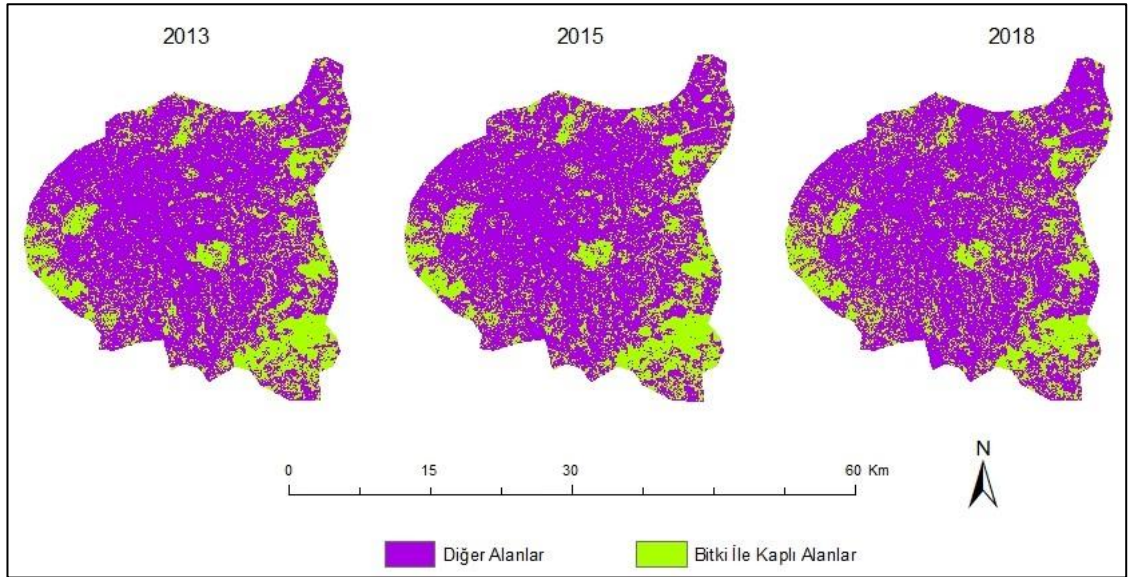
Sınıf Adı	2007		2014		2018		2022	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Bitki Örtüsü	19180.30	81.69	19506.80	83.08	19483.70	82.98	18934.20	80.64
Diğer	4298.94	18.31	3972.51	16.92	3995.55	7.02	4545.09	19.36
Toplam	23479.24	100	23479.31	100	23479.24	100	23479.28	100

Tablo 39’da Ortahisar için NDBI sonucu belirlenen alanlar gösterilmektedir. Tablo 43 incelendiğinde Ortahisar ilçesinin 2007 yılında %10.19’unun, 2014 yılında %11.42’sinin, 2018 yılında %10.66’sının ve 2022 yılında %13.76’sının yapay alanlar ile kaplı olduğu kaplı olduğu gözlenmiştir.

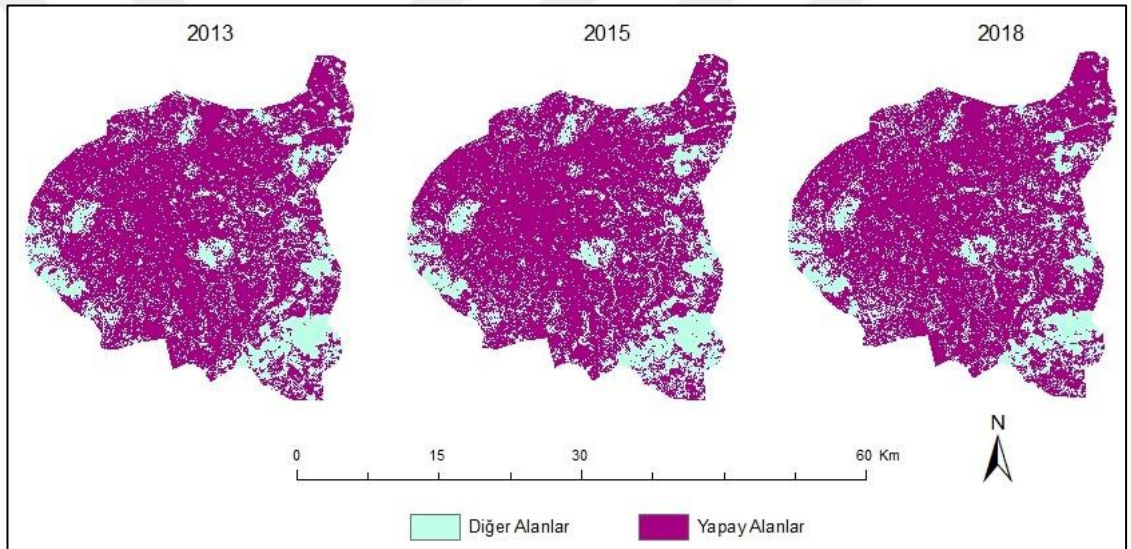
Tablo 39. NDBI sonucu belirlenen alanlar

Sınıf Adı	2007		2014		2018		2022	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Yapay Alanlar	2392.56	10.19	2680.47	11.42	2502.09	10.66	3231.81	13.76
Diğer	21086.70	89.81	20798.8	88.58	20977.2	89.34	20247.50	86.24
Toplam	23479.25	100	23479.27	100	23479.28	100	23479.31	100

Paris ve çevresi için hesaplanan NDVI ve NDBI indekslerinin sonuçları Şekil 30 ve Şekil 31’de gösterilmektedir. Tablo 40’da NDVI sonucu belirlenen alanlar, Tablo 41’de NDBI sonucu belirlenen alanlar gösterilmektedir.



Şekil 28. Paris ve çevresi NDVI sonuçları



Şekil 29. Paris ve çevresi NDBI sonuçları

Tablo 40 incelendiğinde; 2013 yılında %27.43'ünün, 2015 yılında %27.48'inin ve 2018 yılında %26.75'inin sağlıklı ve çok sağlıklı bitki örtüsü ile kaplı olduğu gözlenmiştir.

