



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ATIKHİSAR BARAJ
GÖLÜ'NÜN YÜZEY ALANI VE KIYI ÇİZGİSİNDEKİ
DEĞİŞİMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN UZAKTAN
ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ
KULLANILARAK BALIKÇILIK YÖNETİMİ
AÇISINDAN İZLENMESİ

Semih KALE

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ATIKHİSAR BARAJ GÖLÜ'NÜN
YÜZEY ALANI VE KIYI ÇİZGİSİNDEKİ DEĞİŞİMLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA VE
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ KULLANILARAK
BALIKÇILIK YÖNETİMİ AÇISINDAN İZLENMESİ

Semih KALE

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 11/06/2019

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Deniz ACARLI

ÇANAKKALE

Semih KALE tarafından Doç. Dr. Deniz ACARLI yönetiminde hazırlanan ve 11/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “İklim Değişikliğinin Atıkhisar Baraj Gölü’nün Yüzey Alanı ve Kıyı Çizgisindeki Değişimleri Üzerine Etkilerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Balıkçılık Yönetimi Açısından İzlenmesi” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. Deniz ACARLI

.....

Başkan

Prof. Dr. Uğur ÖZEKİNCİ

.....

Üye

Doç. Dr. Mehmet Ali YÜCEL

.....

Üye

Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ

.....

Üye

Doç. Dr. Aydın DEMİRCİ

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Semih KALE

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesi için benden desteğini esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Deniz ACARLI'ya, çalışma boyunca önemli katkılar yapan değerli jüri üyesi hocalarıma, iklimsel verilerin temin edilmesi hususundaki yardımlarından dolayı Çanakkale İl Meteoroloji Müdürlüğü'ne, Meteoroloji Yüksek Mühendisi Mustafa YILDIZ'a, Meteoroloji Mühendisi Fatih Mutlu'ya, hidrolojik verilerin temin edilmesi konusundaki gayretlerinden ötürü Devlet Su İşleri İpsala 114. Şube Müdürlüğü, Çanakkale 252. Şube Müdürlüğü ve her iki şubenin personellerine teşekkür ederim. Tez çalışmalarımın öncesinde ve çalışma sırasındaki süreçte karşılaştığım tüm olumsuzluklara karşı mücadele ederken zorlukları benimle göğüsleyen sevgili eşim Nurdan KALE'ye, annem Mümine KALE'ye, babam Şükrü KALE'ye, ağabeyim Mehmet KALE'ye, tüm o zor süreçlerdeki tek umut ışığımız, tek mutluluk kaynağımız olan ve tezimin tamamlanması için yoğun olarak çalıştığım dönemlerde zamanından çaldığım biricik oğlum Ömer KALE'ye kısacası hayatımın her evresinde bana destek olan yardımlarını ve sevgilerini esirgemeyen değerli aileme teşekkürü bir borç bilirim ve sonsuz şükranlarımı sunarım.

Semih KALE

Çanakkale, Haziran 2019

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	Santigrat Derece
µm	Mikrometre
%	Yüzde Oran
>	Büyüktür
<	Küçüktür
CH ₄	Metan
CO ₂	Karbondioksit
E	Doğu (East)
H ₂ O	Su
HFCs	Hidroflorokarbonlar
km	Kilometre
m ³	Metreküp
mm	Milimetre
N	Kuzey (North)
N ₂ O	Diazot Monoksit
p	İstatistiksel Önem Düzeyi
PFCs	Perflorokarbonlar
ppb	Milyarda Bir Birim
ppm	Binde Bir Birim
R ²	Belirleme Katsayısı (Coefficient of determination)
SF ₆	Sülfür Hekzaflorür
S	Güney (South)
W	Batı (West)
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACF	Otokorelasyon Fonksiyonu (Autocorrelation Function)
AOGCMs	Atmosfer–Okyanus Genel Sirkülasyon Modelleri (Atmosphere–Ocean General Circulation Models)
AR	Otoregresif (Autoregressive)
ARIMA	Bütünleşik Otoregresif–Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average)

ARMA	Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Average)
BIC	Bayesian Bilgi Kriteri (Bayesian Information Criterion)
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CC	Korelasyon Katsayısı (Correlation Coefficient)
CERES	İklim Değişikliği ve Avrupa Sucul Kaynakları (Climate Change And European Aquatic Resources)
CMIP5	Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi'nin 5.fazı (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5)
CV	Varyasyon Katsayısı (Coefficient of Variation)
da	Dekar
DSİ	Devlet Su İşleri
EMIC	Orta Karmaşıklıkta Yer Sistem Modelleri (Earth System Models of Intermediate Complexity)
ESMs	Yer Sistem Modelleri (Earth System Models)
ETM+	Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı Artı (Enhanced Thematic Mapper Plus)
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
GCM	Küresel İklim Modeli (Global Climate Model)
GCMs	Küresel Dolaşım Modelleri (Global Circulation Models)
GFDL	Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory)
GIS	Geographic Information System
ha	Hektar
HadGEM	Hadley Merkez Küresel Çevre Modeli (Hadley Centre Global Environment Model)
IDW	Ters Mesafe Ağırlıklı (Inverse Distance Weighted)
InSAR	İnterferometrik Yapay Açıklıklı Radar
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
ISODATA	Yinelemeli Kendini Düzenleyen Veri Analizi Tekniği (Iterative Self-Organizing Data Analysis Techniques)
MAD	Ortalama Mutlak Sapma (Mean Absolute Deviation)

MAPE	Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (Mean Absolute Percentage Error)
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MK	Mann–Kendall Testi
MPI–ESM	Max Plank Meteoroloji Enstitüsü Yer Sistem Modeli (Max Planck Meteorology Institute Earth System Model)
MSD	Ortalama Kare Sapma (Mean Squared Deviation)
MSS	Çok Bantlı Tarama, Multispektral Tarama (Multispectral Scanner)
n	Adet (Number)
NASA	ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)
NOAA	ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (National Oceanic and Atmospheric Administration)
NIR	Yakın Kızılötesi (Near Infrared)
OLI	Operasyonel Arazi Görüntüleyici (Operational Land Imager)
PACF	Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (Partial Autocorrelation Function)
RCMs	Bölgesel İklim Modelleri (Regional Climate Models)
RCP	Temsili Konsantrasyon Yolu (Representative Concentration Pathways)
SAR	Yapay Açıklıklı Radar
SR	Spearman Sıra Korelasyon Katsayısı Testi (Spearman’s Rho)
SRES	Emisyon Senaryoları Özel Raporu (Special Report on Emissions Scenarios)
SWIR	Kısa Dalga Kızılötesi (Short Wave Infrared)
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)
TM	Tematik Haritalayıcı (Thematic Mapper)
TIR	Termal Kızılötesi (Thermal Infrared)
TIRS	Termal Kızılötesi Sensör (Thermal Infrared Sensor)
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UA	Uzaktan Algılama
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme)

USGS	ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu (United States Geological Survey)
UTM	Evrensel Transversal Merkatör (Universal Transverse Mercator)
vb.	Ve Benzeri
WCRP	Dünya İklim Araştırma Programı (World Climate Research Programme)
WGS84	Dünya Jeodezik Sistemi 1984 (World Geodetic System 1984)
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization)



ÖZET

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ATIKHISAR BARAJ GÖLÜ'NÜN YÜZEY ALANI VE KİYİ ÇİZGİSİNDEKİ DEĞİŞİMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ KULLANILARAK BALIKÇILIK YÖNETİMİ AÇISINDAN İZLENMESİ

Semih KALE

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Deniz ACARLI

11/06/2019, 316

Bu çalışmanın amacı Atikhisar Baraj Gölü'nde gerçekleşen kıyı çizgisi (KÇ) ve yüzey alanı (YA) değişimlerinin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi kullanılarak belirlenmesi ve izlenmesidir. İklim değişikliğinin KÇ ve YA üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi ve balıkçılık yönetimi açısından değerlendirilmesi de hedeflenmiştir. Bu kapsamda, 1975–2017 yılları arasındaki uydu görüntülerinden KÇ ve YA manuel olarak sayısallaştırılmıştır. Sonuç olarak, izleme dönemi boyunca KÇ uzunluğu 12,187km ile 31,7km arasında, YA ise 1,72km² ile 3,84km² arasında değişkenlik göstermiştir. Başlangıçtaki değerler ile karşılaştırıldığında KÇ uzunluğundaki en fazla azalma ve artış %35,3 ile %55,6 iken YA'da %38,1 ile %38,1 olarak hesaplanmıştır. KÇ ve YA arasında önemli bir ilişki ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir. KÇ ve YA'da gözlenen önemli değişimlerin iklimsel değişkenlikler ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sıcaklık ve buharlaşmanın artış eğiliminde ($p<0,01$) yağışın azalış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık–KÇ ($p<0,05$) sıcaklık–YA ($p<0,05$), sıcaklık–buharlaşma ($p<0,01$), yağış–buharlaşma ($p<0,05$) arasında önemli bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Su kaynaklarındaki değişimler balıkçılık faaliyetleri ve ekosistemdeki canlı yaşamı üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Su miktarının azalması, YA'nın küçülmesi ve KÇ değişimleri nedeniyle özellikle kıyısız alanlarda yaşayan canlıların yaşam alanları yok olmakta; beslenme, üreme ve büyüme alanları zarar görmektedir. Bu nedenle, su kaynakları üzerinde etkisi olan tüm faktörler dikkate alınarak gerekli önlemler alınmalı, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve yönetimi sağlanmalı, amaca uygun su paylaşım

politikaları ve balıkçılığa uygun sahalar belirlenmelidir. Bu çalışma, Atikhisar Baraj Gölü'ndeki KÇ ve YA değişimlerinin izlenmesi üzerine ilk çalışma olup en uzun süreli değerlendirme sunması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, bu konu üzerine ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: İklim Değişikliği, Atikhisar, Kıyı Çizgisi, Yüzey Alanı, CBS, Balıkçılık Yönetimi.



ABSTRACT

MONITORING OF CLIMATE CHANGE EFFECTS ON SURFACE AREA AND SHORELINE CHANGES IN ATIKHISAR RESERVOIR BY USING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM IN TERMS OF FISHERIES MANAGEMENT

Semih KALE

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Doctoral Dissertation in Fishing and Fish Processing Technology

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Deniz ACARLI

11/06/2019, 316

The aim of this study is to monitor changes in shoreline and surface area of Atikhisar Reservoir by using remote sensing and geographic information system. Investigation and assessment of possible effects of the climate change on shoreline and surface area in terms of the fisheries management are also aimed. In this context, shoreline and surface area were manually digitized from satellite imageries for the period of 1975–2017. As a result, length of the shoreline was ranged between 12.187km and 31.7km while surface area was ranged between 1.72km² and 3.84km² during the monitoring period. When compared with the initial values, maximum decrease and maximum increase were calculated as 35.3% and 55.6% for the shoreline while they were computed 38.1% and 38.1% for total surface area, respectively. A statistically significant relationship was found between the shoreline and surface area ($p<0.01$). The significant changes observed in the shoreline and surface area were found to be related to climatic variations. Temperature and evaporation tended to increase ($p<0.01$) while rainfall tended to decrease. There were also statistically significant relationships between temperature–shoreline ($p<0.05$), temperature–surface area ($p<0.05$), temperature–evaporation ($p<0.01$), precipitation–evaporation ($p<0.05$). These fluctuations in water resources have negative effects on fishing activities and life in the aquatic ecosystem. The habitats of living organisms are disappeared; nutrition, reproduction, and growth areas are damaged especially in the coastal areas due to the decrease in the amount of water, the shrinkage of the surface area and the changes in the shoreline. Therefore, compulsory precautions should be taken by

taking into account all factors that have an impact on water resources, sustainable use and management of water resources should be ensured, appropriate water sharing policies and suitable areas for fishing should be determined. This is the first study on the monitoring of changes in shoreline and surface area of Atikhisar Reservoir, and it is of great importance since it provides the most temporally rich assessment which covering the period from the establishment of the reservoir to the present. In this context, it is thought to shed light on future researches.

Keywords: Climate Change, Atikhisar, Shoreline, Surface Area, GIS, Fisheries Management.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	ix
ABSTRACT.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Kıyı Çizgisi	1
1.2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Teknolojileri.....	4
1.2.1. Uzaktan Algılama	5
1.2.1.1. Elektromanyetik Spektrum (Tayf)	6
1.2.1.1.1. Suyun Spektral Özellikleri.....	7
1.2.1.2. Landsat Uydusu	8
1.2.1.3. Çözünürlük.....	9
1.2.1.3.1. Spektral Çözünürlük	9
1.2.1.3.2. Radyometrik Çözünürlük.....	9
1.2.1.3.3. Zamansal Çözünürlük	10
1.2.1.3.4. Mekansal Çözünürlük	10
1.2.1.4. Dijital Görüntü İşleme	11
1.2.1.4.1. Ön İşleme	12
1.2.1.4.2. Görüntü Zenginleştirme	13
1.2.1.4.3. Sınıflandırma	14
1.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS).....	15
1.3. İklim Değişikliği	20
1.3.1. Küresel İklim Modelleri ve Projeksiyonları	23
1.3.2. İklim Değişikliği Senaryoları	26
1.3.3. Küresel İklimdeki Değişiklikler	29
1.3.4. Türkiye İklimindeki Değişiklikler	31
1.4. Balıkçılık Yönetimi.....	34
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	37

2.1. Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanı Değişimlerinin UA ve CBS ile İzlenmesi.....	37
2.1.1. Küresel Ölçekte Gerçekleştirilen Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanı Değişimi İzleme Çalışmaları.....	37
2.1.2. Türkiye’de Gerçekleştirilen Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanı Değişimi İzleme Çalışmaları.....	43
2.1.2.1. Türkiye’deki Göllerde Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanı Değişimi İzleme Çalışmaları.....	47
2.2. İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Potansiyel Etkileri.....	53
2.3. İklim Değişikliğinin Balıkçılık Üzerine Etkileri.....	56
2.4. Balıkçılık Araştırmalarında UA ve CBS Kullanımı.....	62
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	65
3.1. Çalışma Alanı.....	65
3.2. Materyal	69
3.2.1. Uydu Görüntüleri.....	69
3.2.2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımları.....	74
3.2.3. İklimsel Veriler.....	74
3.3. Yöntem.....	76
3.3.1. UA ve CBS Analizleri	76
3.3.2. Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanının Belirlenmesi	78
3.3.3. İklimsel Değişiklikler	79
3.3.3.1. Değişim Noktası Analizi.....	80
3.3.3.2. Trend Analizi	81
3.3.3.2.1. Box–Jenkins Metodu	81
3.3.3.3. Mann–Kendall Testi	83
3.3.3.4. Spearman Sıra Korelasyon Katsayısı (Spearman’s Rho) Testi	85
3.3.3.5. Zaman Serisi Analizi, Gelecek Tahminleme ve Doğruluk Kontrolü.....	85
3.3.3.5.1. Ortalama Mutlak Sapma (MAD)	86
3.3.3.5.2. Ortalama Kare Sapma (MSD).....	86
3.3.3.5.3. Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE).....	86
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	88
4.1. Araştırma Bulguları.....	88
4.1.1. Kıyı Çizgisi Değişimlerinin İzlenmesi	89
4.1.2. Yüzey Alanı Değişimlerinin İzlenmesi	130
4.1.3. İklimsel Değişiklikler	171

4.1.3.1. Sıcaklık	173
4.1.3.2. Yağış	184
4.1.3.3. Buharlaşma	193
4.1.3.4. İklimsel Parametreler İçin Geleceğe Yönelik Yapılan Tahminler.....	207
4.1.4. İklimsel Verilerin Alansal Dağılımı	214
4.1.5. Göl Seviyesi ve Göl Hacminin Zamansal Değişimi.....	219
4.1.6. Balıkçılık Faaliyetleri ve Yönetimi	226
4.2. Tartışma.....	230
4.2.1. Kıyı Çizgisi Değişimlerinin Değerlendirilmesi.....	230
4.2.2. Yüzey Alanı Değişimlerinin Değerlendirilmesi	236
4.2.3. İklimsel Değişikliklerin Değerlendirilmesi	241
4.2.4. İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerindeki Potansiyel Etkilerinin Değerlendirilmesi	244
4.2.5. Balıkçılık Yönetimi Açısından İklim Değişikliğinin Potansiyel Etkilerinin Değerlendirilmesi	250
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	266
KAYNAKLAR	270
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Kıyı Kanunu'nda tanımlanan kavramların vektörel çizim ile gösterimi	2
Şekil 1.2. Elektromanyetik spektrum (Anonim, 2017'den düzenlenmiştir)	6
Şekil 1.3. Coğrafi bilgi sisteminin temel bileşenleri	17
Şekil 1.4. Yıllık toplam yağış anomalileri projeksiyonları (IPCC, 2013'ten düzenlenmiştir) (Haritaların sağ üst kısmında bulunan rakamlar o senaryo için çalıştırılan küresel iklim modeli sayısını ifade etmektedir.)	25
Şekil 1.5. Yıllık ortalama sıcaklık anomalileri projeksiyonları (IPCC, 2013'ten düzenlenmiştir) (Haritaların sağ üst kısmında bulunan rakamlar o senaryo için çalıştırılan küresel iklim modeli sayısını ifade etmektedir.)	26
Şekil 1.6. Dünya yüzeyinde 1901–2012 yılları arasında gözlenmiş sıcaklık değişimleri haritası (IPCC, 2014'den düzenlenmiştir)	30
Şekil 1.7. Bir yönetim planını geliştirmek ve yürürlüğe koymak için gerekli olan süreç (Cochrane ve Garcia, 2009'dan düzenlenmiştir)	35
Şekil 2.1. Dinamik Biyoiklim Zarf Modeli (Dynamic Bioclimate Envelope Model) için 2050 yılı RCP8.5 projeksiyonları altında maksimum av potansiyelindeki (%) öngörülen değişiklikler (Barange ve ark., 2018'dan düzenlenmiştir)	61
Şekil 3.1. Atıkhisar Baraj Gölü'nün konumu	65
Şekil 3.2. Atıkhisar Baraj Gölü (Orijinal)	66
Şekil 3.3. Çanakkale ilinin eğim haritası	67
Şekil 3.4. Çanakkale ilinin bakı haritası	67
Şekil 3.5. Çanakkale ilinin kabartma haritası	68
Şekil 3.6. Çanakkale ilinin yükselti haritası	68
Şekil 3.7. Çanakkale ili drenaj ağı	69
Şekil 3.8. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Çanakkale'de ölçüm yapan meteoroloji gözlem istasyonlarının konumları	75
Şekil 3.9. Çalışmada değerlendirilen iklimsel verilerin ölçüldüğü meteoroloji gözlem istasyonları	76
Şekil 4.1. 1975 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	89
Şekil 4.2. 1977 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	90
Şekil 4.3. 1980 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	91
Şekil 4.4. 1984 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	92
Şekil 4.5. 1985 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	93
Şekil 4.6. 1986 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	94
Şekil 4.7. 1987 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	95
Şekil 4.8. 1988 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	96
Şekil 4.9. 1989 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	97
Şekil 4.10. 1990 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	98
Şekil 4.11. 1991 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	99
Şekil 4.12. 1992 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	100
Şekil 4.13. 1993 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	101
Şekil 4.14. 1995 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	102
Şekil 4.15. 1996 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	103
Şekil 4.16. 1997 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	104
Şekil 4.17. 1998 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	105
Şekil 4.18. 1999 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	106
Şekil 4.19. 2000 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	107
Şekil 4.20. 2001 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	108
Şekil 4.21. 2002 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	109

Şekil 4.22. 2003 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	110
Şekil 4.23. 2004 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	111
Şekil 4.24. 2005 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	112
Şekil 4.25. 2006 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	113
Şekil 4.26. 2007 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	114
Şekil 4.27. 2008 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	115
Şekil 4.28. 2009 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	116
Şekil 4.29. 2010 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	117
Şekil 4.30. 2011 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	118
Şekil 4.31. 2012 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	119
Şekil 4.32. 2013 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	120
Şekil 4.33. 2014 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	121
Şekil 4.34. 2015 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	122
Şekil 4.35. 2016 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	123
Şekil 4.36. 2017 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi	124
Şekil 4.37. Atikhisar Baraj Gölü'nün 1975–2017 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimleri	126
Şekil 4.38. Atikhisar Baraj Gölü kıyı çizgisinin 1975–2017 yılları arasındaki zamansal değişimi	129
Şekil 4.39. Atikhisar Baraj Gölü kıyı çizgisinin 1975–2017 yılları arasındaki değişim oranı	129
Şekil 4.40. 1975 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	130
Şekil 4.41. 1977 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	131
Şekil 4.42. 1980 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	132
Şekil 4.43. 1984 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	133
Şekil 4.44. 1985 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	134
Şekil 4.45. 1986 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	135
Şekil 4.46. 1987 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	136
Şekil 4.47. 1988 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	137
Şekil 4.48. 1989 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	138
Şekil 4.49. 1990 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	139
Şekil 4.50. 1991 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	140
Şekil 4.51. 1992 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	141
Şekil 4.52. 1993 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	142
Şekil 4.53. 1995 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	143
Şekil 4.54. 1996 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	144
Şekil 4.55. 1997 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	145
Şekil 4.56. 1998 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	146
Şekil 4.57. 1999 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	147
Şekil 4.58. 2000 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	148
Şekil 4.59. 2001 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	149
Şekil 4.60. 2002 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	150
Şekil 4.61. 2003 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	151
Şekil 4.62. 2004 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	152
Şekil 4.63. 2005 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	153
Şekil 4.64. 2006 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	154
Şekil 4.65. 2007 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	155
Şekil 4.66. 2008 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	156
Şekil 4.67. 2009 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	157
Şekil 4.68. 2010 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	158

Şekil 4.69. 2011 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	159
Şekil 4.70. 2012 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	160
Şekil 4.71. 2013 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	161
Şekil 4.72. 2014 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	162
Şekil 4.73. 2015 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	163
Şekil 4.74. 2016 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	164
Şekil 4.75. 2017 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı	165
Şekil 4.76. Atikhisar Baraj Gölü'nün 1975–2017 yılları arasındaki yüzey alanı değişimleri	167
Şekil 4.77. Atikhisar Baraj Gölü yüzey alanının 1975–2017 yılları arasındaki zamansal değişimi	170
Şekil 4.78. Atikhisar Baraj Gölü yüzey alanının 1975–2017 yılları arasındaki değişim oranı	170
Şekil 4.80. Yıllık ortalama sıcaklık için oluşturulan zaman serisi	172
Şekil 4.81. Yıllık toplam yağış için oluşturulan zaman serisi	172
Şekil 4.82. Yıllık toplam buharlaşma için oluşturulan zaman serisi	173
Şekil 4.83. Yıllık ortalama sıcaklık için trend analizi sonucu	174
Şekil 4.84. Yıllık ortalama sıcaklık için atık grafikleri	175
Şekil 4.85. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu	176
Şekil 4.86. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin atık grafikleri	176
Şekil 4.87. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu	177
Şekil 4.88. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin atık grafikleri	177
Şekil 4.89. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu	178
Şekil 4.90. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin atık grafikleri	178
Şekil 4.91. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu	179
Şekil 4.92. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin atık grafikleri	180
Şekil 4.93. Aylık ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu	181
Şekil 4.94. Yıllık toplam yağış için trend analizi sonucu	184
Şekil 4.95. Yıllık toplam yağış miktarının atık grafikleri	185
Şekil 4.96. İlkbahar için mevsimsel toplam yağış miktarının trend analizi sonucu	186
Şekil 4.97. İlkbahar için mevsimsel toplam yağış miktarının atık grafikleri	186
Şekil 4.98. Yaz için mevsimsel toplam yağış miktarının trend analizi sonucu	187
Şekil 4.99. Yaz için mevsimsel toplam yağış miktarının atık grafikleri	187
Şekil 4.100. Sonbahar için mevsimsel toplam yağış miktarının trend analizi sonucu	188
Şekil 4.101. Sonbahar için mevsimsel toplam yağış miktarının atık grafikleri	188
Şekil 4.102. Kış için mevsimsel toplam yağış miktarının trend analizi sonucu	189
Şekil 4.103. Kış için mevsimsel toplam yağış miktarının atık grafikleri	189
Şekil 4.104. Aylık toplam yağış miktarlarının trend analizi sonucu	191
Şekil 4.105. Yıllık toplam buharlaşma için trend analizi sonucu	194
Şekil 4.106. Yıllık toplam yağış miktarının atık grafikleri	194
Şekil 4.107. İlkbahar için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının trend analizi sonucu	195
Şekil 4.108. İlkbahar için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının atık grafikleri	196
Şekil 4.109. Yaz için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının trend analizi sonucu	196
Şekil 4.110. Yaz için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının atık grafikleri	197
Şekil 4.111. Sonbahar için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının trend analizi sonucu	197
Şekil 4.112. Sonbahar için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının atık grafikleri	198
Şekil 4.113. Aylık toplam buharlaşma miktarlarının trend analizi sonucu	200
Şekil 4.114. İklimsel parametrelerin aylık ortalama değişimleri	207

Şekil 4.115. ARIMA (1, 1, 1) modelinde sıcaklık için atıkların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon analizi sonuçları.....	208
Şekil 4.116. ARIMA (1, 1, 1) modelinin sıcaklık için atık grafikleri.....	209
Şekil 4.117. ARIMA (1, 1, 1) modeli ile tahmin edilen sıcaklık değerleri ve %95 güven aralığı sınırları.....	209
Şekil 4.118. ARIMA (0, 1, 1) modelinde yağış için atıkların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon analizi sonuçları.....	210
Şekil 4.119. ARIMA (0, 1, 1) modelinin yağış için atık grafikleri.....	211
Şekil 4.120. ARIMA (0, 1, 1) modeli ile tahmin edilen yağış değerleri ve %95 güven aralığı sınırları.....	211
Şekil 4.121. ARIMA (1, 1, 1) modelinde buharlaşma için atıkların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon analizi sonuçları.....	212
Şekil 4.122. ARIMA (1, 1, 1) modelinin buharlaşma için atık grafikleri.....	213
Şekil 4.123. ARIMA (1, 1, 1) modeli ile tahmin edilen buharlaşma değerleri ve %95 güven aralığı sınırları.....	213
Şekil 4.124. Sıcaklığın alansal dağılımının Kriging enterpolasyon tekniği ve sınıflandırılmış semboloji kullanılarak gösterimi.....	215
Şekil 4.125. Sıcaklığın alansal dağılımının Kriging enterpolasyon tekniği ve esnetilmiş semboloji kullanılarak gösterimi.....	215
Şekil 4.126. Sıcaklığın alansal dağılımının IDW enterpolasyon tekniği ve sınıflandırılmış semboloji kullanılarak gösterimi.....	216
Şekil 4.127. Sıcaklığın alansal dağılımının IDW enterpolasyon tekniği ve esnetilmiş semboloji kullanılarak gösterimi.....	216
Şekil 4.128. Yağışın alansal dağılımının Kriging enterpolasyon tekniği ve sınıflandırılmış semboloji kullanılarak gösterimi.....	217
Şekil 4.129. Yağışın lığın alansal dağılımının Kriging enterpolasyon tekniği ve esnetilmiş semboloji kullanılarak gösterimi.....	217
Şekil 4.130. Yağışın alansal dağılımının IDW enterpolasyon tekniği ve sınıflandırılmış semboloji kullanılarak gösterimi.....	218
Şekil 4.131. Yağışın alansal dağılımının IDW enterpolasyon tekniği ve esnetilmiş semboloji kullanılarak gösterimi.....	218
Şekil 4.132. Atıkhisar Baraj Gölü'nün yıllık ortalama göl seviyesi ve hacminin zamansal değişimi.....	220
Şekil 4.133. Atıkhisar Baraj Gölü'nün aylık ortalama göl seviyesi ve hacmi.....	220
Şekil 4.134. Atıkhisar Baraj Gölü'nün aylık ortalama göl seviyesi ve hacminin yıllara göre zamansal değişimi.....	221
Şekil 4.135. Çanakkale ilinin Merkez ilçesindeki toplam nüfusun, şehir merkezindeki nüfusun ve köy nüfusunun zamansal değişimi.....	222
Şekil 4.136. Çanakkale ilinin toplam nüfusunun, şehir merkezindeki nüfusun ve köy nüfusunun zamansal değişimi.....	223
Şekil 4.137. Çanakkale ilinin Merkez ilçesindeki toplam tarım alanı miktarının zamansal değişimi.....	223
Şekil 4.138. Çanakkale ilindeki su kaynaklarından içme ve kullanma suyu şebekesi ile çekilen su miktarı ve hizmet verilen nüfus miktarının zamansal değişimi.....	224
Şekil 4.139. Çanakkale ilindeki su kaynaklarından çekilen kişi başı su miktarının zamansal değişimi.....	225
Şekil 4.140. Çanakkale ilindeki su kaynaklarından dağıtılan toplam su miktarının zamansal değişimi.....	225
Şekil 4.141. Çanakkale ilindeki su kaynaklarından avlanan toplam içsu ürünleri miktarının zamansal değişimi.....	227

Şekil 4.142. Atikhisar Baraj Gölü'nde suların çekilmesi ile ortaya çıkan zebra midyesi türleri (Anonim, 2016b'den düzenlenmiştir)229



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Uzaktan algılama çalışmalarında kullanılan elektromanyetik spektrum bölgeleri	7
Çizelge 1.2. Küresel iklim modellerinde kullanılan girdi parametrelerinin gelişimi (IPCC, 2001'den düzenlenmiştir)	24
Çizelge 3.1. Landsat uydularındaki sensörlerin dalga boyları ve bantlarının karşılaştırması (USGS, 2016'den düzenlenmiştir).....	72
Çizelge 3.2. Landsat uydularının bantlarının en iyi kullanıldığı kullanım amaçları (USGS, 2016'den düzenlenmiştir)	73
Çizelge 4.1. Tespit edilen kıyı çizgisi uzunlukları, her bir yılın başlangıca göre kıyı çizgisinde gerçekleşen toplam değişim oranları ve her bir yılın kıyı çizgisinde bir önceki yıla göre gerçekleşen değişim oranları	127
Çizelge 4.2. Tespit edilen yüzey alanı miktarları, her bir yılın başlangıca göre yüzey alanında gerçekleşen toplam değişim oranları ve her bir yılın su ile kaplı yüzey alanında bir önceki yıla göre gerçekleşen değişim oranları.....	168
Çizelge 4.3. İklimsel veri setinin yıllık ortalamalarına ait tanımlayıcı istatistik değerleri	171
Çizelge 4.4. İklimsel parametrelerin yıllık ortalamaları ile kıyı çizgisi ve yüzey alanı için gerçekleştirilen Pettitt değişim noktası analizi sonuçlarına göre tespit edilen değişim yılları ve önem düzeyleri.....	173
Çizelge 4.5. Ortalama sıcaklık değerlerinin mevsimlere göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri	175
Çizelge 4.6. Ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri.....	180
Çizelge 4.7. Yıllık, mevsimlik, aylık ortalama sıcaklığın en yüksek ve en düşük değerleri (1960–2017).....	182
Çizelge 4.8. Sıcaklık için belirlenen trendlerin önem düzeyleri açısından farklı parametrik olmayan istatistik testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması ve trend durumları	183
Çizelge 4.9. Toplam yağış miktarının mevsimlere göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri.....	185
Çizelge 4.10. Toplam yağış miktarının aylara göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri.....	190
Çizelge 4.11. Yıllık, mevsimlik, aylık toplam yağış miktarının en yüksek ve en düşük değerleri (1960–2017).....	192
Çizelge 4.12. Yağış miktarı için belirlenen trendlerin önem düzeyleri açısından farklı parametrik olmayan istatistik testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması ve trend durumları.....	193
Çizelge 4.13. Toplam buharlaşma miktarının mevsimlere göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri	195
Çizelge 4.14. Toplam buharlaşma miktarının aylara göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri	199
Çizelge 4.15. Toplam buharlaşma miktarının yıllık, mevsimlik, aylık ortalamalarının en yüksek ve en düşük değerleri (1971–2017)	201
Çizelge 4.16. Buharlaşma miktarı için belirlenen trendlerin önem düzeyleri açısından farklı parametrik olmayan istatistik testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması ve trend durumları.....	203
Çizelge 4.17. İklimsel parametreler, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı değerlerinin birbirleri ile olan ilişkileri ve önem düzeyleri açısından Mann–Kendall (MK) ve	

Spearman's rho (SR) testlerinin karşılaştırmalı test istatistikleri	205
Çizelge 4.18. Haziran ayına ait iklimsel veriler, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı değerlerinin birbirleri ile olan ilişkileri ve önem düzeyleri açısından Mann–Kendall (MK) ve Spearman's rho (SR) testlerinin karşılaştırmalı test istatistikleri.....	206
Çizelge 4.19. Sıcaklık için geliştirilen farklı ARIMA modellerinin parametreleri ve istatistik değerleri.....	208
Çizelge 4.20. Yağış için geliştirilen farklı ARIMA modellerinin parametreleri ve istatistik değerleri	210
Çizelge 4.21. Buharlaşma için geliştirilen farklı ARIMA modellerinin parametreleri ve istatistik değerleri.....	212



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Kıyusal alanlar geçmişten günümüze ticaret, ulaşım, balıkçılık, tarımsal üretim, biyoçeşitlilik gibi alanlarda topluma avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenlerden dolayı tarih boyunca bu kıyusal alanlar birçok uygarlığa ev sahipliği yapmış ve farklı kültürler iletişim ve etkileşim içerisinde olmuştur. Kıyusal alanlar şehirlerin gelişimi ve nüfusun artmasından dolayı odak noktası haline gelmiştir. Günümüzde dünyadaki nüfusun %40 kadarı kıyusal alanlarda yaşamaktadır (Ceylan, 2012). Kıyı alanlarında yaşayacak insan sayısının 2025 yılında 2,65 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Barbee, 2013).

Türkiye kıyılarının toplam uzunluğu 8333 km olup Akdeniz kıyıları 1707 km, Karadeniz kıyıları 1701 km, Marmara Denizi kıyıları (Çanakkale ve İstanbul Boğazları dahil) 1441 km ve Ege Denizi kıyıları 3484 km uzunluğa sahip durumdadır (Doğan ve ark., 2005). Bu uzunluklara tüm adaların kıyı uzunlukları da dahildir. Ayrıca, tüm adalar da toplam 500 km civarı kıyı uzunluğunu kapsamaktadır. Diğer bir ifadeyle, ülkemizin toplam kıyı uzunluğunun %20,48'i Karadeniz, %20,41'i Akdeniz, %17,29'u Marmara ve %41,81'i Ege Denizi kıyılarında yer almaktadır. Tüm adaların kıyı uzunluğu ise toplam kıyı uzunluğunun %6'sına denk gelmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK, 2019) 2018 yılı nüfus istatistiklerine göre denizel kıyı alanları boyunca konumlanan 28 şehirdeki toplam nüfus (44.949.407 kişi) tüm ülkenin nüfusunun (82.003.882 kişi) %54,8'ini oluşturmaktadır. Sadece bu bilgi bile kıyusal alanların toplum açısından önemini ortaya koymaya yetecek düzeydedir. Diğer yandan, kıyusal alanlar ile ilgili yapılacak çalışmalar sadece mevcut durum bildirimini değil aynı zamanda ileriye yönelik fikirler vermesi açısından da büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla bu durum kıyusal alanlar ve kıyı çizgisi ile ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesini gerekli kılmıştır.

1.1. Kıyı Çizgisi

Türkiye'de kıyıları ile ilgili tanımlamaların ve düzenlemelerin yapıldığı 1990 yılında çıkarılan 3621 sayılı Kıyı Kanunu bulunmaktadır. Sonrasında bu kanunda 1992 yılında çıkarılan 3830 sayılı kanun ile değişiklikler yapılmıştır. Kıyı Kanunu'nun uygulanmasına dair ilk yönetmelik 1990 yılında yayımlanmıştır. Ardından, 1992, 1994, 1996, 2004, 2011, 2013, 2014 ve 2018 yıllarında bu yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair 8 yönetmelik daha yayımlanmıştır. Yapılan son değişiklikler kapsamında kıyı çizgisi "*deniz, tabii ve suni göl ve akarsularda, taşkın durumları dışında, suyun karaya değdiği noktaların*

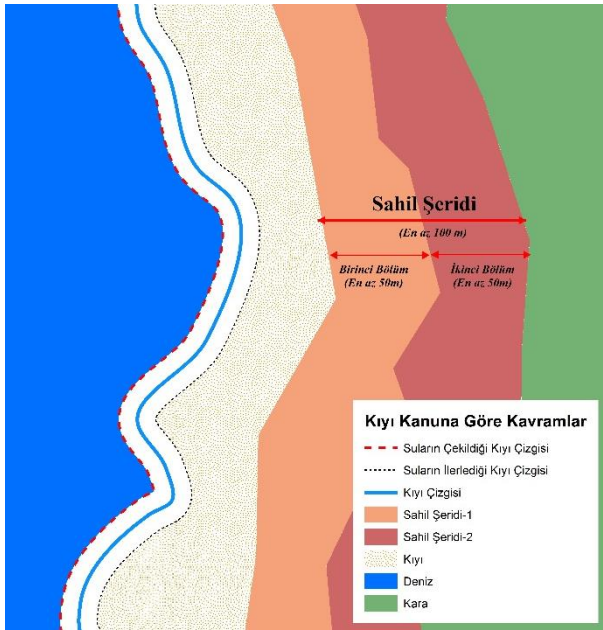
birleşmesinde oluşan meteorolojik olaylara göre değişen doğal çizgi” olarak tanımlanmıştır. Benzer şekilde Dolan ve ark. (1980) kıyı çizgisinin ideal tanımını su ve karanın fiziksel olarak temas ettiği sınır olarak ifade etmiştir. Tabii ve suni göllerde ise kıyı çizgisi Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilen maksimum su kotu olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte günümüze kadar yayımlanmış kanun ve yönetmeliklerde kıyı, sahil şeridi ve kıyı kenar çizgisi kavramlarının tanımları yapılmıştır. Bu kanun ve yönetmeliklerde yapılan tanımlara göre;

Kıyı Kenar Çizgisi: Deniz, tabii ve suni göl ve akarsuların, alçak–basık kıyı özelliği gösteren kesimlerinde kıyı çizgisinden sonraki kara yönünde su hareketlerinin oluşturduğu kumsal ve kıyı kumullarından oluşan kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık, bataklık benzeri alanların doğal sınırı; dar–yüksek kıyı özelliği gösteren kesimlerinde ise, şev ya da falezin üst sınırır.

Kıyı: Kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasındaki alandır.

Sahil Şeridi: Deniz ve tabii göllerin kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönünde yatay olarak en az 100 metre genişliğindeki alandır.

Kıyı Kanunu kapsamında tanımlanan kavramlar daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla vektörel çizim olarak Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Kıyı Kanunu’nda tanımlanan kavramların vektörel çizim ile gösterimi

Kıyı çizgisi kıyısal alanlardaki en dinamik süreçlerden biridir. Kıyı çizgilerinde gerçekleşen jeomorfolojik, tektonik, hidrodinamik, iklimsel, sismik ve

sedimentasyon/erozyon olaylarını kapsayan mekansal ve zamansal değişiklikler kademeli olarak (Thom ve Cowell, 2005) veya hızlı (Scott, 2005) bir şekilde görülebilir. Bu şekilde insan kaynaklı ve/veya doğal süreçlerden dolayı ortaya çıkan kıyı çizgisindeki değişimler çevre açısından önemli bir yere sahiptir. Bu yüzden, kıyı çizgisi değişimlerinin izlenmesi su kaynakları yönetimi, şehir ve kıyısız planlama, sediman birikimi ve erozyonun belirlenmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

Kıyılar biyojeokimsiyal döngü bakımından ekosistem açısından büyük öneme sahip alanlardır. Kıyısız alanlar; göl, akarsu, deniz gibi herhangi bir su kaynağının kara ile birleştiği noktaların oluşturduğu bölgelerdir. Başka bir deyişle, bu alanlar karasal kökenli sediman, tortu, çökelti gibi maddelerin biriktiği, bunların içerisindeki mineral, besleyici tuz, metal vb. fiziksel ve kimyasal maddelerin suya geçtiği alanlardır. Göl kıyısız alanları da su ve karanın sürekli birbirleriyle etkileşimde olması ve bazı faktörlerin mevcut su kaynağı üzerindeki potansiyel etkilerinden dolayı sıklıkla değişim gösteren dinamik alanlardır. Kıyısız alanlarda meydana gelen bu değişimler de kıyı çizgisinde birtakım değişikliklere yol açabilmektedir. Meydana gelen değişimler karasal ve sucul ekosistem açısından olumsuz sonuçlara sebep olabilmektedir. Dolayısıyla, biyolojik çeşitlilik dengesi de bu değişimlerden etkilenmektedir. Ekolojik olarak doğal süreçlerin sorunsuz olarak devam edebilmesi ve kaynakların sürdürülebilir biçimde değerlendirilebilmesi için kıyı çizgisi ile ilgili sürekli izleme faaliyetlerinin gerçekleşmesi gerekmektedir. Kıyısız alanlarda ekolojik dengenin sağlanabilmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması, doğal kaynakların sürdürülebilir biçimde kullanılabilmesi ve şehirleşme ile kalkınmanın planlı gerçekleştirilebilmesi açısından bu alanların takip edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında, antropojenik ve doğal değişimler değerlendirilerek geleceğe yönelik bu alanlarda gerçekleşebilecek muhtemel değişimler ile bu değişimlerin olası sonuçlarına dair tahminler yapılması gerekmektedir. Bunların yapılabilmesi için ise kıyılarda meydana gelen değişimlerin izlenmesi hayati derecede önem taşımaktadır.

Kıyı çizgisi haritalarının oluşturulmasında 1807–1927 yılları arasında sadece geleneksel yersel ölçüm teknikleri kullanılmıştır (Ceylan, 2012). Zaman geçtikte yersel ölçüm tekniklerinin yanında teknolojidaki ilerlemelerin de katkısıyla yeni cihazlar kullanılmaya başlanmıştır. Nadar takma adını kullanan Fransız fotoğrafçı Gaspard–Félix Tournachon tarafından 1858 yılında Paris’te çekilen fotoğraf bilinen ilk hava fotoğrafı olma özelliğine sahiptir. Ardından, 13 Ekim 1860 tarihinde Amerikalı James Wallace Black tarafından Boston’da çekilen fotoğraf bilinen en eski hava fotoğraflarından olup dünyanın en büyük ve en önemli müzelerinden biri olan Metropolitan Sanat Müzesi’nde

(Manhattan, New York) halen sergilenmektedir. Her iki fotoğraf da balondan oblik çekim yöntemi ile çekilmiştir. Alman Julius Gustav Neubronner ise 1908 yılında doğru bir hat boyunca uçup geri gelecek şekilde eğittiği güvercinlerin göğsüne kamera yerleştirerek patentini almış ve bu şekilde hava fotoğrafları çekmiştir. Sonrasında, L. P. Bonvillian 1908 yılında Le Mans (Fransa) yakınlarında Wright kardeşlerden Wilbur'un uçurduğu uçaktan dünyada kaydedilen ilk hava fotoğrafını çekmiştir. Böylece ilerleyen yıllarda uçaklardan çekilen hava fotoğrafları kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, uçaklar yardımıyla elde edilen bu hava fotoğrafları çok yüksek maliyet ve zaman gerektirmektedir. Ayrıca, elde edilen hava fotoğraflarının sayısal olmaması nedeniyle bu fotoğraflardaki bilgilerin işlenmesinde zorluklar ortaya çıkmakta, bu zorluklar hatalara yol açmakta ve bu yüzden mevcut hataların en düşük seviyeye indirilebilmesi için de yine yersel ölçümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Geleneksel yersel ölçüm teknikleri kullanılarak kıyı çizgisinin çıkarılması ise çok zaman gerektiren zorlu bir işlemdir (Aedla ve ark., 2015). Bu nedenle günümüze kadar kıyı çizgisi değişimlerinin değerlendirilmesinde yersel ölçümlerin dışında hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri de kullanılmıştır. Teknolojideki gelişmelerle birlikte algılayıcıların özellikleri geliştirilmiş ve daha fazla detaylı uydu görüntüleri üretilmeye başlanmıştır. Böylece alansal ve zamansal olarak yüksek çözünürlükte dijital görüntülerin temin edilmesi ile dünya yüzeyindeki mevcut durumların tespit edilmesi, tarihsel değişimlerin izlenmesi ve değerlendirilmesi açısından daha kapsamlı bilgiler temin edilmektedir. Toplanan bu bilgiler daha kısa zamanda ve düşük maliyetlerle elde edilmesinden dolayı da hem zaman hem de maliyet açısından önemli kazanç sağlamaktadır. Bu avantajlarından dolayı da uzaktan algılama teknolojisi günümüzde birçok farklı alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Askeri faaliyetler ile başlayan kullanım hidroloji, tarım, jeoloji, şehir ve bölge planlama, altyapı-üstyapı çalışmaları, meteoroloji, deniz bilimleri, kıyı alanları yönetimi gibi birçok farklı alanda büyük talep görmektedir.

1.2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Teknolojileri

Uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) teknolojilerindeki güncel gelişmeler kıyı çizgisi belirlenmesinde geleneksel yöntemlerde karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmeyi başarmıştır. Dolayısıyla, teknolojideki bu güncel gelişmelerle birlikte birçok alanda uzaktan algılama ve coğrafi bilgi teknolojileri yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu bölümde kısaca uzaktan algılama ve CBS teknolojileri hakkında bilgiler verilecektir.

1.2.1. Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama Buiten ve Clevers (1993) tarafından yeryüzü yüzeyini bir mesafeden gözlemlemek ve yeryüzündeki belirli nesnelere veya anlamlı bilgileri çıkarmak amacıyla elde edilen görüntüleri veya sayısal değerleri yorumlamak için kullanılan alet, teknikler ve yöntemler olarak tanımlanmaktadır. Sabins (2007) uzaktan algılamayı elektromanyetik enerji ve madde arasındaki etkileşimi kaydeden görüntüleri işleme ve yorumlama bilimi olarak ifade etmektedir. Bununla birlikte, araştırılan bir nesne, alan ya da olgu hakkında onlarla temas halinde olmayan bir araç tarafından elde edilen verilerin analizi yoluyla bilgi elde etme bilimi ve sanatı olarak da tanımlamaları yapılmaktadır (Campbell ve Wynne, 2011; Lillesand ve ark., 2015; Chuvieco, 2016).

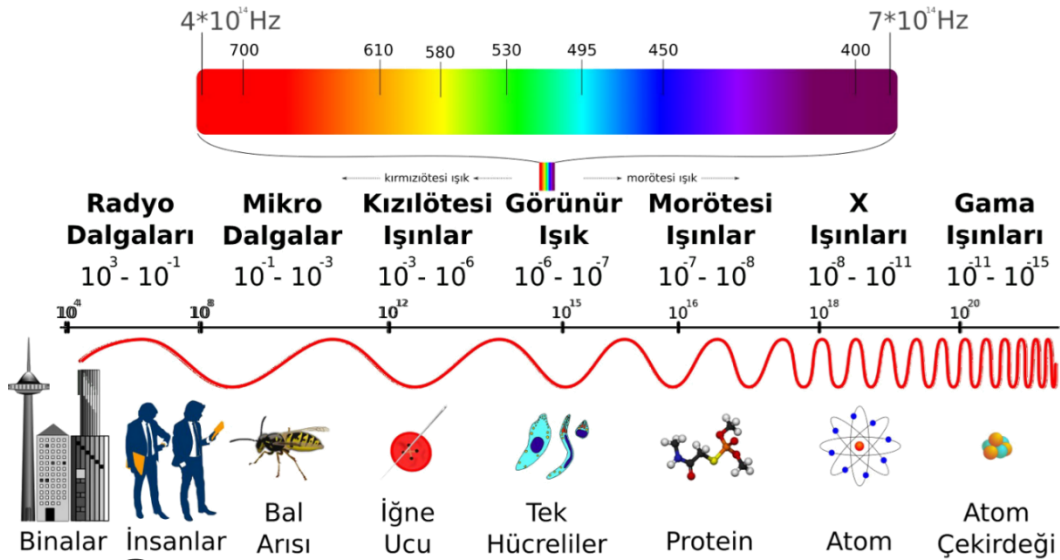
Uzaktan algılama mekansal verilerin temin edilmesinde önemli bir role sahiptir. Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak uydu görüntüleri kolay bir şekilde temin edilebilmekte ve yorumlanabilmektedir. Uzaktan algılanmış uydu görüntüleri geleneksel yöntemlere kıyasla uygun maliyetli olması, zamansal ve mekansal olarak yüksek çözünürlük sağlaması, büyük ölçekte görüntüleme imkanı sağlaması gibi avantajlarından dolayı uzun dönemli kıyı çizgisi değişimlerinin değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Mahapatra ve ark., 2013). Ayrıca, Alesheikh ve ark. (2007) tarafından da belirtildiği gibi bitki örtüsü ve toprak kızılötesi dalga boyu bölgesindeki ışınları güçlü bir yansıtma oranına sahip iken su bunları soğurmaktadır (absorbe etmektedir). Bu nedenle, uydu görüntüleri su ve karanın alansal dağılımının haritalanmasında verimli bir şekilde kullanılabilir. Dolayısıyla, uzaktan algılanmış uydu görüntüleri kıyısal alanların haritalanmasında yaygın olarak kullanılmakta ve doğruluğu geçerli hassas sonuçlar elde edilebilmektedir.

Uzaktan algılama sistemlerindeki temel bileşenler hedef, enerji kaynağı, iletim yolu ve algılayıcıdan oluşmaktadır (Ray, 2012). Hedef, ilgilenilen bir yeryüzü cisim veya materyaldir. Hedef hakkındaki bilgileri fiziksel bir temas olmaksızın ölçmek ve kaydetmek için sistem bileşenleri bir arada çalışmaktadır. Sistemde öncelikli olarak hedefi aydınlatan veya elektromanyetik enerji sağlayan bir enerji kaynağının bulunması gerekmektedir. Bu enerji, gelen ışınım ve hedefin sahip olduğu özelliklere bağlı olarak hedef ile bir etkileşim içerisine girmektedir. Ardından bilginin hedeften algılayıcıya iletilmesi için bir iletim yolu sağlamış olacaktır. Hedeften gelen ışınımı ölçen ve kaydeden aygıtlar ise algılayıcılardır. Uzaktan algılamada aktif ve pasif olmak üzere iki farklı algılama sistemi bulunmaktadır (Woldai, 2001). Aktif algılama, ilgi odağı olan yüzeye yapay olarak gönderilen enerjinin yansımalarından sonra analiz edilerek bilgi çıkarılması esasına dayanmaktadır. Pasif

algılamada ise tamamen doğal yollarla yansıtılan/yayılan elektromanyetik ışınının yüzey ile etkileşime girmesi sonucunda ilgi odağı olan yüzeyin özellikleri hakkında bilgi çıkarılması gerçekleşmektedir.

1.2.1.1. Elektromanyetik Spektrum (Tayf)

Sesören (1999) elektromanyetik spektrumu farklı dalga boylarında radyan enerji içeren ve bu radyan enerjinin elektromanyetik dalgalar şeklinde serbest biçimde hareket ettiği bir ortam olarak tanımlamaktadır. Elektromanyetik enerji spektrumu 10^{-10} μm dalga boylarından (kozmetik ışınlar) 10^{10} μm dalga boylarına kadar (radyo dalgaları) olan sürekli bir enerji ortamıdır (Şekil 1.2). Genellikle 0,3 – 15 μm arasındaki optik dalga boyları ile 1– 1000 mm arasındaki mikrodalga bölgeleri uzaktan algılama çalışmalarının yoğunlaştığı kısımlardır. Optik bölgenin 0,38 μm ile 3 μm arasında kalan bölge yansıtıcı bölge olarak ifade edilmektedir. Yansıtıcı bölge de görünür (0,38 – 0,72 μm) ve yansıtıcı kızılötesi (0,72 – 3 μm) bölgelere ayrılmaktadır. İnsan gözü tarafından algılanabilen bölge görünür bölgedir (0,4 – 0,7 μm). Öte yandan, yansıtıcı kızılötesi bölge ise yakın kızılötesi (Near Infrared: NIR) (0,72 – 1,1 μm) ve kısa dalga kızılötesi (Shortwave Infrared: SWIR) (1,1 – 3 μm) bölgelerinden oluşmaktadır (Çizelge 1.1).



Şekil 1.2. Elektromanyetik spektrum (Anonim, 2017'den düzenlenmiştir)

Elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde oluşan elektromanyetik ışınım farklı nesnelere çeşitli şekillerde etkileşimde bulunmaktadır. Dolayısıyla, yüzeydeki cisimler tarafından spektrumun çeşitli bölgelerinde yayılan ve/veya yansıtılan enerji kullanılarak,

fiziksel ve kimyasal olarak farklı karakteristiklere sahip cisimlerin özelliklerinin belirlenmesi ve birbirlerinden ayırt edilmesi amacıyla farklı algılama sistemleri tasarlanmaktadır. Uzaktan algılama teknolojisi ile elde edilen görüntülerdeki bilgiler yüzeyden yansıyan elektromanyetik enerjinin algılayıcılar tarafından çeşitli bantlarda kayıt edilmesi yoluyla toplanmaktadır. Bant, yayılan ısıyı veya yansıyan ışığı gösteren elektromanyetik spektrumun özel bir bölümüyle ilgili değerlerin tamamı olarak adlandırılmaktadır. Bantlar, piksellerin bir araya gelmesi sonucunda oluşmakta iken bir veya birden çok bant bir araya gelerek görüntüleri meydana getirmektedir. Her bir bant, hassasiyet gösterdiği karakteristiklere ait yansıma değerlerini içermektedir. Doğadaki her cisim farklı dalga boylarında farklı yansıtma özelliği sergilemektedir. Dolayısıyla, farklı yüzey cisimlerine ait spektral yansıtma eğrileri kullanılacak algılayıcının ve incelenecek spektral bölgenin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Çizelge 1.1. Uzaktan algılama çalışmalarında kullanılan elektromanyetik spektrum bölgeleri (Sunar, 2018’den düzenlenmiştir)

Spektral Bölge	Dalga Boyu	
Gama Işını	< 0,03 nm	
X-Işını	0,03–30 nm	
Mor Ötesi Işın (Ultraviyole)	0,03–0,4 µm	
Fotoğrafik Ultraviyole Işın	0,3–0,4 µm	
Görünür Işın	0,4–0,7 µm	
Kızıl	<i>Yansıtıcı Kızılötesi Işın</i>	0,7–3 µm
Ötesi	<i>Isıl Kızılötesi Işın</i>	3–14 µm
Işın	<i>Uzak Kızılötesi Işın</i>	15–1000 µm
Mikrodalga, Radar Işınları	0,1–100 cm	
Radyo Dalgaları	> 100 cm	

1.2.1.1.1. Suyun Spektral Özellikleri

Güneşten su yüzeyine gelen ışınların büyük çoğunluğu toprak ve bitki örtüsünden farklı olarak su yapıları tarafından absorbe edilmektedir. Su yüzeyi görünür bölgedeki enerjinin az bir kısmını yutmakta, %5’ten az bir kısmını yansıtmakta ve geriye kalan büyük kısmını da geçirmektedir (Sunar, 2018). Su, kısa dalga ve yakın kızılötesi spektral bölgelerde güçlü yutulmaya sahip iken görünür bölgedeki mavi dalga boylarında ise en

yüksek yansıtıma sahiptir. Su derinliği, su yüzeyinin pürüzlülüğü (dalga durumu) ve su içerisindeki maddeler su yüzeyinin yansıtımındaki konumsal değişkenliğini etkileyen faktörlerdir. Derin olmayan sığ su yüzeylerinin yansıtımı ayrıca su tabanı yapısının yansıtım özellikleri ile de ilişkilidir. Suda bulunan klorofil, tanin ve inorganik sedimanlar gibi askıdaki maddelerin su kütlesi içerisindeki dağılımları su yüzeyinden yansıyan enerjide değişimlere sebep olmaktadır. Klorofil içeren su kütlelerinin yeşil bölge yansıtımında artış, mavi ve kırmızı bölge yansıtımında azalma gerçekleşmektedir. Çamur ve balçık gibi inorganik maddeler görünür bölgede su yüzeyindeki yansımayı ve saçılmayı arttırmaktadır.

1.2.1.2. Landsat Uydusu

Su kaynakları üzerine gerçekleştirilen araştırmalarda çoğunlukla su kaynaklarındaki değişikliklerin belirlenmesi ve gelecekteki durumlarının tahmin edilmesi amaçlanmaktadır (Castañeda ve ark., 2005). Su kaynaklarının korunması ve yönetimi uygulamalarında su kaynaklarının sürdürülebilir biçimde kullanılması ve gelişiminin sağlanmasına yönelik uygun eylem planlarının hazırlanabilmesi amacıyla sucul ekosistem hakkında kapsamlı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır (Voutilainen ve ark., 2007). Bu bağlamda, Landsat uydu görüntüleri dünyadaki en uzun süreli aralıksız temin edilen veri koleksiyonu olan uzay tabanlı karasal uzaktan algılama verilerini sağlamaktadır (Reis ve Yılmaz, 2008).

ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) ile ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu (USGS) ortaklığında bir girişim olan Landsat projesi 1972 yılında faaliyete geçirilmiştir. Başlangıçtaki orijinal adı Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusu (Earth Resources Technology Satellite; ERTS-A veya ERTS-1) iken daha sonra 1975 yılında ismi Landsat olarak değiştirilmiştir. Landsat 1 uydusu 1972–1978 yılları arasında, Landsat 2 uydusu 1975–1983 yılları arasında, Landsat 3 uydusu 1978–1983 yılları arasında, Landsat 4 uydusu 1982–1993 yılları arasında, Landsat 5 uydusu 1984–2013 yılları arasında, Landsat 6 uydusu 1993 yılında faaliyet göstermiştir. Günümüzde, halen veri toplamaya devam eden Landsat 7 uydusu 1999 yılından itibaren Landsat 8 uydusu ise 2013 yılından bu yana, faaliyetlerine devam etmektedir. Landsat 1 ile faaliyete başlayan projenin günümüzdeki en son uydu sistemi 2013 yılında kullanıma başlayan Landsat 8'dir. Landsat 8'de OLI/TIRS sensörleri bulunmaktadır. Bu sensörler Operasyonel Arazi Görüntüleyici (Operational Land Imager; OLI) ve Termal Kızılötesi Sensör (Thermal Infrared Sensor; TIRS) isimli algılayıcılardır. Bu algılayıcılar toplamda 11 farklı dalga boyunda görüntü sunmaktadır. Landsat 9 uydusunun ise 2020 yılında faaliyete geçmesi planlanmaktadır.

Landsat 8'deki algılayıcıların geliştirilmiş sürümlerinin kullanılacağı Landsat 9'da OLI-2 ve TIRS-2 algılayıcıları kullanılması tasarlanmaktadır.

1.2.1.3. Çözünürlük

Görüntüleme sistemlerinde bir cismin ayırt edilebilirliği çözünürlük olarak ifade edilmektedir. Uzaktan algılama teknikleri yardımıyla elde edilen uydu görüntülerinde spektral çözünürlük, radyometrik çözünürlük, zamansal çözünürlük ve mekansal çözünürlük olmak üzere dört farklı çözünürlük tanımlanmaktadır (Jensen, 2005).

1.2.1.3.1. Spektral Çözünürlük

Yeryüzündeki farklı ayrıntılar çok spektrumlu veri özelliklerine göre ayırt edilmektedir. Çok spektrumlu veriler, algılayıcılardan elektromanyetik spektrumun farklı dalga boylarından yansıtılan veriler olarak nitelendirilmektedir. Spektral çözünürlük, algılayıcı tarafından algılanan bant sayısı ve elektromanyetik spektrumda kaydedilebilen belirli bir dalga boyu genişliği olarak ifade edilmektedir (Jensen, 2005). Spektral çözünürlük algılayıcının hassasiyet gösterdiği dalga boyu aralıklarıyla alakalı olup enerjinin kayıt edildiği bir bantta iki dalga boyu arasında geniş aralıklar bulunuyorsa spektral çözünürlük düşük, dar aralıklar bulunuyorsa spektral çözünürlük yüksek olmaktadır. Bantın algıladığı dalga boyu aralığının küçük olması yüksek spektral çözünürlük sunmakta ve bant aralığı azaldıkça spektral çözünürlük artmaktadır (Sunar, 2018). Bununla birlikte, algılama yapılan bant sayısı arttıkça da spektral çözünürlük artmaktadır. Bant aralığı dar olan bantlar daha fazla spektral ayrıntı içermekte ancak daha düşük enerjiye sahip olmaktadır. Diğer taraftan, bant sayısı arttıkça daha fazla bilginin depolanması, iletilmesi ve işlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, bant sayısı arttıkça spektral ayrıntının artacak olmasından dolayı nesnelerin ayırt edilmesi açısından da büyük kolaylık sağlamaktadır.

1.2.1.3.2. Radyometrik Çözünürlük

Radyometrik çözünürlük, bir sensörün gelen ışığa hassasiyetine yani kaydedilen parlaklık değerinde bir değişiklik yapılmadan önce sensör üzerinde radyasyonda ne kadar değişiklik olması gerektiğini ifade etmektedir (Jensen, 2005). Bununla birlikte, algılayıcının parlaklıktaki farklılıklara olan hassasiyetini belirten çözünürlük olarak da nitelendirilmektedir (Sunar, 2018). Radyometrik çözünürlük görüntüleme sistemine gelen ışınım enerjisindeki en küçük farklılıkları ayırt edebilme kabiliyetini ortaya koymaktadır.

Sayısal uydu görüntülerinde parlaklığın belirli bir sınır içerisinde kaydedilen ölçüsü olan piksel değerleri 0 ile 2^{n-1} arasında tanımlanmaktadır. Buradaki “n” değeri algılayıcının her bir banttaki muhtemel parlaklık değeri sayısını veya dinamik aralığını belirtmektedir. Genellikle 1 ile 16 arasında bir değere sahip olmaktadır. Dolayısıyla, 0 ile 255 arasında gri renk tonu düzeylerini göstermektedir. Sayısal verilerdeki en küçük birim “bit” olarak nitelendirilmekte ve uzaktan algılama uydularının çoğu 8 bit olarak kaydedilmektedir.

1.2.1.3.3. Zamansal Çözünürlük

Algılayıcının yeryüzündeki bir bölgenin görüntüsünü ne sıklıkta algıladığını belirten çözünürlük zamansal çözünürlük olarak tanımlanmaktadır (Sunar, 2018). Jensen (2005) zamansal çözünürlüğün bir sensörün daha önce görüntülenen bir yere dönmesi için geçen süreyi belirttiğini ifade etmektedir. Zamansal çözünürlük algılayıcılar arasında farklılık göstermektedir. Bazı sistemlerde birkaç gün sonra aynı bölgeden tekrar algılama yapılmaktayken bazılarında ise birkaç saatte bir algılama gerçekleşmektedir. Zamansal çözünürlüğü yüksek olan görüntüler belirli bir ilgi alanı hakkında tek bir görüntü üzerinde ayrıntılı bilgiler içermek yerine birden fazla görüntüde aynı ilgi alanı hakkında farklı zamanlara ait ayrıntıları içermektedir. Dolayısıyla, zamansal çözünürlüğün yüksek olması yeryüzündeki değişimlerin belirlenmesi ve izlenmesi çalışmalarını açısından büyük önem taşımaktadır.

1.2.1.3.4. Mekansal Çözünürlük

Jensen (2005) mekansal çözünürlüğü bir görüntü içerisindeki iki obje arasında birinden diğerine farklılaşmaya imkan tanıyan minimum mesafenin bir ölçüsü olarak tanımlamakta ve aynı zamanda sensör yüksekliğinin, algılayıcı boyutu, odak boyutu ve sistem konfigürasyonunun bir fonksiyonu olduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte, sayısal görüntülerde çoğunlukla bir piksele karşılık gelen konumsal boyut mekansal çözünürlük olarak ifade edilmektedir (Sunar, 2018). Piksel ebatları küçüldükçe görüntünün mekansal çözünürlüğü artmaktadır. Bir görüntüdeki piksel ebatları küçüldükçe piksel sayısının artması aynı ilgi alanı için daha ayrıntılı bilgi çıkarımına imkan sağlamaktadır. Mekansal çözünürlük uydu görüntülerinde ayırt edilebilir ayrıntı düzeyini göstermektedir. Uydu görüntüsünde bulunan detaylar algılayıcının mekansal çözünürlüğü ile ilişkili olmakta ve görüntüdeki bir pikselin yeryüzünde kapladığı gerçek alana denk gelmektedir. Uydu görüntüleme sistemleri mekansal çözünürlük açısından düşük, orta ve yüksek mekansal çözünürlüklü sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Düşük mekansal

çözünürlüklü sistemler 30 m ile 1 km arasındaki mekansal çözünürlüğe sahip iken orta mekansal çözünürlüklü sistemler 4 m ile 30 m arasında mekansal çözünürlüğe sahiptir. Yüksek mekansal çözünürlüklü sistemler ise çok ayrıntılı ve küçük ölçekli çalışmalarda yoğun olarak kullanılmakta olup 0,5 m ile 4 m arasında mekansal çözünürlüğe sahiptir.

Çeşitli algılayıcılardan ve platformlardan temin edilen farklı çözünürlüklere sahip sayısal görüntü verileri günümüzde özellikle çevresel kaynaklardaki değişimlerin tespit edilmesi ve izlenmesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bulutluluk oranının fazla olması, yörünge periyodunun farklı olması gibi çeşitli sebeplerden dolayı uygun veri seti her zaman temin edilememektedir. Bu durumlarda alternatif çözüm olarak veri kaynaştırma yapılmakta veya radar verilerinden temin edilen ilave verilerden yararlanılmaktadır. Sunar (2018) aktif mikrodalga algılayıcılarının her ne kadar kullanımı oldukça yaygın olan elektro-optik algılama sistemlerine göre ikinci planda kalsa da gelecekte çok önemli bir veri olmaya devam edeceğini ifade etmiştir. Ayrıca, küresel ölçekte sayısal yükseklik modellerinin üretilmesi, doğal afetler sonucunda yeryüzünde meydana gelecek yüzey deformasyonlarının milimetrik hassasiyette tespit edilmesi, buzul katmanlarının hızının ve topoğrafyasının belirlenmesi gibi çalışmalarda interferometrik yapay açıklıklı radar (InSAR) kullanımının büyük önem arz edeceği belirtilmektedir. Bu nedenle, ABD ve Avrupa ülkelerinin birçoğu yapay açıklıklı radar (SAR) uydu sistemlerini planlamaktadır. Yeryüzündeki doğal kaynakların etkili biçimde izlenmesi ve yönetimi açısından radar görüntü verilerinin kullanılmasının yaygınlaşması beklenmektedir.

1.2.1.4. Dijital Görüntü İşleme

Bir görüntü, gerçekte üç boyutlu olan fiziksel uzayın iki boyutlu olarak gösterilmiş ürünüdür. Görüntüler analog ve dijital olarak ikiye ayrılmaktadır (Sunar, 2019). Analog görüntüler, enlem-boylam gibi mekansal değişkenler ile tanımlanan konumdaki yoğunluğu belirtmektedir. Dijital görüntüler ise nesnelere yayılan ve yansıyan elektromanyetik enerjinin sadece mekansal değil aynı zamanda radyometrik olarak da niceliklerinin belirlenmesi sonucu elde edilmektedir. Dijital görüntülerde koordinat bilgilerinin yanında ayrıca her bir pikselin sahip olduğu parlaklık değerleri de yer almaktadır.

Dijital görüntülerden bilgilerin çıkarılmasında amaca uygun olarak genelde görsel analiz ve kantitatif analiz olmak üzere iki farklı yöntem uygulanmaktadır. Görsel analizde, çeşitli algılayıcılardan temin edilen görüntüler deneyimli kullanıcılar tarafından optik veya görsel yorumlama yapılarak değerlendirilmektedir. Görsel yorumlamanın başarısı ve doğruluğu analiz yapacak kişinin görüntülerdeki spektral, zamansal ve mekansal unsurları

analiz edebilme kabiliyeti ile ilişkili olarak değişkenlik göstermektedir. Bu unsurlar görüntünün büyüklük, biçim, örüntü, ton, renk, doku, gölge, konum ve ilişkisel özellikleri gibi özelliklerini kapsamaktadır. Kantitatif analizde ise görüntüler bilgisayar ortamında karmaşık matematiksel ve istatistiksel algoritmalar ile işlenmektedir. Dijital görüntülerin farklı algoritmalar kullanılarak analiz edilmesinde uygulanan görüntü işleme aşamaları ön işleme, görüntü zenginleştirme ve sınıflandırma adımlarından oluşmaktadır. Ön işleme aşamasında radyometrik ve geometrik düzeltmeler uygulanmakta iken görüntü zenginleştirme aşamasında mekansal ve spektral dönüşümler uygulanmaktadır. Sınıflandırma aşamasında ise farklı sınıflandırma metotları uygulanarak görüntüler gruplandırılmaktadır.

1.2.1.4.1. Ön İşleme

Algılayıcılardan görüntü temin edilirken görüntülerde sistematik biçimde bazı radyometrik ve/veya geometrik hatalar oluşabilmektedir. Radyometrik hatalar algılayıcı, ışınların dalga boyu, atmosfer ve topoğrafyadan kaynaklı görüntünün parlaklık değerlerinde oluşan hataları belirtirken geometrik hatalar ise yeryüzünün özellikleri, algılayıcı ve uydu platformlarına bağlı olarak ortaya çıkan hataları ifade etmektedir. Bu sistematik hataların görüntü verisinden giderildiği aşama ön işleme aşamasını oluşturmaktadır. Doğruluk payı yüksek sonuçlar elde edebilmek için uydu görüntüleri ön işleme aşamalarından geçirilerek analiz edilmesi gerekmektedir. Bu aşamada görüntülere radyometrik ve geometrik düzeltmeler uygulanarak hatalar giderilmeye çalışılmaktadır (Prakash, 2001).

1.2.1.4.1.1. Radyometrik Düzeltme

Algılayıcı sistemler tarafından ölçülen ışınırılık; algılayıcıların özellikleri, atmosferik koşullar, aydınlanma ve bakış geometrisindeki değişkenliklerden etkilenmektedir. Dolayısıyla, radyometrik düzeltme aşamasında görüntüler için algılayıcı kalibrasyonu, atmosferik düzeltme, topoğrafik düzeltme ve Güneş'in yüzeye olan uzaklığına ve açısız yüksekliğine bağlı düzeltme işlemleri yapılabilmektedir. Dünya yüzeyinden yayılan ve yansıtılan ışınımlar uydu görüntülerinde bozukluklara yol açabilmektedir. Prakash (2001) uzaktan algılama verilerindeki atmosfer kaynaklı bozuklukların radyometrik düzeltme teknikleri uygulanarak azaltılabildiğini belirtmektedir.

1.2.1.4.1.2. Geometrik Düzeltme

Görüntüleri oluşturan piksellerin temsil ettikleri coğrafi alanların arasındaki uzaklıklar görüntüde birtakım hataların oluşmasına yol açabilmektedir. Dijital görüntülerde meydana gelen bu geometrik bozulmalar algılayıcıların tarama oranı, bakış alanı, yeryüzünün topoğrafyası, Dünya'nın dönüşü, panoramik tarama, uydu platformlarının konumu ve hızlarında meydana gelen değişimler gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır. Bu bozulmaların düzeltilerek harita projeksiyon sistemine uygun hale getirilmesi rektifikasyon işlemi olarak bilinmektedir. Rektifikasyon, mekansal bilgi ve radyometrik özelliklerin aynı anda bulunduğu görüntülerdeki şekilsel bozulmaların giderilmesi sonucu en yüksek doğrulukta görüntülerin düzenlenmesi işlemi olarak ifade edilmektedir. Rektifikasyon işlemi için yüksek doğrulukta konumsal bilgiye sahip olup görüntü üzerinden kolaylıkla ayırt edilebilen benzersiz noktaları temsil eden yer kontrol noktaları kullanılmaktadır. Geometrik düzeltmeler gerçekleştirilirken afin dönüşümü ile en yakın komşu örnekleme, çift yönlü doğrusal enterpolasyon ve kübik enterpolasyon gibi yeniden örnekleme yöntemleri uygulanabilmektedir.

1.2.1.4.2. Görüntü Zenginleştirme

Görüntü zenginleştirme adımının amacı daha iyi bir görüntü verisi oluşturmak ve görüntülerin yorumlanabilme veya algılanabilme kapasitelerini arttırarak görsel analizi kolaylaştırmaktır. Bu amaçla mekansal veya spektral dönüşümler uygulanmaktadır.

1.2.1.4.2.1. Mekansal Dönüşümler

Dijital görüntüdeki bilginin çıkarılması veya değiştirilmesi için uygulanan dönüşüm mekansal dönüşümdür. En yaygın kullanılan mekansal dönüşüm uygulaması ise mekansal filtreleme işlemidir. Bu filtreleme işleminde en çok kullanılan yöntemler ise yüksek geçirgenli ve alçak geçirgenli filtreleme yöntemleridir.

1.2.1.4.2.2. Spektral Dönüşümler

Spektral dönüşüm, görüntünün spektral bilgi içeriğini değiştirerek başka herhangi bir yeni bilgi eklemeyen bu bilginin daha faydalı biçimde temsil edilmesini sağlamaktadır. Bu adımda kontrast zenginleştirme, ana bileşen dönüşümü veya aritmetik bant işlemleri uygulanmaktadır.

1.2.1.4.3. Sınıflandırma

Sınıflandırma, farklı radyometrik, spektral, zamansal ve mekansal bileşenlere sahip olan görüntü verisinin farklı yüzey durumlarını ve materyallerini gruplandıran tanımlayıcı etiketlere ya da tematik bilgiye dönüştürülmesidir. Tematik bilgiyi oluşturan anlamlı örüntü gruplarının belirlenmesi işlemi olarak da ifade edilmektedir. Uzaktan algılanmış dijital uydu görüntülerinin sınıflandırılması sonucu üretilen tematik bilgiler CBS açısından büyük öneme sahip veri setlerini oluşturmaktadır. Bu nedenle, dijital görüntülerin işlenmesinde uygulanacak sınıflandırma yöntemlerinin doğru belirlenmesi gerekmektedir. Sınıflandırma işleminde kontrollü sınıflandırma ve kontrolsüz sınıflandırma olmak üzere iki temel yaklaşım bulunmaktadır.

1.2.1.4.3.1. Kontrollü Sınıflandırma

Bu yaklaşımda eğitim verisi adı verilen ve istenen sınıfları temsil eden öncül tematik bilgiler bulunmaktadır. Karar fonksiyonları sonucuna göre her bir örüntünün tanımlanacağı muhtemel sınıflar önceden belirlenmektedir. Sınıflandırma algoritmaları parametrik ve parametrik olmayan algoritmalar şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Parametrik algoritmalarda görüntü verisi için özel bir istatistiksel dağılım olduğu varsayılmaktadır. Çoğunlukla normal dağılım (Gauss dağılımı) kullanılmaktadır. Hatta ortalama vektör ve kovaryans matrisi ile belirlenen normal dağılım matematiksel açıdan daha geçerli sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Parametrik algoritmalarda, sınıflandırma hatasının önceden öngörülebilmesi parametrik olmayan algoritmalara kıyasla üstünlük sağlamaktadır. Parametrik olmayan sınıflandırmada verinin hiçbir olasılık dağılımı kabul edilmemektedir.

1.2.1.4.3.1.1. En Kısa Mesafe (Minimum Distance)

Matematiksel açıdan etkili ve basit bir sınıflandırma yöntemi olan en kısa uzaklık yöntemi veri sayısının az veya yetersiz olduğu koşullar için uygun bir yöntemdir. Ancak, verideki değişkenliğe ve dağılıma karşı duyarsız davranmaktadır.

1.2.1.4.3.1.2. Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood)

Bu yöntemde görüntüdeki pikseller en yüksek olasılığa sahip olduğu sınıflara atanmaktadır. Dolayısıyla bu olasılık değerlerinin hesaplanabilmesi için olasılık dağılım modeline ihtiyaç duyulmaktadır. Çoğunlukla da normal dağılım modeli kullanılmaktadır.

1.2.1.4.3.2. Kontrolsüz Sınıflandırma

Bu yaklaşımda herhangi bir öncül tematik bilgi bulunmamaktadır. Yani, örüntülerin tanımlanacağı herhangi bir sınıf belirlenmemiştir. Örüntüler doğal olarak dağılım göstermektedir. Bulanık sınıflandırma olarak da ifade edilmektedir. En bilinen kontrolsüz sınıflandırma yöntemi K–ortalamlar algoritmasıdır. Bu yöntemde belirlenen grup merkezine olan uzaklıklarına göre örüntüler en yakın bulunduğu kümeye atanmaktadır. Ancak, küme merkezleri görüntüde herhangi bir öncül tematik bilgi bulunmamasından dolayı işleme başlarken rastlantısal olarak veya sistematik olarak belirlenmekte ve iteratif yinelemeler yardımıyla güncellenerek örüntüler için en uygun grup belirlenmektedir. En sık kullanılan yöntem K–ortalamlar algoritmasına dayanan ISODATA (Iterative Self–Organizing Data Analysis Techniques) (Ball ve Hall, 1965) yani yinelemeli kendini düzenleyen veri analizi tekniği yöntemidir.

1.2.1.4.3.3. Doğruluk Analizi

Sınıflandırma işlemlerinde hataların kaynağının tespit edilerek düzeltilmesi, sınıflandırma sonrasında oluşturulan tematik haritalar kullanılarak gerçekleştirilecek analizlerin doğruluğunun belirlenmesi ve hangi sınıflandırma yönteminin kullanılmasının daha uygun olacağının ortaya çıkarılması gibi amaçlarla doğruluk analizi uygulanmaktadır. Doğruluk analizi yardımıyla örüntülerin ait oldukları sınıflara atanıp atanmadıkları belirlenmektedir. Sınıflandırma hataları ne kadar az olursa doğruluk payı da o kadar yüksek olacaktır.

1.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)

Coğrafi bilgi sistemi teknolojileri ile ilgili öncelikle bu teknolojiye en temel kavramların ayırt edilmesi gerekmektedir. Bu temel kavramlar çoğu zaman birbirleriyle karıştırılan veri ve bilgi kavramlarıdır. Veri, deney veya gözlemler sonucu elde edilen değerlerin işlenmemiş ham şekli olarak tanımlanmaktadır. Verinin işlenmiş hali ise bilgi olarak ifade edilmektedir. Bazı durumlarda elde edilen veriler doğrudan bilgi olarak temsil edilebilmektedir. Benzer şekilde, verilerin işlenmesi sonucu elde edilen bazı bilgiler de diğer işlemler için veri olarak kullanılabilir. Dolayısıyla, bu kavramlar sıklıkla karıştırılmaktadır.

Çalışmalar sırasında ihtiyaç duyulan birbirinden farklı fakat birbiriyle ilişkilendirilmiş veriler topluluğu veri tabanını oluşturmaktadır. Bir veri tabanında bulunan veriler bir bütünlük oluşturmakta ve çalışmanın amacına yönelik olarak bilgiye

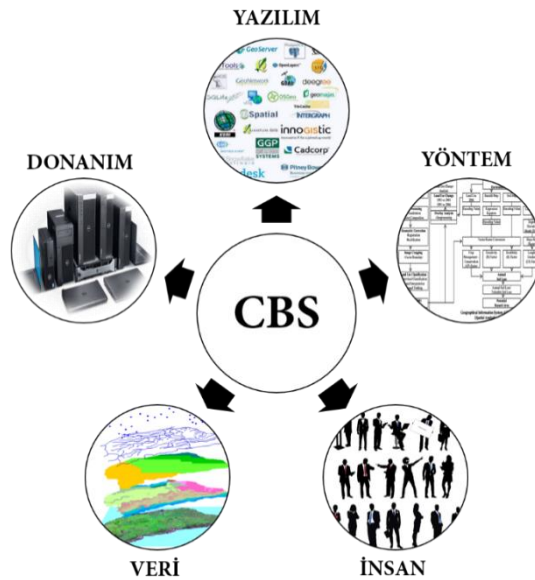
dönüşmektedir. Verilerin birbiri arasındaki ilişkilerinin kurulduğu ve tablolar şeklinde tutulduğu ilişkisel veri tabanları da bilgi sistemlerinin temelini oluşturmaktadır. Bilgi sistemi ise verilerin depolanması, analiz edilmesi ve yönetilmesini sağlayan donanım, yazılım ve insanın oluşturduğu bir sistemdir. Bilgi sistemi de konumsal ve konumsal olmayan bilgi sistemi olarak iki gruba ayrılmaktadır. Coğrafi bilgi sistemi, konumsal bilgi sistemi grubunda yer almaktadır.

CBS teknolojilerinin dünya çapında konumsal bilgi ile alakalı olan kişiler, kurumlar ve kuruluşlar arasında dikkat çekmesi, teknolojilerin hızlı gelişmesi, sürekli yeniliklerin ortaya çıkması, ticari beklentilerin değişkenlik göstermesi, farklı fikir ve uygulamaların artması gibi nedenler CBS için standart bir tanımın yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle günümüze kadar yapılmış birçok farklı tanım bulunmaktadır. CBS, Burrough (1986) tarafından belirli bir amaç doğrultusunda yeryüzüne ait verileri toplama, depolama, sorgulama, transfer etme ve görüntüleme gibi fonksiyonları gerçekleştiren araçların tümü olarak ifade edilmiştir. Devine ve Field (1986) ise yaygın harita bilgilerinin görüntülenmesini sağlayan bilgi yönetimi sistemi olarak tanımlamaktadır. Dueker ve Kjerne (1989) dünyanın yüzeyleri hakkındaki bilgilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve dağıtılması için bir yazılım, donanım, veri, insanlar, organizasyonlar ve kurumsal düzenlemeler sistemi olarak nitelendirmektedir. Aranoff (1989)'a göre CBS; coğrafi olarak konumu belirli olan verileri toplama, hazırlama, yönetme, işleme, analiz etme ve görselleştirme yeteneklerini sağlayan bilgisayar tabanlı bir sistemdir. Benzer şekilde, Star ve Estes (1990) coğrafi koordinatların veri kaynağı olduğu ve bu veriler kullanılarak çalışması tasarlanan bir bilgi sistemi olduğunu bildirmiştir. Yomralıoğlu ve Çelik (1994) ise konuma dayalı gözlemler veya ölçmeler sonucunda elde edilen grafik ve/veya öznitelik verilerinin eksiksiz olarak işlenmesini sağlayan teknolojik bir araç olarak ifade etmektedir. Yapılan tanımlar doğrultusunda değerlendirildiğinde en geniş şekliyle CBS; karmaşık planlama veya yönetim problemlerinin çözüme ulaştırılabilmesi için tasarlanan, konumu belirlenmiş verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetilmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini içeren yazılım, donanım ve yöntemler sistemidir (Yomralıoğlu, 2009).

Coğrafi bilgi sisteminin fonksiyonları arasında sayısal veri entegrasyonu, otomasyon, görüntüleme, işleme, akıllı harita üretimi, konumsal analizler, konumsal sorgulama, model analizleri ve karar verme analizleri gibi işlevler yer almaktadır. CBS teknolojik, fonksiyonel ve yönetsel açıdan farklı bileşenlerden oluşmaktadır. CBS'nin belirtilen temel fonksiyonlarını gerçekleştirebilmesi için çok önemli olan bu temel bileşenler; yazılım,

donanım, veri, yöntem ve insandır (Şekil 1.3). Sistemin başarılı olması için verilerin doğru olması gerekmekte ve bu verilerin uygun yazılım ve donanım ile işlenmesi gerekmektedir. Bu işlemler için ise doğru olan yöntemlerin seçilmesi önem arz etmektedir. Ancak, tüm bu süreçlerin başarılı biçimde gerçekleşmesi bu konuda yetişmiş eğitilmiş insana bağlıdır.

CBS’de kullanılan veri, konumsal (grafik) veri ve tanımlayıcı (öznitelik, grafik olmayan) veri yapılarından oluşmaktadır. CBS’nin veri tabanı konumsal verilerle ilişkili tanımsal bilgilerin bütünleşik bir şekilde depolanmasına imkan sunmaktadır. Veri, CBS için temel unsur olarak kabul edilmekte olup temin edilmesi en zor bileşen olarak görülmekte ve CBS oluşturulması amacıyla kurulması planlanan bir sistem için ihtiyaç duyulan maliyet ve zamanın en az %50’den fazlası veri toplanması için harcanmaktadır (Yomralıoğlu, 2009). CBS’de iki çeşit konumsal veri modeli bulunmaktadır. Bu veri modelleri, vektör veri ve raster veri modelleridir. Vektör veri modelinde konumu belirlenmiş mekansal veriler sistemde nokta, çizgi ve alan olarak temsil edilmektedir. Raster veri modelinde veriler birbirine komşu olan kare (grid) yapıdaki eş boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle gösterilmektedir. Hücresel veri modeli olarak da isimlendirilen bu veri modelinde en küçük kare hücresi piksel olarak tanımlanmaktadır. Her bir pikselin kapladığı alanın boyutları o raster veri setinin çözünürlüğünü ifade etmektedir. Her iki veri modelinin de CBS uygulamaları açısından farklı avantajları olduğu gibi bunun yanında ortaya çıkan bazı dezavantajları da bulunmaktadır (Kale ve Acarlı, 2017a). Bu avantaj ve dezavantajlar birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Buckley, 1997; Yomralıoğlu, 2009; Kale ve Acarlı, 2017b).



Şekil 1.3. Coğrafi bilgi sisteminin temel bileşenleri

Vektör veri modelinin avantajları;

- Coğrafi konumu kesin koordinatlarla belirtilmektedir.
- Çözünürlük ve hassasiyet sorunu yoktur. Veriler herhangi bir işlem uygulamaksızın üretildiği orijinal çözünürlükte görüntülenmektedir.
- Harita baskı işlemleri genellikle vektör veriler kullanılarak yapıldığı için baskı aşamasında veriler net olarak anlaşılabilen ve herhangi bir veri dönüşümüne ihtiyaç duyulmamaktadır.
- Bütünlük arz eden bir veri yapısına sahiptir.
- Topolojinin etkili bir şekilde dönüştürülmesine ve topoloji hakkında bilgi talep eden daha etkili işlemlere olanak tanır. Topolojik eleman ilişkilerinin bilinmesi ile ağ bağlantıları, yakınlık, şebeke, vb. konumsal sorgulamalar kolaylıkla yapılabilmektedir.
- Gerçek durumun doğrudan veri yapısına yansımaya olanak sağlamaktadır.
- Raster veri modeline kıyasla veri boyutları daha küçüktür.

Vektör veri modelinin dezavantajları:

- Çizgi veya alan gösterimi ile temsil edilen veri elemanlarını oluşturan her bir noktanın konumunu belirten koordinatların saklanması gerekmektedir.
- Karmaşık bir veri yapısına sahiptir.
- Bindirme (overlay) analizleri vektör veri modelinde daha karmaşık algoritmalar kullanmakta ve bu tür analizlerde işlem daha uzun sürebilmektedir.
- Etkili analizlerin gerçekleştirilebilmesi için vektör verinin topolojik bir yapıya dönüştürülmesi gerekmektedir.
- Yeryüzü topoğrafyası gösterimi vektör veri modelinde keskin ve ayrık veri tipi kullanılmasından dolayı üçgenleme yöntemi ile yapılabilmektedir. Bu nedenle, gösterimde süreklilik sağlanamamaktadır. Sürekli verilerin verimli gösterilemeyişinden dolayı enterpolasyon veya genelleştirme analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Sayısal arazi modeli vb. gibi sürekli veri tipinde gerçekleştirilecek gösterimler raster veri modeline kıyasla daha başarısız sonuçlar vermektedir.

Raster veri modeli avantajları:

- Basit bir veri yapısına sahiptir.
- Her piksel grid yapısı içerisinde dizinlerde tutulduğu için cebirsel ve analitik işlemler programlama açısından daha kolay ve kısa sürede yapılabilmektedir.
- Piksellere genellikle tek öznitelik verisi atandığından basit modelleme, bindirme ve kantitatif analizler açısından daha uygundur.
- Pikseller aynı şekil ve boyutta olduğundan simülasyon işlemi daha kolay olmaktadır.
- Karakteristik yapısı matematiksel modelleme ve analizler için uygundur.
- Kesikli veriler sürekli verilere eşit benzerlikte yer almaktadır.
- Uydu veya hava görüntüleri ile haritaların entegrasyonu kolay olmaktadır.

Raster veri modeli dezavantajları:

- Grafik veriler yüksek hacimli belleklere gereksinim duymaktadır.
- Piksel boyutu raster veri modelinin hassasiyetini belirlemektedir. Her piksel matris yapısı içerisinde tanımlandığı için konumlandırma piksel bazında bilinmemekte ve vektör veri modelinde olduğu kadar yüksek doğrulukta temsil edilememektedir.
- Piksel boyutunun büyümesiyle ihtiyaç duyulan depolama alanı azalmakta, ancak görüntünün kalitesi bozulmaktadır. Piksel boyutu küçüldüğü durumlarda ise çözünürlük ve görüntü kalitesi artmakta ancak ihtiyaç duyulan depolama alanı da buna bağlı olarak artış göstermektedir.
- Çizgi ile temsil edilen elemanların gösterim hassasiyeti piksel boyutuna bağlı olmasından dolayı şebeke bağlantı noktaları ve analizleri sağlıklı olarak yapılamamaktadır.
- Birden fazla öznitelik verisinin piksellerle ilişkilendirilmesi oldukça zordur. Raster veri modelinin karakteristik yapısı sadece bir öznitelik verisi saklamaya yatkındır.
- Raster veri modelinde veri boyutu fazladır. Bu yüzden, veri görüntüleme, işleme ve saklama işlemleri daha uzun sürmektedir.
- Hücrenin çözünürlüğünden dolayı çizgi ile temsil edilen elemanların etkili gösterimi zordur.
- Çok fazla sayıda veri bulunuyorsa öznitelik verisi işleme süreci çok zahmetli olmaktadır.

- Bir konum için sadece bir özellik veya öznelik temsil edilmektedir.
- Raster veri modeli ile üretilen çoğu harita çıktısı yüksek kalite gereksinimlerini karşılamamaktadır.

CBS'nin sahip olduğu yetenekler onu diğer bilgi sistemlerinden ayırmakta ve olayların açıklanması, sonuçların tahmin edilmesi ve stratejilerin planlanması amacıyla geniş kapsamda önemli hale getirmektedir. CBS teknikleri arazi kullanımı ve bitki örtüsünün haritalandırılması, peyzaj değişikliğinin izlenmesi, karasal veya sucul ekosistemlerde yaşayan canlı türlerin dağılımının modellenmesi, farklı türler için uygun ortamların tespit edilmesi, habitat yapısının modellenmesi gibi çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Nath ve ark. (2000) doğal kaynakların yönetimi faaliyetlerinde küresel ölçekte CBS'nin gün geçtikçe artış gösteren bütünleyici bir bileşen olduğunu bildirmiştir. Birçok bilim alanında modelleme çalışmaları ile gelecek tahminleri yapılmasında CBS'nin önemli işlevleri bulunmaktadır (Akbaş, 2010). CBS sağlamış olduğu çok disiplinli kullanım ağı sayesinde günümüzde savunma, kamusal güvenlik, yerel yönetimler, sağlık yönetimi, şehir planlama ve yönetimi, ulaşım, çevre bilimleri, doğal kaynak arama, çıkarma ve yönetimi, eğitim (coğrafya, deniz bilimleri, meteoroloji, jeoloji, jeofizik, maden vb.) ve tarım gibi birçok farklı alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kaynakların daha etkin şekilde yönetilmesine katkı sağlamakta, verilere daha hızlı ve kolay ulaşılması imkanı sunmaktadır. Mekansal ve mekansal olmayan verilerin analizlerini gerçekleştirmekte ve karmaşık olan analizler için kolaylık sağlamaktadır. Bilgilerin farklı bakış açılarıyla görselleştirilmesine imkan sağlamakta ve planlama aşamasında çok yönlü senaryoların oluşturulmasına katkı sunmaktadır. Tüm bu özellikleri sayesinde CBS'nin diğer teknolojilerle birlikte entegrasyonunun sağlanması ve bütünleşik kullanımının yaygınlaştırılması ileri düzeyde analizlerin gerçekleştirilmesine imkan sağlamaktadır. Kale ve Acarlı (2017c,d) tarafından da kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin izlenmesi çalışmalarında CBS ile uzaktan algılamanın entegrasyonunun sağlanarak bütünleşik kullanımının bu tür çalışmalarda önemli olduğu ve büyük kolaylıklar sağladığı ifade edilmiştir.

1.3. İklim Değişikliği

İklim değişikliği kavramı küresel ısınma kavramı ile çoğunlukla birlikte kullanılan ve hatta sıklıkla birbirine karıştırılan kavramlardır. Küresel ısınma iklimde meydana gelen değişimlerden sıcaklığın artması durumunu ifade etmektedir. İklim değişikliği ise sadece

sıcaklığın artması şeklinde değil dünyanın farklı bölgelerinde farklı biçimlerde ortaya çıkan iklimsel değişikliklerdir.

İklim değişikliği, uzun dönemli hava olaylarında gözlenen ani, şiddetli ve önemli farklılıklar olarak kabul edilmektedir. İklim değişikliği bilim insanları tarafından belirli bir süredir araştırılmakta ve dünya çapında iklimsel değişikliklerin olası etkileri farklı bilim alanları açısından değerlendirilmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından 1988 yılında tüm dünyaya iklim değişikliği ve onun çevresel ve sosyoekonomik açıdan potansiyel etkileriyle ilgili mevcut bilgi konusunda net bir bilimsel görüş sağlamak amacıyla Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) kurulmuştur. Bu topluluk iklim değişikliği ile ilgili ilk değerlendirme raporunu 1990 yılında açıklamış ve sıcaklığın geçmişteki artışlardan daha fazla artış gösteren bir eğilimi olduğunu, her on yılda sıcaklığın 0,3°C artacağını ve 21. yüzyılın sonunda ortalama artışın 3-5°C arasında olacağını bildirmiştir. Sonrasında Kyoto Protokolü ile 1997 yılında bazı sanayisi gelişmiş ülkeler iklim değişikliği ile mücadele kapsamında sera gazı salınımlarını %5 azaltacaklarını beyan etmişlerdir. Ancak, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) raporuna göre Kyoto Protokolü ile karbon salınım miktarını 2008 yılında 1990 yılının seviyesine indireceğini beyan eden ülkelerin çoğu bu taahhütlerini yerine getirmemiştir. Şu anda Kyoto Protokolü'ne taraf olan 191 ülke ve Avrupa Birliği (AB) olmak üzere 192 taraf bulunmaktadır. Türkiye ise BMİDÇS'ye 2004 yılında 189. taraf olarak katılmış ve 2009 yılında da Kyoto Protokolü'ne taraf olmuştur. Ancak, Türkiye'nin bu protokol kapsamında herhangi bir sayısallaştırılmış salım azaltım veya sınırlama yükümlülüğü bulunmamaktadır.

IPCC (2007a) iklimin atmosfer içeriğinden, arazi örtüsünden, sudan, kardan ve yaşayan organizmalardan etkilenen karmaşık ve etkileşimli bir sistem olduğunu belirtmektedir. Atmosfer bileşenleri, çeşitli insan aktiviteleri sonucunda sera gazı miktarının artmasıyla birlikte değişiklik göstermektedir. Atmosferde insan faaliyetleri sonucu oluşan veya doğal olarak bulunan sera gazları, atmosfer ve bulutlardan yansıyan ve yayılan radyasyon spektrumunda belirli dalga boyundaki radyasyonu emebilen ve yayan gaz halindeki bileşenler olarak bilinmektedir. Atmosferdeki temel sera gazları karbondioksit (CO₂), ozon (O₃), su buharı (H₂O), metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) gazlarıdır. Bunların dışında sadece insan kaynaklı olan halokarbonlar, bromin ve klorin içerikli bileşenler, sülfür heksaflorür (SF₆), hidroflorokarbonlar (HFCs) ve perflorokarbonlar (PFCs) gibi bileşikler de Montreal ve Kyoto Protokolleri tarafından sera

gazları olarak kabul edilmektedir. Sera gazlarının artmasından kaynaklı olarak yeryüzüne gelen ışınlarının yansıma sonrası geri dönmesi zorlaşmakta ve bu nedenle bu ışınlar tekrar yeryüzüne dönerek yüzey sıcaklığının artmasına yol açmaktadır (IPCC, 2007b). Sanayileşmeden önceki dönemler ile karşılaştırıldığında tahmini CO₂ miktarı yaklaşık 250 yıl boyunca 100 ppm artış göstermiş ve 2005 yılında 379 ppm'e kadar çıkmıştır (IPCC, 2007b). Bundan dolayı da ortalama sıcaklık değerlerinde 1990 ile 2005 yılları arasında 0,2°C sıcaklık artışı gerçekleştiği bildirilmiştir (IPCC, 2007b). Gelecekte iklimdeki değişikliklerin muhtemel durumunun tahmin edilebilmesi, yeryüzündeki toprak, hava, su gibi temel sistemler üzerindeki olası etkilerinin belirlenebilmesi için iklim değişikliği senaryolarından yararlanılmaktadır (Moss ve ark., 2010). İklim değişikliği senaryolarının oluşturulmasında iklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyon miktarları ve bunları etkileyebilecek faktörlerin tespit edilmesi önem arz etmektedir. Sera gazı emisyonunda azalma olmadığı takdirde sıcaklık ve yağış rejimlerinde meydana gelen değişikliklerin devam etmesi beklenmektedir. Bu durumda da küresel ısınmanın artması sonucu yeryüzündeki tüm ekosistemlerin değişime uğraması ile özellikle endemik türler başta olmak üzere birçok canlı türünün mevcut durumunun etkileneceği tahmin edilmektedir. İklimde meydana gelebilecek ortalama 1°C sıcaklık artışının bile tüm sistemlerin birbirleriyle etkileşim içinde olması nedeniyle zararlı sonuçlara yol açacağı öngörülmektedir. İklim değişikliğinin kara ve deniz suyu sıcaklığının artması, yağış miktarı ve deseninin değişmesi, deniz seviyesinin yükselmesi, kıyısız alanlarda erozyonun artması, doğal afetlerin görülme sıklığının ve şiddetinin artması gibi sorunlara neden olması beklenmektedir. Dolayısıyla, bu sonuçlardan da sağlık, tarım, gıda, turizm, sanayi, ulaşım gibi tüm alanların etkileneceği düşünülmektedir.

BMİDÇS iklim değişikliğini karşılaştırılabilir zaman periyotları boyunca gözlemlenen doğal iklim değişkenliğine ek olarak küresel atmosferin bileşimini değiştiren insan faaliyetleri ile doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili olan iklimdeki bir değişiklik olarak tanımlanmaktadır. İklim değişikliği, iklim özelliklerinin ortalama ve/veya değişkenliğindeki varyasyonlarla tanımlanabilecek iklimin durumundaki bir değişime işaret etmekte ve tipik olarak onlarca yıl veya daha uzun bir süre devam etmektedir (IPCC, 2014). IPCC (2013) iklim değişikliğinin uzun vadeli bir sorun olduğunu, ancak atmosferdeki sera gazı birikiminin ve 2°C'nin üzerinde bir sıcaklık artışı riskinin olduğu hızlanma ve dikkate alınarak acil eylem gerektiren bir durum olduğunu bildirmiştir.

1.3.1. Küresel İklim Modelleri ve Projeksiyonları

İklim modelleri, iklim bileşenleri arasındaki ilişkiyi nicel yöntemler yardımıyla görsel olarak temsil etmeye yarayan modellerdir. İklim modelleri atmosfer, kara ve okyanusun farklı bölgelerinde enerji ve maddenin nasıl etkileşimi olduğunun karakterize edilmesi için matematiksel formüller kullanmaktadır. İklim modellemesi, her ne kadar uygulamalarında zorluklar olup karmaşık özelliklere sahip olsa da iklimin geleceğinin tahmin edilmesindeki en önemli araçtır. Ancak, iklim modelleme uygulamalarında karşılaşılan temel zorluklardan birisi atmosferin fiziksel ve kimyasal yapısındaki anlık değişimlerden daha hızlı çalışmasına ihtiyaç duyulmasıdır (Akçakaya, 2015). İklim modellerinin tamamı esasında kısa dalga radyasyonla güneşten gelen enerji ve uzun dalga radyasyon aracılığıyla dünyadan yansıyan enerjinin hesaplanması sonucu oluşturulmaktadır.

Küresel iklim modelleri, enerji transferi ve akışkan hareketi ile her ikisinin de bütünleştirildiği modeller olup basit modellerden farkı atmosfer ve okyanusun dikey ve yatay doğrultuda gridlere ayrılmasıdır. Atmosferik modeller ise deniz yüzeyi sıcaklığının sınır koşulu olarak modellere uyarlanması sonucu oluşturulan atmosfer modellemesidir. İlk küresel iklim modeli ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) tarafından 1960 yılında geliştirilmiştir. İklim modelleri arasındaki en karmaşık modeller küresel iklim modelleridir. Bu modeller mümkün oldukça fazla iklimsel süreci içermekte fakat halen bazı belirsizlikler giderilememektedir. Yine de, teknolojiye güncel gelişmelerle birlikte küresel iklim modelleri açısından ulaşılan başarıların artmaya devam edeceği düşünülmektedir. Zamanla teknolojiye ilerlemeyle beraber küresel iklim modelleri de gelişim göstermiş ve modellerde kullanılan girdi parametreleri sürekli artmıştır (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Küresel iklim modellerinde kullanılan girdi parametrelerinin gelişimi (IPCC, 2001'den düzenlenmiştir)

1970'lerin ortası	1980'lerin ortası	1990'ların başı	1990'ların sonu	2000'lerin başı	Günümüz
Atmosfer	Atmosfer	Atmosfer	Atmosfer	Atmosfer	Atmosfer
	Arazi yüzeyi	Arazi yüzeyi	Arazi yüzeyi	Arazi yüzeyi	Arazi yüzeyi
		Okyanus ve deniz buzulu	Okyanus ve deniz buzulu	Okyanus ve deniz buzulu	Okyanus ve deniz buzulu
			Sülfat aerosol	Sülfat aerosol	Sülfat aerosol
				Diğer aerosoller	Sülfat olmayan aerosoller
				Karbon döngüsü	Karbon döngüsü
					Dinamik bitki örtüsü
					Atmosfer kimyası

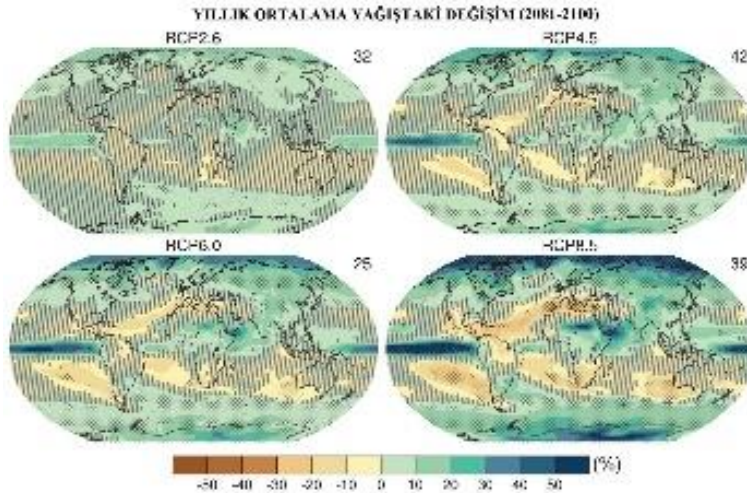
İklim modelleri kutu modelleri, sıfır boyutlu modeller, radyatif–konvektif modeller, daha yüksek boyutlu modeller, orta karmaşıklıkta yeryüzü sistemi modelleri, genel sirkülasyon modelleri (küresel iklim modelleri) şeklinde genel olarak sınıflandırılabilir. Bu modellerin içerisinde atmosfer–okyanus genel sirkülasyon modelleri (Atmosphere–Ocean General Circulation Models, AOGCMs), yer sistem modelleri (Earth System Models, ESMs), orta karmaşıklıkta yer sistem modelleri (Earth System Models of Intermediate Complexity, EMIC) ve bölgesel iklim modelleri (Regional Climate Models, RCMs) de bulunmaktadır. Dünya İklim Araştırma Programı (World Climate Research Programme, WCRP) tarafından desteklenen Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi'nin 5.fazı (CMIP5) tarafından üretilen küresel iklim modellerinden Hadley Merkez Küresel Çevre Modeli (Hadley Centre Global Environment Model, HadGEM), Max Planck Meteoroloji Enstitüsü Yer Sistem Modeli (Max Planck Meteorology Institute Earth System Model, MPI–ESM) ve Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı Küresel Modeli (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, GFDL) yaygın olarak kullanılmaktadır.

Halihazırda, teknolojiye gelişmelerle beraber küresel iklim modelleri çalışmaları zamanla artış göstermiştir. Bu modeller, küresel ölçekte ortak çalışmaların

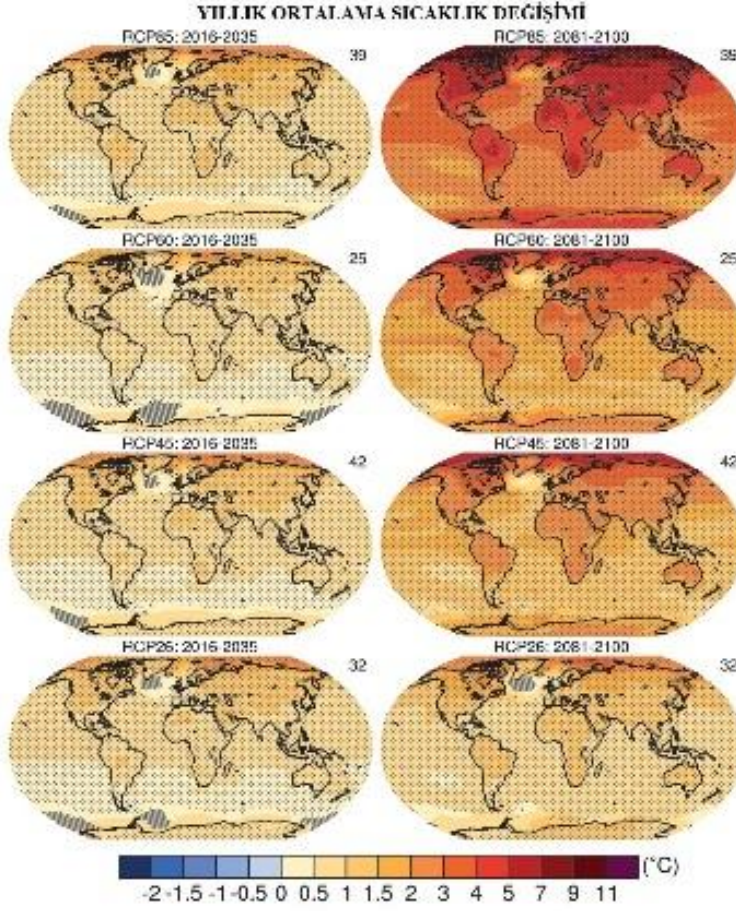
gerçekleştirilebilmesi ve modellerin sağlıklı ve kolay şekilde karşılaştırılabilmesi amacıyla Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından belirlenen senaryolar esas alınarak hazırlanmaktadır. IPCC'nin 5. değerlendirme raporu kapsamında en çok tercih edilen projeksiyonlar RCP4.5 ile RCP8.5 (RCP "Representative Concentration Pathway": temsili konsantrasyon yolu (rotası)) projeksiyonları olmuştur (IPCC, 2013).

IPCC (2013) raporu kapsamında oluşturulan küresel iklim projeksiyonlarından yıllık toplam yağış projeksiyonlarına göre ise 2081–2100 yılları arasında Türkiye için yıllık toplam yağış miktarında azalışlar olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 1.4). Bununla birlikte aynı rapora göre oluşturulan küresel iklim projeksiyonlarından yıllık ortalama sıcaklık projeksiyonlarına göre oluşturulan tüm senaryolarda ve tüm zaman periyotları boyunca Türkiye için yıllık ortalama sıcaklıkta artışlar olacağı öngörülmektedir (IPCC, 2013) (Şekil 1.5).

Küresel iklim projeksiyonları iklimin genel eğilimi açısından bilgi sağlamakla beraber düşük çözünürlüklere (110–220 km) sahip olması sebebiyle yerel ölçekte gerçekleştirilecek uygulamalarda yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden yerel ölçekteki uygulamalar için geliştirilen bölgesel iklim modellerinde girdi olarak küresel iklim modellerinin çıktıları kullanılmakta ve yerel ölçekte daha ayrıntılı projeksiyonlar oluşturulabilmektedir.



Şekil 1.4. Yıllık toplam yağış anomalileri projeksiyonları (IPCC, 2013'ten düzenlenmiştir) (Haritaların sağ üst kısmında bulunan rakamlar o senaryo için çalıştırılan küresel iklim modeli sayısını ifade etmektedir.)



Şekil 1.5. Yıllık ortalama sıcaklık anomalileri projeksiyonları (IPCC, 2013'ten düzenlenmiştir) (Haritaların sağ üst kısmında bulunan rakamlar o senaryo için çalıştırılan küresel iklim modeli sayısını ifade etmektedir.)

1.3.2. İklim Değişikliği Senaryoları

İklim değişikliğinin muhtemel sonuçlarına karşı hazırlıklı olunması, potansiyel olumsuz etkilerinin en düşük seviyeye kadar azaltılması için iklimdeki değişikliklerin ve trendlerin geleceğe yönelik tahminlerinin yapılması ve bu değişkenliklerin insan ve doğa üzerindeki olası etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Geçmişte yaşanan iklimsel olayları anlamak ve geleceğe yönelik öngörülerde bulunabilmek için, iklim bileşenleri ve birbirleriyle olan etkileşimlerinin görselleştirildiği matematiksel modellerden faydalanılmaktadır. Bu matematiksel modeller yardımıyla geleceğe yönelik iklim tahminlemelerinde farklı senaryolar kullanılmaktadır.

Senaryolar geleceğin tahmin edilmesi değil gerçekleşmesi olası alternatif durumların nasıl ortaya çıkabileceğinin tanımlanmasıdır. Dolayısıyla senaryolar, itici güçlerin gelecekteki emisyon sonuçlarını nasıl etkileyebileceğini ve onunla ilişkili belirsizlikleri

nasıl değerlendirebileceğini analiz etmek için uygun bir araçtır (IPCC, 2000). Emisyon senaryoları, aerosoller ve sera gazları gibi maddelerin gelecekte atmosferdeki konsantrasyonlarının tahmin edilmesi olarak ifade edilmektedir (Moss ve ark., 2008). Çok karmaşık dinamik sistemlerin ürünü olan gelecekteki sera gazı emisyonları demografik gelişim, sosyo-ekonomik gelişim ve teknolojik değişim gibi itici güçler yardımıyla belirlenmektedir (IPCC, 2000). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından geliştirilen senaryoların belirlenmesinde her alandan uzman bilim insanlarının birleşmesiyle ekonomi, nüfus artışı, tarım ve arazi kullanımındaki değişiklikler, teknolojik gelişmeler, enerji kullanımı gibi konular için farklı varsayımlar kabul edilmektedir. Emisyon senaryoları iklim modellemesi, iklim değişikliğinin etkilerinin değerlendirilmesi, uyum ve önlenmesi gibi iklim değişikliği analizlerinin yapılmasında yardımcı olmaktadır. Ancak, senaryolarda ifade edildiği gibi herhangi bir tek emisyon yolunun meydana gelme ihtimali oldukça belirsiz durumdadır (IPCC, 2000). Bu senaryolar olası iklim değişikliği, bunun etkileri ve iklim değişikliğini hafifletmek için seçeneklerin analiz edilmesi uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından 2000 yılında bazı iklim projeksiyonları temel alınarak Emisyon Senaryoları Özel Raporu (SRES) adı altında emisyon senaryoları geliştirilmiştir. A1, A2, B1 ve B2 senaryo aileleri dört temel emisyon senaryo ailesini oluşturmaktadır. Bu senaryo aileleri altında A1FI, A1B, A1T, A2, B1, B2 olmak üzere altı yeni sera gazı emisyon senaryo grubu oluşturulmuştur. Senaryo aileleri altında geliştirilen bu emisyon senaryoları ekonomik, toplumsal, demografik ve teknik özellikler göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. Küresel ölçekli sonuçlar için daha verimli çıktılar sağlayan senaryo aileleri A1 ve B1 aileleri iken bölgesel ölçekte daha verimli çıktılar sunan senaryo aileleri A2 ve B2 aileleridir. Sürdürülebilir kalkınma politikası uygulayan bölgeler için A grubu senaryolar daha verimli çıktılar sağlamakta iken sürdürülebilir yaşam politikası izleyen bölgeler için B grubu senaryolar daha verimli sonuçlar sunmaktadır.

SRES emisyon senaryolarının temel özellikleri Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 2000) tarafından yayınlanan özel raporda açıklanmıştır. A1 senaryo ailesinde küresel nüfusun yüzyılın ortalarında en üst düzeye ulaşacağı ve ardından azalacağı, daha yeni ve etkili teknolojilerin yayıldığı, ekonominin çok hızlı bir şekilde büyüdüğü bir dünya tanımlanmaktadır. Temel konuları bölgeler arasında yakınlaşma, kapasite geliştirme, kişi başına düşen gelirdeki bölgesel farklılıklarda önemli azalmalar ile artan sosyal ve kültürel etkileşimler oluşturmaktadır. A1 senaryo grubu kendi içerisinde

enerji sistemindeki teknolojik değişikliğin alternatif yönlerini belirten üç gruba ayrılmaktadır. Bu gruplar, fosil yoğunluğu (A1FI), fosil olmayan enerji kaynakları (A1T) ve tüm kaynaklar arasında bir denge (A1B) olmak üzere teknolojik önemine göre birbirinden ayrılmaktadır. A1B senaryo grubunda söz edilen denge belirli tek bir enerji kaynağına çok fazla bağımlı olmayan, nihai kullanım teknolojileri ve tüm enerji arzına benzer gelişme oranlarının uygulandığı varsayımına dayanmaktadır. A2 senaryo ailesi oldukça heterojen bir dünya betimlemektedir. Temel konuları yerel kimliklerin korunması ve kendi kendine yetebilmeyi içermektedir. Ekonomik kalkınma, öncelikle bölgesel olarak yönlendirilmekte, teknolojik değişim ve kişi başına ekonomik büyüme öbür hikayelere kıyasla daha yavaş ve daha parçalı gerçekleşmektedir. B1 senaryo ailesi A1 senaryo ailesinde olduğu gibi yüzyılın ortalarında zirveye ulaşan ve daha sonra azalan aynı küresel nüfusa sahip fakat hizmet ve bilgi ekonomisine doğru ekonomik yapılarıdaki hızlı değişimler, malzeme yoğunluğundaki azalmalar, temiz ve kaynak-verimli teknolojilerin yayılması ile birbirine yakınlaşmış bir dünyayı ifade etmektedir. Odaklanılan nokta ilave iklim girişimleri gerçekleşmeksizin iyileştirilmiş eşitliği de içeren sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğe yönelik küresel çözümlerdir. B2 senaryo ailesi ise sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğe yerel çözümlerin vurgulandığı bir dünyayı betimlemektedir. Bu, A2 senaryosuna kıyasla daha düşük miktarda sürekli artış gösteren bir küresel nüfusun, orta seviyelerde ekonomik gelişmenin, A1 ve B1 senaryolarında olduğundan daha az hızlı ve daha çeşitli teknolojik değişimin olduğu bir dünyadır. Senaryo ayrıca çevresel koruma ve sosyal eşitliğe yönelik olsa da, yerel ve bölgesel seviyelere odaklanmaktadır.

İklim modelleme çalışmalarında ilk başlarda sıralı yaklaşım olarak nitelendirilen ve birbirini takip eden fazlar biçimindeki iklim değişikliği değerlendirme işlemleri kullanılmıştır. Bu yaklaşımda ilk başta sosyo-ekonomik senaryolar hazırlanmakta ve ardından sosyo-ekonomik gelişmeler sonucu ortaya çıkacak emisyon seviyeleri doğrultusunda senaryolar oluşturulmaktadır. Bu yaklaşımın sıralı fazlardan meydana gelmesi nedeniyle emisyon senaryolarının oluşturulması ve etki değerlendirme modellerinin çıktılarının elde edilmesi süreçleri arasındaki zamanın uzun sürmesi nedeniyle iklim bilimciler 2013 yılında yeni iklim değişikliği senaryoları oluşturulması için SRES senaryolarındaki sıralı değerlendirme yönteminin yerine paralel değerlendirme yönteminin kullanılmasına karar vermişlerdir. Bu yeni yaklaşımda paralel fazın iklim modelleri ve senaryolar sıralı olarak değil eş zamanlı olarak çalışmakta ve kayda değer oranda zamandan tasarruf edilmektedir. Bu yeni yaklaşımda geliştirilen senaryolar temsili

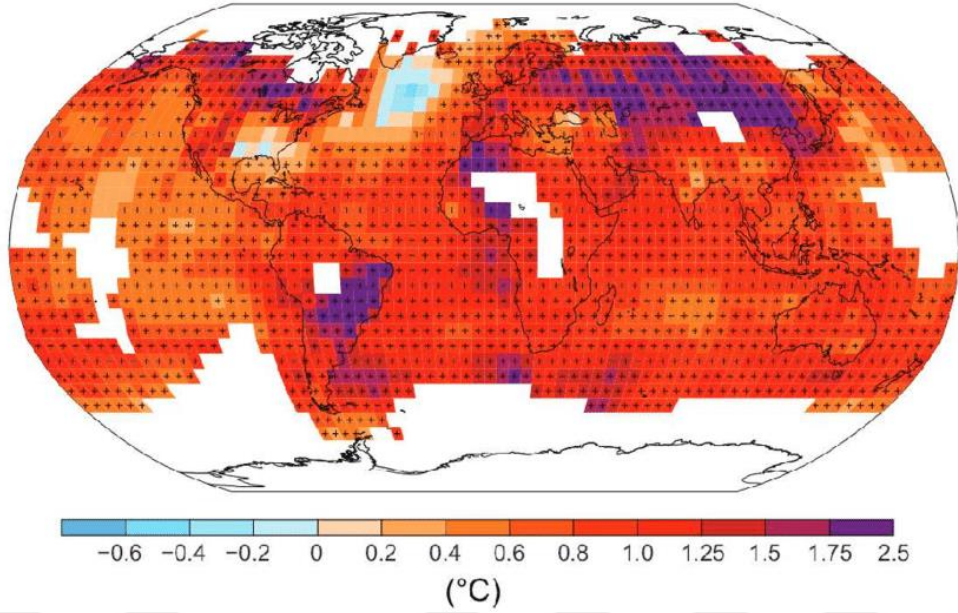
konsantrasyon yolu (RCP) olarak isimlendirilmiştir (IPCC, 2013). IPCC (2013) değerlendirme raporunda ısınimsal zorlama düzeyleri ve rotaları için RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5 olmak üzere dört tip RCP belirlenmiştir.

Temsili konsantrasyon rotaları ile SRES senaryoları tarafından 2100 yılı için öngörülen CO₂ konsantrasyon değerleri kıyaslandığında A1FI ve A2 senaryolarının RCP8.5 ile, A1B senaryosunun RCP6.0 ile, B1 senaryosunun RCP4.5 ile birbirlerine yakın değerler tahmin ettiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, A1T ve B2 senaryolarının RCP4.5 ile RCP6.0 arasındaki değerleri öngördüğü belirlenmiştir. Diğer taraftan, RCP2.6'nın ise hiçbir SRES senaryosu ile benzerlik göstermediği ve tümünün altında değer tahmin ettiği görülmektedir.

Küresel iklim modellerinin büyük alanları temsil etmesi nedeniyle yerel ölçekteki çalışmalar için bölgesel iklim modellerinden faydalanılmakta ve ölçek küçültme uygulanmaktadır. Günümüzde kullanılmakta olan en güncel bölgesel iklim modeli sistemi RegCM4.5 modelidir.

1.3.3. Küresel İklimdeki Değişiklikler

Tüm iklim modelleri, projeksiyonları ve senaryoları göz önünde bulundurularak küresel ve bölgesel ölçekte birçok farklı tahminler yapılmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli sentez raporunda (IPCC, 2014) kara ve okyanus yüzeylerinin ortalama sıcaklığının 1880 yılından 2012 yılına kadar 0,85°C artış gösterdiği bildirilmiştir (Şekil 1.6). Ayrıca, 1950 yılından itibaren iklim sistemindeki ısınmanın kesin olduğu, kar ve buzul miktarının azaldığı, okyanusların ve atmosferin ısındığı, sera gazlarının yoğunluğunun arttığı ve deniz seviyesinin yükseldiği rapor edilmiştir. Aynı raporda son otuz yıldır dünya yüzeyinde meydana gelen ısınmanın 1850 yılından bu yana gözlenen en sıcak zamanlar olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, 1983 ile 2012 yılları arasındaki sürenin son 1400 yıldır görülen en sıcak 30 yıllık dönem olduğu belirlenmiştir. Birçok uç hava ve iklim olaylarında da 1950 yılından itibaren değişiklikler gözlenmiş, küresel ölçekte soğuk gündüz ve gece sayılarında azalma belirlenirken sıcak gece ve gündüz sayılarında ise artış olduğu tespit edilmiştir (IPCC, 2014).



Şekil 1.6. Dünya yüzeyinde 1901–2012 yılları arasında gözlenmiş sıcaklık değişimleri haritası (IPCC, 2014'den düzenlenmiştir)

Küresel ölçekte okyanusların ısınmasının yeryüzüne en yakın büyüklükte olduğu belirlenmiş ve 1971 yılından 2010 yılına kadar olan dönemde her on yılda bir $0,11^{\circ}\text{C}$ artışın olduğu bildirilmiştir (IPCC, 2013). Okyanusların ısınması iklim sisteminde depolanan enerjinin artmasına yol açmaktadır. Ayrıca, 1950'lerden itibaren buharlaşmanın baskın olduğu yüksek tuzluluğa sahip bölgelerin daha tuzlu hale geldiği, yağışların baskın olduğu düşük tuzluluğa sahip bölgelerin daha tatlısu haline geldiği tespit edilmiştir.

Gelecek dönemlerde sıcaklık ve yağış desenlerinde değişiklikler görülebileceği birçok farklı araştırmada rapor edilmiştir. Ayrıca, IPCC (2014) son 100 yıl boyunca küresel sıcaklıktaki $0,8^{\circ}\text{C}$ artışın kısmen insan aktivitelerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları nedeniyle olduğunu bildirmiştir. Atmosferin kompozisyonu özellikle sanayi devriminden sonra 18. yüzyılın ortalarından itibaren artış gösteren insan faaliyetlerinin de etkisiyle değişmekte ve sera gazı emisyonlarında artış meydana gelmektedir. Sanayi öncesindeki dönemde atmosferdeki CO_2 birikimi yaklaşık olarak 280 ppm civarında iken 2018 yılının Mart ayı itibarıyla $407,96$ ppm'e ulaşmıştır. Benzer şekilde, CH_4 birikimi de 715 ppb'den 2017 yılının sonunda 1859 ppb değere yükselmiştir. Öte yandan, N_2O birikimi de sanayi öncesinde 270 ppb dolaylarında iken 2017 yılında 330 ppb düzeyine ulaşmıştır. Zaman içerisinde sel ve kasırga gibi aşırı uç hava olaylarının görülmesinde de artış gözlenmiştir (IPCC, 2014).

İklim değişikliğinin zararlı etkileri değerlendirildiğinde, kuzey kutup bölgesinde bulunan buzulların 1950'den bu yana yaklaşık %15 azaldığı bildirilmiştir (IPCC, 2014). Plumer (2014) kutuplardaki buzulların erimesinden dolayı yaklaşık 35 bin morsun artık kutup buzulları yerine Alaska ile Sibirya'nın kuzeyine hareket ettiklerini ifade etmiştir. Kutup bölgesindeki buzulların erimesi sadece sucul ortamdaki canlılar değil aynı zamanda insanlar açısından da büyük sorun teşkil etmektedir. İklim değişikliğinin etkisiyle doğal ekosistemlerde değişimlerin gözlenmesi, biyolojik çeşitliliğin tehlike altına girmesi ve tarımsal üretimdeki karşılaşılabilecek sorunlardan dolayı gıda üretimi ve tedariginde problemler çıkacağı öngörülmektedir. Şayet mevcut emisyonlar ve arazi kullanım eğilimleri kontrol edilemezse, gelecek nesiller daha fazla alerjik ve hava kirliliğine bağlı hastalık ve ölüm oranlarının artmasının yanı sıra, daha çok hastalık, sakatlık, ısı dalgaları ve doğal felakete bağlı ölümler, daha yüksek oranlarda iklimle ilişkili enfeksiyonlar, geniş alanda yayılım gösteren beslenme yetersizliği gibi sorunlarla yüzleşeceklerdir (Shea ve ark., 2008).

1.3.4. Türkiye İklimindeki Değişiklikler

Küresel ortalama yüzey sıcaklığının ısınma eğilimi 40° ile 70° kuzey enlemleri arasında daha fazla ısınma eğilimi göstermektedir (Türkeş ve ark., 2000). Dolayısıyla, orta ve yüksek enlemlerde bulunan ülkelerin daha çok etkileneceği tahmin edilmektedir. Türkiye de bu bölgede yer almasından dolayı muhtemelen önemli ölçüde iklimde meydana gelen değişikliklerden etkileneceği öngörülmektedir.

Akdeniz havzası kurak ve ılıman iklim bölgeleri arasındaki bir geçiş alanında yer almakta ve orta enlemler ile tropik süreçler arasındaki etkileşimlerden etkilenmektedir (Giorgi ve Lionello, 2008). Bu nedenle, Akdeniz havzası küresel ısınmaya karşı hassas alanlar arasında yer almaktadır. Dolayısıyla, Akdeniz havzasının bir parçası olarak Türkiye de iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkabilecek olumsuz etkiler açısından yüksek risk altındaki ülkeler arasında değerlendirilmektedir.

Üç Küresel Dolaşım Modeli (HadGEM2–ES, MPI–ESM–MR ve GFDL–ESM2M) ve iki senaryodan (RCP4.5 ve RCP8.5) elde edilen sonuçlara göre Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklık artışının 2016–2040 dönemi için 1°C ile 2°C arasında, 2041–2070 dönemi için 1,5°C ile 4°C arasında ve 2071–2099 dönemi için 1,5°C ile 5°C arasında olacağı öngörülmektedir (Demircan ve ark., 2017). Bazı senaryolarda ise 2071–2100 dönemi için sıcaklık artışının yaz mevsiminde 8°C'ye ve kış mevsiminde 3°C'ye ulaşacağı öngörülmektedir. Tüm dönemler açısından yağış projeksiyonları değerlendirildiğinde,

ilkbahar mevsimi için ülkenin kuzeydoğu ve sahil kesimleri haricinde yağış miktarının azalacağı, yaz mevsimi için ülkenin kuzeydoğu ve batı sahilleri haricinde yağış miktarının azalacağı, sonbahar mevsimi için yağış miktarının genel olarak azalacağı ve kış mevsimi için ülke genelinde yağış miktarının artacağı öngörülmektedir (Demircan ve ark., 2017). Gerçekleştirilen projeksiyonlarda yağış miktarının düzenli herhangi bir artış veya azalış eğilimine sahip olmadığı ve yağış rejiminin düzensiz olması dikkat çekmektedir.

Gerçekleştirilen iklim projeksiyonları kapsamında Türkiye'deki nehir havzalarında önemli risklerin oluşacağı öngörülmektedir. Fırat-Dicle Havzası başta olmak üzere Anadolu'nun güneyinde ve iç kesimlerinde bulunan havzalarda yağış miktarında azalmalar gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (Demircan ve ark., 2017). Sıcaklığın artması nedeniyle de yağış desenlerinde değişkenlikler ortaya çıkacağı ve genelde kış mevsiminde kar olarak düşen yağışın yağmura dönüşeceği düşünülmektedir. Ayrıca, sıcaklığın artmasından dolayı bahar aylarında karların daha erken erimesinin gerçekleşmesi beklenmektedir. Kar yağışları su kaynaklarının miktarının artmasına ve mevcudiyetinin devam etmesine yardımcı olan çok önemli bir kaynaktır. Kar yağışı desenlerindeki değişkenlikler belirli dönemlerdeki mevcut su miktarının olağan düzeylerinde de değişikliğe yol açacaktır. Diğer yandan, özellikle yaz mevsiminde Anadolu'nun batı ve kuzey sahillerinde aşırı yağışların gözlenebileceği düşünülmektedir. Aşırı yağışlardan dolayı sel felaketleri ile daha sık karşılaşma olasılığı artacaktır. Bunun yanında, iklimde gerçekleşecek değişikliklerin dolu yağışı, hortum ve fırtına gibi uç hava olaylarının şiddetini ve sayısını da önemli derecede etkileyeceği öngörülmektedir.

