



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**ALANSAL DEĞİŞİME ETKİ EDEN PARAMETRELERİN
AYVALIK İLÇESİ ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

FİGEN ALTINER

Tez Danışmanı

Prof. Dr. ABDULLAH KELKİT

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**ALANSAL DEĞİŞİME ETKİ EDEN PARAMETRELERİN AYVALIK İLÇESİ
ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

FİGEN ALTINER

Tez Danışmanı

Prof. Dr. ABDULLAH KELKİT

ÇANAKKALE – 2022



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Figen ALTINER tarafından Prof. Dr. Abdullah KELKİT yönetiminde hazırlanan ve 31/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Alansal Değişime Etki Eden Parametrelerin Ayvalık İlçesi Örneğinde İncelenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**’nda **DOKTORA TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Abdullah KELKİT

(Danışman

Prof. Dr. Kürşad DEMİREL

Prof. Dr. Murat ZENCİRKIRAN

Prof. Dr. Elif Ebru ŞİŞMAN

Doç. Dr. Emre ÖZELKAN

Tez No : 10447498

Tez Savunma Tarihi : 31/01/2022

Doç. Dr. Yener PAZARCIK

İSİM SOYİSMİ

Enstitü Müdürü

16/02/2022

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Figen ALTINER

16/02/2022

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bilimsel ve psikolojik desteğini bir an olsun esirgemeyen saygı değer tez danışman hocam sayın Prof. Dr. Abdullah KELKİT'e, çalışmamın başından sonuna kadar tüm aşamalarında bilimsel katkılarıyla desteğini esirgemeyen saygı değer tez izleme komitesinden hocalarım Doç. Dr. Emre ÖZELKAN ve Prof. Dr. Kürşad DEMİREL'e ve tez jüri üyeliğinde bulunmayı kabul ederek bilimsel katkılarını esirgemeyen saygı değer Prof. Dr. Murat ZENCİRKIRAN ve Prof. Dr. Elif Ebru ŞİŞMAN hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimime başlamam için beni cesaretlendiren fakat doktora eğitimimin ilk günü hayatını kaybeden canım babam Muhsin ALTINER'e çok teşekkür ediyorum. Her zaman her yerde benimle olduğunu biliyorum. Ayrıca tüm eğitim hayatım boyunca bütün zorluklara rağmen eğitimime destek veren ve her zaman yanımda olan sevgili annem Naciye ALTINER'e ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi iletirim.

Doktora eğitimim sürecinde benden desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan saygı değerli hocam Prof. Dr. Berrin AKGÜN'e minnetlerimi sunarım.

Sevgili dostum Hilal BEKTAŞ ÇELEBİ başta olmak üzere çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, hayatımın her evresinde benimle omuz omuza olan tüm dostlarıma ve meslektaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Figen ALTINER
Çanakkale, Ocak 2022

ÖZET

ALANSAL DEĞİŞİME ETKİ EDEN PARAMETRELERİN AYVALIK İLÇESİ ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ

Figen ALTINER

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Abdullah KELKİT

31/01/2022, 115

Alan kullanımları/örtüsünde meydana gelen değişimleri analiz etmek, değişimlere etki eden parametreleri belirlemek ve alan kullanımlarının gelecek simülasyonlarını oluşturmak, sürdürülebilir planlama çalışmaları için oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Ayvalık İlçesi'nin, 1985-2020 yılları arası alan kullanımlarında meydana gelen zamansal değişimlerin belirlenmesi ve alan kullanımlarının gelecekteki simülasyonlarının ortaya koyulması çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Alan kullanımları/örtüsünün zamansal değişimlerinin hesaplanması için Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden yararlanarak, Ayvalık İlçesi'ne ait 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 yılları Landsat uydu görüntülerinin Maksimum Likelihood algoritması ile sınıflandırılması işlemi gerçekleştirilmiş ve değişimler hesaplanmıştır. Gelecekteki tahmini alan kullanımlarının modellenmesinde ise CA-Markov modeli yöntemi uygulanmış ve Ayvalık İlçesi'ne ait 2050 yılı tahmini alan kullanım haritası oluşturulmuştur. Yapılan çalışmalar sonrasında yerel halk, kamu kurum ve kuruluşları ile iletişime geçilerek alan kullanımlarının değişimlerinin sebeplerini ve etkilerini incelemek adına görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda, nüfus artışı ve kentsel büyümenin, Ayvalık İlçesi'nde 1985-2020 yılları arasında meydana gelen alan kullanımı/örtüsü üzerindeki değişimlere etki eden en önemli parametreler olduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle yerleşim, sanayi, turizm ve eğlence alanlarında meydana gelen artışlar, ilçedeki tarım ve orman alanlarında baskı unsuru oluşturduğu ve 2050 yılında orman alanlarında %16, tarım alanlarında ise %30,1 azalma yaşanacağı ortaya çıkmıştır. Yapısal alanlardaki artışın en çok çıplak yüzeyler ve dikili tarım alanları üzerinde olduğu önemli sonuçlar arasındadır. Dikili tarım alanları kapsamındaki

zeytinlikler, her ne kadar ilçe için önemli dinamikler arasında yer alsada 2050 yılına kadar bu alanların %50 azalacağı sonucuna ulaşılmıştır. Ayvalık İlçesi'nde kentsel büyümenin gelecekte ciddi boyutlara ulaşması ilçenin tarihi, sosyal, kültürel, ekolojik ve ekonomik yapısında bozulmalara neden olabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alan Kullanım Değişimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, Hücresel Otomasyon, Markov Zinciri, CA-Markov Modeli



ABSTRACT

THE EXAMINATION OF PARAMETERS AFFECTING THE SPATIAL CHANGE IN THE AYVALIK DISTRICT EXAMPLE

Figen ALTINER

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Doctoral Dissertation in Landscape Architecture Science

Advisor: Prof. Dr. Abdullah KELKİT

31/01/2022, 115

Analyzing the changes in land use/cover, determining the parameters affecting the changes and creating future simulations of land uses are significant for the studies of sustainable planning. The primary aim of the study is to determine the temporal changes in the land use of Ayvalik District between 1985 and 2020 and to reveal the future simulations of the land uses when the significance is referenced. The classification process of the Landsat satellite images of Ayvalik District for 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 has been carried out with the Maximum Likelihood algorithm, and the changes have been calculated by utilizing the Remote Sensing and Geographic Information Systems to calculate the temporal changes of the land uses/cover. The CA-Markov model method has been employed in the modeling of the estimated future land uses, and the estimated land use map of 2050 for Ayvalik District has been created.

As a result of the study, it has been revealed that population growth and urban growth are the most significant parameters affecting the changes in land use/cover in Ayvalik District between 1985 and 2020. It has been concluded that increases in settlement, industry, tourism and entertainment areas create a pressure factor in the district's agriculture and forests, with a 16% forest and a 30,1% decrease in agricultural land by 2050. The increase in the structural areas occurring mostly on bare surfaces and planted agricultural areas is among significant findings. It has been concluded that this land will decrease by 50% by 2050 although olive groves within the scope of planted agricultural areas are among the significant dynamics for the district. It is predicted that the urban growth in Ayvalik District

is to reach serious dimensions in the future, which can cause deterioration in the historical, social, cultural, ecological and economic structure.

Keywords: Land Use Change, Geographic Information Systems, Remote Sensing, Cellular Automation, Markov Chain, CA-Markov Model



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
TABLOLAR DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Alan Kullanımlarının Zamansal Değişimi.....	3
1.1.1. Alan Kullanımlarının Zamansal Değişiminde Etkili Faktörler	4
1.1.2. Sürdürülebilir Kentsel ve Kırsal Planlamalar Bağlamında Alan Kullanımlarındaki Değişimlerin Belirlenmesinin Yeri ve Önemi.....	6
1.2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Esasları ve Kullanımı.....	8
1.3. Alan Kullanımında Simülasyon Modelleri.....	10
1.3.1. Hücresel Otomasyon Modeli.....	11
1.3.2. Markov Zincirleri Modeli.....	12
1.3.3. CA-Markov Modeli.....	12

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Alan Kullanımları/Örtüsünün Değişiminin İncelenmesine Yönelik Çalışmalar.....	14
2.2. CA-Markov Modeli ile Gelecek Alan Kullanımları/Örtüsünün Modellenmesine Yönelik Çalışmalar.....	15

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal.....	17
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Landsat Uydu Verilerinin Elde Edilmesi.....	21
3.2.2. Landsat Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması ve Değişimin Belirlenmesi.....	21
3.2.3. Doğruluk Analizinin Yapılması.....	24
3.2.4. Gelecek Alan Kullanımlarının Modellenmesi.....	26
3.2.5. Yerel Halk, Kamu Kurum ve Kuruluşları ile Görüşmelerin Gerçekleştirilmesi.....	27

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Çalışma Alanın Doğal Özellikleri.....	28
4.1.1. Eğim ve Bakı Özellikleri	28
4.1.2. Jeolojik Özellikleri.....	29
4.1.3. 1985-2020 Yılları Arası Sıcaklık ve Yağış Değişimleri.....	32
4.1.4. Çalışma Alanında Bulunan Baraj/Barajlara Ait İşletme Verileri.....	34
4.2. Çalışma Alanın Kültürel Özellikleri.....	38
4.3. Ayvalık İlçesi'nin Alan Kullanımlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimler ve 2050 Yılı Tahmini Alan Kullanım Modeli.....	44
4.3.1. Alan Kullanımlarının Sınıflandırılması ve Değişimin Belirlenmesi.....	44
4.3.2. Alan Kullanımlarının Sınıflandırılmasına İlişkin Doğruluk Analizlerinin Yapılması.....	50
4.3.3. 2050 Yılı Tahmini Alan Kullanım Modeli.....	57
4.4. Ayvalık İlçesi'nin Yerleşim Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılı Tahmini Yerleşim Alanları Modellerinin İncelenmesi	64
4.4.1. Ayvalık İlçesi Kentsel Yerleşim Alanlarının Değişiminin İncelenmesi ..	64
4.4.2. Ayvalık İlçesi Kırsal Yerleşim Alanlarının Değişiminin İncelenmesi.....	69
4.5. Ayvalık İlçesi'nin Turizm, Sanayi, Liman ve Karayolu Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılında Tahmini Alanlarının İncelenmesi	74

4.6.	Ayvalık İlçesi'nin Tarım Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılında Tahmini Tarım Alanları Modellerinin İncelenmesi.....	80
4.6.1.	Dikili Tarım Alanlarının Değişiminin İncelenmesi	80
4.6.2.	Sulu Tarım Alanlarının Değişimi İncelenmesi.....	82
4.6.3.	Kuru Tarım Alanlarının Değişiminin İncelenmesi.....	84
4.7.	Ayvalık İlçesi'nin Orman Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılında Tahmini Orman Alanları Modellerinin İncelenmesi.....	86
4.7.1.	İğne Yapraklı Orman Alanlarının Değişiminin İncelenmesi.....	86
4.7.2.	Geniş Yapraklı Orman Alanlarının Değişiminin İncelenmesi.....	89
4.8.	Ayvalık İlçesi'nin Doğal ve Doğala Yakın Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılında Doğal ve Doğala Yakın Alanları Modellerinin İncelenmesi.....	91
4.9.	Ayvalık İlçesi Su Yüzeylerinde Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılında Tahmini Su Yüzeyleri Modellerinin İncelenmesi.....	94
4.10	Yerel Halk, Kamu Kurum ve Kuruluşları ile Yapılan Görüşmeler.....	97
	BEŞİNCİ BÖLÜM	
	SONUÇ ve ÖNERİLER	103
	KAYNAKÇA.....	107
	ÖZGEÇMİŞ.....	I

SİMGELER VE KISALTMALAR

UA	Uzaktan algılama
CBS	Coğrafi bilgi sistemleri
SLEUTH	Slop, land use, exclusion, urban growth, transporation, hillshade
HO	Hücresel otomasyon
MC	Markov zinciri
MCM	Markov zinciri modeli
MLP	Multilayer perceptron
ML	Maksimum likelihood
MTA	Maden Tetkik Arama Enstitüsü
CA	Cellular automata
CTM	Culture and Tourism Ministry
AKÖ	Alan kullanımı örtüsü
AFAD	Afet ve acil durum
%	Yüzde oranı
ha	Hektar
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TM	Thematic mapper
USGS	United States geological survey
UTM	Universal transverse mercator
WGS	World geodetic system
LCM	Land change modeller
ÇED	Çevresel etki değerlendirmesi
ÜD	Üretici doğruluğu
KD	Kullanıcı doğruluğu
GD	Genel doğruluk
KK	Kappa katsayısı
DSİ	Devlet Su İşleri

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Uydu görüntülerinin özellikleri	21
Tablo 2	Alan kullanım sınıfları	23
Tablo 3	Sınıflara ait tip numaraları	25
Tablo 4	Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası toplam yağış(mm=kg/m ²)	32
Tablo 5	Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası aylık ortalama sıcaklık (°C)	33
Tablo 6	Madra barajı işletme tablosu	35
Tablo 7	Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası toplam nüfus değişimleri	39
Tablo 8	Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri	40
Tablo 9	Ayvalık kırsal alanlarında 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri	41
Tablo 10	Ayvalık kırsal alanları temel geçim kaynakları	43
Tablo 11	Alan kullanımlarının değişim miktarı (ha)	48
Tablo 12	Alan kullanımlarının değişim miktarı	49
Tablo 13	1985 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)	50
Tablo 14	1990 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)	51
Tablo 15	1995 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)	52
Tablo 16	2000 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)	53
Tablo 17	2005 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)	53
Tablo 18	2010 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)	54
Tablo 19	2015 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)	55
Tablo 20	2020 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)	55

Tablo 21	1985-2020 yılları üretici doğruluğu ve kullanıcı doğruluğu	56
Tablo 22	1985-2020 yılları arası genel doğruluk (GD) ve Kappa katsayısı	57
Tablo 23	2050 yılı alan kullanımlarının tahmini değişim miktarı	64



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Çalışma alanının konumu	17
Şekil 2	Yöntem akış şeması	20
Şekil 3	Ayvalık İlçesi eğitim haritası	28
Şekil 4	Ayvalık İlçesi baskı haritası	29
Şekil 5	Ayvalık İlçesi jeoloji haritası	29
Şekil 6	Karaayıt demir maden ocağı	30
Şekil 7	Ayvalık İlçesi'nde 1944 yılında gerçekleşen deprem sonrasına ait fotoğraf	31
Şekil 8	Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değişim grafiği	34
Şekil 9	2010-2019 yılları arası Madra Barajı göl hacmi değişim grafiği	36
Şekil 10	2010-2019 yılları arası Madra Barajı sulamaya harcanan su miktarı değişim grafiği	36
Şekil 11	2010-2019 yılları arası Madra Barajı buharlaşma miktarı değişim grafiği	37
Şekil 12	2010-2019 yılları arası Madra Barajı toplam sarfiyat miktarı değişim grafiği	37
Şekil 13	Ayvalık İlçesi	38
Şekil 14	Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası toplam nüfus değişimleri grafiği	39
Şekil 15	Ayvalık İlçe merkezi 1985-2020 yılları nüfus değişimleri grafiği	40
Şekil 16	Ayvalık kırsal alanları 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri grafiği	41
Şekil 17	Ayvalık kırsal alanlarına ait fotoğraflar	43
Şekil 18	1985 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası	44
Şekil 19	1990 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası	45
Şekil 20	1995 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası	45

Şekil 21	2000 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası	46
Şekil 22	2005 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası	46
Şekil 23	2010 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası	47
Şekil 24	2015 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası	47
Şekil 25	2020 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası	48
Şekil 26	Ayvalık İlçesi 2050 yılı tahmini alan kullanımlarının modelinin oluşturulması aşamaları	58
Şekil 27	TerrSet 2020 programının ara yüzü ve “rst” dosyasına dönüştürülmüş haritalar	59
Şekil 28	TerrSet 2020 programında yeniden sınıflandırma	59
Şekil 29	TerrSet 2020 programında mekansal değişim eğilimlerinin oluşturulması	60
Şekil 30	Marcovian transition estimator modülü ara yüzü	60
Şekil 31	Alan kullanım sınıflarına ait koşullu olasılık haritaları	61
Şekil 32	Marcovian transition estimator modülü ara yüzü	61
Şekil 33	2050 yılı haritasının raster veriye dönüştürülmesi	62
Şekil 34	2050 yılı tahmini AKÖ haritası	62
Şekil 35	Ayvalık İlçesi alan kullanım haritaları	63
Şekil 36	Merkez yerleşim alanlarının 1985-2020 yılları içerisinde diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	65
Şekil 37	Ayvalık İlçesi merkez yerleşimlerinde 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen alanlar	66
Şekil 38	Çıplak yüzeyler, dikili tarım, sulu tarım ve kuru tarım alanlarından merkez yerleşim alanlarına olan mekansal değişim eğilimi	67
Şekil 39	Ayvalık merkez kentsel sit alanı	68
Şekil 40	Ayvalık İlçesi’nde bulunan tarihi yapı örnekleri	69
Şekil 41	Kırsal yerleşim alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	70

Şekil 42	Ayvalık kırsal yerleşim alanlarında 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen alanlar	71
Şekil 43	Dikili, çıplak yüzeyler, sulu tarım ve kuru tarım alanlarından kırsal yerleşim alanlarına olan mekansal değişim eğilimi	71
Şekil 44	Kırsal alanlara ait eski ve yeni konut yapısı	73
Şekil 45	Yerleşim alanlarının değişim grafiği	73
Şekil 46	Turizm ve eğlence alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	75
Şekil 47	Çıplak yüzeylerden turizm ve eğlence alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen turizm ve eğlence alanları	76
Şekil 48	Sanayi alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	77
Şekil 49	Çıplak yüzeylerden sanayi alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen sanayi alanları	77
Şekil 50	Liman alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	78
Şekil 51	Çıplak yüzeylerden liman alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen liman alanları	79
Şekil 52	Sanayi, turizm, liman ve karayolu alanlarının değişim grafiği	79
Şekil 53	Dikili tarım alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	81
Şekil 54	İbrelî ormanların dikili tarım alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen dikili tarım alanları	82
Şekil 55	Sulu tarım alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	83
Şekil 56	Kuru tarım alanlarından sulu tarım alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen sulu tarım alanları	84
Şekil 57	Kuru tarım alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	85
Şekil 58	Sulu tarım alanlarından kuru tarım alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen kuru tarım alanları	85

Şekil 59	Tarım alanlarının değişim grafiği	86
Şekil 60	İbrelili orman alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	88
Şekil 61	Dikili tarım alanlarından ibrelili orman alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen ibrelili orman alanları	89
Şekil 62	Geniş yapraklı orman alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	90
Şekil 63	İbrelili orman alanlarından geniş yapraklı orman alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen geniş yapraklı orman alanları	91
Şekil 64	Orman alanlarının değişim grafiği	91
Şekil 65	Çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	92
Şekil 66	Çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarında mekansal değişim eğilimleri	93
Şekil 67	Çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarında kazanılan ve kaybedilen alanlar	93
Şekil 68	Çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarındaki değişim grafiği	94
Şekil 69	Ayvalık tuz üretim sahaları	95
Şekil 70	Su yüzeylerinin yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği	95
Şekil 71	Su yüzeylerinde mekansal değişim eğilimleri ve kazanılan kaybedilen alanlar	96
Şekil 72	Su yüzeyleri değişim grafiği	96
Şekil 73	Kırsal alanda yapılan görüşmeler	98

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Değişim, bir nesnenin zaman içerisinde en az iki farklı an arasındaki alan veya yer farklılığıdır. Değişimi tespit edebilmek için, farklı anlardaki durumlar karşılaştırılmalıdır (Antrop, 2008). Peyzajlar, alan kullanımlarındaki değişimlerden, iklimlerdeki farklılıklardan ve insanlardan kaynaklı karmaşıklıklardan etkilenmekte ve bu etkilerden kaynaklı ekolojinin yapısı değişmektedir (Farina, 2000). Ekolojilerdeki bu değişimler farklı mekansal boyutlarda ve sıklıklarda olabilmektedir (Viteusek vd., 1997; Shi ve Singh, 2002). Alan kullanımı ve örtüsünün değişimi farklı zamansal ve mekansal değişimlerin küresel ölçekte değerlendirilmesi için önemli bir araçtır (Magliocca vd., 2015; Verburg vd., 2002; Özelkan vd., 2018). Zaman içerisinde alan kullanımları örtüsü üzerindeki değişimlerin artması küresel ölçekte endişeye sebep olmuştur (Powers vd., 2019). Alan kullanımlarındaki zamansal değişimlerin büyük oranda antropojenik faaliyetler (ormansızlaşma, kentleşme, tarımın yoğunlaştırılması ve alan kullanımlarının daha fazla tahribata uğraması vb.) sonucu ortaya çıkmıştır (Noszczyk, 2019; Sarwar vd., 2019). Özellikle kentleşme olgusu, mekan ve zaman ölçeğinde düşünüldüğünde, dünya ve çevresi üzerindeki en büyük antropojen etki olarak görülmektedir (Gulgun vd., 2014). Aşırı nüfus artışı ve kentleşme, kentsel alan kullanımlarının değişmesine ve kentsel kalkınmanın sağlıklı bir şekilde gelişmesine sebep olmuştur (Varol, 2019). Alan kullanımındaki değişiklikler, toprak ve su kalitesi, ekosistem süreçleri, küresel iklim sistemleri üzerinde etkileri nedeniyle doğal kaynaklar için önemli sonuçlar doğurmaktadır. Aynı zamanda peyzaj bütünlüğünün zarar görmesi, habitatların ve biyotopların parçalanması, alan kullanımlarında değişimlerin yaşanması, ekosistemin yok olması, biyoçeşitliliğin azalması gibi sonuçlara neden olduğu gibi, bölgesel ve küresel olabilen bu eğilimler iklim değişiminin de tetikleyicileri arasında yer alır (Costanza ve Ruth, 1998; Kalnay ve Cai, 2003). Alan kullanım değişimleri ve bu değişimlere etki eden parametrelerin incelenmesi oldukça önemlidir (Islam ve Weil, 2000). Alan kullanımı ve örtüsü değişikliği, çevresel değişimin kilit itici gücü olarak tanımlanmaktadır. Bu itici güçlerin daha iyi anlaşılmasıyla, ortaya çıkması muhtemel değişiklikleri, verilen biyofiziksel, sosyoekonomik, politik durum için başarılı olabilecek önerilen yönetim seçeneklerini tahmin etmek mümkündür (Magliocca vd., 2015).

Alan kullanımlarının değişimlerinin incelenmesinde Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) rolü oldukça büyüktür. UA, nesnelere yada cisimler ile fiziksel bir temasta bulunulmamasına rağmen onlar hakkında bilgi edinilmesi, çevresindeki diğer bileşenlerden ayırt edilebilmesi ve elde edilen bilgilerin görüntü şeklinde aktarılmasıdır (Liang ve Weng, 2010). UA ve uydu görüntüleri yardımıyla alan kullanımın zaman içerisindeki değişimine yönelik analizlerini yapabilmek mümkündür (Damtea vd., 2020). Orta ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin erişimine sağlanması ile uzaktan algılamadaki uygulamalar ve yöntemler artmış ve birçok meslek disiplini tarafından kullanılır olmuştur. UA görüntülerinden oluşturulan alan kullanımı / örtüsü haritaları, alansal değişimin belirlenmesi, üst ölçekli planlama çalışmaları, tarım ve çevre koruma gibi alanlarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Vogelman vd., 2001). Alan kullanımlarının üretildiği haritalar, biyoçeşitlilikteki değişimler, biyokimyasal döngüleri, enerji değişimleri gibi süreçleri bilimsel olarak incelemede ışık tutar (Rimal, 2011; Zhang vd., 2020). Uzaktan algılamada uygulamaların veya yöntemlerin, CBS ile senkronize çalışabilmesi, meydana gelen değişiklikleri izlemeye imkân tanınması, çok bantlı algılayıcılarla elektromanyetik spektrumda insan gözünün algılayamadığı bölgelerde de veri elde edebilmesi gibi özellikler, uzaktan algılamanın önemini arttırmaktadır. CBS ve UA teknikleri vasıtasıyla alan kullanımlarının/örtüsünün gelecek yıllara ait simülasyonlarını oluşturmak ve hesaplamak ekolojik planlama çalışmalarında oldukça önemlidir. Gelecek yıllara ait simülasyon modelleri ile kentsel ve kırsal alanlarda oluşması tahmin edilen değişimleri incelemek ve korunan alanlar kapsamına giren tüm duyarlı alanlarda alan kullanımlarındaki değişim eğilimlerini belirleyerek tahminler yapmak üst ölçekli planlama çalışmalarında önemli bir çalışma konusu olmuştur (Çağlayan ve Dağlı, 2015; Halmy vd., 2015; Cengiz ve Yılmaz, 2016; Ateş vd., 2020).

Alan kullanımı/örtüsü değişiminin sebeplerinden olan kentsel büyümenin incelenmesi ve kentsel ekosistemlerin sürdürülebilirliği için birçok kentsel büyüme modelleri üretilmiştir. Üretilen modeller farklı ölçeklerdeki zaman ve mekan, insan aktivitelerinin etkileşimi ve biyofiziksel değişiklikler sonucu izlenen çok parametreliliği karmaşık süreçleri anlamak için oldukça değerlidir (Guan vd., 2011; Bozkaya, 2013; Eşbaş, 2013; Liu vd., 2015; Xu vd., 2019; Canpolat ve Dağlı, 2020). Gelecek yıllara ait olası alan kullanımlarını/örtüsünü analiz etmek ve öngörebilmek için kullanılan alan kullanım modellerini üç kategoride incelenmiştir. Bu modeller; yapay sinir ağları, lojistik regresyon,

karar destek vektörleri ve derin öğrenme gibi makine öğrenmesi modelleri; SLEUTH, Hücresel Otomasyon (HO), Markov Zinciri (MC), gibi hücresel modeller; söz konusu yöntemlerin entegre kullanımından oluşan Hücresel Otomasyon (HO)-Markov Zincir Modeli (MCM), Yapay Sinir Ağları, Vektörel Hücresel Otomasyon, Hücresel Otomasyon-Lojistik Regresyon, gibi karma modeller şeklinde ifade edilebilir (Al-shalabi vd., 2013; Alsharif ve Pradhan, 2014; Fadhil ve Kurban, 2022). Son yıllarda HO ve MC entegrasyonu en çok kullanılan model olmuştur. HO kapsamlı veri gerektirmeyen, yeterli sayıdaki parametre ve fiziksel kısıtlar ile kentsel ve kırsal alanların gelecekteki simülasyonları yapılabilmektedir (Kumar vd., 2015; Cengiz ve Yılmaz, 2016).

Çalışmanın amacı; Ayvalık İlçesi'nde 1985-2020 yılları arası alan kullanımlarında meydana gelen zamansal değişimleri belirlemek ve CA-Markov modeli yardımıyla 2050 yılı tahmini alan kullanımlarının simülasyonlarını oluşturmaktır. Yapılan analiz sonuçlarının yorumlanmasıyla, Ayvalık İlçesi'nin sürdürülebilir kentsel ve kırsal planlama çalışmalarına ve alan kullanımları üzerinde gelecekte oluşabilecek baskılara karşı önlemler alınmasına yardımcı olabilecek öneriler getirmek çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Çalışmanın kapsamı; Ayvalık İlçesi idari sınırları içerisinde alan kullanımları 17 sınıfta incelenmiştir. Bu sınıflara ait 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 Landsat uydu görüntüleri Maksimum Likelihood algoritması yardımıyla sınıflandırılmış ve değişimler hektar bazında hesaplanmıştır. 1990 ve 2020 yılına ait sınıflandırılmış haritalar TerrSet 2020 programında yer alan Hücresel Otomasyon ve Markov Zincirleri modellerinin entegre kullanıldığı CA-Markov modeli analizi yardımıyla 2050 yılı tahmini alan kullanım haritası oluşturulmuş ve 2050 yılına ait alan kullanımları hesaplanmıştır. Aynı zamanda çalışmada, 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 yıllarına ait mekansal değişim analizi gerçekleştirilmiş, kazanılan ve kaybedilen alanlar haritalandırılmış ve değişimler yorumlanmıştır. Değişimlerin yorumlanmasında yerel halk, kamu kurum ve kuruluşlarından alınan verilerden yararlanılmıştır.

1.1. Alan Kullanımlarının Zamansal Değişimi

Alan kullanımları ve arazi örtüsü ifadeleri, bilimsel birçok kaynakta birlikte yada ayrı ayrı kullanılmaktadır. Fakat, bu ifadeler farklı anlamlarda kullanılmaktadır. Alan kullanımı insanlar tarafından kullanılan ayrıca hidroloji, biyojeokimya ve biyoçeşitlilik de dahil arazi

yüzeyini değiştiren tarım, ormancılık, yerleşim ve mera gibi alanları ifade etmektedir. Ayrıca alan kullanımı, insanlığın gerek sosyolojik gerekse ekonomik gelişimini etkileyen önemli etkilerden biri olarak, insan ve doğa arasındaki etkileşimin en önemli, çoğu zaman da geri döndürülemez sonucudur. Arazi örtüsü ise, çıplak ve sert yüzeyleri, bitki örtüsü, su yüzeyleri olmak üzere, ekosistemlerdeki biyofiziksel örtü olarak tanımlanmaktadır (Di Gregorio ve Jansen, 2000; Al-Zangana, 2017). Ekolojinin yapısını oluşturan alan kullanımları/örtüsü (AKÖ) zaman içerisinde birbirini etkileyebilmektedir. Ayrıca, bu iki terimde gerçekteleşen herhangi bir değişikliğin nedeni diğeri olmayabilir. Farklı sosyal sebeplerden kaynaklanan ve zaman içerisinde değişime uğrayan alan kullanımları, iklimleri, biyoçeşitliliği, su yüzeylerini, gaz emisyonlarını ve biyosferi etkileyerek alan örtüsünde değişime sebep olmaktadır (Ellis ve Pontius, 2006; Al-Zangana, 2017).

Alan kullanımı ve arazi örtüsü fiziki ve beşeri coğrafya özelliklerine bağlı olarak gelişme göstermektedir. İnsan faktörü alan kullanımı değişiminde en önemli etkidir ve bu etki literatürde antropojen etki olarak geçmektedir. Fiziki coğrafya özellikleri ise, arazi örtüsündeki değişimleri etkileyen en önemli faktörlerdir. Bu sebeple, kentsel ve kırsal kalkınma planlamaları için altlık oluşturan AKÖ çalışmalarında sadece fiziki faktörlerin değil, aynı zamanda insan faaliyetlerinin mevcut arazi örtüsü üzerindeki etkisi ve bahsi geçen alanlarda yaşıyan kişiler için yeterli olup olmadığı, ileriye dönük planlar için geliştirilip geliştirilemeyeceği gibi konular da teorik ve pratik tüm çalışmalarda önemli konu başlıklarıdır (Bayar, 2019).

1.1.1. Alan Kullanımlarının ve Örtüsünün Zamansal Değişiminde Etkili Faktörler

Son 10 bin yıldır insan faaliyetleri doğa üzerinde belirli değişimlerin yaşanmasına sebep olmuştur. Nüfusun artışına paralel olarak yerleşim alanlarının artması, gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla ormanlık alanların yok edilerek yerine tarım alanlarının açılması doğadaki fauna ve floraların yaşam alanlarını daraltmıştır. Sanayi devrimiyle hız kazanan ve günümüze kadar artan antropojenik baskılar, farklı düzey ve biçimlerde ekosistemler ve doğal peyzajlar üzerinde etkisini göstermektedir. Artan antropojenik baskılar iklimlerde, doğadaki yaşamsal döngülerde ve biyoçeşitlilikte ciddi yıkıcı etkiler bırakmaktadır. Yıkıcı etkiler sonucu doğal ekosistemler ve habitatlar zamanla parçalanmakta hatta yok olmaktadır (Turan vd., 2008; Yıldırım, 2013). Nüfus artışının hızlandığı 19. ve 20. yy'da teknolojideki

gelişmeler ile birlikte insanların doğaya şekil verme becerileri artmıştır (Lausch ve Herzog, 2002). Doğal peyzajlar, artan gıda, iş, eğitim, sağlık vb. ihtiyaçlardan kaynaklı değişmekte ve değişim sonucu bu alanlar yerini tarım, yerleşim, sanayi ve ticaret gibi alanlara bırakmaktadır (Turan vd., 2008).

AKÖ'nde zaman içerisinde meydana gelen değişimlerin ayrıntılı bir şekilde incelenebilmesi için, bu değişimlerin konumlarının ve dokusunun belirlenmesi ve izlenmesi, değişimlere neden olan yönlendirici faktörlerin oluşturduğu etkilerin araştırılması ve ilerleyen yıllarda meydana gelmesi tahmin edilen değişimlerin modellenmesi, ekosistemlerde yaratacağı bozulmaların belirlenmesi gerekmektedir (Defries vd., 2004). AKÖ değişimine yönelik doğru kararların alınabilmesi ve buna yönelik politikaların oluşturulabilmesi için, değişimlere neden olan etkilerin veya yönlendirici faktörlerin araştırılması gerekmektedir (Hersperger ve Bürgi, 2007). Her ne kadar geçmişte AKÖ değişimleri ekonomik ve doğal faktörlerle açıklanmaya çalışılsa da günümüzde bu faktörler daha kapsamlı olarak ele alınmıştır (Stillwell ve Scholten, 2001; Erdoğan, 2011; Borelli vd., 2020; Wu vd., 2021).

AKÖ değişikliği kapsamında etkili faktörler, sosyo-ekonomik ve doğal faktörler olarak ikiye ayrılmaktadır (Verburg vd., 2002). Etkili yada yönlendirici faktörler, alan kullanımı/örtüsü değişimlerinin özelliklerini belirlemektedir. Bu faktörler değişimi hem niteliksel hem de niceliksel olarak etkilemektedir. Genel olarak doğal faktörler, alan kullanım/örtüsü değişimine sebep olmamakla birlikte, zamanla bir alanda meydana gelecek alan kullanım/örtüsü değişiminin sınırlayıcısı yada kısıtlayıcısı rolünü üstlenmektedir. Sosyo-ekonomik faktörler ise, geçmişten günümüze alan kullanım/örtüsü değişimlerinde etkili ana faktör olarak belirtilmektedir (Önder vd., 2009). Sosyo-ekonomik faktörler:

- demografik,
- ekonomik,
- kültürel,
- teknolojik,
- politik
- kurumsal yapı olarak ayrılmıştır (Verburg vd., 2002; Erdoğan, 2011).

Hersperger ve Bürgi'e (2007) göre, zaman içerisinde meydana gelen alan kullanım/örtüsü değişimlerini yönlendiren faktörler; kültürel, politik, ekonomik, doğal ve teknolojik olarak ayrılmaktadır.

AKÖ'ne etki eden doğal faktörlerin önemli özelliklerinden birisi, diğer yönlendirici faktörlerin hareket alanını oluşturmaktadır. Burada toplumsal çerçevenin oluşmasında kültürel faktörler rol oynamaktadır. AKÖ'de oluşan değişimler politik ve ekonomik kararlar tarafından biçimlenmektedir. Burada politika ve ekonomi birbirini etkileyen iki önemli unsurdur (Erdoğan, 2011; Hersperger ve Bürgi, 2020). Tarih boyunca alan kullanımlarının zamansal değişimleri üzerine yapılan anlaşmalar ve sözleşmelerin önemli etkileri olmuştur ve anlaşma ve sözleşmeler konu üzerinde birçok politikanın değişmesinde ve oluşturulmasında rol almıştır. Günümüzde AKÖ değişimlerinde, teknolojik faktörler ancak ve ancak politik ve ekonomik faktörlere bağlı olarak etkilemektedir (Hersperger ve Bürgi, 2007).

1.1.2. Sürdürülebilir Kentsel ve Kırsal Planlamalar Bağlamında Alan Kullanımlarındaki Değişimlerin Belirlenmesinin Yeri ve Önemi

Sürdürülebilirlik kelimesi dilimizde, İngilizce "sustainability" kelimesinin karşılığı olarak kullanılmaktadır. Sürdürülebilirlik, içerdiği anlam bakımından, daim olma, devamlı olma, süreklilik gösterme gibi anlamlar içermektedir (Gössling, 1999; Kuter ve Ünal, 2009; Gönenç ve Woflin, 2007). Sürdürülebilirlik; doğa, insan ve günümüzdeki nesillerin, gelecek nesiller için sorumlulukları arasındaki ilişkiyi tanımlamak adına kullanılmaktadır. Yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalarda sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik ve sosyal bağlam açısından üç temel bileşen üzerine kurulduğu görülmektedir. Hart'a (1999) göre, ekonominin toplumun içerisinde, toplum ise ekonomi ile birlikte çevrenin içerisinde yer alması gerekmektedir. Böylelikle, sürdürülebilirliğin sağlanmasının şartı; toplum, çevre ve ekonominin birlikte ele alınarak çözümler üretmekten geçmektedir. Sürdürülebilirlik kavramı olarak ilk kez, 1982 yılında Dünya Doğayı Koruma Birliği tarafından kabul edilen Dünya Doğa Şartı belgesinde yer almıştır. Belgeye göre toplumların faydalandığı ekosistem, deniz, kara, ve atmosfer kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlayabilecek şekilde planlanmaları ve yönetilmeleri gerektiği vurgulanmıştır. Fakat tüm bu çalışmaların ekosisteme ve biyoçeşitliliğe zarar vermeden yapılmasının altı çizilmiştir. Sürdürülebilir gelişme kavramının günümüzde kullanıldığı anlamıyla ifade edilmesi ise 1987 yılında

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun yayınladığı Ortak Geleceğimiz (Bruntland) raporunda yer almıştır. Bruntland Raporu'na göre sürdürülebilir gelişme, günümüzde ihtiyaç duyduğlarımızı karşılarken gelecek nesillerin bu ihtiyaçlardan yoksun kalmayacak şekilde yönetilmesi şeklinde yer almıştır (Keleş, 1998; Kaya ve Susan, 2020). 1992 yılında gerçekleşen Rio Zirvesi'nde sürdürülebilirliğin daha çok ön plana çıkmış ve farklı disiplinlerden meslek gruplarının güncel tartışma konusu olmuştur (Tekeli, 1996). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Raporu'nda (2018), dünyadaki birçok kentte, kentsel büyümenin planlanması, nüfus artışlarının yönetilmesi, konut ihtiyacının ortadan kaldırılması, kentsel altyapıların oluşturulması, kentsel alan kullanımlarındaki değişimlerin çevresel etkilerinin incelenmesi ve doğal afetlere karşı önlemlerin alınması gibi önemli hedefler belirlenmiştir. Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınma ile, kentsel büyümeden kaynaklı oluşan tehlikeleri azaltarak, alan kullanım kararları ve şehir planlaması ile küçük ve büyük ölçekli planlama stratejileri hedeflemek ve hayata geçirmek amaçlanmıştır (BM, 2018).

Sürdürülebilir planlama ; çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara uzun vadeli bir bakış geliştirmesi ve gelecek nesilleri önemsemesi sebebiyle önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Sürdürülebilir planlama; çevresel, ekonomik ve mekânsal olduğu kadar sosyal hedefler doğrultusunda başarılı ve etkin bir değerlendirmeyi, toplumsal talepleri, değişen toplum yapısını incelemeyi amaçlar (Oğuz, 2019). Kentsel ve kırsal alanlardaki sürdürülebilirliğin sağlanması, ekosistem veya devamlılığı olan herhangi bir sistemin içerisinde bulundurduğu doğal kaynaklara zarar vermeden sahip olduğu ve içerisinde bulunduğu sistemini desteklemek biçimiyle ifade edilebilir (Karaman, 2009). Bu sebeple sürdürülebilirlik, yer altı/üstü zenginlikleri, su yüzeyleri ve yeraltı su kaynakları, toprak, fauna ve flora varlığı gibi ortak varlıkların kullanımında rasyonel bir iyileşmeyi sağlama gücüne sahiptir. Bunlarla birlikte sürdürülebilir gelişme; alan kullanımları, kentsel büyüme formu, alt yapının planlanması, kaynak ihtiyaçlarının yönetiminin sağlanması ve tüm bunların en az 50-100 yıl boyunca tahminlerle incelenmesi ve ele alınması gerekliliğine sahiptir (Taşkan ve Atik, 2020).

Bölgesel sürdürülebilir kalkınmanın amacı ise; bölgede yaşayan ve gelecekte yaşayacak olan kişilerin refahının kabul edilebilir bir düzeyde bugün ve gelecek için garanti altına alabilen, uzun vadede küresel ölçekte kalkınmayı ve çevre ile uyumlu olmasını hedefleyen çalışmaların ve planlamaların yapılmasıdır. Sürdürülebilir bölgesel kalkınma

kapsamında yürütülen çalışmalarda, bölge planlamanın kapsamlı bir şekilde düşünülmesi ve bölgeye yönelik politik hedefler için planlamaların yapılması gerekmektedir (Yıldız ve Sarıtaş, 2021; Erdoğan ve Aslan, 2021).

Kentsel alanların ve yakın çevresinin AKÖ değişiminin belirlenmesi, son yıllarda gerçekleşen hızlı nüfus artışı sonucu doğal kaynakların optimum düzeyde kullanımı amacı ortaya çıkmasından dolayı önemli bir konu olmuştur. AKÖ' nün kontrolsüz bir şekilde değişimi, kentsel ve kırsal alanlarda dönüşümü mümkün olmayan kayıplar oluşmasına sebep olmaktadır. Gıda ihtiyacının artması sonucu orman alanlarının tahrip edilip yerine tarım alanı oluşturulması, verimli tarım alanlarının ise sanayi alanlarına dönüşmesi, yerleşim alanlarının plansızca gelişimi ciddi sorunları beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilir gelişim planlamalarının oluşturulabilmesi için plansız gelişimleri önlemek ve izlemek amacıyla AKÖ üzerindeki zamansal değişimlerin hesaplanması ve belirlenmesi gerekmektedir (Wang vd., 2020).

1.2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Esasları ve Kullanımı

Coğrafi bilgilerin elde edilmesi, işlenmesi ve yorumlanması işlemlerinin tamamı teknolojiden faydalanmadan klasik yöntemlerle yapıldığı takdirde iş gücü, zaman ve maliyetler açısından birçok dezavantaja sağlamaktadır. Son yıllarda bilim ve teknolojideki hızlı gelişmeler sayesinde yeni teknolojiler üretilmiş ve klasik yöntemlerin kullanımı azalmıştır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi, uzay bilimlerinin önem kazanması ve ilerlemesi, UA ve CBS tekniklerinde hızlı gelişmelerin yaşanmasına yardımcı olmuştur (Chen vd., 2012).

UA belli bir ölçekte "bilgi fıkıo g"vnpk k'xg"dkk k k. WC)'f c varlıklara fiziksel temasta bulunulmasa da bilgi fıkıo g'vnpk k'xg"dkk k k. Uzaktan algılama, varlıkların ne şekilde ortaya çıkabileceğini kavramak ve bu varlıklar için birçok teori ve araçlar sağlayarak geçmişten günümüze ilerlemekte ve analiz teknikleri kullanarak bilgiler ortaya koymaktadır (Yomralıoğlu, 2000). UA tekniklerinin çalışma prensibi, nesneye çarpan doğal yada yapay ışık ışınlarının nesne üzerinden geri yansması ve algılayıcılar tarafından toplanarak dijital veri haline dönüştürülmesidir. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları için güneş, LIDAR ve Radar gibi gelişmiş UA teknolojileri için kendi bünyesinde barındırdıkları elektromanyetik enerji üreticileri, nesnelerin algılanması için gerekli kaynağı oluşturmaktadır. Hedef nesne

üzerinden yansıyan ışınların spektral değerleri, objenin niteliği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Bu spektral değerler, arazi örtüsü haritalamalarında, arazi örtüsü tiplerinin tespiti ve sınıflandırılmasında kullanılmaktadır (Foody, 2020; Rajendran vd., 2020). Uzaktan algılamanın temel bileşenleri:

“Enerji kaynağı: Uzaktan algılamanın ilk gereksinimi, hedefe elektromanyetik enerji sağlayacak bir enerji kaynağına sahip olmaktır.

İşinim ve atmosfer: Enerji kaynaktan yeryüzüne ve yeryüzünden algılayıcıya giderken atmosfer ile etkileşim içindedir.

Hedef ile etkileşim: Atmosferden geçen elektromanyetik enerji, hem işinim hem de hedefin özelliklerine bağlı olarak hedef ile etkileşime uğrar.

Algılayıcı tarafından enerjinin kayıt edilmesi: Elektromanyetik işinimin toplanması ve kayıt edilmesi için bir algılayıcıya gereksinim duyulmaktadır.

Aktarma, bilgi alma ve işleme: Algılayıcı tarafından kaydedilen enerji, görüntüler üzerinde işlem yapmak amacıyla, alıcı ve işleme istasyonlarına iletilir

Yorum ve analiz: Hedef hakkında bilgi çıkarımı yapabilmek için görüntüler yorumlanır ve analiz edilir.

Uygulama: Görüntülerden elde edilen bilgilerin özel problemlerin çözümüne yardım edecek hale getirilmesi ve yeni bilgilerin ortaya çıkarılması için yapılan işlemlerdir” (Kayman, 2015; Aliyazıcıoğlu, 2019).

İnsan davranışlarından kaynaklı dünyanın çevresel bozulmasının artması, küresel değişimlerin gelişmesini engelleyen birincil sorun haline gelmiştir. Kaynak eksikliği ve çevresel bozulma artık belirli bölgelere özgü durumlar değildir. Son 50 yılda uzay bilgi teknolojisi, özellikle uzaktan algılama teknolojisi, kapsamlı, hızlı, dinamik ve doğru olmanın avantajları ile dünya kaynaklarının araştırılması, yerel ve bölgesel çevre değişimlerinin izlenmesi ve hatta küresel değişimlerin incelenmesi noktasında gelişmiş tespit ve araştırma araçları sağlamıştır. UA verileri esas olarak fiziksel modellere dayalı çevresel parametre izleme için kullanılmıştır (Berberoglu vd., 2003; Chang-qing vd., 2005).