Tablo 40. NDVI sonucu belirlenen alanlar

Sınıf Adı	2013		2015		2018	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Bitki Örtüsü	22535.60	27.43	22574.90	27.47	21975.40	26.75
Diğer	59620.60	72.57	59581.40	72.53	60180.80	73.25
Toplam	82156.20	100	82156.29	100	82156.20	100

Tablo 41 incelendiğinde; 2013 yılında %73.18'inin, 2015 yılında %72.52'sinin ve 2018 yılında %73.99'unun yapay alanlar ile kaplı olduğu gözlenmiştir.

Tablo 41. NDBI sonucu belirlenen alanlar

Sınıf Adı	2013		2015		2018	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Yapay Alanlar	60122.2	73.18	59581.00	72.52	60786.00	73.99
Diğer	22034.1	26.82	22575.0	27.48	21370.2	26.01
Toplam	82156.29	100	82156.00	100	82156.19	100

6. SONUÇLAR

İlk gözlem uydusu LANDSAT'ın fırlatılmasından günümüze kadar UA teknolojilerinde büyük oranda gelişmeler yaşanmıştır. Farklı mekansal çözünürlükte yeni nesil uydular ve bu uydulara ait görüntüler ile tematik haritalar oluşturmak amacıyla farklı sınıflandırma algoritmaları geliştirilmiştir. Sınıflandırmadaki amaç, arazi örtüsü/arazi kullanımı değişikliklerini belirlemek amacıyla oluşturulan tematik haritaları üretmektir. Sınıflandırma sonucunda üretilen haritaların güvenilirliğini belirlemek ise verilerin kullanılabilirliği açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, seçilen çalışma alanlarının arazi örtüsü/arazi kullanımı zamansal değişikliklerini belirlemek ve üretilen haritaların tematik doğruluğunu tespit etmek amacıyla LUCAS ve CORINE veri tabanlarından yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan işlemler ve elde edilen sonuçlar ayrı ayrı incelenmiştir.

Sınıflandırma işlemi, Ortahisar için hem SENTINEL hem de LANDSAT görüntüsü kullanılarak uygulanmıştır. Ortahisar için kontrolsüz sınıflandırma işlemi ISODATA ve K-means yöntemi kullanılarak, Paris ve çevresi için sadece ISODATA yöntemi kullanılarak uygulanmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma için kullanılan iki yöntem karşılaştırıldığında; ISODATA yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların daha yüksek doğruluk verdiği tespit edilmiştir. Ortahisar için LANDSAT görüntüleri hem GEE hem de paket program kullanılarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucunda Paris ve çevresi yoğun olarak yapay yüzeylerden oluşurken, Ortahisar'ın yoğunlukla bitki örtüsü alanlarından oluştuğu gözlenmiştir. Genel olarak bakıldığında her iki çalışma alanında da yapay yüzeylerin doğrusal olarak bir artış trendinde olduğu, yeşil alanlarında (orman, ekili ya da tarım, çayır alanları) doğrusal bir azalış trendinde olduğu gözlenmiştir. Sınıflandırma sonuçlarının kontrolü yapıldığında genel doğruluk değeri her iki çalışma alanı içinde %90'ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ortahisar için en düşük doğruluk değeri 2018 SENTINEL-LUCAS sınıflandırmasında elde edilmiştir. Ancak %87.70 oranı beklenen doğruluğun üzerinde bir değerdir. En yüksek doğruluk ise 2014 Landsat GEE-CORINE sınıflandırmasında %95.34 ile olduğu gözlenmiştir. Paris ve çevresi için ise en düşük doğruluk %90.98 ile 2013 tarihli LANDSAT verileri ile üretilen LUCAS sınıflandırmasında görülmüştür. En yüksek doğruluk ise %97.95 ile 2018 tarihli LANDSAT verileri ile üretilen CORINE sınıflandırmasında gözlenmiştir. Ortahisar için CORINE sınıflandırma sonuçları incelendiğinde, 2007 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede ISODATA ile yapılan hibrit sınıflandırma sonucunda bilgi sınıfların kapladıkları

alan miktarında, orman ve YDA ve su varlığı sınıfında yaklaşık %1'lik, tarım alanları sınıfında yaklaşık %6'lık azalma ve yapay yüzeyler sınıfında yaklaşık %7'lik bir artış gözlenmiştir. K-means ile yapılan hibrit sınıflandırma sonucunda, orman ve YDA sınıfında yaklaşık %3'lük, su varlığı sınıfında yaklaşık %1'lik azalma, tarım alanları sınıfında yaklaşık %1'lik ve yapay yüzeyler sınıfında ise yaklaşık %3'lik bir artış gözlenmiştir.

Paris ve çevresi için CORINE sınıflandırma sonuçları incelendiğinde, 2013 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede sınıfların kapladıkları alan miktarında, orman ve YDA sınıfında yaklaşık %3'lük, su varlığı sınıfında yaklaşık %1'lik ve tarım alanları sınıfında yaklaşık %2'lik azalma yaşanırken yapay yüzeyler sınıfında yaklaşık %6'lık bir artış gözlenmiştir.

Çalışmanın devamında sınıflandırılmış görüntülere değişim analizi işlemi uygulanmıştır. Buna göre; Ortahisar için CORINE değişim analizi sonuçlarına bakıldığında; 2007 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede su varlığı sınıfının yaklaşık %5'i, orman ve YDA sınıfının yaklaşık %3 ve tarım alanları sınıfının yaklaşık %11'i yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür. Ortahisar için LUCAS değişim analizi sonuçlarına bakıldığında; 2007 yılından 2022 yılına kadar geçen sürede su varlığı sınıfının yaklaşık %5'i, orman alanları sınıfının yaklaşık %2'si ve ekili alanlar sınıfının yaklaşık %11'i yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür.