Türkiye'nin iklimi, meteorolojisi ve nehir akışları; karasal kutup, karasal arktik, denizel kutup, denizel arktik, ılıman denizel kutup, karasal tropik ve denizel tropik hava kütlelerinin etkisi altında değişkenlik göstermektedir (Şen ve Öztopal, 2017). Bu şekilde kutup ve tropikal bölgeler arasındaki geçiş bölgesinde bulunması nedeniyle iklimsel olaylar o bölgelerde olduğu gibi kararlı bir desen göstermemektedir. Mevsimler arasında kara ve deniz kökenli hava kütlesi hareketleri farklılık sergileyebilmektedir. Kış mevsimlerinde kuzeyden gelen karasal ve denizel kutup kökenli hava hareketleri buharlaşmanın az, yağışların fazla ve havanın soğuk olmasına yol açmaktadır. Yaz mevsimlerinde ise güneyden gelen karasal ve denizel tropik hava akımları buharlaşmanın fazla, yağışların az ve havanın sıcak olmasına neden olmaktadır. Bu hava kütleleri her yıl aynı hareket yönüne ve büyüklüğe sahip olmadığı için iklimsel olaylarda yıllık dalgalanmalar gözlenebilmektedir. Dolayısıyla, ülkemizde bazı dönemlerde kuraklık belirtileri ortaya çıkmakta iken bazı dönemlerde ise aşırı yağışlar görülebilmektedir. Bu

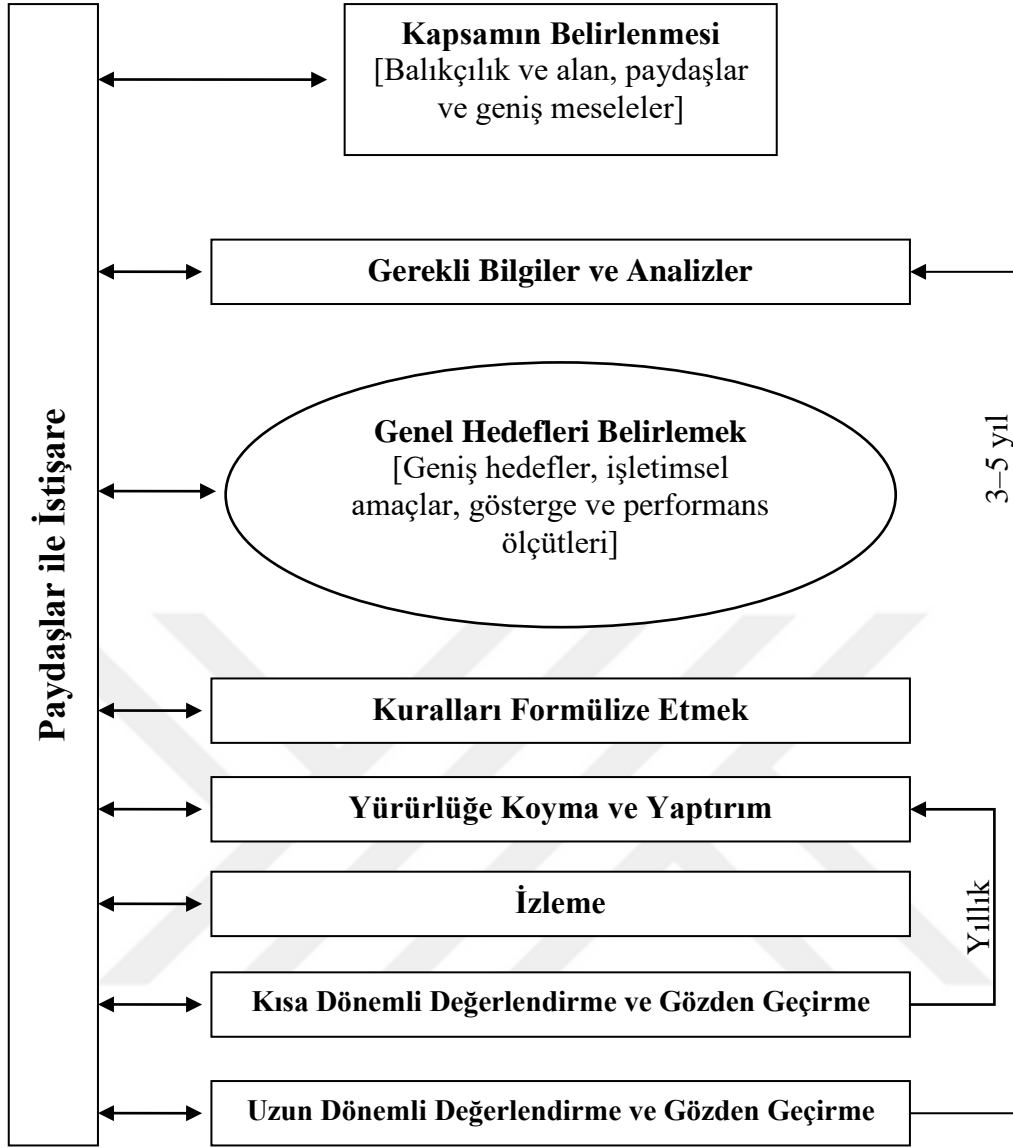
nedenle, böyle dalgalanmalardan dolayı su kaynakları miktarının sürekliliğinin sağlanabilmesi açısından yağışların fazla olduğu dönemlerde nehir akışlarının toplanması ve yağışların az olduğu dönemlerde su sağlanabilmesi için barajlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, Türkiye’de gerçekleştirilen baraj yapımı faaliyetleri de büyük artış göstermektedir.

Türkiye küresel olarak kuzey yarımkürenin alt tropikal bölgesinde yer almakta ve genellikle sürekli akışa sahip akarsular ve su bulunan göllerin yer aldığı bir ülke olma özelliği taşımaktadır. Ayrıca Karadeniz, Akdeniz ve Ege Denizi ile üç tarafı çevrilmiş olması da göz önünde bulundurulduğunda herhangi bir su sorunu yaşanmayacağı düşünülmektedir. Ancak, su kaynaklarının mevcudiyeti ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalarda durumun böyle olmadığı gerçeği görülmektedir. Su kaynaklarının geçmişten günümüze sahip oldukları su miktarları ve trendleri, doğa ve insan ile etkileşimleri sonucu değişkenlikler göstermekte hatta bazı su kaynakları açısından çok ciddi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Benzer şekilde, Hisar ve ark. (2015) Türkiye’nin su kaynakları bakımından aslında su bolluğu olan bir ülke değil sanılanın aksine su sıkıntısı yaşayan bir ülke olduğunu bildirmiştir. Türkiye’deki mevcut su miktarı, su zengini olan Kuzey Amerika ve Batı Avrupa gibi bölgelerdeki kişi başına düşen su miktarının sadece beşte birine denk gelmektedir. Su zengini ülkelerde kişi başına düşen yıllık su miktarı 10000 m³ iken Türkiye’de kişi başına sadece 1500 m³ su düşmektedir. Mevcut su kaynaklarının yönetimi etkili ve sürdürülebilir biçimde yapılamadığı takdirde Türkiye’nin su kıtlığı yaşayan ülke konumuna gelmesi muhtemeldir. Su kaynaklarının miktarının ve bulunurluğunun iklimsel değişikliklerden önemli ölçüde etkilendiği birçok araştırmada rapor edilmiştir. Sıcaklığın artış göstermesi ve buharlaşma miktarının yükselmesi su kaynakları üzerinde dikkate değer etkiye sahip olup su miktarında değişkenliklere yol açabilmektedir. Bununla beraber, yağış miktarının su kaynaklarının mevcudiyeti ve miktarı üzerindeki etkisinin sıcaklık ve buharlaşmadan çok daha fazla olduğu bilinmektedir. Bunların yanında karların erimesi, antropojenik faaliyetler, tarımsal kullanım, içme ve evsel kullanım amaçlı su tüketimi de su miktarını etkileyen önemli faktörlerdir. Dolayısıyla, iklimsel olaylarda meydana gelen değişkenliklerin su kaynakları üzerinde önemli etkileri bulunmakta ve tüm etkenler zincirin ayrı halkaları gibi birbirleri ile ilişkili olarak farklı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, mevcut su kaynaklarının yönetimi planlamalarının etkin ve başarılı şekilde uygulanması gelecek nesillerin su sorunları yaşamaması açısından hayati önem taşımaktadır.

1.4. Balıkçılık Yönetimi

Balıkçılık yönetimi günümüze dek birçok şekilde yorumlanmış ancak net bir şekilde yapılan tek tanımı bulunmamaktadır. FAO (1997) tarafından balıkçılık yönetimine dair hazırlanan sorumlu balıkçılık için teknik kılavuzda yapılan tanım genelde esas alınmaktadır. Bu tanıma göre balıkçılık yönetimi, balıkçılık kaynaklarının sürdürülebilir verimliliğini ve balıkçılığın diğer amaçlarını sağlamak amacıyla balıkçılık faaliyetlerini yöneten kuralların veya kanunların oluşturulması, bu kuralların gerektiğinde zorla uygulanması, bilgi toplanması, toplanan bilgilerin analiz edilmesi, yönetim planlarının oluşturulması, karar verme süreçleri ve kaynakların paylaşımı ile ilgili bütünlük bir süreç olarak ifade edilmektedir.

Günümüzde balık stoklarının yoğun olarak sömürülmesi nedeniyle balıkçılığın yönetimi gittikçe zorlaşmaktadır. Balık stoklarının sürdürülebilirliğini sağlayacak tedbirlerin geliştirilmesi gerekmekte ve aynı zamanda balıkçılıktan geçimini sağlayan kesimlerin refahının desteklenmesi de ayrı bir zorunluluk oluşturmaktadır. Dolayısıyla, balıkçılık yöneticileri bu zorlu süreci başarılı biçimde tamamlayabilmek için çok yönlü bilgiye ve özel donanımlara gereksinim duymaktadır. Balıkçılık yöneticilerinin ihtiyaç duyacağı en temel bilgiler hedeflenen balıkçılığa ve balıkçılık yönetimine dair biyolojik ve ekolojik bilgiler, sosyal yönleri, ekonomik bilgiler, yasal ve kurumsal boyutlar, kullanılan av araçları ve yöntemleri, uygulanan alan ve zaman kısıtlamaları ile girdi ve çıktı kontrolleri, hak tabanlı yönetim, yönetimde katılımcılık, yönetim–yönetişim ilişkisi, aynı ve/veya diğer bölgelerdeki mevcut balıkçılık yönetimi uygulamaları gibi konuları içermektedir. FAO'nun balıkçılığa ekosistem yaklaşımı teknik kılavuzu kaynak alınarak bir balıkçılık yönetimi planının oluşturulması ve uygulanması süreçlerine yönelik uygulanan adımlar Şekil 1.7'de gösterilmektedir.



Şekil 1.7. Bir yönetim planını geliştirmek ve yürürlüğe koymak için gerekli olan süreç (Cochrane ve Garcia, 2009'dan düzenlenmiştir)

Balıkçılık yönetiminin etkinliği hem stratejik hem de taktiksel planlama ve uygulama gerektirmektedir. Stratejik balıkçılık yönetimi, politik amaçların neler olduğu ve bu amaçların nasıl başarılı biçimde gerçekleştirileceği konularında planlamalar gerektirmektedir. Dolayısıyla, balıkçılığa uzun vadeli bir bakış açısı ile değerlendirilmelidir. Uzun vadeli süreçlerde koşullar çok değişkenlik gösterebileceğinden stratejik balıkçılık yönetimi planları bu değişimlere kolay uyum sağlayabilmelidir. Öte yandan, taktiksel yönetimde ise daha çok kısa vadeli süreçler için planlamalar yapılmalı ve uygulamaya konulmalıdır. Bunlar daha çok belirli operasyonel amaçlar için planlanmalı ve anında uygulanarak kısa vadeli sonuçlar vermelidir.

Balık stokları sonsuz miktarda değildir ve balıkçılıktan elde edilecek verim balık stokunun biyolojik üretimi ile sınırlı olmaktadır. Balık stokunun biyolojik üretimi de sadece stok büyüklüğüne bağlı olmamakta, aynı zamanda stokun içerisinde bulunduğu ve sürekli değişim gösteren çevresi ile etkileşiminin bir fonksiyonu olmaktadır. Stokun içinde bulunduğu çevrede gerçekleşen değişimlerin temel nedenlerini ise doğal süreçlerden ve insan aktivitelerinden kaynaklanan değişimler oluşturmaktadır.

Balıkçılık yönetimi uygulamaları açısından alınan tedbirler genellikle balıkçılığa yönelik girdi ve çıktı kontrolleri, av araç-gereç ve yöntemlerinin düzenlenmesi, alan ve zaman kısıtlamaları, hak paylaşımı gibi teknik konular üzerine gerçekleştirilmektedir. Balıkçılık sahasına girebilecek kişiye, av aracına, av gücüne kısıtlamalar getirilebilmektedir. Av baskısını azaltmak amacıyla filo kapasitesinin azaltılması gerçekleştirilebilmektedir. Diğer taraftan, kaynaktan çıkarılacak ürünler ile ilgili de avın sınırlandırılmasına yönelik tedbirler alınmakta ve kota sistemi uygulanabilmektedir. Bunun yanında, belirli alanlar belirli zamanlarda balıkçılığa kısıtlanarak bölgedeki stokların yeniden üreyebilmelerinin sağlanmasına ve aynı zamanda habitatların yenilenmesine imkan sağlamak adına da bazı tedbirler alınmaktadır. Kiralama veya farklı şekillerle hak tahsisi yapılması sonucu bir sahada balıkçılık faaliyeti gerçekleştirebilecek paydaşlar belirlenebilmektedir. Balıkçılık yönetimi ile ilgili tanımlamalar, teknik bilgiler, balıkçılık yönetimi yaklaşımları, dünyadaki balıkçılık yönetimi uygulamaları, Türkiye'deki balıkçılık yönetimi ve uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgiler Ünal ve ark. (2001, 2010), King (2007), Cochrane (2002), Cochrane ve Garcia (2009), Ünal ve Göncüoğlu (2012), Tokaç ve ark. (2014), Cerim (2015) ve Sarı (2015, 2016) tarafından hazırlanan çalışmalarda kapsamlı bir şekilde sunulmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada balıkçılık yönetimi ile ilgili daha fazla ayrıntıya girilmemiş olup daha ayrıntılı bilgi için bu çalışmalar ve onların içerisinde kaynak gösterilen diğer araştırmalar incelenmesi tavsiye edilmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı Atıkhisar Baraj Gölü'nde gerçekleşen kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi kullanılarak belirlenmesi ve izlenmesidir. İklim değişikliğinin kıyı çizgisi ve yüzey alanı üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi ve balıkçılık yönetimi açısından değerlendirilmesi de hedeflenmiştir.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanı Değişimlerinin UA ve CBS ile İzlenmesi

2.1.1. Küresel Ölçekte Gerçekleştirilen Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanı Değişimi İzleme Çalışmaları

Kıyı çizgisi değişimlerinin tespit edilmesi ve izlenmesine yönelik araştırmalar küresel ölçekte birçok araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.

Carter (1978) sulak alanlar hakkında bilgi toplayabilmek için uydu görüntülerinin uygulanabilirliğini araştırmıştır.

Frihy ve ark. (1994) Nil Deltası'nda 1955 ile 1991 yılları arasında gözlenen kıyı çizgisi değişimi desenlerini belirlemiştir. Kıyı çizgisinde meydana gelen en yüksek değişimin yılda 70,8 m azalma şeklinde gözlendiği bildirilmiştir.

Chen ve Rau (1998) Tayvan'ın batı kıyılarında yer alan San-Tian-Luen ve Wai-San-Ting kum adalarının 1986 ile 1994 yılları arasındaki kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerini araştırmıştır. Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler neticesinde San-Tian-Luen için 6,14 km² alanın azaldığı tespit edilirken Wai-San-Ting için ise 17,448 km² azalma gözlendiği rapor edilmiştir.

Alesheikh ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada 1989 ve 2001 yılları arasında Urmia Gölü kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri araştırmıştır. Çalışma sonucunda kıyı çizgisinde 3 m azalma gerçekleştiği tespit edilmiş ve kıyı çizgisindeki bu değişimin göl yüzey alanında yaklaşık 1000 km² azalmaya yol açtığı bildirilmiştir.

Lipakis (2008) Georgiopolis (Yunanistan) kıyılarında 1998 yılından 2005 yılına kadar gözlenen değişimleri haritaladığı çalışmada hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanmıştır. Çalışma sonunda toplamda 50 m'lik bir kayma gerçekleştiğini bildirmiştir.

Garcia-Rubio ve ark. (2009) uydu görüntüleri kullanarak 2004 ile 2008 yılları arasında Yucatán Yarımadası (Meksika) kıyı çizgisinde gözlenen değişimleri incelemiştir. Çalışma sonucunda kıyı çizgisinde 30 m'den fazla değişim ölçüldüğü rapor edilmiş ve kıyı çizgisinin kara yönünde 16,2 m ilerleme gösterdiği bildirilmiştir. Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimlerin insan müdahalelerine maruz kalan kıyısal yapılara ve kıyısal bitki örtüsü olmayan kentsel alanlara yakın bölgelerde gerçekleştiği bildirilmiştir.

Chand ve Acharya (2010) 1973 ile 2009 yılları arasında Hindistan'ın Orissa eyaletinde bulunan Bhitarkanika Yaban Hayatı Koruma Alanı'nın kıyı çizgisi değişimlerini araştırmıştır. Kıyı çizgisinde ortalama 73 m azalma tespit edilmiş ve bu azalmanın deniz

seviyesi yükselmesi ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Ortalama deniz seviyesinin 1973 ile 2006 yılları arasında 4,7 cm azalmasıyla birlikte rüzgar ve dalgaların etkisiyle gözlenen erozyonun da kıyı çizgisi değişimini etkilediği belirtilmiştir.

Deka ve ark. (2011) Hindistan'ın Assam eyaletinde yer alan Deepor Beel Gölü'nün ve Ramsar alanı olarak ilan edilen sulak alanın alansal değişimlerinin izlenmesi amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada uzaktan algılanmış çok zamanlı uydu görüntüleri kullanılarak 1991–2010 yılları arasında yüzey alanı değişimlerinin izlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda su ile kaplı toplam yüzey alanının %59,19 oranında azaldığı rapor edilmiştir.

Muslim ve ark. (2011) Kuala Terengganu (Malezya) kıyılarında 1992 ile 2009 yılları arasında gözlenen kıyı çizgisi değişimlerini tespit etmek için çok zamanlı uydu görüntülerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda toplamda 99,8 m erozyon ile 176,3 m birikim gözlenmiş ve kıyı çizgisi uzunluğunun 76,5 m arttığı belirlenmiştir. Kıyı çizgisinde gözlenen bu değişimlerin en çok insan müdahaleleri sonucu havalimanı inşaatı yapımı ile erozyondan etkilendiği ifade edilmiştir.

Al–Hatrush (2013) Al Batinah (Umman) kıyısındaki Al Hawasnah lagününde 2000 ile 2005 yılları arasında gözlenen kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Al Hawasnah kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 2205 km'den 1170 km'ye düşmüş ve yıllık %4,9 oranında bir azalma tespit edilmiştir. Ayrıca, lagün alanının 80730 m²'den 11065 m²'ye düşerek %12,4 yıllık değişim oranı ile azaldığı bildirilmiştir. Meydana gelen azalmaların yıllık değişim oranları ise alanın arazi üzerindeki ortalama genişliğinde %9 ve ortalama boyunda da %5,2 olarak belirlenmiştir.

Garcia–Rubio ve ark. (2012) 2003 yılı ile 2010 yılı arasında Progreso (Yucatán, Meksika) kıyılarında gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerini değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda genel olarak tüm kıyı boyunca homojen bir kıyı çizgisi değişimi gözlemlendiği bildirilmiştir. Ancak, en fazla ve en hızlı kıyı çizgisinin 2004 yılında meydana gelen Ivan Kasırgası nedeniyle çalışma alanının batısındaki bölgede gerçekleştiği rapor edilmiştir. Öte yandan, daha kuzeyde yer alan bölgedeki kıyı çizgisi değişiminin kara yönünde gerçekleştiği ve tekrar gerilemediği belirtilmiştir. Dolayısıyla, kıyı çizgisi değişimlerinin doğal afetler sonucu meydana geldiği durumlarda da uydu görüntülerinin çok önemli bir veri kaynağı olduğu ifade edilmiştir.

Kumaravel ve ark. (2013) Hindistan'ın Tamilnadu eyaleti doğu kıyılarında 1971 ile 2012 yılları arasında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini araştırmıştır. Cuddalore kenti kıyısal alanları beş farklı kısma ayrılarak kıyı çizgisi değişimleri nispeten daha küçük

ölçekte irdelenmiştir. Çalışma sonucunda 3,21 km² erozyon gözlendiği ve 1,26 km² de genişleme olduğu tespit edilmiştir.

Lan ve ark. (2013) Kızıl Nehir (Red River, Vietnam) Deltası'nın nehir ağzı alanında 1975 yılından 2009 yılına kadar gerçekleşen kıyısız değişimlerin izlenmesi için uzaktan algılama ve CBS teknolojileri kullanmıştır. Çalışmada toplam 1095,2 ha yaşam alanının erozyona uğradığı tespit edilmiştir. Ayrıca, 4786,24 ha mangrov alanı ve 1673,98 ha balıkçılık alanı kıyısız değişimler sonucunda kaybedilerek karasal arazi denize doğru genişlemiştir. Kızıl Nehir'in delta alanının denize doğru 3500 m ilerlediği bildirilmiştir.

Niya ve ark. (2013) İran'ın Basra Körfezi kıyılarında yer alan Bushehr kentinin kıyı kesimlerinde 1990 ve 2005 yılları arasında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini araştırmıştır. Gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi ve haritalandırılması için uzaktan algılama ve CBS kullanmıştır. Çalışma sonunda kıyı çizgisinin sürekli değişim gösterdiği belirtilmiş ve özellikle 2001–2005 yılları arasında çok büyük değişimler gözlendiği rapor edilmiştir.

Hussain ve ark. (2014) Meghna Nehri (Hindistan) ağzının doğu tarafında 2007 yılından 2013 yılına kadar kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler nedeniyle toplam alanının 120 km² artış gösterdiğini rapor etmiştir.

Poornima ve Chinthaparthi (2014) Hindistan'ın Tamil Nadu eyaletinin Chennai kıyılarında 2000 ile 2012 yılları arasında gözlenen kıyısız değişiklikleri tespit etmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada 2004 yılında gözlenen Tsunami olayına kadar su yüzeyi ile kaplı alan yüzdesinde azalma gözlenirken Tsunami sonrası bunun arttığı tespit edilmiştir. Ancak, sonrasında tekrar azalmaya devam ettiği belirlenmiştir. Bu nedenle izleme dönemi boyunca Chennai kıyılarında gözlenen kıyı çizgisi değişimlerinde Tsunami'nin önemli derecede etkisi olduğu vurgulanmıştır.

Zhang ve ark. (2014) Çin'de bulunan Zhoushan Adaları'nın kıyı çizgisinde 1970 ile 2011 yılları arasında gerçekleşen değişimleri araştırmıştır. Çalışma sonunda yerleşim olan adaların tamamına yakınında dikkate değer bir değişim olduğu tespit edilmiş ve bu değişimlerin deniz yönünde gerçekleştiği bildirilmiştir. Kıyı çizgisi değişim oranları adalar arasında değişkenlik gösterse de ana ada olan Zhoushan Adası'nın kıyı çizgisinde gözlenen değişim oranı yıllık 12,83 m olarak belirlenmiştir. Çalışma bölgesinde özellikle 2003 yılından itibaren liman yapımının arttığı ve bölgenin yapay bir kıyı hakimiyetine girmeye başladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, Yangtze Nehri üzerine inşa edilen dünyanın en büyük hidroelektrik barajı olan Üç Boğaz Barajı (Three Gorges Dam) nedeniyle bu nehirden sediman taşınımının azaldığı bildirilmekle beraber, diğer taraftan yapay siltlenme, kıyı

mühendisliği, liman yapımı gibi insan müdahalelerinin kıyı çizgisinde gözlenen değişimlerin nedeni olduğu ifade edilmiştir.

Aedla ve ark. (2015) Netravati ve Gurgur (Hindistan) nehirlerinin nehir ağız kıyılarındaki kıyı çizgisi değişimlerini tespit ettiği çalışmada en yüksek kıyı çizgisi ilerlemesini yılda 8,69 m ve en yüksek erozyon oranını yıllık 4,31 m olarak rapor etmiştir.

Al-Mansoori ve Al-Marzouqi (2016) Dubai kıyısal alanında 2009 ile 2015 yılları arasında kıyı çizgisinde bir artış olduğunu bildirmiştir. Kıyı çizgisinde gözlenen bu artışın insan kökenli kıyısal değişikliklerden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Dewi ve ark. (2016) Endonezya'da yer alan Java'nın kuzey kıyısal alanında 1994 yılı ile 2015 yılı arasında gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerini izlemiş ve bu dönem boyunca kademeli ve ani değişiklikler gözlendiğini bildirmiştir. Toplamda 739 ha arazi 1994-2000 arasındaki dönemde karadan suya dönüşmüştür. Sonrasında kademeli olarak değişimler göstererek 2015 yılı itibarıyla de su yüzeyi ile kaplanan alan 917 ha alana ulaşmıştır. Bu değişimlerin, taşkın riski bulunan bölgelerde kentsel gelişim ve artan su baskını olayları nedeniyle gerçekleştiği ifade edilmiştir.

Erener ve Shirzad (2016) Orta Asya'nın en uzun nehri olan Amu Darya (Ceyhun) nehrinin Afganistan'ın kuzeyinde bulunan Kunduz kenti sınırları içerisinde kalan bölümünde meydana gelen kıyısal değişimleri tespit etmek amacıyla uzaktan algılama ve CBS teknikleri uygulamıştır. Çalışma sonucunda su ile kaplı alanın 56,5 ha arttığı ve bu nedenle bazı bölgelerin hatta evlerin su altında kaldığı rapor edilmiştir. Nehir kıyısındaki bankların erozyon nedeniyle sürekli nehre döküldüğü belirtilmiştir. Erozyonun ise öncelikle yüksek nehir akış hızı, rüzgar ve dalgalardan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Nehir kıyı çizgisinde meydana gelen değişimlerin çalışma bölgesinde çevresel açıdan oluşturduğu problemlerin yanında ayrıca Afganistan'ın kuzeyinde bulunan Tacikistan ile arasındaki sınırı oluşturması nedeniyle de politik olarak farklı yeni sorunlara yol açabileceği beyan edilmiştir.

Kang ve Hong (2016) Moğolistan'daki 73 gölün yüzey alanlarında 2000 ile 2011 yılları arasında gerçekleşen mevsimsel ve yıl içi değişkenlikleri izlemek ve değerlendirmek için yaptığı çalışmada bu 73 gölün yıllık ortalama yüzey alanında önemli azalış eğilimleri olduğunu tespit etmiştir. Araştırılan 73 gölün toplam yüzey alanının %9,3 oranında azaldığını ve yıllık 53,7 km² oranında azalış gerçekleştiğini bildirmiştir.

Kannan ve ark. (2016) 1989 ile 2015 yılları arasında Hindistan'ın Andhra Pradesh eyaletinin Visakhapatnam kıyılarında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Toplam kıyı çizgisi uzunluğu 135 km olarak hesaplanan alanın 74,6 km

uzunluğundaki kıyı çizgisinin yılda ortalama 1,08 m birikim yaparken 38,4 km uzunluğundaki kıyı çizgisinin ise yılda ortalama 1,4 m erozyona uğramasıyla azaldığı belirlenmiştir.

Rashid (2016) Süleymaniye (Irak)'de bulunan Dukan Barajı'nın 2000 ile 2016 yılları arasında yüzey alanında meydana gelen değişimleri analiz etmiştir. Su ile kaplı yüzey alanının 92,94 km² iken 186,42 km²'ye arttığı rapor edilmiştir. Arazi kullanımı açısından da su ile kaplı alan %17,62 iken 2016 yılında arazinin %30,12'sini kapladığı belirtilmiştir. Bu artışın bir nedeni olarak 2000 yılında yağış miktarının azalmasına bağlı olarak gerçekleşen kuraklık nedeniyle su kaplı yüzey alanının çok azalması gösterilirken öte yandan 2016 yılına kadar yağışlarla beraber karların erimesi ve diğer su kaynaklarından baraja su akışının olması da çalışma döneminde gözlenen artışın gerekçeleri arasında sunulmuştur. Suyla kaplı alanın artması nedeniyle de baraj civarındaki tarım alanlarında ve çorak arazilerde azalma gözlenmiştir. Bununla beraber, yapılaşma alanı ile bitki örtüsü yüzey alanında da bir miktar artış tespit edilmiştir.

Basiouny ve ark. (2017) 1973 yılı ile 2015 yılı arasında Mısır'ın kuzeybatısında bulunan Ras El-Hekma kıyıları boyunca gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerini araştırmıştır. Çalışma alanının doğu kısımlarının izlenen 42 yılın tamamında erozyon eğilimi gösterdiği belirtilmiştir. Tüm izleme dönemi boyunca en yüksek birikim oranı yılda 12 m tespit edilirken en yüksek erozyon oranı ise yılda 9,65 m olarak belirlenmiştir. Ayrıca, geleceğe yönelik 2020 ve 2050 yılları için kısa vadeli ve uzun vadeli tahminler yapılarak kıyı çizgisinde gerçekleşebilecek muhtemel değişimlerin nasıl olacağına dair öngörülerde bulunulmuştur.

Behling ve ark. (2018) 1984 ile 2014 yılları arasında Namibya kıyısal lagünlerinin kıyı çizgisi dinamiklerinde meydana gelen alansal ve zamansal değişiklikleri izlemek amacıyla yaptığı çalışmada uzaktan algılama zaman serisi yaklaşımını kullanmıştır. Hem Walvis Körfezi hem de Sandwich Limanı kıyı çizgisi boyunca kuzey yönünde sırasıyla en fazla 950 m ve 1050 m kum birikmesi gözlenmiştir. Bu birikimlerin bölgede egemen olan güneyden ve güneybatıdan esen rüzgarlar, akıntı ve dalga yönü ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Castelle ve ark. (2018) 1950 yılı ile 2014 yılı arasında Fransa'nın güneybatısındaki kumlu kıyılarda gerçekleşen uzun dönemli kıyı çizgisi değişimlerinin alansal ve zamansal desenlerini incelemiştir. Araştırmada, bu dönemler arasında maksimum erozyonun yılda yaklaşık 11 m ve maksimum birikiminin yılda yaklaşık 6 m olarak gerçekleştiği bildirilmiştir. Ancak, genel olarak erozyon eğilimi bulunduğu ve bunun sadece deniz

seviyesi yükselmesinden kaynaklanmadığı ayrıca dalgalar, gelgitler, körfez girişi dinamikleri, kıyasal kumul yönetimi ve kıyı savunması gibi geniş ölçekteki parametrelerin de dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Gopikrishna ve Deo (2018) Hindistan'ın Paradip Limanı'ndaki kıyı çizgisi değişimlerinin iklim değişikliğine karşı gösterdiği tepkileri araştırmış ve kıyı çizgisinin dikey sınırlarında şimdiki seviyesine göre 4 m birikim ile 8 m erozyon gerçekleştiğini bildirmiştir.

Mohsen ve ark. (2018) tarafından Mısır'da bulunan ve ülkenin ikinci en büyük gölü olan Burullus Gölü'nde 1972 yılı ile 2015 yılı arasında gözlenen alansal ve zamansal değişimlerin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada göl alanında önemli bir azalma olduğu belirlenmiş ve bu azalmanın %49 oranında gerçekleştiği rapor edilmiştir. Ayrıca, 1972 ile 1984 yılları arasında ise göl yüzey alanının hızlı bir şekilde azalış gösterdiği (%36,51) ifade edilmiştir.

Mukherjee ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada Batı Bengal (Hindistan)'ın Diara bölgesindeki sulak alanların değişim eğilimlerini araştırmış ve mevsimsellik ile taşkınların bu değişimler üzerindeki etkisini irdelemiştir. Çalışmada 1973 ile 2016 yılları arasındaki değişimler belirlenmiş olup 1973 yılında 5628,6 ha olarak tespit edilen sulak alanın 2016 yılında 4885,92 ha alana azaldığı bildirilmiştir. Bu alanın taşkın görülen 1999 yılında ise 14124 ha ile en yüksek seviyeye ulaştığı belirtilmiştir. Dolayısıyla, yağışlar ve sulama rejiminin bu sulak alan üzerinde önemli etkileri olduğu ifade edilmiştir.

Qiao ve ark. (2018) Şanghay (Çin) kıyı çizgisinde 1960 ile 2015 yılları arasında meydana gelen alansal ve zamansal kıyı çizgisi değişimlerini değerlendirmiştir. Çalışma dönemi boyunca kıyı çizgisi değişimleri beş yıllık aralıklar halinde incelenmiş ve son 55 yılda kıyı çizgisi uzunluğunun önemli derecede arttığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda Şanghay kıyı çizgisinde önemli derecede birikim gözlemlendiği belirtilmiş ve tüm kıyı çizgisinin %25,7 oranında artış gösterdiği rapor edilmiştir. Kıyı çizgisinde meydana gelen bu değişimler nedeniyle de Şanghay'ın toplam yüzey alanının %19,9 oranında arttığı bildirilmiştir. Şanghay kıyı çizgisinin ortalama ağırlıklı doğrusal regresyon oranı yılda 52,2 m olarak belirlenmiş ve bu değişimin %94,1'i birikme, %3,1'i erozyon olarak rapor edilmiştir. Geri kalan %2,8 oranındaki bölümde ise önemli herhangi bir değişiklik gözlenmediği belirtilmiştir. Toplam kıyı çizgisi uzunluğunun 472,6 km'den 594,2 km'ye artış gösterdiği rapor edilmiştir. Buna bağlı olarak Şangay'ın alanının 1192,5 km² genişlediği bildirilmiştir. Göreceli deniz seviyesi yükselmesi ve Yangtze Nehri'nden sediman yüklemesi gibi doğal faktörlere kıyasla arazi ıslahı ve kanal projeleri gibi

antropojenik faaliyetlerin kıyı çizgisinden gözlenen bu değişimin temel nedenleri olduğu ifade edilmiştir.

Roy ve ark. (2018) Hindistan'ın Odisha kıyısı boyunca 1990 yılı ile 2015 yılı arasında gözlenen kıyı çizgisi değişimlerini tespit etmek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada 196 km kıyı çizgisinin erozyona uğradığını ve 156 km kıyı çizgisinin de Odisha kıyısı boyunca biriktiğini rapor etmiştir. Ayrıca, 78 km kıyı çizgisinin ise durağan koşulda olduğu bildirilmiştir. Erozyona uğrayan kıyı çizgisi toplam uzunluğun %46'sını oluştururken biriken kıyı çizgisi ise toplam uzunluğun %36'sına denk gelmektedir.

2.1.2. Türkiye'de Gerçekleştirilen Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanı Değişimi İzleme Çalışmaları

Türkiye'nin farklı birçok kıyısal alanları için de kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimleri çok sayıda araştırmacı tarafından araştırılmıştır.

Ekercin (2000) Meriç Nehri'nin kıyı çizgisi ve deltasında 1988 ile 1993 yılları arasında meydana gelen zamansal değişimleri uydu görüntüleri kullanarak belirlemiştir. Zamansal değişimlerin belirlenmesi için veri kaynağı olarak 1988, 1991 ve 1993 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma sonunda 1988 yılından 1993 yılına kadar bir toprak kaybı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Meriç Deltası'nın Ege Denizi'ne doğru ilerleme eğiliminde olduğu rapor edilmiştir. Deltada meydana gelen alansal değişiklik toplam 177247 m² olarak hesaplanmıştır. Nehir yatağının da Türkiye tarafına doğru ilerlediği belirlenmiş olup, girintiler veya oyuklar biçimindeki bu değişiklikler sebebiyle Türkiye tarafında nehre yakın alanlarda büyük su birikintilerinin olduğu bildirilmiştir. Meriç Nehri, Yunanistan ile ülkemizin sınırlarını belirlemesi nedeniyle özel bir öneme sahiptir. Dolayısıyla, çalışma kapsamında Meriç Nehri kıyı çizgisinde belirlenen değişimler iki ülke arasındaki sınırların da değişmesi anlamına gelmektedir.

Tağıl ve Cürebal (2005) Altınova sahilinde 1958 ile 2002 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi desenini ortaya koymak amacıyla yaptığı çalışmada sahil boyunca kıyı çizgisinde hem karaya doğru ilerleme (pozitif değişim) hem de denize doğru gerileme (negatif değişim) olduğunu bildirmiştir. Kıyı çizgisi değişimleri nedeniyle toplamda 80 ha alanın kara iken deniz olduğu 35 ha alanın ise deniz iken kara olduğu ifade edilmiştir. Kıyı çizgisinde meydana gelen bu değişimlerin gözlenmesinde insan kökenli etkilerin artması ile buna bağlı olarak aşınma ve birikimdeki doğal dengenin bozulmasının etkili olduğu belirtilmiştir.

Çölkesen ve Sesli (2007) Trabzon ilinin kıyı çizgisinde 2002 ile 2005 yılları arasında meydana gelen kısa süreli değişimleri araştırmıştır. Çalışmada toplam 60 ha alanın insan müdahaleleri sonucu denizin doldurulması ile denizden karaya dönüştüğü bildirilmiştir. Diğer yandan 6,7 da alanın ise erozyon ve kum çıkarımı nedenlerinden dolayı karadan deniz alanına dönüştüğü tespit edilmiştir. Ancak, kıyı çizgisinde kısa süreçte tespit edilen bu değişim Karadeniz sahil yolu projesi kapsamında gerçekleştiği bildirilmiş ve insan müdahalesi sonucu ortaya çıktığı ifade edilmiştir.

Doğan (2008) Alaçatı kıyılarında 1963 ile 2007 yılları arasında kıyı çizgisinde gerçekleşen zamansal değişimleri araştırmıştır. Çalışma sonucunda toplamda 8 ha alanın denizin doldurulması yoluyla karaya dönüştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, farklı bölgelerde kıyı çizgisinde 42 m ile 132 m arasında alansal değişimlerin olduğu bildirilmiştir. Turizm faaliyetlerinin gelişmesi ve nüfusun artmasına bağlı olarak yapılaşmanın arttığı ifade edilmiştir. Dolayısıyla, insan müdahalelerinin kıyı çizgisinde meydana getirdiği değişimler ortaya koyulmuştur.

Kurt (2009) İstanbul'un kıyı bölgelerinde 1987 yılı ile 2007 yılı arasında gözlenen kıyı çizgisi değişimlerini incelediği çalışmada kıyı çizgisi uzunluğunun 33 km artarak 459 km'den 492 km'ye ulaştığını bildirmiştir. İzleme dönemi süresince 1223 ha alanın insan müdahaleleri sonucu değişime uğradığı tespit edilmiştir. Ayrıca, 52 ha alanın da kum ve toprak çıkarımı nedeniyle değiştiği de bildirilmiştir. Bu değişimlerin 700 ha alanı kapsayan kısmının Marmara Denizi kıyılarında ve 502 ha alanı kapsayan kısmının ise Karadeniz kıyılarında gerçekleştiği gözlenmiştir. Ormanlık alanlarda %37 azalma gözlenirken tarım alanlarında ise %35 artış tespit edilmiştir. Nüfusun %46'sının kıyı bölgelerinde bulunduğu ifade edilirken, kentleşme ve nüfusun hızla artması nedeniyle kıyı bölgelerindeki arazi kullanımında ve kıyı çizgisinde önemli değişimler meydana geldiği bildirilmiştir.

Reis ve ark. (2009) tarafından Doğu Karadeniz kıyılarında 1987 ile 2007 yılları arasında kıyı çizgisindeki zamansal değişimlerin izlenmesi amacıyla yapılan çalışmada bazı bölgelerde 200 metreye varan değişimler tespit edilirken bazı bölgelerde ise değişim gözlenmediği bildirilmiştir.

Sesli ve ark. (2009) Trabzon sahilinde meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini belirlemiş ve 12,2 ha alanın erozyon ve kum çıkarım faaliyetleri nedeniyle gerilerken denizin doldurulması ile de toplam 161 ha alanın kazanıldığını rapor etmiştir.

Açıkgöz (2010) Yumurtalık Sulak Alanı kıyılarında %25 oranında bir azalma olduğuna dikkat çekmiş ve kıyı çizgisinde meydana gelen bu değişimin nedeni olarak sediman taşınımı, kum çıkarma faaliyetleri ve buharlaşmayı işaret etmiştir.

Kuleli (2010) Çukurova kıyusal alanında 1972 ve 2002 yılları arasında gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerini araştırdığı çalışmada kıyı çizgisinde yaklaşık 2900 m geri çekilme ve 24,5 m erozyon gözlendiğini rapor etmiştir. Ayrıca, Çukurova Deltası'ndaki Seyhan nehir ağzı, Akyatan Lagünü ve Tuzla Lagünü kıyılarındaki değişimlerin erozyon ile sahilden kum çıkarımı, tarım arazilerinin ıslahı, balıkçılık faaliyetleri, baraj yapımı ve nehir akış yönlerinin değiştirilmesi gibi insan aktiviteleri tarafından etkilendiğini belirtmiştir.

Özdemir (2010) Kızılırmak Nehir Deltası'nın kıyı çizgisinin kara yönünde ilerlediğini ve 1,5 km² alanın gerçekleşen bu kıyı çizgisi değişimi nedeniyle kaybedildiğini ifade etmiştir. Kıyı çizgisindeki bu değişimin öncelikli olarak baraj yapımı, kum çıkarımı, kıyı yapıları inşası gibi insan kaynaklı faaliyetlerden etkilendiğini belirtmiştir.

Yılmaz (2010) Zonguldak'ta bulunan Kozlu sahilinde 2004–2008 yılları arasındaki zamansal kıyı çizgisi değişimlerini incelemiştir. Kıyı çizgisinin erozyon ve dolgu yapılması gibi nedenlerden dolayı değişkenlik gösterdiği, ancak bu dönem içerisinde kıyı çizgisi değişimlerinin en çok kıyı yapıları inşa edilmesinden dolayı kaynaklandığı bildirilmiştir.

Kuleli ve ark. (2011) Türkiye'deki beş Ramsar sulak alanının (Yumurtalık, Göksu, Kızılırmak, Yeşilirmak, Gediz) kıyı çizgilerinde 1972 ile 2009 yılları arasındaki dönemde meydana gelen değişimleri araştırmıştır. Bu su alakların kıyı çizgilerinde önemli değişiklikler olduğu tespit edilmiş ve bu değişikliklerin izleme dönemi boyunca erozyon ve arazi genişlemesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Ceylan (2012) İzmit Körfezi'nin doğu kesimindeki kıyı çizgisinde 1984 ile 2008 yılları arasında gözlenen değişimleri belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada pozitif ve negatif değişimler gözlendiğini belirtmiştir. Sudan karaya ve karadan suya değişen alanların doğal nedenler ve insan müdahaleleri sonucunda gerçekleştiği ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda su yüzeyi ile kaplı alanın 60,2 ha azaldığı tespit edilmiştir. Doğal sebepler içerisinde değişime neden olan en büyük sebebin 17 Ağustos 1999 tarihinde yaşanan deprem olduğu belirtilmiştir. İnsan müdahaleleri olarak ise sanayileşme ve buna bağlı olarak nüfusun artması nedeniyle yapılaşmanın artması kıyı çizgisi değişimindeki etken olarak ifade edilmiştir.

Güçlü (2010) Muğla ilinin Bodrum, Marmaris, Akyaka, Güvercinlik, Güllük, Fethiye, Yalıkavak, Milas ve Göcek kıyılarında 1974 ile 2002 yılları arasında meydana gelen kıyı değişimlerini değerlendirmiştir. Muğla ili turizm faaliyetlerin en yoğun olduğu şehirlerden biri olması nedeniyle çok fazla sayıda turizm yatırımları gerçekleştiği

aktarılarak izleme dönemi boyunca toplamda 48 km² kıyı alanının turizm yatırımları ve buna bağlı olarak da nüfus artışı nedeniyle değişikliğe uğradığı bildirilmiştir.

Olgun (2012) Göksu Deltası'nda 1980 yılından 2008 yılına kadar pozitif ve negatif kıyı çizgisi değişimleri olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, kıyı çizgisinde meydana gelen bu değişimler ile sediman taşınımı arasında da bir ilişki bulunduğunu dile getirmiştir.

Aydın ve Uysal (2013) Sakarya ilinin Karasu sahili kıyı çizgisi değişiminin izlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada 1987 yılından 2013 yılına kadar bazı bölgelerde azalma bazı bölgelerde ise artış olduğunu bildirmiştir. Kara yönünde gerileme en çok 247 m ve deniz yönünde ilerleme de en yüksek 152 m olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar kıyı çizgisinde gözlenen bu değişimlerin erozyon, baraj yapımı, kum çıkarımı ve midye avcılığından kaynaklandığını ifade etmiştir.

Özpolat ve Demir (2014) ile Özpolat (2016) Seyhan Deltası'nda kıyı çizgisinin pozitif ve negatif yönde değişiklikler gösterdiğini bildirmiştir. Kıyı çizgisindeki bu değişikliklerin temel olarak insan müdahaleleri ve erozyondan kaynaklandığı dile getirilmiştir.

Güney ve Polat (2015) 1975 ve 2000 yılları arasında Çandarlı ve Aliğa kıyısız alanlarında kıyı çizgisi değişiminin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler nedeniyle kara ve su ile kaplı alanların değiştiğini belirtmiştir. Bu değişimin en çok insan etkileri nedeniyle gerçekleştiği ifade edilmiştir. Yaklaşık 153 ha deniz alanı doldurularak karaya dönüştürülmüştür. Bu alanların liman ve iskele inşaatları, sanayi, turizm ve konut yapımı gibi faaliyetler için kullanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca, ileriki süreçlerde de insan kaynaklı faaliyetler sonucu kıyı çizgisi değişimlerinin devam edeceği vurgulanmaktadır.

Ozturk ve Sesli (2015) Kızılırmak Deltası'nda bulunan lagün serisinin kıyı çizgisinde 1962 ile 2013 yılları arasında gözlenen değişimleri incelemiştir. Çalışmada baraj yapımı faaliyetleri sonrasında deltaya sediman taşınımının kesilmesi sebebiyle deltanın gelişemediği belirtilmiştir. Ayrıca, dalga ve rüzgarın etkisiyle oluşan kıyı erozyonu nedeniyle de bazı bölgelerdeki kıyı kordonlarının aşınarak daraldığı bildirilmiştir. Sonuç olarak Kızılırmak lagün serisinde kıyı çizgisinin toplam uzunluğunun azaldığı ortaya koyulmuştur. Tüm kıyıları boyunca en yüksek erozyonun 827 m olduğu ve lagün alanlarındaki toplam azalmanın 963,7 ha olduğu rapor edilmiştir.

Uçar (2016) Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisinin 1975 ve 2016 yılları arasında hem pozitif hem de negatif değişkenlikler gösterdiğini, ancak kıyı çizgisinin toplam uzunluğunda bir azalma olduğunu tespit etmiştir.

Akay ve ark. (2017) 2000 ile 2017 yılları arasında Karacabey Longoz Ormanları bölgesindeki bitki örtüsü ve arazi kullanımını değişiminin alansal ve zamansal olarak belirlenmesi için yaptıkları araştırmada longoz ormanı ile kaplı alanın %3,35 ve suyla kaplı alanın %0,64 oranında artış gösterdiğini rapor etmiştir.

Kocababa (2017) 1975 yılından 2016 yılına kadar Konyaaltı (Antalya) sahilindeki kıyı değişiminin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada kıyı çizgisindeki değişimleri izlemiş toplamda 86 m kıyı çizgisinin denize doğru çekildiğini tespit etmiştir. Kıyı çizgisinde meydana gelen bu değişimin nedenleri erozyon ve kum alımı olarak belirtilmiştir. Ayrıca, antropojenik faaliyetlerden biri olarak Antalya Limanı'nda bulunan büyük mendireğin de sediman taşınmasına engel oluşturarak erozyona yol açıp kıyı çizgisindeki değişimi etkilediğini bildirmiştir.

Kılar ve Çiçek (2018) Göksu Deltası kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi amacıyla 1984 ile 2017 yılları arasındaki uydu görüntülerini kullanarak DSAS (Digital Shoreline Analysis System: Dijital Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi) yardımıyla kıyı çizgisi değişimlerini analiz etmiştir. Bu süre içerisinde Göksu Deltası'nda kıyı çizgisinin en çok 695 m kara yönünde ilerlediği ve en fazla 755 m deniz yönünde gerilediği tespit edilmiştir. Ayrıca, bu dönem içinde Göksu Deltası'ndaki en fazla kıyı birikim oranı yılda 21 m iken kıyı erozyonu oranı yılda 38 m olarak belirlenmiştir.

2.1.2.1. Türkiye'deki Göllerde Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanı Değişimi İzleme Çalışmaları

Denizel kıyı alanlarında gözlenen kıyı çizgisi değişimleri yaygın olarak araştırılmakta iken baraj ve göllerde meydana gelen kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimleri ise aynı yoğunlukta araştırılmamıştır. Türkiye'deki göllerde meydana gelen kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin izlenmesi üzerine yapılan az sayıdaki çalışmalar ise henüz yeterli düzeye ulaşamamıştır.

Akar ve ark. (2002) Acıgöl ve Urmia (İran) göllerinin yüzey alanlarında meydana gelen değişimleri araştırmış ve elle sayısallaştırma, yarı otomatik vektörleştirme, kontrollü sınıflandırma, kontrolsüz sınıflandırma ve nesne tabanlı sınıflandırma yöntemleri gibi farklı sayısal görüntü işleme teknikleri kullanarak bu değişimleri belirlemiştir. Çalışma sonucunda kullanılan tüm yöntemler 1975 yılı ile 2010 yılları arasında her iki göl için de su yüzeyi alanının azaldığına işaret etmektedir.

Ormeci ve Ekercin (2007) 1990 ile 2005 yılları arasında Tuz Gölü'nün su rezervinde gözlenen değişiklikleri araştırmıştır. Yakın kıvılcığı bölgesinin (bant 4) tuz ve suyu ayırt

edebilmek için en iyi spektral aralık olduğunu ifade eden araştırmacılar, su rezervinin bu dönem sonunda önemli oranda azaldığını rapor etmiştir. Su yüzeyi 1990 yılında 75 ha olarak belirlenirken 2005 yılına kadar 43 ha azalmış ve 32 ha su yüzeyi ile kaplı alan kaldığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, toplam su yüzeyi %57 oranında azalmıştır. Bu azalmanın sebebi ise kuraklık ve kontrolsüz su kullanımı olarak bildirilmiştir.

Tağlı (2007) Uluabat sulak alanında 1975 yılından 2000 yılına kadar meydana gelen arazi kullanımı ve bitki örtüsü değişimleri ile kıyı çizgisinde gerçekleşen değişimleri belirlemek için yaptığı çalışmada su yüzeyi ile kaplı alanın bu dönem içerisinde %17 oranında azaldığını rapor etmiştir. Gölün kuruma eğiliminde olduğunu bildiren araştırmacı sulak alanda gözlenen bu kayıp ve bozulmaların tarımsal sulama, sanayi, kentsel gelişim, turizm potansiyeli ve nüfusun artması ile doğrudan ilişkili olduğunu ifade etmiştir.

Reis ve Yılmaz (2008) Seyfe Gölü'nde 1975 ile 2001 yılları arasında meydana gelen su seviyesindeki zamansal değişimlerin izlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada izleme dönemi boyunca yüzey alanında %33'ten fazla azalma görüldüğünü bildirmiştir. Göl yüzey alanında tespit edilen bu değişikliğin iklim koşullarındaki değişkenlikler ile insan müdahalelerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Ataol (2010) Burdur Gölü'nün seviyesinde meydana gelen değişimleri incelediği çalışmasında 1987 ile 2008 yılları arasında su seviyesinin 9,5 m azaldığını rapor etmiştir. Bu düşüş nedeniyle göldeki su miktarının %25 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Gölün sahip olduğu su miktarındaki azalmanın başlıca nedeni olarak gölü besleyen akarsuların yıllık akışlarında gözlenen aşırı düşüşler gösterilmiştir. Nehir akışlarının azalmasında da plansız ve verimsiz tarımsal su kullanımının etkili olduğu ifade edilmiştir.

Durduran (2010) Konya kapalı havzasında bulunan Beyşehir, Tersakan, Kulu, Suğla, Bolluk, Samsam ve Tuz göllerinde gerçekleşen değişimleri değerlendirmiştir. Bolluk ve Samsam göllerinde yüzey alanının artış gösterdiği tespit edilirken Tersakan, Kulu, Beyşehir ve Tuz göllerinde azalış gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, Suğla Gölü'nün ise tamamen kuruduğu rapor edilmiştir.

Sener ve ark. (2010) 1975 yılından 2008 yılına kadar Akşehir ve Eber göllerinin kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri belirlemek için yaptıkları çalışmada yüzey akışı, yağış ve buharlaşmanın kıyı çizgisi değişimleri üzerine etkili olduklarını bildirmişlerdir. Eber Gölü'nün su seviyesi 1995 yılında en düşük seviyeye düşerek 964,75 m seviyeye kadar azalmıştır. Sonrasında 2006 yılına kadar tekrar artış göstermiştir. Bu ani değişimlerde en büyük etken Eber Gölü'nden Akşehir Gölü'ne su sağlanmasının 1990 yılında durdurulması olarak belirtilmiş ve Eber Gölü'nün su seviyesinin yüzey suyu akışı

ve yağışla doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Akşehir Gölü'nün ise yüzey alanı 1975 yılında 342,89 km² iken 2006 yılında 84,94 km²'ye azalmıştır. Bu dönemde göl yüzey alanı toplamda %75 oranında azalarak 258 km² küçülmüştür. Akşehir Gölü'nde gözlenen bu değişimin büyük oranda doğrudan yağışa bağlı olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda Akşehir Gölü'nde bulunan suyun hacmi 1215 km³ iken 0,104 km³'e düşmüş ve sonrasında ise 2008 yılında göl tamamen kurumuştur.

Yıldırım ve ark. (2011) Akşehir ve Eber göllerinin kıyı çizgisi ve su seviyesinde meydana gelen değişimleri 1975 yılından 2009 yılına kadar izlemiştir. İzleme dönemi boyunca Akşehir Gölü'nün su yüzeyi alanının 357 km²'den 126 km²'ye düştüğü ve Eber Gölü'nün su yüzeyinin ise 120 km²'den 86 km²'ye düştüğü belirlenmiştir. Toplamda Akşehir ve Eber göllerinin su yüzeyi ile kaplı alanının sırasıyla %64,5 ve %28,4 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Su seviyelerindeki toplam azalma ise Akşehir Gölü için 2,63 m, Eber Gölü için ise 2,03 m olarak rapor edilmiştir. İzleme periyodu boyunca su yüzeyi ile kaplı alanın ve su seviyesinin azalmasında nüfusun artması ve buna bağlı olarak hem evsel hem de tarımsal amaçlı su tüketiminin artması, baraj ve gölet yapımı ile sulama sistemlerinin kurulması gibi insan faaliyetlerinin etkili olduğu bildirilmiştir.

Erener ve Yakar (2012) Meke Gölü'nün kıyı çizgisinde 1987 ve 2006 yılları arasındaki değişimi izlemiş ve bu dönem arasında su ile kaplı alanın toplamda %14,55 azaldığını rapor etmiştir. Benzer sonuçlar Erener ve Yakar (2015) tarafından da bildirilmiş ve uzaktan algılama ile CBS teknolojilerinin kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi ve analiz edilmesinde önemli araçlar olduğu ifade edilmiştir.

Avdan ve ark. (2013) Akşehir Gölü'nün su ile kaplı yüzey alanında gözlenen zamansal değişimleri analiz etmiştir. Göl yüzey alanında 1984 yılından 2005 yılına kadar toplam %43 oranında bir azalma görüldüğü bildirilmiştir.

Bahadır (2013) Akşehir Gölü'ndeki alansal değişimleri araştırmış ve 1975 yılından 2010 yılına kadar göl alanının 354 km²'den 119 km²'ye kadar gerilediğini belirtmiştir. Bu azalmanın yağış ve nehir akışlarındaki azalmaya karşılık buharlaşma ve su tüketimindeki artıştan etkilendiği ifade edilmiştir.

Bayram ve ark. (2013) İstanbul'da bulunan Terkos Gölü'nün kıyı çizgisinde 1986 ile 2009 yılları arasında gerçekleşen değişimleri ile arazi kullanımı ve bitki örtüsündeki değişiklikleri incelemiştir. Terkos Gölü, İstanbul'un Avrupa yakasında yer almakta ve bu bölgenin içme suyu ihtiyacının %95'ini karşılarken tüm şehirdeki ihtiyacın ise toplamda %40'ını karşılamaktadır. Çalışmada maksimum kıyı çizgisi değişimi 280 m olarak tespit edilmiştir. Kıyı çizgisinde gözlenen bu değişim nedeniyle, Karadeniz ile Terkos Gölü

arasındaki mesafe 1986 yılında 596 m iken 2009 yılında 316 m'ye kadar azalmıştır. Arazi kullanımı ve bitki örtüsünde gözlenen değişimler dikkate alındığında ormanlık alanların azaldığı, tarımsal arazilerin azaldığı, sahil kumu ile kaplı alanın azaldığı tespit edilirken insan kaynaklı yapıların ve su yüzeyi ile kaplı alanın arttığı belirlenmiştir. Kıyı çizgisindeki bu değişimlerin en çok insan kaynaklı faaliyetlerden etkilendiği ifade edilmiş ve arazi kullanımındaki farklılaşmaların kıyı çizgisi değişimleri üzerinde önemli etkileri olduğu belirtilmiştir.

Şanlıyüksel Yücel ve ark. (2014) Çanakkale'nin Çan ilçesindeki asit maden göllerinde meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi amacıyla uydu görüntülerini kullanmıştır. Çalışmada 1987 yılından 2011 yılına kadar asit maden göllerinin sayısının ve toplam alanının artış gösterdiği rapor edilmiştir. Tüm asit maden göllerinin toplam alanının 2011 yılında 12,42 ha olarak belirlendiği ve bu miktarın en yüksek seviye olduğu belirtilmiştir. Asit maden göllerinin sayısındaki ve toplam alanındaki bu artışların yüzey sularında balık ölümlerinin gözlenmesi gibi önemli çevresel risklere yol açacağı ifade edilmiştir.

Battal ve ark. (2016) tarafından 2015–2016 yılları arasında Eber Gölü'ndeki değişimin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada göl alanının ortalama olarak 664,92 ha büyüdüğü tespit edilmiştir.

Erener ve ark. (2016) Kocaeli'de bulunan Yuvacık Baraj Gölü'nün rezervuar alanındaki değişimleri incelemiş, uzaktan algılama ve CBS teknolojileri uygulayarak meydana gelen değişimleri belirlemiştir. Çalışma sonunda 2001 yılından 2005 yılına kadar su yüzeyi alanının %10 oranında azalma gösterdiği rapor edilmiştir.

Kaya (2016) Terkos Gölü kuzey bölümünde gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerini izlemiş ve 1996 ile 2008 yılları arasındaki değişimleri analiz etmiştir. Çalışmada uzaktan algılanmış uydu görüntülerinden yararlanılmış ve kullanılan uydu görüntüleri farklı yılların farklı aylarına ait olarak seçilmiştir. Çalışma sonucunda Haziran 1996 ile Haziran 2008 arasında kıyı çizgisinin 11 m gerilediği rapor edilmiştir. Ayrıca, en yüksek gerileme Haziran 2005 ile Haziran 2007 arasında gözlenmiştir. Diğer taraftan, kıyı çizgisinde ilerleme tespit edilen tek dönem Eylül 2004 ile Eylül 2006 arasındaki dönem olarak bildirilmiştir. Kıyı çizgisindeki ilerleme 12 m olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, göl yüzey alanının da 0,1 km³ azaldığı bildirilmiştir. Bu değişimlerin gerekçesi olarak net bir kaynak tespit edilememiş olmakla beraber evsel ve tarımsal sulama amaçlı gölden aşırı su tüketimi ve kum çıkarımının etkisi olabileceği bildirilmiştir. Göl havzasında bulunan

madencilik faaliyetlerinin ise önemli herhangi bir çevresel soruna yol açmadığı ifade edilmiştir.

Temiz ve Durduran (2016) Acıgöl'ün 1985 ile 2015 yılları arasında kıyı çizgisi değişimlerinin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada kıyı çizgisinin önemli oranda azalma gösterdiğini rapor etmiştir. Bu dönem içerisindeki kıyı çizgisi değişimlerinin bazı bölgelerde 200 metreden fazla olduğu bildirilmiştir.

Yücel ve Turan (2016) Çanakkale'deki iki maden gölünde gözlenen alansal değişimleri analiz etmiştir. Kasım 2014 ile Ekim 2015 arasında maden göllerinin toplam alanının 25 ha'dan 21 ha'ya azaldığı rapor edilmiştir. Göllerin toplam alanında gözlenen bu değişimlerin ortalama yağış miktarı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Duru (2017) Sapanca Gölü boyunca 1975 yılı ile 2016 yılı arasında gözlenen kıyı çizgisi değişimlerini izlemiştir. Bu dönem boyunca tüm kıyı çizgisinin ortalama değişim oranı yılda 2,7 m ilerleme olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, en yüksek birikim oranı 11,9 m/yıl olarak belirlenirken en yüksek erozyon oranı 0,6 m/yıl olarak bildirilmiştir. Kıyı çizgisinde gözlenen bu değişimin temel nedenlerinin yağış yoğunluğundaki doğal değişim ile aşırı su tüketimi ve kalkınma projeleri gibi insan faaliyetlerine bağlı olarak gerçekleşen su azalmaları olduğu ifade edilmiştir.

Kesikoglu ve ark. (2017) Yamula Baraj Gölü'nde 2016 yılında gerçekleşen mevsimsel kıyı çizgisi değişimlerini araştırmıştır. Kıyı çizgisinin mevsime bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ve yıl içerisinde hem artış hem de azalış görüldüğünü bildirmiştir. İklimdeki ısınma ve tarımsal sulama faaliyetlerinin barajdaki su yüzeyi ile kaplı alan üzerinde etkileri olduğunu belirten araştırmacılar, su yüzeyi alanının ilkbahar mevsiminden yaz mevsimine artış gösterdiğini ancak sonrasında sonbaharda tekrar azaldığını rapor etmiştir. Meydana gelen bu değişimlerin ilkbahardan yaz mevsimine kadar yağışların artması ve yazdan sonra sonbahara kadar sıcaklığın artması ve yağışların düşmesi ile ilişkili olduğunu ifade etmiştir.

Sarp ve Ozcelik (2017) Burdur Gölü'nün su yüzeyinde 1987 ile 2011 yılları arasında meydana gelen alansal ve zamansal değişimleri izlediği çalışmada uydu görüntülerinden su yüzeyinin çıkarılması için birçok farklı indeks ve yöntem kullanmıştır. Çalışma sonunda yazarlar Burdur Gölü'nün su yüzeyi ile kaplı alanın 1987 yılından 2000 yılına kadar beşte birini kaybettiğini, sonrasında ise 2000 yılından 2011 yılına kadar olan yüzey alanının da onda birini kaybettiğini rapor etmiştir. Ayrıca, 1987 ile 2011 yılları arasındaki değişim incelendiğinde ise bu süre sonunda su yüzeyinin %32 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

Şanlıyüksel Yücel ve Yücel (2017) Çan kömür havzasındaki terk edilmiş kömür ocaklarında oluşan maden göllerinin yüzey alanlarındaki değişimleri uzaktan algılanmış uydu görüntüleri ve insansız hava aracı kullanarak incelemiştir. Çalışma sonunda 2013 ile 2014 yılları arasında havzadaki tüm göllerin yüzey alanının azalma gösterdiği ve hatta iki gölün tamamen kurduğu bildirilmiştir. Öte yandan, bu kuruyan göller hesaplamalarda göz ardı edildiği takdirde diğer göllerin toplam alanlarının ise arttığı ifade edilmiştir. Göllerin toplam yüzey alanındaki bu azalış ve artışların erozyon, yağış, rüzgar, maden faaliyetleri, nehre su boşaltımı gibi doğal ve insan kaynaklı süreçlerden etkilendiği belirtilmiştir.

Arkoc ve Özşahin (2018) Gala Gölü Milli Parkı içerisinde bulunan Gala ve Pamuklu göllerinde gerçekleşen kıyı çizgisi değişimlerini incelediği çalışmada 1977 ile 2011 yılları arasındaki değişimi değerlendirmiştir. Gala Gölü yüzey alanı 5,196 km²den 5,147 km²ye düşerken Pamuklu Gölü yüzey alanı ise 1,341 km²den 1,295 km²'ye düşerek ortalama %2,2 oranında azalmıştır. Her iki gölün kıyı çizgisi ve yüzey alanında gözlenen bu azalmanın temel nedeninin yağış ve buharlaşma olduğu bildirilmiştir.

Kale (2018) 1990 ile 2016 yılları arasında Akşehir Gölü'ndeki zamansal kıyı çizgisi değişimlerini araştırmıştır. Gölün kıyı çizgisinde meydana gelen değişimlerin anlaşılabilmesi için kıyı çizgisi kuzeybatı, kuzeydoğu, güneybatı ve güneydoğu olmak üzere dört alt bölüme ayrılmıştır. Bu bölümler için ortalama kıyı çizgisi değişim oranı sırasıyla yılda 158,22 m, 317,45 m, 111,76 m ve 156,60 m gerileme olarak belirlenmiştir. Ortalama net kıyı çizgisi hareketleri de yine bölgeler için aynı sırayla 3809,51 m, 8711,32 m, 2609,84 m ve 3711,21 m gerileme olarak hesaplanmıştır.

Kaynak ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada Kozan Baraj Gölü'nün 2007 ile 2017 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi için yapay sinir ağları yöntemi kullanılmış ve uzaktan algılama yöntemleri ile değişimin izlenmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler nedeniyle gölün yüzey alanının toplam 0,626 km² arttığı rapor edilmiştir.

Topuz ve Karabulut (2018) Sinop'ta bulunan Sarıkum Gölü'nde 1977 ile 2015 yılları arasında meydana gelen zamansal değişimleri incelemiştir. Çalışmada göl alanının azaldığı ve yıllık toplam yağış değerlerinin göl yüzey alanı değişimleri üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir.

Ancak ne yazık ki Atikhisar Baraj Gölü'nün kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin izlenmesi üzerine yayınlanmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu çalışma bu konu üzerine yapılan ilk çalışma olmaktadır.

2.2. İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Potansiyel Etkileri

Atmosferdeki artan sera gazı emisyonları nedeniyle ortaya çıkan küresel ısınma su kaynaklarında değişkenliklerin gerçekleşmesine sebep olmakta, hidrolojik döngü de bölgesel ve küresel ölçekte iklim değişikliğinden etkilenmektedir. İklim değişikliğinin en önemli etkilerinin sıcaklıktaki artış ve dolayısıyla küresel ısınma olacağı düşünülmese rağmen su kaynakları açısından iklim değişikliğinin en önemli etkileri yağış desenlerinde meydana gelecek değişimlerden dolayı ortaya çıkacak etkilerdir. Yağış rejimindeki değişimler yüzey akışları, tabandan sızan su miktarı, kuraklık, sel ve taşkın gibi olayların şiddetinde ve zamanında değişikliklere neden olmaktadır (Ragab ve Prudhomme, 2002).

Alcamo ve ark. (2007) Avrupa'nın güney kesimlerinde yer alan bazı bölgelerde nehir akışlarında azalış bazı bölgelerde ise artış gözlemlendiğini bildirmiştir. Herawati ve Suharyanto (2015) Endonezya'daki Kapuas Nehri'nin akışı üzerine iklim değişikliğinin etkilerini araştırmış, yıllık nehir akışlarında azalış eğilimi gözlemlendiğini ve nehrin hidrolojik özelliklerinde değişiklikler meydana geldiğini belirtmiştir. Zhou ve ark. (2015) Çin'de bulunan Huangfuchuan Havzası'ndaki nehir akışlarının sürekli bir azalış gösterdiğini bildirmiştir. Pumo ve ark. (2016) İtalya'da yağış olaylarındaki değişikliklere benzer şekilde küçük ve sürekli akış olmayan akarsuların nehir akışlarında önemli bir azalma gerçekleştiğini ve akış mevsimselliğinde de önemli değişiklikler olduğunu rapor etmiştir.

İklim değişikliği nedeniyle sıcaklığın artması, yağış miktarının ve yüzey sularının azalması, kıyılarda gözlenen erozyon, taşkın ve su baskını gibi olayların yol açtığı olumsuz etkiler su kaynaklarının varlığı üzerine tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından ulusal düzeyde iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi üzerine Türkiye'de bulunan 25 nehir havzasını da içeren bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çanakkale ilinin içinde bulunduğu ve Atikhisar Baraj Gölü'nün de yer aldığı Marmara Havzası su kaynakları üzerine iklim değişikliğinin olası etkileri değerlendirildiğinde havza bazındaki toplam su ihtiyacının büyük kısmının içme ve kullanma suyu olduğu, havzadaki toplam su ihtiyacının karşılanamayacağı, atıksu arıtma tesislerinden su geri kazanımını yapılması ve komşu havzalardan su transferi sağlanması yoluyla havzadaki su açığının kapatılabileceği öngörülmektedir. Ayrıca, havzadaki yeraltı suyu potansiyelinin de genel olarak azalacağı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, Çanakkale ilinin güney kesimleri Kuzey Ege Havzası'nda yer almaktadır. Çalışmada iklim değişikliğinin Kuzey Ege Havzası su kaynakları üzerine etkileri değerlendirildiğinde havzadaki su ihtiyacının önemli bir kısmının sulama suyu olduğu belirlenmiştir. Havzanın su potansiyelinde ise önemli bir değişim gerçekleşmeyeceği tahmin edilmektedir (Anonim, 2016a).

Türkeş ve ark. (2000) küresel iklim değişikliği ve olası etkilerini incelediği çalışmada bazı bölgeler için aşırı yüksek sıcaklıkların gözleneceğini, yangın, taşkın ve şiddetli kuraklık olaylarının gerçekleşeceğini öngörmektedir. Bunların sonucu olarak da insan sağlığı ve ekolojik sistemlerin işlevlerini yerine getirebilmesinde önemli sorunlar ortaya çıkacağını bildirmiştir. Su kaynaklarının bu değişikliklerden olumsuz etkileneceği ve zarar göreceği düşünülmektedir.

Öztürk (2002) iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklığın kurak ve yarı kurak alanlarda yeterli su miktarı bulunmayan yarı nemli alanların daha çok etkileneceğini bildirmiştir. İklim değişikliğinin etkileri sonucunda ekosistem yapısının, bileşiminin, üretkenliğinin ve coğrafi dağılışının bozulacağı vurgulanmıştır. Ortama yeni türlerin katılması nedeniyle biyoçeşitliliğin artacağı, ancak bu türlerden dolayı habitat paylaşımlarının değişeceği ve göç yollarında yeni engeller oluşabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, su kaynakları ile ilgili yeni sorunların ortaya çıkacağı ve içme suyuna ihtiyacın daha çok artacağı bildirilmiştir.

Göncü (2005) iklim değişikliğinin su havzaları üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada iklim değişikliği nedeniyle havzadaki akarsu debilerinin yaz aylarında %70'e varan oranlarda azalma ve kış aylarında %140'a varan miktarda artış gösterebileceğini rapor etmiştir. Ayrıca, iklim değişikliğinin göl hacimleri üzerinde de yaz aylarında %13'e varan oranlarda azalmaya ve kış aylarında %20'ye varan oranda artışlara yol açabileceğini belirtmiştir.

Durdu (2010) Türkiye'de doğal su kaynaklarının iklim değişikliği nedeniyle kapasitesinin azalacağını bildirmiş, yağış ile sıcaklıktaki değişiklikler sebebiyle de su sıkıntısının yaşanacağını ifade etmiştir.

Turoğlu (2014) iklim değişikliğinin Bartın Çayı Havzası üzerindeki olası etkilerini araştırmıştır. İklimsel parametrelerdeki değişimlerin analiz edilmesi sonucunda sıcaklığın arttığı, yağış rejiminin değiştiği, yaz mevsiminin uzadığı, yağışların şiddetinin azaldığı rapor edilmiştir. İklimsel değişikliklerin de Bartın Çayı Havzası'nda su sıkıntısı yaşanmasına yol açacağı, su kalitesinin bozulacağı, afetlerin şiddetinde ve sıklığında artışlar olacağı, tarımsal verimliliğin azalacağı ve kuraklığın devam edeceği öngörülmektedir. Bu nedenle, çalışma sonunda havza için iklim değişikliği senaryolarının dikkate alınarak bütünleşik akarsu havza yönetimi uygulanması tavsiye edilmiştir. İklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi için bütünleşik havza yönetim planlarının oluşturulması ve uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Aydın ve ark. (2015) Keban Barajı üzerindeki küresel iklim değişikliğinin hidrolojik etkilerini incelediği çalışmada iklim değişikliği nedeniyle sıcaklık, yağış ve buharlaşma miktarındaki değişkenliklerin barajdaki su miktarını etkilediğini ve su hacminin değişkenlik göstermesine yol açtığını bildirmiştir. İklim değişikliği sebebiyle sıcaklık ile buharlaşmanın artması ve yağış miktarının da azalması sonucunda barajdaki su hacminin azaldığı rapor edilmiştir.

Okkan ve Karakan (2016) İkizcetepeler Barajı akımları üzerine iklim değişikliğinin etkilerini incelemiş ve farklı iklim değişikliği senaryoları kullanarak 2015–2030 yılları için tahmin modellemeleri gerçekleştirmiştir. ECHAM5 iklim modelinin A1B senaryosu sonuçlarına göre oluşturulan projeksiyonda İkizcetepeler Barajı akışlarının yaklaşık %23 azalacağı tahmin edilmiştir.

Sonmez ve ark. (2017) Yalova’da bulunan Gökçe Barajı’nın su seviyesi üzerine iklim değişikliğinin etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, iklimsel verilerde gözlenen değişiklikler ile barajdaki su miktarının azalacağı ve su seviyesinin düşeceği belirtilmiştir.

Bucak (2017) iklim değişikliğinin Beyşehir Gölü’nün ekosistem yapısı ve hizmetleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada Beyşehir Gölü’nün hidrolojik ve ekolojik dinamiklerinin iklim değişikliğine hassas olduğunu bildirmiştir. İklim değişikliğinin Beyşehir Gölü’nün su seviyesinin düşmesine ve su miktarı ile havzadaki toplam akışların azalmasına neden olduğu belirtilmiştir. Gölün ekosistem hizmetleri değerlendirildiğinde ise iklim değişikliği nedeniyle gölün doğrudan sağladığı sulama suyu ve balıkçılık gibi hizmetlerin azalış eğilimi gösterdiği ve gelecekte sulama amacıyla su sağlama hizmetinin azalacağı ifade edilmiştir.

İklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri açısından sadece durgun sularla ilgili değil akarsularla ilgili de yapılmış çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Örneğin, Türkeş ve Acar Deniz (2011) Marmara Bölgesi’ndeki Güney Marmara Bölümü’nün nehir akışlarındaki ve yağış rejimindeki değişimler ile eğilimlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, yağış ve nehir akışlarının azalma eğiliminde olduğu ifade edilmiştir. Benzer şekilde, Kale ve Sönmez (2018a) Akkaya Çayı’nın nehir akışlarında azalış eğilimi olduğunu bildirmiştir. Kale ve Sönmez (2018b) ise Daday Çayı’nın nehir akışlarının azalma eğilimi sergilediğini ifade etmiştir.

Türkiye’nin Ege Bölgesi’nde bulunan akarsuların nehir akışları üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda nehir akışlarının azalış eğilimi sergilediği ve bu azalış eğiliminin sıcaklıktaki artış ve yağışta meydana gelen azalma ile çok yakından ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Kahya ve Kalaycı, 2004; Durdu, 2010; Bahadır, 2011; Koçman ve

Sütgibi, 2012). Özkul ve ark. (2008) Büyük Menderes ve Gediz havzaları için nehir akışlarının azaldığını rapor etmiştir. Kale ve ark. (2016a) Bakırçay'ın nehir akışlarında azalan bir eğilim gözlemlendiğini rapor etmiştir. Kale ve ark. (2018) Tuzla, Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinin akışlarında azalış eğilimi belirlendiğini ifade etmiştir. Çanakkale'de bulunan nehirlerin akışları üzerine yapılan çalışmalarda Ejder ve ark. (2016a) Sarıçay'ın nehir akışlarında azalan bir eğilim olduğunu belirtmiştir. Ejder ve ark. (2016b) Kocabaş Çayı'nın nehir akışlarının azalış trendi gösterdiğini rapor etmiştir. Kale ve ark. (2016b) Karamenderes Nehri'nin yıllık akışlarının azalan eğime sahip olduğunu bildirmiştir. Kale ve ark. (2018) nehir akışlarının yağış ile aynı yönde, buharlaşma ve sıcaklık ile ters yönde bir eğilim sergilediğini ancak tespit edilen bu ilişkinin istatistiksel açıdan önemli düzeyde olmadığını rapor etmiştir.

İklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olası etkileri ile ilgili gerçekleştirilmiş birçok çalışma bulunmaktadır (Palmer ve ark., 2008; Baba ve ark., 2011; BIO Intelligence Service, 2012; Leal Filho, 2012; Aktaş, 2014; Yılmaz ve Imteaz, 2014; Bağdatlı ve Belliturk, 2016; Boyer ve ark., 2017; Şen, 2017a,b,c; Şen ve Öztopal, 2017; Havens ve Jeppesen, 2018; Jiao ve Wang, 2018). Bu çalışmalarda su kaynakları üzerindeki iklim değişikliğinin olası etkileri ayrıntılı olarak aktarılmıştır.

2.3. İklim Değişikliğinin Balıkçılık Üzerine Etkileri

İklim değişikliğinin içsulardaki balıkçılık faaliyetleri üzerine doğrudan ve dolaylı olarak etkileri bulunmaktadır. Doğrudan etkileri balık davranışları ve fizyolojisi üzerinde önemli rol oynarken büyüme, gelişim, üreme kapasitesi, ölüm oranı ve balık toplulukları dağılımının değişkenlik göstermesine yol açmaktadır. Dolaylı etkileri ise balıkların beslenme ve sığınma amacıyla kullandıkları ekosistemlerin kompozisyonunu, yapısını ve üretkenliğini etkilemektedir (Patrick, 2016).

Küresel ölçekte yağış, nehir akışları, kar erimesi ve su seviyesindeki dalgalanmalar içsu balıkçılığını etkileyen hidroklimatik faktörlerdir. Patrick (2016) içsu balıkçılığı üretimi üzerindeki yağış ve su seviyesinin etkisi üzerine yapılan çalışmaları derlemiştir. Bu çalışmada, yağış miktarı ve su seviyesindeki artışın göllerdeki ve rezervuarlardaki balıkların üreme, stoka katılım ve içgöç gibi karakteristiklerini etkilediği belirtilmektedir. Moses ve ark. (2002) ile Lam (2006) aşırı yağış ve su seviyesinin artmasının balık avı miktarını ve birim çaba başına düşen av miktarını (CPUE) önemli ölçüde etkilediğini ifade etmektedir. Benzer şekilde, Garvey ve ark. (2000) günlük su seviyesi dalgalanmalarının Ohio'daki dört farklı rezervuarda CPUE değerleri ile negatif ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Patrick (2016) yağışlı mevsimler boyunca balıkların rezervuarlardaki su seviyesi yükselmesi nedeniyle av araçlarından kaçarak balıkların sığ alanlara ve su ile kaplanmış yeni alanlara göç ettiğini bildirmiştir. Ayrıca, içsulardaki balık türlerinin yumurtlama alışkanlıkları ve doğal stoka katılım oranları gibi biyolojik özelliklerinin de alansal ve zamansal olarak farklılık gösteren hidroklimatik değişimlerden önemli ölçüde etkilendiği belirtilmektedir. Welcomme ve ark. (2010) uzun süreli iklim değişikliği ve küresel ısınmanın balıkların tür kompozisyonu ve bolluğunda değişime yol açacağını belirtmektedir.

Hontela ve ark. (1990) Victoria Rezervuarı'ndaki sazan türlerinin gonad olgunlaşması ve yumurtlama fonksiyonlarının yağış ile doğru orantılı olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Nathanael ve Edirisinghe (2001) kurak dönemler boyunca olgunlaşmamış bireylerin daha bol olduğunu rapor etmiştir. Horváth (1985) ise sazan türünün doğal yumurtlama süreçlerinin su sıcaklığı, yağış ve taşkın olaylarından etkilendiğini belirtmiştir.

Hollowed ve ark. (2009) iklim değişikliği nedeniyle su ürünlerinin sayısında, çeşitliliğinde ve kalitesinde olumsuz etkilerin gözleneceğini ifade etmektedir. Downs ve ark. (1997) iklim değişikliğinin sucul organizmalar üzerinde fizyolojik strese sebep olacağını belirtmektedir. Shang ve Wu (2004) iklim değişikliğinin canlı türlerinin embriyolojik ve larval gelişim süreçlerinde şekil bozukluklarına yol açacağını ve sağ kalma oranının azalacağını bildirmektedir. Handisyde ve ark. (2006) iklim değişikliği neticesinde deniz suyu sıcaklığının artmasının dünyadaki mercan türlerinin yaklaşık olarak %16'sının yok olmasına neden olduğunu rapor etmiştir. Teng ve ark. (2017) resif alanlarındaki birçok topluluk açısından balıkçılık faaliyetlerinin tek ekonomik gelir kaynağı olduğunu ifade etmiştir. Dolayısıyla, iklim değişikliği nedeniyle ekonomik olarak da toplumların etkileneceği öngörülmektedir. Sağlam ve ark. (2008) iklim değişikliği nedeniyle tür çeşitliliğinin azalacağını ve kuzeye doğru bir göç hareketi olacağını ifade etmektedir. Jeffree ve ark. (2009) iklim değişikliği nedeniyle sucul ortamlardaki asidifikasyon oluşumu neticesinde kabuklu türlerinin kabuk oluşturamayacağını ve gelişimlerini tamamlayamayacağını belirtmektedir. Mol ve Doğruyol (2012) iklim değişikliğinin su ürünleri ve tüketimi üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada son yıllarda yabancı türlerin ortaya çıktığını ve Türkiye sularında ani kitlesel balık ölümlerinin artmaya başladığını ifade etmektedir. Pauly ve Cheung (2018) iklim değişikliği nedeniyle artan deniz suyu yüzey sıcaklığının sucul organizmalar açısından daha fazla oksijene ihtiyaç duyulmasına yol açacağını ifade etmiştir. Ancak, balıkların solungaçlarının

metabolizmaları ile benzer şekilde büyümediği belirtilmektedir. Bu durumun balıklarda vücut büyüklüğünün azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Atar ve Kızılgök (2018) iklim değişikliğinin balık stokları, tür kompozisyonu, stoka katılım, ürün ve verim durumu, türlerin tolerans düzeyleri, dağılımı ve göç hareketleri üzerinde değişimlere yol açabileceğini belirtmektedir. Ayrıca, ekonomik açıdan da balıkçılık ile uğraşan toplumlar arasında daha fazla rekabete, göç zorunluluğuna ve sektör değişikliğine mecburiyete yol açacağı düşünülmektedir. Aynı çalışmada, iklim değişikliği nedeniyle avlanan balık türlerinin fizyolojisinin, yumurtlama zamanlamalarının, cinsiyet oranlarının, stok bolluğunun, göç hareketlerinin, istilacı tür bolluğunun ve dağılımının değişmesine yol açabileceği ifade edilmektedir. Bunun yanında, içsularda yüzey sularının ısınması dolayısıyla alg patlaması olaylarının gözlenmesine ve ötrofikasyona neden olabileceği tahmin edilmektedir. Pauly ve Cheung (2018) iklim değişikliği sebebiyle orkinos, morina, mezgit ve diğer ekonomik değeri yüksek balık türlerinin üretim miktarlarının azalması sonucunda balıkçılık üretimi ve ekonomik gelir düzeyinin azalacağını ifade etmiştir.

Allison ve ark. (2009) iklim değişikliğinin balıkçılık üzerindeki etkilerine yerli ekonomilerin hassasiyetini incelemiştir. Çalışmada iklim değişikliğinin balıkçılık üzerindeki olası etkilerine dünyadaki 132 ülkenin yerli ekonomisinin hassasiyeti karşılaştırılmıştır. En hassas ülkeler, Merkez ve Batı Afrika'da Malavi, Gine, Senegal ve Uganda ülkeleri, Güney Amerika'da Peru ve Kolombiya, Asya'da Bangladeş, Kamboçya, Pakistan ve Yemen ülkeleri olarak belirlenmiştir. Hassas olduğu tespit edilen bu ülkelerin çoğu dünyanın az gelişmiş ülkeleri arasında yer almakta iken ayrıca dünya balık ihracatının %20'sini üretmektedir. Dolayısıyla, özellikle bu ülkelerdeki balıkçılık faaliyetlerinin korunması ve geliştirilmesi için uyum planlamalarına büyük ihtiyaç duyulmaktadır.

Ozen (1997) yaptığı çalışmada Alabama'daki altı rezervuarda bulunan *Pomoxis annularis* ve *Pomoxis nigromaculatus* türlerinin tuzak ağlar ile yakalanma oranlarına etki eden faktörleri incelemiştir. Çalışmada, yakalanan 0 yaşındaki birey miktarının yıllar arasında farklılık gösterdiği ve bu farklılığın rezervuarın yüzey alanı ile önemli derecede ters orantılı olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, 1 yaşındaki bireylerin stoka katılımındaki farklılıklarının iklimsel döngüler ile ilişkili olduğu ve su tutma sürelerinin de etkili olduğu ifade edilmiştir.

Ozen (2002) Porto Riko'da yer alan Lucchetti Rezervuarı'nda *Micropterus salmoides* türünün popülasyon dinamiğini araştırmıştır. Tropik bölgede yer alan bu rezervuarda türün yumurtlama periyodu incelenmiş, çalışma sonucunda su sıcaklığının yıl

boyunca çok az değişiklik gösterdiği rezervuarda fotoperiyot ve su seviyesindeki dalgalanmalar ile yumurtlama zamanlamasının ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Su seviyesindeki artışın yumurtlamayı uyarıcı bir etken olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, su seviyesindeki farklılıkların bireylerin stoka katılımı üzerindeki etkilerinin de incelendiği çalışmada rezervuarda gözlenen su seviyesi dalgalanmalarının özellikle litoral bölgeleri etkilediği ve bireylerin stoka katılımı üzerinde önemli etkileri olduğu ifade edilmiştir. Bununla birlikte, sıcaklık, rüzgar ve hidrolojik koşulların da stoka katılımı etkilediği belirtilmektedir. Benzer şekilde, Ozen ve Noble (2005) de su seviyesindeki düşüşlerin rezervuar hacmini azalttığı ve bundan dolayı da stoka katılımın düştüğünü rapor etmiştir. Ancak, diğer yandan su seviyesindeki artışların ise bireylerin stoka katılımı üzerine herhangi bir önemli etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Su hacminin azalması balık popülasyonu yoğunluğunun artmasına yol açabilmektedir (Ozen ve Noble, 2005). Av-avcı ilişkisinde avcı türler su hacminin azalması nedeniyle yoğunluğu artan avlarına daha fazla yaklaşabilecekleri için bu durumdan yarar sağlayabileceklerdir. Dolayısıyla, bunun sonucunda da daha küçük bireylerin ölüm oranlarında artış gözlenecektir. Öte yandan, canlılar büyüme ve yaşama oranlarını geliştirebilmek için oluşan yeni hidroklimatik koşullara uyum sağlamaya çalışacaktır.

Demir (2009) ekosistem kaynakları ve bu kaynaklardaki biyolojik çeşitliliğin küresel iklim değişikliğinden olumsuz yönde etkilendiğini bildirmiştir. Ayrıca, iklim değişikliği etkilerinin kara ekosistemlerine kıyasla su ekosistemlerinde daha hızlı gözleneceği tahmin edilmektedir. İklim değişikliği nedeniyle deniz suyu sıcaklığının artmasının mevsimsel olarak plankton üretiminin daha erken başlamasına yol açacağı ve dolayısıyla besin zincirinin önemli bir basamağını oluşturan planktonun gelişimini ve biyokütle üretimini etkileyeceği ifade edilmektedir.

Özdemir ve Altındağ (2009) küresel ısınmanın sucul yaşam üzerine etkilerini derlediği çalışmada iklim değişikliği ve küresel ısınmanın göl sularının azalmasına, buzulların erimesine, deniz seviyesinin yükselmesine, yağış rejimlerinde ve akıntılarda değişikliklere yol açtığını ifade etmiştir. Ayrıca, son otuz yıllık süreçte krillerin %80 civarında azaldığını ve mercan resiflerinde beyazlaşmanın arttığını belirtmiştir. Deniz seviyesinin artması sebebiyle kıyısız habitatların zarar gördüğü ve deniz kaplumbağalarının üreme alanlarının seyreltiği bildirilmiştir.

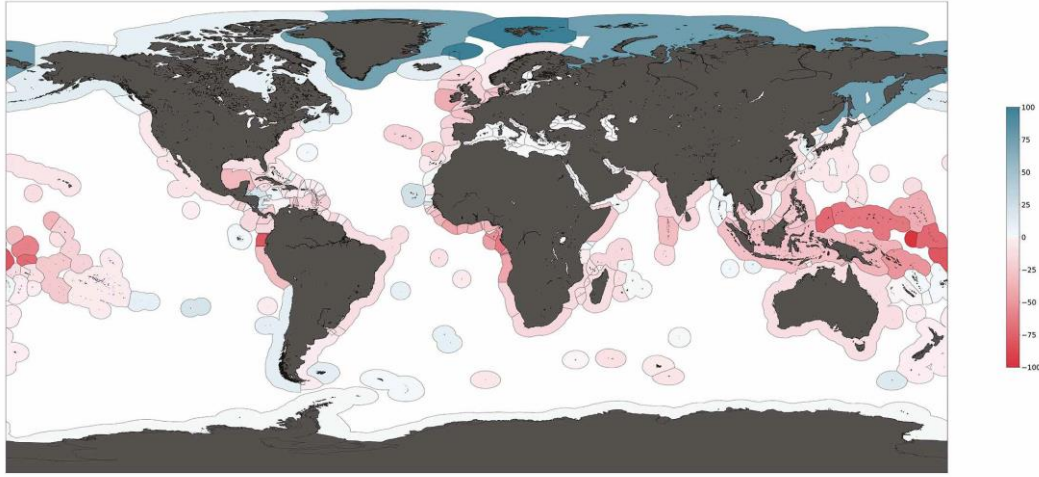
Mboya (2013) iklim değişikliğinin balıkçılık aktiviteleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonunda özellikle güçlü rüzgarlar ve fırtınalar, kuraklık ve yüksek

sıcaklığın avlanan balık miktarında azalma, avcılığın daha uzun sürmesi, av araçlarının kaybolması, avcılık yöntemlerinin değişmesi, mücadele stratejilerinin değişmesi gibi balıkçılık aktiviteleri üzerinde önemli etkileri olduğu ifade edilmiştir.

Paukert ve ark. (2017) iklim değişikliğinin içsu balıkçılığı ve rekreasyonel balıkçılık üzerindeki sonuçlarının küresel gıda güvenliğini ve geçimini balıkçılık yaparak sağlayan toplulukların geçim kaynaklarını etkileyeceğini belirtmiştir. Ancak, içsulardaki balık türlerinin ve balıkçılık faaliyetlerinin iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğinin anlaşılabilmesi çalışmalarının denizel ortamlardaki balıkçılık faaliyetleri üzerindeki iklim değişikliği etkilerinin değerlendirilmesi çalışmalarının gerisinde kaldığını ifade etmiştir. Bu yüzden, küresel ölçekte iklim değişikliğinin içsulardaki balık türlerini ve balıkçılık faaliyetlerini nasıl etkilediğinin anlaşılabilmesi için küresel bir değerlendirme modeli tasarlanması gerektiği vurgulanmıştır.

Ünal ve ark. (2001) balıkçılık yönetiminde ihtiyaç duyulan biyoekonomik veriler ile ilgili yaptığı çalışmada biyolojik ve ekonomik temelli çalışmaların balıkçılık yönetimi açısından önemli olduğunu ifade etmiştir. Biyolojik ve ekonomik verilerin değerlendirilmesinin balıkçılık yönetimi ve gelişiminin sağlanmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir. Unal ve ark. (2010) Çanakkale Boğazı'naki rekreasyonel balıkçılığın özelliklerini araştırdığı çalışmada balıkçılık ve balık kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması için izleme, kontrol ve denetim programlarının oluşturulmasına ihtiyaç duyulduğunu rapor etmiştir.

İklim değişikliğinin balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği üzerine etkileri ile ilgili FAO tarafından 2018 yılında hazırlanan teknik raporda av potansiyelindeki en büyük düşüşün tropik bölgelerdeki (çoğunlukla Güney Pasifik bölgelerinde) ülkelerin münhasır ekonomik bölgelerinde gerçekleşmesi tahmin edilmektedir (Barange ve ark., 2018). Ayrıca, ılıman Kuzeydoğu Atlantik'teki av potansiyelinin de yine 2050 yılına kadar azalacağı öngörülmektedir (Şekil 2.1). Yüksek enlemdeki bölgeler için av potansiyelinin ise artacağı veya tropik bölgelerde tahmin edilen azalıştan daha düşük miktarda azalma gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (Barange ve ark., 2018).



Şekil 2.1. Dinamik Biyoiklim Zarf Modeli (Dynamic Bioclimate Envelope Model) için 2050 yılı RCP8.5 projeksiyonları altında maksimum av potansiyelindeki (%) öngörülen değişiklikler (Barange ve ark., 2018’den düzenlenmiştir)

İklim değişikliğinin balıkçılık üzerine etkileri daha birçok araştırmacı tarafından dünyanın farklı bölgelerinde bulunan çeşitli sucul ortamlar için birçok çalışmada rapor edilmiştir (Rose, 2005; Xenopoulos ve ark., 2005; Lehodey ve ark., 2006; Ficke ve ark., 2007; Brander, 2007, 2010, 2013; Badjeck ve ark., 2010; Cheung ve ark., 2010; Jeppesen ve ark., 2010; Rijnsdorp ve ark., 2010; Dulvy ve ark., 2011; Sumaila ve ark., 2011; Makino ve Sakurai, 2012; MacKenzie ve ark., 2012; Tedesco ve ark., 2013; Engelhard ve ark., 2014; Ipinjolu ve ark., 2014; Akpalu ve ark., 2015; Monnereau ve ark., 2015; Sharma ve ark., 2015; Cohen ve ark., 2016; Lam ve ark., 2016; Lynch ve ark., 2015, 2016; Weatherdon ve ark., 2016; Winfield ve ark., 2016; Blasiak ve ark., 2017; Burden ve ark., 2017; Ding ve ark., 2017; Eide, 2017; Turner, 2017; Barange ve ark., 2018; Gaines ve ark., 2018; Islam ve ark., 2018; Wabnitz ve ark., 2018).

İklim değişikliği canlıların yaşam alanlarını ve biyoçeşitliliği tehdit etmekte olup balıkçılık üretiminin verimliliğini değiştirmektedir. Ayrıca, iklim değişikliğinin balıkçılık üzerindeki etkileri sonucunda balıkçılık yöneticileri ile karar vericiler balık türlerinin avlanabileceği miktarları veya ortama giren yeni türlerin avcılık faaliyetlerine izin verilmesi açısından tedbirler alınması ve kısıtlamalar getirilmesine dair yeni yönetim stratejileri geliştirmeye ihtiyaç duyacaktır. Bu kapsamda bilimsel bilgiler sağlamak ve karar vericilere destek olabilmek için küresel ölçekte CERES (İklim Değişikliği ve Avrupa Sucul Kaynakları) ve ClimeFish gibi projeler gerçekleştirilmektedir. Bu projeler ile iklim değişikliğinin balıkçılık üzerindeki olası etkileri farklı senaryolar ile değerlendirilmekte ve

farklı koşullar için modeller oluşturulmaktadır. Bu sayede iklim değişikliğinin olası etkileri belirlenmeye çalışılmakta ve iklim değişikliğine uyum sağlayabilmek için stratejiler oluşturulmaktadır. Ayrıca, mümkün oldukça iklim değişikliği sonucu ortaya çıkabilecek durumlardan nasıl avantaj sağlanabileceği ve bu durumlardan nasıl yararlanılabileceği hususunda da değerlendirmeler gerçekleştirilmektedir.

2.4. Balıkçılık Araştırmalarında UA ve CBS Kullanımı

Kurar ve Aygün (1992) gerçekleştirdikleri çalışmada farklı bant kombinasyonları kullanılarak zenginleştirilen ve sınıflandırmaları yapılan Spot ve Landsat uydu görüntülerinden elde edilen veriler yardımıyla İstanbul Boğazı ve Haliç'te su kirliliğinin değişimlerini araştırmıştır.

Sarı ve İpek (1997) Landsat TM görüntülerini kullanarak inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) balığının Van Gölü'ndeki alansal dağılımını, Van Gölü'nün yüzey suyu sıcaklığını, göldeki akıntıları ve göl içerisinde batimetrik sınırlar arasındaki ilişkileri araştırmıştır. İncelenen bu ilişkilerin av verimi üzerindeki etkisinin de araştırıldığı çalışmada iki potansiyel balıkçılık alanı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen bu yeni balıkçılık alanları ile eskiden avcılık yapılan alanların av verimleri karşılaştırıldığında yaklaşık olarak 3 kat farklılık tespit edildiği rapor edilmiştir.

Baruah ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada Landsat TM uydu görüntüsü kullanılarak göl yüzeyindeki klorofil-*a* ve askıdaki katı madde miktarlarını incelemiştir. Landsat TM 3 ve 4 bantlarının askıdaki katı madde miktarının belirlenmesinde önemli bulgular sağladığı belirlenmiştir. Klorofil-*a* miktarının tespit edilmesi için ise yakın kızılötesi dalga boyunun daha faydalı bulgular sağladığı bildirilmiştir.

Sarı ve ark. (2001) ülkemizdeki içsu kaynaklarına yönelik bir coğrafi bilgi sistemi altyapısının oluşturulması amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada Van Gölü, Atatürk Baraj Gölü ve Aygır Gölü'nde gerçekleştirilen balıkçılık faaliyetlerini ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda Van Gölü Balıkçılık Coğrafi Bilgi Sistemi (VGBCBS) geliştirilmiştir. VGBCBS'nin geliştirilmesi için mevcut veriler ArcGIS yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır. Toplanan veriler arasında kış döneminde gerçekleştirilen balıkçılık faaliyetleri, üreme döneminde yapılan balıkçılık faaliyetleri, balıkçılıkta kullanılan tekne sayısı, balıkçılık yapılan gün sayısı, balıkçılıkta kullanılan ağ sayısı, birim av verimi, toplam av verimi ve balıkçılıkla uğraşan köylerin nüfus ve eğitim gibi demografik bilgileri yer almaktadır.

Gönener ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada balıkçılıkta kullanılan akustik cihazların balıkçılık baskısının ve av yoğunluğunun artmasına yol açtığını ortaya koymuştur. Ayrıca, bu durumun balık stoklarını olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada uydu görüntüleri kullanılarak elde edilen veriler yardımıyla su yüzeyi sıcaklığı, klorofil-*a* miktarı ve birincil üretime dair haritaların üretilebileceği ifade edilmiştir. Bu sayede potansiyel yeni balıkçılık alanlarının belirlenebileceği ve mevcut balık stokları göz önünde bulundurularak balıkçılığa dair öngörülerde bulunulabileceği belirtilmiştir.

Karabulut ve Ceylan (2006) su kalitesinin değerlendirilmesi açısından uzaktan algılama tekniği ile zemin özelliklerinin yansıma değerleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda zeminin koyu renkli olduğu durumlarda temiz suyun daha doğru ve güvenilir sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Ayrıca, yakın kızılötesi bölgenin alg yoğunluğunun belirlenmesinde önemli bir dalga boyu aralığı olduğu rapor edilmiştir.

Ekercin (2007) yaptığı çalışmada Ikonos uydu görüntüsü verilerinin yardımıyla su kalitesi parametrelerini incelemiştir. Çalışma sonucunda temiz sudaki yansıma değerlerinin kirli sudan daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Gözaçan (2011) Eğirdir Gölü'nde bulunan gümüşü havuz balığının (*Carassius gibelio*) yaşam alanlarına ait spektral özellikler ile suyun bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin uzaktan algılama teknikleri ile incelenmesi ve av verimi yüksek olan balıkçılık alanlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada balıkçılık av veriminin klorofil-*a* miktarı ile ilişkili olduğunu ve klorofil-*a* miktarının yüksek olduğu yerlerde balıkçılık av veriminin de benzer şekilde yüksek olduğunu bildirmiştir.

Kale ve ark. (2012) denizcilik endüstrilerinin denizel biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerinin modellenmesi için CBS kullanmış ve bu tür analizler için CBS kullanımının çok yararlı olduğunu vurgulamıştır. Daban ve ark. (2013a) yaptıkları çalışmada Çanakkale Boğazı ihtiyoplankton topluluk yapısının zamansal değişimini, Daban ve ark. (2013b) ise küçük pelajik balıkların yumurta ve larvalarının mevsimsel bolluklarını ve alansal dağılımlarını CBS kullanarak modellemiştir. Kale ve Özen (2014a) denizel mekansal verilerin iki boyutlu ve üç boyutlu gösteriminde CBS kullanmışlar ve CBS'nin denizel ortama ait mekansal verilerin gösteriminde çok kullanışlı ve faydalı olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Kale ve Özen (2014b) denizel biyolojik çeşitliliğin görselleştirilmesi ve modellenmesi açısından CBS'nin önemli bir araç olduğunu ifade etmiştir.

Kale ve ark. (2014a) Gökçeada sığ sularındaki habitat yapısının modellenmesi ve alansal dağılımının ortaya çıkarılması için CBS kullanmıştır. Dünya çapında habitat

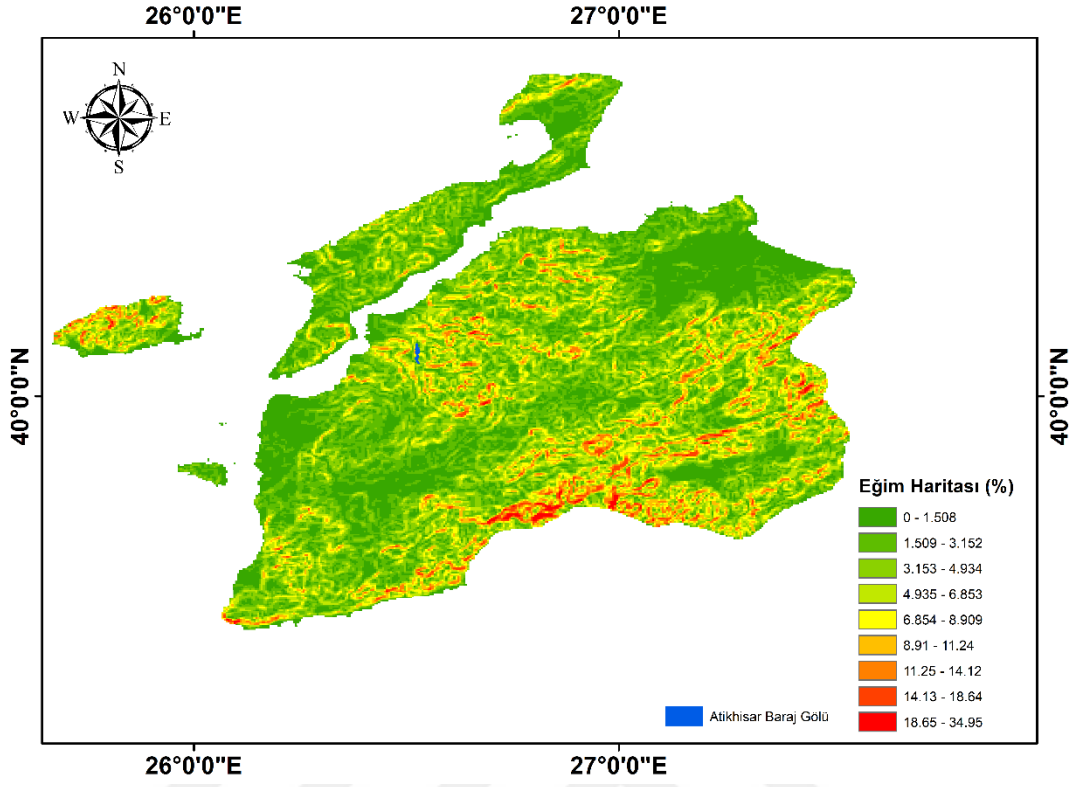
modelleme çalışmalarında CBS'nin yaygın olarak kullanılması bu konuda ne kadar önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Habitat modelleme çalışmalarının dışında balık türlerinin alansal dağılımlarının modellenmesinde, batimetrik dağılımlarının belirlenmesinde, balık türlerinin dağılımı ile habitat yapısı arasındaki ilişkinin modellenmesinde yine CBS yaygın olarak kullanılmaktadır. Kale ve ark. (2014b,c; 2015a,b) Gökçeada kıyılarındaki genç balık türlerinin alansal dağılımlarının ve habitat yapısı ile ilişkilerinin modellenmesinde CBS kullanmıştır. Kale ve Acarlı (2018) rezervuar balıkçılığında CBS'nin potansiyel uygulamaları hakkında bilgiler aktarmış, rezervuarlarda balık türlerinin alansal ve zamansal dağılımlarının modellenmesinde, çevresel parametrelerin ve suyun fizikokimyasal özelliklerin alansal ve zamansal dağılımının modellenmesinde, canlı organizmalar ile çevresel faktörler arasındaki ilişkilerin modellenmesi gibi çalışmalarında CBS'nin çok faydalı ve önemli bir araç olduğunu belirtmiştir.

Atikhisar Barajı (Şekil 3.2) içme suyu sağlama, sulama ve taşkın önleme amacıyla kil çekirdekli zonlu dolgu olarak inşa edilmiştir. Temel talveg kotu 33,2 m, talvegden yüksekliği 43,2 m ve kret kotu 61 m'dir (DSİ, 2018). Atikhisar Baraj Gölü'nün maksimum taşkın yüksekliği 65,56 m iken en yüksek taşkın hacmi ise 74,4 hm³ olarak belirtilmiştir (Koca, 2005). Atikhisar Baraj Gölü'nün normal su seviyesi Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından 61 m olarak bildirilmiştir. Ayrıca, DSİ raporlarında barajın normal su seviyesindeki yüzey alanının 3 km² iken baraj hacminin 40 hm³ olduğu belirtilmiştir. Kaya (2007) Atikhisar Baraj Gölü havzasının toplam alanının 105584 ha olduğunu rapor etmiştir. Aynı çalışmada, havzadaki tarım arazileri 3859 ha, meyvelikler 3227 ha, kentsel alan 4358 ha, ormanlık alan 25544 ha, makilik alan 20570 ha olarak tespit edilmiştir. Barajın tarımsal faaliyetler ve kırsal alanlardan atık su boşaltımı gibi nedenlerden dolayı baskı altında olduğu rapor edilmiştir (Akbulut ve ark., 2010; Selvi ve Kaya, 2013).

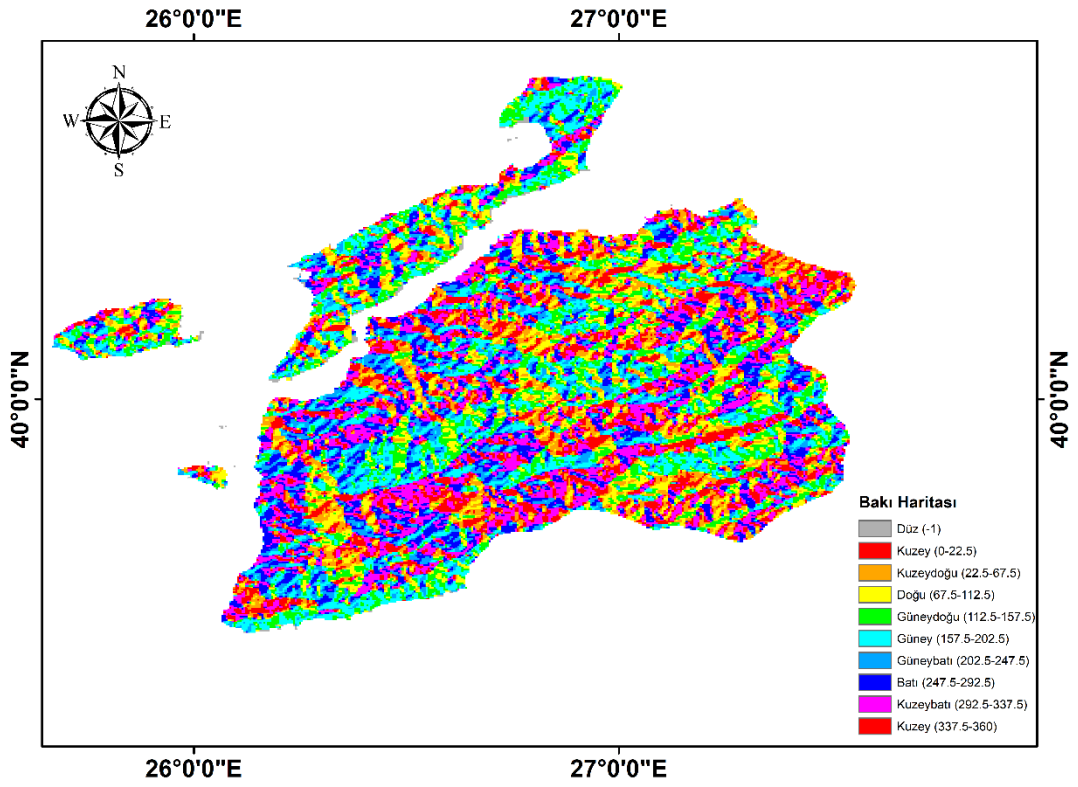


Şekil 3.2. Atikhisar Baraj Gölü (Orijinal)

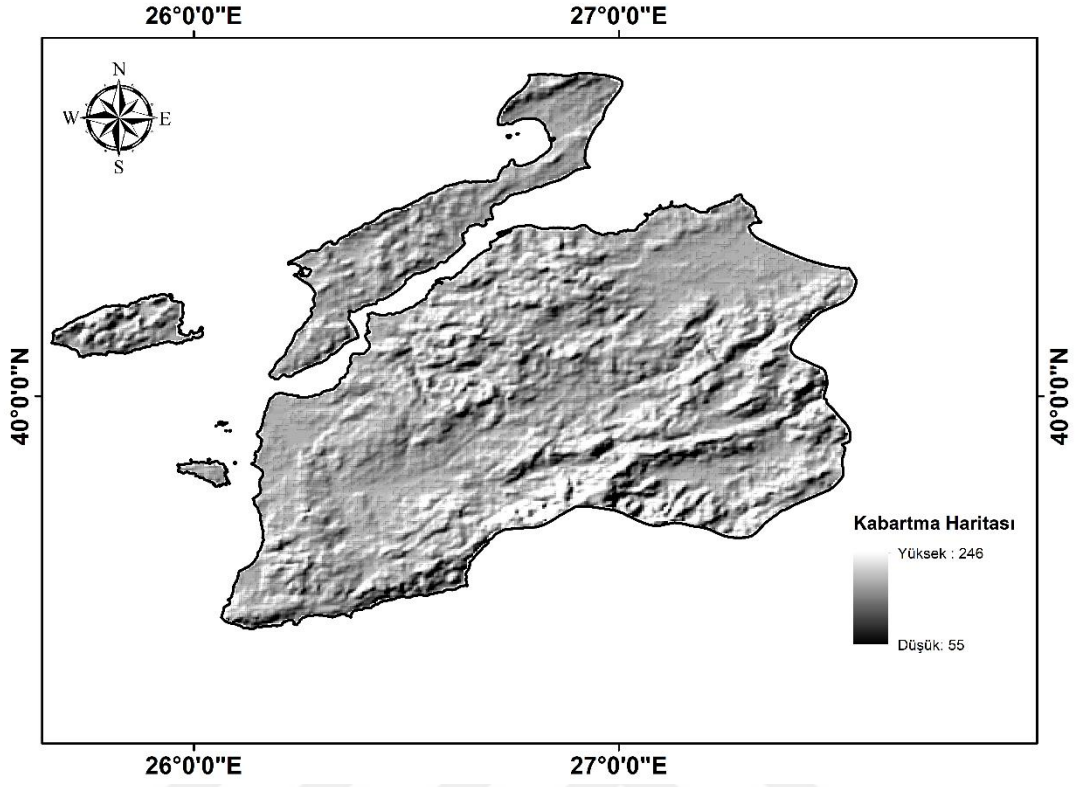
Atikhisar Baraj Gölü'nün bulunduğu konumun ve topoğrafik özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi için sayısal yükseklik modeli verileri kullanılarak Çanakkale ilinin eğim ve bakı haritaları üretilmiştir. Eğim haritası Şekil 3.3'te ve bakı haritası Şekil 3.4'te gösterilmektedir. Ayrıca, üretilen kabartma haritası Şekil 3.5'te ve yükselti haritası da Şekil 3.6'da sunulmuştur. Sayısal yükseklik modeli (SYM) verisi kullanılarak oluşturulan drenaj ağı ise Şekil 3.7'de verilmiştir.



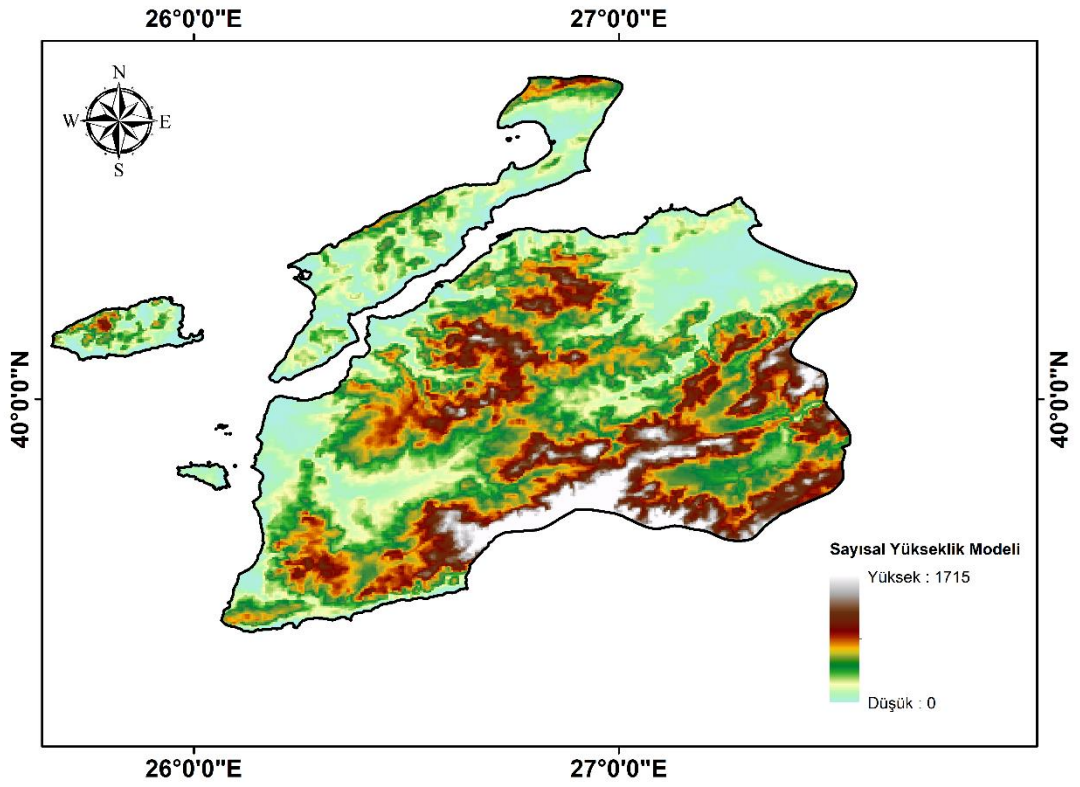
Şekil 3.3. Çanakkale ilinin eğim haritası



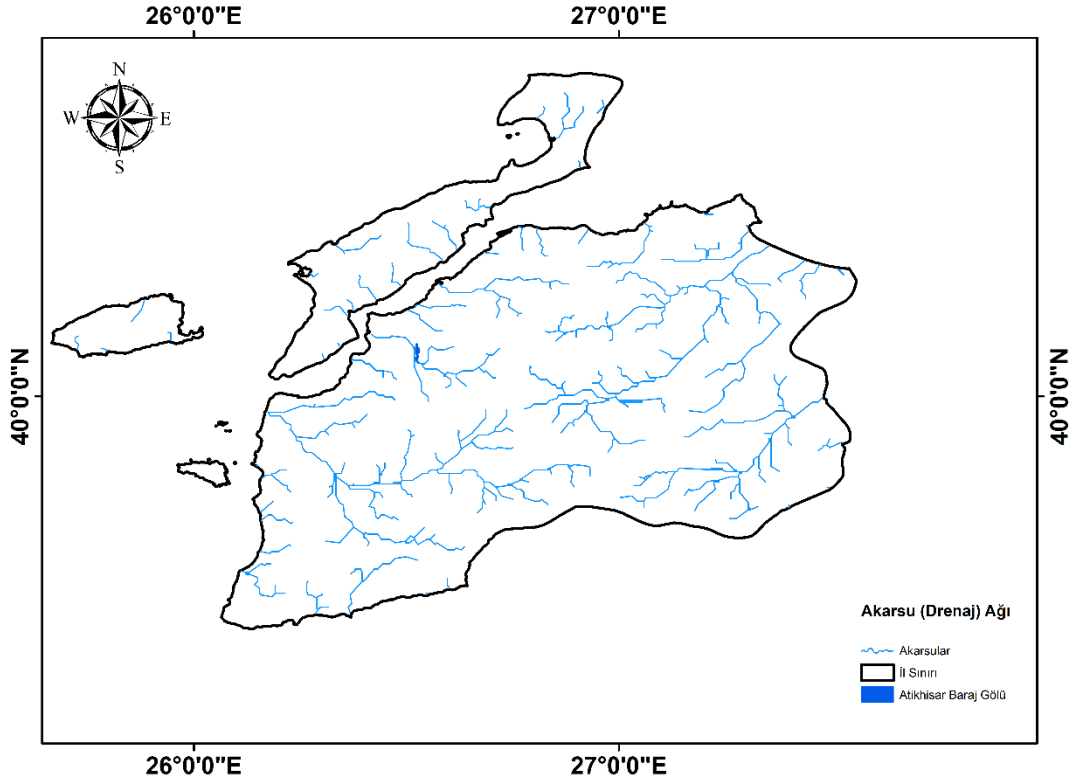
Şekil 3.4. Çanakkale ilinin bakı haritası



Şekil 3.5. Çanakkale ilinin kabartma haritası



Şekil 3.6. Çanakkale ilinin yükselti haritası



Şekil 3.7. Çanakkale ili drenaj ağı

Atikhisar Baraj Gölü'nün bulunduğu bölgenin iklimsel özelliği genellikle geçiş iklimi olarak tanımlanmaktadır (Koç, 2001). Barajın üzerine inşa edildiği Sarıçay akarsuyunun havza alanının genel olarak 100 m ile 400 m arasında yükseltiyeye sahip platoluk bir alanı kapsamaktadır. Çoğunlukla, güneybatı–kuzeydoğu doğrultusunda yayılan platoların iç kesimlerdeki yükseltileri 400 m'ye kadar ulaşmakta iken Çanakkale Boğazı'na yakın alanlardaki yükseltileri ise 100 m civarındadır (Yalçınlar, 1949). Baraj havzası çoğunlukla Eosen–Oligosen andezit, dasit ve tüflerden oluşan dağlık alan karakteristikleri göstermektedir (Koç, 2007). Atikhisar Baraj Gölü havzasında herhangi bir fay hattı bulunmamasına rağmen yakın bölgelerinde kuzeydoğu–güneybatı doğrultusunda fayların uzanması (Ercan, 1995) nedeniyle havza sismik açıdan hareketli bir konumda yer almaktadır.

3.2. Materyal

3.2.1. Uydu Görüntüleri

Kıyı çizgisi ile ilgili çalışmalarda potansiyel veri kaynakları saha çalışmaları, yerinde ölçümler, kıyısız çizim-grafik ve haritalar, tarihi fotoğraflar, hava fotoğrafları ve uzaktan

algılama teknolojilerinden faydalanılarak elde edilen sayısal görüntüler ve sayısal yükseklik verileri olarak belirtilmiştir (Boak ve Turner, 2005). Optik görüntülerden kıyı çizgisinin çıkarılması için birçok yöntem geliştirilmiştir. Uzaktan algılama ve CBS teknolojileri göllerdeki kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin belirlenmesi amacıyla çok yaygın biçimde kullanılmaktadır. Dünya yüzeyinde meydana gelen değişimlerin araştırılması ve izlenmesi çalışmalarında en çok kullanılan uydu Landsat uydusudur. Landsat uyduları devamlı temin edilen uzay tabanlı orta çözünürlükteki en uzun süreli karasal uzaktan algılama veri setinin toplanmasına imkan sağlamaktadır. Bu yüzden, bu çalışmada da Atikhisar Baraj Gölü'nün kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin izlenmesi amacıyla uzaktan algılanmış Landsat Multispectral Scanner (MSS), Thematic Mapper (TM), Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), Operational Land Imager (OLI) ve Thermal Infrared Sensor (TIRS) algılayıcılarından elde edilmiş uydu görüntüleri kullanılmıştır. MSS algılayıcısı için mekansal çözünürlük 60 m iken TM, ETM+ ve OLI/TIRS algılayıcıları için 30 metredir. Bununla birlikte, ETM+ ve OLI/TIRS algılayıcılarındaki pankromatik bant (bant 8) 15 m mekansal çözünürlüğe sahiptir.

Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri 1975 ile 2017 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır. Barajın 1975 yılının Haziran ayında su tutmaya başlamış olması nedeniyle bu tarihten itibaren mümkün olan tüm uydu görüntüleri temin edilmiştir. Kıyı çizgisi ve yüzey alanındaki yıl içi değişimlerde farklı aylar arasındaki olası değişkenlikleri önlemek için çalışmada kullanılacak veri seti mevcut olan tüm uydu görüntüleri içindeki 1 yıllık aralıklarla her yılın Haziran ayı için mümkün olan görüntüler arasından belirlenmiştir. Uydu görüntüleri ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu'nun internet sayfasından temin edilmiştir (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Landsat sensörlerinin dalga boyları ve bantlarının karşılaştırması Çizelge 3.1'de gösterilmektedir. Landsat sensörlerinin sahip olduğu özelliklere dair daha ayrıntılı bilgiler ile kullanılan teçhizata özel nispi spektral tepki fonksiyonları ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu'nun görüntüleme aracı (<https://landsat.usgs.gov/spectral-characteristics-viewer>) kullanılarak görüntülenebilmekte ve karşılaştırılabilmektedir.

Her bir Landsat uydusunun bantları ve her bir bandın kullanım amacına yönelik nasıl en iyi şekilde kullanılacağı USGS (2016) tarafından açıklanmıştır. Bu kapsamda, Kıyasal/Aerosol bandı kıyasal alanların ve sığ suların gözlemlenmesi, aerosol, toz ve duman tespiti çalışmalarında kullanılmaktadır. Mavi bandı batimetrik haritalama, toprak/bitki örtüsü ayrımı, orman tipi haritalama ve insan yapımı özelliklerin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Yeşil bandı tepe bitki örtüsü ve bitki gücü

değerlendirmelerinde kullanılmaktadır. Kırmızı bandı bitki örtüsü tipi tanımlanması, toprak ve kentsel özelliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yakın kızılötesi bandı bitki örtüsü tespiti ve analizi, kıyı çizgisi haritalama ve biyokütle içeriği çalışmalarında kullanılmaktadır. Kısa dalga kızılötesi-1 bandı bitki örtüsü nem içeriği, kuraklık analizi, yanmış ve yangından etkilenmiş alanlar ile aktif yangınların tespit edilmesi çalışmalarında kullanılmaktadır. Kısa dalga kızılötesi-2 bandı özellikle gece vakti aktif yangınların tespiti, bitki nemi ve kuraklık analizi çalışmalarında kullanılmaktadır. Pankromatik bandı çok bantlı görüntülerin daha yüksek çözünürlüğe keskinleştirilmesi için kullanılmaktadır. Sirkus bandı sirkus bulutu tespitinde kullanılmaktadır. Termal bandı ise yüzey sıcaklığı haritalama ve toprak nemi tahminleri çalışmalarında kullanılmaktadır. Landsat uydularının hangi dalga boyundaki bantlarının bu çalışmalarda kullanıldığı Çizelge 3.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Landsat uydularındaki sensörlerin dalga boyları ve bantlarının karşılaştırması (USGS, 2016'den düzenlenmiştir)

Bant İsimleri	L8 OLI/TIRS	Dalga Boyu (μm)	L7 ETM+	Dalga Boyu (μm)	L4-5 TM	Dalga Boyu (μm)	L4-5 MSS*	Dalga Boyu (μm)	L1-3 MSS*	Dalga Boyu (μm)
Kıyasal/Aerosol	Bant 1	0,43–0,45	—	—	—	—	—	—	—	—
Mavi	Bant 2	0,45–0,51	Bant 1	0,45–0,52	Bant 1	0,45–0,52	—	—	—	—
Yeşil	Bant 3	0,53–0,59	Bant 2	0,52–0,60	Bant 2	0,52–0,60	Bant 1	0,5–0,6 *	Bant 4	0,5–0,6 *
Pankromatik	Bant 8 **	0,50–0,68	Bant 8 **	0,52–0,90	—	—	—	—	—	—
Kırmızı	Bant 4	0,64–0,67	Bant 3	0,63–0,69	Bant 3	0,63–0,69	Bant 2	0,6–0,7 *	Bant 5	0,6–0,7 *
Yakın Kızılötesi-1	Bant 5	0,85–0,88	Bant 4	0,77–0,90	Bant 4	0,76–0,90	Bant 3	0,7–0,8 *	Bant 6	0,7–0,8 *
Yakın Kızılötesi-2	—	—	—	—	—	—	Bant 4	0,8–1,1 *	Bant 7	0,8–1,1 *
Sirrus	Bant 9	1,36–1,38	—	—	—	—	—	—	—	—
Kısa Dalga Kızılötesi-1	Bant 6	1,57–1,65	Bant 5	1,55–1,75	Bant 5	1,55–1,75	—	—	—	—
Kısa Dalga Kızılötesi-2	Bant 7	2,11–2,29	Bant 7	2,09–2,35	Bant 7	2,08–2,35	—	—	—	—
Termal	Bant 10 T1	10,60–11,19	Bant 6 T2	10,40–12,50	Bant 6 T2	10,40–12,50	—	—	—	—
Termal	Bant 11 T1	11,50–12,51	—	—	—	—	—	—	—	—

Not: OLI: Operasyonel Arazi Görüntüleyici; TIRS: Termal Kızılötesi Sensör; ETM+: Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı Artı; TM: Tematik Haritalayıcı; MSS: Çok Bantlı Tarama; “—”: mevcut değil anlamına gelmektedir. Simgeler ile belirtilenler hariç diğer tüm bantlar 30 m çözünürlüğe sahiptir. *: 79 m’de temin edilmiş ve 60 m’ye yeniden örneklenmiştir. **: pankromatik bant 15 m çözünürlüğe sahiptir. T1: Termal bant 100 m’de temin edilmiş ve 30 m’ye yeniden örneklenmiştir. T2: Termal bant 120 m’de temin edilmiş ve 30 m’ye yeniden örneklenmiştir.

Çizelge 3.2. Landsat uydularının bantlarının en iyi kullanıldığı kullanım amaçları (USGS, 2016'den düzenlenmiştir)

Bant Adı	L8 OLI/TIRS	L7 ETM+	L4-5 TM	L4-5 MSS	L1-3 MSS	Kullanım Açıklaması
Kıyasal/Aerosol	Bant 1	—	—	—	—	Kıyasal alanların ve sığ suların gözlemlenmesi, aerosol, toz ve duman tespiti
Mavi	Bant 2	Bant 1	Bant 1	—	—	Batimetrik haritalama, toprak/bitki örtüsü ayrımı, orman tipi haritalama ve insan yapımı özelliklerin tanımlanması
Yeşil	Bant 3	Bant 2	Bant 2	Bant 1	Bant 4	Tepe bitki örtüsü ve bitki gücü değerlendirmeleri
Kırmızı	Bant 4	Bant 3	Bant 3	Bant 2	Bant 5	Bitki örtüsü tipi tanımlanması, toprak ve kentsel özelliklerin belirlenmesi
Yakın Kıızılötesi	Bant 5	Bant 4	Bant 4	Bant 3	Bant 6	Bitki örtüsü tespiti ve analizi, kıyı çizgisi haritalama ve biyokütle içeriği
	—	—	—	Bant 4	Bant 7	
Kısa Dalga Kıızılötesi-1	Bant 6	Bant 5	Bant 5	—	—	Bitki örtüsü nem içeriği, kuraklık analizi, yanmış ve yangından etkilenmiş alanlar ile aktif yangınların tespit edilmesi
Kısa Dalga Kıızılötesi -2	Bant 7	Bant 7	Bant 7	—	—	Özellikle gece vakti aktif yangınların tespiti, bitki nemi ve kuraklık analizi
Pankromatik	Bant 8	Bant 8	—	—	—	Çok bantlı görüntülerin daha yüksek çözünürlüğe keskinleştirilmesi
Sirrus	Bant 9	—	—	—	—	Sirrus bulutu tespiti
Termal	Bant 10	Bant 6	Bant 6	—	—	Yüzey sıcaklığı haritalama ve toprak nemi tahminleri
	Bant 11			—	—	

3.2.2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımları

Çalışmada uzaktan algılanmış uydu görüntülerinin işlenmesi ve analiz edilmesi aşamalarında ERDAS Imagine 2014, ArcGIS 10.3, ENVI 5.2, Quantum GIS (QGIS) 2.18, Global Mapper, MapInfo Professional v16 ve NetCad 7 GIS yazılımları kullanılmıştır. Ayrıca yapılacak işleme ve analize uygun olarak bu yazılımlar içerisindeki yardımcı araç kutuları ve eklentilerden yararlanılmıştır.

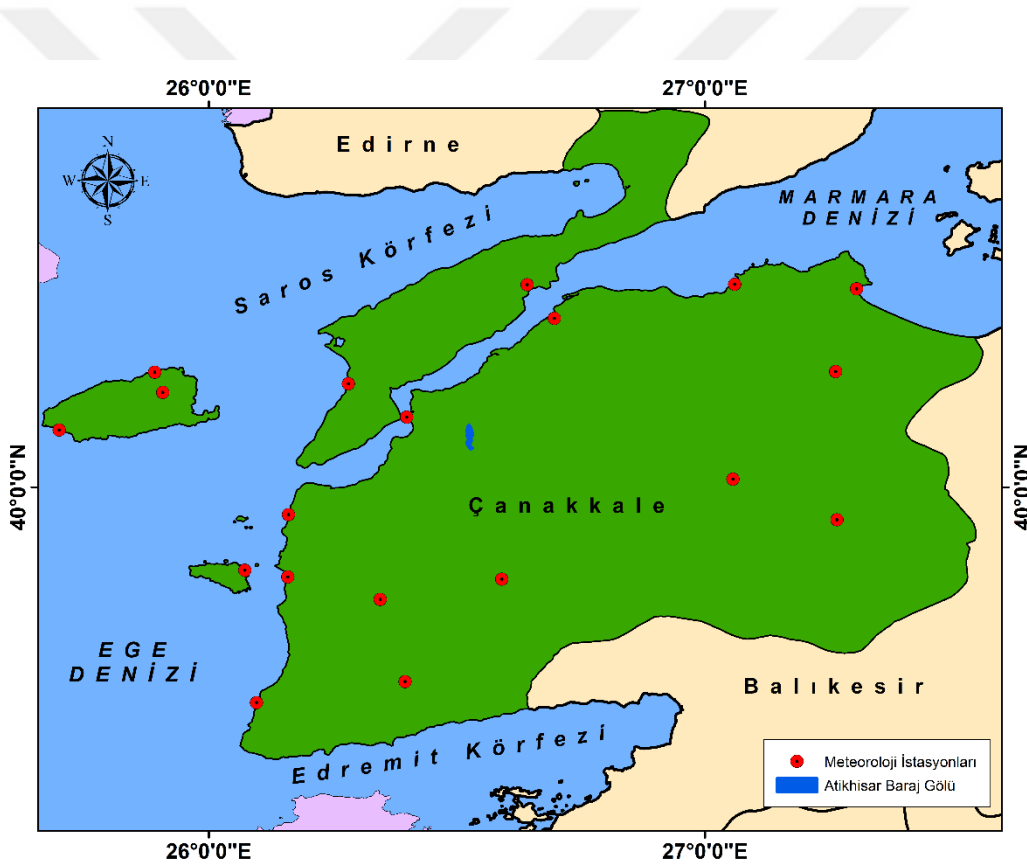
Yazılımların çalıştırıldığı bilgisayarda 2.40 GHz hıza sahip 4 çekirdekli Intel® Core™ i5 işlemci bulunmaktadır. Bilgisayar 16 GB yüklü belleğe sahip olup, sistem sabit diski 250 GB 3-boyutlu katı hal sürücü ve 1 TB depolama sabit diski yer almaktadır. İşletim sistemi ise 64 bit olan Windows 10 Enterprise sürümüdür.

