

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ARAZİ KULLANIMI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN UZAKTAN
ALGILAMA VERİLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİYLE
MODELLENMESİ (İZMİT ÖRNEĞİ)**

Gülşen KEÇELİ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇANKIRI
2022**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Gülşen KEÇELİ tarafından hazırlanan “**Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama Verileri ve Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Modellenmesi (İzmit Örneği)**” adlı tez çalışması 25/10/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ender BUĞDAY

Jüri Üyeleri :

Başkan :Doç. Dr. Ender BUĞDAY
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye :Dr. Öğr. Üyesi Berk ANBAROĞLU
Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı
Hacettepe Üniversitesi

Üye :Dr. Öğr. Üyesi Semih KUTER
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE ve KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “**Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama Verileri ve Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Modellenmesi (İzmit Örneği)**” konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (25/10/2022).

Gülşen KEÇELİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARAZİ KULLANIMI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİYLE MODELLENMESİ (İZMİT ÖRNEĞİ)

Gülşen KEÇELİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ender BUĞDAY

Bu çalışma; arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişiminin öğrenilmesi, tanımlanması; ormancılık, tarım, sanayi, şehir planlama, kırsal ve kentsel yönetim, doğal kaynak yönetimi vb. yönetim çalışmaları için oluşturulacak karar verme süreçlerinin önemli bir aracıdır. Bu çalışmada, hızlı bir sanayileşme sürecine konu olmuş İzmit ili ve yakın çevresinin 2000-2010 ve 2020 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) değişimi Uzaktan Algılama (UA) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yaklaşımı ile ortaya konulmuş ve 2030 yılı AKAÖ tahmini yapılarak haritalandırılmıştır. Çalışma kapsamında; uydu görüntüleri kullanılarak dört arazi kullanım sınıfına göre (orman, su, tarım ve yapılaşma alanı) meydana gelen arazi kullanımı değişiminin; yükseklik ve eğim değişkenleri kullanılarak simüle edilmiştir. Simülasyon için Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM ve Landsat 8 OLI görüntüleri kullanılmıştır. Bu çalışmada elde edilen görüntüler sınıflandırılmış ve Kappa değerleri 2000 için %91, 2010 için %87 ve 2020 yılı için ise %94 olarak hesaplanmıştır. 2030 yılı simülasyonunun validasyon değeri %89,2 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre, 2020 yılından 2030 yılına gelindiğinde orman alanlarının %0,41, tarım alanlarının %4,38, su alanlarının %0,04 azalacağı bunun yanında sanayi şehri olan İzmit ilinin yapılaşma alanlarının %37,06 oranında artacağı tahmin edilmiştir. Mekânsal ve zamansal düzlemde orman ve su alanlarının düşük hızda azaldığı ancak tarım alanlarının daha hızlı bir düşüş eğilimi içinde olduğu ve bu durumun devam edeceği tahmin edilmektedir.

2022, 44 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Arazi kullanımı, Arazi örtüsü değişimi, Uzaktan algılama, Yapay sinir ağları, İzmit

ABSTRACT

Master of Science Thesis

MODELING OF LAND USE AND LAND COVER CHANGE WITH REMOTE SENSING DATA AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS (İZMİT SAMPLE)

Gülşen KEÇELİ

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ender BUĞDAY

This study; learning and identifying land use and land cover change; forestry, agriculture, industry, city planning, rural and urban management, natural resource management etc. It is an important decision-making tool to be created for management studies. The Land Use and Land Cover (LULC) change of Izmit province and its close circle, which has been the subject of a rapid industrialization process, between the years 2000-2010 and 2020 has been revealed by Remote Sensing (RS) and Artificial Neural Networks (ANN) approach and mapped by making an estimation of the year 2030. The purpose of the estimate is stated. Scope of work; land use change by four land use classes (forest, water, agriculture and construction area) using satellite images; It is simulated using elevation and slope variables. Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM and Landsat 8 OLI images were used for simulation. The images obtained in this study were classified and Kappa values were calculated as 91% for the year 2000, 87% for the year 2010 and 94% for the year 2020. The validation value of the 2030 simulation was determined as 89.2%. According to the results of this study, it is estimated that from 2020 to 2030, forest areas will decrease by 0.41%, agricultural areas by 4.38% and water areas by 0.04%. It is estimated that forest and water areas have decreased at a low rate in spatial and temporal planes, but agricultural areas tend to decrease more rapidly and this situation will continue.

2022, 44 pages

Keywords: Land use, Land coverchange, Remote sensing, Artificial neural networks, İzmit

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama Verileri ve Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Modellenmesi (İzmit Örneği)” adlı bu çalışma 2021-2022 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne “Yüksek Lisans Tezi” olarak sunulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’nin kuzeybatısında yer alan ve hızla sanayileşerek ormanlık alanı giderek daralan İzmit ili özelinde arazi kullanımı ve arazi örtüsü’ nün zamansal ve mekânsal değişimlerini tespit etmektir. Çalışmanın her aşamasında önerileri ile beni yönlendiren, destekleyen ve anlayış gösteren değerli danışman hocam Doç. Dr. Sayın Ender BUĞDAY’a sabrı, rehberliği ve anlayışı için teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca; bugüne kadar bana emeği geçen tüm hocalarıma ve çalışmamın her aşamasında yanımda olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Harita Mühendisi Serdar KEÇELİ’ ye teşekkür ederim.

Gülşen KEÇELİ

Çankırı, Ekim 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ	v
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1 Çalışma alanı	20
3.2. Yöntem	22
3.2.1 Veri işleme süreci	23
3.2.2 Görüntü analizi ve sınıflandırma.....	24
3.2.3 Arazi kullanımı ve arazi değişiminin belirlenmesi.....	25
3.2.4 Simülasyon ve validasyon süreci.....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1Görüntü sınıflandırma	27
4.2Arazi kullanımı – Arazi örtüsü değişimi ve Validasyon.....	27
4.3Simülasyon.....	33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ.....	44

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°	Derece
°C	Santigrat Derece
Ha	Hektar
km ²	Kilometre kare
m	Metre



KISALTMALAR DİZİNİ

AKAÖ	Arazi kullanımı arazi örtüsü
CA	Cellular Automata (Hücresel Otomata)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)
GIS	Geographic Information Systems (CBS)
GOA	Çekirge Optimizasyon Algoritmasını
GPS	Küresel Konumlama (Global Positioning System)
FA	Bulanık Algoritma
MC	Markov Chain (Markov Zinciri)
MCA	Markov Zinciri Analizi
MLP	Multi Layer Perceptron (Çok Katmanlı Algılayıcı)
MNN	Çok Sınıflı Sinir Ağları
MOLUSCE	Arazi Kullanım Değişimi Simülasyon Modelleri
MSS	Landsat Multispektral Tarayıcı
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
RS	Remote Sensing
SMA	Spektral Karışım Analizi (Spectral Mixture Analysis)
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TM	Tematik Eşleştirici
UA	Uzaktan Algılama
YSA	Yapay Sinir Ağları
vb.	ve bunun gibi
vd.	ve diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu	21
Şekil 3.2 Çalışma Alanı (a) Sayısal Yükseklik Modeli ve (b) Eğim haritası.....	22
Şekil 3.3 Çalışmaya ait iş akışı	24
Şekil 4.1 2000-2010 yılları arasındaki AKAÖ değişim haritası	28
Şekil 4.2 2010-2020 yılları arasındaki AKAÖ değişim haritası	29
Şekil 4.3 2000 yılına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritası	30
Şekil 4.4 2010 yılına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritası	31
Şekil 4.5 2020 yılına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritası	31
Şekil 4.6 2000-2020 yılları arasındaki arazi kullanımı değişimi	32
Şekil 4.7 2000-2010 ve 2010-2020 yılı için YSA öğrenme eğrileri ve validasyon	33
Şekil 4.8 2030 yılı için tahmin edilen arazi kullanımı ve arazi örtüsü simülasyon haritası	34
Şekil 4.9 2030 yılı için tahmin edilen arazi kullanımı ve arazi örtüsü simülasyon haritası	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1	Kontrollü sınıflandırma doğruluk dereceleri ve Kappa değerleri	27
Çizelge 4.2	Çalışma alanı 2000-2010 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişim oranları	28
Çizelge 4.3	Çalışma alanı 2010-2020 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişim oranları	29
Çizelge 4.4	Çalışma alanı 2000-2020 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişim oranları	32
Çizelge 4.5	Çalışma 2020 ile 2030 yılı arasında tahmin edilen AKAÖ değişimi.....	34



1. GİRİŞ

Dünyada nüfus artış hızı bölgesel olarak değişmekle beraber, dünya nüfusu artmaya devam etmektedir. Dünya nüfusunun 2030 yılında 8,9 milyar kişiye ulaşabileceği öngörülmektedir (Birleşmiş Milletler, 2017). Nüfus artışı göz önüne alındığında arazi kullanımı ve değişimlerinin de devam edeceği öngörülmektedir (Satya 2020).

Sürekli ve hızlı bir süreçten geçen karar destek sistemleri yaklaşımları, yönetim ve planlamada teknoloji aktif olarak kullanılmaktadır (Kwak *et al.* 2021). Türkiye’de ise kentleşme 1980’lerden sonra gözle görülür bir ivme kazanmıştır. Türkiye’de kentlerde yaşayan insan sayısı, 2010 yılında da %76’lık bir orana yükselmiştir. Türkiye, kentte yaşayan insan sayısı ve kentsel nüfus artış oranı ile dünyada üst sıralarda bulunan ülkeler arasında yer almaktadır (Uysal ve Maktav 2015). Son 50 yıl içinde kontrolsüz büyüyen kentleşme; nüfusun, sanayileşmenin artması nedeniyle ekosistemdeki değişiklikler, bölgesel iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik gibi birçok önemli faktör; şehirleri, tarım alanlarını ve ormanlık alanları tahrip etmektedir. Böyle bir durum; insanların ya da doğa olayların oluşturduğu çevresel değişiklikler nedeniyle insan sağlığı ve çevre için tedirgin edici olmaktadır. Sonuç olarak; kentsel çevrenin gitgide kontrolsüz büyümesi doğal alanlara ve insan sağlığına zarar vermekte; arazi kullanım ve arazi örtüsü değişikliklerine sebep olmaktadır.

Günümüzde doğal kaynakların, kentsel ve kırsal alanların yönetiminde önemli bir araç olan karar destek sistemlerinin uygulanabilirliği için anlaşılması ve analiz edilmesi gerekmektedir (Bugday and Erkan Bugday 2019). Giderek artan nüfus ve beraberinde getirdiği problemler nedeniyle ormanlık alanlara doğru olan baskı her geçen gün artmaktadır (Elliott *et al.* 2019). Şehir ve orman ilişkisi bakımından ele alındığında arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişiminin izlenmesi gelecek hakkında detaylı ve tutarlı bilgiler verebilmektedir (Rimal *et al.* 2017).

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) farklı alanlara yönelik özel çalışmaları bünyesinde barındırmasından dolayı ayrı ayrı kullanılabilen iki terimdir. Arazi kullanımı; “arazi üzerindeki ve araziyle ilgili, genellikle doğrudan görüntüden görülemeyen insan faaliyetleri” anlamına gelirken; arazi örtüsü; “arazi yüzeyini kaplayan bitki örtüsü ve yapay yapılar”ı ifade etmektedir. Çoğunlukla arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliği şeklinde arazi yüzeyinde insan değişikliklerinin hızı ve mekânsal ölçeği emsalsizdir ve o kadar istilacıdır ki, gezegenin kara yüzeyinin büyük bir bölümünü muazzam bir şekilde dönüştürerek, dünya sistemlerinin temel yönlerini etkilemektedir (Alam *et al.* 2020). AKAÖ değişimlerinin ortaya konması, doğal kaynaklar ve yönetimlerinin uygun şekilde yürütülmesi için çok önemlidir (Mallupattu and Sreenivasula Reddy 2013). Kentler sürekli gelişen bir yapı gösterdikleri için arazi kullanımı şekilleri de sürekli olarak değişmektedir. Böylece doğal kaynaklara baskı artmakta ve olumsuz kullanımlar meydana gelmektedir. Şehirlerde yeni yapıların oluşturulması için kente yakın civarda yer alan orman ve tarım alanlarının zarar görmesi kentlerde doğal alan sayısının düşmesine veya doğal yapıların ortadan kalkmasına neden olabilir (Yıldız 2016). Demografik verileri toplamaya yönelik geleneksel yöntemler, nüfus sayımları ve çevresel örneklerin analizi, karmaşık olan çevre bazlı araştırmalar için yeterli olmayabilir. Çünkü çevresel konulardaki birçok problem ve multidisipliner verileri ele almanın getirdiği yük; uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi yeni teknolojilere ihtiyaç duymakta ve tahmin gücü yüksek bu teknolojileri kullanarak modellenebilmektedir. Bahsi geçen bu yaklaşım ve teknikler, çevresel yönetimde doğal kaynakları incelemek ve izlemek için veri sağlayabilmektedir (Mallupattu and Sreenivasula Reddy 2013). Bu bağlamda karar ağacı, makine öğrenmesi, yapay sinir ağları vb. modelleme yaklaşımlarına sıklıkla başvurulmaktadır (Singh *et al.* 2021).

Uzaktan algılama verileri, arazi örtüsünü sınıflandırmak ve buna karşılık gelen alanların tahminlerinin güvenilirliğini sağlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Kim 2016). Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, arazi ve diğer doğal kaynakların yönetimi için güçlü, etkili ve ekonomik araçlar olarak kabul edilmektedir. Bu teknolojiler, geleneksel zemin etüt yöntemlerinden çok daha düşük bir maliyetle AKAÖ bilgilerini düzenli olarak toplamak için hızlı veri toplama avantajı sağlayarak gelişmekte olan

lkelerde mekânsal verileri güncelleme ve yönetmeye yönelik etkinliklerini kanıtlamıştır (Wang and Maduako 2018).

CBS ve simülasyon yaklaşımları, araştırma bulgularının netliğini arttıran etkili, güncel ve kullanışlı tekniklerdir. Uzaktan algılama (UA) ile hedefe ilişkin olarak değişen znrlk seviyelerinde ve talep edilen tarihe ait verilerin elde edilebilmesinde aktif olarak kullanılmaktadır. CBS ve yazılımları ile çok amaçlı analiz yapma kabiliyeti ile hem mevcut durumun ortaya konulması hem de planlama süreçleri açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Simülasyon yaklaşımları ise gelecekte olası değişimlerin tahmininde gerekli önlemlerin alındığı efektif planlama çalışmalarına önemli bir avantaj sunmaktadır. Günümüzde kentsel alanların büyümesinin ortaya konması ve arazi kullanım/örtüsü değişimlerinin modellenmesinde Yapay Sinir Ağları (YSA) vb. gibi çok sayıda simülasyon yaklaşımı geliştirilmiştir. Planlama çalışmalarının hedefi gelecek potansiyel sorunları önceden belirlemek ve bu sorunların çözümlenmesine katkı sağlamaktadır (Yazıcı vd. 2019).