Paris ve çevresi için CORINE değişim analizi sonuçlarına bakıldığında; 2013 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede orman ve YDA sınıfının yaklaşık %32'si, tarım alanları sınıfının yaklaşık %44'ü yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür. Paris ve çevresi için LUCAS değişim analizi sonuçlarına bakıldığında; 2013 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede ise orman alanlarının yaklaşık %24'ü, çayır ve çimen alanlarının yaklaşık %54'ü ve ekili alanların yaklaşık %44'ü yapay yüzeyler sınıfına dönüşmüştür.

Paris ve çevresi için 2013 ve 2018, Ortahisar ilçesi için ise 2014 ve 2018 tarihli görüntülerin sınıflandırma sonuçları ve genelleştirme sonuçları AÇA tarafından üretilen CORINE 2012 ve CORINE 2018 verileri ile kıyaslanmıştır. Kıyaslama sonucunda; Paris ve çevresi için; 2013 yılı yapay yüzeyler sınıfı CORINE veri tabanı ve sınıflandırılmış görüntüdeki alanın örtüşme oranı %89 iken genelleştirme sonrasında bu oranın %96'ya çıktığı gözlenmiştir. Aynı şekilde, 2018 yılı yapay yüzeyler sınıfı için alanlar incelendiğinde CORINE veri tabanı ve sınıflandırılmış görüntüdeki alanın örtüşme oranı %96 iken genelleştirme sonrasında bu oranın %99'a çıktığı gözlenmiştir. Bunun yanında, 2013 ve 2018 tarihli genelleştirilmiş görüntüde su varlığının kapladığı alan çok azdır ve 0 kabul edilmiştir. Bunun sebebi, su varlığı sınıfının geometrisinden kaynaklıdır.

Alternatif olarak genelleştirme yapmadan karşılaştırma yapmak denenmiştir. Sonuçta, problem yaşanan su varlığı sınıfında 2013 yılı için %97.94, 2018 yılı için %82.40 oranında örtüşme elde edilmiştir. Ortahisar için ise; 2014 yılı tarım alanları sınıfı için CORINE veri tabanı ve sınıflandırılmış görüntüdeki alanın örtüşme oranı %88 iken genelleştirme sonrasında bu oranın %99'a çıktığı gözlenmiştir. Aynı şekilde, 2018 yılı tarım alanları sınıfı için alanlar incelendiğinde CORINE veri tabanı ve sınıflandırılmış görüntüdeki alanın örtüşme oranı %87 iken genelleştirme sonrasında bu oranın %96'ya çıktığı gözlenmiştir.

Çalışma alanlarında bitki örtüsünün ve yapay alanların daha kısa sürede belirlenmesi amacıyla spektral indekslerden yararlanılmıştır. Ortahisar için NDVI sonuçlarına bakıldığında; 2007 yılında %81.69'unun, 2014 yılında %83.08'inin, 2018 yılında %82.98'ünün ve 2022 yılında ise %80.64'ünün sağlıklı ve çok sağlıklı bitki örtüsü ile kaplı olduğu gözlenmiştir. Ortahisar için NDBI sonuçlarına bakıldığında; 2007 yılında %10.19'unun, 2014 yılında %11.42'sinin, 2018 yılında %10.66'sinin ve 2022 yılında ise %13.76'sinin yapay alanlar ile kaplı olduğu tespit edilmiştir. Paris ve çevresi için NDVI sonuçlarına bakıldığında; 2013 yılında %27.43'ünün, 2015 yılında %27.47'sinin ve 2018 yılında %26.75'inin sağlıklı ve çok sağlıklı bitki örtüsü ile kaplı olduğunun belirlendiği gözlenmiştir Paris ve çevresi için NDBI sonuçlarına bakıldığında; 2013 yılında %73.18'inin, 2015 yılında %72.52'sinin ve 2018 yılında %73.99'unun yapay alanlar ile kaplı olduğunun belirlendiği gözlenmiştir

Oluşturulan tematik haritaların doğruluğunun belirlenmesi amacıyla LUCAS metodolojisinden yararlanılmıştır. Buna göre; Ortahisar ilçesini için oluşturulan 42 adet LUCAS noktasının sınıflandırılmış görüntüler ile uyumu incelendiğinde 2022 tarihli LANDSAT ve SENTINEL görüntüsü kullanıldığında %92.85, GEE platformu kullanarak sınıflandırılan 2022 tarihli LANDSAT görüntüsünde ise %90.47 eşleşme olduğu tespit edilmiştir. En yüksek eşleşme oranı 2022 tarihli LANDSAT ve SENTINEL görüntüsünde ortaya çıkmıştır. Paris ve çevresi için ise LUCAS'a ait var olan 2012, 2015 ve 2018 tarihli noktasal verilerin sınıflandırılmış görüntüler ile uyumuna bakıldığında 2013 yılı için %93.05, 2015 yılı için %81.74 ve 2018 yılı için %93.63 olarak hesaplanmıştır. En yüksek eşleşme oranı 2018 yılında ortaya çıkmıştır. GEE ile yapılan sınıflandırma sonuçları yine yazılım içerisinde mevcut bulunan algoritma ile kontrol edilmiştir. Buna göre sınıflandırma doğruluğu yüksek çıkmasına rağmen yer gerçeği ile örtüşme oranının düşük çıkması dikkat çekicidir.

Tez çalışması sonucu elde edilen verilerin yerel yönetimlerin hizmetine sunulması ile çalışma alanları arazi örtüsü ve arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin hızlı

ve doğru bir şekilde anlaşılması ve analiz edilmesi sağlanabilir. Yapılan analizler sonucunda çalışma alanlarında mevcut bilgi sınıflarının geçen yıllar içerisindeki olumsuz artış ve/veya azalışı incelenerek gerekli tedbirlerin en kısa süre içerisinde yerel yönetimler tarafından planlanması sağlanabilir. Kullanılan yöntemlerin CORINE veri tabanındaki veriler ile uygunluğunu belirlemek ve karşılaştırma yapabilmek için en küçük haritalama birimine karar vermek çalışmanın önemli bir aşamasıdır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda Ortahisar için yüksek oranda eşleşme yakalanırken, Paris ve çevresi için ise su varlığı sınıfında geometrik şekilden kaynaklı veri kayıpları hariç tüm sınıflarda yüksek oranda eşleşme yakalanmıştır. Buna göre, çalışma sonucu elde edilen verilerin CORINE veri tabanı için kullanılabilir olduğu gözlenmiştir.