3.2.3. İklimsel Veriler

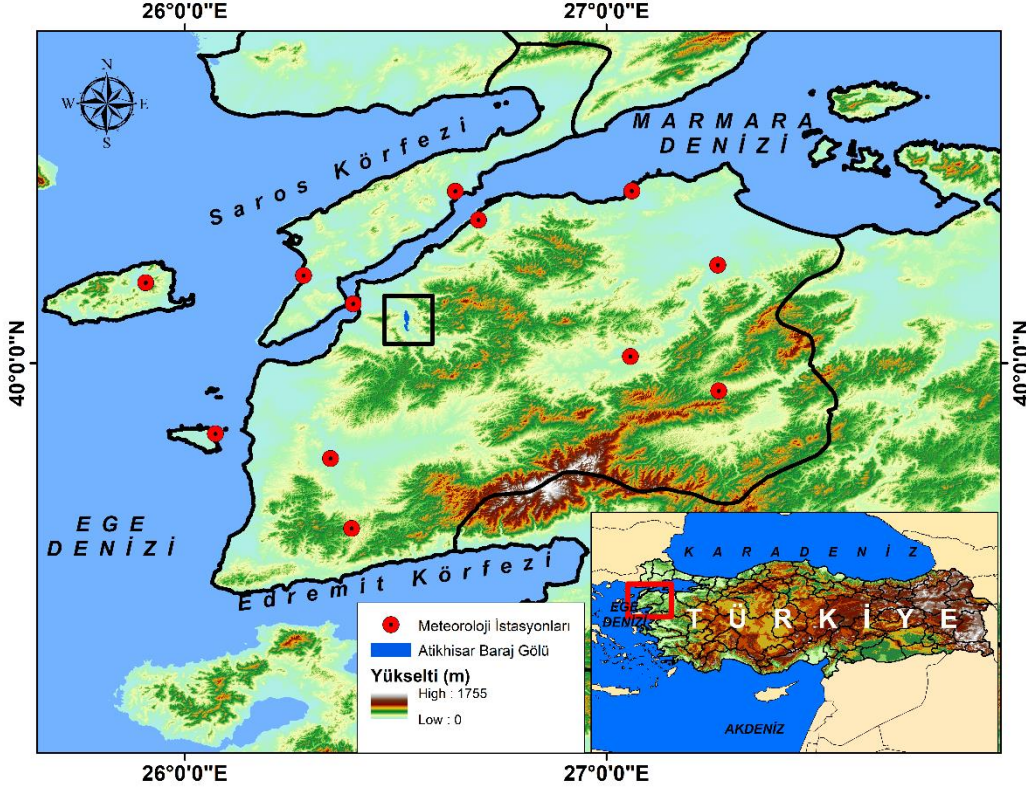
Koca (2005) Atikhisar Barajı'nın deniz seviyesinden yüksekliğinin yaklaşık 60 m olması nedeniyle barajın iklimsel özelliklerinin Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) Çanakkale Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü tarafından kaydedilen iklimsel verilere yakın değerlere sahip olduğunu bildirmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmada da iklimsel değişkenliklerin Atikhisar Baraj Gölü üzerine olası etkilerinin araştırılması için Çanakkale Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü'nden temin edilen iklimsel veriler kullanılmıştır.

Çanakkale ili genelinde meydana gelen iklimsel değişimlerin araştırılması ve izlenmesi amacıyla Çanakkale Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü tarafından ölçülen aylık ortalama sıcaklık, buharlaşma ve yağış verileri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan iklimsel veriler 1960 ile 2017 yılları arasındaki aylık ölçümleri kapsamaktadır. Analizler her bir iklimsel parametre için her bir istasyondaki yıllık ortalamalar hesaplanarak yapılmıştır. Çanakkale genelinde meteorolojik ölçümler 19 farklı istasyonda kayıt edilmektedir. Bu ölçümler Ayvacık (2 istasyon; Ayvacık, Gülpınar), Bayramiç (1 istasyon), Biga (3 istasyon; Biga, İçdaş, Karabiga), Bozcaada (1 istasyon), Çan (1 istasyon), Çanakkale (1 istasyon), Eceabat (1 istasyon), Ezine (3 istasyon; Ezine, Yeniköy, Geyikli), Gelibolu (1 istasyon), Gökçeada (3 istasyon; Gökçeada, Kaleköy, Uğurlu), Lapseki (1 istasyon), Yenice (1 istasyon) istasyonlarından kaydedilen verilerden oluşmaktadır (Şekil 3.8). Ancak, tüm iklimsel değişkenler tüm istasyonlarda ölçülememektedir. Ayrıca, bazı durumlarda yapılan ölçümlerde ölçüm yapan personelden veya ölçüm cihazlarında meydana gelen arızalar nedeniyle hatalar da oluşabilmektedir. Dolayısıyla, hem hataların az olması hem de daha fazla istasyonda uzun süreli ve sürekli ölçülen verilerin bulunması göz önünde bulundurularak verilere filtreleme işlemi

uygulanmıştır. Sonuç olarak, istasyon müdürlüğünden temin edilen iklimsel veriler içerisinde ortalama sıcaklık, yağış ve buharlaşma miktarı verilerinin diğer verilere kıyasla alansal ve zamansal olarak daha fazla süreklilik göstermesi nedeniyle bu verilerin kullanılması tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında değerlendirilen iklimsel verilerin ölçüldüğü meteoroloji gözlem istasyonlarının konumları Şekil 3.9’da gösterilmiştir. Ayrıca, sıcaklık ve yağış miktarı için her istasyondan ölçülen değerlerin yıllık ortalamaları hesaplanarak alansal dağılımını gösteren tematik yüzey haritaları oluşturulmuştur. İklimsel parametrelerin alansal ve zamansal dağılımlarının haritalandırılmasında meteoroloji istasyonlarında ölçülen değerlerin önemi dikkate alınarak ArcGIS yazılımının jeostatistiksel analiz araçlarından IDW (Inverse Distance Weighted: Ters Mesafe Ağırlıklı) enterpolasyon tekniği kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Çanakkale'de ölçüm yapan meteoroloji gözlem istasyonlarının konumları



Şekil 3.9. Çalışmada değerlendirilen iklimsel verilerin ölçüldüğü meteoroloji gözlem istasyonları

3.3. Yöntem

3.3.1. UA ve CBS Analizleri

ArcGIS yazılımı kullanılarak yüzey, hidroloji, alansal ve jeoistatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Yazılımdaki araç kutularından 3D Analyst, Geostatistical Analyst ve Spatial Analyst çözümleyicileri ile ArcHydro yardımcı araçları kullanılmıştır. Bunların içerisindeki enterpolasyon, hidroloji, yüzey, çıkarma gibi eklentilerden yararlanılmıştır. Ayrıca, eğim, bakı, kabartma, yükselti haritaları raster yüzey analizleri kullanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan sayısal yükseklik modeli (SYM) üzerinden Çanakkale il sınırları kesilerek yeni bir şekil dosyası (shapefile) daha oluşturulmuştur. İl sınırlarını içerecek şekilde kesilen bu sayısal yükseklik modeli verisi kullanılarak Çanakkale ilinin drenaj ağı haritası oluşturulmuştur. Drenaj ağının oluşturulmasında ArcHydro ve Spatial Analyst çözümleyicisi içerisindeki hidroloji analizlerinden yararlanılmıştır. Bazı durumlarda SYM verilerinin yapısında eksik veya bozuk bölümler olabilmektedir. Uydu görüntüleri aracılığıyla üretilen bir SYM verisinde su yüzeyinden veya bulutlardan meydana gelen yansımalar nedeniyle bazı hücrelerde yanlış değerler bulunabilmektedir. Bu tür durumlarda yapılacak analizlerin yanlış sonuçlar verme ihtimali olmasından dolayı

kullanılacak SYM verisindeki hataların giderilmesi gerekmektedir. Bu amaçla “Fill” aracı kullanılarak SYM verisindeki boşluklar, çukurlar veya doğal topolojiye aykırı ani yükselteler gibi nispeten küçük hatalar tespit edilmiş ve giderilmiştir. Ardından akarsuların akış yönünün belirlenebilmesi için “Flow Direction” aracı kullanılmıştır. Bu araç SYM verisindeki her bir hücrenin hangi komşu hücreye doğru en dik eğime sahip olacağını hesaplamaktadır. Diğer bir ifadeyle, SYM verisindeki herhangi bir noktaya düşen bir yağmur damlasının hangi yöne doğru akış hareketi gerçekleştireceğini belirlemektedir. Sonrasında “Flow Accumulation” aracı kullanılarak akış birikimi hesaplanmıştır. Hesaplanan akış birikimi değerleri incelenerek tespit edilen minimum değer harita cebir modülü içerisinde bulunan raster hesaplayıcı aracındaki sorgulama alanına girilmiş ve oluşturulan yeni katmanda akarsu ağının gösterimi sağlanmıştır. Bu aşamaya kadar mevcut katmanlar raster formatta olup bu aşamadan sonra raster veri formatından vektör veri formatına dönüştürülerek oluşturulan drenaj ağı vektör katmanı olarak üretilmiştir. Üretilen akarsu drenaj ağı Şekil 3.7’de yer almaktadır.

Görüntü işleme tekniklerinin uygulanabilmesi için öncelikle CBS ortamında bir sayısal veri tabanı oluşturulmuştur. Uydu görüntüleri CBS yazılımlarına aktarıldıktan sonra uydu görüntülerinin işlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarında ERDAS Imagine 2014, ENVI 5.2, ArcGIS 10.3, QGIS 2.18, Global Mapper, MapInfo Professional v16 ve NetCad 7 GIS yazılımları kullanılmıştır. Uydu görüntülerine radyometrik ve geometrik düzeltmeler uygulanmıştır. Sonrasında uydu görüntüleri Dünya Jeodezik Sistemi 1984 (WGS84) datumu kullanılarak rektifiye edilmiştir. Kıyı çizgilerinin çıkarılmasına kolaylık sağlaması amacıyla ArcGIS yazılımında her bir görüntü için ayrı şekil dosyası (shapefile) oluşturulmuştur. Ardından, kıyı çizgilerinin tespit edilmesi ve sayısallaştırılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Atikhisar Baraj Gölü’nün kıyı çizgisi ve yüzey alanında meydana gelen zamansal değişimlerin değerlendirilebilmesi amacıyla uydu görüntülerinin temin edildiği algılayıcı için önerilen uygun bantların filtrelenmesi sonrasında görsel yorumlama tekniği ile manuel olarak (elle) sayısallaştırılmıştır.

Landsat uydu görüntülerine radyometrik ve geometrik düzeltme işlemleri uygulanarak görüntü ön işleme aşamalarından geçirilmiştir. Radyometrik ve geometrik düzeltme işlemleri yansıma değerlerinin normalize edilmiş görüntülerini üreten ve sonraki işlemlere hazır hale getiren ERDAS Imagine yazılımı kullanılarak uygulanmıştır. Geometrik düzeltme işleminin uygulanabilmesi için konumsal doğruluğu kesin olan yer kontrol noktaları kullanılmıştır. Uydu görüntülerinden kıyı çizgisi çizilirken ArcGIS 10.3 yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca, hazırlanan vektör çizim dosyaları farklı yazılımlar arasında

ortak kullanıma imkan sağlamak ve kullanım kolaylığı sunması açısından farklı formatlara da dönüştürülerek yazılımlar arasında veri paylaşımı mümkün hale getirilmiştir. Landsat uydu görüntüleri üzerinden kıyı çizgisi çizilirken su ve kara ayrımının daha rahat yapılabilmesi için farklı sensörler için literatürde önerilen bantlar kullanılmıştır.

3.3.2. Kıyı Çizgisi ve Yüzey Alanının Belirlenmesi

Uydu görüntülerinden kıyı çizgisi ile yüzey alanının tespit edilmesi ve çıkarılması için birçok yöntem bulunmaktadır (Dolan ve ark., 1991; Gao, 1996; McFeeters, 1996; Braud ve Feng, 1998; Frazier ve Page, 2000; Xu, 2006; Shen ve Li, 2010; Feyisa ve ark., 2014). Bazı araştırmacılar tarafından kıyı çizgisi ve su yüzeyinin belirlenmesi ve otomatik çıkarılması amacıyla Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI), Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (Normalized Difference Water Index: NDWI), Modifiye Edilmiş Normalize Fark Su İndeksi (Modified Normalized Difference Water Index: MNDWI), Normalize Edilmiş Fark Nem İndeksi (Normalized Difference Moisture Index: NDMI), Otomatik Su Çıkarım İndeksi (Automated Water Extraction Index: AWEI), Su Oran İndeksi (Water Ratio Index: WRI), Arazi Yüzeyi Su İndeksi (Land Surface Water Index: LSWI), Tassaled Cap Islaklık İndeksi (Tassaled Cap Wetness Index: TCWI) ve Dijital Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi (Digital Shoreline Analysis System: DSAS) gibi indeksler ile yardımcı sistemler geliştirilmiş ve uygulamalarda kullanımı önerilmiştir. Uydu görüntüleri üzerinden uzaktan algılama ve CBS analizleri yardımıyla uygulanan bu teknikler kullanılarak kıyı çizgileri ve su yüzeyleri yarı-otomatik veya otomatik olarak çıkarılabilmektedir. Önerilen bu otomatik çıkarım yöntemleri sıklıkla kullanılmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Ancak geliştirilen bu otomatik çıkarım indeksleri Landsat uydularında farklı sensörlerde bantların farklı dalga boylarında olması gibi nedenlerden dolayı Landsat uydularının tamamı için aynı formüller ile çalışmamakta ve kullanılan formüllerde farklılıklar oluşmaktadır. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin çok geniş zamana yayılmış olması (1975–2017), sadece bir Landsat uydusu sensöründen değil çok sayıda sensörden temin edilen görüntülerin kullanılması ve geliştirilen indekslerin çoğunlukla daha sonraki dönemlerde faaliyete başlayan Landsat sensörleri için uyarlanmış olması gibi faktörler de uygulamada standardizasyonun gerçekleştirilmesi açısından bazı sorunlara neden olmaktadır. Diğer taraftan, su yüzeyinin yansıtımı yansıtıcı kızılötesi bantlarda karanın yansıtımından daha az olup neredeyse sifıra eşit olmaktadır. Su kütlelerinin daha koyu görünmesi kıyı çizgisinin çıkarılmasını daha kolay hale getirmektedir (Aedla ve ark., 2015). Bu sayede, kıyı çizgisi

tek bir bant görüntüsünden bile kolaylıkla tespit edilmekte ve çıkarılabilmektedir. Ayrıca USGS tarafından TM ve ETM+ algılayıcıları için bant 4'ün, OLI/TIRS için bant 5'in, MSS için bant 7'nin kıyı çizgisi haritalanması uygulamalarında çok kullanışlı olduğu belirtilmektedir. Bu yüzden, söz konusu algılayıcılardan temin edilen görüntüler için USGS tarafından önerilen bu bantlar kıyı çizgisinin yüksek doğrulukla sayısallaştırılması amacıyla su ve karanın birbirinden ayrılmasını sağlamak için kullanılmıştır. Dolayısıyla, tüm bu faktörler göz önünde bulundurularak bu çalışmada otomatik su çıkarım indeksleri yerine farklı uydu sensörleri için önerilen uygun bantlar seçilerek elle sayısallaştırma yöntemi kullanılmıştır.

Görsel yorumlama tekniğinde kullanıcı bilgisayar ortamında veya sayısal olmayan herhangi bir ortamda aynı alana ve farklı zamanlara ait görüntüleri çıplak gözle kıyaslamakta veya görüntüleri üst üste çakıştırarak farklılıkları yorumlamaktadır. Görüntülerin karşılaştırılması sonucunda da tespit edilen farklılıklar belirlenmektedir. Kullanıcı oluşturulan kompozit görüntülerdeki her rengin karşılığı olan detayları sahip olduğu bilgi ve tecrübe ile yorumlamaktadır. Sonrasında tanımlanan detaylara ait sınırlar vektör veri formatında çizilmektedir. Kılıç (2006) kompozit görüntülerin oluşturulması için bant kombinasyonlarının seçiminde coğrafi bölge özellikleri ve detayların spektral yansıma özelliklerinin göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada da farklı zamanlara ait uydu görüntüleri üzerinden farklı bant kombinasyonlarına sahip kompozit görüntüler oluşturulmuş, bantlar ayrı ayrı kullanılıp su ve kara yüzeylerinin temsil edilmesi sağlanarak görsel yorumlama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Görsel yorumlamalar kullanıcılar arasında farklı yorumların yapılmasına yol açabilmektedir. Bu çalışmanın sınırlamalarından birisi görsel yorumlama neticesinde manuel sayısallaştırma yapılması olarak düşünülebilir. Ancak, bu durumun çalışmanın doğruluğunu azaltmaması adına bantların filtrelenmesi sonrasında görüntülerde sadece siyah ve beyaz renkler ile temsil edilen iki sınıf (su ve kara) oluşturulmaktadır. Yani, görüntüde filtreleme sonucu sadece 0 ve 1 değerleri var-yok ilişkisi içerisinde yer aldığından dolayı bu şekilde gerçekleştirilen görsel yorumlama ile kıyı çizgisi yüksek doğrulukta manuel olarak sayısallaştırılabilmektedir.

3.3.3. İklimsel Değişiklikler

İklimsel verilerde meydana gelen değişkenliklerin tespit edilmesi, mevcut eğilimlerinin belirlenmesi ve geleceğe yönelik tahminlemelerin yapılması amacıyla iklimsel verilere değişim noktası ve trend analizleri uygulanmıştır.

3.3.3.1. Değişim Noktası Analizi

Zaman serilerindeki değişim noktalarının belirlenebilmesi amacıyla birçok teknik ve yaklaşım kullanılmaktadır (Pettitt, 1979; Radziejewski ve ark., 2000; Tomozeiu ve ark., 2000; Fealy ve Sweeney 2005; Li ve ark., 2005; Beaulieu ve ark., 2012; Chen ve Gupta 2012; Salarijazi ve ark., 2012). Bu çalışmada, değişim zamanı net biçimde belirgin olmayan zaman serilerinin ortalamalarındaki önemli değişikliği tespit etmek için Pettitt (1979) tarafından geliştirilen parametrik olmayan değişim noktası analizi uygulanmıştır. Pettitt değişim noktası analizi hidrolojik ve iklimsel verilerin zaman serilerinde gözlenen değişikliklerin tespit edilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Tomozeiu ve ark., 2000; Mu ve ark., 2007; Gao ve ark., 2011; Bates ve ark., 2012; Salarijazi ve ark., 2012; Ejder ve ark., 2016a,b; Kale ve ark., 2016a). Değişim noktası analizi, zaman serilerindeki önemli değişiklikleri tespit etmeye yarayan, dağılım gerektirmeyen ve sıra tabanlı bir testtir. Bu yöntem Mann–Whitney istatistiğinden uyarlanmış olup ilk örneğin bir üyesinin ikinci örneğin bir üyesini kaç defa aştığını sayarak değişikliği tespit etmektedir. Bu parametrik olmayan test Denklem 3.1 serisinde (Denklem 3.1a,b,c) ifade edilmektedir (Pettitt, 1979).

$$K_T = \max |U_{t,T}|, \quad (3.1a)$$

$$U_{t,T} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^T \text{sgn}(x_i - x_j), \quad t = 2, \dots, T \quad (3.1b)$$

Bu denklemde $U_{t,T}$, iki örneğin (x_1, \dots, x_t) ve (x_{t+1}, \dots, x_T) aynı popülasyondan olup olmadığını doğrulamaktadır. Pettitt değişim noktası testinin sıfır hipotezi bir değişim noktasının bulunmamasıdır. Önemlilik hesaplamasında test istatistiği olan K_T ve ilişkili olasılığı p kullanılmaktadır. K_T 'nin önem olasılığı $p \leq 0,05$ önem düzeyinde Denklem 3.1c yardımıyla tahmin edilmiştir.

$$p \cong 2 \exp \left\{ \frac{-6 K_T^2}{T^3 + T^2} \right\} \quad (3.1c)$$

Pettitt değişim noktası analizinin gerçekleştirilmesi için R açık kaynak kodlu istatistiksel hesaplama yazılımı (R Core Team, 2017) kullanılmıştır. R istatistiksel hesaplama ve grafikler için kullanılan açık kaynak kodlu bir yazılım dili ve ortamıdır. Bu yazılım içerisindeki paketlerden Pohlert (2017) tarafından geliştirilen “trend” paketinin içinde bulunan “pettitt.test” kodlamaları kullanılmıştır. Kullanılacak veriler oluşturulan

sayısal iklim parametreleri veri tabanına aktarılarak R açık kaynak kodlu yazılımında kullanıma hazır hale getirilmiş ve ardından analiz için gerekli kodlamalar yazılıma girilerek test uygulanmıştır.

3.3.2.2. Trend Analizi

Trend analizi iklimsel ve hidrolojik zaman serilerindeki değişiklikleri tespit etmek için en yaygın kullanılan yöntemdir (Hamed ve Ramachandra Rao, 1998). Bu çalışma kapsamında iklimsel parametrelere ait zaman serilerinin belirlenmesi ve eğilimlerinin tespit edilmesi için yapılan trend analizinde Box–Jenkins metodu (Box ve Jenkins, 1976) kullanılmıştır.

3.3.2.2.1. Box–Jenkins Metodu

Box–Jenkins metodu doğrusal, kesikli ve stokastik süreçlere dayanmakta olup zaman serilerinin analizi ve geleceğe yönelik tahminlerinin yapılması için kullanılan bir yöntemdir. Bu tekniğin uygulanmasında çeşitli modeller kullanılmaktadır. Otoregresif (AR), hareketli ortalama (MA), otoregresif–hareketli ortalama (ARMA) modelleri durağan süreçler için uygulanırken durağan olmayan süreçler için ise bütünleşik otoregresif–hareketli ortalama modeli (ARIMA) uygulanmaktadır. Bu modellerin amacı en az parametre içeren ve zaman serisine en iyi uyan modelin belirlenmesidir (Box ve Jenkins, 1976). Zaman serileri analizi, geçmiş dönemlere ait gözlemleri ve bilgileri birleştirmektedir. Bununla birlikte, verilerin gelecekte göstereceği karmaşık gidişin tahmin edilmesine de katkı sağlamaktadır (Ebisuzaki, 1997). Trend veya diğer bir ifadeyle eğilim ise bir serinin belirli bir süre boyunca göstermiş olduğu artma veya azalma hareketlerini belirtmektedir (Kadılar, 2005).

AR (otoregresif) modeli verilere iyi uyum sağlayan en küçük terimleri kullanarak karesel hataların toplamını en aza indirmeyi gerektirmektedir. MA (hareketli ortalama) modeli verilerdeki eğilimi ve periyodik bileşenleri değiştirebilen çoklu üstel düzeltme değişikliklerini içeren modelleri ve çeşitli veri kümelerine iyi uyum sağlamayı önermek için kullanılabilir. ARMA (otoregresif hareketli ortalama) modeli AR ve MA modellerinin birleştirilmesiyle geliştirilebilmekte ve daha az sayıda terim ile hem AR hem de MA modellerinden daha geniş bir zaman serisi modellenmesi için kullanılabilir. ARMA modelleri zengin modeller olup temel olarak durağan ve ergodik süreçlerin uygun modelleridir. Çok çeşitli koşullarda uygulanabilen karışık modeller AR ve MA modellerinin birleştirilmesi yoluyla oluşturulabilir. İyi bilinen bu karışık modeller ARMA

ve ARIMA modelleridir. ARMA modellerinde AR ve MA modelleri sadece bir sıra modeli olarak uygulanmasıyla birleştirilebilir. Bu modellerde, AR terimi p ve MA terimi q ile ifade edilmektedir. ARMA modelinin hesaplanması Denklem 3.2’de verilmiştir (Box ve Jenkins, 1976).

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \dots + \Phi_p X_{t-p} + e_t - \dots - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (3.2)$$

Bu eşitlikte Φ tahmin edilecek otoregresif parametre, θ tahmin edilecek hareketli ortalama parametresi, X orijinal seri ve e olasılığın normal dağılımını izlemeyi gerektiren bilinmeyen gelişigüzel hataların serisini ifade etmektedir. ARMA modellerinde sıfır hipotezi serinin durağan olmadığını kabul ederken buna karşın alternatif hipotez sıfır hipotezini reddetmekte ve serinin durağan olduğunu belirtmektedir.

ARMA modeli serinin durağan olduğunu varsayarken aslında bazı veri kümelerinde eğilimler ve periyodik olarak tekrarlamalar meydana gelmektedir. Bu nedenle, modelleri uygulamadan önce bu etkilerin azaltılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Eliminasyon genellikle serideki belirgin herhangi bir eğilim veya periyodik olarak tekrarlama göstermeyen durağanlık en küçük olana kadar bir ön farklılaşma süresinin modelde içerilmesiyle uygulanmaktadır (Sönmez ve Kale, 2019). Farklılaşma süreci AR ve MA süreçleri ile benzer olan sıranın farklılaştırılmasıyla açıklanmaktadır. Buna destekleyici olarak, bu üç bileşen, uygulanan model formunu tanımlayan çoklu form (p, d, q) oluşturmaktadır. Buradaki model ARIMA olarak ifade edilmektedir. ARIMA modellerinde, AR terimlerinin sayısını p , MA terimlerinin sayısını q ve farklılık sırasını ise d belirtmektedir. ARIMA modelindeki “ I ” harfi “*integrated*” (bütünleşik) teriminin kısaltması olup veri kümesinin öncelikli olarak ayrıldığını belirtmektedir. Eğer farklılık yoksa ($d = 0$ ise) bu modeller ARMA (p, q) modeli olarak adlandırılmaktadır. Sonrasında, modelleme sonuçları tamamladığında son tahminleri ve projeksiyonları oluşturmak için veri kümesi entegre edilmelidir. Bu modellerin amacı, zaman serilerine en iyi uyan modeli tanımlamak ve en az parametreleri kapsamaktır (Box ve Jenkins, 1976). Bu nedenle, tez çalışmasında geleceğe yönelik tahminlerin yapılmasında ARIMA (p, d, q) modeli kullanılmıştır. ARIMA modeli zaman serisini tahmin etmek için doğrusal bir kombinasyon kullanmaktadır. ARIMA zaman serisine uyacak doğru model hakkında karar vermeye yardımcı olmaktadır. ARIMA modelinin hesaplanmasında kullanılan eşitlik Denklem 3.3’te verilmiştir (Box ve Jenkins, 1976).

$$X_t = c + \Phi_1 X_{t-1} + \dots + \Phi_p X_{t-p} + \theta_1 e_{t-1} + \theta_q e_{t-q} + e_t \quad (3.3)$$

Bu denklemdeki X_t t zamanında açıklanacak olan değişkeni, c sabit sayıyı, Φ her p parametresinin katsayısını, θ her q parametresinin katsayısını ve e_t ise t zamanındaki hataları ifade etmektedir.

ARIMA modelleri zaman serilerinin tahmini için doğrusal bir birleşim kullanmaktadır. ARIMA modelinde (p, d, q) p otoregresif (AR) terimlerin sayısını, q hareketli ortalama (MA) terimlerinin sayısını ve d ise farklılık sırasını belirtmektedir.

Çalışmada kullanılan iklimsel veriler için ayrı bir sayısal veri tabanı oluşturulmuştur. MGM tarafından ölçülen parametrelerin ortalama miktarları ile bu ortalamalarda meydana gelen değişimlerin bölgesel olarak farklılıklar göstermesi nedeniyle mevcut veriler düzenlenerek istatistiksel analizlere hazır hale getirilmiştir. Sıcaklık, buharlaşma ve yağış verilerinin yıllık zaman serileri oluşturulmuş ve bu serilerin eğilim yönlerinin belirlenmesi için trend analizleri uygulanmıştır. Trend analizleri SPSS (IBM Corp., 2016) ve Minitab (MINITAB, 2017) istatistik yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İklimsel verilerin zaman serileri oluşturulup trend analizleri ile sergiledikleri eğilimler belirlendikten sonra geleceğe yönelik tahminler yapılmıştır. Bu tahminlerin gerçekleştirilmesi için farklı ARIMA modelleri uygulanmış ve model sonuçları karşılaştırılmıştır. Box ve Jenkins (1976) ARIMA modelinin sırasının belirlenmesi için temel analizler olarak otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonunun (PACF) kullanılmasını önermiştir. En uygun model belirli bir önem düzeyindeki rastgele atıklar arasındaki bir modeldir (Sönmez ve Kale, 2019). Dolayısıyla, ARIMA modellerinin önem düzeyleri birbirleri ile karşılaştırılmış ve rastlantısallığın kontrol edilmesi için de Ljung–Box test istatistiği kullanılmıştır. En iyi uyan modelin seçiminde de R^2 değerleri ile normalleştirilmiş Bayesian Bilgi Kriteri (normalized Bayesian Information Criterion; BIC) değerleri dikkate alınmaktadır. Sıfıra yakın R^2 değerleri ve daha düşük BIC değerleri modelin iyi uyduğunu göstermektedir. Oluşturulan modellerin parametreleri ve istatistikleri karşılaştırılarak sıcaklık, yağış ve buharlaşma için en iyi modeller belirlenmiştir. Böylece, bu modeller kullanılarak her bir iklimsel parametre için ileriye dönük tahminlemeler yapılmıştır.

3.3.3.3. Mann–Kendall Testi

Mann–Kendall testi (Mann, 1945; Kendall, 1955) parametrik olmayan bir test olup zaman serilerindeki trendlerin belirlenmesi için yaygın şekilde kullanılmaktadır. İlk olarak

Mann (1945) tarafından kullanılan testi sonrasında Kendall (1955) geliştirerek test istatistiğinin dağılımını tasarlamıştır. Halihazırda, çoğu bilim insanı su kaynaklarına ait veri kümelerindeki trendlerin değerlendirilmesi için bu testi kullanmıştır (Kahya ve Kalaycı, 2004; Salarijazi ve ark., 2012; Ejder ve ark., 2016a,b). Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) de çoğunlukla Mann–Kendall testinin kullanılmasını önermektedir (Mitchell ve ark., 1966). Bu nedenle, Mann–Kendall testi eğilimleri belirlemek için önemli bir araçtır. Mann–Kendall testinin sıfır hipotezi zaman serisi değerlerinin bağımsız olduğunu ve eşit dağılım gösterdiğini varsaymaktadır. Buna karşın alternatif hipotez zaman serisinde doğrusal veya doğrusal olmayan monotonik bir trendin olduğunu kabul etmektedir.

Veri kümelerinde bulunan uç değerler verinin ortalamasını önemli derecede etkilemektedir. Durdu (2010) genellikle uç değerler bulunan zaman serilerindeki trendlerin belirlenmesi için Mann–Kendall testinin uygun olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada kullanılan iklimsel parametrelere ait veri kümelerinde de bazı uç değerler bulunduğu belirlenmiş olup trendlerin ortaya çıkarılması için Mann–Kendall testi kullanılmıştır. Mann–Kendall testinin gerçekleştirilebilmesi için Minitab ve SPSS istatistik yazılımları ile R açık kaynak kodlu programlama dili kullanılmıştır. Hesaplamalarda yararlanılan eşitlikler Denklem 3.4 serisinde yer almaktadır (Mann, 1945; Kendall, 1955).

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^n \text{sgn}(x_k - x_i) \quad (3.4a)$$

$$\text{sgn}(\theta) = \begin{cases} +1, & \theta > 0 \\ 0, & \theta = 0, \\ -1, & \theta < 0 \end{cases} \quad (3.4b)$$

Bu hesaplamada zaman serisi x_i , $i = 1, 2, \dots, n-1$ ve x_k , $k=i+1, \dots, n$ şeklindedir.

$$Z_c = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}}, & S > 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}}, & S < 0 \end{cases} \quad (3.4c)$$

Test istatistiği Z_c ile gösterilmektedir. $Z_{1-\alpha/2}$ standart normal sapmalar ve α ise önem derecesi iken $|Z_c| > Z_{1-\alpha/2}$ olduğunda sıfır hipotezi reddedilir. Eğilimin büyüklüğünün belirlenmesinde ise Denklem 3.4d’de verilen hesaplamadan yararlanılmaktadır:

$$\beta = \text{Median} \left(\frac{x_i - x_j}{i - j} \right), \forall j < i \quad (3.4d)$$

Burada değerler $1 < j < i < n$ biçimindedir. β 'nın negatif bir değer olması azalan bir trend olduğunu ve pozitif bir değer olması ise artan bir trendin olduğunu göstermektedir.

Parametreler arasındaki korelasyonun belirlenmesi için de ayrıca *Kendall's tau* ve *Spearman's rho* testleri uygulanmıştır.

3.3.3.4. Spearman Sıra Korelasyon Katsayısı (Spearman's Rho) Testi

Spearman's Rho testi iki değişken arasındaki monotonik bir ilişkinin gücünü ölçmek için kullanılan parametrik olmayan bir testtir (Lehmann, 1975; Sneyers, 1990). Bu testin sıfır hipotezi verilerin bağımsız olduğunu ve eşit olarak dağıldığını varsaymaktadır. Alternatif hipotezi ise zaman serisinde trendin mevcut olduğunu kabul etmektedir. Sonuç daima +1 ile -1 arasında olmaktadır. Spearman sıra korelasyon katsayısı (ρ) SPSS istatistik yazılımı kullanılarak ve Denklem 3.5'te verilen eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (Lehmann, 1975; Sneyers, 1990).

$$\rho = 1 - \frac{6(\sum d^2)}{n(n^2-1)} \quad (3.5)$$

Bu denklemde, d sıra numaraları arasındaki farkı ve n ise gözlem sayısını ifade etmektedir. Sıra korelasyon katsayısının (ρ) pozitif değer olması artan bir trend olduğuna işaret ederken negatif değer olması ise azalan trend olduğunu belirtmektedir. Tez çalışmasında kullanılan parametreler arasındaki ilişkinin gücünün ölçülmesinde bu testten yararlanılmıştır.

3.3.3.5. Zaman Serisi Analizi, Gelecek Tahminleme ve Doğruluk Kontrolü

Bir zaman serisi, zaman içerisinde elde edilen bir niceleyici değişken hakkındaki gözlem topluluğudur (Sönmez ve Kale, 2019). Zaman serisi analizi geçmişi tanımlamak veya gelecekteki olayları tahmin etmek için zaman serisi verilerine uygulanan bir istatistiksel tekniktir. Zaman serisi analizinde bir değişkenin geçmişteki davranışları onun gelecekteki davranışlarını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Bir zaman serisi modeli oluşturmadan önce trendlerin analiz edilmesi hayati önem taşımaktadır.

Zaman serisi tahmini geçmişteki tarihsel verilerin analiz edilmesiyle geleceğin tahmin edilmesi teorisine dayanmaktadır. Geçmiş ve şimdiki anı etkileyen faktörlerin

gelecekte de etkilemeye devam edeceği varsayılmaktadır. Bu çalışmada, yapılan tahminlerin doğruluğunun hesaplanması için üç olası doğruluk ölçüsü kullanılmıştır. Bunlar Ortalama Mutlak Sapma (Mean Absolute Deviation: MAD), Ortalama Kare Sapma (Mean Squared Deviation: MSD) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)'dir. Bu ölçüler, gerçek ve öngörülen değerler arasındaki sapmaya veya hataya bağlıdır.

3.3.3.5.1. Ortalama Mutlak Sapma (MAD)

Ortalama mutlak sapma veride olduğu gibi aynı birimlerdeki doğruluğu belirtmekte ve hata miktarının kuramlaştırılmasına (teorileştirilmesine) yardımcı olmaktadır. Ortalama mutlak sapmanın hesaplanmasında kullanılan eşitlik Denklem 3.6'da yer almaktadır:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (3.6)$$

Bu denklemde, y_i güncel değeri, \hat{y}_i tahmin değerini ve n ise gözlem sayısını ifade etmektedir.

3.3.3.5.2. Ortalama Kare Sapma (MSD)

Ortalama kare sapma zaman serisinin tahmin edilen değerlerinin doğruluğunun ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Aykırı değerler ortalama mutlak sapmaya (MAD) kıyasla ortalama kare sapma (MSD) üzerinde daha büyük etkiye sahip olmaktadır. Ortalama kare sapmanın hesaplanmasında yararlanılan eşitlik Denklem 3.7'de verilmiştir:

$$MSD = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|^2}{n} \quad (3.7)$$

Bu denklemde, y_i güncel değeri, \hat{y}_i tahmin değerini ve n ise gözlem sayısını ifade etmektedir.

3.3.3.5.3. Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE)

Ortalama mutlak yüzde hatası ölçüsünde doğruluk hataların yüzdesi olarak tanımlanmaktadır. Bu ölçünün bir yüzde olmasından dolayı istatistiğinin anlaşılması diğer istatistiklere kıyasla daha kolay olmaktadır. Ortalama mutlak yüzde hatasının belirlenmesi için kullanılan eşitlik Denklem 3.8'de açıklanmıştır.

$$(y_t \neq 0); MAPE = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100 \quad (3.8)$$

Bu denklemde, y_i güncel değeri, \hat{y}_i tahmin değerini ve n ise gözlem sayısını ifade etmektedir.



BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

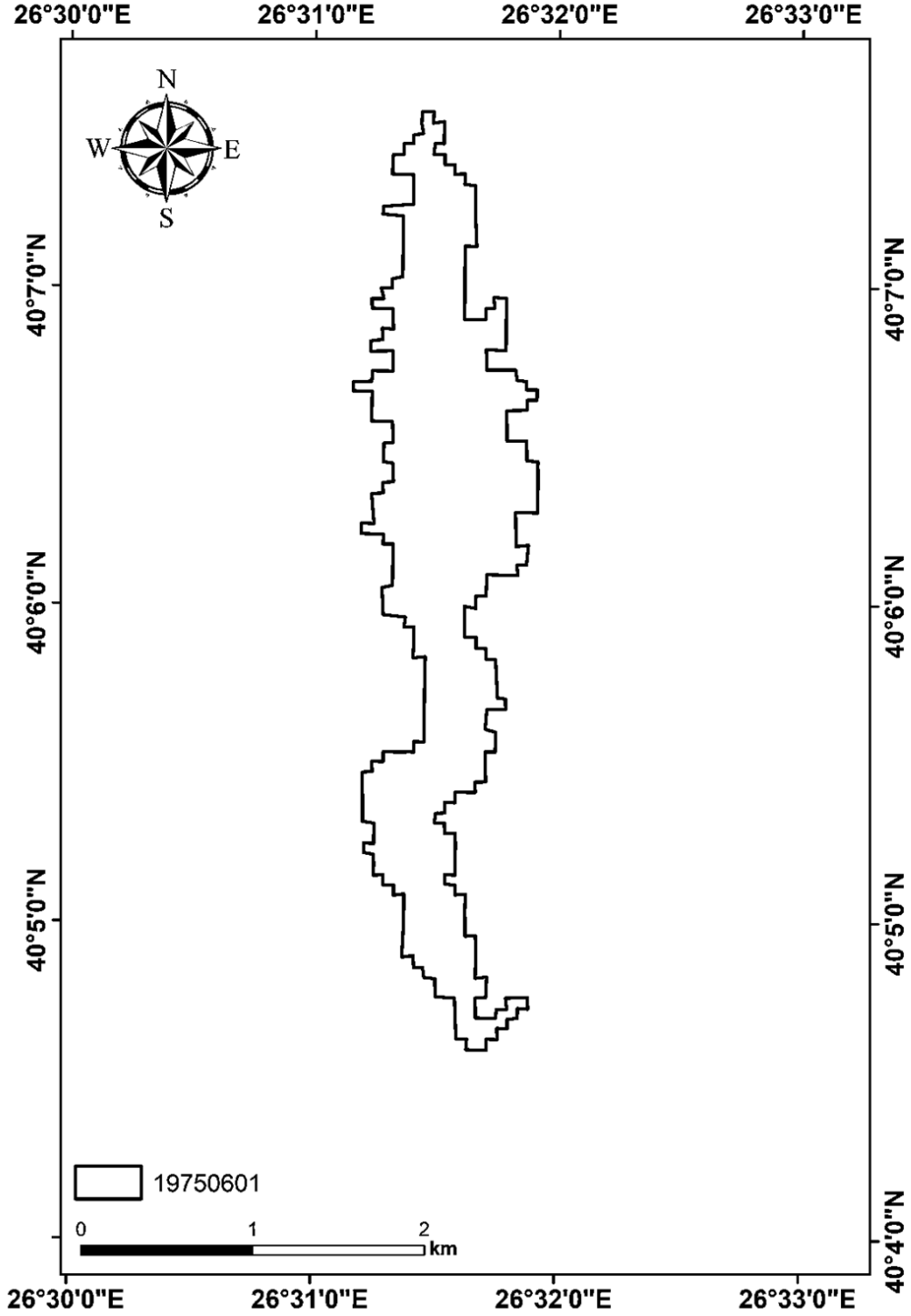
4.1. Araştırma Bulguları

Atikhisar Baraj Gölü'nün tüm kıyıları boyunca meydana gelen kıyı çizgisi değişimleri ve suyla kaplı yüzey alanında gözlenen değişimlerin değerlendirilmesi için 1975 ile 2017 yılları arasındaki döneme ait çok zamanlı uydu görüntülerinden görsel yorumlama ve farklı bant kombinasyonları uygulanarak kıyı çizgileri ile su yüzeyleri çıkarılmış ve sayısallaştırılmıştır. Zamansal çözünürlük olarak 1 yıl belirlenmiş ve barajın su tutmaya başladığı 1975 yılından itibaren kıyı çizgisi ve göl yüzey alanında meydana gelen değişimler yıllık olarak değerlendirilmiştir. Barajda 1975 yılının Haziran ayından itibaren su tutulmaya başlanması nedeniyle uydu görüntülerinden elde edilen verilerde su yüzeyi ilk kez Haziran ayında gözlenmiştir. Dolayısıyla, yıl içi değişkenliklerin ve mevsimsel farklılıkların kıyı çizgisi ve yüzey alanı üzerine etkilerinin en aza indirilebilmesi ve hatta etkisinin olmamasının sağlanması adına çalışmada kullanılan veri setini oluşturan tüm uydu görüntüleri her yılın Haziran ayına ait görüntülerden seçilmiştir.

Kıyı çizgisi ve göl yüzey alanında meydana gelen değişimlerin değerlendirilebilmesi ve karşılaştırılması için her bir yıl için kullanılan uydu görüntüleri üzerinde uzaktan algılama ve CBS yazılımları yardımıyla gerekli analizler tamamlanarak ayrı ayrı vektör formatta kayıt edilmiştir. Uydu görüntülerinden tespit edilen kıyı çizgileri vektör veri modellerinden çizgi veri modeli ile oluşturulurken su ile kaplı göl yüzey alanları ise alan veri modeli ile üretilmiştir.

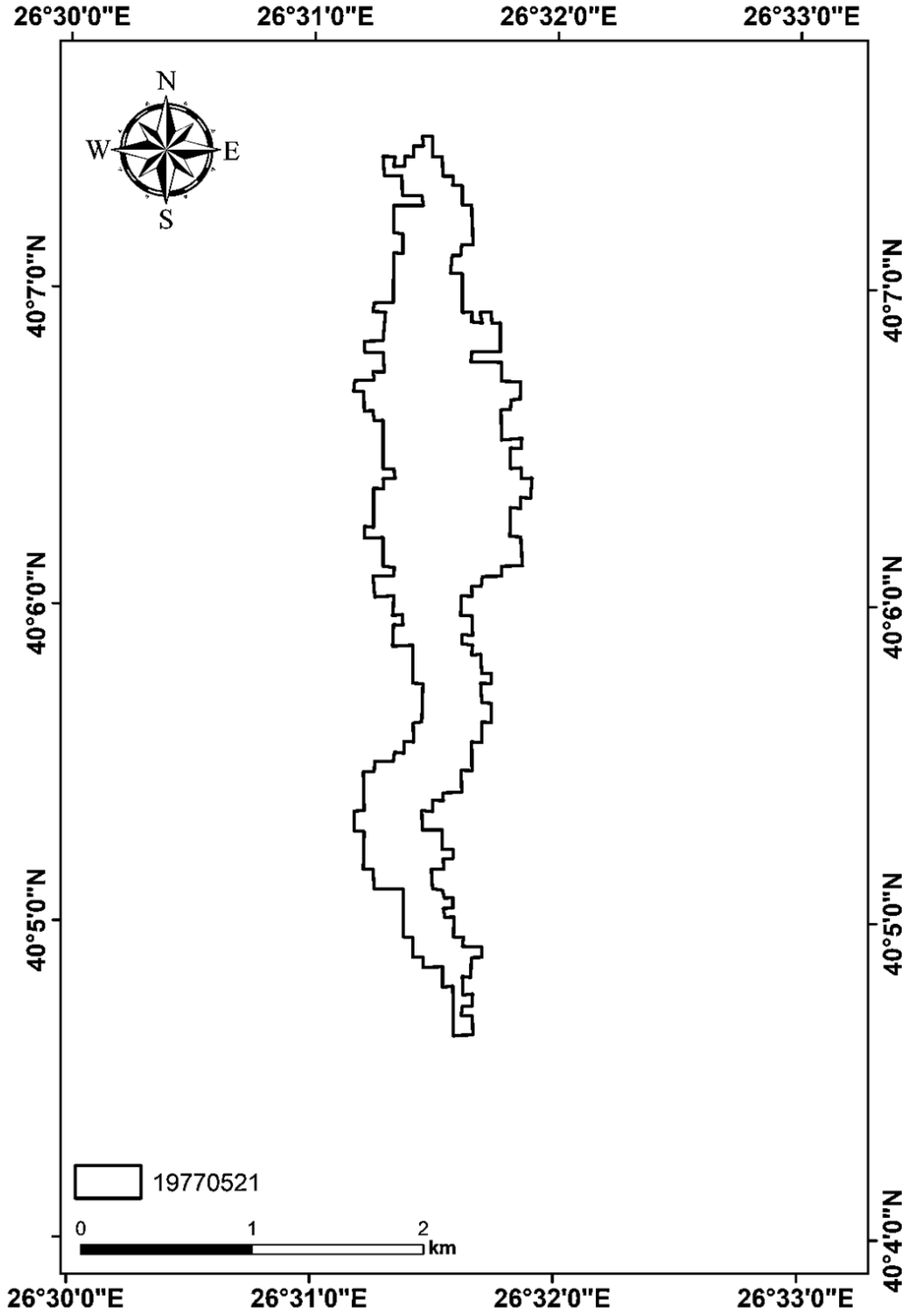
4.1.1. Kıyı Çizgisi Değişimlerinin İzlenmesi

Atikhisar Baraj Gölü'nün toplam kıyı çizgisi uzunluğu barajda su tutulmaya başlanan ilk dönem olan Haziran 1975'te 18,8 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.1).



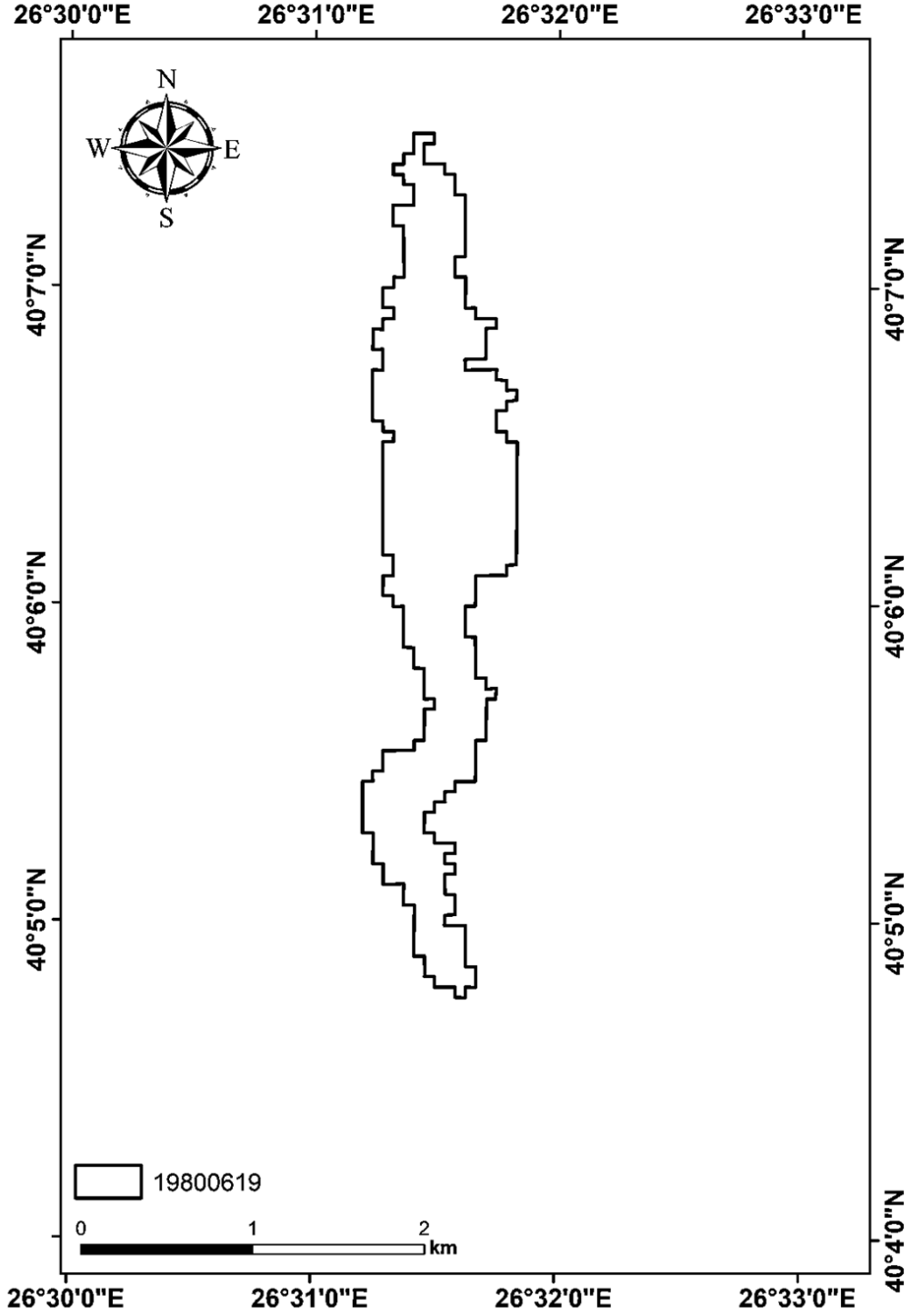
Şekil 4.1. 1975 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1977 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 18,2 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.2).



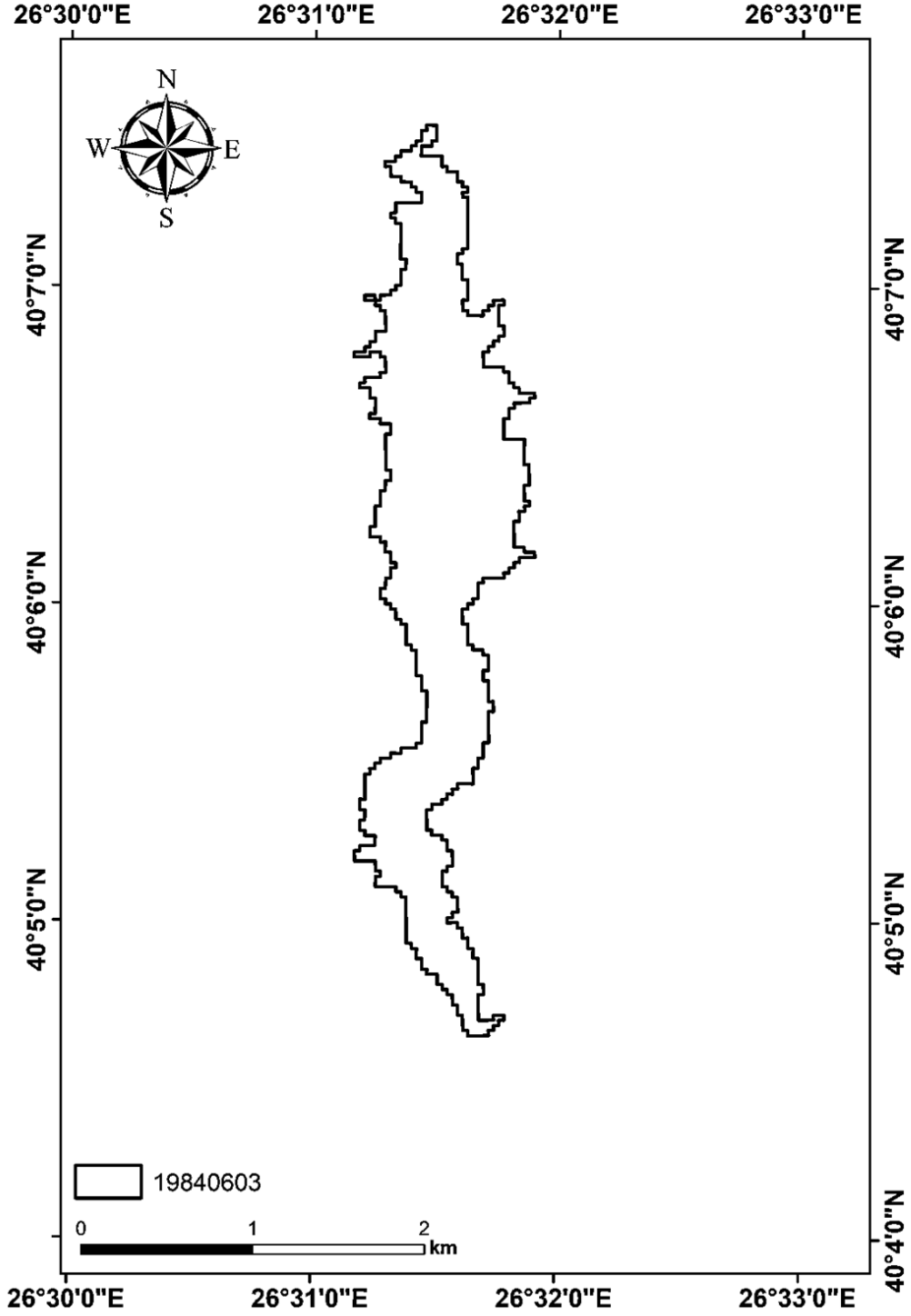
Şekil 4.2. 1977 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1980 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 15,6 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.3).



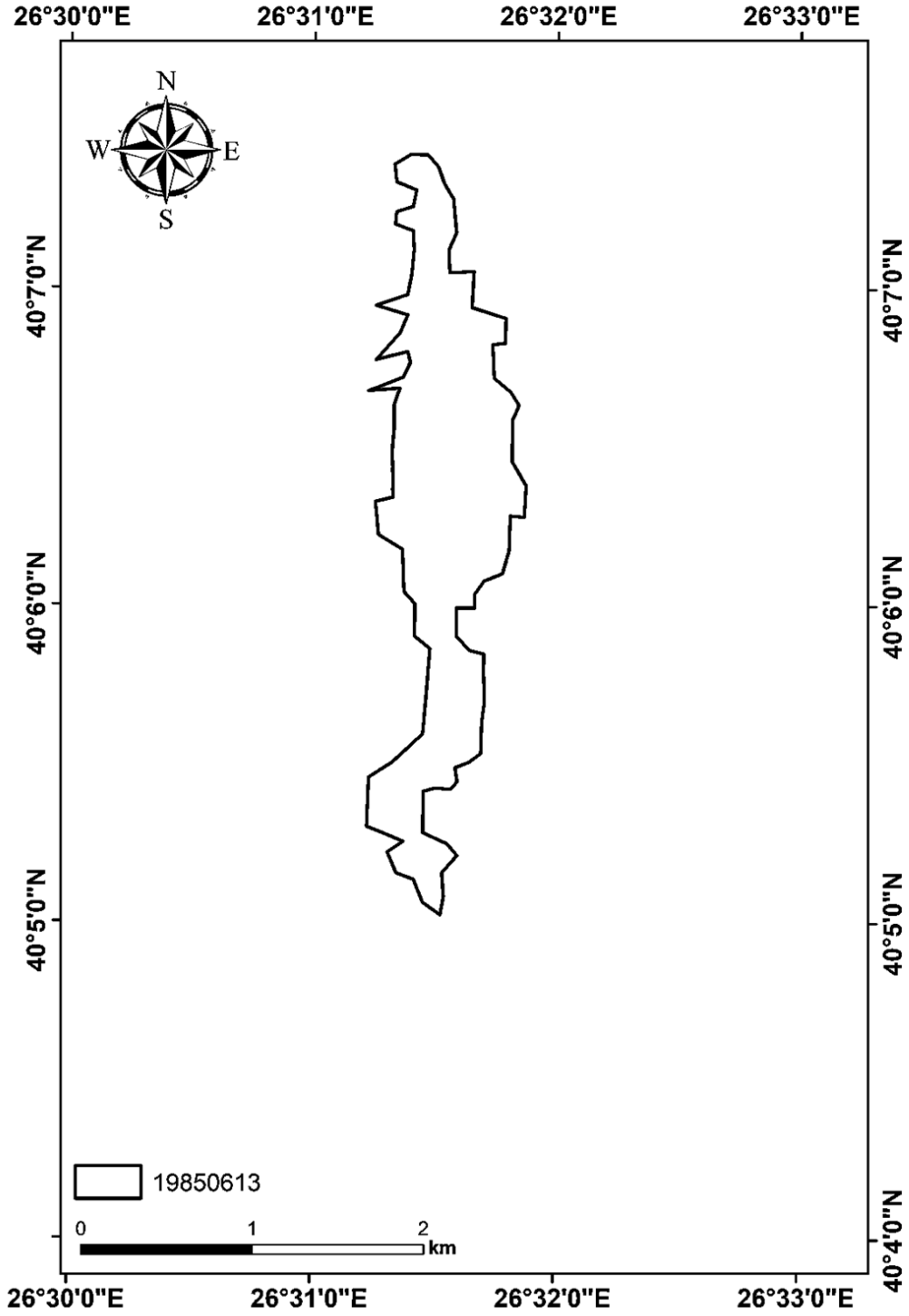
Şekil 4.3. 1980 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1984 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 18,9 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4).



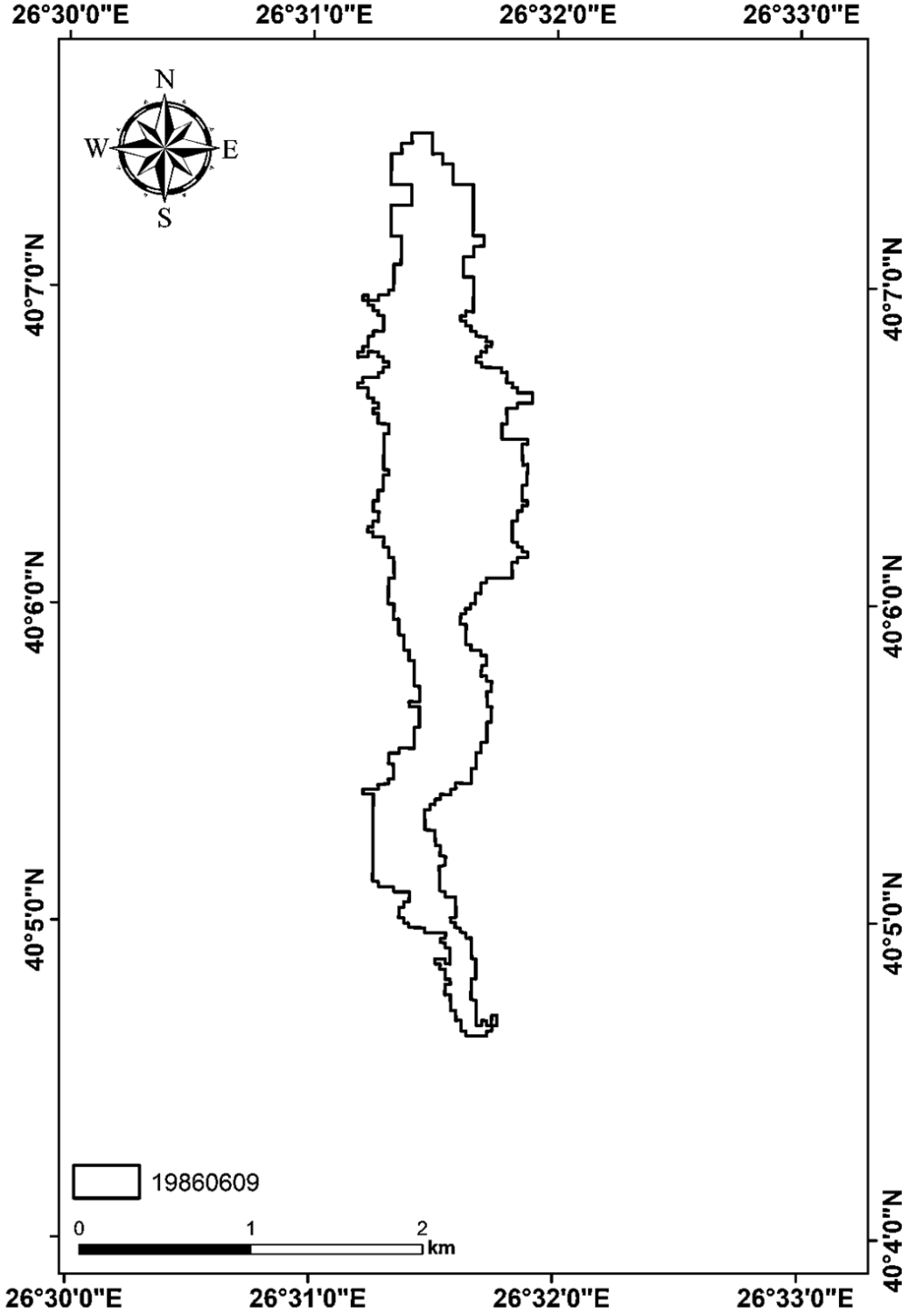
Şekil 4.4. 1984 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1985 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 12,187 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5).



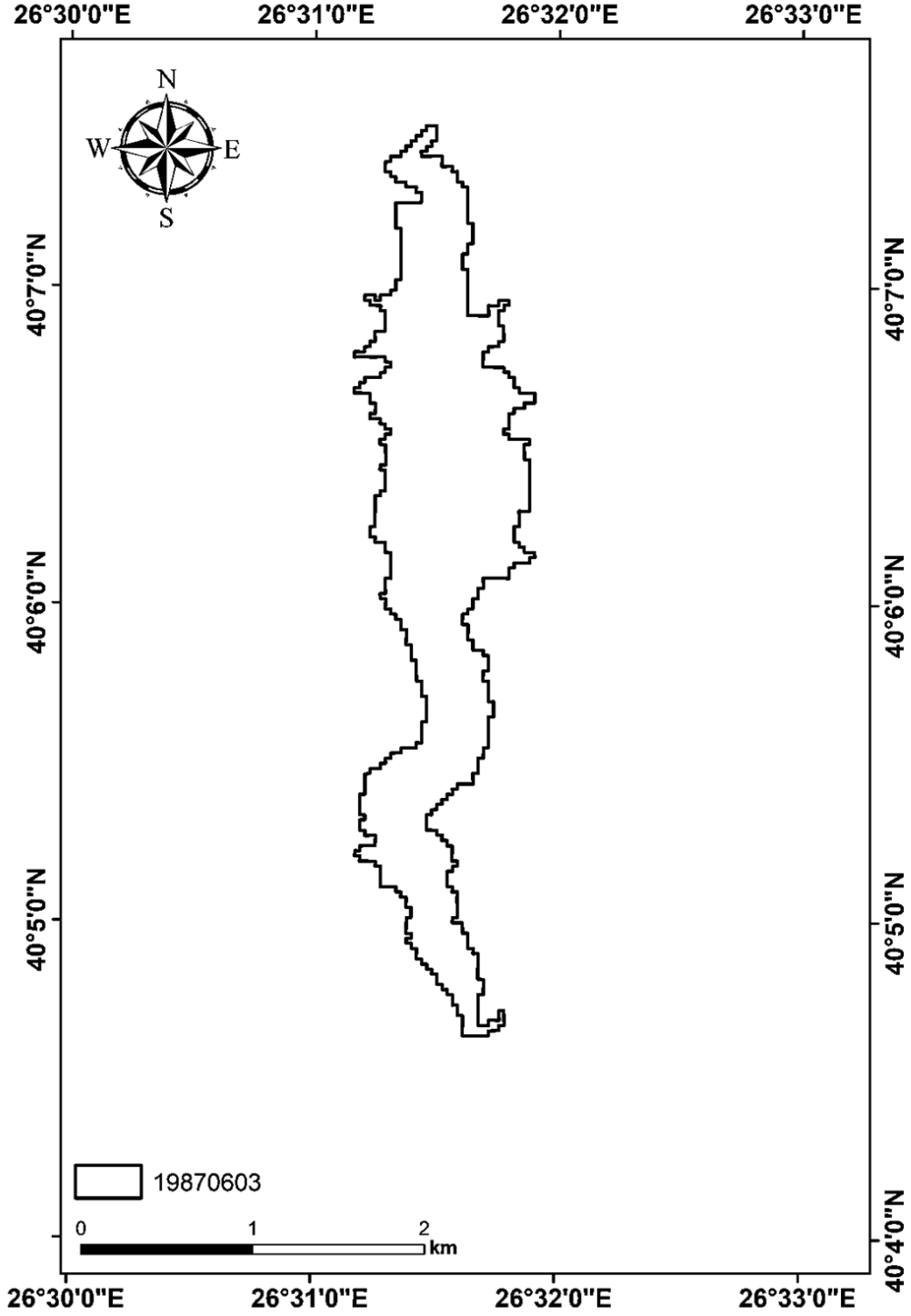
Şekil 4.5. 1985 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1986 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 12,2 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.6).



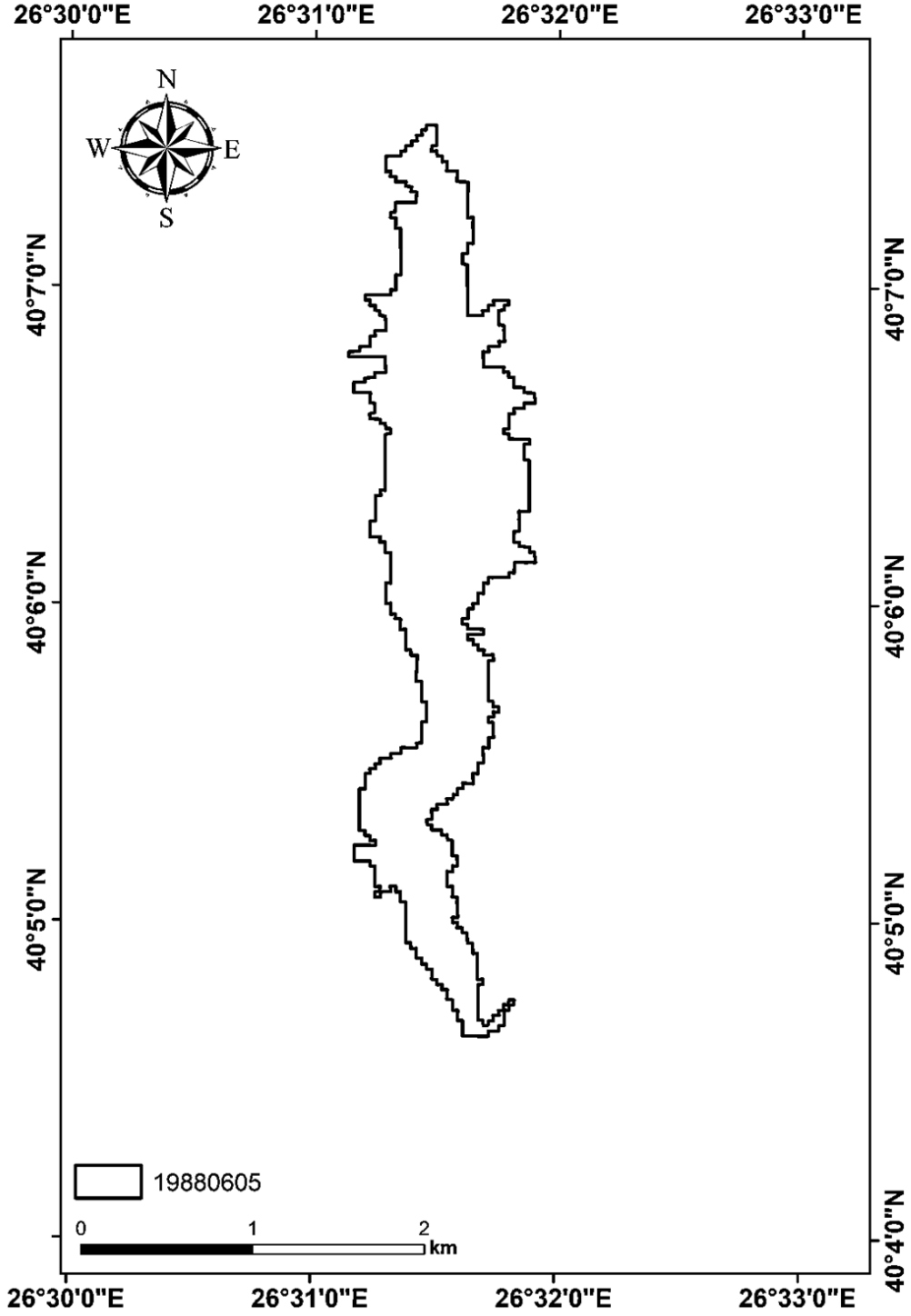
Şekil 4.6. 1986 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1987 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 18,9 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.7).



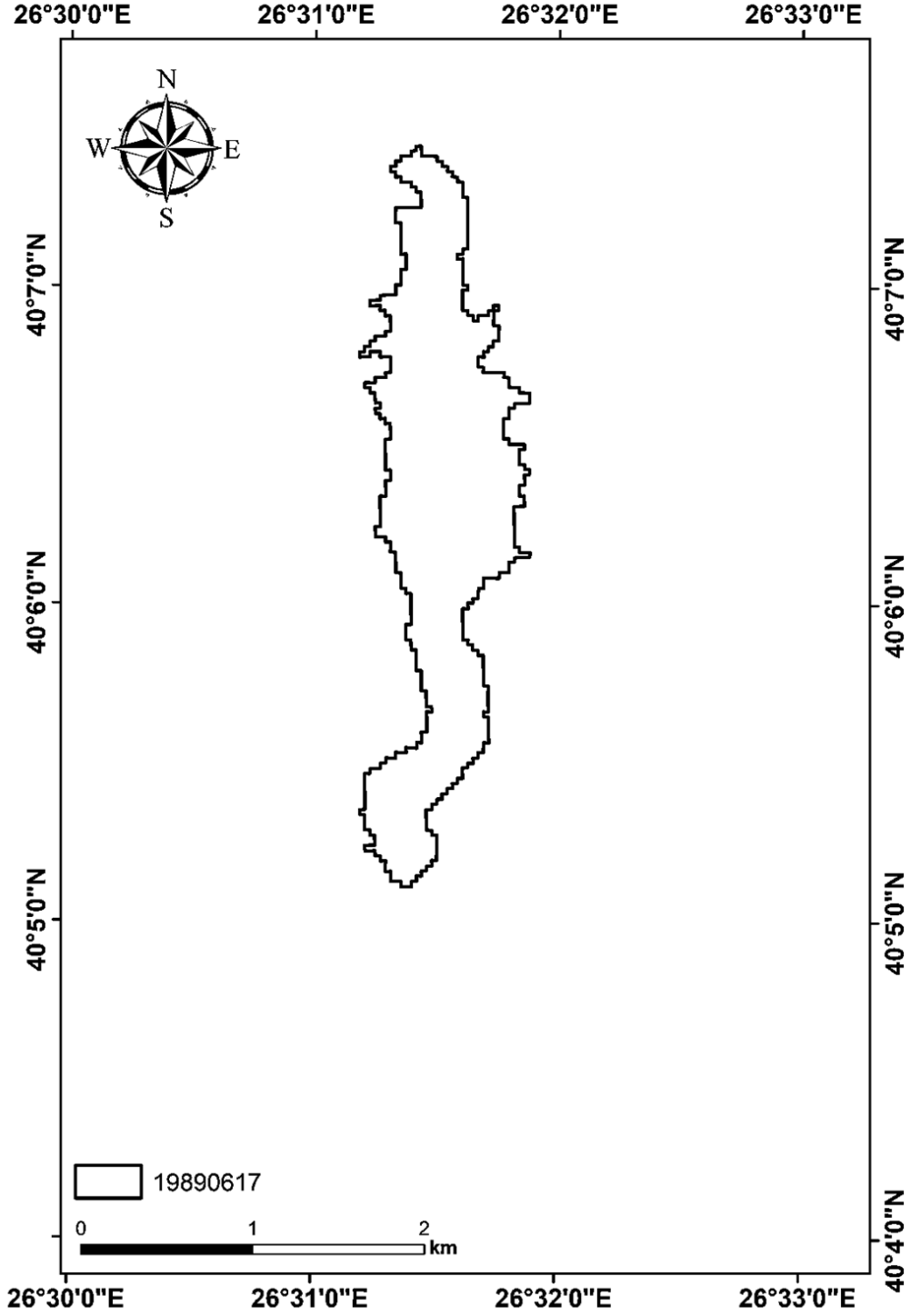
Şekil 4.7. 1987 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1988 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 19,2 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.8).



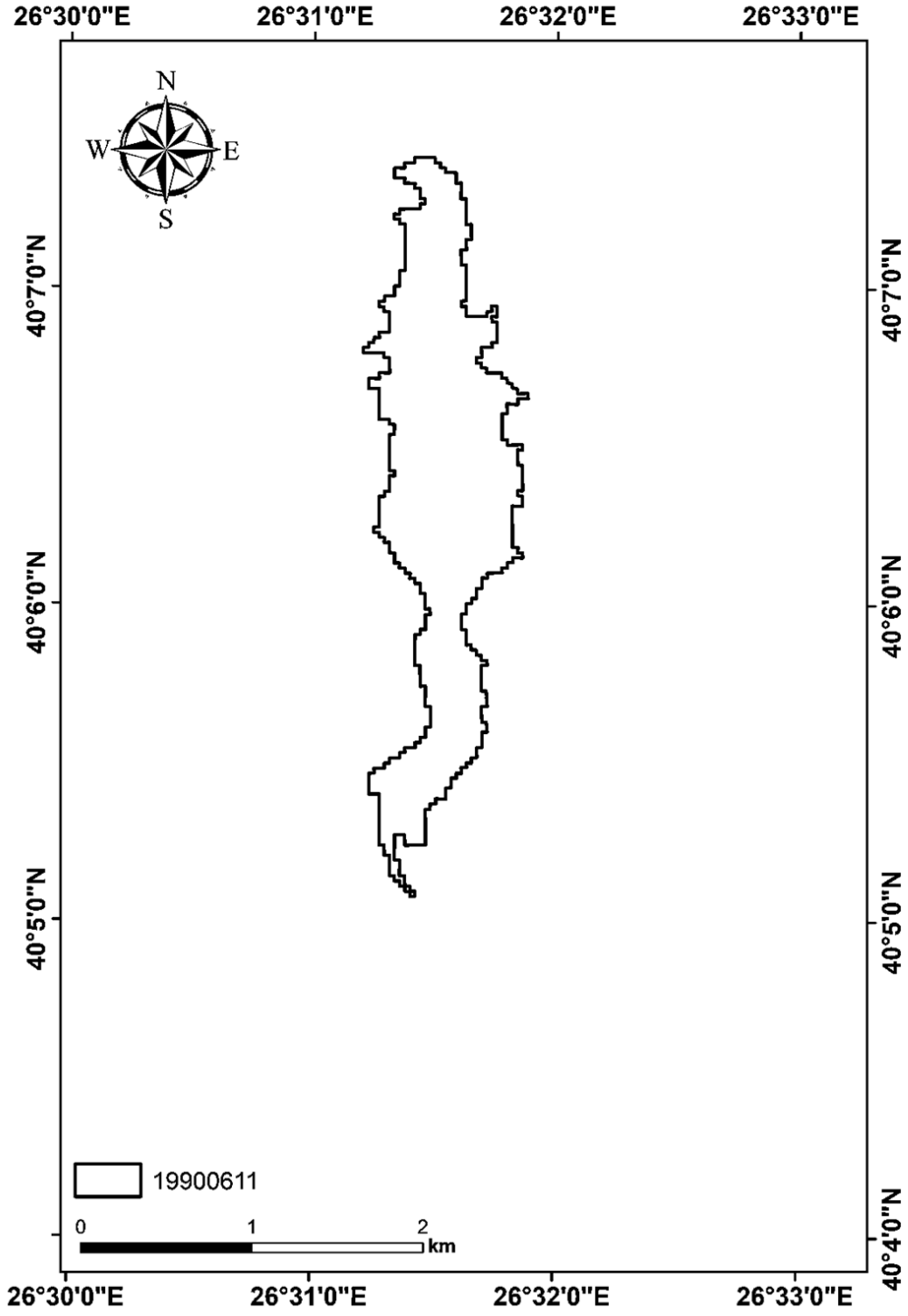
Şekil 4.8. 1988 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1989 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 14,8 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.9).



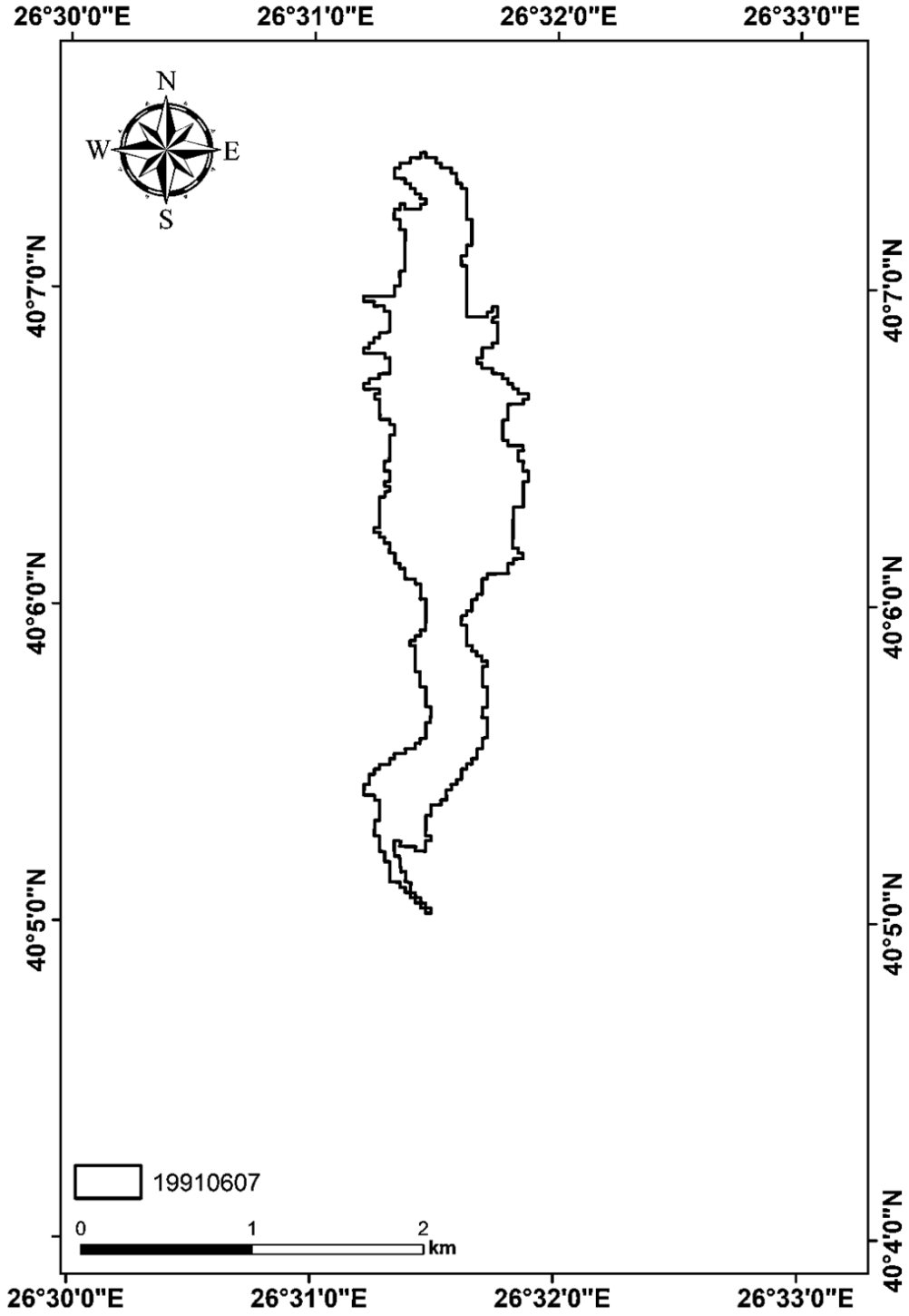
Şekil 4.9. 1989 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1990 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 14,5 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.10).



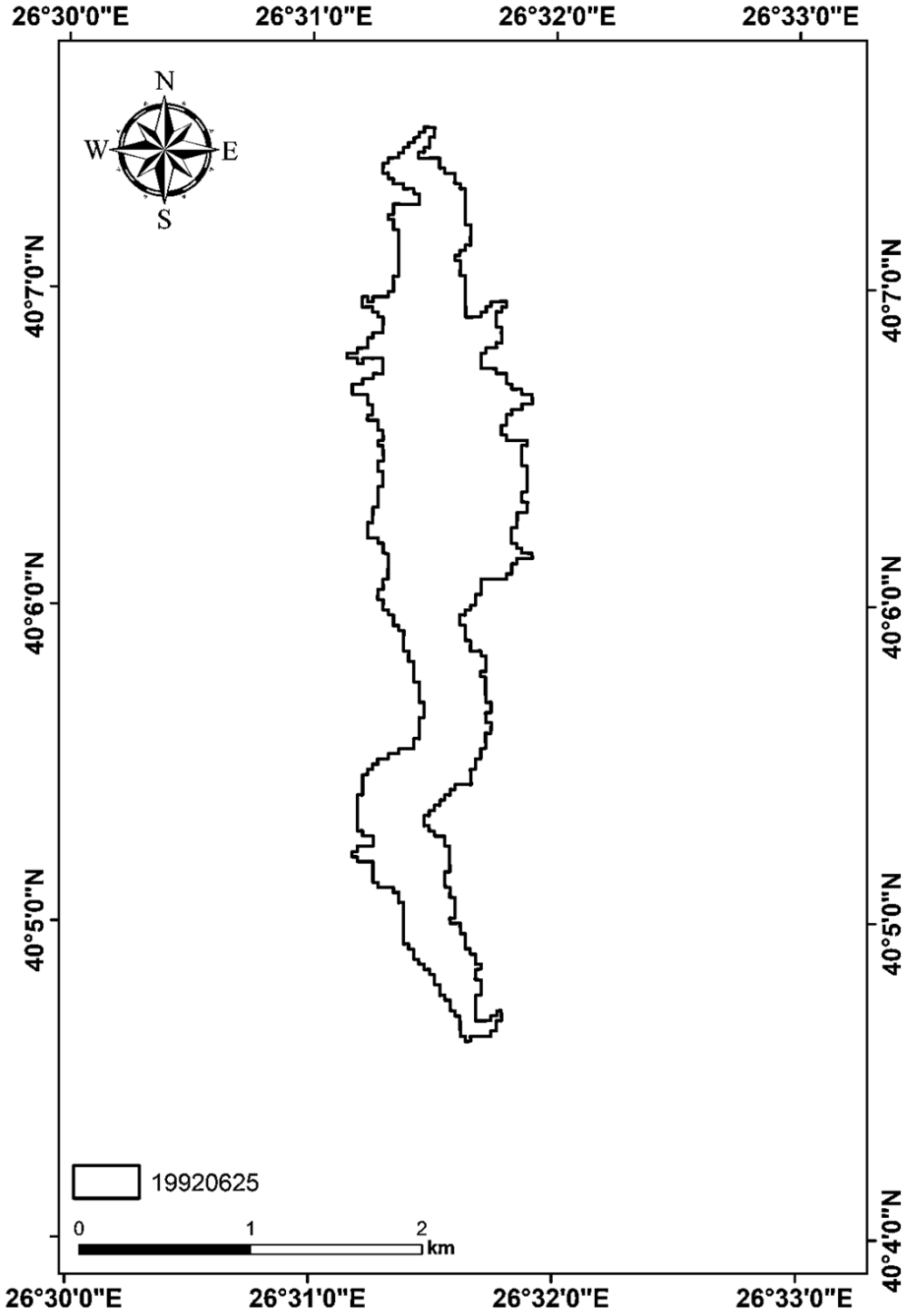
Şekil 4.10. 1990 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1991 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 15,5 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.11).



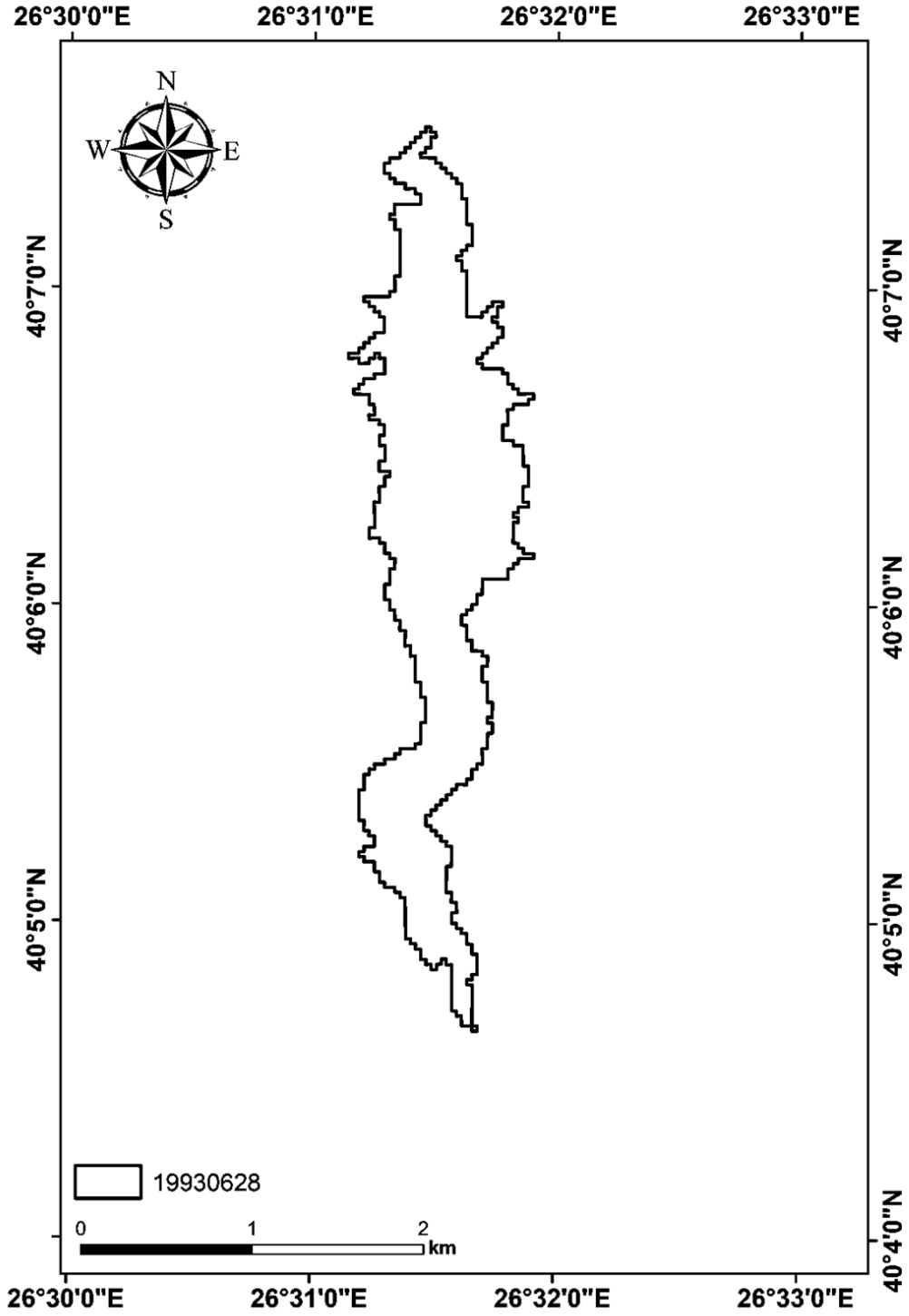
Şekil 4.11. 1991 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1992 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 19 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.12).



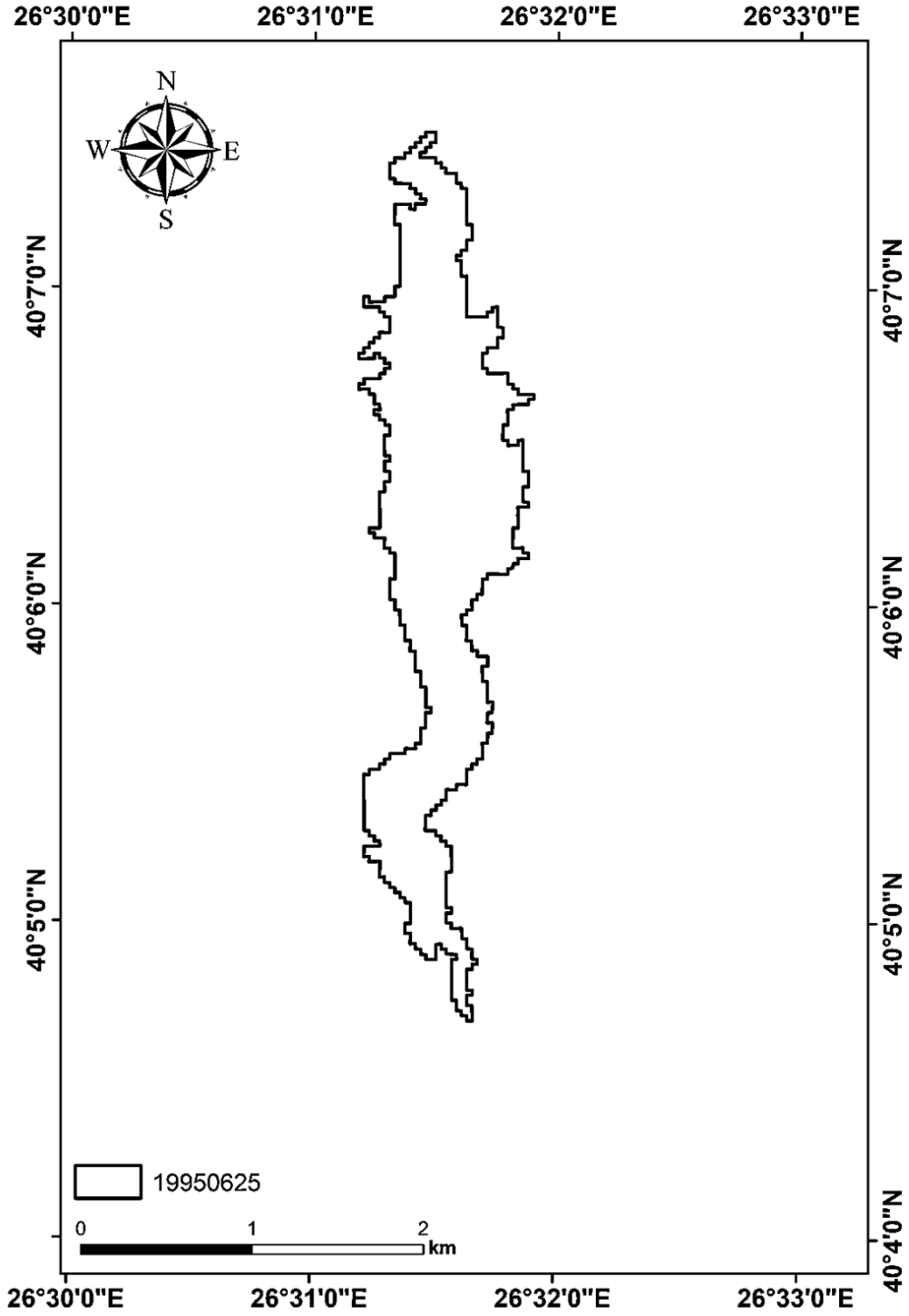
Şekil 4.12. 1992 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1993 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 18,7 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.13).



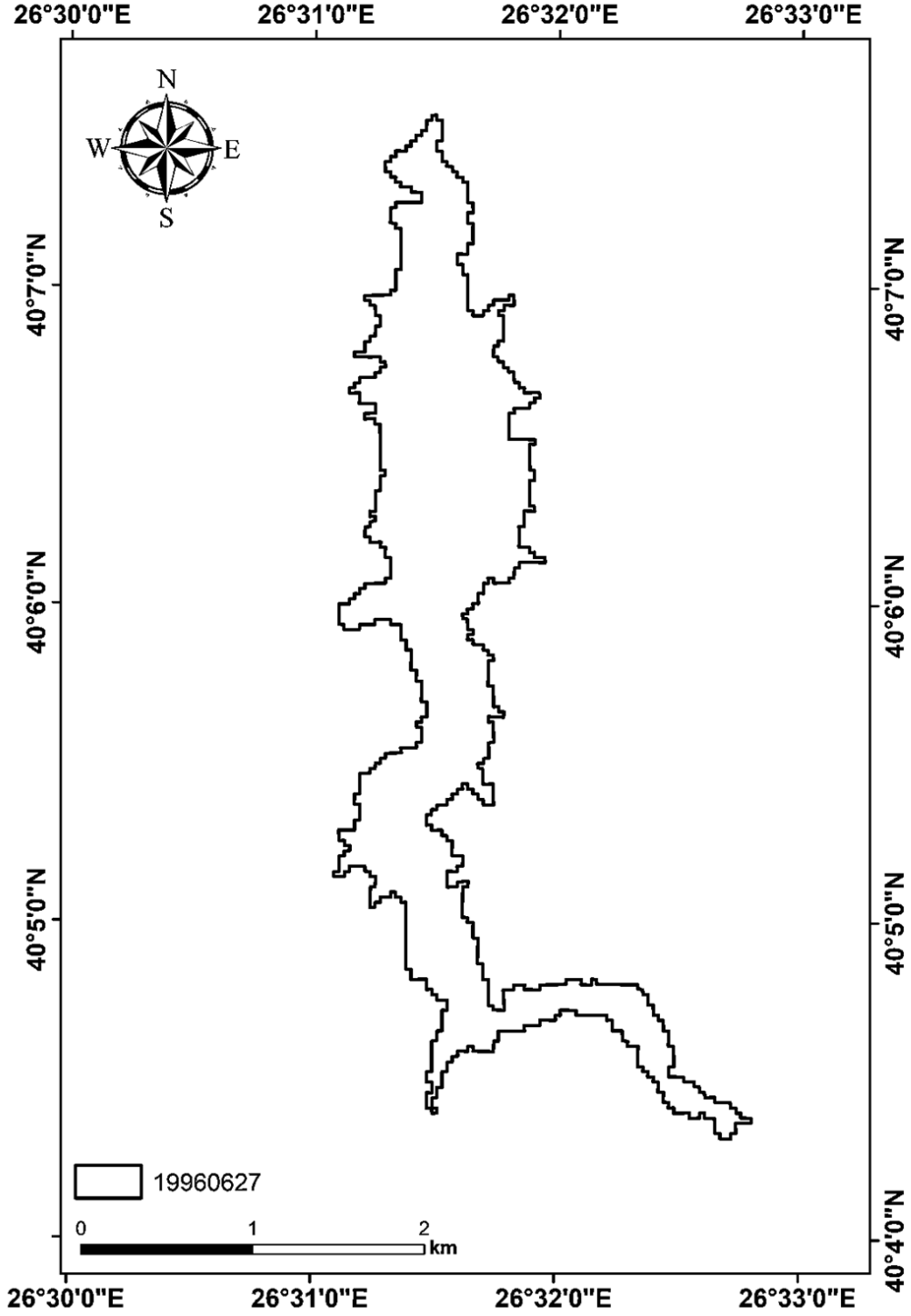
Şekil 4.13. 1993 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1995 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 18,3 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.14).



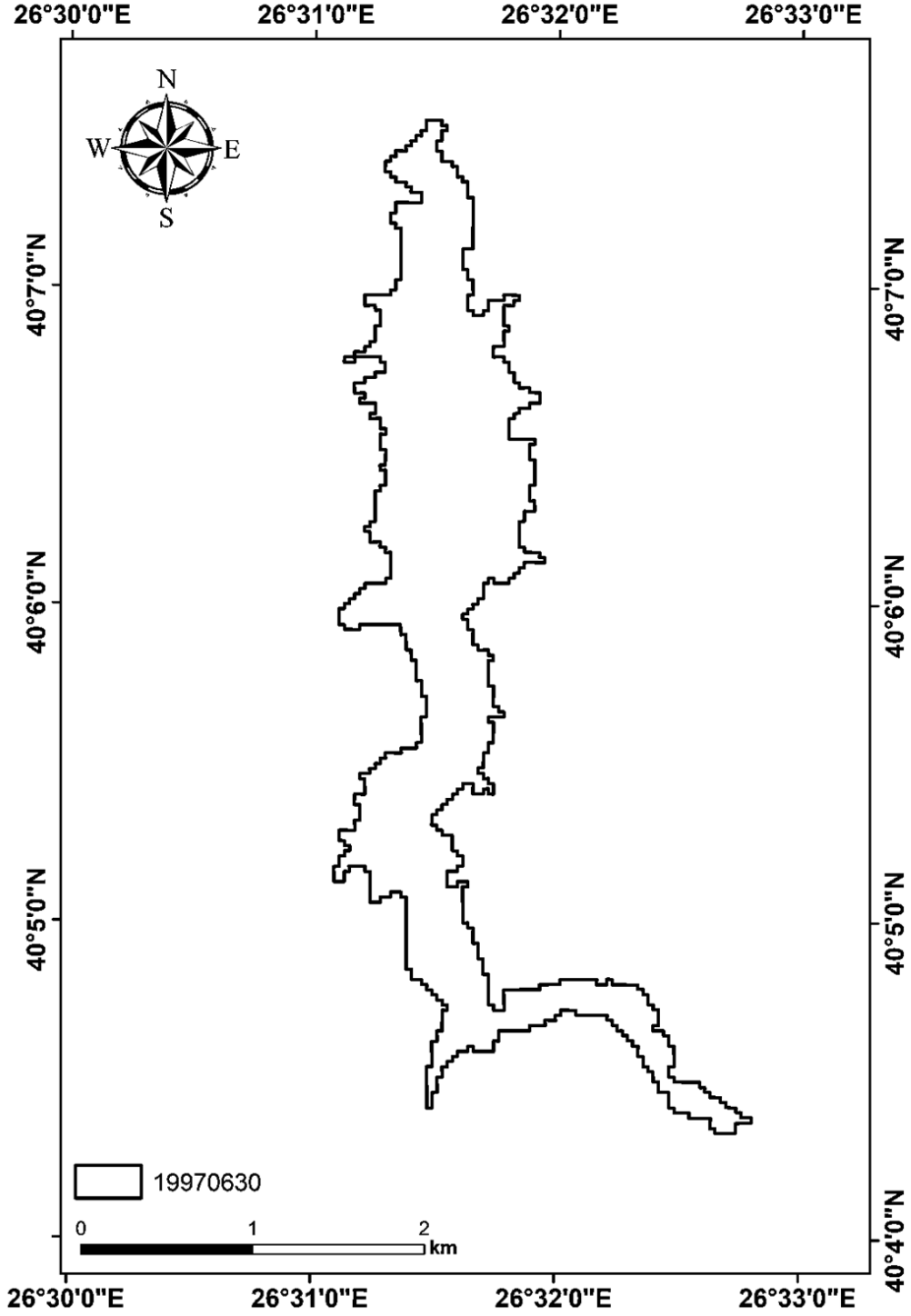
Şekil 4.14. 1995 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1996 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 27,2 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.15).



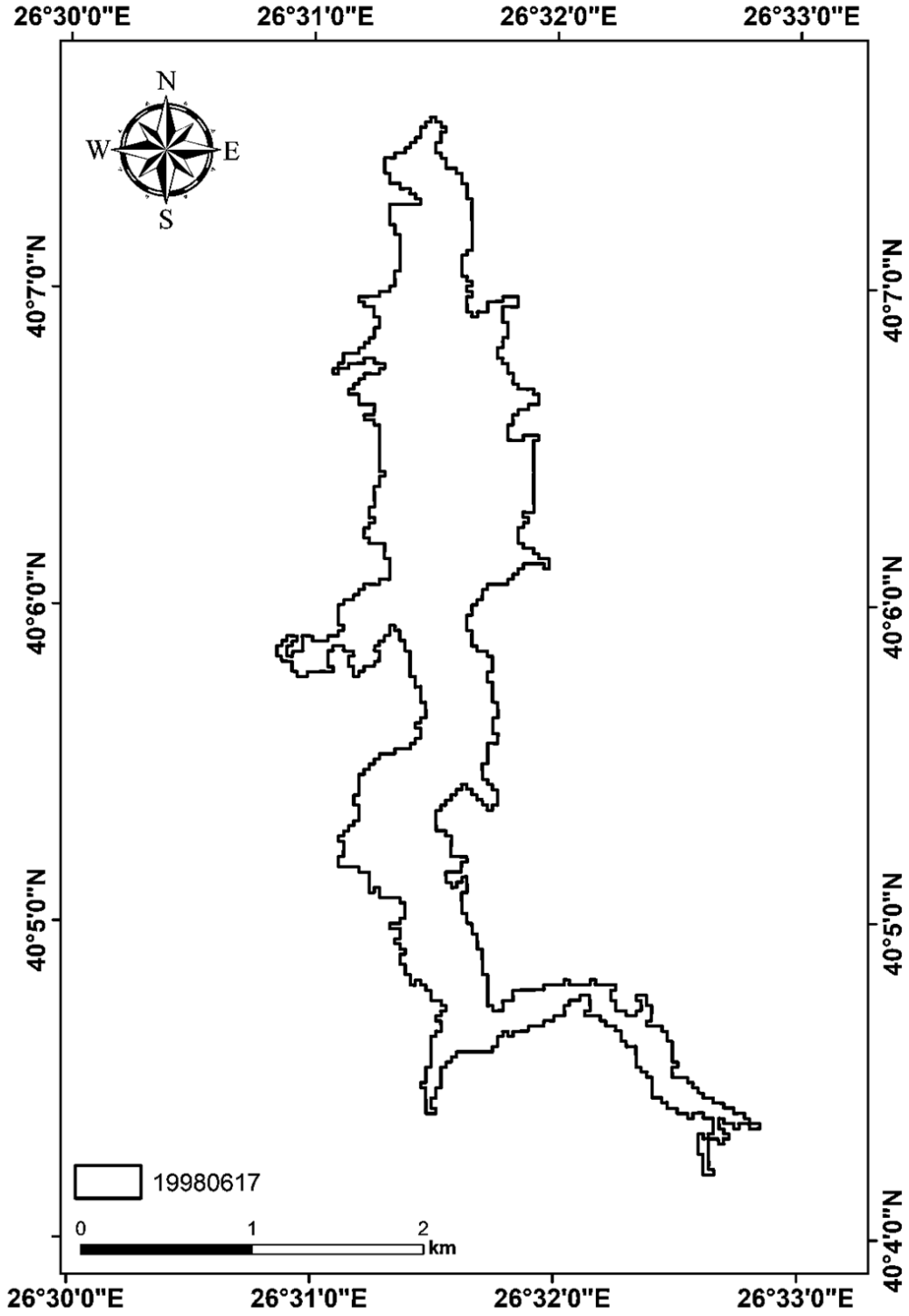
Şekil 4.15. 1996 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1997 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 26,8 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.16).



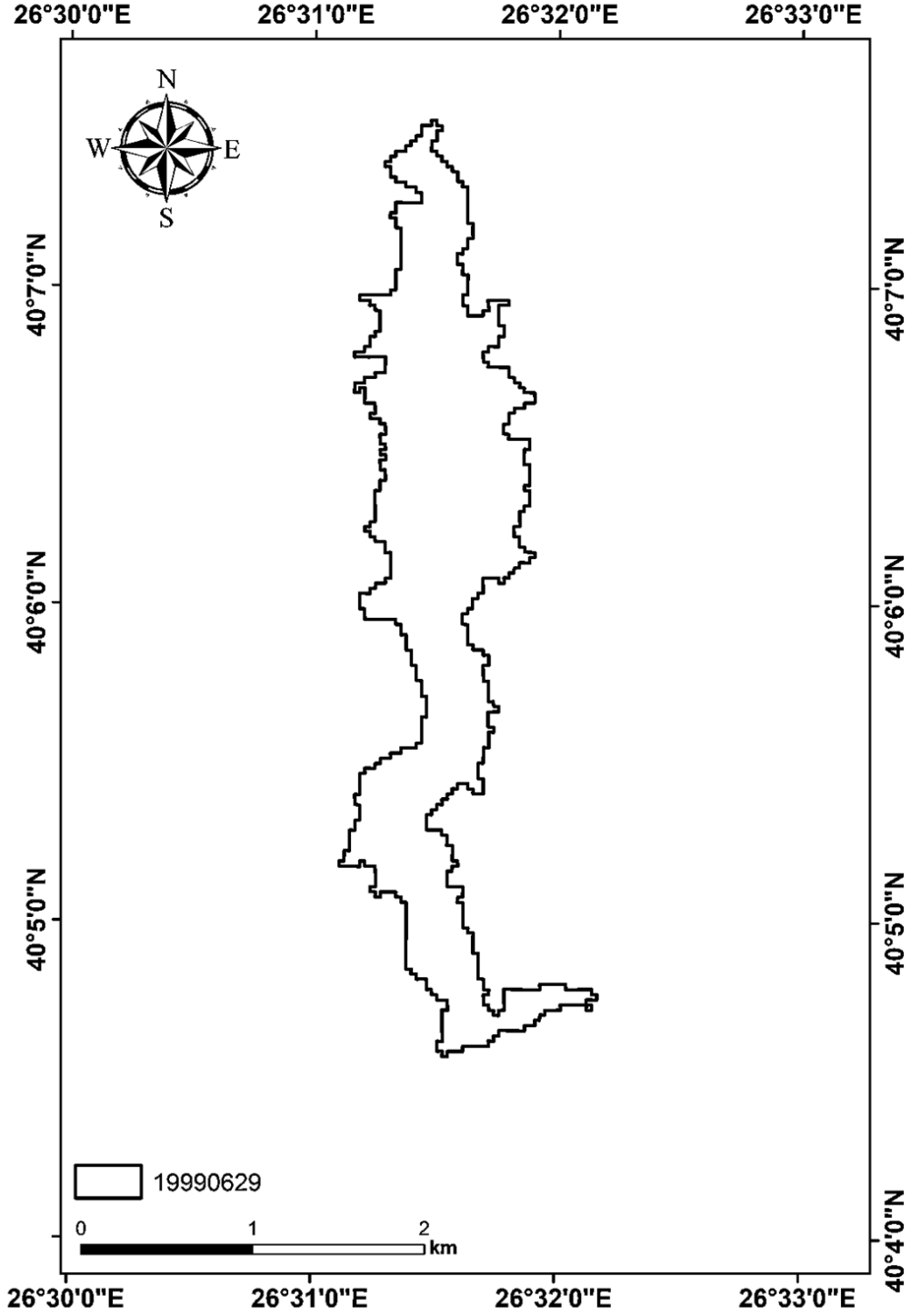
Şekil 4.16. 1997 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1998 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 31,7 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.17).



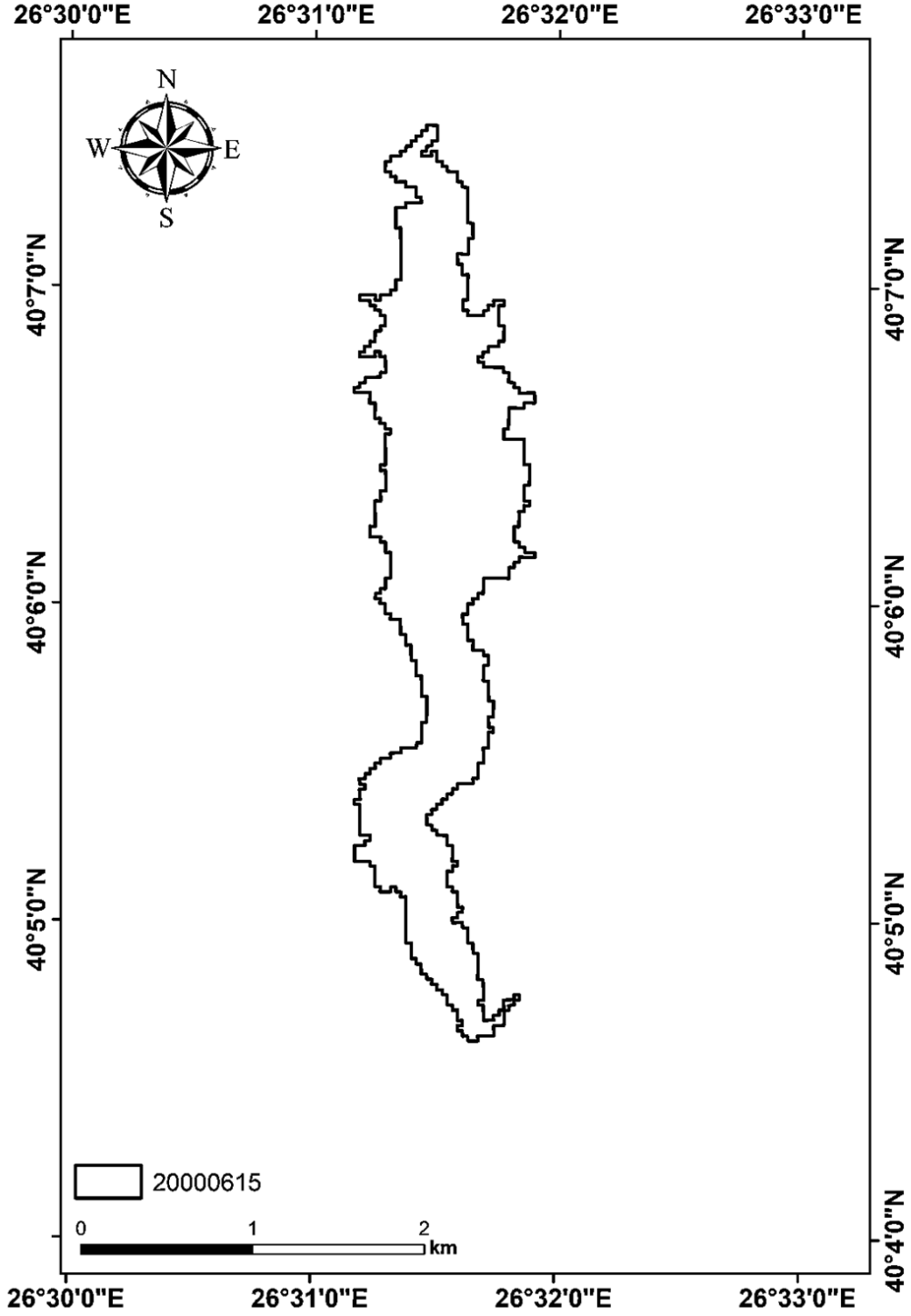
Şekil 4.17. 1998 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1999 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 21,7 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.18).



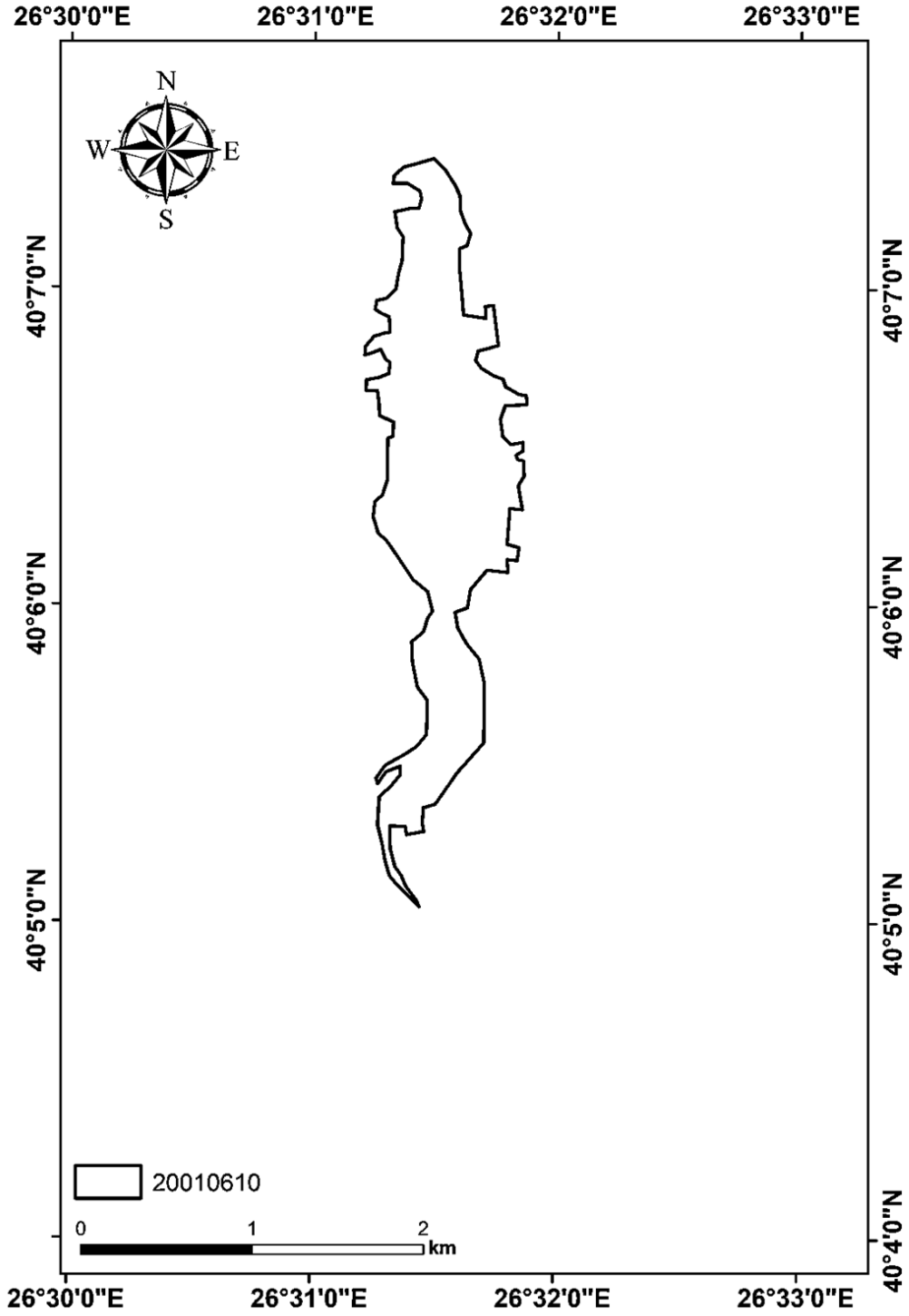
Şekil 4.18. 1999 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2000 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 19,5 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.19).



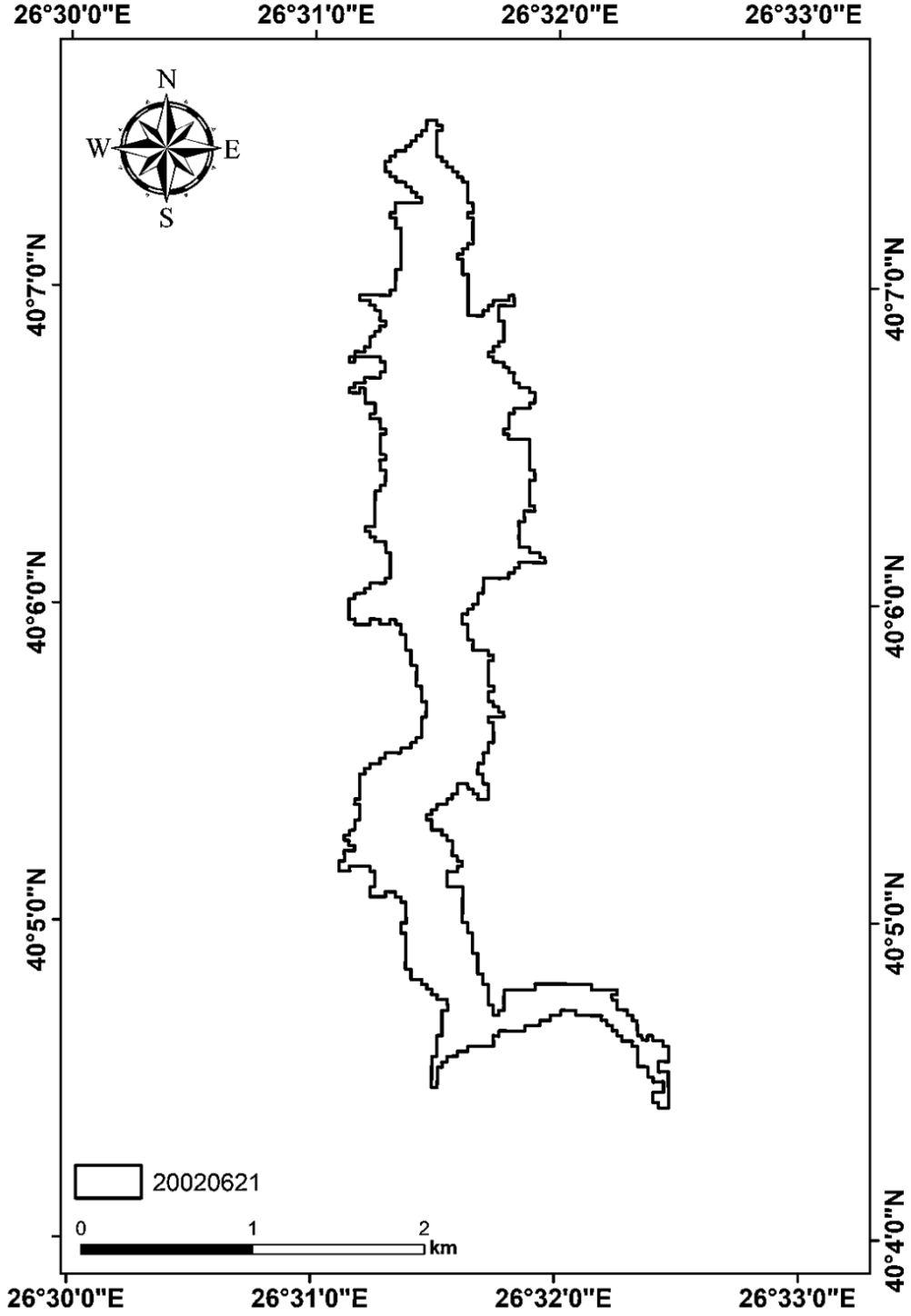
Şekil 4.19. 2000 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2001 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 12,4 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.20).



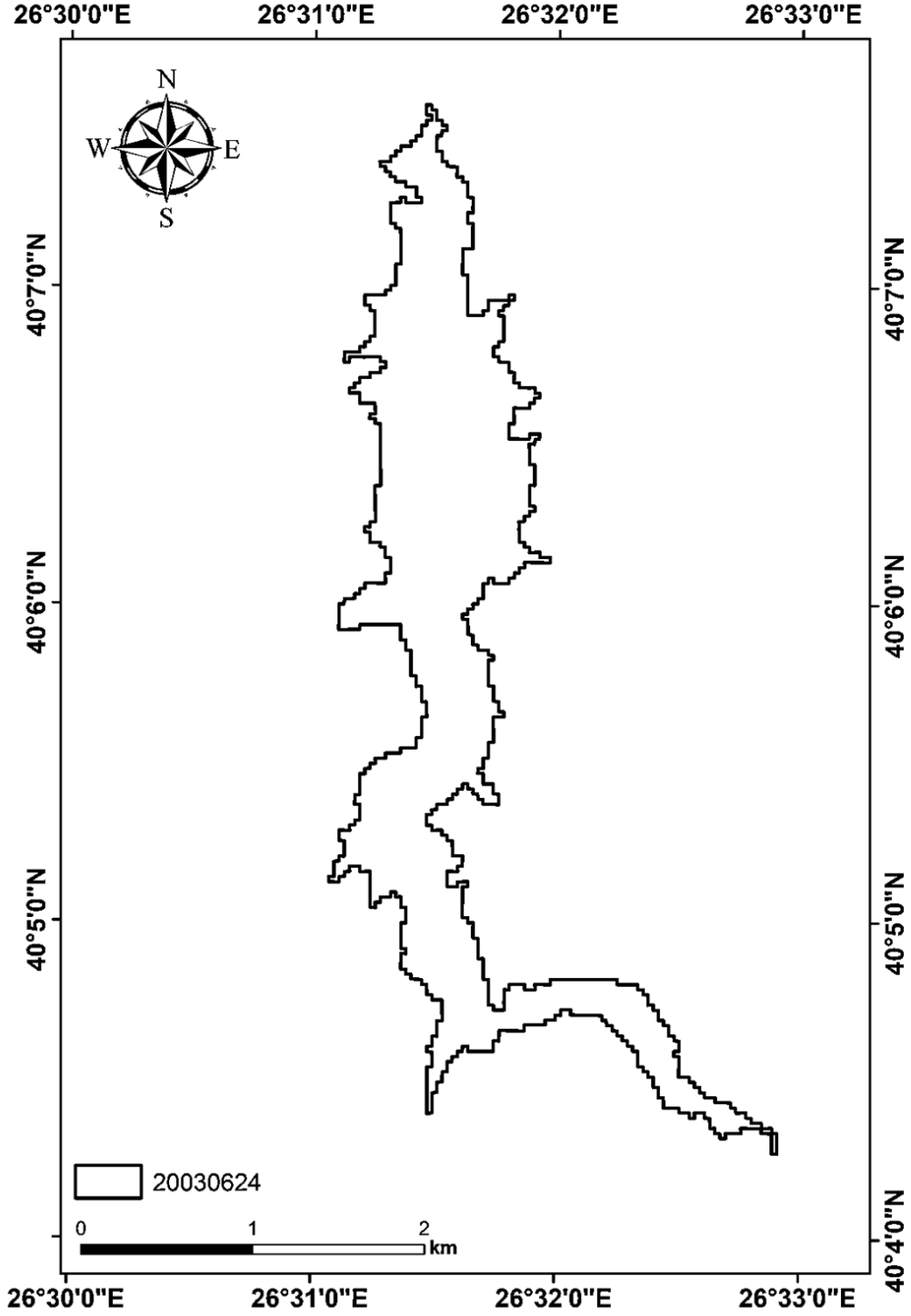
Şekil 4.20. 2001 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2002 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 25 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.21).



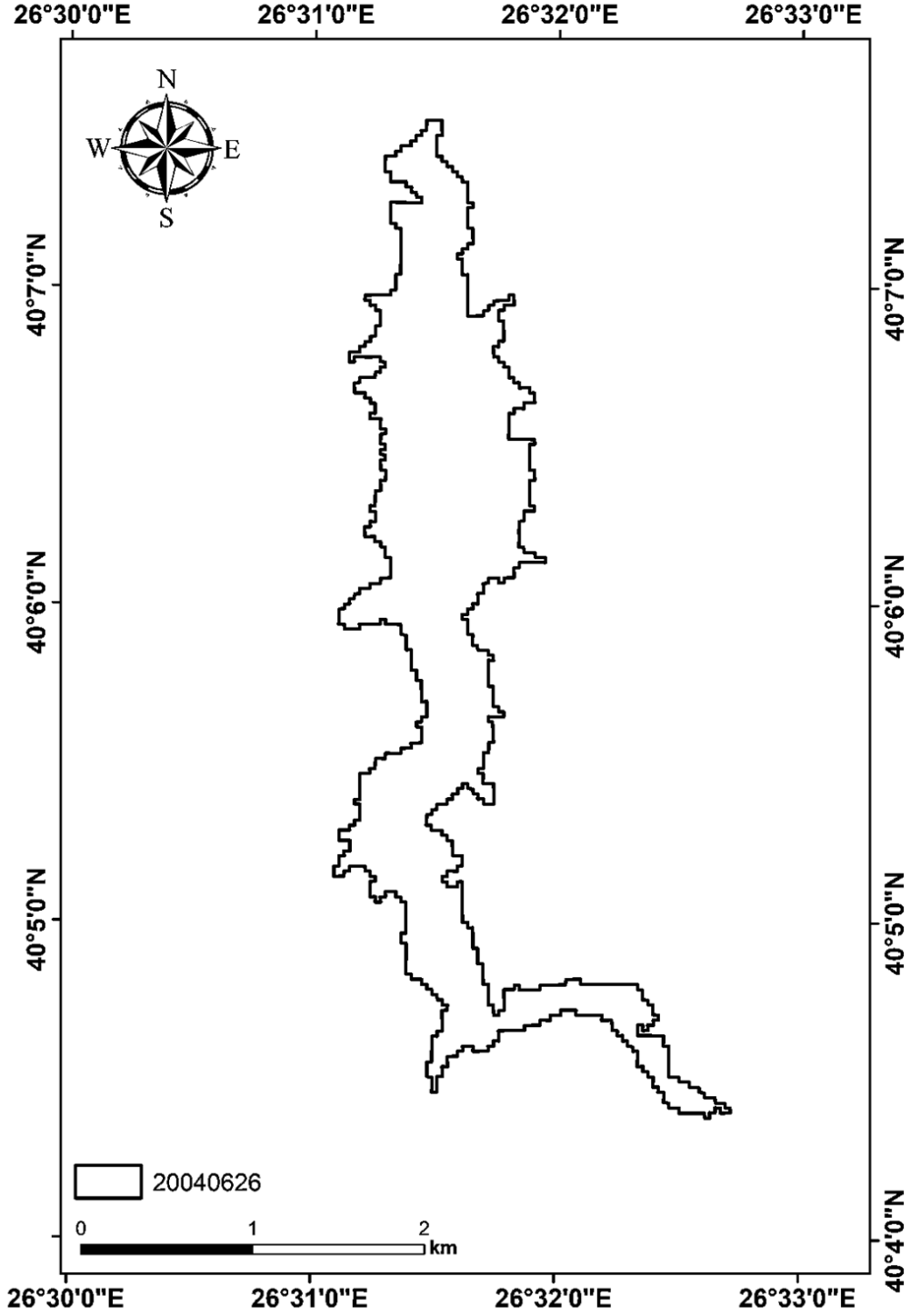
Şekil 4.21. 2002 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2003 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 27,8 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.22).



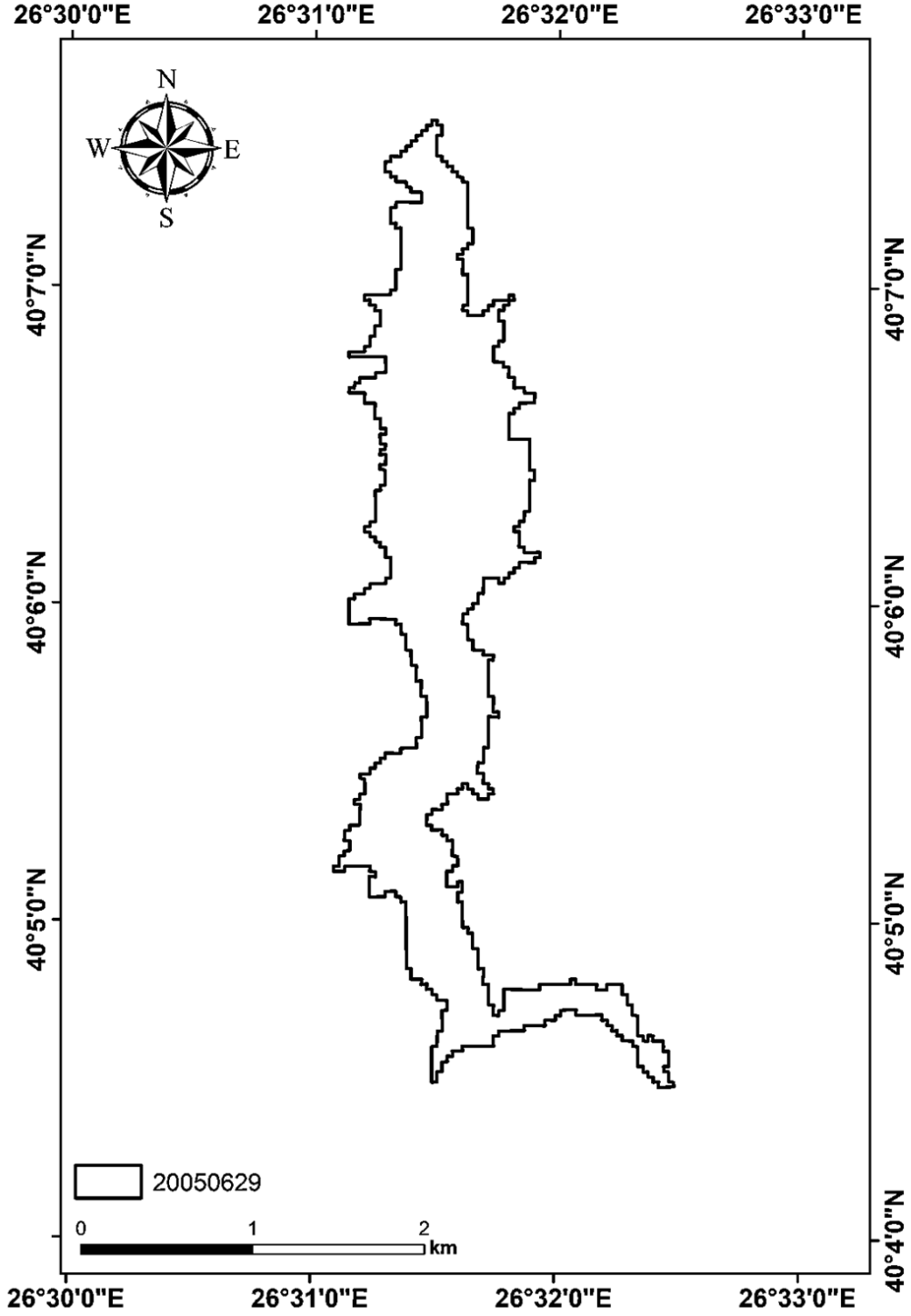
Şekil 4.22. 2003 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2004 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 26,4 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.23).



