



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİLİĞİ ANABİLİM DALI

**UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
ENTEGRASYONU İLE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN ARAZİ
YÜZEY SICAKLIĞINA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ:
AKSARAY İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gamze KAÇMAZ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRBÜZ

AKSARAY, 2021

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 182306416 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Gamze KAÇMAZ tarafından hazırlanan “**UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ ENTEGRASYONU İLE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN ARAZİ YÜZEY SICAKLIĞINA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ: AKSARAY İLİ ÖRNEĞİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Harita Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRBÜZ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Prof.Dr. Semih EKERCİN

Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Ferruh YILMAZTÜRK

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 11/11/2021

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinallliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Gamze KAÇMAZ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca her konuda maddi ve manevi desteğini gördüğüm, bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, tezimin nihai noktaya ulaşma sürecinde beni her zaman motive eden, kendisinden çok şey öğrendiğim kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRBÜZ'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Öncelikle insanlara ve çevreye faydalı bir birey olmayı öğreten, lisans ve lisansüstü eğitim hayatım boyunca desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen, Uzaktan Algılama'yı bana sevdiren çok değerli hocam Prof. Dr. Semih EKERCİN'e teşekkür ederim.

Tez jüri üyeleri olarak görüş ve eleştirileriyle tez çalışmamın gelişmesine katkılarından dolayı Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ferruh YILMAZTÜRK'e ve Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Semih EKERCİN'e çok teşekkür ederim.

Son olarak beni bugünlere getiren, hayatımın her döneminde maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, geleceğim için pek çok fedakârlıkta bulunan ve onlara sahip olduğum için kendimi şanslı hissettiğim başta annem Ebekız KAÇMAZ ve babam Durmuş KAÇMAZ olmak üzere ailemin tüm fertlerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gamze KAÇMAZ

AKSARAY, 2021

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Alanı ve Konusu	2
1.2 Problem ve Amaç	3
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1 Kullanılan Veriler	11
3.1.1 CORINE AÖ/AK verileri	11
3.1.2 Landsat uydu verileri	12
3.1.3 MODIS MOD11A2 arazi yüzey sıcaklığı ve emisyon verileri	15
3.1.4 Meteoroloji istasyon verileri.....	16
3.2 Yöntem	17
3.2.1 Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri	17
3.2.1.1 Termal (ısı) uzaktan algılama ve kullanım alanları	18
3.2.6 Arazi yüzey sıcaklığı haritalarının üretilmesi.....	19
3.2.6.1 Landsat uydu görüntülerinden AYS'nin hesaplanması	19
3.2.6.2 MODIS MOD11A2 görüntülerinden AYS'nin hesaplanması	22
3.2.7 Uzaktan algılama indeksleri	22
3.2.7.1 Normalize Edilmiş Yerleşim Alanı İndeksi (NDBI)	22
3.2.7.2 Modifiye Edilmiş Normalize Fark Su İndeksi (MNDWI).....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	24
4.1 CORINE AÖ/AK Haritaları	24
4.1.1 1990 yılı CORINE AÖ/AK haritası.....	24
4.1.2 2000 yılı CORINE AÖ/AK haritası.....	25
4.1.3 2006 yılı CORINE AÖ/AK haritası.....	27
4.1.4 2018 yılı CORINE AÖ/AK haritası.....	28
4.2 1990-2018 CORINE AÖ/AK Alanlarındaki Değişim.....	30
4.3 Landsat AYS Haritaları	33
4.4 AYS ile AÖ/AK Arasındaki İlişki.....	36
4.5 AYS Görüntüleri ile Uzaktan Algılama İndekslerinin Korelasyon Analizi....	39
4.5.1 Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI).....	39
4.5.2 Normalize Edilmiş Yerleşim Alanı İndeksi (NDBI)	43
4.5.3 Modifiye Edilmiş Normalize Fark Su İndeksi (MNDWI).....	47
4.6 Doğruluk Analizleri.....	51
4.6.1 Landsat ve MODIS AYS değerleri arasındaki ilişki	51
4.6.2 Landsat AYS verileri ile meteorolojik istasyon verileri arasındaki ilişki	56
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	58
KAYNAKLAR	63
EKLER.....	70
EK A. Çizelgeler	70
ÖZGEÇMİŞ.....	86

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ ENTEGRASYONU İLE ARAZİ ÖRTÜSÜNÜN DEĞİŞİMİNİN ARAZİ YÜZEY SICAKLIĞINA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ: AKSARAY İLİ ÖRNEĞİ

Gamze KAÇMAZ

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRBÜZ

ÖZET

Dünya genelinde arazi örtüsü ve arazi kullanımı (AÖ/AK) pek çok farklı nedenle değişmekte, yeşil alanlar azalmakta diğer taraftan kentsel büyümeye bağlı yapılaşma, sanayileşme artmaktadır. AÖ/AK'daki bu değişim arazi yüzey sıcaklığına (AYS) etki etmekte ve yüzey sıcaklık değerlerini arttırmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte uzaktan algılama yöntemleri AÖ/AK ve AYS değişimlerinin tespit edilmesi ve değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Aksaray Türkiye'nin nüfusu hızla artan illerinden bir tanesidir. Nüfustaki hızlı artış şehir genelindeki yapılaşmanın da hızla artmasına sebep olmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında 1990-2018 yılları arasında Aksaray ilinin AÖ/AK'sında meydana gelen değişiminin AYS'ye olan etkisinin zamansal olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, öncelikle 1990, 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait CORINE verilerinden yararlanılarak AÖ/AK haritaları oluşturulmuştur. Yine aynı yıllara ait Landsat-5 TM ve Landsat-8 OLI/TIRS uydu verileri kullanılarak AYS değerleri hesaplanıp haritalanmıştır. Bu görüntüler üzerinden ayrıca Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ile yeşil alanların, Normalize Edilmiş Yerleşim Alanı İndeksi (NDBI) ile yerleşim alanlarının ve Modifiye Edilmiş Normalize Fark Su İndeksi (MNDWI) ile sulak alanların çıkarımı yapılmış ve tüm sonuçlar AYS değerleri ile karşılaştırılmıştır. Landsat uydu görüntülerinden hesaplanan AYS değerlerinin doğruluğunu test etmek amacıyla MODIS MOD11A2 görüntüleri kullanılarak AYS haritaları oluşturulmuş ve Aksaray il merkezinde toprak sıcaklığı ölçümü alan bir meteoroloji istasyonunun verileri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda Aksaray ili AÖ/AK'sında; yapay bölgeler, tarım alanları ve tuz bataklıklarının arttığı, diğer taraftan orman alanları, maki-otsu alanlar, çıplak alanlar, karasal bataklıklar ve su yapılarının ise azaldığı tespit edilmiştir. AYS verileri ile AÖ/AK verileri ilişkilendirildiğinde sulak alanlar ve orman alanlarındaki sıcaklık değerlerinin; yapay alanlar, çıplak alanlar, maki ve otsu alanlar ile tarım alanlarındaki sıcaklık değerlerine göre belirgin şekilde düşük olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CBS, Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı, Landsat, MODIS, CORINE, İç Anadolu, NDVI, NDBI, MNDWI.

Eylül, 2021; 86 sayfa

M.Sc. THESIS

DETERMINATION OF THE EFFECT OF LAND COVER CHANGE ON LAND SURFACE TEMPERATURE THROUGH REMOTE SENSING AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS INTEGRATION: CASE OF AKSARAY PROVINCE

Gamze KAÇMAZ

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics**

Supervisor: Assit. Prof. Dr. Esra GÜRBÜZ

ABSTRACT

Worldwide use of land cover and land use (LC/LU) is changing for many different reasons, while green areas are declining, urban growth, construction, and industrialization are also increasing. This change in LC/LU affects land surface temperature (LST) and increases temperature values. With the developing technology, remote sensing methods have become frequently used in the identification and evaluation of LC/LU and LST changes. Aksaray is one of the rapidly growing cities in Turkey. This situation also causes the increase in construction rapidly in the city. This study aims to examine temporally the effect of the change in LC/LU of Aksaray city on land surface temperature between 1990-2018. In this direction, first of all LC/LU maps were created using CORINE data for 1990, 2000, 2006 and 2018. LST values were calculated and mapped using Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI/TIRS satellite data for the same years. In addition, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for green areas, Normalized Settlement Area Index (NDBI) for residential areas and Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) for wetlands were also extracted from these images, and all results were correlated with LST values. In order to confirm the accuracy of the LST calculated from the Landsat satellite images, the LST maps were created using MODIS MOD11A2 and the correlation between the two data sets was examined. In addition, the measurements taken on the same day as the satellite images used by a meteorology station in the city center, which measures soil temperature, were examined and compared. As a result of the study, Aksaray province in LC/LU; artificial regions, agricultural areas and salt marshes have been found to increase, while forest areas, herbaceous areas, bare areas, terrestrial marshes and water structures have decreased. When the LST data are correlated, with LC/LU, the temperature values in wetlands and forest areas are significantly lower than the in artificial areas, bare areas, moors and heathland and natural grassland areas and agricultural areas.

Keywords: GIS, Land Cover/Land Use, Landsat, MODIS, CORINE, Central Anatolia, NDVI, NDBI, MNDWI.

September, 2021; 86 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanına ait Landsat-8 uydu görüntüsü (RGB 7,5,3).....	2
Şekil 4.1. 1990 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK haritası.	24
Şekil 4.2. 1990 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK sınıflarının toplam alan (km ²) ve yüzde (%) oranları.	25
Şekil 4.3. 2000 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK haritası.	26
Şekil 4.4. 2000 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK sınıflarının toplam alan (km ²) ve yüzde (%) oranları.	26
Şekil 4.5. 2006 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK haritası.	27
Şekil 4.6. 2006 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK sınıflarının toplam alan (km ²) ve yüzde (%) oranları.	28
Şekil 4.7. 2018 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK haritası.	29
Şekil 4.8. 2018 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK sınıflarının toplam alan (km ²) ve yüzde (%) oranları.	29
Şekil 4.9. Aksaray ilinin 1990-2018 yılları arasında a) yapay bölgeler ve b) tarımsal alanların değişim haritaları.	30
Şekil 4.10. Aksaray ilinin 1990-2018 yılları arasında a) orman alanları ve b) maki-otsu alanların değişim haritaları.	31
Şekil 4.11. Aksaray ilinin 1990-2018 yılları arasında a) çıplak alanların değişim haritası ve b) tuz bataklıkları haritası (2018).	32
Şekil 4.12. Aksaray ilinin 1990-2018 yılları arasında a) karasal bataklık ve b) su yapılarının değişim haritaları.	33
Şekil 4.13. 1990 yılı Aksaray ili AYS haritası.	34
Şekil 4.14. 2000 yılı Aksaray ili AYS haritası.	34
Şekil 4.15. 2006 yılı Aksaray ili AYS haritası.	35
Şekil 4.16. 2018 yılı Aksaray ili AYS haritası.	35
Şekil 4.17. 1990, 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait Landsat görüntülerinden üretilmiş AYS değerleri.....	36
Şekil 4.18. Aksaray ilinin 2018-1990 AYS fark haritası.	37
Şekil 4.19. Çalışma alanında belirlenen pilot bölgelerin (1, 2, 3) AYS fark haritaları (1a, 2a, 3a), 1990 yılı AÖ/AK haritaları (1b, 2b, 3b), 2018 yılı AÖ/AK haritaları (1c, 2c, 3c).	38
Şekil 4.20. Aksaray ilinin 1990 yılı NDVI haritası.	39
Şekil 4.21. Aksaray ilinin 2000 yılı NDVI haritası.	40
Şekil 4.22. Aksaray ilinin 2006 yılı NDVI haritası.	40
Şekil 4.23. Aksaray ilinin 2018 yılı NDVI haritası.	41
Şekil 4.24. a) 1990, b) 2000, c) 2006 ve d)2018 yıllarına ait Landsat görüntülerinden üretilen AYS ve NDVI değerlerinin karşılaştırılması.	42
Şekil 4.25. Aksaray ilinin 1990 yılı NDBI haritası.....	43
Şekil 4.26. Aksaray ilinin 2000 yılı NDBI haritası.....	44
Şekil 4.27. Aksaray ilinin 2006 yılı NDBI haritası.....	44
Şekil 4.28. Aksaray ilinin 2018 yılı NDBI haritası.....	45
Şekil 4.29. a) 1990, b) 2000, c) 2006 ve d)2018 yıllarına ait Landsat görüntülerinden üretilen AYS ve NDBI değerlerinin karşılaştırılması.	46
Şekil 4.30. Aksaray ilinin 1990 yılı MNDWI haritası.	47
Şekil 4.31. Aksaray ilinin 2000 yılı MNDWI haritası.	48
Şekil 4.32. Aksaray ilinin 2006 yılı MNDWI haritası.	48
Şekil 4.33. Aksaray ilinin 2018 yılı MNDWI haritası.	49

Şekil 4.34. a) 1990, b) 2000, c) 2006 ve d)2018 yıllarına ait Landsat görüntülerinden üretilen AYS ve MNDWI değerlerinin karşılaştırılması.....	50
Şekil 4.35. Aksaray ilinin 2000 yılı MOD11A2 görüntülerinden üretilmiş AYS haritası.	51
Şekil 4.36. Aksaray ilinin 2006 yılı MOD11A2 görüntülerinden üretilmiş AYS haritası.	52
Şekil 4.37. Aksaray ilinin 2018 yılı MOD11A2 görüntülerinden üretilmiş AYS haritası.	52
Şekil 4.38. 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait MOD11A2 görüntülerinden üretilmiş AYS değerleri (MODIS Terra uydusu 1999 yılında faaliyete geçtiği için 1990 yılına ait veri bulunmamaktadır).	53
Şekil 4.39. a) 2000, b) 2006 ve c) 2018 yıllarına ait Landsat ve MODIS uydu verileri arasındaki ilişki.	54
Şekil 4.40. Landsat ve MODIS görüntülerinden elde edilen AYS değerleri ile AÖ/AK alanları arasındaki ilişki.....	56



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. CORINE AÖ/AK sınıfları ve çalışma kapsamında kullanılan sınıflar .	12
Çizelge 3.2. Landsat-1-9 uydularının genel özellikleri.....	13
Çizelge 3.3. Landsat-5 uydusu spektral banları ve özellikleri.....	14
Çizelge 3.4. Landsat-8 uydusu spektral banları ve özellikleri.....	14
Çizelge 3.5. Tez çalışmasında kullanılan Landsat uydu görüntülerinin bilgileri.	15
Çizelge 3.6. MODIS kara sınıfındaki veriler	15
Çizelge 3.7. Tez çalışmasında kullanılan Aksaray iline ait MODIS uydu verileri tarihleri.	16
Çizelge 3.8. Uzaktan algılamanın kullanım alanları ve amaçları	17
Çizelge 4.1. Belirlenen yıllarda Landsat ve MODIS uydu verileri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.....	55
Çizelge 4.2. Meteoroloji istasyonu ve Landsat uydu verileri arasındaki sıcaklık ilişkisi.	57
Çizelge A.1. Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDVI ve AYS değerleri.	70
Çizelge A.1 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDVI ve AYS değerleri.	71
Çizelge A.1 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDVI ve AYS değerleri.	72
Çizelge A.1 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDVI ve AYS değerleri.	73
Çizelge A.2. Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDBI ve AYS değerleri.....	74
Çizelge A.2 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDBI ve AYS değerleri.	75
Çizelge A.2 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDBI ve AYS değerleri.	76
Çizelge A.2 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDBI ve AYS değerleri.	77
Çizelge A.3. Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, MNDWI ve AYS değerleri.....	78
Çizelge A.3 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, MNDWI ve AYS değerleri.....	79
Çizelge A.3 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, MNDWI ve AYS değerleri.....	80
Çizelge A.3 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, MNDWI ve AYS değerleri.....	81
Çizelge A.4. Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, Landsat Görüntüsünün AYS ve MODIS Görüntüsünün AYS değerleri.....	82
Çizelge A.4 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, Landsat Görüntüsünün AYS ve MODIS Görüntüsünün AYS değerleri.....	83
Çizelge A.4 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, Landsat Görüntüsünün AYS ve MODIS Görüntüsünün AYS değerleri.....	84

Çizelge A.4 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, Landsat Görüntüsünün AYS ve MODIS Görüntüsünün AYS değerleri.....	85
---	----



SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AÖ/AK	Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı
AYS	Arazi Yüzey Sıcaklığı
BDİ	Bitki Durum İndeksi
CORINE	Coordination of Information on the Environment (Çevresel Bilginin Koordinasyonu)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ERTS-1	Earth Resources Technology Satellite (Dünya Kaynakları Uydu Teknolojisi)
ETM	Enhanced Thematic Mapper (Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı)
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus (Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı Plus)
IBI	Index Based Built Up Index (İndeks Tabanlı Yerleşim Alanı İndeksi)
Km²	Kilometrekare
LC/LU	Land Cover/Land Use (Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı)
LST	Land Surface Temperature (Arazi Yüzey Sıcaklığı)
MNDWI	Modified- Normalized Difference Water Index (Modife Edilmiş Normalize Fark Su İndeksi)
MIR	Mid Infrared (Orta Kızılötesi)
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (Orta çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi)
MOD11A2	Land Surface Temperature/Emissivity (Arazi Yüzey Sıcaklığı ve Emisyonu)
MSS	Multi-spectral Scanner (Çok Spektrumlu Tarayıcı)
NASA	National Aeronautical Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi)
NDISI	Normalized Difference Impervious Surface Index (Normalize Edilmiş Geçirimsiz Yüzey İndeksi)
NDBI	Normalized Difference Built-up Index (Normalize Edilmiş yerleşim Alanı İndeksi)
NIR	Near Infrared (Yakın Kızılötesi)
OLI/TIRS	Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor (Operasyonel Yer Görüntüleyicisi/Termal Kızılötesi Sensörü)
OLI 2/TIRS 2	Operational Land Imager 2/Thermal Infrared Sensor 2 (Operasyonel Yer Görüntüleyicisi 2/Termal Kızılötesi Sensör 2)
PAN	Pankromatik
RBV	Return Beam Vidicon (Dönüş Işınlı Vidikon)
r	Korelasyon katsayısı
SBI	Sıcaklık-Bitki İndeksi
SAVI	Soil Adjusted Vegetation Index (Düzeltilmiş Toprak Bitki İndeksi)
SWIR	Short Wavelength Infrared (Kısa Dalga Kızılötesi)
TM	Thematic Mapper (Tematik Haritalayıcı)
TIR	Thermal Infrared (Termal Kızılötesi)
USGS	United States Geological Survey (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Servisi)

VNIR	Visible and NearInfrared (Görünür Yakın Kızılötesi)
A_L	Meta veriden alınan banta özgü ölçekleme toplam faktörü
b	Boltzmann sabiti
c	Işık hızı
h	Planck sabiti
K1, K2	Meta veriden alınan termal bant dönüşümleri
L_λ	Sensördeki spektral randyans değeri
L_{min}	QCAL _{min} 'e göre ölçeklendirilen spektral yansıtım değeri
L_{max}	QCAL _{max} 'a göre ölçeklendirilen spektral yansıtım değeri
ML	Meta veriden alınan banta özgü ölçekleme çarpan faktörü
NDVI_{max}	Maksimum Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi
NDVI_{min}	Minimum Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi
P_v	Bitki örtüsü oranı
TB	Atmosfer üstü parlaklığın sıcaklığa dönüştürülmesi
μm	Mikrometre
°C	Santigrat derece
Q_{CAL}	Dijital sayının piksel değeri
QCAL_{min}	Dijital sayının minimum piksel değeri
QCAL_{max}	Dijital sayının maksimum piksel değeri
ε_λ	Arazi yüzey emisyonu
ε_{vλ}	Bitki yayılım değeri
ε_{sλ}	Toprak yayılım değeri
C_λ	Ortalama arazi pürüzlülüğü
λ	Termal bant dalga boyu
Q_c	Arazi yüzey sıcaklığı/emisyon piksel değerleri
%	Yüzde

1. GİRİŞ

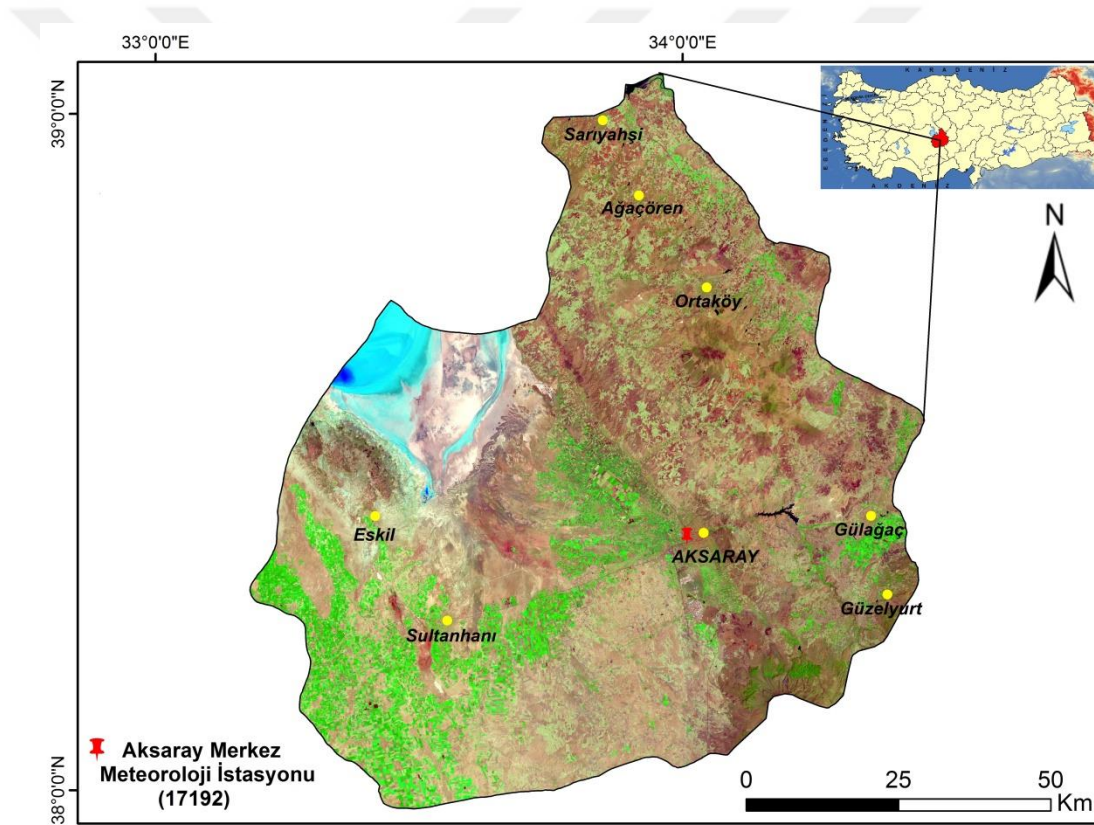
Arazi örtüsü, arazi kullanım özelliklerinin üzerinde geliştiği, arazi yüzeyini kaplayan doğal bitki örtüsü, sulak yapılar, toprak yapısı, tarım alanları, insan yapıları gibi doğal ve beşeri alanları ifade etmektedir (Meyer, 1995). Arazi kullanımı ise arazi kaynaklarından besin üretimi, barınak sağlama gibi nedenler ile insanların yararlanma şeklini tanımlar (Turner vd., 1994). İklim değişikliği ve ormancılık, kentsel planlama, Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı (AÖ/AK) değişikliği gibi pek çok bilimsel araştırmalarda kullanılmaktadır (Kaptan, 2021; Turner vd., 1994; Watson vd., 2000).

Dünya çapında özellikle de gelişmekte olan ülkelerde, son yıllarda nüfus ve ekonomideki hızlı büyüme AÖ/AK değişiminde ana etkeni oluşturmaktadır (Lv ve Zhou, 2011). Bu değişim hem doğal hem de antropojenik kaynaklı olabilir. Dünya nüfustaki hızlı artış kentleşmeyi ve kontrolsüz yapılaşmayı beraberinde getirmekle birlikte doğal afetler, ormanların yok olması, küresel ısınma başta olmak üzere pek çok tehlikeyi de tetiklemekte ve AÖ/AK'ya etki etmektedir (Oğuz ve Zengin, 2009). Bu tehlikeleri ortadan kaldırmak amacıyla bir bölgedeki AÖ/AK alanlarının zamana bağlı değişimlerini tespit etmek ve o bölgeye yönelik planlamalar yapmak oldukça önemlidir.

Arazi yüzey sıcaklığı (AYS) bir yüzeye doğrudan temas edildiğinde hissedilen sıcaklık anlamına gelmektedir (Latif, 2014). AYS bölgesel iklim değişikliği ve bu değişikliğin arazi örtüsü ile ilişkisinin incelenmesinde kullanılan bir iklim parametresidir (Şekertekin vd., 2015). Son yıllarda özellikle küresel ısınma ve sıcaklık değişimleri, şehir ısı adalarının belirlenmesi, AÖ/AK değişimlerinin bölgesel iklim üzerine etkilerinin anlaşılması ve kentsel büyümenin AYS üzerinde etkisinin tespit edilmesi gibi pek çok çalışmada kullanılan bu parametre, farklı platformlardan elde edilen görüntülerin uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak işlenmesi ile izlenebilmektedir (Ghobadi vd., 2014). Günümüzde özellikle Landsat, MODIS ve SENTINEL uydularına ait görüntüler AYS hesaplamalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Ergene, 2006; Gerçek ve Türkmenoğlu Bayraktar, 2014; Zhengvd., 2019). AÖ/AK değişimleri ile yer yüzey sıcaklıklarındaki değişimleri ilişkilendirmek mümkün olduğu gibi (Pal ve Ziaul, 2017) kentsel alanlardaki AYS değerlerinin, artan arazi kullanım değişikliği ile birlikte dünya genelinde giderek arttığı bilinmektedir (Hua ve Ping, 2018).

1.1 Çalışma Alanı ve Konusu

İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Aksaray ili 1989 yılında il olmasıyla birlikte hızla artan bir nüfus grafiği göstermektedir (URL-1). Genel olarak düzlük bir topografya üzerine kurulan ve Tuz Gölü'nün güneydoğusunda yer alan şehrin topraklarının çok büyük bir bölümünün tuzlu olması bölgede bitki örtüsü dağılımının kısıtlı olmasına sebep olmaktadır (Şekil 1.1). Özellikle 2000'li yıllara gelindiğinde nüfustaki hızlı artış, il genelinde kentleşmeyi ve dolayısıyla yapılaşmayı da beraberinde getirerek arazi kullanımının farklılaşmasına yol açmıştır. Ayrıca coğrafik olarak pek çok şehri birbirine bağlayan bir kavşak konumunda olması şehirde sanayinin farklı kollarının gelişmesine ve bunlara bağlı yapılaşmanın da artmasına neden olmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanına ait Landsat-8 uydu görüntüsü (RGB 7,5,3).

Aksaray ili AÖ/AK'sında zamana bağlı olarak meydana gelen değişimlerin uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak AYS üzerine etkisinin incelenmesi bu tez çalışmasının temel konusunu oluşturmaktadır.

1.2 Problem ve Amaç

Bir bölgede nüfusun hızlı bir şekilde artması şehirleşme, yapılaşma, sanayileşme ve tarımsal ihtiyaçların artması gibi bazı sonuçları beraberinde getirmektedir. Aksaray ili de Türkiye'nin diğer pek çok ili gibi hızla artan bir nüfus eğilimine sahiptir ve şehir genelinde yapılaşma yoğun şekilde devam etmektedir. Hem ikamete hem de sanayiye bağlı yapılaşmanın hızla artması il genelinde Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı değişimlerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu durum şehirde hem yüzey örtüsünün değişmesine hem de bu yüzey örtüsünün sıcaklık değerlerinin değişmesine sebep olmaktadır. Bu değişimlerin sadece arazi çalışmaları ya da yersel ölçümler gibi geleneksel yöntemler ile belirlenmesi ise yüksek iş gücüne ihtiyaç duyulması nedeniyle oldukça zaman alıcı ve maliyetlidir. Dolayısıyla teknolojinin gelişmesi ile birlikte uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması bu değişimlerin daha hızlı ve doğru bir şekilde tespit edilmesine imkan sağlamaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak, 1990-2018 yılları arasında Aksaray ilinin AÖ/AK'sında meydana gelen mekânsal değişimlerin tespit edilmesi ve farklı uydu görüntülerinden elde edilen veri setleri ile AÖ/AK değişimlerinin arazi yüzey sıcaklığına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Beş bölüm halinde hazırlanan bu tezin ilk bölümünde; çalışma alanının yeri ve konusu, çalışmaya temel oluşturan problem, çalışmanın hedefi açıklanmıştır. İkinci bölümde, tez çalışması ile benzer yöntemler kullanılarak, benzer amaçlar ile hazırlanmış ülkemiz ve Dünya'dan örnek çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde çalışma kapsamında kullanılan veriler ve yöntemlerden bahsedilmiştir. Tez çalışmasında elde edilen bulgular dördüncü bölümde detaylarıyla sunulmuş, beşinci ve son bölümde ise elde edilen bulguların özellikle yakın bölgelerdeki çalışmalar ile tartışması yapılarak sonuçlar sıralanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Literatürde bir bölgedeki AÖ/AK değişiminin zamansal değişiminin ve bu değişimin AYS'ye etkisinin anlaşılmasına yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Konu ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürden, çalışma yöntemi ya da bölgesi ile ilişkili olanlar aşağıda sunulmuştur.

Mallick vd. (2008), Landsat-7 görüntülerini kullanarak Hindistan'ın Delhi bölgesinde AYS değerlerini inceledikleri çalışmalarında 1999 yılı Ekim ayı için bölgenin minimum sıcaklık değerini 22,89 °C, maksimum sıcaklık değerini 46,01 °C ve ortalama sıcaklık değerini ise 34,56 °C olarak hesaplamışlardır. Yazarlar ayrıca belirlenen tarihte AÖ/AK alanlarının AYS ile olan ilişkisini incelemiş en düşük sıcaklık değerinin su yüzeylerinde, en yüksek sıcaklık değerlerinin ise tarım alanlarında olduğunu tespit etmişler, ilaveten NDVI ile AYS değerleri arasında güçlü bir korelasyon ilişkisi kurulduğunu belirtmişlerdir.

Dihkan vd. (2013), yaptıkları çalışmada İstanbul iline ait 1984-2007 yılları arasında Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ekim ayları için Landsat uydu görüntülerini kullanarak AYS değerlerini hesaplamışlar, kırsal ve kentsel alanlar için kuzey, orta ve güney olmak üzere üç farklı kesit oluşturarak bu alanlardaki AYS değişimlerini irdelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda AYS değerlerinin artan yerleşim alanlarında yüksek ve bitki yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda ise düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Çiçek vd. (2013), Landsat uydu görüntülerini kullanarak Ankara ilinin 2007-2011 yılları arasındaki AYS ve arazi örtüsü değişimini inceledikleri çalışmalarında, ilgili yılların tüm aylarına ait AYS haritaları ile 2008 yılına ait arazi örtüsü haritalarını üretmişlerdir. Çalışma sonucunda su yüzeylerinin tüm aylarda düşük AYS değerine sahip olduğunu, mera ve kuru tarım alanlarının ise yüksek AYS değerlerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Gerçek ve Türkmenoğlu Bayraktar (2014), İzmit ilinin 11.07.2014 tarihli Landsat uydu görüntüsünü kullanarak AYS haritasını üretmişlerdir. Elde edilen AYS değerleri ile NDVI değerleri arasında negatif korelasyon gözlemlerken Normalize Edilmiş Fark Yüzey Geçirmez İndeksi (NDISI) arasında ise pozitif bir korelasyon ilişkisi olduğunu

ortaya koymuşlardır. Yazarlar aynı zamanda yüzey sıcaklığının ısı adasına olan etkisini araştırmak için Landsat uydu görüntüsü ile eş zamanlı MODIS uydu görüntüsü kullanarak gece ve gündüz yüzey sıcaklık değerlerini elde etmişler ve özellikle MODIS gece verisindeki yüzey sıcaklık değerlerinin kentsel ısı adası oluşumunu belirgin bir şekilde yansıttığını ifade etmişleridir.

Ahmed (2015), Adana ilinin 1990 ve 2011 yılları arasındaki yüzey sıcaklığı değişimini araştırdığı çalışmada Landsat uydu görüntülerini kullanarak, şehirde 21 yıl içerisinde arazi örtüsünün değiştiğini, kentsel alanların yoğun bir şekilde artarken tarım alanı, otlak vb. alanların azaldığını ve AYS değerlerinin de bu değişim ile doğru orantılı olarak arttığını gözlemlemiştir. Yazar 21 yıllık süreçte ortalama sıcaklık değerindeki en fazla artışın 1,4 °C ile kentsel alanlarda olduğunu en düşük artışın ise 0,5 °C ile ormanlık alanlarda olduğunu tespit etmiştir.

Dağlıyar vd. (2015), Kahramanmaraş ilinin 1992 yılına ait Landsat uydu görüntüsünden elde ettikleri AYS değerleri ile eş zamanlı meteoroloji yer istasyon verilerini karşılaştırmışlar, uydu görüntüsü ve yer istasyon değerleri arasında en düşük sıcaklık farkının 0,2 °C ve en yüksek sıcaklık farkının ise 4,1 °C olduğunu bulmuşlardır. Yazarlar bu değerlere göre, Landsat uydu görüntüsünden elde edilen AYS değerlerinin yeterli doğrulukta olduğu sonucuna varmışlardır.

Orhan ve Ekercin (2015), Konya Kapalı Havzası'nın iklim değişikliği ve kuraklık analizini değerlendirdikleri çalışmalarında, 1984-2011 yılları arasında Landsat uydu görüntülerini kullanarak AYS, Bitki Durum İndeksi (BDİ) ve Sıcaklık-Bitki İndeksi (SBİ) haritaları üretmişlerdir. Yazarlar uydu görüntülerinden hesaplanan AYS değerlerinin doğruluğunu karşılaştırmak için eş zamanlı yersel sıcaklık ölçümü yapmış ve iki veri seri arasında yüksek korelasyon ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda Konya Kapalı Havzasında 1984-2001 yılları arasında AYS değerlerinin 2 ila 3 °C yükseldiğini, sıcaklık bitki indeksine göre belirli alanlarda kuraklığın artış gösterdiği tespit etmişlerdir.

Özdoğan (2015), Tuzla (Palas) Gölü'ne ait 2001-2003-2007 ve 2011 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini kullanarak AYS değişiminin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada, en yüksek yüzey sıcaklık değerinin 2003 yılında, en düşük sıcaklık değerinin ise 2011 yılında gözlemlendiğini ve 10 yıllık periyotta ortalama sıcaklığın 2

°C azaldığını tespit etmiştir. Yazar aynı zamanda Palas ovasının NDVI haritalarını üretirek, elde edilen NDVI değerlerinin AYS değerleri ile uyumlu olduğu sonucuna varmıştır.

Şekertekin vd. (2015), Zonguldak iline ait 2011-2013 yıllarının Landsat, Geoeye ve Worldview-2 uydu görüntülerini kullanarak AYS değerleri ile arazi örtüsü arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, açık ve yapılaşmanın yoğun olduğu alanlarda AYS değerlerinin yüksek, orman ile kaplı ve bitki örtüsünün bulunduğu alanlarda ise AYS değerlerinin düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Yazarlar aynı zamanda üretilen AYS haritalarının iklimsel değişimlerde ve tarımsal alanlarda yapılacak çalışmalarda altlık bir veri olarak kullanılacağını belirtmişlerdir.