Tez çalışmasının LUCAS metodolojisi kullanılarak yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak LUCAS'a uygun arazi çalışması gerçekleştirilmeden yüksek mekansal çözünürlüklü PlanetScope görüntüsünden yararlanılarak Ortahisar'a ait LUCAS arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıflarının belirlenmesi ve sınıflandırılmış görüntüler ile karşılaştırılmasıdır. Bu yöntem Ortahisar için ilk kez bu çalışmada uygulanmıştır. Bu çalışma ile LUCAS yönteminin tematik haritaların ve CORINE verilerinin doğruluğunu belirlemede kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın kolayca uygulanıp yaygınlaşmasının sağlanması amacıyla en genel CORINE ve LUCAS sınıflandırma düzeyine göre sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha detaylı sınıflar için farklı yöntemlerin de denendiği çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Aghlmand, M., Kalkan, K., Onur, M. İ., Öztürk, G. ve Ulutak, E. (2021). Google Earth Engine ile arazi kullanımı haritalarının üretimi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 38-47.
- Akın, A. (2007). *Çukurova Deltası kıyı alanında arazi örtüsü değişimlerinin belirlenmesinde farklı uzaktan algılama yöntemlerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 103 sayfa.*
- Aksoy, T., Dabanli, A., Cetin, M., Senyel Kurkcuoglu, M. A., Cengiz, A. E., Cabuk, S. N. ve Cabuk, A. (2022). Evaluation of comparing urban area land use change with Urban Atlas and CORINE data. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(19), 28995-29015.
- Ateşoğlu, A. (2016). Havza Çalışmalarında Kullanılan CORINE 2006 Arazi Sınıflandırma Verilerinin Doğruluğunun Araştırılması, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1): 173-183.
- Ballabio, C., Panagos, P. ve Monatanarella L. (2016). Mapping topsoil physical properties at European scale using the LUCAS database. *Geoderma*, 26(1):110-123.
- Bayar, R. ve Karabacak, K. (2017). Ankara İli Arazi Örtüsü Değişimi (2000-2012). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15(1):59- 76.
- Bektaş Balçık, F. (2011). Yapay alan değişiminin uzaktan algılama indeksleri ile belirlenmesi, İstanbul Örneği, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*.
- Belward, A. ve Skoien J. (2015). Who launched what, when and why; trends in global land-cover observation capacity from civilian earth observation satellites. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 103, 115-128.
- Bostan, S., Şanlı, F. B. ve Kaya, Ş. (2016). Nüfusa Bağlı Yerleşim Alanı Değişiminin Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Analizi: Küçükçekmece Örneği. 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana.
- Camilleri, S., De Giglio, M., Stecchi, F. ve Perez-Hurtado, A. (2017). Land use and land cover change analysis in predominantly man-made coastal wetlands: towards a methodological framework, *Wetlands Ecology and Management*, 25, 23-43.
- Campbel, J.B. (2002). Introduction To Remote Sensing. *Third Edition*, London and New York.
- Campbell, J.B. (1996). Introduction to Remote Sensing. *Guilford Press*, New York, 621 s.

- Chhablani, J. ve Behar-Cohen, F. (2022). Validation of Central Serous Chorioretinopathy International Group. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 260(4), 1161-1169.
- Close, O., Benjamin, B., Petit, S., Fripiat, X. ve Hallot, E. (2018). Use of Sentinel-2 and LUCAS database for the inventory of land use, land use change, and forestry in Wallonia, Belgium. *Land*, 7(4), 154.
- Çetin, M. ve Musaoğlu, N. (2011). İbrelî orman türlerinin Hiperspektral uydu görüntüsü ile ayırt edilebilirliğinin araştırılması. *İTÜDERGİSİ/d*, 7(5).
- Çivi, A., Akgündüz, E., Kalaycı, K., İnan, Ç., Sarıca, E. ve Toru, E. (2009). CORINE (Coordination of Information on the Environment) Projesi. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 2-6 Kasım, İzmir.
- Çölkesen, İ. (2009). *Uzaktan algılamada ileri sınıflandırma tekniklerinin karşılaştırılması ve analizi. Yüksek Lisans Tezi. Gebze Teknik Üniversitesi Yüksek Teknoloji Entitüsü. Kocaeli. 168 sayfa.*
- Demir, M. (2021). CORINE Sistemine Göre Kars İlinde Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı, Değişimi ve Projeksiyonu, *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, 43: 93-110.
- Dengiz, O. ve Demirağ Turan, İ. (2014). Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Zamansal Değişimin Belirlenmesi: Samsun Merkez İlçesi Örneği (1984-2011). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, (2014) 1: 78-90.
- Didem, C. A. F. (2019). Tarımsal Ürünlerin Uzaktan Algılama İle Tespiti. *Journal of Agriculture*, 2(2), 80-91.
- Dousset, B., Gourmelon, F. ve Mauri, E. (2007). Application of satellite Remote Sensing for Urban Risk Analysis: a case study of the 2003 extreme heat wave in Paris. *In 2007 Urban Remote Sensing Joint Event* (1-5).
- Durna, B. (2019). *Akçaabat (Trabzon) ilçesinin doğal coğrafyasının coğrafi bilgi sistemleriyle değerlendirilmesi/Evaluation of natural geography of akcaabat (Trabzon) through geographical information systems. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Şanlıurfa.*
- Ergene, E. M. (2016). *Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılarak yeryüzü sıcaklıklarının uzaktan algılama tekniği ile belirlenmesi: İstanbul örneği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 92 sayfa.*
- Erol, E. ve Çanga, M. R. (2003). Coğrafi bilgi sistemi tekniği kullanılarak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (2), 136 –143.