Kentsel alan kullanımının hızla artması arazi örtüsü/kullanımı üzerinde olumsuz değişimin görülmesiyle sonuçlanmaktadır. Yerleşim ve sanayi kullanımı için yeni alanların açılması orman ve tarım alanlarını doğrudan tehdit etmektedir. Ayrıca, hızlı ve plansız kentleşme ile birçok evre sorunlarının yaşanması, altyapı, ulaşım, sağlık, eğitim, konut gibi hizmetlerin karşılanmasında sorun yaşanmasına sebep olabilmektedir. Bu alışma, ülkemizde şehir kullanımının gelişimin hız kazandığı 2000 sonrasına ait İzmit'in mekânsal gelişimini konu alan bir araştırmanın ortaya konma isteği ve sürdürülebilir kent yönetimi planlamalarında (Yıldız 2016) altlık olarak kullanılabilecek analiz iş ve iş adımlarını içermektedir. Analizde karar destek sistemlerinden biri olan YSA yaklaşımı kullanılmıştır (Liou *et al.* 2021). Tahmin gücü yüksek modelleme yaklaşımlarıyla (Wang and Maduako 2018), Uzaktan Algılama (UA) (Xu *et al.* 2021) verileriyle büyük alanlar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) (Liu *et al.* 2020) yazılımları ve YSA yaklaşımı kullanıldığında geleneksel yaklaşımlara göre daha kararlı ve başarılı tahmin modelleri üretebilmektedir (Ramdani *et al.* 2021).

2030 yılı için AKAÖ değişimleri UA verileri ve YSA yaklaşımı ile tahmin edilecek; İzmit ili merkezi ve yakın orman çevresinin zamansal ve mekânsal değişimi analiz edilecektir. Çalışmada 2000-2010-2020 yıllarına ait hava fotoğrafları ve Landsat (5, 7 ve 8) uydu görüntüleri kullanılarak çalışma alanının 2030 yılına ait AKAÖ değişimi modellenmiştir. Orman yönetimi için kent merkezlerine yakın ve ormanlık alanların avantaj ve dezavantajlarının bilimsel olarak değerlendirilmesi ile uygulayıcı ve karar vericilere katkı sağlanacağı düşünölmektedir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Agariga *et al.* (2021). Gana'nın Ahafo Bölgesi, Asutifi Kuzey Bölgesi'ndeki arazi kullanımı ve orman örtüsündeki mekânsal-zamansal değişiklikler hakkında araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada orman örtüsünün %21 kaybettiği görüşünü savunmuşlardır. Elde edilen sonuçlara göre ormansızlaşmanın artmasının nedenleri, kentleşme, sanayileşme, madencilik faaliyetleri, kes ve yak üretimlerin, tarımsal uygulamaların ve nüfusun artmasından kaynaklı olduğunu vurgulamışlardır.

Miyamoto *et al.* (2014). 1970'li yıllardan 2010'lu yıllara kadar Malezya Yarımadası'ndaki orman örtüsü değişiminin sürecini ve nedenlerini inceledikleri çalışmada Malezya Yarımadası'nın arazi kullanımı, orman örtüsü, odun üretimi ve sosyo-ekonomik değişkenlerine göre veriler işlenerek regresyon modellemesi ile analiz etmişlerdir. Palmiye yağının 1960'lardan itibaren genişlemesi nedeniyle gelişmesinden kaynaklı ormansızlaşmanın çoğaldığından bahsetmişlerdir. 1972 ve 1982 arasında, Malezya Yarımadası'nın yıllık ormansızlaşma oranı CBS kullanılarak %1,7 olarak tahmin edilmiştir. 1966'dan 1981'e kadar orman kaybına neden olduğunu, ancak kayıp oranının 1981 ile 1995 arasında yavaşladığını bildirmişlerdir.

Uysal ve Maktav (2015). Çalışmalarında, İzmit'in kentsel büyümesi sonucunda; LANDSAT verilerini seçilerek, Spectral Mixture Analysis (SMA-Spektral Karışım Analizi) yöntemi kullanılarak arazi örtüsü arazi kullanımı ve değişikliği tespit edilmiştir. Kentleşme büyümesi 2010 yılında %76 oranında artmıştır ve bu durum ormanların, tarım alanları ve su kaynakları gibi doğal kaynakların olumsuz faydalanma sonucunda zarar görmesine neden olunduğu açıklamasını yapmışlardır.

Behera *et al.* (2018). Hindistan Brahmaputra nehir havzasında yapmış olduğu çalışmada artan nüfusun arazi değişiminin 10 yıllık AKAÖ değişikliklerini incelemiştir. 1985, 1995, 2005 yıllarında orman örtüsü kaybını vurgulamıştır. Hindistan, kentsel alanın büyümesi ve plantasyondaki nispi artış, nüfus artışı ve sıcaklık artışı orman örtüsü değişikliğinin üç ana sebebi olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte sanayileşme, tarımsal genişleme ve kentleşme ormansızlaşmayı arttırdığını vurgulamıştır.

Ormansızlaşmanın en etkili sebebi ise yasa dışı kesimin olduğunu vurgulamıştır. Devlet Orman Raporuna göre yasa dışı kesiminden dolayı 1734 km² büyüklüğünde bir orman alanının kaybedildiği aktarılmıştır. Bu bilgilere ulaşmak için Landsat Multispektral Tarayıcı (MSS), Tematik Eşleştirici (TM) ve Gelişmiş Tematik Eşleştirici (Enhanced Thematic Mapper-ETM) verileri kullanılarak AKAÖ çalışmalarında geniş çapta yer almıştır.

Izquierdo *et al.* (2008). Yaptıkları çalışma arazi kullanımı değişikliği Landsat Multispectral Scanner ve Thematic Mapper'in dört mozaiğinin denetimli bir analizine dayanmıştır. Misiones'deki arazi kullanım modellerindeki değişiklikleri uydu görüntüleri analiz edilerek tanımlanmıştır. Kırsal alanda yaşamak ormansızlaştırmayı arttırmış, kentsel alanda yaşamak azaltmıştır. Kırsal alanda artmasının sebebi tarım alanlarının kullanımının çoğalması, hayvancılık oranının artmasından dolayı olduğu görüşünü savunmuşlardır. 1973 ve 2006 yılları arasında 4689 km² doğal orman başka kullanımlara dönüştürülmüştür. Misiones, yerel çevresel, ekonomik ve politik faktörler orman geçişini geciktiren engeller gibi görünmektedir görüşünü savunmuşlardır.

Huang *et al.* (2009). Atlantik Ormanları değerlendirme yaptıkları çalışmasında orman alanlarında %73,4 kayıp yaşandığı aktarmışlardır. Bunun sebebi; karmaşık ekonomik durumlar, arazi anlaşmazlıkları tarım uğraşı ve baraj inşaatı olarak görüşlerini savunmuşlardır. Paraguay orman örtünü 1970-2000'lerde yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ile Landsat gözlemleri yapmışlardır. Bu yöntemin modülü, insan ihtiyacını önemli ölçüde azaltmıştır. Yüksek çözünürlük kullanarak doğruluk değerlendirmeleri veri setleri, türetilen orman örtüsü değişim haritasının oldukça güvenilir olduğunu (%92) ifade etmişlerdir.

Dennis *et al.* (2006). Endonezya' da yapmış olduğu çalışmada ormansızlaşmanın hızla ilerlediğini belirtmiştir. 1983-2000 yılları arasında Landsat verilerini kullanılmıştır. CBS analizleri yapılmış ve ERDAS programı kullanılmıştır. Bu analizlere göre yaklaşık 17 yıllık bilgilere ulaşabildikleri görüşünü savunmuştur. Ormansızlaşma nedenleri; yıkıcı yangınların oluşu, bu yangınla gelen kuraklığın oluşu, tarımsal-endüstriyel

gelişmeler ve hükümetin kontrolsüz orman sömürülmesine izin vermesinden kaynaklı olduğunu savunmuşlardır.

Kang and Choi (2014). Kuzey Kore’ de arazi değişimi ve kullanımını 1980-2000 yılları arası Morfolojik Mekânsal Model Analizi (Morpho logical Spatial Pattern Analysis - MSPA) ve ağ analizi yapmışlardır. Bu sonuçlara göre orman örtüsü %23 oranında azalmış olduğu sonucunu göstermiştir. Bunların sebebinin tarımsal alanlarının kullanımın genişlemesi, kentleşme ve endüstriyel gelişmenin olduğu görüşü savunmuşlardır ve bu ormansızlaşmanın kente ne gibi sorunlar ortaya çıkardığı görüşlerini bildirmişlerdir. Bu doğruluğun %70’den fazla olduğu başarı oranıyla tahmin ettikleri görüşünü savunmuşlardır.

Caldas *et al.* (2015). Paraguay Gran Chaco’da yapmış olduğu analizlerde MODİS görüntü verileri kullanmışlardır. 2000-2011 yılları arası arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliğinde ormansızlaşmanın altında yatan ve yakın nedenlerin analizini yapmışlardır. Altında yatan nedenlerin nüfus artışı yakın nedenlerin ise sığır ve tarım gelişimi olduğu görüşünü savunmuşlardır. Ormansızlaşmaya engel olmayı amaçlayan sonuçlara da değinmişlerdir.

Addae and Oppelt (2019). Ghana’da yapmış oldukları çalışmada 1991-2015 yılları arası arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişiminin nüfus artması, kentleşme gibi sorunların etkilemesini fikir edinmek amaçlı CBS ve uzaktan algılama teknikleri ile analiz yapmışlardır. Landsat görüntüleriyle değişiklik tespit etmişlerdir. Orman bozulması ve kentleşme dahil olmak üzere arazi kullanımı değişikliği, antropojenik ve biyofiziksel faktörler arasındaki etkileşimin sonucudur düşüncesini savunmuşlardır. Arazi kullanımı/arazi örtüsü değişiminin itici güçlerini ekonomik, politik, demografik ve çevresel güçler olarak sınıflandırmışlardır; Ghana’daki ormanlık alanların büyüklüğündeki azalma, kentsel genişleme ile örtüşmektedir, ormanların büyük çoğunluğu 2000 yılında kaybolmuştur fikrini beyan etmişlerdir.

Kim (2016). Lombok Adası’nda 1990-2000’e kadar yapmış olduğu arazi kullanım değişikliği ve orman kaybı analizinde çalışma boyunca ormanın istikrarlı bir şekilde

azaldığını göstermiştir. Çalışma analizinde REDD ve program uygulamasını desteklemek için; Landsat, MSS, TM ve ETM uydu görüntüleri kullanmıştır. Görüntü işleme faaliyetleri ERDAS imagine 9.1 de gerçekleştirmiştir. Tüm çalışma boyunca toplam orman kaybı oranı 2358,2 ha/y olduğunu belirtmiştir. Orman kaybı sebepleri kereste çıkarma, tarım arazilerinin ve kentsel gelişmenin genişlemesi ayrıca zayıf yönetim kurumları tarafından kaynaklandığı tahmininde bulunmuştur. Değerlendirme sonuçları; genel doğruluğun %73,4, Kappa katsayısının %66,8 olduğunu savunmuştur.

Poyatos *et al.* (2003). Tarımsal terk sonrası arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliği için İspanya'nın Orta dağlık bölgesinde 1957-1996 yıllarını kapsayan çalışmada hava fotoğraflarını ve orta fotoğrafları kullanarak analiz yapmışlardır. Kırsal alanların terk edilmesi ormanların artmasına neden olduğunu göstermişlerdir. Kırsal alanların terk edilmesi nüfusun ve tarım faaliyetlerinin azalmasına, koyun yetiştiriciliğin bitmesine ayrıca kereste kesme yakma durumlarında sonlanmasına etkin olduğunu söylemişlerdir. Sonuç olarak; kırsal alanların terk edilmesi yoğun ormanların 1996'da havzanın %45,3'ünü işgal ettiğini savunmuşlardır.

Bugday and Erkan Bugday (2019). Sinop ilinde yapmış olduğu çalışmada arazi örtüsü ve insan nüfusunun zamansal ve mekânsal değişimlerini tespit etmişlerdir. Bu analiz de 1997-2007 ve 2017 yıllık arazi örtüsü uydu görüntüleri kullanılarak YSA yaklaşımı ile 2027 yılı tahmin edilmiştir. Orman ve arazi yönetiminde planlamanın başarısı için nüfus hareketlerinin gözlemlenmesi ve simülasyonlarda YSA yaklaşımının kullanılmasının gerekliliğini savunmuşlardır. AKAÖ değişikliklerini belirlemek için QGIS yazılımı içerisinde bulunan “Arazi Kullanım Değişimi Simülasyonları Modülleri (MOLUSCE)” eklentisi kullanmışlardır. Bu çalışmada orman alanların arttığını 2027 yılında da %2,72 artacağından bahsetmişlerdir. Sonuç olarak; orman alanların artması kırsal nüfusun azalmasıyla ilişkilendirmişlerdir. YSA yaklaşımının doğruluk payı %90,1 başarı ile tahmin yaptığı belirtmişlerdir.

Vadrevi *et al.* (2019). Güneydoğu Asya 'da yapmış olduğu çalışmada ormansızlaşmanın sebebinin halk tarafından kesilip yakılan tarımdan kaynaklandığını savunmuşlardır. Ayrıca AKAÖ'nün itici güçleri olarak arazi mülkiyeti, yerel ekonomik kalkınma,

hükümet politikaları, uygun olmayan arazi yönetimi, arazi spekülasyonu, iyileştirilmiş yol ağları vb. gibi faktörleri içerdiğini belirtmişlerdir. Bu analiz için Landsat verileri kullanmışlardır. Uzaktan algılama verileri, arazi örtüsü değişikliklerini tahmin etmek için simülasyon modelleriyle entegre edilebilen arazi kullanımı geçişlerini haritalamak için etkin bir şekilde kullanılabildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Kentsel yoğunluğun artışını haritalamak için Çekirge Optimizasyon Algoritmasını (Grasshopper Optimization Algorithm-GOA), Çok Sınıflı Sinir Ağı (MNN) ile birleştiren GMNN adlı yeni bir hibrit algoritma ile analizi karşılaştırmışlardır. Çıkan sonucun %87 doğruluk göstergesinin olduğunu savunmuşlardır.

Treitz and Rogan (2004). Araştırmış olduğu çalışmada uzaktan algılama verilerinden elde edilen bilgiler, genellikle politikaların oluşturulmasına yardımcı olmak ve arazi örtüsü ve arazi kullanım modelleri hakkında bilgi sağlamak için kullanılmış olduğunu bildirmişlerdir. Uzaktan algılama doğruluğunun iyi anlaşılması için CBS içinde kullanmanın gerekliliğini savunmuştur. Arazi kullanımı doğrudan uzaktan algılama ile ölçülemez, bunun yerine arazi kullanımını toplu arazi örtüsü bilgisinden ve diğer yardımcı verilerden türetmek için görsel yorumlama veya karmaşık görüntü işleme ve mekânsal örüntü analizleri gerektiğini söylemişlerdir. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı haritalama projelerinin örnek olay incelemelerini, insan egemen bir tropikal peyzaj için tematik arazi yüzeyi değişim bilgilerinin çıkarılması için bir 'hibrit' yöntemi ve ormanların güncellenmesi ve izlenmesi için bir program sunmuşlardır. Bu programlar, mevcut ve gelecekteki çeşitli bilgi ve raporlama ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanmış olduğunu belirtmişlerdir.

Reis (2008). Rize’de yapmış olduğu çalışmada; uydu görüntüleri ve CBS kullanarak 1995-2000 yılları arasının AKAÖ değişikliklerini analiz etmiştir. Kentin geçim kaynağı çay olunca plansız ormanlık alanlarını telef ettiklerini söylemiştir. Rakımı yüksek yerlerde ormanların arttığını düşük yerlerde ise azaldığını belirtmiştir. Düşük yerlerde tarım alanlarını büyüttükleri için plansız bir şekilde ormanları kestiklerini bildirmiştir. Ancak geçim sıkıntısı nedeniyle kırsal alanlardan kentlere göç başladığını, nüfusun yoğunluğu arttıkça tarım alanlarının şehir merkezi ne dönüştürülmüş olduğunu bununda ormanların azalmasına sebep olduğunu vurgulamıştır.