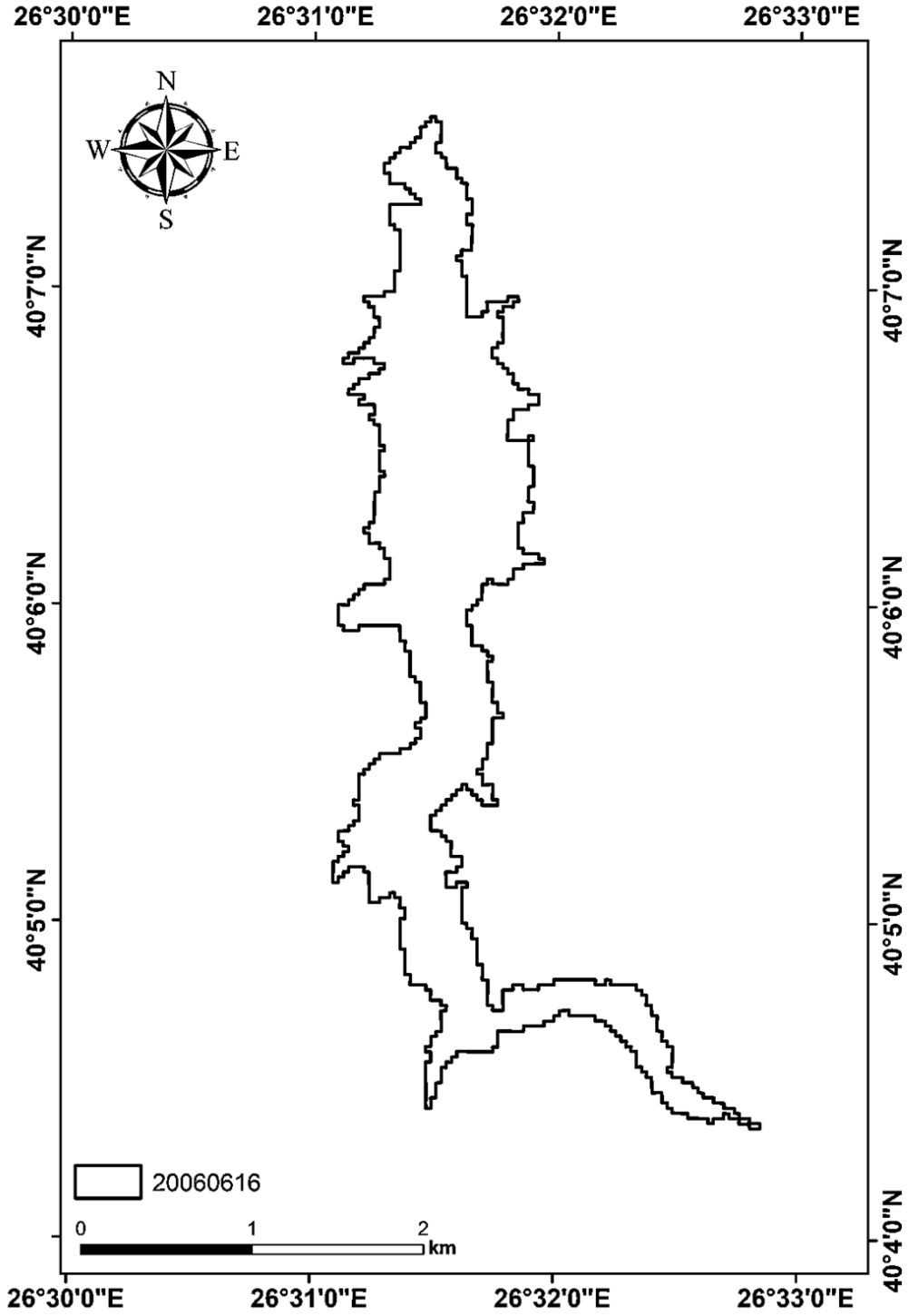
Şekil 4.23. 2004 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2005 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 24,3 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.24).



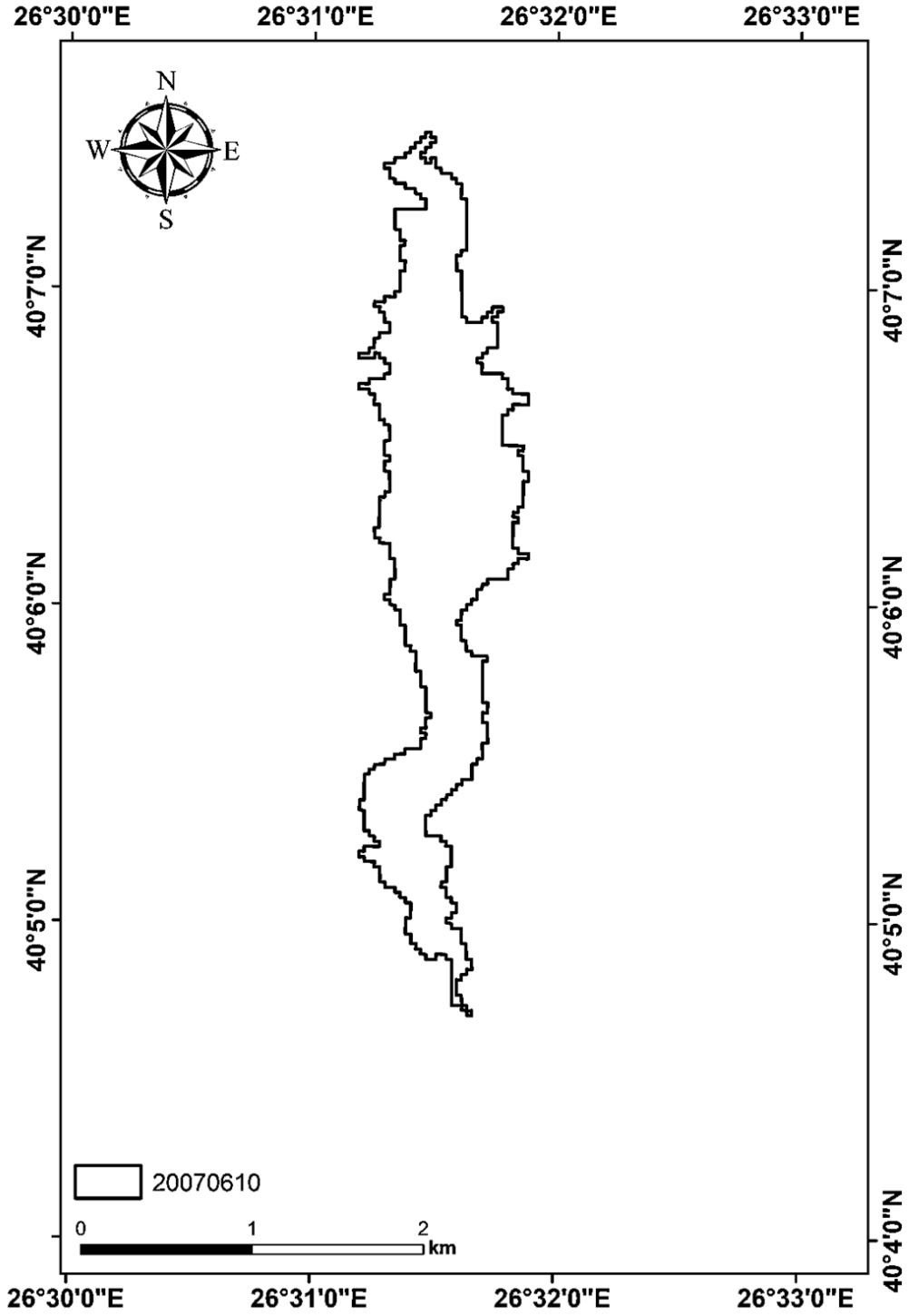
Şekil 4.24. 2005 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2006 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 27,2 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.25).



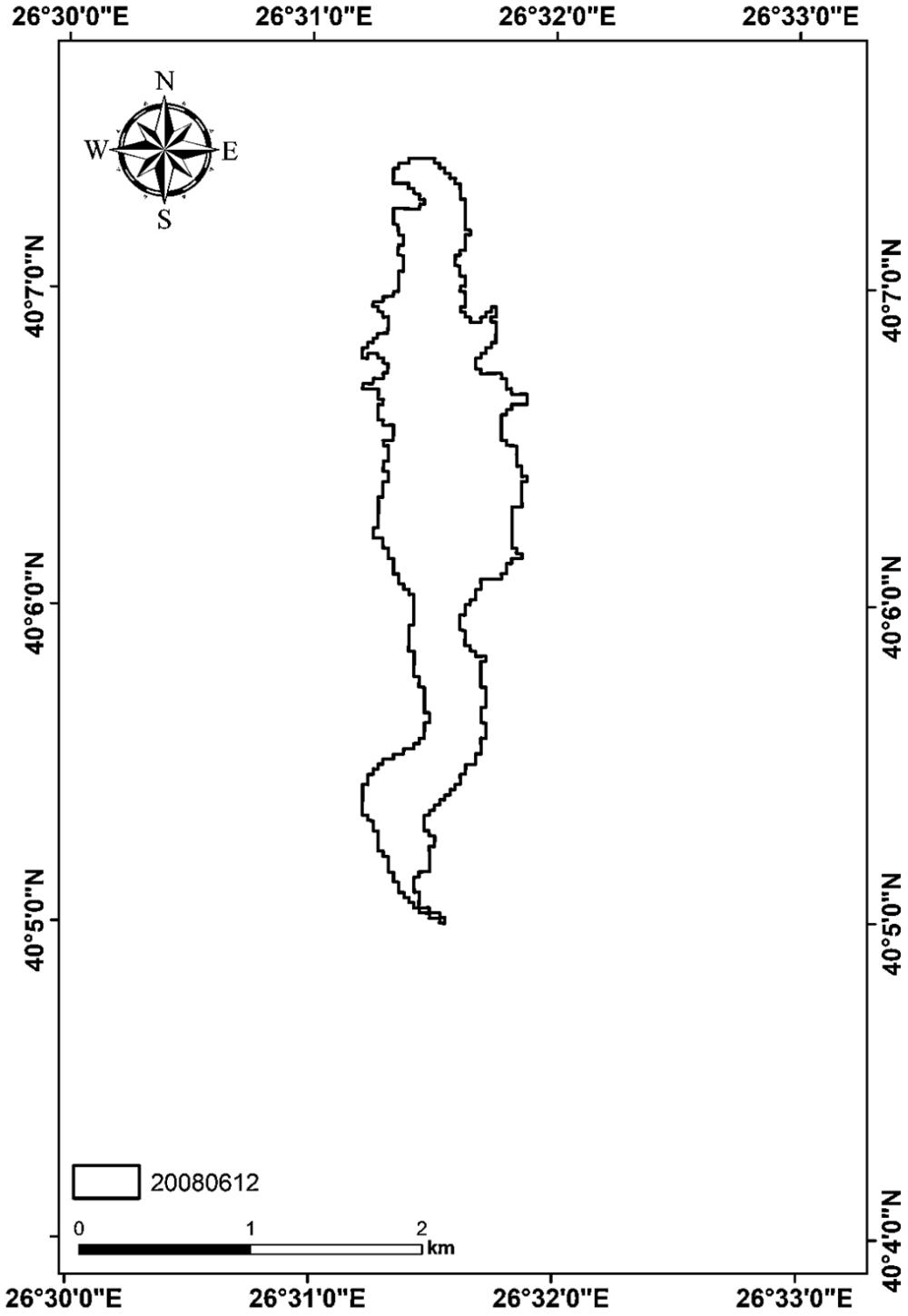
Şekil 4.25. 2006 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2007 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 18,2 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.26).



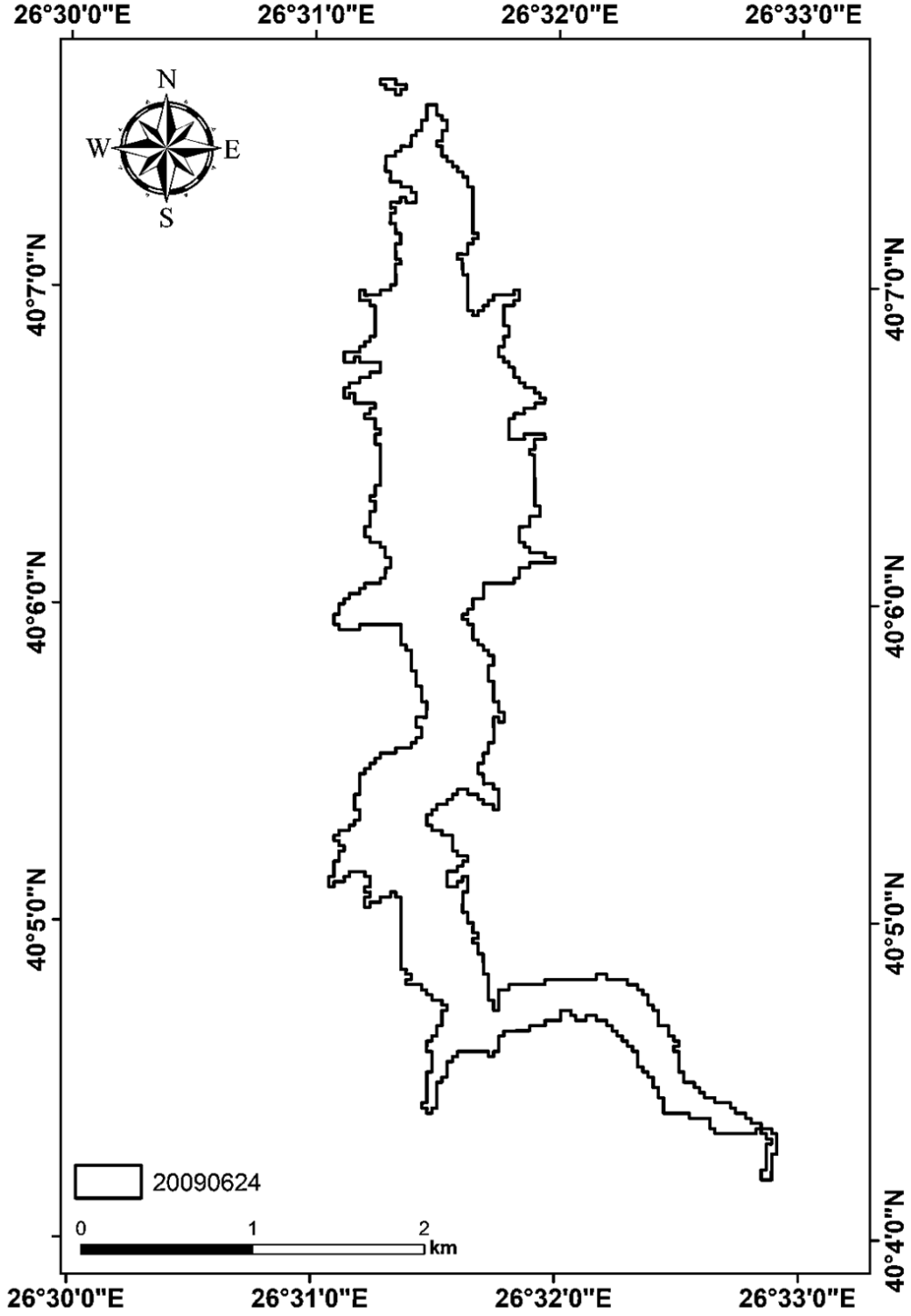
Şekil 4.26. 2007 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2008 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 15,3 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.27).



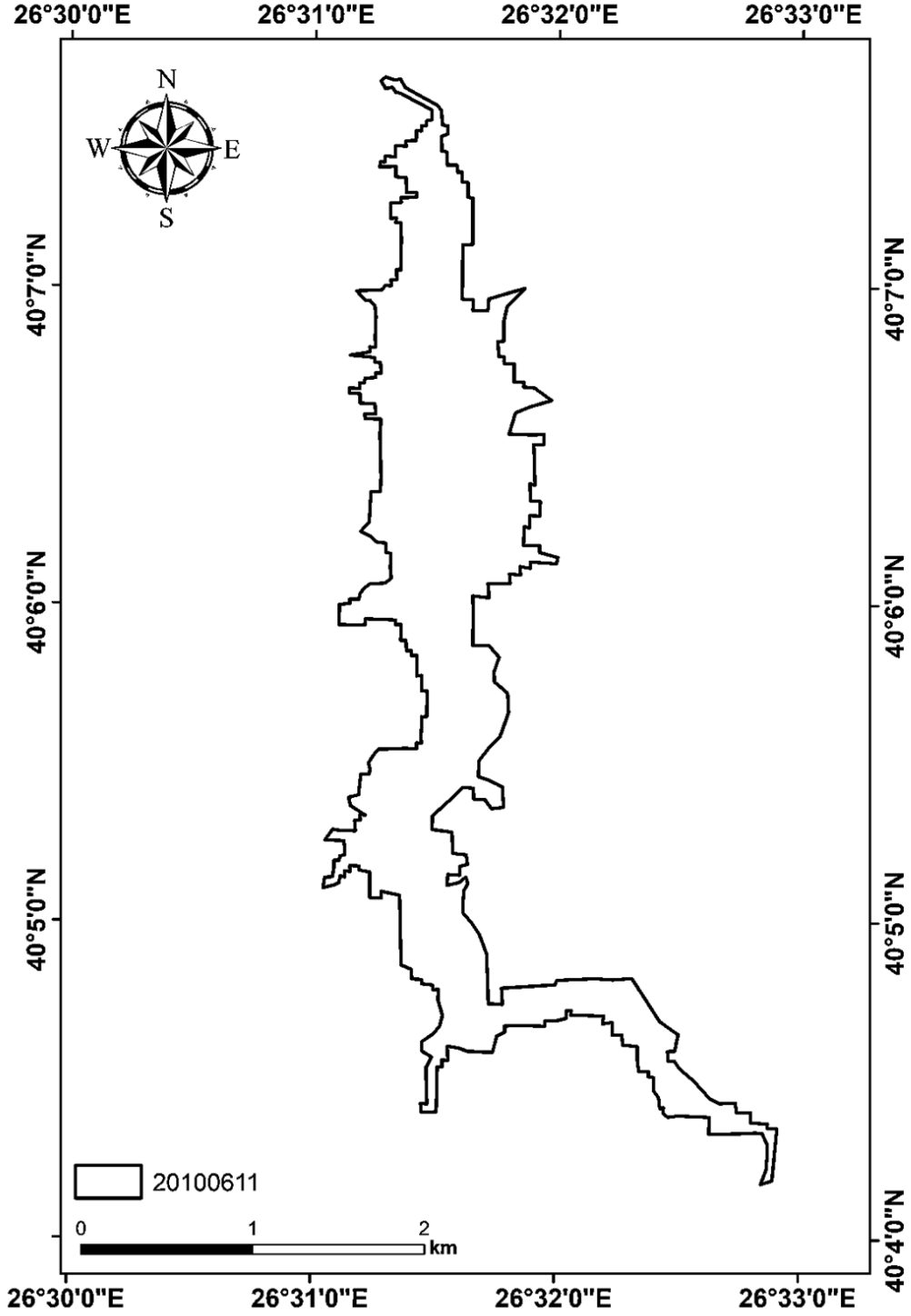
Şekil 4.27. 2008 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2009 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 29,9 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.28).



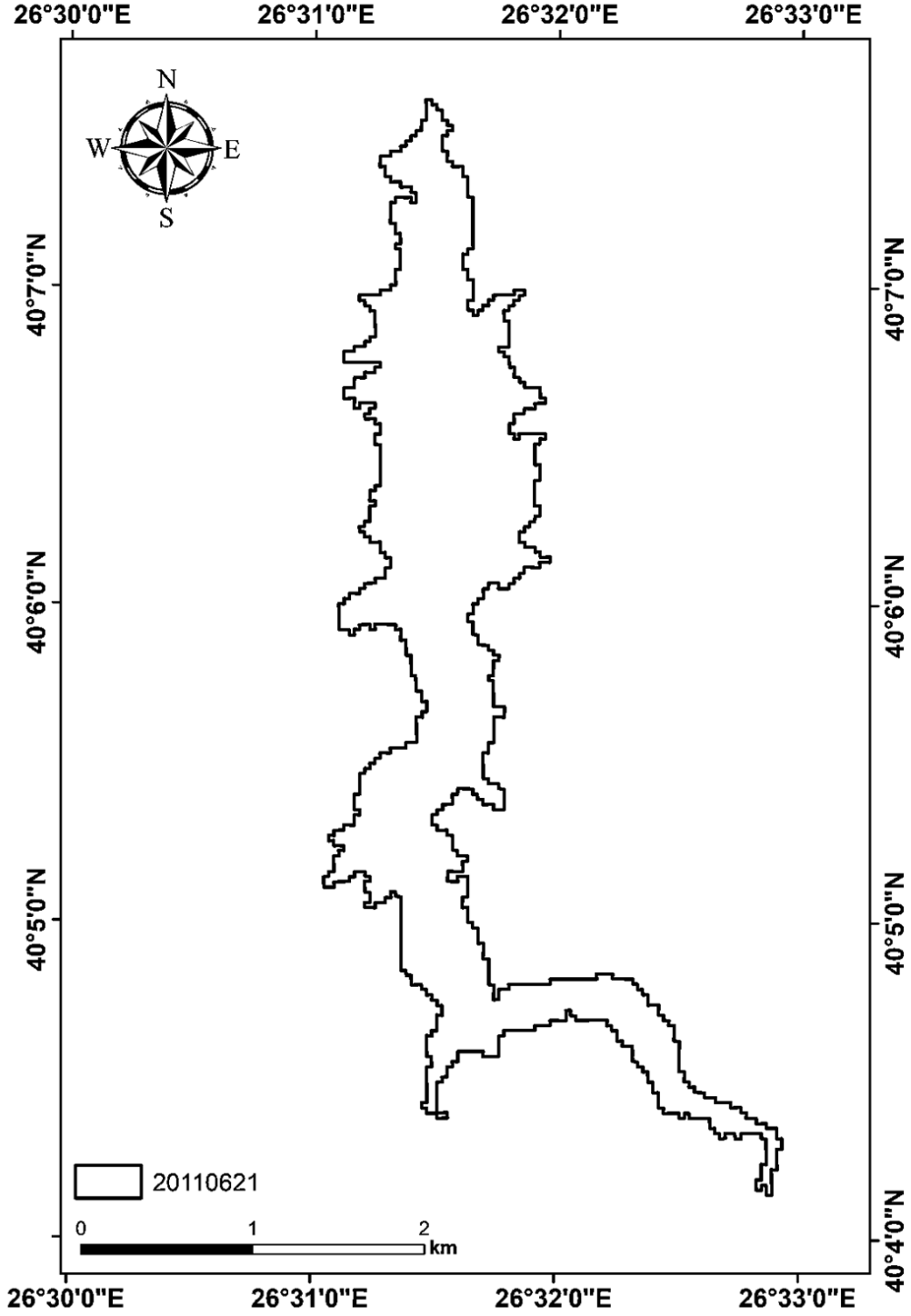
Şekil 4.28. 2009 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2010 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 26,8 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.29).



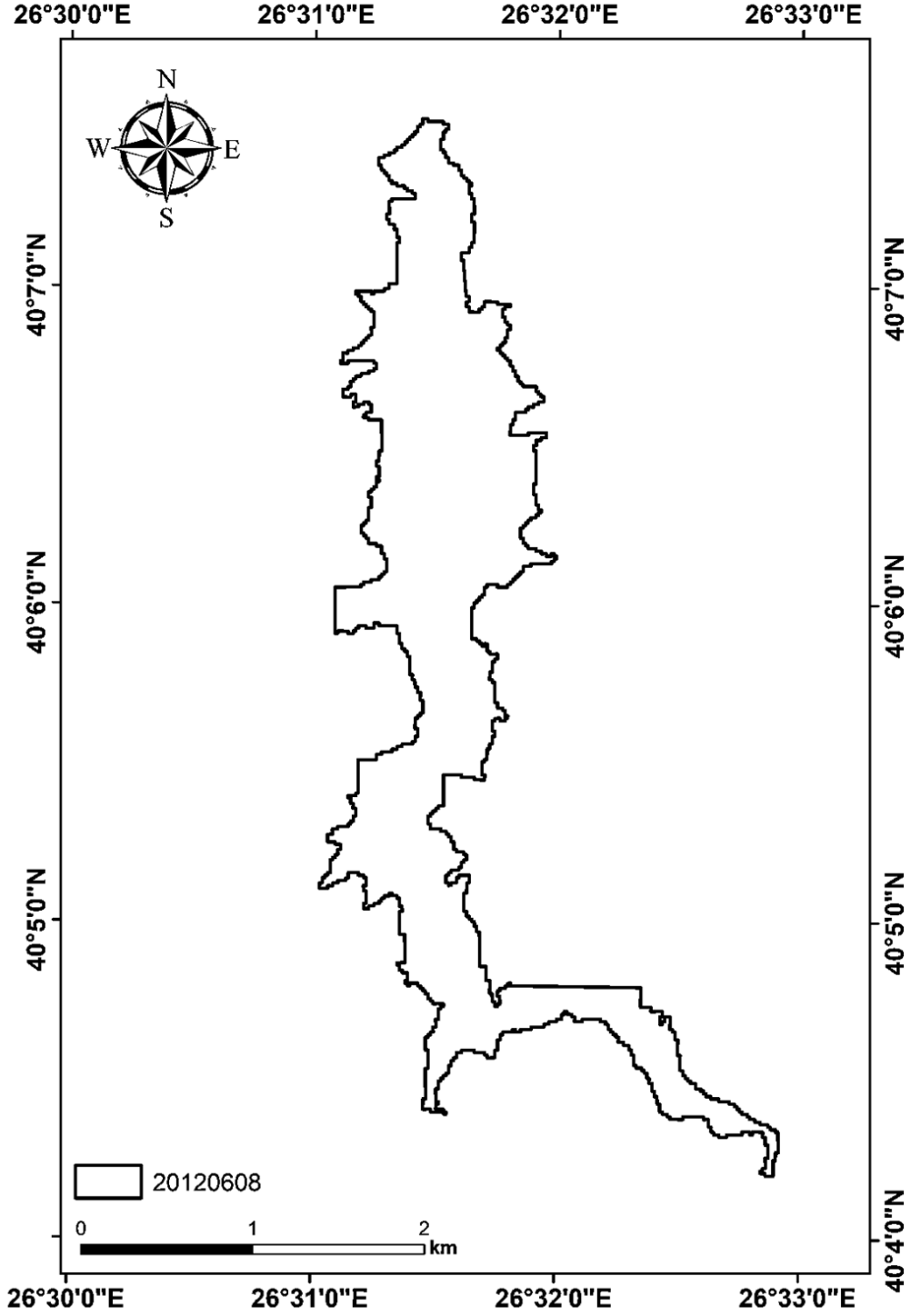
Şekil 4.29. 2010 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2011 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 29,8 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.30).



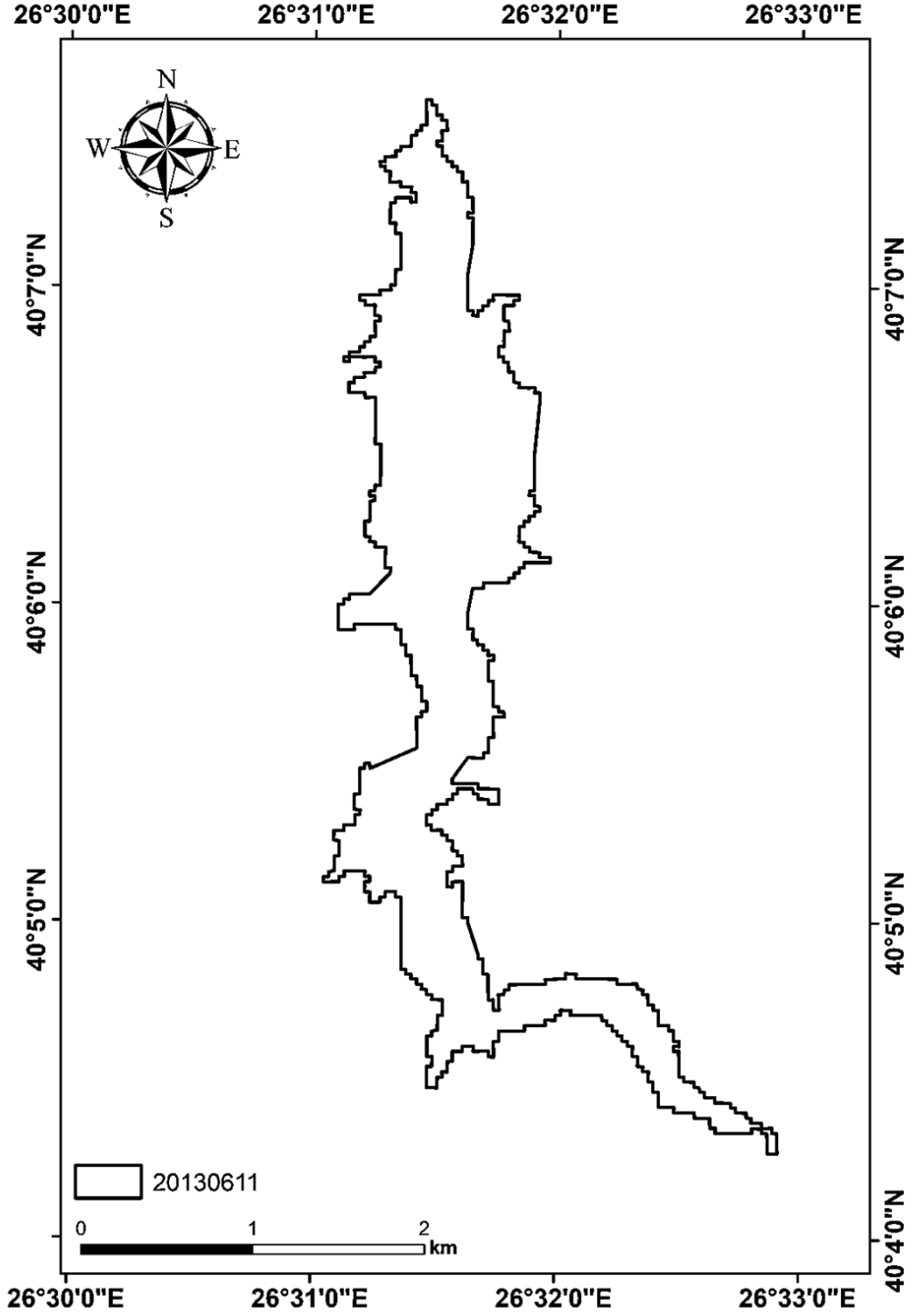
Şekil 4.30. 2011 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2012 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 28,7 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.31).



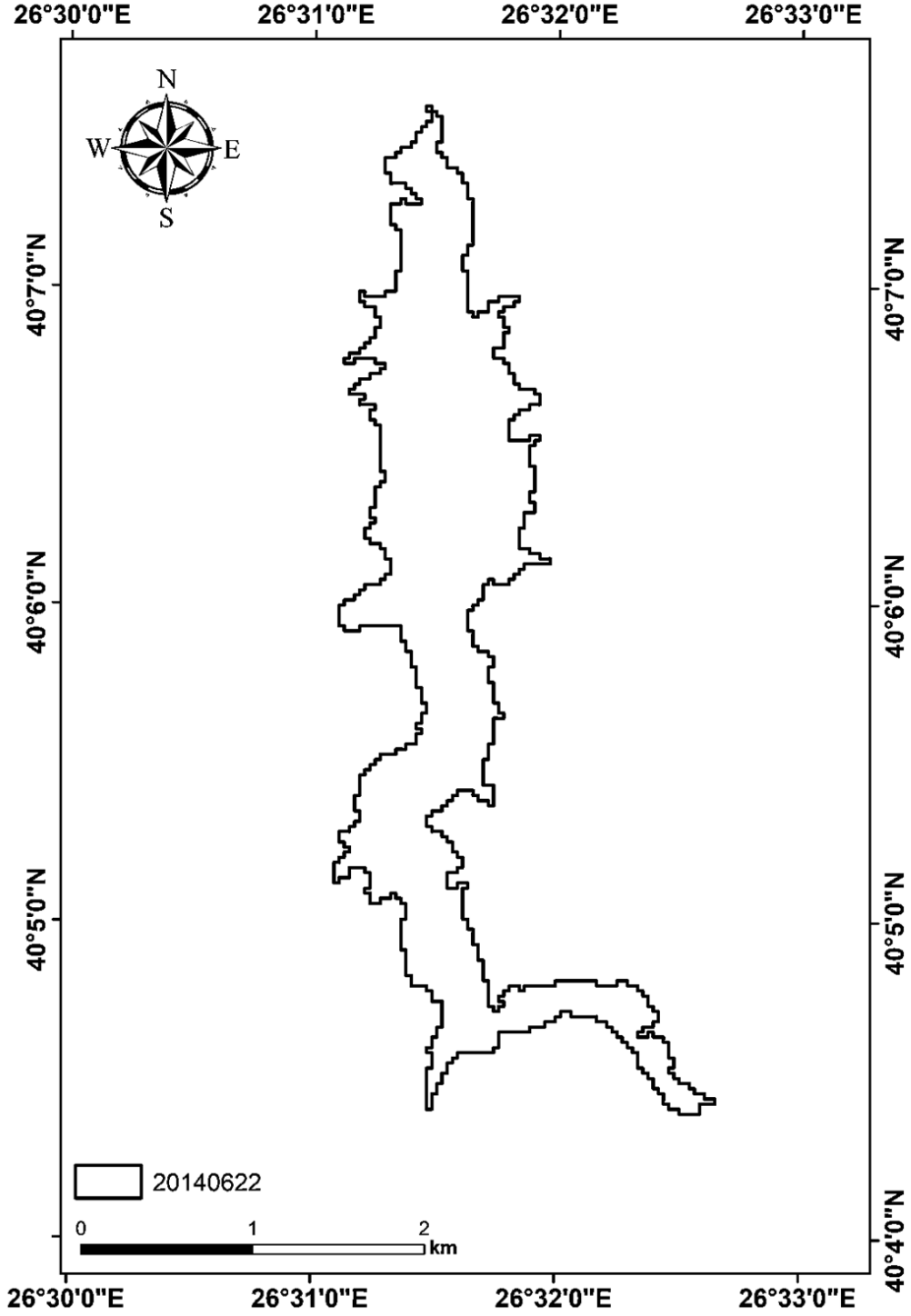
Şekil 4.31. 2012 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2013 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 26,7 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.32).



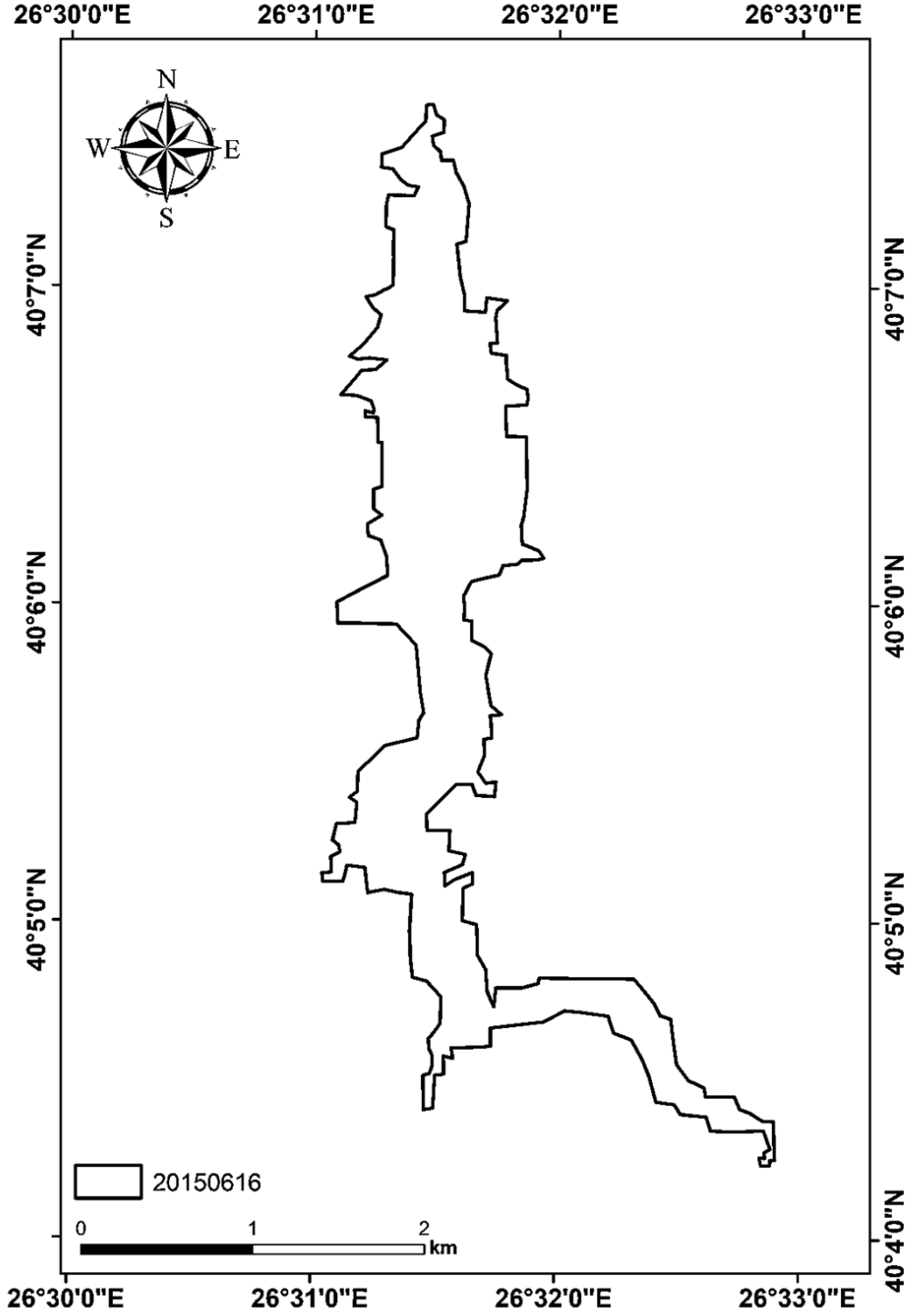
Şekil 4.32. 2013 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2014 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 26,8 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.33).



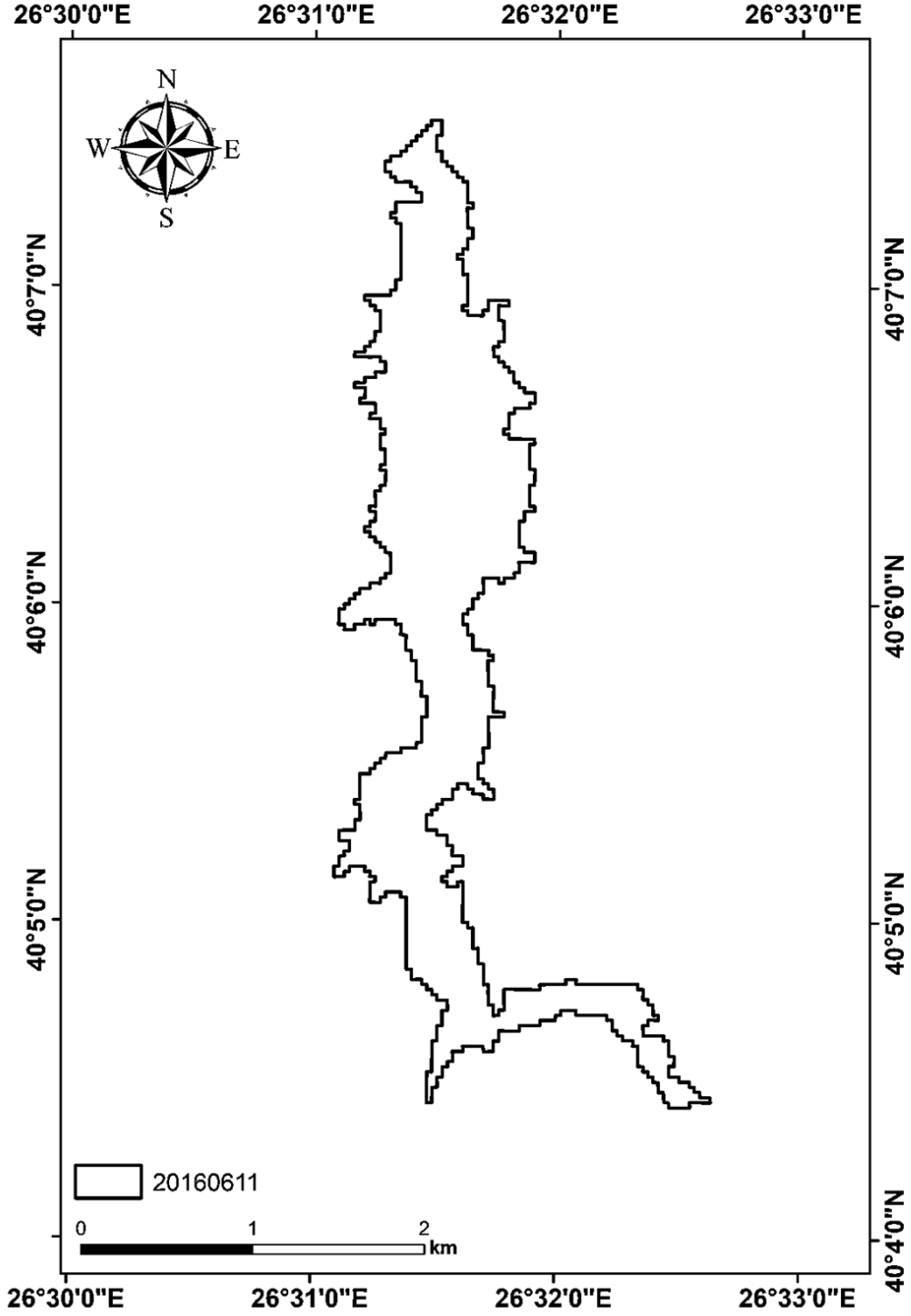
Şekil 4.33. 2014 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2015 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 23,2 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.34).



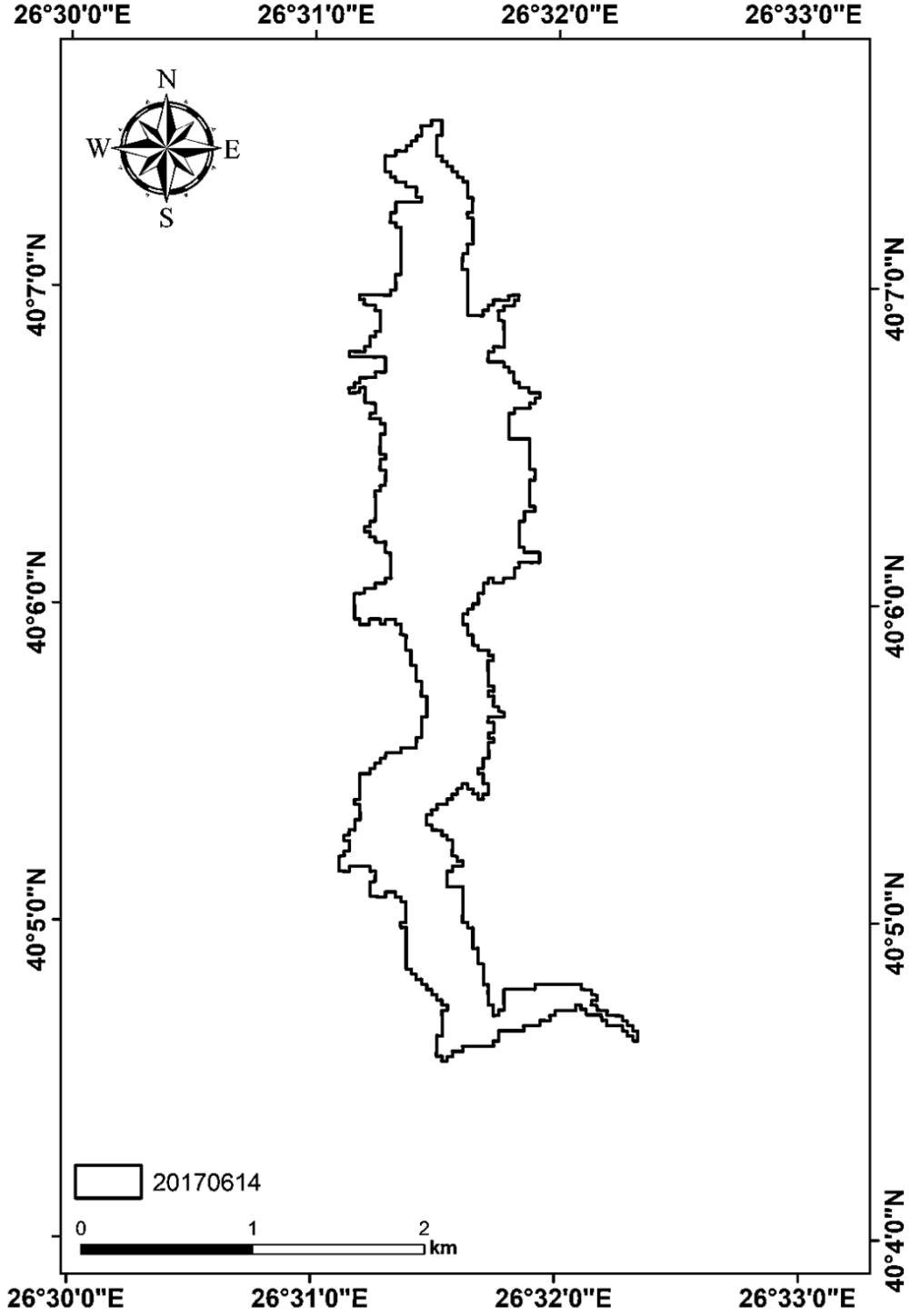
Şekil 4.34. 2015 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2016 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 25,8 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. 2016 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

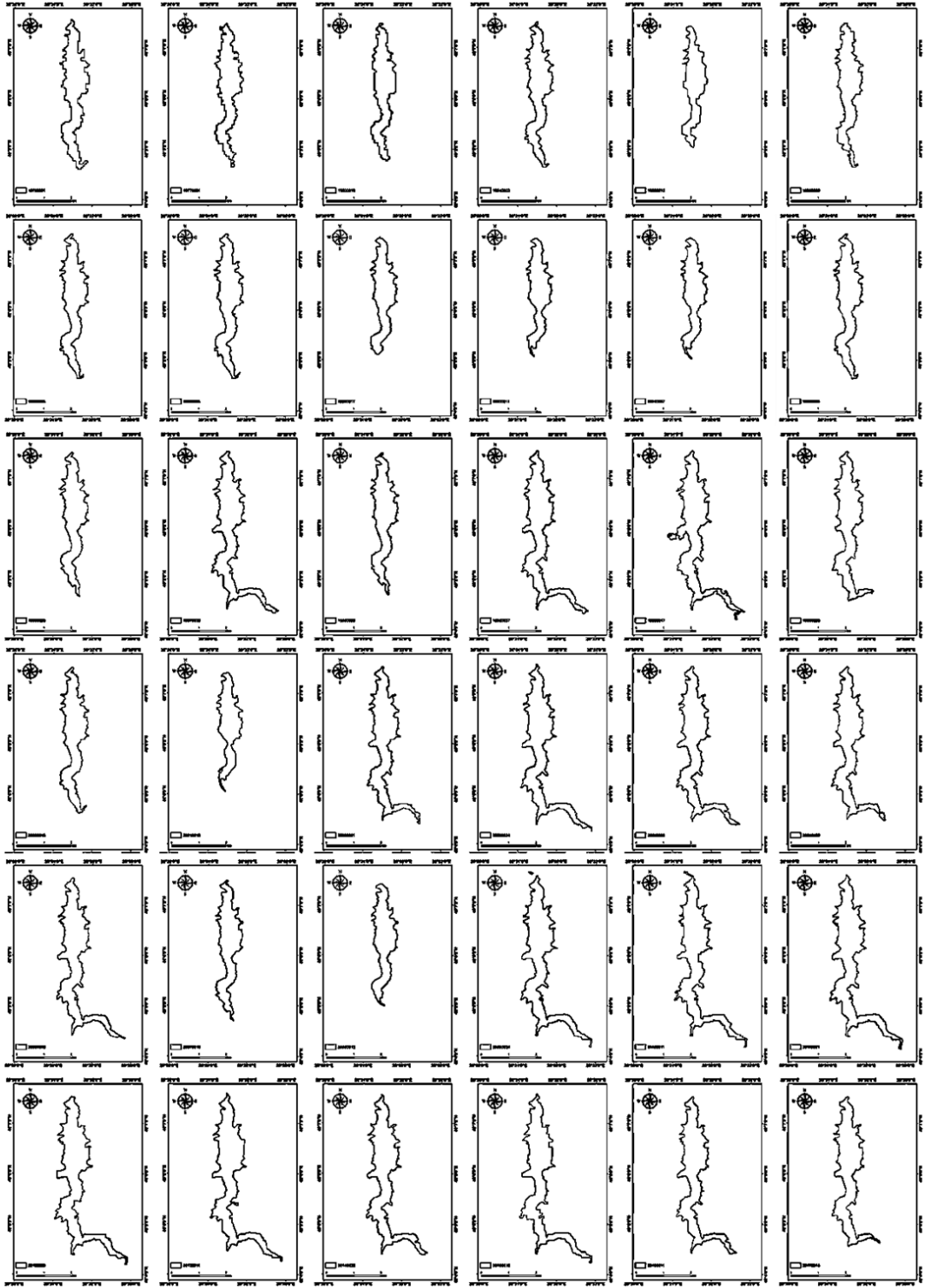
Atikhisar Baraj Gölü'nün 2017 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisinin toplam uzunluğu 23,1 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. 2017 yılına ait tespit edilen kıyı çizgisi

Atikhisar Baraj Gölü kıyı çizgisinde 1975 ile 2017 yılları arasında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerinin daha iyi anlaşılabilmesi ve karşılaştırılabilmesi için Şekil 4.37’de tüm haritalar bir arada gösterilmektedir. Toplam kıyı çizgisi uzunluğu 1975 yılında 18,8 km hesaplanırken 2017 yılında bu uzunluk 23,1 km olarak tespit edilmiştir. Kıyı çizgisinin uzunluğu 1975 ile 2017 yılları arasında 12,187 km ile 31,7 km arasında değişkenlik göstermiştir. Maksimum kıyı çizgisi uzunluğu 31,7 km ile 1998 yılında ölçülürken minimum kıyı çizgisi uzunluğu ise 12,187 km ile 1985 yılında kayıt edilmiştir (Şekil 4.38). Ayrıca, 1986 ve 2001 yıllarında kıyı çizgisi uzunluğu sırasıyla 12,2 km ve 12,4 km olarak belirlenmiş ve bu uzunluklar izleme dönemi boyunca hesaplanan en küçük kıyı çizgisi uzunluğuna çok yakın değerler olarak dikkat çekmiştir.

Atikhisar Baraj Gölü kıyı çizgisinde 1975 ile 2017 yılları arasında gözlenen kıyı çizgisi değişim oranları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bu çizelgede hem başlangıçtan itibaren her yıl için başlangıçtaki kıyı çizgisi uzunluğuna göre tespit edilen kıyı çizgisi değişim oranları bulunurken hem de her bir yılın bir önceki hesaplanan değere göre kıyı çizgisi uzunluğundaki değişim oranları yer almaktadır. Kıyı çizgisindeki bu alansal ve zamansal değişimlerin oranları Şekil 4.39’da grafik olarak da sunulmuştur. Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler değerlendirildiğinde en fazla değişim %35,33 azalma ile 1985 yılında gözlenirken en fazla artış %68,22 ile 1998 yılında tespit edilmiştir. Ayrıca, barajda su tutulmaya başladıktan sonraki tespit edilen ilk kıyı çizgisi (1975) uzunluğuna göre 1986 yılında %35,26 ve 2001 yılında %34,14 oranında önemli derecede azalmalar gerçekleştiği de gözlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, başlangıca göre kıyı çizgisinde en çok azalma 1985, 1986 ve 2001 yıllarında tespit edilmiştir. Öte yandan, 2009 yılında %58,56 oranında ve 2011 yılında ise %58,14 oranında kıyı çizgisi toplam uzunluğunda önemli artışlar gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu değişim oranları kıyı çizgisi uzunluklarının bir önceki yıl ile oranları olmayıp barajın faaliyete başlayıp su tuttuğu 1975 yılındaki kıyı çizgisi uzunluğu ile kıyaslandığında gerçekleşen değişimleri ifade etmektedir.



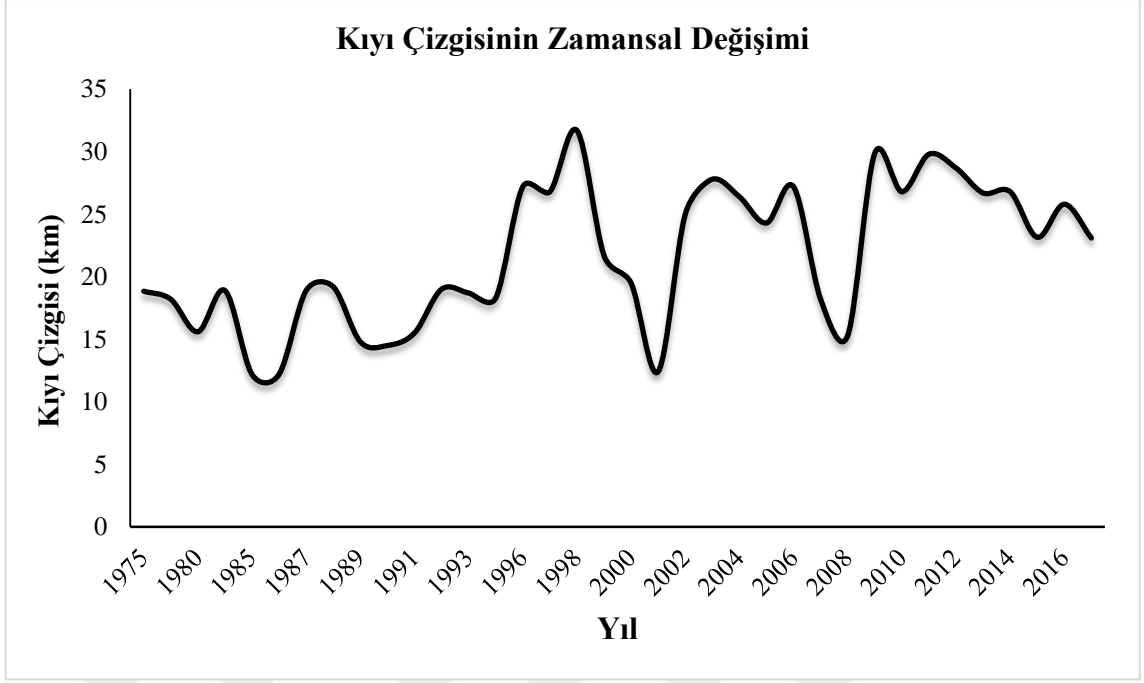
Şekil 4.37. Atıkhisar Baraj Gölü'nün 1975–2017 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimleri

Çizelge 4.1. Tespit edilen kıyı çizgisi uzunlukları, her bir yılın başlangıca göre kıyı çizgisinde gerçekleşen toplam değişim oranları ve her bir yılın kıyı çizgisinde bir önceki değere göre gerçekleşen değişim oranları

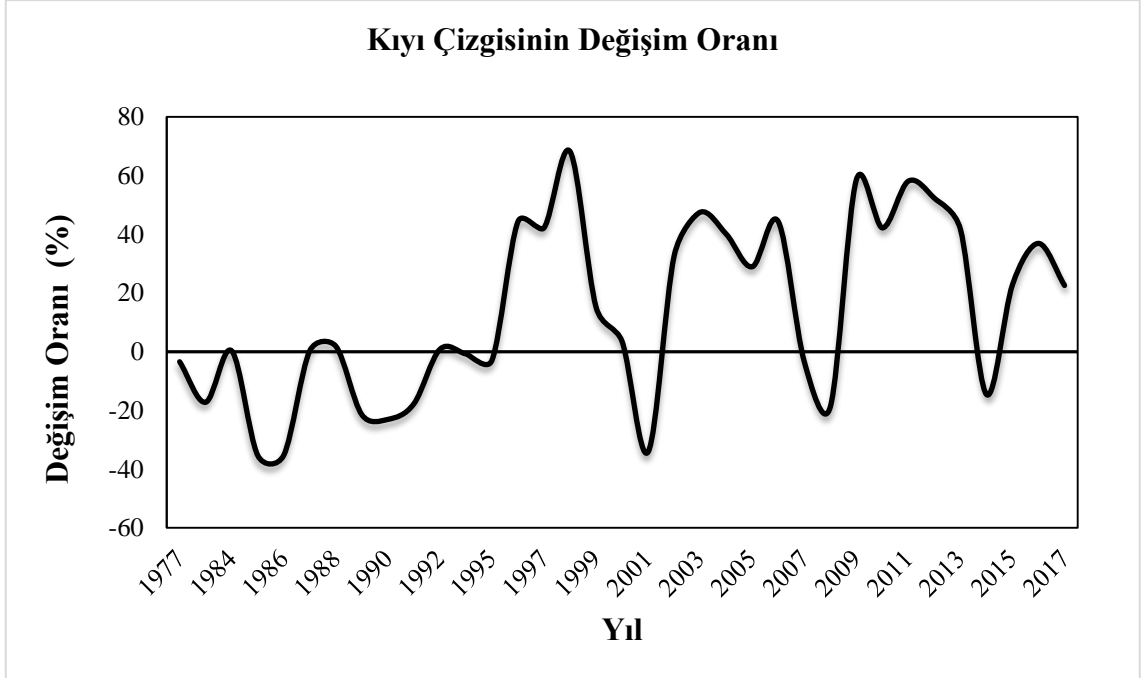
Uydu Adı	Görüntü Tarihi	Mekansal Çözünürlük	Kıyı Çizgisi Uzunluğu (km)	Kıyı Çizgisi Değişim Oranı (%)	Kıyı Çizgisi Bir Önceki Değere Göre Değişim Oranı (%)
Landsat 2 MSS	01.06.1975	60 m × 60 m	18,844	–	–
Landsat 2 MSS	21.05.1977	60 m × 60 m	18,200	–3,42	–3,42
Landsat 3 MSS	19.06.1980	60 m × 60 m	15,600	–17,22	–14,29
Landsat 5 TM	03.06.1984	30 m × 30 m	18,900	0,30	21,15
Landsat 5 MSS	13.06.1985	60 m × 60 m	12,187	–35,33	–35,52
Landsat 5 TM	09.06.1986	30 m × 30 m	12,200	–35,26	0,11
Landsat 5 TM	03.06.1987	30 m × 30 m	18,900	0,30	54,92
Landsat 5 TM	05.06.1988	30 m × 30 m	19,200	1,89	1,59
Landsat 5 TM	17.06.1989	30 m × 30 m	14,800	–21,46	–22,92
Landsat 5 TM	11.06.1990	30 m × 30 m	14,500	–23,05	–2,03
Landsat 5 TM	07.06.1991	30 m × 30 m	15,500	–17,75	6,90
Landsat 5 TM	25.06.1992	30 m × 30 m	19,000	0,83	22,58
Landsat 5 TM	28.06.1993	30 m × 30 m	18,700	–0,76	–1,58
Landsat 5 TM	25.06.1995	30 m × 30 m	18,300	–2,89	–2,14
Landsat 5 TM	27.06.1996	30 m × 30 m	27,200	44,34	48,63
Landsat 5 TM	30.06.1997	30 m × 30 m	26,800	42,22	–1,47
Landsat 5 TM	17.06.1998	30 m × 30 m	31,700	68,22	18,28
Landsat 5 TM	29.06.1999	30 m × 30 m	21,700	15,16	–31,55
Landsat 5 TM	15.06.2000	30 m × 30 m	19,500	3,48	–10,14
Landsat 7 ETM+	10.06.2001	30 m × 30 m	12,411	–34,14	–36,35
Landsat 5 TM	21.06.2002	30 m × 30 m	25,000	32,67	101,43
Landsat 5 TM	24.06.2003	30 m × 30 m	27,800	47,53	11,20
Landsat 5 TM	26.06.2004	30 m × 30 m	26,400	40,10	–5,04
Landsat 5 TM	29.06.2005	30 m × 30 m	24,300	28,95	–7,95
Landsat 5 TM	16.06.2006	30 m × 30 m	27,200	44,34	11,93
Landsat 5 TM	10.06.2007	30 m × 30 m	18,200	–3,42	–33,09
Landsat 5 TM	12.06.2008	30 m × 30 m	15,300	–18,81	–15,93
Landsat 5 TM	24.06.2009	30 m × 30 m	29,879	58,56	95,29
Landsat 5 TM	11.06.2010	30 m × 30 m	26,797	42,20	–10,31
Landsat 5 TM	21.06.2011	30 m × 30 m	29,800	58,14	11,21
Landsat 7 ETM+	08.06.2012	30 m × 30 m	28,700	52,30	–3,69
Landsat 7 ETM+	11.06.2013	30 m × 30 m	26,700	41,69	–6,97
Landsat 8 OLI/TIRS	22.06.2014	30 m × 30 m	26,800	42,22	0,38
Landsat 8 OLI/TIRS	16.06.2015	30 m × 30 m	23,155	22,88	–13,60
Landsat 8 OLI/TIRS	11.06.2016	30 m × 30 m	25,800	36,91	11,42
Landsat 8 OLI/TIRS	14.06.2017	30 m × 30 m	23,100	22,59	–10,47

Kıyı çizgisinde meydana gelen yıllık değişimler bir önceki hesaplanan değerlerin toplam uzunluğu ile karşılaştırıldığında en çok azalmanın %36,35 ile 2001 yılında gerçekleştiği en yüksek artışın ise 2002 yılında %101,43 oranında gözlemlendiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte 1985 yılında da kıyı çizgisinin %35,52 oranında azaldığı belirlenirken 2009 yılında bir önceki yıla göre %95,29 oranında bir artış gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Kıyı çizgisinde 2002 yılındaki artışın %101 oranında olması bir önceki yıl gözlenen aşırı azalmadan sonra meydana gelen değişimin çok yüksek oranda olmasına yol açmaktadır.

Kıyı çizgisi değişimlerinin 1975 yılından 2017 yılına kadar olan 43 yıllık süreç için uzun vadeli değişim analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, 10 yıllık aralıklar halinde 1975–1985, 1986–1995, 1996–2005, 2006–2015 yılları arasındaki dört farklı dönem ve 2015 yılından sonrası için de kısa vadeli değişim analizleri gerçekleştirilmiştir. Kısa vadeli analiz sonuçları 1975–1985 yılları arasındaki dönem için kıyı çizgisinin %35,3 oranında azaldığını ortaya koymaktadır. Sonrasındaki dönemde 1986–1995 yılları arasında ise kıyı çizgisi uzunluğunun %50 oranında ciddi bir artış gösterdiği ve 12,2 km’den 18,3 km’ye ulaştığı tespit edilmiştir. Ancak 1996–2005 ve 2006–2015 dönemleri için kıyı çizgisinde dramatik bir azalma gözlenmiş ve kıyı çizgisi uzunluğunun sırasıyla %10,7 ve %14,9 oranlarında azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.39). Benzer şekilde, 1975 yılından 2017 yılına kadar kıyı çizgisi uzunluğunda dalgalanmalar gözlemlendiği ortaya çıkarılmıştır. Kıyı çizgisi uzunluğu 1986 yılına kadar azalma göstermiş ve sonrasında 1987 yılında başlangıçtaki uzunluğuna ulaşmıştır. Ardından 1988 ve 1995 yılları arasındaki dönemde hem artış hem de azalışlar meydana gelmiştir. Daha sonrasında ise kıyı çizgisi 1995–2000, 2002–2007, 2009–2014 dönemleri arasında karmaşık sinüzoidal olmayan dalga formuna sahip bir eğilim göstermiştir. Kıyı çizgisi 1995’ten sonraki dönemde 2001, 2008 ve 2014 yıllarında negatif pik noktasına ulaşmıştır. Kıyı çizgisinin başlangıçtaki uzunluğu ile diğer yıllarda tespit edilen uzunluklarının karşılaştırılması Şekil 4.39’da sunulmuştur. Verilen şekilde barajın su tutmaya başladığı 1975 yılı başlangıç noktası (sıfır) olarak kabul edilmiş olup başlangıç noktasına kıyasla diğer yıllar için belirlenen kıyı çizgisi uzunluklarında gerçekleşen değişim oranları gösterilmektedir.



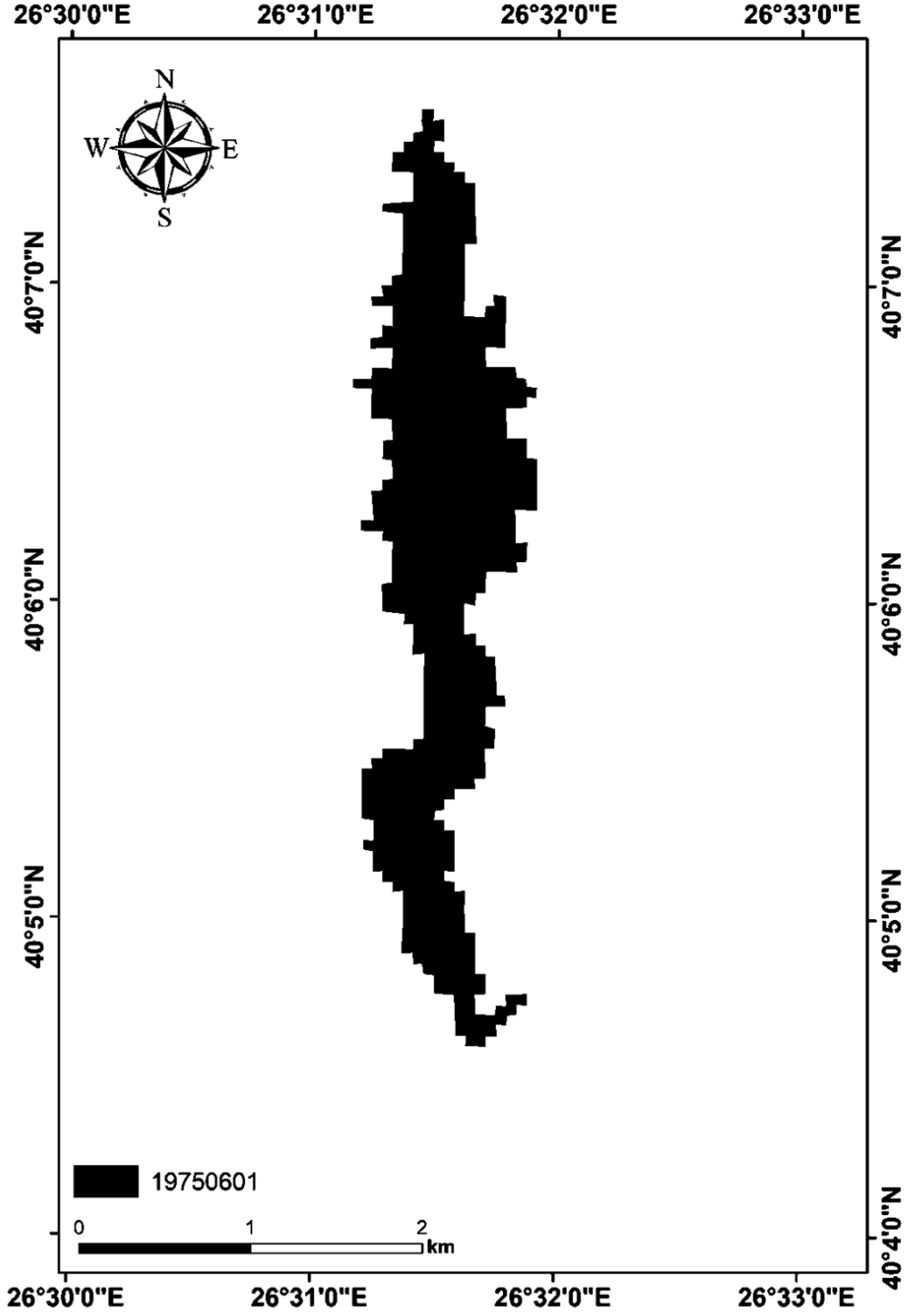
Şekil 4.38. Atıkhisar Baraj Gölü kıyı çizgisinin 1975–2017 yılları arasındaki zamansal değişimi



Şekil 4.39. Atıkhisar Baraj Gölü kıyı çizgisinin 1975–2017 yılları arasındaki değişim oranı

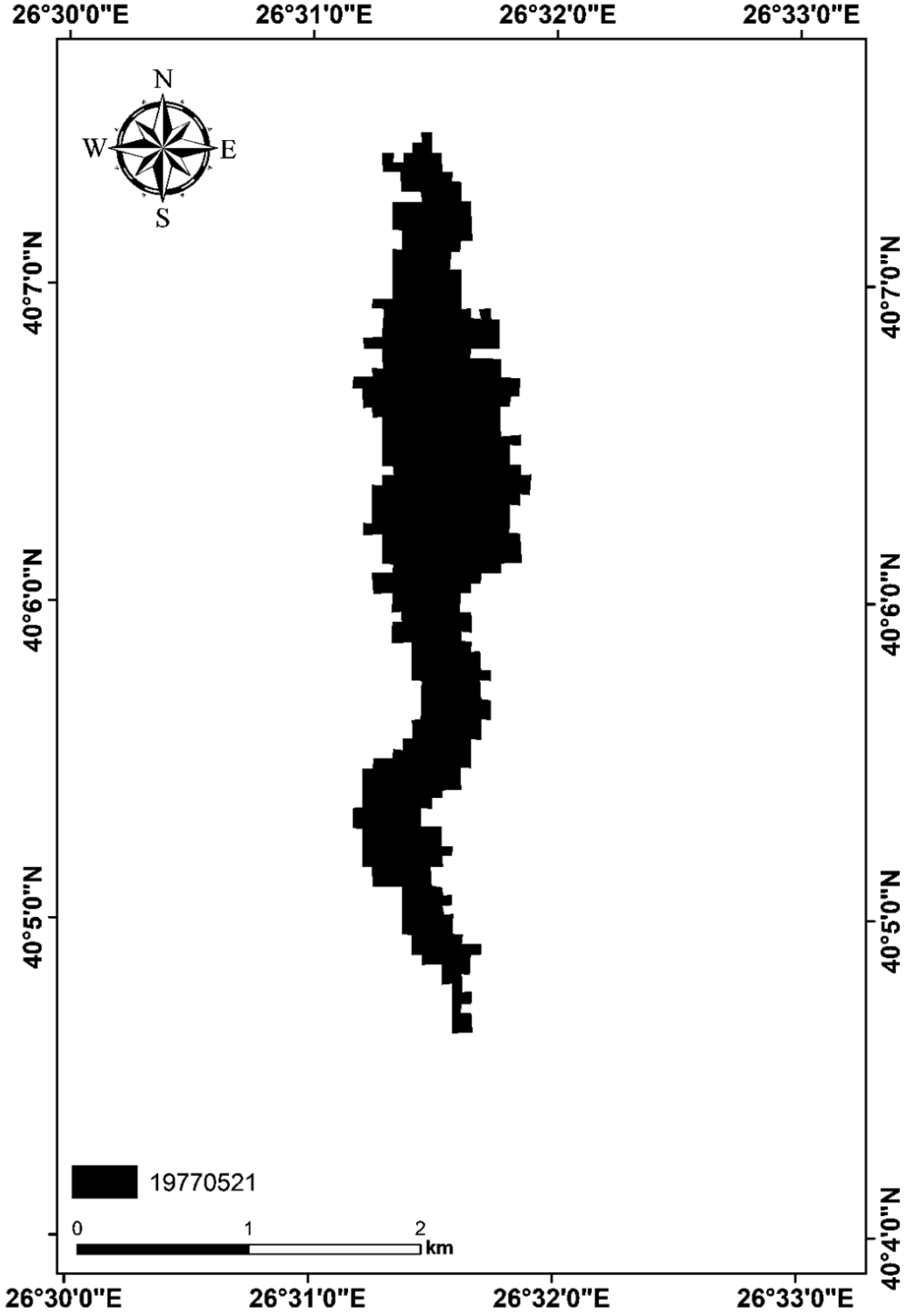
4.1.2. Yüzey Alanı Değişimlerinin İzlenmesi

Atikhisar Baraj Gölü'nün toplam su yüzeyi alanı barajda su tutulmaya başlanan ilk dönem olan Haziran 1975'te 2,783 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.40).



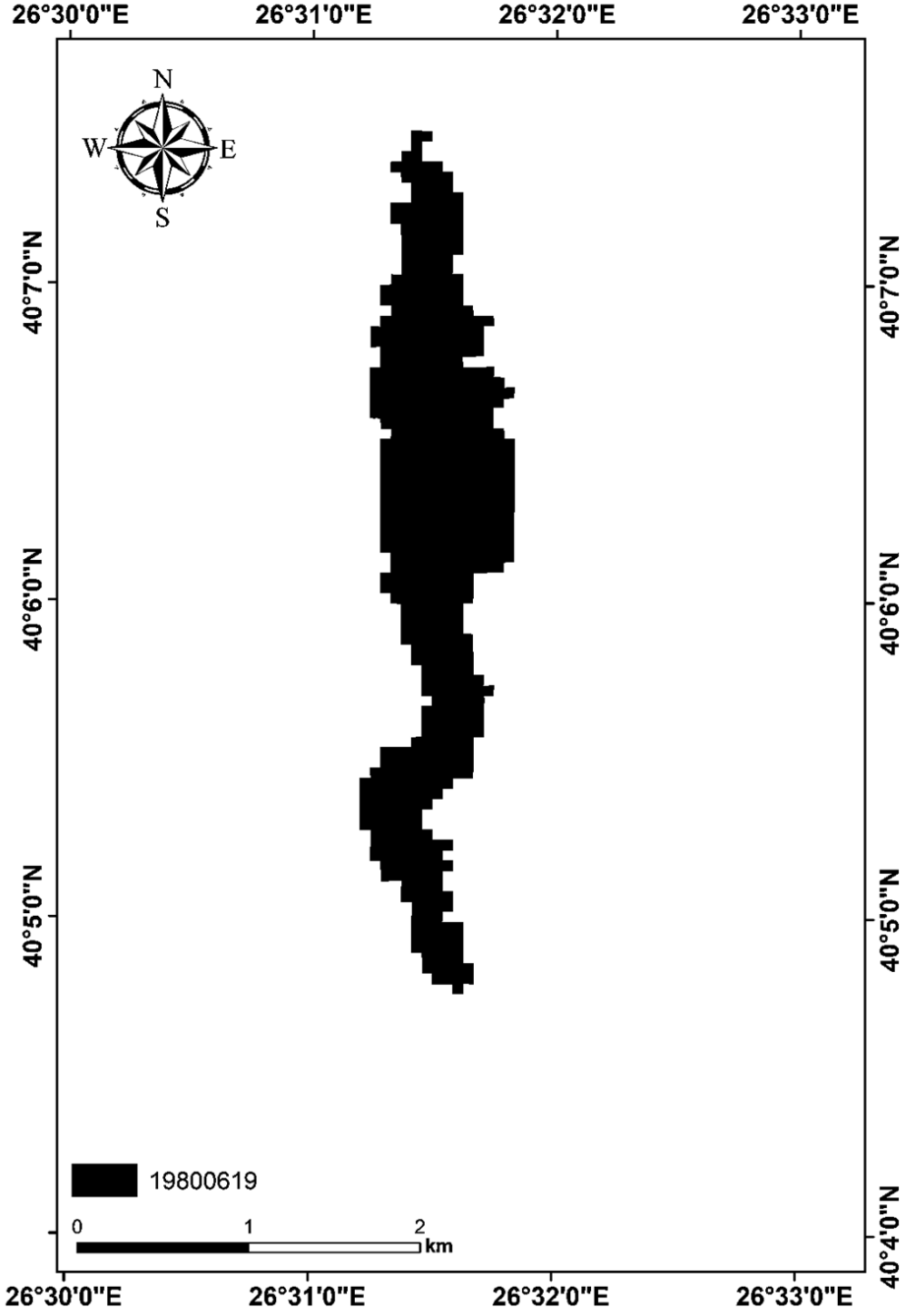
Şekil 4.40. 1975 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1977 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,511 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.41).



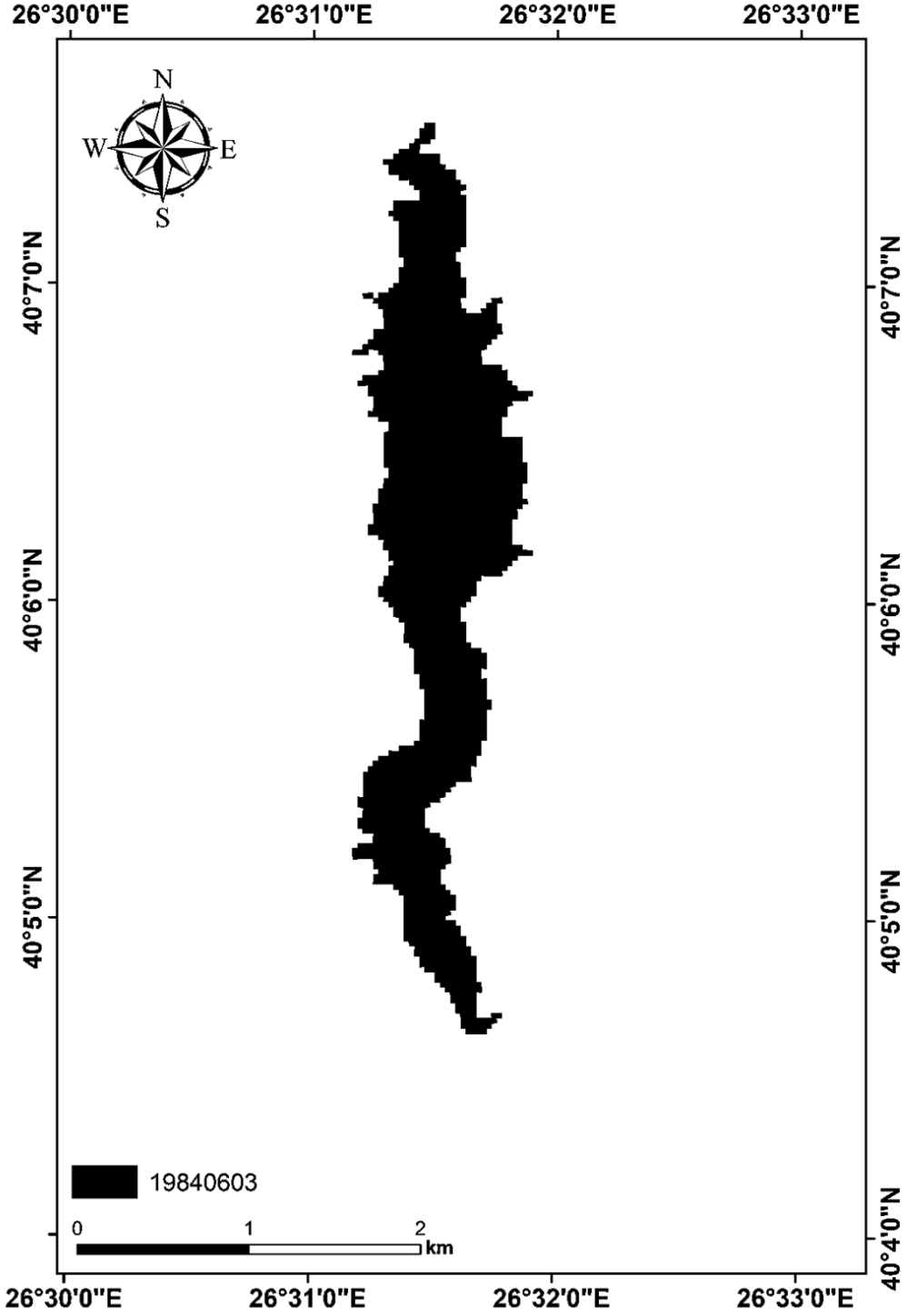
Şekil 4.41. 1977 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1980 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,348 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.42).



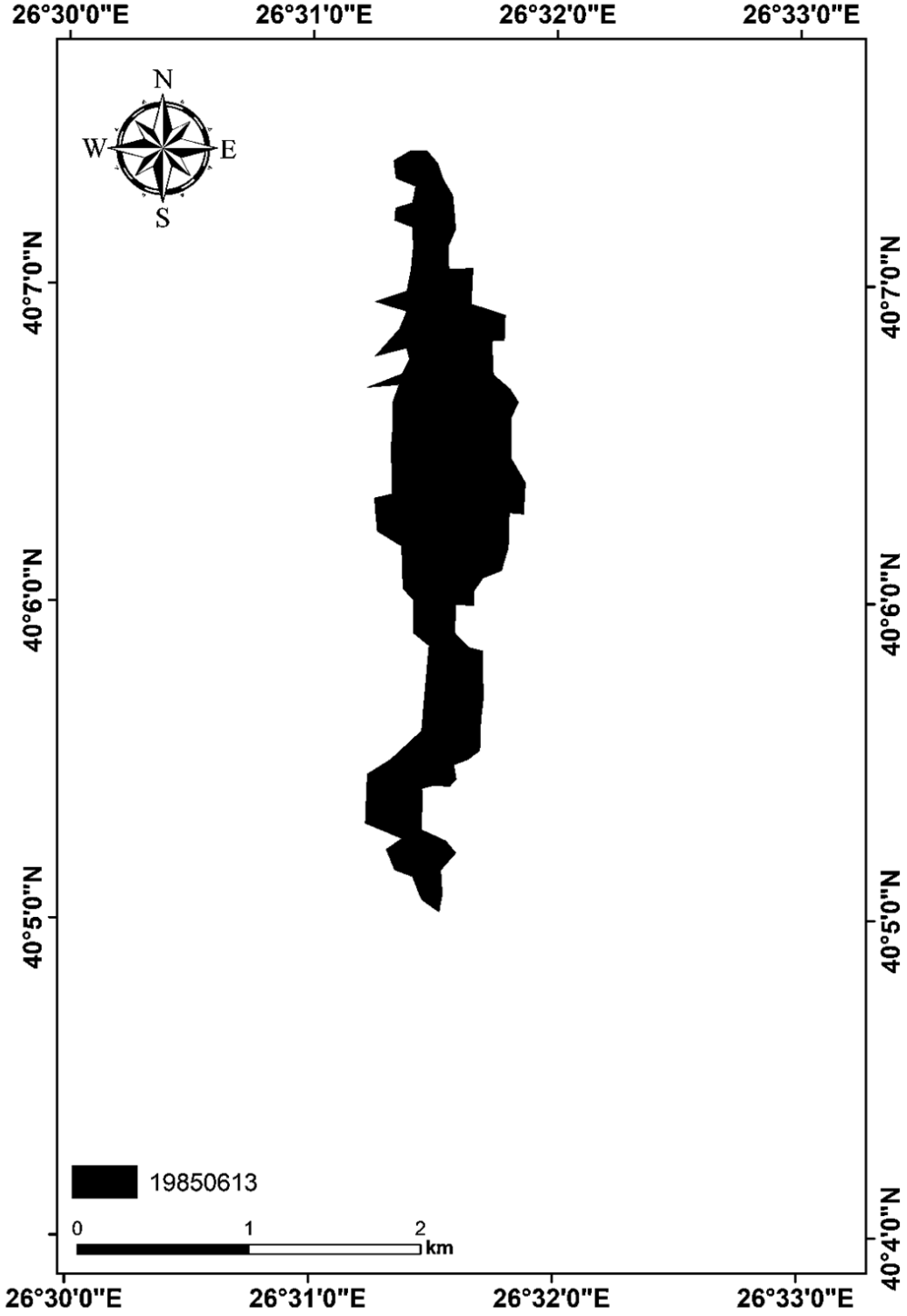
Şekil 4.42. 1980 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1984 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,568 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.43).



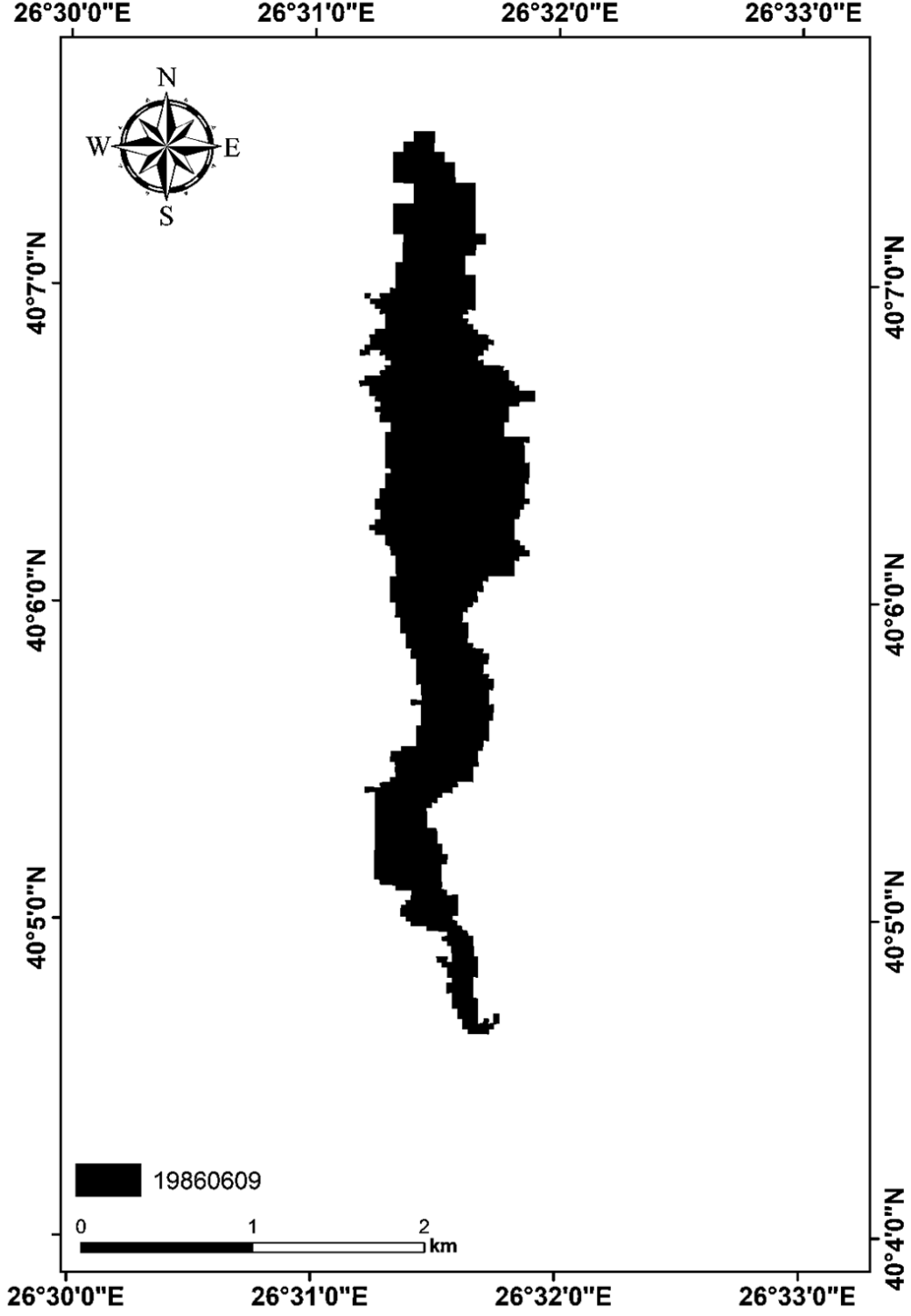
Şekil 4.43. 1984 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1985 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 1,941 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.44).



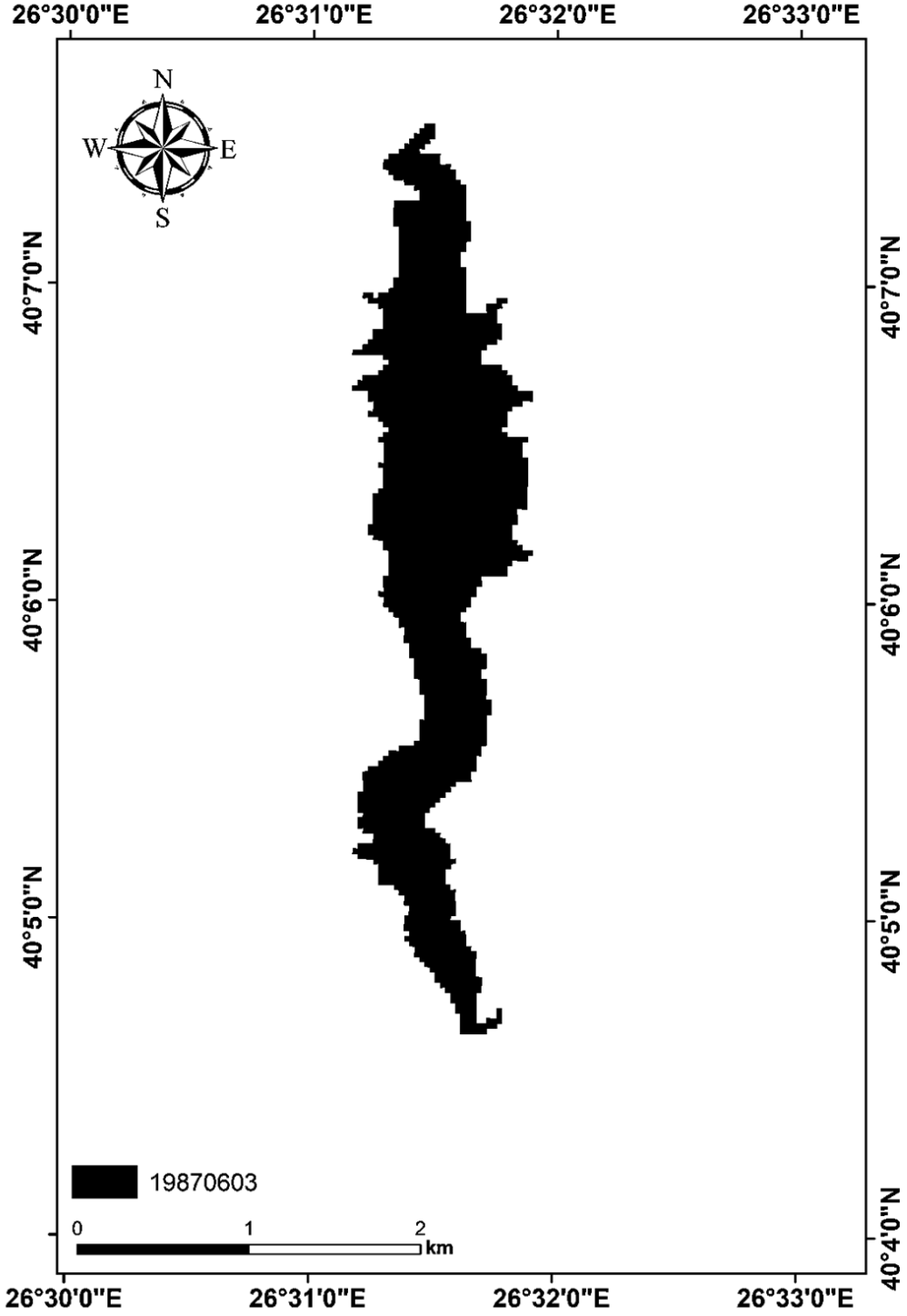
Şekil 4.44. 1985 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1986 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 1,723 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.45).



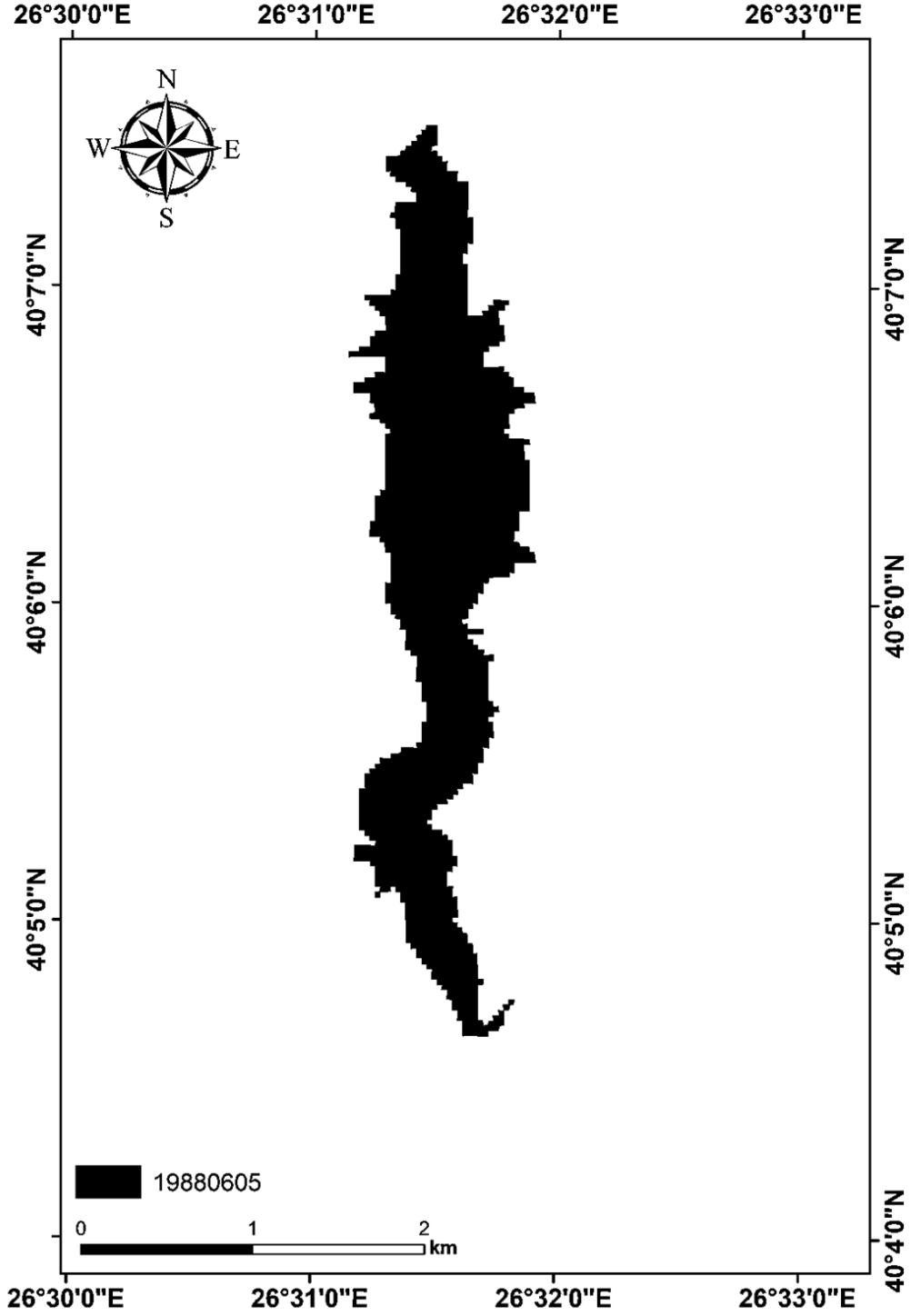
Şekil 4.45. 1986 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1987 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,644 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.46).



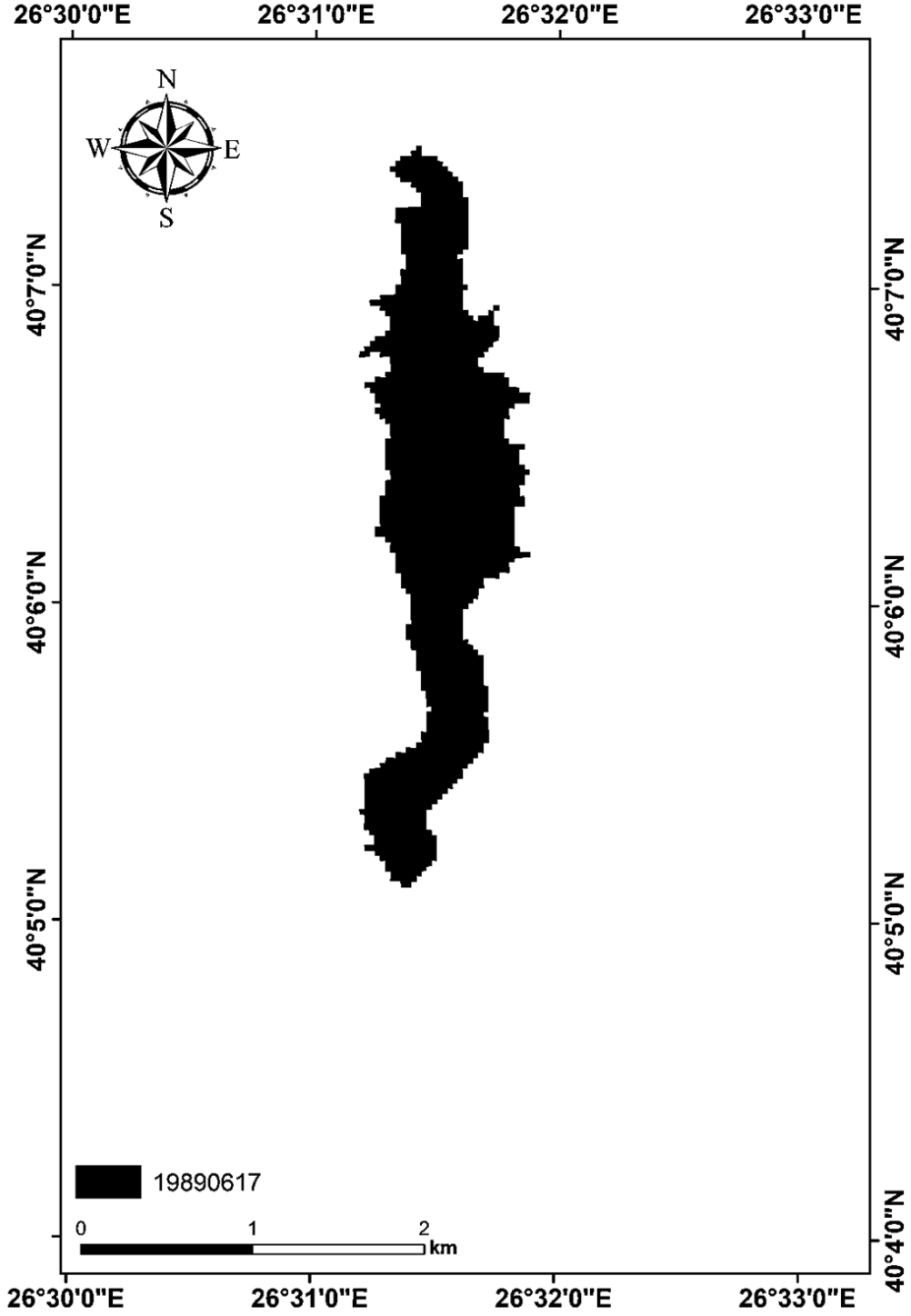
Şekil 4.46. 1987 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1988 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,713 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.47).



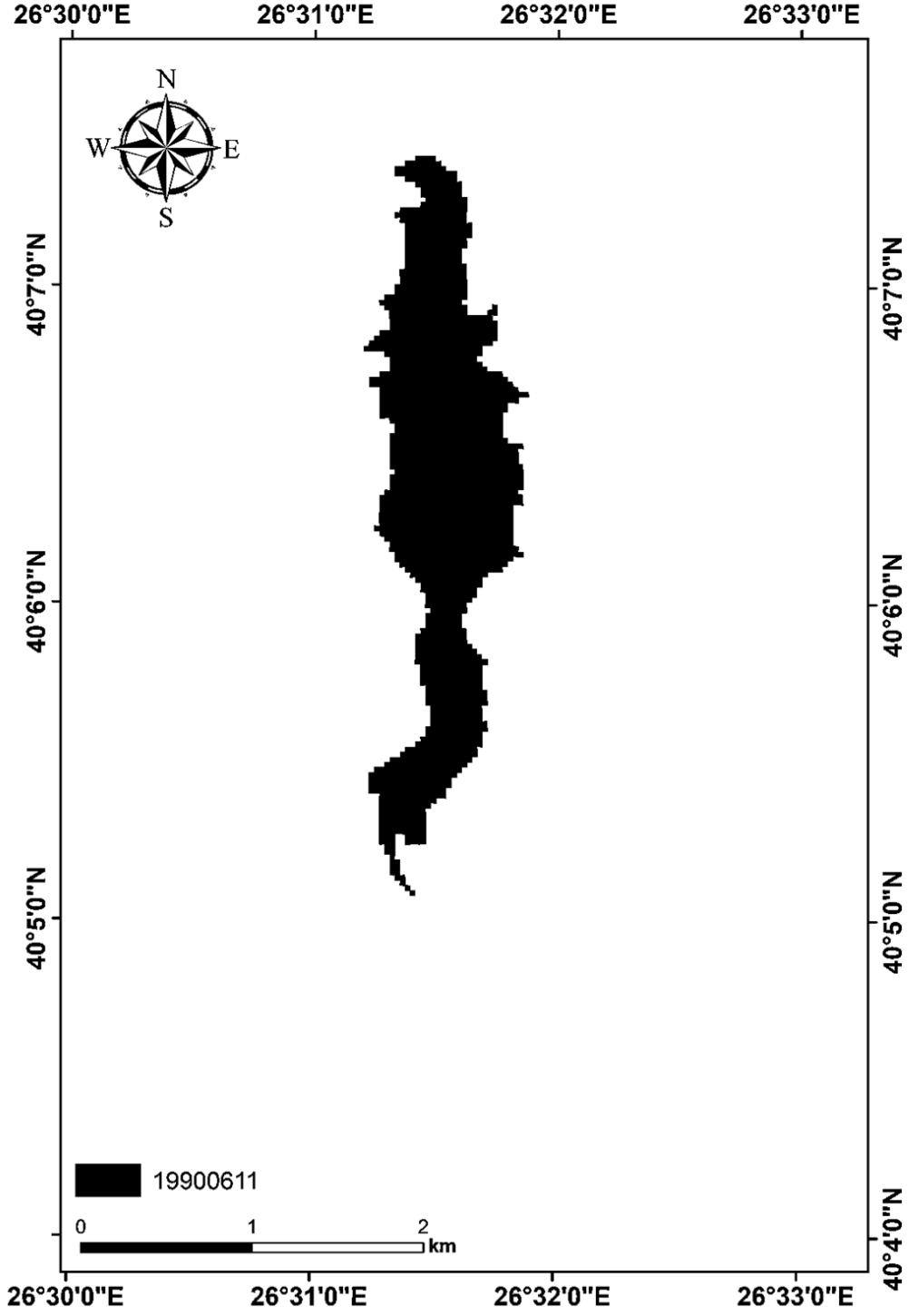
Şekil 4.47. 1988 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1989 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,140 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.48).



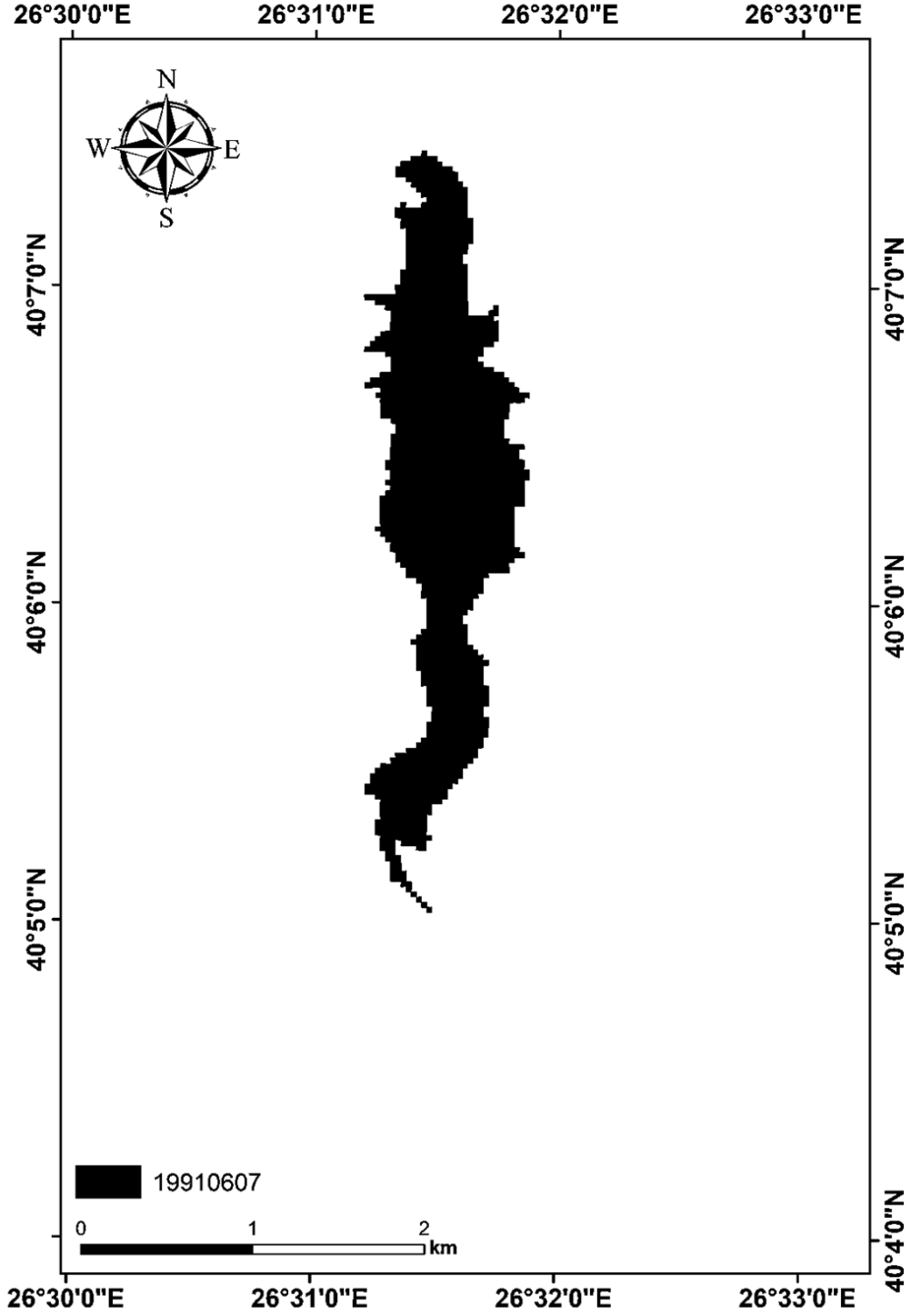
Şekil 4.48. 1989 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1990 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 1,969 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.49).



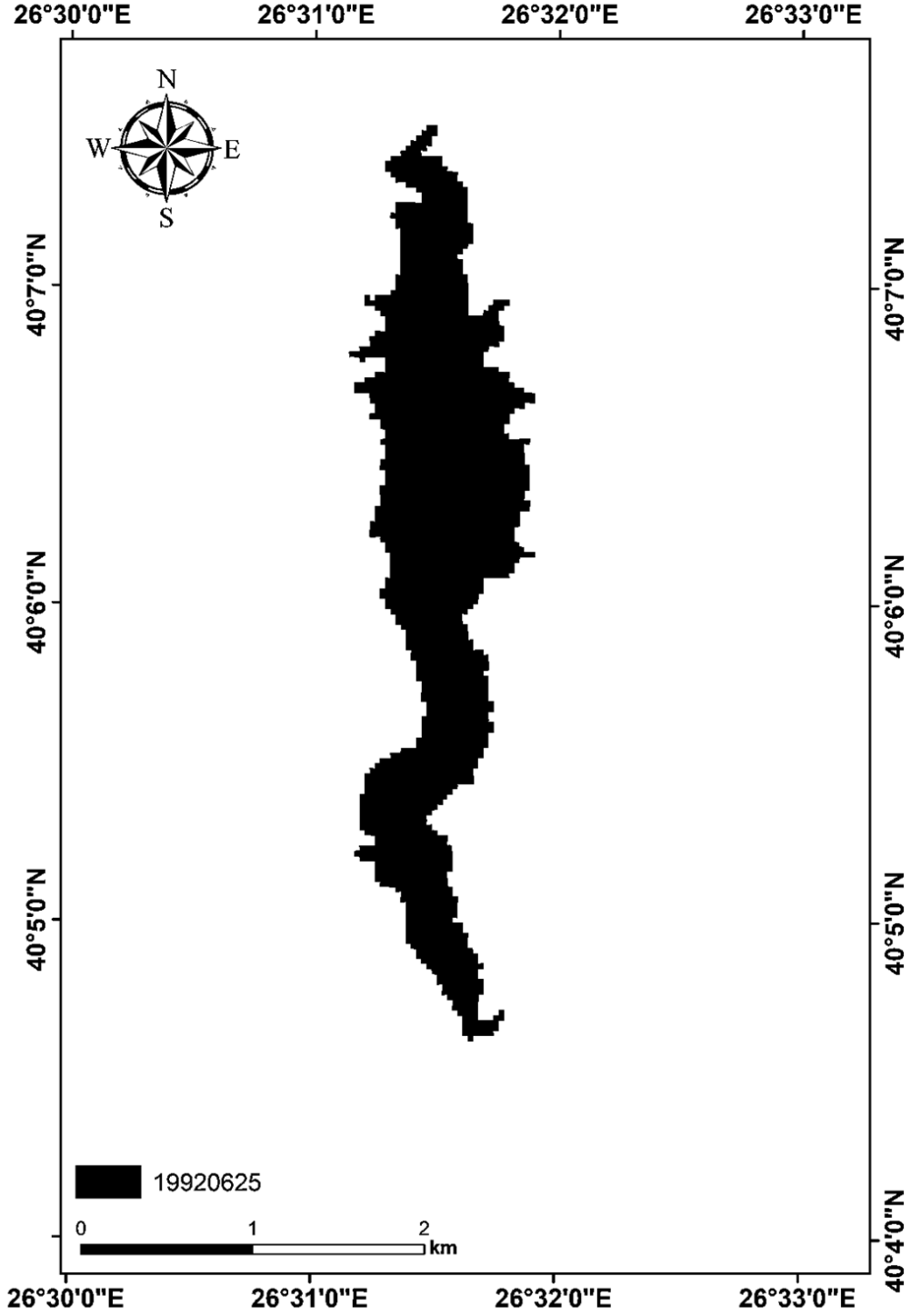
Şekil 4.49. 1990 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1991 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,038 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.50).



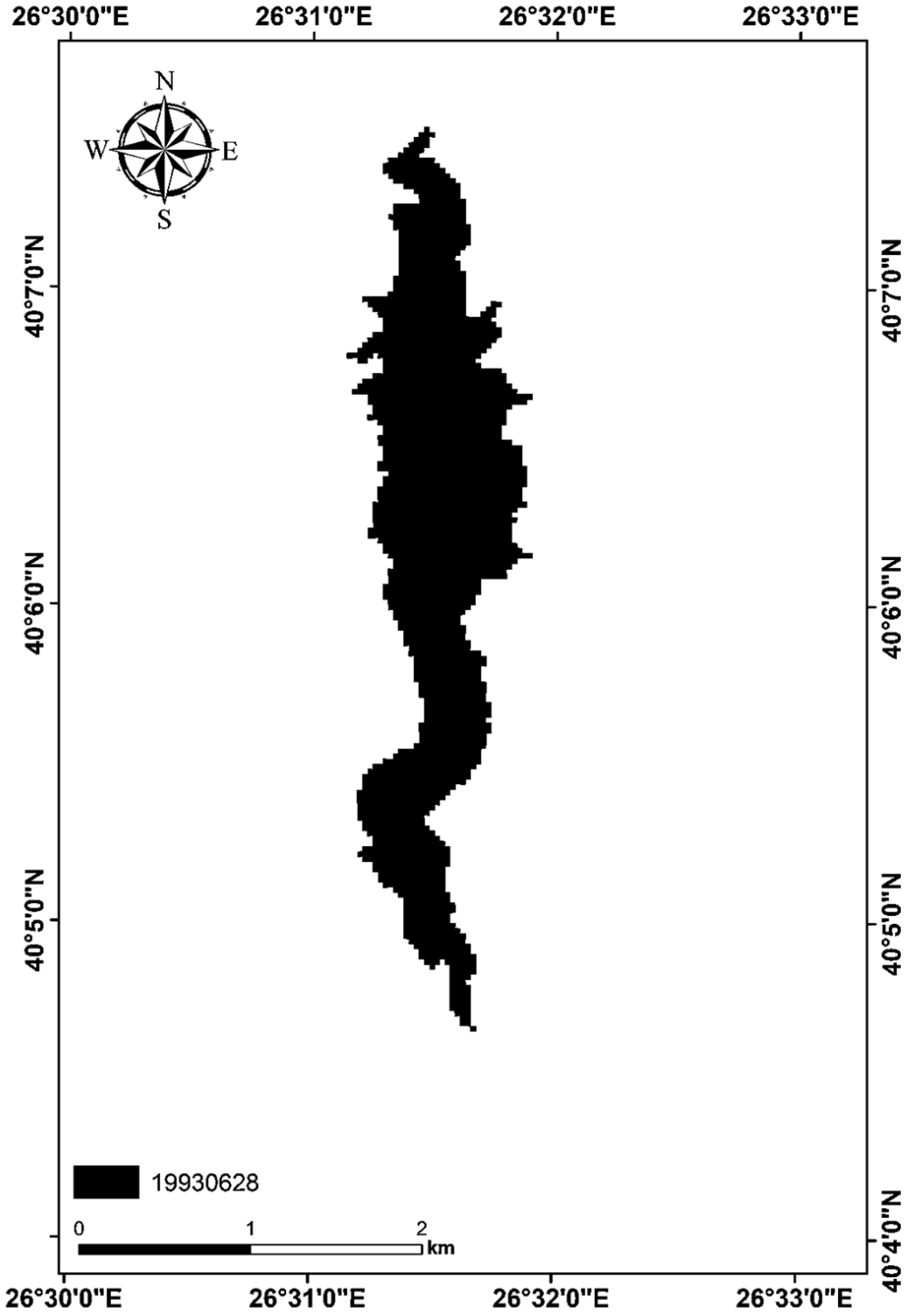
Şekil 4.50. 1991 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1992 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,674 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.51).



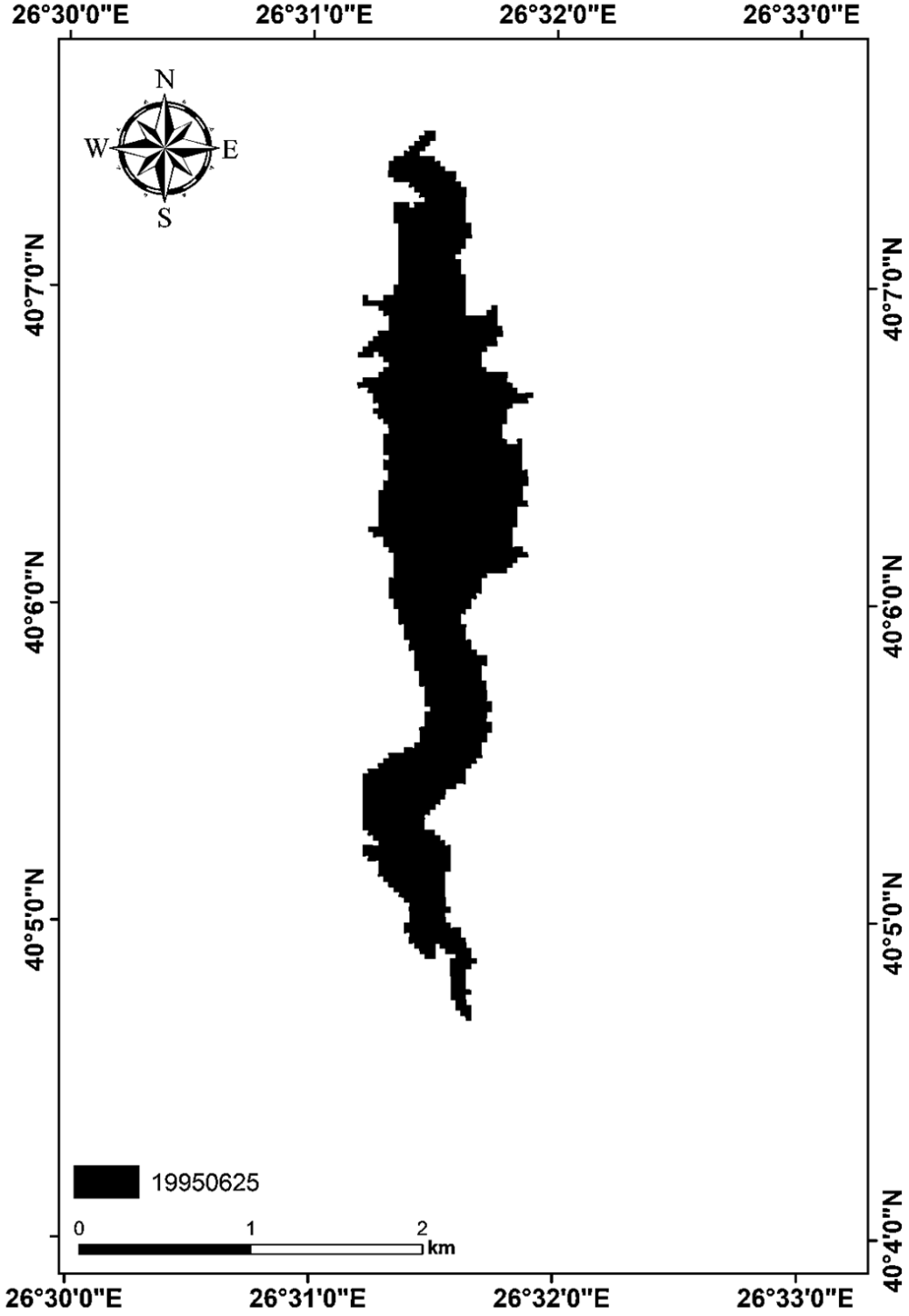
Şekil 4.51. 1992 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1993 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,571 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.52).



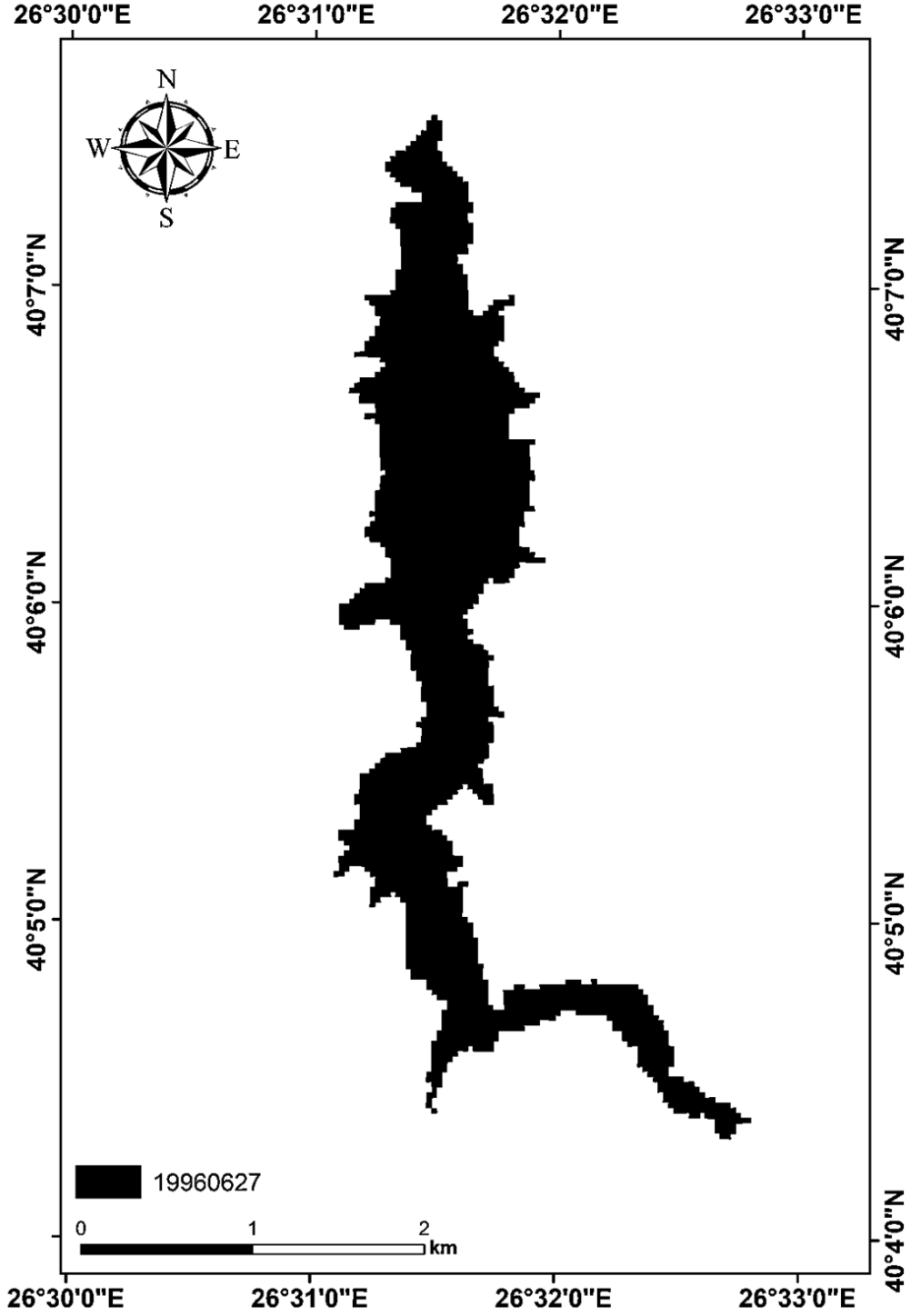
Şekil 4.52. 1993 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1995 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,433 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.53).



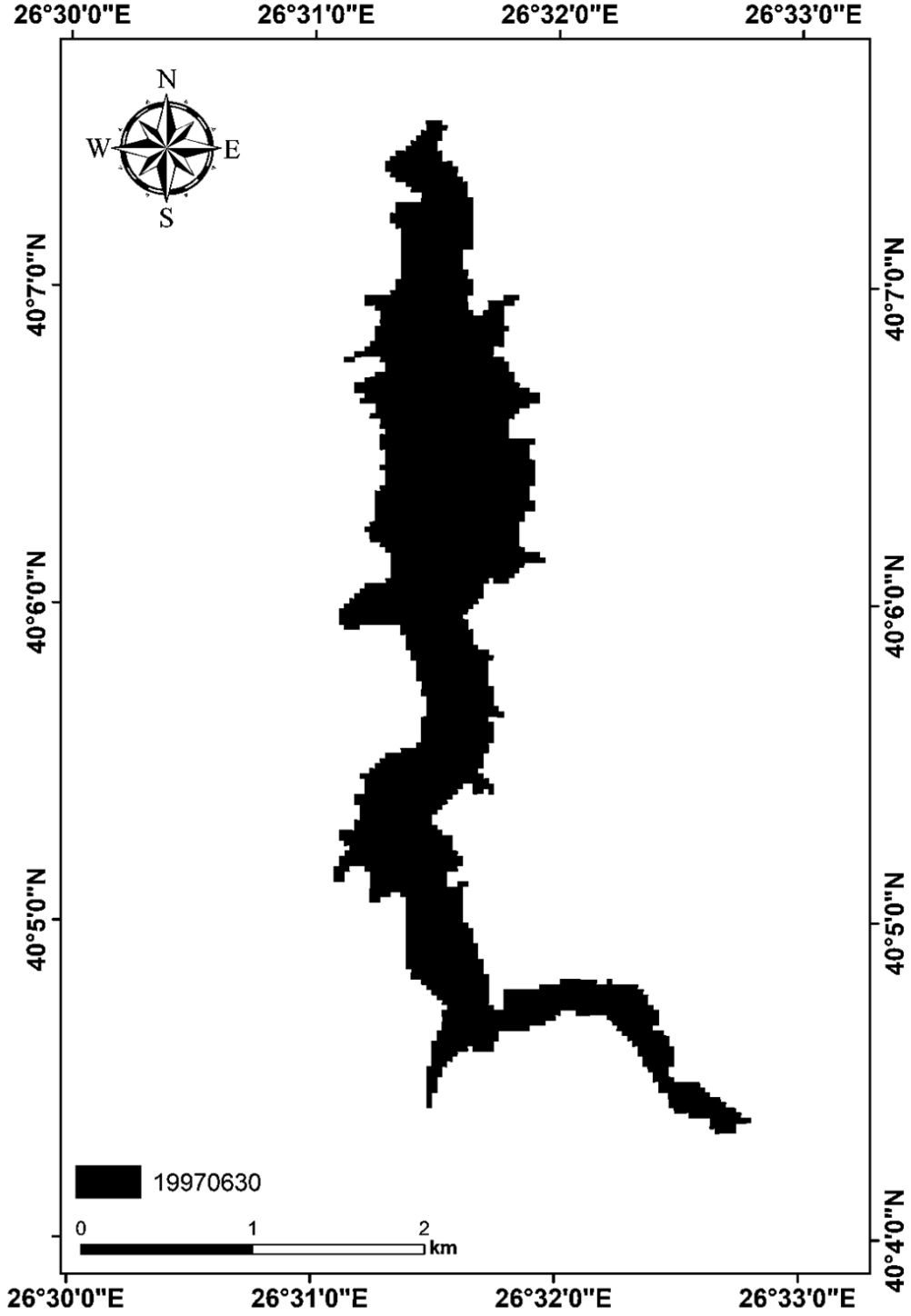
Şekil 4.53. 1995 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1996 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,403 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.54).



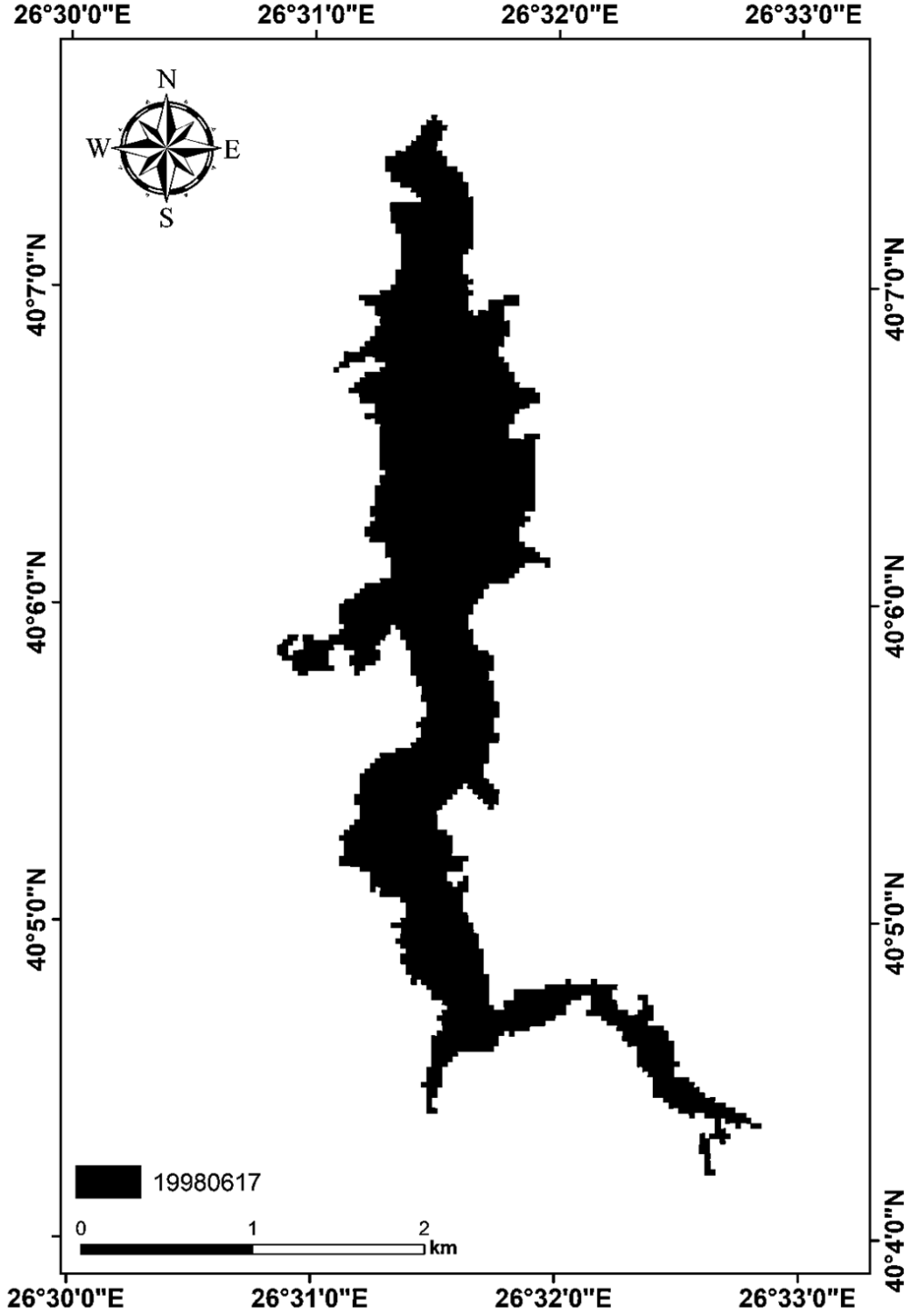
Şekil 4.54. 1996 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1997 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,403 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.55).