Aslan (2016), 2001-2014 yılları arasında Landsat uydu görüntülerini kullanarak, Batı Akdeniz Bölgesi (Antalya, Isparta ve Burdur)'ne ait AYS haritaları üretmiş ve AYS'nin AÖ/AK alanları ile ilişkisini incelemiştir. Antalya ili için 13 yıllık periyotta ortalama sıcaklık değerinin 2,5 °C arttığını, oluşturulan arazi sınıflarında en fazla artışın 5,49 °C ile sanayi bölgelerinde ve 5,15 °C ile boş alanlarda, en az artışın ise 1 °C ile su yapılarında olduğunu gözlemlemiştir. Aynı çalışmada Isparta ili için 13 yıllık periyotta ortalama sıcaklık değerinin 1,2 °C arttığı, oluşturulan arazi sınıflarında en fazla artışın boş alanlarda 3,56 °C olduğunu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeşil alanlarda 2,44 °C, sanayi alanlarında 1,26 °C ve kentsel alanlarda 0,34 °C AYS artışı olduğu tespit edilmiştir. Burdur ili için ise 13 yıllık periyotta ortalama sıcaklık değerinin 1,1 °C arttığını, oluşturulan arazi sınıflarında ise en fazla artışın 4,23 °C ile boş alanlarda olduğunu gözlemlemiştir. Burdur ilindeki diğer AÖ/AK sınıflarından kent ve sanayi alanlarında 0,81 °C, yeşil alanlarda 0,85 °C, sulu tarım yapılan alanlarda 0,72 °C ve su yapılarında ise 2,76 °C artış olduğunu tespit etmiştir.

Avdan ve Kaplan (2016), Toronto ve Moncton (Kanada)'da 2015 yılına ait Landsat-8 uydu görüntülerini kullanarak AYS haritaları ürettikleri çalışmalarında, uydu görüntüleri ile eş zamanlı meteorolojik istasyon verilerini karşılaştırmışlardır. Veriler arasında Toronto'da minimum 0,7 °C, maksimum 5,8 °C, Moncton'da ise minimum 0,2 °C, maksimum 7,8 °C fark tespit etmişlerdir. Yazarlar çalışma sonucunda Landsat-8 uydu görüntüsünden hesaplanan AYS değerlerinin yersel istasyon verileri ile karşılaştırıldığında oldukça iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Ergene (2016), yaptığı çalışmada İstanbul iline ait 2014 yılı Landsat uydu görüntülerini kullanarak AYS, NDVI, Düzeltilmiş Toprak Bitki İndeksi (SAVI), Normalize Edilmiş Yerleşim Alanı İndeksi (NDBI), İndeks Tabanlı Yerleşim Alanı İndeksi (IBI) ve Modife Edilmiş Normalize Fark Su İndeksi (MNDWI) haritalarını üretmiştir. Yazar hesapladığı indeks değerleri ile AYS değerlerini karşılaştırmış kentsel alanlarda sıcaklık değerlerinin görece yüksek olduğunu, yeşil ve sulak alanlarda ise sıcaklık değerlerinin, diğer bölgelere göre daha düşük olduğunu tespit etmiştir.

Orhan ve Yakar (2016), Konya ilinin 1984-2014 yılları arasında Landsat uydu görüntülerini kullanarak AYS değişimlerini inceledikleri çalışmalarında AYS haritaları üretmişlerdir. Bu haritalara göre yüzey sıcaklık değerlerinin 2011 ile 2014 yılları arasındaki kısa periyotta 2-3 °C arttığını, 1984 ile 2014 yılları arasındaki uzun periyotta ise 5 °C arttığını tespit etmişlerdir. Yazarlar, Landsat uydu görüntülerinden hesaplanan AYS değerleri ile eş zamanlı meteorolojik istasyon verileri arasında yüksek korelasyon olduğunu ifade etmişlerdir.

Özkök vd. (2017), arazi yüzey sıcaklığı değişiminin kentsel planlama ve gelişim üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, 2000-2012 yılları arası Çorlu, Çerkezköy, Ergene ve Kapaklı bölgelerine ait MODIS-TERRA uydu görüntüleri ile Şubat ayından Aralık ayına kadar her ayın AYS fark haritalarını oluşturmuşlardır. Ayrıca yazarlar CORINE verilerini kullanarak AÖ/AK haritalarını üretmiş ve bunları AYS değerleri karşılaştırmışlardır.

Aboelnour ve Engel (2018), Mısır'ın Kahire bölgesinde 1990-2006 yılları arasında Landsat uydu görüntülerini kullanarak arazi örtüsü değişiminin arazi yüzey sıcaklığına etkisini incelemişlerdir. Yazarlar 16 yıllık bu süreçte kentsel alanlarda büyük bir artış olduğunu, diğer taraftan su, çorak alan ve yeşil alanların azaldığını tespit etmiş, AYS değerlerinde ise minimum sıcaklığın 0,57 °C, maksimum sıcaklığın ise 5,6 °C arttığını belirtmişlerdir. En çok sıcaklık artışının kentsel alanlarda, en az sıcaklık artışının ise su yapılarında olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar ayrıca AYS değerleri ile NDVI değerleri arasında negatif, NDBI değerleri arasında ise pozitif bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir.

Amiri (2018), 1984-2014 yılları arasındaki Landsat uydu görüntülerini kullanarak Develi Ovası'nının AYS ve arazi kullanım haritalarını üretmiştir. Yazar 30 yıllık

zaman sürecinde Develi Ovası'nda su ve toprak miktarının azaldığını, buna bağlı olarak da ortalama AYS değerin 3 °C arttığını belirtmiştir.

Hua ve Ping (2018), Kuala Lumpur'a ait Landsat-8 ve Landsat-5 uydu görüntülerini kullanarak bölgenin AÖ/AK ve AYS haritalarını üretmişler, çalışma alanında 1990-2015 yılları arasında kentsel alanların arttığını ve orman alanlarının azaldığını tespit etmişlerdir. Yazarlar ayrıca NDVI ile AYS arasındaki ilişkiyi inceleyerek yeşil alanların düşük, kentsel alanların ise yüksek AYS değerlerine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Sulauiman (2018), Irak Soran-Erbil bölgesinde 1995-2011 yılları arasında AYS değerlerinin kentsel büyüme üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada Landsat uydu görüntülerini kullanarak çalışma alanının AK/AÖ ve AYS haritalarını üretmiştir. 16 yıllık süreçte kentsel alanların %12,29 oranında arttığını diğer taraftan bitki örtüsünün %5,66 oranında azaldığını, AYS değerlerinin ise 5,5 °C arttığını tespit etmiştir. Yazar aynı zamanda NDVI ve AYS değerleri arasında güçlü negatif bir korelasyon ilişkisi olduğunu belirterek, çalışmanın sonuçlarının şehir planlanması ve sürdürülebilir çevre için yararlı olacağını ifade etmiştir.

Şekertekin ve Marangoz (2019), Zonguldak iline ait 24.05.2017 tarihli Landsat-8 uydu görüntüsünü kullanarak AÖ/AK ve AYS arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Açık alanlar ve yerleşim bölgelerinin AYS değerlerinin yüksek, orman ve bitki örtüsüyle kaplı alanların AYS değerlerinin ise düşük olduğunu ve bu alanlar arasında ortalama sıcaklık farkının 4 °C olduğunu tespit etmişlerdir.

Taşdelen (2019), Kocaeli ilinin arazi kullanım alanlarının AYS ile ilişkisini değerlendirdiği çalışmada, Kocaeli'nin 2000-2017 yılları arasındaki Landsat uydu görüntülerini kullanarak AYS ve arazi kullanım haritalarını oluşturmuştur. Yazar bu haritaların karşılaştırmasında en yüksek sıcaklık değerinin sanayi bölgelerinde, en düşük sıcaklık değerinin ise su yapılarında olduğunu bulmuş, aynı zamanda MODIS uydu görüntülerini kullanarak mevsimsel AYS haritaları üretmiş ve uydu görüntülerinden elde ettiği veriler ile yer gözlem istasyon verileri arasında yüksek pozitif korelasyon olduğunu tespit etmiştir.

Yakar ve Bilgi (2019), İstanbul ilinin, 1999-2010 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini kullanarak AYS haritalarını üretmişlerdir. Yapılan çalışmada şehrin gelişiminin, inşaat yapılarının ve yeşil alanların AYS değerlerini etkilediğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca yazarlar AYS haritalarının iklim değişimleri gibi çalışmalarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Yamak vd. (2019), Bursa ilinde kentleşmenin yüzey sıcaklığına olan etkisini inceledikleri çalışmalarında, Landsat uydu görüntülerini kullanarak 1988-2018 yılları arasında yerleşim alanlarının 1,5 kat arttığını, minimum sıcaklık değişiminin 1 °C, maksimum sıcaklık değişiminin ise 8 °C olduğunu tespit etmişlerdir. Yazalar ayrıca çalışma alanındaki en fazla sıcaklık değişiminin artan kentleşme ile birlikte yerleşim alanlarında yaşandığını en düşük sıcaklık değişiminin ise su yapılarında olduğunu bulmuşlardır.

Akkurt (2020), Eskişehir ilinin 1990-2018 yılları arasındaki arazi örtüsü değişiminin arazi yüzey sıcaklığına etkisini incelediği çalışmasında, Landsat ve CORINE verilerini kullanarak, şehirleşme ve sanayileşmenin etkisiyle birlikte yapay alanların artış gösterdiğini, yeşil alanların ise azaldığını; buna bağlı olarak yapay bölgelere dönüşen alanlarda yüzey sıcaklığının arttığını, bitki örtüsü ve su yapılarına dönüşen alanlarda ise yüzey sıcaklığının azaldığını tespit etmiştir. Ayrıca 28 yıllık zaman periyodunda tüm çalışma alanı için maksimum sıcaklık değerinde 6,7 °C artış olduğunu tespit etmiştir.

Atak ve Tonyaloğlu (2020), Aydın ilindeki arazi örtüsü değişiminin arazi yüzey sıcaklığına etkisini incelediği çalışmasında 1990 ve 2017 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerinden ürettikleri AYS haritalarını arazi örtüsü haritaları ile karşılaştırmışlardır. Yazarlar çalışma alanında 27 yıllık süreçte maksimum sıcaklık farkının 1,48 °C, minimum sıcaklık farkının 8,28 °C olduğu gözlemlemişlerdir. Ayrıca arazi örtüsü sınıflarında belirlenen yıllar arasında ortalama sıcaklık artışı yüksek olanlar alanların; otlak alanlar (2,1 °C), kentsel alanlar (1,86 °C), ticaret-sanayi-ulaşım alanları (1,95 °C) olduğu, ortalama sıcaklık artışının düşük olduğu alanların ise su yüzeyleri (0,89 °C) olduğunu tespit etmişlerdir. Yazarlar bitki örtüsü ve su varlığının AYS üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Mercan (2020), Muş iline ait Landsat-5 ve Landsat-8 uydu görüntülerini kullanarak bölgenin AYS haritalarını üretmiştir. Çalışma alanında 1990-2019 yılları arasında AYS değerlerinin her yıl yaklaşık olarak 0,3 °C arttığını tespit etmiştir. Yazar ayrıca NDVI analizleri sonucunda bitki varlığının yoğun olduğu yerlerde AYS değerlerinin düşük olduğunu ortaya koymuştur.

Orhan (2020), Mersin ilindeki kentleşmenin AYS ile etkisini araştırmayı amaçladığı çalışmasında 1990 ve 2018 yıllarına ait CORINE ve Landsat verilerini kullanarak kent merkezine ait AÖ/AK ve AYS haritalarını üretmiştir. Bu haritaların karşılaştırılması sonucunda çalışma alanında doğal alanların büyük ölçüde yapay alanlara dönüştüğünü ve kent merkezinde 28 yıllık süreçte 6 °C sıcaklık artışı olduğunu tespit etmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması kapsamına Aksaray ilinin 1990, 2000, 2006 ve 2018 yılları arasında AÖ/AK değişiminin tespit edilmesi amacıyla vektör formatında CORINE verileri, belirlenen tarihlerde AYS, NDVI, NDBI ve MNDWI haritalarını üretmek için Landsat-5 TM ve Landsat-8 OLI/TIRS uydu görüntüleri temel veri seti olarak kullanılmıştır. Ayrıca Landsat görüntülerinden elde edilen AYS değerlerinin doğruluğunu test etmek için MODIS MOD11A2 (Land Surface Temperature/Emissivity; Arazi Yüzey Sıcaklığı ve Emisyonu) görüntüleri ile il merkezinde toprak sıcaklığı ölçümü alan meteoroloji istasyonuna ait veriler kullanılmıştır.

3.1 Kullanılan Veriler

3.1.1 CORINE AÖ/AK verileri

Yapılan tez çalışması kapsamında Aksaray ilinin arazi örtüsü/kullanımında meydana gelen değişiklikleri belirlemek amacıyla 1990, 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait CORINE verileri kullanılmıştır. CORINE (Coordination of Information on the Environment; Çevre Bilginin Koordinasyonu), Avrupa Çevre Ajansı (European Environment Agency) tarafından belirlenen çeşitli arazi örtüsü sınıflarına dair mekânsal bilgilerin bilgisayar destekli görsel yorumlama metodu ile üretildiği, bir arazi örtüsü belirleme ve sınıflandırma projesidir. Proje kapsamında Landsat ve SPOT gibi yer görüntüleme uyduları tarafından elde edilen görüntüler kaynak olarak kullanılmaktadır. 1985 yılında başlatılan program kapsamında günümüze kadar 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait AÖ/AK verileri Avrupa Birliği üyesi ülkeler ile Türkiye'nin de içinde bulunduğu 39 ülke için üretilmiş durumdadır. Bu veriler, Avrupa Çevre Ajansı'nın belirlediği 3 hiyerarşik düzey ve 44 sınıftan oluşan 1/100.000 ölçeğinde vektör veriler şeklinde sunulmaktadır (URL-2).

CORINE verileri kullanılırken öncelikle çalışma kapsamında tüm yıllardaki alt sınıflar incelenmiş, farklı tarihlerdeki verilerde bulunan farklı sınıflar tespit edilmiştir (1990 ve 2000 yılı verilerinde olmayan, ancak 2006 ve 2018 yılı verilerinde bulunan 'tuz bataklıkları' sınıfı). Bölgede zamana bağlı değişimin anlamlı şekilde

yorumlanabilmesi için bu sınıflar da dikkate alınarak benzer özellik gösteren alanlar bir araya getirilmiş ve yeniden sınıflandırma işlemi yapılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. CORINE AÖ/AK sınıfları ve çalışma kapsamında kullanılan sınıflar (URL-3).

Yeni sınıf	CLC CORINE sınıf
Yapay Bölgeler	Sürekli şehir yapısı, Kesikli/sürekli şehir yapısı, Endüstriyel ve ticari birimler, Havaalanları, Maden çıkarma sahaları, İnşaat sahaları, Yeşil şehir alanları, Spor ve eğlence alanları.
Tarımsal alanlar	Sulanmayan ekilebilir alanlar, Sürekli sulanan alanlar, Üzüm bağları, Meyve bahçeleri, Mera alanları, Karışık tarım alanları, Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları.
Orman alanlar	Geniş yapraklı ormanlar, İğne yapraklı ormanlar, Karışık ormanlar.
Maki ve otsu alanlar	Doğal çayırliklar, Bitki değişim alanları.
Çıplak alanlar	Sahiller, kumsallar ve kumluklar, Çıplak kayalıklar, Seyrek bitki alanları
Karasal bataklıklar	Karasal bataklıklar
Tuz bataklıkları	Tuz bataklığı
Su yapıları	Su yolları, Su kütleleri

3.1.2 Landsat uydu verileri

Landsat NASA (National Aeronautical Space Administration-Ulusal Havacılık Dairesi)'nin yeryüzü gözlemlerini gerçekleştirmek amacıyla geliştirip tasarladığı uydu sistemleridir. Serinin ilk uydusu ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite-Yeryüzü Kaynakları Teknoloji Uydusu) adı ile 23 Temmuz 1972 tarihinde fırlatılmış ve ilerleyen zamanlarda Landsat-1 olarak isimlendirilmiştir. Daha sonraki yıllarda sırasıyla Landsat-2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9 uyduları fırlatılmıştır (URL-4; Çizelge 3.2). İlk 3 uyduda iki adet sensör yer almaktadır; MSS (çok spektrumlu tarayıcı) ve RBV (Dönüş Işınlı Vidikon). 1982'de gönderilen Landsat-4 uydusu ve 1984'de gönderilen Landsat-5 uyduları MSS'e ek olarak Tematik Haritalayıcı (TM) sensörlere sahiptir. Sonraki yıllarda yörüngeye yerleştirilen Landsat-7 uydusunda ise ETM+ (Geliştirilmiş

Tematik Haritalayıcı Plus) sensörleri yer almaktadır (URL-5). 2013 yılında fırlatılan Landsat-8 uydusu OLI (Operasyonel Yer Görüntüleyicisi) ve TIRS (Termal Kızılötesi Sensör) olmak üzere 2 adet sensöre sahiptir. OLI sensöründe bulunan 7 bant daha önceki Landsat-5 ve 7 uydularında bulunan ETM sensöründeki aralıklara sahiptir. Daha önce var olan bu bantların yanı sıra sirrus bulutlarının varlığını belirlemek için kısa dalga kızılötesi band, kıyı-aerosol çalışmaları için kısa dalga boylu mavi band içermektedir. TIRS sensörü ise band 10 ve band 11 olmak üzere iki adet termal banda sahiptir (URL-6). 27 Eylül 2021 yılında fırlatılan Landsat-9 uydusu ise 9 spektral banta sahip OLI-2 (Operasyonel Yer Görüntüleyicisi 2) sensörü ve 2 spektral banta sahip TIRS-2 (Termal Kızılötesi Sensör-2) sensörlerinden oluşmaktadır (URL-7).

Çizelge 3.2. Landsat-1-9 uydularının genel özellikleri (URL-4).

Uydu Adı	Faaliyet Tarihleri	Sensör Özelliği	Yersel Çözünürlük (m)	Zamansal Çözünürlük (Gün)
Landsat-1	1972-1978	MSS	80	18
Landsat-2	1975-1982	MSS	80	18
Landsat-3	1978-1983	MSS	80	18
Landsat-4	1982-2001	TM	30 (VNIR) 30 (SWIR) 120 (TIR)	16
Landsat-5	1984-2013	TM	30 (VNIR) 30 (SWIR) 120 (TIR)	16
Landsat-6	1993-1993 (Fırlatılma esnasında başarısız olduğu için faaliyete geçememiştir).	ETM	-	-
Landsat-7	1999-	ETM +	15 (PAN) 30 (VNIR-SWIR) 60 (TIR)	16
Landsat-8	2013-	OLI	15 (PAN) 30 (VNIR-SWIR- CIRRUS- Coastal/Aerosol)	16
		TIRS	100 (TIR)	
Landsat-9	2021-	OLI-2	15 (PAN) 30 (VNIR-SWIR- CIRRUS- Coastal/Aerosol)	16
		TIRS-2	100 (TIR)	

Landsat uydu verileri askeri, sivil, ticari, endüstri, orman yapısını belirlenmesi, jeoloji, ziraat, kıyı yönetimi ve değişimi, sıcaklık miktarı, kurak-sulak alanların belirlenmesi, eğitim alanları, haritaların üretilmesi vb. gibi alanlarda gelişen teknoloji ile birlikte geniş ölçekli uygulamalarda kullanılmaktadır.

Tez çalışması kapsamında 1990, 2000 ve 2006 yıllarına ait Landsat-5 TM uydu görüntüleri ile 2018 yılına ait Landsat-8 OLI/TIRS uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bu görüntüler USGS (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Servisi) Glovis arşivinden temin edilmiştir. Bu görüntülere ait genel teknik özellikler Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4’de sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Landsat-5 uydusu spektral banları ve özellikleri (URL-8).

Bant No	Spektral Aralık (µm)		Çözünürlük (m)
Band 1	Mavi	0,45 – 0,52	30
Band 2	Yeşil	0,52 – 0,60	30
Band 3	Kırmızı	0,63 – 0,69	30
Band 4	Yakın Kızılötesi	0,76 – 0,90	30
Band 5	Kırsadalga Kızılötesi	1,55 – 1,75	30
Band 6	Termal	10,40 – 12,50	120
Band 7	Kırsadalga kızılötesi	2,08 – 2,35	30

Çizelge 3.4. Landsat-8 uydusu spektral banları ve özellikleri (URL-9).

Bant No	Spektral Aralık (µm)		Çözünürlük (m)
Band 1	Kıyı-aerosol	0,433 – 0,453	30
Band 2	Mavi	0,450 – 0,515	30
Band 3	Yeşil	0,525 – 0,600	30
Band 4	Kırmızı	0,630 – 0,680	30
Band 5	Yakın kızılötesi	0,845 – 0,885	30
Band 6	Kısa dalga kızılötesi	1,560 – 1,660	30
Band 7	Kısa dalga kızılötesi	2,100 – 2,300	30
Band 8	Pankromatik	0,500 – 0,680	15
Band 9	Sirrus	1,360 – 1,390	30
Band 10	Termal	10,30 – 11,30	100
Band 11	Termal	11,50 – 12,50	100

AYS’nin daha anlamlı bir şekilde hesaplanabilmesi, mevsimsel etkilerin azaltılması ve bulut miktarının minimum seviyede olması amacıyla Ağustos ayı görüntüleri tercih edilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan uydu görüntülerine ait kimlik bilgileri Çizelge 3.5’de sunulmuştur.

Çizelge 3.5. Tez çalışmasında kullanılan Landsat uydu görüntülerinin bilgileri.

Kullanılan Sensör	Yıl	Ay	Gün	Path/Row
Landsat-5	1990	08	04	176/33
Landsat-5	1990	08	04	176/34
Landsat-5	2000	08	15	176/33
Landsat-5	2000	08	15	176/34
Landsat-5	2006	08	16	176/33
Landsat-5	2006	08	16	176/34
Landsat-8	2018	08	17	176/33
Landsat-8	2018	08	17	176/34

3.1.3 MODIS MOD11A2 arazi yüzey sıcaklığı ve emisyon verileri

MODIS Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından geliştirilmiş olup ilk olarak 1999 yılında Terra uydusu daha sonra ise 2002 yılında Aqua uydusu fırlatılmıştır. MODIS uydusu 36 spektral banda sahip olmak ile beraber her 1-2 günde dünyayı görüntülemektedir. MODIS çeşitli algoritmalar sayesinde kara, buzul, okyanus, atmosfer ve kalibrasyon olarak 5 sınıf şeklinde yayınlanan veriler sağlamaktadır. Çizelge 3.6’da MODIS kara sınıfında yer alanlar veriler yer almaktadır (URL-10).

Çizelge 3.6. MODIS kara sınıfındaki veriler (URL-11).

Ürün kodu	Ürün Adı
MOD 8	Atmosferik Düzeltme Algoritması Spektral Yansımalar
MOD 9	Albedo
MOD 10	Kar ve Deniz Buzu Haritalama Algoritması
MOD 11	Arazi Yüzey Sıcaklığı
MOD 12	Arazi Örtüsü
MOD 13	Bitki İndeksi
MOD 14	Yangın Ürünleri
MOD 15	Yaprak alanı indeksi
MOD 16	Günlük fotosentez
MOD 29	Arazi örtüsü değişimi

Tez çalışması kapsamında Landsat görüntülerinden elde edilen AYS değerlerinin doğruluğunun kontrol edilmesi amacıyla 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait MODIS MOD11A2 (Land Surface Temperature/Emissivity Arazi yüzey sıcaklığı ve emisyonu) verilerinden yararlanılmıştır. MODIS Terra uydusu 1999 yılında faaliyete geçtiği için 1990 yılına ait veri bulunmamaktadır. MOD11A2, 8 günlük zamansal

Çözünürlüğe sahiptir. Çalışma kapsamında kullanılan Landsat görüntüleri ile eř tarihli MOD11A2 verisi olmadığı için, bu görüntüler ile en yakın tarihli olan veriler tercih edilmiştir (izelge 3.7).

Çizelge 3.7. Tez çalışmasında kullanılan Aksaray iline ait MODIS uydu verileri tarihleri.

Kullanılan Sensör	Görüntü tarihi
MOD11A2	20.08.2000
MOD11A2	13.08.2006
MOD11A2	21.08.2018

Ayrıca MOD11A2 verisi 1000m mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Bu nedenle MODIS görüntülerinden elde edilen AYS haritalarının Landsat görüntülerinden elde edilen AYS haritaları ile korele edilebilmesi için öncelikle Landsat uydu görüntüleri 1000m’ye yeniden örneklenerek yeni bir grup AYS haritası üretilmiştir. Daha sonra çalışma alanında rastgele seçilmiş 150 noktanın her iki uyduya ait görüntülerdeki değerleri karşılaştırılmıştır.

3.1.4 Meteoroloji istasyon verileri

Landsat uydu görüntülerinden elde edilen AYS değerlerinin doğruluğunu teyit etmek amacıyla, MODIS görüntülerinin yanı sıra Meteoroloji Genel Müdürlüęü’nden temin edilen Aksaray Merkez istasyonuna (17192) ait, aynı tarihli toprak sıcaklık verileri kullanılmıştır (alışma alanında toplamda 8 adet meteoroloji istasyonu bulunmakla birlikte toprak sıcaklığını ölçen sadece 1 adet istasyon vardır) (şekil 1.1).

3.2 Yöntem

3.2.1 Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri

Uzaktan algılama, yeryüzündeki cisimler ve arazi yüzeyleri ile herhangi bir fiziksel temas olmadan yapılan ölçümler ile bu cisimler ve arazi yüzeyleri hakkında bilgi elde etmeyi sağlayan bir bilim dalıdır.

Gelişen teknoloji ile birlikte uzaktan algılama farklı pek çok uygulama alanında tercih edilen bir yöntem olmuştur (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Uzaktan algılamanın kullanım alanları ve amaçları (Schowengerdt, 1997; Kavzoğlu ve Çölkesen, 2011).

Kullanım Alanı	Kullanım Amacı
Haritacılık	Arazi kullanımının belirlenmesi, topoğrafik harita yapımı, tematik harita üretimi, yeryüzü deformasyonunun belirlenmesi vb.
Tarım	Bitkinin gelişim süreçlerinin incelenmesi, mahsul durumunun tespiti, toprak yapısını, neminin ve tuzluluğunun belirlenmesi, toprak erozyonunun belirlenmesi, tarım alanlarının planlı yönetilmesi, bitkilerinin sağlıklarının tespiti vb.
Meteoroloji	Hava durumlarının tahmin edilmesi vb.
Ormancılık	Ağaçlarının yapısının incelenmesi, orman yangılarının takibi, orman bitki örtüsünün belirlenmesi vb.
Çevre	Kıyı alanlarının zamansal tespiti, arazi kullanımı değişimin tespiti, çevre kirliliğinin tespiti, arazi yüzey sıcaklığının belirlenmesi, arazi kullanım alanlarının belirlenmesi, altyapı çalışmaları vb.
Küresel Değişim izleme ve Algılama	Atmosferik ozon tüketimi, küresel ısınma takibi vb.
Şehir Alanları	Şehir alanlarının gelişiminin ve zamansal değişiminin takip edilmesi, altyapı durumunun incelenmesi, planlamaların yapılması vb.
Jeoloji ve Maden	Jeolojik faaliyetlerin incelenmesi, kırık, çatlak ve fayların belirlenmesi, maden kaynaklarının araştırılması vb.
Askeri Gözetleme ve Keşif	Stratejik planlamalar, hedef konum belirleme, taktik belirleme, keşif ve gözetleme, vb.
Hidroloji	Su kaynakları yönetimi, su kirliliği tespiti vb.
Yenilenemez Doğal Kaynaklar	Petrol, doğalgaz, mineraller gibi yersel kaynakların tespiti.
Denizcilik ve Kıyı Yönetimi	Su kalitesinin belirlenmesi, akıntıların tespiti, deniz kirliliğinin belirlenmesi, deniz yüzeyindeki sıcaklık tespiti, buz erimelerinin takibi, gemilerin ve kıyıların tespiti vb.
Afet Çalışmaları	Her türlü afetin belirlenmesi, izlenmesi ve hasar tespitinin yapılması vb.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) coğrafi verilerin bir amaca göre toplanması, depolanması, işlenmesi, gerektiğinde güncellenmesi, mekânsal analizi ve sunulması fonksiyonlarını bir arada bulunduran bir bilgi sistemidir.

CBS, farklı kaynaklardan gelen, farklı türdeki verilerin bir arada kullanılması, veriler arasında ilişkiler kurulması ve planlama faaliyetlerine imkân sağlaması nedeniyle başta çevresel değişim çalışmaları olmak üzere pek çok çalışmada tercih edilmektedir.

Haritacılık, şehir planlama ve yönetimi (ulaşım planlama, doğalgaz, telefon ve elektrik dağıtımın belirlenmesi uygulamaları, afet yönetimi ve değerlendirilmesi), jeoloji (litolojik haritalama, maden sahalarının tespiti, deformasyon analizi), tarımsal faaliyetler (uygun ürünler için uygun alan seçimi, rekolte hesaplaması), ormancılık (orman yollarının planlaması, ormanlarda ağaç kesiminin planlanması, orman yangını risk bölgelerinin tespiti), belediye hizmetleri (ulaşım, ikamete bağlı hizmetler) gibi konular CBS'nin günümüzde sıklıkla kullanıldığı alanlardır. CBS'de çeşitli veri setleri ile farklı türde tematik haritalar elde etmek ve bu haritalar üzerinden analizler yapmak mümkündür. Hazırlanan bu tez çalışmasında da uydu görüntüleri ve CORINE verileri kullanılarak tematik haritalar üretilmiştir. Çalışmada kullanılan verilerin coğrafi koordinat dönüşümü, uydu görüntülerinin birleştirilmesi, çalışma alanının kesilmesi, uydu görüntülerinde yer örnekleme yapılması, öznelik bilgilerinin bir araya getirilmesi, iki veri seti arasındaki ilişkinin kurulması, verilerinin alansal hesabının yapılması, zamansal değişimin tespit edilmesi, haritaların görselleştirilmesi, mantıksal sorgulamalar ve analizler için bir CBS yazılımı olan ArcGIS yazılımı kullanılmıştır.

3.2.1.1 Termal (ısı) uzaktan algılama ve kullanım alanları

Isıl uzaktan algılama, elektromanyetik spektrumun termal bölgesinde (3 μ m -14 μ m) cisimlerin güneşten gelen yada var olan enerji miktarlarını ölçerek elde edilen verilerin alınması, araştırılması, analiz edilmesi için yararlanılan bir uzaktan algılama dalıdır (Sunar vd., 2011).

Isıl uzaktan algılama sayesinde, uydu görüntüleri üzerinden arazi yüzey sıcaklığı hesaplanması mümkündür. Hesaplanan değerler ile oluşturulan AYS haritaları özellikle kent ısı adası oluşumunun etkisinin araştırılmasında önemli rol oynamaktadır (Sertel, 2009).

Isıl uzaktan algılamanın en büyük avantajlarından biri gece gündüz fark etmeksizin istenilen her zaman aralığında uygulama yapılabilir olmasıdır. Bu özelliğinden ötürü görünür bölgede (0,4 µm – 0,7 µm) birbirinden ayırt edilemeyen nesnelerin, sıcaklık değerlerindeki farklılıkların kullanılması ile ayırt edilmesine olanak sağlar. Termal uzaktan algılama, ısıl bölgede algılayıcıya sahip olan tüm platformlarda (yersel, hava ve uydu), yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi, jeolojik yapıların tanımlanması, toprak nemi çalışmaları, orman yangınlarının tespiti gibi uygulamalar için yaygın şekilde kullanılmaktadır (Jensen, 2007).

Tez çalışması kapsamında, belirlenen tarihlere ait seçilen uydu görüntülerindeki termal bantlar kullanılarak (Landsat-5 TM için band 6, ve Landsat-8 OLI/TIRS için band 10) kullanılarak çalışma alanına ait AYS değerleri hesaplanmış ve ilgili haritalar üretilmiştir.

3.2.6 Arazi yüzey sıcaklığı haritalarının üretilmesi

3.2.6.1 Landsat uydu görüntülerinden AYS'nin hesaplanması

Landsat uydu görüntülerinden sıcaklık verisi elde etmek için TM sensörüne ait 120 m çözünürlüğe sahip termal bant (Band 6), OLI/TIRS sensörüne ait 100 m çözünürlükteki termal bantın (Band 10) kullanılmasının yanı sıra Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) hesaplamak amacıyla TM sensörüne ait 30 m mekânsal çözünürlüğe sahip kırmızı (Band 3) ve yakın kızılötesi bant (Band 4) ile OLI/TIRS sensörüne ait yine 30 m mekânsal çözünürlüğe sahip kırmızı (Band 4) ve yakın kızılötesi bant (Band 5) kullanılmıştır (Qin vd., 2001). AYS'nin hesaplanabilmesi için öncelikle termal bant değerlerinin spektral radyans değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Landsat-5 görüntülerinden atmosfer üstü spektral radyans değerinin hesaplanması için eşitlik 3.1, Landsat-8 görüntüsünden atmosfer üstü spektral radyans değerinin hesaplanması için ise eşitlik 3.2 kullanılmıştır (Barsi vd., 2014; Chander ve Markham, 2003; Chander ve Groeneveld, 2009; Roy vd., 2020);

$$L_{\lambda} = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{QCAL_{\max} - QCAL_{\min}} (QCAL - QCAL_{\min}) + L_{\min} \quad (3.1)$$

$$L_{\lambda} = ML * QCAL + A_L \quad (3.2)$$

Eşitliklerdeki, $L\lambda$ sensördeki spektral radyans değeri, QCAL dijital sayının piksel değerini, $QCAL_{min}$ ve $QCAL_{max}$ minimum ve maksimum piksel değerini, L_{max} ve L_{min} ise $QCAL_{min}$ ve $QCAL_{max}$ 'a göre ölçeklendirilen spektral yansıtım değerini, ML meta veriden alınan banta özgü ölçekleme çarpan faktörü, A_L meta veriden alınan banta özgü ölçekleme toplam faktörünü ifade etmektedir.

Bir sonraki adımda, elde edilen spektral radyans değerlerinin sıcaklık değerlerine dönüşümü, eşitlik 3.3 kullanılarak yapılmıştır (Chander ve Markham, 2003; Coll vd., 2010; Yuan ve Bauer, 2006).

$$TB = \frac{K2}{\ln((K1/L_\lambda) + 1)} - 273,15 \quad (3.3)$$

Burada, TB atmosfer üstü parlaklığın sıcaklığa dönüştürülmesini, $K1$ ve $K2$ meta veriden alınan termal bant dönüşümlerini ifade etmektedir (URL-12).

AYS hesaplamalarında kullanılan bir sonraki adım Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksinin (NDVI) hesaplanmasıdır. Tucker (1979) tarafından geliştirilmiş olan bu indeks yakın kızılötesi ve kırmızı dalga boylarındaki yansıtma değerlerini kullanarak yeşil bitki örtüsü yoğunluğu hakkında bilgi edinmeyi sağlar (eşitlik 3.4).

$$NDVI = \frac{\text{Yakın Kızılötesi Band} - \text{Kırmızı Band}}{\text{Yakın Kızılötesi Band} + \text{Kırmızı Band}} \quad (3.4)$$

Eşitlikten çıkan sonuçlar (-1) ile $(+1)$ arasında değer alır ve yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri $+1$ 'e doğru yaklaşır. Bitki örtüsünün olmadığı alanlarda ise bu değer negatif yöne doğru değişir. Bununla birlikte bu aralıkta ki değerler literatürde 3 gruba ayrılarak değerlendirilmektedir: Yüzey değerleri;

$NDVI < 0,2$ olduğu durumlarda kayaç ya da kuru toprağı,

$0,2 < NDVI < 0,5$ olduğu durumlarda toprak/kayaç ve bitki örtüsü karışımını,

$NDVI > 0,5$ olduğu durumda ise tamamen bitki örtüsünü temsil etmektedir (Sobrino vd., 2004).