Sánchez *et al.* (2012). Kolombiya'da yaptıkları çalışma da 2001'den 2010'a kadar olan arazi değişimini üç hedefe odaklanarak değerlendirme yapmışlardır. Bunlar; arazi değişiminin ülke, biyom, ekolojik bölge ve belediye ölçeklerinde nasıl değiştiğini belirlemek; önemli arazi değişikliği yaşayan alanların mekânsal dağılımını belirlemek ve analiz etmek ayrıca Kolombiya'daki arazi kullanımı ve koruma planlaması için bulgularımızın etkilerini tartışmak olduğunu bildirmiştir. Bu araştırma, MODIS (250 m) ürünlerini Google Earth'teki yüksek uzamsal çözünürlüklü görüntülerden (QuickBird) yorumlanan referans verilerle birleştiren ve arazi değişimini birden fazla uzamsal ölçekte ölçmesine olanak tanıyan, yıllık AKAÖ'yü haritalamak için yeni bir yöntemle dayandığını belirtmişlerdir. Araştırmaya göre; diğer birçok alanda nüfus artışı, gıda ve emtia talebi gibi bölgesel ve küresel faktörler nedeniyle ormansızlaşmanın artmış olduğunu söylemişlerdir. Kolombiya'daki orman örtüsü dönüşümü genellikle geçimlik tarım için kullanılan küçük alanların temizlenmesiyle başladığını daha sonra bu alanların yerini genellikle hayvan otlatma için kullanılan meraların aldığını ve bu alanların çoğu mekanize tarıma dönüştürüldüğünü belirtmişlerdir. Yıllar içinde, toprak üretkenliğinin kaybı, kırsal-kentsel göç, teknolojinin gelişmesi ve pazarların küreselleşmesi nedeniyle bu tür birçok alan terk edildiğini savunmuşlardır; bu süreçler ormanların toparlanmasını teşvik ettiğini savunmuşlardır. Kısaca Kolombiya ülkesinde 2001'den 2010'a kadar yıllık arazi kullanımı ve arazi örtüsünü değişimini Google Earth'ten referans verisi toplama yöntemleriyle modelledikleri çalışmada; odunsu bitki türlerinin çoğalmasına rağmen ormansızlaşmanın da arttığını vurgulamıştır. Buna nüfus artışı, gıda ve emtia talebi gibi bölgesel ve küresel faktörler sebep olarak göstermişlerdir.

Shearman *et al.* (2009). Papua Yeni Gine 'de yapmış oldukları çalışmada 1972-2002 yılları arasında ormansızlaşmanın sebeplerini incelemişlerdir. Bu süre arasında hızlı ormansızlaşma meydana geldiğini ve en büyük sebebinin kesimlerin olmasının yanı sıra orman yangınların, madenciliğin, geçimleri tarımdan olduğu kaynaklı olduğunu savunmuşlardır. Çalışmaları yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları bulutsuz görüntü elde etmek için Landsat'ın kapsamadığı alanların yerine SPOT 4 veya SPOT 5 kullanmışlardır. Sonuç olarak; geçim kaynağına bağlı orman kaybını iyileştirmek uzun

vadeli bir zorluk olduğunu ancak ticari ağaç kesimi merkezi hükümetin kontrolünde olduğunu ve bir liderin kontrolü ele alarak kaybı önleyebileceğinden bahsetmişlerdir.

Yıldız (2016). İzmit'te yapmış olduğu analizde İzmit'in tarihsel gelişimine değinmiştir. Arazi değişimin olmasından, değişim nedenlerinden ve şehir yönünün yayılmasından bahsetmiştir. CBS ve uzaktan algılama aracılığıyla Landsat uydu görüntüleri elde ederek analiz yaptığını vurgulamıştır. 1995-2015 yılları arası 30 yıllık süreçte İzmit'in büyüdüğünü tarımcılık alanların azaldığını tespit etmiştir.

Mallupattu and Sreenivasula Reddy (2013). Tirupati'de 1976-2003 yılları arasındaki ormansızlaşmanın sebeplerini araştıran bir çalışma yapmışlardır. Bu analizde iki veri kullanmışlardır birisi topografik harita diğeri ise uzaktan algılama verileri olduğunu söylemişlerdir. ArcGIS, GPS ve ERDAS yazılımı kullanmışlardır. Analize göre ormansızlaşmada 18,10 km² önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Sebeplerinin kentsel alanın büyümesinin hızlı nüfus artışının hızlanması, yoksulluğun meydana gelmesi ve ekolojik hizmetlerin değerlendirilememesi olduğunu savunmuşlardır. Ormansızlaşmanın nedenleri arasında madencilığe rastlamadıklarını ifade etmişlerdir.

Alam *et al.* (2020). Keşmir'de 1992-2001-2015 yılları arasındaki AKAÖ değişikliklerini orta çözünürlüklü Landsat uydu görüntülerini kullanarak analiz etmek için çalışma yapmışlardır. Analizi üç farklı çalışma alanında gerçekleştirmişlerdir. Bu sonuca göre bataklık alanlarında artış, tarım ve ormanlık alanlarına göre azalış olduğunu ifade etmişlerdir.

Oguz and Bozali (2014). Gaziantep ilinde 2040 yılına kadar arazi değişimi üzerine yapmış oldukları çalışmada dünya nüfusunun hızla artmasından kaynaklı tarım ve ormanlık alanların tahribatından bahsetmişlerdir. Kentleşmenin getirdiği durumlardan ormansızlaşmanın hız kazanmakta olduğunu vurgulamışlardır. Bu analizi UA ve CBS veri tabanında altlık oluşturmuşlardır. Yaptıkları bu çalışmada doğruluğun daha garantili olduğunu düşündükleri SLEUTH kent büyüme modeli kullanmışlardır. Hücresel Otomata (Cellular Automata-CA) yaklaşımlı simülasyon yazılımlarından olan SLEUTH, kentsel kriterler kullanılarak simülasyon modellerinin yaratılması amacıyla,

Dr. Keith Clarke tarafından geliştirilmiştir. Modelin kuralları, tipik CA yaklaşımından farklı ve daha kompleks olup yol ve topoğrafya ile aktüel ve geçmiş yerleşim alanı dağılımı gibi farklı veri katmanına ihtiyaç duyduğunu ifade etmişlerdir. Sonuç olarak; bu kentsel büyümede tarım ve ormanlık alanları kontrollü bir şekilde ele alarak gelişmelerinde ormanlık alanların daha az etkilendiği tarım alanların daha çok tahrip edildiğini vurgulamışlardır.

Yazıcı vd. (2019). Yapmış oldukları analizlerde “Kentsel Büyüme” esnasında kullandıkları CBS, uzaktan algılama ve simülasyon modellerini tek tek ele almış ve haklarında bilgiler vermişlerdir. Simülasyon çalışmalarında ihtiyaç duyulan verilerin temininde uzaktan algılama tekniklerinin, girdi katmanların hazırlanması ve analizlerde CBS yaklaşımının önemi vurgulamışlardır.

Wang and Maduako (2018). Yapmış oldukları bu çalışmada Nijerya'nın Lagos Metropolitan Bölgesi'ndeki 2030-2050 yılları arasında AKAÖ değişim senaryolarını haritalamak ve doğru bir şekilde tahmin etmek olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan analizde YSA (Yapay Sinir Ağları), SLEUTH, CA (Cellular Automata-Hücreyel Otomata) modeli kullanarak kentsel ve çevresel planlama için karar verme sürecini ve büyük bir metropolün verimli yönetimi için gerekli olan arazilerin imar için uygunluk değerlendirmesini kolaylaştırdıklarını bildirmişlerdir. Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP) ve Markov Zinciri Analizi (MCA) yöntemi kullanarak haritada kentsel büyümenin 2050 yılına kadar gerçekleştiğini; UA ve CBS Landsat uydu görüntüleriyle %80 doğruluk oranında olduğunu kanıtlamışlardır. Sebebinin nüfus artışının etkisinin büyük olduğunu ifade etmişlerdir.

Ramdani *et al.* (2021). Büyük Malang Bölgesinde yapmış oldukları analizde FA (Bulanık Algoritma) (analiz edilecek tüm jeo-uzamsal veri değişkenleri için kriterleri standartlaştırmak için) , CA (piksel düzeyinde meydana gelen arazi kullanımı değişikliğini olası bir geçişi için) ve YSA (Arazi kullanımı değişikliği geçiş model için) kullanmışlardır. Bu analizde %85 doğrulukla yerleşik alanın genişlediğini söylemişlerdir. Yerleşim alanı 2019'dan 2021'e kadar sadece %1,39 arttığını ifade etmişlerdir.

Liu *et al.* (2020). Zhengzhou şehrinde 1986-2026 yılları arasında uzaktan algılama verileri, CBS ve simülasyonları kullanarak kentleşme değişimlerini ve ormansızlaşmayı belirlemişlerdir. En büyük kentleşme 2006 yılına kadar olduğunu, ormansızlaşmanın azaldığını ve kentleşmeden dolayı ısıнын arttığını ifade etmişler.

Ceylan ve Maktav (2012). İzmit Körfezi'nin kıyı değişimi yapmış oldukları çalışma da uzaktan algılama, CBS, Landsat TM 5, ETM 7, IKONOS görüntüleri, hava fotoğrafları, haritalar ve diğer çalışmalar yardımıyla belirlemişlerdir. Bu çalışma ile doğrusal özellik çıkarma yöntemi ile kıyı çizgisi haritaları %99 gibi yüksek bir isabet oranıyla tespit etmişlerdir. Kıyı değişimleri büyük oranda değiştiğini söylemişlerdir ve bunun sebebinin nüfus artışının sanayinin gelişmesinden kaynaklı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu durum devam ederse İzmit'in doğal güzelliklerinin azalacağını belirtmişlerdir.

Yıldız ve Döker (2016). İzmit'te yapmış oldukları analizde İzmit'in nüfus artışının sanayinin etkisinin olduğunu ve nüfus dağılımları oranlarında dengesizlik olduğunu özellikle 1999 yılında yaşanan depremden sonra şehirleşmenin hızla arttığını ifade etmişlerdir. Nüfus verilerinin kullanıldığı bu çalışmada ayrıca belirlenen çaplarda nüfus yoğunluk haritaları hazırlanmıştır.

Kara (2010). Düzce' de 1987 – 2009 yılları arasına ait yapmış olduğu çalışma da hızlı sanayileşmenin sonucu kentleşmenin artmış olduğunu, kentleşmenin arazi üzerinde değişikliklere sebep olduğunu bunun da ormanları azalmasına sebep olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmayı analiz etmek için uzaktan algılama ve CBS verileri kullandığını söylemiştir. Landsat 4/5 TM 2009 görüntülerinin ERDAS Imagine 9.1 yazılımı kullanılarak yapılan sınıflandırmasına göre Düzce ili arazilerinin %45,25'i orman olduğunu ifade etmiştir.

Çoban ve Gündoğdu (2020). Yapmış oldukları çalışmada orman alanlarındaki zamansal değişimin CBS yardımıyla belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmada Çamsu Orman İşletme Şefliği sorumluluk sahasında 1990 ve 2013 ile 2014 ve 2019 yıllarına ait orman amenajman haritalarından ve plan verilerinden yararlandıklarını ifade etmişlerdir. İlgili haritaları CBS yazılımı ortamına aktarmışlar ve bu haritalardan üretilen coğrafi veri

tabanı kullanarak orman alanlarındaki zamansal değişimleri ortaya koymuşlardır Elde edilen sonuçlara göre, genel alanın %34'ünde çeşitli yön ve büyüklükte değişimler olduğunu; 1990 yılında 18,63 ha orman alanının yaklaşık %94'ü 2013 yılında da orman alanı olarak sınıflandırılmıştır. Bu alanın %6'sı 2013 yılında tarım alanına dönüştüğünü ifade etmişlerdir.

Kara ve Karatepe (2012). İstanbul Beykoz ilçesi'nde 1986-2011 yıllarına ait arazi kullanımı değişimi üzerine yapmış oldukları çalışmada görüntünün net olması için %0 bulutsuz bir zamanda almış oldukları verileri ATCOR 2 yazılımı ile düzeltilerek sınıflandırmışlardır. Bu çalışmayı CBS ve Uzaktan Algılama yardımı ile analiz edildiği belirtmişlerdir. Bu analize göre; 1986-2011 yılları arasında yükselen sanayi faaliyetlerinin etkisi ile iç göç sonucu nüfusun hızlı bir artış gösterdiğini ve yoğun yerleşim alanlarının Beykoz'da %10,72'den %15,72'ye yükseldiğini ifade etmişlerdir. Bu artış ormanlık alanlarının 1986 yılından 2011 yılına göre daha fazla olduğunu gösterdiğini bunun sebebinin plansız yerleşme olduğunu ifade etmişlerdir. Tarım alanlarının da 1986 yılına göre 2011 yılında azaldığını, bunun sebebinin ise yine yerleşim alanlarının artmasından kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak; plansız yoğun yapılaşmanın tarım ve ormanlık alanının olumsuz etkilediğini ifade etmişlerdir.

Dengiz ve Turan (2014). Samsun ilinde yapmış oldukları çalışmada 1984, 2005, 2011 yılları arasında uzaktan algılama ve CBS tekniklerini kullanarak arazi örtüsü değişimini analiz etmişler ve karşılaştırma yapmışlardır. 1984 yılından 2011 yılına kadar giderek tarım arazilerinin azalmış olduğunu ve tarım dışı arazilerinin de giderek arttığını ifade etmişlerdir. Bunun sebebinin hızla büyüyen şehirleşmenin olduğunu beraberinde sanayileşmenin, sosyal yaşamın vb. ihtiyaçların araziye olan isteklerin sürekli arttığını; bu isteklerde mera, tarım arazisini ve ormanlık alanın tahribiyete yol açtığını belirtmişlerdir.

Selçuk vd. (2021). Konya ilinde yaptıkları çalışmada CBS yardımıyla CORINE veri tabanından faydalanılarak 1990-2000-2006-2012-2018 yıllarına ait arazi kullanım/örtüsü değişim analizini yapmışlardır. Çalışmada şehir-bölge planlama, arazi

yönetimi, sürdürülebilirlik ve arazinin amacına uygun kullanımı gibi çalışmalara destek sonuçlar elde edilmiş ve altlık haritalar üretmişlerdir. İlin “%50’sinden fazlasını tarımsal araziler ve yaklaşık %25’ini mera alanları kaplamakta olduğunu, %15’ini çıplak, kayalık ve taşlık alanların oluşturduğunu ve sadece %2,29’unun orman alanlarından oluştuğu”nu ifade etmişlerdir. Çalışmada verilen analiz sonuçlarına göre 2018 yılında 1990 yılına göre toplam 754 km² alanın arazi sınıfı değiştiğini, oran olarak alanın %1,85’ine denk geldiğini ifade etmişlerdir. Konya ili yıllara göre diğer illerle karşılaştırılmış olup; diğer illere göre ormanlık alanlarının biraz da olsa artmış olmasının; taşlık vb. alanların azaldığının görülmesi şehir açısından umut verici olduğunun göstergesi olduğunu; meraların geniş olması hayvancılığın yapılabileceğini fakat mera alanların kayalık taşlık gibi arazilere dönmesinde dikkat edilmesi gerekliliklerini, bunların çoğalması iklimi etkileyip kuraklığı getirebileceğini, tarım alanların azalmasında dikkat edilmesi gerekliliğini belirtmişlerdir.