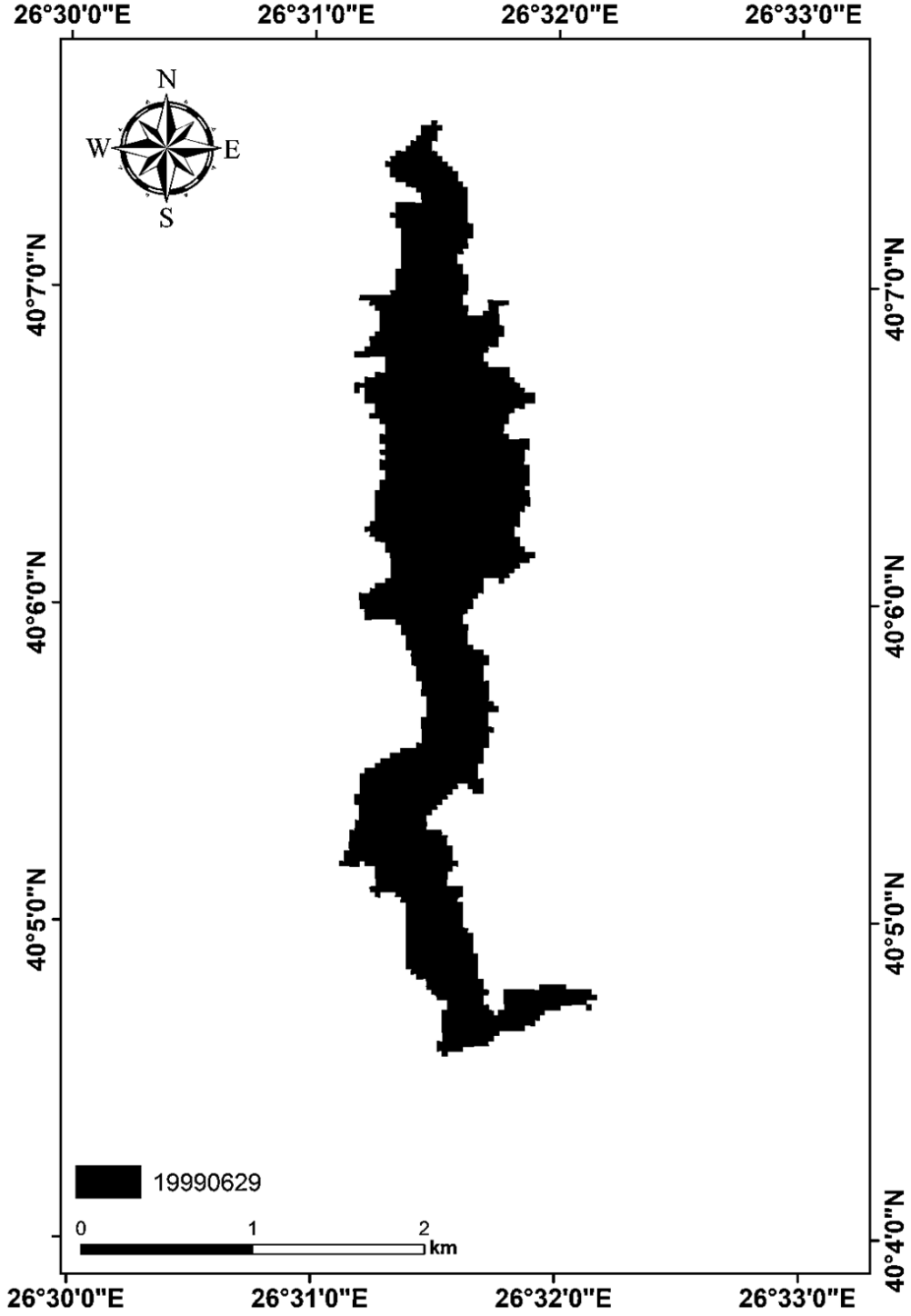
Şekil 4.55. 1997 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1998 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,619 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.56).



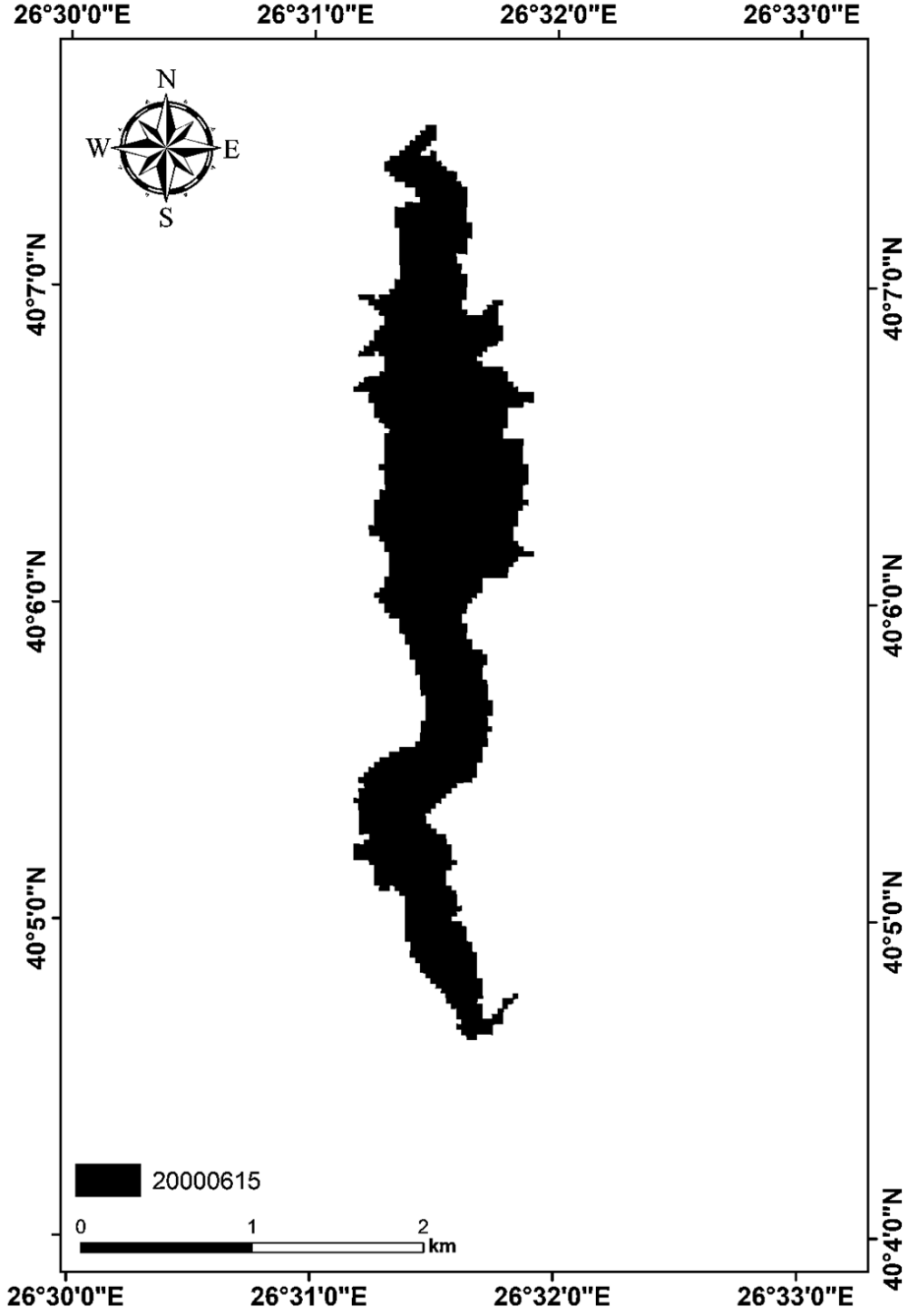
Şekil 4.56. 1998 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 1999 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,943 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.57).



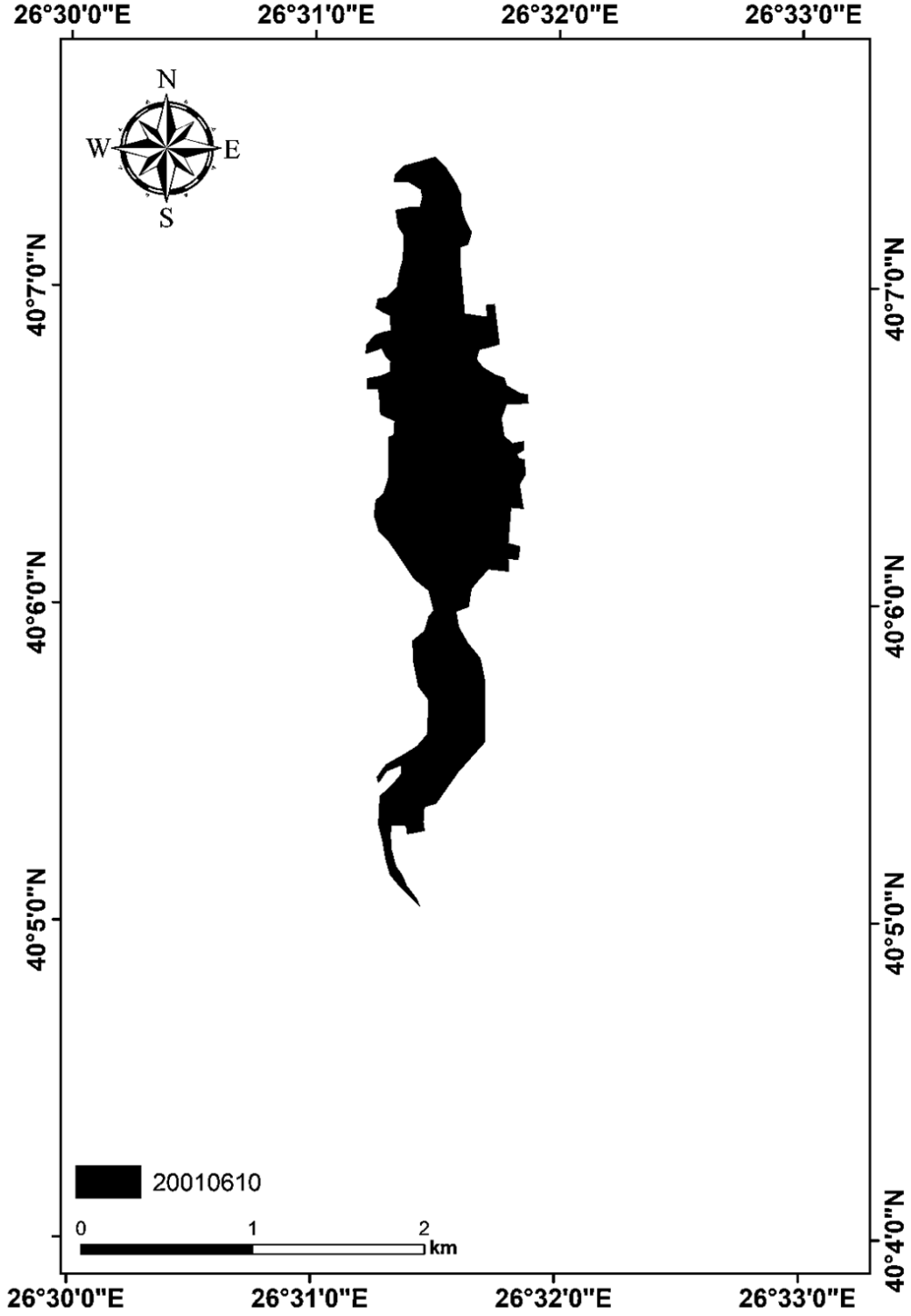
Şekil 4.57. 1999 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2000 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,683 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.58).



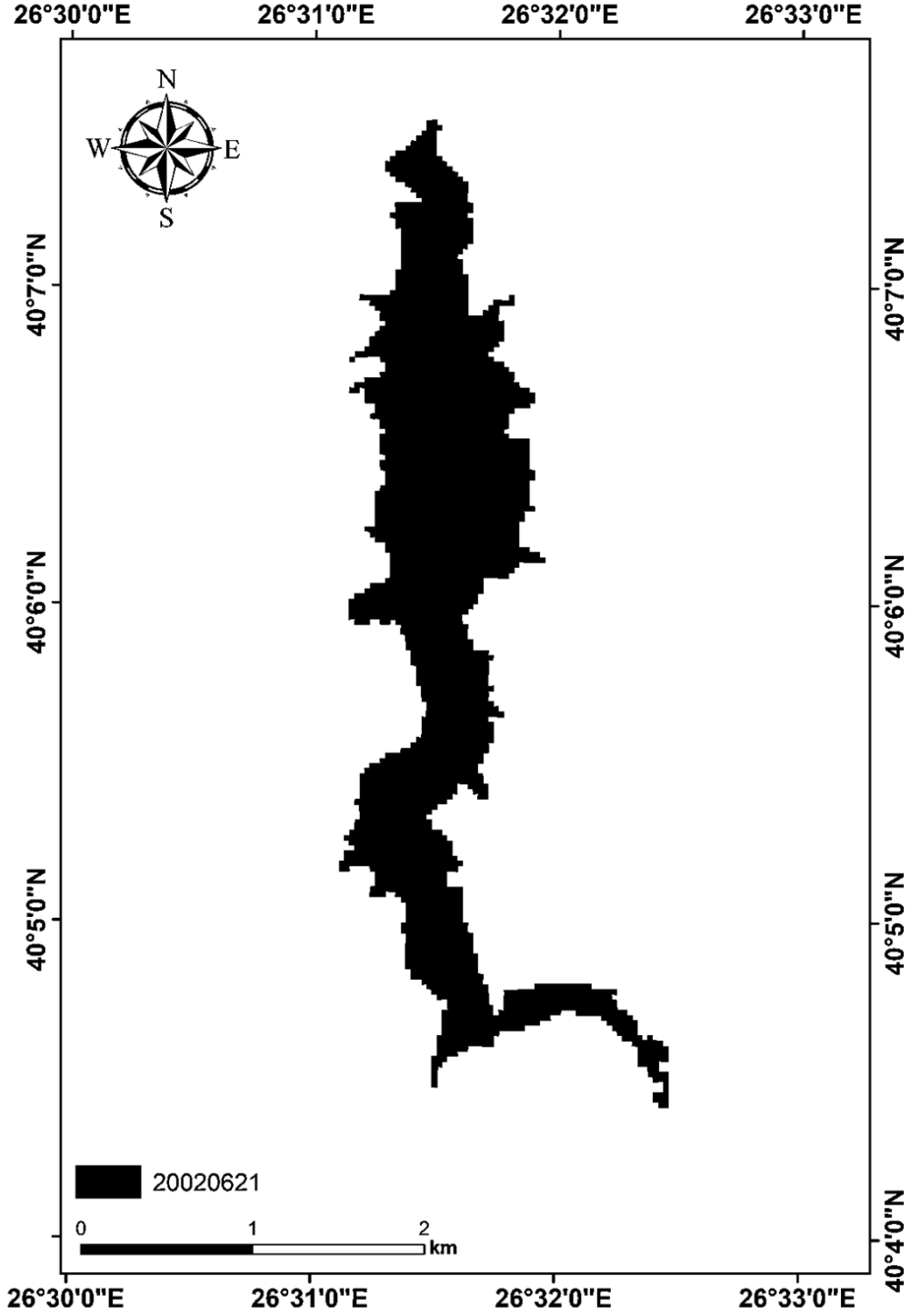
Şekil 4.58. 2000 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2001 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 1,906 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.59).



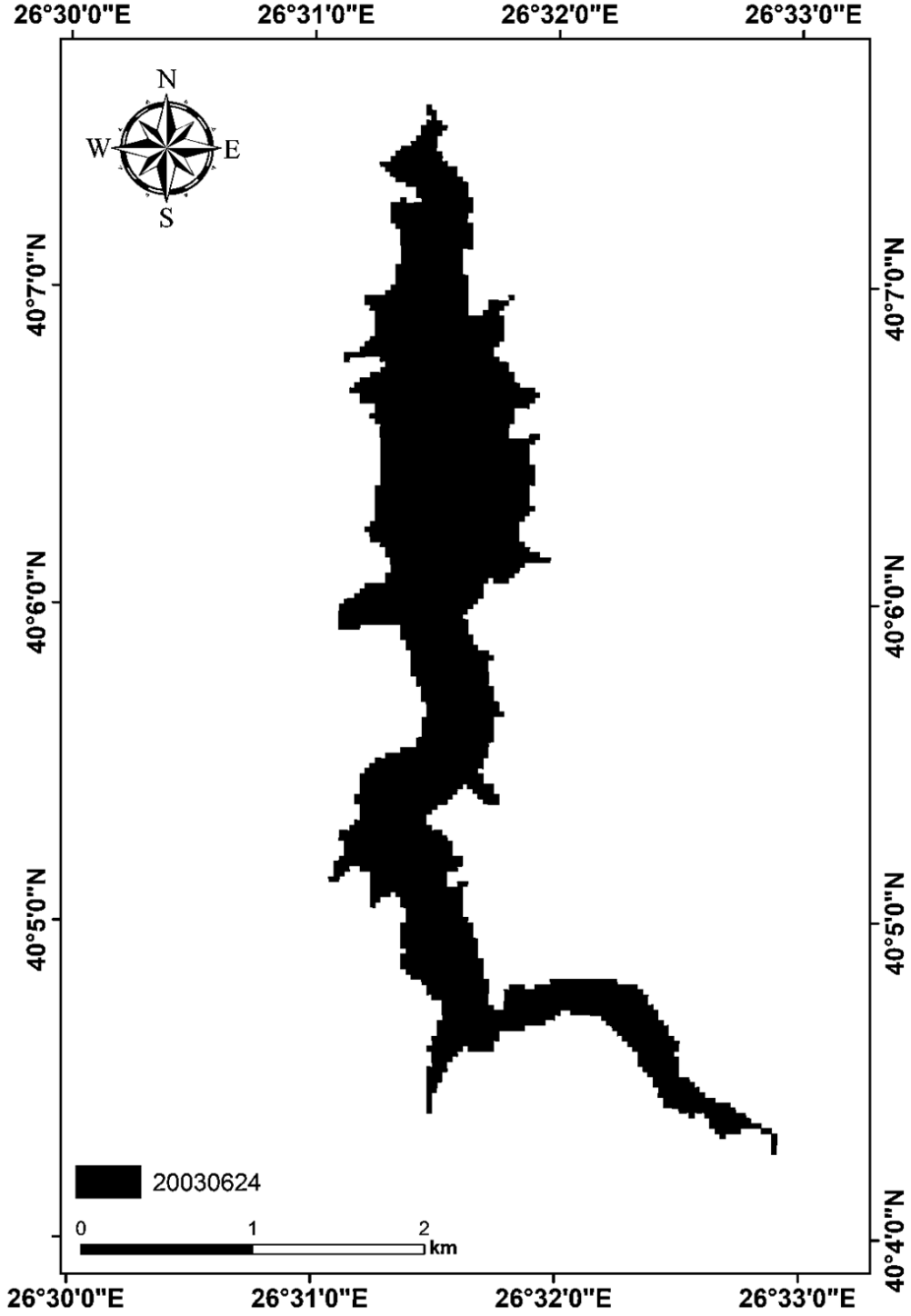
Şekil 4.59. 2001 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2002 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,165 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.60).



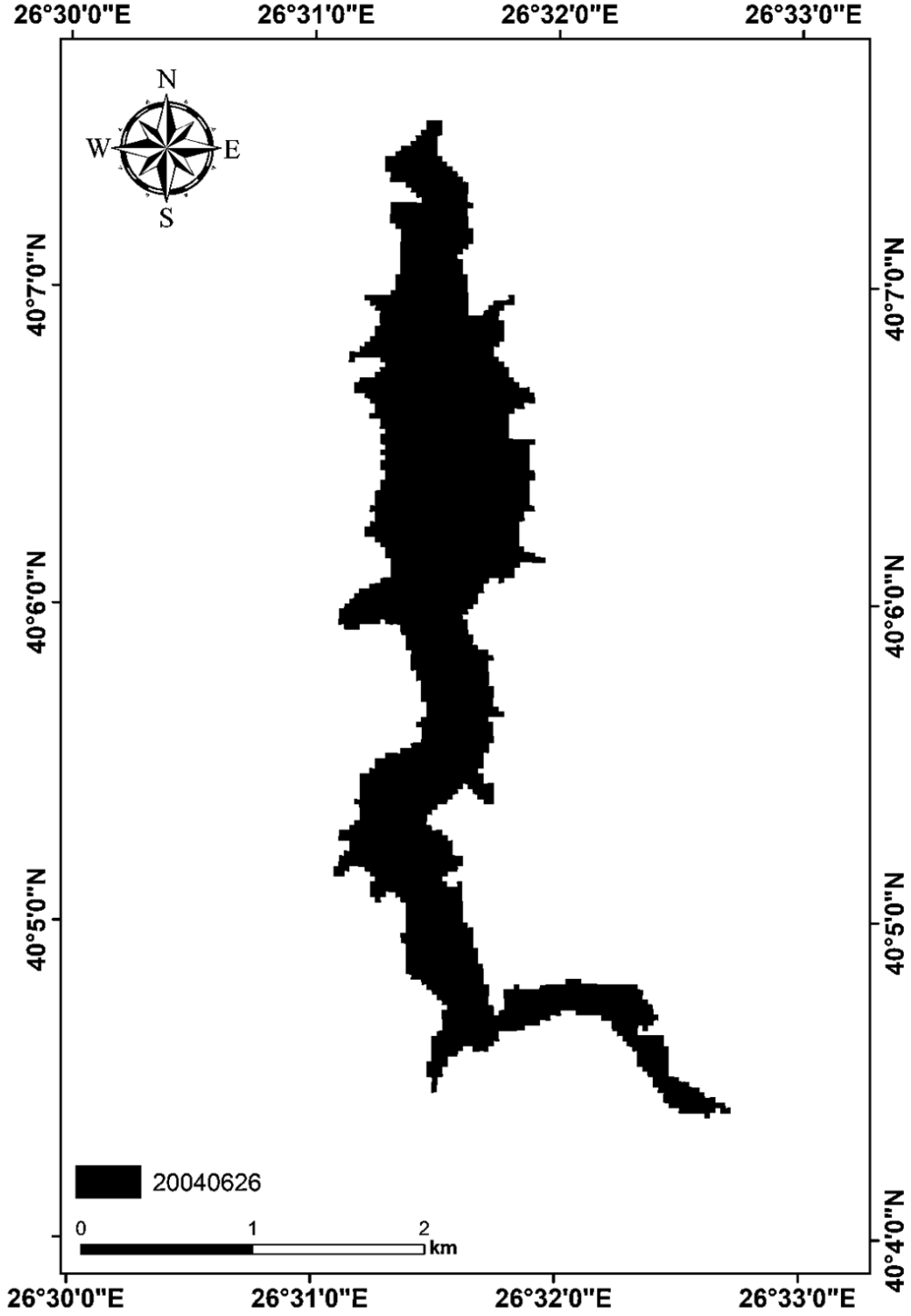
Şekil 4.60. 2002 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2003 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,516 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.61).



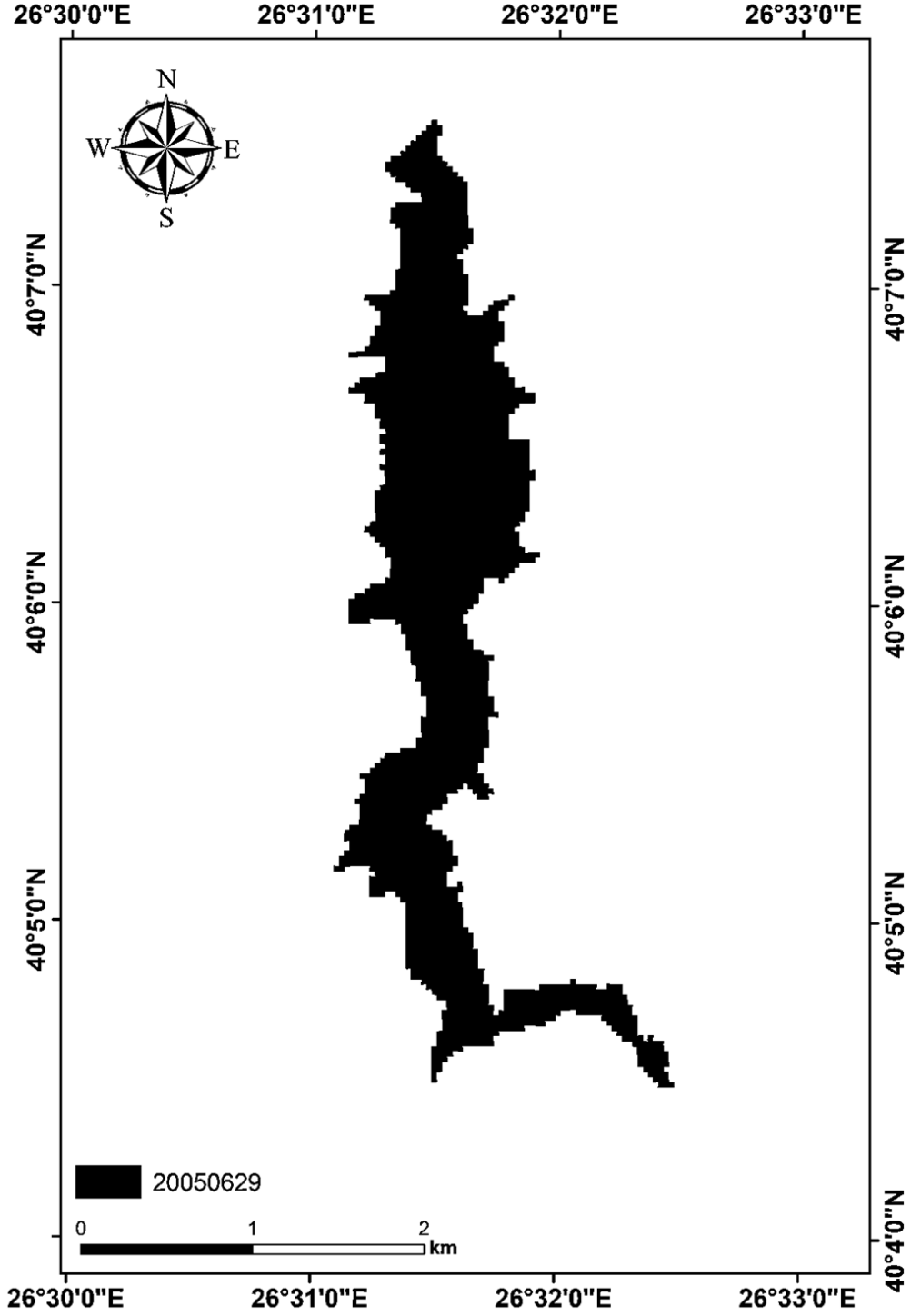
Şekil 4.61. 2003 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2004 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,320 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.62).



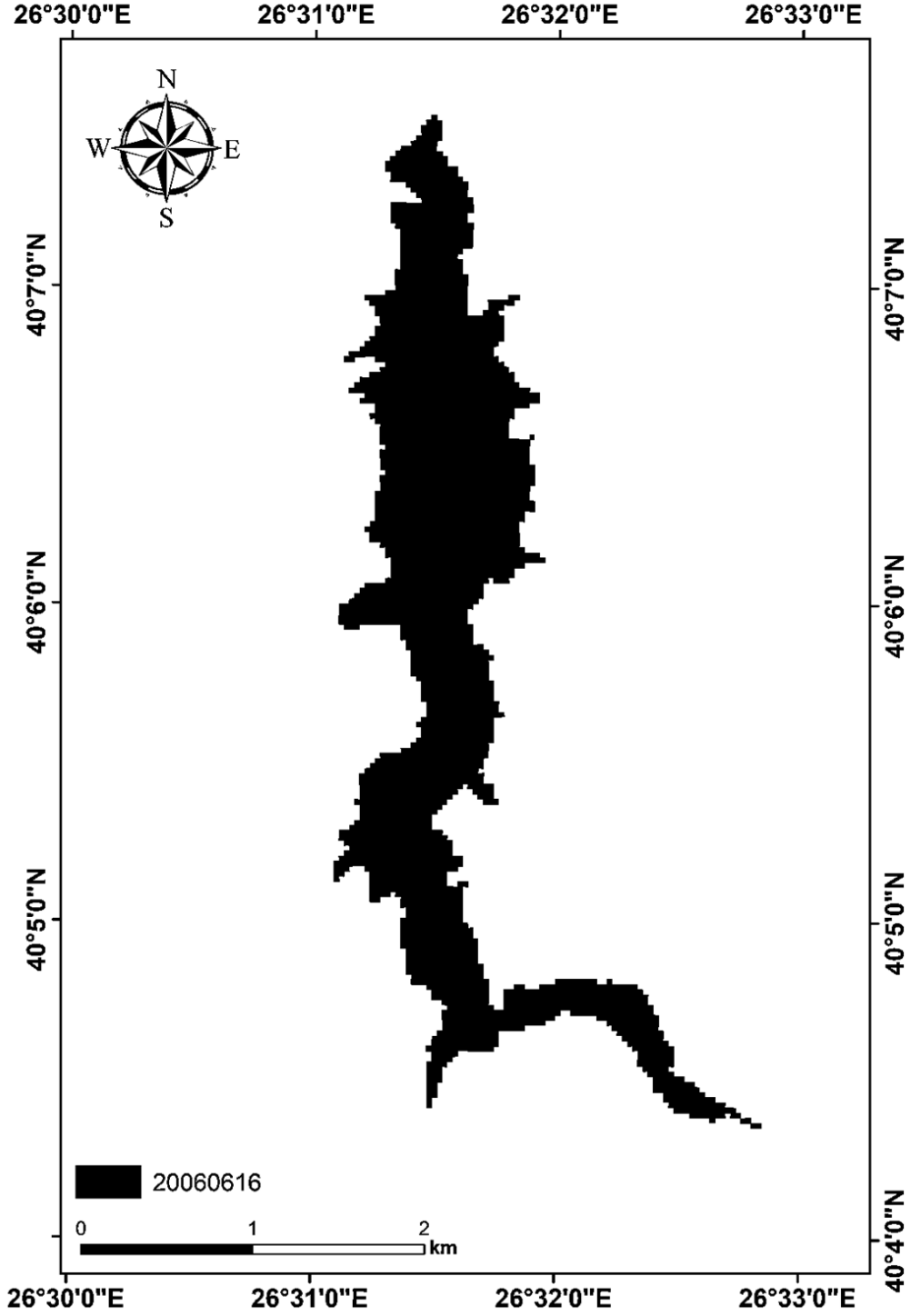
Şekil 4.62. 2004 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2005 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,152 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.63).



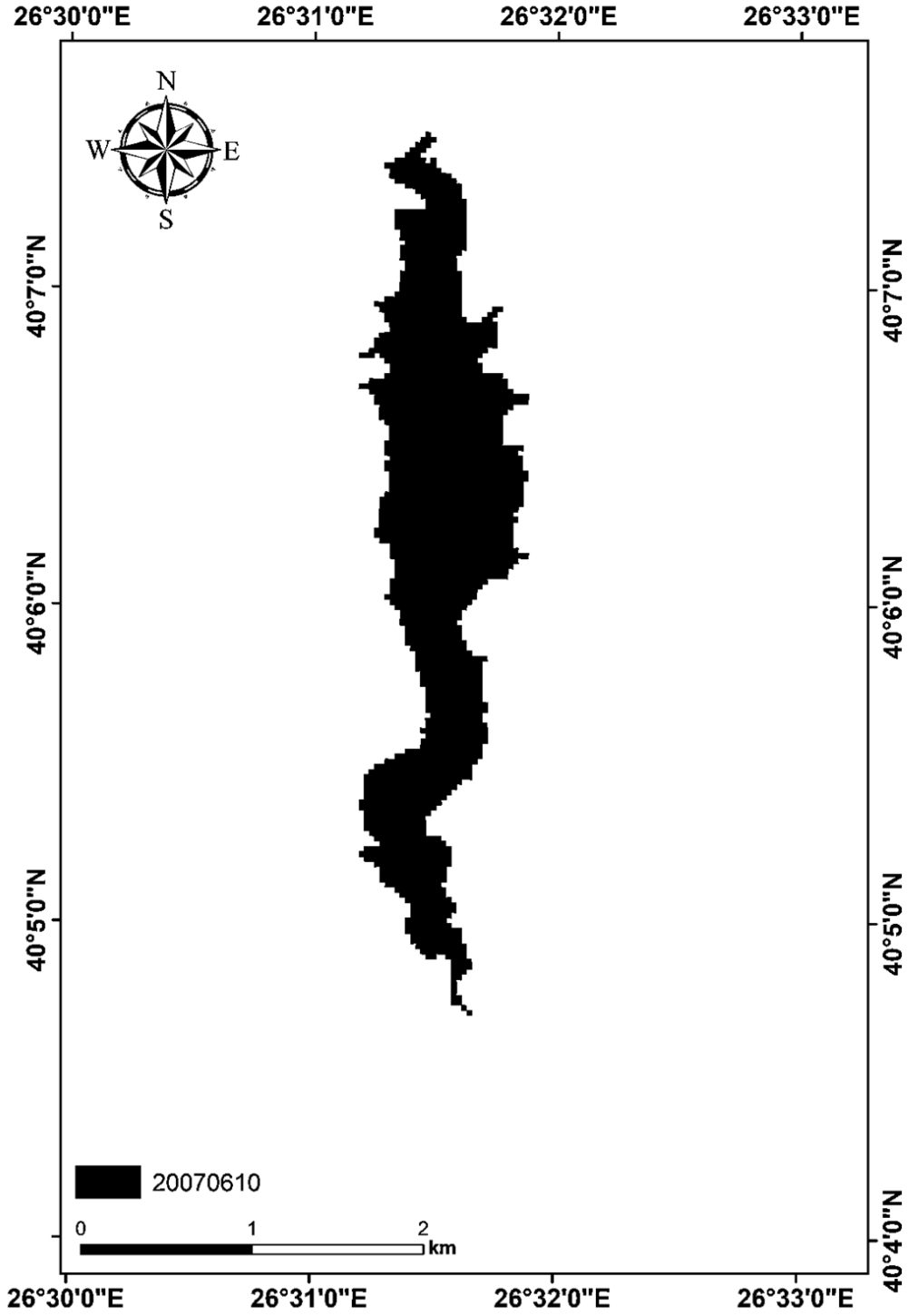
Şekil 4.63. 2005 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2006 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,464 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.64).



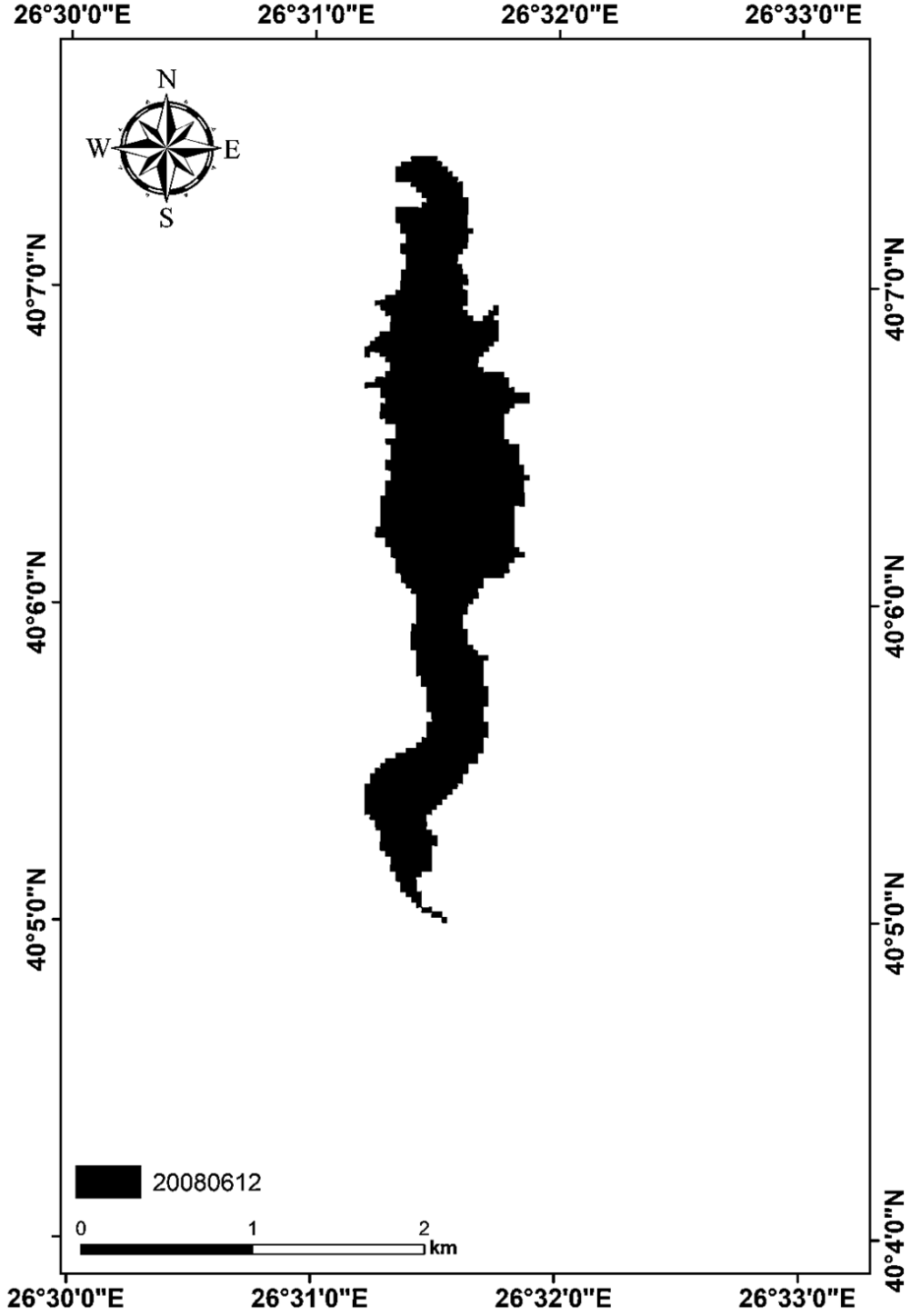
Şekil 4.64. 2006 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2007 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,361 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.65).



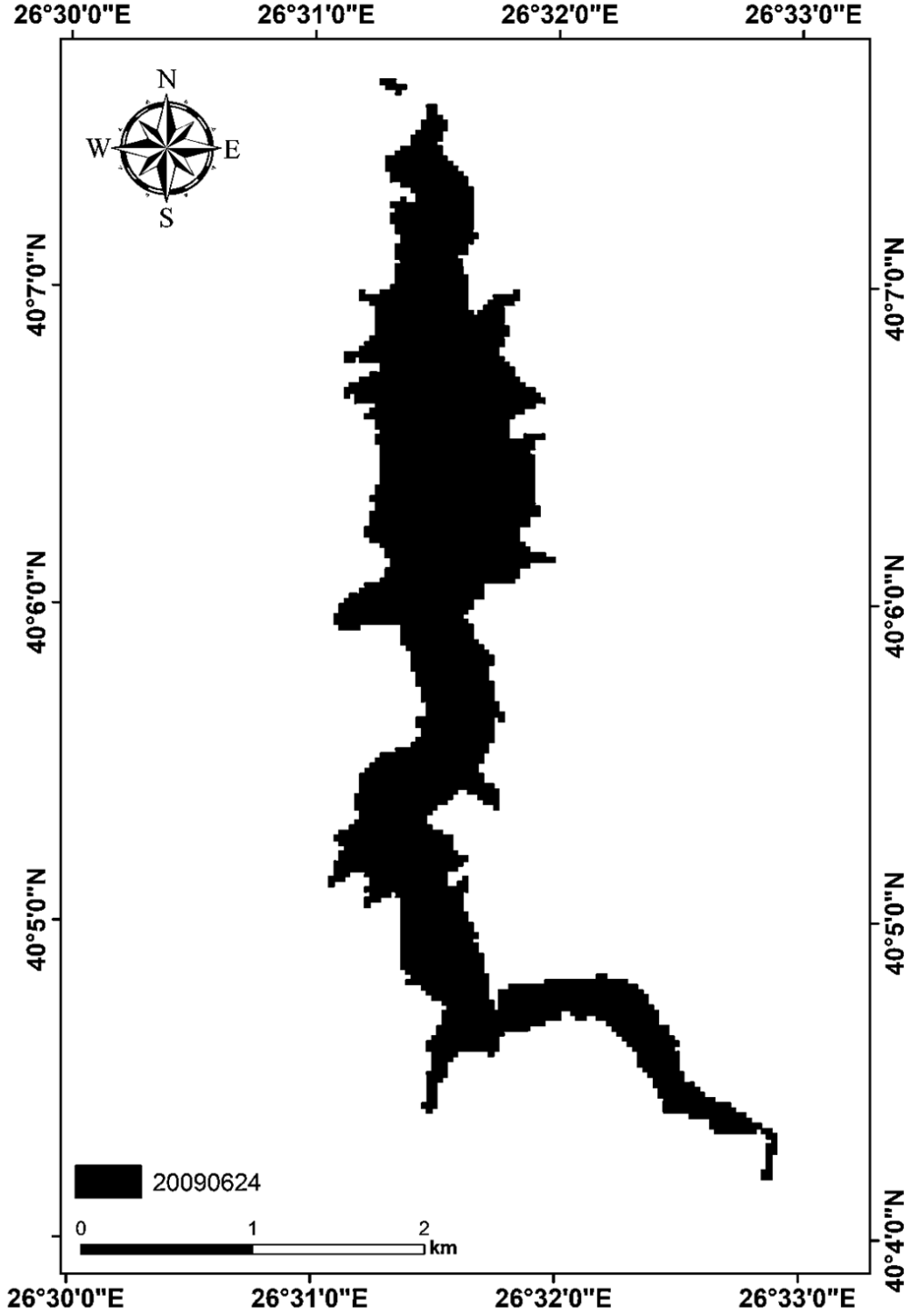
Şekil 4.65. 2007 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2008 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 2,107 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.66).



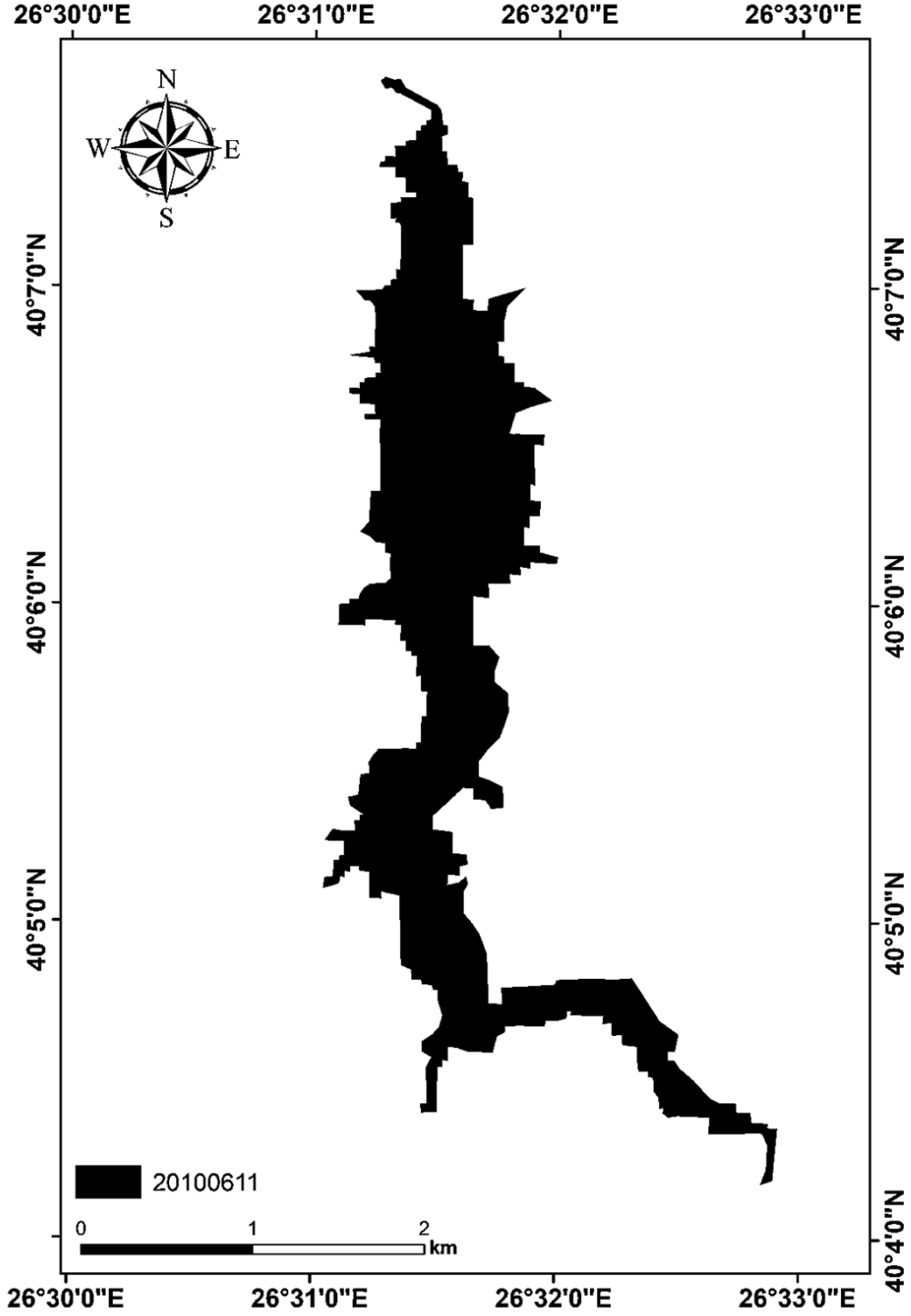
Şekil 4.66. 2008 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2009 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,664 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.67).



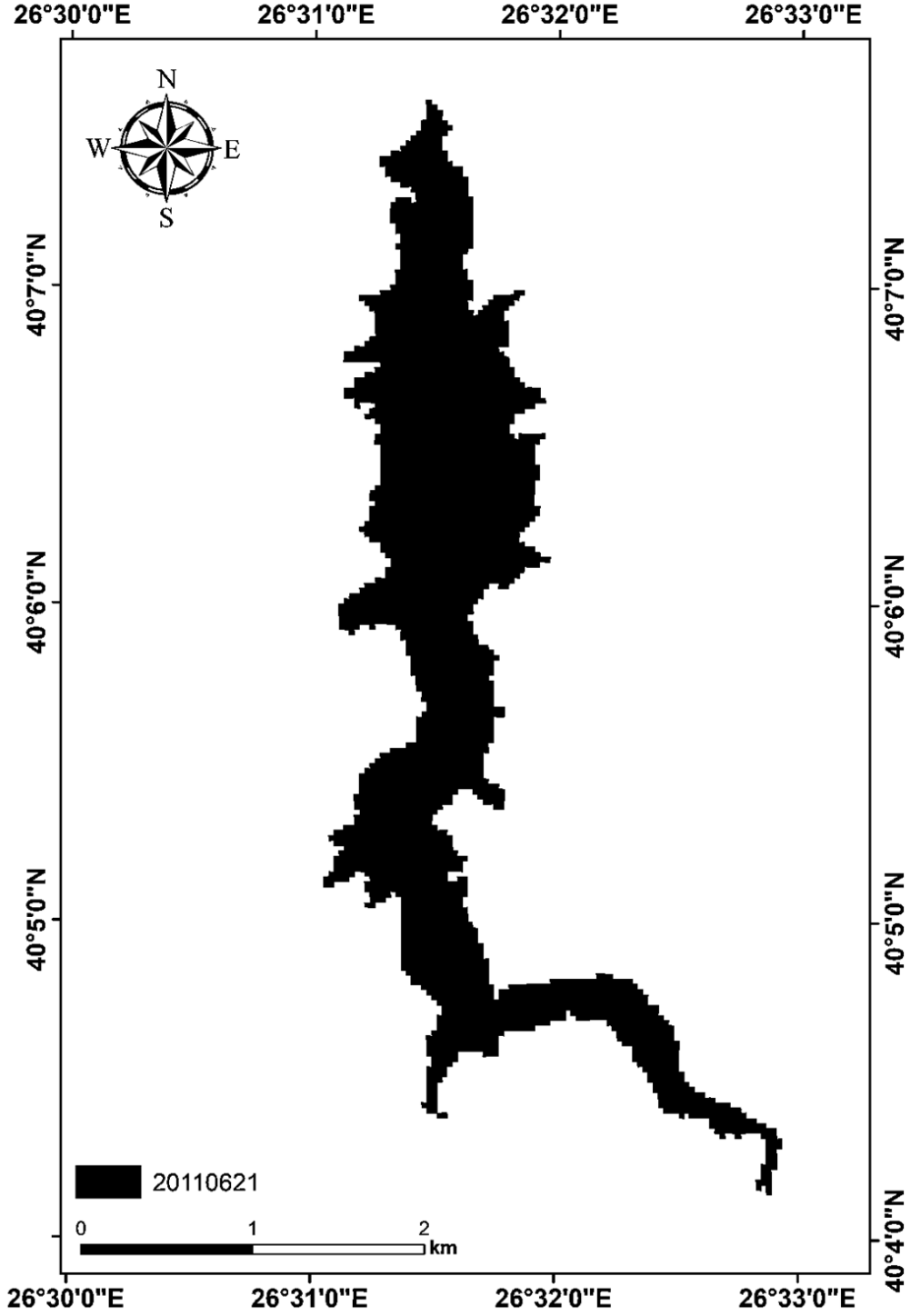
Şekil 4.67. 2009 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2010 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,664 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.68).



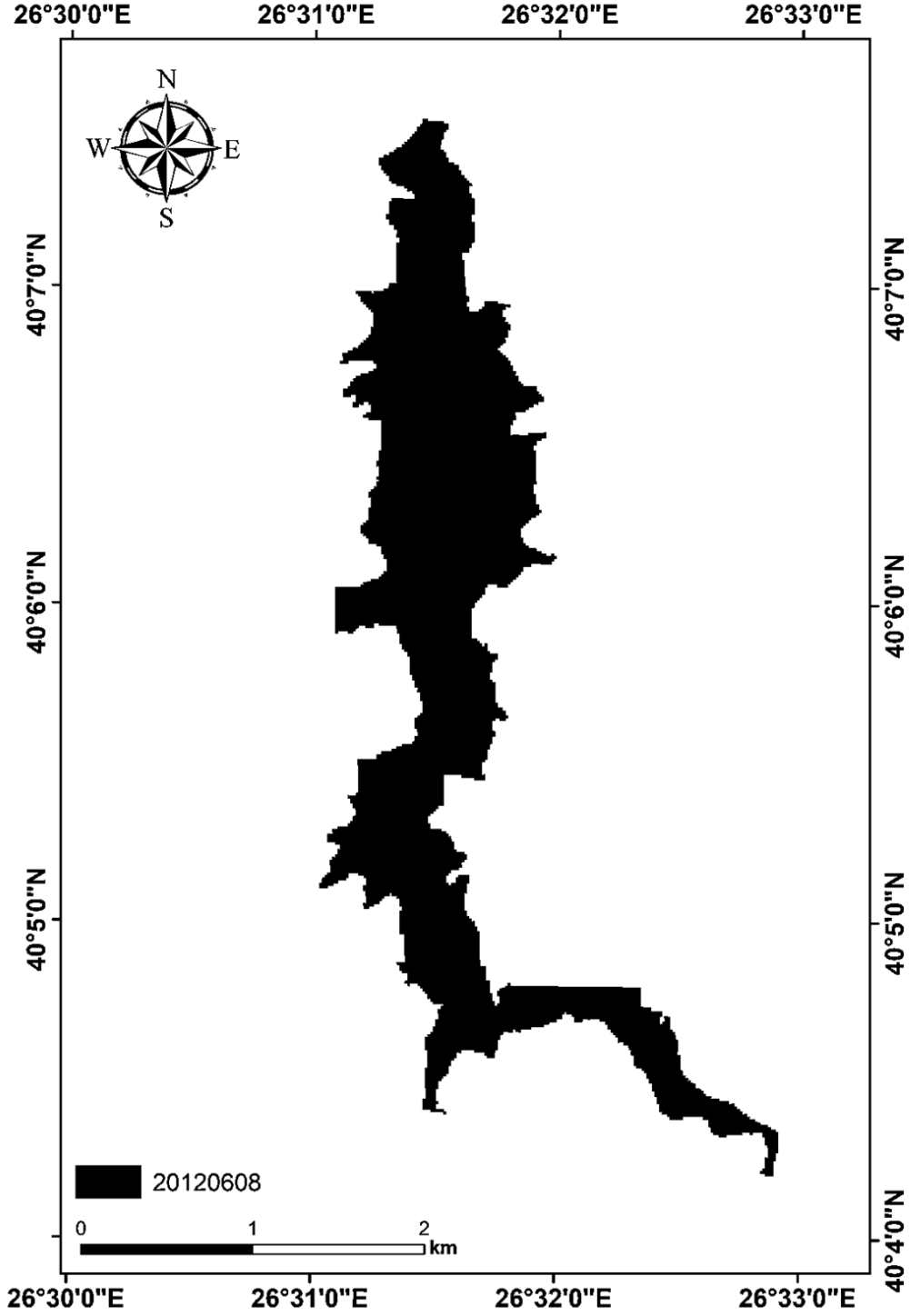
Şekil 4.68. 2010 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2011 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,843 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.69).



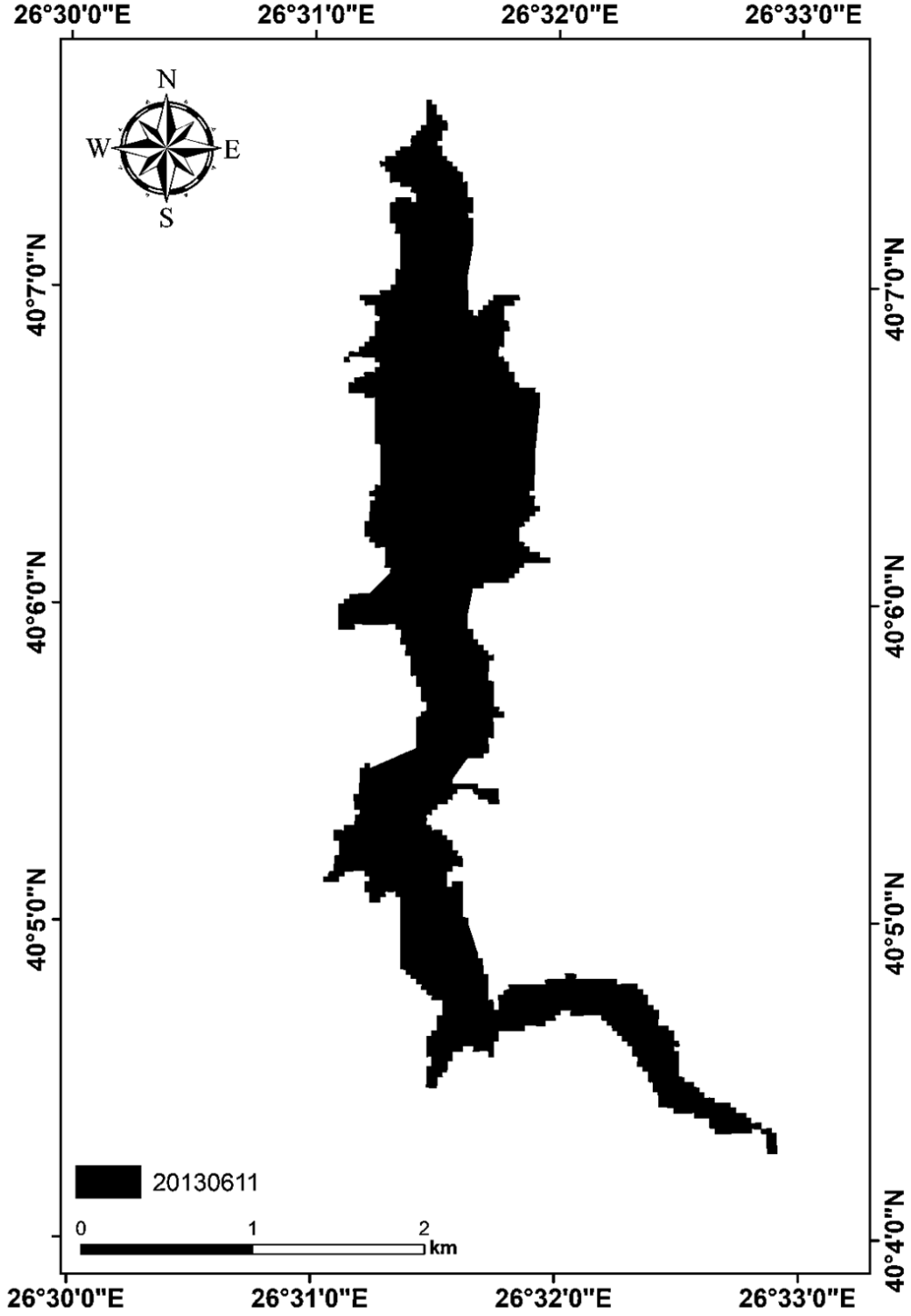
Şekil 4.69. 2011 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2012 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,781 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.70).



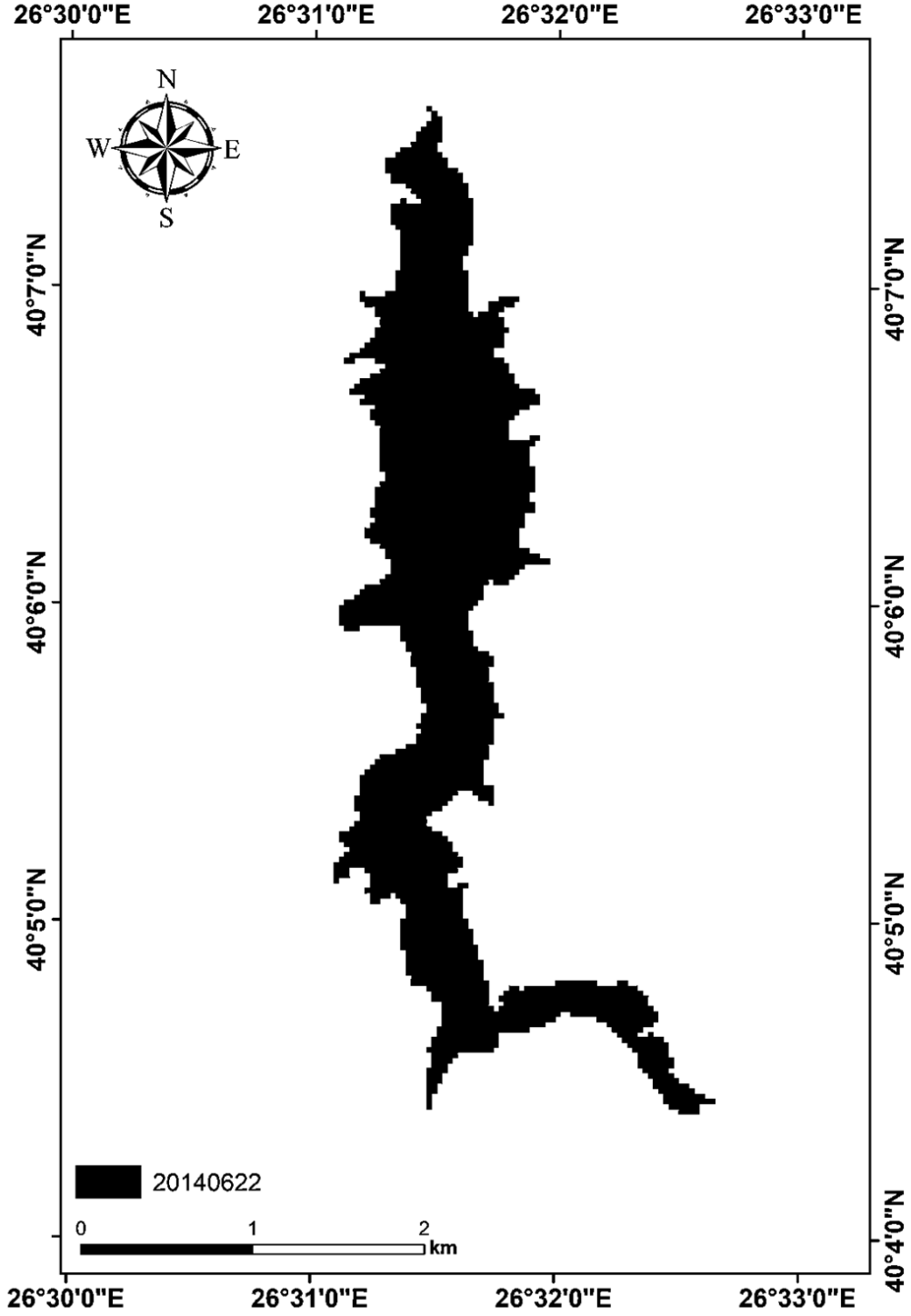
Şekil 4.70. 2012 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2013 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,605 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.71).



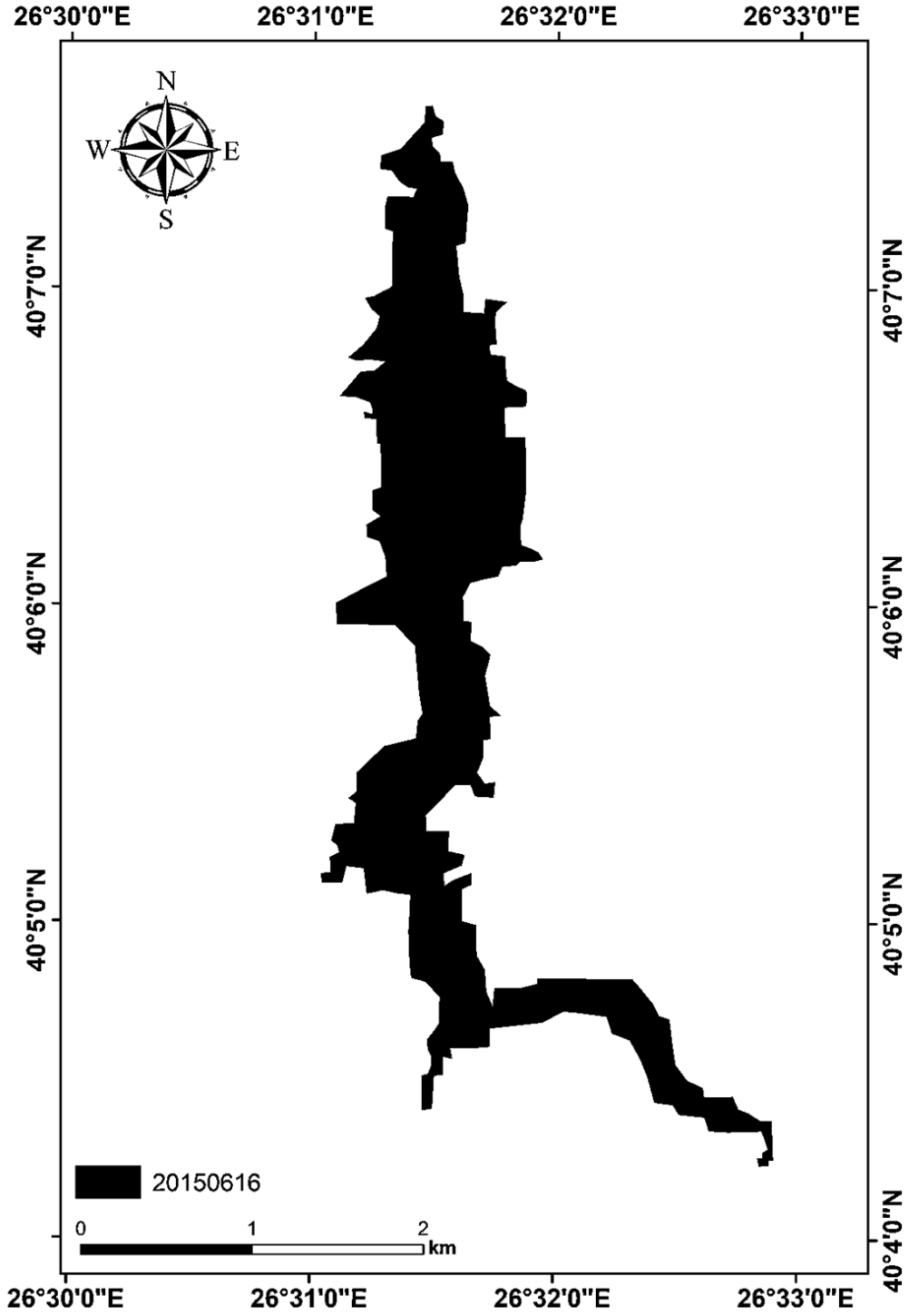
Şekil 4.71. 2013 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2014 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,468 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.72).



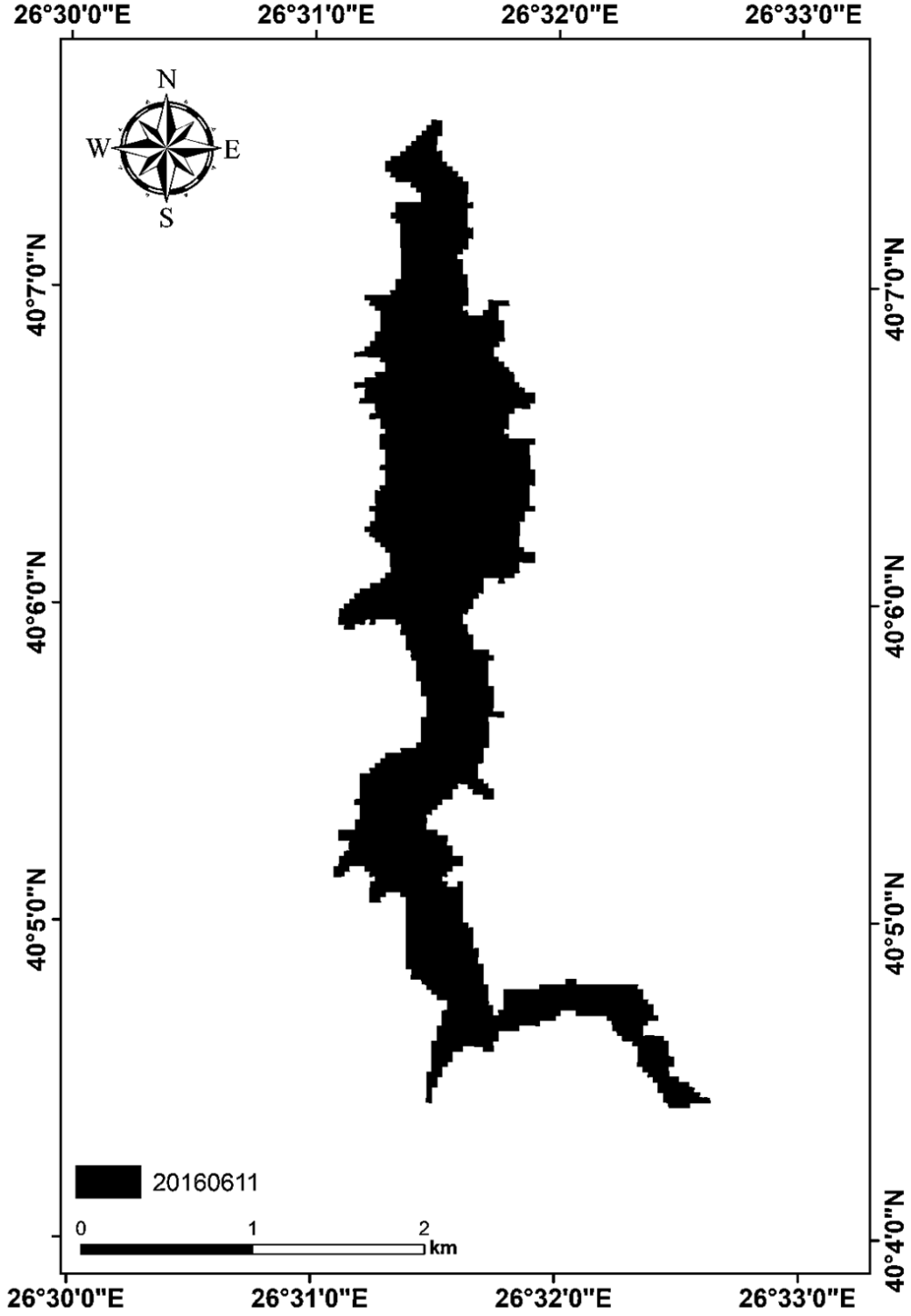
Şekil 4.72. 2014 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2015 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,462 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.73).



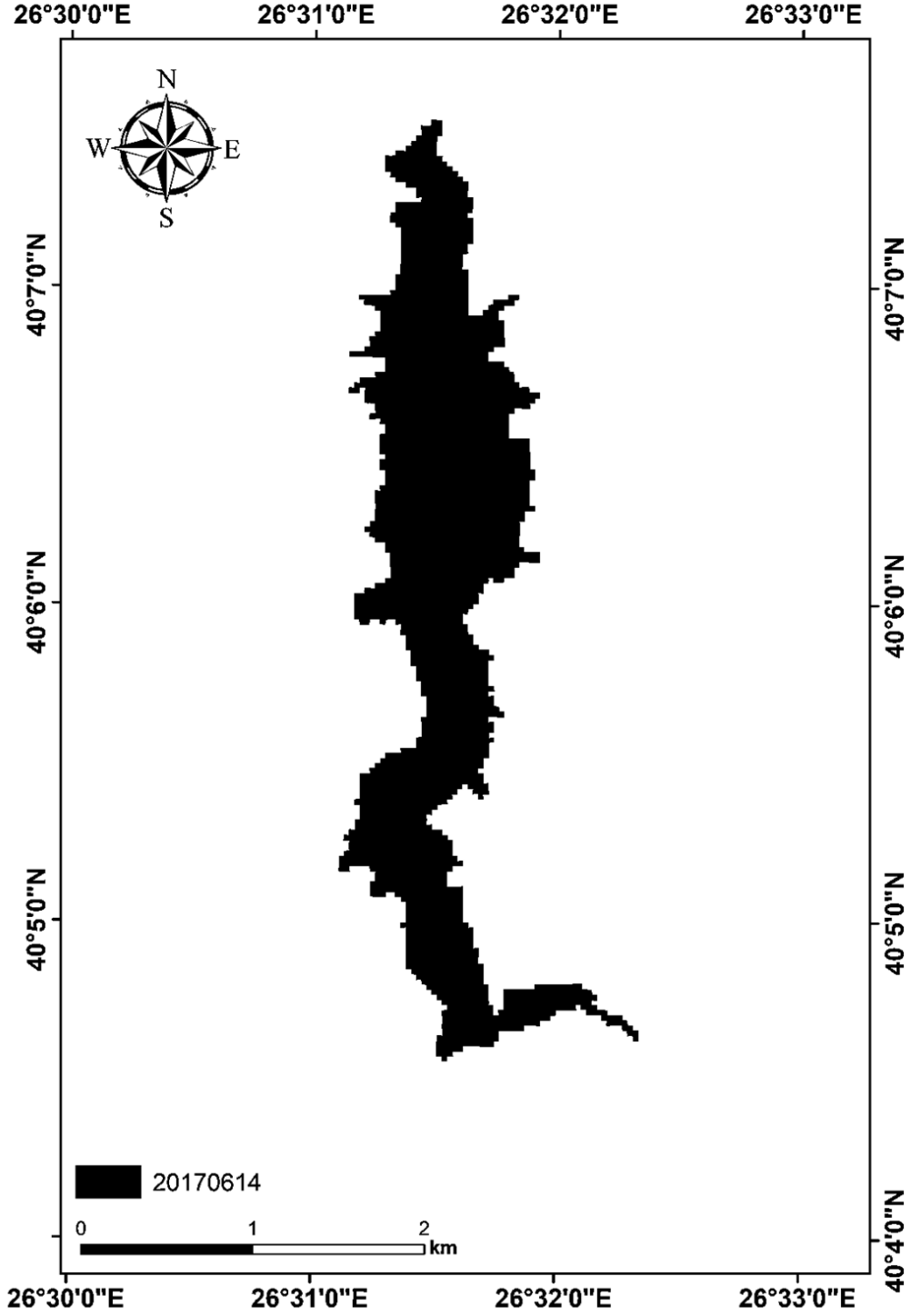
Şekil 4.73. 2015 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü'nün 2016 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,254 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.74).



Şekil 4.74. 2016 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

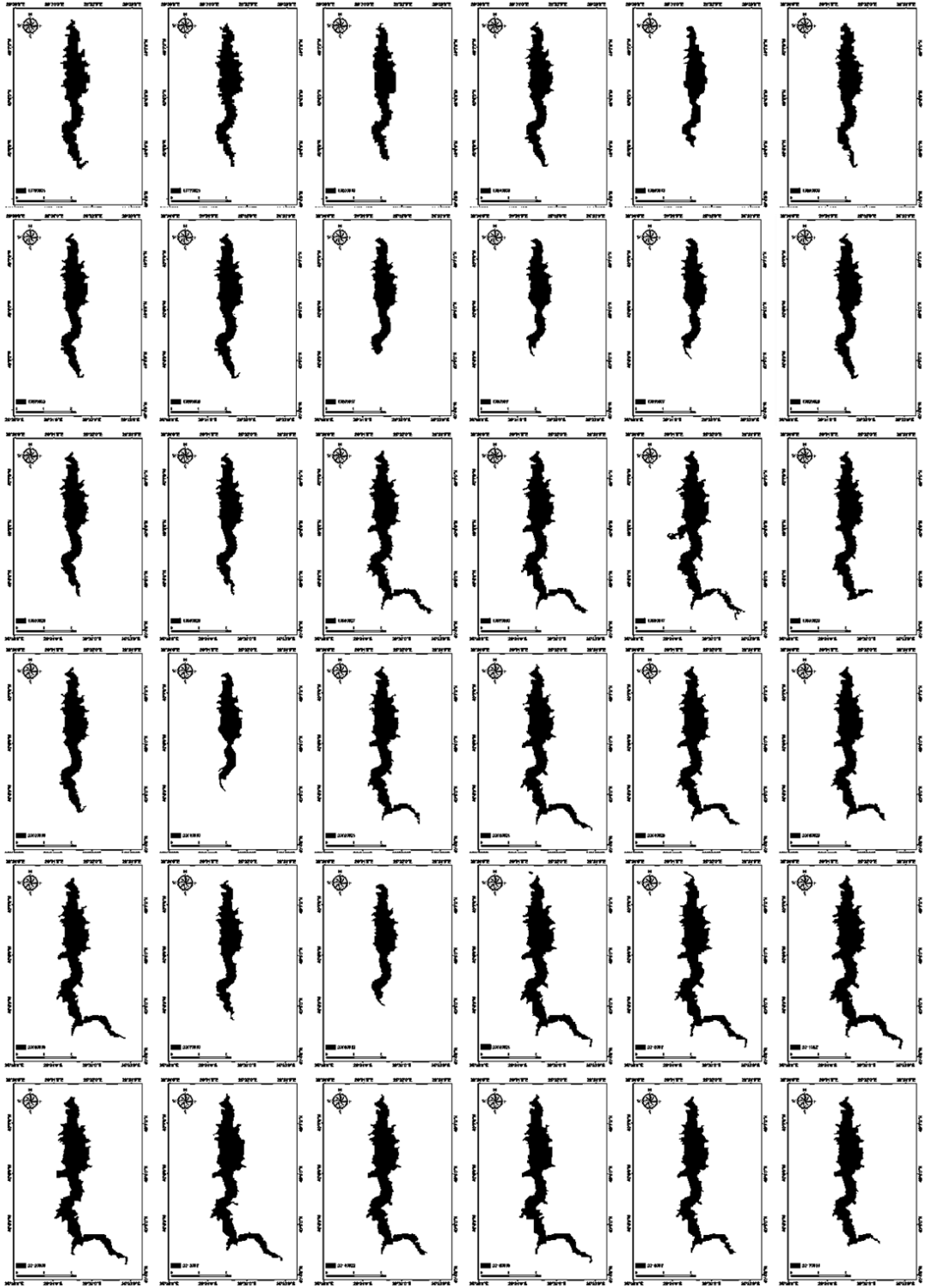
Atikhisar Baraj Gölü'nün 2017 yılına ait belirlenen toplam su yüzeyi alanı 3,089 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.75).



Şekil 4.75. 2017 yılına ait belirlenen su yüzeyi alanı

Atikhisar Baraj Gölü yüzey alanında 1975 ile 2017 yılları arasında meydana gelen alansal ve zamansal değişimler daha net karşılaştırılabilmesi için Şekil 4.76'da bir arada gösterilmektedir. Su yüzeyi ile kaplı toplam alan 1975 yılında 2,783 km² hesaplanırken 2017 yılında bu alan 3,089 km² olarak tespit edilmiştir. Gölün su yüzeyi alanı 1975 ile 2017 yılları arasında 1,723 km² ile 3,843 km² arasında değişkenlik göstermiştir. Maksimum yüzey alanı 3,843 km² ile 2011 yılında ölçülürken minimum yüzey alanı ise 1,723 km² ile 1986 yılında kayıt edilmiştir (Şekil 4.77). Ayrıca, 1985, 1986, 1990 ve 2001 yıllarında su yüzeyi alanı sırasıyla 1,941 km², 1,723 km², 1,969 km² ve 1,906 km² olarak tespit edilmiş olup bu değerler izleme dönemi boyunca hesaplanan en düşük su yüzeyi alanına çok yakın değerler olarak dikkat çekmiştir.

Atikhisar Baraj Gölü su yüzeyi alanında 1975 ile 2017 yılları arasında gözlenen değişim oranları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu çizelgede hem başlangıçtan itibaren her yıl için başlangıçtaki su yüzeyi alanına göre tespit edilen yüzey alanı değişimleri bulunurken hem de her bir yılın bir önceki hesaplanan değere göre su yüzeyi alanındaki değişim oranları yer almaktadır. Gölün su yüzeyi alanında gözlenen bu alansal ve zamansal değişimlerin oranları Şekil 4.78'de grafik olarak sunulmuştur. Göl yüzey alanında meydana gelen değişimler değerlendirildiğinde en fazla değişim %38,07 azalma ile 1986 yılında gözlenirken en fazla artış %38,11 ile 2011 yılında tespit edilmiştir. Ayrıca, barajda su tutulmaya başlandıktan sonraki tespit edilen ilk su ile kaplı yüzey alanı miktarına göre 2001 yılında %31,51 ve 1985 yılında %30,24 oranında önemli azalmalar gerçekleştiği de gözlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, başlangıca göre göl yüzey alanında en çok azalma kıyı çizgisinde de olduğu gibi 1985, 1986 ve 2001 yıllarında tespit edilmiştir. Öte yandan, 2012 yılında %35,87 oranında ve 2009 yılında ise %32,19 oranında su yüzeyi alanı açısından önemli oranda artışlar gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu değişim oranları su ile kaplı yüzey alanının bir önceki yıl ile oranları olmayıp barajın faaliyete başlayıp su tuttuğu 1975 yılındaki yüzey alanı ile kıyaslandığında gerçekleşen değişimleri ifade etmektedir.



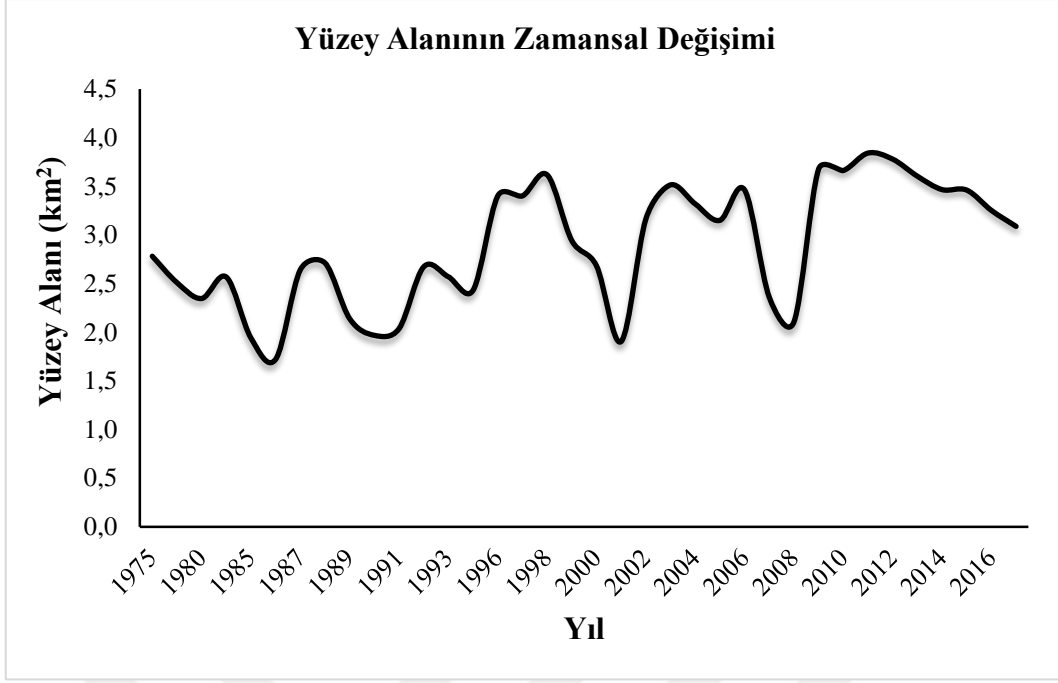
Şekil 4.76. Atıkhisar Baraj Gölü'nün 1975–2017 yılları arasındaki yüzey alanı değişimleri

Çizelge 4.2. Tespit edilen yüzey alanı miktarları, her bir yılın başlangıca göre yüzey alanında gerçekleşen toplam değişim oranları ve her bir yılın su ile kaplı yüzey alanında bir önceki değere göre gerçekleşen değişim oranları

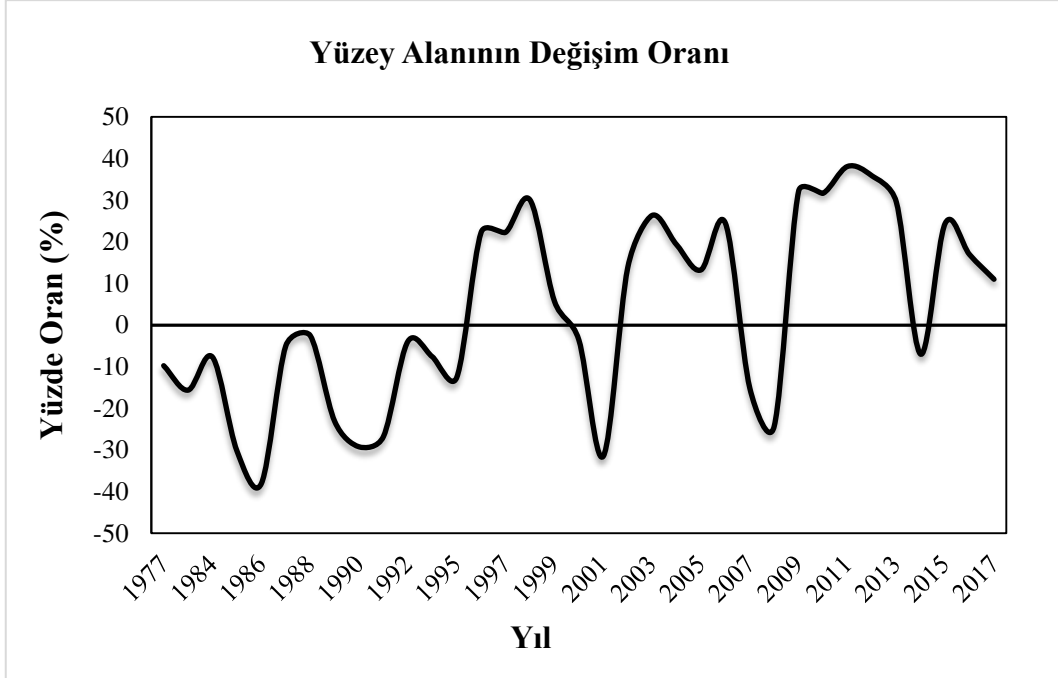
Uydu Adı	Görüntü Tarihi	Mekansal Çözünürlük	Yüzey Alanı (km ²)	Yüzey Alanı Değişim Oranı (%)	Yüzey Alanı Bir Önceki Değere Göre Değişim Oranı (%)
Landsat 2 MSS	01.06.1975	60 m × 60 m	2,783	–	–
Landsat 2 MSS	21.05.1977	60 m × 60 m	2,511	–9,76	–9,76
Landsat 3 MSS	19.06.1980	60 m × 60 m	2,348	–15,63	–6,50
Landsat 5 TM	03.06.1984	30 m × 30 m	2,568	–7,70	9,39
Landsat 5 MSS	13.06.1985	60 m × 60 m	1,941	–30,24	–24,42
Landsat 5 TM	09.06.1986	30 m × 30 m	1,723	–38,07	–11,23
Landsat 5 TM	03.06.1987	30 m × 30 m	2,644	–4,99	53,42
Landsat 5 TM	05.06.1988	30 m × 30 m	2,713	–2,51	2,62
Landsat 5 TM	17.06.1989	30 m × 30 m	2,140	–23,10	–21,13
Landsat 5 TM	11.06.1990	30 m × 30 m	1,969	–29,24	–7,98
Landsat 5 TM	07.06.1991	30 m × 30 m	2,038	–26,76	3,50
Landsat 5 TM	25.06.1992	30 m × 30 m	2,674	–3,92	31,19
Landsat 5 TM	28.06.1993	30 m × 30 m	2,571	–7,61	–3,84
Landsat 5 TM	25.06.1995	30 m × 30 m	2,433	–12,58	–5,38
Landsat 5 TM	27.06.1996	30 m × 30 m	3,403	22,27	39,87
Landsat 5 TM	30.06.1997	30 m × 30 m	3,403	22,29	0,01
Landsat 5 TM	17.06.1998	30 m × 30 m	3,619	30,07	6,36
Landsat 5 TM	29.06.1999	30 m × 30 m	2,943	5,75	–18,69
Landsat 5 TM	15.06.2000	30 m × 30 m	2,683	–3,57	–8,82
Landsat 7 ETM+	10.06.2001	30 m × 30 m	1,906	–31,51	–28,97
Landsat 5 TM	21.06.2002	30 m × 30 m	3,165	13,75	66,08
Landsat 5 TM	24.06.2003	30 m × 30 m	3,516	26,34	11,08
Landsat 5 TM	26.06.2004	30 m × 30 m	3,320	19,32	–5,56
Landsat 5 TM	29.06.2005	30 m × 30 m	3,152	13,25	–5,08
Landsat 5 TM	16.06.2006	30 m × 30 m	3,464	24,49	9,92
Landsat 5 TM	10.06.2007	30 m × 30 m	2,361	–15,15	–31,84
Landsat 5 TM	12.06.2008	30 m × 30 m	2,107	–24,30	–10,79
Landsat 5 TM	24.06.2009	30 m × 30 m	3,679	32,19	74,64
Landsat 5 TM	11.06.2010	30 m × 30 m	3,664	31,66	–0,40
Landsat 5 TM	21.06.2011	30 m × 30 m	3,843	38,11	4,90
Landsat 7 ETM+	08.06.2012	30 m × 30 m	3,781	35,87	–1,62
Landsat 7 ETM+	11.06.2013	30 m × 30 m	3,605	29,56	–4,65
Landsat 8 OLI/TIRS	22.06.2014	30 m × 30 m	3,468	24,61	–3,82
Landsat 8 OLI/TIRS	16.06.2015	30 m × 30 m	3,462	24,42	–3,96
Landsat 8 OLI/TIRS	11.06.2016	30 m × 30 m	3,254	16,93	–6,02
Landsat 8 OLI/TIRS	14.06.2017	30 m × 30 m	3,089	11,01	–5,06

Göl yüzey alanında meydana gelen yıllık değişimler bir önceki hesaplanan değerlerin toplam alanı ile karşılaştırıldığında en çok azalmanın %31,84 ile 2007 yılında gerçekleştiği ve en yüksek artışın ise 2009 yılında %74,64 oranında gözlemlendiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte 2001 yılında da yüzey alanının %28,97 oranında azaldığı belirlenirken 2002 yılında bir önceki yıla göre %66,08 oranında bir artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2).

Göl yüzey alanı değişimlerinin 1975 yılından 2017 yılına kadar olan 43 yıllık süreç için de uzun vadeli değişim analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, 10 yıllık aralıklar halinde 1975–1985, 1986–1995, 1996–2005, 2006–2015 yılları arasındaki dört farklı dönem ve 2015 yılından sonrası için de kısa vadeli değişim analizleri gerçekleştirilmiştir. Kısa vadeli analiz sonuçları 1975–1985 yılları arasındaki dönem için su yüzeyi alanının %30,24 oranında azaldığını ortaya koymaktadır. Sonrasındaki dönemde 1986–1995 yılları arasında ise yüzey alanının %41,16 oranında artış gösterdiği ve 1,94 km²den 2,43 km²ye ulaştığı tespit edilmiştir. Ancak 1996–2005 döneminde yüzey alanının %7,38 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.77, Şekil 4.78). Bununla birlikte, 1975 yılından 2017 yılına kadar göl yüzey alanında alansal ve zamansal olarak farklılaşmalar gözlemlenmiştir. Gölün su ile kaplı yüzey alanı 1975 yılından 1986 yılına kadar azalma göstermiş ve sonrasında genişleyerek 1987 yılında başlangıçtaki değerine çok yakın seviyeye ulaşmıştır. Ardından 1988 ve 1995 yılları arasındaki dönemde tekrar azalışlar meydana gelmiştir. Daha sonrasında ise yüzey alanı 1996–2001, 2002–2008, 2009–2014 dönemleri arasında karmaşık sinüzoidal olmayan dalga formuna sahip bir eğilim göstermiştir. Gölün su yüzeyi alanı 1986'dan sonraki dönemde 1990, 2001, 2008 ve 2014 yıllarında negatif pik noktasına ulaşmıştır. Göl yüzey alanının başlangıçtaki miktarı ile diğer yıllarda tespit edilen değerlerin karşılaştırılması Şekil 4.78'de sunulmuştur. Verilen şekilde barajın su tutmaya başladığı 1975 yılı başlangıç noktası (sıfır) olarak kabul edilmiş olup başlangıç noktasına kıyasla diğer yıllar için belirlenen su yüzeyi alanında gerçekleşen değişim oranları gösterilmektedir.



Şekil 4.77. Atıkhisar Baraj Gölü yüzey alanının 1975–2017 yılları arasındaki zamansal değişimi



Şekil 4.78. Atıkhisar Baraj Gölü yüzey alanının 1975–2017 yılları arasındaki değişim oranı

4.1.3. İklimsel Değişiklikler

Çalışmada kullanılan sıcaklık, yağış ve buharlaşma parametrelerine ait veri kümelerinin ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri, dağılım aralığı, varyasyon katsayısı, çarpıklık katsayısı, basıklık katsayısı gibi tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

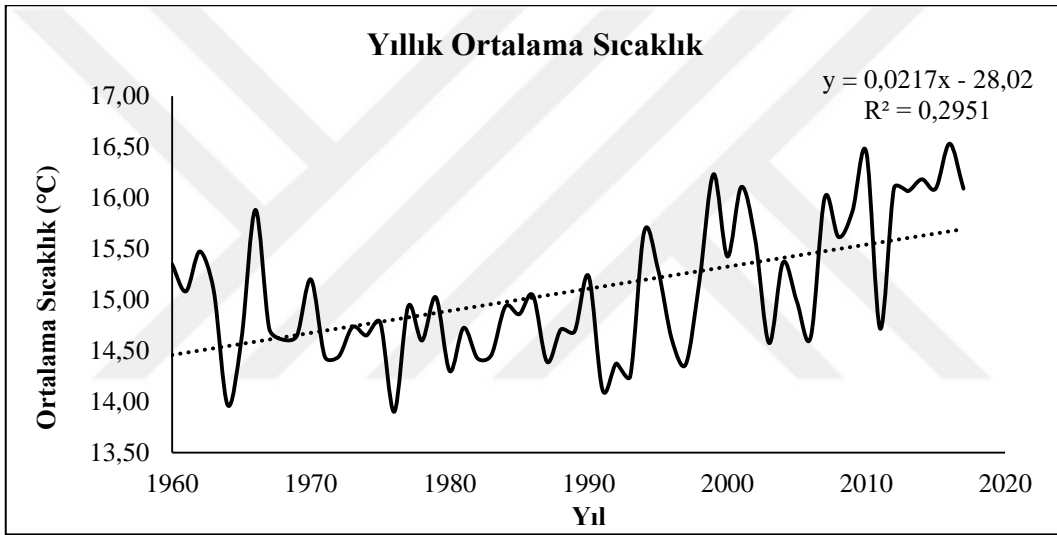
Çizelge 4.3. İklimsel veri setinin yıllık ortalamalarına ait tanımlayıcı istatistik değerleri

Parametre	n	Ortalama	Standart Sapma	Maksimum Değer	Minimum Değer	Aralık	Varyasyon Katsayısı	Çarpıklık Katsayısı	Basıklık Katsayısı
Sıcaklık	58	15,08	0,67	16,53	13,90	2,63	0,05	0,49	-0,75
Yağış	58	55,11	13,14	88,88	26,66	60,22	0,24	0,31	-0,11
Buharlaşma	46	159,88	22,49	215,74	122,90	92,84	0,14	0,35	-0,57

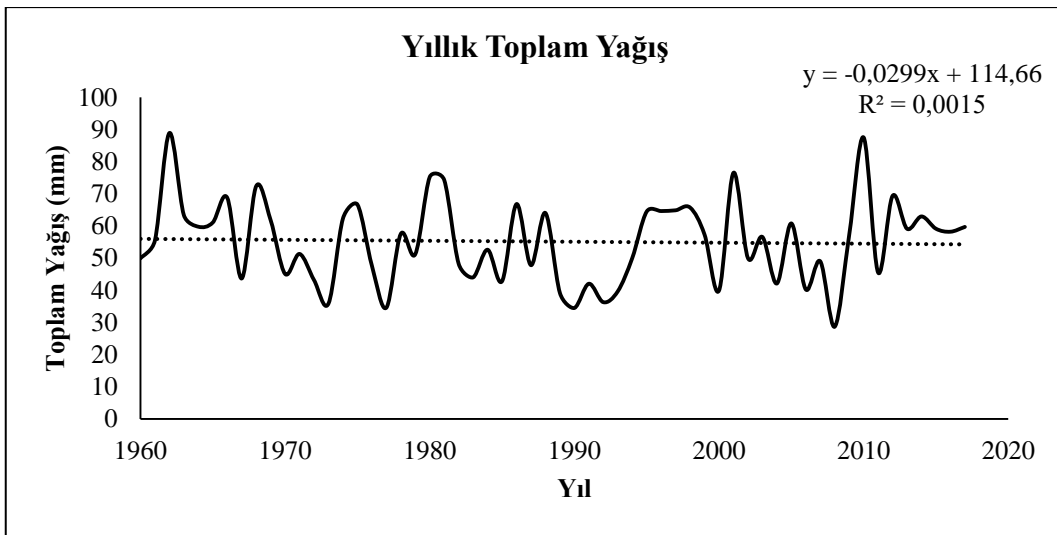
Tanımlayıcı istatistik değerlerinden varyasyon katsayısı bu faktörler arasındaki en belirleyici faktördür. Varyasyon katsayısı 0,1 değerinden düşük olursa bu durum ilgili parametrenin düşük değişkenlik gösterdiği anlamına gelmektedir. Eğer varyasyon katsayısı değeri 0,9 değerinden yüksek ise parametre yüksek değişkenlik göstermektedir (Durdu, 2010). Bu çalışmada değerlendirilen veri kümelerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri incelendiğinde yağış ve buharlaşma için varyasyon katsayısı değerlerinin 0,1 değerinden büyük olduğu, sıcaklık için ise 0,1 değerinden küçük olduğu görülmektedir. Yine de tüm parametreler için varyasyon katsayısı 0,9 değerinden küçük bulunmuştur. Dolayısıyla, sıcaklık verilerinin düşük değişkenliğe sahip olduğu, diğer yandan yağış ile buharlaşma verilerinin de orta değişkenlik gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca, negatif basıklık değeri genelde çoğu verinin kuyruklarda olup merkezde yeteri kadar bulunmadığı düz bir dağılım vermektedir. Pozitif basıklık değeri ise kuyruklarda az sayıda veri noktasının olduğu anlamına gelmektedir. Basıklık değerinin sıfıra eşit olması durumunda ise verilerin dağılımında mükemmel simetrik bir çan eğrisi görülmektedir. Bu çalışmada değerlendirilen veri kümelerinin yıllık ortalamalarına ait tanımlayıcı istatistik değerleri incelendiğinde basıklık değerinin tüm iklimsel parametreler için negatif çıktığı görülmektedir. Dolayısıyla, verilerin çan eğrisi biçiminde dağılım göstermediği, merkeze kıyasla daha çok kuyruklarda dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durum da, veri kümelerinin çok sayıda uç değerleri içerdiğini ve ortalamaya yakın değerlerin daha az

sayıda bulunduğunu göstermektedir. Veri kümelerinde bulunan uç değerler de ortalamayı önemli derecede etkilemektedir.

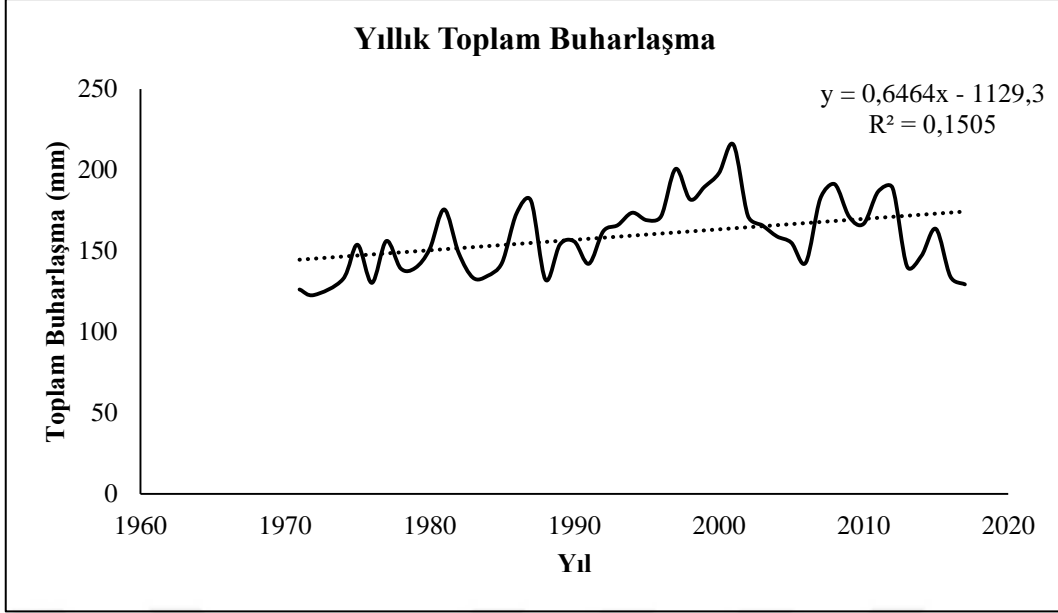
İklimsel parametrelerden ortalama sıcaklık (Şekil 4.80), toplam buharlaşma miktarı (Şekil 4.81) ve toplam yağış miktarı (Şekil 4.82) için zaman serisi analizi uygulanarak her bir parametre için veri setinin zaman serileri oluşturulmuştur. Zaman serileri oluşturulduktan sonra her bir parametre için değişim noktası analizi uygulanmıştır. Sonrasında, tüm iklimsel parametreler için yıllık, mevsimsel ve aylık olarak trend analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizlerden elde edilen sonuçların güvenilirliğinin belirlenebilmesi için ayrıca otokorelasyon analizi ve kısmi otokorelasyon analizi yapılmıştır.



Şekil 4.80. Yıllık ortalama sıcaklık için oluşturulan zaman serisi



Şekil 4.81. Yıllık toplam yağış için oluşturulan zaman serisi



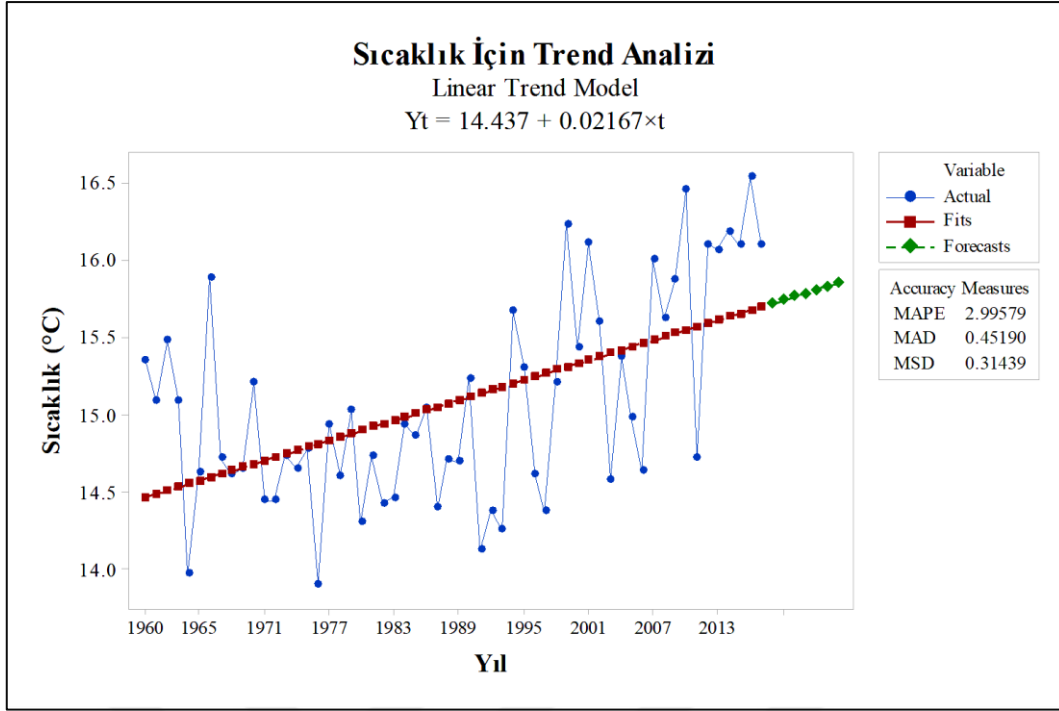
Şekil 4.82. Yıllık toplam buharlaşma için oluşturulan zaman serisi

4.1.3.1. Sıcaklık

Pettitt değişim noktası analizine göre yıllık ortalama sıcaklık için değişim noktası 1997 yılı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin eğilim yönünün belirlenmesi için gerçekleştirilen trend analizi sonucunda yıllık ortalama sıcaklığın artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.83).

Çizelge 4.4. İklimsel parametrelerin yıllık ortalamaları ile kıyı çizgisi ve yüzey alanı için gerçekleştirilen Pettitt değişim noktası analizi sonuçlarına göre tespit edilen değişim yılları ve önem düzeyleri

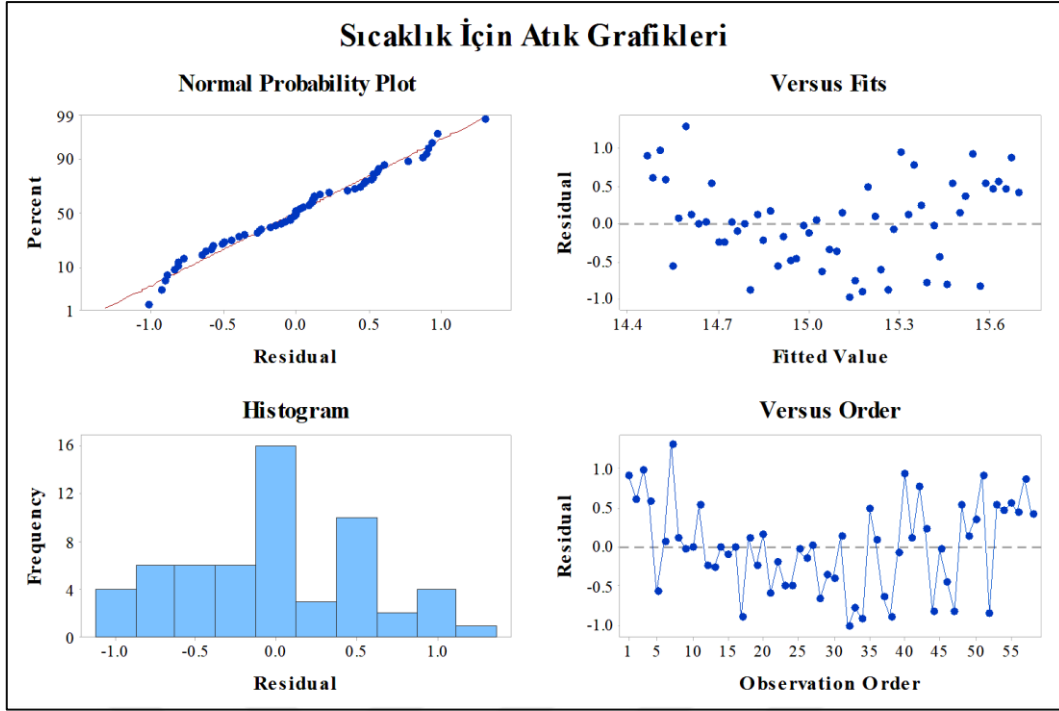
Parametre	Pettitt Değişim Yılı	<i>p</i>
Sıcaklık	1997	0,0001
Yağış	1969	0,7510
Buharlaşma	1991	0,0036
Kıyı Çizgisi	1995	0,0013
Yüzey Alanı	1995	0,0019



Şekil 4.83. Yıllık ortalama sıcaklık için trend analizi sonucu

Bağımlı değişkenin gerçek değeri ile regresyon denkleminde tahmin edilen değeri arasındaki fark atık veya kalıntı değeri (residual) olarak ifade edilmektedir. Oluşturulan istatistiksel modellerde bir modelin veriye ne kadar iyi uyduğunun anlaşılabilmesi için atık değerinin incelenmesi gerekmektedir. Atık değeri ne kadar küçük ise oluşturulan model ve uygulanan yöntem o düzeyde gerçeğe yakın sonuçlar vermekte ve çözüm üretmektedir. Diğer bir ifadeyle, uygulanan yöntemin veya geliştirilen modelin başarılı olup olmayacağını anlaşılabilmesi için en iyi yol bu atık değerinin kontrol edilmesidir. Atık değeri uygulanan yöntemin ve modelin başarısını belirlemektedir. Yıllık ortalama sıcaklık için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.84’te verilmiştir.

Ortalama sıcaklık değerlerinde meydana gelen zamansal değişimler mevsimsel olarak incelendiğinde değişim noktası analizine göre ilkbahar mevsimi için 1998 yılı değişim noktası olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

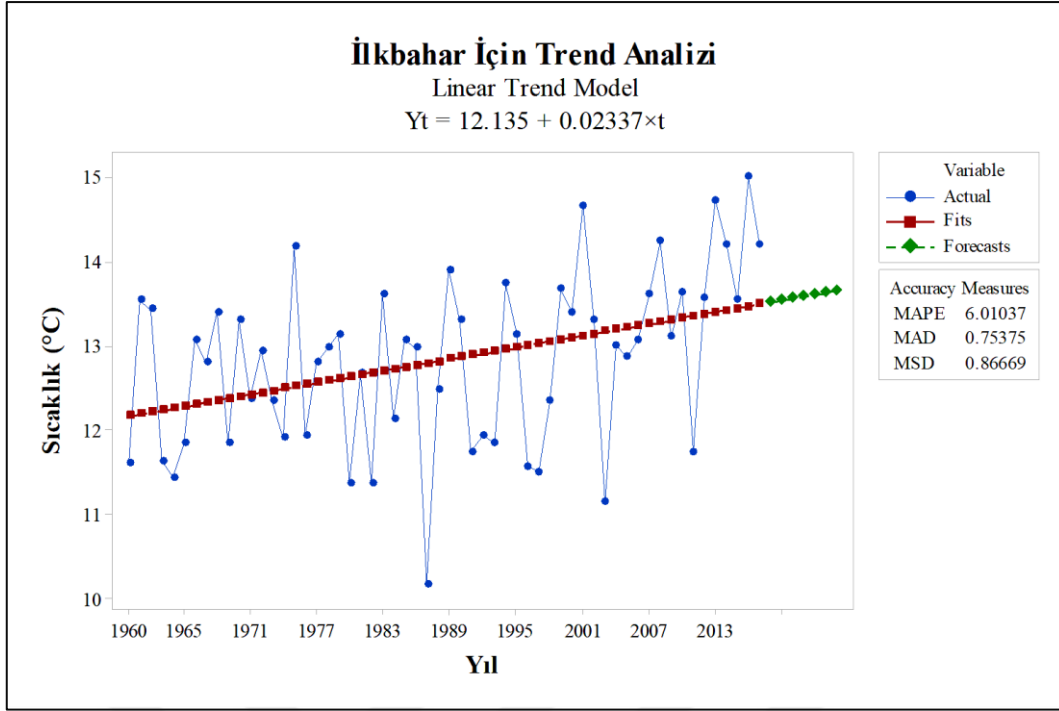


Şekil 4.84. Yıllık ortalama sıcaklık için atık grafikleri

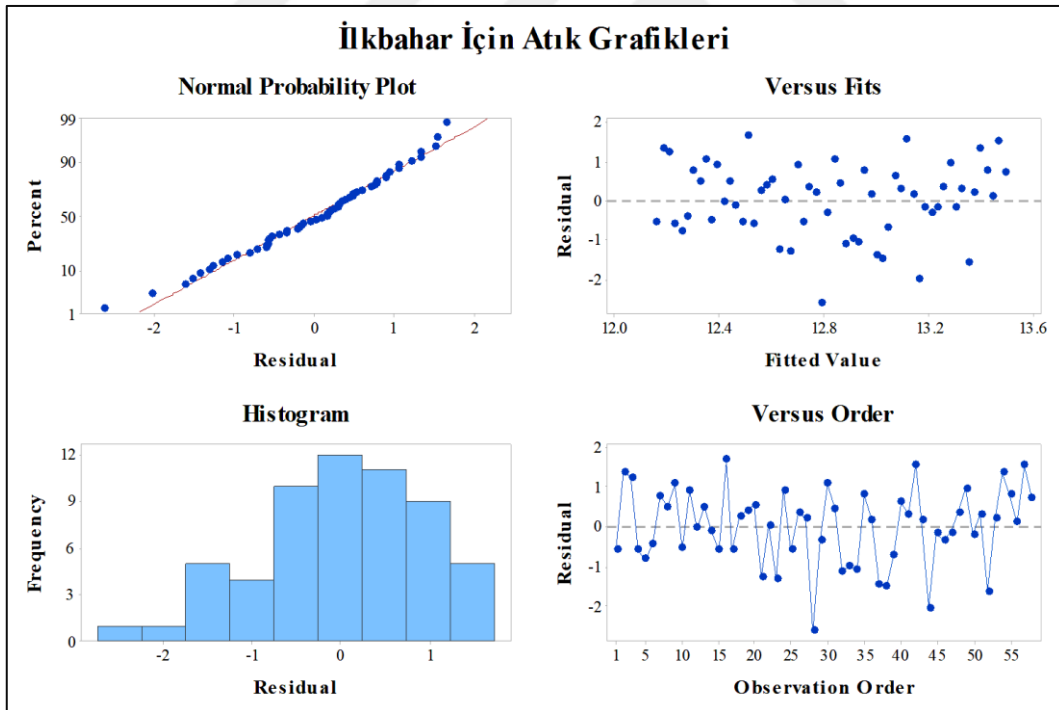
Çizelge 4.5. Ortalama sıcaklık değerlerinin mevsimlere göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri

Mevsim	Pettitt Değişim Yılı	<i>p</i>
İlkbahar	1998	0,0066
Yaz	1993	0,0000
Sonbahar	1997	0,0285
Kış	2006	0,3767

Mevsimsel ortalama sıcaklık değerleri için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda ilkbahar mevsimi için ortalama sıcaklığın artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.85). Ayrıca, ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık değerleri için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.86’da verilmiştir.



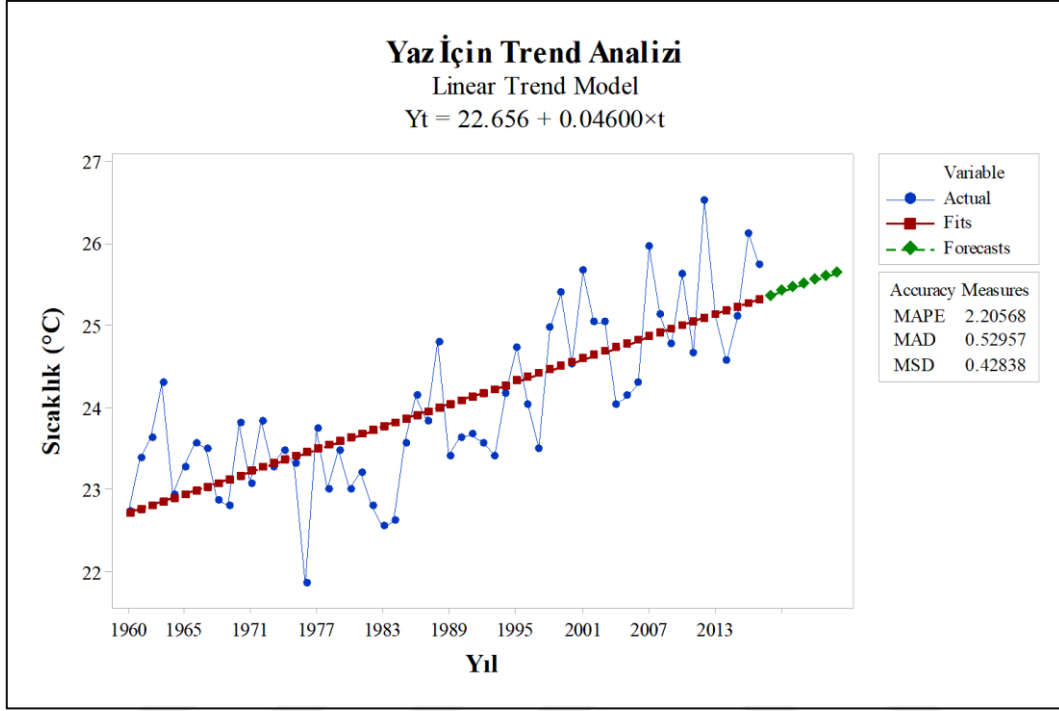
Şekil 4.85. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu



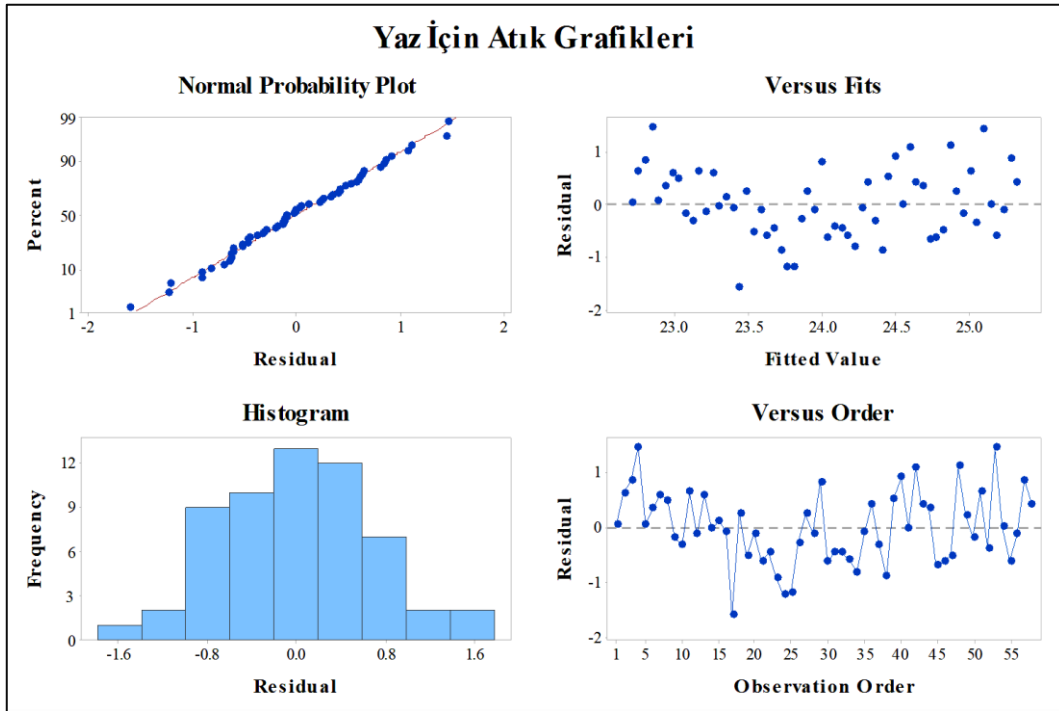
Şekil 4.86. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin atık grafikleri

Pettitt değişim noktası analizine göre yaz mevsimi için değişim noktası 1993 yılı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Mevsimsel ortalama sıcaklık değerleri için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda yaz mevsimi için

ortalama sıcaklığın artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.87). Bununla birlikte, yaz mevsimi ortalama sıcaklık değerleri için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.88’de verilmiştir.

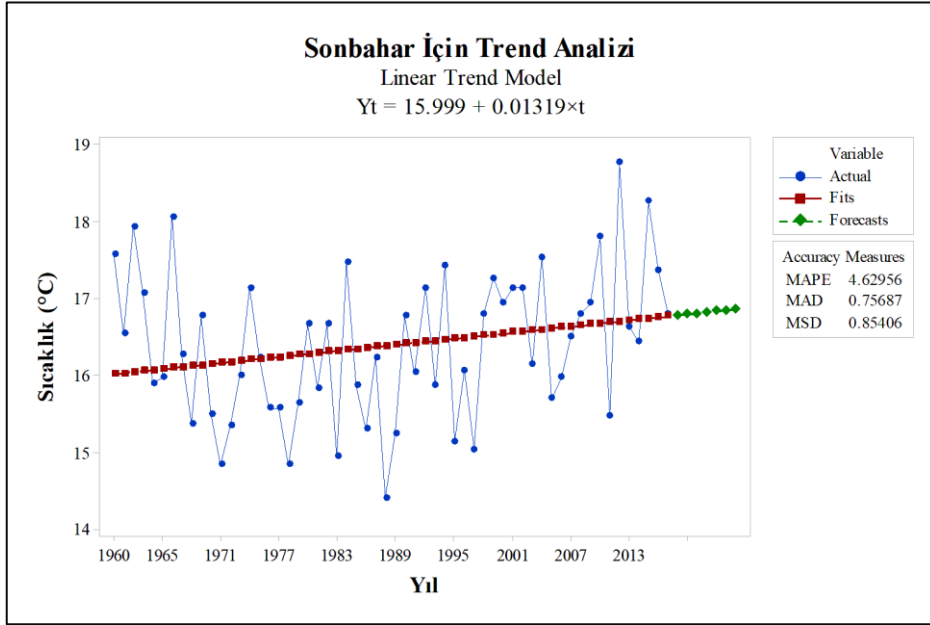


Şekil 4.87. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu

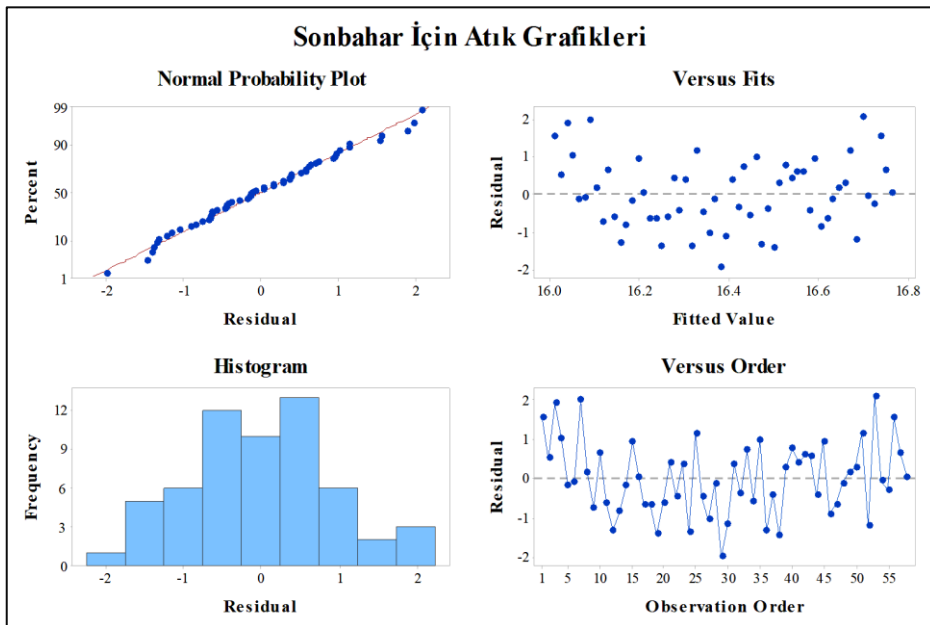


Şekil 4.88. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin atık grafikleri

Sonbahar mevsimi için uygulanan değişim noktası analizine göre 1997 yılı değişim noktası olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Mevsimsel ortalama sıcaklık değerleri için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda sonbahar mevsimi için ortalama sıcaklığın artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.89). Diğer yandan, sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık değerleri için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri de Şekil 4.90’da sunulmuştur.

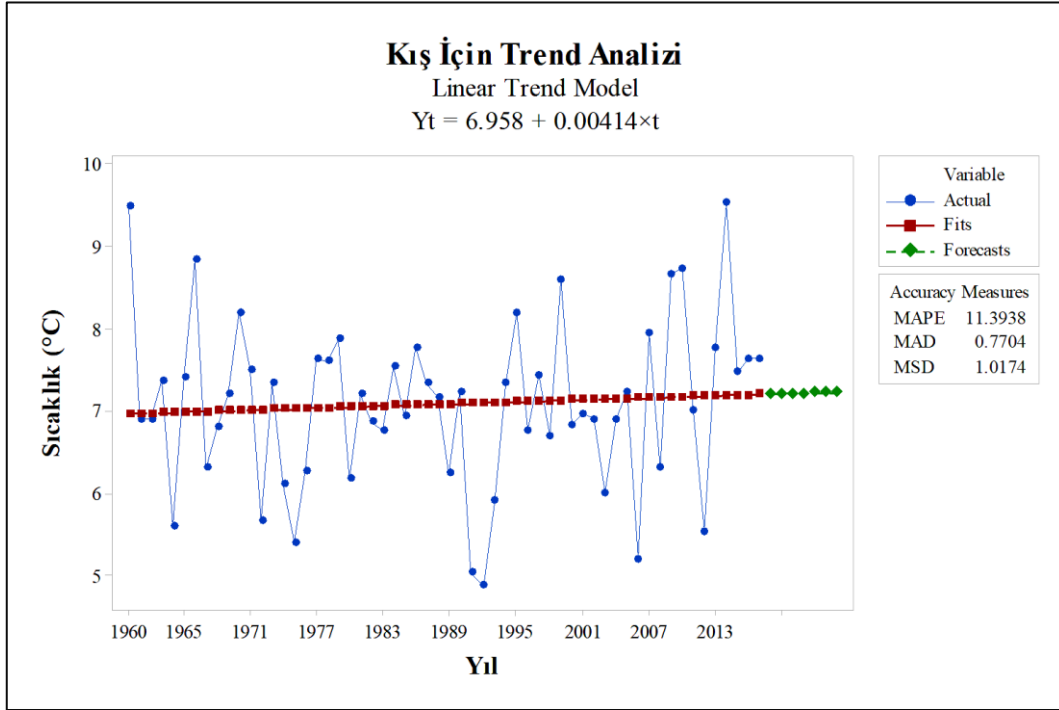


Şekil 4.89. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu



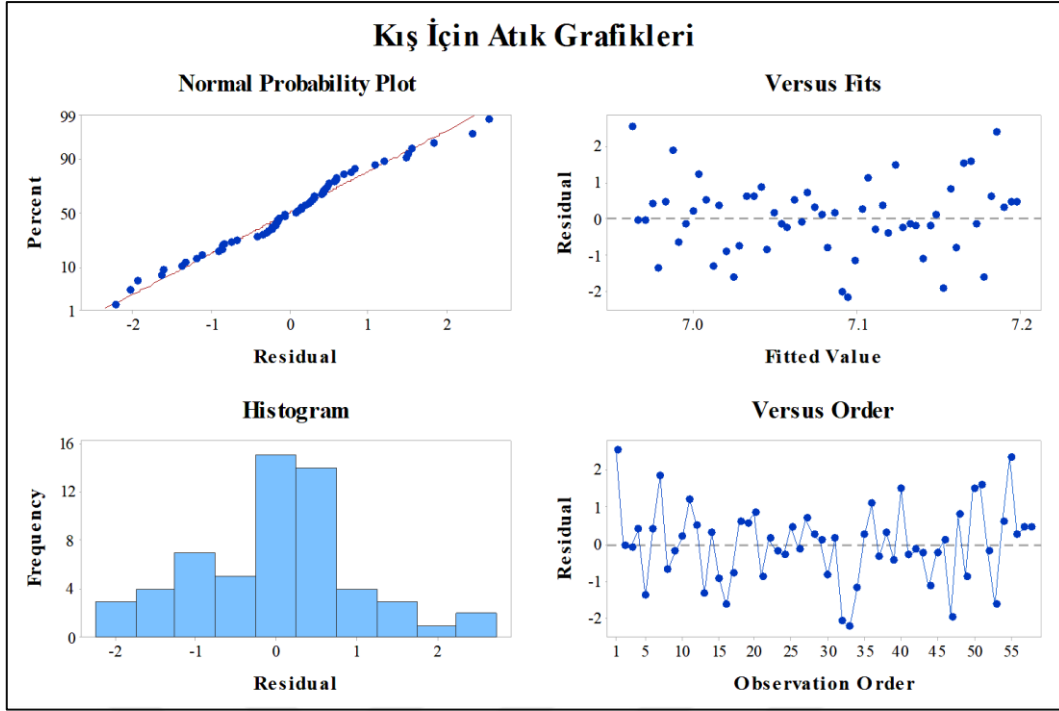
Şekil 4.90. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin atık grafikleri

Değişim noktası analizine göre kış mevsimi için değişim noktası 2006 yılı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Mevsimsel ortalama sıcaklık değerleri için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda kış mevsimi için ortalama sıcaklığın artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.91). Ayrıca, yaz mevsimi ortalama sıcaklık değerleri için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.92’de verilmiştir.



Şekil 4.91. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu

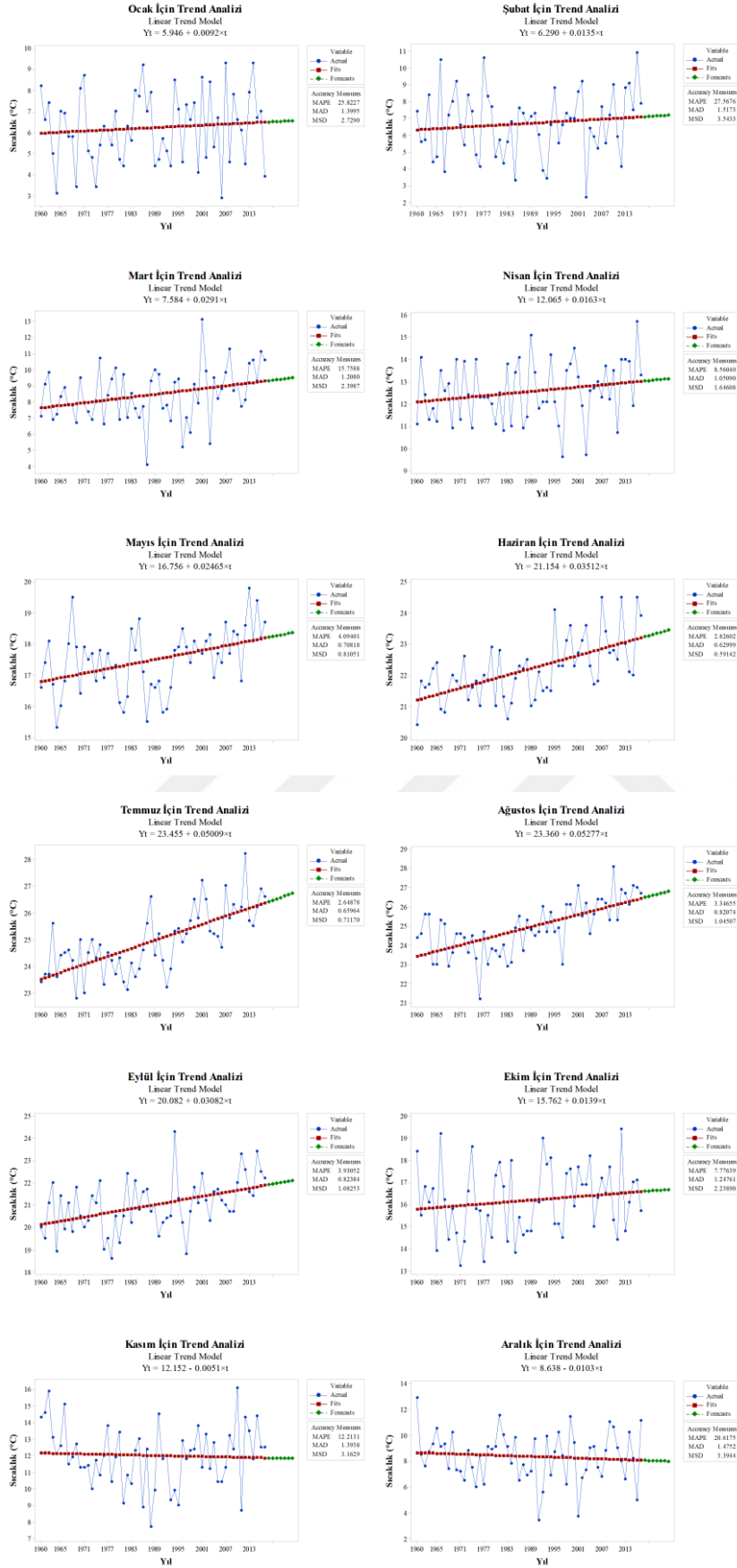
Aylık ortalama sıcaklık değerleri için değişim noktalarının tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilen değişim noktası analizine göre değişim yılları Ocak ayından Aralık ayına kadar sırasıyla 1983, 2012, 1998, 1997, 1993, 1994, 1993, 1997, 1998, 1989, 1969 ve 1969 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Aylık ortalama sıcaklık değerleri için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda Kasım ve Aralık ayları hariç diğer tüm aylar için ortalama sıcaklığın artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, Kasım ve Aralık ayları için aylık ortalama sıcaklık değerlerinin çok az da olsa azalış eğiliminde olduğu görülmüştür (Şekil 4.93).