Son yıllarda UA tekniklerinde olduğu gibi CBS'lerindeki teknolojik gelişmeler AKÖ üzerinde meydana gelen zamansal değişimlerin belirlenmesi ve hesaplanmasında oldukça büyük fayda sağlamıştır (Tağıl vd., 2018). CBS, donanım, yazılım, veri, prosedürler ve ağların arayüzünü içeren bir dizi teknolojiyi ifade etmektedir. CBS, coğrafi mekânsal verileri depolamak, görüntülemek ve temsil etmek, yorumlamak ve analiz etmek için kullanılmaktadır. Başka bir deyişle, CBS, gerçek dünyadaki belirli yerlerle ilişkili verileri depolayan ve temsil eden bir bilgi sistemleri grubudur. CBS, doğa bilimlerinde araştırmalar için sıklıkla kullanılmakta, sosyoloji ve eğitim gibi alanlarda daha popüler hale gelmektedir (Hamida et.al 2018; Hiew vd., 2019). CBS, mekânsal verileri işlemek için güçlü bir araçtır. Coğrafi konumun önemli bir özellik olduğu durumlarda nesnelere ve olayların toplanması, depolanması ve analizi için tasarlanmıştır (Maguire, 1991). Bir CBS'nin veri girişi bileşeni, verileri mevcut formlarından CBS tarafından kullanılabilir olan bileşenlere dönüştürmektedir. Bir CBS'ye iki tür veri girilmektedir. Bunlar detayların coğrafi konumlarını temsil eden noktalar, çizgiler ve alanlar gibi mekânsal veriler ve tanımlayıcı bilgi sağlayan ilişkili mekânsal olmayan öznitelik verileridir. Veri yönetimi bileşeni, veritabanından veri depolamak ve almak için gereken işlevleri içermektedir. CBS'de, veriler dijital formatta tutulmaktadır (Shi ve Singh, 2002; Carmona ve Nahuelhual, 2012). Coğrafi bilginin mekânsal bileşeninin temsili, ya homojen birimlerin düzenli hücreler olduğu raster modelini ya da vektör modelini ya da mekânsal birimlerin noktalar, çizgiler ve çokgenler olduğu modeli takip etmektedir. Veri analizi ve manipülasyon işlevleri, CBS tarafından üretilebilecek bilgileri belirlemektedir. CBS, belirli faaliyetleri ve veri yorumlama prosedürlerini otomatikleştirmektedir. En yaygın olarak kullanılan CBS işlevlerinden bazıları sınıflandırma, mekânsal enterpolasyonlar, jeostatistiksel analizler ve bağlantı işlevleridir (Belgiu ve Drăguț 2016; Singh vd., 2017; Özelkan vd, 2018). Bir CBS'nin çıktı veya raporlama işlevleri haritalar, tablolar veya istatistiksel sonuçlar üretmektedir. Bunlarla birlikte, CBS, uzaktan algılama ile ölçülen biyofiziksel bilgileri doğal ve kültürel peyzaj özelliklerinin haritalarına (toprak tipi, topografya, çeşitli mesafelerle ölçülen erişilebilirlik), alan ölçümlerine (mahsul verimi veya su kalitesi) ve hane halkı anketleri yoluyla elde edilen sosyoekonomik bilgilere (refah göstergeleri, nüfus artış oranı, tarımsal girdi kullanımı) bağlayarak uzaktan algılama verilerinin yorumlanmasını kolaylaştırmaktadır (Clarke, 1986; Phange, 2006; Jain, 2009).

1.3. Alan Kullanımında Simülasyon Modelleri

1.3.1. Hücresel Otomasyon Modeli

Hücresel Otomasyon kavramsal olarak ilk kez 1940 yılında Stonislaw Ulam tarafından geliştirilmiştir. Ulam HO kavramının AKÖ değişikliklerinde uygulama amaçlı kullanılması için geliştirildiğini ifade etmiştir. HO, daha sonra Waldo Tobler tarafından coğrafi modellemede kullanılmıştır ve gelecekteki alan kullanımlarını tahmin etmek için mekânsal modelde yaygın olarak faydalanılmıştır. HO, bir ızgara veya raster alanından ızgara hücrelerini karakterize eden bir dizi durumdan ve hücrelerin komşuluk düzenlemesi noktasında bir tanımlamadan oluşmaktadır. Bir dizi geçiş kuralı, komşu hücrelerin konumunun bir fonksiyonu olarak hücrelerin her biri için durum geçişlerini belirler ve bir dizi ayrı zaman adımı daha sonra tüm hücrenin bileşimini ve yapılandırmasını aynı anda günceller. HO'nun temel prensibi, herhangi bir konum (hücre) için alan kullanımının mevcut durum ve komşu hücrelerdeki değişiklikler ile açıklanabilmesidir (White, 1989; Tobler, 1970; Atak, 2013).

HO, AKÖ değişikliklerinin mekânsal kalıplarını sunma konusunda güvenilir bir yöntemdir. Geçiş olasılıkları, uygunluk faktörleri ve komşuluk etkileri dahil olmak üzere faktörleri dikkate alarak, her hücre durumunun geçmişteki tanımlanmış bir zaman noktasından geleceğe olan değişimini tanımlamaktadır. HO simülasyonları yalnızca topografya, toprak ve iklim koşulları gibi biyofiziksel faktörleri dikkate almakla kalmaz; aynı zamanda politika, ekonomi ve teknoloji gibi insan faktörlerini ve alan kullanım değişikliğinin tarihsel eğilimlerini de dikkate alır. Ayrıca HO sonuçlarının doğruluğu, CBS ile entegre edildiğinde artar (Tobler, 1970). HO basit ve esnek özelliğinden kaynaklı karmaşık sistemleri incelemede oldukça faydalıdır. HO temelde beş bileşenden oluşmaktadır:

- Bir grid uzayda model eylemleri
- Grid uzaydaki hücrelerin durumu
- Alansal dinamik süreçleri tanımlayan geçiş kuralları
- Merkez hücreyi etkileyen komşu hücreler
- Zaman olarak ayrılmaktadır (Cengiz, 2019).

1.3.2. Markov Zincirleri Modeli

Markov zincir modeli 1970 yılında Andrey A. Markov adlı bir Rus matematikçi tarafından ortaya atılmıştır. Bu model ilk olarak Burnham tarafından alan kullanımı modellemesi için kullanılmıştır (Parsa vd., 2016). MC, alan kullanım kategorileri arasındaki değişiklikleri gösteren stokastik süreçler ve matrisler olup (tarihsel gelişimin sürdürülmesi temel ilkesine dayanarak) genellikle AKÖ'nün modelleme ve simülasyon değişikliklerinde ve eğilimlerinde kullanılır. Markov modeli rastgele değişen ve sürekliliği olan yüzeyleri simüle etmek için kullanılan stokastik bir modeldir. Ayrıca bu model, herhangi bir nesnenin gelecekteki durumunun önceki durumlara değil, esasen halihazırdaki durumuna bağlı olduğu varsayımına dayanan bir teoridir. AKÖ değişikliklerinde model, arazi sınıfları arasındaki dönüşüm durumlarının miktarlarını açıklamakta ve çeşitli alan kullanım türleri arasındaki transfer oranlarını hesap etmektedir. Alan kullanımlarındaki değişiklikler, geçişin olasılık matrisinin hesaplanmasına dayalı olarak oluşturulmaktadır. (Arsanjani vd., 2013). Markov modeli coğrafi araştırmalarda, özellikle kentsel büyüme ve arazi örtüsü değişikliklerinde, sürekli olay sistemlerini tahmin etme konusunda genel anlamda ün kazanmış bir sistemdir (Mishra ve Rai, 2016; Hua, 2017).

1.3.3. CA-Markov Modeli

Markov zinciri, her bir alan kullanım sınıfının mekânsal dağılımını veya büyümenin mekânsal yönünü dikkate almadığından dolayı tek başına AKÖ dinamiklerinin simülasyonunun yapılması ve tahmin edilmesi için yeterli değildir. AKÖ değişikliklerinin mekânsal yapısını ve coğrafi yönlerini dikkate almak için MC ile HO yani Cellular Automata (CA) modeli birleştirilmiştir (Subedi vd., 2013). CA-Markov, HO, MC, çok kriterli ve çok amaçlı AKÖ tahmininin bir kombinasyonu olup, MC analizine mekânsal yakınlık yapısı ve alan kullanımının coğrafi dağılımı bilgisini dâhil etmektedir. CA-Markov modeli, değişime öncülük etmenin önemli bir faktörü olan mekânsal yakınlık kavramına dayalı olarak çoklu AKÖ kategorilerinin değişikliklerini modellemektedir. HO ve MC modellerinin alan kullanım değişikliklerinin modellenmesi için avantajlı olduğu düşünülmektedir. Bir Markov modeline eklenen hücrese otomatlar, belirli bir alanda belirli bir süre boyunca meydana gelen olası mekânsal geçişlere yol açar. Başka bir deyişle, MC modelindeki değişikliklerin miktarı daha sonra hücrese otomatlarla coğrafi olarak yönlendirilir ve mekânsal hale

getirilir. CA-Markov modeli, belirli bir zamandan daha sonraki bir zaman dilimine kadar diğer alan kullanım özelliklerinin geliştirilmesini sağlamak adına bir bitişiklik filtresi uygulamak için MC analiz çıktılarını, özellikle de geçiş alanı dosyasını kullanır (Mansour vd., 2020; Huang vd., 2020). HO, sınıflara dayalı olarak mevcut arazi kullanımıyla yaklaşık olarak aynı olan belirli alanlar üzerinde, rastgele olmayan bir ağırlık uzamı geliştirebilir. Bu nedenle, CA-Markov modeli, nicel tahmin ve AKÖ dinamiğini modellemek için sahip olduğu mekânsal ve zamansal dinamik nedeniyle etkili bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. CA-Markov modeli ile CBS ve uzaktan algılamadan faydalanarak analizlerin hesaplanması kolaylaşmakta ve zamandan tasarruf edilmektedir (Hua, 2017).



İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Alan Kullanımları/Örtüsünün Değişiminin İncelenmesine Yönelik Çalışmalar

Alpaslan ve Ortaçşme (2009) “Side Manavgat Kıyı Kesimi Alan Kullanımlarının Kıyı Planlaması ve Yönetimine Yönelik Değerlendirilmesi” çalışmasında, Side- Manavgat kıyı alanlarının 1981-2003 yılları arasında meydana gelen zamansal değişimler belirlemiştir. Çalışmanın sonucunda, çalışma alanında planlama ve yönetim eksikliğinden kaynaklı birçok sorunun olduğu ifade edilmiş, sürdürülebilir kıyı planlamaları için etkin planlama çalışmalarının yapılması gerektiği önerisi getirilmiştir.

Atak (2013), “Didim Yarımadası Örneğinde SLEUTH Modeli Kullanarak Alan Kullanım Senaryolarının Geliştirilmesi” adlı doktora tezi kapsamında SLEUTH modeli kullanarak Didim Yarımadası’nda 1984-2010 yılları arası alan kullanımlarının zamansal değişimlerini ortaya koyarak 2035 yılı kentsel büyüme modelini oluşturmuştur ve üç farklı kentsel büyüme senaryosu elde etmiştir. Sonuç olarak kentsel büyüme modellerinde SLEUTH modelinin en etkili yöntem olduğunu ifade etmiştir.

Uzun ve Somuncu (2013) “Madra Dağı ve Çevresinin Arazi Örtüsü/ Kullanımındaki Zamansal Değişimin Uzaktan Algılama Yöntemi ile Değerlendirilmesi” isimli çalışmalarında, Madra Dağı ve çevresinin 1987-2000 yılları arasında meydana gelen alan kullanımlarındaki zamansal değişimleri incelemiştir. Çalışma sonucunda, bölgedeki tarım alanlarının arttığı fakat orman alanlarının azaldığı ortaya çıkmıştır.

Göksel ve Karip (2017) “İğneada Koruma Alanının Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımının Zamana Bağlı Değişiminin Markov Zincirleri İle Modellenmesi” isimli çalışmasında İğneada Koruma Alanı ve çevresinde 1984-2010 yılları arasında alan kullanımlarının zamansal değişimleri incelenmiş tahmini AKÖ haritası için Markov Zinciri yöntemine dayalı belirli modeller kullanılmış ve çalışma sonucunda MLP- Markov modelinin en doğru sonuçları verdiğini belirtmişlerdir.

Aktaş ve Dönmez (2019) “Effects of Urbanisation and Human Activities on Basin Ecosystem: Sapanca Lake Basin” isimli çalışmalarında Sapanca Havzası’nda 2000-2017

yılları arasında alan kullanımlarında meydana gelen zamansal değişimler incelenmiş, çalışma sonucunda havzada yerleşim baskısının arttığı ve bu artışın nüfus ve turizm faaliyetleriyle paralellik gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Cengiz (2019) “Kentsel Büyüme Dinamiklerinin Modellenmesi: Ankara Kenti Simülasyonu” isimli doktora çalışmasında Ankara kentinin 1984-2038 yılları arası kentsel gelişimin simülasyonunu oluşturarak kentsel gelişimin değişimini incelemiştir. Çalışma sonucunda Ankara'nın kentsel gelişimin özellikle tarım alanları, seyrek ve ıslak alan vejetasyon alanları üzerinde değişime neden olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Sabuncu ve Özener (2019) “Uzaktan Algılama Teknikleri ile Yanmış Alanların Tespiti: İzmir Seferihisar Orman Yangını Örneği” isimli çalışmalarında, UA teknikleri yardımıyla 2009 yılında İzmir İli'ne bağlı Seferihisar İlçesi'nde meydana gelen orman yangınının öncesi ve sonrası Lansat uydu görüntüleri kullanarak sınıflandırma işlemi yapılmış ve sonuçta 665 ha alanın yandığını ortaya koymuşlardır.

2.2. CA-Markov Modeli ile Gelecek Alan Kullanımları/Örtüsünün Modellenmesine Yönelik Çalışmalar

Ye ve Bai (2007) “Simulating land use/cover changes of Nenjiang County based on CA-Markov model” isimli çalışmalarında, Nenjiang kentinde 1985-2000 yılları arasında AKÖ üzerinde meydana gelen zamansal değişimleri belirlemek için UA ve CBS'nden yararlanmıştır. Çalışma sonucunda, orman alanlarının 1985 yılında %49,46 iken 2000 yılında %39,03'e düştüğünü ifade etmişlerdir. Çalışmada, kentte 2015 ve 2030 yıllarındaki alan kullanımını tahmin edebilmek için CA-Markov modelini kullanılmıştır. Çalışma sonucuna göre, 2000'den 2015'e, 2000'den 2030'a, ekili alanlar sırasıyla %2,53 ve %2,85 artacağı ve ekili alanlardan yararlanmanın zirveye ulaşacağı vurgulanmıştır.

Shade ve Kremer (2019) “Predicting Land Use Changes in Philadelphia Following Green Infrastructure Policies” adlı çalışmalarında, Philadelphia 'da 2015-2036 yılları arasında alan kullanımı/toprak örtüsü değişikliklerini tahmin etmek için HO ve MC analizinin kombinasyonunu kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, kentsel gelişimin artması nedeniyle mevcut peyzaj desenlerinde parçalanma meydana geldiğini ve ileride bu değişimin artacağını ifade etmişlerdir.

Ateş vd. (2020) “Eskişehir Kentsel Büyüme Alanın Hücresel Otomat ve CA-Markov Zincirleri ile Analizi (1984-2056)” adlı çalışmasında, çalışma alanı olarak belirledikleri Eskişehir kentinin 2056 yılında tahmini alan kullanımlarının incelenmesi amacıyla çalışmasını yürütmüş ve gerçekleşmesi tahmin edilen kentsel genişlemedeki artışın incelenmesi, Eskişehir özelinde çalışma yürüten tüm karar alıcılara ve araştırmacılara fayda sağlayacağını belirtmiştir.

Tariq ve Shu (2020) “CA-Markov Chain Analysis of Seasonal Land Surface Temperature and Land Use Land Cover Change Using Optical Multi-Temporal Satellite Data of Faisalabad, Pakistan” çalışmalarında, Faisalabad kenti özelinde kentsel büyümenin 1990-2018 yılları arasındaki değişimini belirlemişler ve 2048 yılındaki durumunu belirlemek amacıyla CA-Markov modeli yardımıyla AKÖ değişimlerini ve modellerini ortaya koymuşlardır.

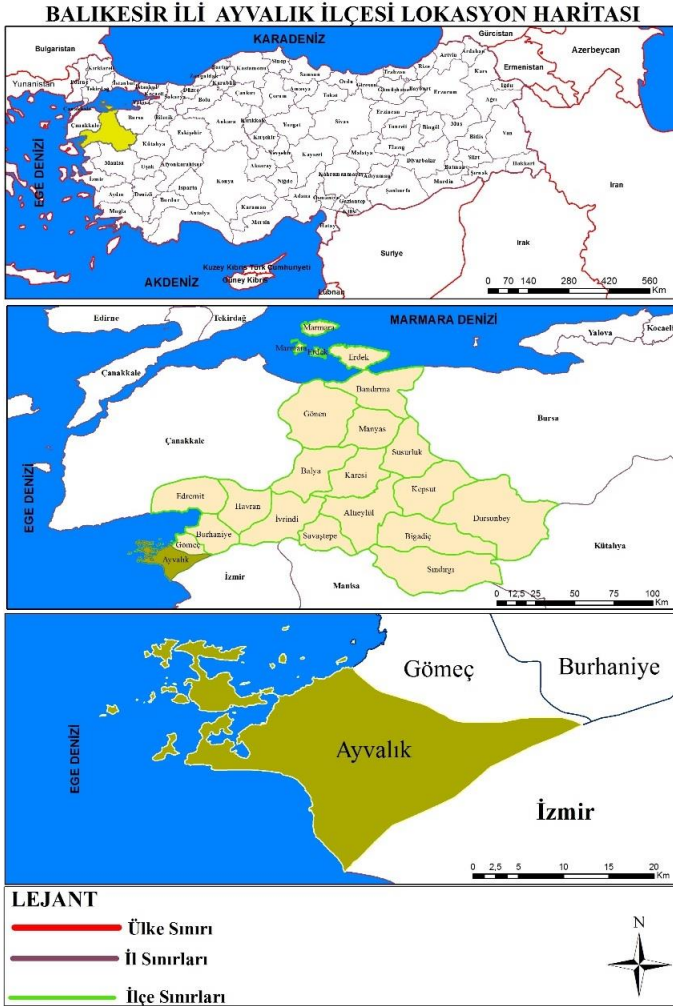
Raj ve Sharma (2021) “Assessment of Land-Use Dynamics of the Aravalli Range (India) Using Integrated Geospatial and CART Approach” adlı çalışmada, Hindistan’da bulunan Aravalli dağında 1975-2019 yılları arası alan kullanımlarında meydana zamansal değişimler belirlenmiş ve CA-Markov modeli yardımıyla 2059 yılı tahmini alan kullanımları haritası oluşturulmuştur. Yürütülen çalışmanın sonucunda, 1975-2019 yılları arasında orman alanların %7,63 azaldığı 2059 yılında ise azalmanın %21,64 olacağı belirtilmiştir. Ayrıca, orman alanlarında yaşanan azalmanın en önemli sebebinin, yerleşim alanlarının ve madencilik faaliyetlerinin artması olduğunu vurgulamışlardır.

Yadav ve Ghosh (2021) “Assessment and Prediction of Urban Growth for a Mega-City Using CA-Markov Model” isimli çalışmalarında, Chennai kentinin AKÖ üzerindeki zamansal değişimini, 1981–2011 yılları Landsat uydu görüntüleri yardımıyla Maksimum Likelihood algoritması kullanılarak sınıflandırmışlardır. Ayrıca çalışmada, sınıflandırma sonrası karşılaştırma tekniği kullanılarak mekansal değişim analizi yapılmış ve 2051 yılı AKÖ tahmini için CA-Markov Modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, Chennai'nin kentsel alanı 1981–2011 döneminde 40,74'ten 103,52 km²'ye yükseldiğini belirtilmiştir. Chennai bölgesinin kentsel alanının 2011–2051 döneminde 103,52'den 140,79 km²'ye çıkabileceğini ve 1981-2051 döneminde tahmin modeli, çoğunlukla bitki örtüsü ve çorak alanların kentsel alan kullanım sınıfına dönüşeceği vurgulanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez kapsamında çalışma alanı olarak seçilen Ayvalık İlçesi (Şekil 1), Türkiye'nin kuzey batısında, Ege bölgesinin kuzeyinde, Edremit körfezinin güney kıyısında ve Balıkesir il sınırları içerisinde bulunmakta olup, $39^{\circ}18'54.85''$ - $39^{\circ}17'35.17''$ kuzey paralelleri ve $26^{\circ}42'52.87''$ - $26^{\circ}45'11.38''$ doğu meridyenleri arasında yer almaktadır (CTM, 2020).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

Yüz ölçümü 293 km^2 olan Ayvalık İlçesi'nin toplam nüfusu Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2021 nüfus verilerine göre 71,725 kişidir (TÜİK, 2021). İlçede Akdeniz iklimi

hüküm sürmektedir. Lodos rüzgarlarının hakim olduğu Ayvalık'ta yazlar sıcak kışlar ılık ve serin geçmektedir.

Ayvalık üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, ilçenin hangi tarihlerde kurulduğuna ilişkin kesin ve bilimsel veriler bulunmamaktadır. Ancak, Ayvalık İlçesi'nin Yumurta Adası, Cunda Adası, Maden Adası ve Çıplak Ada'da bulunan arkeolojik kalıntılardan MÖ VIII. yüzyılda Yunanistan'dan göç eden kişilerin bu adalara yerleştiği ve uzun bir süre bu adalarda yaşadığı ortaya çıkmıştır. İlçenin Bizans döneminde öne çıkmaması, gereken önemin verilmemesi ve Edremit Körfezi'ne yapılan korsan saldırılardan kaynaklı bugün Ayvalık merkez olarak adlandırılan alanın yerleşim yeri olarak kullanılması gecikmiştir (Akın, 2007). Midilli ve çevresinde Korsan istilasından kaçan Rumlar daha sonra Ayvalık merkeze göç ederek burada Türkler ile birlikte yaşamaya başlamışlardır. Ayvalık İlçesi geçmişten günümüze birçok etnik kökenden insanların birarada yaşadığı kozmopolit bir yapıya sahip olmuştur. Farklı ulusların birarada yaşaması kültürleri de etkilemiş ve bu durum mimariden sanata, ekonomiden günlük yaşam tarzlarına kadar birçok alanda kaynaşmayı ve çeşitliliği sağlamıştır (Arıkan, 1988; Asimgil ve Erdoğan, 2013).

Ayvalık İlçesi'ne ait doğal ve kültürel veriler, alan çalışmaları ile sentezlenerek bulgular bölümünde detaylı olarak verilmiştir.

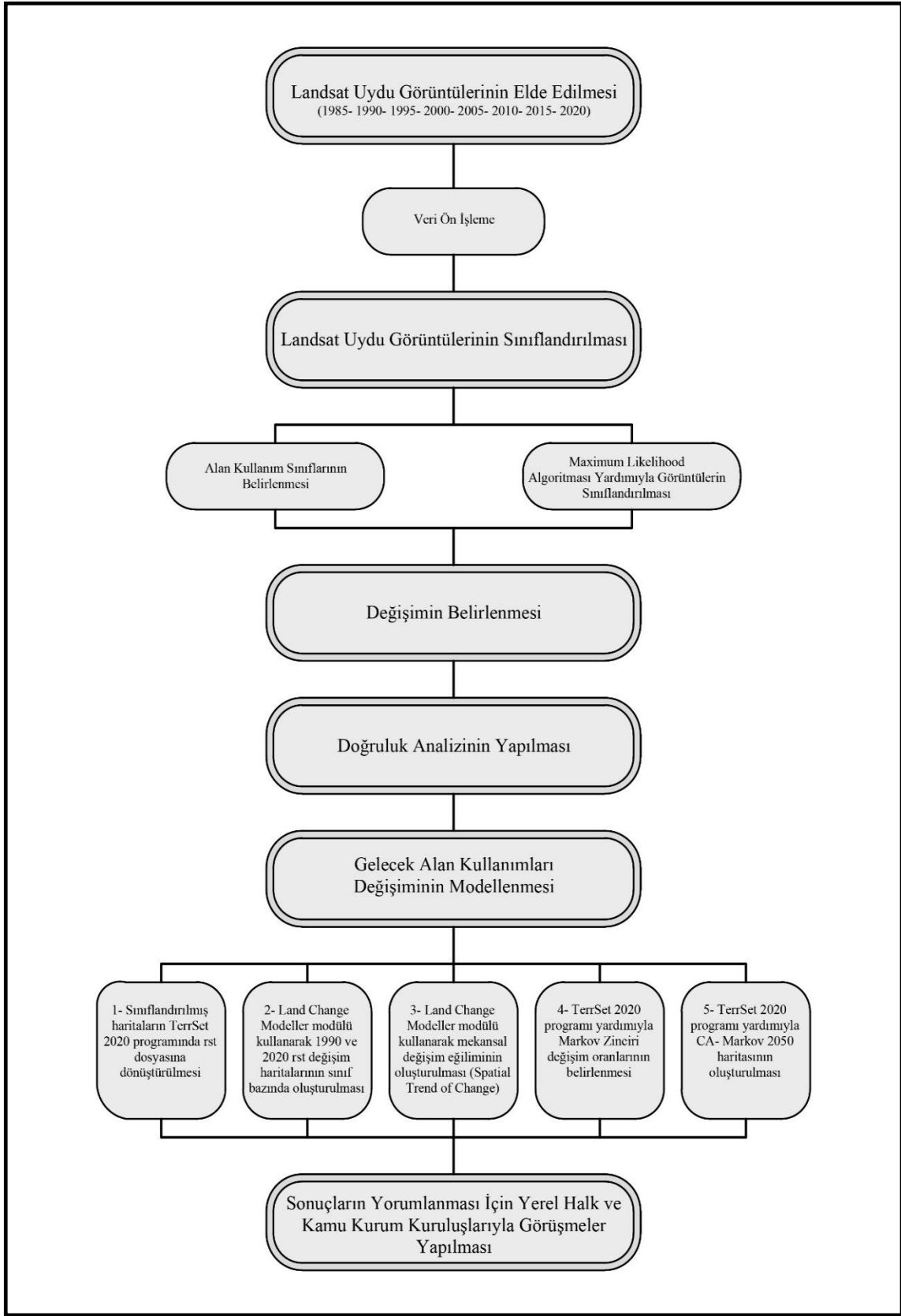
3.2. Yöntem

Tez çalışmasında, Ayvalık İlçesi'nin 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 yıllarında alan kullanımlarında meydana gelen zamansal değişimler incelenmiş ve gelecekte tahmini alan kullanım simülasyonu oluşturularak değişimlerin yönü ve hızı yorumlanmıştır. AKÖ değişiminin belirlenmesinde 1985 yılından 2020 yılına kadar 8 farklı yıla ait görüntülerin kullanılmasının amacı gerçekleşen değişimlerin sebeplerini detaylı bir şekilde ele almaktır. Son yıllarda UA ve CBS'ndeki gelişmeler ile, AKÖ değişiminin hesaplanması ve incelenmesi araştırmacıların daha doğru ve bilimsel verilere ulaşmasına yardımcı olmuştur. Bu sebeple, 1985-2020 yılları arası alan kullanımlarındaki zamansal değişimleri hesaplamak için UA ve CBS'den faydalanılmıştır. Ayvalık İlçesi'nin gelecek AKÖ haritasının oluşturulmasında Hücresel Otomasyon ve Markov Zinciri modelinin entegre

kullanıldığı CA-Markov modeli kullanılmış ve 2050 yılı tahmini AKÖ'ndeki değişim miktarları hesaplanmıştır. Çalışmanın yöntemi 6 aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2):

- Landsat uydu görüntülerinin elde edilmesi
- Landsat uydu görüntülerinin sınıflandırılması
- Değişimin belirlenmesi
- Doğruluk analizlerinin yapılması
- Gelecek AKÖ değişimlerinin modellenmesi
- Sonuçların değerlendirilmesi için yerel halk, kamu kurum ve kuruluşları ile görüşmelerin yapılması





Şekil 2. Yöntem akış şeması

3.2.1. Landsat Uydu Verilerinin Elde Edilmesi

Alan kullanımlarının doğru bir şekilde belirlenebilmesi ve gerekli sayısallaştırma işlemlerinin yapılabilmesi için, Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan alınan Statip, Meşçere ve Fonksiyon haritalarından, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan Ayvalık İlçesi'nde bulunan baraj, dere ve göletler ile ilgili verilerden ayrıca Google Earth ve hava fotoğraflarından da yararlanılmıştır. Araştırmada kullanılan birincil veriler United States Geological Survey (USGS) Earth Explorer web sitesinden elde edilmiştir. Çalışmada, 21.05.1985 (Lansat 5), 19.05.1990 (Lansat 5), 17.05.1995 (Landsat 5), 22.05.2000 (Landsat 7), 12.05.2005 (Landsat 5), 26.05.2010 (Landsat 5), 24.05.2015 (Landsat 8), 24.05.2020 (Landsat 8) görüntülerinden yararlanılmıştır. Tablo 1'de uydu görüntülerinin özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 1
Uydu görüntülerinin özellikleri

Uydu	Sensör	Path-Row	Edinilme Tarihi	Bant Numaraları	Veri Kaynağı
Landsat 5	TM	181-033	21.05.1985	7	Landsat 4-5 TM C1 Level-1
Landsat 5	TM	181-033	19.05.1990	6	Landsat 4-5 TM C1 Level-1
Landsat 5	TM	181-033	17.05.1995	6	Landsat 4-5 TM C1 Level-1
Landsat 7	ETM	181-033	22.05.2000	6	Landsat 7 ETM + C1 Level-1
Landsat 5	TM	181-033	12.05.2005	6	Landsat 4-5 TM C1 Level-1
Landsat 5	TM	181-033	26.05.2010	6	Landsat 4-5 TM C1 Level-1
Landsat 8	OLI_TIRS	181-033	24.05.2015	8	Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1
Landsat 8	OLI_TIRS	181-033	24.05.2020	8	Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1

Yararlanılan tüm uydu görüntüleri spatial çözünürlükleri 30 (m) dir. Görüntüler seçilirken bulutsuzluk oranının en düşük olduğu ve vejetasyon döneminin en belirgin olduğu Mayıs ayı görüntüleri kullanılmıştır. Ayrıca kullanılan her bir görüntü 30x30 m çözünürlüktedir. Arc-Gis 10.3 yazılımı kullanarak bantların birleştirme işlemi gerçekleştirildikten sonra, UTM Zone 35N- WGS 1984 projeksiyon sistemine göre çalışma alanı sınırları baz alınarak yeniden biçimlendirilmiştir.

3.2.2. Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması ve Değişimin Belirlenmesi

Görüntü sınıflandırması, uzaktan algılamada görüntü analizi için önemli bir işlemdir. Birçok durumda, görüntülerin sınıflandırılması işlemi başlı başına analizin amacı olabilmektedir (James, 2011; Ge vd., 2012). Örneğin, uzaktan algılanan verilerden alan

kullanımının sınıflandırılması, alanın nihai ürünü olarak harita benzeri bir görüntü üretmektedir. Bu nedenle, görüntü sınıflandırması dijital görüntülerin incelenmesi için önemli bir araç oluşturmaktadır. Sınıflandırıcı terimi, genel olarak, görüntü sınıflandırması için belirli bir prosedür uygulayan bir bilgisayar programı anlamına gelmektedir. Analist, belirli bir görevi en iyi şekilde gerçekleştirecek bir sınıflandırma yöntemi seçmelidir. Bu nedenle, her analistin görüntü sınıflandırması için alternatif stratejileri anlaması önemlidir, böylece mevcut görev için en uygun sınıflandırıcıyı seçme konusunda hazırlıklı olabilir. Literatürde, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı amaçlar için kullanılan farklı görüntü sınıflandırma yaklaşımları bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar, piksel ve nesne tabanlı sınıflandırma olmak üzere ikiye ayrılır (Franklin ve Wulder, 2002; Sarwar vd., 2019).

Piksel tabanlı sınıflandırmada, tekil görüntü pikselleri kapsadıkları spektral verilerle sınıflandırılmaktadır. Piksel bir uydu görüntüsünün temel (mekânsal) birimi olduğundan ve sonuç olarak kendiliğinden ve genellikle uygulanması kolay olduğundan, bu yöntem geleneksel bir sınıflandırma yaklaşımıdır. Maksimum olasılık (Maksimum Likelihood), Minimum-Mahalanobis-mesafe ve Minimum-ortalama-mesafe piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri arasında yer almaktadır. Sınıfların istatistiksel olarak karakterize edildiği varsayılmakta olup, bu nedenle ortalamaları ve varyansları bilinmektedir. Üç şemanın tümü, hangi sınıfa piksel atanacağına karar vermek için sınıfın ortalamasına olan "mesafe" kavramını kullanmaktadır (Franklin ve Wulder, 2002).

Maksimum olasılık (ML) sınıflandırması, sınıf imzalarının normal dağılımlara sahip olduğu varsayılan denetimli bir istatistiksel sınıflandırma yaklaşımıdır. ML piksel tabanlı yöntem, sınıfların çok değişkenli olasılık yoğunluk fonksiyonu temelinde çalışmaktadır. Pikseller, maksimum olasılığa sahip sınıfa atanmaktadır, bu nedenle her eğitim sınıfının bir Gauss dağılımını takip edeceği şekilde eğitim örneklerini seçmek önemlidir.

✓ Birincisi, Maksimum olasılık karar kuralı sezgisel olarak caziptir, çünkü seçilen sonuçlarda aday sonuçlar arasında en "muhtemel" sonuç odur.

✓ İkincisi, karar kuralının iyi gelişmiş bir teorik temeli vardır ve normal olarak dağıtılmış veriler için matematiksel olarak izlenebilmekte ve birçok ölçüyle istatistiksel olarak arzu edilebilmektedir.

✓ Üçüncüsü, maksimum olasılık sınıflandırması, uydu görüntü verileriyle ortak bir olay olan kovaryans verileri kolayca barındırılabilir. Son

olarak, maksimum olasılık sınıflandırıcılarının bir dizi örtü tipi, koşul ve uydu sistemi üzerinde iyi performans gösterdiği kanıtlanmıştır (Buruzzone ve Prieto, 2001; Peng vd., 2018).

Ayvalık İlçesi'nin 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 yıllarına ait AKÖ üzerinde meydana gelen zamansal değişimleri incelemek için UA ve CBS yardımıyla görüntüler sınıflandırılmıştır. Görüntülerin sınıflandırılmasında Piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinden olan Maximum Likelihood (ML) algoritması kullanılmıştır.

Ayvalık İlçesi alan kullanım haritalarını oluşturmak için 17 alan kullanım sınıfı belirlenmiştir. Alan kullanım sınıfları T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Ayvalık için kulanmış olduğu sınıflar belirlenmiştir. Bu sınıflar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2

Alan kullanım sınıfları (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021)

Alan Kullanım Sınıfları
Sanayi alanları
Köy yerleşim alanları
Merkez yerleşim
Turizm ve eğlence
Geniş yapraklı orman alanları
İbrelî orman alanları
Dikili tarım alanları
Sulu tarım alanları
Kuru tarım alanları
Çıplak yüzey
Tuzla (göl)
Akarsu
Mera
Bozkır
Fundalık ve çayırılık
Karayolları
Limanlar

Alan kullanımlarının sınıflandırılması işleminden sonra ArcMap 10.3 yazılımından faydalanarak 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 yıllarında ortaya çıkan değişim miktarları sayısal olarak belirlenmiştir.

3.2.3. Doğruluk Analizlerinin Yapılması

Doğruluk analizi sınıflandırma işleminin en önemli aşamalarından birisidir. Sınıflandırılmış haritaların doğruluk analizlerinin yapılmasının sebebi, piksellerin doğru alan kullanım sınıflarına ne derecede doğru örneklendiğini sayısal olarak hesaplamaktır. Bir sınıflandırma doğruluğu değerlendirmesini uygulamadan önce, hataların kaynaklarını bilmek gerekmektedir. Sınıflandırmanın kendisinden kaynaklanan hatalara ek olarak, kayıttan kaynaklanan pozisyon hataları, yorumlama hataları, eğitim veya test örneklerinin kalitesizliği gibi diğer hata kaynakları, sınıflandırmanın doğruluğunu etkilemektedir. Doğruluk değerlendirmesi sürecinde genellikle bir görüntü sınıflandırma sonucu ile referans veriler arasındaki farkın sınıflandırma hatasından kaynaklandığı varsayılmaktadır (Congalton, 1991).

Çalışmada kontrollü sınıflandırma işlemlerinin doğruluğunu analiz etmek amacıyla hata matrisleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında öncesinde seçilen referans piksel noktalarından yararlanılmıştır. Hata matrisi yaklaşımı, doğruluk değerlendirmesinde en yaygın olarak kullanılan yaklaşımdır. Bir hata matrisini düzgün bir şekilde oluşturmak için, belirli önemli husular vardır, bunlar:

- ✓ referans veri toplama,
- ✓ örnekleme şeması,
- ✓ sınıflandırma şeması,
- ✓ mekansal otokorelasyon,
- ✓ örnek boyutu ve örnek birimidir (Topaloğlu vd., 2016; Yiğit ve Uysal, 2021).

Sınıflandırmanın doğruluğunu hassas bir şekilde belirleyebilmek için referans piksel sayısı çok önemlidir. Yapılan literatür araştırmalarında, bir sınıfın doğruluk ortalamasını hesaplayabilmek için referans piksel sayısının 250'den fazla olması gerekliliği belirtilmiştir (Saralioğlu ve Güngör, 2019).

Çalışmanın bu bölümünde uygulama aşamasında yararlanılan Landsat uydu görüntüleri ve sayısallaştırma yapılan Google Earth görüntüleri üzerine referans noktalar atanmıştır ayrıca bu noktalara verilen kotlar daha önce kontrollü sınıflandırma aşamasında her bir sınıf için verilen kotlar ile aynı olmasına dikkat edilmiştir. Alan kullanımlarının

sınıflandırılması işlemi esnasında alan kullanım sınıflarına atanan kod yani Tip numaraları Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3

Sınıflara ait tip numaraları

Tip No	Sınıflar
1	Sanayi alanları
2	İlçe merkezi
3	Turizm ve eğlence alanları
4	İbrelî ormanlar
5	Dikili tarım alanları
6	Sulu tarım alanları
7	Kuru tarım alanları
8	Çıplak yüzeyler
9	Tuzla
10	Köy merkezleri
11	Akarsular
12	Mera
13	Bozkır
14	Fundalık ve çalılık
15	Geniş yapraklı ormanlar
16	Karayolları
17	Limanlar

Her bir sınıf için 15 nokta olmak üzere tek bir yıla ait 255, toplam 8 yıla ait görüntü için ise 2040 nokta atanmıştır. ArcMap 10.3 yazılımında “Spatial Analyst Tools” aracı yardımıyla referans noktaları ve daha önce üretilen noktalar ile karşılaştırılmıştır. Sonrasında ise doğruluk analizinde oldukça sık kullanılan Hata Matrisi yöntemi yardımıyla üretici ve kullanıcı doğrulukları hesaplanmıştır. ArcGis 10.3 yazılımı kullanılarak belirlenen sınıfa ait doğru bir şekilde sınıflandırma işlemi gerçekleşmiş piksel sayısının o sınıf için kullanılan örneklem piksel sayısına bölünmesiyle üretici doğruluğu, yine belirlenen ve doğru bir şekilde sınıflandırılmış olan piksel sayısının o kategoride sınıflandırılan tüm piksel sayısına bölünmesiyle ise kullanıcı doğruluğu hesaplanmıştır. Genel doğrulukların hesaplanmasında doğru sınıflandırılmış piksellerin toplamının referans piksellerin toplamına bölünmesi işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında ayrıca Kappa doğruluk analizi yapılmıştır. Kappa analizi, tek bir hata matrisini analiz etmek ve çeşitli hata matrisleri arasındaki farklılıkları karşılaştırmak için güçlü bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Değiştirilmiş kapa katsayısı sınıflandırma doğruluğunun geliştirilmiş ölçütleri olarak geliştirilmiştir. Kappa (K) istatistiği, referans veri

ve otomatik bir sınıflandırıcı arasındaki gerçek uyum ile aynı referans verinin rastgele bir sınıflandırıcıyla arasındaki şans uyumu farkının bir ölçütü şeklinde tanımlanabilir (McHugh, 2012).

3.2.4. Gelecek Alan Kullanımlarının Belirlenmesi

Ayvalık ilçesinin gelecekteki tahmini AKÖ haritasının oluşturulmasında Hücresel Otomasyon ve Markov Zincirleri modellerinin entegre kullanıldığı CA-Markov modeli yöntemi kullanarak 2050 yılı AKÖ haritası üretilmiş ve her bir AKÖ hektar bazında hesaplanmıştır. HO, basit ve doğal olarak mekânsal - zamansal olarak dinamik oldukları için birden fazla ölçekte alan kullanım değişikliğini simüle etmek adına yaygın olarak kullanılmaktadır. Geleneksel olarak, coğrafi mekânsal HO modelleri, sistemdeki her bir hücrenin tekdüze bir alan kullanım türünde olduğunu varsayar ve her bir zaman adımında ayrı bir durum etiketi atar. Başka bir deyişle, geleneksel HO modellerinin hücre durumu saf ve ayrıktır. Bununla birlikte, alan kullanım modellerinin karmaşıklığı nedeniyle, özellikle şehirlerde, bir arazi parçası genellikle çoklu işlevlere hizmet eden çoklu alan kullanım türlerinin bir karışımıdır (Wang vd., 2012). Bu nedenle, HO modellerinin yaygın olarak kullanılan ölçeklerinde (örneğin, 30 m × 30 m ve daha kalın) bir hücrenin arazi alanı genellikle farklı kaplama oranlarına sahip çeşitli alan kullanım türleri içerir, bu da bir HO modelinin kafesinin (hücre alanı olarak da adlandırılır) sadece saf hücrelerden değil, aynı zamanda çoklu alan kullanım yapılarına sahip çok sayıda karışık hücreden de oluştuğu anlamına gelmektedir. Örneğin, tek bir kentsel ticari hücre devlet daireleri ve konutlar içerebilirken, bir tarım hücresi yollar, evler ve göletler içerebilir. ‘Karışık hücre’ teriminin ilk olarak Hu ve Li (2004) tarafından belirtilmesine rağmen, “CA-Markov Zincir Modeli karışık hücre” kavramından farklı olarak, noktaların, çok çizgilerin ve çokgenlerin bir karışımı anlamına geldiğini belirtmek gerekir (Benenson ve Torrens, 2004; Ayazlı vd., 2011).

Yöntem kapsamında, CA-Markov yönteminin kullanılmasında TerrSet 2020 ve Arc-Gis 10.3 programlarından faydalanılmıştır. 2050 yılı tahmini AKÖ haritasının üretilmesinde Maksimum Likelihood algoritması yardımıyla sınıflandırılmış olan 1990 ve 2020 yılı haritaları kullanılmıştır. 1985 yılı ve Landsat 4-5 TM C1 Level 1 kaynağından elde edilen uydu görüntüsünün bantlarının TerrSet 2020 programında hata vermesi, TerrSet 2020 destek

merkezinin 1985 yılına ait birçok sorun yaşadıklarını ifade etmeleri sebebiyle 1990 yılı Landsat uydu görüntüsünden üretilmiş ve sınıflandırılmış harita kullanılmıştır. Yöntemin bu bölümü beş aşamadan oluşmaktadır. Bunlar:

- Sınıflandırılmış haritaların TerrSet 2020 programında “rst” dosyasına dönüştürülmesi.
- Land Change Modeller (LCM) modülü kullanarak 1990 ve 2020 “rst” değişim haritalarının sınıf bazında oluşturulması
- LCM modülü kullanarak mekansal değişim eğiliminin oluşturulması (Spatial Trend of Change)
- TerrSet 2020 programı yardımıyla Markov Zinciri değişim oranlarının belirlenmesi
- TerrSet 2020 programı yardımıyla CA-Markov 2050 haritasının oluşturulması

3.2.5. Yerel Halk, Kamu Kurum ve Kuruluşları ile Görüşmelerin Gerçekleştirilmesi

Ayvalık İlçesi’nde AKÖ üzerinde gerçekleşen zamansal değişimleri yorumlamak amacıyla, bu değişimlerden etkilenen yerel halk, kamu kurum ve kuruluşların görüşleri alınmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmiştir:

- Kırsal alanı oluşturan 16 köye ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Köylerdeki muhtarlar ve yerel halk ile iletişime geçilmiş 1985-2020 yılları arasında kırsal alanda meydana gelen ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel değişimler üzerine görüşmeler yapılmıştır.
- Ayvalık ilçe merkezinde yaşayan halkla görüşmeler yapılmıştır.
- Ayvalık Belediyesi, Ayvalık Orman İşletme Şefliği, Ayvalık İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Altınova Sulama Birliği’nden yetkili kişiler ile röportajlar gerçekleştirilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

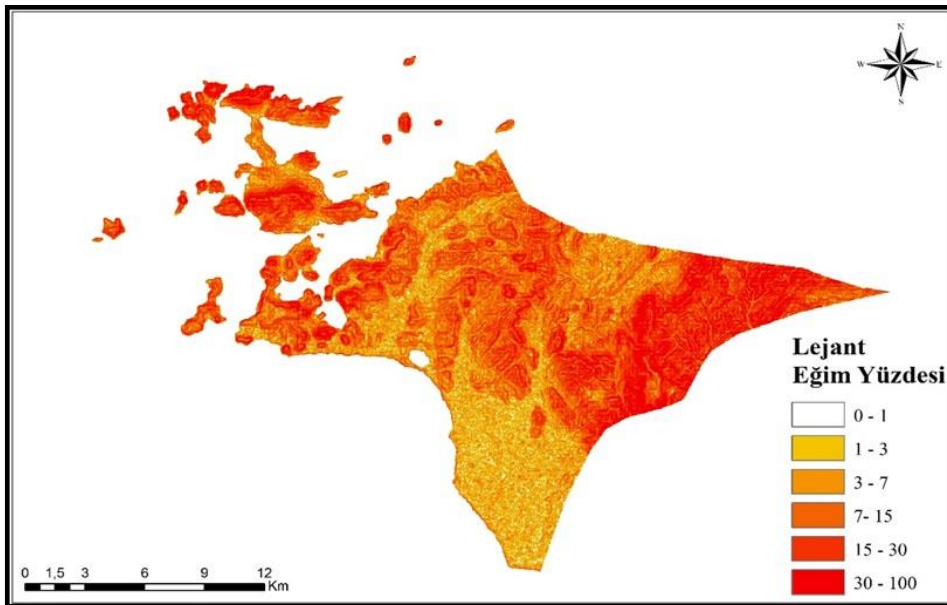
ARAŞTIRMA BULGULARI

Tez çalışmasında, Ayvalık İlçesi'nin 1985-2020 yılları arası alan kullanımlarında meydana gelen zamansal değişimlerin incelenmesi ve 2050 yılı tahmini alan kullanımlarının modellenmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu değişimlere etki eden parametrelerin araştırılması için ilçedeki yerel halk, kamu kurumları ile görüşmeler gerçekleştirilmiş ayrıca çalışma alanının doğal ve kültürel özellikleri incelenmiştir.