Ayrıca NDVI, AYS hesaplamalarında arazi yüzey emisyonu (ε_λ) ve bitki örtüsü oranının (P_v) belirlenmesi için kullanılmaktadır. Bitki örtüsü oranı (eşitlik 3.5) NDVI üzerinden maksimum ($NDVI_{max}$) ve minimum ($NDVI_{min}$) değerler kullanılarak belirlenmektedir (Sobrino vd., 2004).

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (3.5)$$

AYS hesaplamalarında kullanılan bir diğer parametre arazi yüzey emisyonu/yayınırılığı (ε_λ)'dır. Yayınırılığı, cisme gelen toplam ışın enerjisinin, emilen ışın enerjisine oranı olarak ifade etmek mümkündür. Cisim ne kadar siyah ve mat ise yayınırılığı o kadar yüksektir. Arazi yüzey emisyonu eşitlik 3.6 ile hesaplanır (Sobrino vd., 2004).

$$\varepsilon_\lambda = \varepsilon_{v\lambda}P_v + \varepsilon_{s\lambda}(1 - P_v) + C_\lambda \quad (3.6)$$

Burada, $\varepsilon_{v\lambda}$ bitki yayılım değerini, $\varepsilon_{s\lambda}$ toprak yayılım değerini, C_λ ortalama arazi pürüzlülüğünü ifade etmektedir (Sobrino vd., 2004).

Son olarak, daha önce hesaplanmış sensör parlaklık sıcaklık değerine (eşitlik 3.3), eşitlik 3.7'deki yer arazi yüzey emisyonu düzeltmesi yapılarak AYS değerleri elde edilir (eşitlik 3.7).

$$T_s = \frac{TB}{\left(1 + \left[\left(\frac{\lambda TB}{h * c} \right) \ln \varepsilon_\lambda \right] \right)} \quad (3.7)$$

Burada, λ termal bant dalga boyu, h Planck sabiti ($6.626*10^{-34}Js$), c ışık hızı ($2.998*10^8$ m/s), b Boltzmann sabiti ($1.38*10^{-23}$ J/K), ε_λ arazi yüzey emisyonunu ifade etmektedir (Avdan ve Jovanovska, 2016).

Landsat görüntülerine ilgili işlem adımları uygulanarak, belirlenen tarihler için üretilen AYS haritalarının yanı sıra bu haritalardan 1990 ve 2018 yıllarına ait olanlar kullanılarak çalışma alanı için AYS fark haritası oluşturulmuştur.

3.2.6.2 MODIS MOD11A2 görüntülerinden AYS'nin hesaplanması

Tez çalışması kapsamında kullanılan MOD11A2 verilerindeki piksel değerleri yüzey sıcaklığına dönüştürülmemiş sayısal parlaklık değerleridir. Bu nedenle görüntüdeki piksel değerleri eşitlik 3.8'de görülen 0,02 ölçek faktörü ile çarpılarak yüzey sıcaklığına çevrilir (Gerçek ve Bayraktar, 2014). Ayrıca Kelvin olan hesaplanan sıcaklık değerleri santigrat dereceye dönüştürülmüştür.

$$AYS_{MODIS} = Q_c * 0,02 - 273,15 \quad (3.8)$$

3.2.7 Uzaktan algılama indeksleri

Pek çok bilimsel çalışmada kullanılan uzaktan algılama indeksleri, uydu görüntülerinde var olan farklı spektral bantların oranlanması veya aritmetik işlemlerin gerçekleştirilmesi ile ortaya çıkan yeni görüntü sayesinde yeryüzündeki nesnelerin belirginleştirilmek istenen özellikleri hakkında bilgi vermektedir (Bektaş Balçık, 2011).

3.2.7.1 Normalize Edilmiş Yerleşim Alanı İndeksi (NDBI)

Normalize Edilmiş Yerleşim Alanı İndeksi, orta kızılötesi (MIR) ve yakın kızılötesi (NIR) bantlarının spektral yansıtım değerlerine göre yerleşim alanlarını tespit etmek Zha vd. (2003) tarafından geliştirilmiştir (eşitlik 3.9).

$$NDBI = \frac{MIR - NIR}{MIR + NIR} \quad (3.9)$$

Eşitlikten elde edilen sonuçlar (-1) ile (+1) arasında değer alır ve yerleşim alanı fazla olan yerlerde indeks değeri +1'e doğru yaklaşır. Yerleşim alanlarının olmadığı yerlerde ise bu değer negatif yöne doğru değişir.

3.2.7.2 Modifiye Edilmiş Normalize Fark Su İndeksi (MNDWI)

Modifiye Edilmiş Normalize Fark Su İndeksi, yeşil bant ve orta kızılötesi (MIR) bantlarının spektral yansıtım değerlerine göre açık su yüzeylerini tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir (eşitlik 3.10) (McFeeters, 1996).

$$\text{MNDWI} = \frac{\text{GREEN} - \text{MIR}}{\text{GREEN} + \text{MIR}} \quad (3.10)$$

Eşitlikten çıkan sonuçlar (−1) ile (+1) arasında değer alır ve su alanları yoğun olan yerlerde indeks değeri +1'e doğru yaklaşır. Su alanların olamadığı yerlerde ise bu değer negatif yöne doğru değişir.



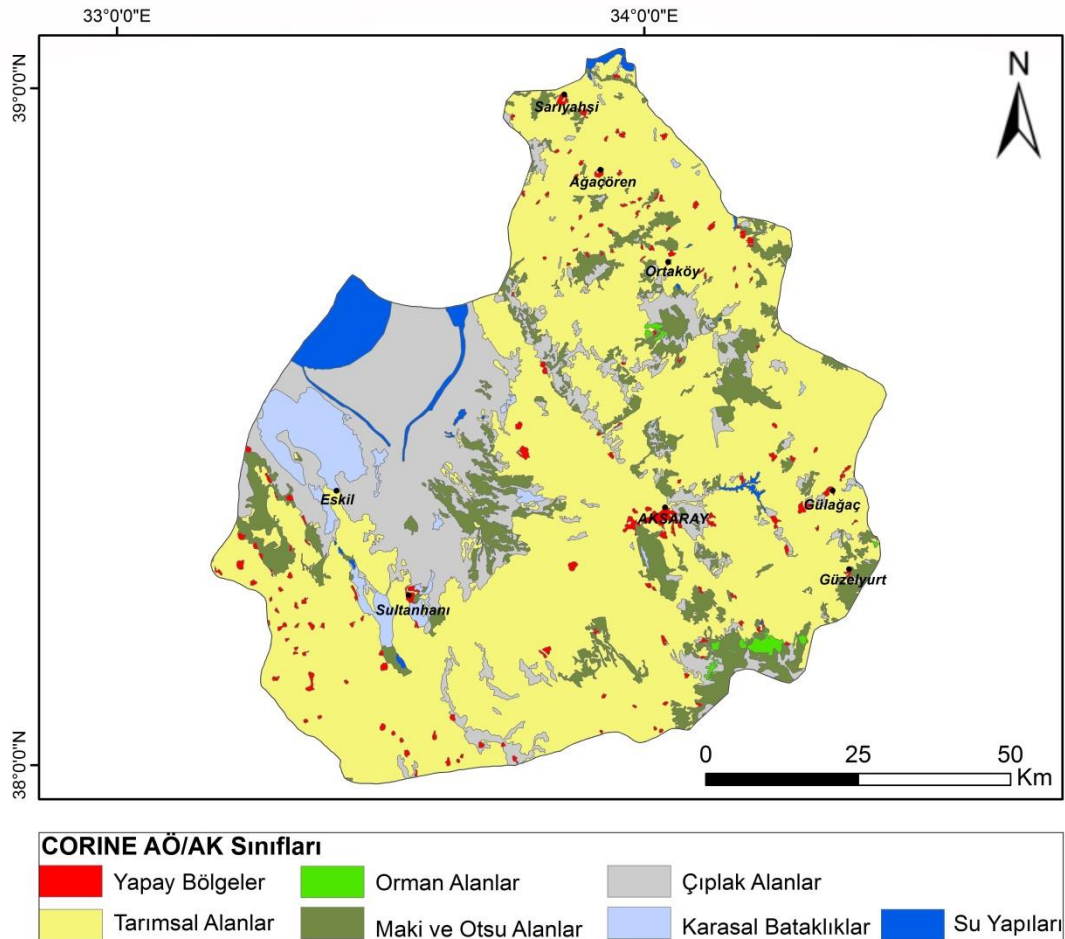
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 CORINE AÖ/AK Haritaları

Tez çalışması kapsamında, CORINE verilerinden oluşturulan yeni sınıflandırma ile Aksaray ilinin 1990, 2000, 2006 ve 2018 yılları için üretilen AÖ/AK haritalarının her biri ayrı alt başlıklar altında incelenmiştir.

4.1.1 1990 yılı CORINE AÖ/AK haritası

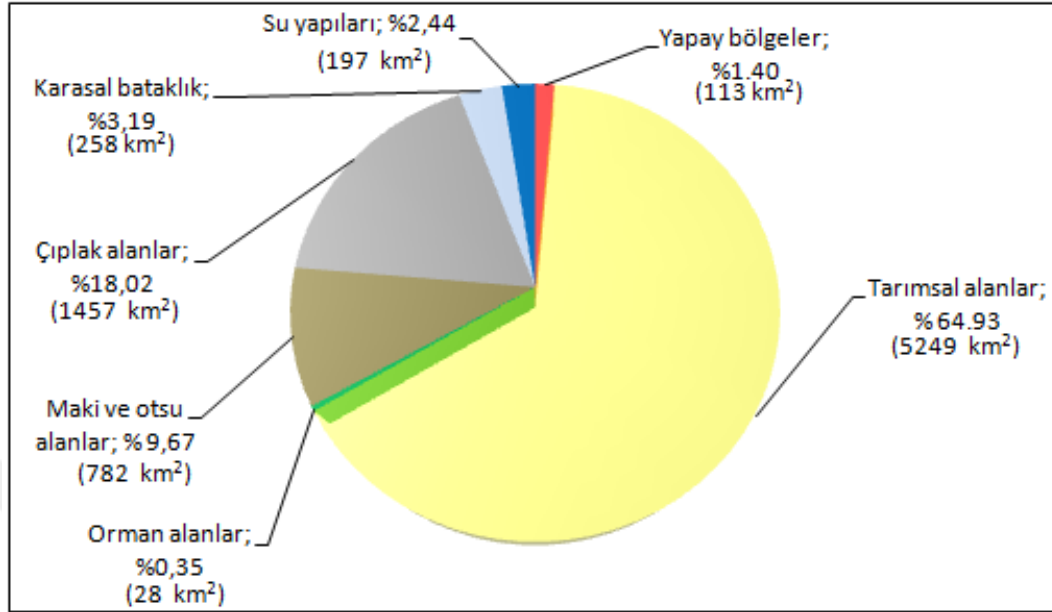
Aksaray il sınırına ait CORINE 1990 AÖ/AK haritası yapay bölgeler, tarımsal alanlar, ormanlık alanlar, maki ve otsu alanlar, karasal bataklıklar ve su yapıları olmak üzere toplam 7 arazi örtüsü sınıfından oluşmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. 1990 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK haritası.

CORINE 1990 AÖ/AK'sında yer alan 7 farklı sınıfın km^2 bazında kapladığı alanlar ve toplam alan içerisindeki yüzdelik dilimleri hesaplanmıştır (Şekil 4.2). Buna göre 1990

yılında Aksaray ilinde en yoğun olan arazi örtüsü sınıfı %64,93 ile tarımsal alanlardır. En az bulunan arazi örtüsü ise %0,35 ile orman alanlarıdır.

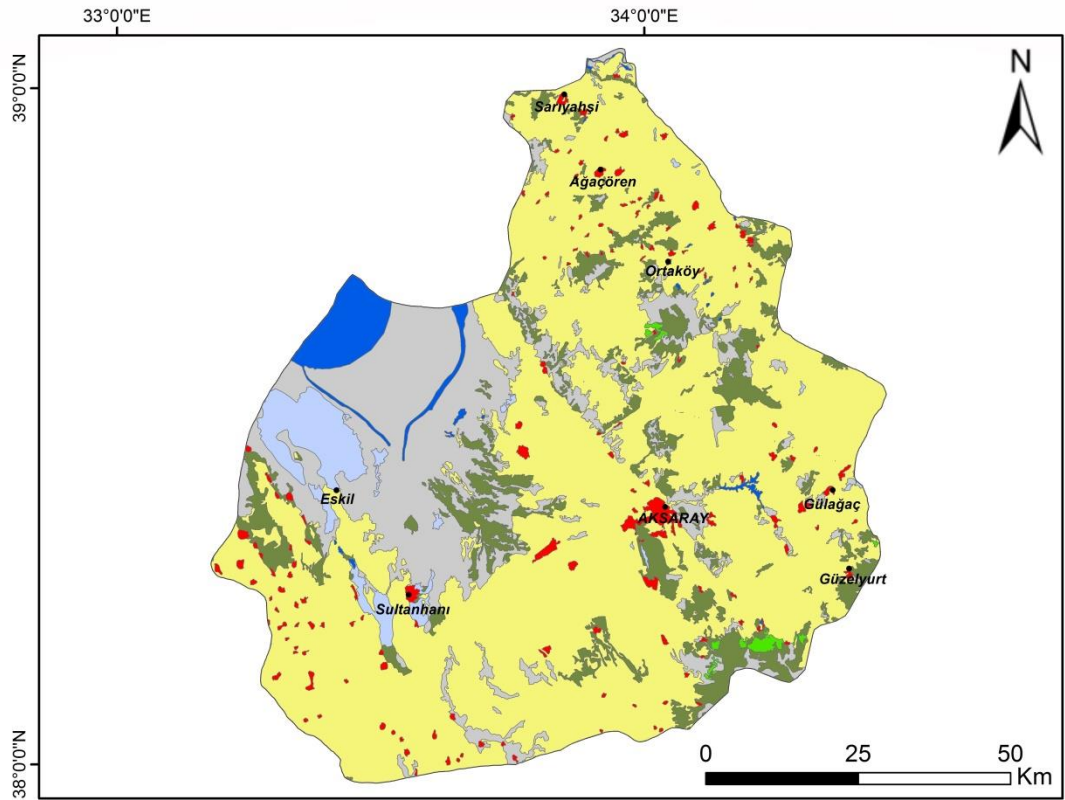


Şekil 4.2. 1990 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK sınıflarının toplam alan (km²) ve yüzde (%) oranları.

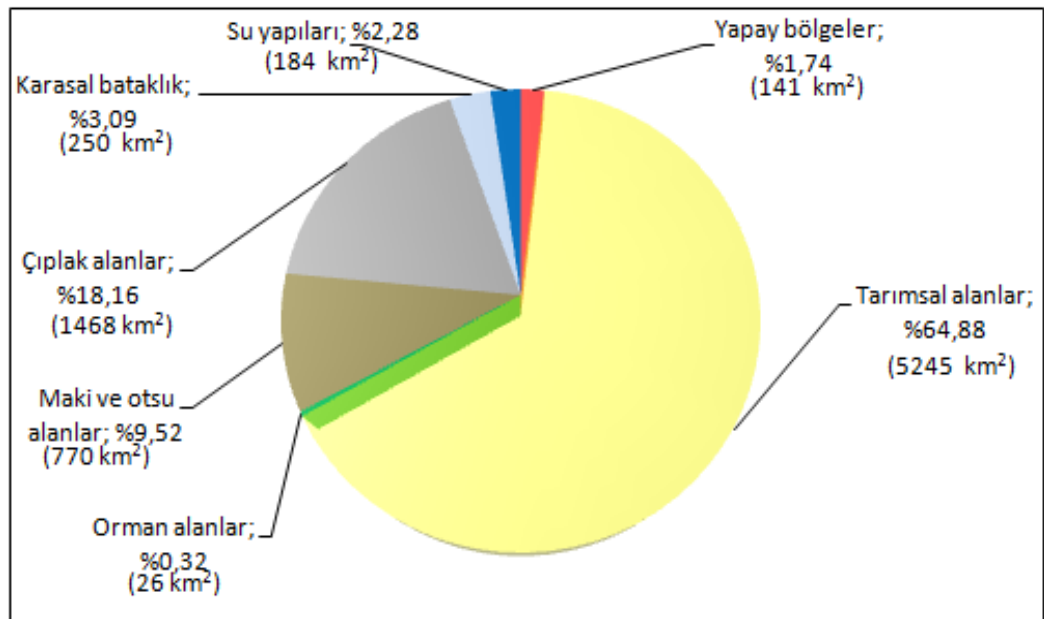
4.1.2 2000 yılı CORINE AÖ/AK haritası

Aksaray il sınırına ait CORINE 2000 AÖ/AK haritası yapay bölgeler, tarımsal alanlar, ormanlık alanlar, maki ve otsu alanlar, karasal bataklıklar ve su yapıları olmak üzere toplam 7 arazi örtüsü sınıfından oluşmaktadır (Şekil 4.3).

CORINE 2000 AÖ/AK’ında yer alan 7 farklı sınıfın km² bazında kapladığı alanlar ve toplam alan içerisindeki yüzdelik dilimleri hesaplanmıştır (Şekil 4.4). 2000 yılında Aksaray ilinde en yoğun olan arazi örtüsü sınıfı %64,88 ile tarımsal alanlardır. En az alana sahip arazi örtüsü ise %0,32 ile ormanlık alanlardır.



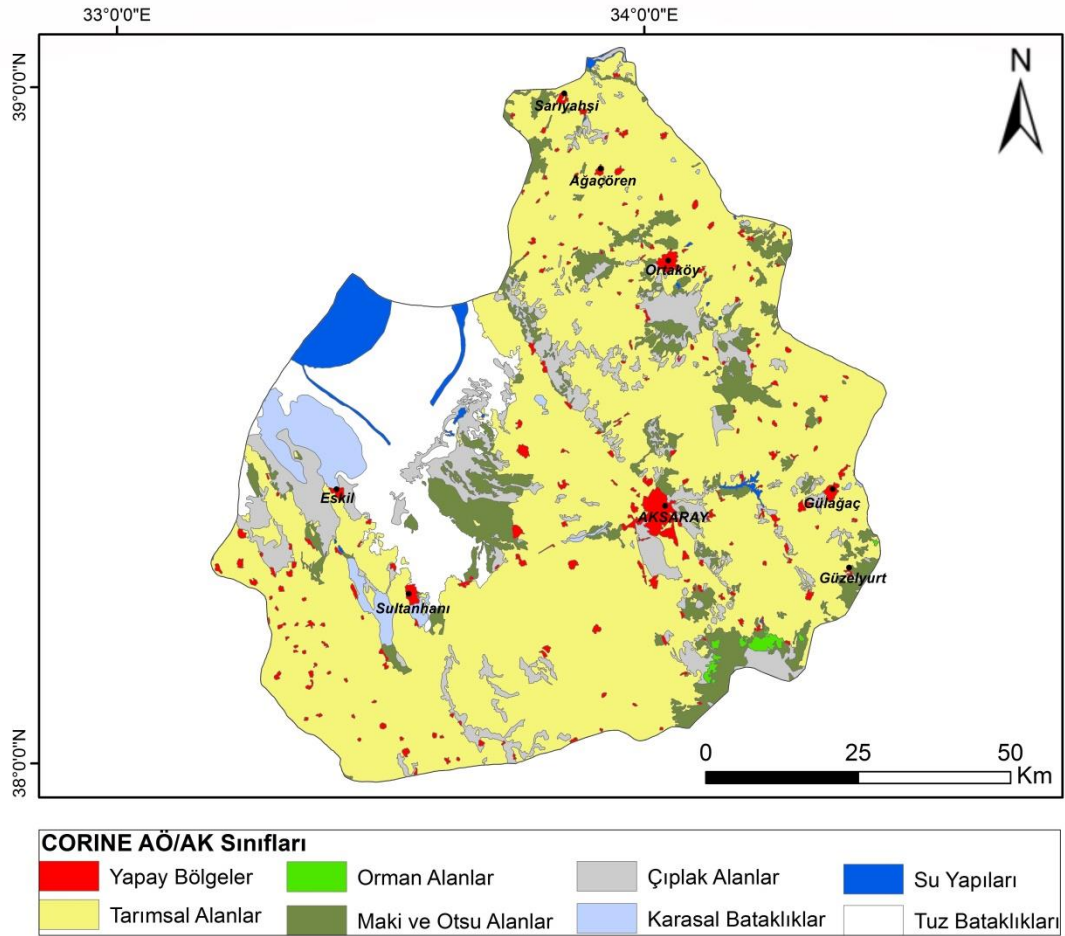
Şekil 4.3. 2000 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK haritası.



Şekil 4.4. 2000 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK sınıflarının toplam alan (km²) ve yüzde (%) oranları.

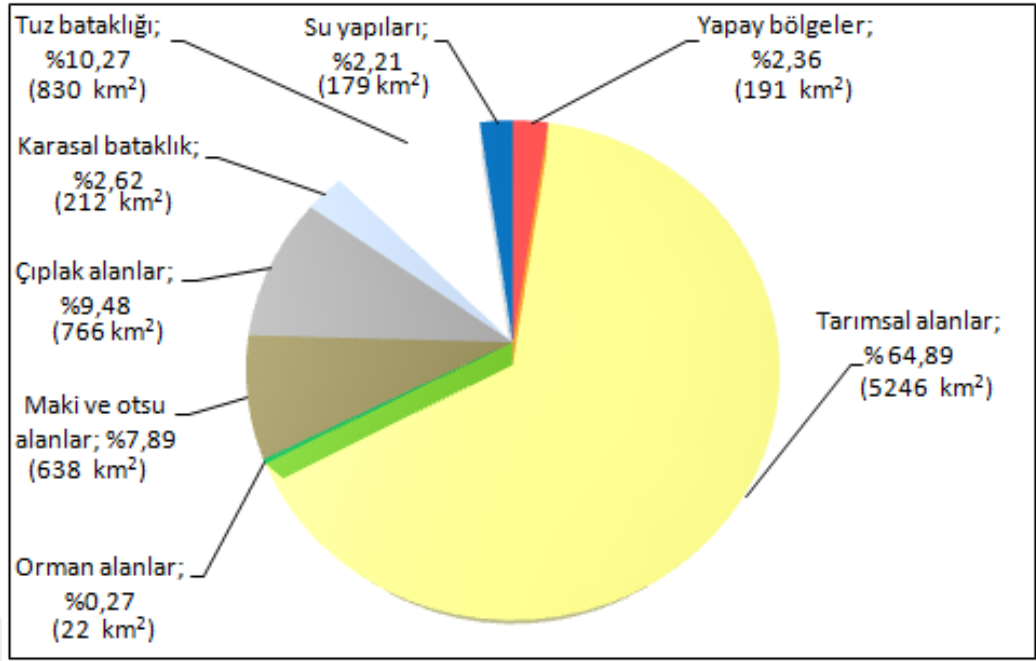
4.1.3 2006 yılı CORINE AÖ/AK haritası

Aksaray il sınırına ait CORINE 2006 AÖ/AK haritası yapay bölgeler, tarımsal alanlar, orman alanlar, maki ve otsu alanlar, karasal bataklıklar, tuz bataklıkları ve su yapıları olmak üzere toplam 8 arazi örtüsü sınıfından oluşmaktadır (Şekil 4.5). 1990-2000 yıllarında AÖ/AK haritalarında tuz gölü çevresinde yer alan çıplak alanlar, karasal bataklıklar, maki-otsu alanlar ve su yapılarının bir kısmı 2006-2018 yıllarında tuz bataklığı alanlarına dönüşerek yeni bir sınıfın oluştuğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. 2006 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK haritası.

CORINE 2006 AÖ/AK'sında yer alan 8 farklı sınıfın km^2 bazında kapladığı alanlar ve toplam alan içerisindeki yüzdelik dilimleri hesaplanmıştır (Şekil 4.6). 2006 yılında, Aksaray ilinde en yoğun olan arazi örtüsü sınıfı %64,89 ile tarımsal alanlardır. En az bulunan arazi örtüsü ise %0,27 ile ormanlık alanlardır.

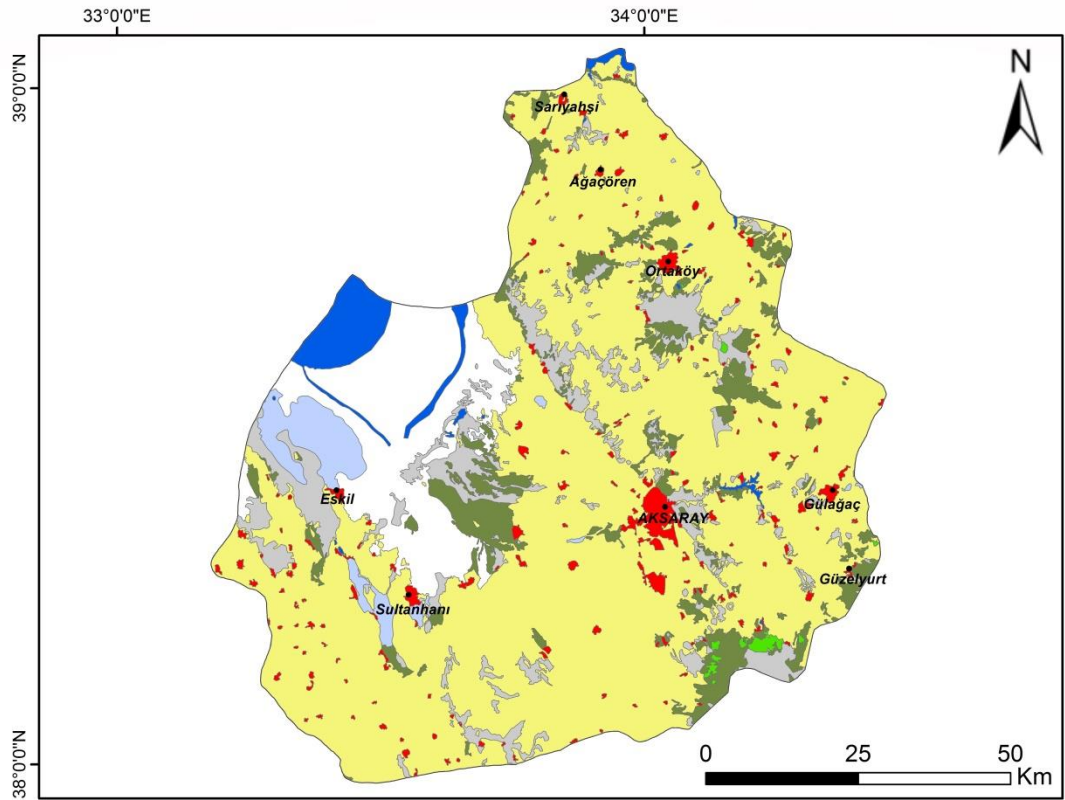


Şekil 4.6. 2006 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK sınıflarının toplam alan (km²) ve yüzde (%) oranları.

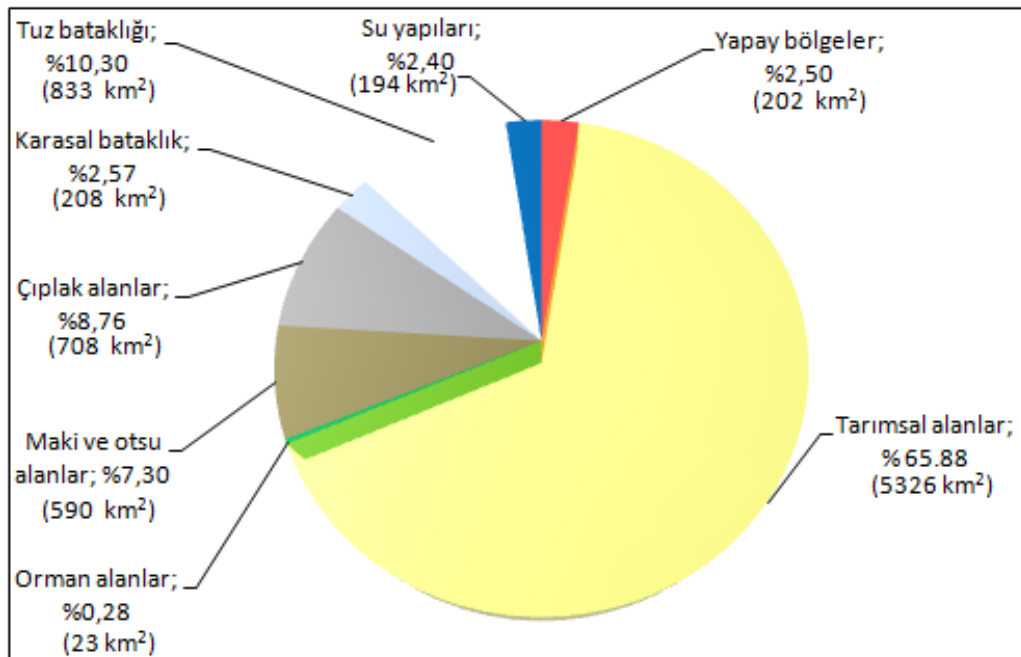
4.1.4 2018 yılı CORINE AÖ/AK haritası

Aksaray il sınırına ait CORINE 2006 AÖ/AK haritası yapay bölgeler, tarımsal alanlar, ormanlık alanlar, maki ve otsu alanlar, karasal bataklıklar, tuz bataklıkları ve su yapıları olmak üzere toplam 8 arazi örtüsü sınıfından oluşmaktadır (Şekil 4.7).

CORINE 2018 AÖ/AK'sında yer alan 8 farklı sınıfın km² bazında kapladığı alanlar ve toplam alan içerisindeki yüzdelik dilimleri hesaplanmıştır (Şekil 4.8). 2018 yılında, Aksaray ilinde en yoğun olan arazi örtüsü sınıfı %65,88 ile tarımsal alanlardır. En az alan kaplayan arazi örtüsü ise %0,28 ile ormanlık alanlardır.



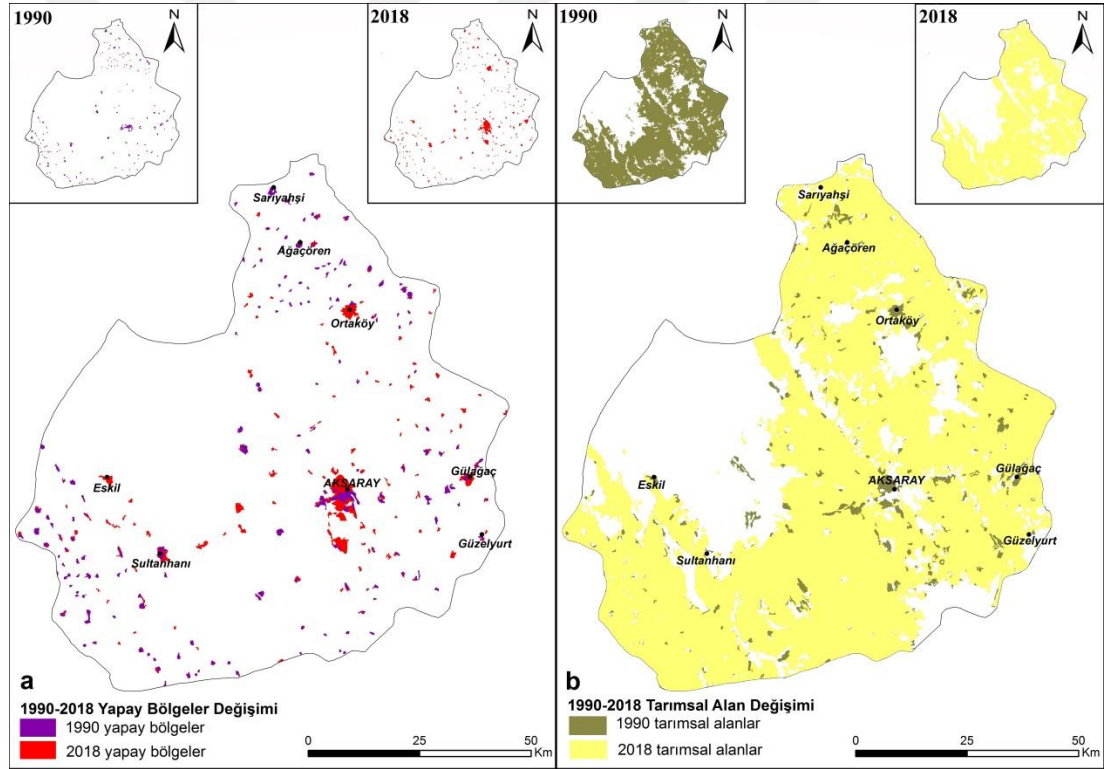
Şekil 4.7. 2018 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK haritası.



Şekil 4.8. 2018 yılı Aksaray ili CORINE AÖ/AK sınıflarının toplam alan (km²) ve yüzde (%) oranları.

4.2 1990-2018 CORINE AÖ/AK Alanlarındaki Değişim

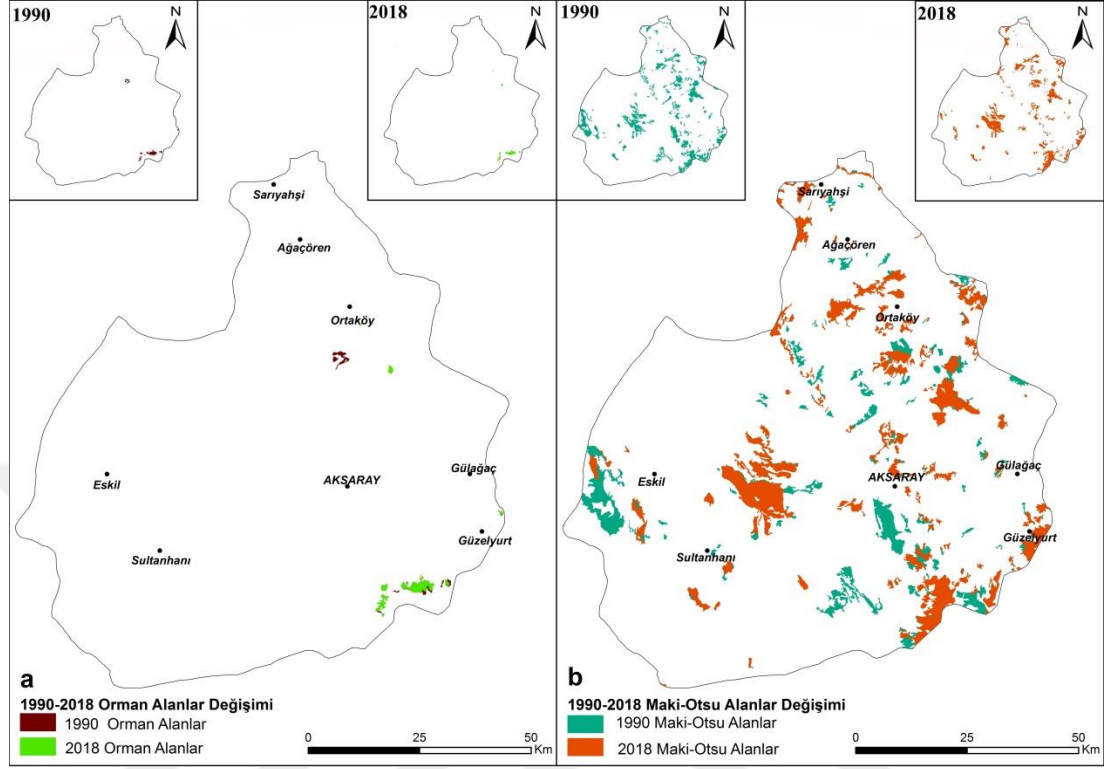
Çalışma alanı içerisinde 1990-2018 yılları arasında CORINE AÖ/AK içerisinde yer alan yapay bölgeler ve tarımsal alanların değişim haritaları Şekil 4.9'da verilmiştir. Haritalara bakıldığında, yapay bölgeler 1990 yılında 113 km² alana sahip iken %78,76 oranında büyüyerek 2018 yılında 202 km² alana ulaşmıştır. Yapay bölgelerin çoğunlukla Aksaray merkezde olmak üzere diğer ilçe merkezlerinde de arttığı görülmektedir (Şekil 4.9a). Diğer taraftan tarımsal alanların 1990 yılında 5249 km² alana sahip iken %1,47 oranında büyüyerek 2018 yılında 5326 km² alana ulaştığı görülmüştür. Özellikle 1990 yılında tarımsal alanlara sahip olan Aksaray Merkez, Ortaköy ve Eski ilçelerinin merkezlerinin bir kısmının yapay alanlara dönüştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.9b).