Şekil 4.92. İlkbahar için mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinin atık grafikleri

Çizelge 4.6. Ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri

Ay	Pettitt Değişim Yılı	p
Ocak	1983	0,9493
Şubat	2012	0,6261
Mart	1998	0,0279
Nisan	1997	0,3930
Mayıs	1993	0,0006
Haziran	1994	0,0000
Temmuz	1993	0,0000
Ağustos	1997	0,0000
Eylül	1998	0,0071
Ekim	1989	0,1807
Kasım	1969	0,2758
Aralık	1969	0,7592



Şekil 4.93. Aylık ortalama sıcaklık değerlerinin trend analizi sonucu

Bu çalışmada kullanılan veri setinde en yüksek sıcaklık değeri 28,20°C ile Temmuz 2012’de, en düşük değer ise 2,30°C ile Şubat 2003’te kaydedilmiştir (Çizelge 4.7). Yıllık ortalama sıcaklık değerleri en yüksek 2016’da ve en düşük 1976 yılında hesaplanmıştır. Mevsimlik ortalama sıcaklık değerleri ise ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri için sırasıyla en yüksek 2016, 2012, 2012 ve 2014 yıllarında, en düşük ise 1987, 1976, 1988 ve 1992 yıllarında hesaplanmıştır. Aylık ortalama sıcaklık değerleri ise Ocak ayından Aralık ayına kadar sırasıyla en yüksek 2014, 2016, 2001, 2016, 2013, 2007, 2012, 2010, 1994, 2012, 2010 ve 1960 yıllarında, en düşük ise 2006, 2003, 1987, 1997, 1964, 1960, 1969, 1976, 1978, 1971, 1988 ve 1991 yıllarında ölçülmüştür (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Yıllık, mevsimlik, aylık ortalama sıcaklığın en yüksek ve en düşük değerleri (1960–2017)

Dönem	Ortalama Sıcaklık (°C)		
	<i>En Yüksek</i>	<i>En Düşük</i>	
<i>Yıllık</i>	16,53	13,90	
<i>Mevsimlik</i>	<i>İlkbahar</i>	15,00	10,67
	<i>Yaz</i>	26,53	21,83
	<i>Sonbahar</i>	18,77	14,40
	<i>Kış</i>	9,53	4,87
<i>Aylık</i>	<i>Ocak</i>	9,3	2,9
	<i>Şubat</i>	10,9	2,3
	<i>Mart</i>	13,1	4,1
	<i>Nisan</i>	15,7	9,6
	<i>Mayıs</i>	19,8	15,3
	<i>Haziran</i>	24,5	20,4
	<i>Temmuz</i>	28,2	22,8
	<i>Ağustos</i>	28,1	21,2
	<i>Eylül</i>	24,3	18,6
	<i>Ekim</i>	19,4	13,2
	<i>Kasım</i>	16,1	7,7
	<i>Aralık</i>	12,9	3,4

Çizelge 4.8. Sıcaklık için belirlenen trendlerin önem düzeyleri açısından farklı parametrik olmayan istatistik testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması ve trend durumları

Dönem	Mann–Kendall			Spearman			
	<i>tau</i>	<i>p</i>	Trend	<i>rho</i>	<i>p</i>	Trend	
<i>Yıllık Ortalama</i>	0,316**	0,000	▲	0,463**	0,000	▲	
<i>Mevsimsel</i>	<i>İlkbahar</i>	0,272**	0,003	▲	0,402**	0,002	▲
	<i>Yaz</i>	0,556**	0,000	▲	0,766**	0,000	▲
	<i>Sonbahar</i>	0,162	0,074	↑	0,228	0,085	↑
	<i>Kış</i>	0,069	0,448	↑	0,102	0,447	↑
<i>Aylık</i>	<i>Ocak</i>	0,044	0,629	↑	0,068	0,612	↑
	<i>Şubat</i>	0,084	0,354	↑	0,134	0,317	↑
	<i>Mart</i>	0,216*	0,018	▲	0,323*	0,013	▲
	<i>Nisan</i>	0,129	0,157	↑	0,192	0,148	↑
	<i>Mayıs</i>	0,300**	0,001	▲	0,436**	0,001	▲
	<i>Haziran</i>	0,421**	0,000	▲	0,595**	0,000	▲
	<i>Temmuz</i>	0,506**	0,000	▲	0,714**	0,000	▲
	<i>Ağustos</i>	0,495**	0,000	▲	0,681**	0,000	▲
	<i>Eylül</i>	0,316**	0,001	▲	0,449**	0,000	▲
	<i>Ekim</i>	0,107	0,238	↑	0,164	0,218	↑
	<i>Kasım</i>	-0,019	0,830	↓	-0,019	0,886	↓
	<i>Aralık</i>	-0,042	0,643	↓	-0,058	0,668	↓

* Korelasyon istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde önemlidir.

** Korelasyon istatistiksel olarak 0,01 önem düzeyinde önemlidir.

▲ istatistiksel olarak önemli artış eğilimini göstermektedir.

↑ artış eğilimini göstermektedir.

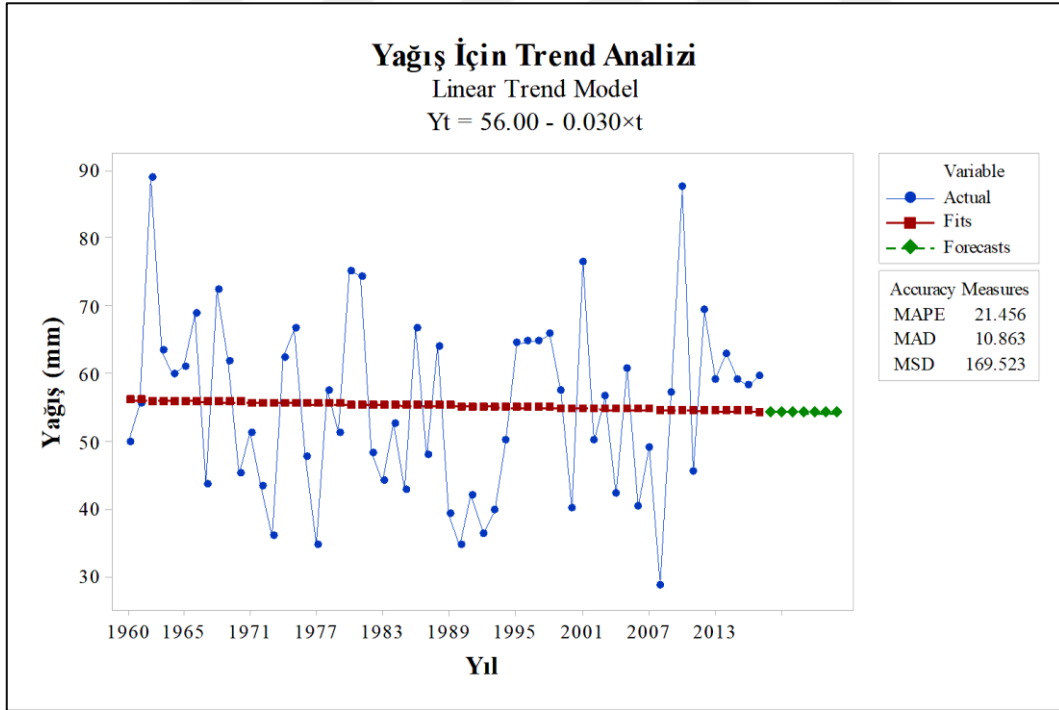
↓ azalış eğilimini göstermektedir.

Sıcaklık için belirlenen trendlerin önem düzeyleri açısından farklı parametrik olmayan istatistik testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması ve trend durumları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık değerindeki artış eğilimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Mevsimsel ortalama sıcaklık değerindeki değişimler incelendiğinde ise ilkbahar ve yaz mevsimleri için belirlenen artış eğilimlerinin istatistiksel açıdan önemli olduğu ($p < 0,01$) tespit edilmiş ancak sonbahar ve kış mevsimi için artış

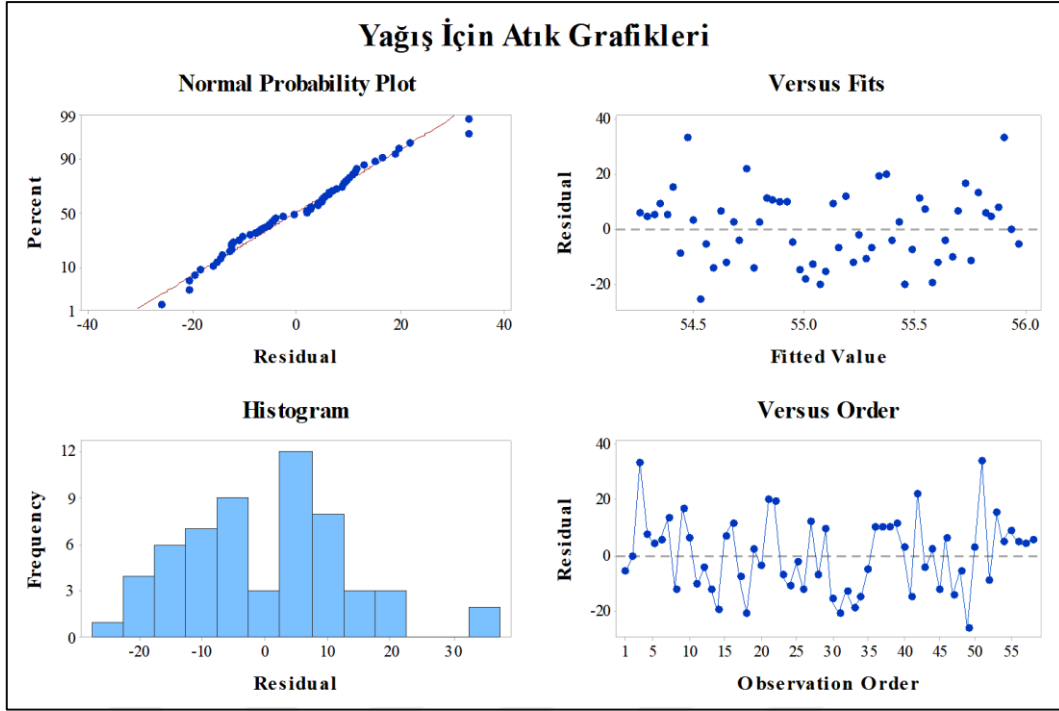
eğilimlerinin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Ortalama sıcaklık değerlerinin aylık değişimleri incelendiğinde Kasım ve Aralık ayları için belirlenen azalış eğilimi istatistiksel açıdan önemli bulunmazken Ocak, Şubat, Nisan ve Ekim ayları hariç diğer tüm aylar için gözlenen artış eğilimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları için belirlenen artış eğilimlerinde istatistiksel açıdan 0,01 önem düzeyinde anlamlılık tespit edilirken, Mart ayı için ise 0,05 önem düzeyinde bir anlamlılık belirlenmiştir.

4.1.3.2. Yağış

Pettitt değişim noktası analizine göre yıllık toplam yağış için değişim noktası 1969 yılı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Yıllık toplam yağış değerlerinin eğilim yönünün belirlenmesi için gerçekleştirilen trend analizi sonucunda yıllık toplam yağış miktarının azalış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.94). Yıllık toplam yağış miktarı için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.95'te verilmiştir.



Şekil 4.94. Yıllık toplam yağış için trend analizi sonucu



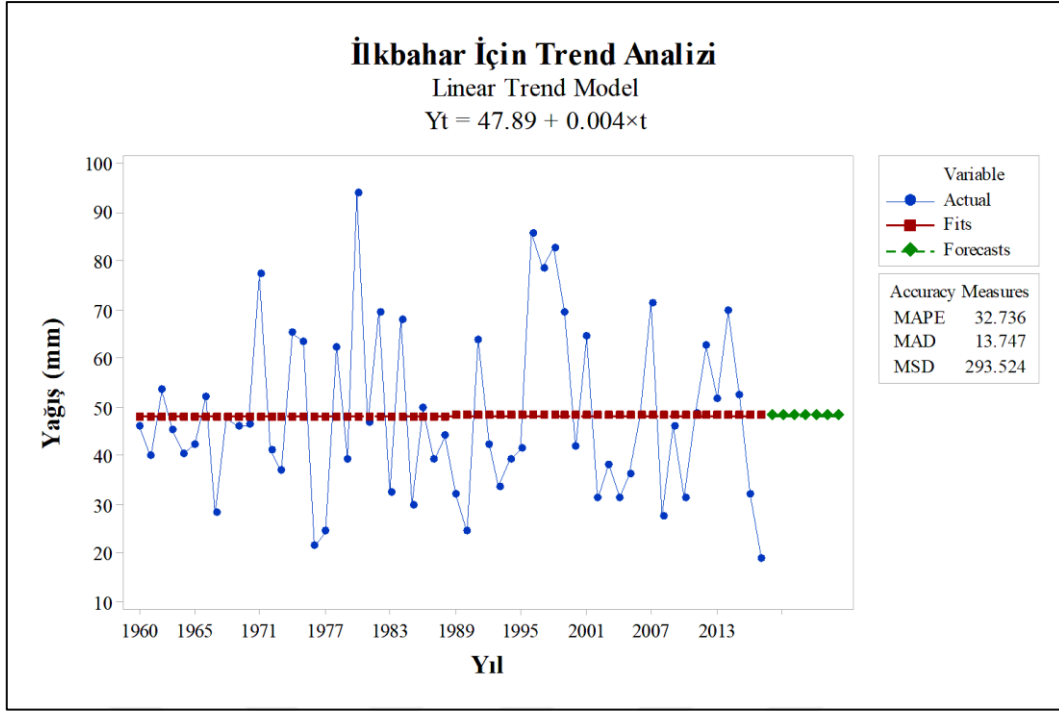
Şekil 4.95. Yıllık toplam yağış miktarının atık grafikleri

Toplam yağış miktarında gözlenen zamansal değişimler mevsimsel olarak incelendiğinde değişim noktası analizine göre ilkbahar mevsimi için 2001 yılı değişim noktası olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

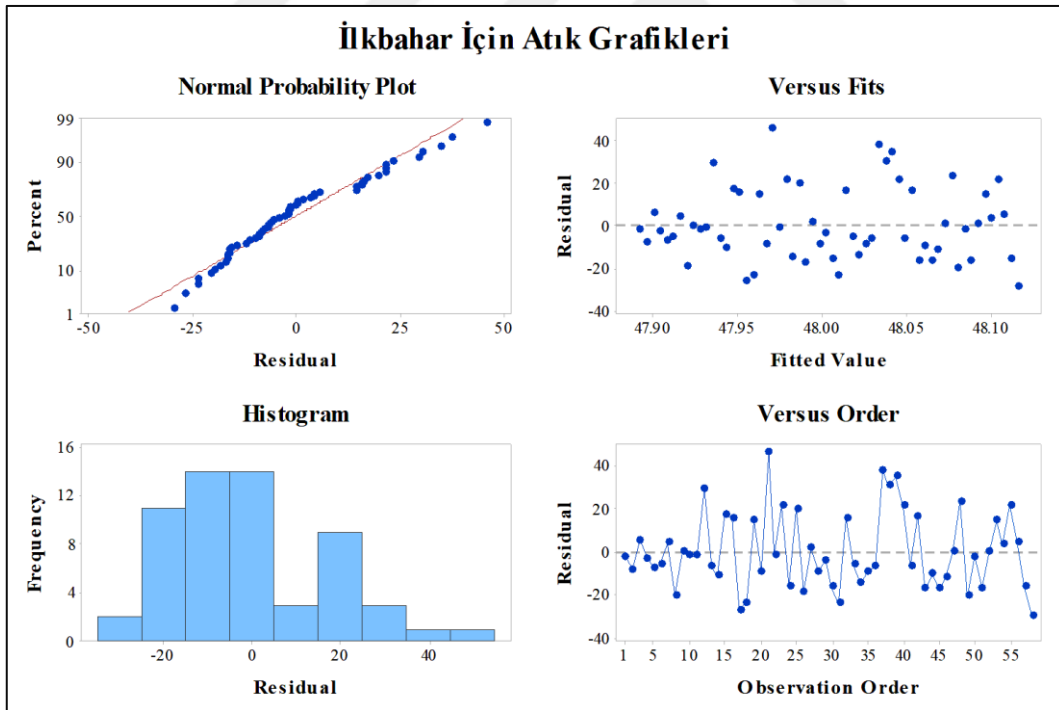
Çizelge 4.9. Toplam yağış miktarının mevsimlere göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri

Mevsim	Pettitt Değişim Yılı	<i>p</i>
İlkbahar	2001	1,2560
Yaz	1996	0,4448
Sonbahar	2000	0,9674
Kış	1969	0,0714

Mevsimsel toplam yağış miktarı için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda ilkbahar mevsimi için toplam yağışın azalış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.96). Ayrıca, ilkbahar mevsimi toplam yağış miktarı için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.97’de verilmiştir.



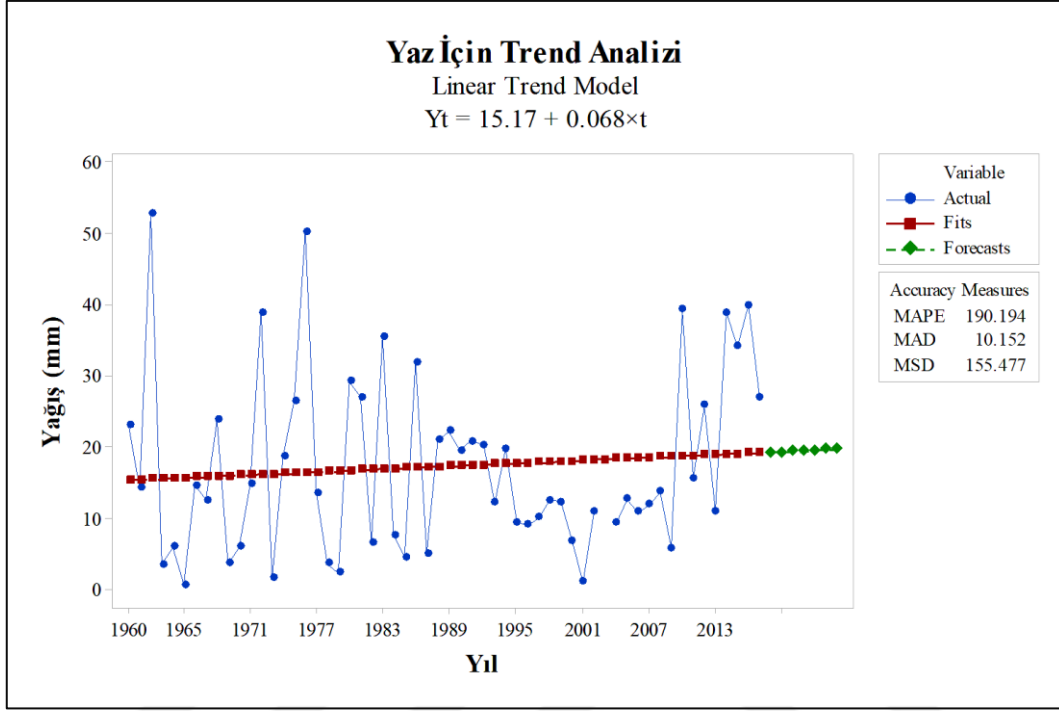
Şekil 4.96. İlkbahar için mevsimsel toplam yağış miktarının trend analizi sonucu



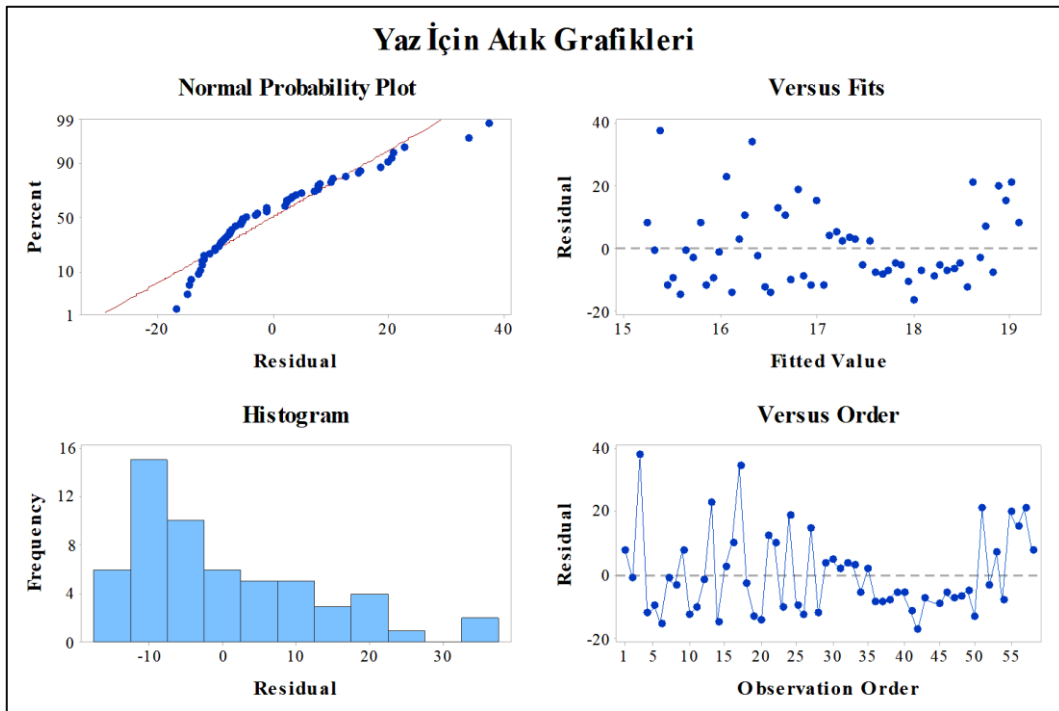
Şekil 4.97. İlkbahar için mevsimsel toplam yağış miktarının atık grafikleri

Pettitt değişim noktası analizine göre yaz mevsimi için değişim noktası 1996 yılı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Mevsimsel toplam yağış değerleri için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda yaz mevsimi için toplam

yağış miktarının artış eğilimi sergilediği tespit edilmiştir (Şekil 4.98). Bununla birlikte, yaz mevsimi toplam yağış miktarı için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.99’da verilmiştir.

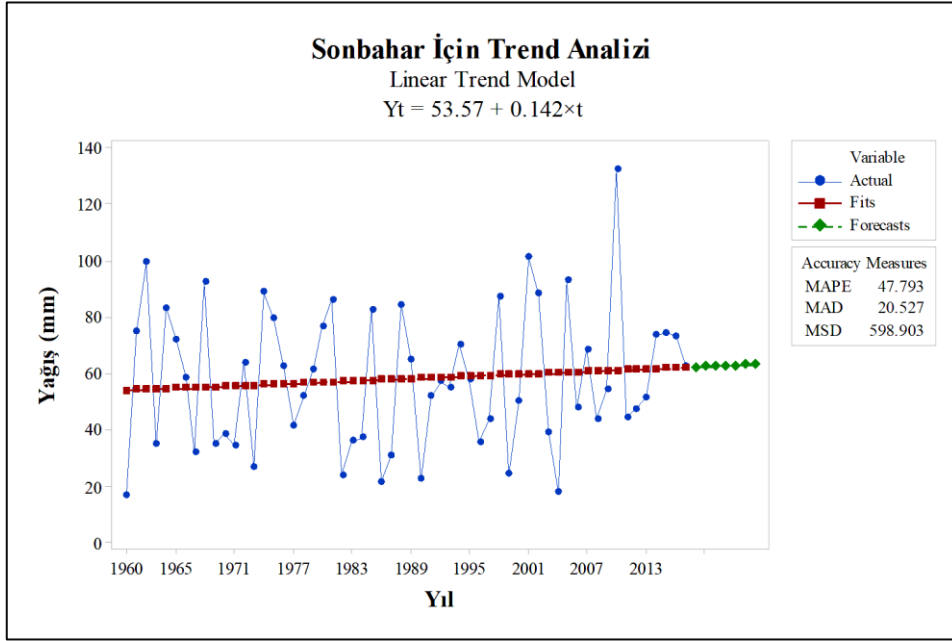


Şekil 4.98. Yaz için mevsimsel toplam yağış miktarının trend analizi sonucu

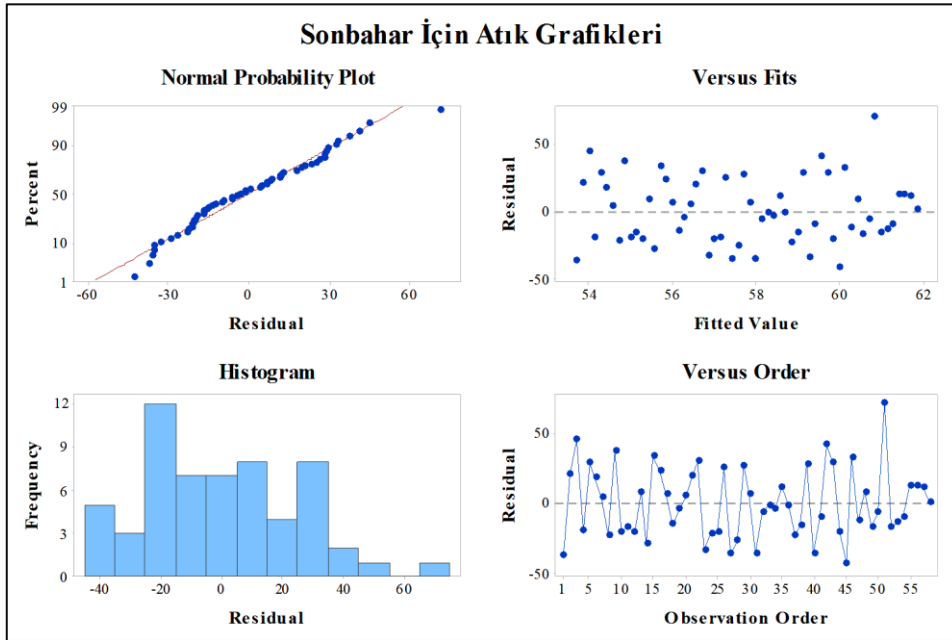


Şekil 4.99. Yaz için mevsimsel toplam yağış miktarının atık grafikleri

Sonbahar mevsimi için uygulanan değişim noktası analizine göre 2000 yılı değişim noktası olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Mevsimsel toplam yağış miktarları için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda sonbahar mevsimi için toplam yağış miktarının artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.100). Diğer yandan, sonbahar mevsimi toplam yağış miktarı için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri de Şekil 4.101’de sunulmuştur.

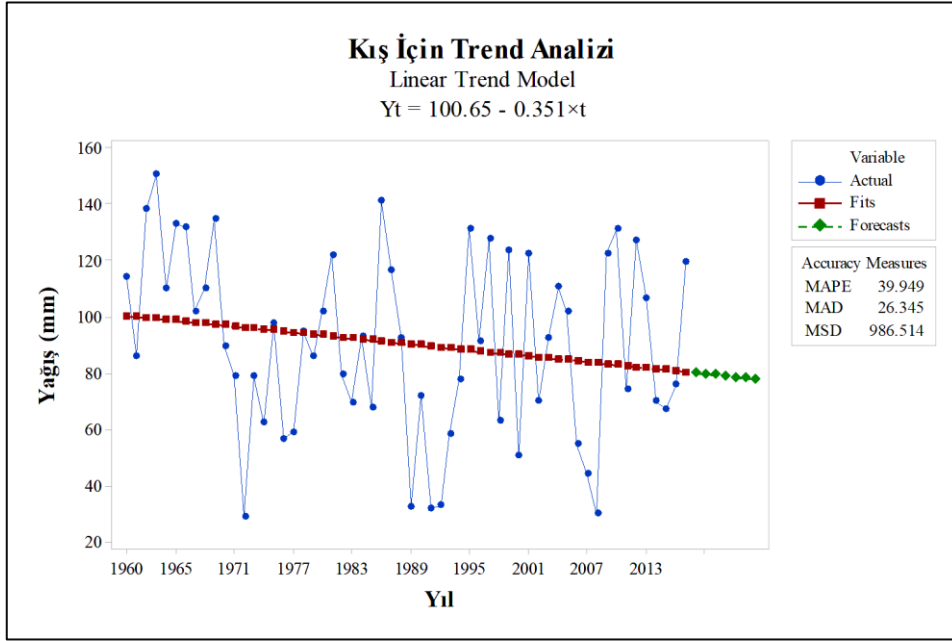


Şekil 4.100. Sonbahar için mevsimsel toplam yağış miktarının trend analizi sonucu

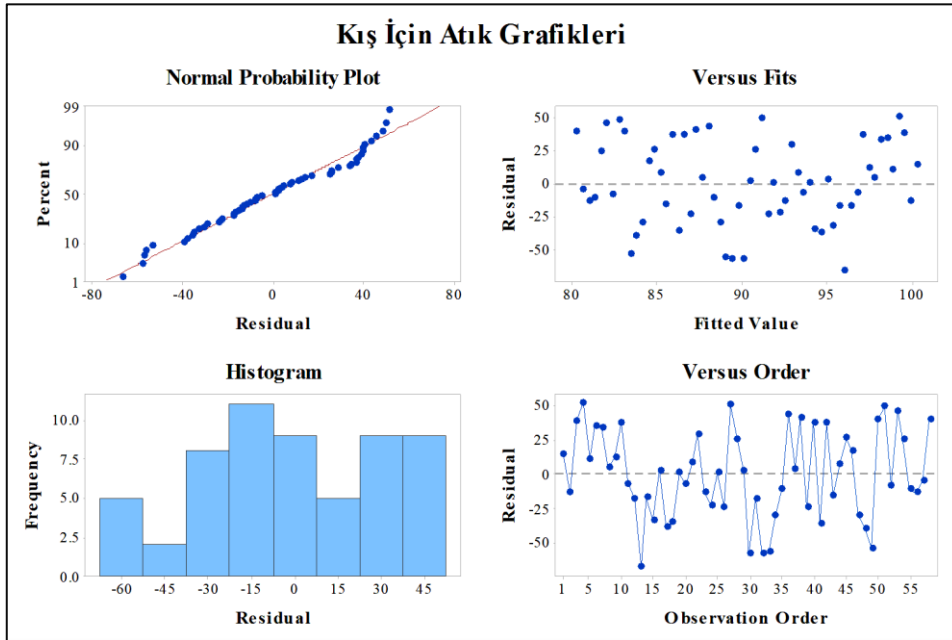


Şekil 4.101. Sonbahar için mevsimsel toplam yağış miktarının atık grafikleri

Değişim noktası analizine göre kış mevsimi için değişim noktası 1969 yılı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Mevsimsel toplam yağış miktarı için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda kış mevsimi için toplam yağış miktarının azalış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.102). Ayrıca, kış mevsimi ortalama sıcaklık değerleri için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.103'te verilmiştir.



Şekil 4.102. Kış için mevsimsel toplam yağış miktarının trend analizi sonucu



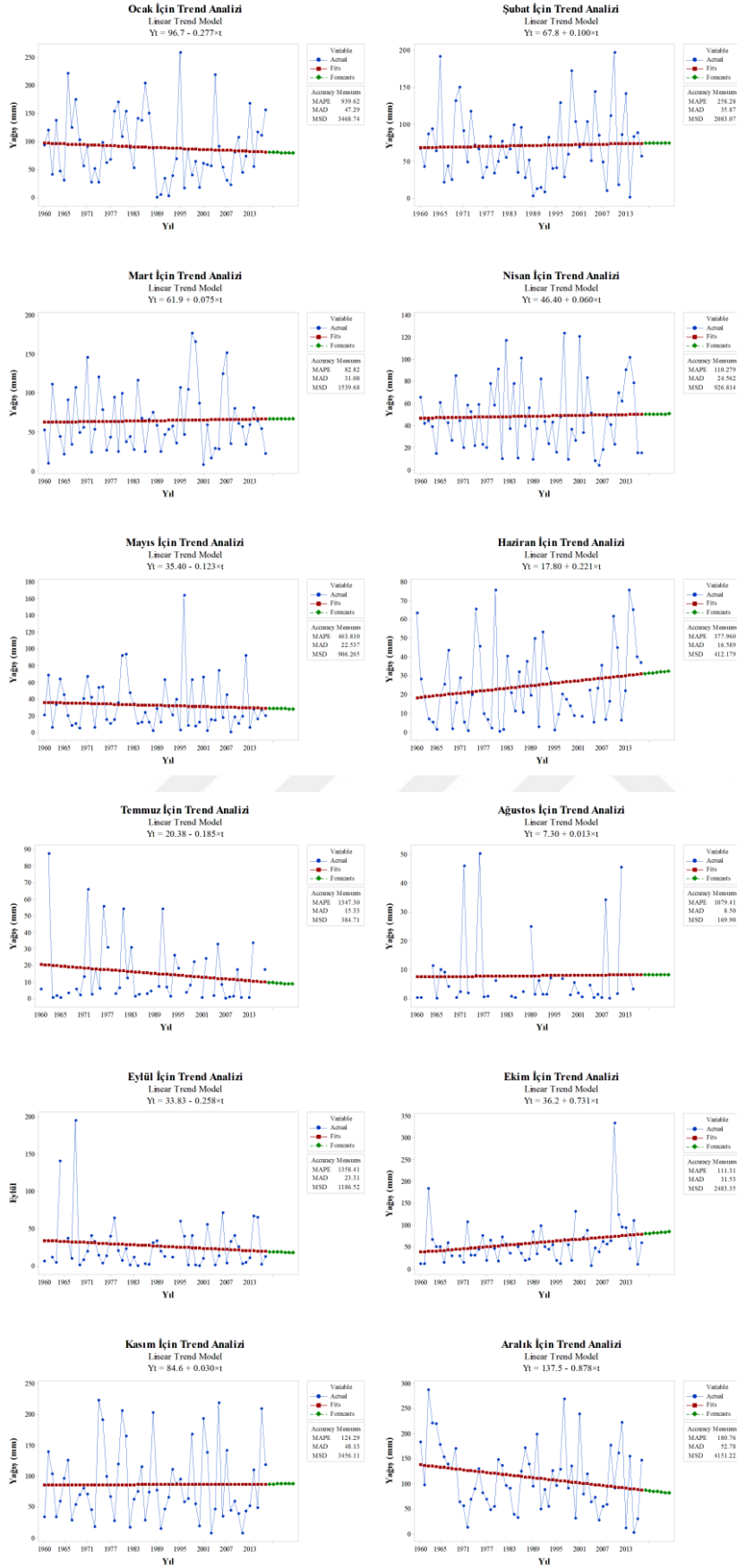
Şekil 4.103. Kış için mevsimsel toplam yağış miktarının atık grafikleri

Aylık toplam yağış miktarları için değişim noktalarının tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilen değişim noktası analizine göre değişim yılları Ocak ayından Aralık ayına kadar sırasıyla 1987, 1995, 1994, 2010, 1983, 2004, 1999, 1980, 2000, 1988, 2002 ve 1969 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Aylık toplam yağış miktarları için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda Ocak, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık ayları için azalan bir eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Şubat, Mart, Haziran ve Ekim ayları için toplam yağış miktarının ise artan bir eğilime sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.104).

Çizelge 4.10. Toplam yağış miktarının aylara göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri

Ay	Pettitt Değişim Yılı	p
Ocak	1987	0,1293
Şubat	1995	0,4388
Mart	1994	1,378
Nisan	2010	1,415
Mayıs	1983	0,6639
Haziran	2004	0,6114
Temmuz	1999	0,2000
Ağustos	1980	1,3130
Eylül	2000	0,7107
Ekim	1988	0,0672
Kasım	2002	1,3600
Aralık	1969	0,0607

Bu çalışmada kullanılan veri setinde en yüksek yağış miktarı 333,3 mm ile Ekim 2010'da, en düşük değer ise hiç yağış olmayan Haziran 1981, Temmuz 2007, Ağustos 2009 ve Eylül 2000'de kaydedilmiştir (Çizelge 4.11). Yıllık toplam yağış miktarı en yüksek 1962'de ve en düşük 2008 yılında hesaplanmıştır. Mevsimlik toplam yağış miktarı ise ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri için sırasıyla en yüksek 1980, 1962, 2010 ve 1963 yıllarında, en düşük ise 2017, 2003, 1960 ve 1972 yıllarında hesaplanmıştır. Aylık toplam yağış miktarları ise Ocak ayından Aralık ayına kadar sırasıyla en yüksek 1995, 2010, 1998, 1997, 1996, 2001, 2003, 1994, 2001, 1971 ve 1962 yıllarında, en düşük ise 1989, 2014, 2001, 2006, 2008, 1981, 2007, 1965, 2000, 2004, 2011 ve 2015 yıllarında ölçülmüştür (Çizelge 4.11).



Şekil 4.104. Aylık toplam yağış miktarlarının trend analizi sonucu

Çizelge 4.11. Yıllık, mevsimlik, aylık toplam yağış miktarının en yüksek ve en düşük değerleri (1960–2017)

Dönem	Toplam Yağış Miktarı (mm)		
	En Yüksek	En Düşük	
<i>Yıllık</i>	88,88	28,66	
<i>Mevsimlik</i>	<i>İlkbahar</i>	93,80	18,77
	<i>Yaz</i>	52,75	0,50
	<i>Sonbahar</i>	132,13	16,70
	<i>Kış</i>	150,50	29,00
	<i>Ocak</i>	258,00	0,20
<i>Aylık</i>	<i>Şubat</i>	196,60	1,00
	<i>Mart</i>	176,60	7,70
	<i>Nisan</i>	123,40	3,80
	<i>Mayıs</i>	163,30	0,20
	<i>Haziran</i>	75,40	0,00
	<i>Temmuz</i>	87,30	0,00
	<i>Ağustos</i>	50,10	0,00
	<i>Eylül</i>	194,60	0,00
	<i>Ekim</i>	333,30	6,10
	<i>Kasım</i>	222,20	6,70
	<i>Aralık</i>	287,60	1,60

Yağış miktarı için belirlenen trendlerin önem düzeyleri açısından farklı parametrik olmayan istatistik testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması ve trend durumları Çizelge 4.12’de yer almaktadır. Yıllık toplam yağış miktarındaki azalış eğilimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Mevsimsel toplam yağış miktarındaki değişimler incelendiğinde ise hem ilkbahar ve kış mevsimleri için belirlenen azalış eğilimlerinin hem de yaz ve sonbahar mevsimleri için belirlenen artış eğilimlerinin yine istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Toplam yağış miktarındaki aylık değişimler incelendiğinde ise Ekim ayındaki artış eğiliminin 0,05 önem düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ancak, diğer aylar için belirlenen artış ve azalış eğilimleri istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.12. Yağış miktarı için belirlenen trendlerin önem düzeyleri açısından farklı parametrik olmayan istatistik testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması ve trend durumları

Dönem	Mann–Kendall			Spearman			
	<i>tau</i>	<i>p</i>	Trend	<i>rho</i>	<i>p</i>	Trend	
<i>Yıllık Ortalama</i>	–0,020	0,825	↓	–0,035	0,792	↓	
<i>Mevsimsel</i>	<i>İlkbahar</i>	–0,012	0,893	↓	–0,016	0,907	↓
	<i>Yaz</i>	0,097	0,289	↑	0,132	0,328	↑
	<i>Sonbahar</i>	0,060	0,507	↑	0,084	0,530	↑
	<i>Kış</i>	–0,143	0,112	↓	–0,195	0,142	↓
	<i>Ocak</i>	–0,048	0,591	↓	–0,090	0,503	↓
<i>Aylık</i>	<i>Şubat</i>	0,022	0,809	↑	0,034	0,797	↑
	<i>Mart</i>	0,027	0,763	↑	0,043	0,750	↑
	<i>Nisan</i>	–0,020	0,825	↓	–0,023	0,864	↓
	<i>Mayıs</i>	–0,062	0,490	↓	–0,107	0,422	↓
	<i>Haziran</i>	0,125	0,175	↑	0,193	0,154	↑
	<i>Temmuz</i>	–0,031	0,762	↓	–0,069	0,650	↓
	<i>Ağustos</i>	–0,010	0,926	↓	0,011	0,949	↓
	<i>Eylül</i>	–0,006	0,951	↓	–0,012	0,934	↓
	<i>Ekim</i>	0,196*	0,035	▲	0,271*	0,046	▲
	<i>Kasım</i>	–0,033	0,712	↓	–0,035	0,795	↓
	<i>Aralık</i>	–0,168	0,062	↓	–0,223	0,092	↓

* Korelasyon istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde önemlidir.

▲ istatistiksel olarak önemli artış eğilimini göstermektedir.

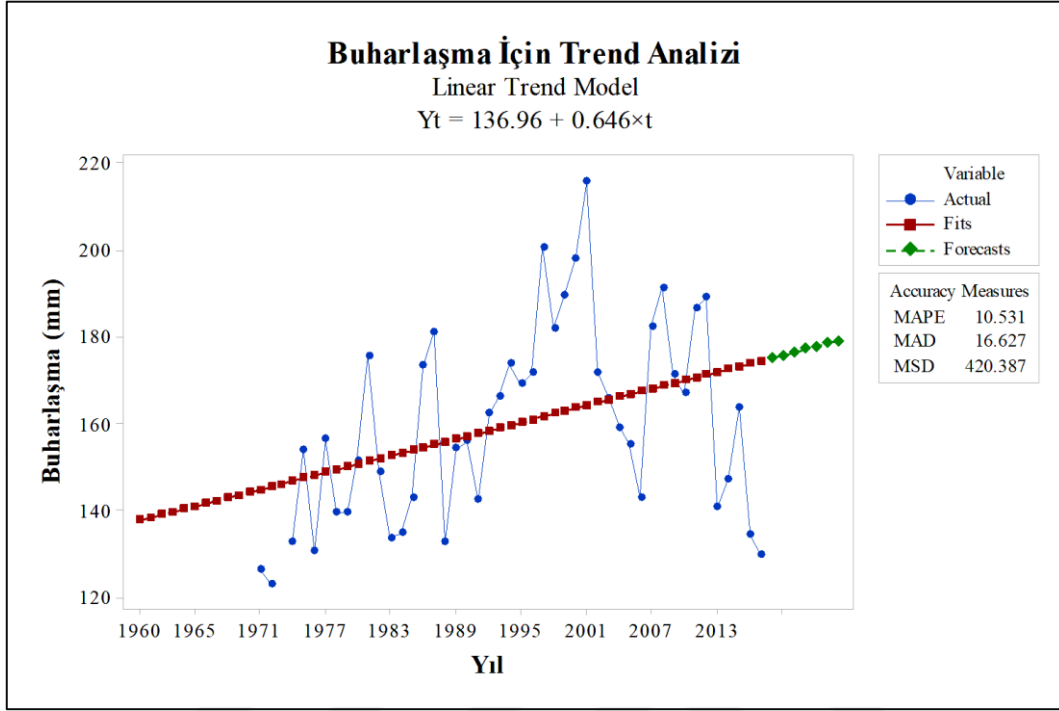
↑ artış eğilimini göstermektedir.

↓ azalış eğilimini göstermektedir.

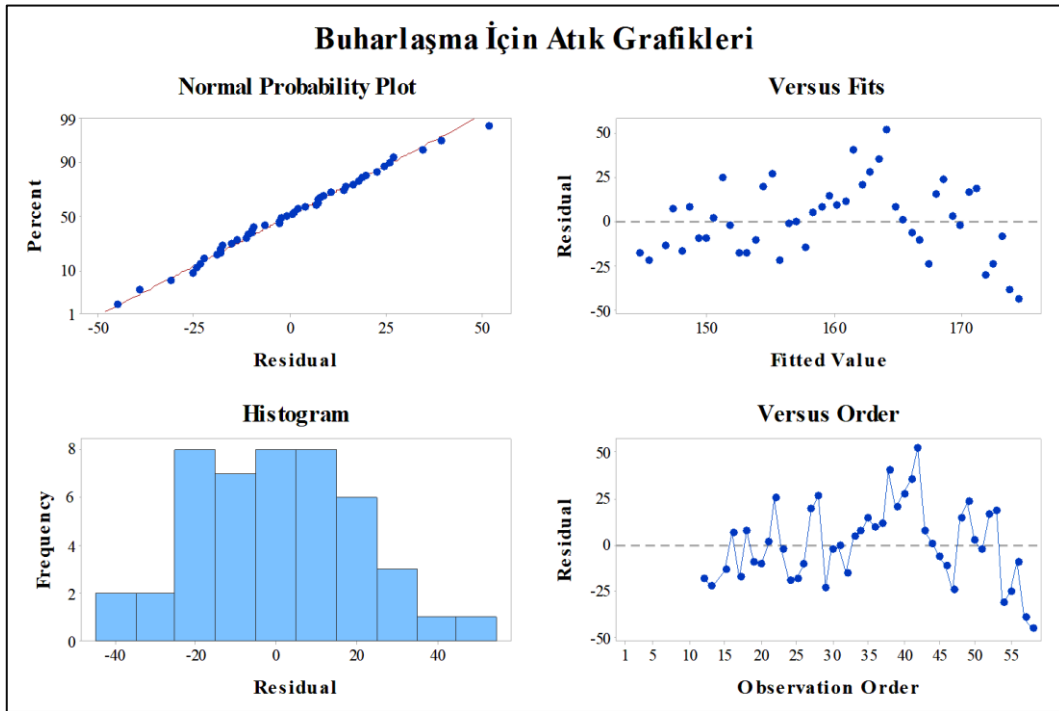
4.1.3.3. Buharlaşma

Yıllık toplam buharlaşma miktarı için yapılan değişim noktası analizine göre değişim noktası 1991 yılı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Yıllık toplam buharlaşma miktarının eğilim yönünün belirlenmesi için gerçekleştirilen trend analizi sonucunda ise yıllık toplam buharlaşma miktarının artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.105). Ayrıca, yıllık

toplam buharlaşma miktarının için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.106'da verilmiştir.



Şekil 4.105. Yıllık toplam buharlaşma için trend analizi sonucu



Şekil 4.106. Yıllık toplam yağış miktarının atık grafikleri

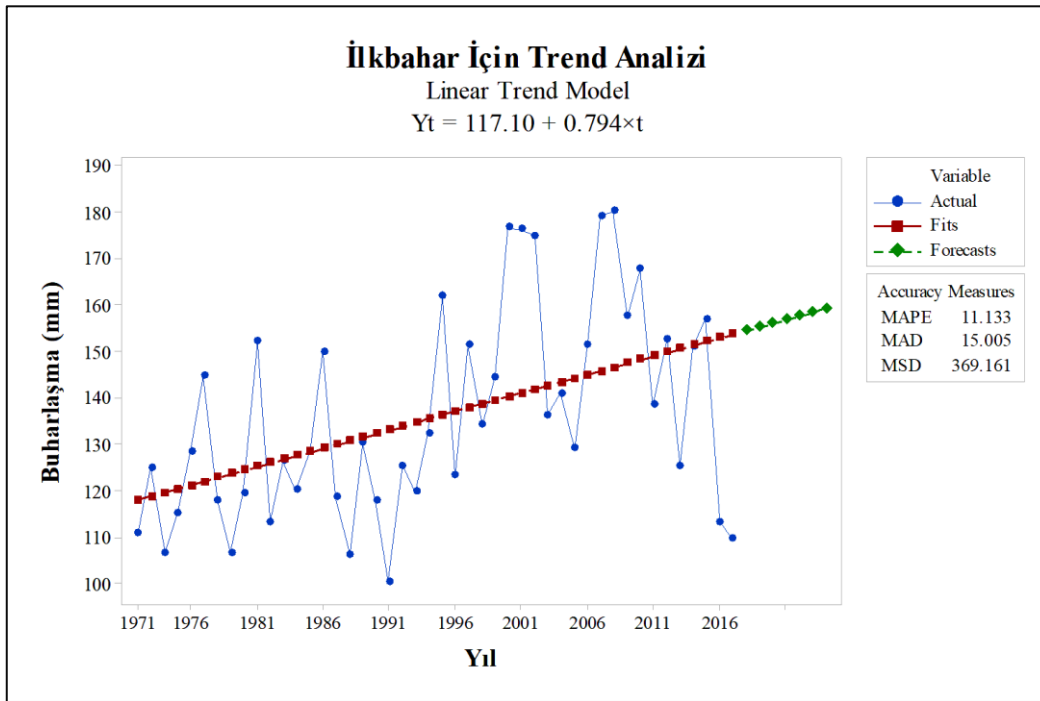
Toplam buharlaşma miktarlarında meydana gelen zamansal değişimler mevsimsel olarak incelendiğinde değişim noktası analizine göre ilkbahar mevsimi için 1993 yılı değişim noktası olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Toplam buharlaşma miktarının mevsimlere göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri

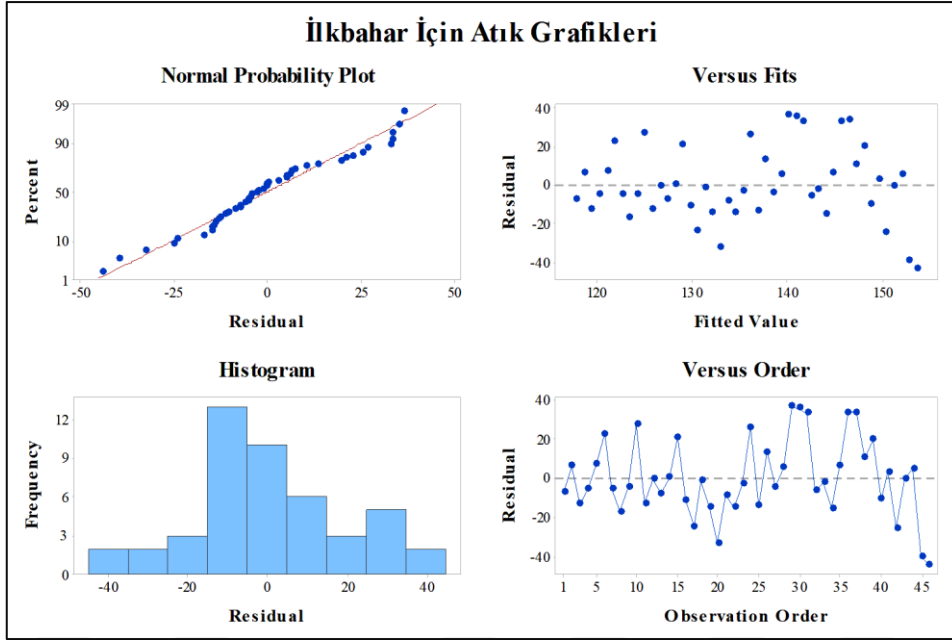
Mevsim	Pettitt Değişim Yılı	<i>p</i>
İlkbahar	1993	0,0004
Yaz	1993	0,0001
Sonbahar	1986	0,1834
Kış	NA	NA

NA: Suyun donması nedeniyle buharlaşma ölçümü gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle herhangi bir veri olmamasından dolayı değişim noktası analizi uygulanamamıştır.

Mevsimsel toplam buharlaşma miktarları için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda ilkbahar mevsimi için toplam buharlaşma miktarının artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.107). Ayrıca, ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık değerleri için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.108’de verilmiştir.

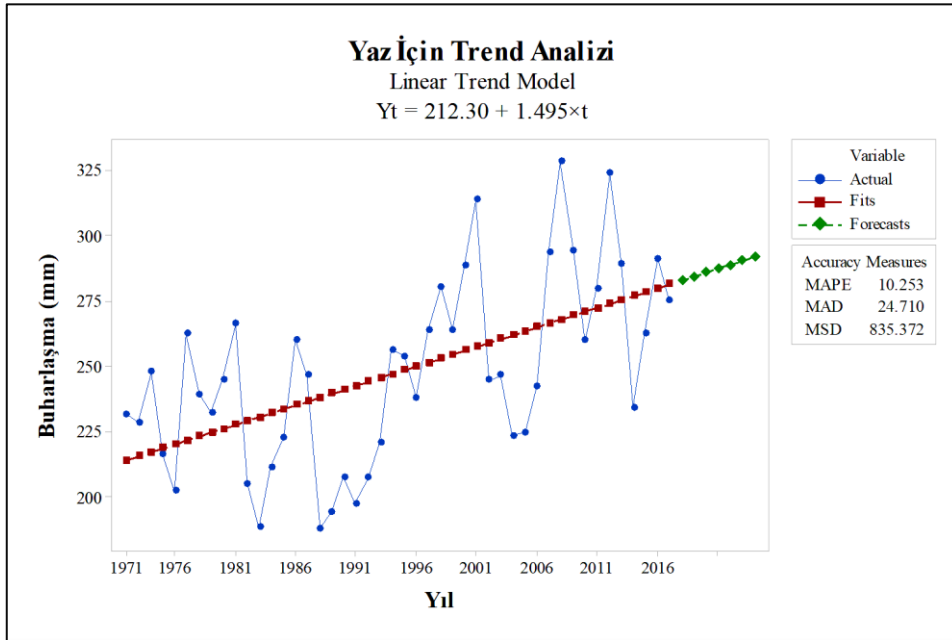


Şekil 4.107. İlkbahar için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının trend analizi sonucu

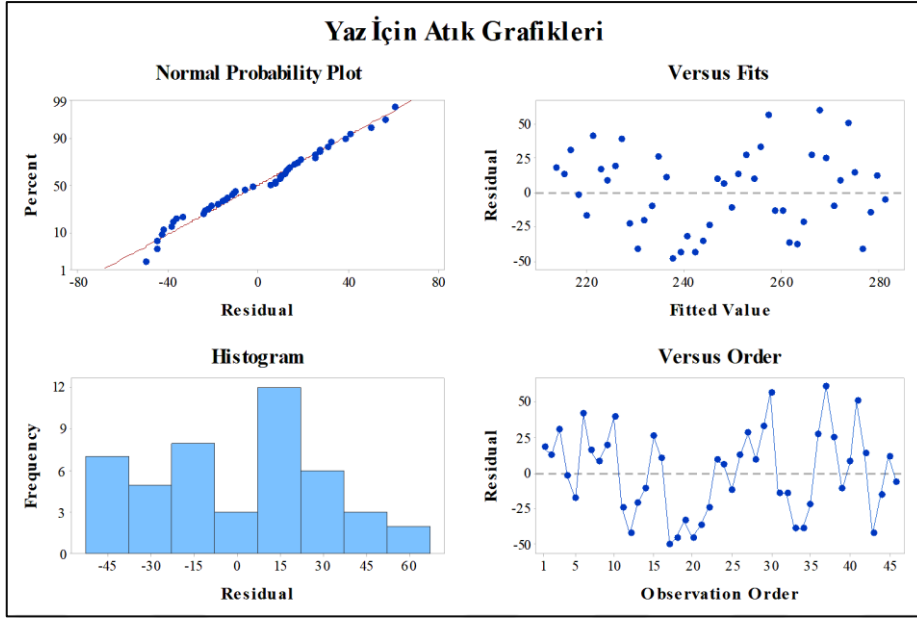


Şekil 4.108. İlkbahar için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının atık grafikleri

Pettitt değişim noktası analizine göre yaz mevsimi için değişim noktası 1993 yılı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Mevsimsel toplam buharlaşma miktarı için eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda yaz mevsimi için toplam buharlaşma miktarının artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.109). Bununla birlikte, yaz mevsimi toplam buharlaşma miktarı için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri Şekil 4.110'da verilmiştir.

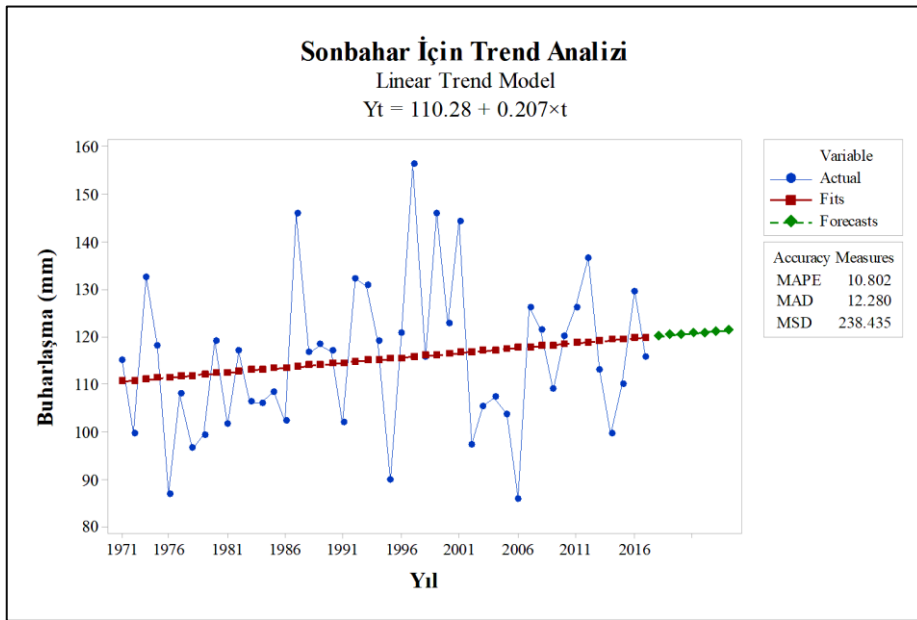


Şekil 4.109. Yaz için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının trend analizi sonucu

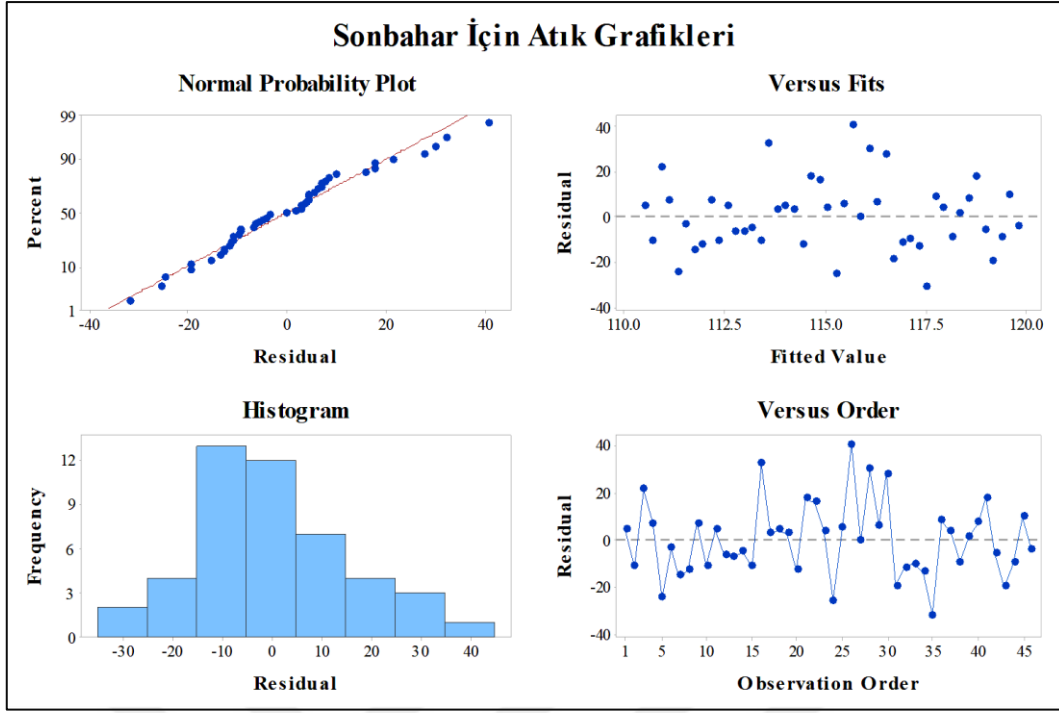


Şekil 4.110. Yaz için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının atık grafikleri

Sonbahar mevsimi için uygulanan değişim noktası analizine göre 1986 yılı değişim noktası olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Sonbahar mevsimi için mevsimsel toplam buharlaşma miktarındaki eğilim yönünün belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen trend analizi sonucunda toplam buharlaşma miktarının artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.111). Diğer yandan, sonbahar mevsimi toplam buharlaşma miktarı için normal olasılık, histogram, veriye uyan değer ve gözlem sırası için atık grafikleri de Şekil 4.112’de sunulmuştur.



Şekil 4.111. Sonbahar için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının trend analizi sonucu



Şekil 4.112. Sonbahar için mevsimsel toplam buharlaşma miktarının atık grafikleri

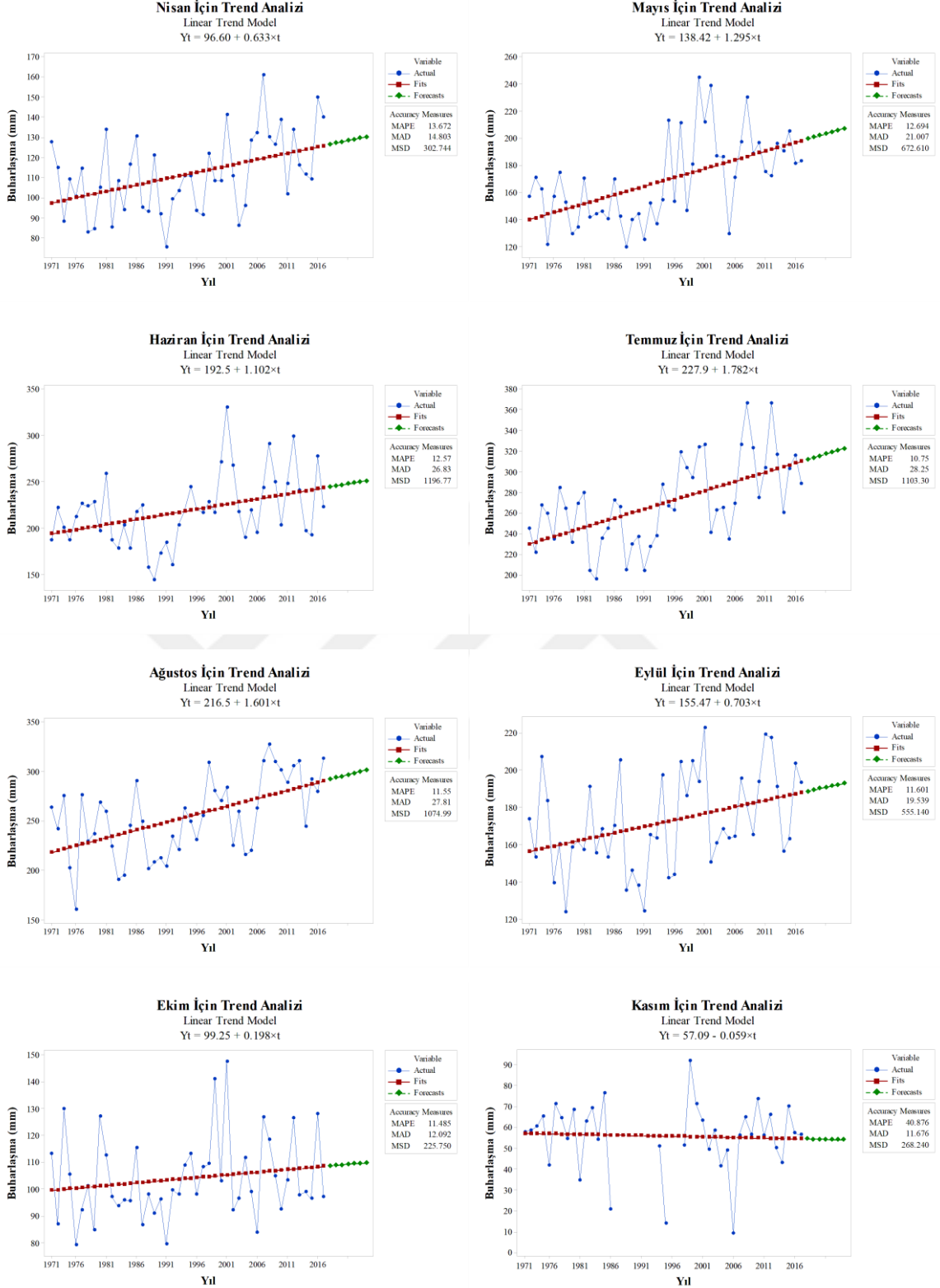
Çalışmada kullanılan buharlaşma miktarı verilerinin temin edildiği Çanakkale meteoroloji gözlem istasyonunda yapılan gözlemlerde yıl içerisinde kış dönemine denk gelen Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarına ait buharlaşma ölçümlerinin kayıtları bulunmamaktadır. Bunun sebebi kış aylarında buharlaşma tavelarındaki suyun donması nedeniyle buharlaşma miktarının ölçülememesidir. Dolayısıyla, Ocak, Şubat, Mart ve Aralık aylarına ait buharlaşma kayıtlarının MGM tarafından yapılan gözlemlerde yer almaması nedeniyle bu aylar için değişim noktası analizi ve trend analizi gerçekleştirilememiştir. Ölçüm yapılabilen aylar için değişim noktası analizi uygulanmış ve belirlenen değişim yılları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Ayrıca ölçüm yapılabilen aylar için gerçekleştirilen trend analizi sonuçları buharlaşma miktarının Kasım ayı haricinde diğer tüm aylar için artış eğiliminde olduğunu göstermektedir (Şekil 4.113).

Çizelge 4.14. Toplam buharlaşma miktarının aylara göre değişim noktası analizi sonuçları ve önem düzeyleri

Ay	Pettitt Değişim Yılı	<i>p</i>
Ocak	NA	NA
Şubat	NA	NA
Mart	NA	NA
Nisan	2004	0,0073
Mayıs	2004	0,0000
Haziran	1994	0,0052
Temmuz	1993	0,0001
Ağustos	1997	0,0010
Eylül	1996	0,0113
Ekim	1993	0,2065
Kasım	1998	0,1295
Aralık	NA	NA

NA: Suyun donması nedeniyle buharlaşma ölçümü gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle herhangi bir veri olmamasından dolayı değişim noktası analizi uygulanamamıştır.

Bu çalışmada kullanılan veri setinde en yüksek buharlaşma değeri 366,60 mm ile Temmuz 2012’de, en düşük değer ise 8,90 mm ile Kasım 2006’da kaydedilmiştir (Çizelge 4.15). Yıllık toplam buharlaşma miktarları en yüksek 2001’de ve en düşük 1972 yılında hesaplanmıştır. Mevsimlik toplam buharlaşma miktarları ise ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla en yüksek 2008, 2008 ve 1997 yıllarında, en düşük ise 1991, 1988 ve 2006 yıllarında gözlenmiştir. Aylık toplam buharlaşma miktarları ise Nisan ayından Kasım ayına kadar sırasıyla en yüksek 200, 2000, 2001, 2012, 2008, 2001, 2001, 1997 yıllarında, en düşük ise 1981, 1988, 1989, 1983, 1976, 1978, 1976, 2006 yıllarında ölçülmüştür (Çizelge 4.15).



Şekil 4.113. Aylık toplam buharlaşma miktarlarının trend analizi sonucu

Çizelge 4.15. Toplam buharlaşma miktarının yıllık, mevsimlik, aylık ortalamalarının en yüksek ve en düşük değerleri (1971–2017)

Dönem	Toplam Buharlaşma Miktarı (mm)		
	<i>En Yüksek</i>	<i>En Düşük</i>	
<i>Yıllık</i>	215,74	122,90	
<i>Mevsimlik</i>	<i>İlkbahar</i>	180,10	100,30
	<i>Yaz</i>	328,07	187,67
	<i>Sonbahar</i>	263,50	85,67
	<i>Kış</i>	NA	NA
<i>Aylık</i>	<i>Ocak</i>	NA	NA
	<i>Şubat</i>	NA	NA
	<i>Mart</i>	NA	NA
	<i>Nisan</i>	161,20	75,40
	<i>Mayıs</i>	245,00	119,60
	<i>Haziran</i>	330,70	144,20
	<i>Temmuz</i>	366,60	195,50
	<i>Ağustos</i>	327,10	159,80
	<i>Eylül</i>	222,60	123,70
	<i>Ekim</i>	147,40	79,20
	<i>Kasım</i>	108,10	8,90
	<i>Aralık</i>	NA	NA

NA: Suyun donması nedeniyle buharlaşma ölçümü gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle herhangi bir veri olmamasından dolayı hesaplama yapılamamıştır.

Buharlaşma miktarı için belirlenen trendlerin önem düzeyleri açısından farklı parametrik olmayan istatistik testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması ve trend durumları izelge 4.16’da verilmiştir. Yıllık toplam buharlaşma miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Mevsimsel buharlaşma miktarındaki değişimler incelendiğinde ise ilkbahar ve yaz mevsimleri için belirlenen artış eğiliminin istatistiksel açıdan önemli olduğu ($p<0,01$) tespit edilmiş ancak sonbahar mevsimi için belirlenen artış eğiliminin istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Buharlaşma miktarının aylık değişimleri açısından Kasım ayı için belirlenen azalış eğilimi istatistiksel açıdan önemli bulunmazken Ekim ayı hariç diğer tüm aylar için gözlenen artış eğilimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca Nisan, Haziran ve Eylül ayları için 0,05 önem düzeyinde anlamlılık tespit edilirken; Mayıs, Temmuz ve Ağustos ayları için ise 0,01 önem düzeyinde bir anlamlılık belirlenmiştir.

İklim parametreleri ile kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı arasındaki ilişkinin belirlenmesi için parametrik olmayan Mann–Kendall ve Spearman sıra korelasyon katsayısı testleri uygulanmıştır. Bu testler sonucunda kıyı çizgisi ve yüzey alanı arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir. İklim parametrelerinin birbirleri arasındaki ilişki incelendiğinde ise sıcaklık ve buharlaşma arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Parametreler arasındaki korelasyon ve belirlenen test istatistikleri izelge 4.17’de verilmiştir. Bununla birlikte, beklenenin aksine sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($p>0,05$). Diğer yandan, hem yağış miktarı ile kıyı çizgisi arasında hem de yağış ile göl yüzey alanı arasında da istatistiksel açıdan önemli bir ilişki tespit edilememiştir.

İklimsel parametreler, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı değerlerinin birbirleri ile olan ilişkileri ve önem düzeyleri açısından Mann–Kendall ve Spearman sıra korelasyon katsayısı testlerinin karşılaştırmalı test istatistikleri yıllık ortalamalar dikkate alınarak hesaplandığında iklimsel parametreler ile ne kıyı çizgisi arasında ne de göl yüzey alanı arasında istatistiksel açıdan önem arz eden herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Ancak, çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin barajda su tutulmaya başlanan ay olan Haziran ayına ait görüntülerden seçilmesi nedeniyle kıyı çizgisi ve göl yüzey alanına ait bulgular Haziran ayına ait durumları göstermektedir. Dolayısıyla, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı ile iklimsel parametreler arasındaki ilişkilerin incelenmesi açısından Haziran ayına ait iklim verileri seçilerek ayrıca korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.16. Buharlaşıma miktarı için belirlenen trendlerin önem düzeyleri açısından farklı parametrik olmayan istatistik testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması ve trend durumları

Dönem	Mann–Kendall			Spearman			
	<i>tau</i>	<i>p</i>	Trend	<i>rho</i>	<i>p</i>	Trend	
<i>Yıllık</i>	0,289**	0,005	▲	0,391**	0,007	▲	
<i>Mevsimsel</i>	<i>İlkbahar</i>	0,357**	0,000	▲	0,492**	0,001	▲
	<i>Yaz</i>	0,382**	0,000	▲	0,559**	0,000	▲
	<i>Sonbahar</i>	0,149	0,145	↑	0,204	0,173	↑
	<i>Kış</i>	NA	NA		NA	NA	
	<i>Ocak</i>	NA	NA		NA	NA	
<i>Şubat</i>	NA	NA		NA	NA		
<i>Mart</i>	NA	NA		NA	NA		
<i>Aylık</i>	<i>Nisan</i>	0,288*	0,005	▲	0,421**	0,004	▲
	<i>Mayıs</i>	0,358**	0,000	▲	0,589**	0,000	▲
	<i>Haziran</i>	0,248*	0,015	▲	0,369*	0,012	▲
	<i>Temmuz</i>	0,387**	0,000	▲	0,570**	0,000	▲
	<i>Ağustos</i>	0,368**	0,000	▲	0,528**	0,000	▲
	<i>Eylül</i>	0,237*	0,020	▲	0,360*	0,014	▲
	<i>Ekim</i>	0,126	0,218	↑	0,174	0,248	↑
	<i>Kasım</i>	-0,054	0,638	↓	-0,099	0,560	↓
	<i>Aralık</i>	NA	NA		NA	NA	

NA: Suyun donması nedeniyle buharlaşma ölçümü gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle herhangi bir veri olmamasından dolayı hesaplama yapılamamıştır.

* Korelasyon istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde önemlidir.

** Korelasyon istatistiksel olarak 0,01 önem düzeyinde önemlidir.

▲ istatistiksel olarak önemli artış eğilimini göstermektedir.

↑ artış eğilimini göstermektedir.

↓ azalış eğilimini göstermektedir.

Kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı ile Haziran ayına ait iklimsel veriler arasındaki korelasyon analizlerine göre sıcaklık ve buharlaşma arasında istatistiksel açıdan 0,01 önem düzeyinde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yağış ve buharlaşma arasında da istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yıllık ortalamalar ile hesaplandığında kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı ile hiçbir iklimsel veri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki tespit edilemezken, Haziran ayına ait veriler ile analiz gerçekleştirildiğinde hem kıyı çizgisi ile sıcaklık arasında hem de göl yüzey alanı ile sıcaklık arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olduğu ortaya çıkarılmıştır ($p<0,05$). Diğer yandan, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı arasında da yine istatistiksel açıdan önemli bir ilişki tespit edilmiştir ($p<0,01$). Bunların yanında, sıcaklık ile yağış arasında ve buharlaşma ile yağış arasında ise negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Mann–Kendall testi bir zaman serisinde monotonik bir eğilim olup olmadığını belirlemekte iken Spearman sıra korelasyon katsayısı testi ise iki değişken arasındaki bir ilişkinin gücünü ve yönünü ölçmektedir. Mann–Kendall testi zaman serilerindeki eğilimlerin önemini değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmada eğilimlerin durumu, gücü ve yönü her bir iklimsel veri kümesi için analiz edilmiştir. Yıllık, mevsimsel ve aylık olarak sıcaklık, yağış ve buharlaşma değerleri için sırasıyla Çizelge 4.8, Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.16’da bu analizlerin sonuçları verilmiştir. Buna göre, iklimsel verilerde belirlenen eğilimlerin yönleri ve önem düzeyleri de tespit edilmiştir.

İzleme periyodu boyunca iklimsel parametrelerdeki zamansal değişimlerin yıl içerisindeki dalgalanmaları incelendiğinde buharlaşma miktarı ve sıcaklık değerlerinin Temmuz ve Ağustos aylarında en yüksek değerlere ulaştığı gözlenmiştir. Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ise en düşük değerlere ulaşan sıcaklık ve buharlaşma miktarının yıl içerisindeki aylık değişimleri dikkate alındığında birbirileri ile benzer yönlerde değişim gösterdiği ve pozitif ilişkiye sahip oldukları anlaşılmaktadır. Öte yandan, yağış miktarının yıl içerisindeki dalgalanmaları değerlendirildiğinde Temmuz ve Ağustos aylarında en düşük değerlere ulaştığı gözlenmiştir. Kasım, Aralık ve Ocak aylarında ise en yüksek değerlere ulaşan yağış miktarının sergilemiş olduğu bu dalgalanmalar göz önünde bulundurulduğunda sıcaklık ve buharlaşma miktarı ile ters yönde değişim gösterdiği ve negatif ilişkiye sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.114).

Çizelge 4.17. İklimsel parametreler, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı değerlerinin birbirleri ile olan ilişkileri ve önem düzeyleri açısından Mann–Kendall (MK) ve Spearman’s rho (SR) testlerinin karşılaştırmalı test istatistikleri

Test	Parametre	Değer	Sıcaklık	Yağış	Buharlaştırma	Kıyı Çizgisi	Yüzey Alanı	
MK	Sıcaklık	CC	1,000	0,155	0,228*	0,126	0,172	
		<i>p</i>		0,087	0,025	0,287	0,147	
	Yağış	CC		1,000	0,076	0,175	0,193	
		<i>p</i>			0,454	0,140	0,102	
	Buharlaştırma	CC			1,000	0,061	0,049	
		<i>p</i>				0,609	0,680	
	Kıyı Çizgisi	CC				1,000	0,873**	
		<i>p</i>					0,000	
	Yüzey Alanı	CC					1,000	
		<i>p</i>						
	SR	Sıcaklık	CC	1,000	0,222	0,307*	0,163	0,248
			<i>p</i>		0,094	0,038	0,349	0,151
Yağış		CC		1,000	0,132	0,229	0,260	
		<i>p</i>			0,383	0,186	0,132	
Buharlaştırma		CC			1,000	0,098	0,057	
		<i>p</i>				0,575	0,747	
Kıyı Çizgisi		CC				1,000	0,969**	
		<i>p</i>					0,000	
Yüzey Alanı		CC					1,000	
		<i>p</i>						

* Korelasyon istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde önemlidir.

** Korelasyon istatistiksel olarak 0,01 önem düzeyinde önemlidir.

CC korelasyon katsayısını, *p* korelasyonun önem düzeyini belirtmektedir.

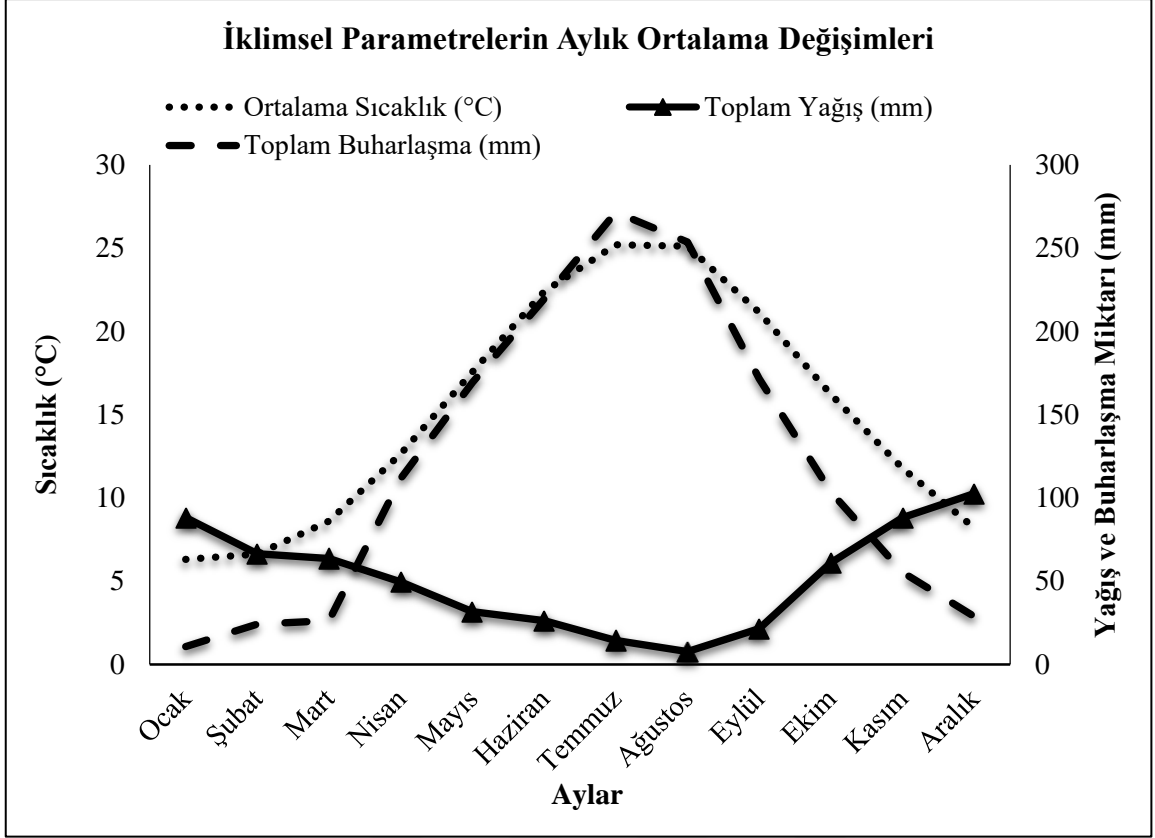
Çizelge 4.18. Haziran ayına ait iklimsel veriler, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı değerlerinin birbirleri ile olan ilişkileri ve önem düzeyleri açısından Mann–Kendall (MK) ve Spearman’s rho (SR) testlerinin karşılaştırmalı test istatistikleri

Test	Parametre	Değer	Sıcaklık	Yağış	Buharlaşıma	Kıyı Çizgisi	Yüzey Alanı	
MK	Sıcaklık	CC	1,000	-0,199	0,510**	0,243*	0,234	
		<i>p</i>		0,109	0,000	0,043	0,051	
	Yağış	CC		1,000	-0,296*	0,008	0,085	
		<i>p</i>			0,016	0,951	0,486	
	Buharlaşıma	CC			1,000	0,197	0,185	
		<i>p</i>				0,096	0,118	
	Kıyı Çizgisi	CC				1,000	0,873**	
		<i>p</i>					0,000	
	Yüzey Alanı	CC					1,000	
		<i>p</i>						
	SR	Sıcaklık	CC	1,000	-0,280	0,701**	0,343*	0,336*
			<i>p</i>		0,115	0,000	0,044	0,049
Yağış		CC		1,000	-0,427*	0,016	0,126	
		<i>p</i>			0,013	0,929	0,486	
Buharlaşıma		CC			1,000	0,281	0,235	
		<i>p</i>				0,102	0,173	
Kıyı Çizgisi		CC				1,000	0,969**	
		<i>p</i>					0,000	
Yüzey Alanı		CC					1,000	
		<i>p</i>						

* Korelasyon istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde önemlidir.

** Korelasyon istatistiksel olarak 0,01 önem düzeyinde önemlidir.

CC korelasyon katsayısını, *p* korelasyonun önem düzeyini belirtmektedir.



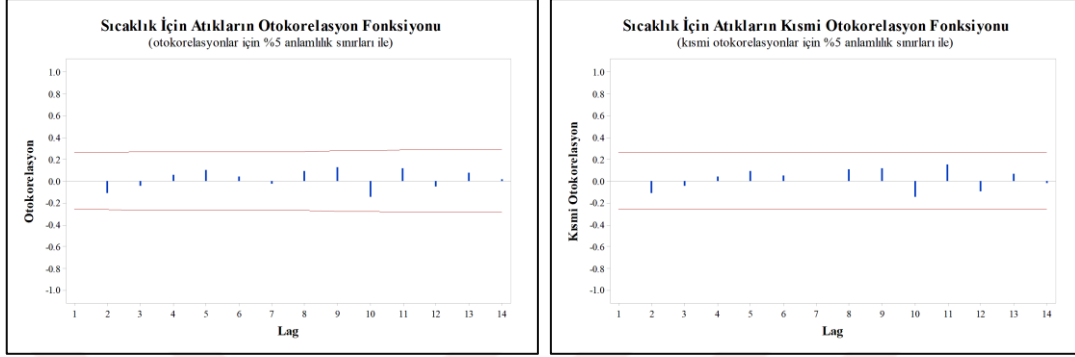
Şekil 4.114. İklimsel parametrelerin aylık ortalama değişimleri

4.1.3.4. İklimsel Parametreler İçin Geleceğe Yönelik Yapılan Tahminler

İklimsel verilerin zaman serileri ve eğilimleri belirlendikten sonra geleceğe yönelik tahminler yapılmıştır. Bu tahminlerin gerçekleştirilmesi için farklı ARIMA modelleri uygulanmış ve model sonuçları karşılaştırılmıştır. Box ve Jenkins (1976) tarafından ACF ve PACF kullanımı ARIMA modelinin sırasının belirlenmesi için temel analizler olarak önerilmiştir. Bu bağlamda, iklimsel veriler için atık değerlerinin ACF ve PACF analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, ARIMA modellerinin önem düzeyleri birbirleri ile karşılaştırılmış ve rastlantısallığın kontrol edilmesi için de Ljung–Box test istatistiği kullanılmıştır. En iyi uyan modelin seçiminde de R^2 değerleri ve normalleştirilmiş BIC değerleri dikkate alınmıştır. Sıfıra yakın R^2 değerleri ile daha düşük BIC değerleri modelin iyi uyduğunu göstermektedir. Bu modeller kullanılarak her bir iklimsel parametre için ileriye dönük tahminlemeler yapılmıştır.

Sıcaklık için geleceğe yönelik tahminlemelerin yapılmasında kullanılacak en iyi modelin seçilmesi için yapılan ACF ve PACF analizleri Şekil 4.115’te ve atık grafikleri Şekil 4.116’da gösterilmektedir. Sıcaklığın tahmin edilmesi için oluşturulan farklı ARIMA modellerinin parametreleri ve istatistik değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir. En iyi uyan

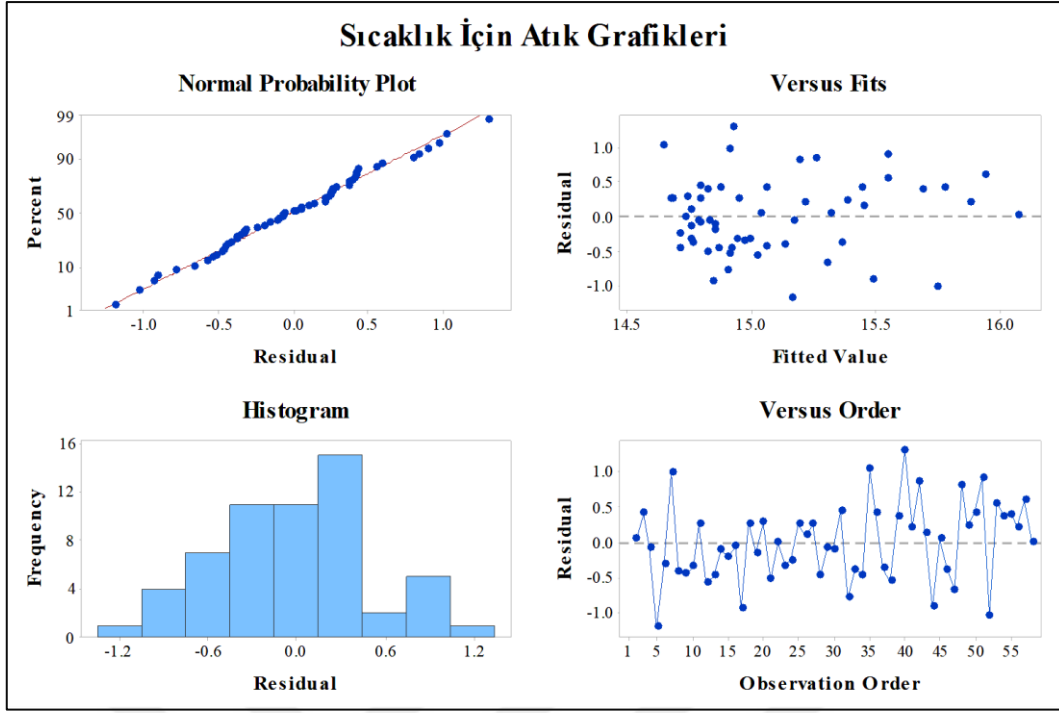
modelin R^2 ve BIC değeri dikkate alınarak ARIMA (1, 1, 1) modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. ARIMA (1, 1, 1) modeli kullanılarak geleceğe yönelik tahmin edilen sıcaklık değerleri ise alt ve üst sınırları %95 güven aralığında olacak biçimde Şekil 4.117’de yer almaktadır.



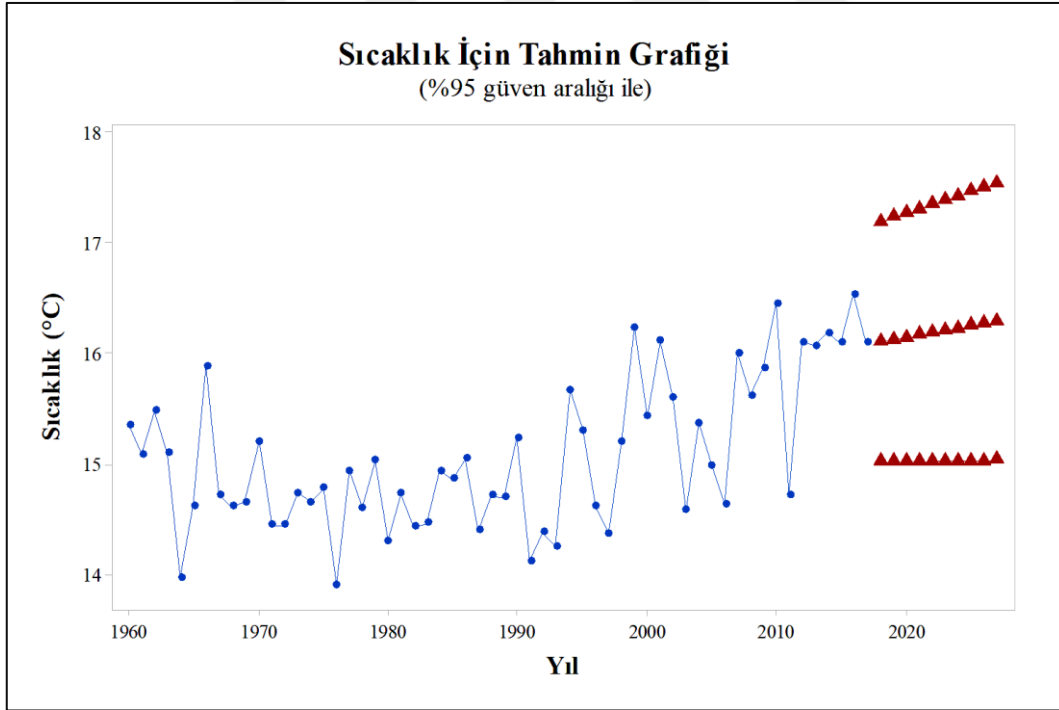
Şekil 4.115. ARIMA (1, 1, 1) modelinde sıcaklık için atıkların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon analizi sonuçları

Çizelge 4.19. Sıcaklık için geliştirilen farklı ARIMA modellerinin parametreleri ve istatistik değerleri

İstatistik Değerleri	Modeller			
	<i>ARIMA (1, 1, 0)</i>	<i>ARIMA (0, 1, 1)</i>	<i>ARIMA (1, 1, 1)</i>	
	<i>AR (p)</i>	<i>MA (q)</i>	<i>AR (p)</i>	<i>MA (q)</i>
Katsayı	-0,435	0,8047	0,015	0,809
Katsayının Standart Hatası	0,122	0,0835	0,174	0,107
<i>p</i>	0,001	0,000	0,931	0,000
Normalleştirilmiş BIC	-0,869	-1,267	-1,150	
R^2	-0,689	-0,134	-0,113	
Ljung–Box İstatistik Değeri	30,882	22,189	21,962	
Ljung–Box Önem Değeri	0,21	0,178	0,144	

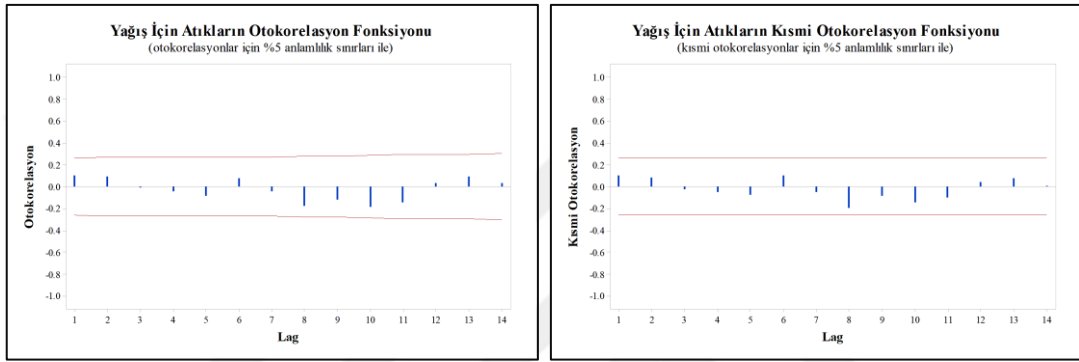


Şekil 4.116. ARIMA (1, 1, 1) modelinin sıcaklık için atık grafikleri



Şekil 4.117. ARIMA (1, 1, 1) modeli ile tahmin edilen sıcaklık değerleri ve %95 güven aralığı sınırları

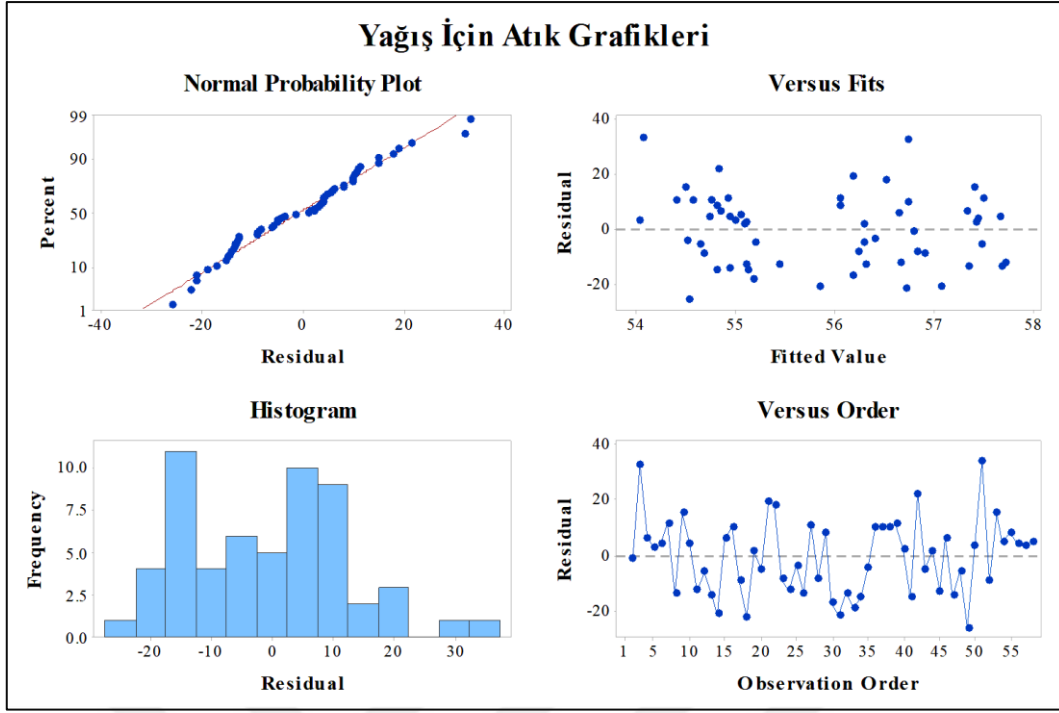
Yağış için geleceğe yönelik tahminlemelerin yapılmasında kullanılacak en iyi modelin seçilmesi için yapılan ACF ve PACF analizleri Şekil 4.118’de ve atık grafikleri Şekil 4.119’da verilmiştir. Yağışın tahmin edilmesi için oluşturulan farklı ARIMA modellerinin parametreleri ve istatistik değerleri Çizelge 4.20’de sunulmuştur. En iyi uyan modelin R^2 ve BIC değeri dikkate alınarak ARIMA (0, 1, 1) modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. ARIMA (0, 1, 1) modeli kullanılarak geleceğe yönelik tahmin edilen yağış miktarları ise alt ve üst sınırları %95 güven aralığında olacak biçimde Şekil 4.120’de gösterilmektedir.



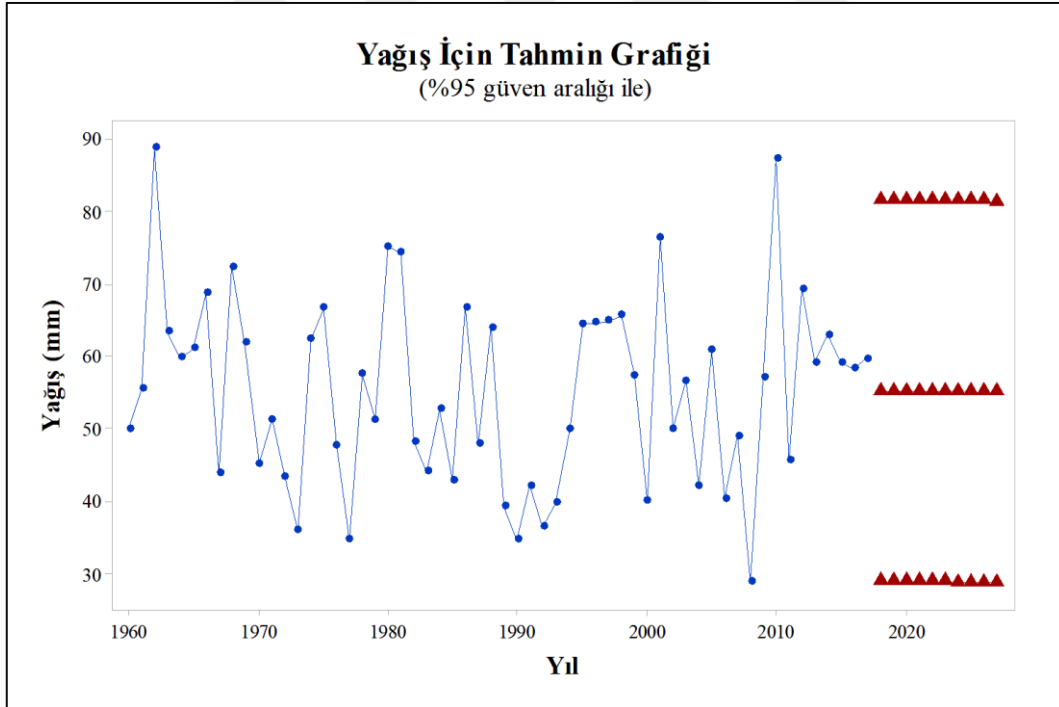
Şekil 4.118. ARIMA (0, 1, 1) modelinde yağış için atıkların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon analizi sonuçları

Çizelge 4.20. Yağış için geliştirilen farklı ARIMA modellerinin parametreleri ve istatistik değerleri

İstatistik Değerleri	Modeller			
	<i>ARIMA (1, 1, 0)</i>	<i>ARIMA (0, 1, 1)</i>	<i>ARIMA (1, 1, 1)</i>	
	<i>AR (p)</i>	<i>MA (q)</i>	<i>AR (p)</i>	<i>MA (q)</i>
Katsayı	-0,483	0,,9815	0,108	0,9886
Katsayının Standart Hatası	0,118	0,0593	0,139	0,0605
<i>p</i>	0,000	0,000	0,441	0,000
Normalleştirilmiş BIC	5,701	5,393	5,520	
R^2	-0,293	0,049	0,058	
Ljung–Box İstatistik Değeri	30,910	26,699	24,079	
Ljung–Box Önem Değeri	0,020	0,063	0,088	

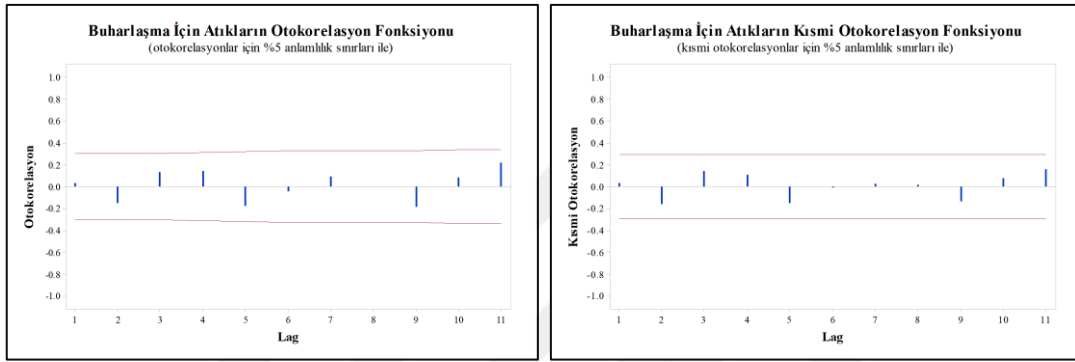


Şekil 4.119. ARIMA (0, 1, 1) modelinin yağış için atık grafikleri



Şekil 4.120. ARIMA (0, 1, 1) modeli ile tahmin edilen yağış değerleri ve %95 güven aralığı sınırları

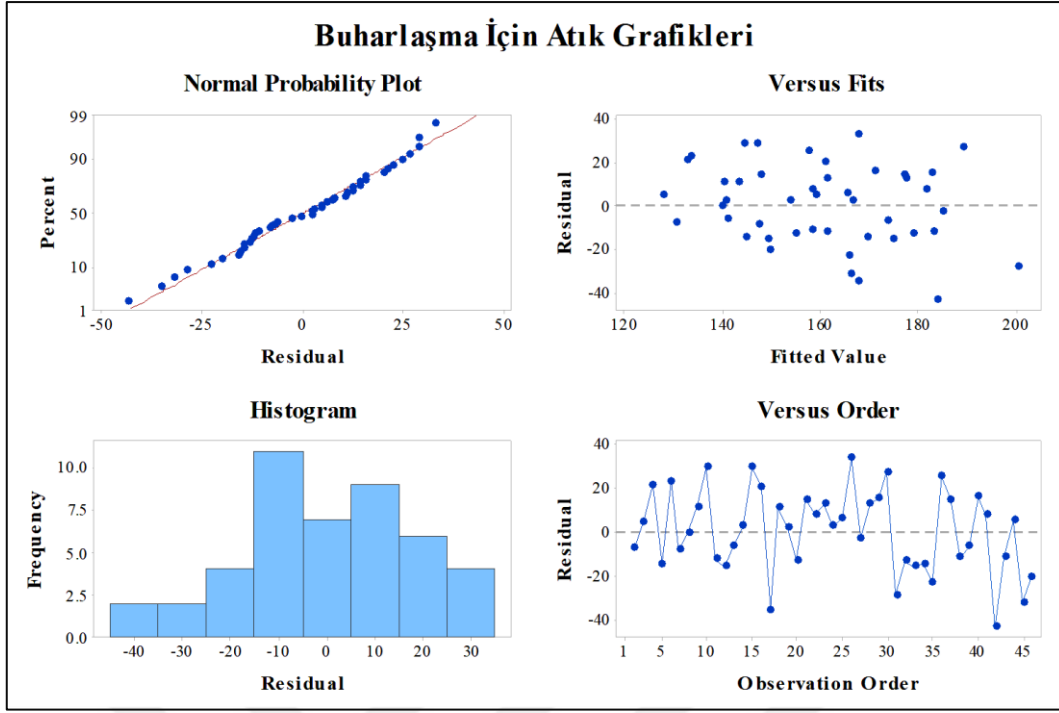
Buharlaşma için geleceğe yönelik tahminlemelerin yapılmasında kullanılacak en iyi modelin seçilmesi için yapılan ACF ve PACF analizleri Şekil 4.121’de ve atık grafikleri Şekil 4.122’de verilmiştir. Buharlaşmanın tahmin edilmesi için oluşturulan farklı ARIMA modellerinin parametreleri ve istatistik değerleri izelge 4.21’de gösterilmiştir. En iyi uyan modelin R^2 ve BIC değeri dikkate alınarak ARIMA (1, 1, 1) modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. ARIMA (1, 1, 1) modeli kullanılarak geleceğe yönelik tahmin edilen buharlaşma değerleri ise alt ve st sınırları %95 güven aralığında olacak biçimde Şekil 4.123’te sunulmuştur.



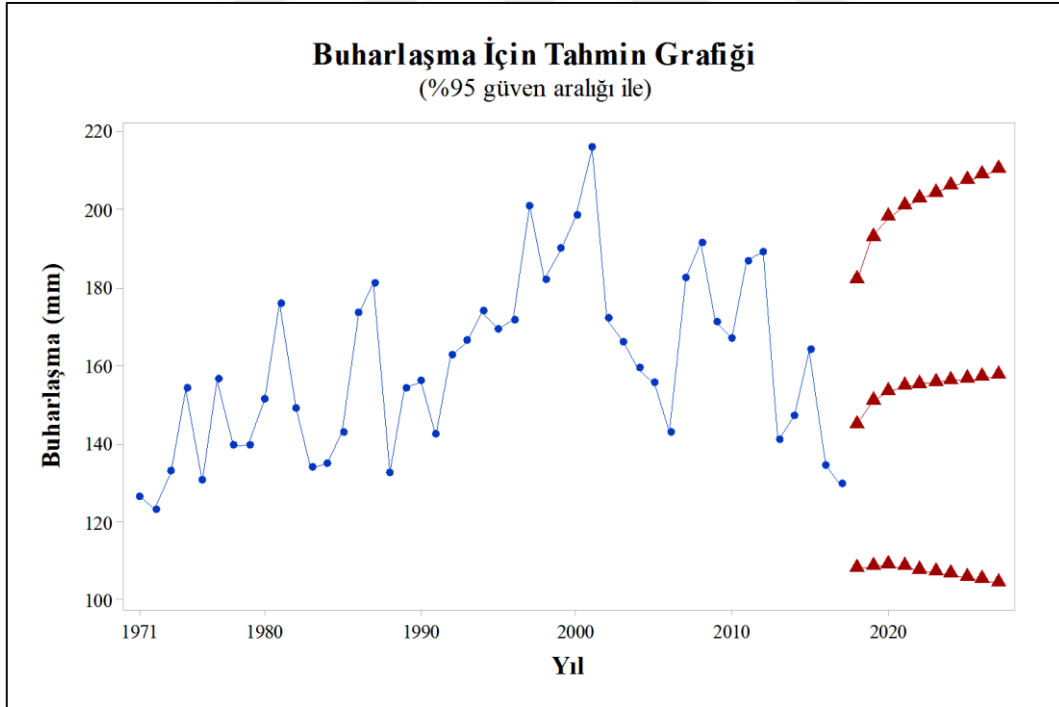
Şekil 4.121. ARIMA (1, 1, 1) modelinde buharlaşma için atıkların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon analizi sonuçları

Çizelge 4.21. Buharlaşma için geliştirilen farklı ARIMA modellerinin parametreleri ve istatistik değerleri

İstatistik Değerleri	Modeller			
	<i>ARIMA (1, 1, 0)</i>	<i>ARIMA (0, 1, 1)</i>	<i>ARIMA (1, 1, 1)</i>	
	<i>AR (p)</i>	<i>MA (q)</i>	<i>AR (p)</i>	<i>MA (q)</i>
Katsayı	-0,233	0,532	0,377	0,826
Katsayının Standart Hatası	0,148	0,135	0,258	0,189
<i>p</i>	0,123	0,000	0,152	0,000
Normalleştirilmiş BIC	6,183	5,770	5,966	
R^2	-0,256	0,168	0,165	
Ljung–Box İstatistik Değeri	45,880	52,835	51,808	
Ljung–Box nem Değeri	0,000	0,000	0,000	



Şekil 4.122. ARIMA (1, 1, 1) modelinin buharlaşma için atık grafikleri



Şekil 4.123. ARIMA (1, 1, 1) modeli ile tahmin edilen buharlaşma değerleri ve %95 güven aralığı sınırları

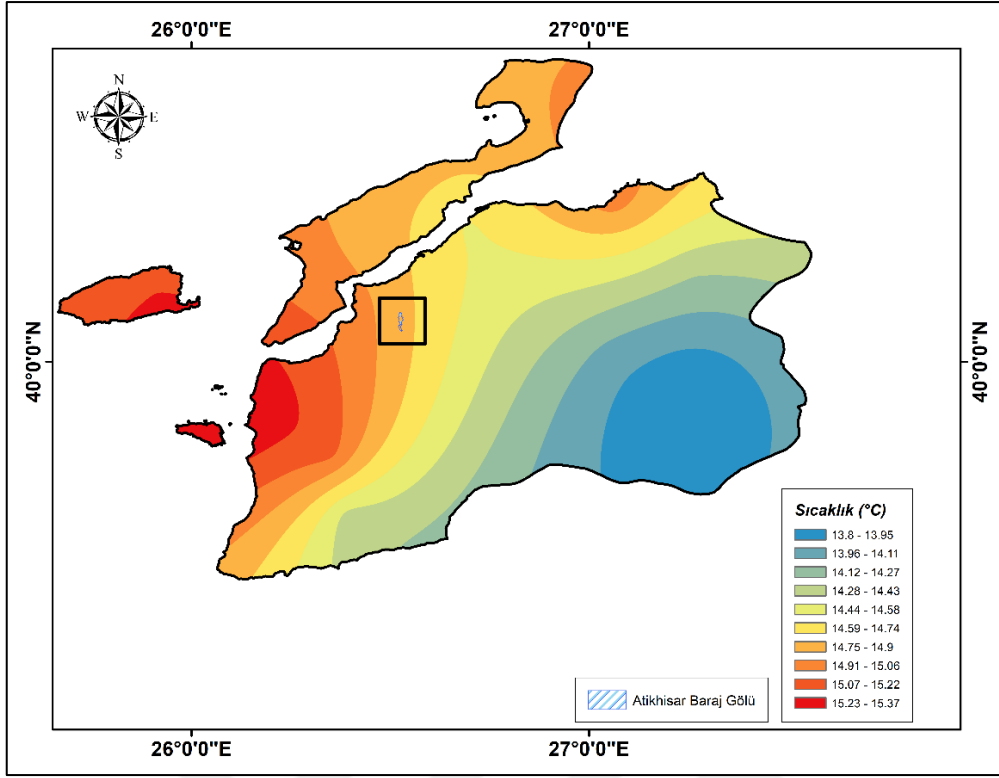
4.1.4. İklimsel Verilerin Alansal Dağılımı

Çanakkale ili genelinde dağılım gösteren meteoroloji gözlem istasyonlarından kaydedilen verilerden çalışmanın izleme periyodu kapsamında kalan yıllar içerisinde ölçülen verilere ait ortalamalar her bir istasyon için hesaplanmıştır. Verilerin kapsamı değerlendirildiğinde sıcaklık ve yağış miktarı için veri kümelerinin uygun olduğu ancak buharlaşma miktarı için uygun olmadığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni, buharlaşma miktarının uzun süreli ve başarılı olarak ölçümlerinin yapılabildiği istasyon sadece Çanakkale istasyonu olmuştur. Dolayısıyla, buharlaşma miktarı için sadece bir istasyondan elde edilen verilerle alansal dağılım modellemesi gerçekleştirilemeyeceğinden buharlaşma miktarına ait Çanakkale ili yüzeyindeki alansal dağılımı için tematik haritalar oluşturulamamıştır. Ancak, sıcaklık ve yağış miktarı için alansal dağılım haritaları oluşturulmuştur.

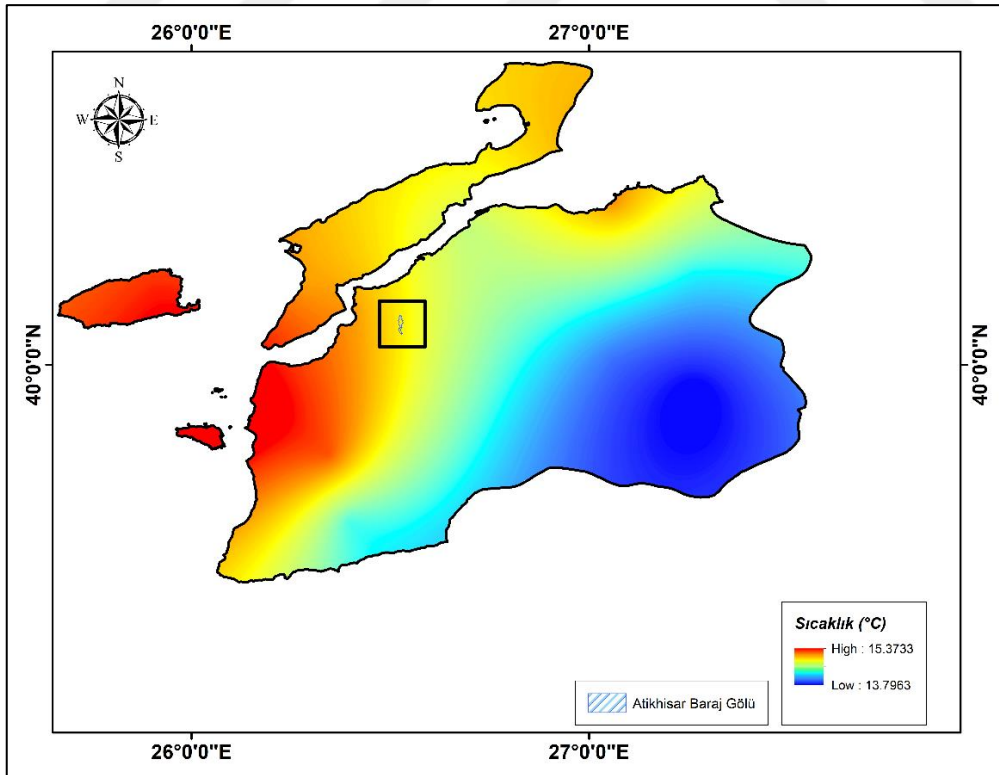
Yağış miktarı ve sıcaklık değerleri için izleme periyodu boyunca kayıt edilen değerler hesaplanmış ve her bir istasyon için ortalama değerleri girilerek alansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca, tematik haritaların oluşturulmasında iki farklı enterpolasyon tekniği kullanılmış ve karşılaştırması yapılmıştır. Ayrıca, oluşturulan tematik haritaların gösterimi için iki farklı semboloji kullanılarak iklimsel verilerin yüzeysel dağılımı görselleştirilmiştir. Sıcaklık için Kriging enterpolasyon tekniği kullanılarak üretilen haritaların sınıflandırılmış semboloji ile gösterimi Şekil 4.124'te ve esnetilmiş (stretched) semboloji ile gösterimi Şekil 4.125'te verilmiştir. IDW (ters mesafe ağırlıklı) enterpolasyon tekniği kullanılarak üretilen haritaların ise sınıflandırılmış semboloji ile gösterimi Şekil 4.126'da ve esnetilmiş semboloji ile gösterimi Şekil 4.127'de verilmiştir.

Yağış için Kriging enterpolasyon tekniği kullanılarak üretilen haritaların sınıflandırılmış semboloji ile gösterimi Şekil 4.128'de ve esnetilmiş (stretched) semboloji ile gösterimi Şekil 4.129'da verilmiştir. IDW enterpolasyon tekniği kullanılarak üretilen haritaların ise sınıflandırılmış semboloji ile gösterimi Şekil 4.130'da ve esnetilmiş semboloji ile gösterimi Şekil 4.131'de verilmiştir. Esnetilmiş semboloji ile gösterim yapılan haritalarda gölge rölyefi ve gama esnetmesi uygulanarak her ikisi için de $Z=1$ değeri uygulanmıştır. Esnetme tipi olarak ise standart sapmalar seçeneği seçilmiştir.

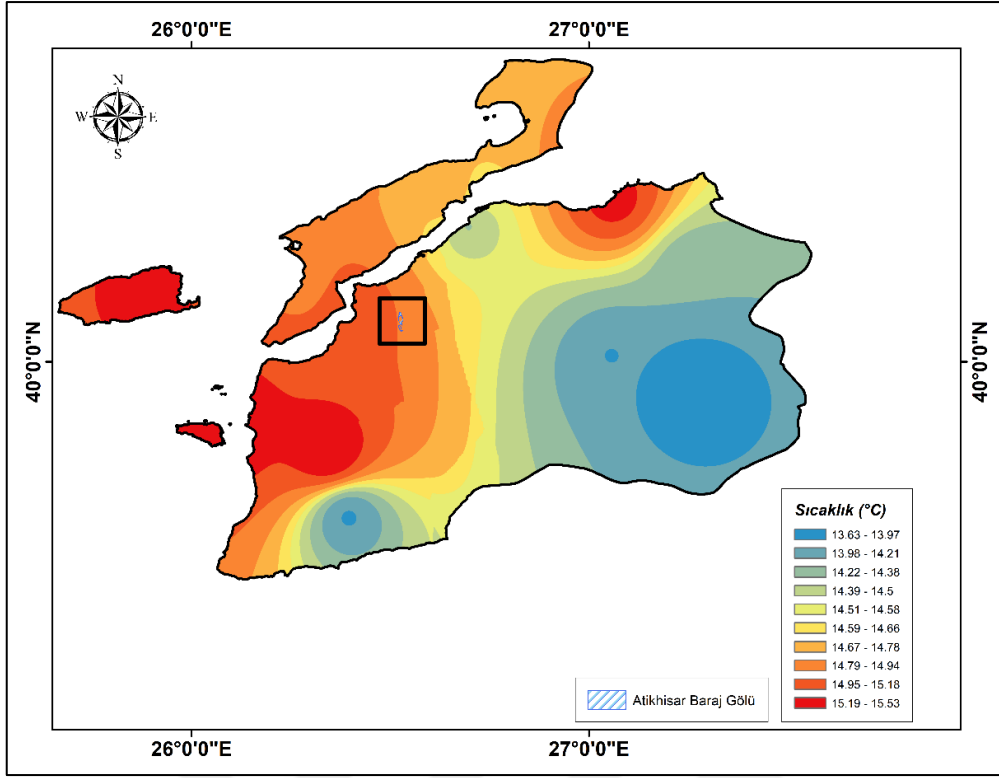
Üretilen haritalar arazinin topoğrafik yapısı göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde IDW enterpolasyon tekniğinin Kriging tekniğine kıyasla daha uygun sonuç verdiği ve arazi şartlarına daha uyumlu dağılım gösterdiği düşünülmektedir.



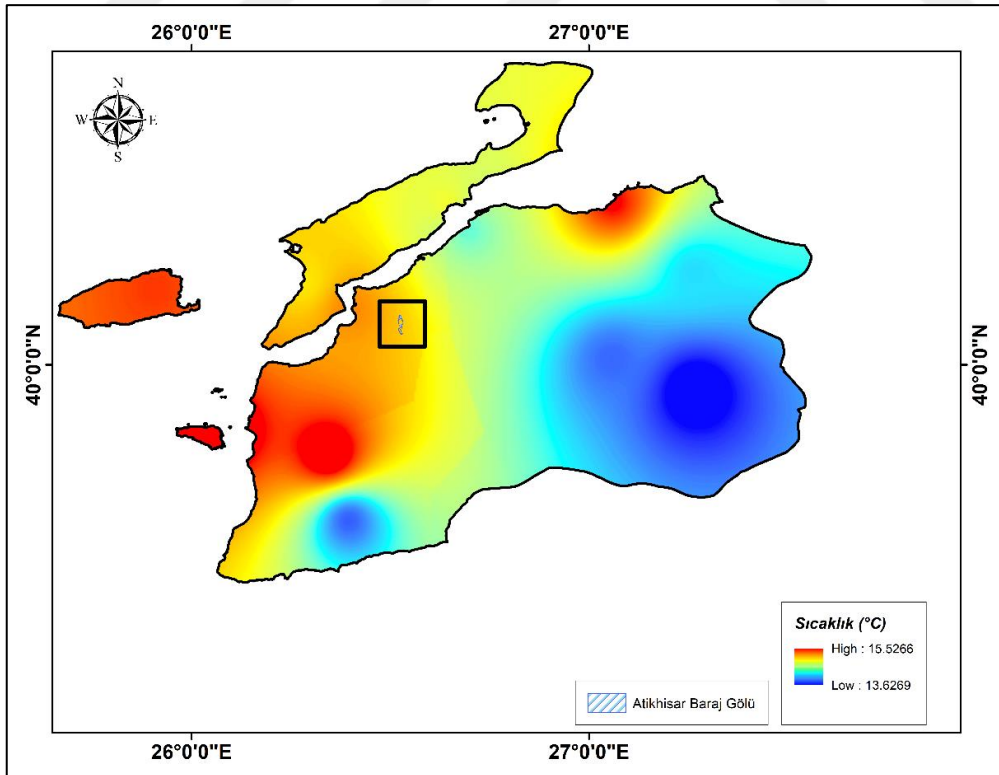
Şekil 4.124. Sıcaklığın alansal dağılımının Kriging enterpolasyon tekniği ve sınıflandırılmış semboloji kullanılarak gösterimi



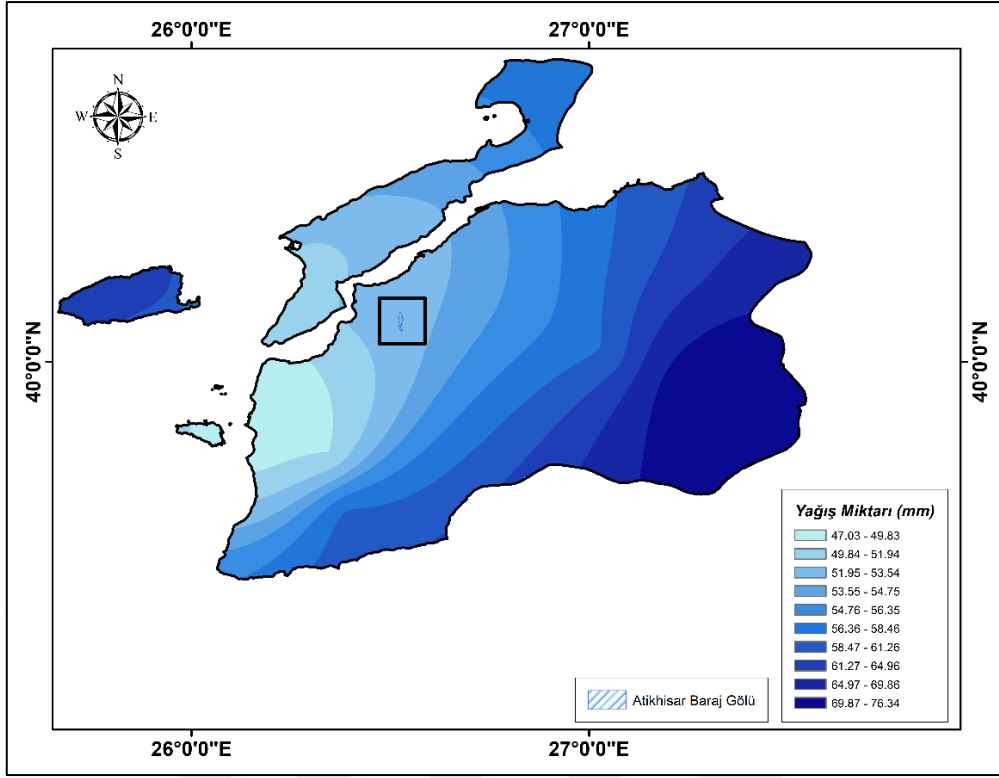
Şekil 4.125. Sıcaklığın alansal dağılımının Kriging enterpolasyon tekniği ve esnetilmiş semboloji kullanılarak gösterimi



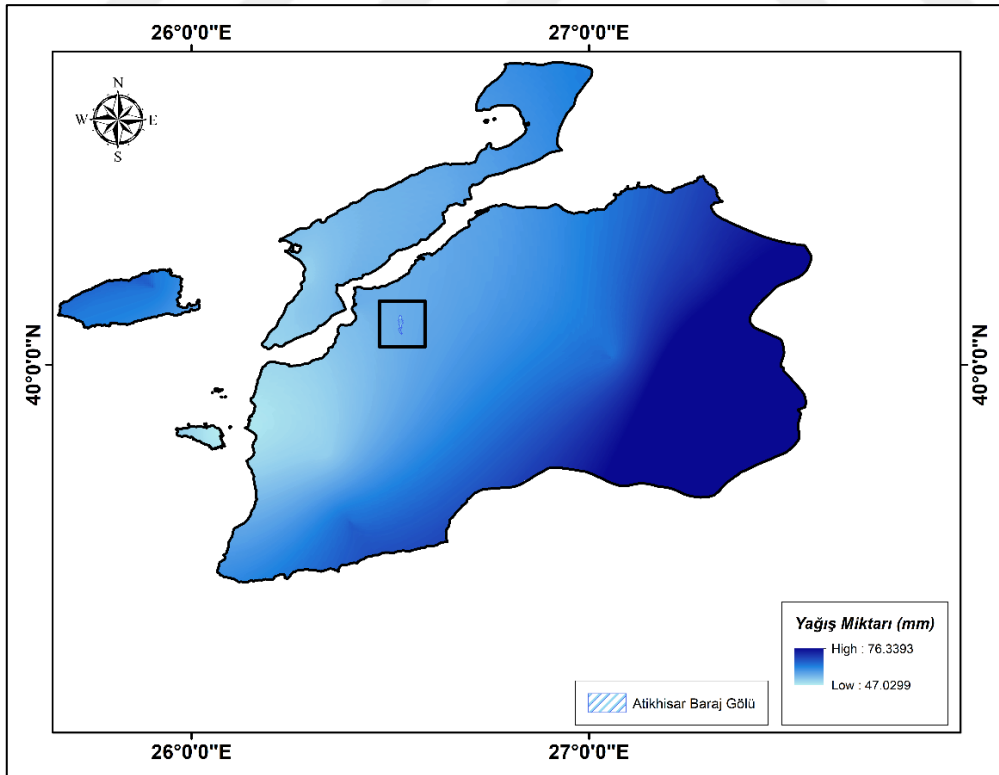
Şekil 4.126. Sıcaklığın alansal dağılımının IDW enterpolasyon tekniği ve sınıflandırılmış semboloji kullanılarak gösterimi



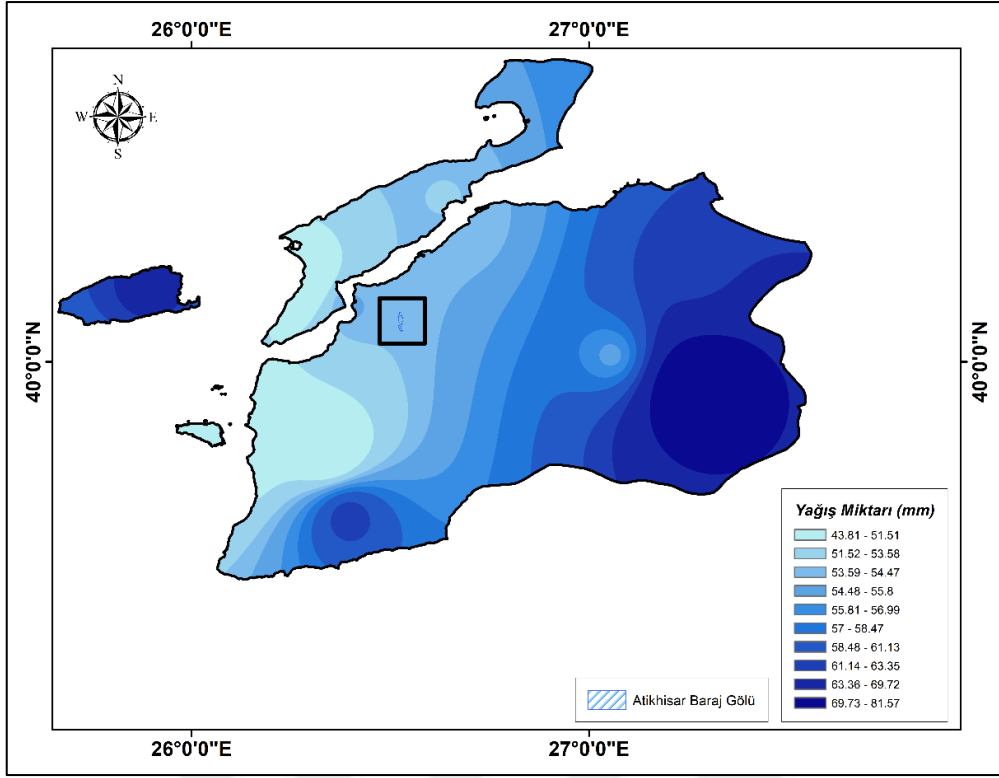
Şekil 4.127. Sıcaklığın alansal dağılımının IDW enterpolasyon tekniği ve esnetilmiş semboloji kullanılarak gösterimi



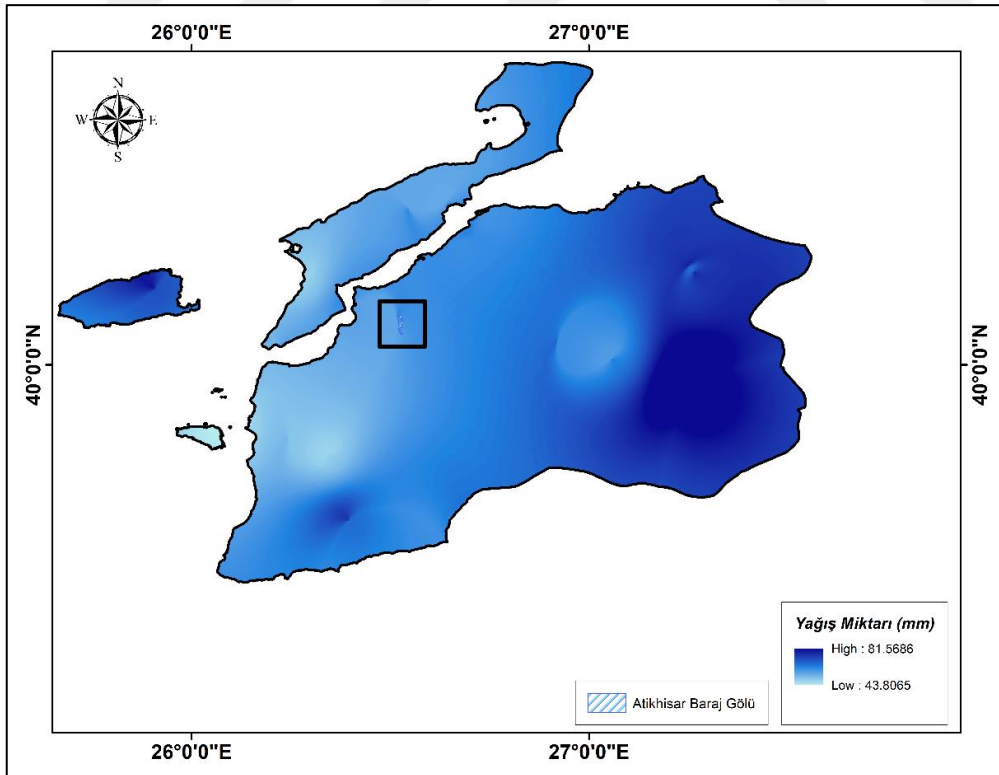
Şekil 4.128. Yağışın alansal dağılımının Kriging enterpolasyon tekniği ve sınıflandırılmış semboloji kullanılarak gösterimi



Şekil 4.129. Yağışın lığın alansal dağılımının Kriging enterpolasyon tekniği ve esnetilmiş semboloji kullanılarak gösterimi



Şekil 4.130. Yağışın alansal dağılımının IDW enterpolasyon tekniği ve sınıflandırılmış semboloji kullanılarak gösterimi



Şekil 4.131. Yağışın alansal dağılımının IDW enterpolasyon tekniği ve esnetilmiş semboloji kullanılarak gösterimi

4.1.5. Göl Seviyesi ve Göl Hacminin Zamansal Değişimi

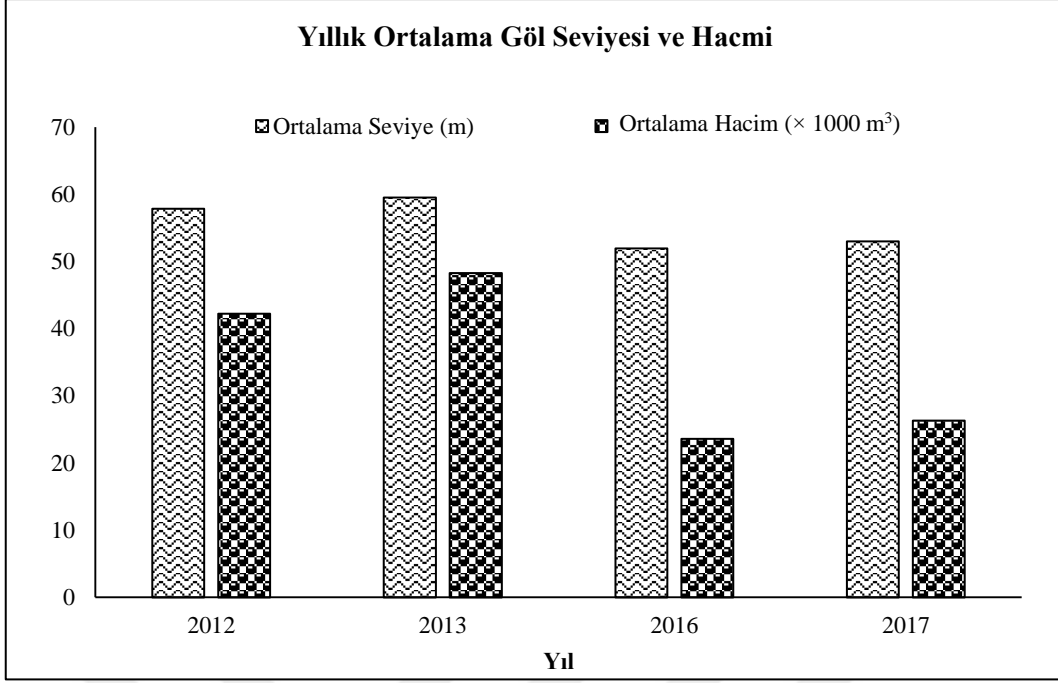
Atikhisar Baraj Gölü'nün su seviyesi yüksekliği ve hacminde meydana gelen zamansal değişimlerin ortaya çıkarılması için Çanakkale DSİ 252. Şube Müdürlüğü tarafından yapılan ölçümler temin edilmiştir. Ancak, temin edilen veriler incelendiğinde barajın su seviyesi ve hacmine yönelik son 5 yıl için (2012–2017) ölçümlerin paylaşıldığı ve geçmişe dönük veri bulunmadığı gözlenmiştir. Ayrıca, bu dönem için de 5 yıl boyunca tüm aylar için sürekli veri bulunmayıp kısıtlı bir veri seti oluşturulabilmiştir. Oluşturulan veri setinde günlük olarak kayıt edilen göl seviyesi ve göl hacmi verilerinin yıllık ve aylık ortalamaları hesaplanarak sırasıyla Şekil 4.132 ve Şekil 4.133'te verilmiştir.