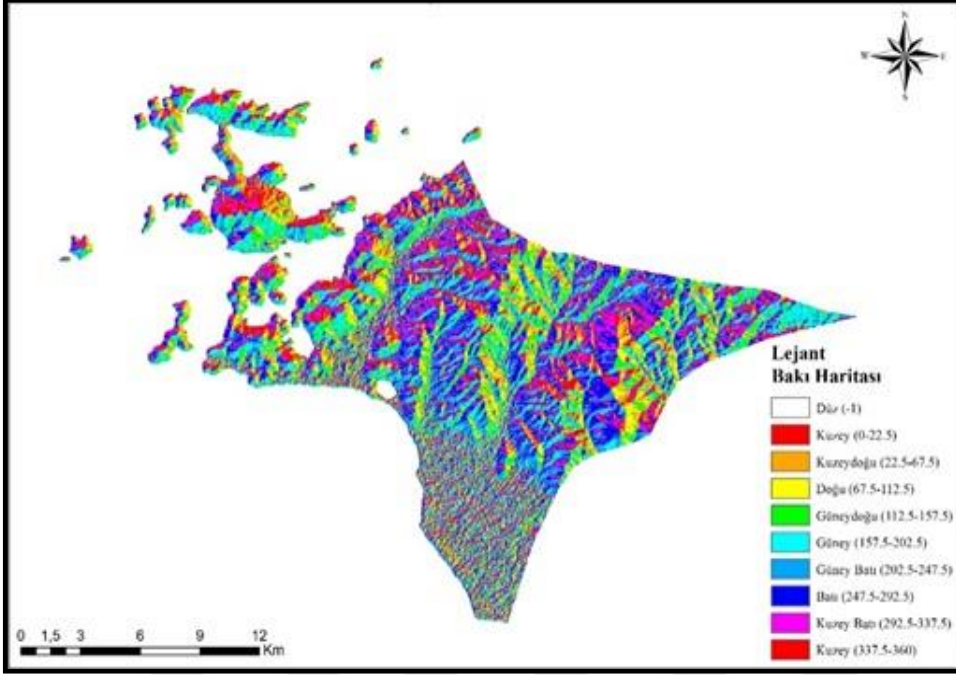
4.1. Çalışma Alanının Doğal Özellikleri

4.1.1. Eğim ve Bakı Özellikleri

Çalışma alanının eğim ve bakı haritasının oluşturulmasının sebebi, alanın doğal özelliklerin incelenmesi, tarım, turizm ve ormancılık faaliyetlerinin yorumlanmasında fayda sağlamasıdır. Ayvalık İlçesi'nin eğim (Şekil 3) ve bakı (Şekil 4) haritaları CBS ortamında üretilmiştir. Eğim grupları 6 farklı grupta yüzde olarak gösterilmiştir. Eğimin en yüksek olduğu (30-100) alanlar orman, çıplak yüzeyler, çayır, mera ve fundalık alanlar, düşük alanlar ise ilçenin kıyı ve merkez yerleşim alanları olduğu tespit edilmiştir. Bakı haritası incelendiğinde, tarımsal faaliyetlerin yoğunlukla yapıldığı alanlar, güney, güney doğu ve batı bakarlıdır.



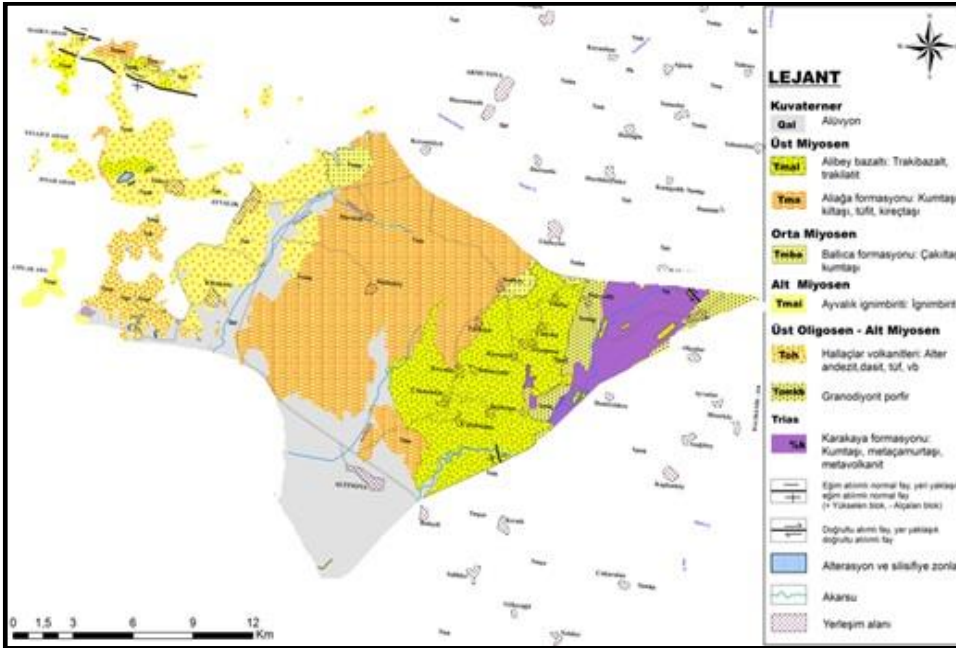
Şekil 3. Ayvalık ilçesi eğim haritası



Şekil 4. Ayvalık ilçesi baki haritası

4.1.2. Jeolojik Özellikleri

Jeoloji haritası, Balıkesir Maden Tetkik Arama (MTA) Kuzeybatı Anadolu Genel Müdürlüğü'nden elde edilen Ayvalık İlçesi 1/25000 ölçekli jeoloji ve diri fay hattına ait raster verilerden yararlanarak CBS ortamında üretilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Ayvalık ilçesi jeoloji haritası

Jeoloj haritası incelendiğinde (Şekil 5) ilçede metamorfik kayalardan oluşan Karakaya formasyonu bulunmaktadır. Yaygın lav akıntılarında oluşan Alibey formasyonu içerisinde kilit taşı, tüfit ve kireç taşı, güneyde ise demir, kurşun, bakır ve çinko cevherleşmesi ve Hallaçlar formasyonunda, dasit, andezit, tüfler ve silisleşmiş tüfler bulunmaktadır. Üst miyosen ve Kozak formasyonunda ise altın cevherleşmesi görülmektedir. MTA Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü'nün verilerine göre ilçenin Bağyüzü kırsal alanında 1,000,000 ton görünür altın rezervi bulunmaktadır. İlçede aynı zamanda sanayi sektöründe oldukça fazla kullanılan 4,410,094 ton görünür, 2,893,000 ton muhtemel, 11,185,094 ton mümkün Kaolen rezervi vardır. Ayvalık Pindos (Maden Adası) olarak adlandırılan alanda ise 72,500 ton çinko, bakır ve kurşun rezervi vardır. Karaayıt köyü başta olmak üzere Ayazmant Yatağı'nda toplam 6,000,000 ton demir rezervi mevcuttur. Karaayıt köyünde bulunan demir maden ocağı (Şekil 6) ilçedeki en büyük maden ocağıdır. 2008 yılında Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) raporu alınan demir maden ocağının inşası 2010 yılında bitmiş ve faaliyete girmiştir (Balıkesir MTA Kuzey Batı Anadolu Genel Müdürlüğü, 2021).



Şekil 6. Karaayıt demir maden ocağı (KMC, 2021)

İlçe depremsellik açısından incelendiğinde Altınova mahallesinden geçen bir adet diri fay hattı mevcuttur. Fakat doğusunda Kozak bloğu fayları, batısında Midilli çukuru,

kuzeyinde Havran-Edremit-Kaz dağları fayları ve gúneyinde ise Dikili, Bakırçay, İzmir, Gediz havzası fayları bulunmaktadır. Bu sebeple Ayvalık ilçesi 1. derece deprem riski taşıyan alanlar arasındadır. Balıkesir İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nden edinilen bilgiler ışığında tarih boyunca Ayvalık İlçesi'nde birçok deprem meydana gelmiştir. Kayıtlar incelendiğinde 1865 yılında merkez üssü Midilli ve büyüklüğü 9.0 şiddetinde olan depremde Ayvalık ciddi zararlar görmeden atlatmıştır. Sonrasında 1867 yılında 7.0 şiddetinde merkez üssü Ayvalık ve Midilli olan bir başka deprem yaşanmıştır. 1880 yılında büyük Batı Anadolu depremi, sonrasında ise 1901 yılında 5.9, 1919 yılında 6.9 şiddetindeki depremlerden etkilenmiştir. Ayvalık İlçesi'nde tarih boyunca kayıtlara geçen ve ilçeyi en çok etkileyen deprem 1944 yılında 6.8 büyüklüğünde gerçekleşmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Ayvalık İlçesi'nde 1944 yılında gerçekleşen deprem sonrasında ait fotoğraf (Ayvalık Belediyesi, 2021a).

1944 depreminde 27 kişi hayatını kaybetmiş, birçok kişi yaralanmış ve 1158 yapı zarar görmüştür. Bu tarihten sonra Ayvalık ilçesinde can ve mal kaybına sebep olan depremler görülmemiştir.

4.1.3. 1985-2020 Yılları Arası Sıcaklık ve Yağış Değişimleri

Ayvalık ilçesi Türkiye'nin önemli tarım alanları arasında yer almaktadır. Özellikle dikili tarım alanları kapsamında yer alan zeytin ürünü ilçe ekonomisine önemli katkı sunmaktadır. Fakat, Ayvalık İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden edinilen bilgilere göre, son yıllarda iklimde meydana gelen değişimlerin tarımsal üretimi de doğrudan etkilediği, özellikle yağış ve sıcaklıklardaki değişimlerin zeytin yetiştiriciliğinde önemli etkileri olduğunu vurgulamışlardır. Tarımsal faaliyetlerdeki değişimlerin yorumlanabilmesine yardımcı olması için 1985-2020 yılları arasında ilçenin ortalama sıcaklık ve yağıştaki değişimleri incelenmiştir. Balıkesir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 yıllarına ait sıcaklık ve yağış verileri elde edilmiş ve yıllık ortalamaları hesaplanmıştır.

Ayvalık İlçesi'nin 1985-2020 yılları arası aylık toplam yağış miktarları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4

Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası aylık toplam yağış (mm=kg÷m²) (Balıkesir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, 2021)

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1985	114,7	60,4	112	2,2	48	0,7	0,3	-	-	47,3	96,5	26,8
1990	3,0	31,3	10,2	42,3	8,2	11,3	0,4	2	2,7	36,8	79,9	262,4
1995	258,4	86,3	141	28,1	0,1	0,3	0	4,5	41,4	2,5	79,8	95,8
2000	45,0	88,9	59,1	44,1	4,4	-	-	1,9	-	101,4	84,6	26,6
2005	70,0	226,8	60,1	64,9	7,3	5,6	3,4	-	1	25,3	171,8	98,7
2010	96,5	270,1	21,8	30,9	26,0	31	-	-	16,5	211,4	37,9	97,1
2015	135,6	100,8	96,2	40,4	7,8	56,6	-	-	14,8	240,6	56,6	-
2020	329,6	60,3	55,5	94,5	2,3	7,3	35,7	-	-	-	-	-

Aylık ortalama yağış miktarına göre hazırlanan yıllık ortalama yağış grafiğine bakıldığında (Şekil 8) en düşük yağış miktarı 2000 yılında 456 mm, en yüksek yağış ise 2010 yılında 873 mm olduğu görülmektedir. Yağış miktarları özellikle ilçedeki zeytincilik faaliyetlerinde oldukça önemli bir parametredir. Zeytin ağacının yıllık yağış isteği 600-800 mm' dir. Zeytinciliğin yapıldığı alanlarda kış ve ilkbahar aylarında yağın yağmur toprak tarafından depo edilerek zeytin ağaçlarının su ihtiyaçlarını karşılamakta, çiçeklenmesini, meyve tutum oranını arttırmakta ve haziran çiçek dökümünü azaltmaktadır (Temuçin, 1994). 2010 yılından sonra yıllık yağış miktarlarının 600 mm altına düşmesi dikili tarım

faaliyetlerini olumsuz etkileyebileceği görülmektedir. Her ne kadar 2010 yılında en yüksek yağış seviyesine ulaşılsa da özellikle bu yıldan sonra ilçedeki su baskınları sayısı artmıştır. Balıkesir İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nden (AFAD) alınan bilgiler doğrultusunda Ayvalık İlçesi'nde özellikle 2012, 2016, 2018 ve 2019 yıllarında meydana gelen su baskınları sebebiyle ilçenin birçok bölgesi olumsuz etkilenmiştir. Küresel iklim değişikliğinin sonuçlarından olan yağışlardaki dengesizlik Ayvalık İlçesi'ni de etkilemiştir. AFAD yetkilileri bu yıllarda oluşan su baskınlarının ilçenin AKÖ üzerinde ciddi değişimler yaratmadığı fakat birçok büyükbaş ve küçükbaş hayvanların yaşamlarını yitirdiği ve halkın maddi zarara uğradığını ifade etmişlerdir.

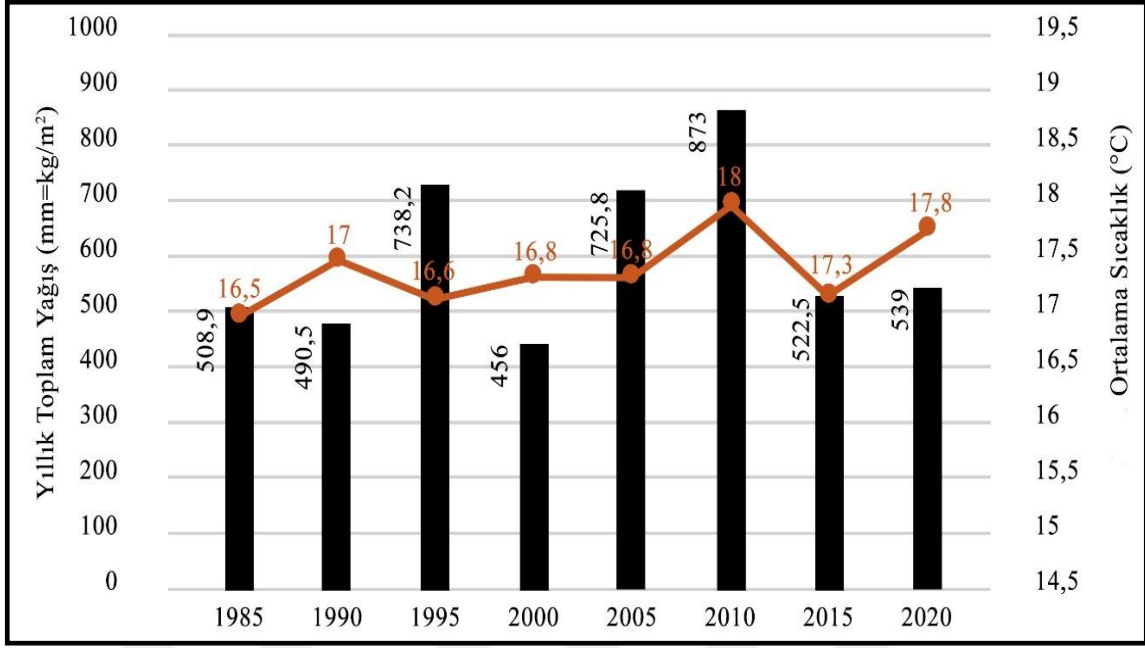
Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası aylık ortalama sıcaklıkları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5

Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası aylık ortalama sıcaklık (°C) (Balıkesir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, 2021)

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1985	9,7	4,7	9,6	15,8	20,8	23,8	25,5	26,1	22,3	15,3	14,2	10,6
1990	6,1	9	12,4	15,6	19,2	23,3	27	25,9	21,7	17,7	15,5	10,6
1995	8,6	10,3	10,9	13,7	19,5	25,7	26,8	25,7	22,6	16,3	10	10,1
2000	4,9	8,3	9,8	16	20	24,5	28	27	22,7	16,7	14,4	10,3
2005	9,0	7,4	10,7	14,9	20,1	23,7	27,2	27,2	23,1	16,7	11,7	10,4
2010	8,9	10,9	11,6	15,6	20,3	24,2	27,6	29,1	23,4	16,7	16,7	11,8
2015	7,9	8,5	10,8	13,7	21	23,7	27,3	28,4	24,5	18,5	14,9	8,9
2020	8,3	8,9	12,2	14,5	20,1	26,4	26,7	28,1	26,5	17	14,5	10

Aylık ortalama sıcaklık tablosu (Tablo 5) yardımıyla oluşturulan verilerde, yıllık ortalama yağışın en yüksek olduğu 2010 yılında aynı zamanda yıllık ortalama sıcaklığın da en yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 8'de Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değişim grafiği gösterilmiştir.



Şekil 8. Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değişim grafiği

Zeytin yetiştiriciliğinde yıllık ortalama sıcaklığın 15-20 °C olması gerekmektedir. Ayrıca zeytin ağaçlarının, ilk sürgünlerinin görülmesinden sonraki oluşumuna kadar ki zamanda (Şubat-Mart) 5-10 °C, çiçeklenme zamanında (Mayıs-Haziran) 15-20 °C, tam olgunluktan hasat zamanına kadar olan zamanda ise (Kasım-Ocak) 5°C sıcaklık isteklerine sahiptir. Fakat sulama yapmak şartı ile 40°C nin üzerindeki sıcaklıklara da dayanabilmektedir (Temuçin, 1994). Tablo 1 incelendiğinde Ayvalık ilçesinin en önemli geçim kaynağı olan zeytin ağaçları için 1985-2020 yılları arasında sıcaklık parametresi bağlamında extrem durumların olmadığı görülmektedir.

4.1.4. Çalışma Alanında Bulunan Baraj/Barajlara Ait İşletme Verileri

Çalışma alanı içerisinde sadece bir adet baraj bulunmaktadır. Madra barajı olarak adlandırılan bu baraj 1998 yılında, Madra çayı üzerinde içme suyu ve sulama amacıyla kurulmuştur. Barajın gövde hacmi 3,167,000 m³ olup, 10,185 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir. Madra barajına ait verilerin elde edilmesi o bölgede tarımsal faaliyetlere olan etkisinin araştırılması açısından önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle barajın sulu tarım faaliyetleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla Devlet Su İşleri (DSİ) Balıkesir 25. Bölge Müdürlüğü'nden baraja ait işletme verileri elde edilmiştir. Fakat

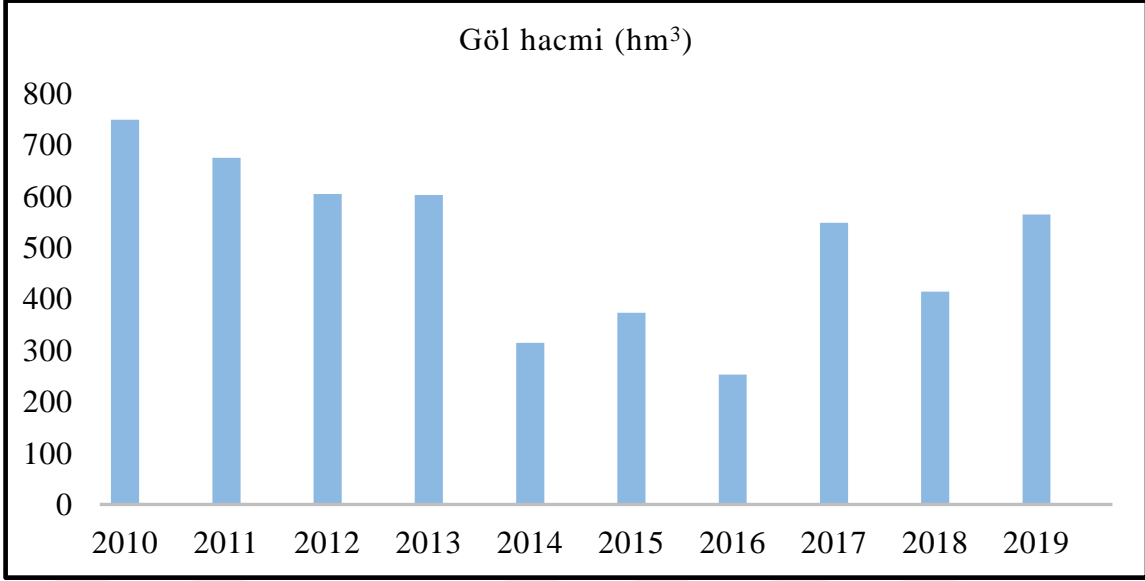
DSİ Genel Müdürlüğü ve DSİ 25. Bölge Müdürlüğü'nün açıklamaları ışığında talep edilen verilerin 2010-2019 yılları arasında mevcut olduğu öncesi ve sonrası yıllara ait bilgilerin kurumlarda mevcut olmadığı belirtilmiştir. Bu sebeple DSİ Balıkesir 25. Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen bilgiler araştırma kapsamına göre sentezlenmiş ve gerekli bilgiler tablo (Tablo 6) ve grafikler (Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12) halinde gösterilmiştir.

Tablo 6

Madra barajı işletme tablosu (DSİ Balıkesir 25. Bölge Müdürlüğü)

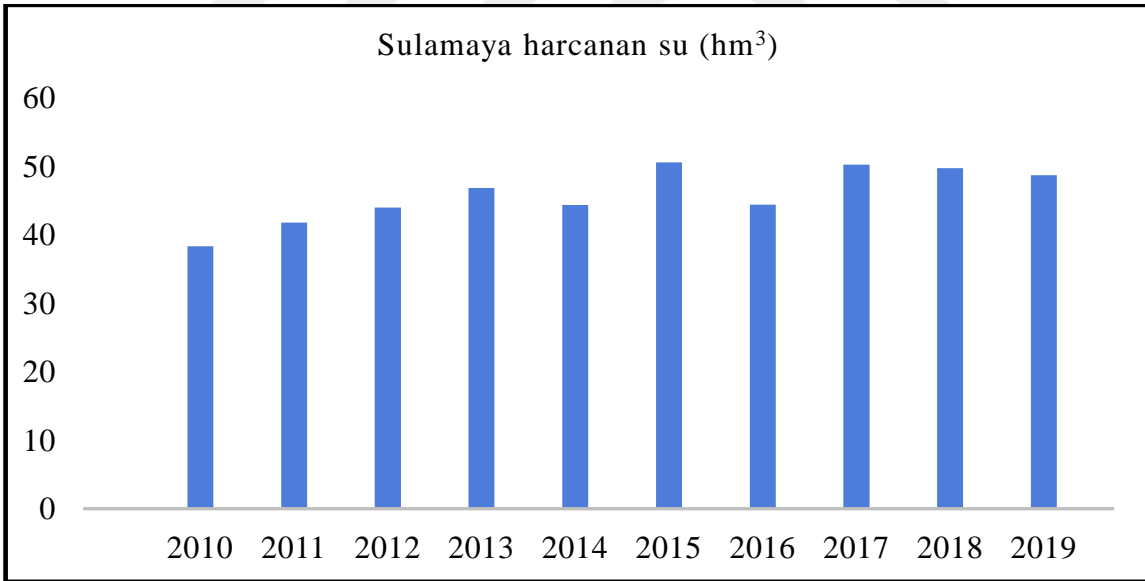
Yıllar	Göl hacmi (hm ³)	Sulamaya harcanan su (hm ³)	Buharlaşma(hm ³)	Toplam sarfiyat(hm ³)
2010	748,079	38,289	2,093	143,929
2011	673,994	41,726	2,144	79,203
2012	603,850	41,726	2,355	80,560
2013	602,121	46,786	2,268	148,579
2014	314,402	44,322	1,124	46,323
2015	372,930	50,515	1,581	54,550
2016	252,767	44,340	1,078	46,489
2017	547,569	50,212	2,155	64,084
2018	413,807	49,693	1,509	52,507
2019	564,253	49,693	1,750	71,340

1985-2020 yılları arası yıllık yağış toplamının 873 mm ile en fazla görüldüğü 2010 yılında göl hacminin en yüksek seviyeye ulaştığı Şekil 9 göl hacmi grafiğinde görülmektedir. İlçede 2010 yılından sonra toplam yağış miktarlarında azalmalar görülmüş ve bu durum Madra barajı yıllık göl hacmi tablosunu da etkilemiştir.



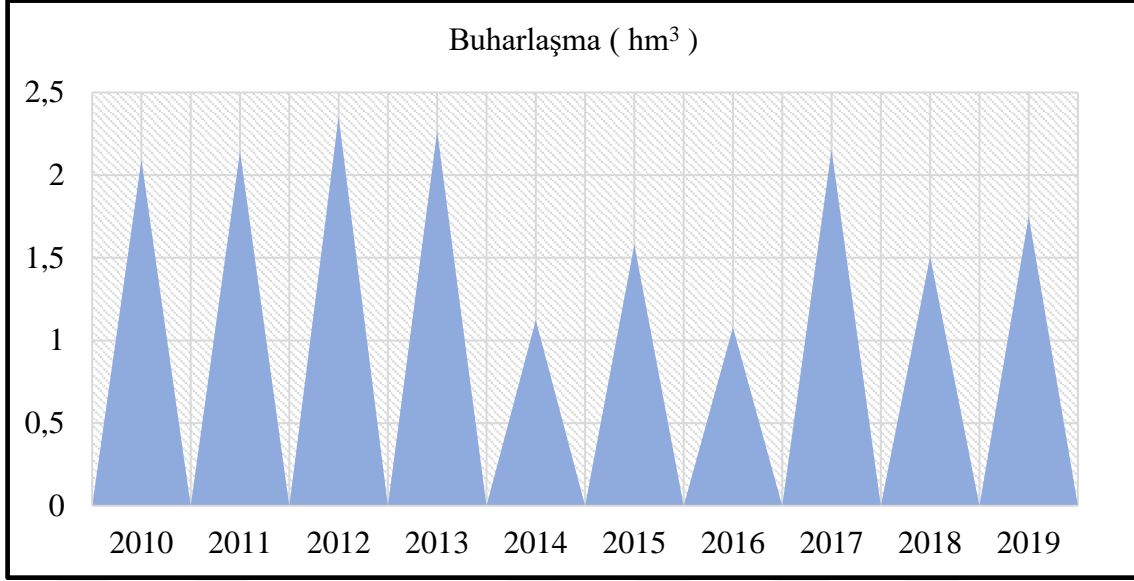
Şekil 9. 2010-2019 yılları arası Madra barajı göl hacmi değişim grafiği

Madra barajında tarımsal faaliyetler için harcanan su miktarları incelendiğinde 50,515 hektometreküp ile 2015 yılında en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 10).



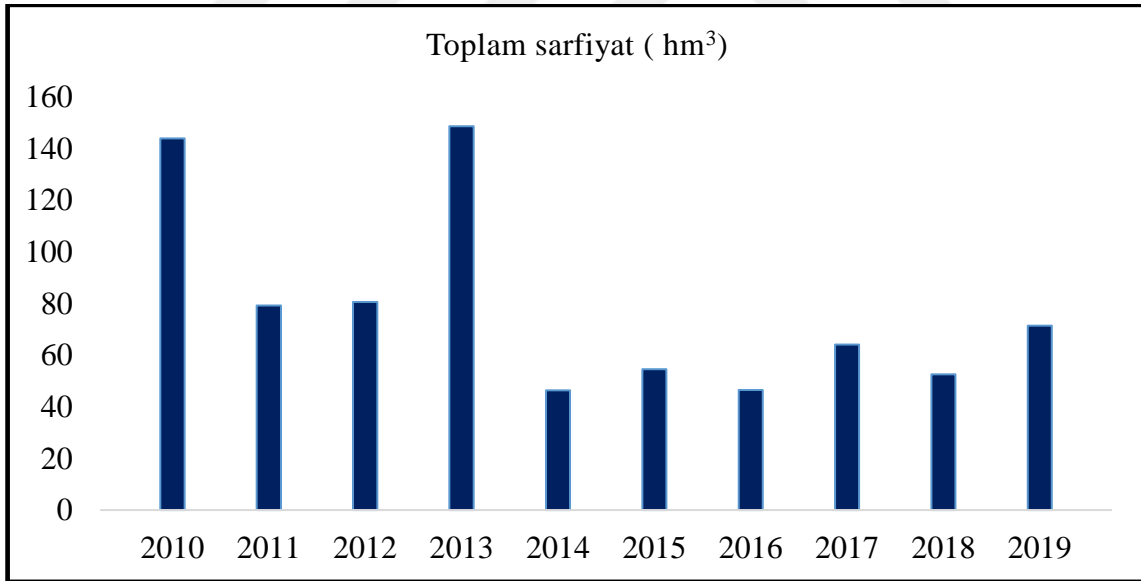
Şekil 10. 2010-2019 yılları arası Madra barajı sulamaya harcanan su miktarı değişim grafiği

Madra barajı buharlaşma verileri incelendiğinde buharlaşma miktarının en yüksek 2012 yılında 2,355 hm³ ve en düşük 2014 yılında 1,124 hm³ olduğu görülmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. 2010-2019 yılları arası Madra barajı buharlaşma miktarı değişim grafiği

Toplam sarfiyat olarak incelendiğinde sarfiyatın en yüksek 2013 yılında 148,579 hm³ ve en düşük 2014 yılında 46,323 hm³ olduğu hesaplanmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. 2010-2019 yılları arası Madra barajı toplam sarfiyat miktarı değişim grafiği

Madra barajı sulu tarım faaliyetleri açısından olumlu katkısı bulunsa da Karaayıt' ta bulunan demir maden ocağının hemen 2 km mesafede olması yerel halk için tedirginlik yaratmaktadır. Yerel halk ile yapılan görüşmelerde demir madeninden çıkan kimyasal atıkların baraj suyuna karıştığı iddia edilmiş ve bu durumun halk sağlığını olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir.

4.2. Çalışma Alanının Sosyal, Kültürel ve Ekonomik Özellikleri

Bugün Ayvalık İlçesi Türkiye'nin turizm ve tarım potansiyeli açısından önemli ilçeleri arasında yer almaktadır (Şekil 13). İlçenin kozmopolit yapısı, turizm ve tarım potansiyeli kültürel ve sosyal yapıyı doğrudan etkilemiştir (Olgun vd., 2018). Ayvalık ilçesinde önemli turizm alanları şunlardır:

- Müzeleri, tarihi evleri ve yapıları
- Cami ve kiliseleri
- Cunda adası
- Sarımsaklı plajı
- Şeytan sofrası
- Kamping ve doğa yürüyüşü gibi birçok rekreasyon alanlarıdır.



Şekil 13. Ayvalık İlçesi (Ayvalık Belediyesi, 2021b)

Ayvalık İlçesi'nin kültürel yapısının belirlenmesinde nüfus önemli bir parametredir. Bu sebeple ilçenin 1985-2020 yılları arası nüfus değişimlerinin incelenmesi ve bu değişimlerin ilçe üzerindeki etkisi üç aşamada (Tablo7 , Tablo 8 ve Tablo 9) incelenmiştir:

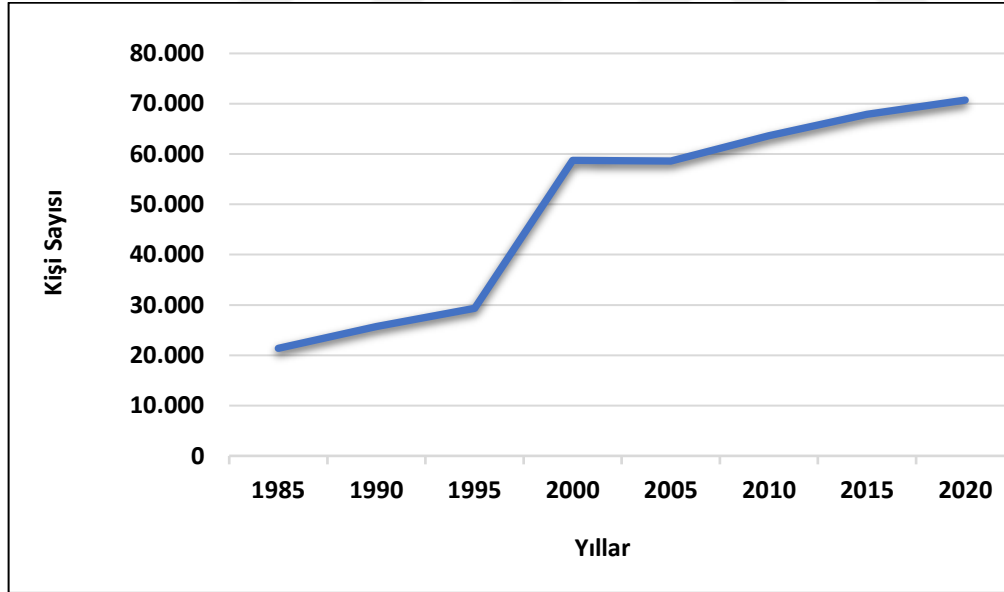
- Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası toplam nüfus değişimleri
- Ayvalık ilçe merkezi 1985-2020 yılları arası nüfus değişimi
- Ayvalık kırsal alanları 1985-2020 yılları arası nüfus değişimi

Tablo 7

Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası toplam nüfus değişimleri (TÜİK, 2021)

Ayvalık Nüfusu	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
	21,381	25,687	29,342	58,738	58,638	63,627	67,902	70,720

Ayvalık ilçesinin 1985 yılından 2020 yılına kadar toplam nüfusunda %230' luk bir artış yaşanmıştır. Özellikle 1995-2000 yılları arasında ilçe nüfusundaki artış dikkat çekmektedir. Akova (2011) "Ayvalık Şehrinin Nüfus Özellikleri" isimli çalışmasında nüfusun özellikle bu dönemde artmasının sebebini Ayvalık'taki zeytin, zeytin sabunu ve zeytin yağı üzerine kurulan sanayi tesislerinin artması olarak belirtmiştir. Şekil 14'te Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası toplam nüfus değişimleri grafiği gösterilmiştir.



Şekil 14. Ayvalık İlçesi 1985-2020 yılları arası toplam nüfus değişimleri grafiği

Özellikle son yıllarda İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa ve Adana başta olmak üzere nüfusun ve kentsel büyümenin hızlı bir şekilde gerçekleştiği büyük kentlerde yaşayan orta ve üst gelir düzeyine sahip kişiler, daha rahat koşullarda yaşayabilecekleri kentsel yada kırsal alanlara göç etmeye başlamıştır. Ayvalık sahip olduğu iklim, coğrafi yapı, tarihi, kültürel ve mimari dokusuyla büyük kentlerden göç için ideal alanlar arasında yer almaktadır. Bu

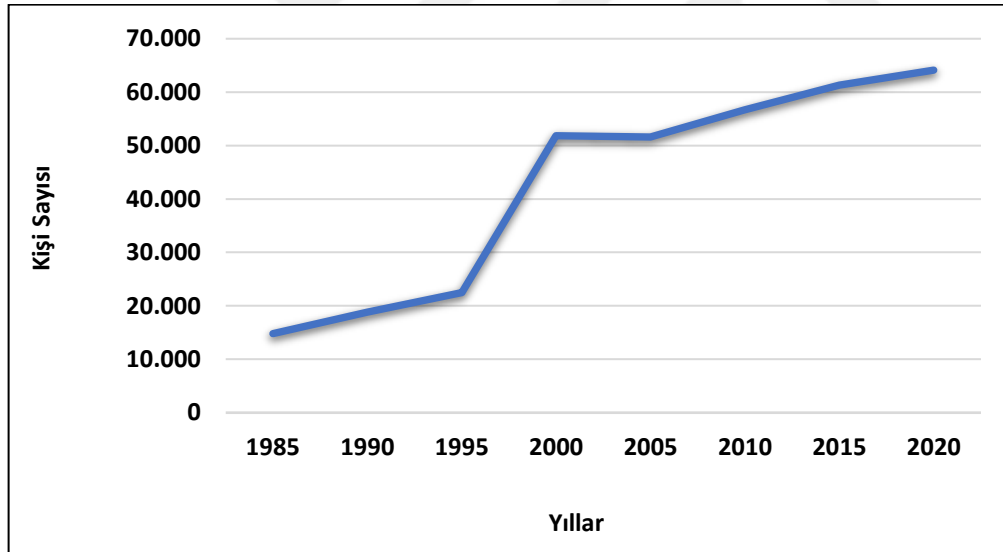
sebeple ilçenin turizm ve rekreasyon açısından önemli merkezi alanlarına göçler artmaktadır. Ayvalık Belediyesi'nden elde edilen veriler ışığında Ayvalık merkez mahallelerine tek başına dışardan değil aynı zamanda Ayvalık kırsal alanlarında yaşayan insanların da iş, eğitim, sağlık vb. sebeplerden kaynaklı göç ettikleri sonucu ortaya çıkmıştır. Ayvalık ilçe merkezi 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8

Ayvalık ilçe merkezi 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri (TÜİK, 2021)

İlçe Merkezi	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
	14,795	18,813	22,487	51,813	51,624	56,695	61,299	64,121

Ayvalık ilçe merkezi 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri grafiği (Şekil 15) incelendiğinde Ayvalık ilçesinin toplam nüfus değişimleri ile paralellik gösterdiği görülmektedir.



Şekil 15. Ayvalık ilçe merkezi 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri grafiği

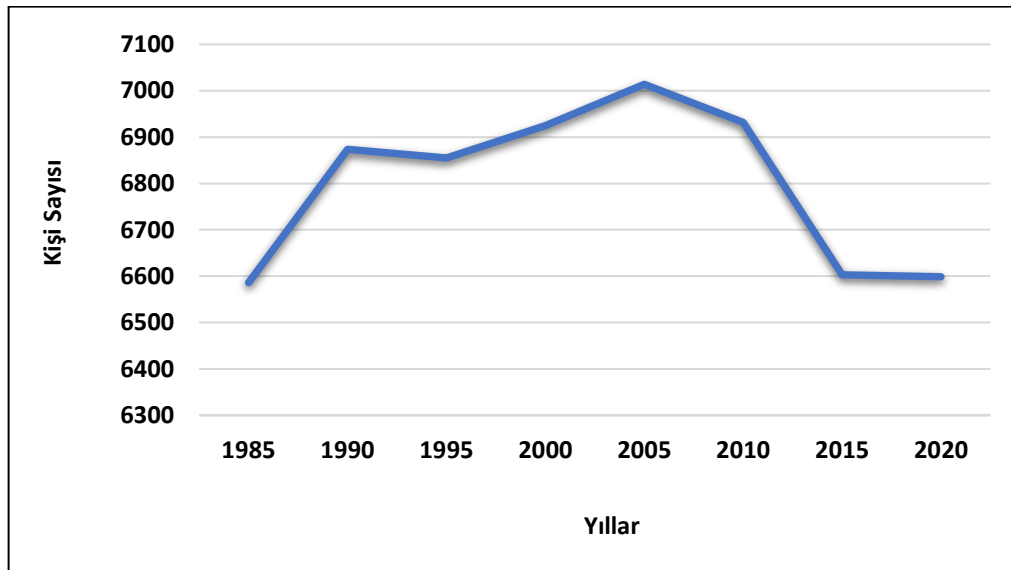
Ayvalık'ın kırsalını oluşturan 16 köy yerleşimi bulunmaktadır; Akçapınar, Bağyüzü, Beşiktepe, Bulutçeşme, Çakmak, Çamoba, Hacıveliler, Karaayıt, Kırcalar, Murateli, Mutlu, Odaburnu, Tıfıllar, Türközü, Üçkabağaç ve Yeniköy. 2012 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı Büyükşehir Yasası ile Balıkesir'in büyükşehir ilan edilmesi sonucu Ayvalık'ın tüm köyleri mahalle statüsüne geçmiştir. Ayvalık ilçesine bağlı kırsal yerleşim alanlarının 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri Tablo 9'da gösterilmiştir

Tablo 9

Ayvalık kırsal alanlarında 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri (TÜİK, 2021)

Yerleşim adları	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Akçapınar	770	855	902	1004	1042	1052	1048	1102
Bulutçeşme	231	258	251	251	242	230	229	231
Beşiktepe	276	290	311	326	331	308	296	274
Çakmak	694	710	730	749	807	792	767	775
Karaayıt	314	326	331	349	351	356	365	375
Kırcalar	318	349	354	369	386	403	390	383
Odaburnu	229	236	334	332	235	224	216	212
Üçkabağağaç	457	483	502	527	560	554	553	558
Bağyüzü	1109	1124	986	962	856	828	721	652
Çamoba	658	709	715	724	808	798	816	817
Hacıveliler	169	168	160	156	150	149	135	133
Murateli	111	91	100	104	105	125	86	111
Mutlu	307	314	266	206	223	216	197	188
Tıfıllar	282	266	230	199	229	214	168	197
Türközü	304	311	296	283	281	273	217	209
Yeniköy	357	384	384	384	398	399	399	382
Toplam	6586	6874	6855	6925	7014	6932	6603	6599

Ayvalık İlçesi'nin kırsal alanlarında meydana gelen nüfus değişimlerinin ilçe merkezinin nüfus değişimlerinden farklılaştığı görülmektedir. İlçenin ve merkez mahallelerin nüfusu hızlı bir şekilde artarken kırsal alanlarında 1985-2005 yılları arası kısmi artışlar yaşansa da özellikle 2010 yılından sonra azalmalar yaşandığı görülmektedir (Şekil 16).



Şekil 16. Ayvalık kırsal alanları 1985-2020 yılları arası nüfus değişimleri grafiği

Ayvalık İlçesi'nde 1990-1995 yılları arasında Türkiye'deki birçok kırsal alanda olduğu gibi kentlere göç yaşanmıştır. Türkiye'de yaşanan 2000-2001 yılındaki ekonomik kriz Ayvalık kırsal alanlarını da doğrudan etkilemiştir. Ayvalık Belediyesi ve Ayvalık Ticaret Odası'ndan alınan bilgiler ışığında Ayvalık köylerinde yaşayıp kentlere göç eden birçok kişi 2000-2001 ekonomik krizden kaynaklı işsizlik sebebiyle köyelerine dönmüşlerdir. Bu durum nüfusta kısa süreli de olsa artışa sebep olmuştur. Çalışma alanı kapsamındaki köylerde 1985 yılından günümüze kadar geçen sürede en çok nüfus artışının yaşandığı yıl 2005 yılı olsa da bu yıldan sonra nüfus azalma başlamıştır. Ekonomik kriz sonrası sanayi ve teknolojiye gelişmeler kentlerde yeni iş imkânı sunması, özellikle Ayvalık ilçe merkezinde zeytinyağı fabrika sayılarının artması, Tuz üretim sahasının açılması ve ilçe merkezindeki sağlık ve eğitim olanaklarının artması gibi nedenler köylerdeki göçü hızlandırmıştır. Aynı zamanda Karaayıt köyüne 2 km uzaklıkta kurulan demir maden ocağının çevreye verebileceği kirlilik düşüncesi yerel halkta tedirginlik yaratmış ve kente göçü tetiklemiştir. Demir maden ocağının ÇED raporlarının 2008 yılında kabul edilmesi ve 2010 yılında inşasının tamamlanması sonrasında yakın çevresindeki köylerde nüfus azalmaya başlamıştır. Aynı durum Bağyüzü köyü yakınlarında kurulan altın maden ocağı için de geçerli olmuştur.

Ayvalık ilçesinin kırsal yerleşim alanlardaki toplam nüfus sadece sayı olarak azalmamış olması aynı zamanda genç ve orta yaş nüfusun da azalması dikkat çeken sonuçlar arasındadır. Ayvalık ilçesi kırsalını oluşturan köylere dışardan göçlerin neredeyse yok denilebilecek kadar az olduğu ortaya çıkmıştır. Sadece Bağyüzü ve Tıfillar köyüne İstanbul'dan göç eden 8 hane bulunmaktadır. TÜİK veri tabanına göre bölgedeki nüfusun %82'si 50 ve üzerindeki yaş grubunda olan insanlardır. Kırsalda yaşayan orta yaş ve genç nüfusun eğitim, iş olanakları ve kültürel faaliyetler için kent merkezlerine taşınması bu alanlardaki tarımsal faaliyetleri etkilediği gibi sosyal ve kültürel yapıyı da etkilemiştir. Yerel halkın yaş ortalamasının yüksek olması bölgede mevsimlik tarım işçiliğinin gelişmesine sebep olmuştur. Özellikle çevre il ve ilçelerden gelen mevsimlik tarım işçileri kırsal alandaki iş gücünün temelini oluşturmaktadır. Ayrıca köylerdeki genç nüfusun az olması sosyal faaliyet ve etkinliklerin de yetersiz olmasına neden olmuştur. Yerel halk ile yapılan görüşmelerde özellikle kış aylarında köylerin hayalet mekanlara dönüştüğü ifade edilmiştir

Ayvalık kırsalını oluşturan köylerin temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. (Tablo 10). Tarımın temel ekonomik kazançlardan olması sebebiyle Ayvalık kırsalı, Türkiye geneliyle değerlendirildiğinde önemli potansiyellere sahiptir.

Tablo 10

Ayvalık kırsal alanlarının temel geçim kaynakları (Ayvalık İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021)

Yerleşim adları	Tarım	Hayvancılık
Akçapınar	Bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Bulutçeşme	Bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Beşiktepe	İncir, bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Çakmak	Pamuk, bamya, zeytin, buğday	Küçükbaş, büyükbaş
Karaayıt	Bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Kırcalar	Pamuk, bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Odaburnu	Bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Üçkabağaç	İncir, badem, bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Bağyüzü	Bağcılık, çam fıstığı, zeytin	Büyükbaş, küçükbaş ve arıcılık
Çamoba	Bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Hacıveliler	Bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Murateli	Bamya, zeytin	Küçükbaş, arıcılık
Mutlu	Zeytin, bamya	Küçükbaş, büyükbaş
Tıfillar	Bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş
Türküzü	Bamya, zeytin	Küçükbaş, arıcılık, büyükbaş
Yeniköy	Bamya, zeytin	Küçükbaş, büyükbaş

Çakmak, Akçapınar ve Bağyüzü eğitim ve sağlık hizmetlerine erişim imkanlarına sahip olmasından kaynaklı merkez köy statüsündedirler. Bu köyler Ayvalık merkeze uzak olsa da, sahip oldukları imkanlar sebebiyle hem kendilerine hem de etrafındaki diğer köylere hizmet vermektedir (Olgun vd., 2018). Köylerin birbirine yakın olması ve hizmetlerden ortak faydalanma sebebiyle köyler arasındaki kültürel etkileşim oldukça fazladır. Şekil 17'de Ayvalık kırsal alanlarına ait fotoğraflar gösterilmiştir.