Çavuş (2012). Çanakkale’de 1992-2006 yılları arasında kentsel gelişim hakkında bilgi edinmek amaçlı yapmış olduğu çalışmada; CBS, hava fotoğrafları ve GPS (Küresel Konumlama-Global Positioning System) ölçümleri kullanmıştır. 1992 yılına ait topoğrafik haritaları altlık olarak kullanmıştır ve hava fotoğrafları, Landsat ETM. uydu görüntüleri harita üzerine bindirmiştir. GPS ile ilgili alınan tüm veriler CBS yazılımı ile Mapinfo 7.5 programı ile değerlendirme yapmıştır. Bu değerlendirmeye göre; kentsel yerleşim alanlarının büyüme miktarı bakımından yıllık %12,92 oranında bir artışa karşılık geldiğinin tespit edildiğini belirtmiştir. Yani bahsi geçen dönemde şehrin yüzölçümünün yaklaşık altı kat bir büyüme yaptığını ifade etmiştir. Bu büyüme 44 yıllık sürede toplam 7,78 km²’lik bir değişimi göstermekte olduğunu söylemiştir. Yaptığı çalışmada yerleşmenin genellikle ova üzerinde olduğunu, bu durumun plato ve yamaç arazilerin üzerinden kalkıp ova üzerinde baskı yarattığı öne sürmüştür. Ova alanların daralması nedeniyle plato yüzeyleri ve yamaç arazilerin imara açılmasıyla kentsel büyüme eğiliminin artışı gözükmekte olduğunu belirtmiştir. Ova arazilerinde 2000 yılında kentleşme sürecinde azalma gözükmekte ve yamaç arazilerinde 1992 yılından itibaren konut ihtiyacının artmasından dolayı gelişmekte olduğu ifade etmiştir. 1962 yılı toplam gelişen alan miktarının %17,58’inin eğimli alanlarda ortaya çıktığını,

2006 yılında bu oranın %26,58 değerine yükseldiğini ve bu değerin son 44 yılda yıllık dönemde % 3,43 oranında bir artış değerine denk geldiğini belirtmiştir.

Koomen and Stillwell (2007). Mekânsal planlama desteği için arazi kullanımı değişikliğinin modellenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Arazi kullanımı değişikliği modelleri, karmaşık sistemin anlaşılmasına yardımcı olacağı ve gelecekteki olası arazi kullanım konfigürasyonları hakkında değerli bilgiler sağlayabileceği yönünde bilgiler vermişlerdir. Arazi kullanımı, biyofiziksel çevre ile insan etkileşiminin en açık şekilde görülen sonucu olduğunu, en zor ve uzak dağ sıraları, çöller ve ormanlar dışında, insan, çeşitli kullanım biçimleriyle bozulmamış manzarayı değiştirdiklerinden bahsetmişlerdir. Bariz konut, ticari ve tarımsal kullanımların yanı sıra arazi, aynı zamanda şehirleşme, ormansızlaşma, su yönetimi, erozyon kontrolü ve benzeri gibi çeşitli konularla uğraşmak zorunda olan dünya çapındaki politika yapıcılar için çok önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bu makale, arazi kullanım modellerinin mevcut durumuna, bunların mekânsal politika konularına uygulamalarına ana girişi sağlamakta olduğunu söylemişlerdir. Bilgi işlem teknolojisindeki süregelen ilerlemeler ve hızla artan miktarlarda daha ayrıntılı coğrafi veri kümeleri, dünya çapında modelleyicilerin daha hızlı ve daha hassas ölçekli arazi kullanımı modelleri geliştirmelerine yardımcı olduğunu bildirmişlerdir. Tarımsal arazi kullanımına yönelik politika reformlarının olası sonuçları en yaygın olarak kullanılan arazi kullanımı değişikliğinin kapsamlı modeller ve teorik arka planları tartışmasını sunacağını ifade etmişlerdir. Bu çalışmalar trend analizleri ile birleştirilebileceğini ve bu gelişmeler aynı zamanda veri talep eden yeni ve yoğun hesaplamalı modelleme yaklaşımlarını keşfetmeyi mümkün kılacağından söz etmişlerdir. Modelleyicinin kendi disiplinine ait yaklaşımı detaylandırmak yerine mevcut tüm kavramların, yaklaşımların ve tekniklerin güçlü yanlarını birleştirmek, gelecekteki araştırmalar için en önemli görevlerden biri olarak kabul edileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca modelleyicinin geliştirilmesi hakkında önemli beş maddelik bilgi, düzen özel sayı, arazi kullanım modellerinin kalibrasyonu ve doğrulanması, farklı modelleme yaklaşımlarını entegre etme son olarak politikayla ilgili göstergelerin geliştirilmesi hakkında bilgi vermişlerdir.

Lambin *et al.* (2001). Dünya üzerinde arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliğinin nedenleri incelemişler ve efsanelerin ötesine geçmek için araştırmalar yapmışlardır. 26 araştırmacı, arazi değişikliği konusundaki anlayış durumunu değerlendirmek için ana basitleştirmeler üzerinde uzlaşıya dayalı yargılar inşa etmişlerdir. Bunlar, vaka çalışması deneyimi ile küresel değerlendirmeler arasındaki bağlantıyı güçlendirmek amacıyla tropikal ormansızlaşma, mera değişiklikleri, tarımsal yoğunlaştırma ve kentleşme gibi konuları sınıflandırmışlar, arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliğine ilişkin daha derin ve daha sağlam bir anlayışa ve daha uygun politika müdahalesine yol açacakları tartışmalara konu etmişlerdir. Ayrıca, Dünya Sisteminin işleyişinde arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliğinin gelecekteki rolünü değerlendirmek ve projelendirmek için bu konuları dikkate almışlardır. Araştırmalara göre ormansızlaşmanın sebebinin en yaygın olarak nüfus artışı ve yoksullukla bağlantılı olup, ormanları işgal etmek, kesmek, yakmak geniş orman alanlarında ekimi değiştirmekte olduğu görüşünü savunmuşlardır. Ormansızlaşmanın ayrıca değişen çiftçilerin artan varlığıyla bağlantılı olduğu durumlarda çevreye uyum sağlayamadığı durumlarda ormansızlaşmayı daha da kötüleştirdiğini, tarım alanlarının ve sığırcılık ile uğraşmalarından kaynaklı mera alanlarının artmasından kaynaklı arazi fiyatlarını arttırarak daha fazla arazi toplulaştırmasına gidilerek ormanlara zarar verdiğini ifade etmişlerdir. Nüfus artışı, yoksulluk ve altyapı konularında bulunan basit cevapların nadiren arazi değişimi konusunda yeterli bir anlayış sağladığı sonucunu desteklediğini aksine, bireysel ve sosyal tepkiler, kurumsal faktörlerin aracılık ettiği değişen ekonomik koşullardan kaynaklanmakta olduğunu, yeni arazi kullanımları için fırsatlar ve kısıtlamalar, küresel faktörlerden giderek daha fazla etkilenen piyasalar ve politikalar tarafından yaratıldığını ifade etmektedir. Bu durumların çözüm için dikkate alınması duyarlı olunması gerekliliklerini vurgulamışlardır.

Veldkamp and Lambin (2001). Arazi kullanımı değişikliğini tahmin etme üzerine araştırma yapmışlardır. Arazi yönetimi ihtiyaçlarını karşılamak ve geleceği daha iyi değerlendirmek ve tasarlamak için arazi kullanım modeline değişiklik geliştirildiğini ifade etmişlerdir. Modelleme uzamsal olarak açık, bütünlük ve çok ölçekli bir şekilde yapıldığını ve modellemenin projeksiyon için önemli olduğunu vurgulamışlardır. AKAÖ projesinin nihai amacı, özellikle modelleme yaklaşımlarında gösterildiği gibi,

arazi kullanımları ve örtüler arasındaki bölgesel tabanlı, etkileşimli değişikliklerin anlaşılmasını geliştirmekte olduğunu bahsetmişlerdir. Arazi kullanımı değişim modellemesi, birçok yeni gelişme ile oldukça dinamik bir araştırma alanı olduğunu vurgulamışlardır. Modelleme araştırmasında başlıca güncel gelişmeler; arazi kullanımı değişikliğinin etkenlerinin modellenmesi, sürücülerin ölçek bağımlılığının modellenmesi, arazi kullanımı değişikliği, konum tahminine kıyasla ilerlemeyi modelleme, arazi kullanımı değişim modellerine biyofiziksel geri bildirimlerin dahil edilmesi hakkında ilerleme kaydetmişlerdir.

Bajocco *et al.* (2012). Akdeniz bölgesi olan Sardunya’da yapmış oldukları analizde “Bir Akdeniz Vaka” çalışmasının amacı, değişen arazi örtüleri altında art zamanlı olarak arazi bozulma dinamiklerini değerlendirmek olduğu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada insan baskısının yangınlar, yoğun tarımsal uygulamalar, arazi terki, turizm yoğunlaşması, kentsel yayılma yoluyla peyzaj özelliklerini etkilediği tipik bir Akdeniz bölgesi olan Sardunya'nın (İtalya) kıyı kuşağı boyunca AKAÖ'leri ve bozulmaya karşı arazi duyarlılığı seviyesindeki paralel artışı analiz etmekte olduğunu bahsetmişlerdir. Sonuç olarak; çalışma alanındaki arazinin bozulmaya karşı duyarlılık düzeyini temel olarak iki faktörün etkilediğini ortaya koymakta olduğunu söylemişlerdir; bunlardan birincisi arazinin terk edilmesi ikincisi ise kırsal ve kentsel alanların sürdürülebilir olmayan kullanımı olduğunu ifade etmişlerdir.

Rudel *et al.* (2005). Orman geçişleri, küresel bir arazi kullanımı değişikliği anlayışına doğru bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada ormanlık alanların arttırılması için orman geçişleri adına yönelik ifadeler belirtilmiştir. Orman geçişleri, ormansızlaşma döneminde başladığını belirtmişlerdir. Başlangıçta, artan sayıda yetiştiricinin, kerestecilerin yardımıyla ormanlık alanları temizlemesi ve giderek artan şekilde şehirlerde yaşayan insan popülasyonlarının artan gıda ve lif taleplerini karşılamak için bunları tarlalara dönüştürmesi nedeniyle ormanlar azalmakta Orman örtüsündeki azalmalar sona erdiğinde ve orman örtüsündeki iyileşmeler başladığında, yerler orman geçişleri yaşadığını ifade etmişlerdir. Orman geçişleri, bazen örtüşen iki durumda meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bazı yerlerde ekonomik gelişme, çiftçileri arazilerinden çekmeye yetecek kadar tarım dışı iş yarattığını ve böylece eski tarlalardaki

ormanların kendiliğinden yenilenmesini teşvik ettiğini ifade etmişlerdir. Diğer yerlerde orman ürünlerinin kıtlığı, hükümetleri ve toprak sahiplerini bazı tarlalara ağaç dikmeye sevk ettiğini belirtmişlerdir. Geçişler biyoçeşitliliği korumak için çok az şey yapar, ancak karbonu tutar ve toprağı korur, bu nedenle hükümetler bunları teşvik etmeye yüksek bir öncelik vermeli diyerek önemini dile getirmişlerdir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1 Çalışma alanı

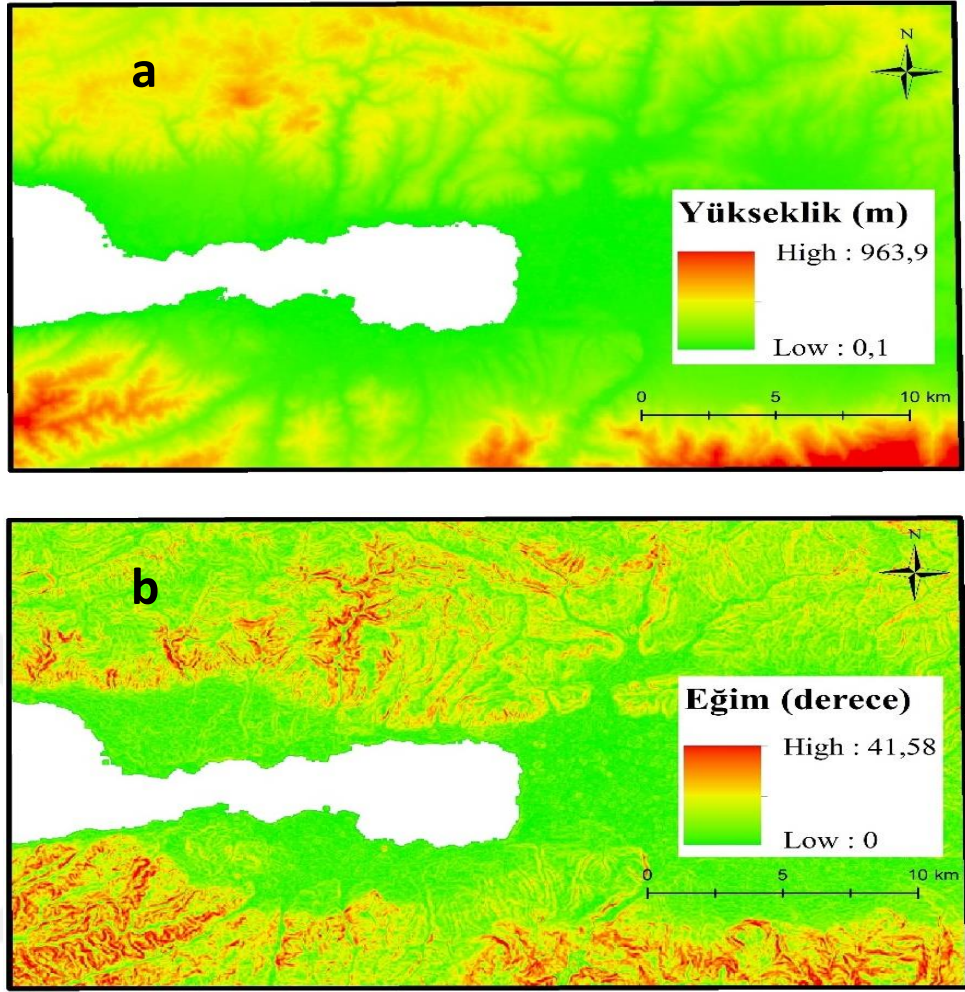
Çalışma alanı Marmara Bölgesi, İzmit ili merkezi ve yakın orman alan sınırlarında yürütülmüştür. Çalışma alanı 40050'14"- 40039'31" kuzey enlemleri ve 29043'45"- 30007'56" doğu boylamları arasında yer almakta ve yaklaşık 765,7 km² lik bir alanı kaplamaktadır (Şekil 3.1). İzmit; İzmit Körfezi'nin doğu kıyısında, Marmara Bölgesi'nin Çatalca-Kocaeli bölümünde yer almaktadır. Asya ile Avrupa'yı birleştiren önemli bir yol kavşağında bulunmaktadır (URL1). İzmit ili ülkemizin önemli bir endüstri ve ticaret merkezidir. Kocaeli topografyası-İzmit Körfezi kuzeyindeki büyük bölüm, güney yönden kuzey yöne doğru eğimli ve düşük oranda engebeye sahiptir. Bu kısım, Karadeniz'e yönelen akarsuların vadileriyle açılmış, münferit olarak tepelerle inişli-çıkışlı bir görünüm almıştır. Çalışma alanının yüksek kesimleri güneyde İzmit Körfezi civarında konumlanmıştır (URL 1). İzmit ilin kuzeyinde bulunan tepelerin denizden yüksekliği yaklaşık 350 metredir. İzmit koru ormanlarındaki asli ağaç türleri ise geniş yapraklı olarak Kayın ve Meşe, ibrelili olarak Karaçam, Sahil çamı ve Radiata çamıdır. (URL2).



Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu

İzmit ve yakın yöresi iklimi, tipik Akdeniz iklimi ile tipik Karadeniz iklimi arasında bir geçiş alanında olduğu söylenebilir. İzmit ve yakın yöresinde yaz ayları sıcak-az yağışlı; kış ayları ise serin-yağışlı, genellikle ılık geçtiği söylenebilir. Karla örtülü gün sayısı on günü geçmemektedir. Yaz aylarında Körfez kıyılarında bunaltıcı sıcaklar görülmektedir. İzmit ve yakın yöresinde ölçülmüş en yüksek hava sıcaklığı 44,1 °C derece (13 Temmuz 2000), en düşük hava sıcaklığı ise -18,0 °C derece (9 Şubat 1929)'dir. İzmit ve yakın yöresinin yıllık ortalama sıcaklığı ise 14,8 °C derece olup yıllık yağış miktarı bölgelere göre değişiklik göstermekle beraber 768–1153 mm arasındadır (URL 3).

Bu çalışmada uzaysal değişkenler olarak Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve eğim değişkenleri kullanılmıştır. Bu bağlamda analiz için hazırlanan SYM ve Eğim haritaları Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2 Çalışma Alanı (a) Sayısal Yükseklik Modeli ve (b) Eğim haritası

Çalışma alanının en düşük yükseklik değeri 0 m ile 963,9 m arasında değişmekte olup ortalama yüksekliği 194,2 metredir. Çalışma alanının en düşük eğim değeri 0 ° ile 41,58° arasında değişmekte olup ortalama eğimi 10,3°' dir.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada, path-row değerleri 179-032 olan Landsat7 ETM (27/07/2000 tarihli), Landsat5 TM (31/07/2010 tarihli) ve Landsat8 OLI (27/08/2020 tarihli) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri Çalışma alanında bu yıllar için arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıflandırması QGIS 2.18 ve ArcGIS 10.3 TM yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Modellemede kullanılmak üzere ormanlık alan, su alanı, tarım alanı ve yapı alanı olmak üzere sınıflandırılma yapılacaktır. Sonraki

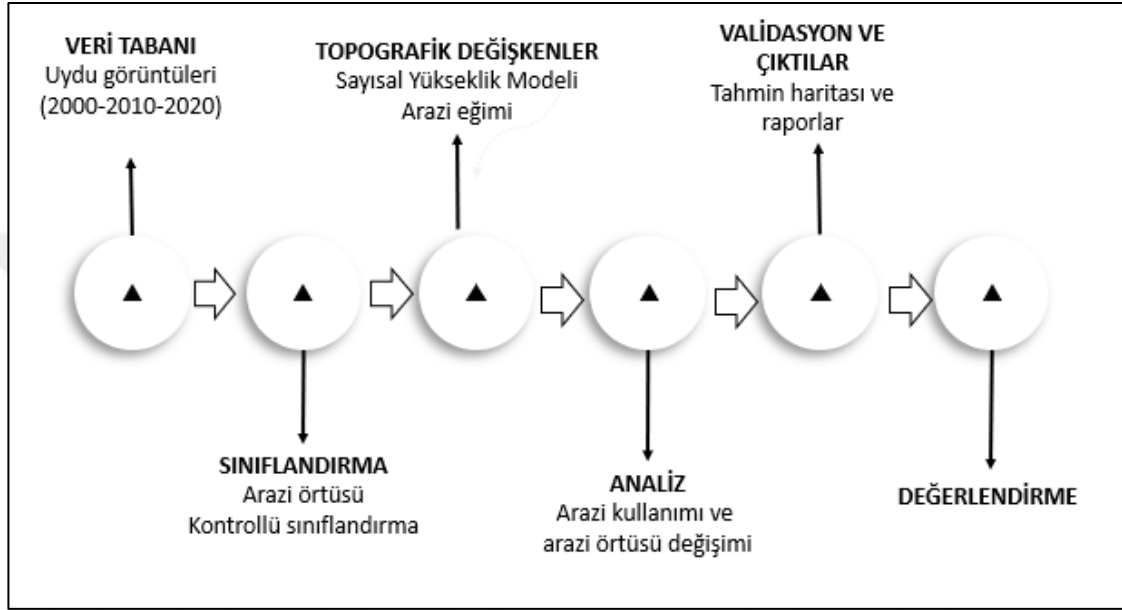
aşamada elde edilen raster veriler bilgisayar ortamında rastgele eğitim (%70) ve test verisi (%30) olarak ayrılarak YSA yaklaşımına göre modellenenecektir. YSA yaklaşımı ile geçmiş yıllardan öğrenilen değişim bilgisi ile 2020 yılını tahmin etmesi için geçmiş 10 yıl öğretilecektir. Mevcut 2020 yılı ile YSA yaklaşımından elde edilen 2020 yılı karşılaştırılarak valide edilecek ve bu modelleme yaklaşımı ile üretilen modelin tahmin gücü – modelin performansı ortaya konulacaktır. Son aşamada kabul edilebilir model başarısı elde edildikten sonra 2030 yılı için YSA modellemesi yapılarak tahmin süreci tamamlanacaktır. Bu süreç www.usgs.gov. internet adresinden hava fotoğraflarına ait son yıllar baz alınarak Landsat uydu görüntüleri indirilecek ve aynı son yıllar için tekrar edilerek model ve model başarısı hesaplanarak ortaya konulacaktır.

3.2.1 Veri işleme süreci

Çalışma alanına ait 2000 yılı, 2010 yılı ve 2020 yılı uydu görüntüleri www.usgs.gov web adresinden ücretsiz olarak indirilmiştir. Çalışma alanı sınırlarına ait sayısal yükseklik modeli elde edilen Digital Elevation Model (DEM) verisi yine bu web adresi üzerinden temin edilmiştir. Çalışma alanına ait topoğrafik değişkenler olarak Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve eğim sınıfları kullanılmış ve bu hesaplamalar elde edilen dem verisi üzerinden ArcGIS 10.3 TM ve QGIS 2.18.15 yazılımları kullanılarak oluşturulmuştur.

Geleceğe yönelik tahmin yapabilmek için QGIS yazılımında yer alan MOLUSCE eklentisi kullanılarak ardışık görüntüler arasındaki değişimlerin öğrenilmesi sağlanmıştır. MOLUSCE, farklı zaman dönemleri arasında arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerini analiz etmek ve ileri zamanlara dair model üretmek amacıyla geliştirilmeye sürekli açık olan CBS yazılımlarından biri olan QGIS içinde bir yardımcı program olarak geliştirilmiştir. Bu program, QGIS 2.0 sürümleri içerisinde kullanılabilmektedir. MOLUSCE; belirli menüler, komutlar ve işlevler ile kullanımı basit bir ara yüz kullanım deneyimi sunmaktadır. Bu yazılımın kullanımı aynı zamanda yüksek bir işlemciye ihtiyaç duymamakta, hızlı ve efektif bilgiler ortaya koyması yönünden yaygın bir kullanıma sahiptir. Bu bağlamda planlama faaliyetleri için büyük bir potansiyeli bulunmaktadır (Duran ve Doğan 2022).

Arazi kullanımı sınıflandırma öğeleri orman, su alanı, tarım arazisi ve yapılaşma alanları şeklinde kategorize edilmiştir. QGIS yazılı kullanılarak tahmin haritası elde edilmiş ve validasyon işlemi yapılmıştır. Çalışmaya ilişkin veriler raporlaştırılarak derlenmiş ve çalışma içerisinde bulgular kısmında sunulmuştur. Çalışmaya ait iş akışı Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.3 Çalışmaya ait iş akışı

3.2.2 Görüntü analizi ve sınıflandırma

Çalışma alanına ait Landsat5 TM (31/07/2010 tarihli), Landsat7 ETM (27/07/2000 tarihli) ve Landsat8 OLI (27/08/2020 tarihli) uydu görüntüleri (Path-Row:179-032) kullanılmıştır. Sınıflandırmada başarıyı artırabilmek için bulut oranının %10’un altında olduğu Temmuz ve Ağustos ayları tercih edilmiştir. Görüntülerin sınıflandırılmadan önce atmosferik ve geometrik düzeltmeleri QGIS 2.18.15 yazılımı ile yapılmıştır. Sınıflandırmada supervised classification (kontrollü sınıflandırma) tercih edilmiş ve maximum like lihood classification (en yüksek olasılık sınıflandırması) metoduna göre görüntü sınıflaması yapılmıştır. Çalışma alanı orman, su, tarım ve yapılaşma alanı olarak dört kategoride sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmaların doğruluğunu hesaplamada kappa coefficient and accuracy (katsayı ve doğruluk) değerleri kullanılmış ve görüntü

sınıflandırmalarına ait Kappa değerleri 2000 yılı için %91, 2010 yılı için %85 ve 2020 yılı için ise %94 olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda planlama aksiyonlarında avantaj sağlayabilecek bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür.

3.2.3 Arazi kullanımı ve arazi değişiminin belirlenmesi

2000 yılı, 2010 ve 2020 yılları arasında AKAÖ değişimini tespit etmek için QGIS yazılımında yer alan Modulesfor Land Use Change Simulations (MOLUSCE) eklentisi kullanılmıştır. Uzaysal değişkenler olarak çalışma alanı sınırları içerisindeki kaplayan yükseklik dağılımı ve eğim değerleri kullanılmıştır.

3.2.4 Simülasyon ve validasyon süreci

2010 yılından 2030 yılına kadar olabilecek AKAÖ değişiminin simülasyonu için uluslararası literatürde yaygın olarak kullanılan Yapay Sinir Ağları öğrenme sürecinde 1000 iterasyonlu, komşuluk değeri (neighbourhoodvalue) 3x3 pixel, öğrenme oranı (learning rate) 0.001, gizli katman (hiddenlayer) 10 ve momentum değeri (momentum value) 0.050 tercih edilmiştir. Arazi örtüsü validasyonu Cellular Automata (CA) (Kerner *et al.* 2002; Kamusoko *et al.* 2009) için beş iterasyon tercih edilmiştir. CA modelleme yaklaşımı, temelde reel doğa verilerini simüle etmeye yarayan ve bu bağlamda stokastik, doğrusal olmayan ve uzamsal süreci değerlendiren bir algoritmadır. Bu kabiliyeti nedeniyle arazi kullanım değişikliğinin modellenmesinde, yoğun olarak tercih edilen yöntemlerden biri haline gelmiştir. Tanımlanmış kuralları baz alarak, modelleme sonuçlarını oluşturmaktadır (Canpolat ve Dağlı 2020). CA yaklaşımı, uzayın hücrelere bölünerek ifade edildiği ve bu hücrelerin zamanla değişiminden yola çıkarak farklı adımlarla gelişiminin gösteriminin ifadesidir. Hücrelerin gelişimi, komşu piksel hücrelerinin etkisi ve piksellerin kendi karakteristik özellikleri önemlidir. Komplike olan sistemler temel düzeyde bir matematiksel yaklaşımla açıklanabilmektedir. CA yaklaşımının anlaşılmasının kolay olması, CBS ve UA ile uyumlu olarak çalışması nedeniyle özellikle karmaşık hücre değişimlerini modellemede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yaklaşımla, mekânsal bilgi ve dinamikler kullanılarak arazinin gelişmesini, her bir hücrenin ifade ettiği arazi sınıfına göre tahmin edilebilmektedir.

(Çağlıyan ve Dağlı 2015). Validasyonun hesaplamasında, 2000 yılından 2020 yılına kadar değişim için 2020'ye ait mevcut görüntünün sınıflandırılması sonucu elde edilen gerçek harita ile QGIS yazılımından analiz ile elde edilen (YSA ile eğitilen verilerle oluşturulan) 2020 yılına ait simülasyon haritasının karşılaştırılması ile tespit edilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Görüntü sınıflandırma

Çalışmada kontrollü sınıflandırma yöntemine göre uydu görüntüleri dört sınıfa ayrılmış ve sınıflandırılan uydu görüntülerinin arazi kullanımı ve arazi örtüsü bilgileri gerçek değere yakınlık derecesi (doğruluk derecesi) ve sınıflandırma başarısını gösteren Kappa değeri hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Kontrollü sınıflandırma doğruluk dereceleri ve Kappa değerleri

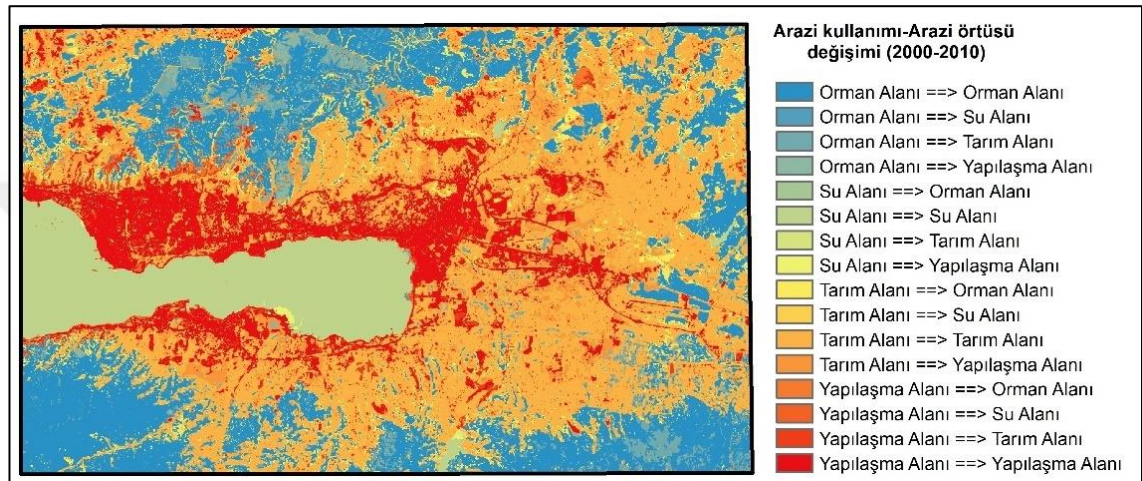
Sınıflandırma	2000 yılı Doğruluk derecesi %	2010 yılı Doğruluk derecesi%	2020 yılı Doğruluk derecesi%
Orman alanı	95.96	97.50	99.25
Su alanı	98.85	99.83	99.72
Tarım alanı	85.35	83.5	92.5
Yapılaşma alanı	96.87	93.4	89.42
Kappa değeri	0.91	0.87	0.94

2000 yılı, 2010 ve 2020 yıllarına ait orman, su, tarım ve yapılaşma alanı sınıflandırma başarıları yüksek kabul oranına sahip olup Kappa değerleri sırasıyla; %91, %87 ve %94 olarak hesaplanmıştır. Kappa değeri açısından kontrol edildiğinde yüksek doğrulukla kabul edilebilir sınıflandırma yapıldığı tespit edilmiştir. Burada kappa değeri en düşük hesaplanan 2010 yılı için ise çalışmada kullanılan Landsat 5 TM uydu görüntüsünden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2 Arazi kullanımı – Arazi örtüsü değişimi ve Validasyon

Bu çalışmada, arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimlerinin ortaya konulabilmesi için; SYM ve eğim haritası verileri uzaysal değişken olarak kullanılmış ve QGIS ortamında hesaplanarak raster formatında kaydedilmiştir. Sınıflandırma yapıldıktan sonra bu değişkenlerin arasındaki ilişkinin ortaya konmasında Pearson's Corelasyon metodu uygulanmıştır. Herhangi bir arazi sınıfından bir diğerine değişme olasılığının

hesaplanmasında Markov Chain (MC) geçiş matrisleri tercih edilmiş ve değişim haritaları (2000-2010 yılları arası ve 2010-2020 yıllar arası) oluşturulmuştur (şekil 4.1 ve şekil 4.2). Değişim haritasında dört sınıfa ait geçişler, sınıfların birbiri ile piksel geçişi olarak ifade edilmiştir. Değişimin kolaylıkla anlaşılabilmesi için; her bir sınıfa farklı bir ana renk belirlenmiş ve diğer sınıflara olan değişim, bu ana renklerin koyu renkten açık renklere doğru açılması ile gösterilmiştir.