Şekil 4.9. Aksaray ilinin 1990-2018 yılları arasında a) yapay bölgeler ve b) tarımsal alanların değişim haritaları.

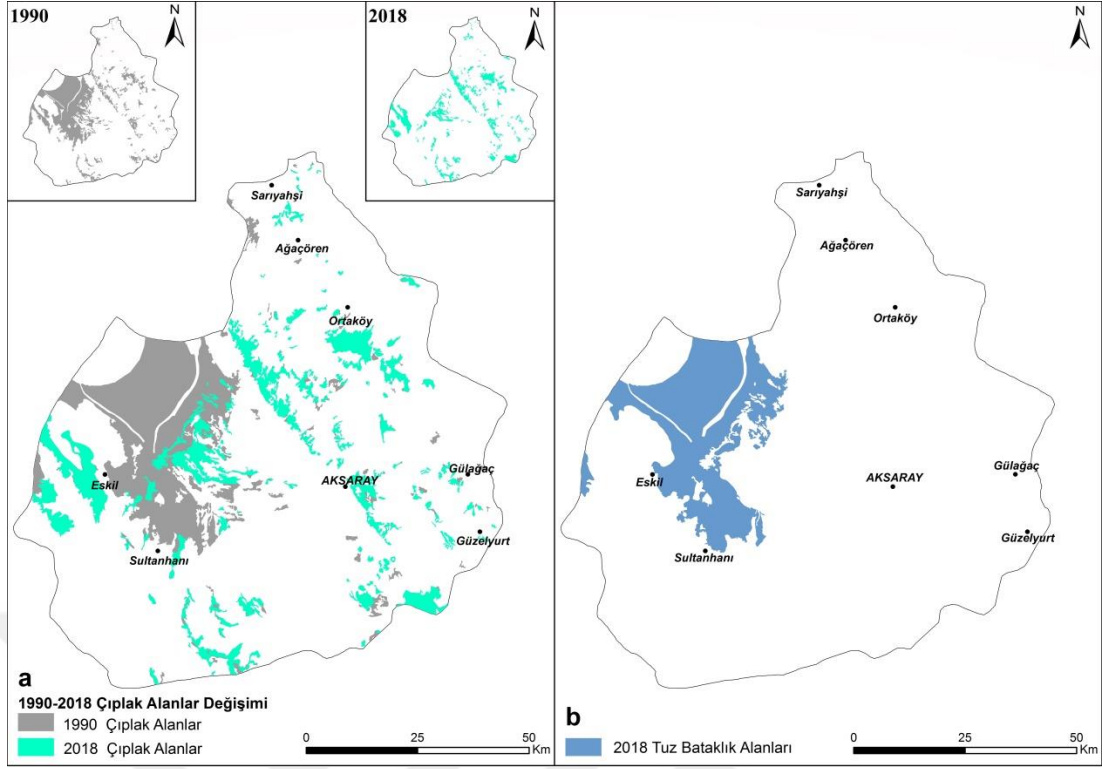
1990-2018 yılları arasında CORINE AÖ/AK içerisinde yer alan ormanlık alanlar ile maki ve otsu alanların değişim haritaları Şekil 4.10'da verilmiştir. 1990 yılında orman alanlarının 28 km²'lik bir alan kaplarken % 17,86 oranında azalarak 2018 yılında 23 km²'lik bir alana ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.10a). Benzer şekilde maki ve otsu

alanların da 1990 yılında 782 km²'lik bir alana sahip olduğu 2018 yılında ise % 24,55 oranında azalarak 590 km²'ye düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.10b).



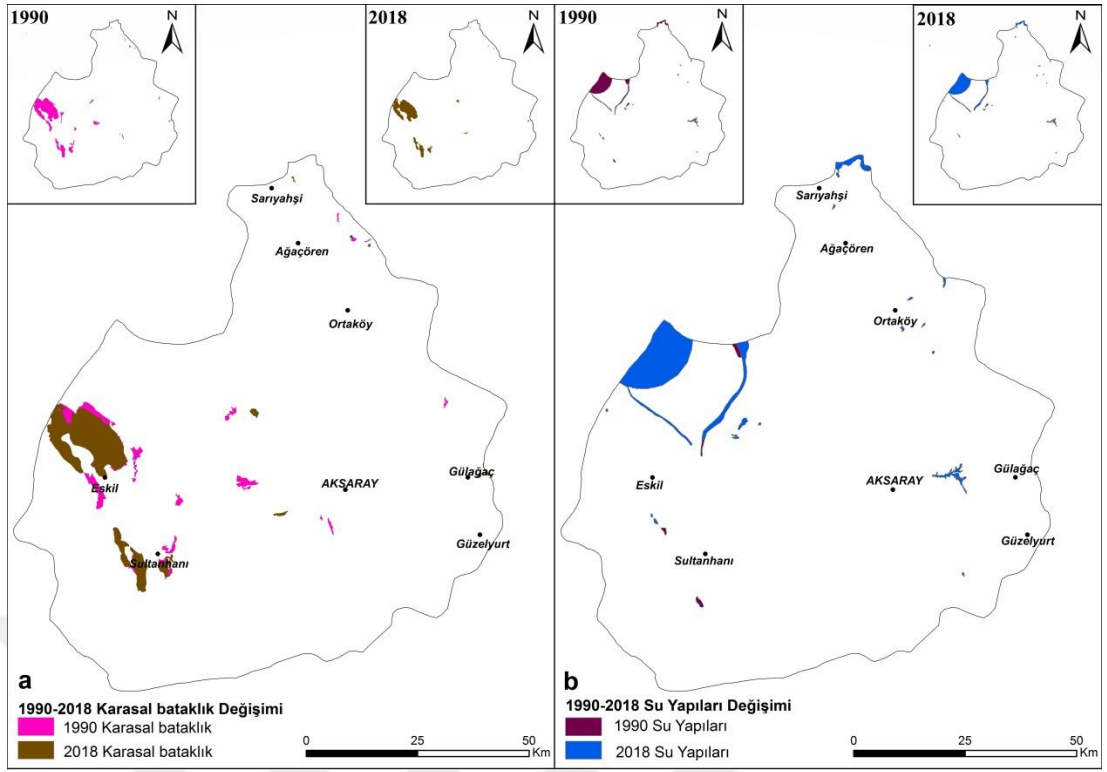
Şekil 4.10. Aksaray ilinin 1990-2018 yılları arasında a) orman alanları ve b) maki-otsu alanların değişim haritaları.

1990-2018 yılları arasında CORINE AÖ/AK içerisinde yer alan çıplak alanların değişim haritası ile 2018 yılı CORINE verilerinde ayırtlanmış olan tuz bataklıkları sınıfının haritası Şekil 4.11'de yer almaktadır. Haritalar incelendiğinde, 1990 yılında çıplak alanların 1457 km² alana sahip iken, 2018 yılında % 51,41 oranında azalarak 708 km² alana ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.11a). 2006 ve 2018 yılı haritalarında Tuz gölü ve çevresinde bulunan tuz bataklığı alanları olarak sınıflanmış bölgelerin, 1990 ve 2000 yılı haritalarında göl çevresinde yer alan çıplak alanlar, karasal bataklıklar, maki-otsu alanlar ve su yapıları sınıflarının bir kısmını oluşturduğu belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle 1990 yılı haritasındaki bu alanlar zaman içerisinde tuz bataklığına dönüşmüş ve 2018 yılı haritasında bu sınıf altında gruplanmıştır. 2018 yılında tuz bataklıkları 833 km² alanına sahiptir (Şekil 4.11b).



Şekil 4.11. Aksaray ilinin 1990-2018 yılları arasında a) çıplak alanların değişim haritası ve b) tuz bataklıkları haritası (2018).

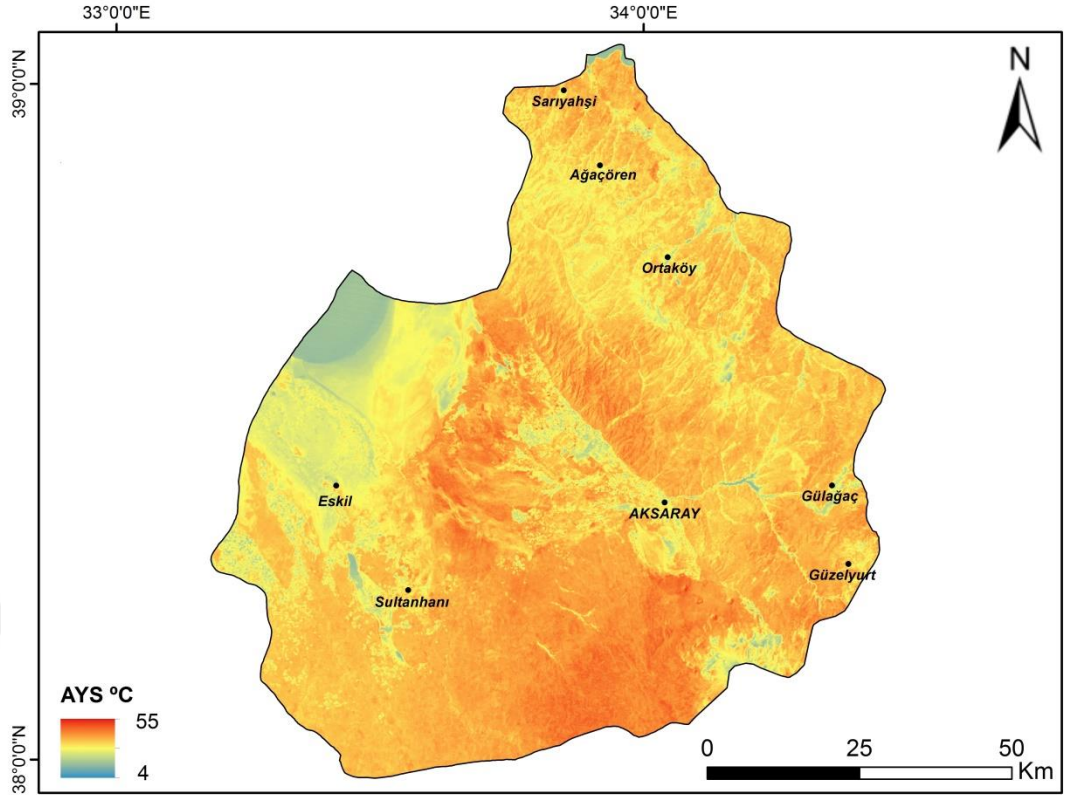
1990-2018 yılları arasında CORINE AÖ/AK içerisinde yer alan karasal bataklık ve su yapıları değişim haritaları Şekil 4.12’de verilmiştir. Haritalara bakıldığında, karasal bataklık alanlarının 1990 yılında 258 km² bir alan kapsarken % 19,38 oranında azalarak 2018 yılında 208 km² alana ulaşmıştır (Şekil 4.12a). Su yapıları incelendiğinde 1990 yılında 197 km² bir alana sahip iken % 1,52 oranında azalarak 2018 yılında 194 km² alana ulaşmıştır. Özellikle 1990 yılında Tuz Gölü ve çevresindeki sulak alanların bir kısmının 2018 yılına gelindiğinde tuz bataklıklarına dönüştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.12b).



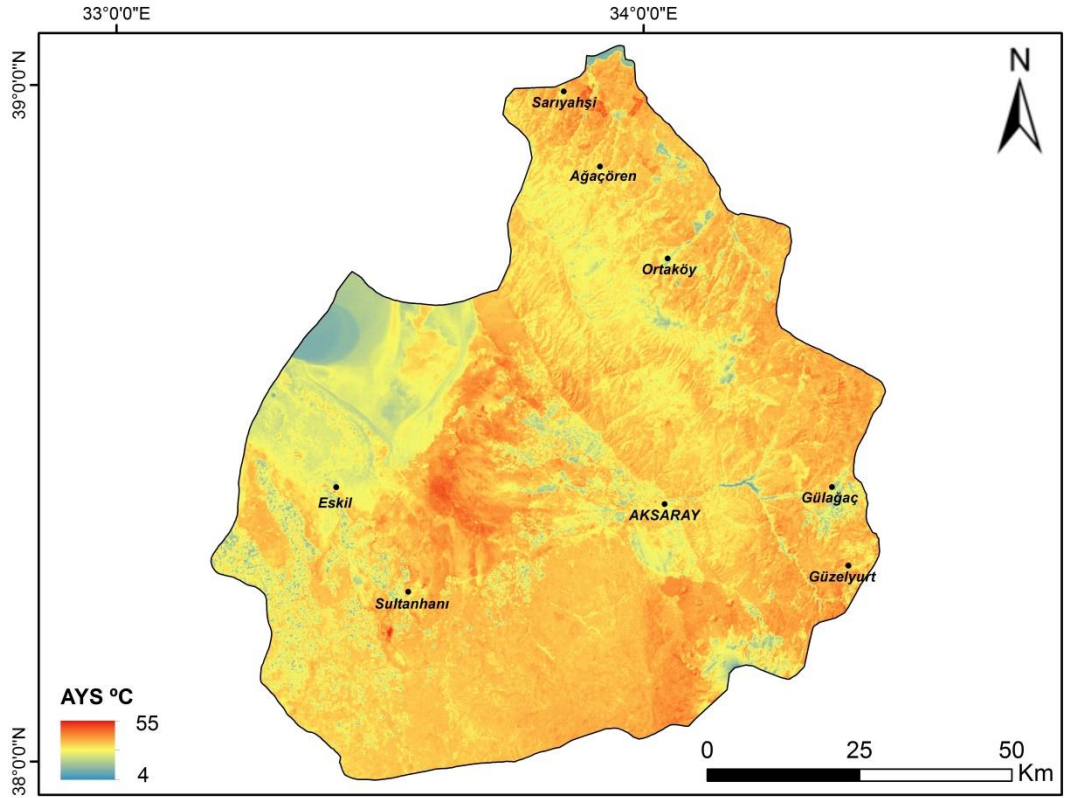
Şekil 4.12. Aksaray ilinin 1990-2018 yılları arasında a) karasal bataklık ve b) su yapılarının değişim haritaları.

4.3 Landsat AYS Haritaları

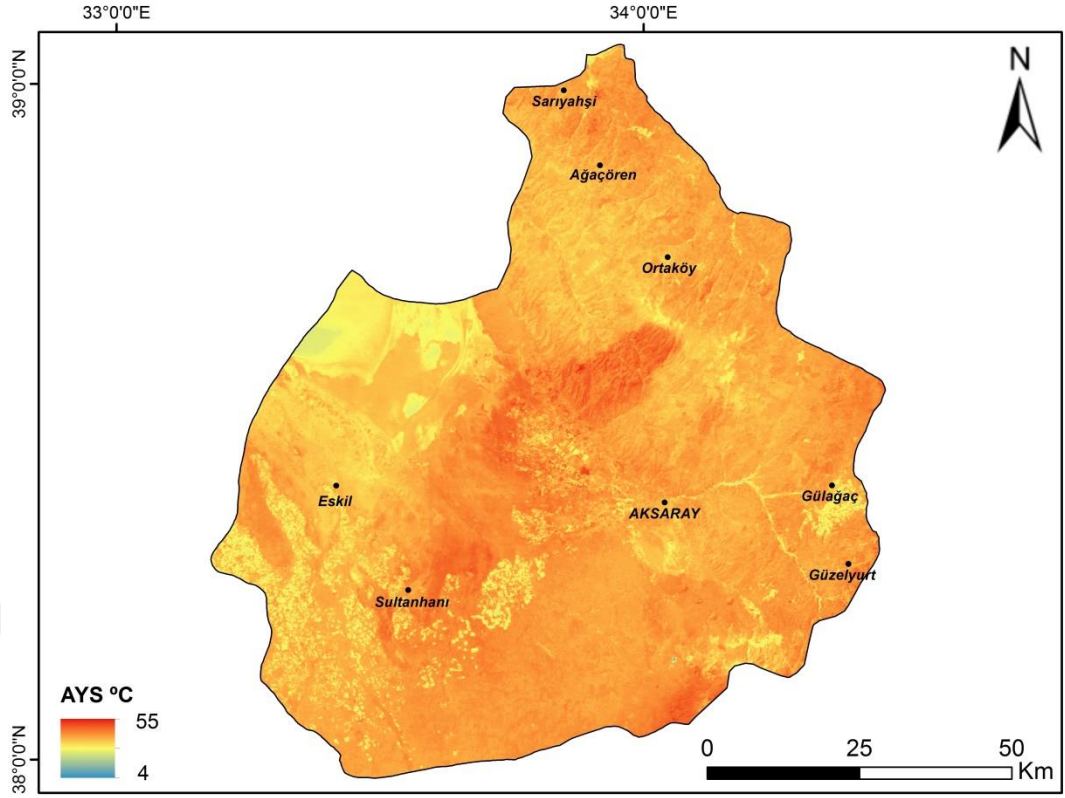
Çalışma kapsamında Landsat-5 TM ve Landsat-8 OLI/TIRS uydu görüntüleri kullanılarak Aksaray ilinin 1990, 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait AYS haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16). Belirlenen yıllarda üretilen AYS haritalarına göre çalışma alanında sıcaklık değerleri maksimum 55 °C ile minimum 4 °C arasında değişmektedir.



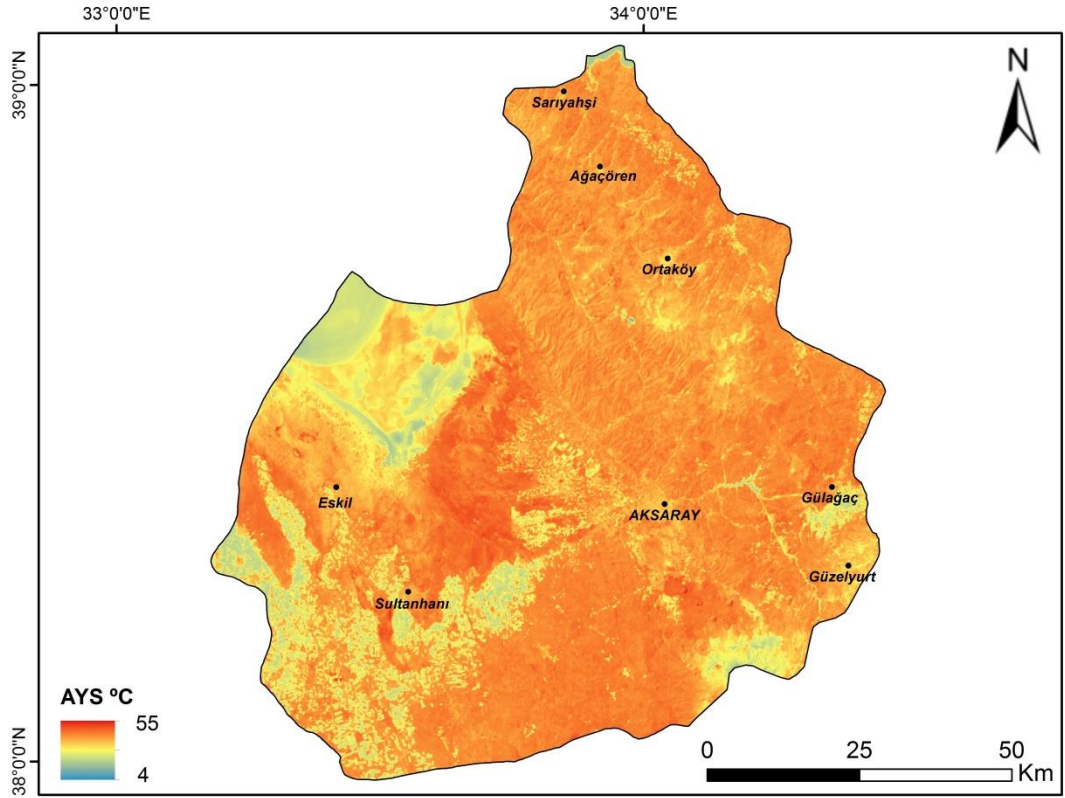
Şekil 4.13. 1990 yılı Aksaray ili AYS haritası.



Şekil 4.14. 2000 yılı Aksaray ili AYS haritası.

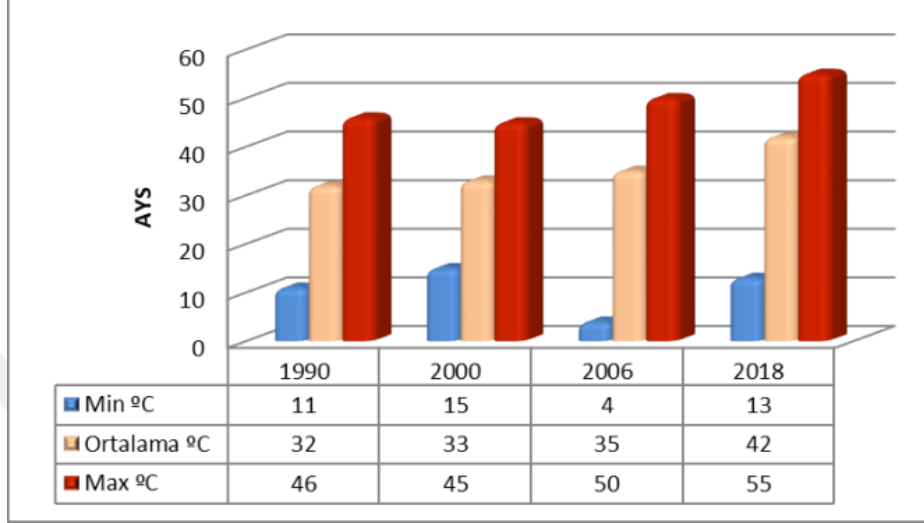


Şekil 4.15. 2006 yılı Aksaray ili AYS haritası.



Şekil 4.16. 2018 yılı Aksaray ili AYS haritası.

Tüm yıllara ait görüntülerden hesaplanan minimum, ortalama ve maksimum değerler incelendiğinde 55 °C olan maksimum sıcaklığın 2018 yılı ve 4 °C olan minimum sıcaklık değerinin ise 2006 yılı görüntülerinden hesaplandığı görülmektedir (Şekil 4.17). Yine tüm yılların ortalama sıcaklık değerinin minimum 32 °C maksimum ise 42 °C olduğu tespit edilmiştir.

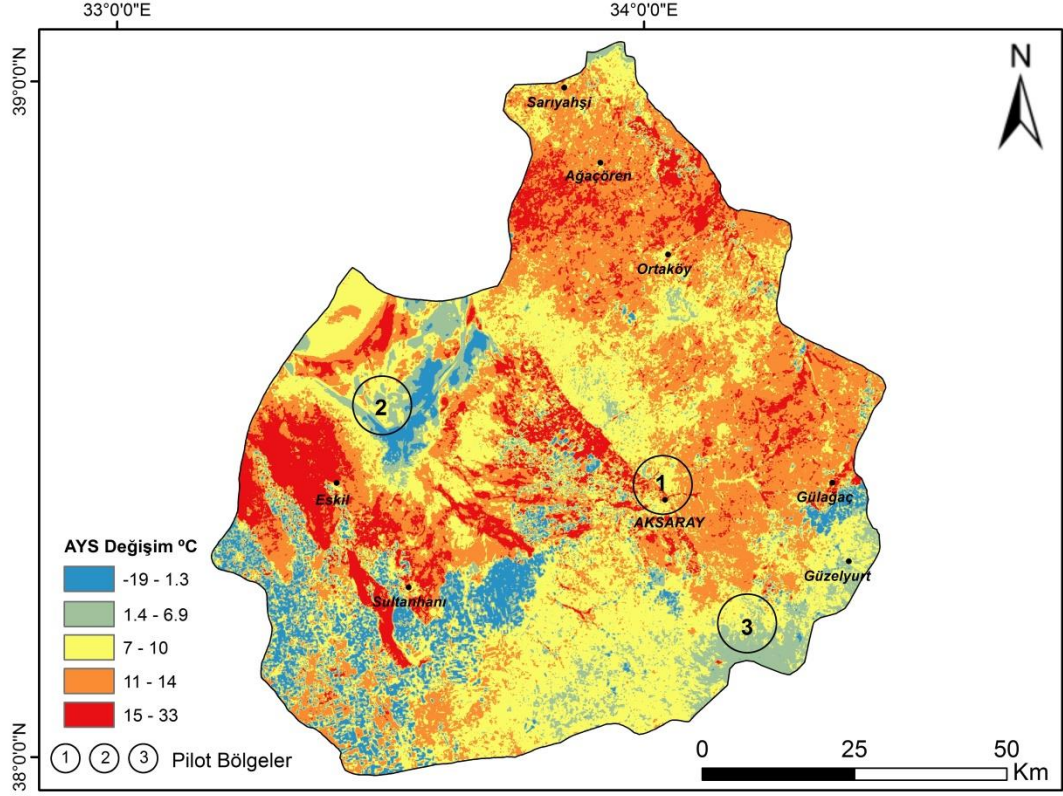


Şekil 4.17. 1990, 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait Landsat görüntülerinden üretilmiş AYS değerleri.

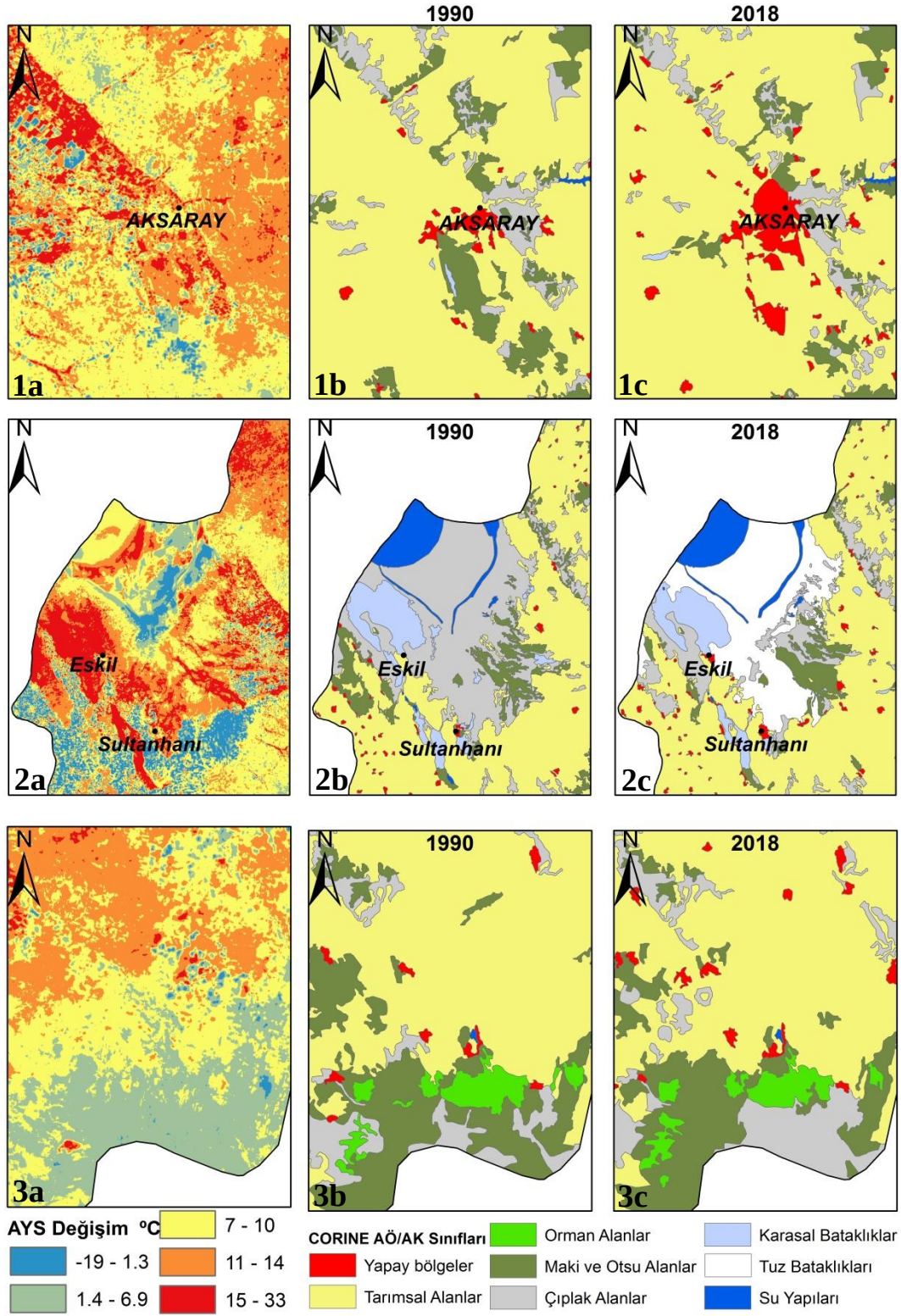
4.4 AYS ile AÖ/AK Arasındaki İlişki

Çalışma alanında farklı tarihlerdeki AYS ve AÖ/AK değişiminin ortaya konması amacıyla uydu görüntülerinden üretilen AYS değerleri aynı yıllara ait CORINE AÖ/AK sınıfları ile karşılaştırılmıştır. Böylece bir arazi sınıfının yıllar içerisindeki değişimi, aynı alandaki AYS değerleri ve bunların değişimi ile birlikte değerlendirilmiştir. Bu amaçla 1990 ve 2018 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak AYS fark haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.18). Hazırlanan fark haritası üzerinden 3 farklı pilot bölge seçilmiş ve bu alanlardaki sıcaklık değişimleri AÖ/AK değişimleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4.19a, b, c). 1 No'lu pilot bölge incelendiğinde Aksaray il merkezinin bulunduğu kesimde tarımsal alanlar ile maki-otsu alanlar olarak tanımlanmış arazi sınıflarının yapay alanlara dönüştüğü tespit edilmiştir. Yapay alanlardaki bu büyüme AYS fark haritasına sıcaklık artışı olarak yansımıştır. 2 No'lu pilot bölge incelendiğinde çıplak alanlar, karasal bataklık ve su yapıları olarak tanımlanan alanlarının tuz bataklıklarına dönüştüğü, AYS fark görüntüsünde ise merkezdeki ile benzer şekilde sıcaklık artışı meydana geldiği görülmektedir. Son

olarak 3 No'lu pilot bölgeye bakıldığında ise özellikle orman alanlarının maki-otsu alanlara dönüşerek azaldığını ve AYS fark görüntüsünde azalan orman alanlarının sıcaklık değerlerinin arttığını söylemek mümkündür.



Şekil 4.18. Aksaray ilinin 2018-1990 AYS fark haritası.

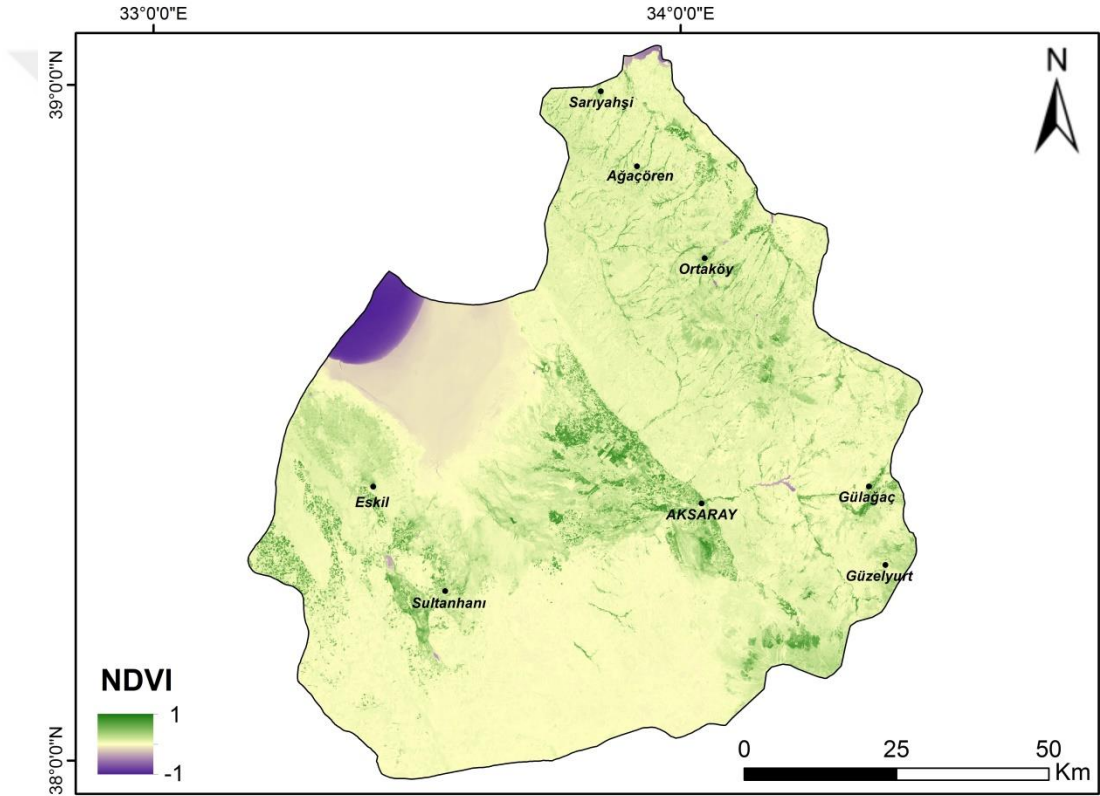


Şekil 4.19. Çalışma alanında belirlenen pilot bölgelerin (1, 2, 3) AYS fark haritaları (1a, 2a, 3a), 1990 yılı AÖ/AK haritaları (1b, 2b, 3b), 2018 yılı AÖ/AK haritaları (1c, 2c, 3c).