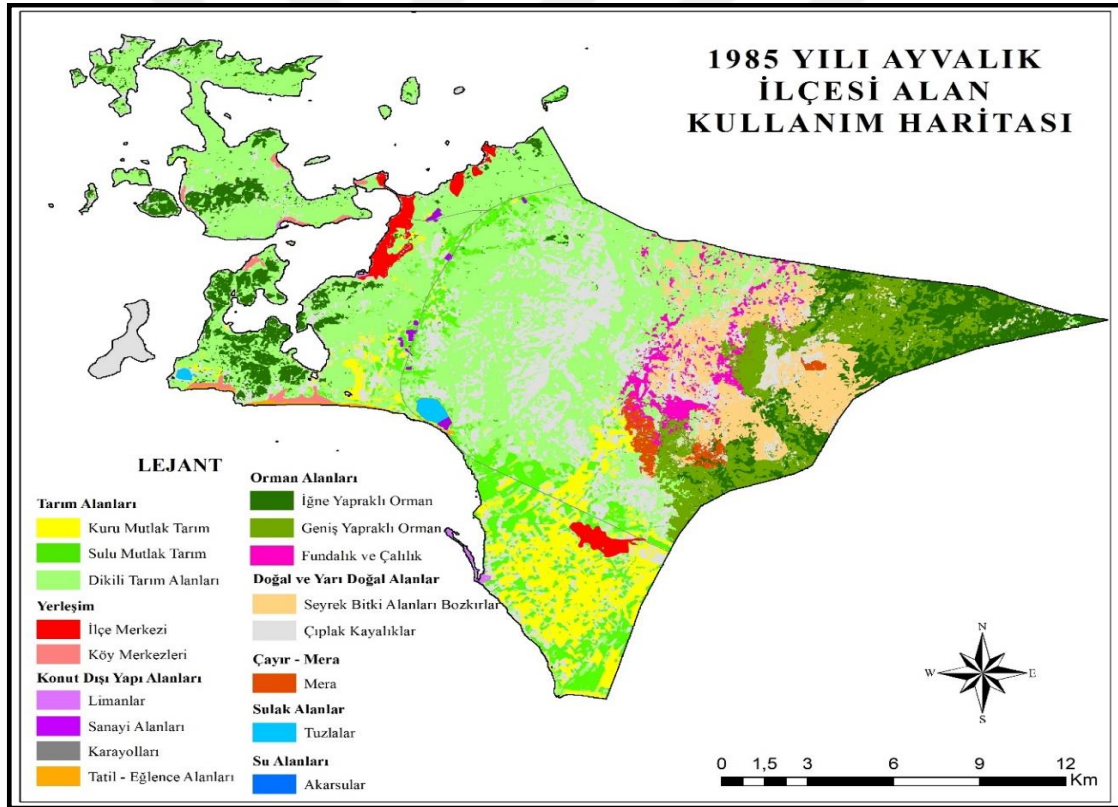


Şekil 17. Ayvalık kırsal alanlarına ait fotoğraflar

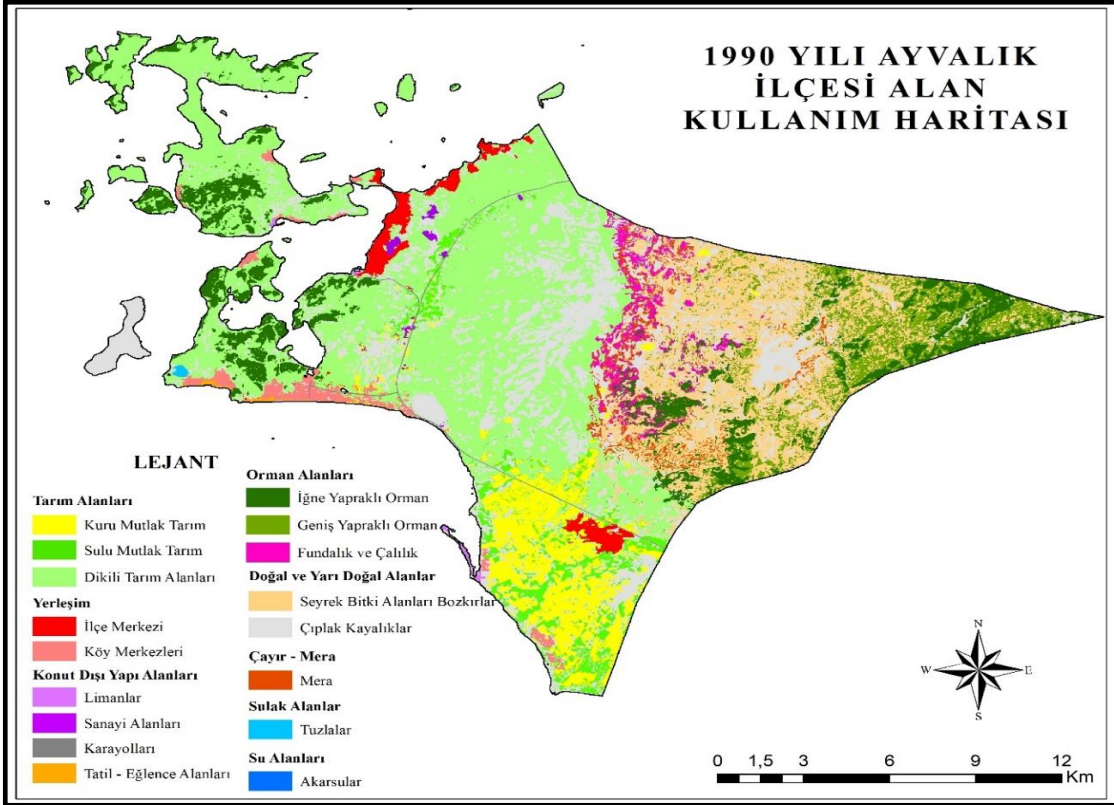
4.3. Ayvalık İlçesi'nin Alan Kullanımlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimler ve 2050 Yılı Tahmini Alan Kullanım Modeli

4.3.1. Alan Kullanımlarının Sınıflandırılması ve Değişimlerin Belirlenmesi

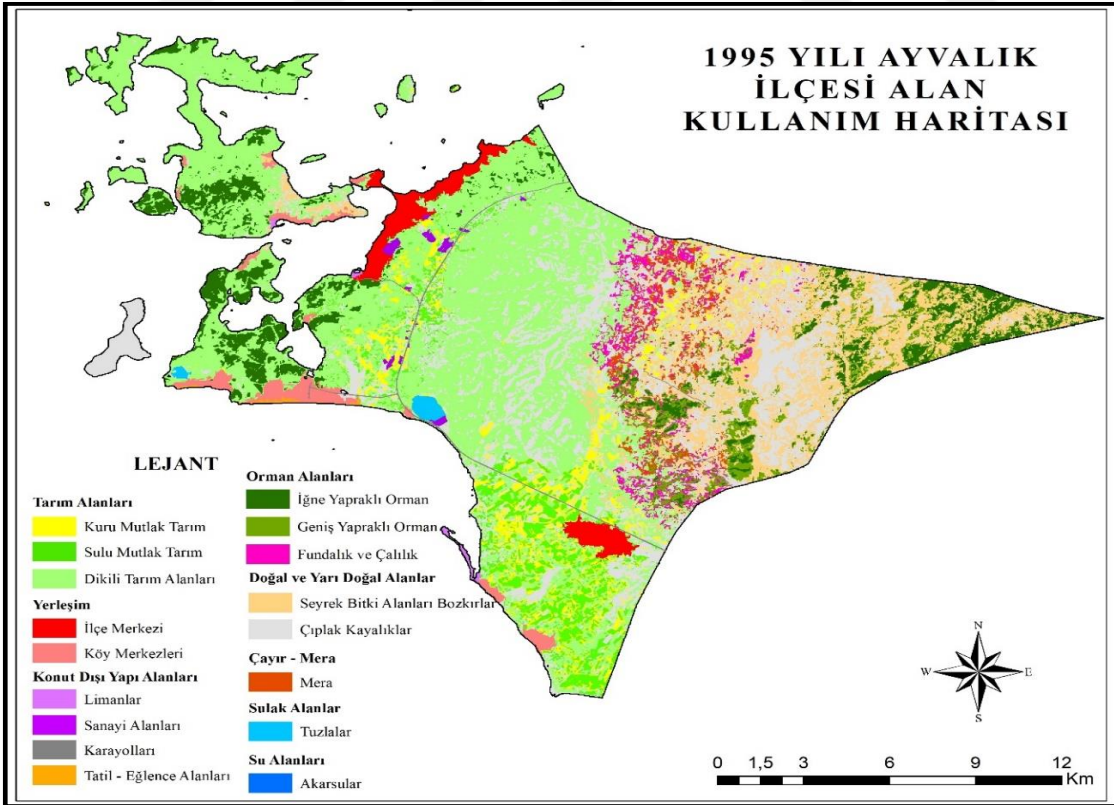
Ayvalık İlçesi'nin 1985-2020 yılları arası alan kullanımının sınıflandırılma aşaması öncesi veri ön işleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Her yıla ait Landsat uydu görüntüleri çalışma alanının sınırlarına göre düzenlenmesi ve koordinat atama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu düzeltmeler ArcGIS 10.3 yazılımında yapılmıştır. 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 yıllarına ait uydu görüntüleri Piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinden olan Maximum Likelihood algoritması kullanarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılmış haritalar Şekil 18, Şekil 19, Şekil 20, Şekil 21, Şekil 22, Şekil 23, Şekil 24, Şekil 25' te gösterilmiştir.



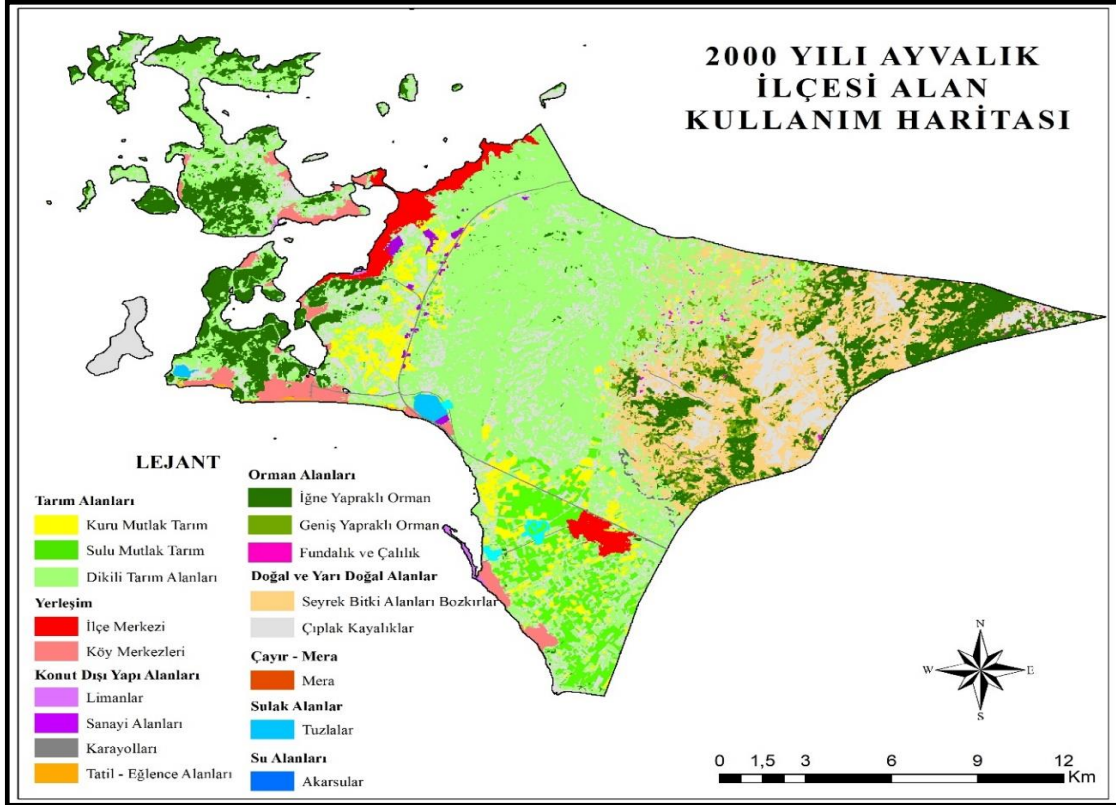
Şekil 18. 1985 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası



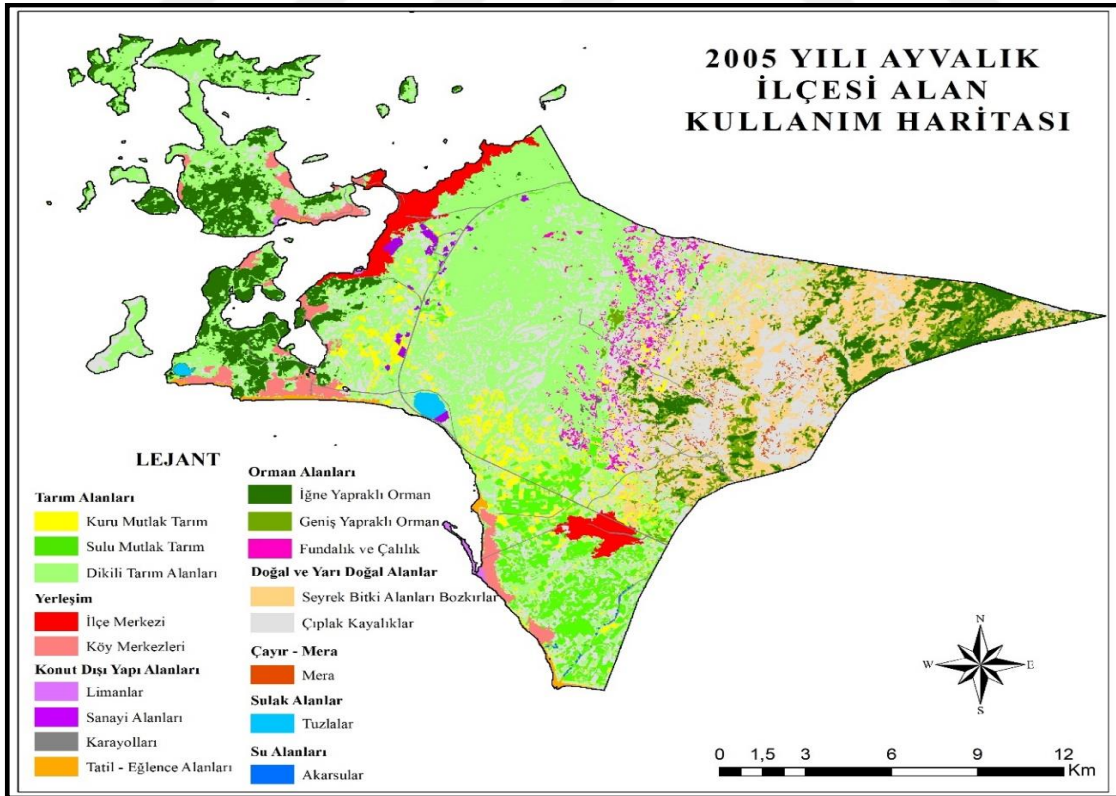
Şekil 19. 1990 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası



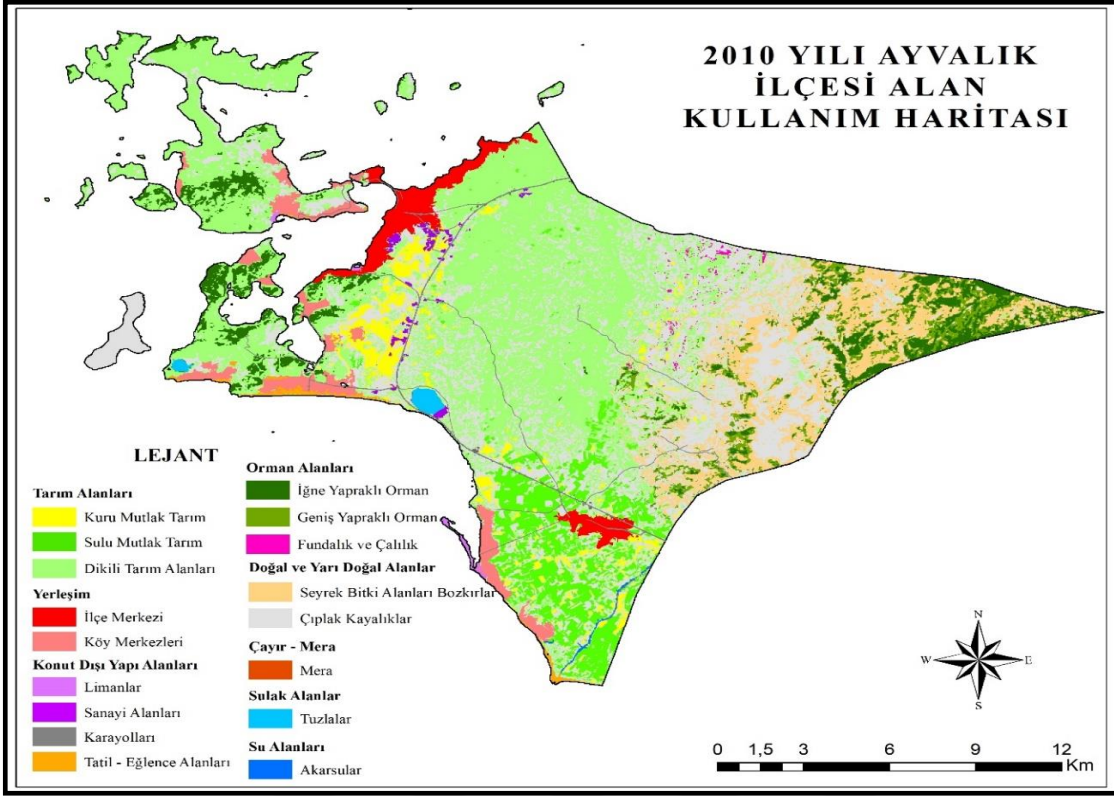
Şekil 20. 1995 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası



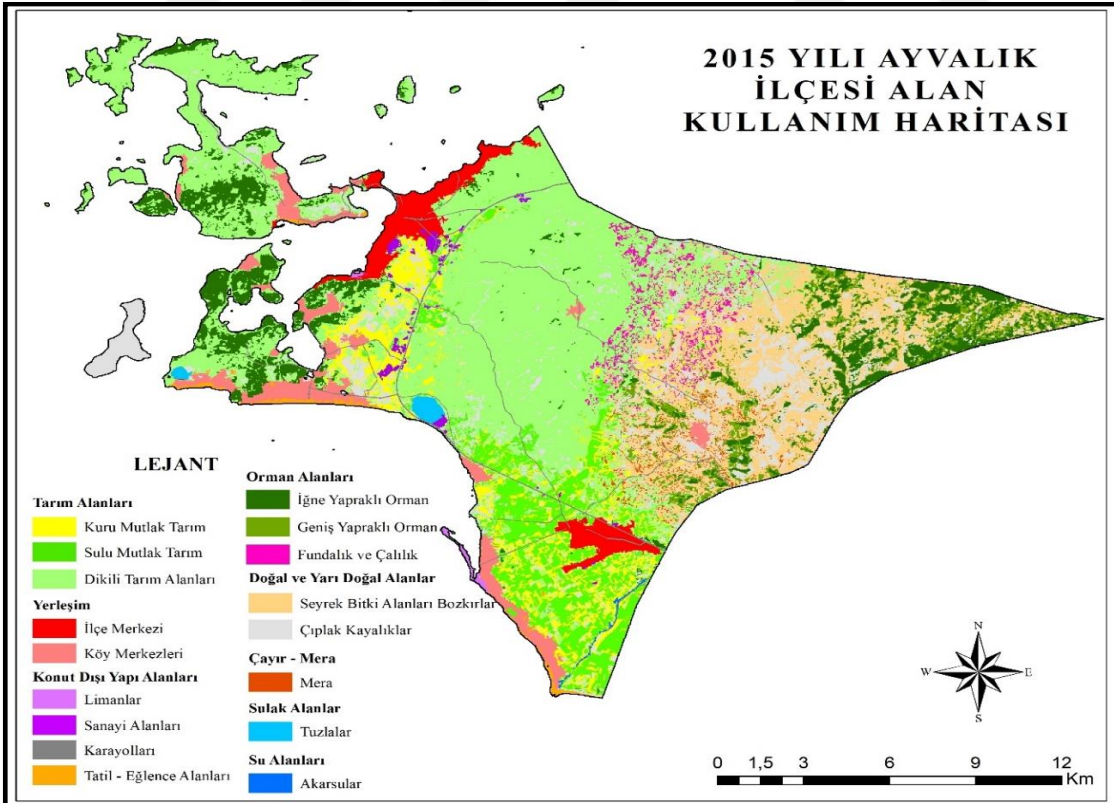
Şekil 21. 2000 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası



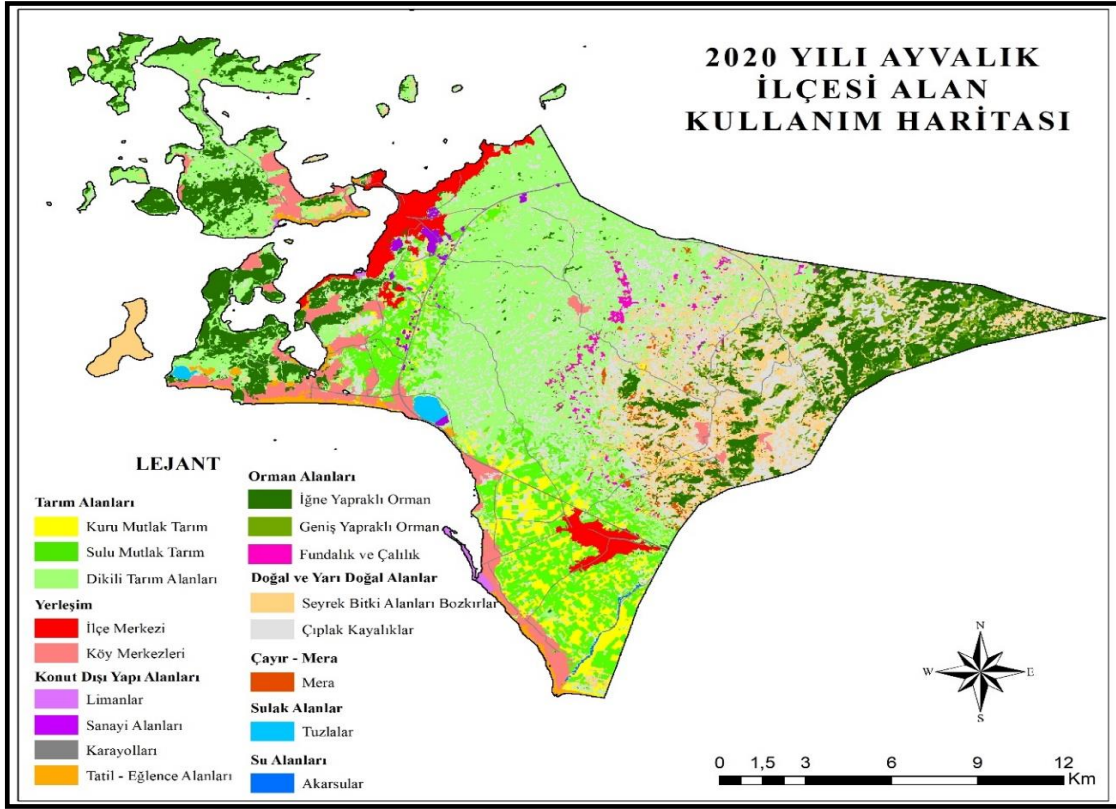
Şekil 22. 2005 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası



Şekil 23. 2010 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası



Şekil 24. 2015 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası



Şekil 25. 2020 yılı Ayvalık İlçesi alan kullanımı haritası

Alan kullanımlarının sınıflandırılması işleminden sonra ArcMap 10.3 yazılımından faydalanarak yıllar içerisinde ortaya çıkan değişim miktarları sayısal olarak belirlenmiştir (Tablo11).

Tablo 11

Alan kullanımlarının değişim miktarı (ha)

Alan Kullanımları (ha)	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Sanayi	59,88	71,5	97,84	107,9	120,66	117,17	152,57	140,01
Köy yerleşim	159,71	40,8	515,27	704,46	754,38	858,18	1191,12	1341,29
İlçe merkezi	453,27	493,22	695,1	713,63	791,61	764,65	958,27	931,3
Turizm ve eğlence	65,9	38,61	43,73	51,68	150,59	153,16	162,65	343,19
Geniş yapraklı o.	2295,69	1721,7	1011,22	715,45	1076,43	1059,25	1201,49	723,28
İbrelî orman	2849,69	2610,33	2160,84	3953,91	3072,26	1654,6	2504,66	3915,72
Dikili tarım	10488,78	9762,92	10947,84	11108,77	9668,82	10903,71	10975,24	8384,3
Sulu tarım	1841,45	972,04	1374,22	1409,84	1506,62	1888,6	2143,6	2457,15
Kuru tarım	2119,19	2010,71	1383,34	1287,84	1219,03	995,23	1835,61	1310,58
Çıplak yüzey	5812,11	6214,43	6223,66	5367	7046,11	7895,1	3502,62	5784,95
Tuzla (göl)	102,67	19,21	105,92	118,19	109,62	110,91	111,51	120,28
Akarsu	37,62	-	-	-	16,55	30,82	27,61	30,72
Mera	271,89	441,23	443,56	-	109,45	-	205,6	174,6
Bozkır	2021,02	3863,32	3525,74	3474,95	2880,75	2449,86	3515,44	2884,37

Tablo 11'in devamı

Fundalık/çalılık	616,78	525,8	648,57	58,52	449,83	58,21	395,2	225,28
Karayolları	61,58	122,6	77,94	180,84	279,02	312,54	371,19	473,32
Limanlar	52,41	32,22	54,85	56,66	57,91	57,65	55,26	69,3
Toplam	29309,64	29309,64	29309,64	29309,64	29309,64	29309,64	29309,64	29309,64

Yıllar içerisinde alan kullanım miktarlarındaki değişimlerin daha iyi anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi için 1985-2000-2020 yılları referans alınmış ve değişimler yüzdeler olarak hesaplanmıştır (Tablo 12).

Tablo 12

Alan kullanımının değişim miktarı

Alan kullanımları	Değişim miktarı (ha)			Değişimin yüzdesi (%)		
	1985-2000	2000-2020	1985-2020	1985-2000	2000-2020	1985-2020
Sanayi	+48,02	+32,11	+80,13	+80,2	+29,7	+133,8
Köy yerleşim	+544,75	+636,83	+1181,58	+341,1	+90,3	+739,8
İlçe merkezi	+260,36	+217,67	+478,03	+57,4	+30,5	+105,4
Turizm ve eğlence	-14,22	+291,61	+277,29	-21,5	+564,2	+420,7
Geniş yapraklı o.	-1580,24	+7,83	-1572,41	-68,8	+1,1	-68,5
İbrelili ormanlar	+1104,22	-38,19	+1066,03	-38,7	-1	+37,4
Dikili tarım	+619,99	-272,47	-2104,48	+6	-2,4	-20,1
Sulu tarım	-431,61	+1047,31	+615,7	-23,4	+74,2	+33,4
Kuru tarım	-831,35	+22,74	-808,61	-39,2	+1,7	-38,1
Çıplak yüzeyler	-445,11	+417,95	-27,16	-7,6	+7,7	-0,5
Tuzla	+15,52	+2,09	+17,61	+15,1	+1,7	+17,1
Akarsu	-37,62	+30,72	-6,9	-100	+100	-18,3
Mera	-271,89	+174,6	-97,29	-100	+100	-35,7
Bozkır	+1453,93	-590,58	+863,35	-71,9	-16,9	+42,7
Fundalık /çalılık	-558,26	+166,76	-391,5	-90,5	+284,9	-63,4
Karayolları	+119,26	+292,48	+411,74	+193,6	+161,7	+668,6
Limanlar	+4,25	+12,64	+16,89	+0,08	+22,3	+32,2

Alan kullanımının zamansal değişimlerinin analizlerinin yapılması sonucu yerleşim, sanayi, turizm, karayolu ve liman gibi yapısal alanların hektar bazında arttığı sonucu ortaya çıkmıştır. İlçenin karayolu ulaşım alanında %668,6, turizm ve eğlence alanlarında %420,7, merkez ve köylerindeki yerleşim alanlarında toplamda % 152, sanayi alanlarında %133,8, liman alanlarında %32,2 bir artış olmuştur. Ormanlık alanlar incelendiğinde ibrelili ormanlık alanların %37,4 arttığı fakat geniş yapraklı orman alanlarının %68,5 azaldığı görülmüştür. Toplam ormanlık alanlarda ise %19,3' luk bir azalma meydana gelmiştir. Tarım alanları bazında incelendiğinde ise, sulu tarım alanlarının %33,4 arttığı fakat kuru tarım alanlarının %38,1 ve dikili tarım alanlarında %20,1 azaldığı ortaya

çıkmiştir. Mera alanlarında %37,7, fundalık ve çalılıklarda %63,4, çıplak yüzeylerde %0,5 azalma, bozkır alanlarında ise %42,7 artış meydana gelmiştir. Aynı zamanda Tuzla olarak adlandırılan tuz üretim sahasında %17,1 artış olurken, akarsularda %18,3'lük bir azalma yaşanmıştır.

1985-2020 yılları arasındaki alan kullanımlarında meydana gelen zamansal değişimlerin ayrıntılı incelenmesi ve yorumlanabilmesi için her bir alan kullanımı tez çalışmasının bulgular bölümünün ilerleyen aşamalarında ayrı başlıklar halinde ele alınmıştır.

4.3.2. Alan Kullanımlarının Sınıflandırılmasına İlişkin Doğruluk Analizlerinin Yapılması

Çalışmada doğruluk analizlerinin yapılabilmesi amacıyla, her bir sınıf için 15 nokta olmak üzere tek bir yıla ait 255, toplam 8 yıla ait görüntü için ise 2040 nokta atanmıştır. ArcMap 10.3 yazılımında “Spatial Analyst Tools” aracı yardımıyla referans noktaları ve daha önce üretilen noktalar ile karşılaştırılmıştır. Sonrasında ise doğruluk analizinde oldukça sık kullanılan Hata Matrisi yöntemi yardımıyla üretici ve kullanıcı doğrulukları hesaplanmıştır. ArcGis 10.3 yazılımı kullanılarak yapılan işlemler sonucunda her bir sınıfın doğru olarak sınıflandırılmış piksel sayısının (ana köşegen üzerinde) o sınıf için kullanılan örneklem piksel sayısına (sütun toplamı) bölünmesiyle üretici doğruluğu hesaplanmıştır. Her bir sınıftaki doğru olarak sınıflandırılmış piksel sayısının o kategoride sınıflandırılan toplam piksel sayısına (satır toplamı) bölünmesiyle ise kullanıcı doğruluğu hesaplanmıştır. 1985 (Tablo 13), 1990 (Tablo 14), 1995 (Tablo 15), 2000 (Tablo 16), 2005 (Tablo 17), 2010 (Tablo 18), 2015 (Tablo 19), 2020 (Tablo 20) yıllarına ait üretici ve kullanıcı doğruluğu hesaplanmıştır. Tablo 21’de ise tüm yıllara ait üretici ve kullanıcı doğrulukları tek bir tabloda birleştirilerek gösterilmiştir.

Tablo 13

1985 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)

1985	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ÜD	KD	
1	12	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	15	75	80
2	2	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	80	80
3	0	1	11	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	15	73,3	73,3
4	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	15	85,7	80

Tablo 13'ün devamı

5	0	0	0	2	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	85,7	80
6	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	86,6	86,6
7	0	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	92,8	86,6
8	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	1	1	0	0	0	0	15	81,2	86,6
9	1	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	15	93,3	93,3
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	3	15	85,7	80
11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	14	0	0	0	0	0	0	15	100	93,3
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	15	92,8	86,6
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	0	0	0	15	70,5	80
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	0	0	0	15	81,2	86,6
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15	100	100
16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	15	86,6	86,6
17	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12	15	80	80
T=	16	15	15	14	14	15	14	16	15	14	14	14	17	16	15	15	15			

1985 yılında toplam doğru piksel sayısı 216, toplam piksel sayısı ise 255'tir.

Toplam piksel sayısının toplam doğru piksel sayısına bölümü ile 1985 yılına ait genel doğruluk oranı belirlenmiştir. Yapılan bu işlemler, tüm yıllar bazında hesaplanmış ve herbir yıla ait genel doğruluklar belirlenmiştir.

Tablo 14

1990 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)

1990	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ÜD	KD	
1	13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15	81,2	86,6
2	0	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	86,6
3	0	0	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	80	80
4	0	0	0	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	65	86,6
5	0	0	0	2	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	92,3	80
6	0	0	0	0	1	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	72,2	86,6
7	0	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	92,8	86,6
8	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	15	81,2	86,6
9	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	93,7	100
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	2	0	0	0	2	0	15	100	70,3
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	0	0	0	0	15	100	93,3
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	2	0	0	15	86,6	86,6

Tablo 14'ün devamı

13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13	0	0	0	0	15	86,6	86,6
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	0	0	0	15	100	86,6
15	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	15	86,6	86,6
16	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12	0	15	80	80
17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15	100	86,6
T=	16	13	15	20	13	18	14	16	16	11	14	15	15	13	15	15	13			

1990 yılında toplam doğru piksel sayısı 219, toplam piksel sayısı ise 255'tir. 1985 yılına göre doğru piksel sayısının arttığı görülmektedir. Doğru piksel sayısının artması uydu görüntülerindeki gelişmelerle paralellik göstermektedir.

Tablo 15

1995 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)

1995	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ÜD	KD	
1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	15	81,2	86,6
2	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	86,6
3	0	0	13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	92,8	86,6
4	0	0	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	93,3	93,3
5	0	0	0	1	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	86,6	86,6
6	0	0	0	0	1	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	81,2	86,6
7	0	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	76,4	86,6
8	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	15	81,2	86,6
9	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	93,7	100
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	2	0	0	0	2	0	15	100	73,3
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	0	0	0	0	15	100	93,3
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	2	0	0	0	15	72,2	86,6
13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	13	0	0	0	0	15	100	86,6
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2	0	0	15	86,6	86,6
15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	15	87,5	93,3
16	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12	0	15	85,7	80
17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	15	100	93,3
T=	16	13	14	15	15	16	17	16	16	11	14	18	13	15	16	14	14			

1995 yılında toplam doğru piksel sayısı 224, toplam piksel sayısı ise 255'tir.

Tablo 16

2000 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)

2000	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ÜD	KD	
1	13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	15	81,2	86,6
2	1	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	86,6
3	2	0	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	75	80
4	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	93,3	93,3
5	0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	80
6	0	0	0	1	0	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	60	80
7	0	0	0	0	0	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	80	80
8	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15	100	86,6
9	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	15	77,7	93,3
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	2	0	15	100	86,6
11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	13	0	0	0	0	0	0	15	92,8	86,6
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	2	0	0	0	15	80	80
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	0	0	0	0	15	66,6	80
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	0	0	0	15	85,7	80
15	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	15	100	86,6
16	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	15	86,6	86,6
17	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	13	15	100	86,6
T=	16	13	16	15	12	20	15	13	18	13	14	15	18	14	13	15	13			

2000 yılında toplam doğru piksel sayısı 216, toplam piksel sayısı ise 255'tir. 1985 yılından sonra artan doğru piksel sayısı 2000 yılında yeniden azalmış ve 216 doğru piksel sayısına düşmüştür.

Tablo 17

2005 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)

2005	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ÜD	KD	
1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	15	76,4	86,6
2	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	93,3	93,3
3	3	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	80
4	0	0	0	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	86,6
5	0	0	0	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	93,3
6	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	62	86,6
7	0	0	0	0	0	2	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	85,7	80

Tablo 17'nin devamı

8	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	15	76,4	86,6
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	15	87,5	93,3
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	2	1	15	100	80
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	14	0	0	0	0	0	0	15	100	93,3
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	13	1	0	0	0	0	15	76,5	86,6
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	2	0	0	15	80	80
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	12	0	0	0	15	85,7	80
15	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	15	85,7	80
16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	15	81,2	86,6
17	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	12	15	85,7	80
T=	17	15	12	13	14	21	14	17	16	12	14	17	15	14	14	16	14				

2005 yılında toplam doğru piksel sayısı 218, toplam piksel sayısı ise 255'tir.

Tablo 18

2010 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)

2010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ÜD	KD		
1	14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	93,3	
2	0	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	80	
3	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	88,2	100	
4	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	86,6	86,6	
5	0	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	100	86,6	
6	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	78,9	100	
7	0	0	0	0	0	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	80	
8	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15	86,6	86,6	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	93,3	100	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	1	1	15	100	86,6	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	0	0	0	0	15	87,5	93,3	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	1	0	0	0	15	92,8	86,6	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	15	92,8	93,3	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2	0	0	15	86,6	86,6	
15	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	15	86,6	86,6	
16	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	13	0	15	92,8	86,6	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13	15	92,8	86,6	
T=	14	12	17	15	13	19	12	15	16	13	16	14	17	15	15	14	14				

2010 yılında toplam doğru piksel sayısı 228, toplam piksel sayısı ise 255'tir.

Tablo 19

2015 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)

2015	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ÜD	KD	
1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	15	100	93,3
2	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	93,3
3	0	0	14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	77,7	93,3
4	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	92,8	86,6
5	0	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	100	86,6
6	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	73,6	93,3
7	0	0	0	0	0	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	92,3	80
8	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	15	100	86,6
9	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	1	15	83,3	93,3
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	1	1	15	100	86,6
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	0	0	0	0	15	100	93,3
12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	13	0	0	0	0	0	15	86,6	86,6
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	15	93,3	93,3
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	2	0	0	15	100	80
15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	15	87,5	93,3
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	83,3	100
17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	15	87,5	93,3
T=	14	14	18	14	13	19	13	13	17	13	14	15	15	12	16	18	16			

2015 yılında toplam doğru piksel sayısı 230, toplam piksel sayısı ise 255'tir. 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 yıllarına ait en yüksek toplam doğru piksel sayısı 2020 yılında hesaplanmıştır (Tablo 20).

Tablo 20

2020 yılı üretici doğruluğu (ÜD) ve kullanıcı doğruluğu (KD)

2020	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ÜD	KD	
1	14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	82,3	93,3
2	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	100
3	0	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	93,3	93,3
4	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	87,5	93,3
5	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	87,5	93,3

Tablo 20'nin devamı

6	0	0	0	0	0	14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15	100	93,3
7	0	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	86,6
8	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	1	1	0	0	0	15	81,2	86,6
9	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100	100
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	83,3	100
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	15	88,2	100
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	0	0	0	15	100	93,3
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	13	0	0	0	0	15	92,8	86,6
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	2	0	0	15	92,3	80
15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	15	86,6	86,6
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	15	100	93,3
17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15	100	86,6
T=	17	15	15	16	16	14	13	16	15	18	17	14	14	13	15	14	13			

2020 yılında toplam doğru piksel sayısı 235, toplam piksel sayısı ise 255'tir.

Tablo 21

1985-2020 yılları üretici doğruluğu ve kullanıcı doğruluğu

Tip	1985		1990		1995		2000		2005		2010		2015		2020	
	ÜD	KD	ÜD	KD	ÜD	KD	ÜD	KD	ÜD	KD	ÜD	KD	ÜD	KD	ÜD	KD
1	75	80	81,2	86,6	81,2	86,6	81,2	86,6	76,4	86,6	100	93,3	100	93,3	82,3	93,3
2	80	80	100	86,6	100	86,6	100	86,6	93,3	93,3	100	80	100	93,3	100	100
3	73,3	73,3	80	80	92,8	86,6	75	80	100	80	88,2	100	77,7	93,3	93,3	93,3
4	85,7	80	65	86,6	93,3	93,3	93,3	93,3	100	86,6	86,6	86,6	92,8	86,6	87,5	93,3
5	85,7	80	92,3	80	86,6	86,6	100	80	100	93,3	100	86,6	100	86,6	87,5	93,3
6	86,6	86,6	72,2	86,6	81,2	86,6	60	80	62	86,6	78,9	100	73,6	93,3	100	93,3
7	92,8	86,6	92,8	86,6	76,4	86,6	80	80	85,7	80	100	80	92,3	80	100	86,6
8	81,2	86,6	81,2	86,6	81,2	86,6	100	86,6	76,4	86,6	86,6	86,6	100	86,6	81,2	86,6
9	93,3	93,3	93,7	100	93,7	100	77,7	93,3	87,5	93,3	93,3	100	83,3	93,3	100	100
10	85,7	80	100	70,3	100	73,3	100	86,6	100	80	100	86,6	100	86,6	83,3	100
11	100	93,3	100	93,3	100	93,3	92,8	86,6	100	93,3	87,5	93,3	100	93,3	88,2	100
12	92,8	86,6	86,6	86,6	72,2	86,6	80	80	76,5	86,6	92,8	86,6	86,6	86,6	100	93,3
13	70,5	80	86,6	86,6	100	86,6	66,6	80	80	80	92,8	93,3	93,3	93,3	92,8	86,6
14	81,2	86,6	100	86,6	86,6	86,6	85,7	80	85,7	80	86,6	86,6	100	80	92,3	80
15	100	100	86,6	86,6	87,5	93,3	100	86,6	85,7	80	86,6	86,6	87,5	93,3	86,6	86,6

Tablo 21'in devamı

16	86,6	86,6	80	80	857	80	86,6	86,6	81,2	86,6	92,8	86,6	83,3	100	100	93,3
17	80	80	100	86,6	100	93,3	100	86,6	85,7	80	92,8	86,6	87,5	93,3	100	86,6

Son aşamada ise genel doğruluk ve Kappa analizi yapılmıştır. Genel doğrulukların hesaplanmasında doğru sınıflandırılmış piksellerin toplam sayısının (ana köşegen toplamı) referans piksellerin toplam sayısına bölünmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Kappa analizi doğru değerleri elde ederken şans mı yoksa gerçek bir uyum mu olduğunu belirler. Kappa katsayısı çoğunlukla 0-1 arasında bir değerdir (Lark, 1995). Tablo 22'de 1985-1990-1995-2000-2005-2010-2015-2020 yıllarına ait genel doğruluk ve Kappa katsayısı gösterilmiştir.

Tablo 22

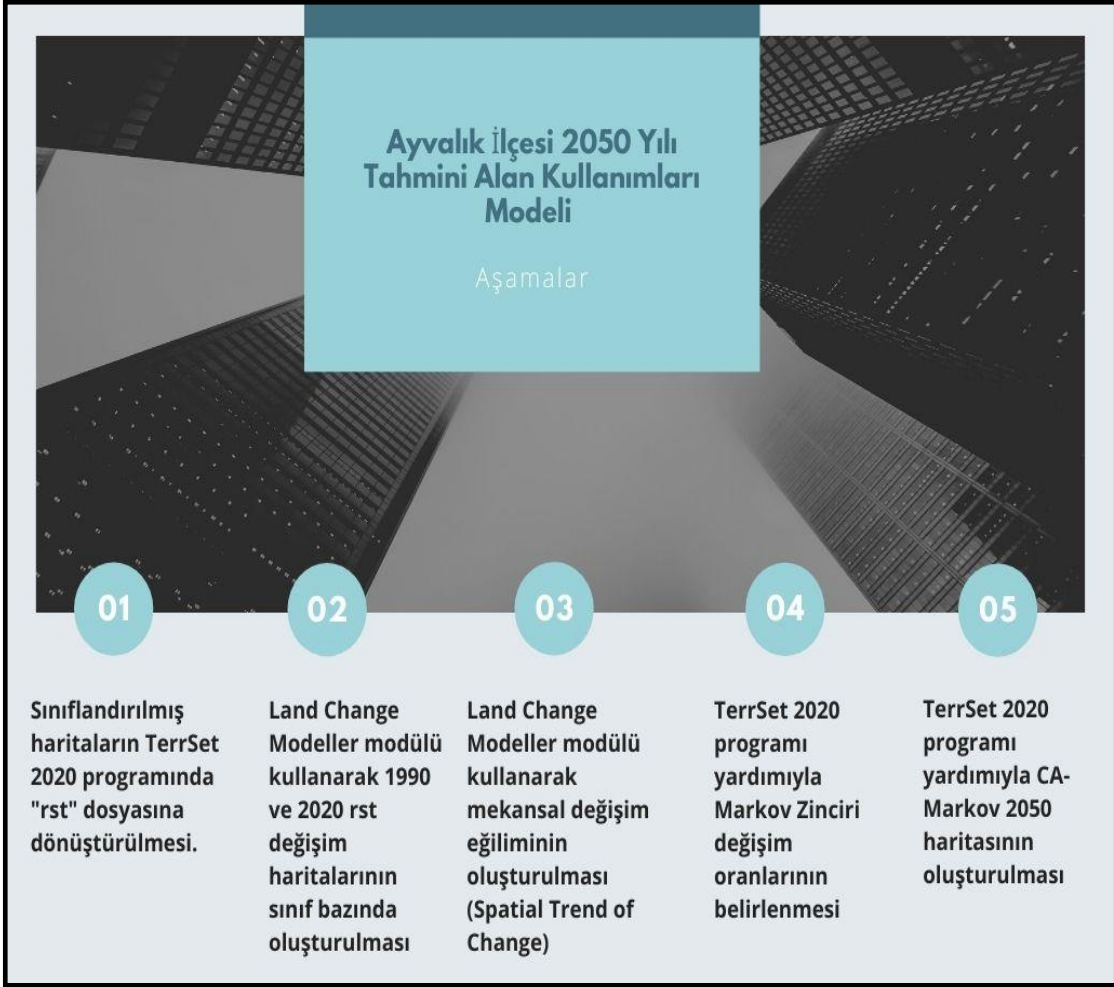
1985-2020 yılları arası genel doğruluk (GD) ve Kappa katsayısı (KK)

Yıllar	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
G.D.%	84,7	85,8	87,8	84,7	85,5	89,4	90,2	92,1
K.K.	0,8375	0,85	0,8708	0,8375	0,8458	0,8875	0,8958	0,9166

Kappa katsayısının ve genel doğruluğun en yüksek olduğu yıl 2020 yılı olduğu görülmektedir. Son yıllarda uydu teknolojilerindeki gelişme daha net ve bulutsuz görüntülerin elde edilme şansını arttırmaktadır. Bu sebeple 2010, 2015 ve 2020 yıllarındaki doğruluk oranları daha yüksek çıkmıştır.

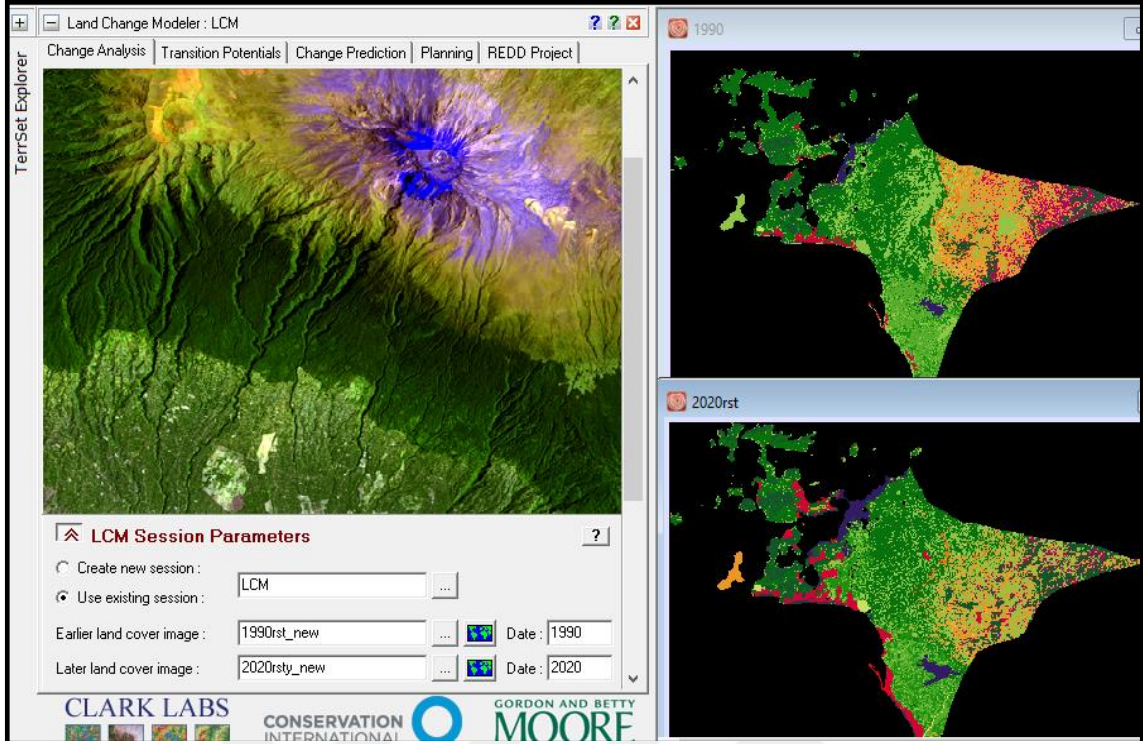
4.3.3. 2050 Yılı Tahmini Alan Kullanım Modeli

Ayvalık ilçesinin gelecek AKÖ tahmini haritasının oluşturulmasının amacı; geçmişten günümüze değişen alan kullanımlarının gelecekte değişimin yönünü ve miktarını belirleyerek değerlendirmek, yorumlamak ve çözüm önerileri getirmek olmuştur. Ayrıca sürdürülebilir kentsel ve kırsal planlama çalışmalarında her bir AKÖ üzerinde zaman içerisinde meydana gelebilecek antropojenik, çevresel ve iklimsel etkilerden kaynaklı oluşabilecek tehlikeleri en aza indirmek ve önlemler almak temel amaçlar arasındadır. Ayvalık İlçesi'ne ait 2050 yılı tahmini modelin oluşturulması beş aşamada gerçekleştirilmiştir (Şekil 26).