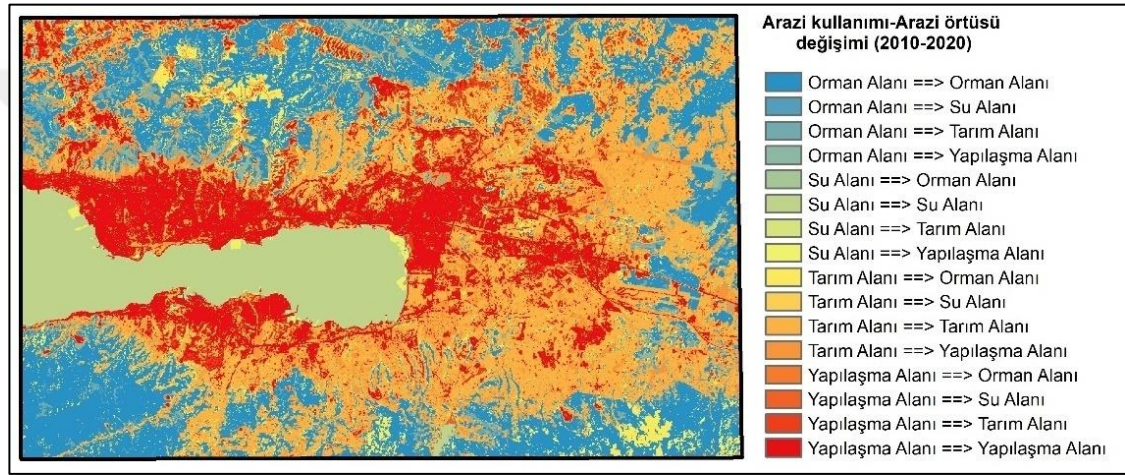
şekil 4.1 2000-2010 yılları arasındaki AKAÖ değişim haritası

Çalışma alanının 2000 yılı ile 2010 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü zamansal ve mekânsal değişimine ilişkin dağılım izelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 alışma alanı 2000-2010 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişim oranları

	2000		2000-2010		2010	
	km ²	%	Δ (%)	Δ (km ²)	km ²	%
Orman alanı	230,98	30,17	-0,51	-3,90	227,08	29,66
Su alanı	74,77	9,76	-0,19	-1,46	73,31	9,57
Tarım alanı	352,75	46,07	-3,53	-27,02	325,73	42,54
Yapılaşma alanı	107,20	14,00	4,23	32,38	139,58	18,23
Toplam	765,70	100	-	-	765,70	100

Çizelge 4.2 incelendiğinde 2000 yılı itibariyle orman alanının 230,98 km² olduğu ve toplam çalışma alanına oranının ise %30,17 olduğu hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde sırasıyla su alanının 74.77 km² ve toplam çalışma alanına oranı %9,76; tarım alanının 352,75 km² ve oranının %46,07 ve son olarak yapılaşma alanının 107,20 km² ve oranının ise %14 olduğu tespit edilmiştir. 2010 yılında ise orman alanı 227,08 km² ve toplam alana oranı %29,66; su alanı 73,31 km² ve oranı %9,57; tarım alanı 325,73 km² ve %42,54; yapılaşma alanı ise 139,58 km² ve toplam alana oranı %18,23 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.2 2010-2020 yılları arasındaki AKAÖ değişim haritası

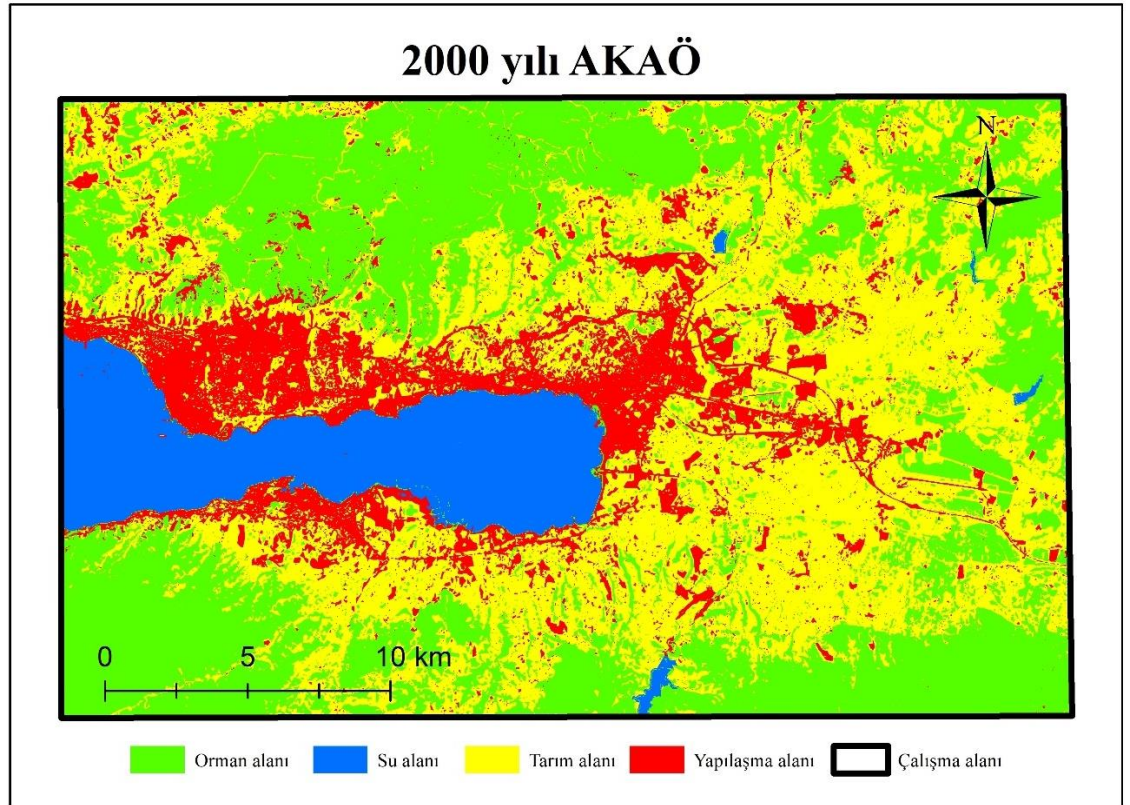
Çalışma alanının 2010 yılı ile 2020 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü zamansal ve mekânsal değişimine ilişkin dağılım Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Çalışma alanı 2010-2020 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişim oranları

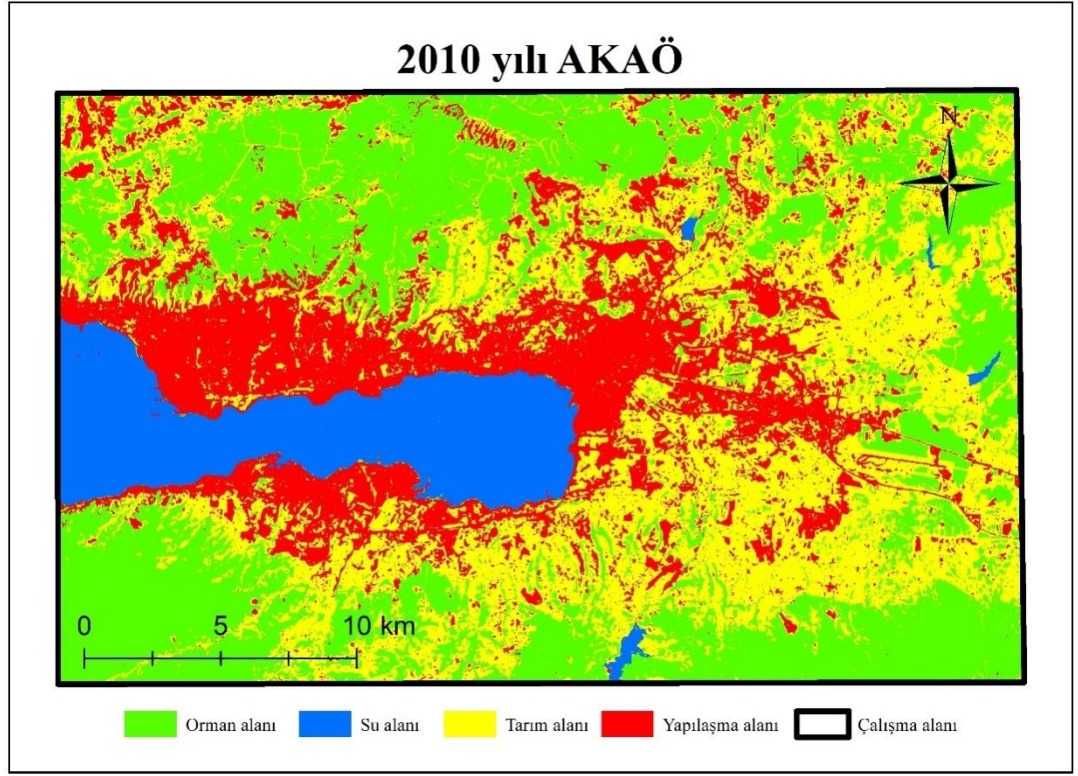
	2010		2010-2020		2020	
	km ²	%	Δ (%)	Δ (%)	km ²	%
Orman alanı	227,08	29,66	-0,91	-6,96	220,11	28,75
Su alanı	73,31	9,57	-0,01	-0,06	73,25	9,56
Tarım alanı	325,73	42,54	-4,87	-37,31	288,42	37,67
Yapılaşma alanı	139,58	18,23	5,79	44,33	183,91	24,02
Toplam	765,70	100	-	-	765,70	100

Çizelge 4.3 incelendiğinde 2010 yılı itibariyle orman alanının 227,08 km² olduğu ve toplam çalışma alanına oranının ise %29,66 olduğu hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde sırasıyla su alanının 73,31 km² ve toplam çalışma alanına oranı %9,57; tarım alanının 325,73 km² ve oranının %42,54 ve son olarak yapılaşma alanının 139,58 km² ve oranının ise %18,23 olduğu tespit edilmiştir. 2020 yılında ise orman alanı 220,11 km² ve toplam alana oranı %28,75; su alanı 73,25 km² ve oranı %9,56; tarım alanı 288,42 km² ve %37,67; yapılaşma alanı ise 183,91 km² ve toplam alana oranı %24,02 olarak hesaplanmıştır.

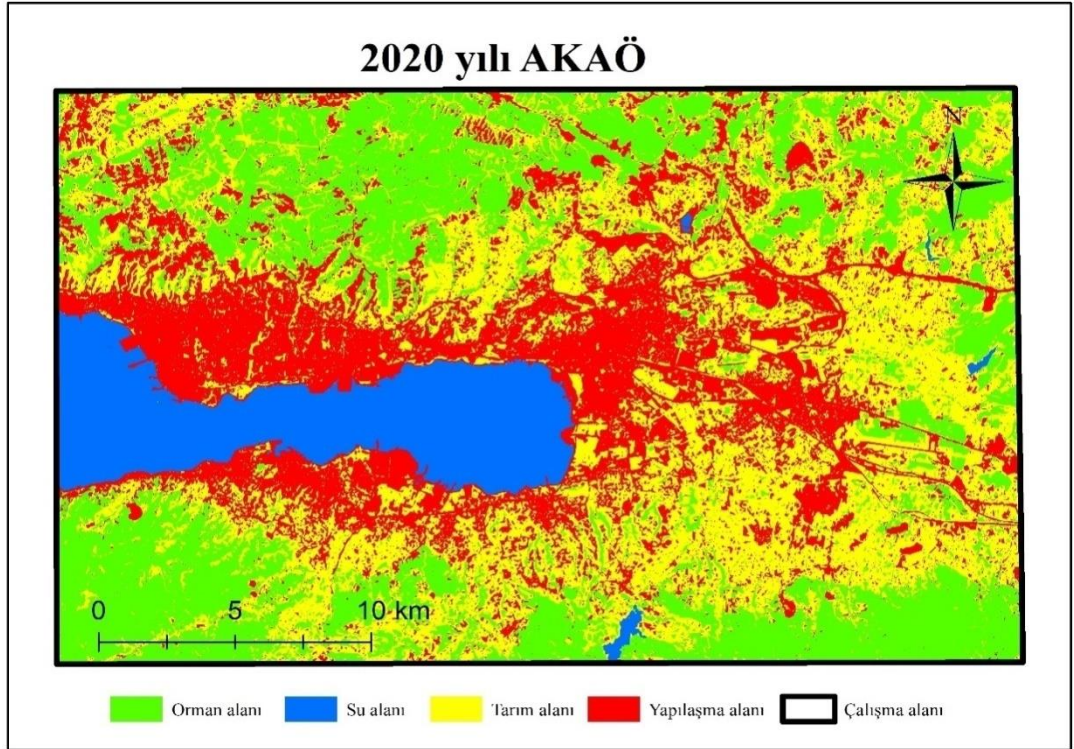
Çalışma alanında 2000-2010 yılları ve 2010-2020 yılları arasında orman alanının ve tarım alanının azaldığı buna karşılık yapılaşma alanlarının arttığı tespit edilmiştir. Su alanının ise genel değişim göstermediği ancak azaldığı tespit edilmiştir. 2000, 2010 ve 2020 yıllarına ait AKAÖ haritaları Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.3 2000 yılına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritası



Şekil 4.4 2010 yılına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritası



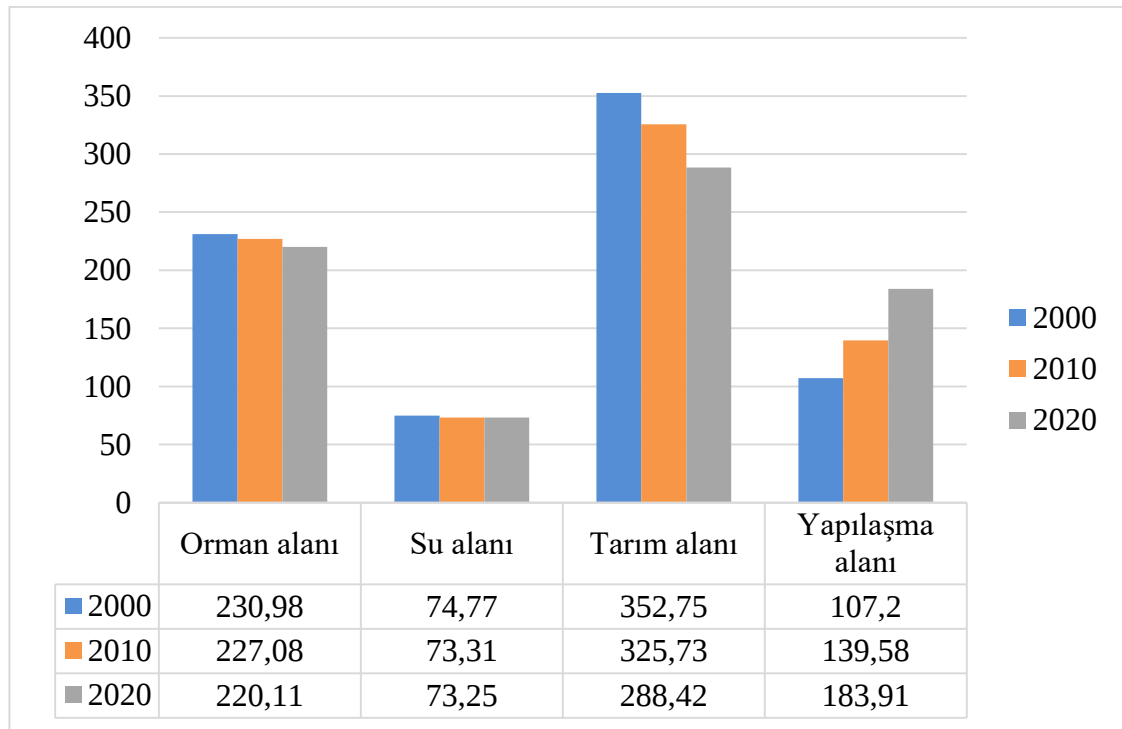
Şekil 4.5 2020 yılına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritası

Elde edilen analiz sonuçlarına göre 2000 yılı, 2010 ve 2020 yılları arasındaki değişim özet tablo olarak Çizelge 4.4'te ifade edilmiştir.