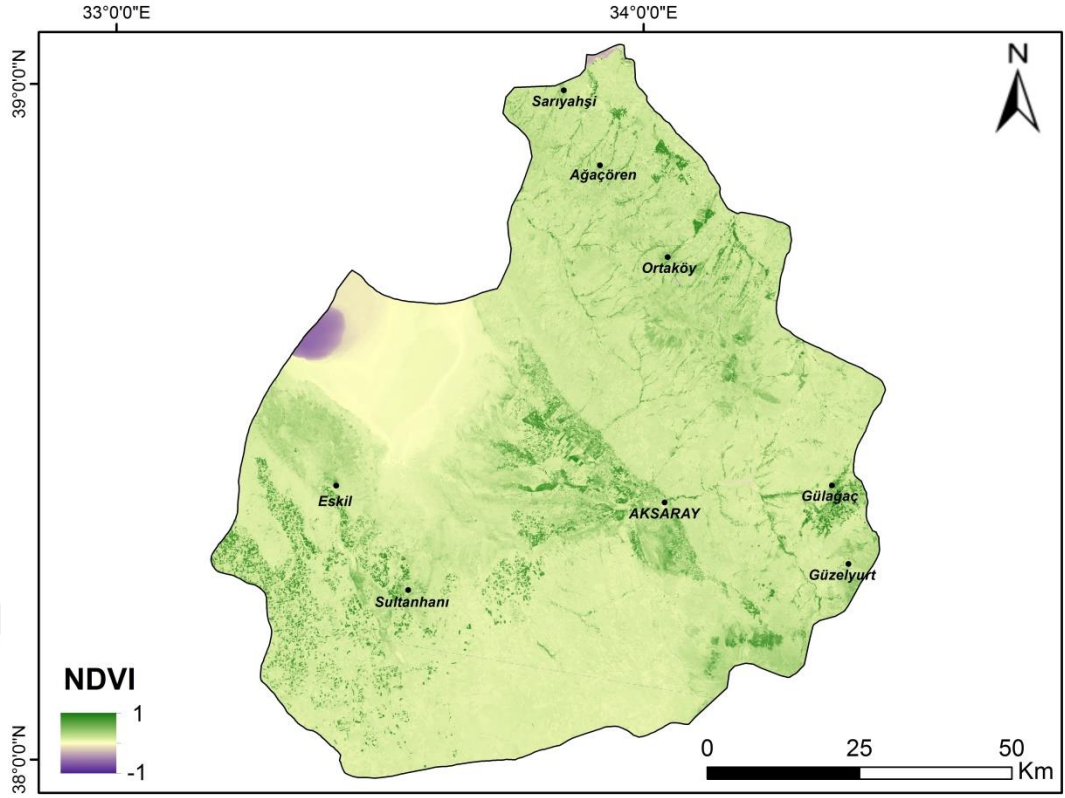
4.5 AYS Görüntüleri ile Uzaktan Algılama İndekslerinin Korelasyon Analizi

4.5.1 Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

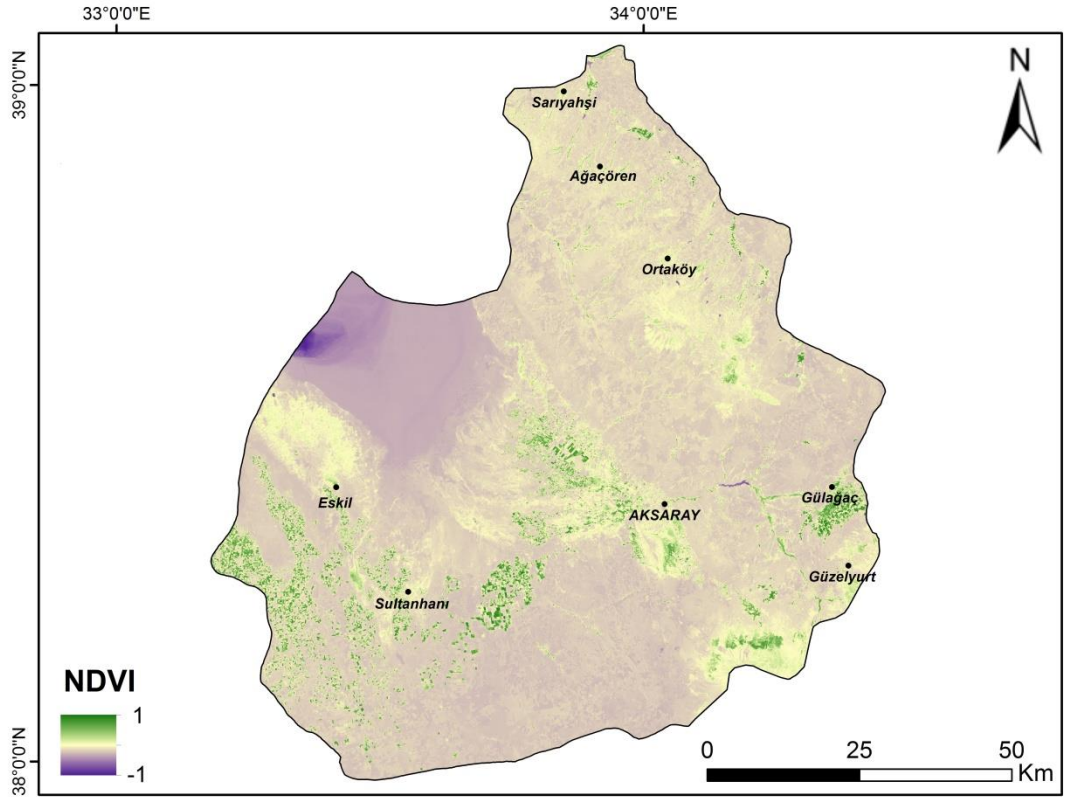
Bir bölgedeki bitki örtüsü varlığı o bölgedeki yüzey sıcaklığının değişimi ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle Landsat görüntüleri üzerinden AYS hesaplaması yapılırken kullanılan önemli parametrelerden bir tanesi NDVI'dır. Çalışma alanında üretilen NDVI haritaları Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'de yer almaktadır. NDVI değerleri 1990 yılında 0,710 ile -0,743, 2000 yılında 0,747 ile -1, 2006 yılında 0,695 ile -0,503 ve 2018 yılında ise 0,666 ile -0,388 arasında değişmektedir.



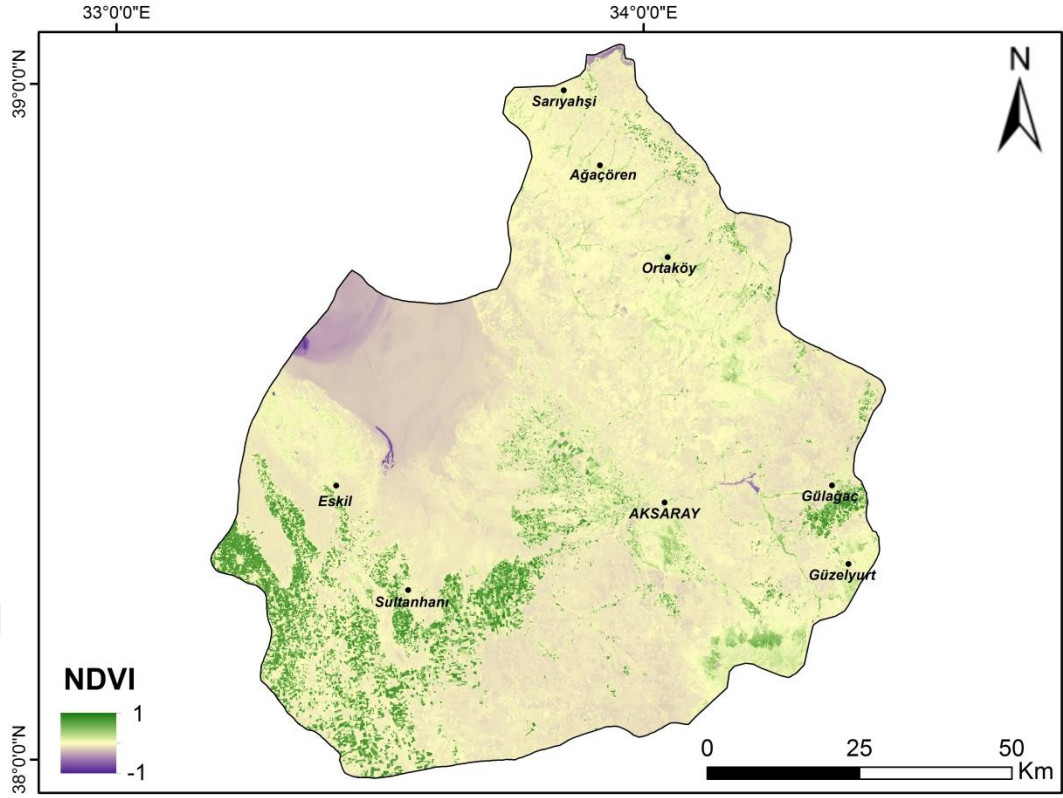
Şekil 4.20. Aksaray ilinin 1990 yılı NDVI haritası.



Şekil 4.21. Aksaray ilinin 2000 yılı NDVI haritası.

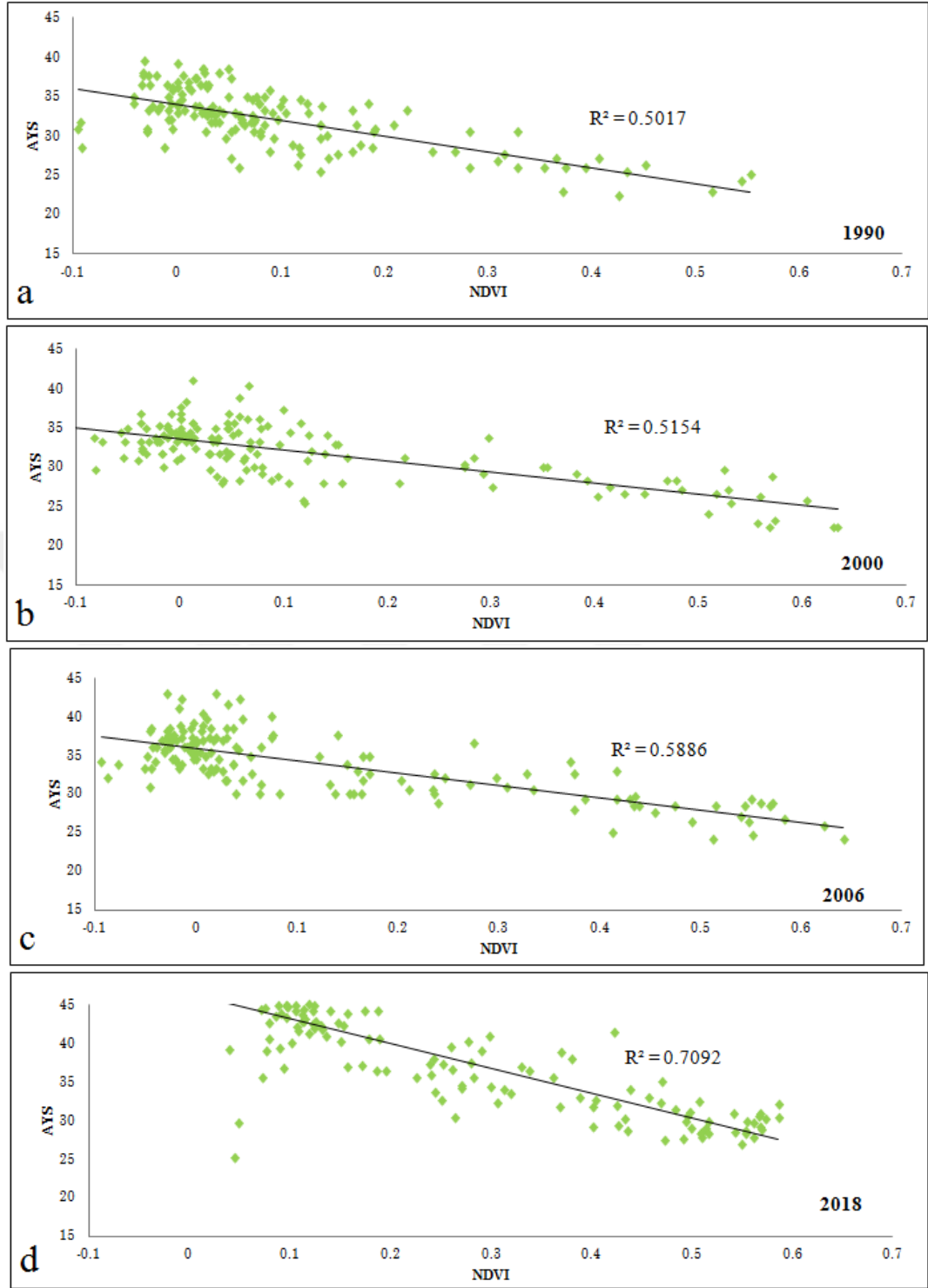


Şekil 4.22. Aksaray ilinin 2006 yılı NDVI haritası.



Şekil 4.23. Aksaray ilinin 2018 yılı NDVI haritası.

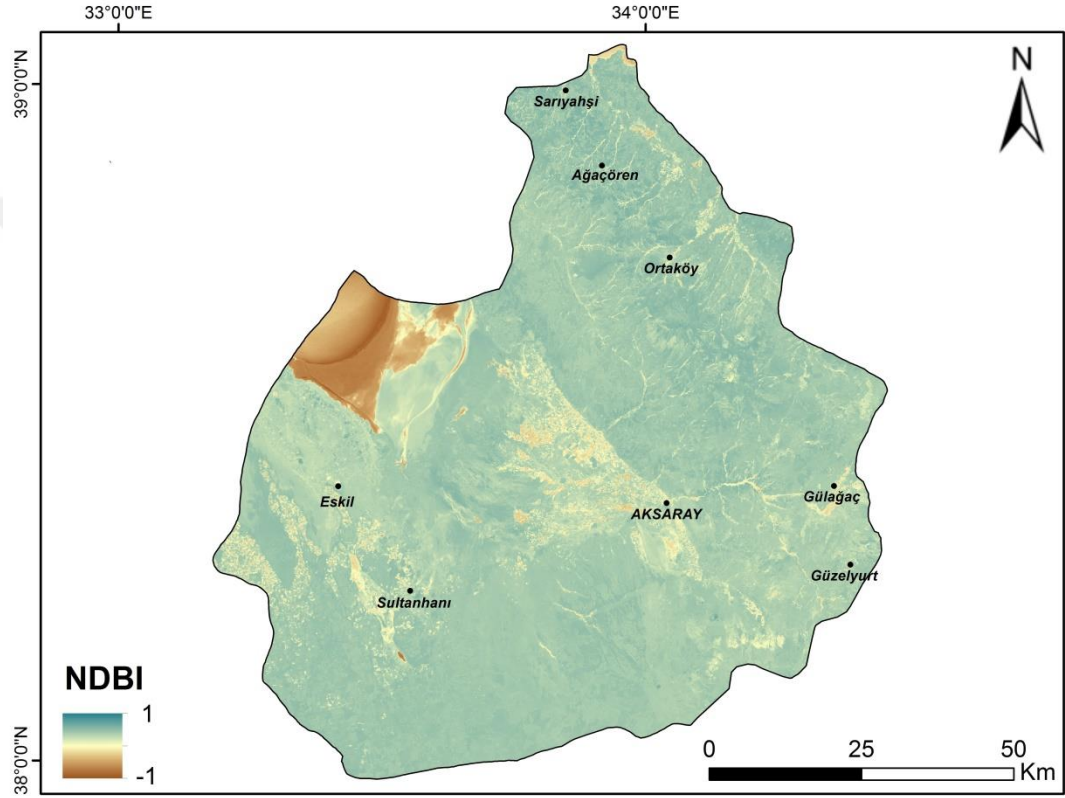
AYS ve NDVI arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak ortaya konabilmesi için çalışma alanında seçilen 150 rastgele noktanın (Çizelge A.1), Landsat görüntülerinden üretilen tüm AYS ve NDVI haritalarındaki değerleri karşılaştırılmıştır (Şekil 4.24a-d). Elde edilen veriler AYS değerlerinin yüksek olduğu yerlerde NDVI değerlerinin düşük, AYS değerlerinin düşük olduğu yerlerde ise NDVI değerlerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifade ile, AYS değerleri ile NDVI değerleri arasında negatif bir korelasyon mevcuttur.



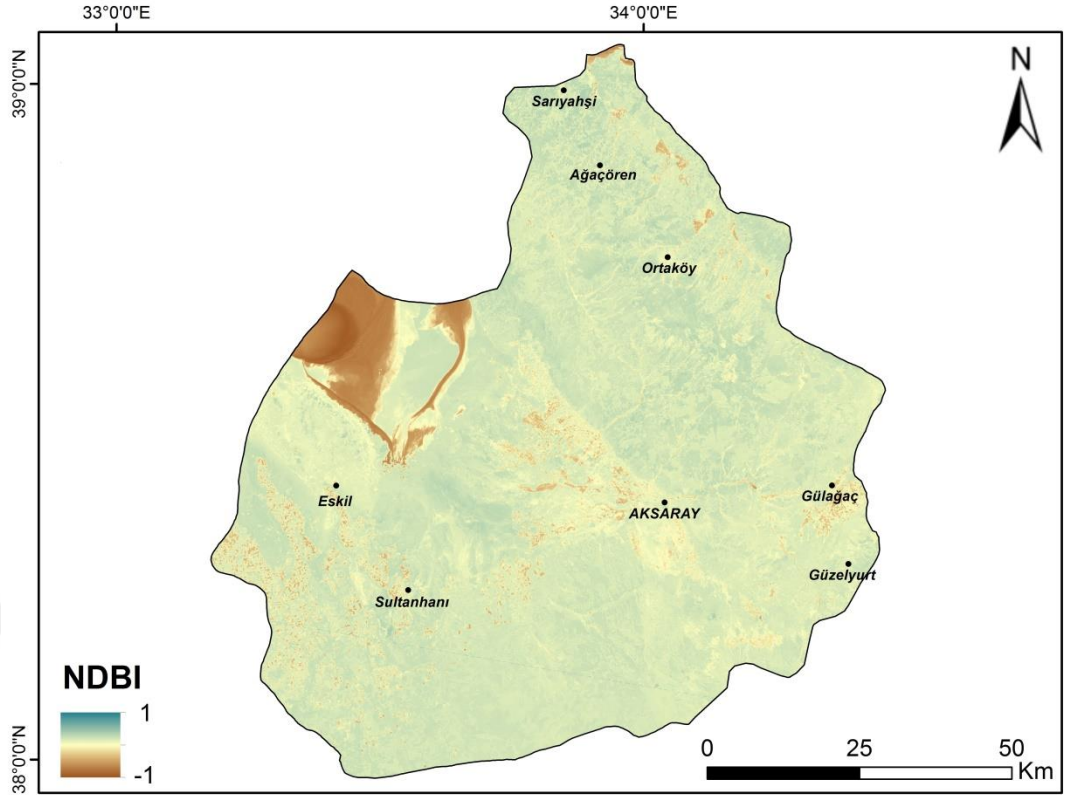
Şekil 4.24. a) 1990, b) 2000, c) 2006 ve d)2018 yıllarına ait Landsat görüntülerinden üretilen AYS ve NDVI değerlerinin karşılaştırılması.

4.5.2 Normalize Edilmiş Yerleşim Alanı İndeksi (NDBI)

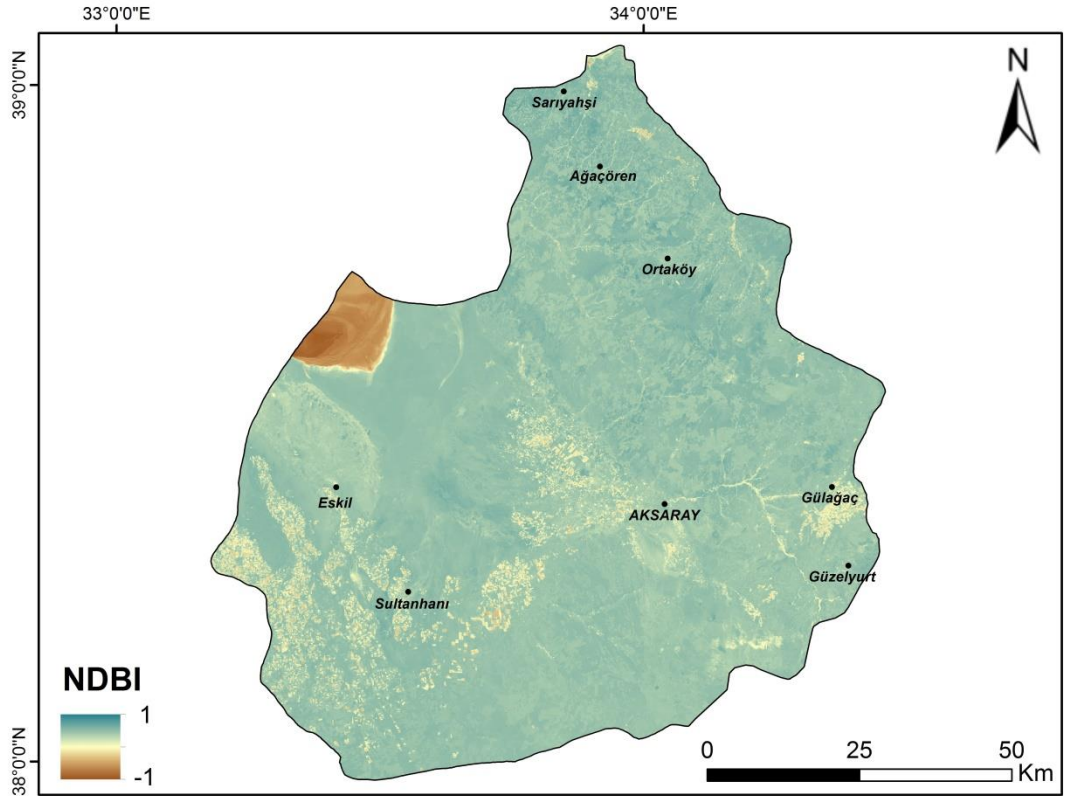
Çalışma kapsamında belirlenen tarihlere ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak çalışma alanındaki kentsel alanların tespit edilmesi amacıyla NDBI haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27 ve Şekil 4.28). NDBI değerleri 1990 yılında 0,692 ile -0,921, 2000 yılında 1 ile -0,94, 2006 yılında 0,629 ile -0,904 ve 2018 yılında 0,505 ile -0,690 arasında değişmektedir.



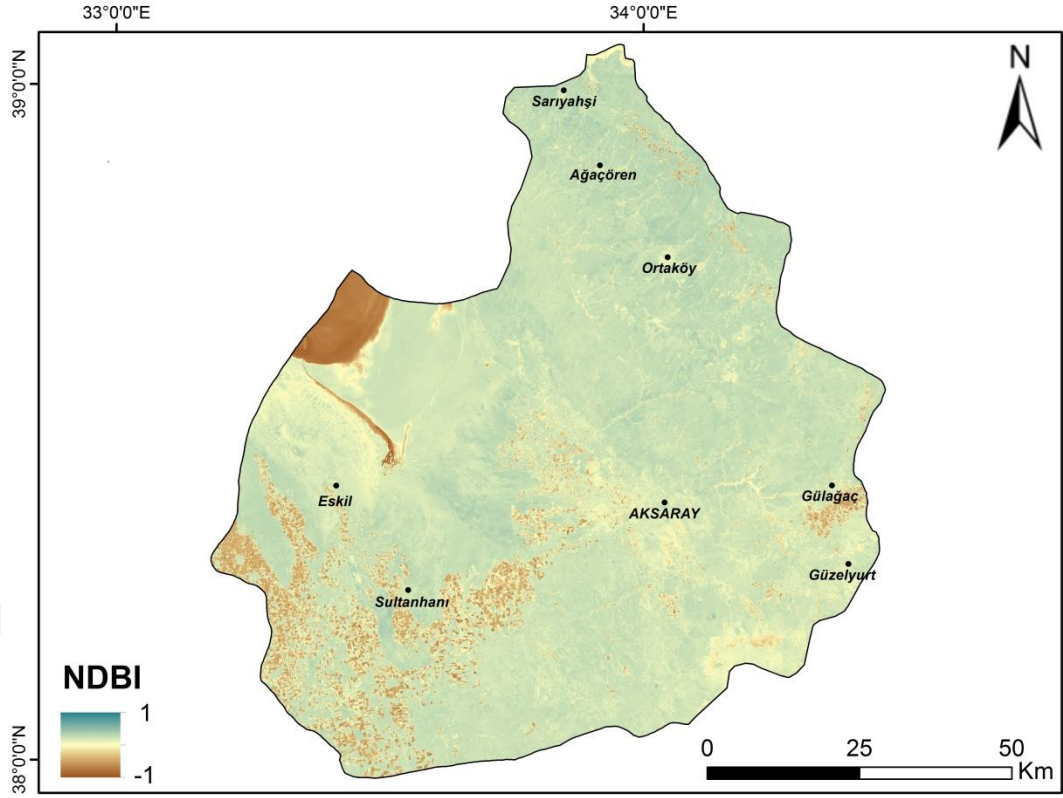
Şekil 4.25. Aksaray ilinin 1990 yılı NDBI haritası.



Şekil 4.26. Aksaray ilinin 2000 yılı NDBI haritası.

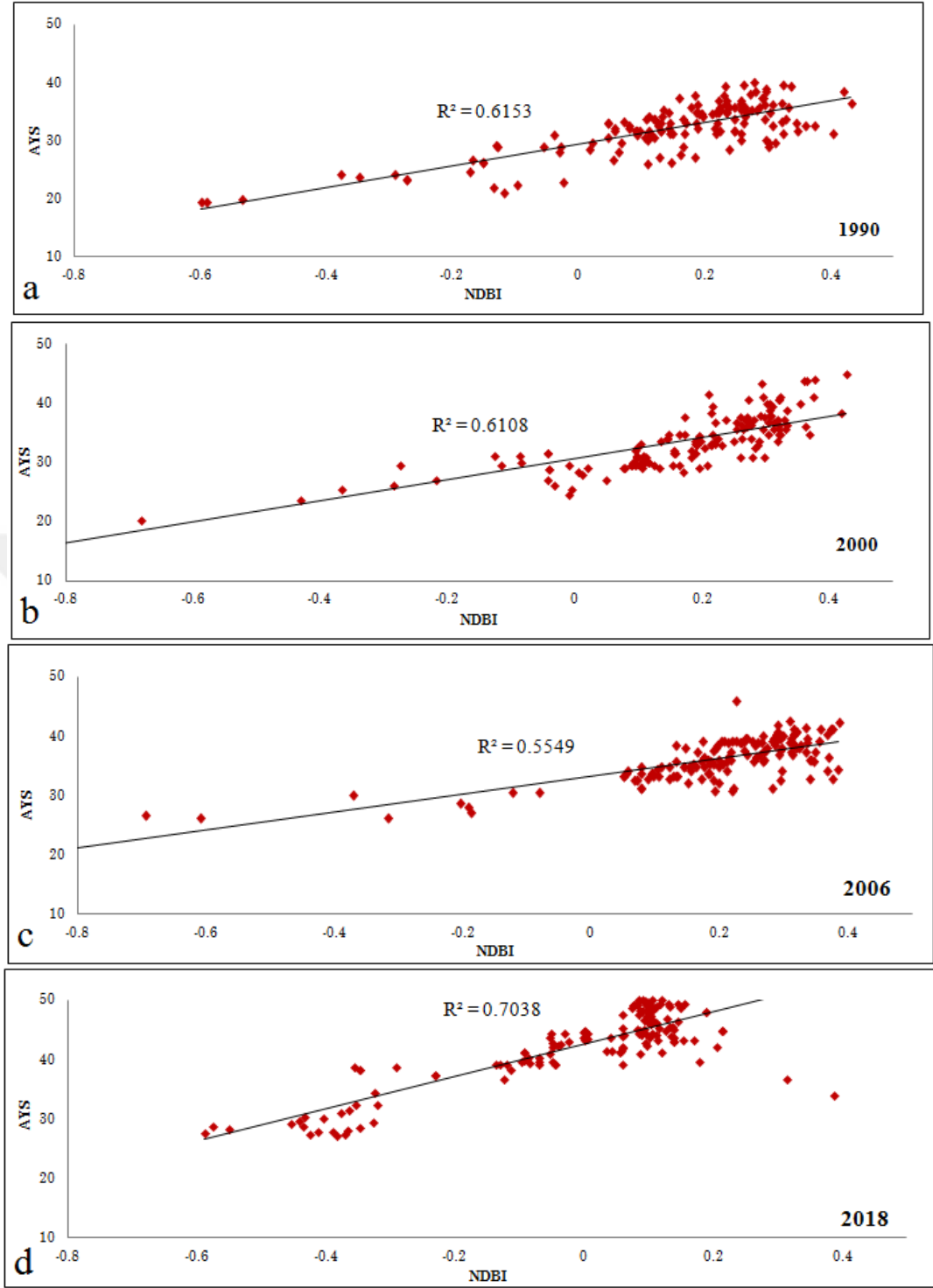


Şekil 4.27. Aksaray ilinin 2006 yılı NDBI haritası.



Şekil 4.28. Aksaray ilinin 2018 yılı NDBI haritası.

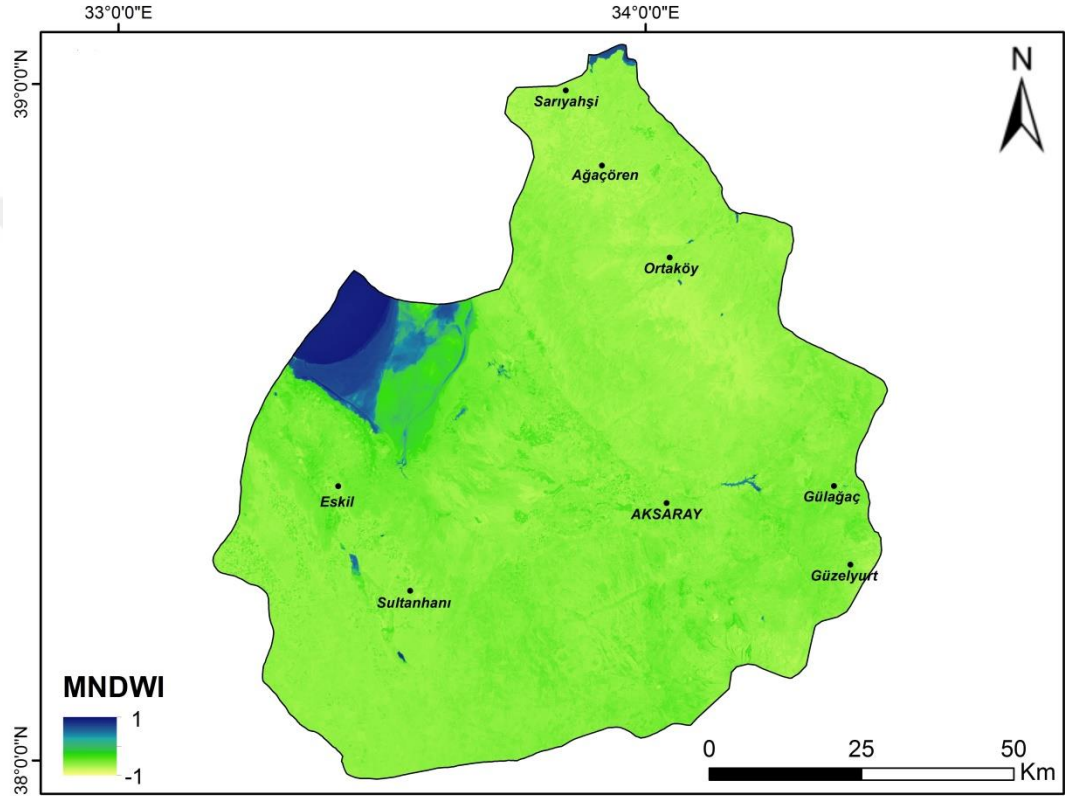
AYS ve NDBI arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak ortaya konabilmesi için çalışma alanında seçilen 150 rastgele noktanın (Çizelge A.2), Landsat görüntülerinden üretilen tüm AYS ve NDBI haritalarındaki değerleri karşılaştırılmıştır (Şekil 4.29a-d). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda AYS değerlerinin yüksek olduğu yerlerde NDBI değerlerinin yüksek, AYS değerlerinin düşük olduğu yerlerde ise NDBI değerlerinin düşük olduğunu tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle, AYS değerleri ile NDBI değerleri arasında pozitif bir korelasyon mevcuttur.



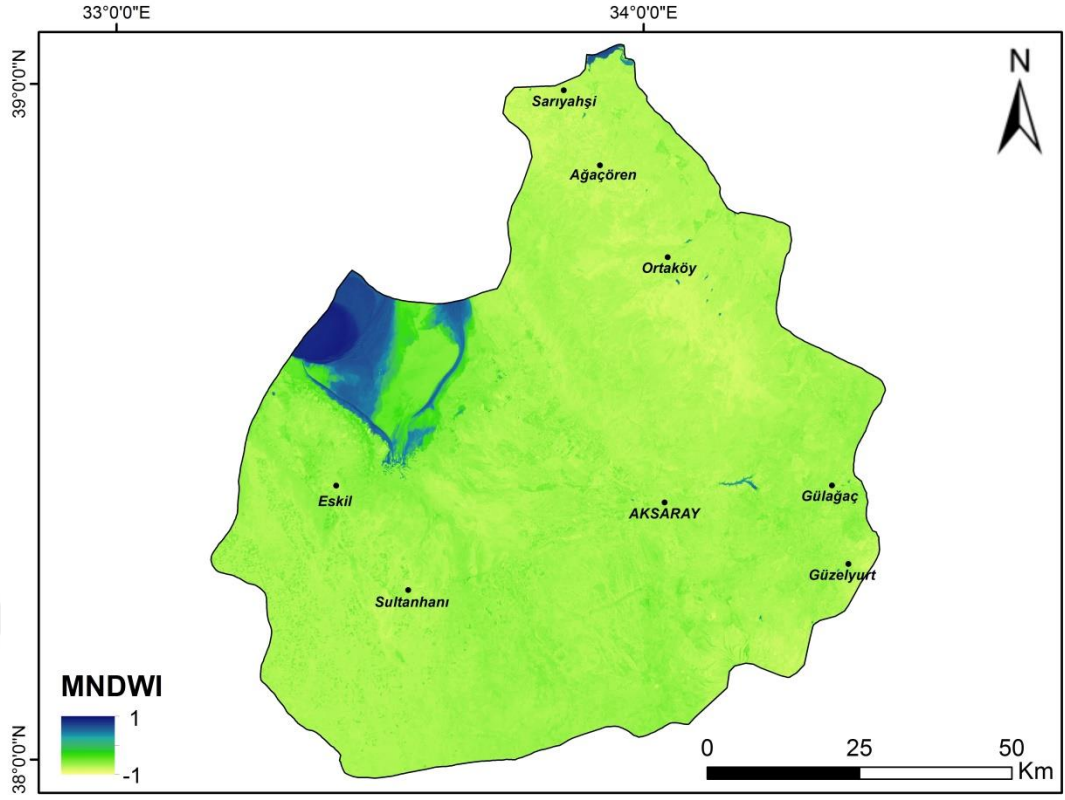
Şekil 4.29. a) 1990, b) 2000, c) 2006 ve d) 2018 yıllarına ait Landsat görüntülerinden üretilen AYS ve NDBI değerlerinin karşılaştırılması.