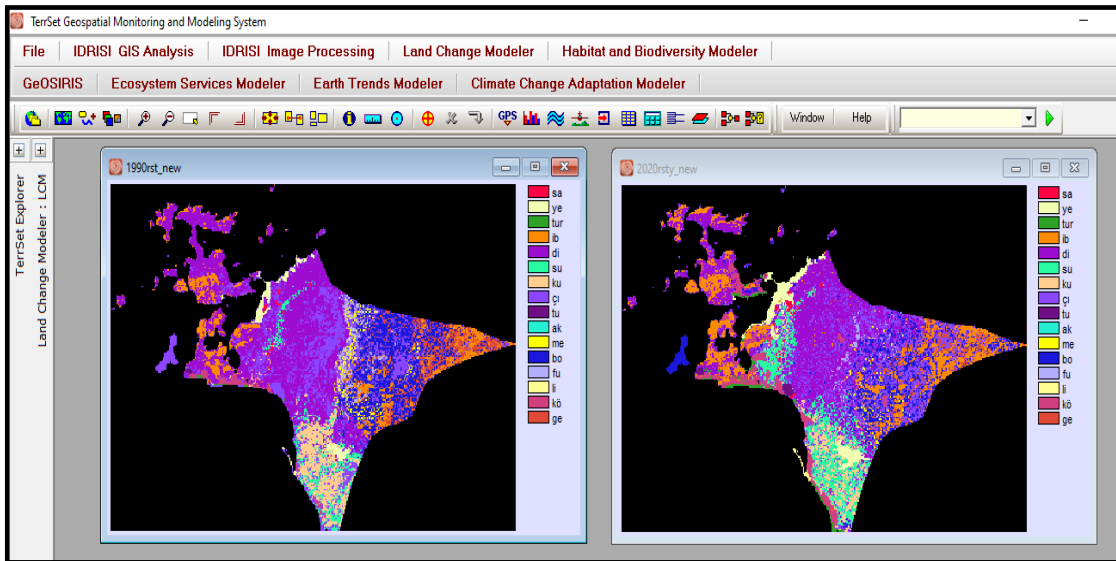
Şekil 26. Ayvalık İlçesi 2050 yılı tahmini alan kullanımları modelinin oluşturulması aşamaları

Sınıflandırılmış haritaların TerrSet 2020 programında rst dosyasına dönüştürülmesi aşamasında; Arc-Gis 10.3 programında oluşturulan kontrollü sınıflandırma işlemi yapılmış raster haritalar önce Conversation Tools modülü yardımıyla ASCII (txt) formatında değiştirilmiş ve bu dosyalar TerrSet 2020 programında Import aracı kullanarak "rst" dosyası olarak dönüştürülmüştür. Şekil 27'de TerrSet 2020 programında "rst" dosyasına dönüştürülmüş 1990 ve 2020 haritaları gösterilmiştir.



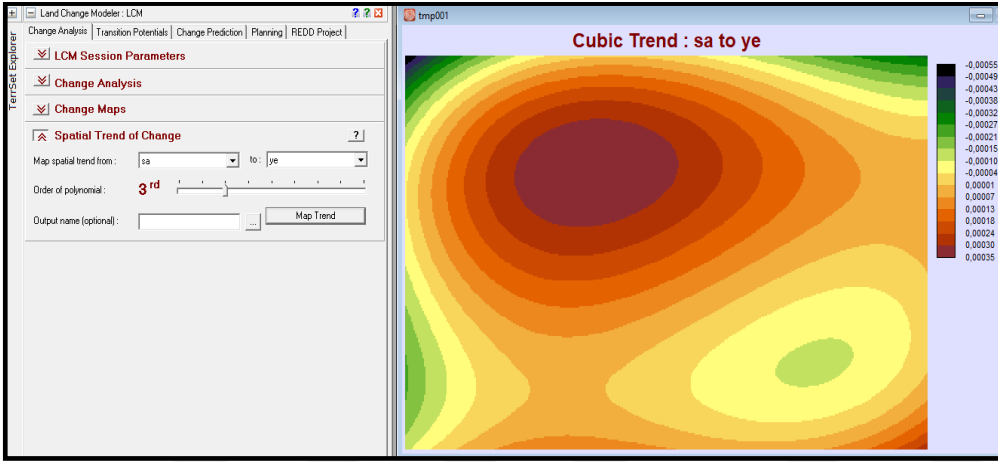
Şekil 27. TerrSet 2020 programının ara yüzü ve “rst” dosyasına dönüştürülmüş haritalar

Land Change Modeller modülü kullanarak 1990 ve 2020 rst değişim haritalarının sınıf bazında oluşturulması aşamasında; 1990 ve 2020 yıllarına ait eski ID numaraları referans alınarak yeniden ID numarası verilmiş ve lejant oluşturulmuştur (Şekil 28). Lejant oluştururken sınıfların ilk iki harfi kullanılmasının sebebi sınıflar tam olarak yazıldığında programın hata vermesidir.



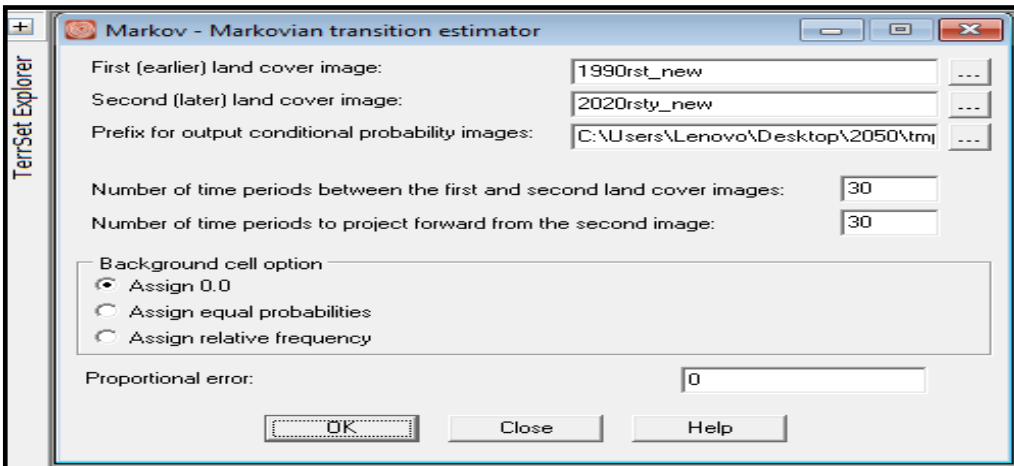
Şekil 28. TerrSet 2020 programında yeniden sınıflandırma

LCM modülü kullanarak mekansal değişim eğiliminin oluşturulmasının (Spatial Trend of Change) amacı, değişim modelini genelleştirmenin bir yolunu sağlamaktır. Sayısal değerlerin, değişikliğin nerede daha yoğun (daha yüksek sayılar, daha kırmızı renkler) veya daha az yoğun (daha düşük sayılar, daha koyu yeşilden maviye renkler) olduğuna dair bir gösterge sağlamaktır (Şekil 29). Mekânsal değişim eğilimi her bir sınıf için tek tek oluşturulmuş ve çalışmanın ilerleyen bölümlerinde alan kullanımlarının ayrı ayrı yorumlanması aşamasında detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

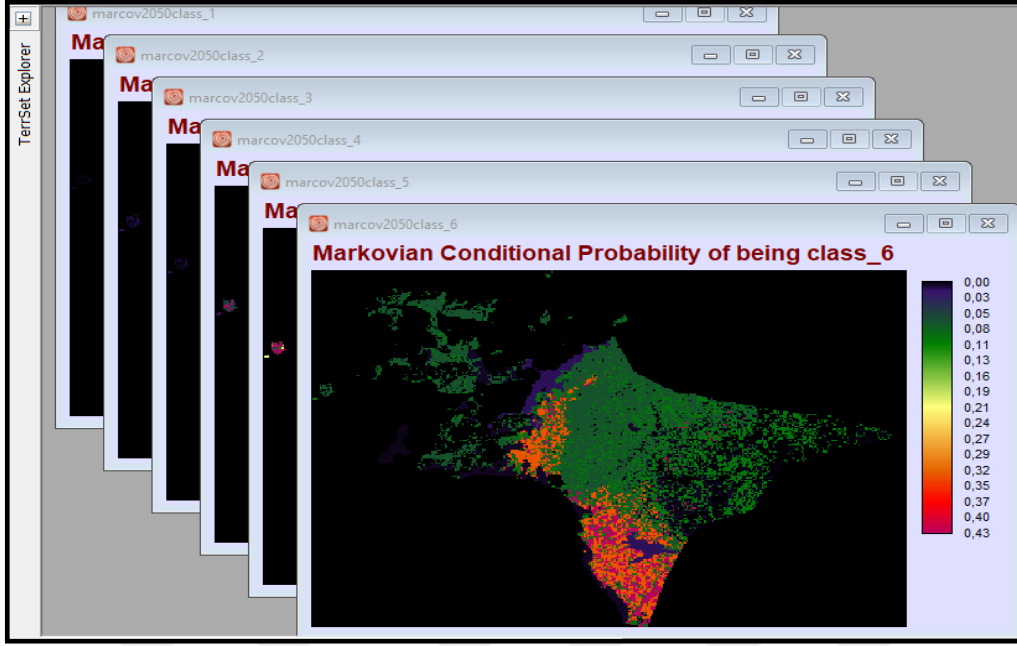


Şekil 29. TerrSet 2020 programında mekansal değişim eğilimlerinin oluşturulması

Terrset 2020 programında yeniden sınıflandırılmış ve Markov Zincirler analizine uygun hale getirilmiş 1990 ve 2020 yılı “rst” dosyaları Markovian Transition Estimator modülü (Şekil 30) aracılığıyla herbir sınıfa ait Markov koşullu olasılık haritaları üretilmiştir (Şekil 31).

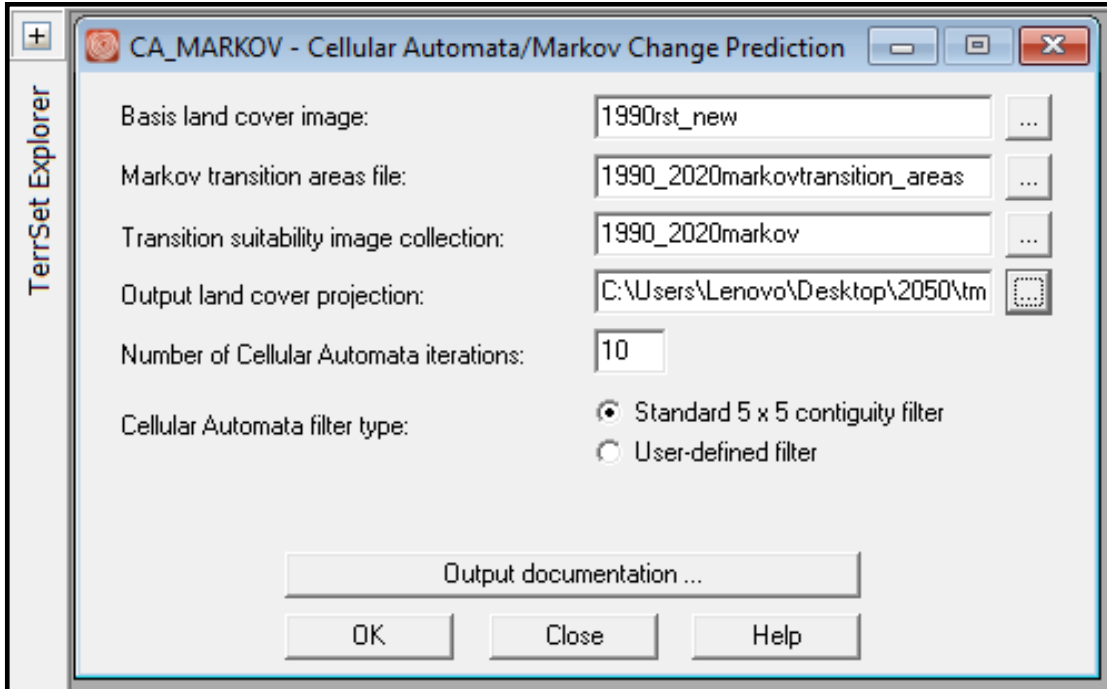


Şekil 30. Markovian transition estimator modülü ara yüzü



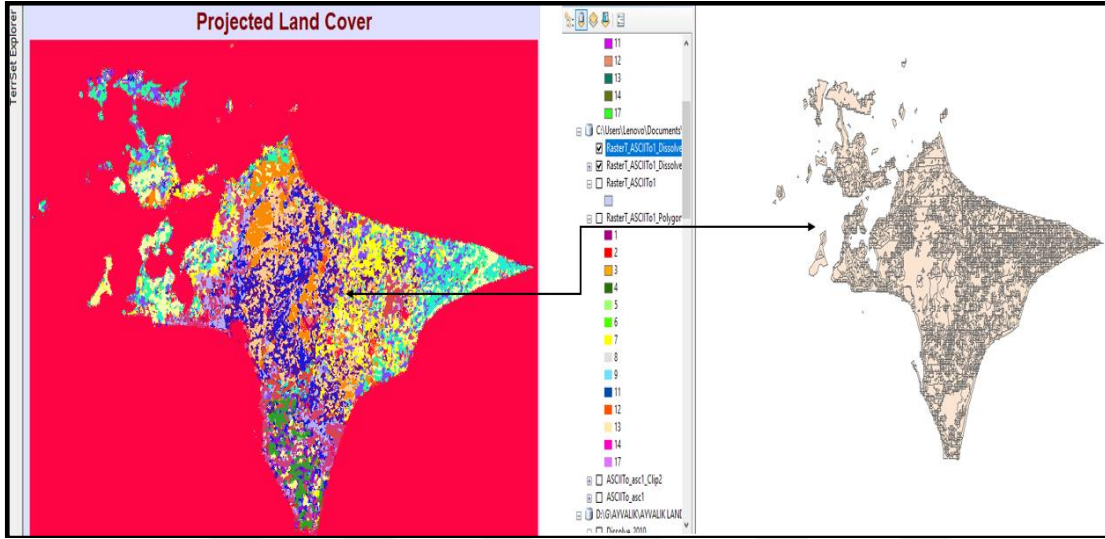
Şekil 31. Alan kullanım sınıflarına ait koşullu olasılık haritaları

1900 ve 2020 yıllarına ait AKÖ geçiş olasılık matrislerinin üretilmesinden sonra Terrset 2020 programında CA-Markov modülü ile 10x10 hücresel boyuta sahip olan raster veriler vektör veriye dönüştürülmüştür (Şekil 32) ve Ayvalık ilçesi 2050 yılı tahmini AKÖ haritası oluşturulmuştur.



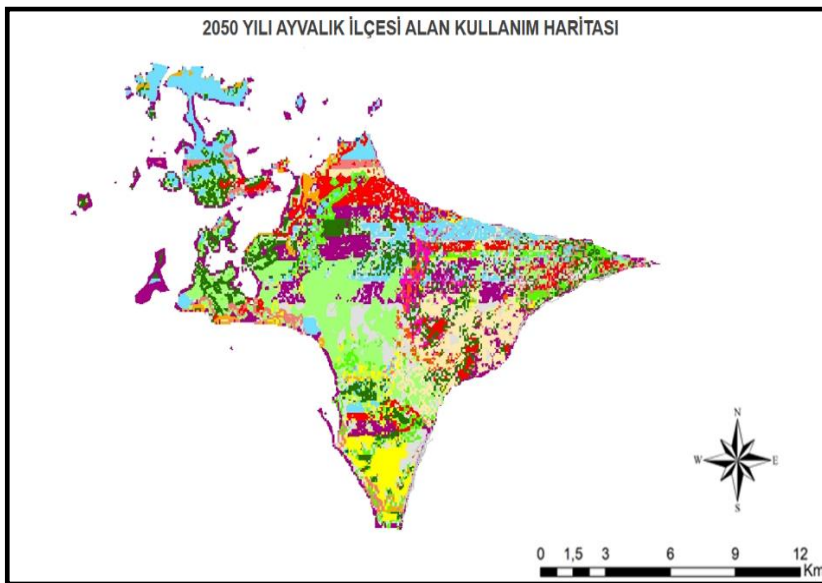
Şekil 32. Marcovian transition estimator modülü ara yüzü

Ca- Markov modülü aracılığıyla üretilen 2050 yılı tahmini “rst” uzantılı AKÖ haritası öncelikle Terrset 2020 programında Arg-Gis programında açılabilmesi için ASCII formatına dönüştürülmüştür. ASCII formatındaki 2050 yılı tahmini AKÖ haritası daha sonra Arg-Gis 10.3 programında raster veriye dönüştürülerek alan kullanımlarındaki tahmini değişimlerin miktarları hektar bazında hesaplanmıştır (Şekil 33).

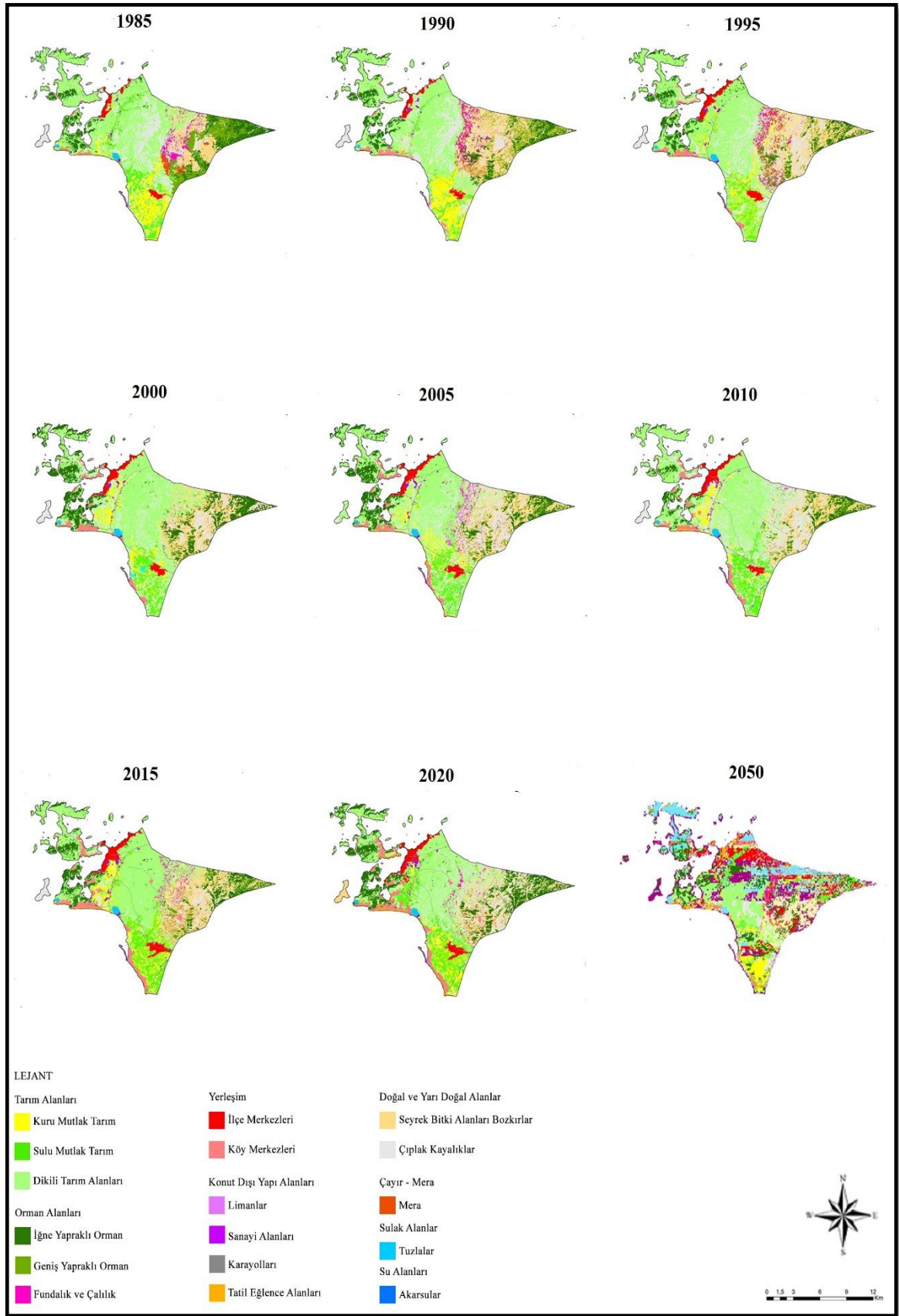


Şekil 33. 2050 yılı haritasının raster veriye dönüştürülmesi

Tüm hesaplamalardan sonra Ayvalık İlçesi'nin 2050 yılı AKÖ haritası üretilmiştir (Şekil 34). Ayrıca Şekil 35'te tüm AKÖ haritaları gösterilmiştir.



Şekil 34. 2050 yılı tahmini AKÖ haritası



Şekil 35. Ayvalık ilçesi alan kullanım haritaları

Ayvalık ilçesi 2050 yılı tahmini AKÖ değişim miktarları hesaplandığında (Tablo 23); sanayi alanlarının 1866,55 ha, köy yerleşim alanlarının 1889,99 ha, ilçe merkezi yerleşim alanlarının 2587,14 ha, turizm ve eğlence alanlarının 558,16 ha olacağı sonucu çıkmıştır. Ormanlık alanlar bazında hesaplandığında; geniş yapraklı ormanlık alanların yok olacağı, ibreli orman alanlarının ise 4293,16 ha olacağı ortaya çıkmıştır. Tarım alanları bakımından; dikili tarım alanlarının 5234,27 ha, sulu tarım alanlarının 3596,82 ha, kuru tarım alanlarının ise 1284,3 ha olacağı hesaplanmıştır. Doğal ve doğala yakın alanlar incelendiğinde; çıplak yüzeylerin 308,17 ha, mera 353,04 ha, bozkır 2559,1 ha, fundalık ve çalılık alanların 216,9 ha olarak hesaplanmıştır. Su yüzeyleri bazında hesaplandığında; Tuzla tuz üretim sahasının 3919,76 ha ve akarsuların ise 22,55 ha olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca karayollarının kapladığı alanın 620 ha olması limanların ise yok olacağı sonucu çıkmıştır.

Tablo 23

2050 yılı alan kullanımlarının tahmini değişim miktarı

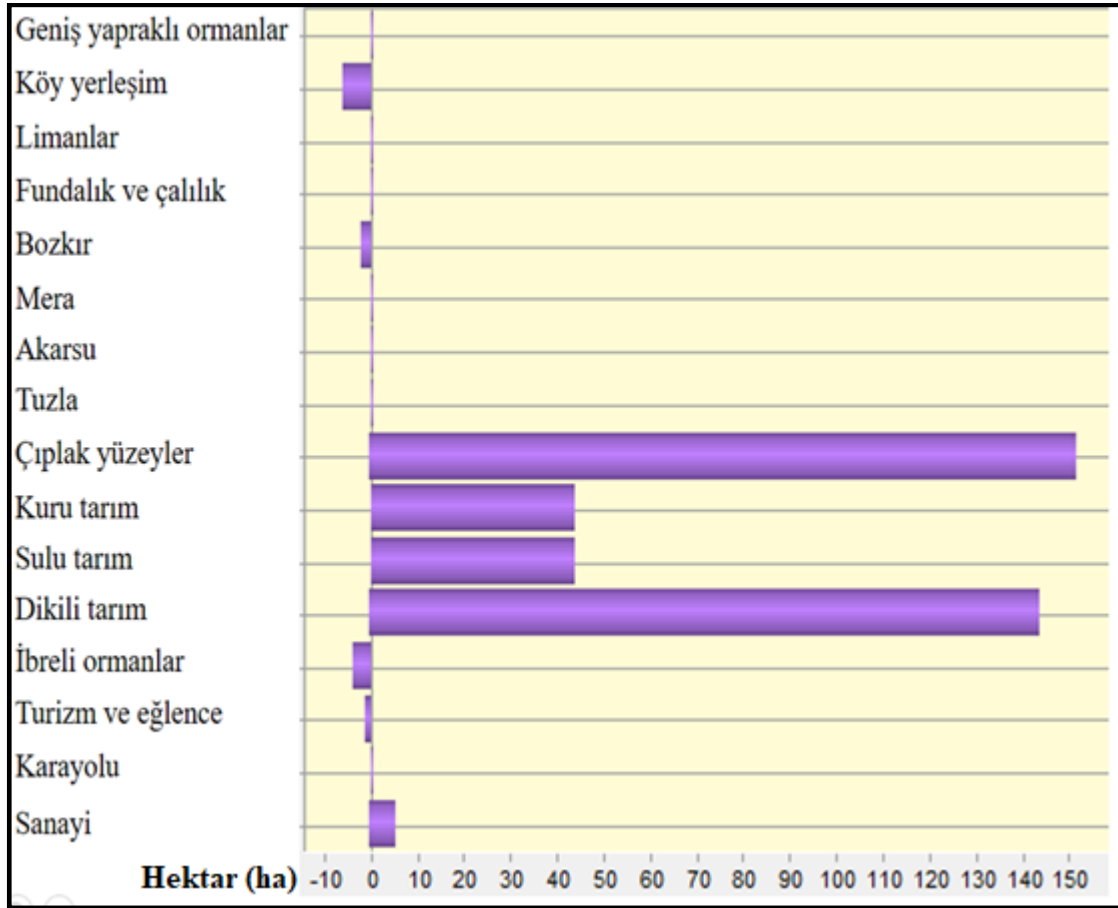
Alan Kullanımları (ha)	2050
Sanayi alanları	1866,55
Köy yerleşim alanları	1889,99
İlçe merkezi	2587,14
Turizm ve eğlence	558,16
Geniş yapraklı orman alanları	0
İbreli orman alanları	4293,16
Dikili tarım alanları	5234,27
Sulu tarım alanları	3596,82
Kuru tarım alanları	1284,03
Çıplak yüzey	308,17
Tuzla (göl)	3919,76
Akarsu	22,55
Mera	353,04
Bozkır	2559,1
Fundalık ve çalılık	216,9
Karayolları	620
Limanlar	0

4.4. Ayvalık İlçesi'nin Yerleşim Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılı Tahmini Yerleşim Alanları Modellerinin İncelenmesi

4.4.1. Ayvalık İlçesi Merkez Yerleşim Alanlarının Değişiminin İncelenmesi

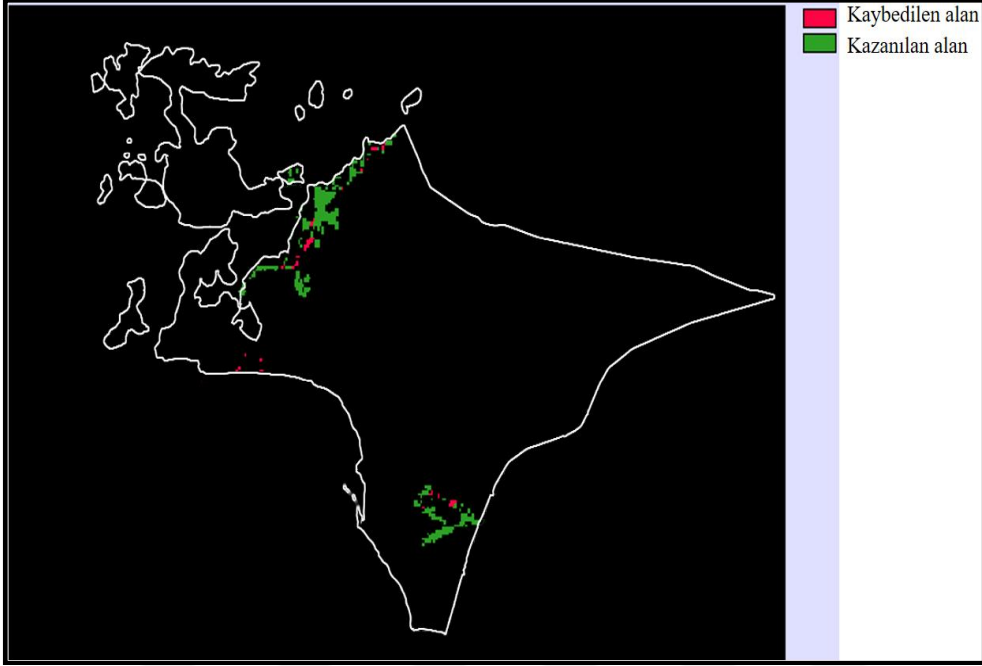
Ayvalık İlçesi merkezinin yerleşim alanlarındaki zamansal değişimler incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 453,27 ha, 493,22 ha, 695,1 ha, 713,63 ha, 791,61 ha, 764,65 ha, 958,27 ha, 931,3 ha ve 2587,14 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede merkez yerleşim alanlarının %105,4 arttığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini artışın ise % 470 olabileceği ortaya çıkmıştır.

Merkez yerleşim alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği Şekil 36’da gösterilmiştir.



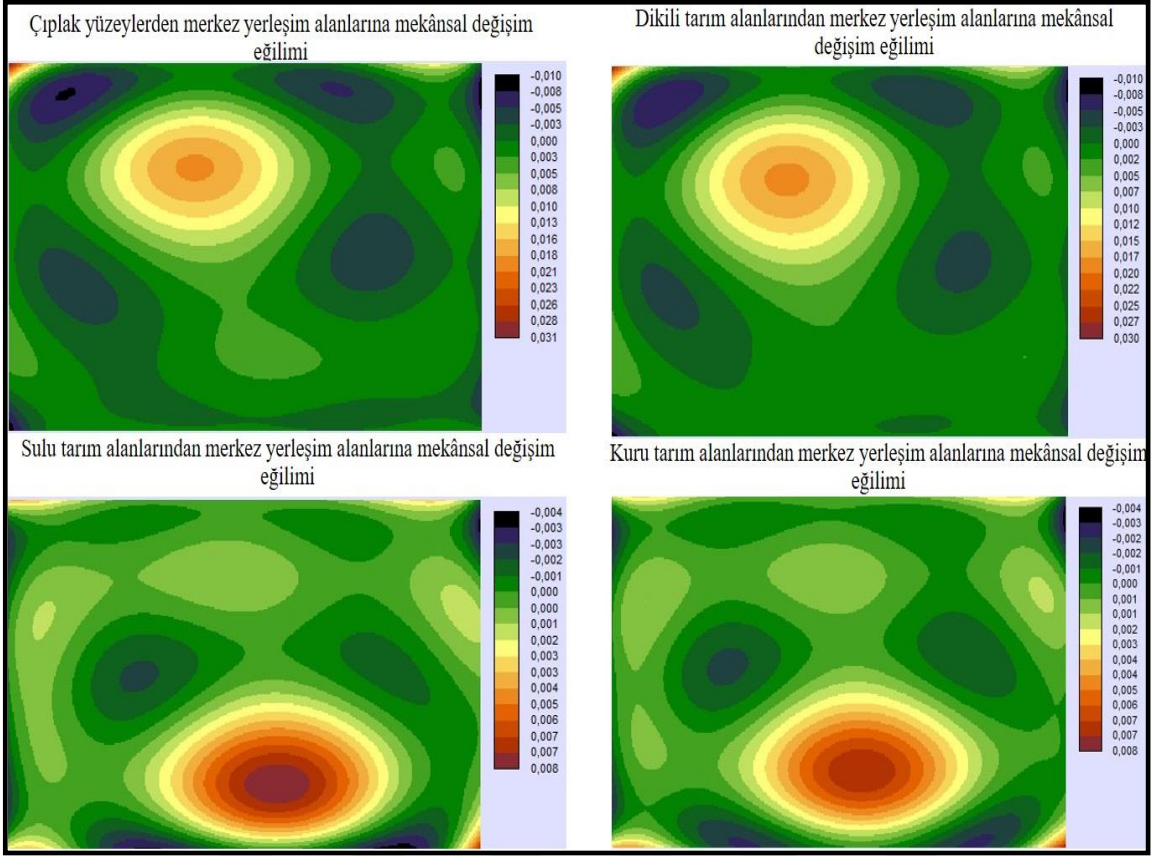
Şekil 36. Merkez yerleşim alanlarının 1985-2020 yılları içerisinde diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Şekil 36 incelendiğinde, Ayvalık kent merkezinde yeni inşa edilen yerleşim alanlarının öncesinde sırasıyla çıplak yüzeyler, dikili tarım, sulu tarım ve kuru tarım alanları olduğu görülmektedir. Ayvalık İlçesi merkez yerleşimlerinde 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen alanlar Şekil 37’de gösterilmiştir.



Şekil 37. Ayvalık İlçesi merkez yerleşimlerinde 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen alanlar

1985-2020 yılları arası merkez yerleşimlerin kaybedilen alanlar bazında incelendiğinde en çok kırsal yerleşim alanına dönüştüğü görülmektedir. Bu durumun sebebi; 2012 yılında Balıkesir İli'nin Büyükşehir olmasıyla Ayvalık İlçesi'ne bağlı köylerin mahalle statüsüne geçmesi ve ilçe merkezine yakın mahallelerin 2012 den sonra kırsal yerleşim alanı olarak görülmesidir. Ayvalık ilçe merkezinde yeni inşa edilen yerleşim alanlarının öncesinde sırasıyla çıplak yüzeyler, dikili tarım, sulu tarım ve kuru tarım alanları olduğu belirtilmişti ve bu alanlardan merkez yerleşim alanlarına ait mekansal değişim eğilimi Şekil 38'de gösterilmiştir.



Şekil 38. Çıplak yüzeyler, dikili tarım, sulu tarım ve kuru tarım alanlarından merkez yerleşim alanlarına olan mekânsal değişim eğilimi

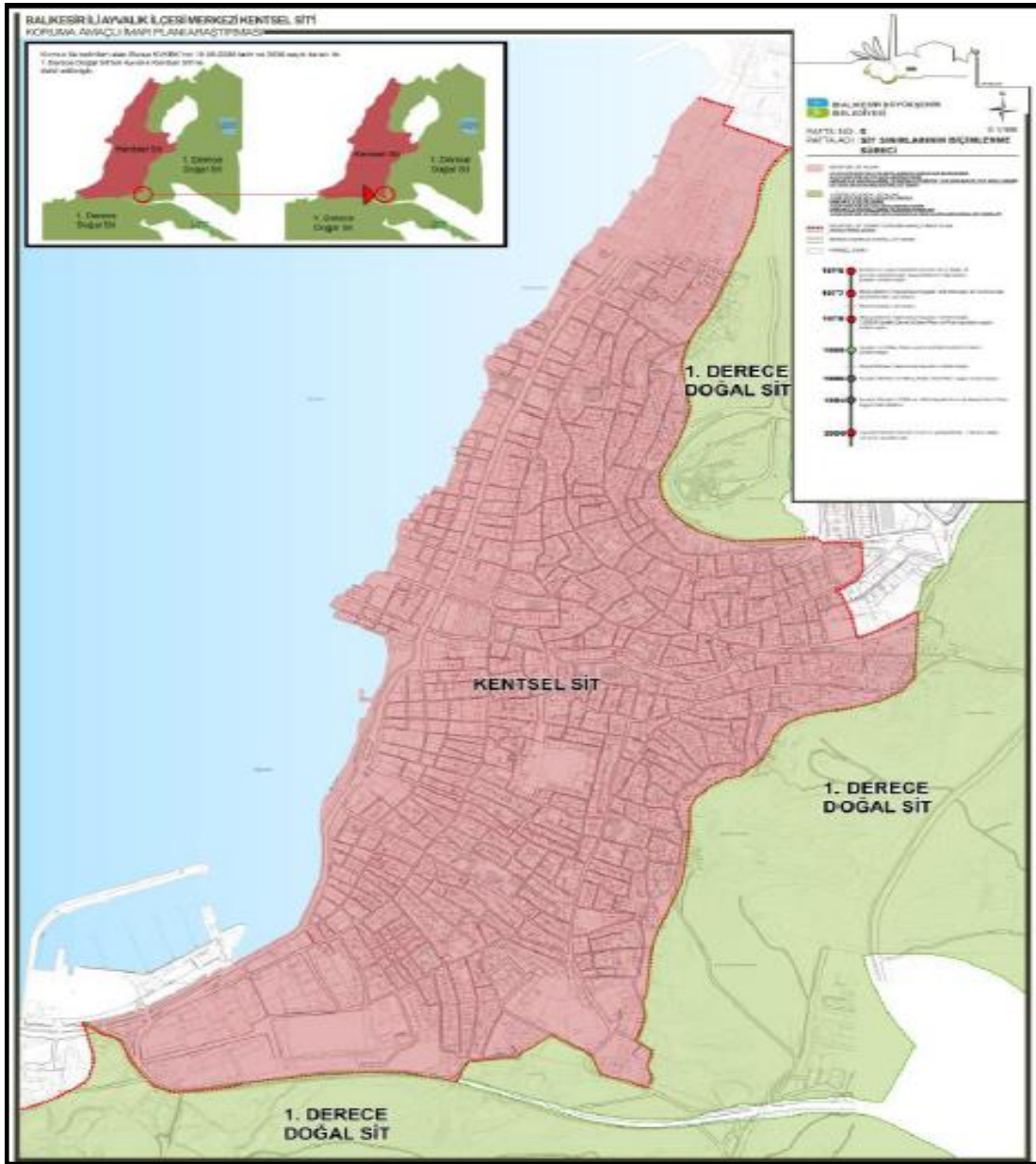
Çıplak yüzey ve dikili tarım alanlarından merkez yerleşim alanlarına olan geçişin ilçenin özellikle kuzey bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Sulu tarım ve kuru tarım alanlarından merkez yerleşim alanlarına olan geçişin ise ilçenin özellikle güney bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ayvalık İlçesi'nin güneyinde bulunan ve tarımsal üretim açısından ilçe için en önemli alanlarından olan Altınova, Küçükköy ve Sarımsaklı gibi mahallelerinde yapılaşmanın arttığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca mevcut tarım alanlarının imara açılması ilçe için önemli tehditler arasında yer almaktadır.

İlçenin 1985 yılında merkez yerleşim alanlarında toplam nüfus 14,795 kişi iken bu rakam 2020 yılında 64,121' e çıkmıştır. Ayvalık Belediyesi ile yapılan görüşmelerde, son beş yılda yaz mevsiminde ilçe merkez nüfusunun yaklaşık 10 katına çıktığı ve bu mevsimde konut, altyapı, iş olanakları gibi birçok alanda ihtiyaç artışı da görüldüğü belirtilmiştir.

1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini artışın %470 'lere çıkması ihtimali Ayvalık İlçesi için oldukça önemli bir sorundur. 2050 yılına kadar hesaplanan tahmini artışın

geçmişten günümüze olduğu gibi tarım alanları üzerinden gerçekleşmesi ihtimali, tarımsal üretimin ve tarım topraklarında ciddi azalmalar yaşanması anlamına gelmektedir.

2017 yılında yürütülen “Balıkesir İli 2. ve 3. Derece Arkeolojik, Doğal, Kentsel Sit Alanlarına Ait 1/5000 Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı ve Bir Kısımında 1/1000-1/500 Koruma Amaçlı Uygulama İmar Planı, Revizyon ve Bir Kısımında Plana Esas Mikrobölgeleme Etüt Yapımı İşi” kapsamında Balıkesir İli için Koruma Amaçlı İmar Planı hazırlanmıştır. Bu çalışmaya göre Ayvalık Kentsel Sit Alanı (Şekil 39) olarak bir çalışma yapılmış ve toplamda 250 adet taşınmaz tescillenmiştir (Balıkesir Belediyesi, 2021).



Şekil 39. Ayvalık merkez kentsel sit alanı (Balıkesir Belediyesi, 2021)

Kentsel yayılmanın artması ilçe içerisindeki tarihi yapıları ve korunan alanları da tehlikeye atması öngörülmektedir. Ayvalık ilçe merkezinde bulunan tarihi yapıların birçoğu, Neoklasik mimari özelliğe sahiptir. Eski Roma ve Helen yapılarıyla benzer özellik gösteren birçok tarihi yapı günümüze kadar korunmuştur. Şekil 40’da Ayvalık İlçesi’nde bulunan tarihi yapı örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 40. Ayvalık İlçesi’nde bulunan tarihi yapı örnekleri (ATDB, 2021)

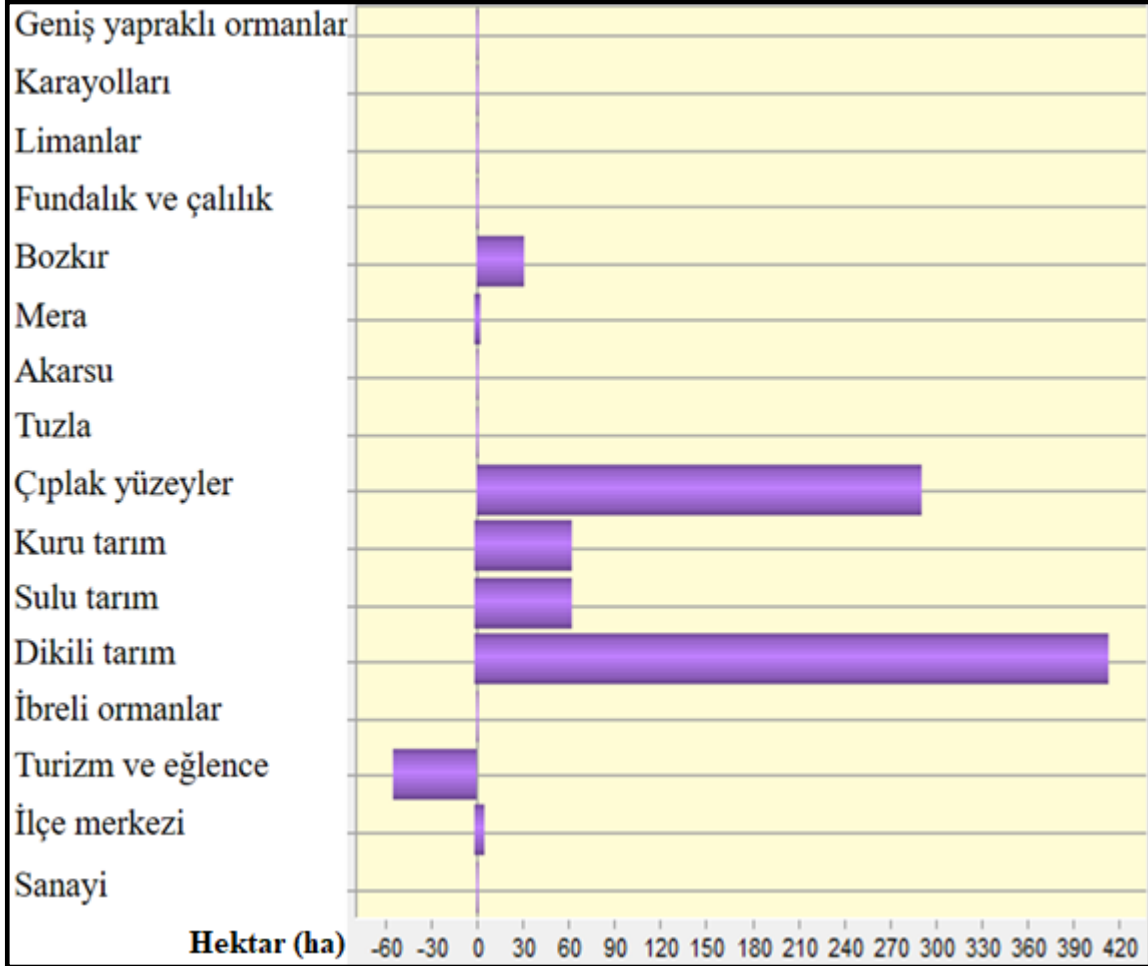
Binaların yapı malzemeleri incelendiğinde sarımsaklıtaşı, nitelikli tuğla, kurşun, ahşap, demir kullanıldığı görülmektedir (Asımgil ve Erdoğan, 2013). Yaklaşık olarak 100-150 yıllık bir geçmişe sahip tarihi binalar Anıtlar kurulu tarafından koruma altına alınmıştır.

2050 yılı tahmini AKÖ haritası incelendiğinde şuan Ayvalık Merkez Sit Alanı olarak kabul edilen alanın gelecekte yerleşim, sanayi ve turizm alanı olarak kullanılacağı görülmektedir. Bu noktada kamu kurum ve kuruluşlarca alınan önlemler dikkatli bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Aşırı nüfus artışı sonucu iş ve barınma ihtiyacının artması ve yasal önlemlerin alınmaması durumunda tescillenmiş tüm yapıların zarar görme ihtimali artmaktadır.

4.4.2. Ayvalık İlçesi Kırsal Yerleşim Alanlarının Değişiminin İncelenmesi

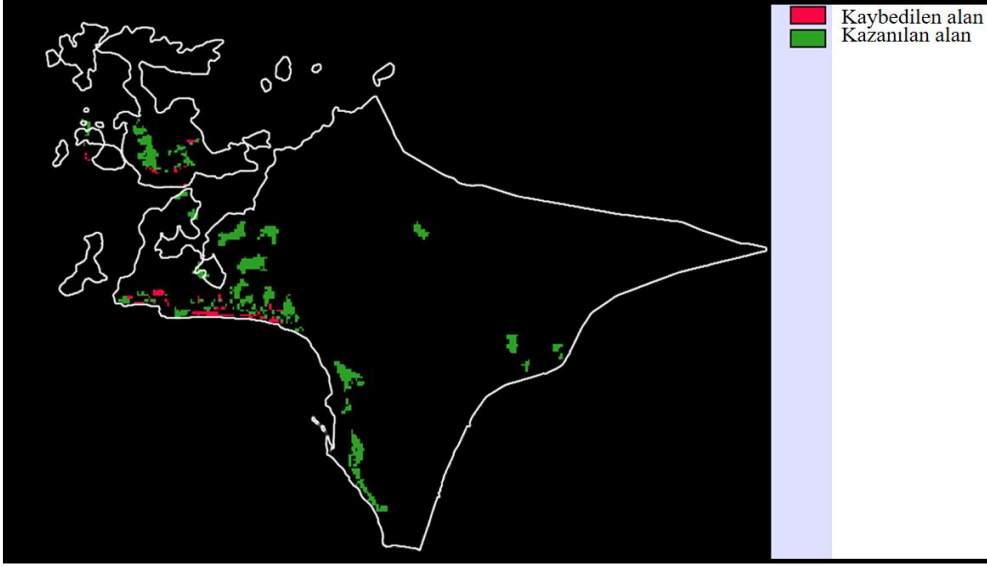
Ayvalık İlçesi kırsal yerleşim alanlarındaki zamansal değişimler incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 159,71 ha, 409,8 ha, 515,27 ha, 704,46 ha, 754,38 ha, 858,18 ha, 1191,12 ha,

1341,29 ha ve 1889,99 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede kırsal yerleşim alanlarının %739,8 arttığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini artışın ise %1068,7 olabileceği ortaya çıkmıştır. Kırsal yerleşim alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği Şekil 41’de gösterilmiştir.