Göl seviyesinde gözlenen zamansal değişimler yıllık ortalamaları dikkate alınarak değerlendirildiğinde çok fazla değişkenlik olmadığı ve yıllık ortalama göl seviyesinin 50 m ile 60 m arasında dalgalanmalar gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.132). Göl seviyesinin 2013 yılında bir önceki yıla göre %2 artış gösterdiği ancak 2013 yılı ile 2016 yılındaki göl seviyeleri karşılaştırıldığında ise %12 azaldığı tespit edilmiştir. Sonraki yıl göl seviyesinin tekrar %2 arttığı belirlenmiştir.

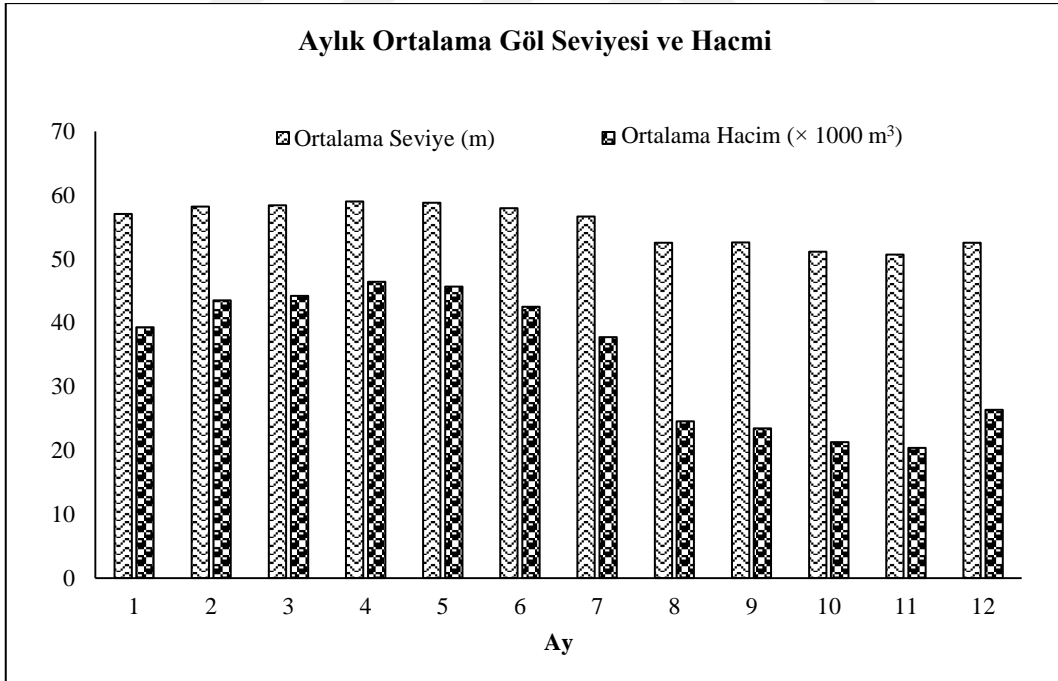
Göl hacminde meydana gelen değişimler yıllık ortalamaları göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde göl hacminin 2012 yılından 2013 yılına %14 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak, 2013 yılından 2016 yılına %51 azaldığı belirlenmiştir. Sonrasındaki yıl ise tekrar %11 artış göstermiştir.

Göl hacmi ve göl seviyesi birbirleri ile doğrudan ilişkilidir. Göl hacminin çok fazla değişkenlik göstermesine rağmen göl seviyesi için yıllık ortalama değerlerinin çok fazla değişkenlik göstermemesinin nedeni göl seviyesinin ölçüldüğü seviye ölçüm direklerinin bulunduğu konumdan kaynaklanmaktadır. Göl hacmi barajın havza ve topoğrafik özelliklerinden dolayı alt kısımlarından azalmakta ve kapakların olduğu bölgeye doğru su toplanmaktadır. Ancak, göl hacminin çok fazla azalmasına rağmen ölçüm direklerinin bulunduğu yerde suyun mevcudiyetini korumasından dolayı su seviyesi aynı düzeyde değişim göstermemiştir.

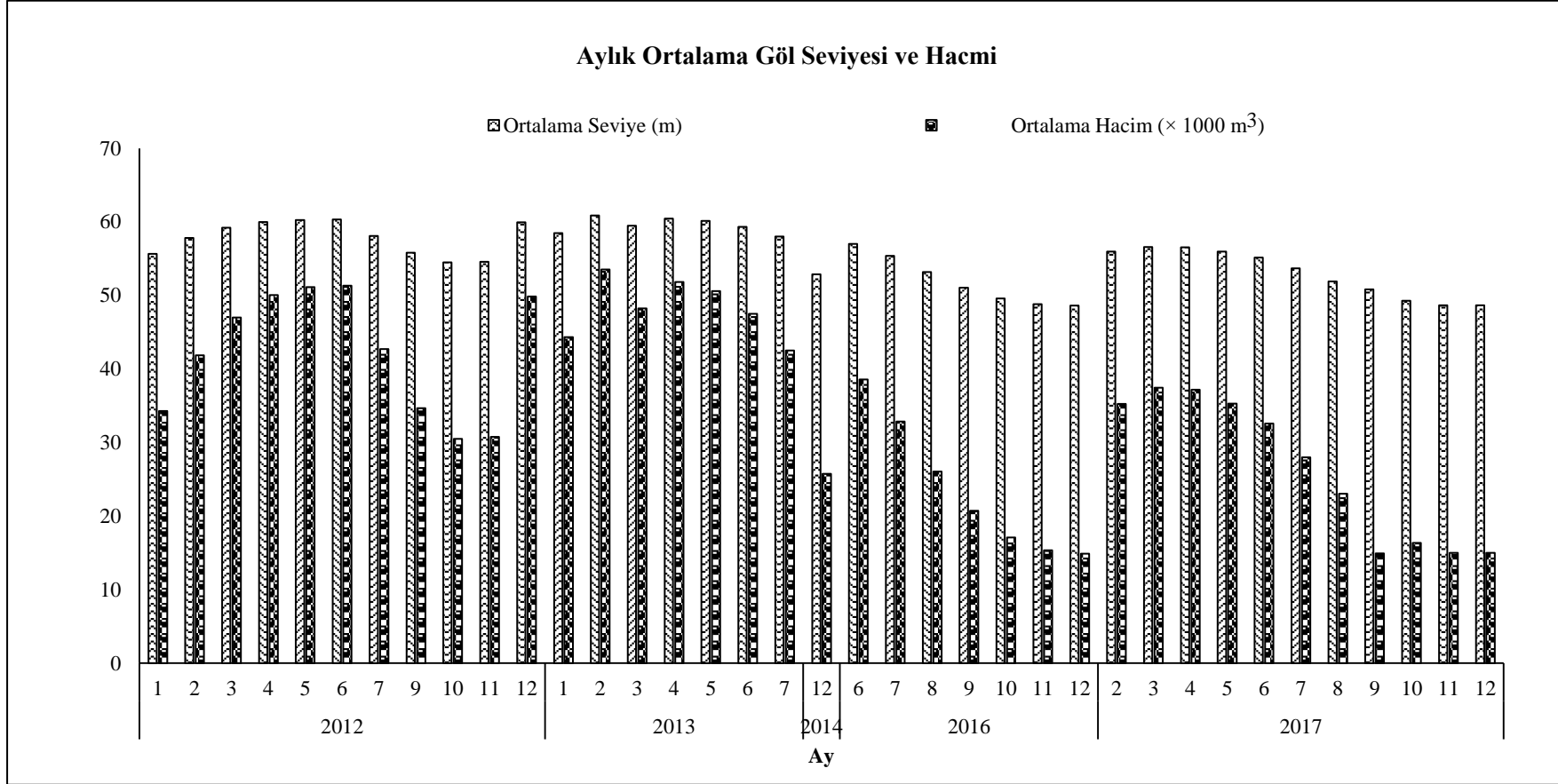
Aylık ortalama değişimler incelendiğinde ise yine göl seviyesi için çok büyük değişkenlik gözlenmemekle beraber en yüksek göl seviyesi ortalamasının Nisan ayında gözlendiği tespit edilmiştir. Göl hacmi değerlendirildiğinde ise Şubat ile Mayıs ayları arasında yakın değerlere sahip olduğu ve Temmuz ayından itibaren azaldığı gözlenmiştir. Ağustos ile Aralık ayları arasında yıl içindeki diğer zamanlara göre daha az değerlerde gözlenen göl hacmi Ocak ayından itibaren tekrar artış göstermektedir (Şekil 4.133, Şekil 4.134).



Şekil 4.132. Atıkhisar Baraj Gölü'nün yıllık ortalama göl seviyesi ve hacminin zamansal değişimi



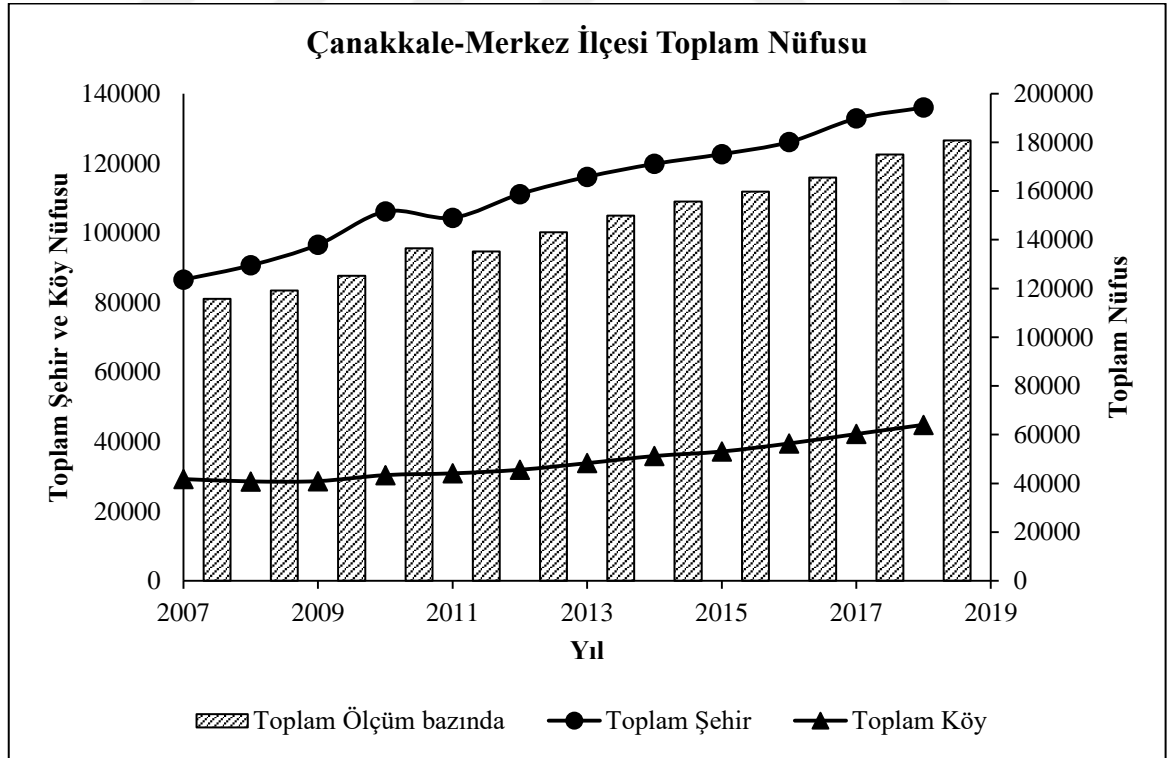
Şekil 4.133. Atıkhisar Baraj Gölü'nün aylık ortalama göl seviyesi ve hacmi



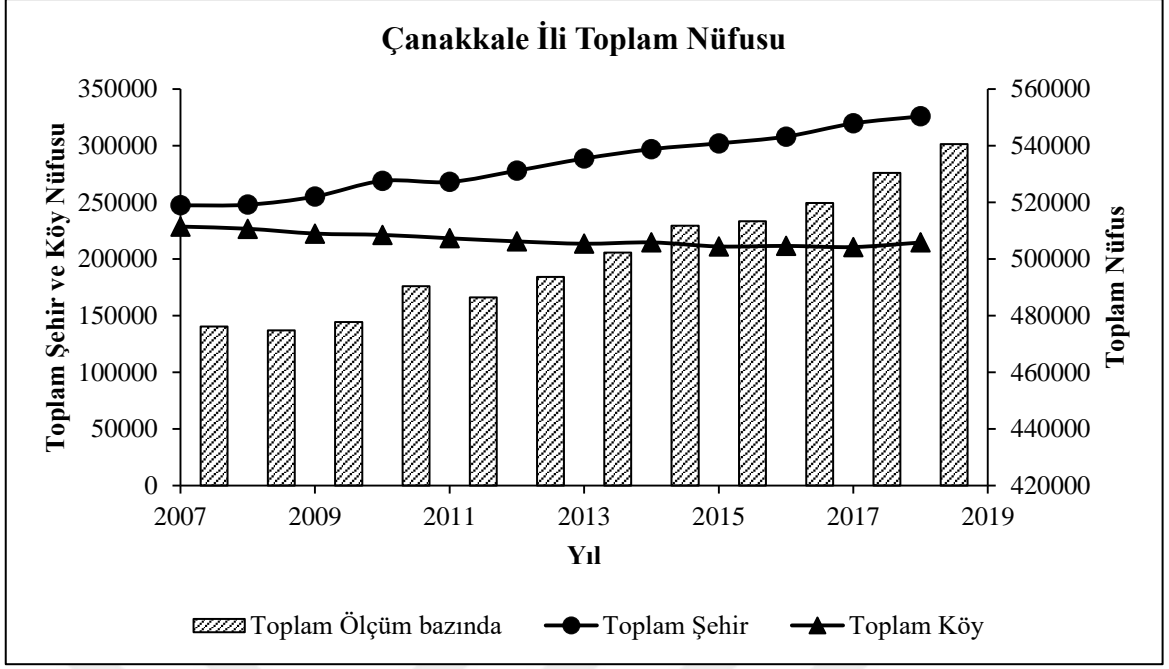
Şekil 4.134. Atikhisar Baraj Gölü'nün aylık ortalama göl seviyesi ve hacminin yıllara göre zamansal değişimi

İklim değişikliğinin yanında su kaynaklarının miktarını ve mevcudiyetini etkileyen faktörlerden biri de aşırı su tüketimidir. İçme, evsel kullanım ve tarımsal faaliyetlerde kullanılmak üzere önemli miktarda su talebi oluşmaktadır. Nüfusun ve tarımsal alanların artması da suya olan talebin daha çok yükselmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, Çanakkale ilinin nüfus miktarı, tarım alanı miktarı, su kaynaklarından içme ve kullanma suyu şebekesi ile çekilen su miktarı, barajlardan çekilen toplam su miktarı, su kaynaklarından çekilen kişi başı su miktarı, toplam dağıtılan su miktarı gibi bilgiler TÜİK (2019) merkezi dağıtım sistemi bünyesindeki dinamik sorgulama arayüzü aracılığıyla temin edilmiş ve bu değerlerin zamansal değişimleri değerlendirilmiştir.

Atikhisar Baraj Gölü'nün bulunduğu Merkez ilçesinin toplam nüfusunun zamanla artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, ilçedeki nüfusun şehirdeki ve köyedeki dağılımı incelendiğinde her ikisinin de yine artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.135). Bununla birlikte, Çanakkale ilinin toplam nüfusunun, şehir merkezindeki nüfusun ve köy nüfusunun zamansal değişimi incelendiğinde ise il genelinde toplam nüfusun ve il/ilçe merkezlerinde yaşayan nüfusun arttığı tespit edilmiştir. Ancak, köylerdeki nüfusun ise azalış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.136).

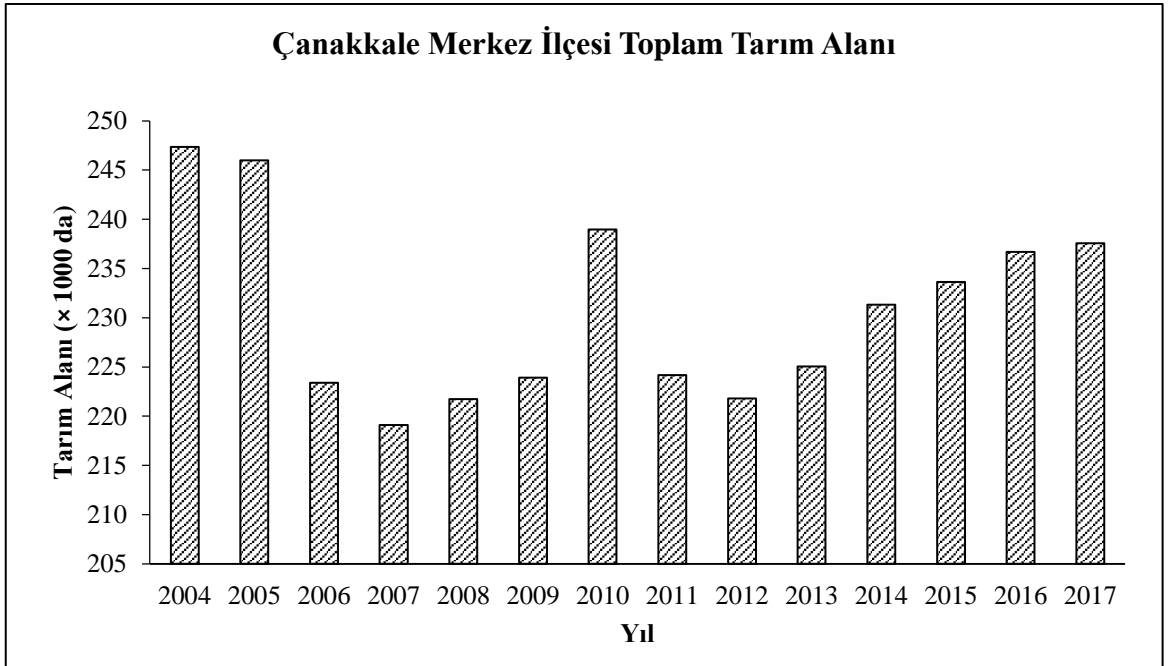


Şekil 4.135. Çanakkale ilinin Merkez ilçesindeki toplam nüfusun, şehir merkezindeki nüfusun ve köy nüfusunun zamansal değişimi



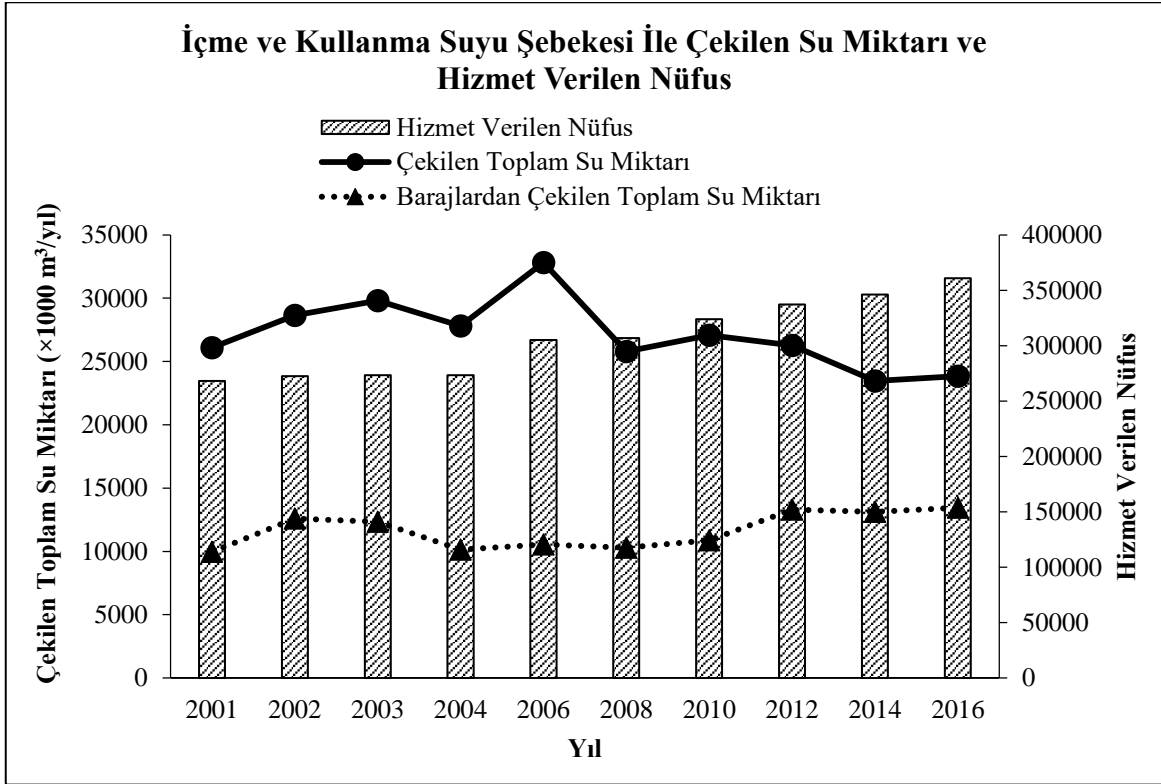
Şekil 4.136. Çanakkale ilinin toplam nüfusunun, şehir merkezindeki nüfusun ve köy nüfusunun zamansal değişimi

Çanakkale ilinin Merkez ilçesindeki toplam tarım alanı miktarının zamansal değişimi incelendiğinde 15 yıl önceki miktara göre azalma olduğu ancak son 10 yıl boyunca tarım alanlarının arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.137).



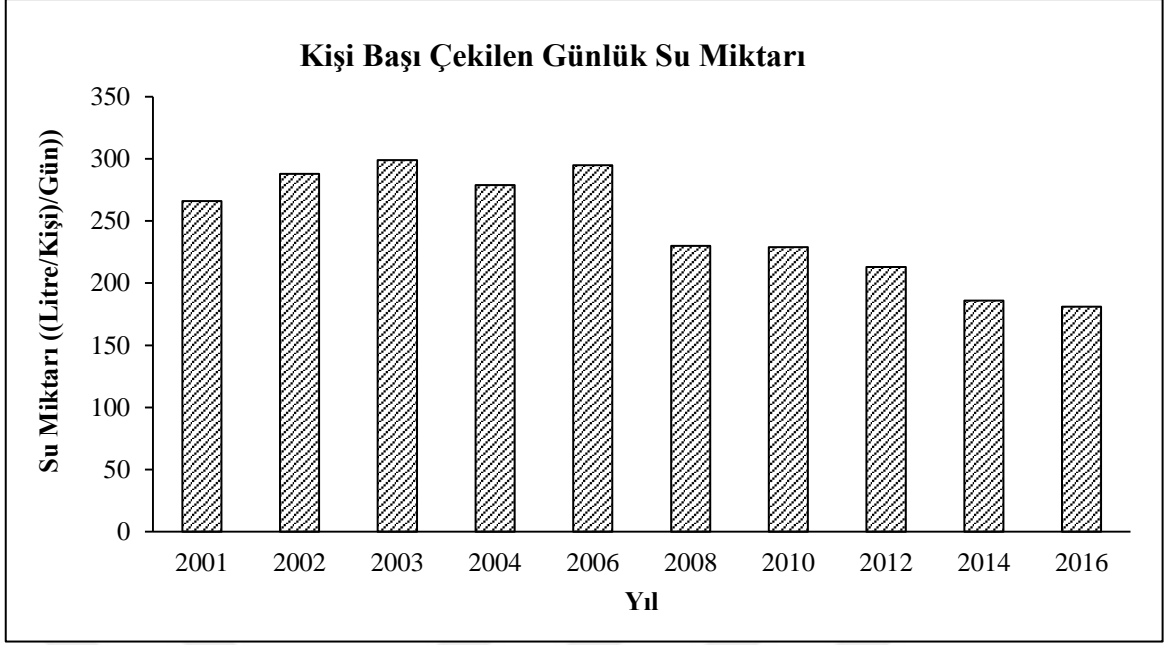
Şekil 4.137. Çanakkale ilinin Merkez ilçesindeki toplam tarım alanı miktarının zamansal değişimi

Çanakkale ilindeki su kaynaklarından içme ve kullanma suyu şebekesi ile çekilen su miktarı ve hizmet verilen nüfus miktarının zamansal değişimi incelendiğinde hizmet verilen nüfusun artış gösterdiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, su kaynaklarından çekilen toplam su miktarının azaldığı ancak buna karşın barajlardan çekilen toplam su miktarının ise artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.138).



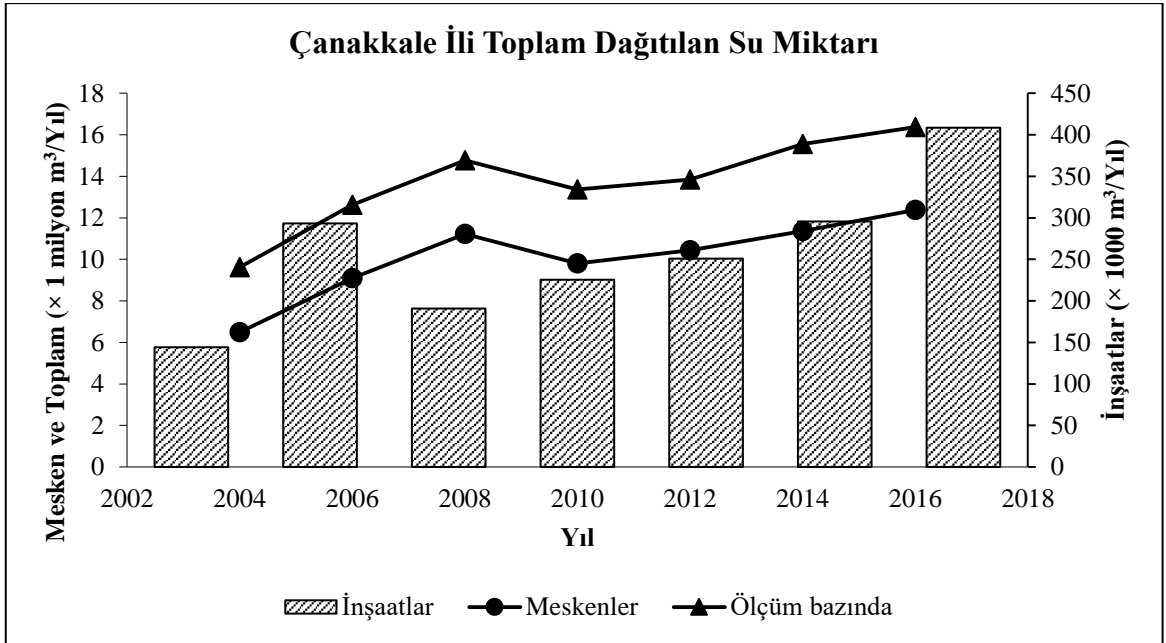
Şekil 4.138. Çanakkale ilindeki su kaynaklarından içme ve kullanma suyu şebekesi ile çekilen su miktarı ve hizmet verilen nüfus miktarının zamansal değişimi

Çanakkale ilindeki su kaynaklarından çekilen kişi başı su miktarının zamansal değişimi değerlendirildiğinde ise kaynaklardan çekilen kişi başı su miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.139). Barajlardan çekilen toplam su miktarının artmasına rağmen çekilen kişi başı su miktarının yine de azalmaya devam etmesi tüm kaynaklardan çekilen toplam su miktarındaki azalmanın çok daha önemli ölçüde olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 4.139. Çanakkale ilindeki su kaynaklarından çekilen kişi başı su miktarının zamansal değişimi

Çanakkale ilindeki su kaynaklarından dağıtılan toplam su miktarının zamansal değişimi araştırıldığında ise toplam dağıtılan su miktarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. Dağıtılan suyun önemli miktarı mesken ve inşaat kullanıma yönlendirildiği belirlenmiştir (Şekil 4.140).



Şekil 4.140. Çanakkale ilindeki su kaynaklarından dağıtılan toplam su miktarının zamansal değişimi

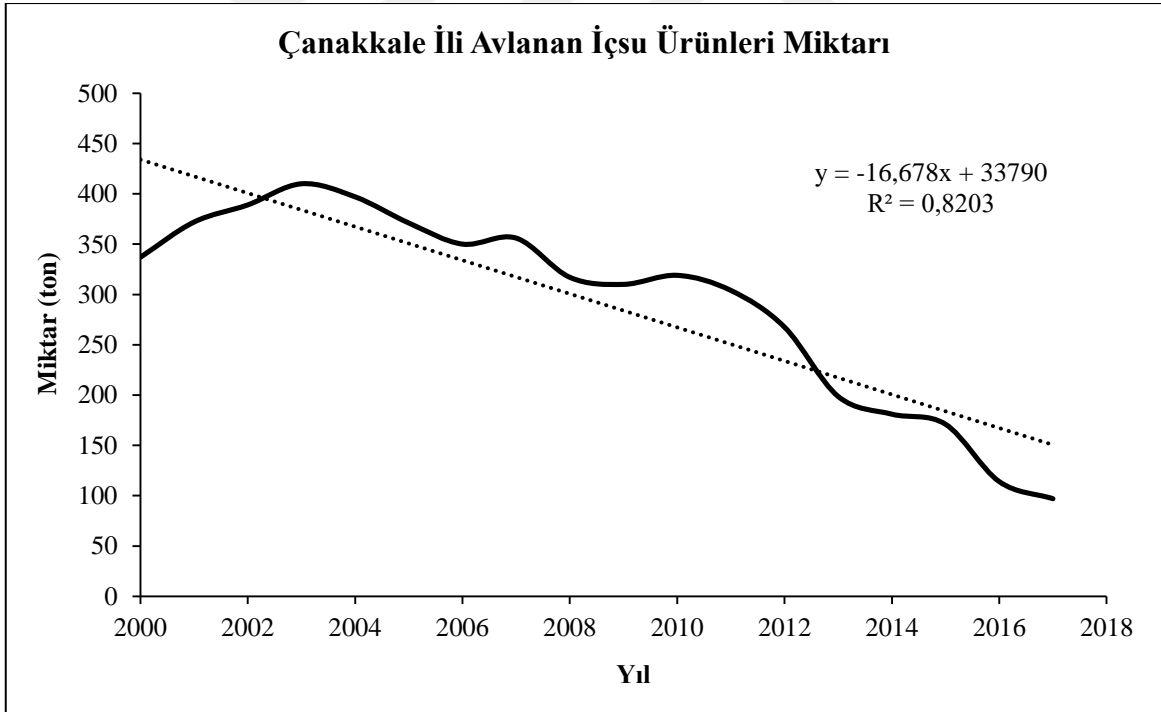
Tüm kaynaklardan çekilen toplam su miktarı azalırken barajlardan çekilen toplam su miktarının artması barajlardaki mevcut su miktarının önemli ölçüde azalmasına yol açmaktadır. Buna rağmen kişi başına çekilen su miktarı yine de azalmaktadır. Nüfusun artması, kullanılan tarım alanlarının artması, su tüketiminin artması gibi faktörler de kişi başına düşen su miktarını azaltmakta ve ihtiyaç duyulan su miktarını arttırmaktadır.

4.1.6. Balıkçılık Faaliyetleri ve Yönetimi

Atikhisar Baraj Gölü'nün normal su kotuna sahip olduğunda göl alanının 3,3 km² (DSİ, 2018) olması balıkçılık faaliyetleri açısından önemli bir alan sağlamaktadır. Baraj Gölü'nde pullu sazan (*Cyprinus carpio*), Avrupa tatlısu kefali (*Leuciscus cephalus*), İsrail sazanı (*Carrassius gibelio*), yılan balığı (*Anguilla anguilla*), kerevit (*Pontastacus leptodactylus*) türlerinin bulunduğu bilinmektedir. Ayrıca, Akbulut ve ark. (2008) yaptığı çalışmada barajda yoğun olarak bulunan pullu sazan ve tatlı su kefalinin yanında taşısiran balığı (*Cobitis taenia*) ve kaya balığı (*Gobius niger*) türlerinin de bulunduğunu rapor etmiştir. Selvi ve Kaya (2013) barajda turna balığının (*Esox lucius*) bulunduğunu bildirmiştir. Selvi ve ark. (2015) tatlısu kefali veya akbalık olarak isimlendirilen *Leuciscus cephalus* türünün bulunduğunu belirtmiş, Cengiz (2006) ile Ozekinci ve ark. (2007) ise *Leuciscus cephalus* türünün avcılığında kullanılan monofilament uzatma ağlarının seçiciliği üzerine araştırma yapmıştır. Akbulut ve ark. (2010) barajın zemin yapısının kumluk, çamurluk, taşlık ve detritus içerdiğini belirtmiştir. Balık türleri dışında zebra midyesinin (*Dreissena polymorpha*) de barajın çamurlu habitatları hariç tüm sert zeminlerini istila ettiği bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2013). Akbulut ve ark. (2009) koçboynuzu salyangozu (*Planorbis planorbis*), topuklu koçboynuzu salyangozu (*Planorbis carinatus*), *Melanopsis sp.*, Avrupa vana salyangozu (*Valvata piscinalis*), Caserta bezelye midyesi (*Pisidium casertanum*) ve zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) türlerinin Atikhisar Baraj Gölü'ndeki varlığını kayıt etmişlerdir.

Atikhisar Baraj Gölü için uygulanan herhangi bir balıkçılık yönetimi stratejisi bulunmamaktadır. Ayrıca, barajda hem kamu kurumları tarafından hem de herhangi bir kooperatif tarafından örgütlü bir balıkçılık faaliyeti gerçekleştirilmemektedir. Yapılan balıkçılık faaliyetleri ise bireysel olup amatör, sportif veya rekreasyonel balıkçılık kapsamında değerlendirilecek biçimde gerçekleştirilmektedir. Bunun yanında baraj gölü için en önemli yönetim sorunu gölde karaya çıkarılan av miktarına yönelik herhangi bir kayıt ve bilgi tutulmamış, ilgili resmi kurumlar tarafından herhangi bir balıkçılık verisine yönelik istatistiki bilgi toplanmamıştır.

Atikhisar Baraj Gölü'nün içme suyu kaynağı olarak kullanılması nedeniyle gölde ticari balıkçılık faaliyetlerine müsaade edilmemektedir. Ancak, amatör ve sportif balıkçılık faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde yasal olarak belirlenen zaman ve yasaklar haricinde herhangi bir engel bulunmamaktadır. Halihazırda, amatör ve sportif amaçlı balıkçılık aktiviteleri gerçekleştirilmekte ve su ürünleri avcılığı yapılmaktadır. Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ile Türkiye İstatistik Kurumu veri tabanlarında Atikhisar Baraj Gölü'nden avlanan su ürünleri miktarı ile ilgili hiçbir bilgi yer almamaktadır. Atikhisar Baraj Gölü özelinde su ürünleri avcılığına yönelik herhangi bir bilgi bulunmasa da Çanakkale ilindeki tüm su kaynaklarından avlanan toplam içsu ürünleri miktarına dair son 15 yıla ait bilgiler bulunmaktadır. Çanakkale ilindeki su kaynaklarından avlanan toplam içsu ürünleri miktarının zamansal değişimi incelendiğinde avcılık yoluyla elde edilen toplam su ürünleri miktarının önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.141). Toplam avcılık miktarı 2000 yılında 337 ton olarak hesaplanmış iken 2017 yılında 97 tona kadar azalmıştır.



Şekil 4.141. Çanakkale ilindeki su kaynaklarından avlanan toplam içsu ürünleri miktarının zamansal değişimi

Amatör ve sportif balıkçılık faaliyetleri neticesinde barajda bulunan türlerin avcılığı yapılmakta, sosyal ve ekonomik olarak barajdaki mevcut su ürünleri türlerinden

yararlanılmaktadır. Doğal balık stoklarının avcılık yoluyla üretim miktarlarının azalması genellikle popülasyonun azalmasından kaynaklanmaktadır. Bu popülasyonların sürekliliğinin temin edilmesi ve balıkçılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla balıklandırma çalışmaları gerçekleştirilmektedir. DSİ İpsala Şube Müdürlüğü tarafından yapılan balıklandırma çalışmaları kapsamında 1995 ve 1996 yıllarında 150000'er adet, 1997 yılında 200000 adet 1998–2003 yılları arasında her yıl 100000'er adet pullu sazan (*Cyprinus carpio*) bireyi baraja bırakılmıştır. Sonrasında ise baraja bırakılan balık sayısı daha çok arttırılarak 2004 yılında 150000 adet, 2005 yılında 360000 adet, 2006 ve 2007 yıllarında 200000'er adet pullu sazan bireyi daha baraja bırakılmıştır. Yapılan balıklandırma çalışmaları ile barajdaki mevcut su ürünleri miktarının arttırılması hedeflenmekte ve barajın amatör/sportif balıkçılık faaliyetleri açısından verimli bir alan olması sağlanmaktadır.

DSİ İpsala Şube Müdürlüğü tarafından Atikhisar Baraj Gölü'ndeki mevcut su ürünlerinin avlanabilir stok tespitine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Barajda bulunan su ürünleri türlerinin, miktarlarının ve popülasyon yapısının belirlenmesi, barajın balıkçılık faaliyetleri açısından işletmeye açılması durumunda en yüksek verimde kullanılabilirliğinin sağlanması için avlanabilir stok durumu araştırılmıştır. DSİ tarafından rezervuarın farklı yerlerinden farklı teknik özelliklere sahip av araçları kullanılarak örneklemeler yapılmıştır. Kullanılan av araçları 25×25 mm, 30×30 mm, 45×45 mm, 60×60 mm ve 70×70 mm göz açıklığına sahip fanyalı ve fanyasız ağlardan oluşmaktadır. Yapılan örneklemeler sonucu yakalanan balıklar kullanılan av araçlarının teknik özelliklerine göre gruplandırılmış olup biyometrik ve morfometrik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, popülasyon yapısının ortaya çıkarılması için yaş tayini çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yakalanan bireylerin yaş tayinlerinin yapılması için pul örnekleri kullanılmış ve bireylerin yaş dağılımları tespit edilmiştir. Avlanan türlerin literatürdeki yumurtlama boyu ve ağırlığı bilgileri de dikkate alınarak rezervuarda bulunan popülasyonların ilk üreme yaşı belirlenmiştir. Sonuç olarak, stok tespiti için yapılan örneklemelerde avlanan bireylerin %70'ini pullu sazan (*Cyprinus carpio*) türünün oluşturduğu gözlenmiştir. Bunun yanında, barajdaki avlanılabilir toplam stok miktarı yılda 10500 kg olarak hesaplanmıştır. Bu değerlendirmeler neticesinde Atikhisar Baraj Gölü'nde ticari olarak su ürünleri avcılığı yapılabilmesine imkan sağlanarak 2002 yılında özel bir şirkete 5 yıllık süreyle kiraya verilmiş ve balıkçılık faaliyetlerinin yasal olarak bu şirket tarafından işletilmesine izin verilmiştir. Ancak, bu süre bitiminden sonra Çanakkale şehir merkezinin içme suyu

ihtiyacının Atikhisar Baraj Gölü'nden sağlanması nedeniyle balıkçılık faaliyetlerinin ticari olarak işletilmesine yeniden müsaade edilmemiştir.

Kış döneminde yağışların artmasıyla birlikte göllerin su seviyesi artmakta ve buna bağlı olarak da kıyı çizgisi kara yönünde ilerlemekte ve genişlemektedir. Yaz döneminde ise sıcaklığın artması nedeniyle oluşan kuraklık ve yağışlardaki azalma ile birlikte kıyı çizgisi su yönüne doğru çekilmekte ve azalmaktadır. Ayrıca, sıcaklığın artmasına bağlı olarak artan tarımsal ve evsel su tüketimine karşın mevcut su miktarındaki azalma sonucunda suların geri çekilmesiyle kıyılarda bataklık alanları oluşmaktadır. Su seviyesinin iyice azaldığı bölgelerde su bitkileri su yüzeyini kaplamakta ve diğer atıklarla birlikte göllerde ötrofikasyona yol açmaktadır. Ayrıca, suların çekildiği bölgelerde tarımsal faaliyetler gerçekleştirilmekte ve bazı bölgelerde hayvancılık dahi yapılabilmektedir. Aktif hareket edemeyen bazı sucul organizmaların ise suların çekildiği yerlerde biriktiği gözlenmektedir. Örneğin, ortamda bulunan zebra midyesi suların çekildiği dönemlerde görülmüş ve çok yoğun miktarda bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.142).



Şekil 4.142. Atikhisar Baraj Gölü'nde suların çekilmesi ile ortaya çıkan zebra midyesi türleri (Anonim, 2016b'den düzenlenmiştir)

4.2. Tartışma

4.2.1. Kıyı Çizgisi Değişimlerinin Değerlendirilmesi

Kıyı çizgisi zamana bağlı olarak önemli değişkenlikler gösteren bir olgudur (Morton, 1991). Aynı zamanda dinamik bir özelliğe sahip olan kıyı çizgisi kıyıların izlenmesi, haritalanması ve kaynakların yönetilmesi açısından da önem arz etmektedir. Dolayısıyla, çevresel kaynakların yönetimi kıyı çizgisinin konumu ve gösterdiği değişkenlikler hakkında bilgilere ihtiyaç duymaktadır. Kıyı çizgisinin izlenmesi kıyısal planlama, hassas alanların tanımlanması, erozyon tahmini ve sediman taşınımı açısından büyük önem taşımaktadır (Bayram ve ark., 2013). Uzaktan algılama ve CBS kıyısal izleme araştırmalarında yeni teknik ve teknolojiler sunmaktadır. CBS büyük veri setlerinin düzenlenmesi, çevrenin gözlenmesi sonucu elde edilen çok katmanlı jeokonumsal verilerin analiz edilmesi ve birleştirilmesi konularında uzaktan algılama teknolojilerine yardımcı olmaktadır (Kale ve Acarlı, 2018). Kıyı çizgisinin çıkarılması uygulamalarında uydu görüntüleri ücretsiz bir şekilde ulaşılabilen eşsiz nitelikte bir kaynaktır. Özellikle Landsat uydu görüntüleri izleme çalışmaları için önemli ücretsiz veriler sunmaktadır. Hidrolojik ve kıyısal çalışmalarda uzaktan algılama ve CBS tekniklerinin uygulanması da büyük avantaj sağlamaktadır. Erener ve Yakar (2012) göllerdeki dinamik değişkenliklerin takip edilmesi açısından uzaktan algılamanın uygun maliyetli bir yaklaşım olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca uzaktan algılama ve CBS teknolojisinin mekansal ve zamansal verilerin elde edilmesi ve izlenmesi için temel bir araç olduğunu ifade edilmektedir.

Denizel kıyı alanlarında gözlenen kıyı çizgisi değişimleri yaygın olarak araştırılmakta iken baraj ve göllerde meydana gelen kıyı çizgisi değişimleri ise aynı yoğunlukta araştırılmamıştır. Halbuki açık deniz kıyısal alanlarında meydana gelen değişimler ile kıyaslandığında baraj ve göllerde gerçekleşen değişimler iklim değişikliği başta olmak üzere insan kaynaklı faaliyetler ve diğer faktörlerden daha sık etkilenmektedir. Tarımsal ve kentsel alanlar içerisinde kalan bu su kaynakları çok sayıda faktör ile etkileşim içerisinde bulunmakta ve bu etkileşimler sonucu daha kısa süreli reaksiyonlar verebilmektedir. Dolayısıyla, denizel kıyı alanları ile kıyaslandığında daha hassas ve nispeten daha çabuk etkilenecek olan bu alanlar ile ilgili çalışmaların sayısının artırılması gerekmektedir. Türkiye'deki barajlarda ve göllerde meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerinin izlenmesi üzerine ise maalesef az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Kıyı çizgisi alansal ve zamansal olarak değişkenlik gösterebilmekte ve hem doğal süreçler hem de antropojenik faaliyetler kıyı çizgisi dinamiklerini etkileyebilmektedir. Boak ve Turner (2005) kıyı çizgisi tespitine yönelik çok sayıda çalışmayı incelemiş ve en

yaygın kullanılan tekniğin görsel yorumlama ile manuel sayısallaştırma olduğunu rapor etmiştir. Diğer taraftan, uydu görüntülerinden kıyı çizgisi çıkarımı için teknolojik olarak birçok yöntem geliştirilmiştir. Bununla birlikte, yansıtıcı kızılötesi bantlarda karanın yansıma değerinin sudan daha fazla olması ve suyun neredeyse sifıra eşit olan düşük piksel değerlerine sahip olması nedeniyle kıyı çizgisi tek bir banda sahip uydu görüntüsünden bile çıkarılabilmektedir (Alesheikh ve ark., 2007). USGS tarafından TM ve ETM+ için bant 4, OLI/TIRS için bant 5, MSS için bant 7 kullanılmasının kıyı çizgisi haritalamalarında çok yararlı olduğu belirtilmiştir. Kelley ve ark. (1998) su ve kara arasındaki sınırın çıkarılması için en iyi bandın bant 5 olduğuna işaret etmiştir. Braud ve Feng (1998) kıyı çizgisinin tespit edilmesi ve sınırlarının çizilmesi için en güvenilir seçeneğin bant 5 olduğunu belirlemiştir. Frazier ve Page (2000) bant 5 kullanımının su yapılarının tespit edilmesi ve sınırlarının çizilmesi için başarılı olduğunu ve %96,9 oranında yüksek bir doğruluğa ulaştığını rapor etmiştir. Bant 5, karanın güçlü yansıtma ve suyun da orta kızılötesi enerjisi oldukça yüksek absorbe etme özelliğine sahip olmasından dolayı su ve kara arasında güçlü bir kontrast sağlamaktadır. Bununla birlikte bant 5, TM sensörünün üç kızılötesi bandına göre su ve kara için güvenilir bir şekilde en iyi spektral dengeyi içermektedir (Aleshkeikh ve ark., 2007). Benzer şekilde, Shresta ve Di (2013) bant 5'in kara ve su ayırımının yapılması için nispeten en uygun bant olduğunu belirtmiştir. Alternatif olarak, Horning (2004) ile Güney (2012) tarafından da bant 4 dalga boyunda (0,76–0,90 µm, yakın kızılötesi) suyun neredeyse tüm ışığı absorbe etmesi ve su yapılarının çok karanlık görünmesi nedeniyle bant 4 kullanımı önerilmiştir. White ve El Asmar (1999) ise Nil Deltası kıyı çizgisi değişimlerini izlemek için bant 7'yi kullanmıştır. Manavalan ve ark. (1993) nehirlerin ve göllerin su yapısının bant 4 uygulanarak başarılı bir şekilde belirlendiğini rapor etmiştir. Dolayısıyla, mevcut çalışmada uydu görüntülerindeki su ve kara özelliklerinin ayırt edilmesi amacıyla farklı Landsat sensörleri için uygulanan bant seçimi literatürdeki uygulamalar ile benzerlik göstermektedir. Böylece kullanılan yöntem ile su ve karanın net bir şekilde ayırt edilmesi ve kıyı çizgisinin yüksek doğrulukta sayısallaştırılması başarılı bir şekilde sağlanmıştır.

Kıyı çizgisi değişimleri birçok çalışmada analiz edilmiş ve bu değişimlerin muhtemel nedenleri birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Örneğin, Ekercin (2000) Türkiye ile Yunanistan sınırını belirleyen Meriç Nehri'nin kıyı çizgisi değişimlerini araştırmış ve 1988 yılından 1993 yılına kadar kıyı çizgisindeki değişimler nedeniyle arazi kaybı yaşandığını bildirmiştir. Tağıl ve Cürebal (2005) Altınova sahilinde kıyı çizgisi değişimlerini araştırmış ve hem pozitif hem de negatif yönde değişiklikler olduğunu tespit etmiştir. Sesli

ve ark. (2009) Trabzon kıyılarındaki kıyı çizgisi değişimlerini incelemiş ve 12,2 ha alanın azaldığını rapor etmiştir. Bu azalmanın erozyon ve kum çıkarımı faaliyetlerinden kaynaklandığını belirtmiştir. Diğer taraftan, denizin doldurulması yoluyla ise toplam 161 ha alanın karaya dönüştüğünü bildirmiştir. Lipakis (2008) Georgiopolis kıyı çizgisinde 1998 yılından 2005 yılına kadar 50 m kayma gerçekleştiğini rapor etmiştir. Açıkgöz (2010) Yumurtalık Sulak Alanı kıyılarında %25 oranında bir azalma gözlemlendiğini belirtmiştir. Kıyı çizgisinde gözlenen bu değişimlerin sediman taşınımı, kum çıkarımı ve buharlaşmadan kaynaklandığına işaret edilmiştir. Kuleli (2010) Çukurova kıyısal alanında 1972 yılı ile 2002 yılı arasında kıyı çizgisinde önemli bir değişiklik olduğunu belirtmiştir. Özdemir (2010) Kızılırmak Nehir Deltası kıyı çizgisinin kara yönünde yer değiştirdiğini ve toplamda 1,5 km² alanın kıyı çizgisi değişimi nedeniyle kaybedildiğini bildirmiştir. Kıyı çizgisindeki bu değişimin en çok baraj yapımı, kum çıkarımı, kıyı yapılarının inşa edilmesi gibi antropojenik faktörlerden etkilendiği ifade edilmiştir. Yılmaz (2010) Kozlu kıyılarının kıyı çizgisi değişimini incelemiş ve kıyı yapılarının inşa edilmesi nedeniyle kıyı çizgisinin değişim gösterdiğini belirtmiştir. Kuleli ve ark. (2011) Türkiye'deki beş Ramsar sulak alanının kıyı çizgisindeki değişimleri araştırmış ve 1975 ile 2009 arasındaki dönemde erozyon ve birikim nedeniyle kıyı çizgisinde önemli değişiklikler gerçekleştiğini tespit etmiştir. Olgun (2012) Göksu Deltası'nda 1980 yılından 2008 yılına kadar kıyı çizgisinde pozitif ve negatif değişimler olduğunu bildirmiş ve sediman taşınımı ile kıyı çizgisi değişimi arasında bir ilişki bulunduğunu ifade etmiştir. Ceylan (2012) İzmit Körfezi kıyı çizgisinde 1984 yılından 2008 yılına kadar hem pozitif hem de negatif yönde değişimlerin olduğunu vurgulamıştır. Aydın ve Uysal (2013) Karasu sahili kıyı çizgisinde 1987 ile 2013 arasında bir azalma olduğunu bildirmiş ve bu azalmanın baraj yapımı, kum çıkarımı ve midye avcılığından kaynaklandığını ifade etmiştir. Güney ve Polat (2015) Çandarlı ve Aliağa kıyılarındaki kıyı çizgisi değişimlerini araştırmış ve en çok insan etkileri sonucunda kıyı çizgisinde değişim gözlemlendiğini belirtmiştir. Ozturk ve Sesli (2015) yaptığı çalışmada Kızılırmak Lagün serisinin kıyı çizgisinin toplam uzunluğunda azalma olduğunu ortaya koymuştur. Özpolat (2016) Seyhan Deltası kıyı çizgisinde hem pozitif hem de negatif yönde değişimler olduğuna işaret etmiş ve bu değişimlerin asıl nedeninin insan müdahaleleri ve erozyon olduğunu ifade etmiştir. Uçar (2016) Küçük Menderes Deltası kıyı çizgisinin toplam uzunluğunda 1975 yılından 2016 yılına kadar bir azalma olduğunu, bununla birlikte izleme periyodu boyunca hem pozitif hem de negatif yönlü değişimlerin gözlemlendiğini bildirmiştir. Hussain ve ark. (2014) Meghna Halici'nin doğu kısımlarında 2007 yılından 2013 yılına kadar kıyı çizgisindeki değişimler nedeniyle toplam alanın 120

km² arttığını rapor etmiştir. Al–Mansoori ve Al–Marzouqi (2016) Dubai kıyılarında 2009 yılından 2015 yılına kadar insan etkisiyle meydana gelen kıyısız değişimlerden dolayı kıyı çizgisi uzunluğunun artış gösterdiğini bildirmiştir.

Tağıl (2007) Uluabat Gölü'nün su yüzeyinin ve derinliğinin 1975 yılından 2000 yılına doğru azaldığını bildirmiştir. Ormeci ve Ekercin (2007) Tuz Gölü su rezervinde 1990 ile 2005 yılları arasında önemli bir azalma gerçekleştiğini ve bu azalmanın kuraklık ile aşırı su kullanımından kaynaklandığını belirtmiştir. Sener ve ark. (2010) Eber Gölü ve Akşehir Gölü kıyı çizgisindeki değişimlerin doğrudan yüzey akışı ve yağış ile ilişkili olduğunu ileri sürmüştür. Erener ve Yakar (2012) Meke Gölü kıyı çizgisinde 1987 yılından 2006 yılına kadar hem pozitif hem de negatif yönde değişimler gözlemlendiğini bildirmiştir. Temiz ve Durduran (2016) Acıgöl kıyı çizgisinde 1985'ten 2015'e kadar kuraklık, tarımsal ve antropojenik faaliyetler amacıyla aşırı su tüketiminden kaynaklanan önemli bir azalma olduğuna dikkat çekmiştir. Kesikoglu ve ark. (2017) Yamula Baraj Gölü'nün kıyı çizgisi uzunluğunda hem artış hem de azalış meydana geldiğini rapor etmiş ve bu değişimlerin sıcaklık ve yağıştaki değişkenlikler ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Arkoc ve Özşahin (2018) Gala Gölü kıyı çizgisinde azalma olduğunu tespit etmiş ve bu azalmanın yağış ve buharlaşmadaki değişkenliklerden kaynaklandığını ifade etmiştir. Kaynak ve ark. (2018) Kozan Baraj Gölü kıyı çizgisi değişimlerini araştırmış ve kıyı çizgisi uzunluğunun artış gösterdiğini rapor etmiştir. Kıyı çizgisinde gözlenen bu artışın iklim koşulları ve tarımsal sulamadan kaynaklandığını bildirmiştir.

Bu çalışmada, kıyı çizgisinin izleme periyodu boyunca değişkenlikler gösterdiği belirlenmiş ve toplam uzunluğunda hem artış hem de azalış gözlenmiştir. Kıyı çizgisi 1995–2000, 2002–2007, 2009–2014 dönemleri arasında sinüzoidal olmayan karmaşık bir dalga formu şeklinde trend sergilemiştir. İzleme periyodu boyunca kıyı çizgisi 1985, 1986, 2001, 2008 ve 2014 yıllarında negatif pik noktasına ulaşmıştır. Kıyı çizgisinin sergilediği trend değerlendirildiğinde pozitif ve negatif pik değerlerine ulaşması için 6 yıllık döngüye sahip olduğu belirlenmiştir. Kıyı çizgisindeki kontrol edilemeyen değişkenliklerin sucul ve karasal ekosistemi olumsuz yönde etkileyebileceği gibi birçok antropojenik ve doğal faktörden de kıyı çizgisinin kendisi etkilenebilmektedir. Çalışma boyunca izlenen kıyı çizgisinde gerçekleşen temel değişikliklerin iklim değişikliği, aşırı su tüketimi ve tarımsal sulama ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Örneğin, 2001 yılında Çanakkale ilinde bir kuraklık meydana gelmiştir. Kıyı çizgisi uzunluğu da 2001 yılında 12,411 km'ye gerileyerek neredeyse en düşük seviyeye ulaşmıştır. Benzer şekilde, Koç (2007) bu dönem için Atikhisar Baraj Gölü'nde bir azalma meydana geldiğini ve su seviyesinin en düşük

değere ulaştığını rapor etmiştir. Özelkan ve Karaman (2018) ise Atikhisar Baraj Gölü'nün su seviyesinin yağışlı dönemden kurak döneme geçişlerde azaldığını, kurak dönemden yağışlı döneme geçişlerde ise arttığını bildirmiştir. Ayrıca, yağış miktarının artmasının su seviyesini arttırdığını diğer yandan buharlaşma miktarındaki artışın su seviyesinin azalmasına yol açtığını belirtmiştir.

Kıyı çizgisi sabit bir özellik olmayıp sürekli değişkenlik gösteren dinamik bir yapıdır. Birçok faktör nedeniyle kara yönüne veya su yönüne doğru değişkenlik gösterebilmektedir. Kıyı çizgisindeki değişimleri tespit edebilmek ve anlayabilmek için oluşan varyasyonların süresi farklılaştırılmalıdır. Gibeaut ve ark. (2001) kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri kısa dönemli değişimler, uzun dönemli değişimler ve epizodik değişimler olarak üç gruba ayırmaktadır. Epizodik değişimler fırtına gibi doğal olaylara verilen reaksiyonlar ve ani değişimler olarak tanımlanmaktadır. Kısa dönemli değişimler 5–10 yıllık dönemlerde gerçekleşen değişimleri ifade ederken uzun dönemli değişimler ise 10–1000 yıllık zaman diliminde gerçekleşen değişimler olarak ifade edilmektedir. Uzun dönemli değişimler bütün kıyıyı etkilerken kısa dönemli değişimler ise kara yönünde veya su yönündeki hareketler ile sadece aynı bölgede bulunan kıyıyı etkilemektedir. Bu çalışmada kıyı çizgisinde gözlenen değişimler kısa dönemli değişimler olarak değerlendirilebilir. Tağıl ve Cürebal (2005) doğal süreçlerin ve antropojenik faaliyetlerin kısa dönemli değişimlerin gözlenmesinde temel faktörler olduğunu belirtmiştir. Erozyon, sediman taşınımı, sulama ve tüketim için aşırı su kullanımına ilaveten insan etkileşimleri de kıyı çizgisinin doğal karakteristiklerinde ve süreçlerinde farklılıklara yol açabilmektedir. Öte yandan, sıcaklığın artması yağışların azalması, buharlaşmanın artması ile iklimdeki ani değişimler Atikhisar Baraj Gölü'nün kıyı çizgisi değişimleri üzerine önemli etkilere sahip olmaktadır. Mesela, 2001 yılındaki kuraklık nedeniyle kıyı çizgisinin en düşük seviyeye gerilemesi buna bir örnektir. Dolayısıyla, sadece kıyı çizgisi uzunluğundaki bu azalış bile iklim değişikliğinin kıyı çizgisi değişimleri üzerine etkisini net bir şekilde göstermektedir. Benzer şekilde, Özelkan ve Karaman (2018) Atikhisar Baraj Gölü su seviyesinin yağış ve buharlaşmadaki değişkenliklerden etkilendiğini bildirmiştir. Arkoc ve Özşahin (2018) ise Gala Gölü'ndeki kıyı çizgisi değişimlerinin genel olarak buharlaşma ve yağış tarafından kontrol edildiğini belirtmiştir. Ayrıca, Ormeci ve Ekercin (2007), Sener ve ark. (2010), Temiz ve Durduran (2016), Kesikoglu ve ark. (2017) ile Kaynak ve ark. (2018) göllerin kıyı çizgisinde iklim değişikliğine bağlı olarak değişimler gözlendiğini rapor etmiştir. İklim değişikliğinin su kaynaklarının miktarları ve yüzey akışları üzerine de önemli etkileri olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

Ejder ve ark. (2016a) Atikhisar Baraj Gölü'nden çıkıp Çanakkale Boğazı'na dökülen Sarıçay'ın yıllık nehir akışlarındaki azalmanın sıcaklık ve buharlaşmanın artması ile yağışların azalması gibi iklimsel değişiklikler ile bağlantılı olduğunu bildirmiştir. Çanakkale ili için buharlaşmada Kale (2017a) ve sıcaklıkta Kale (2017b) artış eğiliminin gözlemlendiği rapor edilmiştir. Benzer şekilde, sıcaklık ve buharlaşmada artış eğilimi ile yağışlarda azalış eğilimi belirlendiği birçok çalışmada ifade edilmiştir (Ejder ve ark., 2016b; Kale ve ark., 2016a, b, 2018). Araştırmacılar, bu eğilimlerin devam edeceği ve gelecek yıllarda Çanakkale'nin iklim değişikliğinden etkilenmeyeceği konusunda uyarıda bulunmuştur. Bu nedenle, Atikhisar Baraj Gölü kıyı çizgisinin de iklim değişikliğinden etkilenmeye devam edeceği ve gelecek dönemlerde daha fazla azalmalar gözleneceği düşünülmektedir.

Kıyı çizgisi değişimleri kıyısal alanlarda meydana gelen katı madde taşınımı, liman ve barınak gibi kıyı yapılarının inşa edilmesi gibi birçok farklı doğal ve yapay nedenlerden dolayı gerçekleşebilmektedir. Katı madde taşınımının doğal nedenleri olarak su seviyesinin artması veya azalması, dalgalar, akıntılar, rüzgarlar, toprak kayması, erozyon örnek gösterilebilir. Diğer yandan, yer altı kaynaklarının başka bölgelere iletilmesi sonucu yüzeydeki mevcut sediman yapısının çökmesi, kıyı yapıları nedeniyle malzeme taşınımı yolunun kesilmesi/değiştirilmesi, dalgalar, kum çıkarımı, dolgu yapımı gibi yapay nedenler de madde taşınımını etkileyebilmektedir. Kıyısal alanlarda gözlenen kıyı çizgisi değişimlerinin sürekli olarak izlenmesi doğal süreçlerden dolayı ortaya çıkan değişkenliklerin olumsuz etkilerinin değerlendirilebilmesi açısından önemli katkılar sağlayacaktır. Bununla birlikte, insan müdahaleleri sonucu meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerinin de sürekli olarak takip edilmesi kıyı çizgisi üzerindeki olumsuz insan faaliyetlerinin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınmasına yardımcı bir veri tabanı oluşturulmasına imkan sunacaktır.

İklim değişikliği ve buna bağlı olarak hidrolojik döngüdeki etkileşimler nedeniyle su alanlarında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerinin tespit edilmesi ve izlenmesi hayati önem taşımaktadır. Küresel ölçekte iklimsel parametrelerde meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin su kaynakları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi de su kaynaklarının mevcudiyetinin ve miktarının zamansal ve alansal olarak nasıl değişkenlik gösterdiğinin ortaya koyulması açısından büyük öneme sahiptir. Ayrıca, sulak alanların ekolojik, ekonomik, sosyal, kültürel ve yaşamsal açıdan toplumdaki öneminin yüksek olması dolayısıyla su kaynaklarında meydana gelecek değişimlerin izlenmesi ihtiyacını daha çok arttırmaktadır. Su kaynakları azaldığı takdirde yaşamın olmazsa olmazı olan suyun kişi

başı tüketilebilir miktarı azalacak ve daha az miktardaki suyu daha fazla kişi talep edilecektir. Tarımsal ürünlerin çeşitliliğinde zorunlu değişimler gerçekleşebilecek ve farklı türlerde ürünlerin üretimine geçilecektir. Bu zincir sonucunda da tamamen biyolojik çeşitlilik değişecek ve muhtemel yeni hastalıklar ortaya çıkacaktır.

4.2.2. Yüzey Alanı Değişimlerinin Değerlendirilmesi

Su yüzeylerinin alansal ve zamansal desenlerinin ortaya çıkarılması su kaynaklarının yönetiminde ve korunmasında önemli bir yere sahiptir. Göllerdeki ve rezervuarlardaki su yüzeyi alanının uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak izlenmesi üzerine yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Sidle ve ark. (2007) 1935–2000 yılları arasında Myanmar’da bulunan Inle Gölü’nün yüzey alanında meydana gelen değişimleri değerlendirmiş ve çalışma sonucunda %32,4 oranında bir azalma gözlendiğini rapor etmiştir. Göl yüzey alanında meydana gelen bu azalmanın göl içi ve göl civarında devam eden antropojenik ve tarımsal faaliyetlerle ilişkili olduğu ifade edilmiştir. El–Asmar ve ark. (2013) NDWI ve MNDWI uygulayarak Mısır’da bulunan Burullus Lagünü yüzey alanında 1973 ile 2001 yılları arasında gerçekleşen değişimleri hesaplamıştır. Toplam yüzey alanının %42,8 azaldığı ve bu azalmanın insan müdahalelerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Abu–Faraj ve ark. (2014) Ürdün’deki Lut Gölü’nde 1984 yılından 2012 yılına kadar gözlenen su yüzeyi alanı değişimlerini belirlemiştir. İzleme dönemi boyunca su yüzeyi alanının 679 km²den 620 km²ye kadar azaldığı tespit edilmiştir. Liu ve Yue (2017) Çin’deki Hulun Gölü’nde 1975 ile 2015 arasında gerçekleşen değişimleri değerlendirmiş ve bu dönem boyunca göl alanının hem artış hem de azalış eğilimleri sergileyerek dalgalanmalar gösterdiğini bildirmiştir. Zhu ve ark. (2014) çok kaynaklı uzaktan algılama verilerini kullanarak Qinghai Gölü’ndeki dalgalanmaları izlemiş ve 2003 yılından 2009 yılına kadar göl yüzey alanının 77 km² artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Hossen ve ark. (2018) Mısır’da bulunan Manzala Gölü’nün yüzey alanında 1984 ile 2015 yılları arasında gerçekleşen değişimleri değerlendirmiş ve göl yüzeyi alanının %46 azaldığını rapor etmiştir. Ji ve ark. (2018) 2000 yılından 2014 yılına kadar Kamboçya’daki Tonle Sap Gölü yüzey alanında gözlenen değişimleri araştırmıştır. Çalışma sonucunda su yüzeyi alanının tamamen azalan bir trend gösterdiği belirtilmiştir. Göl yüzey alanında gözlenen bu azalmanın nehirden gelen yüzey akışı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Mohsen ve ark. (2018) Burullus Gölü’ndeki değişimleri CBS ve uzaktan algılama teknikleri kullanarak tespit etmiş ve 1972 yılından 2015 yılına kadar su alanının %49 oranında düşerek önemli ölçüde azaldığını belirlemiştir. Ayrıca, 1972 ile 1984 yılları arasında da göl yüzeyi

alanında hızlı bir azalma olduğu vurgulanmıştır. Tan ve ark. (2018) Çin'den Avrupa'ya kadar İpek Yolu boyunca bulunan 24 gölün 2001 ile 2016 yılları arasındaki alansal değişimlerini analiz etmiştir. Çalışma sonucunda 15 gölün yüzey alanının azalırken 9 gölün yüzey alanının ise arttığı rapor edilmiştir. Yapiyev ve ark. (2019) Kazakistan'ın kuzeyindeki küçük endorheik göllerdeki (herhangi bir nehir girişi olmayan ve kendisinden herhangi bir nehir çıkmayan kapalı göller) su kapasitesi değişimlerini tahmin etmek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada bazı daha küçük göllerin yüzey alanında artış gözlenmesine rağmen göllerin toplam su yüzeyi alanının 1986'dan 2016'ya kadar %7 oranında azaldığını bildirmiştir.

Türkiye'de ise Akar ve ark. (2002) Acıgöl'de gerçekleşen yüzey alanı değişimlerini elle sayısallaştırma, yarı otomatik vektörleştirme, kontrollü sınıflandırma, kontrolsüz sınıflandırma ve nesne tabanlı sınıflandırma yöntemleri gibi farklı görüntü işleme teknikleri kullanarak belirlemiştir. Çalışma sonucunda kullanılan tüm yöntemler 1975 yılı ile 2010 yılları arasında su yüzeyi alanının azaldığına işaret etmektedir. Ekercin ve Örmeci (2008) Tuz Gölü su rezervinde meydana gelen değişimleri araştırmış ve su rezervinin 43 ha azalması sonucu göl yüzey alanının önemli ölçüde azaldığını bildirmiştir. Reis ve Yılmaz (2008) Seyfe Gölü'nün 1975 ile 2001 yılları arasında meydana gelen su seviyesindeki zamansal değişimlerin izlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada bu dönem içerisinde yüzey alanında %33'ten fazla azalma görüldüğünü belirtmiştir. Göl yüzey alanında tespit edilen bu değişikliğin iklim koşullarındaki değişkenlikler ile insan müdahalelerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Durduran (2010) Konya kapalı havzasında bulunan Beyşehir, Tersakan, Kulu, Suğla, Bolluk, Samsam ve Tuz göllerinde gerçekleşen değişimleri değerlendirmiştir. Bolluk ve Samsam göllerinde yüzey alanının artış gösterdiği tespit edilirken Tersakan, Kulu, Beyşehir ve Tuz göllerinde azalış gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, Suğla Gölü'nün ise tamamen kurduğu rapor edilmiştir. Özşahin (2011) Gölbaşı Gölü'nde gözlenen alansal değişimin nedenlerinin göl çevresinde gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler, su kaynaklarının aşırı kullanımı, buharlaşma, kuraklık, tabandan sızmalar, bilinçsiz avcılık ve göl civarında yoğun biçimde sondaj kuyularının açılması olduğunu bildirmiştir. Gölbaşı Gölü'nün karstik bir çanakta bulunduğu ve gölün geçirimli kayalar üstünde bulunmasının tabandan su sızmalarına neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, göl çevresindeki antropojenik aktivitelerin de göl ekosistemi üzerinde önemli olumsuz etkilere yol açtığı ifade edilmiştir. Tüm bu faktörlerin etkisi altında göl alanının önemli derecede azaldığı ve gölün kapladığı alanın küçülmesine neden olduğu belirtilmiştir. Avdan ve ark. (2013) Akşehir Gölü'nün su ile kaplı yüzey alanında

gözlenen zamansal değişimleri analiz etmiştir. Göl yüzey alanında 1984 yılından 2005 yılına kadar toplam %43 oranında bir azalma görüldüğü bildirilmiştir. Bahadır (2013) Akşehir Gölü'ndeki alansal değişimleri araştırmış ve 1975 yılından 2010 yılına kadar göl alanının 354 km²'den 119 km²'ye kadar gerilediğini belirtmiştir. Bu azalmanın yağış ve nehir akışlarındaki azalmaya karşılık buharlaşma ve su tüketimindeki artıştan etkilendiği ifade edilmiştir. Şanlıyüksel Yücel ve ark. (2014) Çanakkale'nin Çan ilçesindeki asit maden göllerinde meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi amacıyla uydu görüntülerini kullanmıştır. Çalışmada 1987 yılından 2011 yılına kadar asit maden göllerinin sayısının ve toplam alanının artış gösterdiği rapor edilmiştir. Tüm asit maden göllerinin toplam alanının 2011 yılında 12,42 ha olarak belirlendiği ve bu miktarın en yüksek seviye olduğu belirtilmiştir. Asit maden göllerinin sayısındaki ve toplam alanındaki bu artışların yüzey sularında balık ölümlerinin gözlenmesi gibi önemli çevresel risklere yol açacağı ifade edilmiştir. Battal ve ark. (2016) tarafından 2015–2016 yılları arasında Eber Gölü'ndeki değişimin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada göl alanının ortalama olarak 664,92 ha büyüdüğü tespit edilmiştir. Erener ve ark. (2016) Kocaeli'de bulunan Yuvacık Baraj Gölü'nün rezervuar alanındaki değişimleri incelemiş, uzaktan algılama ve CBS teknolojileri uygulayarak meydana gelen değişimleri belirlemiştir. Çalışma sonunda 2001 yılından 2005 yılına kadar su yüzeyi alanının %10 oranında azalma gösterdiği rapor edilmiştir. Yücel ve Turan (2016) Çanakkale'deki iki maden gölünde gözlenen alansal değişimleri analiz etmiştir. Kasım 2014 ile Ekim 2015 arasında maden göllerinin toplam alanının 25 ha'dan 21 ha'ya azaldığı rapor edilmiştir. Göllerin toplam alanında gözlenen bu değişimlerin ortalama yağış miktarı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Sarp ve Ozelik (2017) Burdur Gölü'nün su yüzeyinde 1987 ile 2011 yılları arasında meydana gelen alansal ve zamansal değişimleri izlediği çalışmada uydu görüntülerinden su yüzeyinin çıkarılması için birçok farklı indeks ve yöntem kullanmıştır. Çalışma sonunda yazarlar Burdur Gölü'nün 1987 yılından 2000 yılına kadar su yüzeyi ile kaplı alanının beşte birini kaybettiğini, sonrasında ise 2000 yılından 2011 yılına kadar olan yüzey alanının da onda birini kaybettiğini rapor etmiştir. Ayrıca, 1987 ile 2011 yılları arasındaki değişim incelendiğinde ise bu süre sonunda su yüzeyinin %32 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Şanlıyüksel Yücel ve Yücel (2017) Çan kömür havzasındaki terk edilmiş kömür ocaklarında oluşan maden göllerinin yüzey alanlarındaki değişimleri uzaktan algılanmış uydu görüntüleri ve insansız hava aracı kullanarak incelemiştir. Çalışma sonunda 2013 ile 2014 yılları arasında havzadaki tüm göllerin yüzey alanının azalma gösterdiği hatta iki gölün tamamen kurduğu bildirilmiştir. Diğer yandan, bu kuruyan göller hesaplamalarda

göz ardı edildiği takdirde diğer göllerin toplam alanlarının ise arttığı ifade edilmiştir. Göllerin toplam yüzey alanındaki bu azalış ve artışların erozyon, yağış, rüzgar, maden faaliyetleri, nehre su boşaltımı gibi doğal ve insan kaynaklı süreçlerden etkilendiği belirtilmiştir. Topuz ve Karabulut (2018) Sinop'ta bulunan Sarıkum Gölü'nde 1977 ile 2015 yılları arasında meydana gelen zamansal değişimleri incelemiştir. Çalışmada göl alanının azaldığı ve yıllık toplam yağış değerlerinin göl yüzey alanı değişimleri üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir.

Bu çalışmada ise izleme dönemi boyunca baraj gölünün su yüzeyi alanında azalma ve artışların görüldüğü dalgalanmalar gerçekleşmiştir. Göl yüzey alanı için en düşük değere 1986 yılında ulaşılırken en yüksek yüzey alanı 2011 yılında hesaplanmıştır. Bu yönüyle, Şanlıyüksel Yücel ve ark. (2014) tarafından bulunan sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Diğer yandan, göl su yüzeyi alanında en yüksek artış %74,6 ile 2009 yılında gerçekleşirken en yüksek azalış ise %31,8 ile 2007 yılında gerçekleşmiştir. Göl su yüzeyi alanında meydana gelen bu değişimlerin sıcaklık ve buharlaşmanın artması, yağışların azalması, yüzey akışlarının ve kar erimesi miktarının düşmesi gibi iklimsel değişiklikler ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yine benzer şekilde, Çanakkale ili için sıcaklığın (Kale, 2017a) ve buharlaşmanın (Kale, 2017b) artış eğilimi gösterdiği rapor edilmiştir. Ejder ve ark. (2016a) Sarıçay nehir akışlarının azalan bir eğilime sahip olduğunu bildirmiştir. Aynı şekilde bölgedeki diğer nehirler için de nehir akışlarının azalış eğilimi gösterdiği rapor edilmiştir. Örneğin, Kocabaş Çayı (Ejder ve ark., 2016b), Bakırçay (Kale ve ark., 2016a), Karamenderes Nehri (Kale ve ark., 2016b), Tuzla Çayı, Gediz Nehri, Büyük Menderes Nehri (Kale ve ark., 2018), Akkaya Çayı (Kale ve Sönmez, 2018a), Daday Çayı (Kale ve Sönmez, 2018b), Filyos Nehri (Sönmez ve Kale, 2019) için nehir akışlarının azalış trendine sahip olduğu ve bu azalmanın iklim değişikliği ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir. Literatürde bildirilen rapordarda da görüldüğü üzere iklim değişikliği su kaynaklarının miktarındaki değişkenliklerde itici güç olarak öne çıkmaktadır. Ancak, iklim değişikliğinin yanında antropojenik faaliyetler (Deka ve ark., 2011; Gao ve ark., 2011; Jackson ve ark., 2011; Zhou ve ark., 2015), tarımsal aktiviteler (Dügel ve Kazancı, 2004; Yercan ve ark., 2004; Kaçan ve ark., 2007; Durdu, 2010), aşırı su tüketimi ve sürdürülebilir olmayan biçimde su kaynaklarının kullanımı gibi faktörler de su kaynaklarını etkilemektedir. Türkiye popüler inanın aksine sanıldığı gibi su zengini bir ülke değildir (Hisar ve ark., 2015). Dolayısıyla, su kaynaklarının sürdürülebilir biçimde kullanılmasının sağlanması hayati önem taşımaktadır.

Küresel su rezervinin sadece %2,53'ü toplam tatlısu rezervlerini oluşturmakta iken dünyadaki bütün göllerde bulunan tatlısu miktarı toplam su miktarının sadece %0,007'sini içermektedir (Shiklomanov, 1993). Buna rağmen yine de yüzey suları su döngüsünün önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Göller ve barajlar ekosistem ve insan tüketimi için en uygun ve ulaşılabilir su kaynaklarını oluşturmaktadır (Abdallah ve ark., 2011). Bu nedenle, dünyanın çoğu yerinde su kaynaklarının yönetimi açısından veri toplamak ve gözlem yapmak amacıyla göllerde ve barajlarda gözlem istasyonları kurulmuştur. Ancak, arazide gerçekleştirilen ölçümler ve gözlemler yerinde ölçüm yapılmasına, fazla zamana ve nispeten de yüksek maliyete gereksinim duymaktadır. Hatta ulaşılması zor ve uzak bölgelerde bulunan bazı su kaynaklarında hiçbir şekilde ölçüm ve gözlem gerçekleştirilememektedir. Ayrıca, bazı göllerde ve barajlarda da ölçüm istasyonları bulunmasına rağmen bunlar genellikle su kaynaklarının sadece su seviyesini ölçmekte iken su yüzeyi alanı ve hacimlerini ölçmemektedir. Ancak, su yüzeyi alanı ve hacmin her ikisinin de ölçülmesi su kaynaklarının iklim değişikliğine göstermiş olduğu tepkilerin bölgesel ve küresel ölçekte en iyi şekilde anlaşılması açısından hayati öneme sahiptir. Bu kapsamda, uzaktan algılama ve CBS teknolojilerindeki gelişmeler araştırmacılara su kaynaklarının yüzey alanı ve su seviyelerinin izlenmesi açısından yeni yaklaşımlar sağlamaktadır.

Bu çalışmanın sınırlamalarından birinin uzaktan algılanmış uydu görüntülerinden su yüzeylerinin tespit edilmesi için tek bir bant kullanımı olduğu düşünülebilir. Su ve kara yüzeylerinin ayırt edilebilmesi için kullanılan bazı otomatik ve yarı otomatik yöntemler bulunmaktadır. Ancak, aslında, tek bant kullanımı suyun kara yüzeylerine kıyasla düşük değerlere (neredeyse sıfıra eşit) sahip olmasından dolayı bir zayıflık oluşturmamaktadır. Uydu görüntülerinden su ve kara yüzeyleri tek bant seçimi yöntemi kullanılarak başarılı bir şekilde ayırt edilmiştir. Mevcut uydu görüntülerinde düşük değerli pikseller su yüzeylerini göstermektedir. Bu sayede su yüzeyleri kolayca elle sayısallaştırılmış ve yeni shapefile dosyalarına aktarılmıştır. Dolayısıyla, sözü edilen bu kısıtlamanın üstesinden gelinmiştir. Bununla birlikte, ilerideki çalışmalarda uydu görüntülerinden su yüzeylerinin çıkarılması için kontrolsüz sınıflandırma (ISODATA) ve kontrollü sınıflandırma (En yakın mesafe–Minimum Distance, En yüksek olabilirlik–Maximum Likelihood, Mahalanobis mesafesi–Mahalanobis Distance) yöntemleri ile NDWI, MNDWI, AWEI, WRI gibi otomatik su çıkarım indeksleri kullanılarak bu yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırılması bu konudaki çalışmalar için önemli katkılar sunacaktır.

4.2.3. İklimsel Değişikliklerin Değerlendirilmesi

İklim değişikliğinin olası etkilerinin araştırılması ve farklı iklim değişikliği projeksiyonlarının oluşturulması için iklimsel parametrelerde meydana gelen değişkenliklerin değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda, küresel iklim değişikliğinin en önemli ve temel parametrelerinden birisi de sıcaklıktaki değişimlerdir. Çoğu iklim modeli 21. yüzyılın sonunda sıcaklıkta bir artış gerçekleşeceğini tahmin etmektedir (García–Ruiz ve ark., 2011). Ayrıca, Chen ve Xu (2005) sıcaklık artışın küresel ısınmayla ilişkili olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada sıcaklığın artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Türkiye'nin batı kesimlerindeki iklim değişikliği üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda da bölgedeki sıcaklığın artış eğilimi sergilediği, bu eğilimin 1970'lerde başladığı ve 1990'larda ise daha da belirgin hale geldiği rapor edilmiştir (Aksoy, 2007; Aksoy ve ark., 2007; Türkeş ve Acar Deniz, 2011). Çalışma kapsamında değerlendirilen verilere göre yıllık ortalama sıcaklık değerindeki artış eğilimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Mevsimsel ortalama sıcaklık değerindeki değişimler incelendiğinde ise ilkbahar ve yaz mevsimleri için belirlenen artış eğilimlerinin istatistiksel açıdan önemli olduğu ($p<0,01$) tespit edilmiştir. Benzer şekilde, farklı bölgeler için sıcaklığın istatistiksel olarak önemli biçimde artış gösterdiği birçok çalışmada rapor edilmiştir. Örneğin, Zhang ve ark. (2005) 1950 ile 2003 yılları arasında Orta Doğu'da, Alcamo ve ark. (2007) Avrupa'nın güneyinde sıcaklığın istatistiksel olarak önemli artış gösterdiğini bildirmiştir. Türkiye için ise Sensoy ve ark. (2008), Durdu (2010) ve Sütgibi (2015) sıcaklığın artış gösterdiğini belirtmiştir. Ayrıca, Çanakkale için sıcaklığın artış eğilimi gösterdiği de Ejder ve ark. (2016a,b), Kale ve ark. (2016a,b) ve Kale (2017a) tarafından ifade edilmiştir. Diğer taraftan, mevsimsel ve aylık sıcaklık eğilimleri de birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır (Karabulut ve ark., 2008; Şimşek ve ark., 2013; Ertaç ve ark., 2015; Tatlı ve Altunay, 2015). Tatlı ve Altunay (2015) Türkiye'de iklim değişikliğinin olası etkilerini aylık sıcaklık veri setini kullanarak incelemiş ve tüm mevsimler için sıcaklığın artış eğiliminde olduğunu rapor etmiştir. Ertaç ve ark. (2015) İstanbul için aylık ortalama sıcaklığın artış gösterdiği belirtmiştir. Karabulut ve ark. (2008) Samsun'daki sıcaklık eğilimlerini araştırmış ve sıcaklığın hem yıllık hem de mevsimsel olarak arttığını bildirmiştir. Ayrıca, yaz mevsimindeki artış eğiliminin istatistiksel olarak önemli bulunduğu ifade edilmiştir. Şimşek ve ark. (2013) Hatay ili için iklimsel verilerdeki yıllık ve mevsimsel trendleri incelemiş ve kış mevsimi hariç diğer tüm mevsimlerin artış eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Kale (2017a) Çanakkale için sıcaklığın gelecekte artış eğiliminde olduğunu bildirmiş, şehrin küresel ısınma ve iklim değişikliği etkisi nedeniyle

gelecekte daha sıcak bir iklime sahip olacağını ileri sürmüştür. Bu çalışmada da sıcaklığın yıllık, mevsimsel ve aylık eğilimleri değerlendirildiğinde genel olarak artış eğilimi gösterdiği tespit edilmiş ve bu artış eğiliminin gelecek yıllarda daha sıcak iklim koşullarının gerçekleşmesine işaret edeceği düşünülmektedir.

İklim projeksiyonları iklim değişikliği simülasyonlarının kullanılmasıyla oluşturulmaktadır. Bu simülasyon çalışmaları kullanılan verilerin az olmasından veya güvenilirliğinin düşük olmasından dolayı yeterli olmayabilir. Öte yandan, küresel ölçekte kestirimi yapılmış simülasyonlar da yerel veya bölgesel ölçekte uygulanabilir durumda olmayabilir. Eksik verilerin bulunması veya iklim sistemlerindeki değişkenlikler iklim değişikliğinin izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarında kısıtlamalara sebep olabilmektedir. Dolayısıyla, uzun dönemli ve sürekli verilerin kullanılması bu tür kısıtlamaların aşılmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışmada kullanılan veri setinin de kesikli verilerin yer almaması ve izleme periyodu boyunca uzun dönemli verilerden oluşması nedeniyle bu tür kısıtlamalar aşılmıştır.

Christensen ve ark. (2007) Akdeniz'in çoğu bölgesinde günlük yağış olaylarının yoğunluğunda önemli bir artış olabileceğini buna karşın yıllık yağışın daha çok azalma eğiliminde olduğunu bildirmiştir. Bates ve ark. (2008) yağıştaki değişikliklerin zamansal olarak doğrusal olmadığını ve önemli değişkenlikler gösterdiğini belirterek Türkiye'de 1979–2005 yılları arasındaki dönem boyunca yıllık yağış miktarının azalma eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur. Sensoy ve ark. (2008) Türkiye'nin batısı hariç bazı bölgelerinde şiddetli yağış olan günlerin sayısının arttığını ancak yıllık toplam yağışın azalma eğiliminde olduğunu bildirmiştir. Durdu (2010) Büyük Menderes Nehri havzasında kurak mevsimlerde yağışın düşük olduğunu, yağışlı mevsimlerde ise yüksek olduğunu tespit etmiş ve yağışın istatistiksel olarak önemli olmasa da azalma eğilimi gösterdiğini belirtmiştir. Zhang ve ark. (2005) Orta Doğu'da genellikle yağış trendlerinin çok zayıf ve istatistiksel olarak önemsiz olduğunu ifade etmiştir. Birçok iklim modellerinde küresel ısınma konusunda fikir birliği olmasına rağmen yağış değişiklikleri ile ilgili belirsizlik sürmektedir. Bazı bilim insanları küresel sirkülasyon senaryolarında daha yağışlı kışlar beklemekte iken diğerleri ise daha kurak kışlar ve yaz yağışlarında değişikliklerin fazla olabileceğini tahmin etmektedir (Dixon ve ark., 2009). Bu çalışmada da yağışın kış mevsiminde daha çok azalacağı ancak yaz mevsimindeki yağışların ise artacağı öngörülmektedir.

Buharlaştırma miktarının ölçülmesi için hem zaman gerekirken hem de yüksek maliyetli ekipmana ihtiyaç duyulmaktadır (Aydın ve Düzen, 2011). Bunun yanında

buharlaşma tavalarında gerçekleştirilen gözlemlerde hava sıcaklığının düşük olduğu günlerde suyun donması nedeniyle buharlaşma miktarına dair ölçümler kaydedilememektedir. Buna rağmen hava sıcaklığının düşük olduğu dönemlerde de buharlaşmanın gerçekleştiği bilinmektedir. Buharlaşma sıcak mevsimde fazla, soğuk mevsimde az miktarda gerçekleşmektedir. İklim değişikliğinden kaynaklanan buharlaşmadaki gelecek trendlerin daha iyi anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu da buharlaşmada yerel veya bölgesel ölçekteki değişimlerin yapısı ile gözlenen değişikliklere verilen tepkinin daha iyi bir şekilde ortaya koyulmasını gerektirmektedir (Burn ve Hesch, 2006). Küresel ölçekte buharlaşma miktarı için yapılan trend analizlerinde buharlaşmanın hem artış hem de azalış eğilimi gösterdiğini ortaya koyan farklı çalışmalar bulunmaktadır. Peterson ve ark. (1995) ABD, Avrupa, Orta Asya ve Rusya’da 1945–1990 yılları arasını kapsayan buharlaşma verileri ile yapılan analizlere göre önemli bir azalma olduğunu rapor etmiştir. Jhajharia ve ark. (2009), Jaswal ve ark. (2008) ile Chattopadhyay ve Hulme (1997) Hindistan’da, Burn ve Hesch (2007) Kanada’da, Moonen ve ark. (2002) İtalya’da, Asanuma ve ark. (2004) Japonya’da, Liu ve ark. (2004) ile Han ve ark. (2012) Çin’de, Roderick ve Farquhar (2004) Avustralya’da, Tebakari ve ark. (2005) ile Limjirakan ve Limsakul (2012) Tayland’da buharlaşmanın azalma eğiliminde olduğunu bildirmiştir. Roderick ve Farquhar (2005) ise Yeni Zelanda için buharlaşma miktarının 1970’ten itibaren yıllık 2 mm azalış gösterdiğini belirtmiştir. Breña–Naranjo ve ark. (2017) Meksika için buharlaşma miktarının 1961–2010 yılları arasında istatistiksel olarak önemli bir azalış göstererek ortalama 3,3 mm/yıl azaldığını rapor etmiştir. Öte yandan, buharlaşma miktarının Avrupa’nın güneyinde (Alcamo ve ark., 2007) ve Orta Doğu’da (Zhang ve ark., 2005) istatistiksel olarak önemli şekilde artış gösterdiği bildirilmiştir. Batı Amerika için son 45 yıllık dönemde en büyük değişim sıcak mevsimde 97 mm düzeyinde bir artış olarak bildirilmiştir (Abtew ve ark., 2011). Aynı şekilde İsrail (Cohen ve ark., 2002), Brezilya (Da Silva, 2004), Doğu Asya (Xu ve ark., 2005), Batı Afrika (Oguntunde ve ark., 2006) ve İnan (Tabari ve Marofi, 2011) için de buharlaşmanın artış eğilimi gösterdiği rapor edilmiştir. Türkiye’deki çalışmalarda ise Ozdogan ve Salvucci (2004) buharlaşmada azalan bir trend tespit edildiğini bildirmiş, Yeşilirmak (2013) ise bazı istasyonlarda azalan bazı istasyonlarda artan bir eğilim olduğunu ifade etmiştir. Kale ve ark. (2016a,b) ile Ejder ve ark. (2016a,b) tarafından yapılan çalışmalarda ise artan bir trend olduğu bildirilmiş ve geleceğe yönelik oluşturulan projeksiyonlarda da artmaya devam edeceği öngörülmüştür. Benzer şekilde Kale (2017b) yıllık, mevsimsel ve aylık buharlaşma miktarlarında artış olacağını öngörmektedir. Buharlaşmadaki iklimsel trendler üzerine yapılan çalışmalardan

ortaya çıkan sonuçlarda karşılıklar olmasına rağmen bu paradoksu açıklamak için farklı fikirler bulunmaktadır. Dünya çapında yapılan çalışmalar buharlaşma miktarının rüzgar hızı (McVicar ve Roderick, 2010; Vautard ve ark., 2010; McVicar ve ark., 2012) ve hava sıcaklığı (Ji ve ark., 2014; Ejder ve ark., 2016a,b; Kale ve ark., 2016a,b) gibi iklimsel faktörlerden de etkilediğini ortaya koymaktadır. Abteu ve ark. (2011) buharlaşmadaki azalmanın sıcaklıktaki azalış ve alçak bulut örtüsündeki artış ile de ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, Chen ve Xu (2005) artan buharlaşma miktarının küresel ısınma ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Bu bağlamda, sıcaklık arttıkça buharlaşmanın artış göstereceği bilinmektedir. Bu çalışmanın sonuçları küresel ısınmadan kaynaklanan sıcaklık artışının da etkisiyle buharlaşmanın artış eğiliminde olduğunu göstermekte ve bu yönüyle gerçekleştirilen diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Zaman serisi modelleri farklı koşullardaki yüksek tahmin doğruluğu sunmaktadır. Bu çalışmada iklimsel verilerin tahmin edilmesindeki doğruluğun ölçülmesi için MAD, MSD ve MAPE parametreleri kullanılmıştır. MAD toplam hataların ortalamasını ifade etmektedir. Lewis (1982) MAPE'nin %10'dan düşük olması durumunda tahminin son derece olduğunu belirttiğini bildirmiştir. MAPE güncel ve tahmin edilen değerlerin büyüklüğüne ilişkin doğruluk ölçümünde yorumlama sorunlarını önlemektedir. Bu çalışmada da MAPE değerlerinin yağış ve buharlaşmada %10'dan yüksek olduğu tespit edilirken diğer yandan yıllık, mevsimsel (ilkbahar hariç) ve aylık (Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart hariç) sıcaklık değerleri tahmininde %10'dan düşük olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, sıcaklık değerleri için yapılan tahminlerin büyük çoğunluğunda yağış ve buharlaşmanın aksine yüksek doğrulukta gerçekleştirildiği söylenebilir. Ancak, yine de, bu tahminler sadece zaman serilerine dayalı olması nedeniyle diğer iklimsel parametreler ile aralarındaki ilişkiler de gelecekteki çalışmalarda hesaba katılmalı ve değerlendirilmelidir.

4.2.4. İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerindeki Potansiyel Etkilerinin Değerlendirilmesi

Tatlısu kaynakları suyun tüm canlı organizmalar için temel yaşam kaynağı ve ortamı olması nedeniyle canlı toplulukları açısından hayati önem taşıyan doğal kaynaklardır. Küresel su rezervinin sadece %2,53'ü toplam tatlısu rezervlerini oluşturmakta iken dünyadaki bütün göllerde bulunan tatlısu miktarı toplam su miktarının sadece %0,007'sini içermektedir (Shiklomanov, 1993). Bu nedenle, bu derece az miktarda olan göl ve nehir gibi tatlısu kaynakları içme suyu sağlaması, tarımsal ve endüstriyel kullanıma su temin etmesi, balıkçılık ve rekreasyonel faaliyetler için kullanım imkanı sunması gibi

nedenlerden dolayı insan yaşamı açısından çok önemli bileşenlerdir. Göller, su havzalarında gerçekleşen faaliyetlere karşı oldukça hassas olup bu faaliyetlerden çok çabuk etkilenmektedir. Geçmiş dönemlerde artış gösteren tarımsal faaliyetler, hayvancılık, sanayileşme ve şehirleşme gibi etkenler özellikle fosfor ve azot gibi elementlerin göl ekosistemlerine girişlerinin artmasına yol açmıştır (Jeppesen ve ark., 2009). Avrupa'daki göllere benzer şekilde Türkiye'de bulunan göller de yoğun insan faaliyetleri baskısı altındadır. Çok değişkenlik gösteren yıllık ve yıl içi yağış rejimleri ve su seviyesi dalgalanmaları da göl ekosistemleri üzerinde önemli etkilere sahiptir (Beklioğlu ve ark., 2007). İklim değişikliği senaryolarına göre kurak ve yarı kurak bölgelerin daha da kuraklaşacağı ve küresel ısınma nedeniyle Akdeniz bölgesi için yağışların %25–30 civarında azalacağı tahmin edilmektedir (Bates ve ark., 2008; IPCC, 2013). Su miktarındaki bu azalmalar göllerde ötrofikasyon oluşumlarını tetikleyebilir ve toplum açısından su azlığı yaşanmasına sebep olabilir. Ayrıca, kurak dönemlerdeki su azlığı nedeniyle göllerden aşırı su çekilmesi nedeniyle göl ekosistemleri üzerindeki iklim değişikliği etkilerinin yoğun olarak artacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte nüfustaki artışın da su talebini ve tüketimini arttıracığı düşünülmektedir. Dolayısıyla, mevcut tatlısu kaynaklarının korunması ve arttırılması amacıyla gerekli tedbirlerin alınması gelecekte daha fazla su sıkıntısı yaşanmaması açısından elzemdir.

Göller ve rezervuarlar toplum yaşamı için su sağlayan önemli sucul habitatlardır. Göller doğal su yapıları iken rezervuarlar genellikle akan bir nehir üzerine inşa edilmiş insan yapımı su yapılarıdır. Her iki su kaynağı da biyolojik, kimyasal ve fiziksel stres kaynaklarına karşı çok hassas durumdadır. Rezervuarlar sığ göl ekosistemlerine kıyasla genelde daha derin olmakta ve su seviyesi değişkenlik göstermektedir. Rezervuarlarda genellikle litoral bölge bulunmamakta ve bu nedenle de makrofit büyümesi sınırlı düzeyde kalmaktadır. İki ortam arasındaki bu farklar silt ve çamurun sudaki ışık geçirimini önlemesi nedeniyle bulanıklığın artmasına yol açarak fitoplankton topluluklarını da etkilemektedir. Artan arazi kullanımı ve antropojenik faaliyetlerin bir sonucu olarak yüksek besinle zenginleşen içeriğin su kaynaklarına girişi ötrofikasyon semptomlarına yol açan ana faktör olarak kabul edilmektedir (Beklioğlu ve ark., 2007; Jeppesen ve ark., 2009). Ayrıca, gölün daha büyük toplama alanlarına ulaşması için geniş ve açık yüzey alanı olmasına rağmen sığ olması nedeniyle örnekleme dönemlerinde su kolonundaki rüzgar kaynaklı karışım kritik durum oluşmasına yol açabilir (Erdoğan, 2016). Bu yüzden, izleme periyodunun genişletilmesinin önemli olduğu kadar örnekleme sıklığı ve

zamanlaması da su yapılarının gerçek doğasını ortaya çıkarmak için büyük önem taşımaktadır.

İklim değişikliğinin olası etkileri ülkemiz özelinde değerlendirildiğinde; güneydoğu bölgesindeki su kaynaklarının mevcut hacimleri, kalitesi ve yenilenme sürelerinin değişiklik göstereceği ve azalacağı öngörülmektedir. Ekolojik açıdan ülke genelinde su kaynaklarında su ürünleri üretim miktarlarının azalacağı tahmin edilmektedir. Bunun yanında, 2040 yılı sonrası için öngörülen kuraklık sonucunda tarımsal ürünlerin hasat miktarlarının azalacağı düşünülmektedir. Hatta bazı tarımsal ürünlerin değişerek daha az suya gereksinim duyan ürünlerin üretilmesine başlanması nedeniyle ülke çapında tarımsal ürün çeşitliliğinde önemli bir değişim olması beklenmektedir. Kuraklık nedeniyle rezervuarlarda erozyon ve sedimentasyon miktarının artacağı öngörülmekte ve su kaynaklarından elde edilen hidroelektrik enerjisinin azalması beklenmektedir. Deniz seviyesinde meydana gelebilecek yükselmelerden dolayı kıyısal alanlardaki mevcut yaşam alanlarında değişimler gözleneceği ve bu alanların azalacağı düşünülmektedir. Ayrıca, deniz seviyesi yükselmesi sonucu tatlısu kaynaklarının içeriğindeki ve kalitesindeki değişimlerin kullanılabilir tatlısu miktarını azaltması beklenmektedir. Su miktarının azalması nedeniyle kişi başına düşen yıllık su miktarının da azalacağı ve sahip olduğu su potansiyeli açısından ülkemizin su fakiri ülke durumuna gelebileceği tahmin edilmektedir. Sınır aşan sular konusundaki muhtemel anlaşmazlıklar ve çıkar çatışmaları nedeniyle uluslararası su problemlerinin yaşanmasının kaçınılmaz olduğu düşünülmektedir.

İklim parametreleri ile kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı arasındaki ilişkinin belirlenmesi için parametrik olmayan Kendall's tau ve Spearman's rho testleri uygulanmıştır. Bu testler sonucunda kıyı çizgisi ve yüzey alanı arasındaki istatistiksel açıdan önemli bir ilişki ($p < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, sıcaklık ile kıyı çizgisi ($p < 0,05$) ve sıcaklık ile göl yüzey alanı ($p < 0,05$) arasındaki ilişki de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İklim parametrelerinin birbirleri arasındaki ilişki incelendiğinde ise sıcaklık ve buharlaşma arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Parametreler arasındaki korelasyon ve belirlenen test istatistikleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Bununla birlikte, beklenenin aksine sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($p > 0,05$). Diğer yandan, hem yağış miktarı ile kıyı çizgisi arasında hem de yağış ile göl yüzey alanı arasında da istatistiksel açıdan önemli bir ilişki tespit edilememiştir. Yağış miktarının su kaynaklarının mevcudiyeti ve miktarı üzerinde önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada izleme dönemi boyunca değerlendirilen yağış verileri ile göl kıyı çizgisi ve

yüzey alanı arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmamış olsa da bu durumun yağış ile göl suyu miktarının arasındaki ilişkiyi yoksaymaya yeterli seviyede olmadığı düşünülmektedir.

Küresel iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olası etkilerinin değerlendirilmesi açısından en temel ve en önemli göstergeleri sıcaklık ve yağış miktarındaki değişimler olup yağış rejiminde gözlenen değişikliklerin nehir akışlarını doğrudan etkileyeceği düşünülmektedir. Artan sıcaklık ve buharlaşma ile azalan yağış hidrolojik döngünün yoğunlaşmasına yol açmakta ve kurak mevsimlerin daha da kuraklaşmasına, yağışlı mevsimlerin ise daha çok yağışlı geçmesine neden olmaktadır (McCarthy ve ark., 2001). Christensen ve ark. (2007) küresel iklim değişikliğinin yıllık yağış oranlarında küçük bir artışa neden olmasına rağmen Akdeniz'in çoğu bölgesinde yıllık yağışın azalmasının olası olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde, iklim değişikliğinin Türkiye'de doğal su kaynaklarının kapasitesini azaltacağı ve sıcaklık ile yağış olaylarındaki değişikliklerden dolayı su sıkıntısının yaşanacağı bildirilmiştir (Durdu, 2010).

Bu çalışmada artan sıcaklık ve buharlaşmanın azalan yağış ile birlikte değerlendirildiğinde Atikhisar Baraj Gölü'nün yüzey alanı, su seviyesi, su hacmi ve kıyı çizgisi değişimleri üzerinde etkileri olduğu düşünülmektedir. Kıyı çizgisi ve yüzey alanı arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki ($p < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir. İklim parametrelerinin birbirleri arasındaki ilişki incelendiğinde ise sıcaklık ve buharlaşma arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bununla birlikte, beklenenin aksine sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer yandan, hem yağış miktarı ile kıyı çizgisi arasında hem de yağış ile göl yüzey alanı arasında da istatistiksel açıdan önemli bir ilişki tespit edilememiştir. İklimsel parametreler, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı değerlerinin birbirleri ile olan ilişkileri ve önem düzeyleri açısından Mann–Kendall ve Spearman sıra korelasyon katsayısı testlerinin karşılaştırmalı test istatistikleri yıllık ortalamalar dikkate alınarak hesaplandığında iklimsel parametreler ile ne kıyı çizgisi arasında ne de göl yüzey alanı arasında istatistiksel açıdan önem arz eden herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Ancak, çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin barajda su tutulmaya başlanan ay olan Haziran ayına ait görüntülerden seçilmesi nedeniyle kıyı çizgisi ve göl yüzey alanına ait bulgular Haziran ayına ait durumları göstermektedir. Dolayısıyla, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı ile iklimsel parametreler arasındaki ilişkilerin incelenmesi açısından Haziran ayına ait iklim verileri seçilerek gerçekleştirilen korelasyon analizlerine göre sıcaklık ve buharlaşma

arasında istatistiksel açıdan 0,01 önem düzeyinde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yağış ve buharlaşma arasında da istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yıllık ortalamalar ile hesaplandığında kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı ile hiçbir iklimsel veri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki tespit edilemezken, Haziran ayına ait veriler ile analiz gerçekleştirildiğinde hem kıyı çizgisi ile sıcaklık arasında hem de göl yüzey alanı ile sıcaklık arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olduğu ortaya çıkarılmıştır ($p < 0,05$). Diğer yandan, kıyı çizgisi ve göl yüzey alanı arasında da yine istatistiksel açıdan önemli bir ilişki tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Bunların yanında, sıcaklık ile yağış arasında ve buharlaşma ile yağış arasında ise negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, diğer su kaynakları üzerine yapılan çalışmalarda da Alcamo ve ark. (2007) Avrupa'nın güneyindeki bazı bölgelerde nehir akışlarında artışın bazı bölgelerde ise azalışın olduğunu belirtmiştir. Özkul ve ark. (2008) Büyük Menderes Nehri ve Gediz Nehri havzaları için nehir akışlarının azaldığını tespit etmişlerdir. Türkeş ve Acar Deniz (2011) Güney Marmara Bölümü'nün yağış ve nehir akışlarındaki değişimleri ve eğilimleri incelemiş, her ikisinin de azalma eğiliminde olduğunu ifade etmiştir. Herawati ve Suharyanto (2015) iklim değişikliğinin Endonezya'daki Kapuas Nehri'nin akışı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada yıllık nehir akışlarının azalma eğilimi gösterdiğini ve nehrin hidrolojik özelliklerinin değiştiğini ifade etmiştir. Zhou ve ark. (2015) Huangfuchuan Havzası'nın (Çin) nehir akışlarının sürekli bir azalış gösterdiğini bildirmiştir. Pumo ve ark. (2016) İtalya'da küçük akarsular ile devamlı akış olmayan akarsuların nehir akışlarında yağış olaylarındaki değişikliklere benzer şekilde önemli bir azalma olduğunu ve akış mevsimselliğinde de önemli değişiklikler gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Kale ve Sönmez (2018a) Akkaya Çayı'nın nehir akışlarında azalış eğilimi olduğunu bildirmiştir. Kale ve Sönmez (2018b) Daday Çayı'nın nehir akışlarının azalma eğilimi sergilediğini ifade etmiştir. Türkiye'nin Ege Bölgesi'ndeki nehirlerin akışları üzerine yapılan çalışmalarda nehir akışlarının azalış eğiliminde olduğu ve bu eğilimin yağışta gözlenen azalma ve sıcaklıktaki artış ile çok yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir (Kahya ve Kalaycı, 2004; Durdu, 2010; Bahadır, 2011; Koçman ve Sütgibi, 2012). Kale ve ark. (2016a) Bakırçay'ın nehir akışlarında azalan bir eğilim gözlendiğini rapor etmiştir. Kale ve ark. (2018) Tuzla, Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinin akışlarında azalış eğilimi belirlendiğini ifade etmiştir. Çanakkale'de bulunan nehirlerin akışları üzerine yapılan çalışmalarda Ejder ve ark. (2016a) Sarıçay'ın nehir akışlarında azalan bir eğilim olduğunu belirtmiştir. Ejder ve ark. (2016b) Kocabaş Çayı'nın nehir akışlarının azalış trendi gösterdiğini rapor etmiştir. Kale ve ark. (2016b) Karamenderes

Nehri'nin yıllık akışlarının azalan eğilime sahip olduğunu bildirmiştir. Özelkan ve Karaman (2018) ise Atikhisar Baraj Gölü'nün su seviyesinin yağışlı dönemden kurak döneme geçişlerde azaldığını, kurak dönemden yağışlı döneme geçişlerde ise arttığını bildirmiştir. Ayrıca, yağış miktarının artmasının su seviyesini arttırdığını diğer yandan buharlaşma miktarındaki artışın su seviyesinin azalttığını belirtmiştir. Kale ve ark. (2018) nehir akışlarının sıcaklık ve buharlaşma ile ters yönde ve yağış ile aynı yönde bir eğilim gösterdiği ancak bu ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığını rapor etmiştir. Bates ve ark. (2008) nehir akışlarındaki trendlerin her zaman yağıştaki değişimlere bağlı olmadığını bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar ise nehir akışlarının üzerine sadece iklim değişikliğinin değil aynı zamanda antropojenik faaliyetlerin (Deka ve ark., 2011; Gao ve ark., 2011; Jackson ve ark., 2011; Zhou ve ark., 2015), su yapılarının (Özkul ve ark., 2008; Özkul, 2009) ve tarımsal faaliyetlerin (Dügel ve Kazancı, 2004; Yercan ve ark., 2004; Kaçan ve ark., 2007; Durdu, 2010) etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Su kaynaklarının miktarında ve mevcudiyetinde meydana gelen değişkenliklerin değerlendirilmesinde iklim değişikliğinin yanı sıra antropojenik etkiler, tarımsal faaliyetler, yerleşim yerleri, coğrafi konum ve nüfus yoğunluğu gibi faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bununla birlikte, bölgeye ve amaca uygun değerlendirme modellerinin uygulanması önem arz etmektedir. Bu şekilde birçok faktörden kaynaklanan olumsuz etkilerin azaltılabilmesi için uygun bir su paylaşım politikası oluşturulması, erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi, su taleplerinin etkili yönetimi ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının sağlanması elzemdir.

Ülkemizde bazı dönemlerde aşırı yağışlar görülmekte iken bazı dönemlerde de kuraklık belirtileri ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, iklimdeki bu değişkenliklerden dolayı su kaynaklarının mevcut miktarında sürekliliğin temin edilebilmesi amacıyla yağışların fazla olduğu dönemlerde nehir akışlarının toplanması ve az olduğu dönemlerde de havzaya su sağlanabilmesi için barajlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, iklimsel değişikliğin etkilerinin daha çok belirginleşmeye başlaması nedeniyle Türkiye'de gerçekleştirilen baraj yapımı faaliyetleri de büyük artış göstermektedir. Yapılan barajların amaçları her ne kadar doğaya ve doğal ekosisteme yardımcı olmak ise de doğal ekosistemin işleyişini değiştirdiği inkar edilemez bir gerçektir. Bir yandan sistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması amaçlanırken diğer yandan zarar verilmesi de muhtemeldir. Bu tür insani müdahaleler gerçekleştirilirken olası çevresel etkilerinin en ince ayrıntılarına kadar değerlendirilmesi hayati önem taşımaktadır. İklim değişikliği ile mücadele ve olumsuz etkilerin önlenmesi amacıyla baraj yapımı faaliyetleri gerçekleştirilirken bu antropojenik faaliyetler sonucunda da ekosistemde yeni değişiklikler ortaya çıkabilmektedir. Bu şekilde döngü içerisinde

potansiyel etkilerin ve muhtemel sonuçların değerlendirilmesinde mümkün olan tüm etkenler hesaba katılmalıdır. Mümkün olduğunca kaynak bazlı izleme çalışmaları gerçekleştirilmesi de su kaynaklarının sürdürülebilirliğine sağlayacağı katkılar açısından elzem niteliktedir.

İklim değişikliği sebebiyle birçok ülkede su stresi yaşanacağı araştırmacılar tarafından sıklıkla ifade edilmektedir. Türkiye sahip olduğu su kaynaklarının miktarı ve kullanılabilir su potansiyeli değerlendirildiğinde kişi başına düşen su miktarı açısından dünyadaki 182 ülkeden 132. sırada yer almaktadır (Akbulak, 2011). Kişi başına düşen su miktarı dikkate alındığında Türkiye'nin su zengini olmayan bir ülke olduğu açıkça ortadadır. Hisar ve ark. (2015) Türkiye'nin küresel ölçekte oluşturulan iklim değişikliği senaryolarının çıktılarına göre de risk grubundaki su sıkıntısı yaşayacak ülkeler arasında bulunduğunu bildirmiştir. Bu nedenle, mevcut su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde yönetilmesinin ve kullanılmasının sağlanması gerekmektedir. Kale ve ark. (2016a) iklim değişikliğinin yol açtığı olumsuz etkilerin üstesinden gelebilmek için öncelikle çeşitli iklim değişikliği senaryolarından faydalanıp mevcut durumun tespit edilmesi ve olası etkilerinin belirlenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Sonrasında ise, iklim değişikliğine uyum sağlanması ve muhtemel olumsuz etkilerin hafifletilebilmesi için milli su politikalarının oluşturulmasına ilaveten bölgesel ve yerel olarak özelleştirilmiş yönetim stratejilerinin belirlenmesi ve uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Söz konusu yönetim stratejilerinin oluşturulması ve uygulanması konusunda karar vericiler, bölgesel ve küresel ölçekte oluşturulan iklim değişikliği senaryoları ile hidrolojik ve iklimsel verilerle desteklenen havza bazlı veya her su kaynağına özel geliştirilen modellerden ve tahminlerden yararlanmalıdır. Bu kapsamda, bu çalışmadan elde edilen çıktılar iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olası etkilerinin anlaşılması bakımından önemli katkılar sunmaktadır.

4.2.5. Balıkçılık Yönetimi Açısından İklim Değişikliğinin Potansiyel Etkilerinin Değerlendirilmesi

İklim değişikliğinin içsulardaki balıkçılık faaliyetleri üzerine doğrudan ve dolaylı olarak etkileri bulunmaktadır. Patrick (2016) balıkçılık faaliyetleri üzerindeki iklim değişikliğinin doğrudan etkilerinin balık davranışları ve fizyolojisi üzerinde önemli rol oynadığını belirterek büyüme, gelişim, üreme kapasitesi, ölüm oranı ve balık topluluklarının dağılımının değişkenlik göstermesine yol açtığını bildirmiştir. Bununla birlikte, dolaylı etkilerinin ise balıkların beslenme ve sığınma amacıyla kullandıkları

ekosistemlerin kompozisyonunu, yapısını ve üretkenliğini etkilediği ifade edilmiştir. Sağlam ve ark. (2008) ise küresel ısınmanın balıkçılık üzerindeki spesifik etkilerini ve olası sonuçlarını (i) büyüme mevsiminin daha uzun sürmesi, oksijen tüketiminin artması, (ii) türlerin fizyolojik olarak iklimsel koşullara uyum sağlamaya çalışması, (iii) deniz seviyesinin yükselmesi nedeniyle kıyusal kirleticilerin denizel ortama yayılmaları ve kıyusal alanlarda yaşayan balık türlerinin bu durumdan olumsuz etkilenmesi ve (iv) yağış desenlerinde, tatlısu akışlarında ve göl seviyelerinde değişkenlikler ortaya çıkması şeklinde gerçekleşebileceğini ifade etmektedir.

Günümüzde CO₂ salımları sanayi öncesindeki döneme göre kıyaslandığında fosil yakıt kullanımı ve arazi kullanımında meydana gelen değişimlerden dolayı %40 oranında artış göstermiştir (IPCC, 2013). Atmosferde bulunan CO₂ okyanuslar tarafından soğurulmakta ve bunun sonucunda suyun pH değeri azalarak okyanusların asit miktarının artmasına yol açmaktadır. IPCC (2013) insan kaynaklı CO₂ salımının %30'unun okyanuslar tarafından soğurulması nedeniyle okyanuslarda asitleşmeye yol açtığını belirtmiştir. Jeffree (2009) yakın gelecekte bazı kabuklu su ürünleri türlerinin ve kalsifiye ekosistemlerin tehlike altında olduğunu hatta *Mytilus* spp. gibi midye türlerinin yakın gelecekte kabuk geliştiremeyebileceklerini ifade etmiştir. Matias (2017) ise istiridyelerin su sıcaklığı arttıkça filtreleme faaliyetlerini önemli derecede arttırdığını ifade etmektedir. İstiridyeler suyu daha serin tutabilmek için sürekli filtrelemekte ve bu da metabolizmalarının hızlanmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, büyümeleri etkilenmekte, kabuklarının küçülmesine yol açabilmekte ve ağırlıklarının daha az artmasına sebep olabilmektedir. Bununla birlikte, karbonat iyonu yoğunluğunun da %10 civarında azalması beklenmektedir. Deniz suyunda bulunan karbonat yoğunluğu, çökeltilerin, çözünenlerin ve biyojenik kalsiyum karbonatın ana belirleyicisi konumundadır. Dolayısıyla, kabuklu organizmalar açısından da tehlike oluşturmaktadır. Özdemir ve Altındağ (2009) son otuz yıllık süreçte krillerin %80 civarında azaldığını ve mercan resiflerinde beyazlaşmanın arttığını belirtmiştir. Kleypas ve ark. (2006) mercanların çoğunluğunda kalsifikasyonun %56 civarında azaldığını belirtmiştir. Sıcaklığın artması kalsifikasyonun azalmasına yol açmaktadır. Bu durumda da mercan resiflerinin gelecekte iklim değişikliğinden olumsuz etkileneceği üzerindeki endişeler daha da artmaktadır. Resifler sucul canlıların beslenme, sığınma ve büyüme gibi yaşam evrelerini geçirdikleri önemli alanlardır. Canlıların bu alanları çok yoğun kullanması nedeniyle balıkçılık faaliyetleri ekonomik olarak resifler etrafında yoğun olarak gerçekleştirilmektedir. Hatta, resif alanlarındaki birçok topluluk için balıkçılık faaliyetleri tek ekonomik gelir kaynağı durumundadır (Teng ve ark., 2017).

Dolayısıyla, bu alanların iklim değişikliğinden etkilenmesi o bölgedeki balıkçılık faaliyetlerini ve balıkçılık ile uğraşan toplulukların ekonomik durumlarını önemli derecede etkilemektedir. Öte yandan, bu durum sadece resiflerin bulunduğu alanlarda değil yaşamını yerel balıkçılık alanlarında avlanarak devam ettiren tüm kıyı topluluklarının ekonomik sıkıntıları yaşamasına neden olmaktadır.

CO₂ salımlarının artması bir yandan da oksijen miktarının azalmasına yol açmaktadır. Sucul canlılar oksijen azalması nedeniyle oluşan hipoksiden etkilenmekte ve bunun sonucunda da mevcut popülasyonlarda azalmaya yol açarak ortamdaki toplulukların değişmesine neden olmaktadır (Shang ve Wu, 2004). Hipoksi nedeniyle balıklardaki endokrin salgılanmasının dengesi bozulmakta ve canlıların üreme fonksiyonlarında bozukluklara yol açabileceği belirtilmektedir (Wu ve ark., 2003). Bununla birlikte, hipoksinin embriyonik gelişim sürecinde şekil bozukluklarına da neden olduğu ifade edilmektedir. Shang ve Wu (2004) ölümcül düzeyde hipoksiye maruz kalan balıkların embriyonik gelişiminde şekil bozukluklarının önemli ölçüde arttığını, gelişimin geciktiğini ve cinsiyet hormonlarının dengesinin bozulduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Wu ve ark. (2003) kronik hipoksiye maruz kalan *Cyprinus carpio* türünün hormonlarının önemli derecede azaldığını, yumurtlama başarısının, sperm hareketliliğinin, yumurtadan çıkma oranının ve larval yaşama oranının azaldığını rapor etmiştir. Ayrıca, eklem bacaklı kabuklu türlerinin de hipoksi ve organik madde birikiminden etkilendiği belirtilmiştir (Schiedek ve ark., 2007).

Berber ve Kale (2018) asidifikasyonun kerevitlerin büyümeleri üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu bildirmiş, pH değeri daha düşük sucul ortamlardaki canlı sayısının normal seviyedeki ortamlardan daha düşük olduğunu belirtmiştir. Özellikle ortamdaki balık miktarının azalmasına yol açıp kerevitler üzerindeki av baskısını azalttığı vurgulanarak besin zinciri etkileşimlerinde önemli değişiklikler görüldüğü ifade edilmiştir. Kerevitler üzerindeki av baskısının azalması neticesinde kerevitlerin beslendiği diğer canlılar üzerindeki av baskısının aşırı derecede artması kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu nedenle, canlı türlerinin yaşamlarını sürdürebildikleri ortam değerleri olumsuz yönde etkilenmekte ve hatta bu canlıların yaşamsal faaliyetlerine imkan vermeyecek düzeylere ulaşabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde, Kayhan ve ark. (2015) iklim değişikliğinin sucul ortamlardaki biyolojik süreçleri, besin ağlarını ve besin zincirlerini etkileyeceğini, istilacı tür sayısının ve hastalık riskinin artmasına yol açacağını belirtmektedir. Aksay ve ark. (2005) küresel ısınma nedeniyle mevcut hayvan ve bitki türlerinin dörtte birinin 2050 yılına kadar yok olacağını ifade etmektedir. Su sıcaklığındaki değişimler deniz

kaplumbağalarının da büyüme hızlarını ve embriyolarındaki cinsiyet oluşumunu etkilemektedir. Bununla birlikte, dalga enerjisindeki, uç hava olaylarının şiddeti ve sayısındaki artışlar kaplumbağaların yuva yaptıkları kumsal alanlara zarar vermekte ve yumurtaların yaşama oranlarının azalmasına yol açmaktadır (Sağlam ve ark., 2008). Öte yandan, Özdemir ve Altındağ (2009) deniz seviyesinin artması sebebiyle kıyusal habitatların zarar gördüğünü ve deniz kaplumbağalarının üreme alanlarının seyreltiğini bildirmiştir.

İklim değişikliği dolayısıyla buzulların erimesi, deniz suyu seviyesinin yükselmesi, uç hava olaylarının şiddetinin ve sıklığının artması, çölleşme, yağış rejiminde düzensizlikler, salgın hastalıkların artması gibi sorunların ortaya çıkacağı düşünülmektedir (FAO, 2008). Özdemir ve Altındağ (2009) iklim değişikliği ve küresel ısınmanın göl sularının azalmasına, buzulların erimesine, deniz seviyesinin yükselmesine, yağış rejimlerinde ve akıntılarda değişikliklere yol açtığını ifade etmiştir. İklim değişikliğinden kaynaklanan su sıcaklığındaki değişimler balık türlerinin fizyolojik ve morfolojik özellikleri üzerinde strese yol açabilmektedir. Berber ve Kale (2018) de canlıların yaşam döngüsünde olduğu gibi popülasyon yoğunluğu ve büyümenin de çevresel ve coğrafik faktörlerden etkilendiğini belirterek su sıcaklığının canlıların yaşamsal faaliyetleri üzerinde büyük etkileri olduğunu ifade etmiştir. Kış aylarında su sıcaklığının artması bazı balık türlerinin boylarının ve yaşam oranlarının azalmasına neden olmaktadır (Norcross ve ark., 2001). Su sıcaklığının yüksek olması ve kış mevsiminin daha kısa sürmesi su kolonundaki besin taşınımını engellemekte ve tabakalaşmaya yol açmaktadır. Bu durum besin zinciri verimliliğinin de azalmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla, bölgedeki yerli türler ile bunların avcılar arasındaki rekabetin artmasına neden olmakta ve mevcut tür çeşitliliğinin azalmasına yol açabilmektedir.

Balık türleri su sıcaklığının artması neticesinde daha soğuk sulara ulaşabilmek için genellikle kaynağa doğru yüzme veya daha derin sulara çekilme davranışları sergilemektedir. Küresel ısınma nedeniyle çevresel koşulların güney yarım küredeki balık türlerinin kuzey yarım küreye doğru hareket etmelerine yol açtığı tahmin edilmektedir. Quéro ve ark. (1998) Bering Denizi'nde kuzeye doğru bir biyocoğrafik hareketlenme gözlemlendiğini bildirmiştir. Ancak, nispeten daha küçük olan göllerde veya nehirlerde bu davranış biçiminin uygulanması için uygun alanların bulunması zor olmaktadır. Öte yandan, soğuk suları tercih eden balık türlerinin stoklarının azalacağı düşünülse de sıcak sularda yaşayan balık türlerinin stoklarının artabileceği bir senaryonun gerçekleşmesi de muhtemeldir.

Demir (2009) ekosistem kaynakları ve bu kaynaklardaki biyolojik çeşitliliğin küresel iklim değişikliğinden olumsuz yönde etkilendiğini bildirmiştir. Diğer taraftan, iklim değişikliği etkilerinin kara ekosistemlerine kıyasla su ekosistemlerinde daha hızlı gözleneceği tahmin edilmektedir. İklim değişikliği nedeniyle deniz suyu sıcaklığının artmasının mevsimsel olarak plankton üretiminin daha erken başlamasına yol açacağı ve dolayısıyla besin zincirinin önemli bir basamağını oluşturan planktonun gelişimini ve biyokütle üretimini etkileyeceği ifade edilmektedir.

Fitoplankton çoğu sucul ortam için temel birincil üreticiler olup dünyadaki birincil üretimin yaklaşık olarak yarısını temsil etmektedir (Field ve ark., 1998). Sucul besin ağlarının temelini oluştururlar ve besin ağının tüm düzeylerinde önemli etkileri bulunmaktadır (Moss, 2009). Sıcak göllerde küçük omnivor balıkların büyük zooplankton türleri üzerinde oluşturduğu seçici av baskısının bir sonucu olarak küçük zooplankton türlerinin sayısının artması sayesinde zooplankton topluluğunun ortamda baskın olması beklenmektedir (Meerhoff ve ark., 2012; Vadadi-Fülöp ve ark., 2012; Tavsanoğlu ve ark., 2015). Bunun sonucu olarak da küçük boyutlu fitoplankton türleri üzerindeki av baskısının sıcak bölgelerde daha yoğun olması beklenmektedir. Fitoplankton hücrelerinin büyüklüğü büyüme, metabolizma ve kaynaklara erişim üzerindeki etkileri nedeniyle kilit bir özelliğe sahiptir (Litchmann ve Klausmeier, 2008). Doğal fitoplankton toplulukları çok değişken büyüklükteki spektrumları oluşturmakta ve etkilere bir tepki olarak alansal ve zamansal bağlamda değişiklik göstermektedir (Gaedka ve ark., 2004). Farklı büyüklüklerin farklı çevresel koşullarda avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin, küçük boyutlu (10–20 µm) fitoplankton türlerinin yüksek yüzey hacim oranına bağlı olarak besin yetersizliği durumlarında avantajı bulunmaktadır (Sherwood ve ark., 1975). Ayrıca, küçük boyutlu türlerin diğer bir avantajı da küresel hücreler için daha küçük yayılımlı sınır tabakasına sahip olmasının hacimle birlikte miktarını artırması ve besin yayılımını olumsuz yönde etkilemesidir (Ploug ve ark., 1999). Ayrıca avlanma direnci, ışık ve besin kullanımı da büyüklük ile önemli derecede ilişkilidir (Litchmann ve ark., 2007). Öte yandan, besin dalgalanması ise küçük hücrelere göre daha fazla besin depolayabilmesi ve daha küçük hücrelere kıyasla daha geniş boşluklara sahip olması nedeniyle daha büyük olan hücreleri tercih etmektedir (Litchmann ve ark., 2009). Ayrıca, yüksek miktarda balık avcılığı da küçük boyutlu avcılarının baskın olmasına neden olmaktadır (Strecker ve ark., 2004).

Göllerde askıda katı madde miktarı fitoplankton yoğunluğu, sel suları, evsel atık ve endüstriyel atık suları ile yakından ilişkili olup mevsime ve su derinliğine bağlı olarak

değişiklik göstermektedir (Ekingen, 2001). Suda bulunan askıda katı madde miktarının artması suyun bulanıklığını arttırmakta ve bulanıklığın artması da sucul bitkilerin fotosentez olayının azalmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla da ortamdaki plankton üretimi düşmekte ve oksijen miktarı azalmaktadır. Ayrıca, balıkların görme özelliklerini kısıtlaması sonucu yemlerin bulunmasını zorlaştırmakta ve beslenmeyi olumsuz etkilemektedir. Bunun yanında solungaçların tıkanmasına sebep olmakta, mukus tabakasının zedelenmesine yol açmakta ve üreme faaliyetlerine engel teşkil etmektedir. Fitoplankton yoğunluğu da sucul ortamın besin düzeyi hakkında önemli bir parametre olup mevsime, su derinliğine, ışık geçirgenliğine, ışık şiddetine ve ışığın gelme açısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Klorofil-a miktarı ve besin açısından zengin bölgelerde yansıma değeri yüksek olmaktadır. Gözaçan (2011) yansıma değerinin en yüksek olduğu yeşil dalga boyunda av veriminin en yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, Eğirdir Gölü'nde su sıcaklığının en yüksek olduğu yaz mevsiminde klorofil-a miktarının ve yansıma değerlerinin en yüksek düzeyde olduğunu tespit edildiği, buna bağlı olarak da av veriminin bu mevsimde en üst seviyeye ulaştığı rapor edilmiştir. Çünkü balıklar besin miktarının fazla olduğu bu alanlarda beslenmekte ve yaşamsal faaliyetlerini sürdürmektedir.

İçsulardaki balık popülasyonunun artırılması ile amatör, sportif ve ticari içsu balıkçılığının sürdürülebilmesi amacıyla belirli dönemlerde su ürünleri üretim enstitüleri tarafından yetiştiriciliği yapılan balık türleri ülke çapındaki göl, gölet, baraj ve nehirler gibi tüm içsu kaynaklarına dağıtılarak balıklandırma çalışmaları yapılmaktadır. Ancak, bu balıklandırma çalışmaları nedeniyle sucul ekosisteme sonradan giren ve o sistemin yerel türü olmayan yabancı türlerin sucul ortamdaki mevcut diğer türlerle etkileşimi sonucu biyolojik çeşitliliğin ve doğal ekosistemin dengesi bozulmaya başlamıştır. Ekosistemin dengesi değiştikçe de oluşan yeni koşullara uyum sağlayabilen türler üzerine ilgi artmıştır. Dolayısıyla, bu döngü birbirini takip etmekte ve doğal ekosistem ve canlılar sürekli yeni koşullara uyum sağlamaya çalışmaktadır. Tüm canlılar gibi balıklar da üreme ve büyüme açısından çevresel koşulların en uygun olduğu, beslenme sıkıntısı olmayan ve muhtemel avcılarından korunup saklanabilecekleri ortamları kendilerine yaşam alanları olarak seçmektedir. Bu nedenle, yaşamını sürdüremeyeceği seviyedeki çevresel veya biyolojik baskıya maruz kaldığı takdirde mümkünse farklı alanlara göç etmekte veya göç edemeyenlerin de nesli tehlikeye girmektedir.

İklim değişikliği nedeniyle su ekosisteminde meydana gelen değişimler nedeniyle su kaynaklarındaki mevcut balık türlerine yenileri eklenebilir veya mevcut türlerde azalmalar

gözlenebilir. Miroğlu (2011) Akdeniz'in güneyinde yaşayan *Thallossoma pavo* türünün iklim değişikliği nedeniyle sıcaklığın artması ve deniz sularının ısınmasının etkisiyle artık Marmara Denizi'nde de görüldüğünü bildirmiştir. Bunun yanında, Mavruk ve Avşar (2007) omurgasız canlılardan *Arbacia lixula* türü denizkestanesinin artık Kuzey Ege'de ve Marmara Denizi'nde sıklıkla görülmeye başladığını rapor etmiştir. Bu durum, söz konusu kaynaklar için yeni balıkçılık fırsatları oluşturmaya rağmen diğer yandan mevcut balıkçılık aktivitesinin de artık kaybolmasına yol açmaktadır. Ayrıca, kaynaktaki bulunan stokun tahmin edilmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda da karışıklıklara yol açmaktadır. Çünkü bu değişim üzerindeki iklim değişikliğinin etkisi ile avcılık faaliyetlerinin etkisinin ne düzeyde olduğunun anlaşılması iyice zorlaşmaktadır.