4.5.3 Modifiye Edilmiş Normalize Fark Su İndeksi (MNDWI)

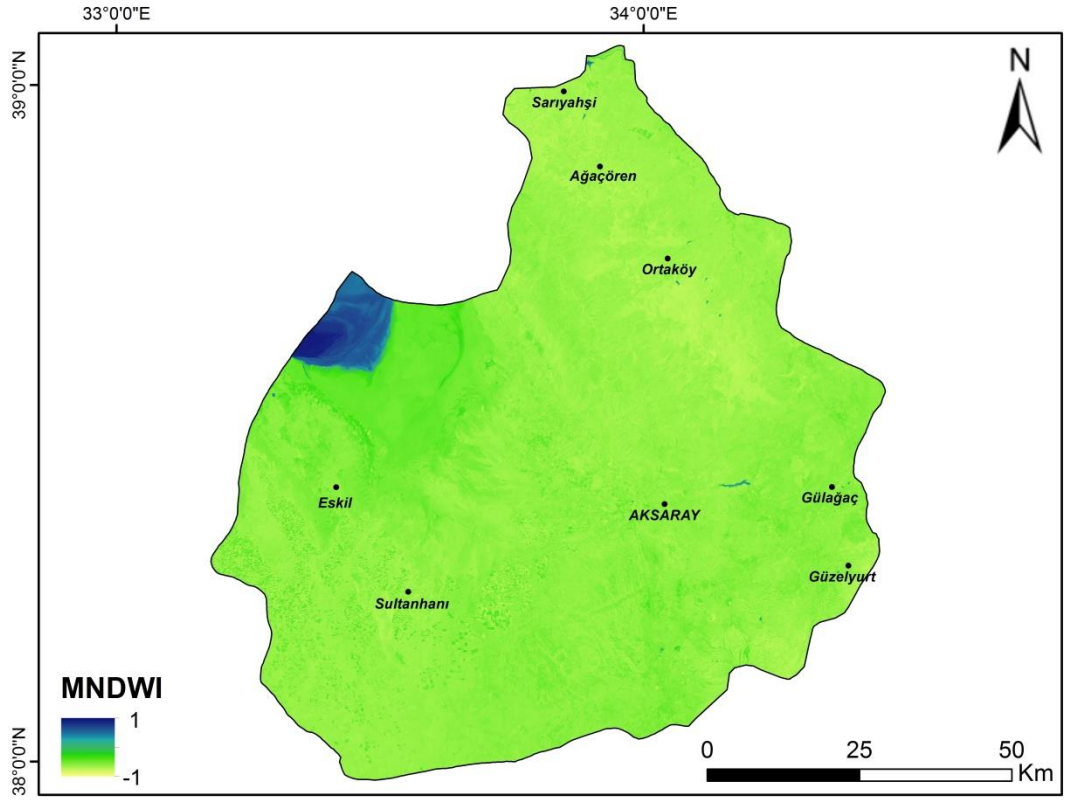
Tez çalışması kapsamında belirlenen tarihlerdeki Landsat uydu görüntüleri kullanılarak çalışma alanında bulunan sulak alanların tespit edilmesi amacıyla MNDWI haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.30, Şekil 4.31, Şekil 4.32 ve Şekil 4.33). MNDWI değerleri 1990 yılında 0,955 ile -0,689, 2000 yılında 0,973 ile -0,625, 2006 yılında 0,946 ile -0,694 ve 2018 yılında 0,717 ile -0,637 arasındadır.



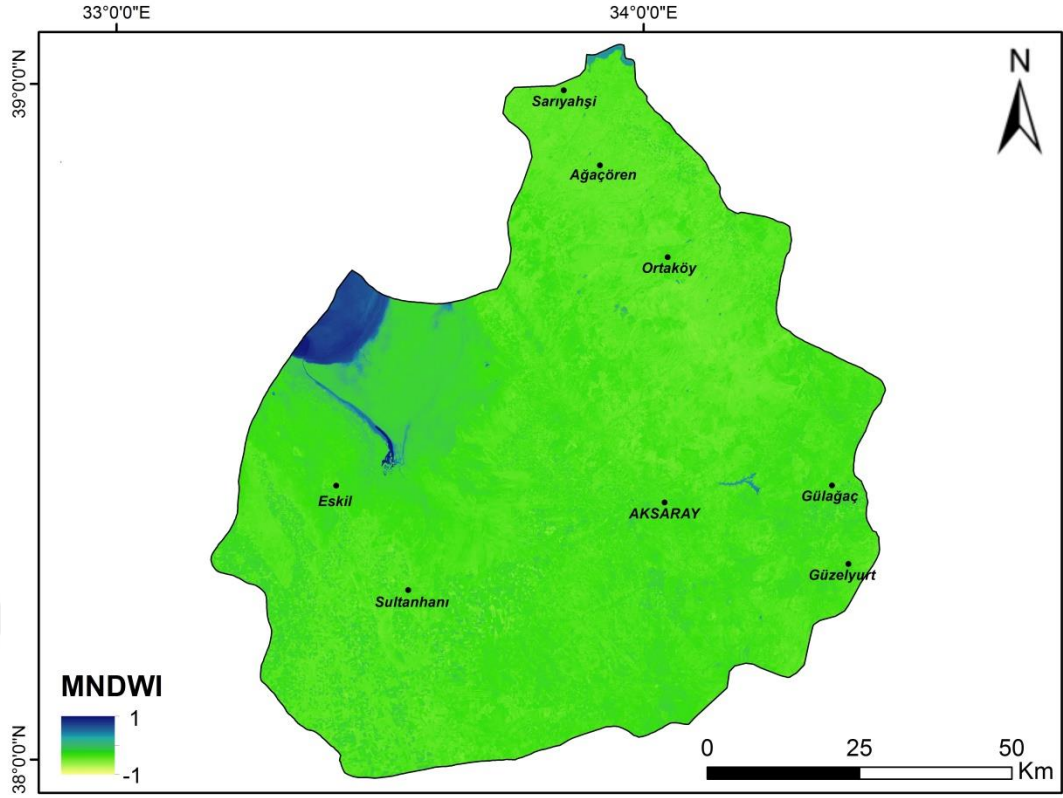
Şekil 4.30. Aksaray ilinin 1990 yılı MNDWI haritası.



Şekil 4.31. Aksaray ilinin 2000 yılı MNDWI haritası.

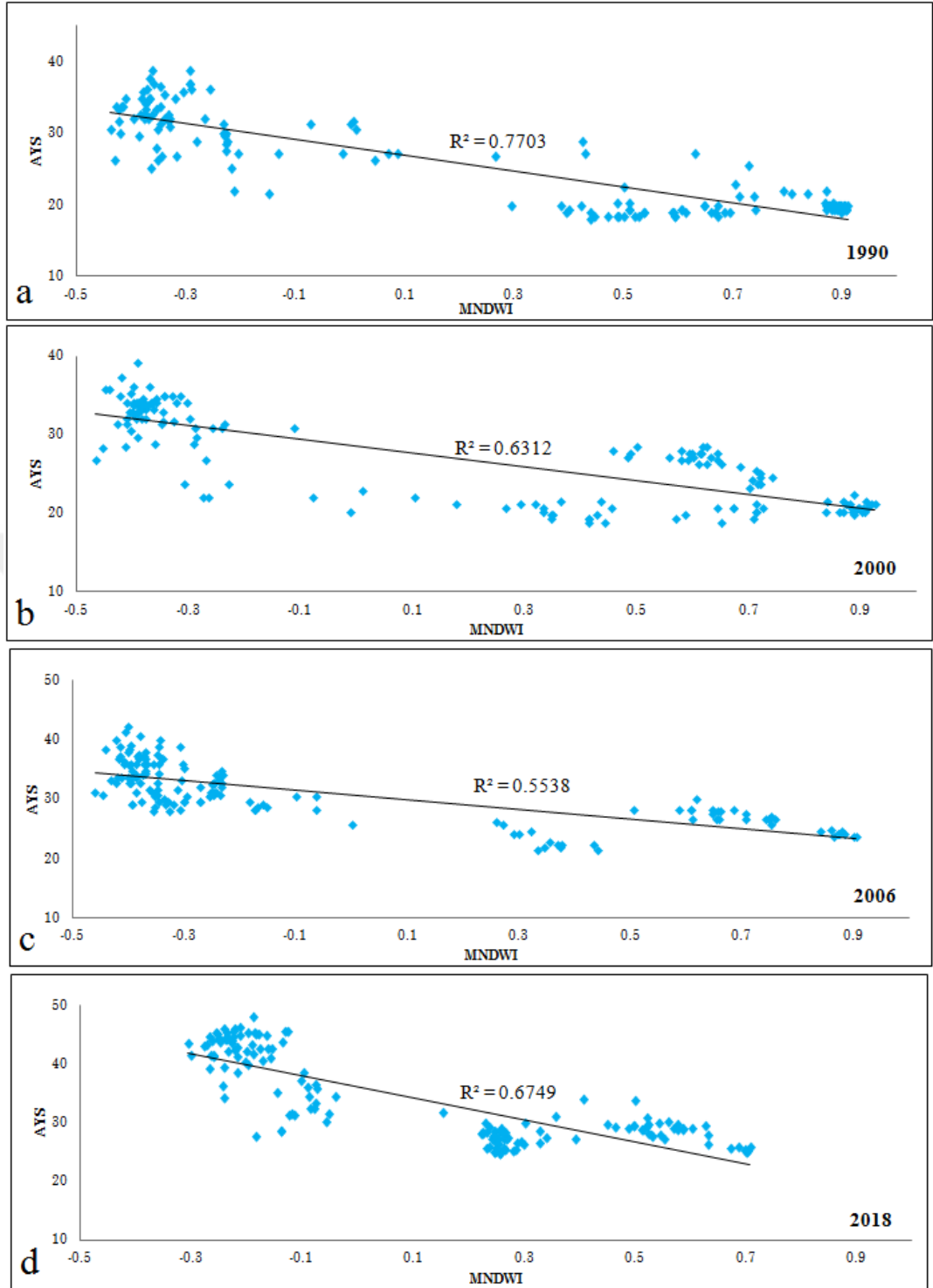


Şekil 4.32. Aksaray ilinin 2006 yılı MNDWI haritası.



Şekil 4.33. Aksaray ilinin 2018 yılı MNDWI haritası.

AYS ve MNDWI arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak ortaya konabilmesi için çalışma alanında seçilen 150 rastgele noktanın (Çizelge A.3), Landsat görüntülerinden üretilen tüm AYS ve MNDWI haritalarındaki değerleri karşılaştırılmıştır (Şekil 4.34a-d). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda AYS değerlerinin yüksek olduğu yerlerde MNDWI değerlerinin düşük, AYS değerlerinin düşük olduğu yerlerde ise MNDWI değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle, AYS değerleri ile MNDWI değerleri arasında negatif bir korelasyon söz konusudur.

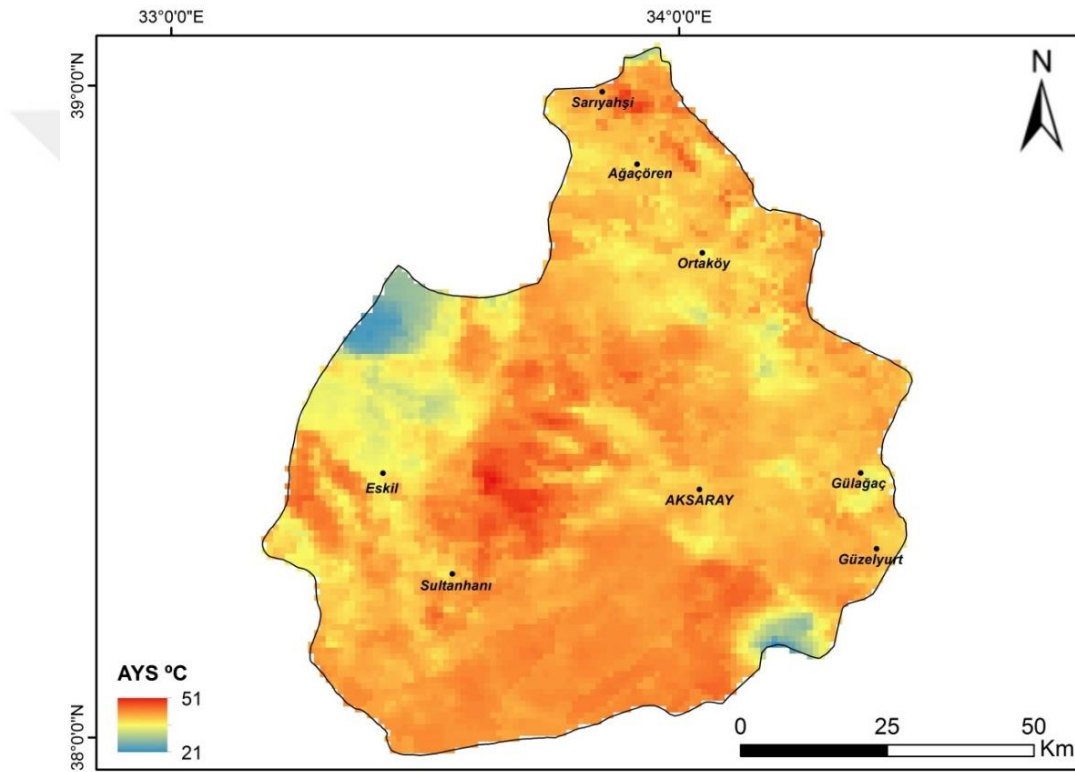


Şekil 4.34. a) 1990, b) 2000, c) 2006 ve d)2018 yıllarına ait Landsat görüntülerinden üretilen AYS ve MNDWI değerlerinin karşılaştırılması.

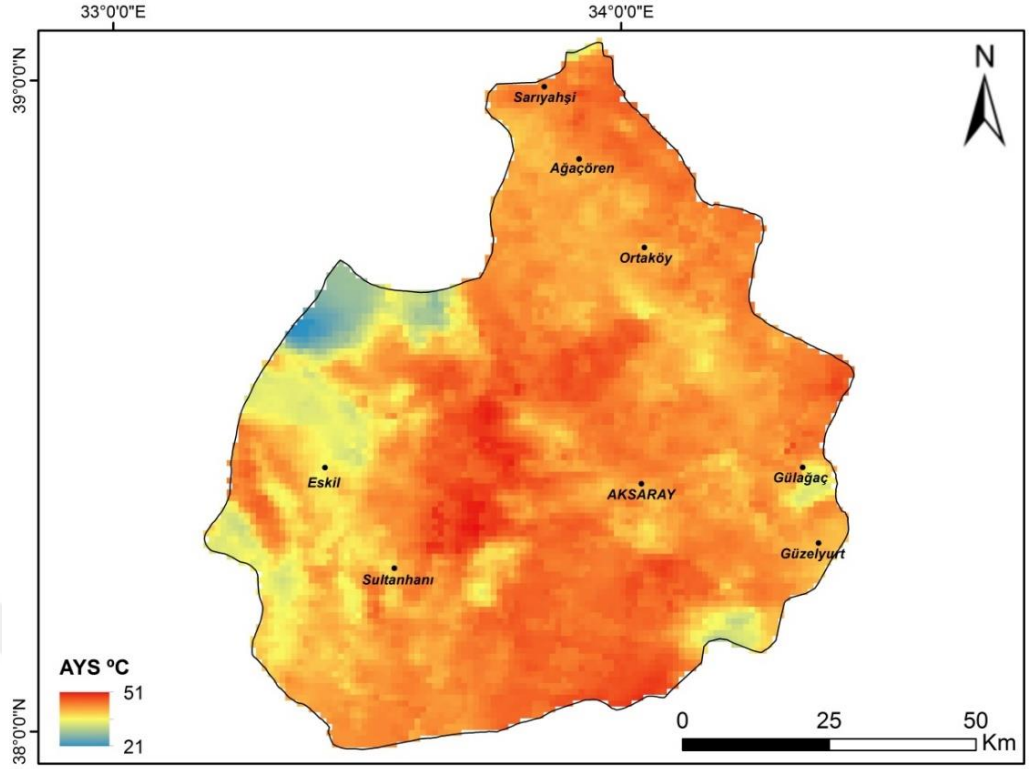
4.6 Doğruluk Analizleri

4.6.1 Landsat ve MODIS AYS değerleri arasındaki ilişki

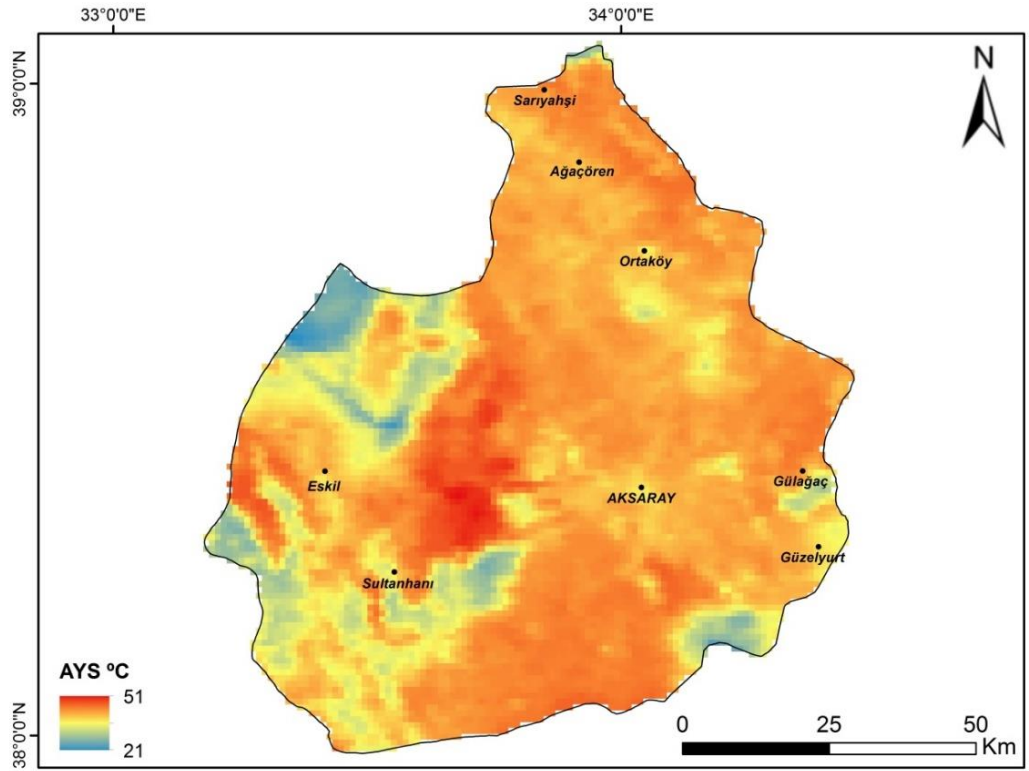
Landsat görüntüleri kullanılarak hesaplanan AYS değerlerinin doğruluğunu test etmek amacıyla öncelikle 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait MODIS MOD11A2 görüntülerinden AYS haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalara bakıldığında AYS değerlerinin maksimum 21 °C ile minimum 51 °C arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4.35, Şekil 4.36 ve Şekil 4.37).



Şekil 4.35. Aksaray ilinin 2000 yılı MOD11A2 görüntülerinden üretilmiş AYS haritası.

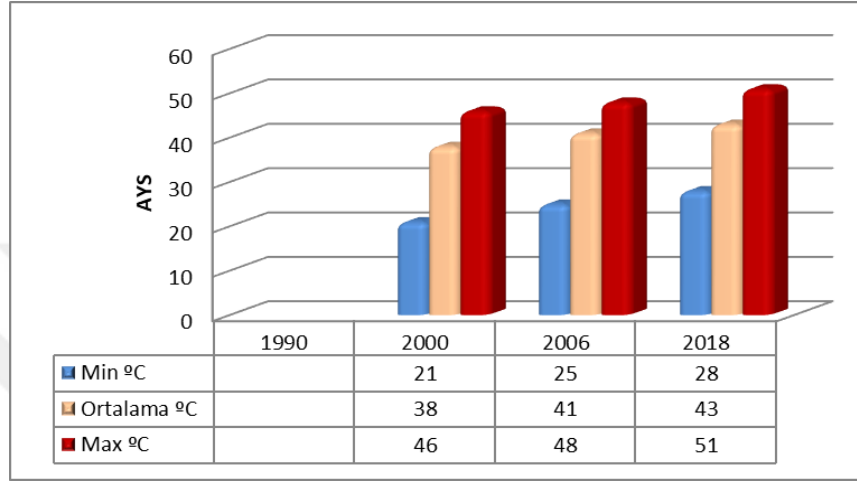


Şekil 4.36. Aksaray ilinin 2006 yılı MOD11A2 görüntülerinden üretilmiş AYS haritası.



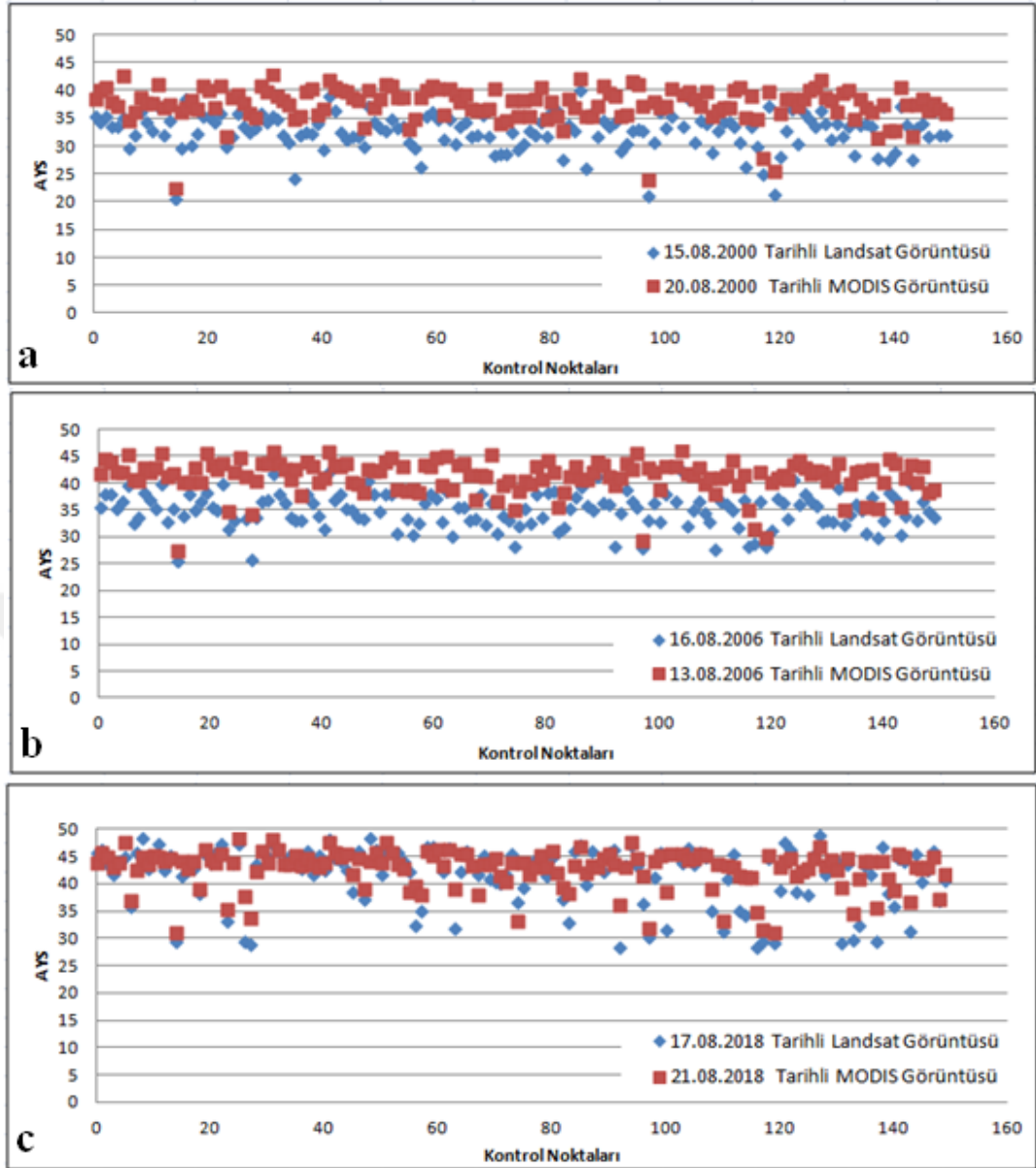
Şekil 4.37. Aksaray ilinin 2018 yılı MOD11A2 görüntülerinden üretilmiş AYS haritası.

Belirlenen tarihlerdeki tüm MODIS görüntülerinden hesaplanan minimum, ortalama ve maksimum değerler ve bunlara ait grafik Şekil 4.38’de yer almaktadır. Grafik incelendiğinde en yüksek maksimum sıcaklık değerinin 2018 yılında (51 °C) ve en düşük minimum sıcaklık değerinin 2000 yılında (21 °C), kaydedildiği tespit edilmiştir. Ayrıca ortalama sıcaklık değerlerinin ise 38 °C ile 43 °C arasında değiştiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.38. 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait MOD11A2 görüntülerinden üretilmiş AYS değerleri (MODIS Terra uydusu 1999 yılında faaliyete geçtiği için 1990 yılına ait veri bulunmamaktadır).

Tez çalışması kapsamında farklı uydu görüntülerinden üretilen AYS haritalarının karşılaştırılabilmesi amacıyla, çalışma alanı içerisinde seçilen rastgele noktaların (Çizelge A.4) tüm haritalardaki sıcaklık değerleri hesaplanarak grafikleri üretilmiştir (Şekil 4.39a-c). Elde edilen bu verilere, iki sayısal veri arasındaki ilişkiyi gösteren bir istatistiksel yöntem olan Pearson Korelasyonu uygulanmıştır. Pearson korelasyon katsayısının (r) -1 ile +1 arasında aldığı değerler korelasyonun durumunu ifade etmektedir.



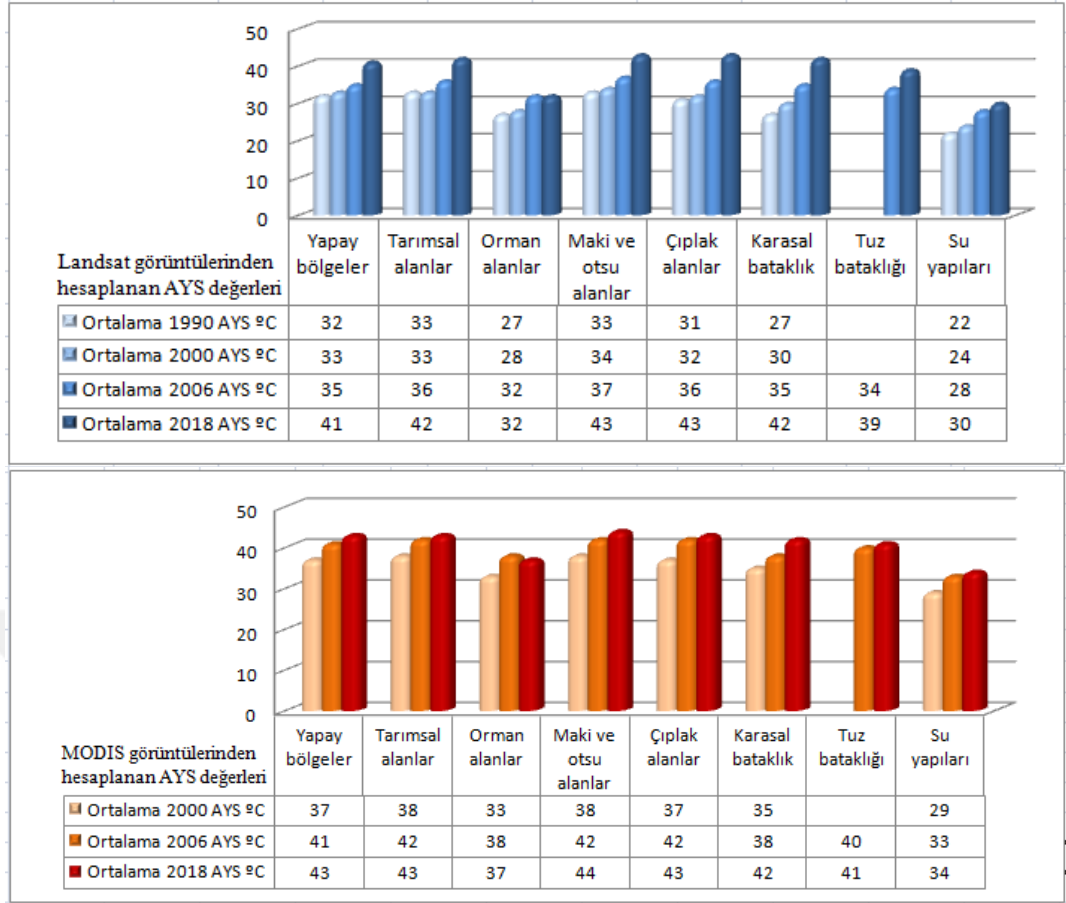
Şekil 4.39. a) 2000, b) 2006 ve c) 2018 yıllarına ait Landsat ve MODIS uydu verileri arasındaki ilişki.

Korelasyon katsayısının; $r=\pm 1$ olması, değişkenler arasındaki ilişkinin tam olduğunu; $r=0$ olması ise değişkenler arasında hiçbir ilişkinin olmadığını gösterirken, korelasyon katsayısının ± 1 'e yaklaşması ilişkinin güçlü olduğuna, 0'a yaklaşması ise değişkenler arasında zayıf bir ilişki olduğuna işaret etmektedir (Gündüz ve Ekercin, 2020; Konuk, 2011). Landsat ve MODIS görüntülerinden üretilen AYS haritalarının karşılaştırılması amacıyla seçilen noktaların sıcaklık değerlerinin kıyaslanması sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları (r) Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Belirlenen yıllarda Landsat ve MODIS uydu verileri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

Landsat görüntü tarihleri	MODIS görüntü tarihleri	Pearson korelasyon katsayısı (r)
15.08.2000	20.08.2000	0,80
16.08.2006	13.08.2006	0,83
17.08.2018	21.08.2018	0,90

Çalışmanın esas konusunu oluşturan, arazi örtüsü değişiminin AYS'ye etkisinin anlaşılabilmesi amacıyla Landsat ve MODIS görüntülerinden üretilen AYS değerleri ile CORINE AÖ/AK sınıflarındaki değişim grafikler oluşturularak incelenmiştir (Şekil 4.40). Değişimler değerlendirilirken Landsat uydularına ait 1990-2018 yıllarının görüntüleri, MODIS uydusuna ait ise 2000-2018 (1999 yılında faaliyete geçtiği için) yıllarına ait görüntüler temel alınmıştır. Her iki uydudan elde edilen verilerde de su yapıları ve ormanlık alanlarda AYS değerlerinin düşük; yapay bölgeler, çıplak alanlar, bataklık alanları, tarımsal alanlar, seyrek bitki alanları, maki ve otsu alanlarda ise AYS değerlerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca 2000 yılından 2018 yılına kadar belirlenen her sınıf içerisinde AYS değerlerinin artışı net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.40. Landsat ve MODIS görüntülerinden elde edilen AYS değerleri ile AÖ/AK alanları arasındaki ilişki.

4.6.2 Landsat AYS verileri ile meteorolojik istasyon verileri arasındaki ilişki

Çalışma alanında Landsat uydu görüntülerinden elde edilen AYS değerlerinin gerçek yüzey sıcaklık değerleri ile olan tutarlılığını kontrol etmek amacıyla kullanılan görüntüler ile eş zamanlı olarak 17192 no.lu meteoroloji istasyonundan elde edilen toprak sıcaklık değerleri karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.2). Karşılaştırma için, istasyonun ölçüm alanı ile görüntüde denk geldiği piksel alanının bire bir örtüşmemesi ihtimaline karşı, istasyonun bulunduğu pikselin merkez kabul edildiği 3x3 piksellik bir alan belirlenmiş ve bu alandaki sıcaklık değerlerinin ortalaması alınmıştır. Elde edilen arazi yüzey sıcaklık değerlerine göre, minimum farkın 2006 yılında 0,73 °C maksimum farkın ise 2018 yılında 5,46 °C olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. Meteoroloji istasyonu ve Landsat uydu verileri arasındaki sıcaklık ilişkisi.

Landsat görüntü tarihleri	Meteoroloji istasyonu sıcaklık değeri (°C)	Landsat AYS değeri (°C)
04.08.1990	32,70	31,34
15.08.2000	33,20	31,75
16.08.2006	33,70	34,43
17.08.2018	33,40	38,86

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

- Tez çalışması kapsamında, 1990, 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait CORINE verilerinden faydalanılarak Aksaray ilinin AÖ/AK haritaları ve Landsat-5 TM ve Landsat-8 OLI/TIRS uydu görüntülerinden faydalanılarak AYS haritaları oluşturulmuştur. Aynı zamanda AÖ/AK alanlarının değişimleri ile AYS değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir.
- Landsat görüntülerinden elde edilen AYS değerlerinin doğruluğunu belirlemek amacıyla yakın tarihli MODIS MOD11A2 uydu görüntülerinden AYS haritaları oluşturulmuştur ve her iki sensörden alınan veriler, çalışma alanı içerisinde rastgele belirlenen noktalar kullanılarak korele edilmiştir. 2000, 2006 ve 2018 yıllarına ait veriler üzerinden yapılan bu değerlendirmede Pearson korelasyon katsayıları sırasıyla 0,80, 0,83 ve 0,90 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler neticesinde iki veri seti arasında 2000 yılında yüksek, diğer yıllarda ise çok yüksek korelasyon olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.1).
- Diğer taraftan Landsat görüntüleri ile eş zamanlı olarak, çalışma alanı içerisinde toprak sıcaklığı ölçümü alan meteoroloji istasyonuna ait veriler karşılaştırılmıştır. Uydu görüntülerinden hesaplanan sıcaklık değerleri ile yersel ölçümlerden elde edilen sıcaklık değerleri arasındaki ortalama fark 2,25 °C'dir. Dağlıyar vd. (2015), Kahramanmaraş ilinin 1992 yılına ait Landsat uydu görüntüsünden elde ettikleri AYS değerleri ile eş zamanlı meteoroloji yer istasyon verilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında uydu görüntüsünden hesaplanan sıcaklık değeri ile istasyonun ölçtüğü ortalama sıcaklık değerleri arasındaki farkın 2,22 °C olduğunu hesaplamışlardır. Benzer şekilde Avdan ve Kaplan (2016), Toronto ve Moncton (Kanada)'da 2015 yılına ait Landsat-8 uydu görüntülerini kullanarak AYS haritaları ürettikleri çalışmalarında, uydu görüntüleri ile eş zamanlı meteorolojik istasyon verilerini karşılaştırmış ve ortalama sıcaklık farkının Toronto'da 2,69 °C ve Moncton (Kanada)'da ise 2,71 °C olduğunu hesaplamış ve sonuçların tutarlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu tez çalışması kapsamında da uydu görüntülerinden hesaplanan AYS değerleri ile yersel ölçümler ile elde edilen değerler arasındaki ortalama sıcaklık farkı literatürdeki çalışma sonuçları aralığı içindedir (Çizelge 4.2).