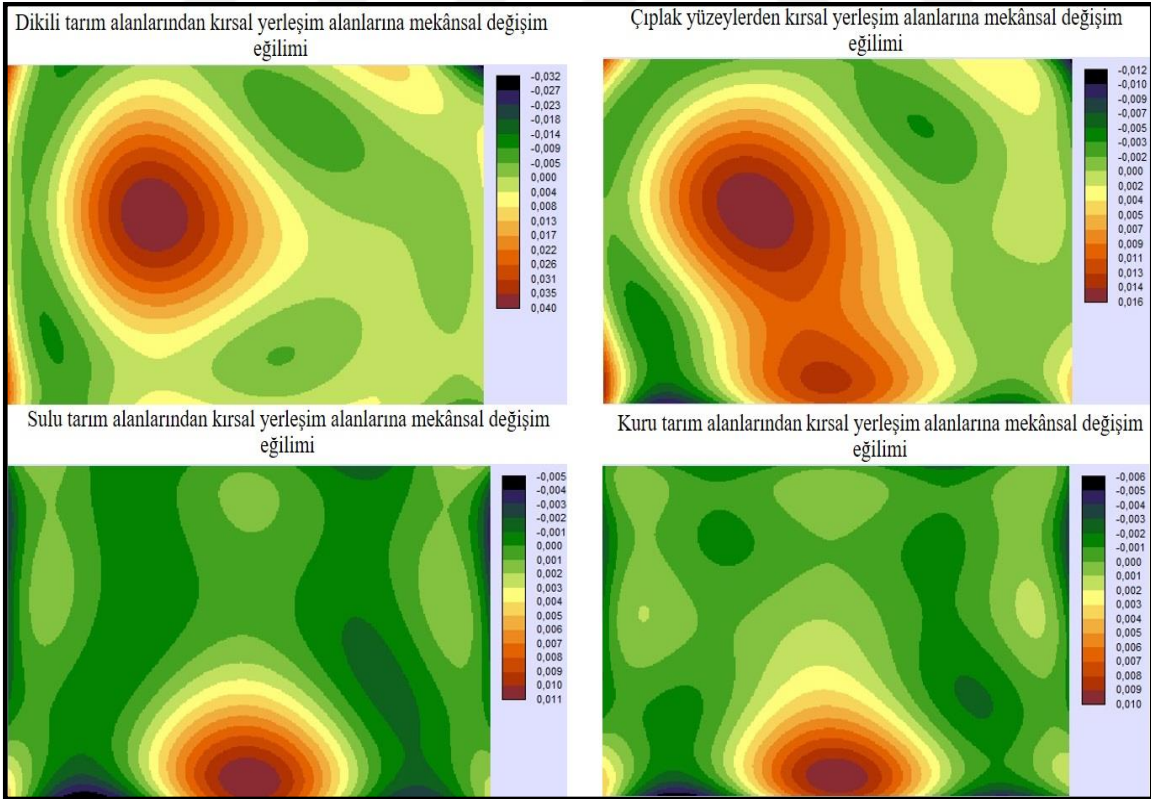
Şekil 41. Kırsal yerleşim alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Şekil 41 incelendiğinde, Ayvalık kırsal alanlarında yeni inşa edilen yerleşim alanlarının öncesinde sırasıyla dikili tarım, çıplak yüzeyler, sulu tarım ve kuru tarım alanları olduğu görülmektedir. Şekil 42’de Ayvalık kırsal yerleşim alanlarının 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen alanları gösterilmiştir.



Şekil 42. Ayvalık kırsal yerleşim alanlarında 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen alanlar

Dikili tarım, çıplak yüzeyler, sulu tarım ve kuru tarım alanlarından kırsal yerleşim alanlarına olan mekansal değişim eğilimi Şekil 43’de gösterilmiştir.



Şekil 43. Dikili tarım, çıplak yüzeyler, sulu tarım ve kuru tarım alanlarından kırsal yerleşim alanlarına olan mekansal değişim eğilimi

Mekansal değişim eğilimleri analizi sonuçları incelendiğinde Ayvalık kırsalında inşa edilen yeni konut alanlarının daha öncesinde dikili tarım alanları olduğu ve bu alanların mekansal değişimin daha çok ilçenin batısında olduğu görölmektedir. Sulu ve kuru tarım alanlarından kırsal yerleşime geçişin ise ilçenin güneyinde yer alan alanlarda meydana gelmiştir. Ayrıca, ilçenin güneyinde bulunan, sulu ve kuru tarımın yoğunlukla yapıldığı Altınova mahallesi bu durumdan en çok etkilenen alan olmuştur.

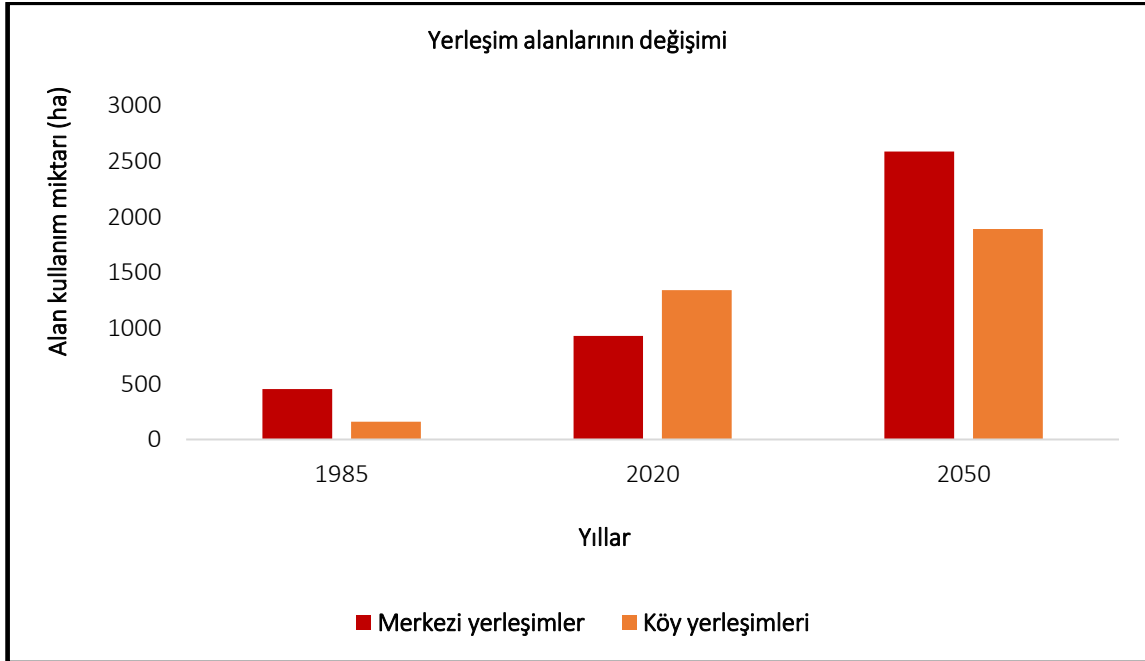
Yapılan bu çalışmada ortaya çıkan en büyük çelişki geçmişten günümüze kırsal nüfusun azalmasına rağmen kırsal yerleşim alanlarının hektar ve bina bazında artması sonucudur. Yerel halk ile yapılan görüşmeler sonrasında kentlere göç eden kişilerin özellikle yaz tatillerinde köylerini ziyaret edebilmek için konut yaptırdıklarını bu sebeple konut sayısının arttığını ifade etmişlerdir.

Yapılar ile kullanıcılar arasında sıkı bir bağ vardır. İnsanlar yaşadığı mekanları günlük yaşam koşullarına göre biçimlendirebilmektedir. Daha öncesinde yürütölen bilimsel çalışmalar ve arşiv kayıtları incelendiğinde geçmişte Ayvalık kırsalını oluşturan evler doğal taş malzemesinden yapıldığı ve ahşabın tamamlayıcı malzeme olarak kullanıldığı incelenmiştir (Şekil 44). Asimgil ve Erdoğan'ya (2013) göre Ayvalık evlerinin ana inşa malzemesi ve tekniği, ahşap arası kerpiç dolgu ve taştır. Genellikle çiftlik biçiminde oluşturulan yapılar tarımın özellikle zeytincilik faaliyetlerinin mimarilerinde çok fazla etkili olduğu görölmektedir. Birçok evin alt katları üretim, depo, satış alanı olarak ayrılmıştır. Günümüzde ise eski Ayvalık evleri olarak adlandırılan bu evlerin yerini doğal olmayan betonarme konut yapısı almıştır. Konutların bilinçsiz kullanımı sebebiyle birçok yapı yıkılmış, tarihi dokusu ortadan kalkmıştır.



Şekil 44. Kırsal alanlara ait eski ve yeni konut yapısı

“Geleneksel konutların yeni konutlara uyumu, modern malzemelerin uygulanmak istenmesi ayrıca sürekli el değiştirmesi hem cephe düzeninde hem de iç mekânında orijinal dokusuna uygun olmayan yenilemeleri ortaya çıkarmıştır” (Özker, 2020: 214). Zaman içerisinde kırsal alanlardaki kendine has mimari yapısının değişime uğrayarak bozulmasına sebep olmuştur. Şekil 45’de yerleşim alanlarının değişim grafiği gösterilmiştir.



Şekil 45. Yerleşim alanlarının değişim grafiği

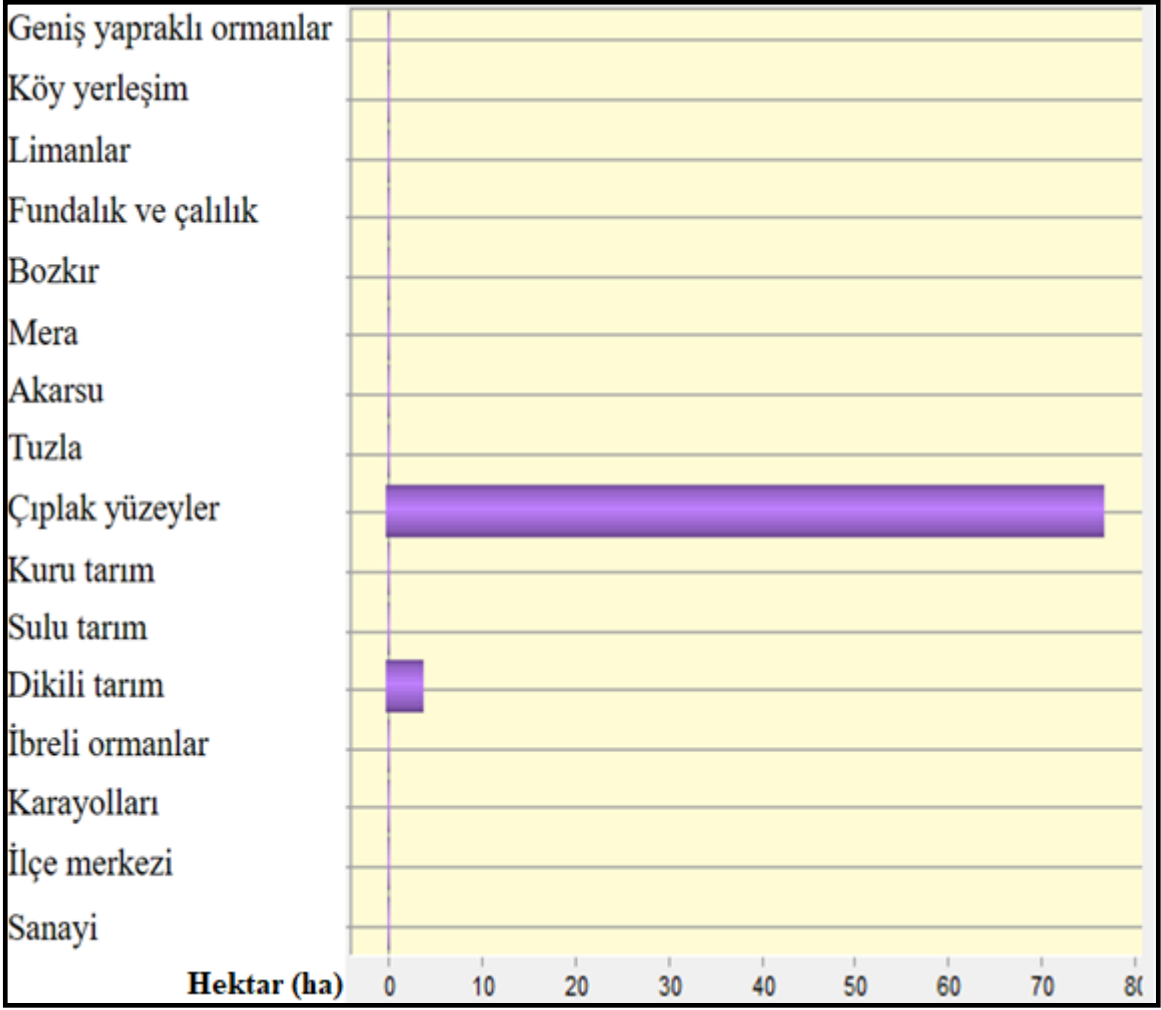
4.5. Ayvalık İlçesi'nin Turizm, Sanayi, Liman ve Karayolu Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılında Tahmini Alanlarının İncelenmesi

Ayvalık İlçesi Türkiye'nin önemli turizm potansiyeli olan alanlar arasında yer almaktadır. Ayvalık İlçesi'ne ait turizm çeşitleri:

- Kıyı turizmi
- Yat turizmi
- Deniz turizmi
- Gastronomi turizmi
- Kültür turizmidir.

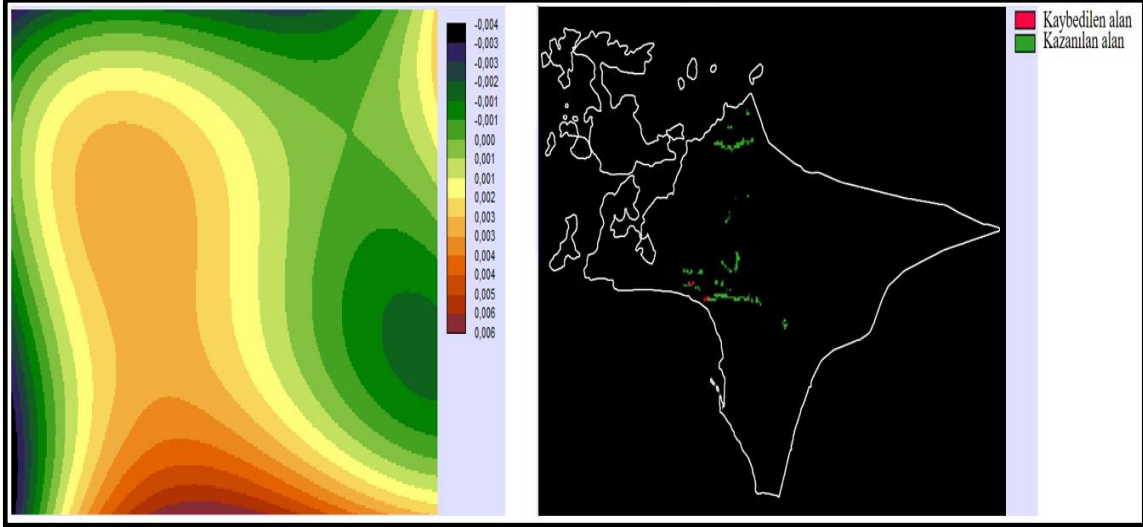
Ayvalık ilçesinin önemli plajları; Sarımsaklı, Badavut, Altınova, Armutçuk, Duba Mevkii, Cunda plajlarıdır. Ayrıca Midilli Adası, Dikili, Ayvalık İlçesi'ne bağlı 22 adaya da yat turları düzenlenmektedir. Sualtı dalış, su üstü sporları, yelken ve sörf sporları önemli turizm aktiviteleri arasında yer almaktadır. Ayrıca gastronomi turizmi açısından da önemli destinasyonlar arasında yer almaktadır. Toplamda 80 adet otel ve pansiyon bulunmaktadır.

Ayvalık İlçesi turizm ve eğlence alanlarındaki zamansal değişimler incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 65,9 ha, 38,61 ha, 43,73 ha, 51,68 ha, 150,59 ha, 153,16 ha, 162,65 ha, 343,19 ha ve 558,16 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede turizm ve eğlence alanlarının %420,7 arttığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini artışın ise %746,9 olabileceği ortaya çıkmıştır. Şekil 46'da turizm ve eğlence alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir.



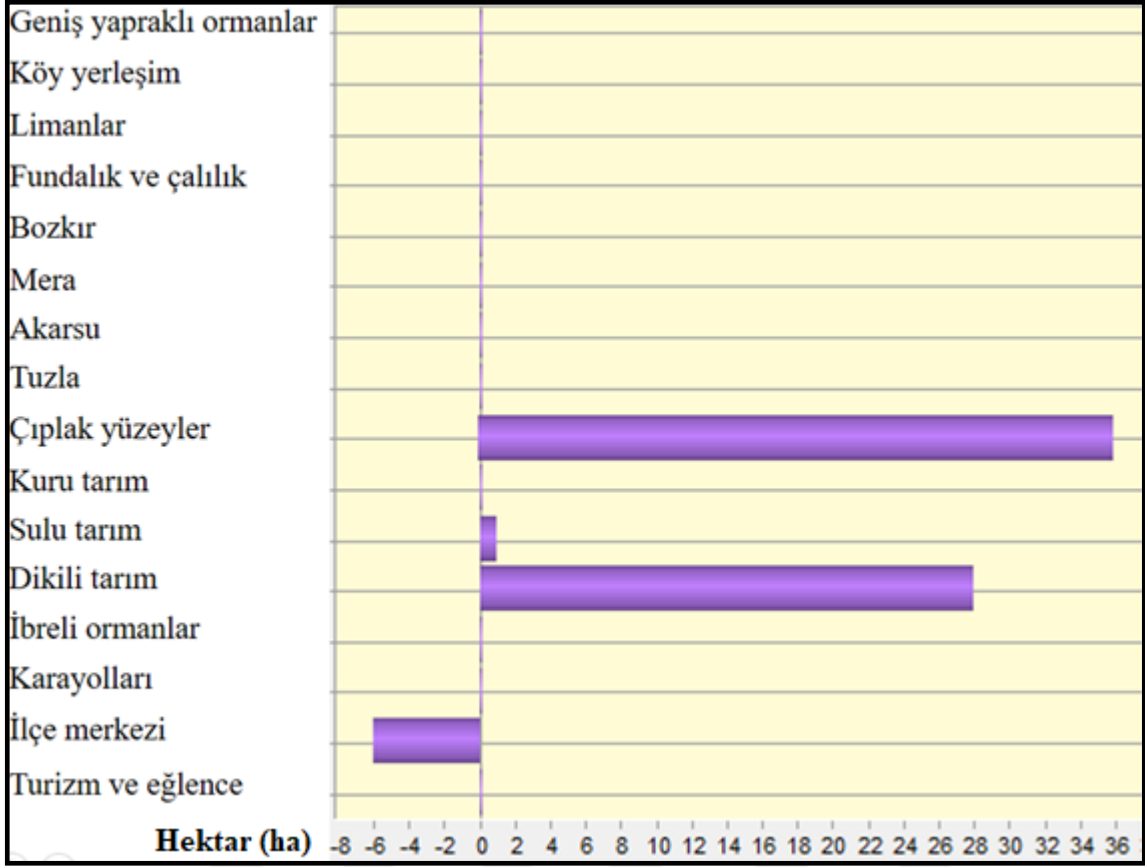
Şekil 46. Turizm ve eğlence alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Şekil 46'daki grafik incelendiğinde turizm ve eğlence alanlarındaki artıştan en çok çıplak yüzeyler etkilendiği görülmektedir. İlçe merkezi ve kırsal yerleşim alanlarındaki artışta özellikle dikili tarım alanları oldukça etkilenmişti. Fakat turizm ve eğlence alanları için inşa edilen yeni yapıların çıplak yüzeylere yapılması ve dikili tarım alanlarının daha az etkilenmesi ortaya çıkan sonuçlar arasındadır. Mekansal değişim eğrisi incelendiğinde turizm alanlarının ilçenin kuzeyinden başlayıp güneye doğru arttığı görülmektedir (Şekil 47).



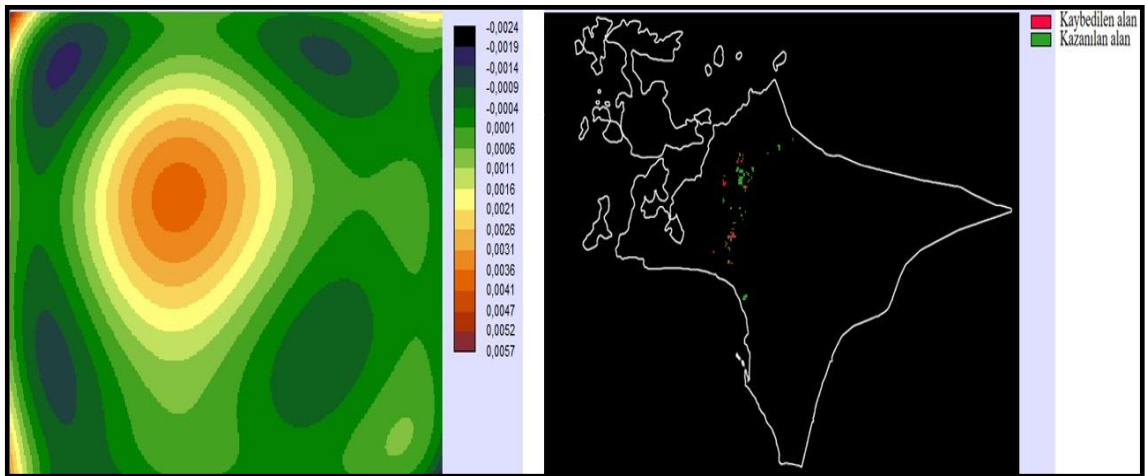
Şekil 47. Çıplak yüzeylerden turizm ve eğlence alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen turizm ve eğlence alanları

Ayvalık İlçesi sanayi bakımından incelendiğinde başta zeytin, zeytin yağı sabunu ve zeytinyağı üretimi üzerine dayalıdır. Ayvalık Ticaret Odası'na kayıtlı 49 adet zeytinyağı üretim şirketi bulunmaktadır. Ayvalık İlçesi sanayi alanlarındaki zamansal değişimler incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 59,88 ha, 71,5 ha, 97,84 ha, 107,9 ha, 120,66 ha, 117,17 ha, 152,57 ha, 140,01 ha ve 1866,55 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede sanayi alanlarının %133,8 arttığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini artışın ise %3017,01 olabileceği ortaya çıkmıştır. Şekil 48'de sanayi alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir.



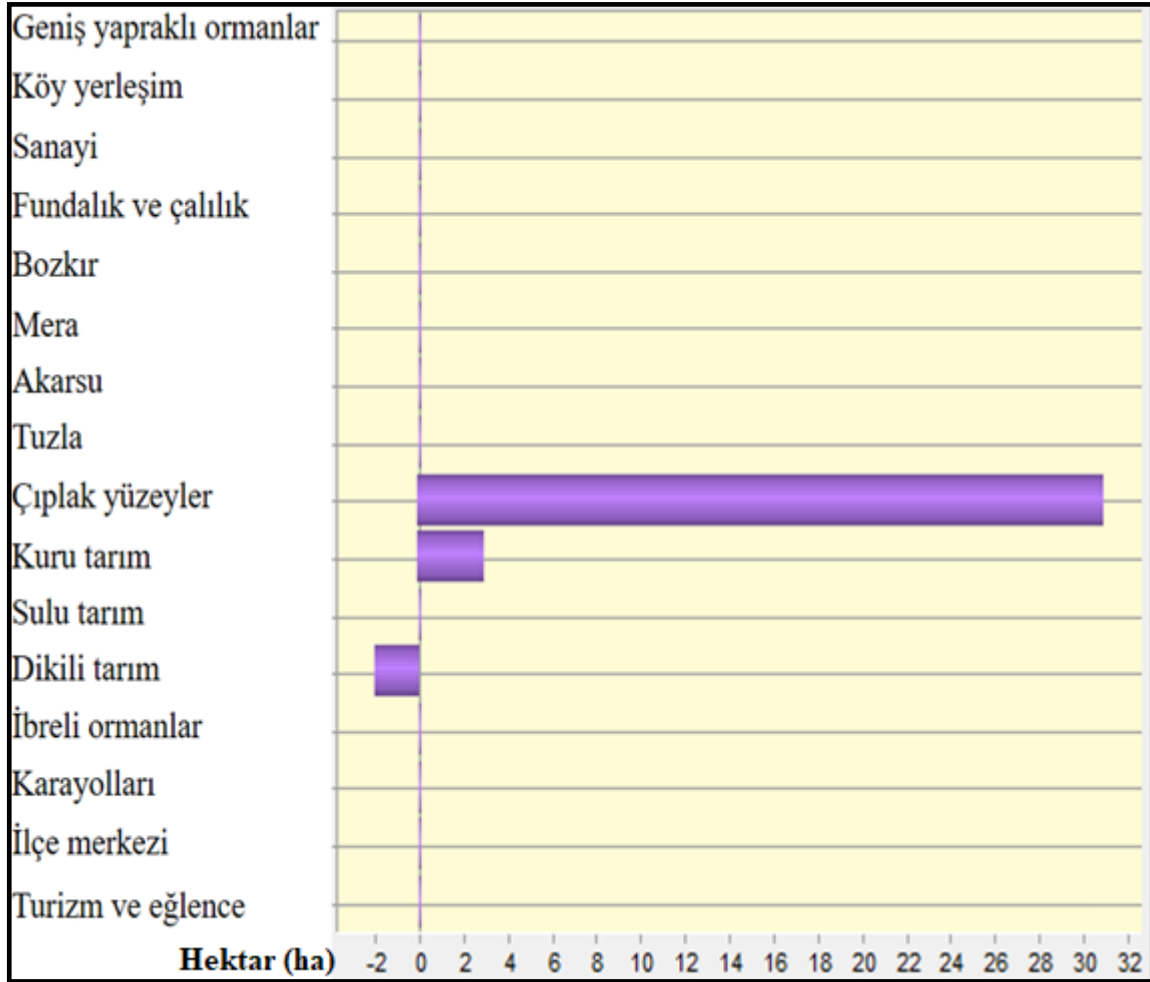
Şekil 48. Sanayi alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

1985-2020 yılları arası yeni sanayi alanlarının kurulmasında çıplak yüzeyler ve dikili tarım alanlarından faydalanılmıştır. Özellikle ilçenin kuzey batısındaki çıplak yüzeyler yeni sanayi alanlarının oluşması için kullanılmıştır (Şekil 49).



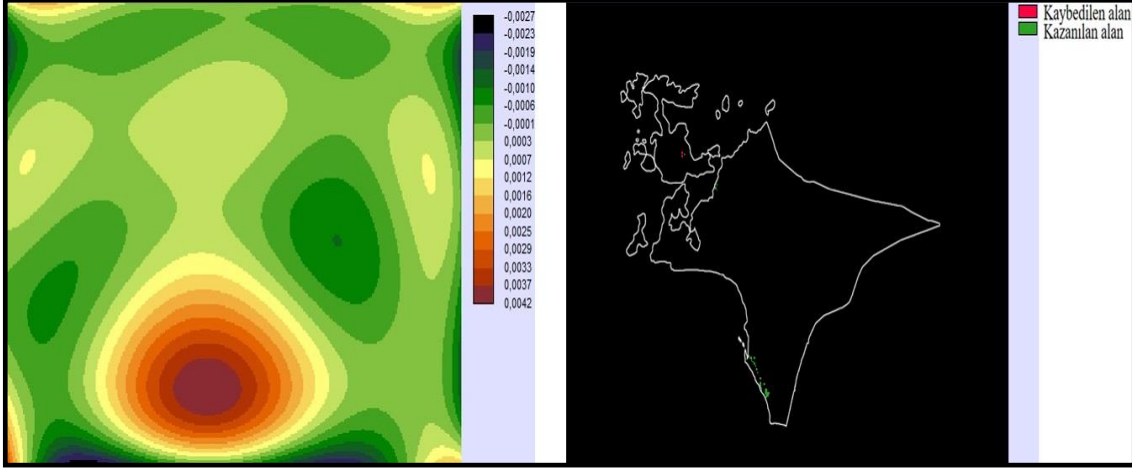
Şekil 49. Çıplak yüzeylerden sanayi alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen sanayi alanları

Ayvalık ilçesi AKÖ zamansal değişimleri limanlar bazında incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 52,41 ha, 32,22 ha, 54,85 ha, 56,66 ha, 57,91 ha, 57,65 ha, 55,26 ha, 63,3 ha olarak hesaplanmıştır. 2050 yılı tahmini AKÖ haritasında limanların yok olacağı sonucu ortaya çıkmıştır. Şekil 50’de liman alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir.



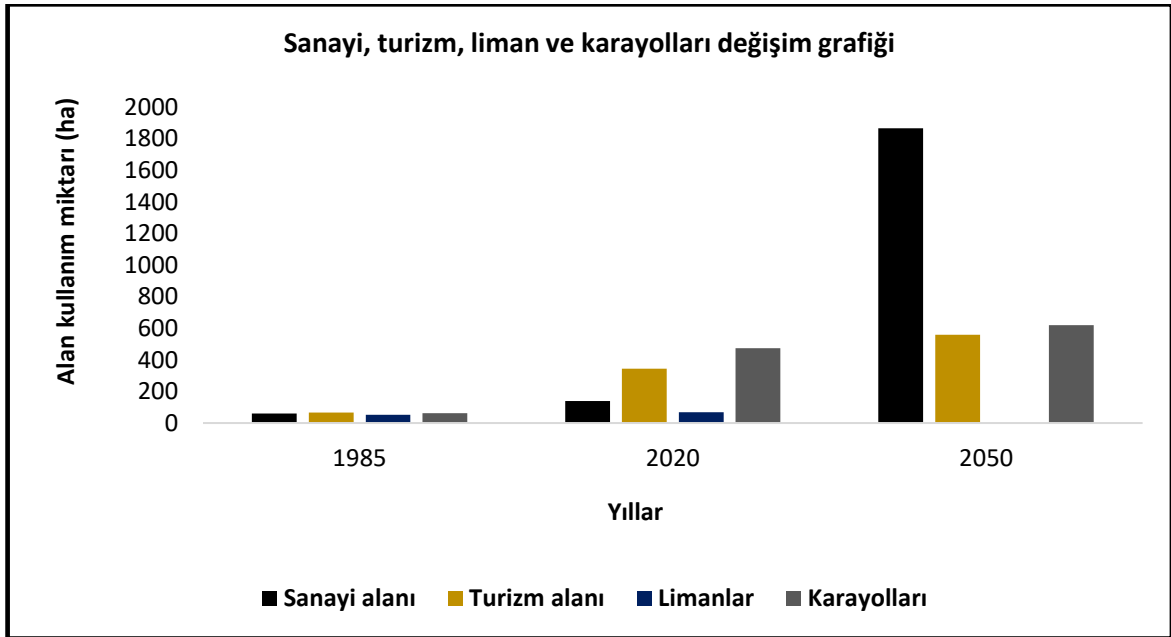
Şekil 50. Liman alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Liman alanlarının zamansal değişimleri incelendiğinde çoğunlukla belirli çıplak yüzeylerin liman alanlarına dönüştüğü sonucu ortaya çıkmıştır. Çıplak yüzeylerden liman alanlarına mekansal değişim eğilimi incelendiğinde değişimin ilçenin güneyine doğru yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 51).



Şekil 51. Çıplak yüzeylerden liman alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen liman alanları

İlçedeki karayollarının alan kullanımlarının zamansal değişimleri incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 61,58 ha, 122,6 ha, 77,94 ha, 180,84 ha, 279,02 ha, 312,54 ha, 371,19 ha, 473,32 ha ve 620 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede karayollarının %668,6 arttığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini artışın ise %906,8 olabileceği ortaya çıkmıştır. İlçedeki sanayi, turizm, liman ve karayolları alanlarının değişim grafiği Şekil 52’de gösterilmiştir.



Şekil 52. Sanayi, turizm, liman ve karayolu alanlarının değişim grafiği

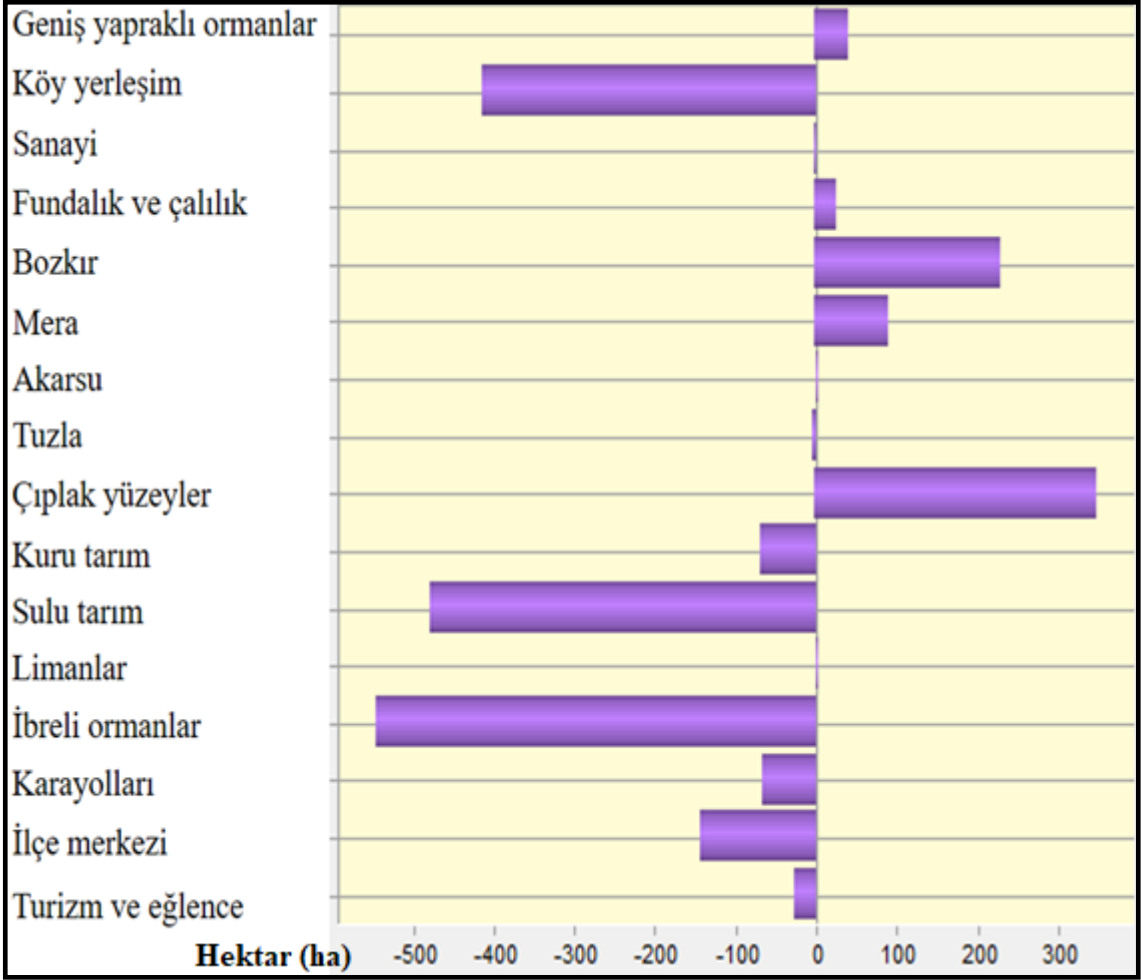
4.6. Ayvalık İlçesi'nin Tarım Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılında Tahmini Tarım Alanlarının Modellerinin İncelenmesi

4.6.1. Dikili Tarım Alanlarının Değişiminin İncelenmesi

Ayvalık İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden edinilen bilgiler doğrultusunda ilçedeki dikili tarım alanlarının %85'i zeytinlik alanlardır.

Zeytinyağı, UNESCO tarafından 2010 yılında “İnsanlığın Somut Olmayan Mirası” kabul edilmiştir (Kömür, 2020). Ayvalık İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden edinilen bilgilere göre zeytinyağı Ayvalık İlçesi için ekonomi, turizm ve gastronomi açısından kültürel bir değer olarak görülmektedir. Ayvalık ilçesi Türkiye'nin önemli zeytin ve zeytinyağı üretim alanları arasındadır. 2006 yılında Ayvalık Ticaret Odası tarafından alınan “Ayvalık Zeytinyağı Coğrafi İşareti” ile bölgenin ulusal ve uluslararası alanda tanınırlığı artmıştır. Zeytinyağında Coğrafi İşareti belgesinin alınması kırsal alanda yaşayan ve geçimini zeytinyağı üzerinden karşılayan yerel halk için önemli ekonomik adımlar arasında yer almaktadır. Ayvalık kültürel mirasının temsilcisi olan zeytincilik, istihdam açısından önemli bir faaliyettir. Ayrıca ilk kez 2004 yılında gerçekleştirilen ve uluslararası bir festival olan Ayvalık Zeytin Hasat Günleri, yerel halkın sosyal ilişkilerinin ve ekonomik faaliyetlerinin güçlenmesinde yardımcı olmuştur.

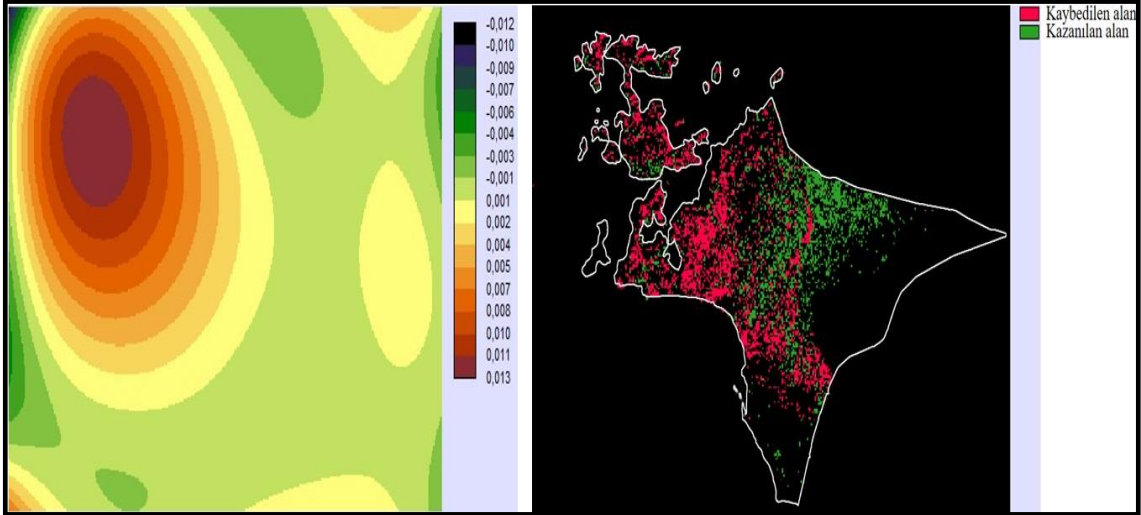
Alan kullanımlarının zamansal değişimleri hesaplandığında tarım alanlarının tamamında 1985-2020 yılları arası %15,9'luk bir azalma yaşanırken, 2050 yılına kadar %30,1 azalma beklenmektedir. Zeytinciliğin ve zeytin üzerine kurulan tüm tarımsal faaliyetlerin Ayvalık için önemi büyük olmasına rağmen 1985-2020 yılları arasındaki AKÖ üzerinde zamansal değişimlerinin hesaplanması sonrasında dikili tarım faaliyetlerinin azaldığı ve 2050 yılında bu azalmanın daha da fazla yaşanacağı ortaya çıkmıştır. 1985-2020 yılları arası toplam tarım alanlarında %15,9'luk bir azalma yaşanırken 2050 yılında %30,1'lik bir azalma yaşanacağı tahmin edilmektedir. Dikili tarım alanları açısından incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 10488,78 ha, 9762,97 ha, 10974,84 ha, 11108,77 ha, 9668,82 ha, 10903,71 ha, 10975,24 ha, 8384,3 ha ve 5234,27 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede dikili tarım alanlarının %20,1 azaldığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini azalmanın ise %50 olabileceği ortaya çıkmıştır. Şekil 53'te dikili tarım alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir.



Şekil 53. Dikili tarım alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Dikili tarım alanlarındaki azalmanın sebebi zaman içerisinde bu alanların yerlerini kırsal yerleşim, kuru tarım, sulu tarım, ibrelî ormanlar, karayolları ve ilçe merkez yerleşim alanlarının almasıdır. Şekil 53'deki grafik incelendiğinde dikili tarım alanları üzerindeki etkinin en çok ibrelî orman alanlarının olduğu görülmektedir. Ayvalık Orman İşletme Şefliği'nden ve Ayvalık İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden elde edilen bilgiler ışığında, ilçede öncesinde orman arazisi içerisinde bulunan zeytinliklerin daha sonrasında silvikültür çalışmaları ile *Pinus brutia* (Kızılçam) ve *Pinus pinea* (Fıstık çamı) ormanlarına dönüştürülmesi sonucu zeytinlik alanlarındaki en yüksek kayıp yaşanmıştır. İbrelî orman alanlarından dikili tarım alanlarına mekansal değişim eğilimi incelendiğinde değişimin ilçenin kuzeybatısına doğru yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca dikili tarım alanlarındaki kaybedilen alanlar haritalandığında günümüzde sulu tarım, kuru tarım, kırsal yerleşim,

merkez yerleşim ve turizm alanlarının önceden çoğunlukla dikili tarım alanları olduğu görülmektedir (Şekil 54).

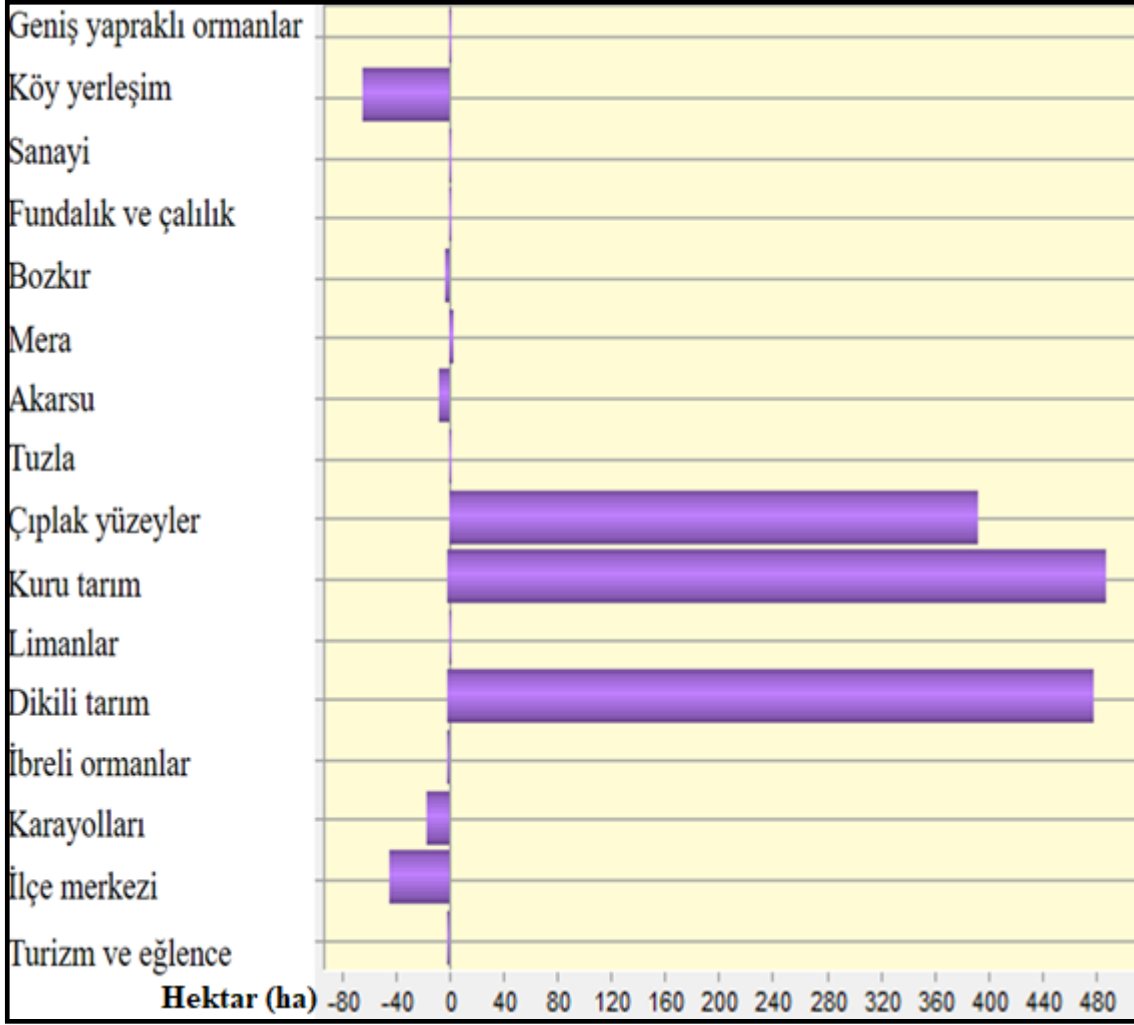


Şekil 54. İbrelî ormanlardan dikili tarım alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen dikili tarım alanları

4.6.2. Sulu Tarım Alanlarının Değişiminin İncelenmesi

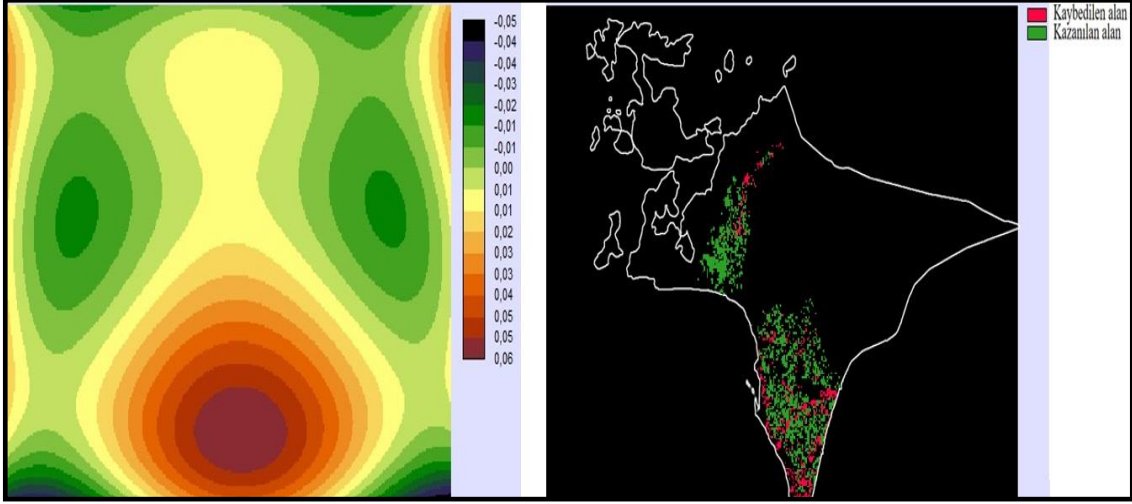
İlçedeki sulu tarım alanlarının zamansal değişimleri incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 1841,45 ha, 972,04 ha, 1374,22 ha, 1409,84 ha, 1506,62 ha, 1888,6 ha, 2143,6 ha, 2457,15 ha ve 3596,82 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede sulu tarım alanlarının %33,4 arttığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini artışın ise %93,8 olabileceği ortaya çıkmıştır.