- Esen, F. (2017). Bingöl İli Arazi Kullanım Özelliklerinin Corine Sistemine Göre Analizi Ve Sürdürülebilir Arazi Kullanım Önerileri. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi (The Journal Of Academic Social Science)*, 5 (41), 162-181.
- Feranec, J., Hazeu, G., Christensen, S. ve Jaffarain, G. (2007). Corine land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). *Science Direct Land Use Policy*, 24, 234-247.
- Fitzpatrick – Lins, K. (1981). Comparison of sampling procedures and data analysis for a land use and land cover map. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 47, 343-351.
- Fuchs, A., Feucht, M. J., Dickschas, J., Frings, J., Siegel, M., Yilmaz, T. ve Izadpanah, K. (2021). Interobserver reliability is higher for assessments with 3D software-generated models than with conventional MRI images in the classification of trochlear dysplasia. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1-7.
- Gallego, J. ve Bamps, C. (2008). Using CORINE land cover and the point survey LUCAS for area estimation. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10(4), 467–475.
- Gençer, M., Başayığıt, L. ve Akgül, M. (2015). Eğirdir Gölü koruma zonları CORINE arazi kullanım sınıflaması. *Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 26-38.
- Gorelick, N., Hancher M., Dixon M., Ilyushchenko S., Thau D. ve Moore R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-Scale Geospatial Analysis for Everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27.
- Gudmann, A. ve Musci L. (2022). Pixel and Object-based Land Cover Mapping and Change Detection from 1986 to 2020 for Hungary Using Histogram-based Gradient Boosting Classification Tree Classifier. *Geographica Pannonica*, 26(3) 165–175.
- Güre, M. (2009). *Avrupa Birliği CORINE arazi kullanım sınıflandırma sistemi ve Çanakkale ili uygulaması. Doktora tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale. 120 sayfa.*
- Hall, F. G., Townshend, J. R. ve Engman, E. T. (1995). Status of Remote Sensing Algorithms for Estimation of Land Surface State Parameters. *Remote Sensing of Environment*, 51, (138–156).
- Harris, R. ve Baumann, I. (2015). Open data policies and satellite Earth Observations. *Space Policy*, 32, 44-53.
- HGM (Harita Genel Müdürlüğü), İl ve İlçe Yüzölçümleri, [www.https://www.harita.gov.tr/il-ve-ilce-yuzolcumleri](http://www.harita.gov.tr/il-ve-ilce-yuzolcumleri). 15.09.2022

- Kamwi, J. M., Kaetsch, C., Graz, F. P., Chirwa, P. ve Manda, S. (2017). Trends in land use and land cover change in the protected and communal areas of the Zambezi Region, Namibia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189 (242), 1-18.
- Karademir, D. ve Doğan, M. (2019). Kilis İlinde Arazi Kullanımında Meydana Gelen Değişimler. *Journal of Awareness*, 4(3):329-342.
- Karaoğlu, M. ve Erdel, E. (2022). Iğdır ili arazi kullanımı/örtü değişikliğinin Corine izlemesi ile değerlendirilmesi. *Bilim ve Teknoloji Enstitüsü Dergisi*, 12(4), 2543-2557.
- Kaya, N.S., Turan, İ.D., Dengiz, O. ve Saygın, F. (2020). Farklı Konumsal Çözünürlüğe Sahip Uydu Görüntüleri Kullanarak CORINE Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Sınıflarının Belirlenmesi, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(2): 207-218.
- Kayman, Ö. ve Sunar, F. (2015). Spektral İndekslerin Landsat TM Uydu Verileri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırmasına Etkisi: İstanbul, Beylikdüzü İlçesi, Arazi Kullanımı Değişimi. *Teknik Sempozyumu, Konya-Türkiye*, 52-59.
- Keleş, B. ve Durduran, S.S. (2019). Osmaniye İlinin Arazi Örtüsü ve Kullanımındaki Zamansal Değişimin Uzaktan Algılama Teknikleri ile Araştırılması. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1):32-52.
- Ko, J. ve Lim, H. K. (2022). Reliability study of the items of the Alberta Infant Motor Scale (AIMS) using kappa analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1767.
- Kuru, A. (2018). Ergene Havzası 1990, 2000 ve 2012 Yılları Arazi Kullanım Değişikliklerinin Tespiti. *İklim Değişikliği ve Çevre Dergisi*, 3(5):27-36.
- Lange, T., Kopkow, C., Lützner, J., Günther, K. P., Gravius, S., Scharf, H. P. ve Schmitt, J. (2020). Comparison of different rating scales for the use in Delphi studies: different scales lead to different consensus and show different test-retest reliability. *BMC medical research methodology*, 20(1), 1-11.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W. ve Chipman, J. W. (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation*. 5th Edition, Wiley, USA.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. ve Chipman, J.W. (2008). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Sixth Edition, Wiley, USA.
- Louis-Lucas, T., Mayrand, F., Clergeau, P. ve Machon, N. (2021). Remote sensing for assessing vegetated roofs with a new replicable method in Paris, France. *Journal of Applied Remote Sensing*, 15.