Çizelge 4.4 Çalışma alanı 2000-2020 yılları arasındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişim oranları

	2000		2000-2010		2010		2010-2020		2020	
	km ²	%	Δ (%)	Δ (km ²)	km ²	%	Δ (%)	Δ (%)	km ²	%
Orman alanı	230,98	30,17	-0,51	-3,90	227,08	29,66	-0,91	-6,96	220,11	28,75
Su alanı	74,77	9,76	-0,19	-1,46	73,31	9,57	-0,01	-0,06	73,25	9,56
Tarım alanı	352,75	46,07	-3,53	-27,02	325,73	42,54	-4,87	-37,31	288,42	37,67
Yapılaşma alanı	107,20	14,00	4,23	32,38	139,58	18,23	5,79	44,33	183,91	24,02
Toplam	765,70	100			765,70	100			765,70	100

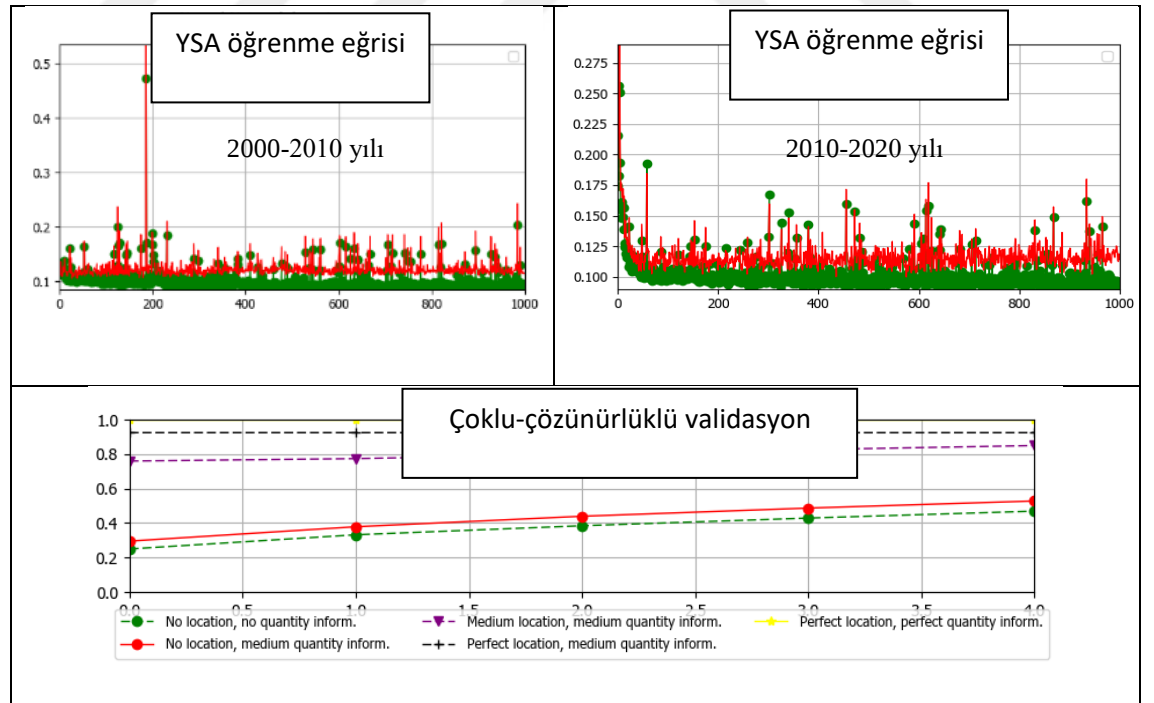
Çizelge 4.4 incelendiğinde genel olarak orman ve tarım alanında bir azalma trendi, su alanında önemli bir değişiklik olmadığı ancak yapılaşma alanında ciddi bir artış eğilimli trend olduğu tespit edilmiştir. 2000 yılı, 2010 ve 2020 yılları bağlamında arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6 2000-2020 yılları arasındaki arazi kullanımı değişimi

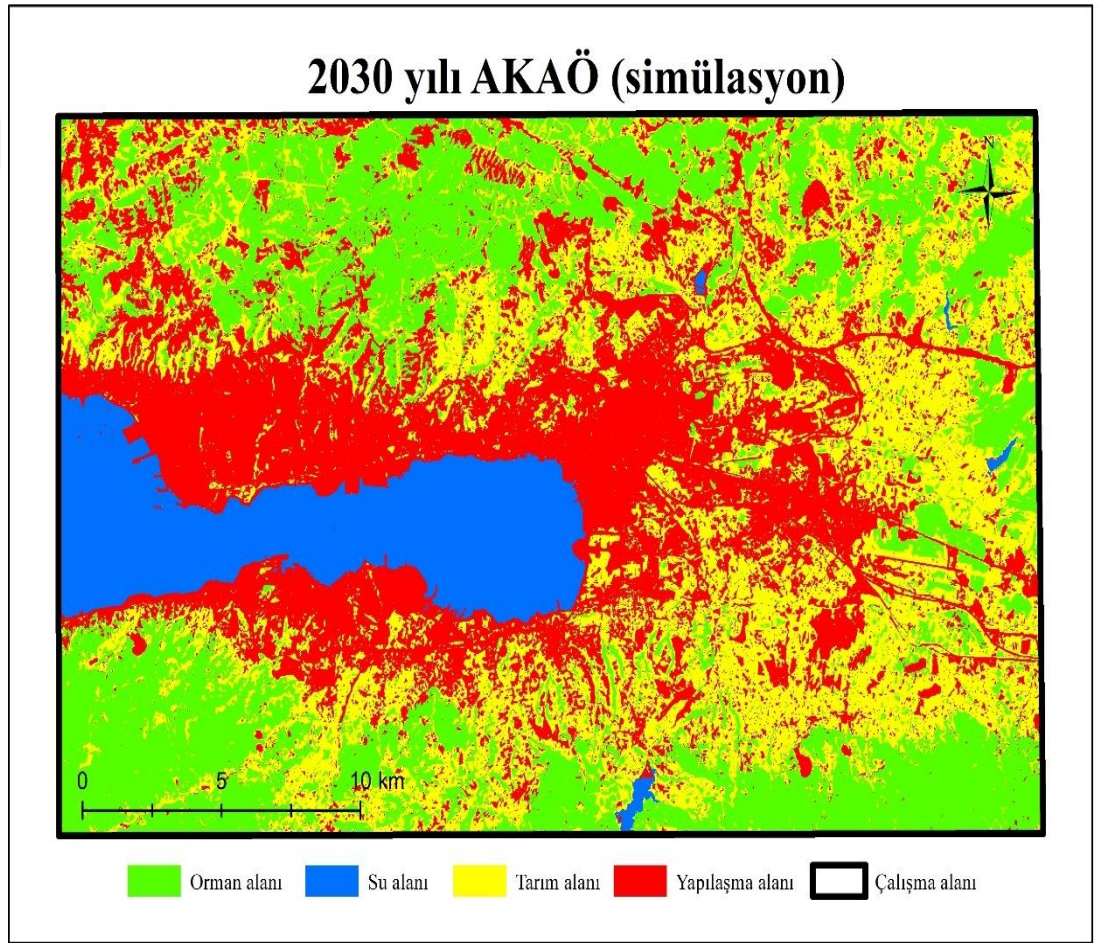
4.3 Simülasyon

Bu çalışmada, YSA yaklaşımı ile 2020 yılı ve 2030 yılı arasında tahmin edilen AKAÖ değişiminin simülasyonunu ortaya koymak için öncelikle 2000 yılı ile 2010 yılı öğrenme sürecine dahil edilmiştir. Öğrenme sürecinde 1000 iterasyon, 3X3 (9 piksel) komşuluk değeri (neigh bourhood value), 0,001 öğrenme oranı (learning rate), 10 gizli katman (hiddenlayer) ve 0,050 döngü değeri (momentum value) ile öğrenme aşaması tamamlanmıştır. Öğrenme aşamasında 2010 için en düşük validasyon toplam hatası (MinValidation Overall Error) 0,09471 ve güncel validasyon kappa değeri (Current Validation Kappa) %87 olarak gerçekleşmiş ve simülasyon haritası oluşturulmuştur. Validasyon aşamasında; mevcut 2020 yılı sınıflandırılmış AKAÖ haritası kullanılarak; 2020 yılı gerçek arazi sınıflarından elde edilmiş AKAÖ haritası ile YSA öğrenme süreci sonunda tahmin edilen arazi sınıfları simülasyon haritaları birbirine karşılaştırılarak Cellular Automata ile beş iterasyonlu olarak kıyaslanmıştır. Validasyon sonucunda YSA yaklaşımının %91,1 başarı ile tahmin yaptığı tespit edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 2000-2010 ve 2010-2020 yılı için YSA öğrenme eğrileri ve validasyon

Çalışmada hedeflenen 2030 yılı AKAÖ tahmini için YSA yaklaşımında 2000 ve 2010 yıllarına ait sınıflandırılmış uydu görüntüleri kullanılarak 2020 yılı simülasyonu yapılmıştır. Uzaktan algılama teknikleri kullanarak elde edilen verilerin YSA ile veri öğrenmesinden sonra 2030 yılı AKAÖ simülasyon haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.8). 2030 yılı AKAÖ simülasyon haritası için öğrenme aşamasında en düşük validasyon toplam hatası (MinValidation Overall Error) 0,08176 ve güncel validasyon kappa değeri (Current Validation Kappa) %89,2 olarak gerçekleşmiştir.



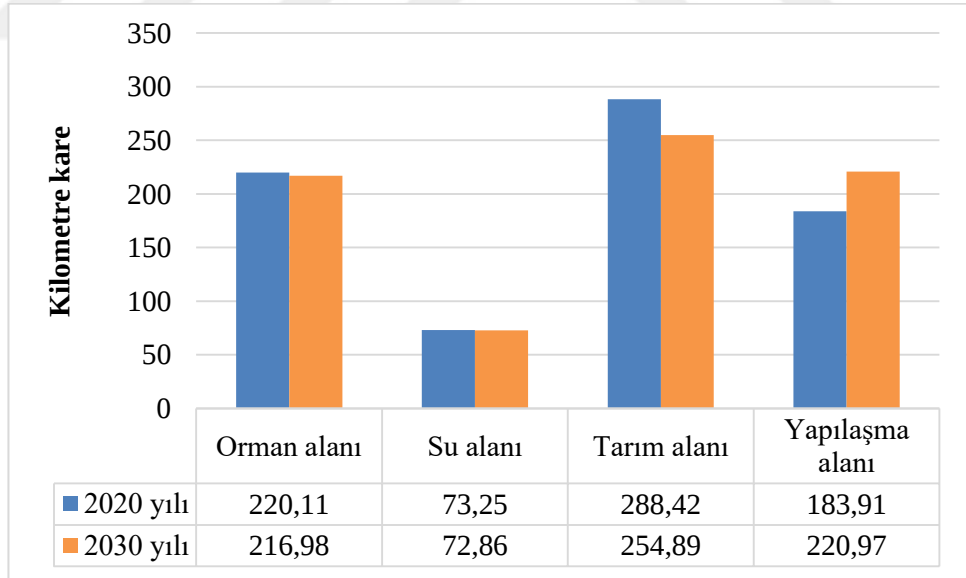
Şekil 4.8 2030 yılı için tahmin edilen arazi kullanımı ve arazi örtüsü simülasyon haritası

Çalışma ile elde edilen 2030 yılı AKAÖ simülasyon haritasında yer alan arazi sınıfları ile güncel 2020 yılı uydu görüntüsünden oluşturulan AKAÖ haritası göz önüne alındığında elde edilen bulgular Çizelge 4.5'te sunulmuştur.

Çizelge 4.5 Çalışma 2020 ile 2030 yılı arasında tahmin edilen AKAÖ değişimi

	2020-yılı (km ²)	2030-yılı (km ²)	Değişim Δ (km ²)	Değişim Δ (%)
Orman alanı	220,11	216,98	-3,13	-0,41
Su alanı	73,25	72,86	-0,39	-0,04
Tarım alanı	288,42	254,89	-33,53	-4,38
Yapılaşma alanı	183,91	220,97	37,06	4,84
Toplam alan	765,70	765,7	-	-

Çizelge 4.5 incelendiğinde 2020 yılı itibariyle orman alanlarının 220,11 km² değerinden %3,13 oranla 3,13 km² düşerek 2030 yılında 216,98 km² değerinde olacağı, su alanlarının 73,25 km² değerinden %0,04 oranla 0,39 km² düşerek 2030 yılında 72,86 km² değerinde olacağı, tarım alanlarının 288,42 km² değerinden %4,38 oranla 33,53 km² düşerek 2030 yılında 254,89 km² değerinde olacağı ve yapılaşma alanlarının 183,91 km² değerinden %4,84 oranla 37,06 km² artarak 2030 yılında 220,97 km² değerinde olacağı tahmin edilmektedir. Bu çalışmayla elde edilen sonuçlar ışığında oluşan grafik Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9 2030 yılı için tahmin edilen arazi kullanımı ve arazi örtüsü simülasyon haritası

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada AKAÖ bakımından meydana gelen değişimin ortaya konabilmesi için; 2000, 2010 ve 2020 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak uzaktan algılama teknikleri (kontrollü sınıflandırma) yaklaşımı ile elde edilen arazi kullanımı ve arazi değişimi haritaları kullanılmıştır. MLP (Multi Layer Perceptron-Çok Katmanlı Algılayıcı)-YSA yaklaşımı ile 2030 yılı için zamansal ve mekânsal değişimin simülasyonu üretilmiştir. Ayrıca orman varlığının yoğun olarak yer aldığı kentsel yerleşim merkezinin bulunduğu çalışma alanında mekânsal ve zamansal değişimi ortaya konulmuştur.