1998 yılında ilçede kurulan Madra Barajı'nın sulu tarım üzerindeki etkisi oldukça büyüktür. 2000 yılı itibariyle ilçedeki sulu tarım alanları artmaya başlamış ve 2020 de en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Şekil 55'te sulu tarım alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir.



Şekil 55. Sulu tarım alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Şekil 55 incelendiğinde sulu tarım alanlarının artmasında başta kuru tarım, dikili tarım ve çıplak yüzeyler rol oynamıştır. Madra Barajı'nın ve Altınova Sulama Birliği'nin kurulması kırsal bölgede yaşayan halkı sulu tarım faaliyetlerine yöneltmiştir. Özellikle damlama ve yağmurlama sulama sistemlerinin gelişmesi, sulama birliğinin bu konuda yerel halka hizmet vermesi sulu tarım faaliyetlerinin artmasında etkili olmuştur. Kuru tarım alanlarından sulu tarım alanlarına olan mekansal değişim eğrisi grafiği ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen sulu tarım alanları Şekil 56'da gösterilmiştir.

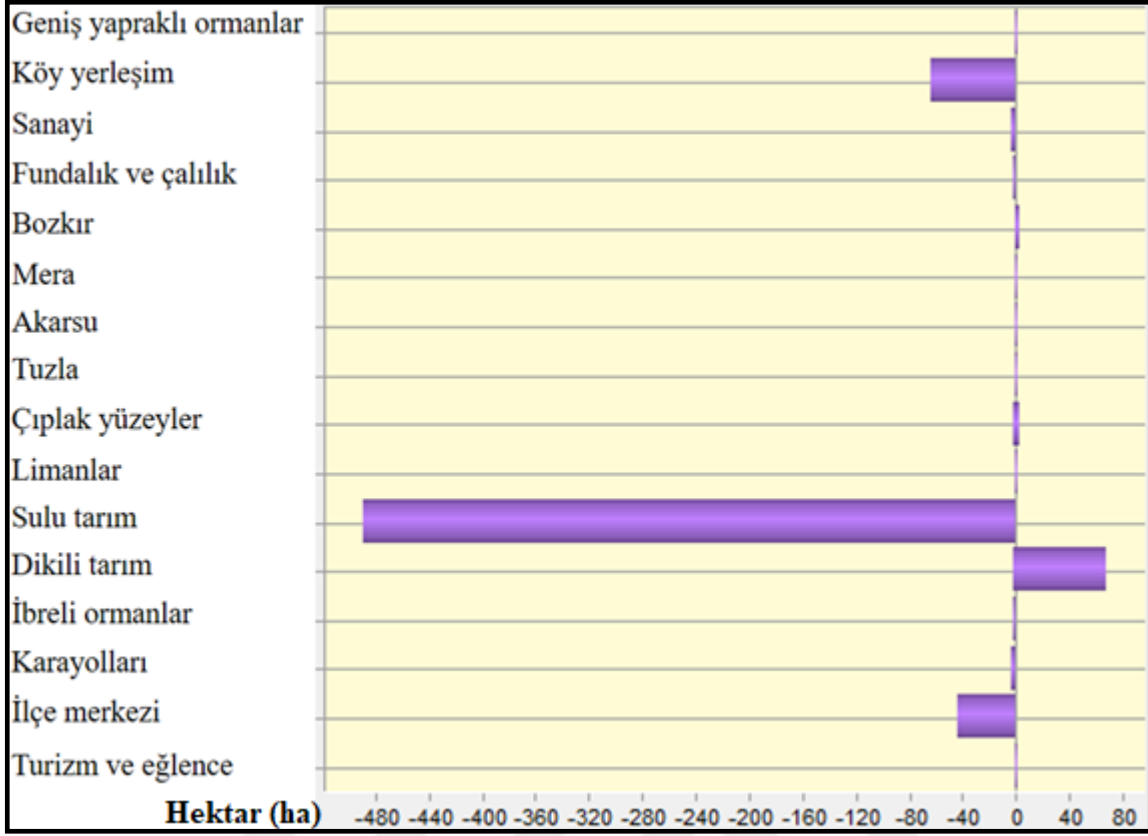


Şekil 56. Kuru tarım alanlarından sulu tarım alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen sulu tarım alanları

Kuru tarım alanlarından sulu tarım alanlarına mekansal değişim eğilimi incelendiğinde değişimin ilçenin güneyinde yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle tarımsal faaliyetlerin en çok yapıldığı Altınova'da bu değişimler gözlemlenmiştir. Ayrıca sulu tarım faaliyetleri kapsamında bulunan bamya yetiştiriciliği Ayvalık İlçesi için oldukça önemli bir tarımsal üründür. Ayvalık kırsalını oluşturan 16 köyün tamamında bamya yetiştiriciliği mevcuttur. Köylerdeki bamya üretimiyle Balıkesir başta olmak üzere yakın il ve ilçelerin bamya ihtiyacında destek sunulmaktadır.

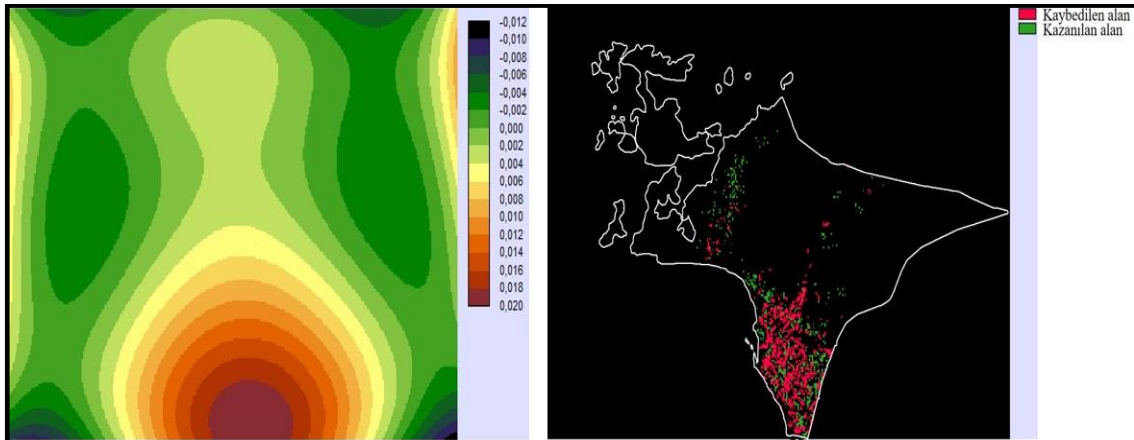
4.6.3. Kuru Tarım Alanlarının Değişiminin İncelenmesi

İlçedeki kuru tarım alanlarının zamansal değişimleri incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 2119,19 ha, 2010,71 ha, 1383,34 ha, 1287,84 ha, 1219,03 ha, 995,23 ha, 1835,61 ha, 1310,58 ha ve 1284,03 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede kuru tarım alanlarının %38,1 azaldığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini azalmanın ise %39,4 olabileceği ortaya çıkmıştır. Şekil 57'de kuru tarım alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir.



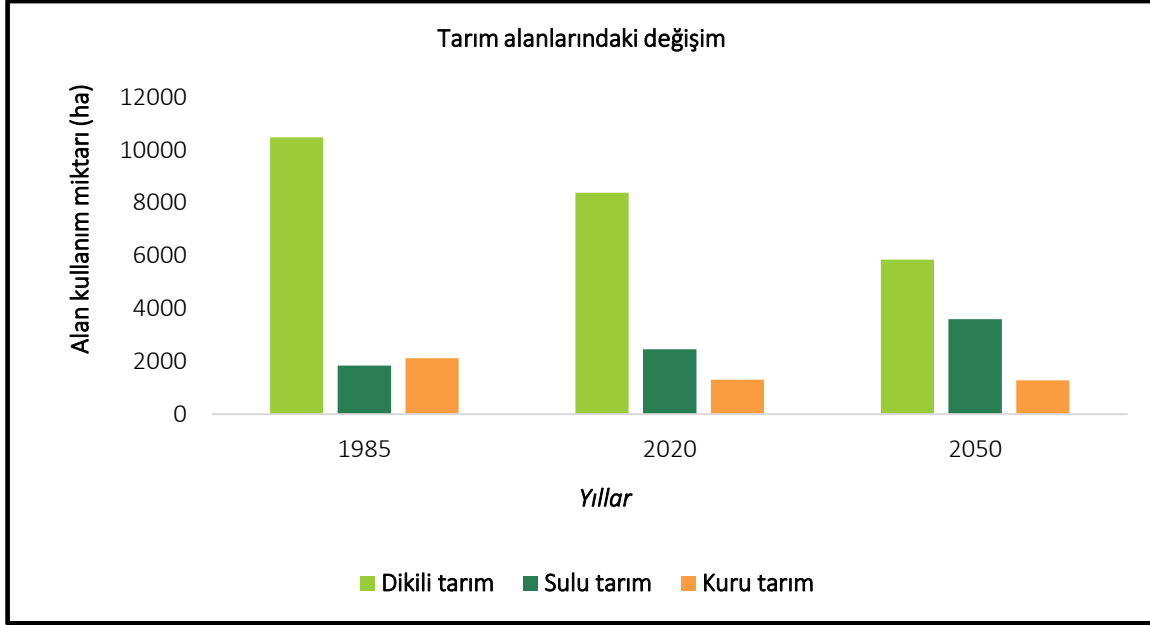
Şekil 57. Kuru tarım alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Madra Barajının ve Altınova Sulama Birliğinin kurulması sulu tarım faaliyetlerini arttırmış, kuru tarım faaliyetlerini ise azaltmıştır. Sulu tarım alanlarından kuru tarım alanlarına olan mekansal değişim eğrisi grafiği ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen kuru tarım alanları Şekil 58’de gösterilmiştir.



Şekil 58. Sulu tarım alanlarından kuru tarım alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen kuru tarım alanları

Sulu tarım alanlarından kuru tarım alanlarına mekansal değişim eğilimi incelendiğinde değişimin ilçenin güneyinde yani Altınova mahallesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Tarım alanlarındaki değişim grafiği Şekil 59’de gösterilmiştir.



Şekil 59. Tarım alanlarının değişim grafiği

4.7. Ayvalık İlçesi’nin Orman Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılı Tahmini Orman Alanları Modellerinin İncelenmesi

4.7.1. İbrelili Orman Alanlarının Değişiminin İncelenmesi

Ayvalık Orman İşletme Şefliği “Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı” kapsamında Ayvalık sınırları içerisinde bulunan ormanlar fonksiyon açısından 3 gruba ayrılmıştır. Bunlar:

Ekonomik Fonksiyon

- En yüksek miktarda endüstriyel odun üretimi işletme amacı
- Bitkisel ürünler işletme amacı

Ekolojik fonksiyon

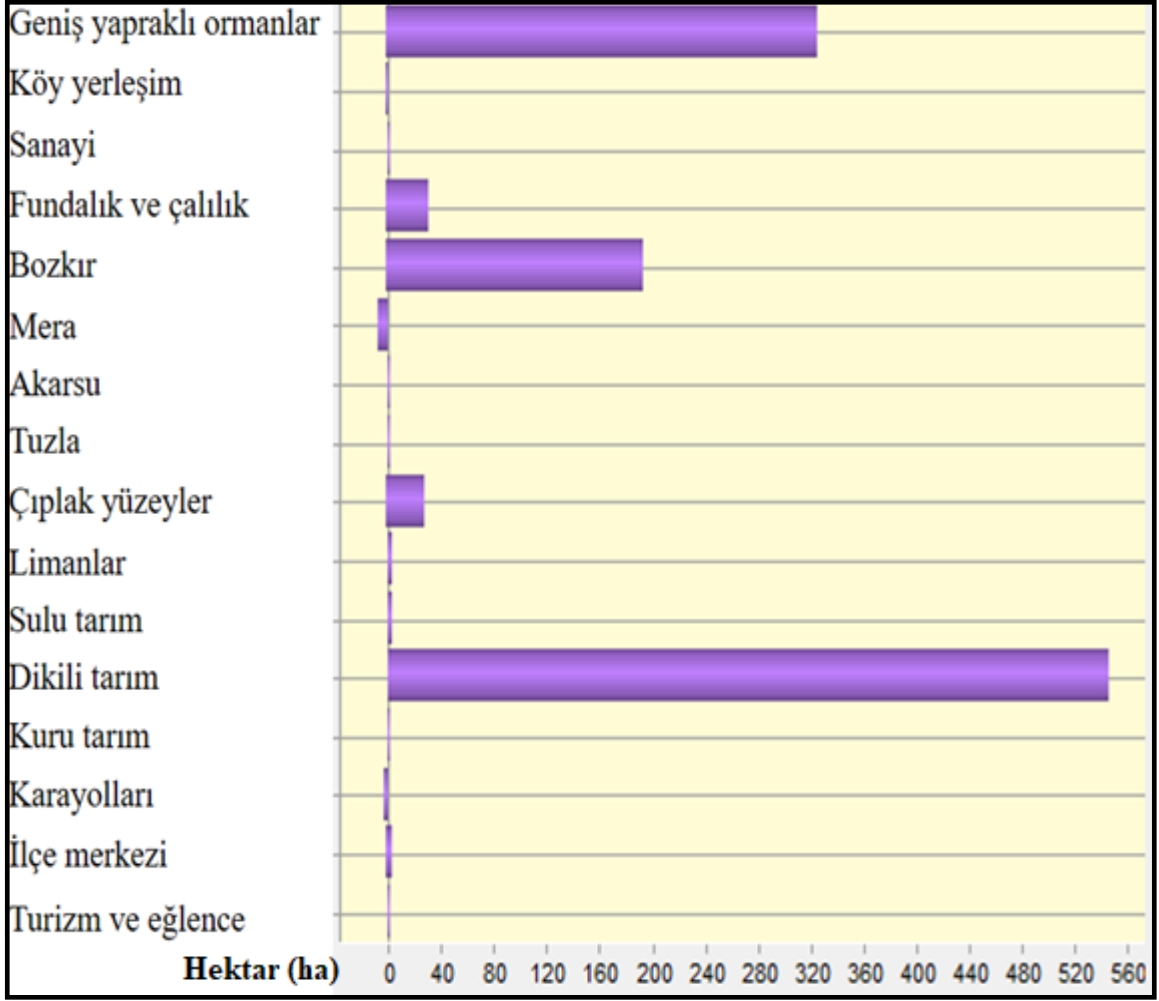
- Doğayı koruma işletme sınıfı
- Sulak alan koruma işletme sınıfı

Sosyokültürel fonksiyon

- Hidrolojik fonksiyon
- Estetik fonksiyon
- Ekoturizm ve rekreasyon

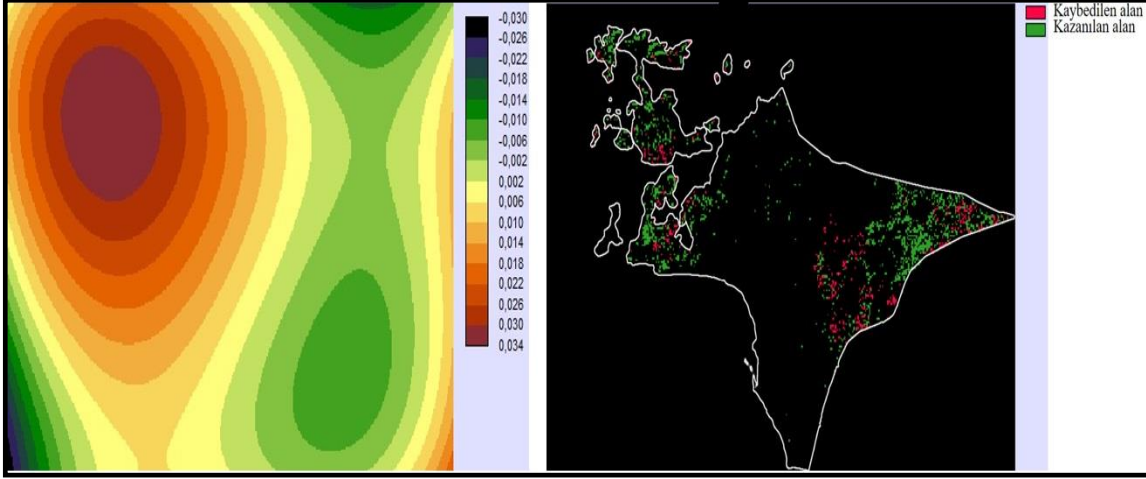
Ayvalık orman sınırları içerisinde en yüksek miktarda endüstriyel odun üretim işletme amacı ile kullanılan ibreli orman ağaçları *Pinus brutia* (Kızılçam) ve *Pinus nigra* (Karaçam) ormanlarıdır. Bitkisel ürünler işletme amacıyla kullanılan ormanlar ise *Pinus pinea* (Fıstık çamı) ormanlık alanlarıdır (Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü, 2021).

Ayvalık ilçe sınırları içerisindeki toplam orman alanlarının zamansal değişimlerinin hesaplanması sonucunda 1985-2020 yılları arası orman alanlarının %10 azaldığı 1985-2050 yılları arası ise bu azalmanın %16 olacağı tahmin edilmektedir. İbreli orman alanlarının değişimleri incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 2849,69 ha, 2610,33 ha, 2160,84 ha, 3953,91 ha, 3072,26 ha, 1654,6 ha, 2504,66 ha, 3915,72 ha ve 4293,16 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede ibreli alanlarının %37,4 arttığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini artışın ise %39,4 olabileceği ortaya çıkmıştır. İlçede 2005 ve 2010 yılları arasında ibreli orman alanlarında ciddi bir azalma yaşanmıştır. Bu durumun sebebi 2006 yılında Ayvalık Adaları Tabiat Parkı Şeytan Sofrası mevkinde çıkan orman yangınıdır. Bu yangında toplamda 300 ha *Pinus halepensis* (Halep çamı) türünden oluşan ibreli ormanlık alan tamamen yok olmuştur. Şekil 60'ta ibreli orman alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir.



Şekil 60. İbrelî orman alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

İbrelî ormanların artışında en çok dikili tarım alanlarının etkili olduğunu ve bunun sebebinin ilçede öncesinde orman arazisi içerisinde bulunan zeytinliklerin daha sonrasında silvikültür çalışmaları ile *Pinus brutia* (Kızılcım) ve *Pinus pinea* (Fıstık çamı) ormanlarına dönüştürülmesinden kaynaklandığı önceki bölümlerde ifade edilmiştir. Dikili tarım alanlarından ibrelî orman alanlarına olan mekansel değişim eğrisi grafiği ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen ibrelî orman alanları Şekil 61’de gösterilmiştir.

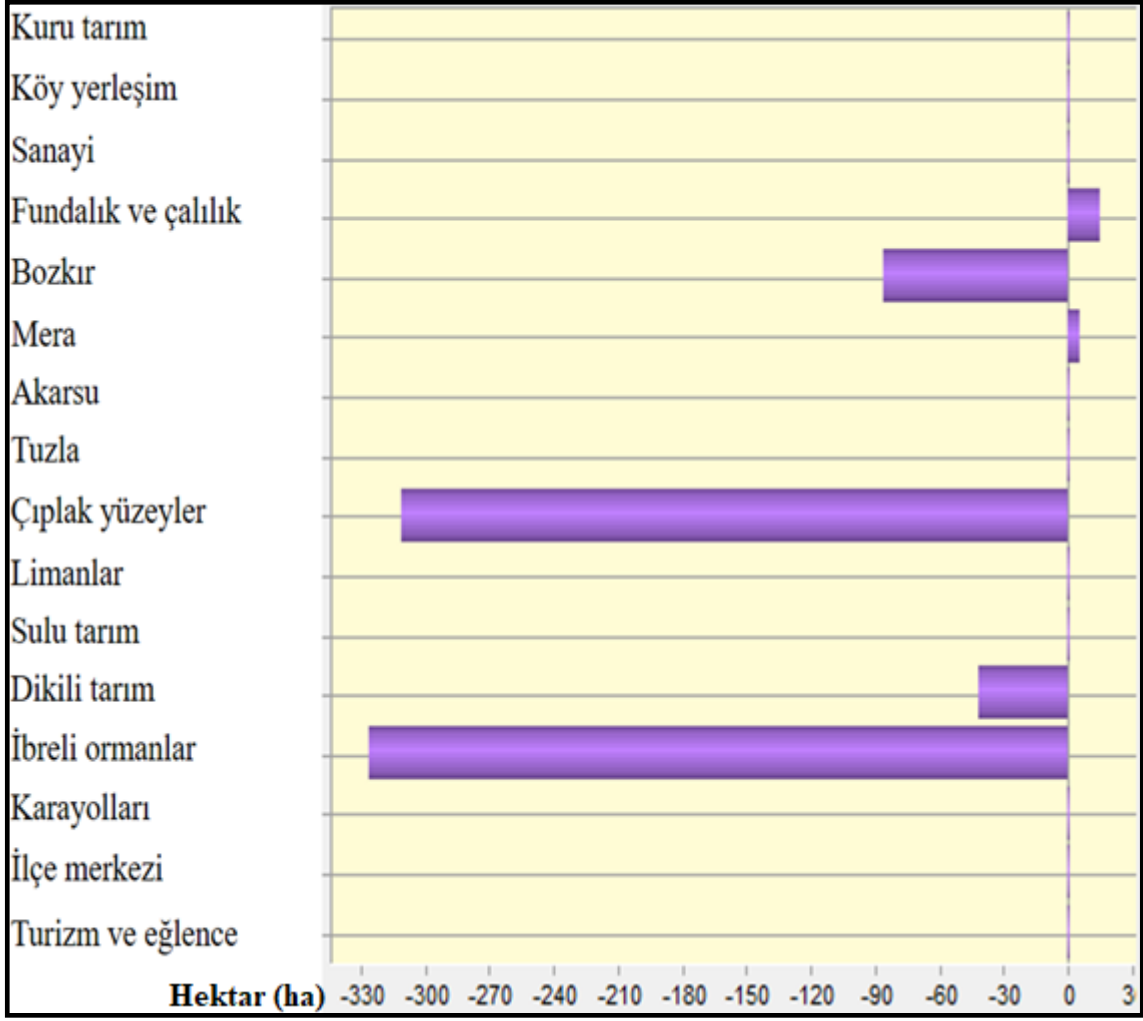


Şekil 61. Dikili tarım alanlarından ibrelili orman alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen ibrelili orman alanları

Dikili tarım alanlarından ibrelili orman alanlarına dönüşümün ilçenin kuzeybatısında yoğunlaştığı görülmektedir.

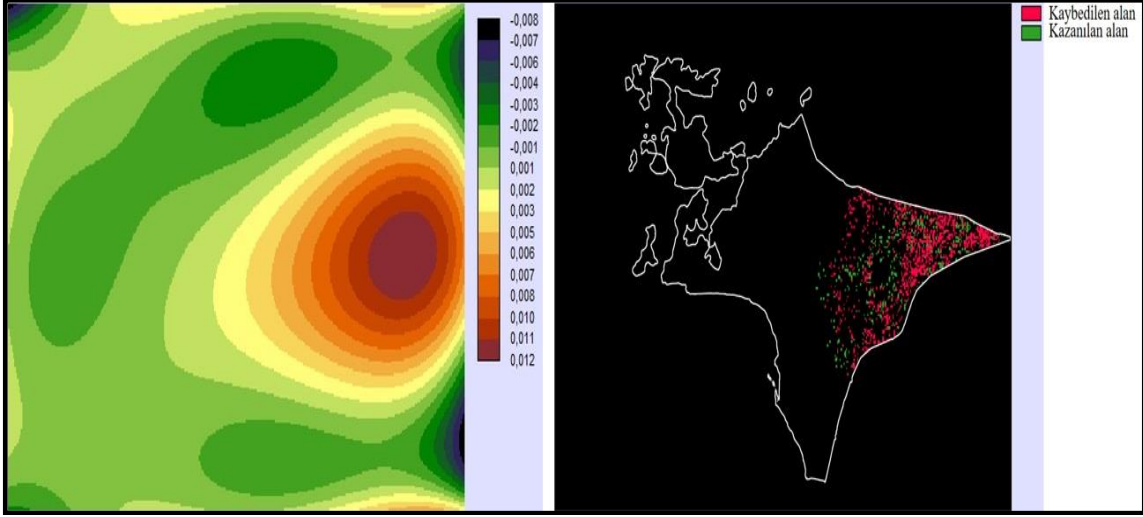
4.7.2. Geniş Yapraklı Orman Alanlarının Değişiminin İncelenmesi

Geniş yapraklı orman alanlarının değişimleri incelendiğinde 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 ve 2050 yıllarında alan kullanım miktarları sırasıyla, 2295,69 ha, 1721,7 ha, 1011,22 ha, 715,45 ha, 1076,43 ha, 1059,25 ha, 1201,49 ha, 723,28 ha ve 0 ha olarak hesaplanmıştır. 1985 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede geniş yapraklı alanlarının %68,5 azaldığı ve 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini azalmanın ise %2295,6 olabileceği ortaya çıkmıştır. Şekil 62'de geniş yapraklı orman alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir.



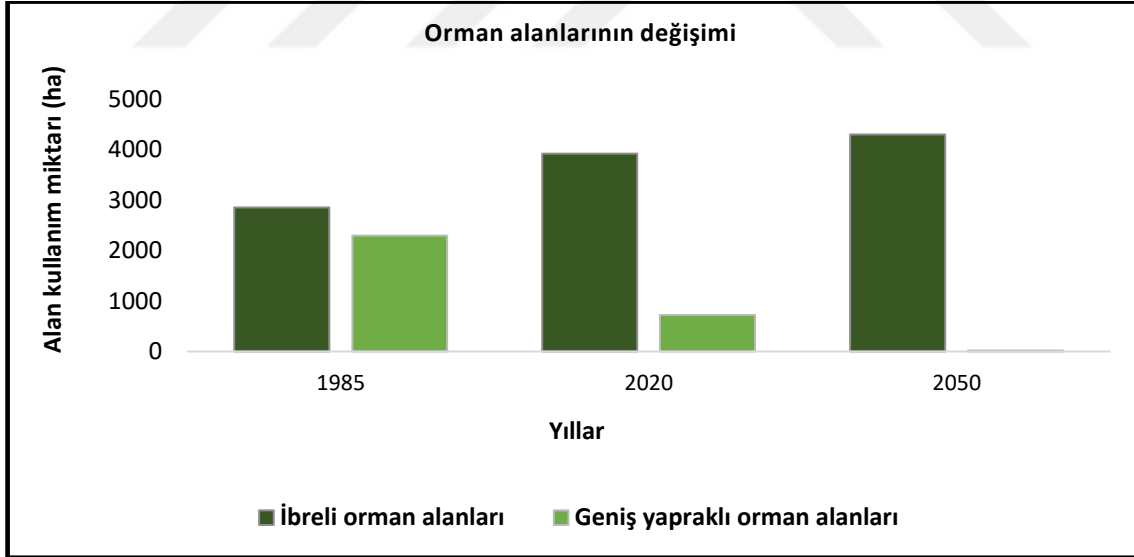
Şekil 62. Geniş yapraklı orman alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Quercus cerris (Saçlı meşe) ve *Quercus ithaburensis* (Palamut meşesi) Ayvalık sınırları içerisinde geniş yapraklı orman alanlarını oluşturan en önemli ve baskın türlerdir. Ayvalık Orman İşletme Şefliği'nden alınan bilgiler doğrultusunda, 1995 yılından sonra silvikültür çalışmaları kapsamında meşe türlerinin yerini en yüksek miktarda endüstriyel odun üretimi hedefi ile *Pinus brutia* (Kızılçam) türlerinin getirilmesi geniş yapraklı orman alanlarının azalmasına sebep olmuştur. İbrelî orman alanlarından geniş yapraklı orman alanlarına olan mekansal değişim eğrisi grafiği ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen geniş yapraklı orman alanları Şekil 63'te gösterilmiştir.



Şekil 63. İbrelî orman alanlarından geniş yapraklı orman alanlarına mekansal değişim eğrisi ve 2020 yılına kadar kazanılan ve kaybedilen geniş yapraklı orman alanlar

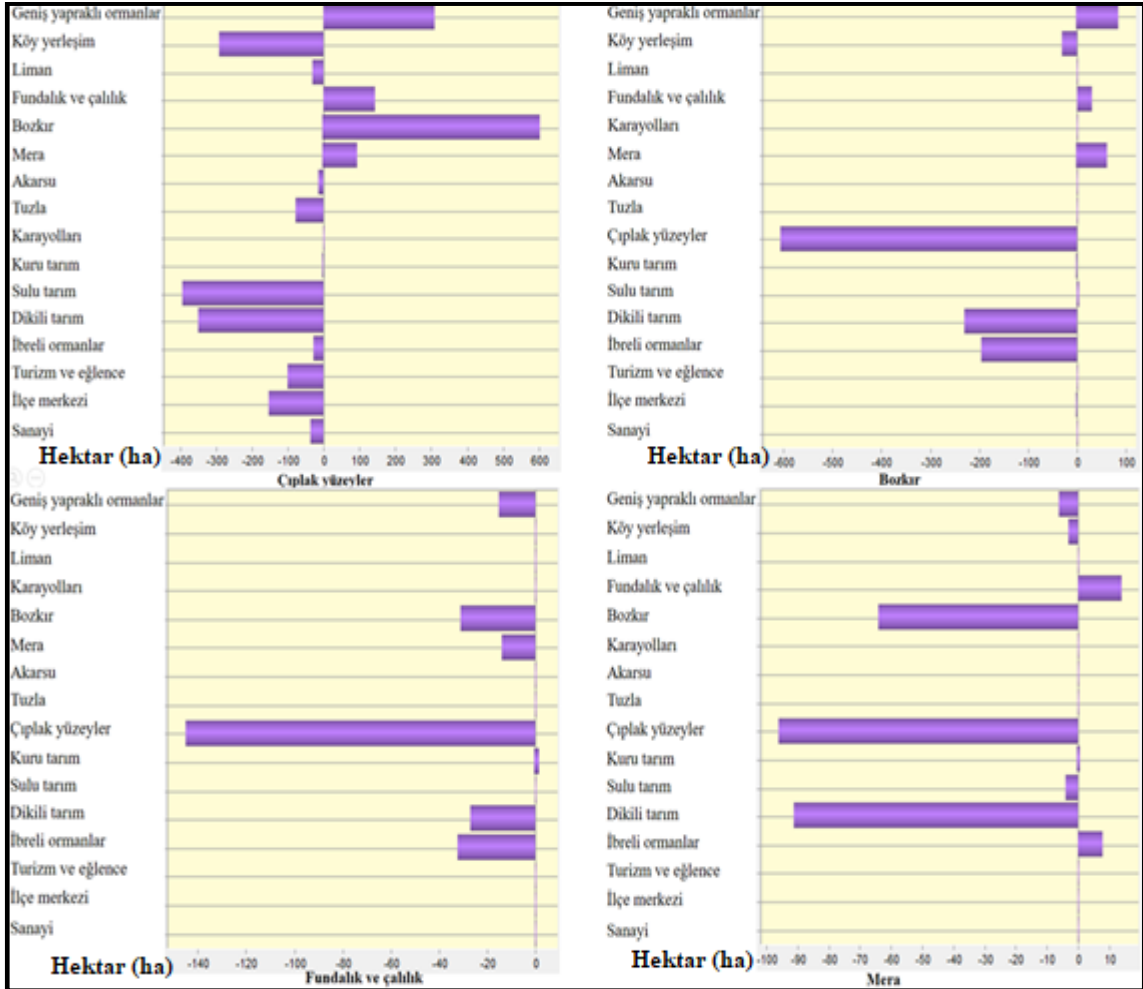
Mekansal değişim eğrisi incelendiğinde geniş yapraklı orman alanların ibrelî orman alanlarına dönüşümü ilçenin doğusunda gerçekleştiği görülmektedir. Orman alanlarındaki değişim grafiği Şekil 64’de gösterilmiştir.



Şekil 64. Orman alanlarının değişim grafiği

4.8. Ayvalık İlçesi’nin Doğal ve Doğala Yakın Alanlarında Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılında Tahmini Doğal ve Doğala Yakın Alanları Modellerinin İncelenmesi

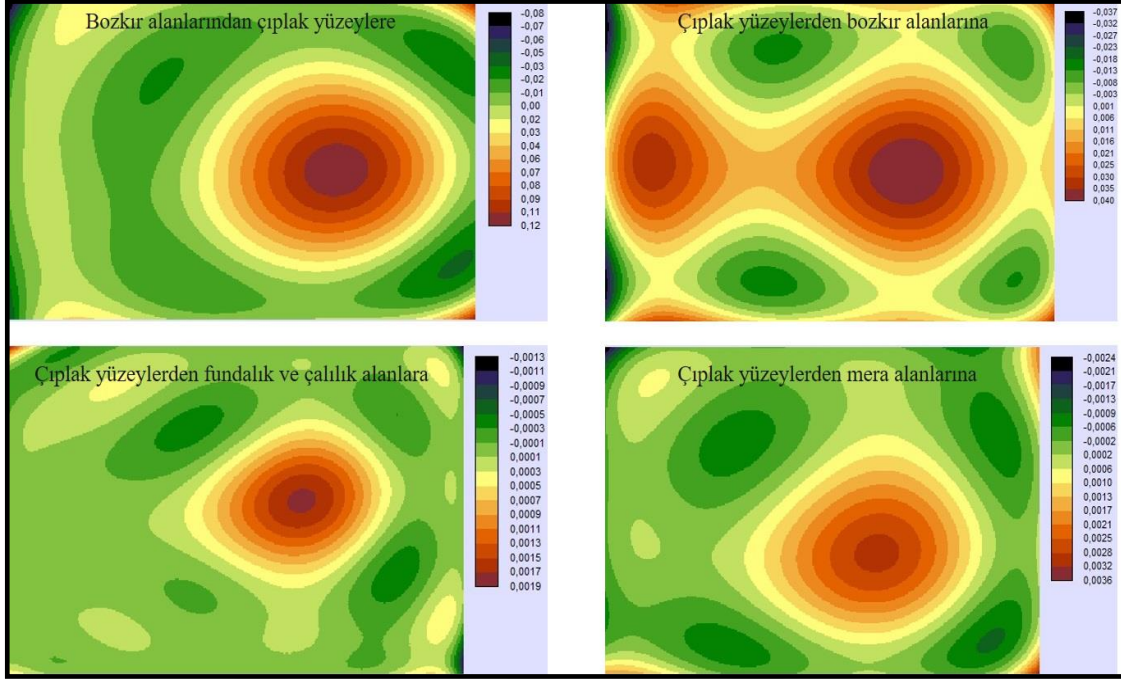
Ayvalık İlçesi'nin AKÖ zamansal değişiminin hesaplanması ile 1985-2020 yılları arasında çıplak yüzeylerde %0,5, fundalık ve çalılık alanlarda %63,4, mera alanlarında %35,7 azalma yaşanırken, bozkır alanlarında ise %42,7 artış görülmektedir. 1985 yılından 2020 yılına kadar değişimin çıplak yüzeylerde %94,6, fundalık ve çalılık alanlarda %64,8, mera alanlarında %7,3, bozkır alanlarında ise %26,6 azalma tahmin edilmektedir. Şekil 65'de Çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir.



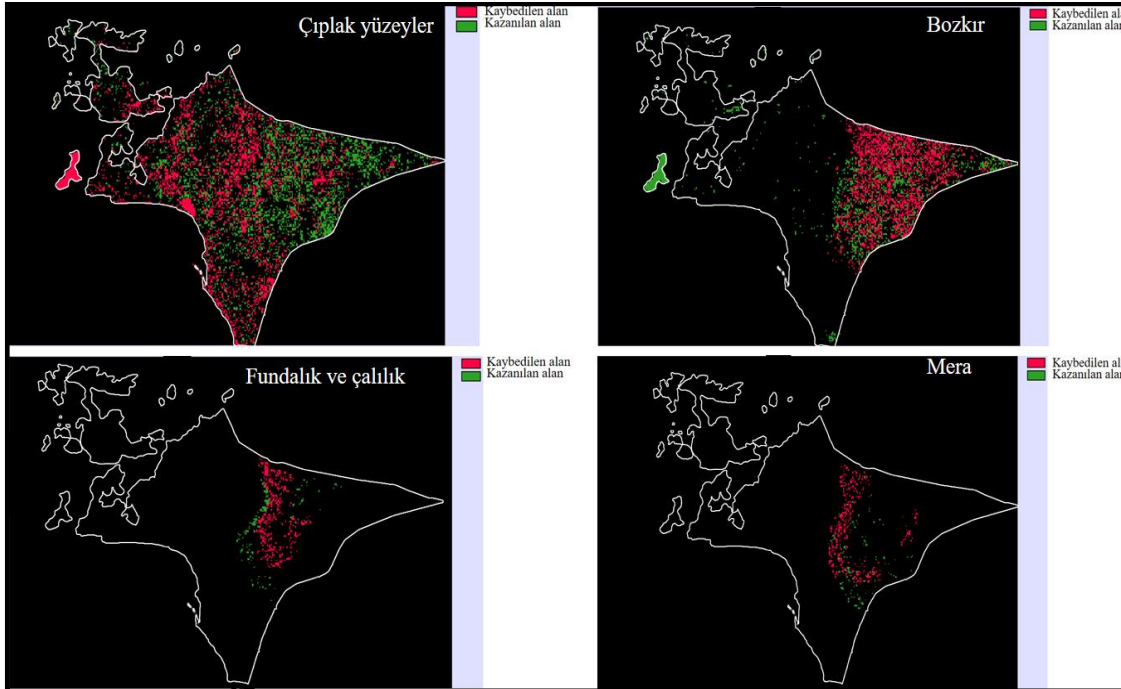
Şekil 65. Çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarının yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Değişim grafikleri incelediğinde mera, bozkır, fundalık ve çalılık alanların zaman içerisinde azalan alanlarının çıplak yüzeylere dönüştüğü görülmektedir. Fakat çıplak yüzeylerde meydana gelen alansal artış yıllar içerisinde yerini sulu tarım, dikili tarım, kırsal yerleşimler, merkez yerleşim, sanayi, Tuzla, turizm ve eğlence alanları için kullanıldığı

görülmektedir. Şekil 66’da çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarında mekânsal değişim eğilimleri Şekil 67’de ise kazanılan ve kaybedilen alanlar gösterilmiştir.

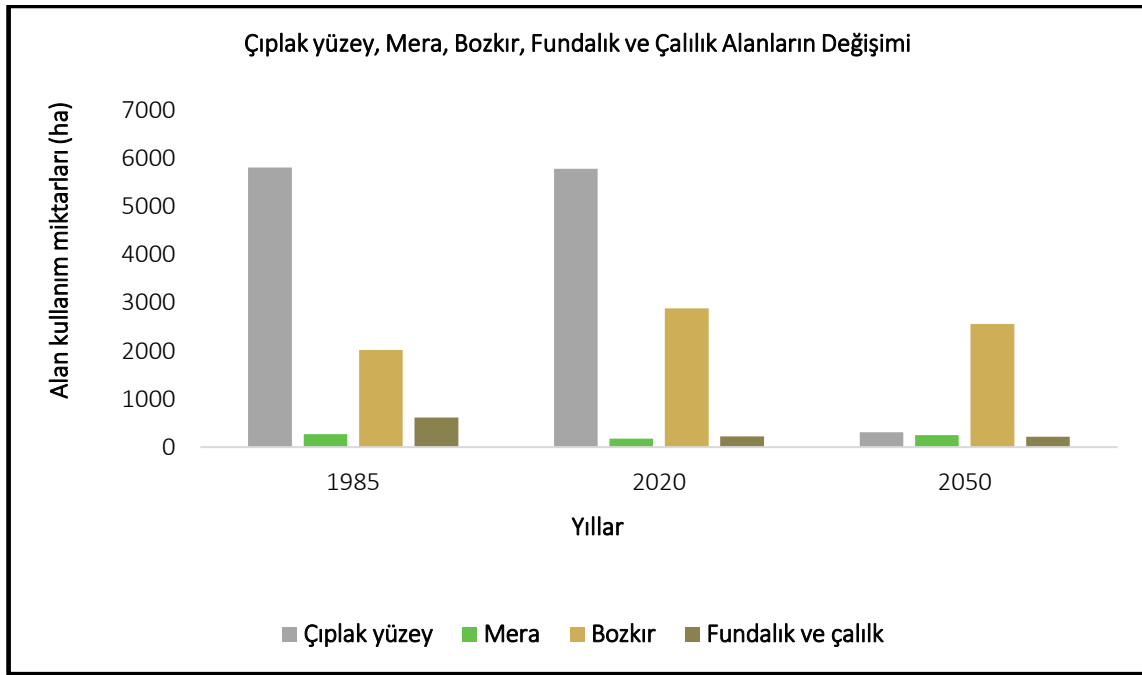


Şekil 66. Çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarında mekânsal değişim eğilimleri



Şekil 67. Çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarında kazanılan ve kaybedilen alanlar

Bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarının ilçenin daha çok doğusunda yer almakta ve bu alanlarda gerçekleşen değişimler ilçe merkezinden uzakta daha çok kırsal alanlara yakın bölgelerde bulunmaktadır. Kırsal alanlardaki muhtarlar ile yapılan görüşmelerde yerel halkın, yapı ihtiyaçlarını giderme, küçükbaş hayvan besleme (otlatma) ve yeni zeytinlikler oluşturmak amacıyla bu alanları kullandığı bilgisine ulaşılmıştır. Şekil 68’de çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarındaki değişim grafiği gösterilmiştir.



Şekil 68. Çıplak yüzeyler, bozkır, mera, fundalık ve çalılık alanlarındaki değişim grafiği

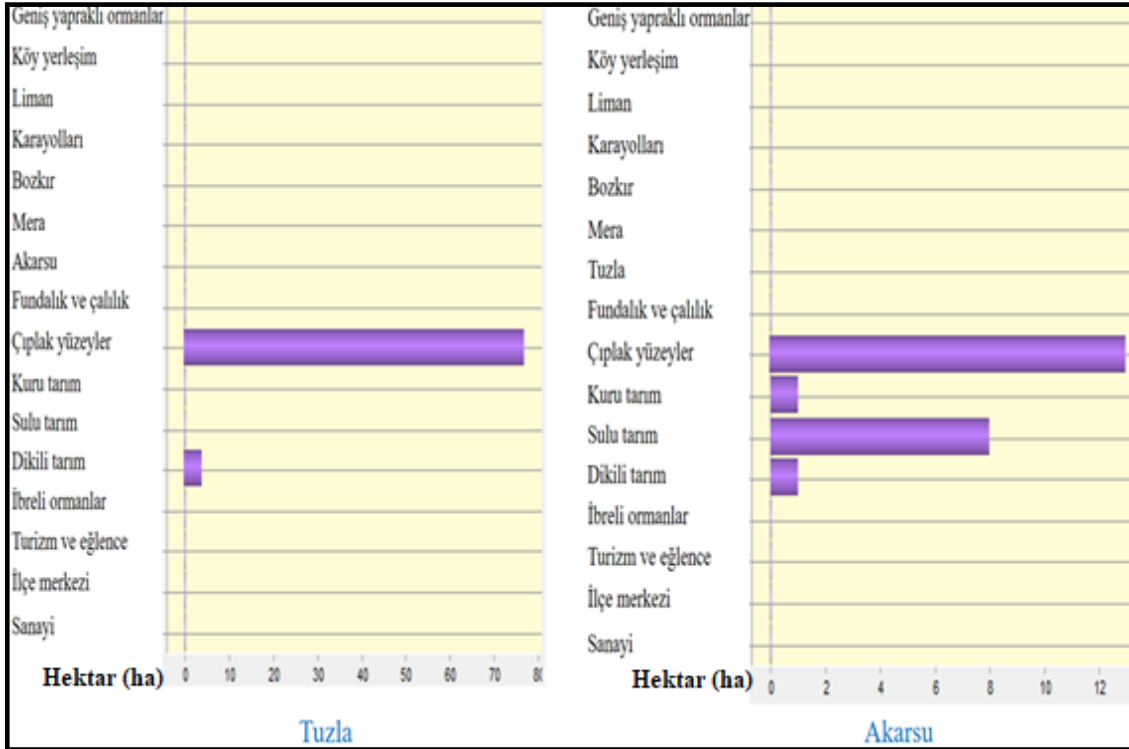
4.9. Ayvalık İlçesi'nin Su Yüzeylerinde Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin ve 2050 Yılında Tahmini Su Yüzeylerinin Modellerinin İncelenmesi

Ayvalık İlçesi'nin su yüzeylerini oluşturan alanların büyük bölümü tuz üretim alanları için kullanılmaktadır. 1980 yılında kurulan ve Ayvalık Tuzlası olarak adlandırılan bu sahalar 5 adet kristalizasyon ve 17 adet evaporasyon havuzunu birbirine bağlayan toprak setlerden oluşmuştur (Şekil 69). Ayrıca, bu alanlarda yılda ortalama 20, 000 ton tuz üretilmektedir. Üretilen tuz gıda, kar mücadelesi ve deri gibi çalışmalarda kullanılmaktadır. İlçede ayrıca Altınova sınırlarından geçen Madra Çayı önemli akarsuları arasında yer almaktadır.



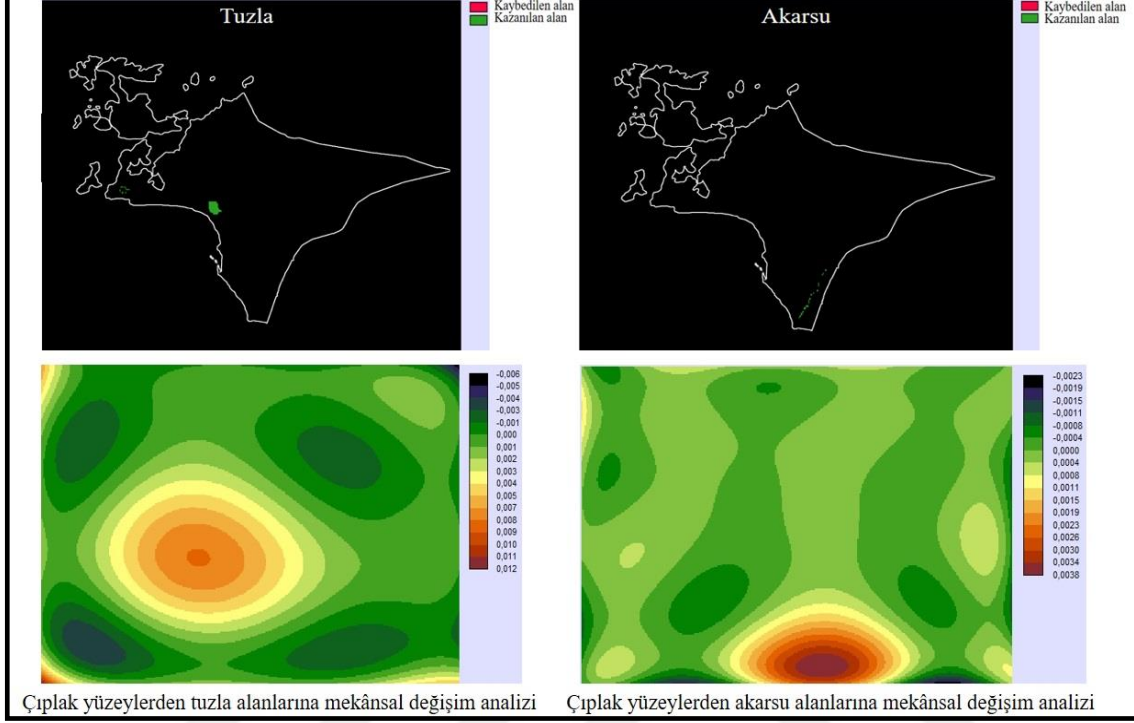
Şekil 69. Ayvalık tuz üretim sahaları (BG, 4)

Su yüzeylerinin zamansal değişimleri incelendiğinde, 1985-2020 yılları arasında Tuzla alanlarında %17,1 akarsularda %8,1 artış yaşanmıştır. 1985-2050 yılları arası ise Tuzla alanlarında %3717, akarsularda ise %38,1 artış tahmin edilmektedir. Şekil 70’de su yüzeylerinin yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde her iki alan kullanımında da çıplak yüzeylerle değişim geçirdiği görülmektedir.