- Lu, D. ve Weng, Q. (2007). A Survey of Image Classification Methods and Techniques for Improving Classification Performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28, (823–870).
- Mas, J. F., Pérez-Vega, A., Ghilardi, A., Martínez, S., Loya-Carrillo, J. O. ve Vega, E. (2014). A suite of tools for assessing thematic map accuracy. *Geography Journal*, 2014.
- Moisen, G.G. (2008). Classification and Regression Trees.
- Nacar, Ş. ve Karademir, N. (2022). Pazarcık (Kahramanmaraş) İlçesi Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi (1990- 2018). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2):944–966.
- Onur, I. (2007). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemleriyle kıyı bölgelerde arazi örtüsü/arazi kullanımı değişiminin izlenmesi ve analizi: Antalya-Kemer örneği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Özdeş, M., Özşahin, E. ve Eroğlu, İ. (2019). Corine Arazi Sınıflandırmasına Göre Trakya Yarımadası Arazi örtüsü/kullanımı Özelliklerinin Yeniden Değerlendirilmesi, 1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı, s. 679-686.
- Özşahin, E., Sarı, H. ve Eroğlu, İ. (2020). Türkiye’de Arazi Kullanımı-Arazi Örtüsü (AKAÖ) Değişiklikleri (1990- 2012), *Bahçe 49(Özel Sayı 1)*, 31–34 (2020).
- Pflugmacher, D., Rabe, A., Peters, M. ve Hostert, P. (2019). Mapping pan-European land cover using Landsat spectral-temporal metrics and the European LUCAS survey. *Remote sensing of environment*, 221, 583-595.
- Phan, T. N., Kuch, V. ve Lehnert, L. W. (2020). Land cover classification using Google Earth Engine and random forest classifier—The role of image composition. *Remote Sensing*, 12(15), 2411.
- Polat, P. ve Yalçın, F. (2020). Erzincan İli Arazi Kullanımının (2000-2018 yılları arası) Corine Sistemi İle Değerlendirilmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 25(44):125-150.
- Pontius Jr, R. G. ve Millones, M. (2011). Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment. *International Journal of Remote Sensing*, 32 (15), 4407-4429.
- Popovici, A., Bălteanu, D. ve Kucsicsa, Gh. (2013). Assessment of changes in land-use and land-cover pattern in Romania using Corine Land Cover Database. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8(4):195-208.

- Sabuncu., A. ve Özener H. (2019). Uzaktan Algılama Teknikleri ile Yanmış Alanların Tespiti: İzmir Seferihisar Orman Yangını Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*. 5(2): 317-326.
- Sarıyılmaz F. B. ve Musaoğlu N. (2016). Uydu Görüntülerinden Üretilen Arazi Örtüsü/Kullanımı Haritalarında Doğruluk Analizi. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Çalıştay ve Paneli, Çukurova Üniversitesi, Adana. 22-24 Kasım 2016.
- Sarıyılmaz F. B., Musaoğlu, N., Tanık, A. ve Kılıç, F. (2015). İstanbul Sazıdere Havzası'nın Zamansal Değişim Analizi. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VIII. Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi, Konya, 14-17 Ekim 2015, 21-23.
- Sarıyılmaz, F.B. (2012). Zaman serileri ile değişim analizi: İstanbul, Sarıyer örneği. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Sarıyılmaz, F.B. (2017). Corine Sınıflandırmasının Sazıdere Havzası Ölçeğinde Tematik Doğruluk Analizi. Doktora tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 147 sayfa.*
- Sarıyılmaz, F.B. ve Musaoğlu, N. (2018). CORINE sınıflandırmasının tematik doğruluk analizinde LUCAS metodolojisinin kullanımı. VII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2018), 18-21 Eylül 2018, Eskişehir.
- Shendryk, Y., Rist, Y., Ticehurst, C. ve Thorburn, P. (2019). Deep learning for multi-modal classification of cloud, shadow and land cover scenes in PlanetScope and Sentinel-2 imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 157, 124-136.
- Stehman, S. V. (2009). Sampling designs for accuracy assessment of land cover. *International Journal of Remote Sensing*, 30(20), 5243-5272.
- Sunar, F., Özkan, C. ve Osmanoğlu, B. (2016), Uzaktan Algılama, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Sunar, F., Özkan, C., Ok, A. Ö., Osmanoğlu, B., Uça Avcı, D. ve Berberoğlu, S. (2017). Dijital görüntü işleme. Eskişehir, Turkey: TC Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Sunil, G. C., Zhang, Y., Koparan, C., Ahmed, M. R., Howatt, K. ve Sun, X. (2022). Weed and crop species classification using computer vision and deep learning technologies in greenhouse conditions. *Journal of Agriculture and Food Research*, 9, 100325.

- Şekertekin, A. (2019). Işınım Transferi Denklemi Baz Alınarak Yer Yüzey Sıcaklığının Landsat-8 Uydu Verileri ile Haritalanması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 769-777.
- Timur, Ö.B., Aytaş İ. ve Acet B. (2021). Temporal and Spatial Change of Land Use: The Case of Nazilli District. *Kent Akademisi Dergisi*, 14 (43): 230-240.
- Townshend, J. R. G. (1992), Land Cover. *International Journal of Remote Sensing*, 13, (1319–1328).
- Turan, İ.D., Dengiz, O. ve Kaya, N.S. (2021). Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Değişimlerinin Farklı Zamanlı Landsat Uydu Görüntüleri ile Belirlenmesi: Çarşamba Delta Ovası Örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1): 141–152.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), Nüfus İstatistikleri Portalı, www.https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49685. 17.10.2022
- Türker, H.B., 2021. Uşak ilinin arazi örtüsü değişiminin corine verileri doğrultusunda incelenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 634-650.
- URL 5, www.planet.com/explorer/. 02.01.2023
- URL-1, www.tr.wikipedia.org/wiki/Paris. 26.10.2022
- URL-10, www.land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover. 24.08.2022.
- URL-11, www.corine.ormansu.gov.tr/corineportal/avrupacalismalar.html. 16.06.2022.
- URL-12, www.statsilk.com/maps/download-free-shapefile-maps. 09.09.2022
- URL-13, www.haifengl.github.io/.02.05.2023
- URL2, www.harita.gov.tr/urunler/web-servisi-wms/. 13 07.08.2022
- URL-3, www.earthexplorer.usgs.gov/. 08.09.2022
- URL-4: www.scihub.copernicus.eu/dhus/#/home. 02.02.2023
- URL-6, www.land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover. 09.09.2022
- URL-7, www.ec.europa.eu/eurostat/documents/205002/6786255/LUCAS2015_C3-Classification_20160729.pdf. 10.08.2022
- URL-8, www.datascienceearth.com/k-means-algoritmasi/. 13.06.2022
- URL-9, www.biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr. 22.08.2022
- Üyük, A., Uzun, A. ve Çardak, Ç. (2020). Corine Verileri İle Değişim Analizi Denizli İli Örneği, *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 97-107.
- Van Genderen, J.L. ve Lock, B.F. (1977). Testing land use map accuracy. *Photogrametric Engineering and Remote Sensing*, 43, 1135 – 1137.
- Weigand, M., Staaba J., Wurma M. ve Taubenböcka H. (2020). Spatial and semantic effects of LUCAS samples on fully automated land use/land cover classification in high-resolution Sentinel-2 data. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation*, 88, 102065.