Yapılan analiz ile çalışma alanından elde edilen sonuçların ulusal ve uluslararası literatürde yaygın (Muhammad *et al.* 2022; Liu *et al.* 2016; Petit and Lambin 2002) olarak karşılaşılan sonuçlara benzer olduğu görülmüştür. Orman ve tarım alanlarının genellikle yapılaşma alanlarına dönüştüğü tespit edilmiştir. Sonuç olarak; İzmit merkez ve yakın civarının bulunduğu alan için yapılan AKAÖ değişim modelinde (2000-2030); orman alanlarının 230,98 km²'den 220,11 km²'ye; tarım alanlarının 352,75 km²'den 288,42 km²'ye sırasıyla %1,42 orman alanı ve %8,4 tarım alanı kaybı olduğu, su alanlarının 2000 yılında 74,77 km², 2010 yılında 73,31 km² ve 2020 itibarıyla 73,25 km² olduğu genel olarak su alanlarının çok az düşüş gösterdiği, bu durumun kuraklık ve su bütçelerinin küresel iklim değişikliği sebebiyle azaldığı kanısını destekler nitelikte olduğu, yapılaşma alanlarının %10,02 artarak 2000 yılı itibarıyla 107,2 km²'den 2020 yılında 183,91 km²'ye yükseldiği tespit edilmiştir. İzmit İli'nin önemli sanayi kentlerimizden olması nedeniyle bu artışın da yine beklenen bir durum olduğu düşünülmektedir. 2030 yılı tahmin verilerine bakıldığında yapılaşmanın artacağı ve 220,97 km² olabileceği düşünülmektedir. Sanayisi gelişmiş kentlerin daha fazla nüfus aldığı göz önünde bulundurulduğunda çalışma sonuçlarının gerçekleşebileceği öngörülmektedir.

Bu çalışmada tercih edilen YSA yöntemi ve Cellular Automata (CA) simülasyon yaklaşımının kullanımı, modelleme başarısını artıran özelliklerden biri olmuştur. Bu yaklaşımın AKAÖ değişiminin daha detaylı tespit edilmesinde etkin bir araç olduğu,

ayrıca sınıflandırma başarısının yüksek olmasının modelin başarısını da artırdığından tahminlerin isabet oranını artıracaktır.

Bundan sonraki yürütülecek çalışmalarda farklı uydu görüntüleri ile daha yüksek çözünürlüklü ve daha hassas verilerle çalışılması durumunda hem sınıflandırmanın hem de üretilen modelin tahmin gücünün daha da arttıracağı düşünülmektedir. Bu çalışmada kullanılan tahmin yaklaşımları farklı kriterler ve yaklaşımlar kullanılarak geliştirilebilir ve AKAÖ değişim tahmin başarıları artırılabilir.



KAYNAKLAR

- Addae, B., & Oppelt, N. 2019, Land-use/land-coverchange analysis and urban growth modelling in the Greater Accra Metropolitan Area (GAMA), Ghana. *Urban Science*, 3(1), 26.
- Agariga, F., Abugre, S., & Appiah, M. 2021. Spatio-temporalchanges in land use and forest cover in the A sutifi North District of AhafoRegion of Ghana, (1986–2020). *EnvironmentalChallenges*, 5, 100209.
- Alam, A., Bhat, MS, and Maheen, M. 2020. Using Land satsatellite datatoassess land use and land coverchange in the Kashmirvalley. *Geo Journal*, 85 (6), 1529-1543.
- Bajocco, S., De Angelis, A., Perini, L., Ferrara, A., & Salvati, L. 2012. The impact of land use/land cover changes on land degradation dynamics: a Mediterraneancase study. *Environmental management*, 49(5), 980-989.
- Behera, M. D., Tripathi, P., Das, P., Srivastava, S. K., Roy, P. S., Joshi, C., ... & Krishnamurthy, Y. V. N. 2018. Remote sensingbasedde forestationanalysis in Mahanadi and Brahmaputra river basin in India since 1985. *Journal of Environmental Management*, 206, 1192-1203.
- Birleşmiş Milletler 2017. Dünya nüfus tahminleri 2017 revizyon veri kitapçığı ekonomik ve sosyal işler s:24. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_Data Booklet.pdf Erişim tarihi: 6 Eylül 2022.
- Bugday, E. and Erkan Bugday, S 2019. Modeling and simulatngland use/cover change using artificial neural network from remotesensing data. *Cerne*, 25, 246-254.
- Canpolat, F. A., & Dağlı, D 2020. Elazığ İli'nde Arazi Kullanımı Değişimi (2006-2018) ve Simülasyonu (2030). *International Journal Of Geography And Geography Education*, (42), 702-723.
- Caldas, M. M., Goodin, D., Sherwood, S., Campos Krauer, J. M., & Wisely, S. M. 2015. Land-coverchange in the Paraguayan Chaco: 2000–2011. *Journal of Land Use Science*, 10(1), 1-18.
- Ceylan, M.,& Maktav 2012. D. Uzaktan Algılama ve CBS ile Kıyı Çizgisi Değişiminin Belirlenmesi: İzmit Körfezi Örneği.
- Çağlıyan, A., & Dağlı, D. 2015. Arazi Kullanımında Simülasyon Modelleri Ve Entegre Kullanımları. *TÜCAÜM VIII. Coğrafya Sempozyumu*, 23(24), 233-244.

- Çavuş, C. 2012. Çanakkale'de Kentsel Gelişimin Uzaktan Algılama ve Gps Ölçümleri ile İzlenmesi. Coğrafya Dergisi, (15).
- Çoban, H. O., & Gündoğdu, Ş. 2020. Orman alanlarındaki değişimlerin CBS tabanlı belirlenmesi: Çamsu Orman İşletme Şefliği örneği. Turkish Journal of Forestry, 21(1), 60-69.
- Dengiz, O. & Turan, İ. D. 2014. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Zamansal Değişimin Belirlenmesi: Samsun Merkez İlçe İlçesi Örneği (1984-2011). Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1(1), 78-90.
- Dennis, R. A., & Colfer, C. P. 2006. Impacts of land use and fire on the loss and degradation of low land forest in 1983–2000 in East Kutai District, East Kalimantan, Indonesia. Singapore Journal of Tropical Geography, 27(1), 30-48.
- Duran, S., & Doğan, M. Uzun Dönemli 2022. (1984-2020) Arazi Geçişinin Tespiti Ve Modellemesi (2035): Gölcük İlçesi'nin Analizi. Coğrafya Dergisi , (44), 169-181.
- Elliott, M., Day, J. W., Ramachandran, R., & Wolanski, E. 2019. A synthesis: what is the future for coasts, estuaries, deltas and other transitional habitats in 2050 and beyond?. In Coasts and Estuaries (pp. 1-28). Elsevier.
- Huang, C., Kim, S., Song, K., Townshend, J. R., Davis, P., Altstatt, A., ... & Musinsky, J. 2009. Assessment of Paraguay's forest cover change using Land sat observations. Global and Planetary Change, 67(1-2), 1-12.
- Izquierdo, A. E., De Angelo, C. D., & Aide, T. M. 2008. Thirty years of human demography and land-use change in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina: an evaluation of the forest transition model. Ecology and Society, 13(2).
- Kamusoko C, Aniya M, Adi B & Manjoro M 2009. Rural sustainability under threat in Zimbabwe– simulation of future land use/cover changes in the Bindura district based on the Markov cellular automata model. Applied Geography, 29(3), 435-447.
- Kang, S. and Choi, W. 2014. Forest cover changes in North Korea since the 1980s. Regional Environmental Change, 14 (1), 347-354.
- Kara, F. & Karatepe, A. 2012. Uzaktan Algılama Teknolojileri İle Beykoz İlçesi (1986-2011) Arazi Kullanımı Değişim Analizi. Marmara Coğrafya Dergisi, (25), 378-389.

- Kara, F. 2010. Uzaktan algılama ile arazi kullanımı/arazi örtüsü değişiminin ve kentsel büyümenin belirlenmesi: Türkiye'de Düzce ili örneği. Fresenius Çevre Bülteni, 19 (7), 1312-1319.
- Kerner, Bs; Klenov, Sl; Wolf, 2002. De Üç Fazlı Trafik Teorisine Hücresel Otomat Yaklaşımı. Journal Of Physics A: Mathematical And General, V.35, N.47, 9971.
- Kim, C. 2016. Land use classification and analysis of land use change using satellite imagery of Lombok Island, Indonesia. Forest Science and Technology, 12 (4), 183-191.
- Koomen, E. and Stillwell, J. 2007. Modeling of land use change. In modeling land use change(pp. 1-22). Springer, Dordrecht.
- Kwak, Y., Deal, B., & Heavisides, T. 2021. A Large Scale Multi Criteria Suitability Analysis for Identifying Solar Development Potential: a decision support approach for the State of Illinois, USA. Renewable Energy.
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., ... & Xu, J. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. Global environmental change, 11(4), 261-269.
- Liou, Y. A., Kuleshov, Y., Ho, C. R., Nguyen, K. A., & Reising, S. C. 2021. Preface: Earth Observations for Environmental Sustainability for the Next Decade.
- Liu, J., Shao, Q., Yan, X., Fan, J., Zhan, J., Deng, X., ... & Huang, L. 2016. The climatic impacts of land use and land cover change compared among countries. Journal of Geographical Sciences, 26(7), 889-903.
- Liu, P., Jia, S., Han, R., Liu, Y., Lu, X., & Zhang, H. 2020. RS and GIS supported urban LULC and UHI change simulation and assessment. Journal of Sensors, 2020.
- Mallupattu, P. K., & Sreenivasula Reddy, J. R. 2013. Analysis of land use/land cover changes using remote sensing data and GIS at an Urban Area, Tirupati, India. The Scientific World Journal, 2013.
- Miyamoto, M., Parid, M. M., Aini, Z. N., & Michinaka, T. 2014. Proximate and underlying causes of forest cover change in Peninsular Malaysia. Forest Policy and Economics, 44, 18-25.
- Muhammad, R., Zhang, W., Abbas, Z., Guo, F., & Gwiazdzinski, L. 2022. Spatio temporal Change Analysis and Prediction of Future Land Use and Land

- CoverChanges Using QGIS MOLUSCE Pluginand Remote Sensing Big Data: A Case Study of Linyi, China. *Land*, 11(3), 419.
- Oguz, N. & Bozali, N. 2014. Prediction of Land Use/Land CoverChange in the City of Gaziantep until the Year 2040. *Journal of Agricultural Sciences-Tarim Bilimleri Dergisi*, 20.
- Petit, C. C., & Lambin, E. F. 2002. Impact of data integration technique on historical land-use/land-coverchange: Comparing historical map swithremotesensing data in the Belgian Ardennes. *Land scapeecology*, 17(2), 117-132.
- Poyatos, R., Latron, J., & Llorens, P. 2003. Land use and land coverchange after agriculturalab and onment. *Mountain researchand development*, 23(4), 362-368.
- Ramdani, F., Setiawan, B., Rusydi, A., &Furqon, M. 2021. An ArtificialNeural Network ApproachtoPredicttheFuture Land Use Land Cover of Great Malang Region, Indonesia.
- Reis, S. 2008. Analysis of land use/land cover change susing remotesensing and GIS in Rize, North-East Turkey. *Sensors*, 8 (10), 6188-6202.
- Rimal, B., Zhang, L., Keshtkar, H., Wang, N., & Lin, Y. 2017. Monitoring and modeling of spatiotemporal urban expansionandland-use/land-cover change usinginte grated Markov chain cellular automata model. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(9), 288.
- Rudel, TK, Coomes, OT, Moran, E., Achard, F., Angelsen, A., Xu, J., &Lambin, E. 2005. Foresttransitions: towards a globalunderstanding of land use change. *Global environmentalchange*, 15 (1), 23-31.
- Sánchez-Cuervo, A. M.,Aide, T. M., Clark, M. L., &Etter, A. 2012. Land coverchange in Colombia: surprisingforestrecoverytrendsbetween 2001 and 2010.
- Satya, B. A., Shashi, M., & Deva, P. 2020. Future land use land cover scenariosimulationusingopensource GIS forthecity of Warangal, Telangana, India. *Applied Geomatics*, 12(3), 281-290.
- Selçuk, Sefa Furkan, Et Al. Konya İli Arazi Kullanım/Örtüsü Değişim Analizi. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 2021, 4.2: 100-114.
- Shearman, PL, Ash, J.,Mackey, B., Bryan, JE, and Lokes, B. 2009. Foresttransformationanddegradation in Papua New Guinea 1972-2002. *Biotropica*, 41(3), 379-390.

- Singh, R. K., Singh, P. K., Drews, M., Kumar, P., Singh, H., Gupta, A. K., ... & Kumar, M. 2021. A machine learning-based classification of Land satimagesto map land use and landcover of India. Remote Sensing Applications: Societyand Environment, 100624.
- Treitz, P. and Rogan, J. 2004. Remote sensing for mapping and monitoring of land cover and land use change - an introduction. Progress in planning, 61 (4), 269-279.
- URL1, 2022. Web sitesi. <https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0zmit> Erişim Tarihi: 16.06.2022
- URL2, 2022, Web sitesi. <https://cdn.istanbul.edu.tr/file/1CD58DF90A/31297DF53E4D44C2B10554A4115B12D8?doi=> Erişim Tarihi: 16.06.2022
- URL3, 2022, Web sitesi. <https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%Bizmit#%C4%Biklim> Erişim Tarihi:16.06.2022
- Uysal, C., & Maktav, D. 2015. Landsat verileri ve lineer spektral ayrıştırma (unmixing) yöntemi kullanılarak İzmit körfezi çevresinde kentsel değişim alanlarının belirlenmesi. Journal of Aeronautics and Space Technologies (Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi), 8(1), 1-7.
- Vadrevi, K., Heinimann, A., Gutman, G., & Justice, C. 2019. Remote sensing of landuse/coverchanges in South and South east Asian Countries. International digital world magazine, 12 (10), 1099-1102.
- Veldkamp, A., & Lambin, EF 2001. Predicting land use change. Agriculture, ecosystems and the environment, 85 (1-3), 1-6.
- Wang, J. and Maduako, IN 2018. Spatial-temporal urban growthdynamicsbased on Hybridmethodsfor LULC modeling and estimation of Lagos Metropolitan Region, Nigeria. European Journal of Remote Sensing, 51 (1), 251-265.
- Xu, Z., Su, C., & Zhang, X. 2021. A semanticsegmentation method with categoryboundary for Land Use and Land Cover (LULC) mapping of Very-High Resolution (VHR) remotesensing image. International Journal of Remote Sensing, 42(8), 3146-3165.

- Yazıcı, A. D., Öztürk, D., & Ayazlı, İ. E. 2019. Kentsel Büyümenin Modellenmesi ve Simülasyon Modelleri International Journal Of Multi disciplinary Studies and Innovative Technologies, 3(1), 44-47.
- Yıldız, S. 2016. İzmit Şehrinin mekansal gelişim süreci (Master'sthesis, Sakarya Üniversitesi).
- Yıldız, S., & Döker, M. 2016. İzmit Şehri'nin Nüfus Gelişimi. Coğrafya Dergisi, (32), 33-47.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı :Gülşen KEÇELİ

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2020-2022
Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü	2014-2017
Lisans	Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü	2010-2020
Ön Lisans	Hacettepe Üniversitesi Polatlı Meslek Yüksek Okulu Harita- Kadastro	2004-2006

İş Deneyimi

Yıl	Kurum	Görev
2010-Halen	HGM, Fotogrametri Daire Bşk.	Foto.Kıym. Ope.