- Landsat uydu verilerinden hesaplanan AYS değerleri incelendiğinde, 28 yıllık zaman diliminde çalışma alanı içerisinde ortalama AYS değerlerinin 32 °C'den 42 °C ye yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.17). Bu yükseliş 1990, 2000 ve 2006 yılları arasında görece daha düşük iken (~2 °C), 2006 yılı sonrasında çok daha yüksek bir değere ulaşmıştır (7 °C). Orhan (2014) Aksaray'ın da içinde olduğu Konya Kapalı Havzası'nın 1975-2011 yılları arasında kuraklık analizlerini yaptığı çalışmada bölgedeki meteorolojik istasyonların pek çoğundan elde edilen verilere göre 2006 ve 2008 yıllarının en kurak geçen yıllar olduğunu ifade etmiştir. Çalışma kapsamında hesaplanan AYS değerlerinin 2006 yılından sonra daha hızlı yükselmesi bu durum ile tutarlıdır.
- Tez çalışmada belirlenen arazi yüzey sınıflarında seçilen her yıl için minimum, ortalama ve maksimum yüzey sıcaklıkları hesaplanmış ve bu alanlarda yıllara bağlı olarak meydana gelen sıcaklık değişimleri tespit edilmiştir (Şekil 4.40).
- Çalışma alanı genelinde tüm yüzey alanlarındaki değişim incelendiğinde, özellikle yapay alanlarda yoğun bir artış, yeşil alanlarda ise azalış olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte yapay bölgelere dönüşen alanlarda AYS değerlerinin görece yüksek, ormanlık alanlar ve su yapılarına dönüşen alanlarda ise daha düşük olduğu görülmüştür.
- Çalışma bölgesinde 1990-2018 yılları arasında en fazla arazi sınıfı alanı artışının yapay bölgelerde %78,76 oranında olduğu ve kentleşmedeki bu yoğun artışın il ve ilçe merkezlerinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu değişimin AYS üzerindeki etkisinin daha detaylı anlaşılabilmesi amacıyla belirlenen tarihler için çalışma alanının NDBI haritaları oluşturulmuş ve bu haritalardan elde edilen veriler AYS haritalarından elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır. İki veri seti arasında literatürde yer alan farklı çalışmalarda olduğu gibi (Akyürek, 2020; Chen vd., 2016; Çelik, 2019) pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Bu sonuç yapay alanlardaki artışın AYS'nin yükselmesine doğrudan etkili olduğuna işaret etmektedir. Yine belirlenen yıllar arasında yapay bölgeler sınıfında ortalama sıcaklık değişiminin 9 °C olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yapay bölgelerin (beton, asfalt vb.) artmasına bağlı ısı adası oluşumu ile ifade edilebilir (Yüksel ve Yılmaz, 2008).
- Çalışma alanı içerisinde ormanlık alanların %17,86 oranında azaldığı ve bu alanlarda ortalama sıcaklık değerinin 5 °C arttığı tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca özellikle bitki örtüsü ile kaplı alanlardaki yüzey örtüsü ve yüzey

sıcaklığı değişimi arasındaki ilişkinin ortaya konulması amacıyla, AYS haritaları oluşturulurken kullanılan NDVI haritaları ile AYS haritaları karşılaştırılmış ve negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. Literatürdeki farklı örneklerde de görüldüğü gibi (Hua ve Ping, 2018; Mercan 2020) negatif yönlü bu ilişki, bitki örtüsü ile kaplı alanların azalmasının, yüzey sıcaklığı artışındaki temel parametrelerden biri olduğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır.

- Bölgede su örtüsündeki değişimin AYS üzerindeki etkisinin daha detaylı anlaşılabilmesi amacıyla belirlenen tarihler için çalışma alanının MNDWI haritaları oluşturulmuş ve bu haritalardan elde edilen veriler AYS haritalarından elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda iki veri seti arasında negatif yönlü bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. İki veri seti arasındaki bu negatif yönlü korelasyon literatürdeki farklı çalışmalarda da ifade edildiği gibi (Ergene 2016; Sun vd., 2012) AYS değerlerinin düşük olmasında su yapılarının doğrudan etkili olduğuna işaret etmektedir.
- Çalışma kapsamında kullanılan tüm görüntülerden üretilen AYS haritalarına bakıldığında yapay, çıplak alanların daha yüksek, buna karşın ormanlık ve sulak alanların daha düşük AYS değerlerine sahip olduğunu ifade etmek mümkündür. Söz konusu bölgeler arasında 3 °C ile 12 °C arasında değişen sıcaklık farklılıkları söz konusudur (Şekil 4.40).
- CORINE arazi örtüsü sınıflarına bakıldığında, en geniş yüzey alanını Aksaray'ın %65'ini kaplayan tarım alanları oluşturmaktadır. Bu alanlarda da tüm yıllara ait ortalama sıcaklık değerleri görece olarak yüksektir. Çalışmada kullanılan görüntülerin Ağustos ayına ait olması ve bölgede bu aylarda ürün hasatının yapılıyor olmasının, tarım alanlarının daha yüksek ısı tutma potansiyeline sahip olmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Bu alanlardaki sıcaklık değerlerinin çıplak arazi alanlarındaki sıcaklık değerleri ile yakın olması da bu görüşü desteklemektedir (Şekil 4.40). Ayrıca, literatürde uydu görüntülerinin gündüz kayıt edilmesi nedeniyle, tarımsal alanlar, karasal bataklıklar ve otlak meralar (maki ve otsu alanlar) gibi açık alanların yüksek sıcaklık değerlerine sahip olduğuna işaret edilmektedir (Ahmed 2015).
- Landsat görüntülerinden elde edilen AYS değerlerinde olduğu gibi MODIS görüntülerinden elde edilen AYS değerleri incelendiğinde de yıllar içerisinde her arazi sınıfı için net bir sıcaklık artışı olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 4.40).

- 1990-2018 yılları arasında Aksaray ili genelinde Landsat görüntülerinden elde edilen ortalama AYS artışı 10 °C'dir. Türkiye genelinde AÖ/AK değişiminin AYS değişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı diğer çalışmalar incelendiğinde benzer sonuçlar ile karşılaşmak mümkündür. Orhan ve Ekercin (2015), Aksaray'ın da içinde bulunduğu Konya Kapalı Havzası'nda Landsat uydu görüntüleri yardımı ile 1984-2001 yılları arasında AYS değerlerinin 2 ila 3 °C yükseldiğini tespit etmişlerdir. Aslan (2016), 2001-2014 yılları arasında Antalya ilinin ortalama AYS değerinin 2,5 °C arttığını, AÖ/AK sınıflarında ise en fazla artışın 5,49 °C ile sanayi bölgeleri ve 5,15 °C boş alanlarda, en az artışın ise 1 °C ile su yapılarında olduğunu gözlemlemiştir. Yazar benzer şekilde Burdur ve Isparta illerinde de 13 yıllık periyotta ortalama AYS değerlerinin sırasıyla 1,2 °C ve 1,1 °C arttığını belirtmiş, bu illerde de artışın en yüksek olduğu arazi türünün boş alanlar olduğunu tespit etmiştir. Yamak vd. (2019), Bursa ilinde 1988-2018 yılları arasında maksimum AYS artışının 8 °C olduğunu ve en yüksek sıcaklık değerinin artan kentleşme ile birlikte yerleşim alanlarında görüldüğünü ifade etmişlerdir. Akkurt (2020), 1990-2018 yılları arasında Eskişehir ilinin AYS değerlerinde 6,7 °C sıcaklık artışı olduğunu ve yapay alanlarda sıcaklık değerlerinin fazla, sulak alanlar ile orman ve yarı ormanlık alanlarında sıcaklık değerlerinin az olduğunu tespit etmiştir.
- İklim değişikliği ve kuraklık gibi etmenlerden dolayı AÖ/AK sınıflarının değişmesinin ve buna bağlı olarak AYS değerlerinin artmasının normal olduğunu söylemek mümkündür. Ancak antropojenik faaliyetlerin artması ile birlikte yapay alanların hızlı bir şekilde genişlemesi, gıda ihtiyacına çözüm olarak tarım alanlarının artması ve bu alanların eski sulak alanlar ya da ormanlık alanlardan sağlanması bir bölgedeki AYS değerlerinin olması gerekenden çok daha hızlı artmasına neden olduğu bilinmektedir. Ancak burada unutulmaması gereken, tez kapsamında yapılan uygulamada elde edilen sonuçların atmosferik ısınmadan kaynaklı iklim değişikliği ile beraber ortaya çıkan sıcaklık değerleri değil, insan faaliyetleri nedeni ile yıllar içerisinde değişen AÖ/AK'nın AYS değerlerine etkisi olduğudur.
- İlaveten, su ve bitki örtüsü ile kaplı alanların AYS değerlerinin daha düşük olduğu da yukarıda ifade edildiği gibi farklı çalışmalarca doğrulanmıştır. Bu nedenle sadece çalışma alanında değil, artan nüfus taleplerinin bulunduğu tüm alanlarda yapılacak şehir planlamalarında, hızlı sıcaklık ve kentsel ısı adası artışının engellenebilmesi için öncelikle var olan yeşil alanların korunması ve uygun

bölgelerde yeşil alanların ve mümkünse sulak alanların genişletilmesi gerekmektedir.



KAYNAKLAR

- Aboelnour, M. ve Engel, B.A., 2018. Application of remote sensing techniques and geographic information systems to analyze land surface temperature in response to land use/land cover change in Greater Cairo Region, Egypt, *Journal of Geographic Information System*, 10, 1, 57-88.
- Aggarwal, S., 2003. Photogrammetry and remote sensing division Indian institute of remote sensing, Dehra Dun, *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology Proceedings of the Training Workshop 7-11 July*, Dehra Dun, India, 23-38.
- Ahmed, S.O., 2015. Determining the impact of urban expansion on land surface temperature in Adana-Turkey, *Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Akkurt, A., 2020. Arazi örtüsü/kullanım değişimlerinin yer yüzey sıcaklığına olan etkisinin araştırılması (Eskişehir ili örneği), *Yüksek Lisans Tezi*, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eskişehir.
- Akyürek, Ö., 2020. Termal uzaktan algılama görüntüleri ile yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi: Kocaeli örneği, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6, 2, 377-390.
- Amiri, A.M., 2018. Develi Ovası'nda arazi yüzey sıcaklık değişimlerinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Aslan, N., 2016. Landsat uydu görüntülerinden kentsel ısı adalarının belirlenmesi: Batı Akdeniz Bölgesi örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Avdan, U. ve Jovanovska, G., 2016. Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data, *Journal of Sensors*, 2006, 2, 1-8.
- Bektaş Balçık, F., 2011. Yapay alan değişiminin uzaktan algılama indeksleri ile belirlenmesi, İstanbul Örneği, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. URL adres: https://www.hkmo.org.tr/etkinlikler/cbs/etkinlik_bildirileri_detay.php?etkinlik_kod=23&bilkod=620 Erişim tarihi: 15.09.2021.
- Barsi, J., Schott, J., Hook, S., Raqueno, N., Markham, B. ve Radocinski, R., 2014. Landsat-8 thermal infrared sensor (TIRS) vicarious radiometric calibration. *Remote Sensing*, 6, 11, 11607-11626.
- Chander, G. ve Markham, B., 2003. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41, 11, 2674-2677.
- Chander, G. ve Groeneveld, D. P., 2009. Intra-annual NDVI validation of the Landsat 5 TM radiometric calibration. *International Journal of Remote Sensing*, 30, 6, 1621-1628.

- Chen X. L., Zhao H. M., Li P. X., ve Yin Z. Y., 2006. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes, *Remote Sensing of Environment*, 104, 2, 133-146.
- Coll, C., Galve, J. M., Sánchez, J. M. ve Caselles, V., 2010. Validation of Landsat-7/ETM+ thermal-band calibration and atmospheric correction with ground-based measurements, *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 48, 1, 547–555.
- Çelik, B., 2019. Arazi örtüsü değişimlerinin kentsel ısı adalarına olan etkilerinin zamansal ve mekansal olarak araştırılması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çiçek, İ., Yılmaz, E., Türkoğlu, N. ve Çalışkan, O., 2013. Ankara Şehrinde Yüzey Sıcaklıklarının Arazi Örtüsüne Göre Mevsimsel Değişimi, *International Journal of Human Sciences*, 10, 1, 621-640.
- Dağlıyar, A., Avdan, U. ve Uça Avcı, Z.D., 2015. Uzaktan algılama verileri yardımıyla Kahramanmaraş ili ve çevresinin yer yüzey sıcaklığının belirlenmesi, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Teknik Sempozyumu*, Konya, Bildiriler Kitabı, 324-331.
- Dihkan, M., Karslı, F. ve Güneröğlu, A., 2013. Uydu verileri ile arazi yüzey sıcaklığının haritalanması, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Teknik Sempozyumu*. URL adres: <http://www.tufuab.org.tr/images/dergi/makaleler/5d69dc892ba6e79.pdf> Erişim tarihi: 25.08.2021.
- 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.
- Gerçek, D. ve Türkmenoğlu Bayraktar, N., 2014. Kentsel ısı adası etkisinin uzaktan algılama ile tespiti ve değerlendirilmesi: İzmit Kenti Örneği, 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu. URL adres: http://uzalcbs.org/wp-content/uploads/2016/11/2014_001.pdf Erişim tarihi: 25.08.2021.
- Ghobadi Y., Pradhan B., Shafri H. ve Kabiri, K., 2014. Assessment of spatial relationship between land surface temperature and landuse/cover retrieval from multi-temporal remote sensing data in South Karkheh Sub-basin, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 8, 1, 525-537.
- Gündüz, H.İ. ve Ekercin, S., 2020. Landsat-8 uydu görüntüleri kullanılarak hava kalitesi haritasının oluşturulması: Aksaray ili örneği. *Harita Dergisi*, 163, 50-57.
- Hua K. A, ve Ping, O, W., 2018. The influence of land-use/land-cover changes on land surface temperature: a case study of Kuala Lumpur metropolitan city, *European Journal of Remote Sensing*, 51, 1, 1049-1069.

- Jensen J. R., 2007. Thermal infrared remote sensing, Department of Geography. University of South Carolina, Columbia, South Carolina. 29208.
- Kaptan, S., 2021. Arazi örtüsü ile meşcere gelişim çağı ve kapalılığı kategorilerindeki zamansal değişimlerin incelenmesi: Karabiga Orman İşletme Şefliği örneği. Turkish Journal of Forestry, 22, 2, 97-104.
- Kavzoğlu, T. ve Çölkesen, İ., 2011. Uzaktan algılama teknolojileri ve uygulama alanları, Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı. URL adres: https://www.gtu.edu.tr/Files/UserFiles/80/jeodezi/yayinlar/pdf/kavzoglu_Colkesen_Calistay.pdf Erişim tarihi: 25.08.2021.
- Kesgin Atak, B. ve Ersoy Tonyaloğlu, E., 2020. Alan kullanım/arazi örtüsü ve bitki örtüsündeki değişimin arazi yüzey sıcaklığına etkisinin değerlendirilmesi: Aydın ili örneği, Türkiye Ormancılık Dergisi, 21, 4, 489-497.
- Konuk A., 2011. Coğrafi bilgi sistemleri için temel istatistik, Birinci Baskı, Anadolu Üniversitesi Web Ofset, Eskişehir, 2016.
- Latif, M. S., 2014. Land surface temperature retrieval of landsat-8 data using split window algorithm-a case study of Ranchi District. International Journal of Engineering Development and Research, 2, 4, 2840-3849.
- Levin, N., 1999. Fundamentals of remote sensing, 1st Hydrographic Data Management Course, IMO—International Maritime Academy, Trieste, 76.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. ve Chipman, J., 2004. Remote sensing and image interpretation. fifth edition, New York: John Wiley & Sons, 4p.
- Lv, Z. ve Zhou, Q., 2011. Utility of Landsat Image in the Study of Land Cover and Land Surface Temperature Change, Procedia Environmental Sciences, 10, 1287–1292.
- Mallick, J. Kant, Y. ve Bharath, B.D., 2008. Estimation of land surface temperature over Delhi using Landsat-7 ETM+, J. Journal of Indian Geophysical Union., 12, 131-140.
- McFeeters, S.K., 1996. The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing, 17, 7, 1425-1432.
- Mercan, Ç., 2020. Yer Yüzey Sıcaklığının Termal Uzaktan Algılama Görüntüleri İle Araştırılması: Muş İli Örneği, Uzaktan Algılama Dergisi, 2, 2, 42-49.
- Meyer, W. B., 1995. Past and present land use and land cover in the USA. Consequences 1, 1, 25-33.
- Oğuz, H. ve Zengin, M., 2009. Erzurum kenti arazi örtüsü/arazi kullanım değişimlerinin (1987-2007) uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla belirlenmesi. 3. DEÜ CBS Sempozyumu, İzmir.

- Orhan, O., 2014. Konya Kapalı Havzası'nda uzaktan algılama ve cbs teknolojileri ile iklim değişikliği ve kuraklık analizi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Orhan, O., 2020. Mersin ilindeki kentsel büyümenin yer yüzey sıcaklığı üzerine etkisinin araştırılması, *Geomatik Dergisi*, 6, 1, 69-76.
- Orhan, O. ve Ekercin. S., 2015. Konya Kapalı Havzasında uzaktan algılama ve cbs teknolojileri ile iklim değişikliği ve kuraklık analizi, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Teknik Sempozyumu, Konya, Bildiriler Kitabı, 202-208.
- Orhan, O. ve Yakar, M., 2016. Investigating land surface temperature changes using landsat data in Konya, Turkey, *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 41, B8.
- Örmeci C., 1987. Uzaktan algılama (temel esaslar ve algılama sistemleri). Cilt 1, Đ.T.Ü. Matbaası, İstanbul, 112 s.
- Özdoğan, G., 2015. Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Tuzla (Palas) Gölü'nün yüzey suyu sıcaklık değişimlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Özkök, M.K., Tok, E., Gündoğdu, H.M. ve Demir, G., 2017. Arazi yüzey sıcaklığı farklılaşmalarının kentsel gelişim ve planlama süreçleri açısından uzaktan algılama verileri ile değerlendirilmesi: Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı alt bölgesi örneği, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 5, 2, 69 – 79.
- Pal, S. ve Ziaul, S. K., 2017. Detection of land use and land cover change and land surfacetemperature in English Bazar urban centre. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20, 1, 125-145.
- Qin, Z., Karnieli, A. ve Berliner, R., 2001. A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. *International Journal of Remote Sensing*, 22, 18, 3719–3746.
- Roy, S., Pandit, S., Eva, E. E., Bagmar, M. S. H., Papia, M., Banik, L., Dube, T., Rahman, F., ve Razi, M.A., 2020. Examining the nexus between land surface temperature and urban growth in chattogram metropolitan area of Bangladesh uaing long term landsat series data. *Urban Climate*, 2, 2020, 1-22.
- Schowengerdt, R.A., 1997. Remote sensing: models and methods for image processing, ikinci baskı, Academic Press, USA, ISBN: 0-12-628981-6.
- Sertel E. ve Örmeci, C., 2009. Uzaktan algılama verilerini iklim biliminde kullanım olanakları, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. URL adres: https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/a0f19df72fef049_ek.pdf Erişim tarihi: 20.08.2021.

- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C. ve Paolini, L., 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. Remote Sensing of environment, 90, 4, 434-440.
- Sulauiman, C.S., 2018. Assessment the impact of urban expansion on land surface temperature using gis and rs techniques from the case of Soran-Erbil, Irak, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Sun, Q., Wu, Z. ve Tan, J., 2012. The relationship between land surface temperature and land use/land cover in Guangzhou, China. Environmental Earth Sciences, 65, 6, 1687-1694.
- Sunar F., Özkan C. ve Osmanoğlu B., 2011. Uzaktan algılama, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, ISSN: 978-975-06-0995-
- Şekertekin, A., Kutoğlu, Ş.H., Kaya, Ş. ve Marangoz, A.M., 2015. Uydu verileri ile arazi örtüsündeki yer yüzey sıcaklığı değişimlerinin analizi: Zonguldak örneği, Türkiye, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. URL adres: https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/82d5c1f3a23df2c_ek.pdf Erişim tarihi: 18.07.2021.
- Şekertekin, A. ve Marangoz, A., 2019. Zonguldak metropolitan alanındaki arazi kullanımı arazi örtüsünün yer yüzey sıcaklığına etkisi, Geomatik Dergisi, 4, 2, 101-11.
- Taşdelen, Ö., 2019. Yer yüzey sıcaklık haritalarının yerel ve ülke ölçeğinde zamansal ve mekansal olarak uzaktan algılama ile tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Tucker C.J., 1979. Red and photographic infrared linear combinations monitoring vegetation. Journal of Remote Sensing Environment, 8, 2, 127-150.
- Turner, B., Meyer, W.B. ve Skole, D.L., 1994. Global land-use/land-cover change: Towards an integrated study. Ambio. Stockholm, 23, 1, 91-95.
- Watson, R.T., Noble, I.R., Bolin, B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J. ve Dokken, D.J., 2000. Land use, land-use change and forestry: a special report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Yakar, İ. ve Bilgi, S., 2019. Land surface temperature mapping by the use of remote sensing and gis: case of İstanbul metropolitan area, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Teknik Sempozyumu, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, Bildiriler Kitabı, 77-81.

- Yamak, B, Yağcı., Z, Bilgilioğlu, B.B. ve Çömert, R., 2019. Kentleşmenin arazi yüzey sıcaklığına etkisinin araştırılması Bursa ili örneği, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Teknik Sempozyumu, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, Bildiriler Kitabı, 195-201.
- Yuan, F. ve Bauer, M. E., 2006. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery, Remote Sensing of environment, 106, 3, 375-386.
- Yüksel Ü. D. ve Yılmaz O., 2008. Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23, 4, 937-952.
- Zheng, Y., Ren, H., Guo, J., Ghent, D., Tansey, K., Hu, X., Nie, J. ve Chen S., 2019. Land surface temperature retrieval from Sentinel-3A sea and land surface temperature radiometer, Using a Split-Window Algorithm. Remote Sensing, 11, 6, 650.
- Zha, Y., J. Gao. ve S. Ni., 2003. "Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery." International Journal of Remote Sensing 24, 3, 583-594.
- URL-1<<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2020-37210>>, Erişim Tarihi: 17.012021.
- URL-2 < <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/index.html> >, Erişim Tarihi: 28.05.2021.
- URL-3 < <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/araziortususiniflari.html> >, Erişim Tarihi: 10.06.2021.
- URL-4 < https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-satellite-missions?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con >, Erişim Tarihi: 15.03.2021.
- URL-5 < http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=20 >, Erişim Tarihi: 16.03.2021.
- URL-6< http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=49 >, Erişim Tarihi: 17.03.2021.
- URL-7 < https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-9?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con >, Erişim Tarihi: 17.10.2021
- URL-8 < https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-5?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con >, Erişim Tarihi: 17.08.2021.

URL-9 < https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con>, Erişim Tarihi: 11.04.2021.

URL-10 < <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/> >, Erişim Tarihi: 28.04.2021.

URL-11 < https://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/land_atbd.php/ >, Erişim Tarihi: 28.04.2021.

URL-12< <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/using-usgs-landsat-level-1-data-product> >, Erişim Tarihi: 17.07.2021.



EKLER

EK A. Çizelgeler

Çizelge A.1. Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDVI ve AYS değerleri.

No	Y	X	NDVI 1990	AYS (°C) 1990	NDVI 2000	AYS (°C) 2000	NDVI 2006	AYS (°C) 2006	NDVI 2018	AYS (°C) 2018
1	4319962	579735	0,029	33	0,045	35	0,000	35	0,122	42
2	4314879	583748	0,026	33	0,046	35	-0,025	37	0,111	44
3	4305783	588563	0,056	31	0,559	26	-0,004	37	0,097	43
4	4296954	594181	0,062	32	0,000	34	-0,043	36	0,075	46
5	4292314	578040	0,064	31	0,000	31	0,006	33	0,089	45
6	4292139	572779	0,028	30	0,043	31	0,028	32	0,086	43
7	4291069	599265	0,033	32	0,084	35	-0,006	36	0,107	42
8	4287323	601672	0,049	35	0,046	37	-0,005	38	0,105	45
9	4284112	575179	0,074	30	0,122	31	0,017	33	0,147	43
10	4281170	601940	0,139	34	0,297	34	0,275	36	0,157	44
11	4279297	578397	0,084	31	0,047	32	0,054	32	0,174	44
12	4279565	605418	0,138	31	0,052	36	0,022	34	0,139	44
13	4278495	591506	0,328	30	0,353	30	0,172	35	0,280	37
14	4278771	573462	0,118	34	0,050	34	-0,006	35	0,100	46
15	4276354	578129	0,041	32	-0,017	32	-0,020	34	0,126	43
16	4275550	563514	-0,027	38	-0,021	35	-0,035	37	0,075	46
17	4275552	579199	0,071	32	0,031	33	0,041	36	0,130	42
18	4271920	549612	-0,092	28	-0,075	33	-0,088	32	0,039	39
19	4271806	587225	0,034	34	0,005	33	-0,018	41	0,124	42
20	4271904	574607	0,023	33	0,038	32	0,005	38	0,136	41
21	4270237	562452	-0,013	28	-0,051	35	-0,049	35	0,079	46
22	4268061	598997	0,145	27	0,156	28	0,082	30	0,157	37
23	4266455	565555	0,019	37	0,077	35	0,019	43	0,092	48
24	4265987	550586	-0,094	32	-0,082	30	-0,078	34	0,049	30
25	4265610	579948	0,026	38	-0,020	33	-0,029	43	0,123	44
26	4265800	611421	0,052	30	0,014	32	-0,015	34	0,073	45
27	4264850	609163	0,032	33	0,056	34	0,009	35	0,098	45
28	4264216	560946	-0,029	31	-0,041	31	-0,052	33	0,076	39
29	4262939	614282	0,000	34	0,000	37	-0,027	38	0,090	47
30	4261985	583953	0,025	38	-0,013	34	-0,033	36	0,422	41
31	4261907	584015	0,006	38	-0,024	34	-0,026	36	0,091	44
32	4261372	598729	0,074	32	0,067	33	0,000	37	0,106	44
33	4260837	564753	0,169	33	0,106	34	0,043	42	0,115	48
34	4260856	549166	-0,095	31	-0,103	30	-0,094	34	0,044	25
35	4258933	591583	0,031	33	0,030	34	-0,004	35	0,115	43
36	4258697	524622	0,116	26	0,104	28	0,053	35	0,109	42

Çizelge A.1. (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDVI ve AYS değerleri.

37	4257939	573437	0,097	32	0,034	33	0,297	32	0,438	34
38	4257398	532966	0,060	26	0,028	30	0,011	32	0,151	40
39	4257616	571712	0,079	34	0,057	28	0,030	37	0,404	32
40	4256835	555914	0,049	38	0,066	40	0,006	40	0,109	48
41	4256690	544477	-0,029	30	-0,033	32	-0,046	31	0,072	36
42	4256414	575729	0,451	26	-0,016	34	0,439	28	0,338	36
43	4255302	577711	0,029	36	0,000	36	0,064	36	0,401	32
44	4254565	559264	0,028	36	-0,009	34	-0,029	37	0,096	45
45	4254684	586155	0,011	36	-0,005	34	-0,014	38	0,086	46
46	4254149	600870	-0,006	34	0,010	33	-0,033	35	0,124	45
47	4254236	577875	0,013	36	0,045	36	0,045	40	0,277	40
48	4252448	556295	0,125	34	0,099	37	0,036	38	0,126	48
49	4252276	528903	0,052	27	-0,016	30	-0,041	34	0,091	45
50	4250137	543237	-0,029	30	-0,037	32	-0,045	33	0,079	40
51	4250314	553508	0,041	38	0,011	41	0,006	39	0,114	48
52	4250136	603278	0,007	33	0,141	34	0,075	38	0,124	46
53	4249872	559707	0,023	36	0,000	34	-0,009	36	0,098	45
54	4247658	551029	-0,025	34	-0,009	37	-0,031	37	0,083	46
55	4248046	583163	0,083	35	0,557	23	0,203	32	0,172	37
56	4247304	546867	0,062	32	0,009	34	-0,012	36	0,095	45
57	4247375	620976	0,089	28	0,043	32	0,063	30	0,195	36
58	4247056	526780	0,365	27	0,034	29	0,039	30	0,093	37
59	4246822	528792	0,407	27	0,138	28	0,385	29	0,469	32
60	4246728	619898	0,044	33	0,078	29	0,063	31	0,080	43
61	4246836	617419	0,099	34	0,634	22	0,156	30	0,432	30
62	4246488	607003	0,118	28	0,274	30	0,370	34	0,189	41
63	4245887	558821	0,184	34	0,056	39	0,074	40	0,072	50
64	4245933	529681	0,315	28	0,063	30	0,013	33	0,362	36
65	4246081	616341	0,169	28	0,211	28	0,272	31	0,568	31
66	4245802	568636	0,208	31	0,016	35	0,374	32	0,283	36
67	4245977	613640	0,101	34	0,088	28	0,515	28	0,483	31
68	4245686	607259	0,119	28	0,529	27	0,374	28	0,313	34
69	4245434	615910	0,055	33	0,119	26	0,333	30	0,495	30
70	4245629	565925	0,281	26	0,524	30	0,308	31	0,573	30
71	4245012	576519	0,189	30	0,161	31	0,140	38	0,561	30
72	4245053	601672	0,061	32	0,029	32	0,159	33	0,118	45
73	4244470	554128	0,052	37	0,006	38	0,011	40	0,111	47
74	4244356	615802	0,076	35	0,067	32	0,571	29	0,586	32
75	4244245	570078	0,221	33	0,000	36	0,417	33	0,389	33
76	4243278	616125	-0,006	32	-0,018	32	-0,018	33	0,089	39
77	4242561	528589	0,374	26	0,041	28	0,551	25	0,516	28
78	4242529	530878	0,075	32	0,071	30	0,036	34	0,298	41

Çizelge A.1. (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDVI ve AYS değerleri.

79	4242720	596924	0,073	32	0,061	31	0,029	32	0,112	43
80	4242257	549789	0,092	30	0,000	35	-0,030	38	0,096	45
81	4242226	590910	0,173	31	0,095	33	0,121	35	0,188	44
82	4241583	520138	0,111	29	0,469	28	0,137	30	0,491	27
83	4241613	525130	0,028	32	0,000	34	-0,025	37	0,106	45
84	4241783	609155	0,155	28	0,292	29	0,235	30	0,262	37
85	4241106	558910	0,017	37	0,000	38	-0,014	42	0,113	48
86	4240788	520699	0,138	25	0,027	32	0,413	25	0,516	30
87	4240460	521120	0,080	30	0,062	31	0,434	28	0,510	28
88	4240781	531927	0,080	30	0,402	26	0,240	29	0,542	31
89	4240706	525536	0,036	32	0,013	34	-0,020	37	0,099	47
90	4240398	609520	0,372	23	0,510	24	0,435	30	0,426	32
91	4239992	521682	0,516	23	0,569	22	0,513	24	0,549	27
92	4240336	532309	0,553	25	0,630	22	0,045	32	0,498	31
93	4239600	552889	0,104	33	0,057	36	0,031	41	0,142	47
94	4239770	590906	0,544	24	0,573	23	0,548	26	0,260	40
95	4239668	610577	0,176	29	0,094	29	0,131	31	0,239	37
96	4238939	593729	0,282	30	0,484	27	0,540	27	0,457	33
97	4238524	601311	0,059	32	0,126	32	0,014	35	0,113	43
98	4237139	567841	-0,005	36	-0,004	31	-0,024	34	0,102	40
99	4236998	530926	-0,005	31	0,120	25	0,019	33	0,514	29
100	4237006	596391	0,067	35	0,123	34	-0,041	36	0,369	39
101	4236450	565619	0,011	37	0,349	30	0,039	36	0,271	34
102	4236482	566808	-0,033	38	-0,055	31	0,550	29	0,568	29
103	4235512	564336	-0,010	36	-0,013	35	0,234	30	0,510	28
104	4235472	603791	0,088	36	0,064	36	0,029	38	0,132	48
105	4234917	564430	-0,005	36	0,004	34	0,000	34	0,307	32
106	4235073	606639	0,073	34	0,012	36	0,012	37	0,118	41
107	4234307	606165	0,092	33	0,571	29	0,211	30	0,380	38
108	4234526	604560	0,083	33	0,034	35	0,019	37	0,470	35
109	4233732	562694	-0,008	35	-0,037	32	-0,017	39	0,473	27
110	4233183	529781	0,047	30	0,516	27	0,164	30	0,264	30
111	4233564	582237	0,000	36	-0,021	33	-0,021	34	0,113	44
112	4232758	565369	0,000	37	-0,033	35	-0,015	37	0,131	42
113	4232849	609118	0,126	33	0,076	36	0,017	37	0,586	30
114	4233104	607404	0,394	26	0,274	30	0,623	26	0,243	38
115	4231632	564931	-0,034	36	-0,004	33	0,172	32	0,291	39
116	4230741	560528	-0,043	35	0,073	32	0,584	27	0,568	29
117	4230770	604341	0,309	27	0,040	28	0,151	30	0,299	34
118	4229559	577277	0,267	28	0,076	33	0,026	37	0,105	48
119	4229116	561481	-0,043	34	-0,004	34	0,569	28	0,509	28
120	4228510	590254	0,027	36	-0,101	34	-0,005	36	0,105	46

Çizelge A.1. (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDVI ve AYS değerleri.

121	4228556	561705	-0,028	33	-0,054	33	0,642	24	0,252	37
122	4228012	542021	0,041	33	0,604	26	0,544	28	0,500	29
123	4226763	546261	-0,008	33	0,478	28	0,328	32	0,567	31
124	4226763	539484	0,000	34	0,301	28	0,430	29	0,153	42
125	4226384	548382	-0,016	34	0,149	33	0,560	29	0,507	32
126	4225707	587235	0,024	38	0,012	36	0,006	37	0,117	47
127	4225815	605561	0,328	26	0,152	33	0,246	32	0,368	32
128	4225923	607178	0,434	25	0,530	25	0,475	28	0,401	29
129	4225707	607717	0,354	26	0,429	27	0,416	29	0,427	29
130	4225816	554136	0,004	35	-0,083	34	-0,004	39	0,494	30
131	4225384	601896	0,190	31	0,139	32	0,149	34	0,226	36
132	4225276	603513	0,145	30	0,284	31	0,164	32	0,270	35
133	4224952	598123	0,246	28	0,382	29	0,235	32	0,320	33
134	4224952	608580	0,426	22	0,448	27	0,455	28	0,435	29
135	4224845	609981	0,079	34	0,116	36	0,074	37	0,178	40
136	4224090	598878	0,138	30	0,079	30	-0,025	37	0,186	36
137	4221929	607224	0,188	28	0,216	31	0,164	35	0,251	33
138	4221765	540923	-0,008	32	-0,023	33	-0,027	36	0,555	30
139	4221576	540507	0,017	34	-0,038	33	0,004	35	0,553	28
140	4221538	541377	0,016	32	-0,008	32	-0,003	34	0,240	36
141	4220964	574192	-0,021	38	0,000	34	-0,023	38	0,092	46
142	4221160	540090	0,004	34	0,392	28	0,492	26	0,244	34
143	4219024	586696	-0,033	38	-0,057	34	0,014	38	0,071	44
144	4217374	545618	0,000	33	0,007	34	-0,032	37	0,561	28
145	4217601	546413	0,021	34	0,414	28	0,036	34	0,553	29
146	4217677	547170	0,036	32	0,036	34	0,025	33	0,330	37
147	4214712	585403	-0,027	36	-0,039	36	-0,045	38	0,076	46
148	4213634	574407	0,000	39	-0,013	35	-0,028	38	0,099	46
149	4212987	581953	-0,031	40	-0,039	37	-0,047	38	0,074	45
150	4211051	540393	-0,019	33	-0,030	33	0,000	36	0,543	28

Çizelge A.2 Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDBI ve AYS değerleri.