Wulder, M.A., Loveland, T.R., Royce, D. P. ve Crawford, C. J. (2019). Current status of Landsat program, science, and applications. *Remote Sensing of Environment*, 225, 127–147.

Yeşil, P. ve Güzel, M. (2021). Ordu İli Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişiminin (1990-2018) CORINE Verileri Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(3), 492-498.



EKLER

Ek 1. CORINE arazi örtüsü ve kullanımı sınıflandırma sistemi (URL – 11, 2022).

Tablo 42. CORINE veri tabanı-yapay yüzeyler sınıfı

1.Düzye	2.Düzye	3.Düzye
1.Yapay yüzeyler	1.1. Yerleşim Alanları	1.1.1. Yoğun Yerleşim
		1.1.2. Dağınık Yerleşim
	1.2. Endüstriyel, Ticari ve Taşımacılık Bölümleri	1.2.1. Endüstriyel ve Ticari Birimler
		1.2.2. Yollar, Raylı Sistem ve Bağlantı Noktaları
		1.2.3. Limanlar
	1.3. Maden, Boşaltım ve İnşaat Yapıları	1.2.4. Havaalanları
		1.3.1. Maden Ocakları
	1.4. Tarımda Kullanılmayan Bitkili Alanlar	1.3.2. Boşaltım Alanları
		1.3.3. İnşaat Bölümleri
		1.4.1. Yeşil Yerleşim Alanları (Park ve Bahçeler)
1.4.2. Spor ve Dinlenme Alanları		

Tablo 43. CORINE veri tabanı-tarım alanları sınıfı (URL-11)

1.Düzye	2.Düzye	3.Düzye
2. Tarım Alanları	2.1. Sürülüp Ekilebilen Arazi	2.1.1. Kuru Tarım Alanları
		2.1.2. Sulu Tarım Alanları
		2.1.3. Çeltik Tarlaları
	2.2. Kalıcı Ürünler	2.2.1. Bağ, Üzüm Bağ
		2.2.2. Meyve Ağaçları ve Meyveli Bitkiler
	2.3. Meralar	2.2.3. Zeytinlik
		2.3.3. Mera
	2.4. Heterojen Tarım Alanları	2.4.1. Sürekli Ürünler ile İlişkilendirilmiş Yıllık Ürünler
		2.4.2. Karışık Çiftçilik
		2.4.3. Önemli Doğal Bitki Alanlarının Tarım Tarafından Çoğunlukla İşgal Edilmiş Olduğu Alanlar
2.4.4. Ormanla Karışık Tarım Alanları		

Ek 1. (Devamı)

Tablo 44. CORINE veri tabanı-orman ve doğal alanları sınıfı (URL-11)

1.Düzyer	2.Düzyer	3.Düzyer
3. Orman ve Yarı Doğal Alanlar	3.1. Ormanlar	3.1.1. Geniş Yapraklı Ormanlar
		3.1.2. Kozalaklı ve İğne Yapraklı Ormanlar
	3.2. Maki ve Otsu Bitkiler	3.1.3. Karışık Ormanlar
		3.2.1. Doğal Çayırlar
		3.2.2. Bozkır ve Fundalık Bitkiler
	3.3. Bitki Olmayan ve Az Bitkili Açık Alanlar	3.2.3. Sklerofil Bitki Örtüsü
		3.2.4. Bitki Değişim Alanları
		3.3.1. Plaj, Kum Tepeciği, Kumullar
		3.3.2. Verimsiz Toprak ve Kayalar
		3.3.3. Seyrek Bitkili Alanlar
3.3.4. Yanmış Alanlar		
3.3.5. Buzul ve Kalıcı Kar		

Tablo 45. CORINE veri tabanı-sulak alanlar sınıfı (URL-11)

1.Düzyer	2.Düzyer	3.Düzyer
4. Sulak Alanlar	4.1. Anakarada Sulak Alanlar	4.1.1. Karasal Bataklıklar
		4.1.2. Turbalar
	4.2. Deniz Kaynaklı Sulak Alanlar	4.2.1. Tuz Bataklığı
		4.2.2. Tuzlalar
		4.2.3. Gel – Git Düzükleri

Tablo 46. CORINE veri tabanı-su varlığı sınıfı (URL-11)

1.Düzyer	2.Düzyer	3.Düzyer
5. Su Varlığı	5.1. Karasal Sular	5.1.1. Akarsu Yüzeyleri
		5.1.2. Su Kütlesi
	5.2. Deniz Suları	5.2.1. Lagünler
		5.2.2. Haliçler
		5.2.3. Deniz ve Okyanus

Ek 2. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi (URL – 10, 2022).

Tablo 47. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, yapay yüzeyler.