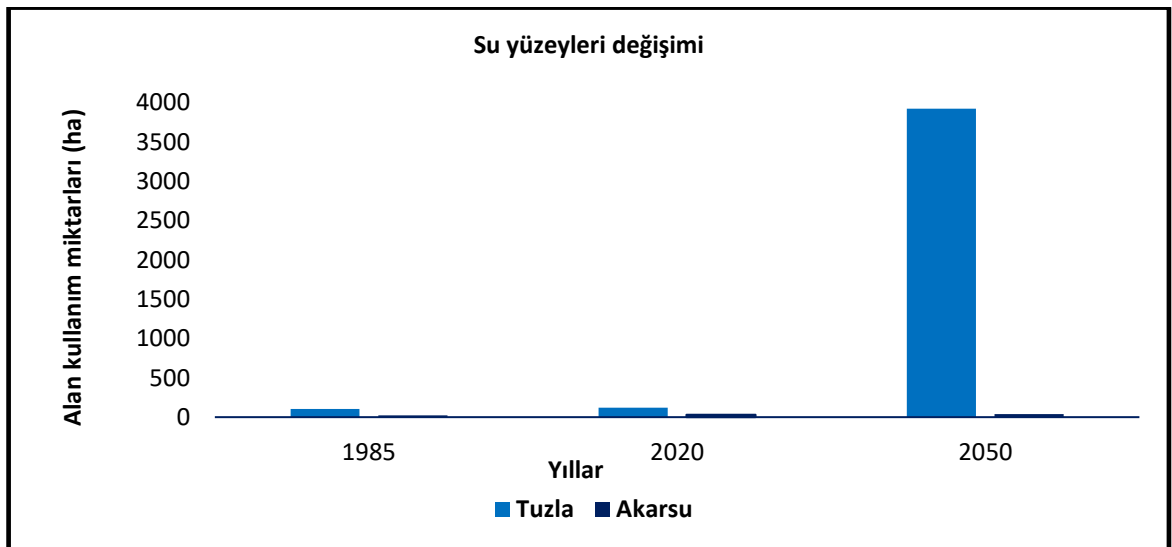
Şekil 70. Su yüzeylerinin yıllar içerisindeki diğer alan kullanımları ile yer değiştirme grafiği

Şekil 71’de çıplak yüzeylerden su yüzeylerine olan mekânsal değişimi ve su yüzeylerinde kazanılan ve kaybedilen alanlar gösterilmiştir.



Şekil 71. Su yüzeylerinde mekânsal değişim eğilimleri ve kazanılan/kaybedilen alanlar

2050 yılında Tuzla alanlarında tahmin edilen artışın her ne kadar ciddi boyutlarda yaşanacağı ortaya çıksa da Ayvalık Tuzla alanlarının işletmesinden sorumlu şirketle yapılan görüşmede ileri dönük böyle bir hedeflerinin olmadığını ifade etmişlerdir (Şekil 72).



Şekil 72. Su yüzeyleri değişim grafiği

4.10. Yerel Halk, Kamu Kurum ve Kuruluşları ile Yapılan Görüşmeler

Ayvalık İlçesi'nde AKÖ üzerinde gerçekleşen zamansal değişimleri yorumlamak amacıyla, bu değişimlerden etkilenen yerel halk, kamu kurum ve kuruluşların görüşleri alınmıştır. Yapılan ziyaretler ve görüşmeler kapsamında çalışma sonuçlarının yorumlanmasına ilişkin önemli veriler elde edilmiştir.

İlçenin toplam nüfusu 1985 yılından 2020 yılına kadar artmış olsa da kırsal alanlar açısından bir artış yaşanmamıştır. Yapılan görüşmelerde kırsal alanlara dışardan göçlerin neredeyse yok denilebilecek kadar az olduğu ortaya çıkmıştır. Sadece Bağyüzü ve Tıfillar köyüne İstanbul' dan göç eden 8 hane bulunmaktadır. Fakat ilçe merkez mahallelerinde farklı kentlerden Ayvalık'a yerleşmek için gelen ve burada yaşamaya başlayan kişilerin sayısı oldukça fazladır. Kırsal alanda yaşayan kişilere göre köylerdeki nüfusun azalmasının en önemli sebepleri, iş, eğitim ve sağlık olanaklarının yetersizliği olmakla beraber kırsal alanda bulunan demir ve altın maden ocaklarının varlığıdır. Yerel halk köylerine gerçekleşecek göçlere olumlu baktıklarını, yeni gelen kişiler sayesinde yaşadıkları alanların kültürel, sosyal ve ekonomik açıdan kalkınacaklarını ifade etmişlerdir. Ayvalık ilçe merkezinde yaşayan kişiler için ise tersi bir durum söz konusudur. İlçe merkezinde yapılan görüşmelerde merkez nüfusunun artmasıyla yapılaşmanın arttığı, doğal yapının giderek bozulduğu, deniz ve kıyı alanlarının kirletildiği, artan emlak fiyatları sebebiyle yeni mülk edinmekte zorluklar yaşandığı ifade edilmiştir. Özellikle yaz mevsiminde ciddi oranda trafik ve otopark sorunu olduğu ve bu sorunların hava kirliliğine sebep olduğunu vurgulamışlardır. Gerek kırsal alanda gerekse merkezde yaşayan kişilerin ortak aktarımları ise her iki alan için kültürel ve doğal yapının 1985 yılından çok farklı olduğu bunun sebebinin ise nüfustaki değişimler olduğunu belirtmişlerdir.

Kırsal alanda yaşayan genç nüfus eğitim ve iş kaygıları sebebiyle Ayvalık merkez ya da farklı kentlere göç etmiştir. Yerel halka göre bu durum köylerdeki kültürel yapıyı etkilediği gibi üretim biçimlerini de etkilemiştir. Yaş ortalamasının yüksek olması ağır iş kollarının azalmasına neden olmuştur. Örneğin kolektif çalışma gerektiren zeytinciliğin zorlaştığını birçoğunun yöreye gelen mevsimlik tarım işçileri ("Tayfa" olarak adlandırılan) sayesinde yapıldığını ifade etmişlerdir. Ayvalık ilçe merkezinde yaşayan genç nüfusla yapılan görüşmelerde genellikle turizm alanında, zeytinyağı fabrikalarında ve gıda sektöründe çalıştıklarını belirtmişlerdir.

Kırsalda yaşayan insanlara en önemli sorunları sorulduğunda, alanda bulunan demir ve altın maden ocağının ortaya çıkardığı olumsuz etkilerin olduğunu ifade etmişlerdir. Merkezde yaşayanlar ise aynı soruya, aşırı nüfus artışı, Ayvalık'ın tarihi ve doğal yapısının zarar görme ihtimali düşüncesi ve pahalılık cevaplarını vermişlerdir.

Yapılan görüşmelerde Madra barajının yapılması sonrasında özellikle bamya üretiminde artış olduğu fakat son yıllarda sulama için ayrılan suyun ve yağışların azalması üretimi olumsuz etkilediği ifade edilmiştir.

Anlatım ve gözlemlerden yararlanarak özellikle köylerde yaşayan kadınların tarımsal üretim çalışmalarında aktif rol oynadığı ortaya çıkmıştır. Birçok kadın geçmişten günümüze değişmeyen tek şeyin, köylerindeki kadınların tarımsal üretimdeki çalışmalarda özne olduklarını vurgulamışlardır (Şekil 73).



Şekil 73. Kırsal alanda yapılan görüşmeler (fotoğraf yazara aittir)

Ayvalık Belediyesi, Ayvalık Orman İşletme Şefliği, Ayvalık İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Altınova Sulama Birliği'nden yetkili kişiler ile gerçekleştirilen görüşmeler ilgili alan kullanımlarının değişimlerinin yorumlanması bölümünde yer almaktadır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Alan kullanımlarının zamansal değişimlerinin incelenmesi ve gelecek AKÖ tahmini modellerinin oluşturulması, kentsel ve kırsal gelişim dinamiklerin şeklinin, hızının ve büyüklüğünün anlaşılması, bu dinamiklere etki eden ve etkilenen parametrelerin incelenmesi ve sürdürülebilir planlama çalışmaları gibi birçok konularda önemli bir yer tutmaktadır. Aşırı nüfus artışı, kentsel yayılma, iklim değişimi ve doğal afetler gibi doğal ve antropojenik etkilerden kaynaklı ekolojinin yapısı ve işlevi gün geçtikçe değişmektedir. Bu değişimlerin incelenmesi tek başına ekoloji açısından değil aynı zamanda kültürel, sosyal, ekonomik ve politik açıdan da önemlidir. Son yıllarda alan kullanımlarının değişimlerinin büyüklüğünde ve hızında artışların yaşanması, bu değişimlerin sebep ve sonuçlarının incelenmesinde uygulanan yöntem ve tekniklerin gelişmesinde ve konu bağlamında disiplinler arası çalışmanın yaygınlaşmasında etkili olmuştur. Özellikle UA ve CBS alanlarında gelişen teknolojiler sayesinde bilgilerin daha doğru, hızlı ve anlaşılır biçimde sunulmasında faydalı olmuştur. Ayrıca gelecek yıllara ait AKÖ modellerinin oluşturulması noktasında sürekli gelişen ve yenilenen teknolojiler sayesinde ileri yıllara ait tahmini AKÖ haritaları üretilebilmektedir. Gelecek AKÖ değişimlerinin modellenmesinde CA-Markov modeli son yıllarda en çok kullanılan ve geliştirilen modeller arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada Ayvalık İlçesi'nin 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 yıllarında AKÖ üzerinde gerçekleşen zamansal değişimler hesaplanmış ve CA-Markov modelleme tekniği kullanarak 2050 yılı tahmini AKÖ haritası oluşturulmuştur. Ayrıca alan kullanımlarındaki değişimlere etki eden parametreler araştırılmış ve yorumlanmıştır. Çalışmada sonuçların tek başına sayısal veriler üzerinden değil aynı zamanda ilçedeki güncel yaşam konuları ve sosyal hayatı da içeren veriler ile sentezlenmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda yerel halk, kamu kurum ve kuruluşları ile görüşmeler gerçekleştirilerek ortaya çıkan sayısal sonuçların daha gerçekçi yorumlanması amaçlanmıştır.

Ayvalık ilçesi tarihi, sahip olduğu turizm ve tarım potansiyeli, korunan alanları ve doğal bitki örtüsü ile Türkiye'nin önemli ilçeleri arasında yer almaktadır. 2017 yılında kültürel peyzaj konu başlığında UNESCO Dünya Mirası geçici listesine girmesiyle önemini daha da arttırmıştır. Tüm bu olumlu özelliklerine rağmen, 1985 yılından 2020 yılına kadar

geçen sürede alan kullanımlarında ciddi değişimler yaşanmıştır. 1985- 2020 yılları arası alan kullanımlarında kayda değer değişimlerin yaşanmasına etki eden doğal parametreler incelendiğinde 2006 yılında Ayvalık Adaları Tabiat Parkı Şeytan Sofrası mevkinde çıkan orman yangını olduğu görülmüştür. Toplamda 300 ha *Pinus halepensis* (Halep çamı) türünden oluşan ibreli ormanlık alanın tamamen yok olması ile sonuçlanan bu yangın, alan kullanımlarındaki değişimlere etki eden doğal parametreler arasında yer almaktadır. Balıkesir İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nden alınan bilgiler doğrultusunda Ayvalık İlçesi'nde özellikle 2012, 2016, 2018 ve 2019 yıllarında meydana gelen su baskınları sebebiyle ilçenin birçok bölgesi olumsuz etkilenmiştir. Fakat bu su baskınları büyük sel ve erozyon felaketlerine dönüşmemiş ve AKÖ üzerinde değişimlere sebep olmamıştır. Aynı zamanda AKÖ üzerinde değişimlere sebep olacak depremler en son 1944 yılında kayıtlara geçmiştir. Bu yıldan sonra ilçede bu büyüklükte ve şiddette bir deprem meydana gelmemiştir.

Çalışma sonucunda, nüfus artışı ve kentsel büyümenin, Ayvalık İlçesi'nde 1985-2020 yılları arasında meydana gelen değişimlere etki eden en önemli parametreler olduğu ortaya çıkmıştır. İlçe nüfusun son yıllarda hızlı bir şekilde artması çevresel, ekonomik, sosyal ve kültürel yapısında değişikliklerin olmasına sebep olmuştur. Nüfus artışından kaynaklı özellikle yerleşim, turizm, sanayi, altyapı gibi yapısal alanlarda meydana gelen artışlar tarım, orman ve korunan alanlar gibi doğal ve doğala yakın alanlar üzerinde baskı unsuru olmuş ve olmaya devam etmektedir. Yapılan çalışmalar ışığında ilçede 1985 yılından 2020 yılına kadar özellikle yerleşim, sanayi, turizm, limanlar ve karayolu olmak üzere tüm yapısal alanlarda büyük oranda artış yaşanmıştır. Kırsal alanlar ve ilçe merkezindeki yerleşim alanlarında meydana gelen artışlar sırasıyla, %739,8 ve %105,4 tür. 1985 yılından 2050 yılına kadar tahmini artış ise sırasıyla %1068,7, %470 olması tahmin edilmektedir. Kırsal ve merkez yerleşim alanlarında hektar bazında artışlar yaşansa da nüfustaki artış kırsal ve merkez alanlarda benzer özellik göstermemektedir. İlçe merkez nüfusu %333,3 artarken kırsal nüfus %0,2 azalmıştır. İlçenin merkezinde ve kırsal alanlarında meydana gelen değişimlerin belirli farklılıklar içermesi birtakım sorunları beraberinde getirmiştir. Genç nüfusun iş, eğitim, sağlık ve sosyal yaşam gibi sebeplerle Ayvalık merkez ve diğer kentlere göç etmesi kırsal alanları sosyal, kültürel ve ekonomik açıdan etkilemiştir.

Sanayi alanlar incelendiğinde, 1985-2020 yılları arası %133,8'lik bir artış yaşanırken 2050 yılında bu artışın %3017,1 olması tahmin edilmektedir. Turizm ve eğlence

alanlarındaki artış %420,7 iken 2050 yılına kadar %746,9 artış tahmin edilmektedir. Yapılaşmanın ve sanayinin ilçe merkezine doğru yayılması aynı zamanda merkez nüfusun artması trafik, çevre kirliliği, doğal yapının bozulması, tarihi değere sahip yapıların zarar görmesi, gibi sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Ayrıca ilçenin su yüzeyleri kapsamında yer alan Tuz üretim sahalarının 2050 yılı için %3717 artış göstereceği sonucu ortaya çıksa da yetkili şirket tarafından gelecek hedefleri arasında bu kadar bir büyümenin planları arasında olmadığı ifade edilmiştir. Alan kullanımlarının gelecek modellerinin oluşturulması, analiz edilmesi ve alan çalışmalarıyla yorumlanması oldukça önemlidir. Tuz üretim sahalarında yapılan çalışma bu bağlamda önemli bir örnektir. Sayısal verilerin güncel plan ve hedeflerle birlikte yorumlanması bilimsel çalışmalara katkı sağlayacaktır. Ayrıca 2050 yılında karayollarında tahmini artışın %906,8 beklenmesi, Tuz üretim sahalarında olduğu gibi benzer tartışma konuları arasında yer almaktadır. Özellikle, karayolları, özel sanayi ve turizm kuruluşları gibi alanların, sadece UA, CBS ve bilgisayar teknolojilerinden yararlanarak gelecek alan kullanımlarının modellenmesi işlemleri bu alanlar üzerinde gelecek yıllara ait belirli yorumların yapılması noktasında yeterli olmayacaktır.

Toplam ormanlık alanlar bazında incelendiğinde, 1985-2020 yılları arası %10'luk bir azalma yaşanırken 2050 yılına kadar bu azalmaların tahmini %16 olacağı hesaplanmıştır. Geniş yapraklı orman alanlarında 2020 yılına kadar %68,5 azalma meydana gelirken, 2050 yılında %2295,6'lık azalma, ibreli orman alanlarında ise %50'lik artış olması tahmin edilmektedir. İklim değişiminin en önemli sebeplerinden olan ormansızlaşma küresel çapta olduğu gibi Ayvalık için de riskler taşımaktadır. 2050 yılında tahmini orman alanlarındaki azalmanın %16 seviyelerine çıkması orman ekolojisinin ve biyoçeşitliliğin zarar görmesi anlamına gelmektedir. İlçe sınırları içerisindeki geniş yapraklı orman alanlarının azalması ve buna bağlı oluşabilecek iklimsel sonuçlar konunun uzmanlarınca detaylı bir şekilde incelenmelidir. Ayrıca geniş yapraklı orman alanları üzerindeki baskının azaltılmasına yönelik yetkili kişilerce belirli kararların alınmasına ve uygulanmasına yönelik çalışmalar gerçekleşmez ise 2050 yılında bu alanların neredeyse yok olacağı sonucu ortaya çıkmıştır. Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü'nden sorumlu kişiler ile konu özelinde gerçekleştirilen görüşmede, geniş yapraklı orman alanların tamamen yok olması gibi bir sonuç beklemediklerini ve buna yönelik hali hazırda çalışmaların devam ettiği ifade edilmiştir.

1985-2020 yılları arası toplam tarım alanlarında %15,9'luk bir azalma yaşanırken 2050 yılında %30,1'lik bir azalma yaşanacağı tahmin edilmektedir. 1985-2020 yılları

arasında dikili tarım alanlarında %20,1 ve kuru tarım alanlarında %38,1'lük azalma yaşanırken sulu tarım alanlarında %38,4'lük artış meydana gelmiştir. 1985'ten 2050 yılına kadar dikili tarım alanlarında %50'lik ve kuru tarım alanlarında %39,4'lük azalma olması, sulu tarım alanlarında ise, %93,8'lik artış beklenmektedir. İlçedeki tarım alanlarının zamansal değişimleri incelendiğinde özellikle dikili tarım alanları kapsamına giren zeytinlik alanların azalması ve 2050 yılında bu azalmanın daha da artacak olması ilçenin ekonomisini, kültürel ve sosyal yapısını doğrudan etkileyecektir. Çünkü zeytin Ayvalık İlçesi'nin kültürel mirası noktasında önemli bir değere sahiptir. Fakat ilçede kentsel yayılmanın artması en çok zeytinlik alanları etkilemiş ve gelecekte de etkilemeye devam edeceği sonucu ortaya çıkmıştır. Ayvalık İlçesi'nde bulunan Madra barajı ve Altınova Sulama Birliği'nin kurulması sulu tarımın artmasında en etkili faktörlerdir. Fakat Madra Barajı'nın Karaayıt Demir Maden Ocağı'nın 2 km yakınına kurulması yerel halkta tedirginlik ve kaygı yaratmıştır. Bu durum bölgenin ekonomik, kültürel ve sosyal yapısında olumsuz gelişmelerin yaşanmasına sebep olmuştur.

Bu araştırma ile nüfus artışıyla birlikte kentsel büyümenin AKÖ değişimlerinin en önemli dinamiği olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Kentsel büyümeyle birlikte yapılaşmanın artması tarım, orman, doğal ve doğala yakın alanlarda bozulmalara ve miktar bazında azalmalara sebep olmaktadır. Gelecekteki kentsel büyümenin ne yönde ve ne hızda olacağını analiz etmek kamu ve özel kuruluşlar için birçok konuda önemlidir. Bunlar;

- Çevre kalitesinin oluşturulmasında
- Ulaşım ve alt yapı çalışmalarının geliştirilmesinde
- Sürdürülebilir peyzaj yönetimi çalışmalarında
- Tarımsal faaliyetlerin geliştirilmesi, kontrolü ve sürdürülebilirliğin sağlanmasında
 - Orman alanlarının korunması ve silvikültür çalışmalarının bilimsel temelde geliştirilmesinde
 - Kentsel ve kırsal ekosistemin korunması noktasında politikaların üretilmesi ve gerekli yasaların çıkartılmasında
 - Ekolojinin yapısında meydana gelen değişimlerin toplumların yaşamlarına etkisinin araştırılmasında
 - Biyoçeşitliliği tehdit eden ve yok olmasına sebep olacak parametrelerin belirlenmesi gibi konularda önemli bir yer tutmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akın, B. (2007). Ayvalık Evleri. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Akova, S. (2011). “Ayvalık şehrinin nüfus özellikleri”. *İstanbul University Journal of Sociology*, 3(22), 59-87.
- Aktas, N. K. ve Dönmez, N. Y. (2019). “Effects of urbanisation and human activities on basin ecosystem: Sapanca Lake Basin”. *J Environ Protect Ecol*, 20(1), 102-12.
- Aktürk, E. (2019). Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Türkiye Ve Fitocoğrafik Bölgelerinin Arazi Örtüsü Durumunun ve Zamana Bağlı Arazi Örtüsü Değişiminin İncelenmesi. Doktora Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Aliyazıcıoğlu, P. (2019). Uydu Görüntüleri Üzerinden Kontrollü Sınıflandırma Yöntemi İle Bitki Deseninin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Alpaslan, A. Ö. ve Ortaçşme, V. (2009). “Side-Manavgat kıyı kesimi alan kullanımının kıyı planlaması ve yönetimine yönelik değerlendirilmesi”. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 169-178.
- Alsharif, A. A. ve Pradhan, B. (2014). “Urban sprawl analysis of Tripoli Metropolitan city (Libya) using remote sensing data and multivariate logistic regression model”. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 42(1), 149-163.
- Al-shalabi, M., Billa, L., Pradhan, B., Mansor, S. and AlSharif, A. A. (2013). “Modelling urban growth evolution and land-use changes using GIS based cellular automata and SLEUTH models: the case of Sana’a metropolitan city, Yemen”. *Environmental Earth Sciences*, 70(1), 425-437.
- Al-Zangana, K. A. M. (2017). Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Değişiminin CBS ve Uzaktan Algılama Kullanılarak Belirlenmesi: Kalar Bölgesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.

- Antrop, M. (2008). "Landscapes at risk: about change in the European landscapes". *Evolution of Geographical Systems and Risk Processes in The Global Context*, 57-79.
- Arıkan, Z. (1988). "1821 Ayvalık isyanı" *Belleten*, 203, 571-601.
- Arsanjani ,J.J., Helbich M., Kainz W. and Boloorani A.D. (2013). "Integration of logistic regression, markov chain and cellular automata models to simulate urban expansion". *Int J Appl Earth Obs Geoinf*, 21, 265–275.
- Asımgil, B. ve Erdoğan, F. (2013). "Tarihi Ayvalık evleri mimarisinde bozulmaya neden olan etkenlerin incelenmesi". *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1), 49-60.
- Atak, B. K. (2013). Didim Yarımadası Örneğinde SLEUTH Modelini Kullanarak Alan Kullanım Senaryolarının Geliştirilmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ateş, E., Altundal., Ö. M., Bayar, R. ve Yılmaz, M. (2020). "Eskişehir kentsel büyüme alanın Hücresel Otomat ve CA Markov zincirleri ile analizi (1984-2056)", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 18 (2), 276- 295. <https://doi: 10.33688/aucbd.803432>.
- Ayazlı, İ. E., Batuk, F. ve Demir, H. (2011). Kentsel Yayılma Simülasyon Modelleri ve Hücresel Otomat, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. 18 Nisan, Ankara.
- Ayvalık Belediyesi. (2021a). Ayvalık fotoğraf galerisi. Erişim: 12 Kasım 2021, <https://ayvalik.bel.tr/fotograf-galerisi/>.
- Ayvalık Belediyesi. (2021b). Ayvalık fotoğraf galerisi. Erişim: 10 Eylül 2021, <https://ayvalik.bel.tr/fotograf-galerisi/>.
- Ayvalık Turizm Danışma Bürosu (ATDB) (2021). Kültür. <https://ayvalikturizmdanismaburosu.ktb.gov.tr/TR-130564/kultur.html>.
- Balıkesir Belediyesi (2021). Ayvalık fotoğrafları. Erişim: 15 Kasım 2021. <https://www.balikesir.bel.tr/>

- Balıkesir MTA Kuzey Batı Anadolu Bölge Müdürlüğü (2021). Balıkesir ili maden enerji kaynakları. Erişim: 12 Ekim 2021. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bolgeler/balikesir>.
- Balıkesir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü (2021). Ayvalık ilçesi sıcaklık ve yağış verileri Erişim: 12 Kasım 2021. <https://mgm.gov.tr>.
- Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü (2017). Ayvalık Orman İşletme Şefliği, orman amenajman planı ve silvikültür planı raporu. Erişim: 10 Ekim 2020. <https://balikesirobm.ogm.gov.tr>.
- Bayar, R. (2019). *Ayaş İlçesi'nde Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı*. Pegem Akademi: Ankara.
- Belgiu, M. and Drăguț, L. (2016). "Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions". *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 114, 24-31.
- Berberoglu, S., Alphan, H. ve Yılmaz, K. T. (2003). "A remote sensing approach for detecting agricultural encroachment on the eastern mediterranean coastal dunes of Turkey". *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 27, 135-144.
- Binbir Gıda. (2021). Çamaltı tuzlası. Erişim: 7 Eylül 2021, <https://www.binbirgida.com/kurumsal/hakkimizda>
- BM. (2018). Sustainable development goals. Erişim: 3 Haziran 2019, <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg11>.
- Borrelli, P., Robinson, D. A., Panagos, P., Lugato, E., Yang, J. E., Alewell, C., ve Ballabio, C. (2020). "Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070)". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(36), 21994-22001.
- Bozkaya, A.G. (2013). İğneada Koruma Alanının Uzaktan Algılama ve CBS ile Zamansal Değerlendirilmesi ve Geleceğe Yönelik Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Canpolat, F. A. ve Dağlı, D. (2020). "Elazığ ilinde arazi kullanımı değişimi (2006-2018) ve simülasyonu (2030)". *International Journal of Geography and Geography Education*, (42), 702-723.

- Carmona, A. and Nahuelhual, L. (2012). "Combining land transitions and trajectories assessing forest cover change". *Applied Geography*. 32(2012), 914- 915. <https://doi:10.1016/j.apgeog.2011.09.006>.
- Cengiz, S. ve Yılmaz, B. (2016). Malatya'da Arazi Kullanımı/Örtüsünün Modellemesi, 2025-2045 Arazi Kullanımı/Örtüsü Simülasyonu, *UZAL-CBS 2016 Sempozyumu*. 5-7 Ekim 2016, Adana. 49-57.
- Cengiz, S. (2019). Kentsel Büyüme Dinamiklerinin Modellenmesi: Ankara Kenti Simülasyonu. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Chang-qing, K., Xiao-mei, L. and Shen, C. (2005). Urban land use change of Guangzhou, South China, Using Multiple Temporal Satellite mages, *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. 29 July. Seoul. IGARSS.2005.1525443.
- Chen, L., Yan, G., Wang, T., Ren, H., Calbó, J., Zhao, J. and McKenzie, R. (2012). "Estimation of surface shortwave radiation components under all sky conditions: Modeling and sensitivity analysis". *Remote Sensing of Environment*, 123, 457-469.
- Clarke, C.K. (1986). "Advances in geographic information systems". *Computers, Environments and Urban Systems*, 10 (3), 175-184.
- Congalton, R. G. (1991). "A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data". *Remote sensing of environment*, 37(1), 35-46.
- Costanza, R. and Ruth, M. (1998). "Using dynamic modeling to scope environmental problems and build consensus". *Environmental management*, 22(2), 183-195.
- CTM (2018). Fiziksel özellikler. Erişim: 15 Nisan 2021, <https://balikesir.ktb.gov.tr/TR-65836/fiziki-ozellikler.html>.
- Çağlayan, A. ve Dağlı, D. (2015). Arazi Kullanımında Simülasyon Modelleri ve Entegre Kullanımları, *TÜCAÜM VIII. Coğrafya Sempozyumu*. 523-24 Ekim 2016, Ankara. 233-244.
- Damtea, W. G., Kım, D. and Im, S. (2020). "Spatiotemporal analysis of land cover changes in the chemoga basin, Ethiopia, using Landsat and google earth images". *Sustainability*, 12 (9), 3607.

- Defries, R., Foley, J. and Asner, G.P. (2004). "Land use choices: balancing human needs and ecosystem function". *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2 (5): 249-257.
- Di Gregorio, A. and Jansen, J. (2000). *Land Cover Classification System: LCCS: Classification Concepts and User Manual for Software Version 2*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Ellis, E. and Pontius, R.G. (2006). "Land-use and land-cover change, Encyclopedia of Earth". *Environment Protect*, 2, 142-153.
- Erdoğan, N. (2011). İzmir İli Örneğinde Peyzaj Değişim Senaryolarına Yönelik Modelleme Yaklaşımı: Clue-S. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Erdoğan, S. ve Aslan, R. (2021). "Sürdürülebilir kalkınma için eşitsizliklerin azaltılması: mekânsal adalet kavramı ışığında bir CBS uygulaması". *Humanities Sciences*, 16(1), 1-23.
- Eşbağ, H. (2013). "İğneada Koruma Alanında Kentsel Gelişimin İzlenmesi ve İleriye Dönük Modellenmesi". TÜBİTAK proje no:110Y015.
- Fadhıl, A. ve Kurban, T. (2022). "Hüresel otomata markov zincir yöntemi ile kentsel yayılmanın modellenmesi: Kerkük ili örneği". *Geomatik*, 7(1), 58-70.
- Farina, A. (2000). "The cultural landscape as a model for the integration of ecology and economics". *BioScience*, 50(4), 313-320.
- Foody, G. M. (2020). "Explaining the unsuitability of the kappa coefficient in the assessment and comparison of the accuracy of thematic maps obtained by image classification". *Remote Sensing of Environment*, 239 (1), 111630.
- Franklin, S.E. and Wulder, M.A. (2002). "Remote sensing methods in medium spatial resolution satellite data land cover classification of large areas". *Progress Physical Geography*, 26 (1), 173–205.
- Ge, Y., Bai, H., Wang, J. and Cao, F. (2012). "Assessing the quality of training data in the supervised classification of remotely sensed imagery: A correlation analysis". *Journal of Spatial Science*, 57(2), 135–152.

- Göksel, Ç. ve Karip, G. B. (2017). “İğneada koruma alanının arazi örtüsü/arazi kullanımının zamana bağlı değişiminin Markov zincirleri ile modellenmesi”. *Geomatik*, 2(2), 94-105.
- Gönenç, E. ve Wolflin, J. (2007). *Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir yönetim ve karar verme süreci. Marmara çevre master planı ve yatırım stratejileri MEMPIS projesi raporu*. Erişim: 10 Haziran 2020, <https://docplayer.biz.tr/9086129-Surdurulebilirlik-surdurulebilir-yonetim-ve-karar-verme-sureci-i-ethem-gonenc-1-ve-john-wolflin-2.html>.
- Gössling, S. (1999). “Ecotourism: A means to safeguard biodiversity and ecosystem function?”. *Ecological Economics*, 29(2), 303-320.
- Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T. and Hokao, K. (2011). “Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model”. *Ecological Modelling*, 222(20-22), 3761- 3772.
- Gulgun, B., Guney, M.A., Aktas, E. ve Yazıcı, K. (2014). “Role of the landscape architecture in interdisciplinary planning of sustainable cities”. *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 15 (4) ,1877-1880.
- Halmy, M. W. A., Gessler, P. E., Hicke, J. A. and Salem, B. B. (2015). “Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA”. *Applied Geography*, 63(2), 101-112.
- Hamida, A. B., Benoit, A., Lambert, P. and Amar, C. B. (2018). “3-D deep learning approach for remote sensing image classification”. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.09.012>.
- Hart, S. L. (1999). “The challenge of sustainability. better environmental decisions: strategies for governments”. *Businesses, and Communities*, 1, 77-81.
- Hersperger, A.M. and Bürgi, M. (2007). “Driver forces of landscape changes in the urbanizing Limmat Valley, Switzerland”. *In Modelling land-use change*. (pp. 45-60). Springer: Dordrecht.
- Hersperger, A. M., Bürgi, M., Wende, W., Bacău, S. and Grădinaru, S. R. (2020). “Does landscape play a role in strategic spatial planning of European urban regions”. *Landscape and Urban Planning*, 194 (1), 1-12.

- Hiew, J.J., Nor, A.N., Razaai, N.H., Malek, N.H., Aziz, A., Ibrahim, N.F. and Jamil, R.M. (2019). "Land use classification and land use Change analysis using satellite images in Lojing, Kelantan". *Sustainable Science*.7 (1), 53-60.
- Hiew, J.J., Nor, A.N., Razaai, N.H., Malek, N.H., Aziz, A., Ibrahim, N.F. and Jamil, R.M. (2019). "Land use classification and land use change analysis using satellite images in Lojing, Kelantan". *Sustainable Science*. 7(1), 53-60.
- Hua, A. K. (2017). "Application of Ca-Markov model and land use/land cover changes in Malacca River Watershed, Malaysia". *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(4), 605-622.
- Huang, Y., Yang, B., Wang, M., Liu, B. and Yang, X. (2020). "Analysis of the future land cover change in Beijing using CA–Markov chain model". *Environmental Earth Sciences*, 79(2), 1-12.
- Islam, R. and Weil, R. (2000). "Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 79(1), 9-16.
- Jain, M. (2009). *GIS and Remote Sensing Techniques: A Case Study Of A Developing Urban Center*. Himansu Publications: New Delhi.
- James, B.C. and Wynne, R. H. (2011). *Introduction to Remote Sensing* (5th ed.). The Guilford Press: New York.
- Kabadayi, A. (2020). İnsansız Hava Aracı ile Elde Edilen Veriler Yardımıyla Bina Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Kalnay, E. and Cai, M. (2003). "Impact of urbanization and land-use change on climate". *Nature*, 423(6939), 528-531.
- Karaayıt Maden Ocağı. (2021, 11 Nisan). Evrensel.
- Karaman, A. (2009). "Sürdürülebilir kentsel gelişme eşikleri bağlamında İstanbul üzerine notlar". *Tasarım+Kuram*, 5,1-13.
- Kaya, H. E. ve Susan, A. T. (2020). "Sürdürülebilir bir kentleşme yaklaşımı olarak, ekolojik planlama ve eko-kentler". *İdealkent*, 11(30), 909-937.

- Kayman, Ö. (2015). Spektral İndekslerin Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırmasına Etkisi: İstanbul, Beylikdüzü İlçesi Arazi Kullanımı Değişimi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Keleş, R. (1998). *Kent bilim Terimleri Sözlüğü* (2 Cilt). İmge Kitabevi Yayınları: Ankara.
- Kömür, T. (2020). Sürdürülebilir Destinasyon Yönetimi için Bir Model Önerisi: Ayvalık Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Kumar, S.K., Kumari, P.K. and Bhaskar, U. P. (2016). “Application of markov chain & cellular automata based model for prediction of urban transitions”, *International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT)*. 3-5 March 2016, India, 4007-4012.
- Kuter, N. ve Ünal, H. E. (2009). “Sürdürülebilirlik kapsamında ekoturizmin çevresel, ekonomik ve sosyo-kültürel etkileri”. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 9(2), 146-156.
- Lark, R.M. (1995). “Components of accuracy of maps with special reference to discriminant analysis on remote sensor data”. *International Journal Remote Sensing*, 16(8), 1461–1480.
- Lausch, A. and Herzog, F. (2002). “Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: Issues of scale, resolution and interpretability”. *Ecological Indicators*, 2(1-2), 3–15.
- Liang, B. And Weng, Q. (2010). “Assessing urban environmental quality change of Indianapolis, United States, by the remote sensing and GIS integration”. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 4(1), 43-55.
- Liu, L., Wang, X., Erc, J. and Liang, J. (2005) “Simulating crime events and crime patterns, geographic information systems and crime analysis”. *Geographic Information Systems and Crime Analysis*, 197-213.
- Magliocca, N.R., Rudel, T.K., Verburg, P.H., McConnell, W.J., Mertz, O., Gerstner, K., Heinemann, A. and Ellis, E.C. (2015). “Synthesis in land change science:

- methodological patterns, challenges, and guidelines”. *Regional Environment Change*, 15, 211-226.
- Mansour, S., Al-Belushi, M. and Al-Awadhi, T. (2020). “Monitoring land use and land cover changes in the mountainous cities of Oman using GIS and CA-Markov modelling techniques”. *Land Use Policy*, 91(1), 104414.
- McHugh, M.L. (2012). “Interrater reliability: The kappa statistic”. *Biochem Medica*, 22(3), 276–282.
- Mishra, V. N. and Rai, P. K. (2016). “A remote sensing aided multi-layer perceptron Markov chain analysis for land use and land cover change prediction in Patna district (Bihar), India”. *Arabian Journal of Geosciences* 9 (4), 1-18.
- Noszczyk, T. (2019). “A review of approaches to land use changes modeling”. *Human Ecological Risk Assessment*. 25(6), 1377-1405.
- Oğuz, Ö. (2019). *Paldır Kültür Kentleşmeler* (1 Cilt). Geleneksel Yayıncılık: Ankara
- Olgun, İ., Altın, D., Çılgın, K. ve Turgut, E. (2018). Ayvalık ve Lesbos Kırsal Yerleşme Morfolojilerinin Karşılaştırılması, *Türkiye Kentsel Morfoloji Araştırma Ağı II. Kentsel Morfoloji Sempozyumu (Değişen Kent, Mekân ve Biçim, 31 Ekim-2 Kasım 2018, İstanbul. 665-691.*
- Önder, D., Aydın, M., Berberoğlu, S., Önder, S. and Yano, T. (2009). “The use of aridity index to assess implications of climatic change for land cover in Turkey”. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 33, 305-314.
- Özelkan, E., Sağlık, A., Sümer, S. K., Bedir, M. ve Kelkit, A. (2018). “Kentleşmenin tarım alanları üzerine etkisinin uzaktan algılama ile incelenmesi. Çanakkale örneği”. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1), 123-135.
- Özker, S. (2020). “The change of traditional texture: Ayvalık houses. *IDA: International Design and Art Journal*, 2(2), 212-227.
- Parsa, V. A., Yavari, A. and Nejadi, A. (2016). “Spatio-temporal analysis of land use/land cover pattern changes in Arasbaran Biosphere Reserve: Iran”. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2 (4), 178.

- Peng, J., Li, L. and Tang, Y. Y. (2018). "Maximum likelihood estimation-based joint sparse representation for the classification of hyperspectral remote sensing images". *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 30(6), 1790-1802.
- Phadke, N.D. (2006). *Geographic Information Systems (GIS) in Library and Information Services*. Concept Publishing Company: New Delhi.
- Powers, R.P. and Jets, W. (2019). "Global habitat loss and extinction risk of terrestrial vertebrates under future land-use-change scenarios". *Nature Climate Change*, 9(4), 323-329.
- Raj, A. and Sharma, L. K. (2022). "Assessment of land-use dynamics of the Aravalli range (India) using integrated geospatial and cart approach". *Earth Science Informatics*, 1, 1-26.
- Rajendran S., Nasir S. and Al Jabri K. (2020). "Mapping and accuracy assessment of siltation of recharge dams using remote sensing technique". *Scientific Reports*, 10(1), 1-19.
- Rimal, B. (2011). "Urban growth and land use/land cover change of Pokhara Sub-metropolitan city, Nepal". *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 26(2), 2005-2011.
- Sabuncu, A. ve Özener, H. (2019). "Uzaktan algılama teknikleri ile yanmış alanların tespiti: İzmir Seferihisar orman yangını örneği". *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), 317-326.
- Saralioğlu, E. and Güngör, O. (2019). "Use Of crowdsourcing in evaluating post-classification accuracy". *European Journal of Remote Sensing*, 52(1), 137-147.
- Sarwar, A., Saifullah, S., Gulzar, M., Sohail, N., Qayyum, N. and Khurshid, T. (2019). "Land use land cover change analysis (2000-2018) of tehsil Katlang, district Mardan, Pakistan, using GIS and remote sensing". *Journal of Environmental & Agricultural Sciences*. 20(1), 21-27.
- Shade, C. and Kremer, P. (2019). "Predicting land use changes in Philadelphia following green infrastructure policies". *Land*, 8(2), 1-28.

- Shi, H. and Singh, A. (2002). “An assessment of biodiversity hotspots using remote sensing and GIS”. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 30, 105–112. <https://doi.org/10.1007/BF02989982>
- Singh, P., Kikon, N. and Verma, P. (2017). “Impact of land use change and urbanization on urban heat island in Lucknow City, Central India – a remote sensing based estimate”. *Sustainable Cities and Society*, 32, 100- 114.
- Stillwell, J. and Scholten, H. (2001). *Land Use Simulation For Europe*. Kluwer Academic Publishers: The Netherlands.
- Subedi, P., Subedi, K. and Thapa, B. (2013). “Application of a hybrid cellular automaton Markov (CA-Markov) model in land-use change prediction: a case study of Saddle Creek Drainage Basin, Florida”. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 1(6), 126-132.
- Tağıl, S., Görmüş, S. and Cengiz, S. (2018). “The relationship of urban expansion, landscape patterns and ecological processes in Denizli, Turkey”. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 46(8), 1285-1296.
- Tariq, A. and Shu, H. (2020). “CA-Markov chain analysis of seasonal land surface temperature and land use land cover change using optical multi-temporal satellite data of faisalabad, Pakistan”. *Remote Sensing*, 12(20), 3402.
- Taşkan, G. ve Atik, M. (2020). “Kentsel yayılmanın gölgesinde değişen kırsal-tarımsal peyzajlar için sürdürülebilir tarımsal kuşak planlanması önerisi: “Bursa Kenti” örneği”. *PAUD- Peyzaj Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 1-10.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2021). Ayvalık statip haritası: Ankara.
- Tekeli, İ. (1996). *Habitat II Konferansı Yazıları* (1 Cilt). T.C. Toplu Konut İdaresi Başkanlığı Yayınları: Ankara.
- Temuçin, E. (1993). “An analysis of olive-producing regions in Türkiye according to temperature variable”. *Aegean Geographical Journal*, 7, 117-131.
- Tobler, W. R. (1970). “A computer movie simulating urban growth in the Detroit region”. *Economic Geography*, 46, 234–240. <https://doi.org/10.2307/143141>.

- Topaloğlu, R., H. Sertel, E. and Musaoğlu, N. (2016). “Assessment of classification accuracies of Sentinel-2 and Landsat-8 data for land cover/use mapping”. *International Archives Photogrammetry Remote Sensing Spatial Information Sciences. - ISPRS Archives*, 41, 1055–1059.
- Turan, İ.A., Hepcan, Ç.C. ve Özkan, M. B. (2008). “İzmir ili Çeşme yerleşimi kıyılarında alan kullanımında gözlenen değişimlerin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma”. *Tekirdađ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 5 (2): 131-139.
- TÜİK (2021). Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi. Erişim:13 Ocak 2021, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>.
- Uzun, A. ve Somuncu, M. (2013). “Madra dağı ve çevresinin arazi örtüsü/ kullanımlarındaki zamansal değerişimlerin uzaktan algılama ile değerlendirilmesi”. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16 (30) , 1-21.
- Varol, T., Gormus, S., Cengiz, S., Ozel, H. B. and Cetin, M. (2019). “Determining potential planting areas in urban regions”. *Environmental Monitoring and Assessment*. 191(3), 1-14.
- Verburg, P.H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V. and Mastura, S.S.A. (2002). “Modeling the spatial dynamics of regional land use: the clue-s model”. *Environmental Management*, 30 (3): 391-405.
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. and Melillo, J. M. (1997). “Human domination of Earth's ecosystems”. *Science*, 277(5325), 494-499.
- Vogelmann, J. E., Howard, S. M., Yang, L., Larson, C. R., Wylie, B. K. and Van Driel, N. (2001). “Completion of the 1990s national land cover data set for the conterminous United States from landsat thematic mapper data and ancillary data sources”. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67(6), 650-662.
- Wang, S., Zheng, X. and Zang, X. (2012). “Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model”. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1238-1245.
- Wang, S.W., Gebru, B.M., Lamchin, M., Kayastha, R.B. and Lee, W.K. (2020). “Land use and land cover change detection and prediction in the Kathmandu district of Nepal using remote sensing and GIS”. *Sustainability*, 12 (9), 3925.

- White, R. W. (1989). "Structural evolution in urban system". *Systems Research*, 6, 245-253.
<http://dx.doi.org/10.1002/sres.3850060308>.
- Wu, H., Lin, A., Xing, X., Song, D. and Li, Y. (2021). "Identifying core driving factors of urban land use change from global land cover products and POI data using the random forest method". *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 103, 102475.
- Xu, T., Gao, J. and Coco, G. (2019). "Simulation of urban expansion via integrating artificial neural network with Markov chain–cellular automata". *International Journal of Geographical Information Science*, 33(10), 1960-1983.
- Yadav, V. and Ghosh, S. K. (2021). "Assessment and prediction of urban growth for a megacity using CA-Markov model". *Geocarto International*, 36(17), 1960-1992.
- Ye, B. and Bai, Z. (2007). "Simulating land use/cover changes of Nenjiang County based on CA-Markov model". In *International conference on computer and computing technologies in agriculture*, 1, 321-329.
- Yiğit, A. Y. ve Uysal, M. (2021). "Yüksek çözünürlüklü insansız hava aracı (İHA) görüntülerinden karayolların tespiti". *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(3), 1040-1054.
- Yıldırım, E. (2013). Manavgat Nehri Havzasındaki Peyzaj Değişiminin Peyzajların Korunması, Planlanması ve Yönetimine Yönelik Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Yıldız, Z. ve Sarıtaş, T. (2021). "Türkiye'de bölgesel kalkınma ve turizm ilişkisi üzerine bir değerlendirme". *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 10(2), 2147-1185.
- Yomralıoğlu, T. (2000). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar* (2 Cilt). Akademi Kitabevi: İzmir.
- Zhang, X., Han, L., Han, L. and Zhu, L. (2020). "How well do deep learning-based methods for land cover classification and object detection perform on high resolution remote sensing imagery". *Remote Sensing*, 12(3), 1-2