No	Y	X	NDBI 1990	AYS (°C) 1990	NDBI 2000	AYS (°C) 2000	NDBI 2006	AYS (°C) 2006	NDBI 2018	AYS (°C) 2018
1	4301202	592277	0,225	32	0,277	34	0,318	38	-0,321	32
2	4298593	592161	0,217	31	0,135	34	0,181	34	0,087	44
3	4293134	588735	0,308	32	0,330	36	0,370	36	0,086	45
4	4293017	587901	0,347	32	0,231	33	0,199	35	0,095	43
5	4292672	587544	0,359	32	0,322	35	0,342	36	0,135	44
6	4291489	592186	0,258	31	0,254	36	0,243	37	0,137	45
7	4291653	589973	0,374	32	0,320	36	0,349	37	0,132	46
8	4291154	586790	0,311	30	0,282	32	0,297	34	0,096	42
9	4290656	590762	0,346	33	0,313	36	0,311	37	0,115	45
10	4290492	586837	0,324	31	0,249	34	0,340	36	0,112	44
11	4289824	586910	0,220	33	0,196	34	0,268	36	0,104	46
12	4283916	597553	0,263	34	0,268	37	0,333	41	0,083	45
13	4283766	597215	0,286	36	0,263	36	0,356	41	0,093	45
14	4283435	597085	0,274	35	0,254	37	0,368	40	0,094	44
15	4283269	597195	0,265	35	0,238	37	0,374	41	0,083	44
16	4283024	597045	0,283	35	0,221	37	0,375	41	0,100	44
17	4282904	584544	0,301	30	0,279	31	0,385	34	0,057	41
18	4282643	584608	0,239	28	0,196	29	0,339	33	0,033	41
19	4282384	584725	0,258	30	0,154	30	0,368	34	0,041	41
20	4278843	594710	0,295	34	0,263	34	0,313	37	0,055	41
21	4277699	594816	0,262	33	0,225	34	0,263	37	0,059	42
22	4276581	591586	0,296	30	0,260	31	0,295	32	0,059	39
23	4275111	537018	-0,600	19	-0,868	22	-0,696	27	-0,550	28
24	4272751	598089	0,404	31	0,288	33	0,376	33	0,059	42
25	4272764	535181	-0,590	19	-0,897	22	-0,610	26	-0,577	29
26	4272903	532174	-0,533	20	-0,682	20	-0,818	24	-0,590	28
27	4269902	593310	0,302	29	0,298	31	0,283	31	0,086	41
28	4267892	593372	0,304	35	0,296	36	0,270	36	0,096	47
29	4266970	582689	0,177	36	0,173	35	0,225	46	0,059	45
30	4262247	584374	0,257	35	0,215	33	0,204	35	0,137	45
31	4261598	584994	0,323	36	0,290	34	0,346	36	0,126	45
32	4258828	589928	0,186	33	0,158	32	0,172	33	0,040	44
33	4258595	591896	0,215	32	-0,219	27	-0,205	29	-0,354	32
34	4258445	585608	0,191	34	0,182	32	0,184	34	0,105	46
35	4256184	583093	0,188	36	0,369	35	0,333	37	0,058	44
36	4251682	553862	0,233	39	0,306	40	0,297	38	0,111	49
37	4251510	553576	0,279	40	0,295	41	0,297	40	0,083	50
38	4251437	554146	0,298	38	0,323	41	0,312	39	0,082	49

Çizelge A.2 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDBI ve AYS değerleri.

39	4251165	553318	0,262	40	0,320	41	0,336	39	0,104	49
40	4250487	585916	0,150	31	0,214	33	0,255	38	-0,001	43
41	4250516	554357	0,337	39	0,353	40	0,356	39	0,104	48
42	4250679	553136	0,280	38	0,273	41	0,282	39	0,090	50
43	4250141	596624	0,322	33	0,305	35	0,292	37	0,105	44
44	4250032	586305	-0,129	29	0,108	31	0,198	36	0,204	42
45	4250317	585855	0,067	30	0,189	33	0,323	38	-0,358	39
46	4250105	554630	0,296	39	0,321	41	0,289	39	0,108	49
47	4249566	615051	0,166	34	0,163	35	0,190	38	-0,365	31
48	4249729	596210	0,333	36	0,320	36	0,325	38	0,110	46
49	4249666	595949	0,328	34	0,320	35	0,295	38	0,098	46
50	4249139	553828	-0,131	29	0,210	41	0,243	40	0,081	49
51	4248569	556849	0,257	37	0,306	39	0,287	38	0,102	47
52	4248170	618978	0,104	30	-0,433	24	-0,188	27	-0,391	28
53	4248273	588162	0,166	29	0,215	35	0,218	37	0,120	41
54	4248129	575944	0,106	34	0,103	33	0,131	38	-0,094	40
55	4248061	576048	0,057	32	-0,086	30	0,175	36	-0,130	39
56	4247989	619163	0,168	31	0,092	30	0,108	35	-0,426	27
57	4247689	614214	0,109	26	0,096	30	0,181	36	-0,325	34
58	4247593	584002	-0,349	24	-0,086	31	0,057	34	-0,052	44
59	4247909	576025	0,047	33	0,108	30	0,164	37	-0,097	40
60	4247965	575942	0,070	33	-0,126	31	0,147	38	-0,088	40
61	4247634	560234	0,248	36	0,281	37	0,266	39	0,085	48
62	4247787	558237	0,232	36	0,260	38	0,274	38	0,074	49
63	4248049	557559	0,258	36	0,272	36	0,272	38	0,060	47
64	4247596	555356	0,120	34	0,215	40	0,220	39	0,129	49
65	4247566	579464	0,142	32	0,050	27	0,183	35	-0,137	39
66	4247364	580230	0,055	27	-0,010	25	0,072	32	-0,126	37
67	4247322	580128	0,064	28	-0,006	25	0,155	34	-0,086	39
68	4247310	579139	0,110	32	0,076	29	0,121	35	-0,049	40
69	4247351	579249	0,130	32	0,117	30	0,144	35	-0,046	39
70	4247351	579249	0,130	32	0,117	30	0,144	35	-0,046	39
71	4247260	579387	0,126	32	0,096	31	0,131	36	-0,071	40
72	4247341	579646	0,093	32	0,004	28	0,158	35	-0,070	40
73	4247486	561688	0,273	38	0,306	38	0,285	40	0,083	48
74	4247202	557513	0,134	35	0,291	38	0,295	40	0,093	50
75	4247176	558051	0,222	35	0,333	39	0,251	39	0,120	50
76	4247138	556998	0,110	34	0,270	38	0,213	39	0,076	49
77	4247154	555162	0,113	31	0,173	38	0,310	40	0,120	51
78	4246872	588338	0,057	32	0,095	32	0,193	31	0,315	37
79	4246866	585300	-0,274	23	-0,043	32	0,315	40	-0,349	38
80	4246866	585300	-0,274	23	-0,043	32	0,315	40	-0,349	38

Çizelge A.2 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDBI ve AYS değerleri.

81	4246950	579567	-0,040	31	-0,286	26	0,103	34	0,004	43
82	4246934	578679	-0,030	28	-0,032	26	0,067	32	-0,115	38
83	4246804	578699	0,022	30	-0,042	27	0,053	34	-0,072	39
84	4246909	578877	0,111	30	0,011	28	0,078	34	-0,120	39
85	4247068	561791	0,290	37	0,308	38	0,266	40	0,098	48
86	4246907	558247	0,238	36	0,310	40	0,232	39	0,105	51
87	4246665	558616	0,257	36	0,268	37	0,238	39	0,106	50
88	4246802	556700	0,080	32	0,376	41	0,298	40	0,132	49
89	4246638	556061	0,045	33	0,302	40	0,202	39	0,118	50
90	4246465	586791	0,169	33	0,188	32	0,176	35	0,179	40
91	4246574	561650	0,294	37	0,298	38	0,289	40	0,076	49
92	4246398	559210	0,235	35	0,276	36	0,270	38	0,098	49
93	4246145	561395	0,295	36	0,305	37	0,309	39	0,097	48
94	4245920	561162	0,308	36	0,313	37	0,314	38	0,090	48
95	4246051	559997	0,247	34	0,265	36	0,238	38	0,099	49
96	4245772	557140	0,231	38	0,213	38	0,239	40	0,095	49
97	4244736	591479	-0,030	29	0,112	31	0,152	35	-0,293	39
98	4244969	579885	0,119	30	0,109	30	0,173	36	-0,055	41
99	4245042	576805	0,079	32	-0,117	30	0,226	39	-0,436	29
100	4244649	591990	-0,151	26	-0,040	29	0,049	33	-0,232	37
101	4244649	591990	-0,151	26	-0,040	29	0,049	33	-0,232	37
102	4244088	579785	0,132	34	0,097	32	0,195	38	-0,001	45
103	4243484	580838	-0,056	29	0,090	30	0,163	35	-0,041	42
104	4243263	574174	0,143	35	0,156	32	0,078	35	-0,443	30
105	4242864	578676	0,224	36	0,148	35	0,197	38	-0,054	44
106	4242585	585697	0,016	28	0,093	30	0,219	31	0,386	34
107	4242597	584897	-0,168	27	0,207	30	-0,081	30	0,113	43
108	4242453	583903	0,197	34	0,191	34	0,190	35	0,139	44
109	4242272	584800	0,146	31	0,171	28	-0,123	30	0,154	43
110	4241432	586335	0,046	30	0,079	29	0,096	33	-0,038	42
111	4241244	583934	0,223	35	0,144	34	0,257	36	0,213	45
112	4241244	583934	0,223	35	0,144	34	0,257	36	0,213	45
113	4241244	583934	0,223	35	0,144	34	0,257	36	0,213	45
114	4241030	584405	0,187	35	0,191	33	0,213	36	0,170	43
115	4240665	586453	0,097	32	0,105	29	0,104	33	-0,030	44
116	4240127	585243	0,194	34	0,096	31	0,078	31	0,138	43
117	4240127	585243	0,194	34	0,096	31	0,078	31	0,138	43
118	4239535	586812	0,119	34	0,132	29	0,122	33	-0,049	43
119	4239291	588211	0,130	33	0,102	30	0,127	33	-0,001	44
120	4238725	589075	0,092	31	0,020	29	0,087	33	-0,050	42
121	4238646	587337	0,126	33	0,100	30	0,134	33	0,000	45
122	4238267	588630	0,144	33	0,123	30	0,132	33	-0,025	43

Çizelge A.2 (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, NDBI ve AYS değerleri.

123	4238348	522904	-0,291	24	0,155	32	-0,318	26	-0,371	27
124	4238224	523488	0,162	28	0,163	30	-0,192	28	-0,384	27
125	4237523	588050	0,090	32	0,090	30	0,094	34	-0,093	41
126	4237523	588050	0,090	32	0,090	30	0,094	34	-0,093	41
127	4237580	524084	-0,378	24	-0,010	30	0,211	34	-0,348	29
128	4236666	525050	0,183	27	0,182	31	0,198	32	-0,327	29
129	4236183	586127	0,235	35	0,189	34	0,186	36	0,188	48
130	4236284	525810	-0,174	25	-0,367	25	0,190	32	-0,434	30
131	4235788	525710	0,147	26	0,188	32	0,222	31	-0,367	28
132	4235122	585072	0,212	34	0,196	34	0,210	36	0,188	48
133	4233748	568073	0,221	37	0,220	33	-0,372	30	-0,405	30
134	4233616	567482	0,235	37	-0,275	30	0,150	32	-0,377	31
135	4233465	562328	0,217	35	0,204	32	0,172	36	-0,413	28
136	4232339	579152	0,263	36	0,318	34	0,254	36	0,061	44
137	4231594	595767	0,421	38	0,418	38	0,387	42	0,196	50
138	4231587	544775	0,246	32	0,273	37	0,319	41	0,105	47
139	4231587	544775	0,246	32	0,273	37	0,319	41	0,105	47
140	4231233	545080	0,188	32	0,333	36	0,316	41	0,129	47
141	4231000	545305	0,110	30	0,329	37	0,290	42	0,092	47
142	4230103	591520	0,185	38	0,220	34	0,217	36	-0,455	29
143	4229526	567363	0,158	37	0,270	36	0,234	39	0,005	44
144	4229290	598131	0,433	36	0,362	36	0,336	40	0,144	46
145	4228902	597886	0,323	40	0,318	37	0,291	41	0,143	49
146	4227033	544966	-0,098	22	0,376	44	0,206	39	0,117	49
147	4227138	544653	-0,118	21	0,360	44	0,174	39	0,099	48
148	4227347	544862	-0,136	22	0,365	44	0,259	39	0,148	49
149	4226667	544913	0,127	27	0,293	43	0,310	43	0,097	50
150	4226800	544668	-0,024	23	0,427	45	0,374	41	0,154	49

Çizelge A.3. Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, MNDWI ve AYS değerleri.

No	Y	X	MNDWI 1900	AYS (°C) 1990	MNDWI 2000	AYS (°C) 2000	MNDWI 2006	AYS (°C) 2006	MNDWI 2018	AYS (°C) 2018
1	4322625	582073	0,661	19	0,643	21	-0,363	32	0,262	26
2	4322759	582576	0,695	19	-0,265	22	-0,370	34	0,265	25
3	4322407	581251	0,741	19	0,714	21	-0,348	32	0,279	25
4	4322324	582978	0,667	19	0,103	22	-0,349	33	0,236	26
5	4322089	580866	0,684	19	0,725	21	-0,297	30	0,284	25
6	4321604	579808	0,647	20	0,714	20	-0,302	30	0,256	25
7	4321604	579808	0,647	20	0,714	20	-0,302	30	0,256	25
8	4321445	580284	0,607	19	0,673	21	-0,173	28	0,248	25
9	4321445	580284	0,607	19	0,673	21	-0,173	28	0,248	25
10	4320496	583565	0,673	20	0,364	22	-0,373	37	0,249	25
11	4320195	584135	0,488	20	0,455	21	-0,350	38	0,231	26
12	4319540	580364	-0,368	35	-0,400	36	-0,410	36	-0,218	43
13	4317993	581832	-0,412	35	-0,449	36	-0,443	38	-0,307	43
14	4316683	582308	-0,378	32	-0,382	34	-0,387	36	-0,178	42
15	4307220	585686	-0,424	33	-0,424	35	-0,423	40	-0,256	45
16	4300658	575950	-0,424	32	-0,412	32	-0,421	34	-0,301	41
17	4293461	586321	-0,386	30	-0,394	32	-0,414	34	-0,262	41
18	4291556	594788	-0,352	26	-0,392	30	-0,399	33	-0,203	40
19	4290498	581665	-0,439	30	-0,427	31	-0,402	34	-0,265	41
20	4287111	595846	-0,364	25	-0,466	27	-0,460	31	-0,146	35
21	4284148	589285	-0,415	34	-0,444	36	-0,417	37	-0,251	44
22	4283790	539021	0,882	20	0,743	25	0,505	28	0,488	29
23	4282243	571928	-0,362	32	-0,346	32	-0,359	31	-0,261	41
24	4281836	538724	0,889	20	0,720	24	0,610	28	0,498	29
25	4281836	538724	0,889	20	0,720	24	0,610	28	0,498	29
26	4280248	537877	0,882	20	0,716	24	0,648	28	0,521	29
27	4279296	541370	0,906	20	0,720	25	0,586	28	0,450	30
28	4278433	556265	-0,072	31	0,612	28	-0,168	29	-0,098	38
29	4278132	536396	0,869	20	0,898	21	0,647	28	0,521	31
30	4277708	540629	0,893	20	0,706	24	0,684	28	0,464	29
31	4276514	538360	0,899	20	0,874	21	0,611	27	0,543	30
32	4275803	534491	0,871	20	0,837	20	0,871	24	0,514	29
33	4275486	539253	0,895	19	0,840	22	0,708	28	0,588	29
34	4275661	536617	0,911	20	0,920	21	0,840	25	0,513	29
35	4275046	557111	0,070	27	0,457	28	-0,247	33	-0,114	31
36	4275322	536109	0,885	20	0,904	21	0,860	25	0,521	29
37	4275386	532299	0,871	19	0,889	20	0,906	24	0,530	28
38	4274561	573471	-0,368	38	-0,405	35	-0,382	37	-0,199	45
39	4274899	537803	0,903	20	0,909	22	0,706	27	0,586	29
40	4274497	534522	0,877	20	0,907	20	0,875	24	0,525	28

Çizelge A.3. (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, MNDWI ve AYS değerleri.

41	4274031	538501	0,900	19	0,870	22	0,655	28	0,627	29
42	4273687	533009	0,876	20	0,889	20	0,864	24	0,552	27
43	4273687	537454	0,907	19	0,880	21	0,655	27	0,604	29
44	4273581	531104	0,871	20	0,861	20	0,902	24	0,686	26
45	4273925	534776	0,895	20	0,901	20	0,878	25	0,528	28
46	4273502	535009	0,899	19	0,894	21	0,760	27	0,570	29
47	4273079	535178	0,902	19	0,911	21	0,743	27	0,523	30
48	4273375	538776	0,908	19	0,701	23	0,662	28	0,561	30
49	4272919	530158	0,881	19	0,882	21	0,884	24	0,674	25
50	4272718	556476	0,425	29	0,580	28	-0,183	30	-0,041	34
51	4272698	535051	0,905	19	0,925	21	0,658	27	0,577	29
52	4272205	533009	0,890	19	0,886	20	0,748	27	0,546	28
53	4272099	530998	0,887	19	0,870	20	0,751	26	0,632	28
54	4272383	586683	-0,418	34	-0,400	34	-0,405	41	-0,228	43
55	4271999	535030	0,897	19	0,889	22	0,751	27	0,578	30
56	4271448	537638	0,738	21	0,721	25	0,617	30	0,500	34
57	4270680	556042	-0,014	27	0,500	28	-0,272	32	-0,125	31
58	4270601	554995	-0,132	27	-0,258	31	-0,233	32	-0,091	36
59	4269649	555143	0,087	27	0,594	28	-0,159	29	-0,085	32
60	4269473	600309	-0,430	26	-0,456	28	-0,447	31	-0,244	36
61	4268752	531779	0,808	22	0,644	28	-0,065	28	0,407	34
62	4269137	568047	-0,330	32	-0,413	28	-0,397	39	-0,181	45
63	4268961	554428	0,266	27	0,631	27	-0,153	29	-0,077	33
64	4268058	532407	0,793	22	0,644	27	-0,235	33	0,153	32
65	4268061	553635	0,429	27	0,615	28	-0,063	30	-0,076	36
66	4267330	533168	0,705	23	0,489	28	-0,239	33	0,230	30
67	4267479	553344	0,046	26	0,602	27	-0,100	30	-0,089	34
68	4267065	534127	0,837	22	0,685	26	-0,251	32	0,357	31
69	4267214	541448	0,632	27	0,617	28	-0,233	34	-0,103	37
70	4266791	538061	0,729	25	0,624	28	-0,235	35	-0,074	36
71	4265944	613415	-0,348	31	-0,378	33	-0,346	34	-0,238	44
72	4265425	536200	0,872	22	0,713	25	-0,248	33	0,302	30
73	4265733	551608	0,000	31	-0,113	31	-0,244	34	-0,079	32
74	4264242	563814	-0,233	31	-0,241	31	-0,308	39	-0,135	44
75	4264172	551465	0,005	32	0,598	28	-0,231	34	-0,057	30
76	4263784	580333	-0,363	39	-0,411	34	-0,403	42	-0,225	45
77	4262573	591640	-0,430	34	-0,400	32	-0,388	34	-0,277	43
78	4261250	532109	-0,318	27	-0,361	29	-0,314	32	-0,157	41
79	4259859	543360	0,010	30	0,652	26	-0,236	31	0,698	25
80	4259948	602029	-0,370	32	-0,394	34	-0,395	35	-0,263	44
81	4259184	543479	-0,233	30	0,610	26	-0,243	31	0,392	27
82	4258470	544511	-0,224	29	0,580	27	-0,247	31	0,699	25

Çizelge A.3. (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, MNDWI ve AYS değerleri.

83	4257636	544988	-0,228	28	0,591	27	-0,247	31	0,702	25
84	4256922	545226	-0,228	30	0,558	27	-0,252	31	0,705	25
85	4256487	594551	-0,346	34	-0,407	33	-0,371	38	-0,186	45
86	4255652	544432	-0,227	28	0,484	27	-0,256	30	0,708	26
87	4254858	544551	-0,231	30	0,625	26	-0,253	31	0,632	26
88	4254091	613626	-0,385	32	-0,402	33	-0,398	36	-0,251	44
89	4253765	524497	-0,421	30	-0,271	27	-0,348	30	-0,119	32
90	4252641	604485	0,588	19	-0,275	22	-0,272	30	0,270	27
91	4252747	604696	-0,212	22	-0,308	24	-0,272	30	0,329	28
92	4252416	604326	0,538	19	-0,079	22	-0,337	30	0,264	27
93	4252072	603625	0,296	20	-0,012	20	-0,356	28	0,257	29
94	4252085	604180	0,385	20	0,009	23	-0,320	29	0,266	28
95	4251913	603215	0,509	19	0,348	19	0,354	23	0,247	28
96	4251746	569352	-0,206	27	-0,316	35	-0,246	31	-0,162	43
97	4251614	584963	-0,375	32	-0,385	33	-0,383	37	-0,213	45
98	4251569	602818	0,520	18	0,415	19	0,333	22	0,248	26
99	4251530	603228	0,509	20	0,429	20	0,373	22	0,256	29
100	4251834	603043	0,472	18	0,442	19	0,433	22	0,253	27
101	4251397	602567	0,490	18	0,415	19	0,377	22	0,254	26
102	4250987	600900	0,440	18	0,333	21	0,300	24	0,225	28
103	4251067	601601	0,447	18	0,436	22	0,000	26	0,246	28
104	4251172	602236	0,500	22	0,318	21	0,270	26	0,236	29
105	4251384	603493	0,538	19	0,348	20	0,441	22	0,261	28
106	4251040	604128	0,527	18	0,569	19	-0,327	28	0,269	27
107	4251292	601879	0,500	18	0,415	19	0,345	22	0,242	27
108	4251106	600132	0,396	19	0,333	20	0,290	24	0,221	28
109	4251040	599630	0,423	20	0,292	21	0,258	26	0,232	28
110	4251146	599325	0,440	19	0,265	21	0,322	25	0,245	28
111	4250948	600662	0,489	18	0,349	20	0,368	22	0,225	28
112	4250802	604551	0,593	18	0,586	20	-0,354	29	0,294	27
113	4250577	604776	0,614	19	0,709	19	-0,353	30	0,288	26
114	4250704	558593	-0,256	36	-0,303	34	-0,303	36	-0,127	45
115	4250365	604908	0,594	18	0,651	19	-0,333	29	0,299	26
116	4250180	605014	0,672	18	0,178	21	-0,309	28	0,329	26
117	4249810	605173	-0,149	22	-0,229	24	-0,329	30	0,340	27
118	4248799	534886	-0,354	28	-0,384	32	-0,381	33	-0,234	42
119	4246322	571337	-0,340	32	-0,369	34	-0,381	41	-0,217	38
120	4246454	589196	-0,282	29	-0,350	31	-0,375	34	-0,241	39
121	4244354	560710	-0,333	32	-0,391	39	-0,344	40	-0,188	48
122	4243931	528325	-0,218	25	-0,411	31	-0,388	31	-0,053	31
123	4243787	600372	-0,268	32	-0,299	32	-0,301	35	-0,130	45
124	4243605	522116	-0,352	30	-0,358	34	-0,342	37	-0,214	46

Çizelge A.3. (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, MNDWI ve AYS değerleri.

125	4242734	543272	0,712	21	-0,236	31	-0,306	33	-0,155	43
126	4240898	574909	-0,382	35	-0,389	34	-0,400	38	-0,193	43
127	4240644	543219	-0,398	32	-0,327	32	-0,432	33	-0,249	44
128	4240369	594488	-0,346	27	-0,377	32	-0,386	34	-0,237	45
129	4239001	538784	0,510	19	-0,292	29	-0,424	33	-0,218	41
130	4238851	617436	-0,330	31	-0,348	33	-0,356	36	-0,173	40
131	4238210	538774	0,592	19	-0,287	30	-0,371	35	-0,189	42
132	4237707	539038	0,400	19	-0,291	31	-0,397	33	-0,254	45
133	4236929	578481	-0,372	34	-0,394	34	-0,408	36	-0,236	45
134	4236734	535521	-0,355	33	-0,373	34	-0,395	34	-0,268	45
135	4234618	564520	-0,293	37	-0,344	35	-0,395	29	-0,140	29
136	4234618	564520	-0,293	37	-0,344	35	-0,395	29	-0,140	29
137	4232713	536580	-0,375	33	-0,399	34	-0,399	36	-0,201	42
138	4232501	570235	-0,359	37	-0,359	34	-0,347	36	-0,242	46
139	4231637	575041	-0,341	35	-0,365	34	-0,368	36	-0,223	46
140	4229326	563461	-0,292	36	-0,371	36	-0,418	37	-0,183	28
141	4229326	605160	-0,379	36	-0,421	37	-0,415	39	-0,238	44
142	4229114	531076	-0,333	32	-0,404	30	-0,377	30	-0,242	34
143	4226998	564096	-0,348	36	-0,330	35	-0,346	39	-0,273	43
144	4226786	598598	-0,321	35	-0,380	34	-0,374	36	-0,221	42
145	4225939	574045	-0,372	36	-0,381	34	-0,384	37	-0,224	46
146	4222553	542930	-0,374	34	-0,392	34	-0,382	38	-0,198	40
147	4222129	578066	-0,294	39	-0,364	33	-0,371	37	-0,184	45
148	4219801	568330	-0,307	36	-0,323	34	-0,339	37	-0,164	45
149	4218531	552243	-0,368	35	-0,392	33	-0,402	38	-0,227	44
150	4216838	535945	-0,377	32	-0,389	33	-0,348	31	-0,267	39

Çizelge A.4. Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, Landsat Görüntüsünün AYS ve MODIS Görüntüsünün AYS değerleri.

No	Y	X	15.08.2000 Tarihli Landsat Görüntüsü AYS (°C) Değerleri	20.08.2000 Tarihli MODIS Görüntüsü AYS (°C) Değerleri	16.08.2006 Tarihli Landsat Görüntüsü AYS (°C) Değerleri	13.08.2006 Tarihli MODIS Görüntüsü AYS(°C) Değerleri	17.08.2018 Tarihli Landsat Görüntüsü AYS(°C) Değerleri	21.08.2018 Tarihli MODIS Görüntüsü AYS(°C) Değerleri
0	4305699	577023	33	37	36	42	44	44
1	4303182	574495	31	36	33	40	42	43
2	4300391	579496	33	37	35	41	43	43
3	4301708	569323	31	37	33	41	43	44
4	4297915	583200	31	35	34	40	42	42
5	4298366	575825	31	37	33	41	42	43
6	4296894	595142	34	39	36	44	45	46
7	4295675	596814	25	33	34	42	40	45
8	4294022	600416	36	38	37	42	44	43
9	4293725	592093	33	38	34	42	44	45
10	4297214	570332	30	37	32	41	42	43
11	4292859	582560	32	35	35	41	46	43
12	4296026	565272	33	39	34	41	45	44
13	4295207	568713	32	39	35	42	44	45
14	4292457	581505	31	36	32	40	42	43
15	4293670	572233	30	37	31	41	44	44
16	4292265	608185	34	40	36	43	43	44
17	4290933	598428	37	37	37	43	46	45
18	4288741	593807	34	37	36	42	44	44
19	4288307	593300	34	36	36	41	44	43
20	4288857	568874	33	38	33	42	44	44
21	4283072	582794	31	36	33	41	43	43
22	4284931	568242	32	37	34	41	42	44
23	4284114	573882	34	37	35	42	44	44
24	4283403	575462	31	36	32	41	43	43
25	4279442	599840	35	37	37	42	43	43
26	4279515	590072	32	33	35	38	39	39
27	4279950	578201	31	36	34	41	43	44
28	4280504	566064	34	39	35	43	44	44
29	4281254	543609	25	29	28	32	29	32
30	4280081	536642	22	25	28	30	29	32
31	4278948	536045	21	24	28	29	30	32
32	4277091	534113	20	22	25	27	29	31
33	4273095	605097	36	39	37	42	45	44
34	4271958	604445	35	35	35	41	43	43

Çizelge A.4. (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, Landsat Görüntüsünün AYS ve MODIS Görüntüsünün AYS değerleri.

35	4271715	604464	35	35	35	41	43	43
36	4269253	605364	36	36	36	41	45	44
37	4270736	592352	34	37	35	41	44	43
38	4265937	614738	35	38	35	43	46	45
39	4271755	585891	34	40	41	45	44	45
40	4275567	562039	36	39	37	43	47	46
41	4271533	577095	33	41	40	44	45	45
42	4274618	559504	33	39	31	39	32	38
43	4267182	593630	34	37	34	41	43	43
44	4271441	569363	35	39	38	43	45	45
45	4269495	573993	34	41	42	45	45	45
46	4270572	553143	31	39	32	41	32	36
47	4268943	561745	36	42	36	43	47	47
48	4268040	539953	29	35	32	41	34	37
49	4262817	618934	35	38	38	44	44	46
50	4263430	597709	34	38	38	43	42	44
51	4265038	565339	35	41	38	45	46	48
52	4264467	567800	37	42	42	46	47	47
53	4264665	555195	32	38	35	45	39	43
54	4265096	550038	28	35	28	39	29	36
55	4264538	542381	28	32	34	40	36	39
56	4265176	535073	27	32	32	35	32	36
57	4264735	536143	27	32	32	36	30	35
58	4261829	539372	27	32	30	35	31	35
59	4263882	527845	28	33	31	36	38	40
60	4260334	612794	35	38	36	42	46	46
61	4254264	619528	33	37	35	43	41	45
62	4256758	605474	33	37	35	42	46	45
63	4254708	614342	35	37	38	43	46	46
64	4250608	621930	31	35	37	40	43	40
65	4253074	610550	31	36	33	43	35	45
66	4254732	599394	34	38	36	43	44	44
67	4256384	588437	33	39	36	43	45	45
68	4252896	605005	31	34	34	39	41	40
69	4251781	604856	31	33	34	39	43	40
70	4251922	601306	32	35	35	39	44	41
71	4253141	593188	32	38	36	43	45	44
72	4254331	583825	35	38	38	44	45	45
73	4255544	560572	35	43	40	46	46	48
74	4255022	561483	35	43	41	47	47	48
75	4257621	524455	29	38	34	41	42	45

Çizelge A.4. (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, Landsat Görüntüsünün AYS ve MODIS Görüntüsünün AYS değerleri.

76	4252080	539384	28	33	31	36	39	41
77	4250470	543608	31	36	33	40	40	42
78	4250805	539353	29	34	32	37	40	41
79	4252463	525634	33	39	38	41	47	45
80	4250294	521956	34	42	38	45	46	48
81	4247648	612726	28	36	31	40	37	42
82	4245767	589695	32	37	34	41	39	42
83	4246991	580974	31	35	37	40	43	42
84	4248319	552491	40	44	39	44	47	47
85	4248698	550879	37	40	37	43	45	46
86	4248874	526424	30	35	30	38	38	39
87	4247086	533899	30	36	33	38	41	43
88	4248964	523134	32	41	38	43	46	47
89	4241302	622439	34	36	37	40	39	39
90	4240590	621697	33	36	37	40	38	39
92	4243586	578764	31	39	36	43	43	44
93	4239454	599877	32	37	35	43	44	43
94	4233714	618326	35	38	36	40	39	42
95	4239321	584828	33	38	35	42	45	44
96	4234695	587760	33	41	36	44	43	44
97	4240821	550393	36	41	37	43	47	45
98	4240512	549581	35	41	37	43	44	45
99	4243591	533193	31	38	33	40	43	45
100	4243729	531927	30	39	34	41	45	44
101	4236589	565073	33	37	35	39	31	33
102	4236855	560333	36	41	41	44	46	43
103	4233476	577074	34	40	37	44	46	46
104	4236408	558401	35	40	42	46	40	44
105	4238673	539572	31	35	33	38	40	44
106	4241854	521328	30	35	30	35	28	34
107	4238115	531953	35	40	36	40	42	42
108	4236183	536853	34	39	35	39	44	44
109	4239777	519307	31	36	27	35	32	34
110	4231595	613369	37	39	38	42	43	43
111	4231596	590366	34	40	37	44	36	42
112	4230685	590836	34	40	36	44	43	43
113	4229220	590461	35	41	37	44	45	45
114	4232469	529179	28	36	31	35	35	35
115	4231350	528617	27	37	28	35	31	34
116	4227867	608345	37	34	38	41	43	40
117	4227770	596146	36	40	38	43	45	45

Çizelge A.4. (devam). Çalışma alanı içerisinde belirlenen yıllarda rastgele seçilen noktaların koordinatları, Landsat Görüntüsünün AYS ve MODIS Görüntüsünün AYS değerleri.

118	4226981	595962	36	40	38	44	45	45
119	4224867	591379	36	40	37	45	45	46
120	4224953	573627	34	40	37	44	46	46
121	4222839	582523	34	39	36	44	45	46
122	4219458	595992	34	38	40	43	41	41
123	4225909	561788	33	40	38	44	43	44
124	4222639	571564	34	40	37	45	46	45
125	4227589	543750	36	41	41	43	48	45
126	4223709	561398	34	40	39	44	45	45
127	4227627	538582	32	37	30	38	33	38
128	4225180	545382	35	40	37	43	42	43
129	4219321	570520	34	41	38	45	46	46
130	4217496	576403	36	41	37	43	45	46
131	4219953	563047	33	40	37	44	46	45
132	4226572	526439	30	37	33	38	31	37
133	4222184	529788	32	37	35	37	38	39
134	4220829	534317	30	38	32	40	41	42
135	4220763	524849	31	39	34	39	29	40
136	4217361	546935	34	39	37	42	38	39
138	4214589	585448	35	41	38	46	46	46
139	4217102	572070	35	40	38	45	46	46
140	4216813	571939	35	40	38	45	45	46
141	4212705	562623	35	40	38	43	45	46
142	4212998	560546	34	40	37	43	45	45
143	4214527	531207	32	40	36	42	43	43
144	4213019	534825	34	39	37	41	44	43
145	4212120	550244	34	41	38	43	45	46
146	4209548	552113	34	40	37	43	43	45
147	4207451	563486	34	39	37	43	44	46
148	4209631	536069	32	39	35	42	35	41
149	4208858	540734	32	39	35	41	30	38

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Gamze KAÇMAZ

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü,
2014-2018

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği Anabilim
Dalı, 2018- 2021

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Harita Genel Komutanlığı / Yaz Stajı
2. Aksaray Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölüm Birinciliği (2017-2018 Eğitim-Öğretim yılı)

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. Kaçmaz, G. ve Gürbüz, E., 2021. Arazi Örtüsü Değişiminin Arazi Yüzey Sıcaklığına Etkisinin UA ve CBS Entegrasyonu İle Belirlenmesi: Aksaray Örneği, (*Harita Dergisi, değerlendirmede*).

Kongrelerde Sunulan Bildiriler

1. Kaçmaz, G. ve Gürbüz, E., 2021. UA ve CBS Entegrasyonu ile Arazi Örtüsü Değişiminin Arazi Yüzey Sıcaklığına Etkisinin Belirlenmesi: Aksaray Örneği.
18. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.

URL adres: https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/ec0d9f3d4c5dd7a_ek.pdf

Erişim tarihi: 01.07.2021.