1.Düzye	2.Düzye	3.Düzye
A00. Yapay Yüzeyler	A10. Çatılı Binalarla Dolu Alan	A11. 1 ile 3 katlı binalar A12. 3 kattan daha yüksek binalar A13. Seralar
	A20. Bina Harici Yapay Yüzey Alanları	A21. Alansal geçirimsiz yüzeyler A22. Çizgisel geçirimsiz yüzeyler
	A30. Diğer Yapay Yüzeyler	A30. Diğer yapay yüzeyler

Tablo 48. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, ekili araziler

1.Düzye	2.Düzye	3.Düzye
B00. Ekili Araziler	B10. Tahıllar	B11. Bahar ya da kış buğdayı B12. Durum buğdayı B13. Arpa B14. Çavdar B15. Yulaf B16. Mısır B17. Pirinç B18. Triticale B19. Diğer tahıllar
	B20. Kök bitkiler	B21. Patates B22. Şeker pancarı B23. Diğer kök bitkiler
	B30. Kalıcı Olmayan Endüstriyel Bitkiler	B31. Ayçiçeği B32. Şalgam B33. Soya B34. Pamuk B35. Diğer lifli ve yağlı bitkiler B36. Tütün B37. Diğer kalıcı olmayan endüstriyel bitkiler
	B40. Kuru Bakliyatlar, Sebzeler ve Çiçekler	B41. Kuru bakliyatlar B42. Domates B43. Diğer taze sebzeler B44. Çiçekçilik ve süs bitkileri B45. Çilek B51. Yonca B52. Luzern (kabayonca)

Ek 2.

Tablo 48. (Devamı)

1.Düzyey	2.Düzyey	3.Düzyey
	B70. Kalıcı Ekinler: Meyve Ağaçları	B53. Diğer bakla ve yem karışımları B54. Karışık tahıl (yem için) B55. Geçici çayır B71. Elma B72. Armut B73. Kiraz B74. Ceviz B75. Diğer meyve ağaçları ve dutluklar B76. Portakal B77. Diğer narenciye ağaçları
	B80. Diğer Kalıcı Ekinler	B81. Zeytinlik B82. Üzüm bağı B83. Fidanlık B84. Kalıcı endüstriyel bitkiler

Tablo 49. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, orman alanları.

1.Düzyey	2.Düzyey	3.Düzyey
C00. Orman Alanları	C10. Geniş Yapraklı Ağaçlar C20. İğne Yapraklı Ağaçlar C30. Karışık Orman Alanları	C10. Geniş yapraklı ağaçlar C21. Ladin C22. Çam C23. Diğer iğne yapraklı ağaçlar C31. Ladin ağırlıklı karışık orman alanı C32. Çam ağırlıklı karışık orman alanı C33. Diğer karışık orman alanları

Tablo 50. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, fundalık ve çalılık alanlar.

1.Düzyey	2.Düzyey	3.Düzyey
D00. Fundalık ve Çalılık Alanlar	D10. Seyrek Ağaçlarla Çevrili Fundalık ve Çalılık Alanlar D20. Ağaçla Çevrili Olmayan Fundalık ve Çalılık Alanlar	D10. Seyrek ağaçlarla çevrili fundalık ve çalılık alanlar D20. Ağaçla çevrili olmayan fundalık ve çalılık alanlar

Ek 2.

Tablo 51. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, çimen kaplı alanlar (çayır).

1.Düzye	2.Düzye	3.Düzye
E00. Çimen Kaplı Alanlar (Çayır)	E10. Seyrek Ağaç ya da Çalılıkla Çevrili Çimenlik Alanlar	E10. Seyrek ağaç ya da çalılıkla çevrili çimenlik
	E20. Ağaç ya da Çalılıkla Çevrili Olmayan Çimenlik Alanlar	E20. Ağaç ya da çalılıkla çevrili olmayan çimenlik alanlar
	E30. Kendiliğinden Yeşermiş Alanlar	E30. Kendiliğinden yeşermiş alanlar

Tablo 52. LUCAS Sınıflandırma Sistemi, Boş Toprak, Liken ve Mos.

1.Düzye	2.Düzye	3.Düzye
F00. Boş Toprak, Liken ve Mos	F10. Kayalar ve Taşlar	F10. Kayalar ve Taşlar
	F20. Kum	F20. Kum
	F30. Liken ve Mos	F30. Liken ve Mos
	F40. Diğer boş toprak alanlar	F40. Diğer boş toprak alanlar

Tablo 53. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, su varlığı.

1.Düzye	2.Düzye	3.Düzye
G00. Su Varlığı	G10. Karasal Su Varlığı	G11. Karasal tatlı su varlığı
	G20. Akarsular	G12. Karasal tuzlu su varlığı
		G21. Tatlı akarsular
	G22. Tuzlu akarsular	
	G30. Geçişli Su Yapıları	G30. Geçişli su yapıları
G40. Buzullar ve Kalıcı Kar Örtüsü	G40. Buzullar ve kalıcı kar örtüsü	

Tablo 54. LUCAS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, sulak alanlar.

1.Düzye	2.Düzye	3.Düzye
H00. Sulak Alanlar	H10. Karasal Sulak Alanlar	H11. Bataklıklar
		H12. Turbalıklar
	H20. Kıyusal Sulak Alanlar	H21. Tuzlu bataklıklar
		H22. Tuzlama alanları ve diğer kimyasal madde depoları
		H22. Karışık yüzeyler

ÖZGEÇMİŞ

2014 yılında Akçaabat Derecik Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2015 yılında başladığı Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü'nü 2019 yılında bitirdi. 2021 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. 17-19 Kasım 2022 tarihinde Ankara'da düzenlenen Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2022)'na katılarak iki adet poster bildiri sunumu gerçekleştirdi. Yabancı dil seviyesi B1'dir. Şu anda TÜBİTAK 3005 Programı kapsamında Trabzon Tarihi Kent Mimarlığı ve Sanala Aktarımı adlı projede Yüksek Lisans bursiyeri olarak yer almaktadır.

Yayınlar:

- Sadık, S. ve Sarıılmaz, F.B. (2022). Alibeyköy Havzası Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama Yöntemleri ile İncelenmesi, VIII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2022), 17-19 Kasım 2022, Ankara, s. 77-85.
- Sadık, S. ve Sarıılmaz, F.B. (2022). Sınıflandırılmış Görüntülerin Tematik Doğruluk Analizinde LUCAS Metodolojisinin Kullanımı: Paris Örneği, VIII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2022), 17-19 Kasım 2022, Ankara, s. 67-76.