Küresel ısınma nedeniyle su sıcaklığının artması canlılar üzerinde strese yol açmaktadır. Bazı türlerde yükselen su sıcaklığına uyum sağlayamadığı için ölümler artabilir veya canlılar daha uygun ortam koşullarının olduğu alanlara göç etmeye mecbur kalabilir. Kış mevsimlerindeki su sıcaklığının yükselmesi bazı balık türlerinin yaşama oranlarının azalmasına ve boylarının küçülmesine neden olabilir (Anonim, 2018a). İsviçre'nin serin sularında yaşayan ve bu ortam koşullarına alışkın olan balıkların su sıcaklığının 23°C'ye yükselmesinden olumsuz olarak etkilendiği ifade edilmiştir. Ayrıca, bu bölgedeki serin sularda yaşayan balıklarda su sıcaklığının 25°C'nin üzerine çıkması ve su seviyesinin azalmasından dolayı binlerce balık ölümünün gerçekleştiği belirtilmektedir. Hatta, 2003 yılında Ren Nehri'nde su sıcaklığının 26°C'ye yükselmesinden dolayı nehirde yaklaşık 50 bin gölgebalığı (*Thymallus thymallus*) türünün ölü olarak bulunduğu bildirilmiştir (Anonim, 2018b). Bununla birlikte, Almanya'da Elbe Nehri'nin kollarından biri olan Alster Nehri'nin su sıcaklığının 27°C'ye yükselmesi nedeniyle de balık ölümlerinin yaşandığı ifade edilmektedir (Anonim, 2018c). Diğer taraftan yine sıcaklığın yükselmesi dolayısıyla İngiltere'nin Essex, Suffolk ve Norfolk kıyılarında 6 bin balık ölümü gerçekleştiği beyan edilmiştir (Anonim, 2018d). Benzer şekilde, Mol ve Doğruyol (2012) tarafından da son yıllarda yabancı türlerin ortaya çıktığı ve ani kitlesel balık ölümlerinin arttığı ifade edilmiştir. Hatta suların ısınması nedeniyle yakın bir gelecekte Karadeniz'de hamsi balığının görülmeyeceği ileri sürülmüştür. Ayrıca, iklim değişikliğinin su ürünleri türlerinin miktarını, kalitesini, çeşitliliğini ve güvenilirliğini de etkileyerek su ürünleri tüketiminden kaynaklı bazı hastalıkların artmasına yol açabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle, su ürünleri tüketiminin azalacağı düşünülmektedir. Benzer şekilde, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) tarafından hazırlanan bir raporda Karadeniz'in küresel ısınma ve iklim değişikliği etkisiyle Akdenizleştiği belirtilmiştir

(TÜDAV, 2018). Sağlam ve ark. (2008) Karadeniz'deki ekonomik önemi bulunan balık türlerinin sayısının son 30 yıllık süreçte 26'dan 6'ya düştüğünü bildirmiştir.

Kıyusal alanlarda yaşamlarını sürdüren canlıların iklim değişikliğinden daha fazla etkileneceği tahmin edilmektedir. Bu alanlar ekonomik açıdan da önemli olan canlıların yaşamlarını sürdürdükleri alanlardır. Üreme, beslenme ve büyüme gibi faaliyetlerinin büyük çoğunluğunu bu alanlarda geçiren canlılar açısından su seviyesinin yükselmesi ve azalması durumlarında bu kıyusal alanlar sağladıkları fonksiyonları kaybedebilmektedir. Su seviyesindeki dalgalanmalar ve kıyı çizgisindeki değişimler neticesinde bu alanların aynı verimlilikte kullanılabilmesi mümkün olmayabilecektir. Su sıcaklığının artarak oksijen miktarının azalması da yaşamsal faaliyetlerin azalmasına yol açacaktır. Dolayısıyla, canlılar daha uygun yaşam alanlarına göç etmeye zorlanmaktadır. Örneğin, Akdeniz'de olduğu rapor edilen 650 balık türünün 90 tanesi sonradan katılan türlerdir. Bunların arasında da 59 tür Süveyş Kanalı ile geçiş yapmıştır. Bunun yanında Atlas Okyanusu'ndan giren türler de bulunmakta ve bu türler ortam koşullarına uyum sağlamaya çalışmaktadır (TÜDAV, 2018).

Küresel sıcaklığın artması deniz suyunun ısınmasıyla birlikte balıkların göç yollarının değişmesine ve soğuk sulara yönelmesine yol açmaktadır. Bu durum da balıkçılık yaparak geçimini sağlayan nüfusu ve balıkçılık sektörünü olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla, hem istihdamda azalmaya neden olmakta hem de balıkçılıktan elde edilen gelirin azalmasına yol açmaktadır. El-Nino etkisiyle suyun ısınması ve akış yönünün değişmesi Peru ve Şili'de gerçekleştirilen balıkçılık faaliyetlerinin değişmesine yol açmış ve balıkçılık yapılan sahaların yarı yarıya azalmasına neden olmuştur. Bu iki ülkenin toplam balık ihracat miktarı 8,2 milyar dolar azalmış ve dünya balık ihracatının %70'ine sahip iken bu oran %49'a düşmüştür (Saya, 2016). Öte yandan, su seviyelerindeki dalgalanmalar nedeniyle bazı balık üretimi yapılan ortamların taşınması ihtiyacının ortaya çıkması ve yeni üretim sahalarının oluşturulmasına gereksinim duyulması sonucunda balıkçılık sektörü üzerinde ekonomik olarak baskılar oluşacağı düşünülmektedir. Allison ve ark. (2009) iklim değişikliğinin balıkçılık üzerindeki etkilerine yerli ekonomilerin hassasiyetini incelediği çalışmada dünyadaki 132 ülkenin yerli ekonomisinin bu etkilere karşı hassasiyetini karşılaştırmıştır. En hassas ülkelerin Malavi, Gine, Senegal, Uganda, Peru, Kolombiya, Bangladeş, Kamboçya, Pakistan ve Yemen olduğu tespit edilmiştir. Hassas olduğu belirlenen bu ülkelerin çoğunun dünyanın az gelişmiş ülkeleri arasında yer aldığı ve dünya balık ihracatının %20'sini oluşturdukları görülmektedir. Dolayısıyla, bu ülkelerdeki balıkçılık faaliyetlerinin korunması ve geliştirilmesi için iklim değişikliğinin

olumsuz etkilerinin önlenmesi gerekmekte ve iklim değişikliğine uyum planlamalarına büyük ihtiyaç duyulmaktadır.

İklim değişikliği küresel olarak sıcaklığın artmasına yol açarken bakteriler, bentik omurgasızlar ve balıklar gibi okyanuslarda bulunan bireysel ektoterm canlıların ortalama vücut büyüklüğü azalmaktadır (Daufresne ve ark., 2009; Hiddink ve ark., 2015). Vücut ölçüsü canlıların temel karakteristiklerinden biri olup canlıların fekondite, popülasyon büyüme oranı ve vücut ölçüsünden kaynaklı rekabet ilişkileri gibi fizyolojik ve morfolojik performansını etkilemektedir (Kingsolver ve ark., 2008; Daufresne ve ark., 2009). Değişen bu vücut ölçüsünün deneysel temeli Bergmann kuralı (Bergmann, 1847), James kuralı (James, 1970) ve sıcaklık–vücut büyüklüğü kuralı (Atkinson, 1994) tarafından desteklenmektedir. Bergmann kuralı daha sıcak ortamlardaki türlerin soğuk ortamlarda bulunan türlerden daha küçük olacağını kabul etmektedir. Benzer şekilde, James kuralı da tekil bir popülasyon için ayrı bir türün ortalama vücut büyüklüğünün ortalama ortam sıcaklığı ile ters ilişkili olduğunu ileri sürmektedir. Son olarak, sıcaklık–vücut büyüklüğü kuralı ise aynı tür ve yaştaki bireyler için sıcaklık ve vücut büyüklüğü arasında ters ilişki olduğunu varsaymaktadır (Angilletta ve Dunham, 2003; Angilletta ve ark., 2004). Bickford ve ark. (2010) tüm diğer değişkenlerin sabit olup sadece sıcaklığın yükselmesinin ektoterm canlıların metabolik faaliyetlerinin %10 ile %75 arasında artmasına neden olduğunu rapor etmiştir. Canlılar ortam koşullarına uyum sağlayabilmek adına enerjilerini artan üreme ve fizyolojik koruma için paylaşmaktadır. Ayrıca, üreme ve korunmayı destekleyebilmek için büyüme enerjilerini de sınırlayabilmektedir (Bickford ve ark., 2010). Bununla birlikte, Sheridan ve Bickford (2011) iklim değişikliğine bağlı olarak yağışların azalmasının birincil üreticilerin daha küçük boyutlu olmasına yol açabileceğini, bunun da besin azlığı nedeniyle birincil ve ikincil tüketicinin vücut büyüklüğünün azalmasıyla sonuçlanabileceğini belirtmiştir.

Jeppesen ve ark. (2010) ısınan iklimin göllerdeki balık topluluğunun yapısında (bölgesel koşullara bağlı olarak düşük veya yüksek bolluk gözlenmesi), yaşam öyküsü özelliklerinde (daha küçük vücut büyüklüğü, daha kısa yaşam süresi, daha erken üreme gerçekleşmesi), beslenme alışkanlıklarında (etçilliğin ve otçulluğun artması), davranış karakteristiklerinde (kıyısal alanlar ile daha güçlü bir ilişki ve daha fazla sayıda bentik canlı olması) ve kış dönemi yaşam oranlarında değişikliklere sebep olacağını ifade etmiştir. Sıcaklık artışı aynı zamanda karışım rejimlerini de arttırmakta olup yüksek tabakalaşma besin maddelerinin yukarı çıkmasını önlemekte ve üst tabakadaki mevcut besin yoğunluğunu azaltmaktadır (Erdoğan, 2016). Adrian ve ark. (2009) Tahoe

Gölü'ndeki sıcaklık artışı ile birlikte diatom topluluk yapısının değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca göldeki sıcaklık artışının göl tabakalaşmasını tetiklediği ve küçük diatom türlerinin küçük boyutları ve yüksek yüzey hacim oranı sayesinde büyük hücrelerden daha fazla besin alım oranına sahip olmaları nedeniyle baskın hale geldikleri belirtilmiştir. Oligotrofik göllerde besin en önemli etkiye sahipken mezotrofik göllerde sıcaklık daha önemlidir. Dolayısıyla, sıcaklık–besin etkileşimi ötrofik ve hipertrofik göl ekosistemlerinde esas belirleyici konumundadır (Rigosi ve ark., 2014).

Kıyasal alanlar ve habitatlar üzerinde doğal süreçler ve insan etkisi sonucu ortaya çıkan yapılaşmalar, kirlilik, karasal atık ve boşaltımlar gibi bazı insan faaliyetlerinin etkisi uzun zamandır bilinmektedir. Bunların yanında ayrıca bu alanlar için en büyük stres faktörlerinden birisi de iklim değişikliği olmaktadır. İklimsel değişiklikler su kaynaklarında veya sulak alanlardaki batimetrik dağılımı etkilemekte ve sucul ekosistemde değişimlere neden olmaktadır. Dolayısıyla, bazı türler daha derin sulara hareket etmekte, bazı türler sığ sulardaki yaşam alanları ve habitatlarına ulaşamadığı için farklı ortamlara göç etmekte, mevcut besin içeriği ve su kalitesi değişkenlik göstermekte, bu nedenle de bazı türler besin zinciri süreçlerindeki fonksiyonlarını gerçekleştirememektedir. Bundan dolayı da av–avcı ilişkisinde değişkenlikler gerçekleşmektedir. Bu ilişkilerin bozulması nedeniyle mevcut stokların farklı evrelerindeki (yumurta, larva, genç, ergin) bireylerin sayısında değişiklikler ortaya çıkmakta popülasyon dinamiklerinde dengesizlikler görülmektedir. Nihayetinde ekosistemdeki bazı türlerin nesli tehlike altına girmekte ve/veya yok olma riskine sahip olabilmektedir. Su ile kaplı yüzey alanının azalması sonucunda canlıların yaşamını sürdürebileceği muhtemel alanlar da azalmakta ve aynı miktardaki bireyler daha az alanda yaşamak zorunda kalmaktadır. Dolayısıyla da canlılar üzerinde strese yol açmaktadır. Bu durumda tür içi veya türler arası yaşam mücadelesi başlamakta ve bireyler yaşayabilmek için mücadele etmektedir. Bu mücadeleler daha fazla besin bulmaya çalışmak ve yeni yaşam alanları bulabilmek için farklı derinliklere ve habitatlara göçlerin oluşmasına yol açabilmektedir. Bunun yanında canlılar ekolojik denge durumunda iken rekabet etmediği bazı türler ile rekabete girebilmektedir. Dolayısıyla, bu durum canlıların davranış özelliklerinin değişmesine, biyolojik ve fizyolojik gereksinimlerinin başkalaşmasına ve ekolojik ihtiyaçlarının farklılaşmasına yol açabilmektedir.

Barajlar su depolama, taşkın önleme, tarımsal faaliyetler için su sağlama gibi işlevlerinin yanında ayrıca balık üretimi ve rekreasyonel, amatör, sportif balıkçılık faaliyetleri için de kullanılabilir. Barajlardaki balık stoklarının artırılması

faaliyetleri ile ekstra ekonomik gelir ve iş imkanı da sağlanmaktadır. Barajlar birincil üretim, fiziksel habitat ve balık dağılımı gibi konular açısından farklı yatay ve dikey karakteristikler sergilemektedir (Kale ve Acarlı, 2018). Şaşı ve Berber (2012) kıyısal vejetasyonun barajlardaki canlıların yaşamlarını sürdürmeleri için beslenme, üreme ve büyüme faaliyetlerine imkan sağlayan en önemli faktör olduğunu ifade etmiştir. Barajlarda kıyısal vejetasyon su yüzeyi alanı ve su seviyesindeki değişimlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Barajdaki su yüzeyi alanında meydana gelen değişimler ayrıca kıyı çizgisi ve batimetrik bölgede farklılıklara yol açarak balık dağılımlarını, popülasyon yapısını, üreme, beslenme, yaşama oranı ve habitat paylaşımı gibi canlılar arasındaki etkileşimleri de etkilemektedir. Zengin ve ark. (2012) Çıldır Gölü'nde doğal stokların 1990'lı yılların başında çökmeye başladığını ve 2000'li yıllarda göle havuz balığı (*Carrasius gibelio*) ve kerevit (*Pontastacus leptodactylus*) türlerinin girmeye başlayarak göldeki yerli türler üzerinde bir av baskısı oluşturmaya başladığını belirtmiştir. Bunun yanında, gölde başlayan ağ kafeslerde gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliği faaliyetleri ve plansız balıklandırma çalışmaları ile hidroelektrik santrali kapasitesinin artırılması sonucunda göldeki balıkçılık faaliyetlerinin olumsuz etkilendiği ifade edilmiştir.

Hollowed ve ark. (2009) iklim değişikliği nedeniyle su ürünleri miktarında, çeşitliliğinde ve kalitesinde olumsuz etkilerin gözleneceğini ifade etmiştir. Downs ve ark. (1997) iklim değişikliğinin sucul organizmalar üzerinde fizyolojik strese de sebep olacağını belirtmiştir. Shang ve Wu (2004) iklim değişikliği nedeniyle canlılardaki sağ kalma oranının azalacağını bildirmiştir. Hontela ve ark. (1990) Victoria Rezervuarı'ndaki sazan türlerinin gonad olgunlaşması ve yumurtlama fonksiyonlarının yağış ile doğru orantılı olduğunu rapor etmiştir. Benzer şekilde, Nathanael ve Edirisinghe (2001) kurak dönemler boyunca olgunlaşmamış bireylerin daha bol miktarda olduğunu bildirmiştir. Horváth (1985) ise sazan türünün doğal yumurtlama süreçlerinin su sıcaklığı, yağış ve taşkın olaylarından etkilendiğini belirtmiştir. Handisyde ve ark. (2006) iklim değişikliği kaynaklı deniz suyu sıcaklığındaki artışın dünyadaki mercan türlerinin yaklaşık olarak %16'sının yok olmasına neden olduğunu rapor etmiştir. Pauly ve Cheung (2018) iklim değişikliği nedeniyle artan deniz suyu yüzey sıcaklığının sucul organizmalar açısından daha fazla oksijene ihtiyaç duyulmasına yol açacağını ifade etmiştir. Ancak, balıkların solungaçlarının metabolizmaları ile benzer şekilde büyüyemediği belirtilmektedir. Bu durumun balıklarda vücut büyüklüğünün azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Atar ve Kızılgök (2018) iklim değişikliğinin balık stokları, tür kompozisyonu, stoka katılım, ürün

ve verim durumu, türlerin tolerans düzeyleri, dağılımı ve göç hareketleri üzerinde değişimlere yol açabileceğini belirtmektedir. Ayrıca, ekonomik açıdan da balıkçılık ile uğraşan toplumlar arasında daha fazla rekabete, göç zorunluluğuna ve sektör değişikliğine mecburiyete yol açacağı düşünülmektedir. Aynı çalışmada, iklim değişikliği nedeniyle avlanan balık türlerinin fizyolojisinin, yumurtlama zamanlamalarının, cinsiyet oranlarının, stok bolluğunun, göç hareketlerinin, istilacı tür bolluğunun ve dağılımının değişmesine yol açabileceği ifade edilmektedir. Bunun yanında, içsularda yüzey sularının ısınması dolayısıyla alg patlaması olaylarının gözlenmesine ve ötrofikasyona neden olabileceği tahmin edilmektedir. Pauly ve Cheung (2018) iklim değişikliği sebebiyle orkinos, morina, mezigit ve diğer ekonomik değeri yüksek balık türlerinin üretim miktarlarının azalması sonucunda balıkçılık üretimi ve ekonomik gelir düzeyinin azalacağını ifade etmiştir.

Çoğu gölde sıcaklık artışı ve yağış rejimindeki değişimlere tepki olarak su seviyesinde dalgalanmalar görülmektedir. Sığ göller ise diğer su ortamlarına kıyasla daha hassas olup su seviyesi dalgalanmalarının etkileri sığ su ekosistemlerinde daha şiddetli olmaktadır (Coops ve ark., 2003). Ayrıca, sulama amacıyla su kullanımı, içme suyu sağlanması veya hidroelektrik enerji üretimi amacıyla su kaynaklarının kullanımı hidrolojik karakteristikleri de etkilemektedir (Beklioglu ve ark., 2007). Türkmen ve ark. (2006) Gölbaşı Gölü'ndeki tarımsal faaliyetler amacıyla su kullanımının göldeki su miktarının azalmasına ve su seviyesinin düşmesine neden olduğunu bildirmiştir. Diğer yandan, iklim değişikliğinin başka bir sonucu olarak yağış oranı ve havza alanlarından nehir akışı rejimlerindeki değişikliklerin de ılıman ortamlarda göllere besin girişinin artmasına yol açacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2007c). Bununla birlikte, Avrupa'nın güneyinde azalacağı öngörülen yağışın su toplama alanlarındaki su tutma süresinin artmasına ve havza alanlarından nehir akışlarının azalmasına yol açacağı düşünülmektedir (IPCC, 2007c). Azalan yağış ve artan buharlaşma miktarı su seviyesi dalgalanmalarını değiştirmekte ve uzun süren kurak dönemler sığ göllerin kurummasına neden olmaktadır (Özen ve ark., 2010). Hidrolojik değişiklikler ayrıca göl yapısını ve işleyişini de etkilemektedir. Bunun yanında, mevsimsel değişimler de göllerdeki su seviyesini ve su tutma süresini doğrudan etkilemektedir (Beklioglu ve Tan, 2008; Jeppesen ve ark., 2009). Kurak dönemler boyunca göllere yüzeysel akış girişi azalmakta ve besin alımı düşmekte iken göl ortamındaki iç yükleme yüksek besin yoğunluğunun oluşmasını sağlayarak ötrofikasyona yol açabilmektedir (Beklioglu ve ark., 2011). Omnivor (her türlü besin ile beslenebilen) ve planktivor (plankton ile beslenen) balık türlerinin baskın hale gelmesi ise büyük yapıli zooplankton türleri üzerinde yüksek av baskısı oluşmasına yol açmaktadır

(Beklioglu ve ark., 2011). Ayrıca, düşük yağış ve yüksek buharlaşma nedeniyle tuzluluğun artması da büyük zooplankton türlerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Brucet ve ark., 2010). Yüksek fitoplankton bolluğuna sahip ötrofik koşullarda, sucul bitkiler berrak su koşullarını koruyabilmek için istikrar sağlayan tampon mekanizmaları aracılığıyla kuzeyde bulunan sığ göllere kıyasla zayıf görüldüğü halde esnek kalabilmektedir (Özen ve ark., 2010; Özkan ve ark., 2010; Beklioglu ve ark., 2011; Bucak ve ark., 2012). İklim değişikliği senaryolarında kurak dönemlerin artacağı, yüksek buharlaşma miktarının daha yoğun sulama ihtiyacı oluşmasına yol açacağı ve bunun sonucunda tuzlanmanın yanı sıra Akdeniz iklimindeki yarı kurak bölgelerden kurak bölgelere kadar hali hazırda besin açısından zengin göllerin ötrofikasyonunu yoğunlaştıracağı tahmin edilmektedir (Christensen ve ark., 2013). Bu nedenle, göl ekosistemlerinin iklim değişikliği nedeniyle çevresel parametrelerde oluşan değişikliklere karşı göstermiş olduğu tepkilerin daha iyi anlaşılabilmesi açısından izlenmesi gerekmekte ve bu izlemenin sürekli olması büyük önem arz etmektedir.

Su seviyesindeki dalgalanmalar, yağış, nehir akışları ve kar erimesi içsu balıkçılığını küresel ölçekte etkileyen hidroklimatik faktörlerdir. Patrick (2016) yağış miktarı ve su seviyesindeki artışın göllerdeki ve rezervuarlardaki balıkların üreme, stoka katılım ve içgöç gibi karakteristiklerini etkilediğini ifade etmektedir. Moses ve ark. (2002) ile Lam (2006) yağışların aşırı artması ve su seviyesi yükselmesinin balık avı miktarını ve birim çaba başına düşen av miktarını (CPUE) önemli ölçüde etkilediğini vurgulamıştır. Benzer şekilde, Garvey ve ark. (2000) günlük su seviyesi dalgalanmalarının Ohio'daki dört farklı rezervuarda CPUE değerleri ile negatif ilişkili olduğunu belirtmiştir. Patrick (2016) yağışlı mevsimler boyunca balıkların rezervuarlardaki su seviyesi yükselmesi nedeniyle av araçlarından kaçarak sığ alanlara ve su ile kaplanmış yeni alanlara göç ettiğini bildirmiştir. Bununla birlikte, içsulardaki balık türlerinin yumurtlama alışkanlıkları ve doğal stoka katılım oranları gibi biyolojik özelliklerinin de alansal ve zamansal olarak farklılık gösteren hidroklimatik değişimlerden önemli ölçüde etkilendiği belirtilmektedir. Welcomme ve ark. (2010) uzun süreli iklim değişikliği ve küresel ısınmanın balıkların tür kompozisyonu ve bolluğunda değişime yol açacağını belirtmektedir. Ozen ve Noble (2005) su hacminin azalması nedeniyle balık popülasyonu yoğunluğunun artacağını belirtmiştir. Av-avcı ilişkisinde avcı türleri su hacminin azalması nedeniyle daha yüksek yoğunlukta olan avlarına daha çok yaklaşmış olacağı için avantaj sağlayabilecektir. Dolayısıyla, bunun sonucunda da daha küçük bireylerin ölüm oranlarında artış gözlenecektir. Öte

yandan, canlılar büyüme ve yaşama oranlarını geliştirebilmek için de iklimsel değişikliklere uyum sağlamaya çalışacaktır.

Ozen (2002) tropik bölgede yer alan Lucchetti Rezervuarında (Porto Riko) su sıcaklığının yıl içerisinde çok az değişiklik gösterdiğini, *Micropterus salmoides* türünün yumurtlama zamanlamasının fotoperiyot ve su seviyesindeki dalgalanmalar ile ilişkili olduğunu rapor etmiştir. Su seviyesindeki yükselmenin yumurtlamayı uyarıcı bir etken olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, rezervuarda gözlenen su seviyesi dalgalanmalarının özellikle litoral bölgeleri etkilediği ve bireylerin stoka katılımı üzerinde önemli etkileri olduğu ifade edilmiştir. Bununla birlikte, sıcaklık, rüzgar ve hidrolojik koşulların da stoka katılımı etkilediği belirtilmektedir. Benzer şekilde, Ozen ve Noble (2005) de su seviyesindeki düşüşlerin rezervuar hacmini azalttığı ve bundan dolayı da stoka katılımın düştüğünü rapor etmiştir. Ancak, diğer yandan su seviyesindeki artışların ise bireylerin stoka katılımı üzerine herhangi bir önemli etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Ozen (1997) Alabama'daki altı rezervuarda yakalanan *Pomoxis annularis* ve *Pomoxis nigromaculatus* türlerinin 0 yaşındaki birey miktarının yıllar arasında farklılık gösterdiğini ve bu farklılığın rezervuarın yüzey alanı ile önemli derecede ters orantılı olduğunu rapor etmiştir. Diğer bir ifadeyle, suyla kaplı yüzey alanı arttıkça yakalanan birey sayısının azaldığı, yüzey alanı azaldıkça da yakalanan birey sayısının arttığı belirtilmiştir. Ayrıca, 1 yaşındaki bireylerin stoka katılımındaki farklılıklarının iklimsel döngüler ile ilişkili olduğu ve su tutma sürelerinin de etkili olduğu ifade edilmiştir. Göllerde ve barajlarda su ile kaplı yüzey alanının azalması balık topluluklarının daha dar alanlarda birikmesine yol açacaktır. Bu durumda yapılan balıkçılık faaliyetlerinde yüzey alanının geniş olduğu dönemlere kıyasla daha çok miktarda balık yakalanması muhtemeldir. Ancak, bu şekilde balık stoklarının aşırı sömürülerek canlıların neslini devam ettirebilmesine bile imkan tanımadan yapılan balıkçılık faaliyetleri stokların tükenmesine yol açacaktır. Dolayısıyla, balıkçılık yönetimi kapsamında su seviyesi azaldığında ve su yüzey alanı küçüldüğünde balıkçılık faaliyetlerinin kısıtlanması türlerin neslini devam ettirebilmesine imkan tanıyarak sürdürülebilir balıkçılığın sağlanması açısından hayati önem taşımaktadır.

Paukert ve ark. (2017) iklim değişikliğinin içsu balıkçılığı ve rekreasyonel balıkçılık üzerindeki sonuçlarının geçimini balıkçılık yaparak sağlayan toplulukların geçim kaynaklarını ve küresel gıda güvenliğini etkileyeceğini belirtmiştir. Ancak, içsulardaki balık türlerinin ve balıkçılık faaliyetlerinin iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğinin anlaşılabilmesinin denizel ortama kıyasla daha az başarıya ulaşabildiğini ifade etmiştir. Bu yüzden, küresel ölçekte iklim değişikliğinin içsulardaki balık türlerini ve balıkçılık

faaliyetlerini nasıl etkilediğinin anlaşılabilmesi için küresel bir değerlendirme modeli tasarlanması gerektiğini vurgulamıştır. Mboya (2013) iklim değişikliğinin özellikle güçlü rüzgarların, fırtınaların, kuraklığın ve yüksek sıcaklığın avlanan balık miktarında azalma, avcılık süresinin artması, av araçlarının kaybolması, avcılık yöntemlerinin değişmesi, mücadele stratejilerinin değişmesi gibi balıkçılık aktiviteleri üzerinde önemli etkileri olduğunu ifade etmiştir.

İklim değişikliğinin balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği üzerine etkileri ile ilgili FAO tarafından 2018 yılında hazırlanan teknik raporda av potansiyelindeki en büyük düşüşün tropik bölgelerdeki (çoğunlukla Güney Pasifik bölgelerinde) ülkelerin münhasır ekonomik bölgelerinde gerçekleşmesi beklenmektedir. Ayrıca, ılıman Kuzeydoğu Atlantik'teki av potansiyelinin de yine 2050 yılına kadar azalacağı öngörülmektedir. Yüksek enlemdeki bölgeler için av potansiyelinin ise artacağı veya tropik bölgelerde tahmin edilen azalıştan daha düşük miktarda azalma gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (Barange ve ark., 2018).

Balıkçılık sektörünün büyümesi ve geleceği daha güçlü balıkçılık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine, ekosistem ve türler üzerindeki baskının olumsuz etkilerinin azaltılmasına, yasadışı avcılık faaliyetlerinin önlenmesine, balıkçılık sahalarındaki ve su kaynaklarındaki kirliliğin azaltılmasına, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin mümkün oldukça önlenmesine, azaltılmasına ve iklim değişikliği ile mücadelede sürekliliğin sağlanmasına bağlı olarak şekillenecektir. Bu bağlamda, balıkçılığın tüm yönleriyle değerlendirilmesi olumsuz sonuçlara yol açabilecek potansiyel tehditler için gerekli tedbirlerin alınması ve sürekli izleme çalışmalarının gerçekleştirilmesi sürdürülebilir balıkçılığın sağlanması açısından elzemdir. Biyolojik olarak sürdürülebilir faydalanma düzeyinden daha fazla yoğunlukta avcılık gerçekleştirilen balıkçılık sahalarında stok miktarlarının azalması ve dolayısıyla balıkçılık alanlarının değişmesi ile sonuçlanacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Balıkçılık sahalarının değişmesi de balıkçılık ile geçinen toplumlarda ekonomik sorunlara yol açacaktır. Bu tür sorunların gerçekleşmeden önlenmesi için öncelikle tek tür balıkçılığının yönetimi anlayışı yerine ekosistem tabanlı balıkçılık yönetimi anlayışı benimsenmeli, bu kapsamda etkili balıkçılık yönetimi stratejileri geliştirilmeli, karar verici konumundaki balıkçılık yöneticileri balıkçılık faaliyetlerinde biyoloji ve ekosistemi de göz önünde bulundurarak karar verme süreçlerini işletmelidir.

Yönetimin yerelleşmesi kırsal kalkınmanın ön şartı olarak kabul edilmekte ve paydaşların güçlendirilmesine yardım etmektedir. Ayrıca, yönetişime katılım düzeyini

önemli ölçüde arttırmaktadır (Berkes, 2009). Yerleşmiş yönetimlerin bazı zayıf yanları bulunsa da paydaşların yönetimde yer alması sayesinde uygulanacak yönetim planlarının uygulanabilirliğini arttıracak olması nedeniyle bu zayıf yönler dengelenebilmektedir. Yönetim faaliyetlerinin yerelde etkin ve başarılı biçimde gerçekleşmesi merkezi yönetim uygulamalarında da kolaylıklar sağlamakta ve kurumsal bilgiyi zenginleştirmektedir. İyi bir balıkçılık yönetimi, sürekli değişkenlik gösteren dinamiklere, demografi ve çevresel koşullara uyumlu olmalı, artan talep ve baskılara yeterli düzeyde verim sağlayabilmeli, stokların sürdürülebilirliğini sağlamalı, sosyal, kültürel ve ekonomik açıdan paydaşların refahını sağlamalı, ekosisteme zarar vermeden hak paylaşımı olmalı, gelecekte sürekli güncellenebilir yapıda olmalı ve bu şekilde uygulanmalıdır.



BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Atikhisar Baraj Gölü Çanakkale ilinin şehir merkezine içme suyu sağlayan tek su kaynağı olması nedeniyle toplum ve ekosistem açısından büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, Atikhisar Baraj Gölü'nün kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin izlenmesi de bu tek su kaynağında meydana gelen değişimlerin anlaşılabilmesi açısından gerekli ve önemli bir zorunluluk olmuştur. Bu çalışmada, barajın yapımı tamamlanıp su tutmaya başlanmasından günümüze kadar olan süreçte gerçekleşen kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimleri uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak yıllık olarak izlenmiştir. Bu barajın kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin izlenmesi üzerine daha önce gerçekleştirilmiş herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu çalışma Atikhisar Baraj Gölü'nün kıyı çizgisi ve yüzey alanında meydana gelen zamansal değişimlerin izlenmesi üzerine ilk çalışma olma niteliğini taşımakta ve önemli bilgiler sunmaktadır. Ayrıca, bu çalışmada Atikhisar Baraj Gölü'nün faaliyete başladığı zamandan günümüze kadar kıyı çizgisinde ve yüzey alanında gerçekleşen zamansal değişimlerin en uzun süreli (1975–2017) değerlendirilmesi yapılmıştır. Uzaktan algılanmış uydu görüntüleri kıyı çizgisi ile yüzey alanının konumunda gözlenen en geniş zamansal ve alansal değişimleri gösteren 43 yıllık bir dönemi kapsamaktadır. Bununla birlikte, iklim değişikliğinin kıyı çizgisi ve yüzey alanı üzerindeki olası etkileri belirlenmiş ve balıkçılık yönetimi açısından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, toplam kıyı çizgisi uzunluğunun 12,187 km ile 31,7 km arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Başlangıçtaki değerler ile karşılaştırıldığında kıyı çizgisi uzunluğundaki en fazla azalma %35,3 iken en fazla artış %55,6 olarak meydana gelmiştir. Toplam yüzey alanı ise izleme dönemi boyunca 1,72 km² ile 3,84 km² arasında değişkenlik göstermiştir. Yüzey alanındaki en fazla artış %38,11 ve en fazla düşüş %38,07 olarak belirlenmiştir. Kıyı çizgisi ve yüzey alanı arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki ($p < 0,01$) olduğu tespit edilmiştir. İzleme dönemi boyunca hem kıyı çizgisi hem de yüzey alanı dalgalanmalar göstermiştir. Kıyı çizgisi ve yüzey alanında gözlenen bu önemli değişimlerin iklimsel değişkenlikler ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Hem sıcaklık ile kıyı çizgisi arasında hem de sıcaklık ile yüzey alanı arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Sıcaklık ve buharlaşmanın artış eğiliminde ($p < 0,01$) olduğu belirlenirken yağışın ise azalış eğiliminde ($p > 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık ve buharlaşma arasında da yine istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca, yağış ve buharlaşma

arasındaki ilişki de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla birlikte, sıcaklık ile avcılık miktarı arasında ($p<0,01$) ve buharlaşma ile avcılık miktarı arasında da ($p<0,05$) yine istatistiksel açıdan önemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan, kıyı çizgisi ve yüzey alanında gözlenen bu değişiklikler iklim değişikliği dışında antropojenik ve tarımsal faaliyetler, sediman taşınımı, su sızmaları, içme, kullanma ve tarımsal amaçlar için aşırı su kullanımı gibi faktörlerden de etkilenmektedir. Su kaynaklarındaki bu değişimler balıkçılık faaliyetleri ve ekosistemdeki canlı yaşamı üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Su miktarının azalması, yüzey alanın küçülmesi ve kıyı çizgisi değişimleri nedeniyle özellikle kıyısal alanlarda yaşayan canlıların yaşam alanları yok olmakta; beslenme, üreme ve büyüme alanları zarar görmektedir. Bu nedenle, su kaynakları üzerinde etkisi olan tüm faktörler göz önünde bulundurularak gerekli önlemler alınmalı ve amaca uygun su paylaşım politikaları ve balıkçılığa uygun sahalar ve zamanlar belirlenmelidir. Balıkçılığı etkileyebilecek muhtemel tehditlere karşı gerekli tedbirlerin alınması ve sürdürülebilir balıkçılığın sağlanabilmesi için bilinçsiz ve aşırı avcılığın engellenmesi, girdi ve çıktı kontrolleri uygulanarak avcılık faaliyetlerinin izlenmesi, av araç ve yöntemlerinin düzenlenmesi ve ekosistem tabanlı balıkçılık yönetimi yaklaşımı uygulanarak hem stoklardan hem de ekosistemden maksimum sürdürülebilir verim elde edilmesi sağlanmalıdır. Mevcut balıkçılık sahaları aşırı sömürülmüş seviyelere gelmeden potansiyel balıkçılık alanlarının tespit edilmesi ile balıkçılık faaliyetlerinin balık stoklarının üreme ve büyüme zamanları dikkate alınarak bu yeni alanlara yönlendirilmesi balık popülasyonlarından sürdürülebilir verimin sağlanması açısından önemli katkılar sunacaktır. Bu kapsamda araştırma alanı özelinde karar verici konumundaki balıkçılık yöneticileri tarafından geliştirilecek etkili balıkçılık yönetimi stratejileri başarılı bir şekilde uygulanabilirse stokların ve balıkçılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliği belirli bir düzeyde sağlanmış olacaktır.

Kıyı çizgisi ve yüzey alanında gözlenen değişimler baraj havzası alanındaki iklim değişikliğinin yanında sediman taşınımı, tarımsal faaliyetler ve antropojenik müdahalelerden de etkilenmiş olabilir. Kıyı çizgisi ve yüzey alanının değişkenlik göstermesi hem doğal süreçler hem de insan aktivitelerinden kaynaklanması nedeniyle gelecekte su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine destek sağlayacak gerekli tedbirlerin alınması için sürekli izleme çalışmalarının gerçekleştirilmesi elzemdir. Kıyı çizgisi ve yüzey alanının sürekli izlenmesi barajdaki değişikliklerin en iyi biçimde anlaşılabilmesi açısından da hayati önem taşımaktadır. İlerideki çalışmalarda kıyı çizgisi ve yüzey alanındaki değişimler ile arazi kullanımı ve bitki örtüsü desenleri, kıyı çizgisi ve

yüzey alanındaki mevsimsel değişimler, insan faaliyetleri ve diğer süreçler ile aralarındaki ilişkilerin araştırılması da önerilmektedir. Barajlardaki kıyı çizgisi değişiminin izlenmesi çeşitli amaçlarla su temininin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından su seviyesi kritik seviyenin altına düşmeden gerekli önlemlerin alınabilmesi hususunda karar vericiler için büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmanın çıktıları Atikhisar Baraj Gölü'nün ilk faaliyete başladığı zamandan bugüne kadar kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimleri üzerine önemli bir değerlendirme sunması nedeniyle su paylaşım politikalarının geliştirilmesi, yönetim stratejilerinin planlanması ve karar verme süreçlerinde baraj ile ilgili paydaşlar, yöneticiler ve karar vericiler açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, bu çalışma CBS ve uzaktan algılama teknolojilerinin entegrasyonunun uzun süreli kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin izlenmesi açısından oldukça yararlı ve avantajlı olduğunu net bir şekilde göstermektedir.

Nüfusun artması ve buna bağlı olarak yeni ihtiyaçların ortaya çıkması nedeniyle insan müdahaleleri sonucu kıyı çizgisinin sürekli değişime uğrayacağı ve yüzey alanının değişkenlikler göstereceği kaçınılmaz bir gerçektir. En azından bu değişimlerin su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından olumsuz etkilere yol açmasının önlenmesi gerekmektedir. Kıyı çizgisi ve yüzey alanında gözlenecek değişimlerin süreklilik arz edecek bir durumda olmasının engellenmesi de önem taşımaktadır. Artan nüfus ve gelişen endüstri ile de daha fazla su miktarı tüketilmekte ve mevcut su kaynaklarında azalmalar meydana gelmektedir. Su kaynaklarının mevcudiyetinin ve miktarının korunması için öncelikle bu kaynaklara yönelik durum tespiti yapılmalı ve mevcut durum belirlendikten sonra geleceğe yönelik öngörülerde bulunulmalıdır. Su kaynaklarının miktarını etkileyen en önemli faktörlerden biri de iklimde meydana gelen değişimlerdir. Dolayısıyla, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkilerini önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır. Bu bağlamda, su kaynaklarının sürdürülebilir ve etkili biçimde kullanımının sağlanabilmesi için su paylaşım politikaları oluşturulmalı ve su kaynaklarından yararlanan paydaşların bilinçli su kullanımı ve tüketimi konusunda sorumluluk almaları sağlanmalıdır. Paydaşlar iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri konusunda bilgilendirilmeli ve su kaynakları özelinde iklim değişikliği ile mücadele eylem planları hazırlanmalıdır. Ayrıca, gelecekte su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını ve yönetimini sağlayabilmek amacıyla karar verme süreçlerinde katkı sunabilmek açısından su kaynaklarının sürekli izlenmesi hayati önem taşımaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmanın ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Atikhisar Baraj Gölü'nün su toplama havzası üzerinde günümüzdeki önemli bir baskı da altın madenciliği faaliyetleridir. Çanakkale ili şehir merkezinin tek içme suyu kaynağı olan bu rezervuarın su toplama havzasında altın madenciliği faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinin su kaynağının kalitesinde, miktarında, içeriğinde ve ortamda yaşayan canlılar üzerinde önemli değişikliklere yol açması muhtemeldir. Dolayısıyla, tek su kaynağı olan bu barajı olumsuz yönde etkileme potansiyeli olan hiçbir faaliyete müsaade edilmemesi önerilmektedir.

Denizel kıyı alanlarında gözlenen kıyı çizgisi değişimleri yaygın olarak araştırılmakta iken baraj ve göllerde meydana gelen kıyı çizgisi değişimleri ise aynı yoğunlukta araştırılmamıştır. Halbuki açık deniz kıyısal alanlarında meydana gelen değişimler ile kıyaslandığında baraj ve göllerde gerçekleşen değişimler iklim değişikliği başta olmak üzere insan kaynaklı faaliyetler ve diğer faktörlerden daha sık etkilenmektedir. Tarımsal ve kentsel alanlar içerisinde kalan bu su kaynakları çok sayıda faktör ile etkileşim içerisinde bulunmakta ve bu etkileşimler sonucu daha kısa süreli reaksiyonlar verebilmektedir. Dolayısıyla, denizel kıyı alanları ile kıyaslandığında daha hassas ve nispeten daha çabuk etkilenecek olan bu alanlar ile ilgili çalışmaların sayısının artırılması gerekmektedir.

Gelecekteki çalışmalarda Atikhisar Baraj Gölü'nün kıyı çizgisi ve yüzey alanı değişimlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan uydu görüntüleri devam eden yıllarda da analiz edilerek değişimlerin sürekli izlenmeye devam etmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, her ne kadar bu çalışmada bugüne kadar mümkün olan en zengin veri seti kullanılmış olsa da bu çalışmada sadece yıllık değişimler tespit edilerek mevcut değişimlerin izlenmesi gerçekleştirilmiştir. İlerideki çalışmalarda yıl içi değişimler de kendi içerisinde değerlendirilmelidir. Mevsimsel değişkenliklerin de kıyı çizgisi ve yüzey alanı üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi yıl içi değişimlerin daha iyi anlaşılabilmesi açısından büyük katkı sağlayacaktır. Söz konusu etkilerin değerlendirilmesine daha fazla yardımcı olması amacıyla ayrıntılı uzaktan algılama ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak göldeki su kalitesi, habitat ve av verimi arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması sonucunda potansiyel avlak alanların oluşturulması balıkçılık yönetimi açısından hayati önem taşımaktadır. Bu bağlamda, mevcut çalışma önerilen gelecek çalışmalara temel oluşturmaktadır. Ayrıca, bu çalışmanın göl alanındaki balıkçılık faaliyetlerinin değerlendirilmesi, izlenmesi, balıkçılığın sürdürülebilir biçimde devam ettirilebilmesi ve balıkçılık yönetimi konularında karar vericilere destek sağlayarak ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdallah H., Bailly J-S., Baghdadi N., Lemarquand N., 2011. Improving the Assessment of ICESat Water Altimetry Accuracy Accounting for Autocorrelation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66 (6): 833–844.
- Abteu W., Obeysekera J., Iricanin N., 2011. Pan Evaporation and Potential Evapotranspiration Trends in South Florida. *Hydrological Processes*, 25 (6): 958–969.
- Abu-Faraj M., Ghatasheh N., Faris H., Harfoushi O., 2014. Evaluation of Spatial Image Processing Approaches for Calculating Water Surface Area: Case of the Dead Sea. *Life Science Journal*, 11 (4): 114–121.
- Açıkgoz G., 2010. Yumurtalık Sulak Alan Sistemindeki Kıyı Değişimlerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- Adrian R., O'Reilly C.M., Zagarese H., Baines S.B., Hessen D.O., Keller W., Livingstone D.M., Sommaruga R., Straile D., Donk E.V., Weyhenmeyer G.A., Winder M., 2009. Lakes as Sentinels of Climate Change. *Limnology and Oceanography*, 54: 2283–2297.
- Aedla R., Dwarakish G.S., Reddy D.V., 2015. Automatic Shoreline Detection and Change Detection Analysis of Netravati–GurpurRivermouth Using Histogram Equalization and Adaptive Thresholding Techniques. *Aquatic Procedia*, 4: 563–570.
- Akar İ., Maktav D., Günal N., 2002. Determination of Changes in Lake Surface Using Different Digital Image Processing Techniques. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5 (4): 35–51.
- Akay A.E., Gencal B., Taş İ., 2017. Spatiotemporal Change Detection Using Landsat Imagery: The Case Study of Karacabey Flooded Forest, Bursa, Turkey. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, (IV-4/W4): 31–35.
- Akbaş H., 2010. İzmir İlinde Denizde Ağ Kafeslerde Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Aplikasyonu ve Mevcut

Durumlarının CBS Yazılımı Kullanılarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.

Akbulak Y., (2 Nisan 2011). Kullanılabilir Su Kaynaklarına İlişkin Dünya ve Türkiye Gerçekleri. Retrieved April 25, 2017, from <http://www.dunya.com/kullanilabilir-su-kaynaklarına-iliskin-dunya-ve-türkiye-gercekleri-118491h.htm>

Akbulut M., Çelik E.Ş., Özen Ö., Bulut M., Sağır Odabaşı S., Kaya H., Odabaşı D.A., Kaya H., Çakıcı H., Koç S., Diler M., Çiftçi U., 2008. Pestisit ve Eysel Kirliliğin Sarıçay ve Atikhisar Barajı'ndaki Bentik Makroomurgasız ve Balık Faunalarına Etkileri. Tübitak Projesi Sonuç Raporu (104Y186). Çanakkale, Türkiye. 229 s.

Akbulut M., Kaya H., Çelik E.Ş., Odabaşı D.A., Sağır Odabaşı S., Selvi K., 2010. Assessment of Surface Water Quality in the Atikhisar Reservoir and Sarıçay Creek (Çanakkale, Turkey). *Ekoloji*, 19 (74): 139–149.

Akbulut M., Odabasi D.A., Kaya H., Celik E.Ş., Yildirim M.Z., Odabasi S., Selvi K., 2009. Changing of Mollusca Fauna In Comparison With Water Quality: Saricay Creek and Atikhisar Reservoir Models (Canakkale–Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (12): 2699–2707.

Akçakaya A., Sümer U.M., Demircan M., Demir Ö., Atay H., Eskioğlu O., Gürkan H., Yazıcı B., Kocatürk A., Şensoy S., Bölük E., Arabacı H., Açar Y., Ekici M., Yağan S., Çukurçayır F., 2015. Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara, Türkiye. 149 s.

Akpalu W., Dasmani I., Normanyo A.K., 2015. Optimum Fisheries Management under Climate Variability: Evidence from Artisanal Marine Fishing in Ghana. *Sustainability*, 7: 7942–7958.

Aksay C.S., Ketenoğlu O., Kurt L., 2005. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 25: 29–41.

Aksoy H., 2007. Hydrological Variability of the European Part of Turkey. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction B, Engineering*, 31 (B2): 225–236.

Aksoy H., Unal N.E., Alexandrov V., Dakova S., Yoon J., 2007. Hydrometeorological Analysis of Northwestern Turkey with Links to Climate Change. *International Journal of Climatology*, 28 (8): 1047–1060.

- Aktaş Ö., 2014. Impacts of Climate Change on Water Resources in Turkey. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13 (4): 881–889.
- Alcamo J., Moreno J.M., Nováky B., Bindi M., Corobov R., Devoy R.J.N., Giannakopoulos C., Martin E., Olesen J.E., Shvidenko A., 2007. Europe. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. ve Hanson, C.E., Eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 541–580.
- Alesheikh A.A., Ghorbanali A., Nouri N. 2007. Coastline Change Detection Using Remote Sensing. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 4 (1): 61–66.
- Al-Hatrushi S.M., 2013. Monitoring of the Shoreline Change Using Remote Sensing and GIS: A Case Study of Al Hawasnah Tidal Inlet, Al Batinah Coast, Sultanate of Oman. *Arabian Journal of Geosciences*, 6 (5): 1479–1484.
- Allison E.H., Perry A.L., Badjeck M–C., Neil Adger W., Brown K., Conway D., Halls A.S., Pilling G.M., Reynolds J.D., Andrew N.L., Dulvy N.K., 2009. Vulnerability of National Economies to the Impacts of Climate Change on Fisheries. *Fish and Fisheries*, 10 (2): 173–196.
- Al-Mansoori S., Al-Marzouqi F., 2016. Coastline Extraction using Satellite Imagery and Image Processing Techniques. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 6 (4): 1245–1251.
- Angilletta Jr.M.J., Dunham A.E., 2003. The Temperature–Size Rule in Ectotherms: Simple Evolutionary Explanations May Not Be General. *American Naturalist*, 162: 332–342.
- Angilletta Jr.M.J., Steury T.D., Sears M.W., 2004. Temperature, Growth Rate and Body Size in Ectotherms: Fitting Pieces of a Life–History Puzzle. *Integrated Comparative Biology*, 44: 498–509.
- Anonim, 2016a. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi. Proje Sonuç Raporu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 389 s.

- Anonim, 2016b. Suyu Çekilen Barajdan Midye Tarlası Çıktı. Retrieved December 12, 2017, from <http://www.milliyet.com.tr/suyu-cekilen-barajdan-midye-ekonomi-2352454/>
- Anonim, 2017. Işık Nasıl Oluşturdu? Nasıl Görürüz? Retrieved September 15, 2017, from <https://www.bilimtreni.com/isik-nasil-olustu-nasil-goruruz/>
- Anonim, 2018a. Küresel İklim Değişikliği Balıkların Ölümüne Neden Oldu. Retrieved October 23, 2018, from <http://ekolojist.net/kuresel-iklim-degisikligi-baliklarin-olumune-neden-oldu/>
- Anonim, 2018b. Europe Heatwave: Thousands of Fish Die in Swiss Rhine. Retrieved October 23, 2018, from <https://www.bbc.com/news/world-europe-45102093>
- Anonim, 2018c. Europe's Fish Find Heatwave Too Much. Retrieved October 23, 2018, from <https://www.euronews.com/2018/08/07/europe-s-fish-find-heatwave-too-much>
- Anonim, 2018d. Hot weather kills 6.000 fish in Essex, Norfolk and Suffolk. Retrieved October 23, 2018, from <https://www.bbc.com/news/uk-england-norfolk-45038451>
- Aranoff S., 1989. Geographic Information Systems: A Management Perspective. WDL Publications, Ottawa. Canada. 294 p.
- Arkoc O., Özşahin B., 2018. Assessment of Coastline Change of Lakes of Gala Lake National Park (NW Turkey) With Multi-Temporal Satellite Images. Kırklareli University Journal of Engineering and Science, 4 (1): 12–29.
- Asanuma J., Kamimera H., Lu M., 2004. Pan Evaporation Trends in Japan and its Relevance to the Variability of the Hydrological Cycle. Tenki, 51 (9): 667–678.
- Ataol M., 2010. Burdur Gölü'nde Seviye Değişimleri. Coğrafi Bilimler Dergisi, 8 (1): 77–92.
- Atar H.H., Kızılgök A.B., 2018. Küresel Isınmanın Balıkçılığa Etkileri. Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi, 53 (3): 1102–1125.
- Atkinson D., 1994. Temperature and Organism Size: Abiological Law for Ectotherms? Advances in Ecological Research, 25: 1–58.

- Avdan U., Demircioğlu Yıldız N., Dağlıyar A., 2013. Akşehir Gölü ve Çevresinin Arazi Kullanımı ve Zamansal Değişim Analizinin Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Belirlenmesi. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu. Trabzon, Türkiye. 1–7.
- Aydın H., Düzen H., 2011. Comparison of Measured and Calculated Evaporation Values of Open Water Surface: The Case of Lake Van (Turkey). 5th Atmospheric Science Symposium. İstanbul, Turkey. 275–284.
- Aydın M., Uysal M., 2013. Kıyı Çizgisi Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla İzlenmesi: Sakarya–Karasu. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5 (3): 24–32.
- Aydın M.C., Çelik R., Yaylak M.M., 2015. Küresel İklim Değişikliğinin Keban Barajı'na Hidrolojik Etkisi. 4. Su Yapıları Sempozyumu. Antalya, Türkiye. 439–448.
- Baba A., Tayfur G., Gündüz O., Howard K.W.F., Friedel M.J., Chambel A. (Eds.), 2011. Climate Change and its Effects on Water Resources: Issues of National and Global Security. Springer Netherlands, Dordrecht, The Netherlands. 318 p.
- Badjeck M–C., Allison E.H., Halls A.S., Dulvy N.K., 2010. Impacts of Climate Variability and Change on Fishery–Based Livelihoods. Marine Policy, 34 (3): 375–383.
- Bagdatli C., Belliturk K., 2016. Negative Effects of Climate Change in Turkey. Advances in Plants & Agriculture Research, 3 (2): 44–46.
- Bahadır M., 2011. Ege Bölgesi'nde Yağışın Yüzeysel Dağılım Modellemesi. Turkish Studies – International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, 6 (2): 213–228.
- Bahadır M., 2013. Determination of Spatial Changes of Akşehir Lake with Remote Perception Techniques. Marmara Coğrafya Dergisi, 28: 246–275.
- Ball G.H., Hall D.J., 1965. ISODATA: A Novel Analysis Method of Data Analysis and Pattern Classification. Technical Report. Stanford Research Institute, Menlo Park, California, USA.
- Barange M., Bahri T., Beveridge M.C.M., Cochrane K.L., Funge–Smith S., Poulain F. (Eds.), 2018. Impacts of Climate Change on Fisheries and Aquaculture: Synthesis of

- Current Knowledge, Adaptation and Mitigation Options. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. FAO, Rome, Italy. 628 p.
- Barbee M.M., 2012. Shoreline Change at Mañagaha, Saipan. Master of Arts Thesis. University of Hawai'i at Mānoa, USA.
- Baruah P.J., Tamura M., Oki K., Nishimura H., 2001. Neural Network Modeling of Lake Surface Chlorophyll and Sediment Content from Landsat TM Imagery. 22nd Asian Conference on Remote Sensing, Singapore. 2: 911–916.
- Basiouny M.E., El Kafrawy S.B., Ghanem E.A., Taha A.S., 2017. Shoreline Change Rate Detection and Future Prediction Using Remote Sensing and GIS Techniques: A Case Study of Ras EL–Hekma, North Western Coast, Egypt. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 9 (3): 1–14.
- Bates B.C., Chandler R.E., Bowman A.W., 2012. Trend Estimation and Change Point Detection in Individual Climatic Series Using Flexible Regression Methods. *Journal of Geophysical Research*, (117): D16106.
- Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S., Palutikof J.P. (Eds.), 2008. *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 p.
- Battal S., Güllüdere B., Çelik S., Demir N., Koç–San D., 2016. Area and Change Detection of the Lake Eber Using SAR and Multispectral Satellite Images. 6. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. Adana, Türkiye. 423–429.
- Bayram B., Seker D.Z., Acar U., Yuksel Y., Guner H.A.A., Cetin I., 2013. An Integrated Approach to Temporal Monitoring of the Shoreline and Basin of Terkos Lake. *Journal of Coastal Research*, 29 (6): 1427–1435.
- Beaulieu C., Chen J., Sarmiento J.L., 2012. Change–Point Analysis as a Tool to Detect Abrupt Climate Variations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 370: 1228–1249.
- Behling R., Milewski R., Chabrillat S., 2018. Spatiotemporal Shoreline Dynamics of Namibian Coastal Lagoons Derived By a Dense Remote Sensing Time Series Approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 68: 262–271.

- Beklioglu M., Tan C.O., 2008. Restoration of a Shallow Mediterranean Lake by Biomanipulation Complicated by Drought. *Fundamental and Applied Limnology*, 171: 105–118.
- Beklioğlu M., Meerhoff M., Søndergaard M., Jeppesen E., 2011. Eutrophication and Restoration of Shallow Lakes from a Cold Temperate To a Warm Mediterranean and a (Sub) Tropical Climate. In: Ansari, A.A., Gill, S.S., Lanza, G.R. ve Rast, W., Eds. *Eutrophication: Causes, Consequences and Control*. Springer, The Netherlands. 91–108.
- Beklioğlu M., Romo S., Kagalou I., Quintana X., Bécares E., 2007. State of the Art in the Functioning of Shallow Mediterranean Lakes: Workshop Conclusions. *Hydrobiologia*, 584: 317–326.
- Berber S., Kale S., 2018. Comparison of Juvenile *Astacus leptodactylus* Growth Raised in Cages in Rice Fields to other Crayfish Juvenile Growth Studies. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18 (2): 331–341.
- Bergmann K.G.L.C., 1847. About the Relationships between Heat Conservation and Body Size of Animals. *Göttinger Studien*, 1: 595–708.
- Berkes F., 2009. Social Aspects of Fisheries Management. In: Cochrane, K.L. ve Garcia, S.M., Eds. *A Fishery Manager's Guidebook* (2nd ed.) Wiley–Blackwell, West Sussex. 52–74.
- BIO Intelligence Service, 2012. Literature Review on the Potential Climate Change Effects on Drinking Water Resources Across the EU and the Identification of Priorities Among Different Types of Drinking Water Supplies. Final Report. ADWICE Project Prepared for European Commission DG Environment under Contract Number 070326/SER/2011/610284/D1.
- Bickford D., Howard S.D., Ng D.J.J., Sheridan J.A., 2010. Impacts of Climate Change on the Amphibians and Reptiles of Southeast Asia. *Biodiversity and Conservation*, 19: 1043–1062.
- Blasiak R., Spijkers J., Tokunaga K., Pittman J., Yagi N., Österblom H., 2017. Climate Change and Marine Fisheries: Least Developed Countries Top Global Index of Vulnerability. *Plos One*, 12 (6): e0179632.

- Boak E.H., Turner I.L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. *Journal of Coastal Research*, 21 (4): 688–703.
- Box G.E.P., Jenkins G., 1976. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden Day, San Francisco, California, USA. 575 p.
- Boyer T.A., Melstrom R.T., Sanders L.D., 2017. Effects of Climate Variation and Water Levels on Reservoir Recreation. *Lake and Reservoir Management*, 33 (3): 223–233.
- Brander K., 2007. Global Fish Production and Climate Change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104 (50): 19709–19714.
- Brander K., 2010. Impacts of Climate Change on Fisheries. *Journal of Marine Systems*, 79: 389–402.
- Brander K., 2013. Climate and Current Anthropogenic Impacts on Fisheries. *Climatic Change*, 119 (1): 9–21.
- Braud D.H., Feng W., 1998. Semi-Automated Construction of the Louisiana Coastline Digital Land/Water Boundary Using Landsat Thematic Mapper Satellite Imagery. Louisiana Applied Oil Spill Research and Development Program, OSRAPD Technical Report Series, Report No 97–002.
- Breña-Naranjo J.A., Laverde-Barajas M.Á., Pedrozo-Acuña A., 2017. Changes in Pan Evaporation in Mexico from 1961 to 2010. *International Journal of Climatology*, 37 (1): 204–213.
- Brucet S., Dani B., Quintana X.D., Jensen E., Nathansen L.W., Trochine C., Meerhoff M., Gasco S., Jeppesen E., 2010. Factors Influencing Zooplankton Size Structure at Contrasting Temperatures in Coastal Shallow Lakes: Implications for Effects of Climate Change. *Limnology and Oceanography*, 55 (4): 1697–1711.
- Bucak T., 2017. The Impacts of Climate Change and Land Use on the Ecosystem Structure and Services of Lake Beyşehir. PhD Dissertation. Middle East Technical University, Turkey.
- Bucak T., Saraoğlu E., Levi E.E., Tavşanoğlu Ü.N., Çakıroğlu A.İ., Jeppesen E., Beklioğlu M., 2012. The Influence of Water Level on Macrophyte Growth and Trophic

- Interactions in Eutrophic Mediterranean Shallow Lakes: A Mesocosm Experiment with and without Fish. *Freshwater Biology*, 57: 1631–1642.
- Buckley D.J., 1997. *The GIS Primer: An Introduction to Geographic Information Systems*. Innovative GIS Solution Inc. Fort Collins, Colorado, USA. 115 p.
- Buiten H.J., Clevers J.G.P.W. (Eds.), 1993. *Land Observation by Remote Sensing: Theory and Applications*. Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands. 642 p.
- Burden M., Kleisner K., Landman J., Priddle E., Ryan K. (Eds.), 2017. *Workshop Report: Climate-Related Impacts on Fisheries Management and Governance in the North East Atlantic*. 37 p.
- Burn D.H., Hesch N.M., 2006. A Comparison of Trends in Potential and Pan Evaporation for the Canadian Prairies. *Canadian Water Resources Journal*, 31 (3): 173–184.
- Burn D.H., Hesch N.M., 2007. Trends in Evaporation for the Canadian Prairies. *Journal of Hydrology*, 36: 61–73.
- Burrough P.A., 1986. *Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment*. Oxford Science Publications, New York, USA. 193 p.
- Campbell J.B., Wynne R.H., 2011. *Introduction to Remote Sensing (5th ed.)*. The Guilford Press. New York, USA. 667 p.
- Carter V., 1978. *Coastal Wetlands: Role of Remote Sensing*. Symposium on Technical, Environmental, Socioeconomic and Regulatory Aspects of Coastal Zone Management, San Francisco, California, USA. 1261–1284.
- Castañeda C., Herrero J., Casterad M.A., 2005. Landsat Monitoring Of Playa-Lakes in the Spanish Monegros Desert. *Journal of Arid Environments*, 63 (2): 497–516.
- Castelle B., Guillot B., Marieu V., Chaumillon E., Hanquiez V., Bujan S., Poppeschi C., 2018. Spatial and Temporal Patterns of Shoreline Change of a 280-km High-Energy Disrupted Sandy Coast from 1950 to 2014: SW France. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 200: 212–223.

- Cengiz Ö., 2006. Atikhisar Baraj Gölü'nde Tatlısu Kefali (*Leuciscus cephalus* L., 1758) Avcılığında Kullanılan Monofilament Uzatma Ağlarının Seçiciliği. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Cerim H., 2015. Ekosistem Temelli Balıkçılık Yönetimi; Kavramlar ve Uygulama Yöntemleri. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3: 315–328.
- Ceylan M., 2012. Uzaktan Algılama ve CBS İle Kıyı Çizgisi Değişiminin Belirlenmesi: İzmit Körfezi Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Hava Harp Okulu, Türkiye.
- Chand P., Acharya P., 2010. Shoreline Change and Sea Level Rise along Coast of Bhitarkanika Wildlife Sanctuary, Orissa: An Analytical Approach of Remote Sensing and Statistical Techniques. International Journal of Geomatics and Geosciences, 1 (3): 436–455.
- Chattopadhyay N., Hulme M., 1997. Evaporation and Potential Evapotranspiration in India under Conditions of Recent and Future Climate Change. Agricultural and Forest Meteorology, 87 (1): 55–73.
- Chen J., Gupta A.K., 2012. Parametric Statistical Change Point Analysis: With Applications to Genetics, Medicine, and Finance (2nd ed.). Birkhäuser, Boston, USA. 273 p.
- Chen L.C., Rau J.Y., 1998. Detection of Shoreline Changes for Tideland Areas Using Multi-Temporal Satellite Images. International Journal of Remote Sensing, 19 (17): 33–97.
- Chen Y., Xu Z., 2005. Plausible Impact of Global Climate Change on Water Resources in the Tarim River Basin. Science in China Series D: Earth Sciences, 48 (1): 65–73.
- Cheung W.W.L., Lam V.W.Y., Sarmiento J.L., Kearney K., Watson R., Zeller D., Pauly D., 2010. Large-Scale Redistribution of Maximum Fisheries Catch Potential in the Global Ocean under Climate Change. Global Change Biology, 16: 24–35.
- Christensen J.H., Hewitson B., Busuioc A., Chen A., Gao X., Held I., Jones R., Kolli R.K., Kwon W.-T., Laprise R., Magaña Rueda V., Mearns L., Menéndez C.G., Räisänen J., Rinke A., Sarr A., Whetton P., 2007. Regional Climate Projections. In: Solomon, S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. ve Miller H.L., Eds. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of

Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 847–940.

- Christensen J.H., Krishna Kumar K., Aldrian E., An S.–I., Cavalcanti I.F.A., de Castro M., Dong W., Goswami P., Hall A., Kanyanga J.K., Kitoh A., Kossin J., Lau N.–C., Renwick J., Stephenson D.B., Xie S.–P., Zhou T., 2013. Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.–K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. ve Midgley, P.M., Eds. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, USA. 1217–1308.
- Chuvieco E., 2016. Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An Environmental Approach (2nd ed.). CRC Press, Florida, USA. 468 p.
- Cochrane K.L., 2002. A Fishery Manager’s Guidebook – Management Measures and Their Application. Fisheries Technical Paper No. 424. FAO, Rome, Italy. 231 p.
- Cochrane K.L., Garcia S.M. (Eds.), 2009. A Fishery Manager’s Guidebook. (2nd ed.). FAO/Wiley–Blackwell, Chichester, United Kingdom. 536 p.
- Cohen A.S., Gergurich E.L., Kraemer B.M., McGlue M.M., McIntyre P.B., Russel J.M., Simmons J.D., Swarzenski P.W., 2016. Climate Warming Reduces Fish Production and Benthic Habitat in Lake Tanganyika, One of the Most Biodiverse Freshwater Ecosystems. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 113 (34): 9563–9568.
- Cohen S., Ianetz A., Stanhill G., 2002. Evaporative Climate Changes at Bet Dagan, Israel, 1964–1998. Agricultural and Forest Meteorology, 111 (2): 83–91.
- Coops H., Beklioglu M., Crisman T.L., 2003. The Role of Water–Level Fuctuations in Shallow Lake Ecosystems – Work–Shop Conclusions. Hydrobiologia, 506: 23–27.
- Çölkesen İ., Sesli F.A., 2007. Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Zamansal Değişimlerin Bilgi Teknolojileri İle Belirlenmesi: Trabzon Örneği. TMMOB Harita ve Kadastro

- Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. Trabzon, Türkiye. S40.
- Da Silva V.d.P.R., 2004. On Climate Variability in Northeast of Brazil. *Journal of Arid Environments*, 58 (4): 575–596.
- Daban İ.B., Kale S., Yüksek A., Özen Ö., 2013. Çanakkale Boğazı İhtiyoplankton Topluluk Yapısı ve Zamansal Değişimi. 17th National Fisheries Symposium, İstanbul, Turkey. pp. 125.
- Daban İ.B., Kale S., Yüksek A., Özen Ö., 2013. Çanakkale Boğazı Küçük Pelajik Balıkların Yumurta ve Larvalarının Mevsimsel Dağılımı ve Bolluğu. 3. Ulusal Alabalık Sempozyumu, Kastamonu, Türkiye. pp. 35.
- Daufresne M., Lengfellenr K., Sommer U., 2009. Global Warming Benefits the Small in Aquatic Ecosystems. *Proceedings National Academy of Sciences of the United States of America*, 106: 12788–12793.
- Deka J., Tripathi O.M., Khan M.L., 2011. A Multi–Temporal Remote Sensing Approach for Monitoring Changes in Spatial Extent of Freshwater Lake of Deepor Beel Ramsar Site, A Major Wetland of Assam. *Journal of Wetlands Ecology*, 5: 40–47.
- Demir A., 2009. Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1 (2): 37–54.
- Demircan M., Gürkan H., Eskiöğlü O., Arabacı H., Coşkun M., 2017. Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios. *Turkish Journal of Water Science & Management*, 1 (1): 22–43.
- Devine H.A., Field R.C., 1986. The Gist of GIS. *Journal of Forestry*, 84 (8): 17–22.
- Dewi R.S., Bijker W., Stein A., Marfai M.A., 2016. Fuzzy Classification for Shoreline Change Monitoring in a Part of the Northern Coastal Area of Java, Indonesia. *Remote Sensing*, 8 (3): 190.
- Ding Q., Chen X., Hilborn R., Chen Y., 2017. Vulnerability to Impacts of Climate Change on Marine Fisheries and Food Security. *Marine Policy*, 83: 55–61.
- Dixon M.D., Stromberg J.C., Price J.T., Galbraith H., Freimer A.K., Larsen E.W., 2009. Potential Effects of Climate Change on the Upper San Pedro Riparian Ecosystem. In:

- Stromberg, J.C. ve Tellman, B., Eds. Ecology and Conservation of the San Pedro River. University of Arizona Press, Arizona, USA. 57–72.
- Doğan E., Burak S., Akkaya M.A., 2005. Türkiye Kıyıları: Kavramsal Tanımlama–Planlama–Kullanım. Beta Basım Yayınevi, İstanbul, Türkiye. 237 s.
- Doğan İ., 2008. Uzaktan Algılama Verileri İle Kıyı Çizgisi Değişiminin Zamansal Olarak Belirlenmesi: Alaçatı Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Dolan R., Fenster M.S., Holme S.J., 1991. Temporal Analysis of Shoreline Recession and Accretion. Journal of Coastal Research, 7: 723–744.
- Dolan R., Hayden B.P., May P., May S.K., 1980. The Reliability of Shoreline Change Measurements from Aerial Photographs. Shore and Beach, 48 (4): 22–29.
- Downs S.G., Macleod C.L., Lester J.N., 1997. Mercury in Precipitation and Its Relation to Bioaccumulation in Fish: A Literature Review. Water, Air, and Soil Pollution, 108 (1–2): 149–187.
- DSİ, 2018. Atikhisar Barajı. Retrieved May 9, 2018, from <http://barajlar.dsi.gov.tr>
- Dueker K.J., Kjerne D., 1989. Multipurpose Cadastre: Terms and Definitions. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1–12.
- Dulvy N., Reynolds J.D., Pilling G.M., Pinnegar J.K., Scutt Phillips J., Allison E.H., Badjeck M.–C., 2011. Fisheries Management and Governance Challenges in a Climate Change. In: The Economics of Adapting Fisheries to Climate Change. OECD Publishing, Paris, France. 31–88.
- Durdu Ö.F., 2010. Effects of Climate Change on Water Resources of the Büyük Menderes River Basin, Western Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34 (4): 319–332.
- Durduran S.S., 2010. Coastline Change Assessment on Water Reservoirs Located in the Konya Basin Area, Turkey, Using Multitemporal Landsat Imagery. Environmental Monitoring and Assessment, 164 (1–4): 453–461.

- Duru U., 2017. Shoreline change assessment using multi-temporal satellite images: a case study of Lake Sapanca, NW Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189: 385.
- Dügel M., Kazancı N., 2004. Assessment of Water Quality of the Büyük Menderes River (Turkey) By Using Ordination and Classification of Macro Invertebrates and Environmental Variables. *Journal of Freshwater Ecology*, 19 (4): 605–612.
- Ebisuzaki W., 1997. A Method to Estimate the Statistical Significance of a Correlation When the Data Are Serially Correlated. *Journal of Climate*, 10 (9): 2147–2153.
- Eide A., 2017. Climate Change, Fisheries Management and Fishing Aptitude Affecting Spatial and Temporal Distributions of the Barents Sea Cod Fishery. *Ambio*, 46 (Suppl. 3): S387–S399.
- Ejder T., Kale S., Acar S., Hisar O., Mutlu F., 2016a. Restricted Effects of Climate Change on Annual Streamflow of Sarıçay Stream (Çanakkale, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 5 (1): 7–11.
- Ejder T., Kale S., Acar S., Hisar O., Mutlu F., 2016b. Effects of Climate Change on Annual Streamflow of Kocabaş Stream (Çanakkale, Turkey). *Journal of Scientific Research and Reports*, 11 (4): 1–11.
- Ekercin S., 2000. Meriç Nehri Kıyı Çizgisi ve Deltasının Uydu Verileri Yardımı İle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Ekercin S., 2007. Coastline Change Assessment at the Aegean Sea Coasts Turkey Using Multitemporal Landsat Imagery. *Journal of Coastal Research*, 23 (3): 691–698.
- Ekercin S., Örmeci C., 2008. An Assessment of Water Reserve Changes in Salt Lake, Turkey, Through Multi-Temporal LANDSAT Imagery and Real-Time Ground Surveys. *İtüdergisi/d*, 7 (1): 29–40.
- Ekingen G., 2001. Limnoloji. Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Mersin, Türkiye. 208 s.
- El-Asmar H.M., Hereher M.E., El-Kafrawy S.B., 2013. Surface Area Change Detection of the Burullus Lagoon, North of the Nile Delta, Egypt, Using Water Indices: A Remote

- Sensing Approach. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 16: 119–123.
- Engelhard G.H., Righton D.A., Pinnegar J.K., 2014. Climate Change and Fishing: A Century of Shifting Distribution in North Sea Cod. *Global Change Biology*, 20: 2473–2483.
- Ercan T., Satır M., Steinitz G., Dora A., Sarıfakıoğlu E., Adis C., Walter H.–J., Yıldırım T., 1995. Biga Yarımadası İle Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan Adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer Volkanizmasının Özellikleri. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 117: 55–86.
- Erdoğan Ş., 2016. Impacts of Eutrophication and Climate Change on Phytoplankton Community Structure, Size Diversity, and Phytoplankton Based Ecological Status. PhD Dissertation. Middle East Technical University, Turkey.
- Erener A., Sarp G., Shirzad M.R., 2016. Application of Remote Sensing and GIS Technologies to Determine Changes of Reservoir Area in Lake/Dam. *Quaternary Symposium of Turkey, İstanbul, Turkey*. pp. 64.
- Erener A., Shirzad M.R., 2016. Remote Sensing and GIS Application on Change Detection in Coastal Zone of Amu Darya at Emam Sahep District of Kunduz in North of Afghanistan. *36th Asian Conference of Remote Sensing*. Quezon City, Metro Manila, Philippines. 377–384.
- Erener A., Yakar M., 2012. Monitoring Coastline Change Using Remote Sensing and GIS Technologies. *Lecture Notes in Information Technology*, 30: 310–315.
- Erener A., Yakar M., 2015. Uzaktan Algılama ve CBS Tenolojileri İle Kıyı Sınır Değişim Analizi: Meke Gölü Örneği. *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VIII. Teknik Sempozyumu, Konya, Türkiye*. 193–197.
- Ertaç M., Firuzan E., Solum Ş., 2015. Forecasting Istanbul Monthly Temperature by Multivariate Partial Least Square. *Theoretical and Applied Climatology*, 121 (1–2): 253–265.
- FAO, 1997. Fisheries Management. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 4*. FAO, Rome, Italy. 82 p.

- FAO, 2008. Selected Issues in Fisheries and Aquaculture, The State of World Fisheries and Aquaculture, 87–109, FAO, Rome. Retrieved October 12, 2018, from <http://www.fao.org/docrep/pdf/011/i0250e/i0250e02.pdf>
- Fealy R., Sweeney J., 2005. Detection of a Possible Change Point in Atmospheric Variability in the North Atlantic and Its Effect on Scandinavian Glacier Mass Balance. *International Journal of Climatology*, 25 (14): 1819–1833.
- Feyisa G.L., Meilby H., Fensholt R., Proud S.R., 2014. Automated Water Extraction Index: A New Technique for Surface Water Mapping using Landsat Imagery. *Remote Sensing of Environment*, 140: 23–35.
- Ficke A.D., Myrick C.A., Hansen L.J., 2007. Potential Impacts of Global Climate Change on Freshwater Fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17 (4): 581–613.
- Field C., Behrenfeld M., Randerson J., Falkowski P., 1998. Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. *Science*, 281: 237–240.
- Frazier P.S., Page K.J., 2000. Water Body Detection and Delineation with Landsat TM Data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 66: 147–167
- Frihy O.E., Nasr S.M., El Hattab M.M., El Raey M., 1994. Remote Sensing of Beach Erosion along the Rosetta Promontory Northwestern Nile Delta, Egypt. *International Journal of Remote Sensing*, 5: 1649–1660.
- Gaedke U., Seifried A., Adrian R., 2004. Biomass Size Spectra and Plankton Diversity in a Shallow Eutrophic Lake. *International Review of Hydrobiology*, 89: 1–20.
- Gaines S.D., Costello C., Owashi B., Mangin T., Bone J., Molinos J.G., Burden M., Dennis H., Halpern B.S., Kappel C.V., Kleisner K.M., Ovando D., 2018. Improved Fisheries Management Could Offset Many Negative Effects Of Climate Change. *Science Advances*, 4 (8): eaao1378.
- Gao B.C., 1996. NDWI—A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space. *Remote Sensing of Environment*, 58: 257–266.
- Gao P., Mu X.M., Wang F., Li R., 2011. Changes in Streamflow and Sediment Discharge and the Response to Human Activities in the Middle Reaches of the Yellow River. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15: 1–10.

- García-Rubio G., Huntley D., Kingston K., Esteves L., 2009. Shoreline Identification Using Satellite Images. In: Mizuguchi, M. ve Sato, S., Eds. Proceedings of Coastal Dynamics: Impacts of Human Activities on Dynamic Coastal Processes, 117: 1–10.
- García-Rubio G., Huntley D., Russell P., 2015. Evaluating Shoreline Identification Using Optical Satellite Images. *Marine Geology*, 359 (1): 96–105.
- García-Ruiz J.M., López-Moreno J.I., Vicente-Serrano S.M., Lasanta-Martínez T., Beguería S., 2011. Mediterranean Water Resources in a Global Change Scenario. *Earth-Science Reviews*, 105 (3–4): 121–139.
- Garvey J.E., Wright R.A., Stein R.A., Ferry K.H., 2000. Evaluating How Local- and Regional-Scale Processes Interact to Regulate Growth of Age-0 Largemouth Bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129: 1044–1059.
- Gibeaut J.C., Hepner T., Waldinger R., Andrews J., Gutierrez R., Tremblay T.A., Smyth R., Xu L., 2001. Changes in Gulf Shoreline Position, Mustang and North Padre Islands, Texas. A Report of the Texas Coastal Coordination Council pursuant to National Oceanic and Atmospheric Administration Award No. NA97OZ0179. Austin, Texas, USA. 30 p.
- Giorgi F., Lionello P., 2008. Climate Projections for the Mediterranean Region. *Global and Planetary Change*, 63 (2–3): 90–104.
- Gopikrishna B., Deo M.C., 2018. Changes in the Shoreline at Paradip Port, India in Response to Climate Change. *Geomorphology*, 303: 243–255.
- Göncü S., 2005. İklim Değişikliğinin Su Havzalarına Etkisinin HSPF Modeli İle İncelenmesi. Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi, Türkiye.
- Gönener S., Bilgin S., Yiğit Ü., 2006. Balıkçılıkta Akustik Cihazlar ve Uzaktan Algılamanın Kullanımı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/3): 425–429.
- Gözaçan N.M., 2011. Gümüşi Havuz Balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782)'nın Eğirdir Gölü'ndeki Yaşam Alanlarına Ait Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri İle Uzaktan Algılamaya Dayalı Spektral Özelliklerinin İlişkilendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Türkiye.

- Güçlü K., 2010. Muğla Bölgesi Kıyı Değişimlerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafik Bilgi Sistem Teknikleri İle Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi, Türkiye.
- Güney Y., 2012. Çandarlı–Aliağa Arasındaki Kıyı Bölgesinin Jeomorfolojisi ve Kıyı Çizgisindeki Değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Uşak Üniversitesi, Türkiye.
- Güney Y., Polat S., 2015. Uzaktan Algılama Verileri İle Kıyı Çizgisi Değişiminin Belirlenmesi: Aliağa ve Çandarlı Örneği. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 8 (1): 11–17.
- Hamed K.H., Ramachandra Rao A., 1998. A Modified Mann–Kendall Trend Test for Autocorrelated Data. *Journal of Hydrology*, 204 (1–4): 182–196.
- Han S., Xu D., Wang S., 2012. Decreasing Potential Evaporation Trends in China from 1956 to 2005: Accelerated in Regions with Significant Agricultural Influence? *Agricultural and Forest Meteorology*, 154–155: 44–56.
- Handisyde N.T., Ross L.G., Badjeck M–C., Allison E.H., 2006. The Effects of Climate Change on World Aquaculture: A Global Perspective. Stirling Institute of Aquaculture. Final Technical Report, DFID, Stirling. 151 p.
- Havens K., Jeppesen E., 2018. Ecological Responses of Lakes to Climate Change. *Water*, 10: 917.
- Herawati H., Suripin S., Suharyanto S., 2015. Impact of Climate Change on Streamflow in the Tropical Lowland of Kapuas River, West Borneo, Indonesia. *Procedia Engineering*, 125: 185–192.
- Hiddink J.G., Burrows M.T., Molinos J.G., 2015. Temperature Tracking by North Sea Benthic Invertebrates in Response to Climate Change. *Global Change Biology*, 21: 117–129.
- Hisar O., Kale S., Özen Ö., 2015. Sustainability of Effective Use of Water Sources in Turkey. In: Leal Filho, W. ve Sümer, V., Eds. *Sustainable Water Use and Management: Examples of New Approaches and Perspectives*. Springer International Publishing, Switzerland. 205–227.

- Hollowed A.B., Bond N.A., Wilderbuer T.K., Stockhausen W.T., A'mar Z.T., Beamish R.J., Overland J.E., Schirripa M.J., 2009. A framework for Modelling Fish and Shell–Fish Responses to Future Climate Change. *ICES Journal of Marine Science*, 66 (7): 1584–1594.
- Hontela A., Stacey N.E., 1990. Cyprinidae. In: Munro, A.D., Scott, A.P., Lam, T.T., Eds. *Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 53–78.
- Horning N., 2004. Selecting the Appropriate Band Combination for an RGB Image Using Landsat Imagery. Version 1.0. American Museum of Natural History, Center for Biodiversity and Conservation. 14 p. Retrieved May 5, 2017, from <http://biodiversityinformatics.amnh.org>
- Horváth L., 1985. Egg Development (Oogenesis) in the Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). In: Muir, J.F. ve Roberts, R.J., Eds. *Recent Advances in Aquaculture*. Springer, Boston, Massachusetts, USA. 31–77.
- Hossen H., Ibrahim M.G., Mahmud W.E., Negm A., Nadaoka K., Saavedra O., 2018. Forecasting Future Changes in Manzala Lake Surface Area by Considering Variations in Land Use and Land Cover Using Remote Sensing Approach. *Arabian Journal of Geosciences*, 11 (5): 93.
- Hussain M.A., Tajima Y., Gunasekara K., Rana S., Hasan R., 2014. Recent Coastline Changes at the Eastern Part of the Meghna Estuary using PALSAR and Landsat Images. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 20: 012047.
- IBM Corp, 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24. IBM Corp., Armonk, New York, USA.
- IPCC, 2000. Emmission Scenarios: Special Report on Emission Scenarios. In: Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grübler A., Jung, T.Y., Kram, T., La Rovere, E.L., Michaelis, L., Mori, S., Morita, T., Pepper, W., Pitcher, H., Price, L., Riahi, K., Roehrl, A., Rogner, H.–H., Sankovski, A., Schlesinger, M., Shukla, P., Smith, S., Swart, R., van Rooijen, S., Victor, N. ve Dadi, Z., Eds. *A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 509 p.

- IPCC, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. In: Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. ve Johnson, C.A. Eds. *Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 881 p.
- IPCC, 2007a. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. In: Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., Chen, Z., Christ, R., Davidson, O., Hare, W., Huq, S., Karoly, D., Kattsov, V., Kundzewicz, Z., Liu, J., Lohmann, U., Manning, M., Matsuno, T., Menne, B., Metz, B., Mirza, M., Nicholls, N., Nurse, L., Pachauri, R., Palutikof, J., Parry, M., Qin, D., Ravindranath, N., Reisinger, A., Ren, J., Riahi, K., Rosenzweig, C., Rusticucci, M., Schneider, S., Sokona, Y., Solomon, S., Stott, P., Stouffer, R., Sugiyama, T., Swart, R., Tirpak, D., Vogel, C. ve Yohe, G., Eds. *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland. 104 p.
- IPCC, 2007b *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, Jr.H.L. ve Chen, Z., Eds. *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 996 p.
- IPCC, 2007c. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. ve Hanson, C.E., Eds. *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 976 p.
- IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. ve Midgley, P.M., Eds. *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 1535 p.
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. In: Pachauri, R.K., Allen, M.R., Barros, V.R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J.A., Clarke, L., Dahe, Q.,

Dasgupta, P., Dubash, N.K., Edenhofer, O., Elgizouli, I., Field, C.B., Forster, P., Friedlingstein, P., Fuglestvedt, J., Gomez–Echeverri, L., Hallegatte, S., Hegerl, G., Howden, M., Jiang, K., Cisneros, B.J., Kattsov, V., Lee, H., Mach, K.H., Marotzke, J., Mastrandrea, M.D., Meyer, L., Minx, J., Mulugetta, Y., O’Brien, K., Oppenheimer, M., Pereira, J.J., Pichs–Madruga, R., Plattner, G.–K., Pörtner, H.–O., Power, S.B., Preston, B., Ravindranath, N.H., Reisinger, A., Riahi, K., Rusticucci, M., Scholes, R., Seyboth, K., Sokona, Y., Stavins, R., Stocker, T.F., Tschakert, P., van Vuuren, D., van Ypersele, J.–P., Eds. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland. 151 p.

Ipinjolu J.K., Magawata I., Shinkafi B.A., 2014. Potential Impact of Climate Change on Fisheries and Aquaculture in Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 9 (5): 338–344.

Islam M.R., Cansse, T., Islam M.S., Sunny A.R., 2018. Climate Change and Its Impacts: The Case of Coastal Fishing Communities of the Meghna River in South–Central Bangladesh. *International Journal of Marine and Environmental Sciences*, 12 (10): 368–376.

Jackson C.R., Meister R., Prudhomme C., 2011. Modelling the Effects of Climate Change and Its Uncertainty on UK Chalk Groundwater Resources from an Ensemble of Global Climate Model Projections. *Journal of Hydrology*, 399: 12–28.

James F.C., 1970. Geographic Size Variation in Birds and Its Relationship to Climate. *Ecology*, 51: 365–390.

Janssen L.L.F., Weir M.K.C., 2001. Geometric Aspects. In: Janssen, L.L.F. ve Huurneman, G.C., Eds. *Principles of Remote Sensing*. The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, The Netherlands. 252–274.

Jaswal A.K., Prakasa Rao G.S., De U.S., 2008. Spatial and Temporal Characteristics of Evaporation Trends over India 1971–2000. *MAUSAM*, 59 (2): 149–158.

Jeffree R.A., 2009. Ocean Acidification: A Prognosis and Treatment for This Eclipsing Issue in Marine Ecotoxicology. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 5 (1): 173–175.

- Jensen J.R., 2005. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective* (3rd ed.). Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA. 544 p.
- Jeppesen E., Kronvang B., Meerhoff M., Søndergaard M., Hansen K.M., Andersen H.E., Lauridsen T.L., Liboriussen L., Beklioglu M., Ozen A., Olesen J.E., 2009. Climate Change Effects On Runoff, Catchment Phosphorus Loading and Lake Ecological State, and Potential Adaptations. *Journal of Environmental Quality*, 38: 1930–1941.
- Jeppesen E., Meerhoff M., Holmgren K., González–Bergonzoni I., Teixeira–de Mello F., Declerck S.A.J., De Meester L., Søndergaard M., Lauridsen T.L., Bjerring R., Conde–Porcuno J.M., Mazzeo N., Iglesias C., Reizenstein M., Malmquist H., Zhengwen L., Balayla D., Xavier L., 2010. Impacts of Climate Warming On Lake Fish Community Structure and Potential Ecosystem Effects. *Hydrobiologia*, 646: 73–90.
- Jhajharia D., Shrivastava S.K., Sarkar D., Sarkar S., 2009. Temporal Characteristics of Pan Evaporation Trends under the Humid Conditions of Northeast India. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 763–770.
- Ji F., Wu Z., Huang J., Chassignet E.P., 2014. Evolution of Land Surface Air Temperature Trend. *Nature Climate Change*, 4: 462–466.
- Jiao L., Wang D., 2018. Climate Change, the Evaporation Paradox, and Their Effects on Streamflow in Lijiang Watershed. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27 (6): 2585–2591.
- Kaçan E., Ülkü G., Turan F., 2007. Total Pollution Load Discharged to Creeks and River Buyuk Menderes Near Denizli City. *International Congress on River Basin Management*. Antalya, Turkey. 54–63.
- Kadılar C., 2005. *SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş*. Bizim Büro Yayınevi, Ankara, Türkiye. 299 s.
- Kahya E., Kalaycı S., 2004. Trend Analysis of Streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*, 289: 128–144.
- Kale M.M., 2018. Historical Shoreline Change Assessment Using DSAS: A Case Study of Lake Akşehir, SW Turkey. In: Doğan, A. ve Gönüllü, G., Eds. *Current Debates in*

- Sustainable Architecture, Urban Design & Environmental Studies. IJOPEC, London, United Kingdom. 187–196.
- Kale S., 2017a. Climatic Trends in the Temperature of Çanakkale City, Turkey. *Natural and Engineering Sciences*, 2 (3): 14–27.
- Kale S., 2017b. Analysis of Climatic Trends in Evaporation for Çanakkale (Turkey). *Middle East Journal of Science*, 3 (2): 69–82.
- Kale S., Acarlı D., 2017a. Data Models in Geographic Information System (GIS) and Capabilities. XIII. Congress of Ecology and Environment with International Participation. Edirne, Turkey. pp. 775.
- Kale S., Acarlı D., 2017b. Advantages and Disadvantages of Raster and Vector Data Models in Geographic Information System (GIS). XIII. Congress of Ecology and Environment with International Participation. Edirne, Turkey. pp. 776.
- Kale S., Acarlı D., 2017c. Integrating Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing for Monitoring Water Surface Area. International Symposium on GIS Applications in Geography and Geosciences. Çanakkale, Turkey. pp. 316.
- Kale S., Acarlı D., 2017d. Integration of Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) Techniques for Monitoring Shoreline Changes. VIII. International Symposium on Ecology and Environmental Problems. Çanakkale, Turkey. pp. 202.
- Kale S., Acarlı D., 2018. Potential Application of Geographic Information System (GIS) in Reservoir Fisheries. *International Journal of Oceanography & Aquaculture*, 2 (5): 000149.
- Kale S., Altın A., Ayyıldız H., Özen Ö., 2014a. Modeling the Habitat Structure in the Shallow Waters of Gökçeada Using GIS. International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014. Trabzon, Turkey. pp. 391.
- Kale S., Altın A., Ayyıldız H., Özen Ö., 2014b. Modeling The Spatial Distribution of Juvenile Annular Sea Bream (*Diplodus annularis* Linnaeus, 1758) in Relation to Habitat Structure in the Shallow Waters of Gökçeada Using GIS. International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014. Trabzon, Turkey. pp. 392.

- Kale S., Altin A., Ayyildiz H., Özen Ö., 2014c. Modeling the Spatial Distribution of Juvenile Striped Sea Bream (*Lithognathus mormyrus* Linnaeus, 1758) in Relation to Habitat Structure in the Shallow Waters of Gökçeada Using GIS. International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014. Trabzon, Turkey. pp. 126.
- Kale S., Altin A., Ayyildiz H., Özen Ö., 2015a. Spatial Distribution Modelling of Juvenile Common Pandora (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) in Relation to Habitat in the Shallow Waters of Gökçeada Using GIS. 7th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA 2015). Kavala, Greece. 672–680.
- Kale S., Altin A., Ayyildiz H., Özen Ö., 2015b. Spatial Distribution and GIS Modelling of Juvenile Garfish (*Belone belone*, Linnaeus, 1761) with Regard to Habitat in the Shallow Waters of Gökçeada Island (Northern Aegean Sea ,Turkey). International Workshop on Recent Developments in Marine & Environmental Sciences, Sustainable Utilization of Water Resources. Çanakkale, Turkey. pp. 17.
- Kale S., Daban İ.B., Özen Ö., 2012. Modeling of the Impacts of Maritime Industries on Biodiversity Using GIS. Turkish–Japanese Marine Forum – Harmonization of Biodiversity and Marine Industries. Çanakkale, Turkey. pp. 67.
- Kale S., Ejder T., Hisar O., Mutlu F., 2016a. Effect of Climate Change on Annual Streamflow of Bakırçay River. Adıyaman University Journal of Science, 6 (2): 156–176.
- Kale S., Ejder T., Hisar O., Mutlu F., 2016b. Climate Change Impacts On Streamflow of Karamenderes River (Çanakkale, Turkey). Marine Science and Technology Bulletin, 5 (2): 1–6.
- Kale S., Hisar O., Sönmez A.Y., Mutlu F., Filho W.L., 2018. An Assessment of the Effects of Climate Change on Annual Streamflow in Rivers in Western Turkey. International Journal of Global Warming, 15 (2): 190–211.
- Kale S., Özen Ö., 2014a. Visualization of Marine Spatial Data Using GIS. 5th International Symposium on Sustainable Development. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. pp. 133.

- Kale S., Özen Ö., 2014b. GIS: An Important Tool for Visualizing Marine Biodiversity. 5th International Symposium on Sustainable Development. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. pp. 55.
- Kale S., Sönmez A.Y., 2018a. Trend Analysis of Streamflow of Akkaya Stream (Turkey). 1st International Conference on Food, Agriculture and Animal Sciences. Antalya, Turkey. 33–45.
- Kale S., Sönmez A.Y., 2018b. Trend Analysis of Mean Monthly, Seasonally and Annual Streamflow of Daday Stream in Kastamonu, Turkey. Marine Science and Technology Bulletin, 7 (2): 60–67.
- Kang S., Hong S.Y., 2016. Assessing Seasonal and Inter–Annual Variations of Lake Surface Areas in Mongolia during 2000–2011 Using Minimum Composite MODIS NDVI. Plos One, 11 (3): e0151395.
- Kannan R., Kanungo A., Murthy M.V.R., 2016. Detection of Shoreline Changes Visakhapatnam Coast, Andhra Pradesh from Multi–Temporal Satellite Images. Journal of Remote Sensing & GIS, 5 (1): 1000157.
- Karabulut M., Ceylan N., 2006. Uzaktan Algılama Yoluyla Yapılan Su Kalitesi Araştırmalarında Zemin Özelliklerinin Yansıma Değerleri Üzerine Etkisi. 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri. İstanbul, Türkiye. 1–5.
- Karabulut M., Gürbüz M., Korkmaz H., 2008. Precipitation and Temperature Trend Analyses in Samsun. Journal of International Environmental Application & Science, 35: 399–408.
- Kaya H., 2007. Atikhisar Barajı ve Sarıçay’da Pestisit ve Eysel Kirliliğin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Kaya H., Selvi K., Akbulut M., Duysak M., Aydın F., 2013. Kirliliği ve Temiz Bölgelerden Toplanan *Dreissena polymorpha* Bireylerinde Ağır Metal Birikimi ve Oksidatif Stres Duyarlılığının Belirlenmesi. Menba Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2: 9–14.
- Kaya İ., 2016. Temporal Coastal Erosion Changes Analysis Using Remote Sensing in Northern Terkos Lake. Master of Science Thesis. Boğaziçi University, Turkey.

- Kayhan F.E., Kaymak G., Tartar Ş., Akbulut C., Esmer H.E., Yön Ertuğ N.Z., 2015. Küresel Isınmanın Balıklar ve Deniz Ekosistemleri Üzerine Etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 31 (3): 128–134.
- Kaynak T., Çiçekli S.Y., Kesikoğlu M.H., 2018. Determination of Coastline Changes at Kozan Dam Lake by Using Artificial Neural Networks Method. International Conference on Advance Technologies, Computer Engineering and Science. Karabük, Turkey. pp. 587–591.
- Kelley G.W., Hobgood J.S., Bedford K.W., Schwab D.J., 1998. Generation of three-dimensional lake model forecasts for Lake Erie. *Weather and Forecasting*, 13 (3): 305–315.
- Kendall M.G., 1955. *Rank Correlation Methods*. (2nd ed.). C. Griffin Co. & Publishing, Michigan, USA. 196 p.
- Kesikoglu M.H., Cicekli S.Y., Kaynak T., Ozkan C., 2017. The Determination of Coastline Changes using Artificial Neural Networks in Yamula Dam Lake, Turkey. 8th International Conference on Information Technology. Amman, Jordan. 737–740.
- Kılar H., Çiçek İ., 2018. Göksu Deltası Kıyı Çizgisi Değişiminin DSAS Aracı ile Belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16 (1): 89–104.
- Kılıç A., 2006. *Uydu Görüntüleri İle Arazi Kullanımı ve Değişikliğinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- King M., 2007. *Fisheries Biology, Assessment and Management*. (2nd ed.). Wiley–Blackwell, Oxford, United Kingdom. 400 p.
- Kingsolver J.G., Huey R.B., 2008. Size, Temperature, and Fitness: Three Rules. *Evolutionary Ecological Research*, 10: 251–268.
- Kleypas J.A., Feely R.A., Fabry V.J., Langdon C., Sabine C.L., Robbins L.L., 2006. *Impacts of Ocean Acidification on Coral Reefs and Other Marine Calcifiers: A Guide for Future Research*. Workshop Report. 88 p.
- Koca N., 2005. Atikhisar Barajı'nın (Çanakkale) Çevresel ve Ekonomik Etkileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14: 209–234.

- Kocababa S., 2017. Uydu Görüntüleri İle Kıyı Çizgisi Değişimi ve Risk Analizi: Konyaaltı Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye.
- Koç T., 2001. Kuzeybatı Anadolu'da İklim ve Ortam: Sinoptik, İstatistik ve Uygulama Boyutlarıyla. Çantay, İstanbul, Türkiye. 372 s.
- Koç T., 2007. Sustainable Usage Problems of Atikhisar Dam Basin (Çanakkale). International Congress on River Basin Management. Antalya, Turkey. 815–827.
- Koçman A., Sütgibi S., 2012. Hydrographic/Hydrologic Characteristics of Gediz River Basin in the Context of the Environmental Components: Problems and Suggestions. Eastern Geographical Review, 28: 155–174.
- Köle M.M., Ataoğlu M., Erkal T., 2016. Spatial Changes of Eber and Akşehir Lakes between 1990 and 2016. International Geography Symposium. Ankara, Turkey. 859–872.
- Kuleli T., 2010. Quantitative Analysis of Shoreline Changes at the Mediterranean Coast in Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 167: 387–397.
- Kuleli T., Guneroglu A., Karsli F., Dihkan M., 2011. Automatic Detection of Shoreline Change on Coastal Ramsar Wetlands of Turkey. Ocean Engineering, 38: 1141–1149.
- Kumaravel S., Ramkumar T., Gurunanam B., Suresh M., Dharanirajan K., 2013. An Application of Remote Sensing and GIS Based Shoreline Change Studies – A Case Study in the Cuddalore District, East Coast of Tamilnadu, South India. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 2 (4): 211–215.
- Kurar H., Aygün M.T., 1992. Haliç ve İstanbul Boğazı Su Kirliliğinin Uydu Verileriyle İzlenmesi. Ekoloji, 1 (4): 6–10.
- Kurt S., 2009. Coastline Changes and Their Implications for Land Use in Coastal Region of İstanbul between 1987 and 2000. Master of Arts Thesis. Fatih University, Turkey.
- Lam P.T., 2006. Status of Capture Fisheries Activities and Management in Tri An Reservoir, Vietnam. Master of Science Thesis. University of Tromsø, Norway.
- Lam V.W.Y., Cheung W.W.L., Reygondeau G., Sumaila U.R., 2016. Projected Change in Global Fisheries Revenues under Climate Change. Scientific Reports, 6: 32607.

- Lan P.T., Son T.S., Gunasekara K., Nhan N.T., Hien L.P., 2013. Application of Remote Sensing and GIS Technology for Monitoring Coastal Changes in Estuary Area of the Red River System, Vietnam. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 31 (6–2): 529–538.
- Leal Filho W., 2012. *Climate Change and the Sustainable Use of Water Resources*. Springer–Verlag Berlin Heidelberg, Heidelberg, Germany. 823 p.
- Lehmann E.L., 1975. *Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks*. Holden Day, San Francisco, California, USA. 457 p.
- Lehodey P., Alheit J., Barange M., Baumgartner T., Beaugrand G., Drinkwater K., Fromentin J., Hare S.R., Ottersen G., Perry R.I., Roy C., van der Lingen C.D., Werner F., 2006. Climate Variability, Fish, and Fisheries. *Journal of Climate*, 19 (20): 5009–5030.
- Lewis C.D., 1982. *Industrial and Business Forecasting Methods: A Practical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting*. Butterworth Scientific, London, United Kingdom. 143 p.
- Li Y., Cai W., Campbell E., 2005. Statistical Modeling of Extreme Rainfall in Southwest Western Australia. *Journal of Climate*, 18 (6): 852–863.
- Lillesand T., Kiefer R.W., Chipman J., 2015. *Remote Sensing and Image Interpretation* (7th ed.). Wiley, USA. 736 p.
- Limjirakan S., Limsakul A., 2012. Observed Trends in Surface Air Temperatures and Their Extremes in Thailand from 1970 to 2009. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 90 (5): 647–662.
- Lipakis M., Chrysoulakis N., Kamarianakis Y., 2008. Shoreline Extraction Using Satellite Imagery. In: Pranzini, E. ve Wetzel, L., Eds. *Beach Erosion Monitoring Results from BEACHMED–e/OpTIMAL Project*. Nuova Grafica Fiorentina, Florence, 87–95.
- Litchman E., Klausmeier C.A., 2008. Trait–Based Community Ecology of Phytoplankton. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 39: 615–639.

- Litchman E., Klausmeier C.A., Schofield O.M., Falkowski P.G., 2007. The Role of Phytoplankton Functional Traits Instructing Phytoplankton Communities: Scaling From Cellular to Ecosystem Level. *Ecological Letters*, 10: 1170–1181.
- Litchman E., Klausmeier C.A., Yoshiyama K., 2009. Contrasting Size Evolution in Marine and Freshwater Diatoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106: 2665–2670.
- Litchman E., Pinto P.T., Klausmeier C.A., Thomas M.K., Yoshiyama K., 2010. Linking Traits to Species Diversity and Community Structure in Phytoplankton. *Hydrobiologia*, 653: 15–28.
- Liu B., Xu M., Henderson M., Gong W., 2004. A Spatial Analysis of Pan Evaporation Trends in China, 1955–2000. *Journal of Geophysical Research*, 109 (D15102): 1–9.
- Liu Y., Yue H., 2017. Estimating the Fluctuation of Lake Hulun, China, during 1975–2015 from Satellite Altimetry Data. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189 (12): 630.
- Lynch A.J., Myers B.J.E., Chu C., Eby L.A., Falke J.A., Kovach R.P., Krabbenhoft T.J., Kwak T.J., Lyons J., Paukert C.P., Whitney J.E., 2016. Climate Change Effects on North American Inland Fish Populations and Assemblages. *Fisheries*, 41 (7): 346–361.
- Lynch A.J., Varela–Acevedo E., Taylor W.W., 2015. The Need for Decision–Support Tools for a Changing Climate: Application to Inland Fisheries Management. *Fisheries Management and Ecology*, 22 (1): 14–24.
- MacKenzie B.R., Meier H.E.M., Lindegren M., Neuenfeldt S., Eero M., Blenckner T., Tomczak M.T., Niiranen S., 2012. Impact of Climate Change on Fish Population Dynamics in the Baltic Sea: A Dynamical Downscaling Investigation. *Ambio*, 41: 626–636.
- Mahapatra M., Ratheesh S., Rajawat A.S., 2013. Shoreline Change Monitoring Along the South Gujarat Coast Using Remote Sensing and GIS Techniques. *International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences*, 3 (2): 115–120.

- Makino M., Sakurai Y., 2012. Adaptation to Climate–Change Effects on Fisheries in the Shiretoko World Natural Heritage Area, Japan. *ICES Journal of Marine Science*, 69 (7): 1134–1140.
- Manavalan P., Sathyanath P., Rajegowda G.L., 1993. Digital Image Analysis Techniques to Estimate Waterspread for Capacity Evaluations of Reservoirs. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 59 (9): 1389–1395.
- Mann H.B., 1945. Nonparametric Tests against Trend. *Econometrica*, 13 (3): 245–259.
- Matias D., 2017. Climate Change: Hyperactive Oysters and Stressed Carps. Retrieved January 21, 2018, from <https://www.cen.uni-hamburg.de/en/about-cen/news/2017-09-14-klimawandel-hyperaktive-austern-und-gestresste-karpfen.html>
- Mavruk S., Avşar D., 2007. Lesepsiye Balıkların Akdeniz Ekosistemine Etkileri. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 5–8: 380–386.
- Mboya O.T., 2013. Effects of Weather and Climate Variability on Fishing Activities and Fishers' Adaptive Capacity in Mbita Division – Homa Bay County, Kenya. Master of Arts Thesis. Kenyatta University, Kenya.
- McCarthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., Dokken D.J., White K.S. (Eds.), 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 1032 p.
- McFeeters S.K., 1996. The Use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Features. *International Journal of Remote Sensing*, 17: 1425–1432.
- McVicar T.R., Roderick M.L., 2010. Atmospheric Science: Winds of Change. *Nature Geoscience*, 3 (11): 747–748.
- McVicar T.R., Roderick M.L., Donohue R.J., Li L.T., Van Niel T.G., Thomas A., Grieser J., Jhajharia D., Himri Y., Mahowald N.M., Mescherskaya A.V., Kruger A.C., Rehman S., Dinpashoh Y., 2012. Global Review and Synthesis of Trends in Observed Terrestrial Near–surface Wind Speeds: Implications for Evaporation. *Journal of Hydrology*, 416–417: 182–205.

- Meerhoff M., Teixeira-de Mello F., Kruk C., Alonso C., González-Bergonzoni I., Pacheco J.P., Lacerot G., Arim M., Beklioğlu M., Brucet S., Goyenola G., Iglesias C., 2012. Environmental Warming in Shallow Lakes: A Review of Potential Changes in Community Structure as Evidenced from Space-for-Time Substitution Approaches. *Advances in Ecological Research*, 46: 259–349.
- MINITAB, 2017. Minitab v18.1 Statistical Software. Minitab, Inc., State College, Pennsylvania, USA.
- Millien V., Lyons S.K., Olson L., Smith F.A., Wilson A.B., Yom-Tov Y., 2006. Ecotypic Variation in the Context of Global Climate Change: Revisiting the Rules. *Ecology Letters*, 9: 853–869.
- Miroğlu A., 2011. Küresel Isınma ve Balıkçılık. *Ordu Üniversitesi Mavi Yaşam Araştırma ve Haber Bülteni*, 4: 1–4.
- Mitchell J.M., Dzerdzeevskii B., Flohn H., Hofmeyr W.L., Lamb H.H., Rao K.N., Wallén C.C., 1966. Climatic Change: Report of a Working Group of the Commission for Climatology. Technical Note No. 79. WMO No. 195. TP. 100. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. 79 p.
- Mohsen A., Elshemy M., Zeidan B.A., 2018. Change Detection for Lake Burullus, Egypt Using Remote Sensing and GIS Approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (31): 30763–30771.
- Mol S., Doğruyol H., 2012. İklim Değişikliğinin Su Ürünlerine ve Tüketimine Etkisi. *Journal of FisheriesSciences.com*, 6 (4): 341–356.
- Monnereau I., Mahon R., McConney P., Nurse L., Turner R., Vallès H., 2015. Vulnerability of the Fisheries Sector to Climate Change Impacts in Small Island Developing States and the Wider Caribbean. CERMES Technical Report No. 77. Centre for Resource Management and Environmental Studies, University of the West Indies, Cave Hill, Barbados. 81 p.
- Moonen A.C., Ercoli L., Mariotti M., Masoni A., 2002. Climate Change in Italy Indicated by Agrometeorological Indices Over 122 Years. *Agricultural and Forest Meteorology*, 111 (1): 13–27.

- Morton R.A., 1991. Accurate Shoreline Mapping: Past, Present, and Future. Specialty Conference on Quantitative Approaches to Coastal Sediment Processes. Seattle, Washington, USA. 997–1010.
- Moses B.S., Udoidiong O.M., Okaon A.O., 2002. A Statistical Survey of the Artisanal Fisheries of South–Eastern Nigeria and the Influence of Hydroclimatic Factors on Catch and Resource Productivity. *Fisheries Research*, 57 (3): 267–278.
- Moss B., 2009. *Ecology of Freshwaters: Man and Medium, Past to Future* (3rd ed.). Blackwell Publishing, Oxford, United Kingdom. 572 p.
- Moss R.H., Babiker M., Brinkman S., Calvo E., Carter T., Edmonds J., Elgizouli I., Emori S., Erda L., Hibbard K., Jones R., Kainuma M., Kelleher J., Lamarque J.F., Manning M., Matthews B., Meehl J., Meyer L., Mitchell J., Nakicenovic N., O’Neill B., Pichs R., Riahi K., Rose S., Runci P., Stouffer R., van Vuuren D., Weyant J., Wilbanks T., van Ypersele J.P., Zurek M., 2008. Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies. Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting Report. IPCC, Geneva, Switzerland. 132 p.
- Moss R.H., Edmonds J.A., Hibbard K.A., Manning M.R., Rose S.K., van Vuuren D.P., Carter T.R., Emori S., Kainuma M., Kram T., Meehl G.A., Mitchell J.F.B., Nakicenovic N., Riahi K., Smith S.J., Stouffer R.J., Thomson A.M., Weyant J.P., Wilbanks T.J., 2010. The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment. *Nature*, 463 (7282): 747–756.
- Mu X., Zhang L., McVicar T.R., Chille B., Gau P., 2007. Analysis of the Impact of Conservation Measures on Stream Flow Regime in Catchments of the Loess Plateau, China. *Hydrological Processes*, 21: 2124–2134.
- Mukherjee K., Pal S., Mukhopadhyay M., 2018. Impact of Flood and Seasonality on Wetland Changing Trends in the Diara Region of West Bengal, India. *Spatial Information Research*, 26 (4): 357–367.
- Muslim A.M., Ismail K.I., Khalil I., Razman N., Zain K., 2011. Detection of Shoreline Changes at Kuala Terengganu, Malaysia from Multi–Temporal Satellite Sensor Imagery. 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment. Sydney, Australia. 10–15.

- Nath S.S., Bolte J.P., Ross L.G., Aguilar–Manjarrez J., 2000. Applications of Geographical Information Systems (GIS) for Spatial Decision Support in Aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 23 (1–3): 223–278.
- Nathanael S., Edirisinghe U., 2001. Abundance and Aspects of the Reproductive Biology of Common Carp *Cyprinus carpio* in an Upland Reservoir in Sri Lanka. *Asian Fisheries Science*, 14: 343–351.
- Niya A.K., Alesheikh A.A., Soltanpor M., Kheirkhahzarkesh M.M., 2013. Shoreline Change Mapping Using Remote Sensing and GIS: Case Study: Bushehr Province. *International Journal of Remote Sensing Applications*, 3 (3): 102–107.
- Norcross B.L., Brown E.D., Foy R.J., Frandsen M., Gay S.M., Kline T.C., Mason D.M., Patrick E.V., Paul A.J., Stokesbury K.D.E., 2001. A Synthesis of the Life History and Ecology of Juvenile Pacific Herring in Prince William Sound, Alaska. *Fisheries Oceanography*, 10: 42–57.
- Oguntunde P.G., Friesen J., Nick v.d.G., Savenije H.H.G., 2006. Hydroclimatology of the Volta River Basin in West Africa: Trends and Variability from 1901 to 2002. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 31 (18): 1180–1188.
- Okkan U., Karakan E., 2016. İklim Değişikliğinin İkizcetepeler Barajı Akımlarına Etkilerinin Modellenmesi: 2015–2030 Projeksiyonu. *Teknik Dergi*, 27 (2): 7379–7401.
- Olgun A., 2012. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemiyle Göksu Deltası Kıyı Çizgisi Değişiminin İzlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Ormeci C., Ekercin S., 2007. An Assessment of Water Reserve Changes in Salt Lake, Turkey, Through Multi–Temporal Landsat Imagery and Real–Time Ground Surveys. *Hydrological Processes*, 21 (11): 1424–1435.
- Ozdogan M., Salvucci G.D., 2004. Irrigation–induced Changes in Potential Evapotranspiration in Southeastern Turkey: Test and Application of Bouchet’s Complementary Hypothesis. *Water Resources Research*, 40 (W04301): 1–12.

- Ozekinci U., Altinagac U., Ayaz A., Cengiz O., 2007. Monofilament Gillnet Selectivity Parameters for European Chub (*Leuciscus cephalus* L.1758) in Atikhisar Reservoir, Canakkale, Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (8): 1305–1308.
- Ozen O., 1997. Crappie Population Characteristics in Six Alabama Reservoirs. Master of Science Thesis. Auburn University, Alabama, USA.
- Ozen O., 2002. Population Dynamics of Largemouth Bass in Lucchetti Reservoir, Puerto Rico. PhD Dissertation. North Carolina State University, North Carolina, USA.
- Ozen O., Noble R.L., 2005. Relationship between Largemouth Bass Recruitment and Water Level Dynamics in a Puerto Rico Reservoir. *Lake and Reservoir Management*, 21 (1): 89–95.
- Ozesmi S., Bauer M., 2002. Satellite Remote Sensing of Wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, 10 (5): 381–402.
- Ozkul S., 2009. Assessment of Climate Change Effects in Aegean River Basins: The Case of Gediz and Buyuk Menderes Basins. *Climatic Change*, 97 (1–2): 253–283.
- Özdemir E., Altındağ A., 2009. The Impact of Global Warming on Aquatic Life. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1 (1): 7–15.
- Özelkan E., Karaman M., 2018. Baraj Göllerindeki Meteorolojik ve Hidrolojik Kuraklığın Etkisinin Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri İle Analizi: Atikhisar Barajı (Çanakkale) Örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7 (2): 1023–1037.
- Özen A., Karapınar B., Küçük I., Jeppesen E., Beklioğlu M., 2010. Drought–Induced Changes in Nutrient Concentrations and Retention in Two Shallow Mediterranean Lakes Subjected to Different Degrees of Management. *Hydrobiologia*, 646 (1): 61–72.
- Özkan K., Jeppesen E., Johansson L.S., Beklioglu M., 2010. The Response of Periphyton and Submerged Macrophytes to Nitrogen and Phosphorus Loading in Shallow Warm Lakes: A Mesocosm Experiment. *Freshwater Biology*, 55: 463–475.

- Özkul S., Fıstıkoğlu O., Harmancıoğlu N., 2008. Evaluation of Climate Change Effects on Water Resources in The Case of Gediz and Büyük Menderes River Basins. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi. Ankara, Turkey. 309–322.
- Özpolat E., 2016. Seyhan Deltası'nda Kıyı Çizgisi Değişimleri (1950–2013). Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Türkiye.
- Özpolat E., Demir T., 2014. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Kıyı Çizgisi Değişimi Belirleme: Seyhan Deltası. XVI. Akademik Bilişim Konferansı. Mersin, Türkiye. 111–116.
- Özşahin E., 2011. Gölbaşı (Balık) Gölü'nde (Hatay) Meydana Gelen Değişimin Coğrafi Analizi. Turkish Studies – International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, 6 (1): 1604–1621.
- Öztürk D., Sesli F.A., 2015. Kızılırmak Lagünlerinin Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Değişimlerin Analizi. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VIII. Teknik Sempozyumu. Konya, Türkiye. 60–66.
- Öztürk K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22 (1): 47–65.
- Palmer M.A., Liermann C.A.R., Nilsson C., Flörke M., Alcamo J., Lake P.S., Bond N., 2008. Climate Change and The World's River Basins: Anticipating Management Options. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6 (2): 81–89.
- Patrick A.E.S., 2016. Influence of Rainfall and Water Level on Inland Fisheries Production: A Review. *Archives of Applied Science Research*, 8 (6): 44–51.
- Paukert C.P., Lynch A.J., Beard Jr.T.D., Chen Y., Cooke S.J., Cooperman M.S., Cowx I.G., Ibengwe L., Infante D.M., Myers B.J.E., Nguyen H.P., Winfield I.J., 2017. Designing a Global Assessment of Climate Change on Inland Fishes and Fisheries: Knowns and Needs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27 (2): 393–409.
- Pauly D., Cheung W.W.L., 2018. Sound Physiological Knowledge and Principles in Modeling Shrinking of Fishes under Climate Change. *Global Change Biology*, 24 (1): e15–e26.

- Peterson T.C., Golubev V.S., Groisman P.Y., 1995. Evaporation Losing Its Strength. *Nature*, 377: 687–688.
- Pettitt A.N., 1979. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 28 (2): 126–135.
- Ploug H., Stolte W., Epping E.H.G., Jorgensen B.B., 1999. Diffusive Boundary Layers Photosynthesis, and Respiration of the Colony-Forming Plankton Algae, *Phaeocystis* sp. *Limnology and Oceanography*, 44: 1949–1958.
- Plumer B., 2014. 35.000 Walruses Are Swarming Alaska's Shore — because Their Sea Ice Is Vanishing. Retrieved November 13, 2017, from <https://www.vox.com/2014/10/1/6880033/walruses-alaska-melting-sea-ice>
- Pohlert T., 2017. Trend: Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection, R package version 0.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=trend>.
- Poornima K.V., Chinthaparthi S., 2014. Detection and Future Prediction of Coastal Changes in Chennai Using Remote Sensing and GIS Techniques. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3 (2): 9456–9462.
- Prakash A., 2011. Radiometric Aspects. In: Janssen, L.L.F ve Huurneman, G.C., Eds. *Principles of Remote Sensing. The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, The Netherlands*. 235–251.
- Pumo D., Caracciolo D., Viola F., Noto L.V., 2016. Climate Change Effects on the Hydrological Regime of Small Non-Perennial River Basins. *Science of the Total Environment*, 542, Part A: 76–92.
- Qiao G., Mi H., Wang W., Tong X., Li Z., Li T., Liu S., Hong Y., 2018. 55-year (1960–2015) Spatiotemporal Shoreline Change Analysis using Historical DISP and Landsat Time Series Data in Shanghai. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 68: 238–251.
- Quéro J.C., Du Buit M.H., Vayne J.J., 1998. Les Observations de Poissons Tropicaux et le Réchauffement des Eaux Dans L'atlantique Européen. *Oceanologica Acta*, 21: 345–351.

- R Core Team, 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> version (07/2017).
- Radziejewski M., Bardossy A., Kundzewicz Z.W., 2000. Detection of Change in River Flow using Phase Randomization. *Hydrological Sciences Journal*, 45 (4): 547–558.
- Ragab R., Prudhomme C., 2002. Climate Change and Water Resources Management in Arid and Semi-arid Regions: Prospective and Challenges for the 21st Century. *Biosystems Engineering*, 81 (1): 3–34.
- Rashid S.N., 2016. Change Detection Analysis of Dukan Dam Surface Area from (2000–2016) in Sulaimaniyah, Iraq, Using Remote Sensing and GIS. Master of Science Thesis. Bingöl University, Turkey.
- Ray S.S., 2012. Basics of Remote Sensing. Retrieved October 15, 2017, from <https://ncfc.gov.in/publications.html>
- Reis S., Ekercin S., Nisançı R., Atasoy M., 2009. Doğu Karadeniz Kıyı Çizgisindeki Değişimin Çok Zamanlı Landsat Uydu Görüntüleri İle Analizi. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği V. Teknik Sempozyumu. Ankara, Türkiye.
- Reis S., Yılmaz H.M., 2008. Temporal Monitoring of Water Level Changes in Seyfe Lake Using Remote Sensing. *Hydrological Processes*, 22 (22): 4448–4454.
- Rigosi A., Carey C.C., Ibelings B.W., Brookes J.D., 2014. The Interaction between Climate Warming and Eutrophication to Promote Cyanobacteria is Dependent on Trophic State and Varies among Taxa. *Limnology and Oceanography*, 59: 99–114.
- Rijnsdorp A.D., Peck M.A., Engelhard G.H., Möllmann C., Pinnegar J.K. (Eds.), 2010. Resolving Climate Impacts on Fish Stocks. ICES Cooperative Research Report No. 301. 371 p.
- Roderick M.L., Farquhar G.D., 2004. Change in Australian Pan Evaporation from 1970 to 2002. *International Journal of Climatology*, 24 (9): 1077–1099.
- Roderick M.L., Farquhar G.D., 2005. Changes in New Zealand Pan Evaporation since the 1970s. *International Journal of Climatology*, 25 (15): 2031–2039.

- Rose G.A., 2005. On Distributional Responses of North Atlantic Fish to Climate Change. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 1360–1374.
- Roy S., Mahapatra M., Chakraborty A., 2018. Shoreline Change Detection along the Coast of Odisha, India Using Digital Shoreline Analysis System. *Spatial Information Research*, 26 (5): 563–571
- Sabins F.F., 2007. *Remote Sensing: Principles and Interpretation* (3rd ed.). Waveland Press, Illinois, USA. 512 p.
- Sağlam N.E., Düzgüneş E., Balık İ., 2008. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25 (1): 89–94.
- Salarijazi M., Akhond–Ali A.–M., Adib A., Daneshkhah A., 2012. Trend and Change–point Detection for the Annual Stream–flow Series of the Karun River at the Ahvaz Hydrometric Station. *African Journal of Agricultural Research*, 7 (32): 4540–4552.
- Sarı M. (Ed.), 2016. *Balıkçılık Yöneticisinin El Kitabı*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, Türkiye. 516 s.
- Sarı M., 2015. *Balıkçılık Yönetimi*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, Türkiye. 200 s.
- Sarı M., Arabacı M., Güllü K., Güven B., 2001. Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Balıkçılık Bilgi Sistemi Kurulması: Van Gölü Örnek Alan Çalışması. *Tübitak Projesi Sonuç Raporu*. 58 s.
- Sarı M., İpek S., 1997. Uydu Fotoğraflarından Yararlanarak Van Gölü’nde Yeni Balıkçılık Alanlarının Tespiti Üzerine Bir Ön Çalışma. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. Eğirdir, Isparta, Türkiye. 673–682.
- Sarp G., Ozcelik M., 2017. Water Body Extraction and Change Detection Using Time Series: A Case Study of Lake Burdur, Turkey. *Journal of Taibah University for Science*, 11 (3): 381–391.
- Saya M., 2016. Küresel İklim Değişikliğinin Sektörel Düzeyde ve Türkiye Tarım Sektörü Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Türkiye.
- Schiedek D., Sundelin B., Readman J.W., Macdonald R.W., 2007. Interactions between Climate Change and Contaminants. *Marine Pollution Bulletin*, 54: 1845–1856.

- Scott D.B., 2005. Coastal Changes, Rapid. In: Schwartz, M.L., Ed. Encyclopedia of Coastal Sciences. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 253–255.
- Selvi K., Kaya H., 2013. Determination of Certain Metals in Tissues of Pike (*Esox lucius* L, 1758) Caught from Atikhisar Reservoir, Çanakkale. Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 25: 23–28.
- Selvi K., Kaya H., Akbulut M., Tulgar A., 2015. Comparison of Heavy Metal Concentrations on European Chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) from Sarıçay Creek and Atikhisar Reservoir (Çanakkale – Turkey). Fresenius Environmental Bulletin, 24 (2): 445–450.
- Sener E., Davraz A., Sener S., 2010. Investigation of Aksehir and Eber Lakes (SW Turkey) Coastline Change with Multitemporal Satellite Images. Water Resources Management, 24 (4): 727–745.
- Sensoy S., Demircan M., Alan I., 2008. Trends in Turkey Climate Extreme Indices from 1971 to 2004. Third International Scientific Conference on Water Observation and Information Systems for Decision Support. Ohrid, Macedonia. 1–9.
- Sesli F.A., Karsli F., Colkesen I., Akyol N., 2009. Monitoring the Changing Position of Coastlines Using Aerial and Satellite Image Data: An Example from the Eastern Coast of Trabzon, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 153 (1–4): 391–403.
- Sesören A., 1999. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar. Mert Matbaacılık, İstanbul, Türkiye. 126 s.
- Shang E.H.H., Wu R.S.S., 2004. Aquatic Hypoxia is a Teratogen and Affects Fish Embryonic Development. Environmental Science and Technology, 38 (18): 4763–4767.
- Sharma A.P., Joshi K.D., Naskar M., Das M.K., 2015. Inland Fisheries & Climate Change: Vulnerability and Adaptation Options. Indian Council of Agricultural Research–Central Inland Fisheries Research Institute (ICAR–CIFRI) Special Publication, Policy Paper No.: NICRA/Policy/2015–16/1.
- Shea K.M., Truckner R.T., Weber R.W., Peden D.B., 2008. Climate Change and Allergic Disease. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 122 (3): 443–453.

- Shen L., Li C., 2010. Water Body Extraction from Landsat ETM+ Imagery Using Adaboost Algorithm. 18th International Conference on Geoinformatics. Beijing, China. 1–4.
- Sheridan J.A., Bickford D., 2011. Shrinking Body Size as an Ecological Response to Climate Change. *Nature Climate Change*, 1: 401–406.
- Sherwood T.K., Pigford R.L., Wilke C.R., 1975. *Mass Transfer*. McGraw–Hill Publishing, New York, USA. 264 p.
- Shiklomanov I.A., 1993. World Fresh Water Resources. In: Gleick, P.H., Ed. *Water Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press, New York, USA. 13–24.
- Shresta R., Di L., 2013. Land/Water Detection and Delineation with Landsat Data using Matlab/ENVI. Second International Conference on Agro–Geoinformatics. Fairfax, Virginia, USA. 211–214.
- Sidle R.C., Ziegler A.D., Vogler J.B., 2007. Contemporary Changes in Open Water Surface Area of Lake Inle, Myanmar. *Sustainable Science*, 2 (1): 55–65.
- Sneyers R., 1990. *On the Statistical Analysis of Series of Observations*. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. 192 p.
- Sonmez O., Demir F., Dogan E., 2017. İklim Değişikliğinin Yalova Gökçe Barajı Su Seviyesine Etkisi. 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science. Baku, Azerbaijan. 1082–1090.
- Sönmez A.Y., Kale S., 2019. Climate Change Effects on Annual Streamflow of Filyos River (Turkey). *Water and Climate Change*, (*In Press*). doi: 10.2166/wcc.2018.060
- Star J.L., Estes J.E., 1990. *Geographic Information Systems: An Introduction*. Prentice Hall, New Jersey, USA. 303 p.
- Strecker A.L., Cobb T.P., Vinebrooke R.D., 2004. Effects of Experimental Greenhouse Warming on Phytoplankton and Zooplankton Communities in Fishless Alpine Ponds. *Limnology and Oceanography*, 49: 1182–1190.

- Sumaila U.R., Cheung W.W.L., Lam V.W.Y., Pauly D., Herrick S., 2011. Climate Change Impacts on the Biophysics and Economics of World Fisheries. *Nature Climate Change*, 1: 449–456.
- Sunar F., 2011. Görüntü Çeşitleri ve Özellikleri. In: Sunar, F., Ed. *Uzaktan Algılama. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları*, Eskişehir, Türkiye. 94–120.
- Sunar F., 2018. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar. In: Sunar, F., Ed. *Uzaktan Algılama. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları*, Eskişehir, Türkiye. 2–21.
- Sütgibi S., 2015. Büyük Menderes Havzasının Sıcaklık, Yağış ve Akım Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 31: 398–414.
- Şanlıyüksel Yücel D., Yücel M.A., 2017. Determining Hydrochemical Characteristics of Mine Lakes from Abandoned Coal Mines and 3D Modelling of them Using Unmanned Aerial Vehicle. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 23 (6): 780–791.
- Şanlıyüksel Yücel D., Yücel M.A., Baba A., 2014. Change Detection and Visualization of Acid Mine Lakes Using Time Series Satellite Image Data in Geographic Information Systems (GIS): Can (Canakkale) County, NW Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 71 (11): 4311–4323.
- Şaşı H., Berber S., 2012. Freshwater Fish Fauna and Restock Fish Activities of Reservoir in the Dardanelles (Canakkale–Turkey). *Journal of Central European Agriculture*, 13 (2): 368–379.
- Şen Z., 2017a. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkileri. *Su Vakfı İklim Değişikliği Bülteni*, 3: 1–11.
- Şen Z., 2017b. İklim Değişikliği ve Yeraltı Suyu. *Su Vakfı İklim Değişikliği Bülteni*, 4: 1–6.
- Şen Z., 2017c. İklim Değişikliği ve Kuraklık. *Su Vakfı Kuraklık Bülteni*, 2: 1–18.
- Şen Z., Öztopal A., 2017. İklim Değişikliğinin Türkiye Su Kaynaklarına Etkisi. *Su Vakfı İklim Değişikliği Bülteni*, 2: 1–11.

- Şener E., 2016. Determination of Seasonal Changes in Burdur Lake Surface Water Temperature Using Landsat 8 Satellite Images. *Journal of Engineering Sciences and Design*, 4 (2): 67–73.
- Şimşek O., Gümüş V., Soydan N.G., Yenigün K., Kavşut M.E., Topçu E., 2013. Trend Analysis of Some Meteorological Data in Hatay. *SDU International Journal of Technologic Science*, 5 (2): 132–144.
- Tabari H., Marofi S., 2011. Changes of Pan Evaporation in the West of Iran. *Water Resources Management*, 25 (1): 97–111.
- Tağlı Ş., 2007. Quantifying the Change Detection of the Uluabat Wetland, Turkey, by Use of Landsat Images. *Ekoloji*, 64: 9–20.
- Tağlı Ş., Cürebal İ., 2005. Altınova Sahilinde Kıyı Çizgisi Değişimini Belirlemede Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15 (2): 51–68.
- Tan C., Guo B., Kuang H., Yang H., Ma M., 2018. Lake Area Changes and Their Influence on Factors in Arid and Semi–Arid Regions along the Silk Road. *Remote Sensing*, 10 (4): 595.
- Tatlı H., Altunay A., 2015. Investigation of Possible Climate Change Effects in Turkey by Mann–Kendall Trend Approach. VII. Atmospheric Science Symposium. İstanbul, Turkey. 801–811.
- Tavsanoğlu U.N., Maleki R., Akbulut N., 2015. Effects of Salinity on the Zooplankton Community Structure in Two Maar Lakes and One Freshwater Lake in the Konya Closed Basin, Turkey. *Ekoloji*, 24 (94): 25–32.
- Tebakari T., Yoshitani J., Suvanpimol C., 2005. Time–Space Trend Analysis in Pan Evaporation over Kingdom of Thailand. *Journal of Hydrologic Engineering*, 10 (3): 205–215.
- Tedesco P.A., Obderdoff T., Cornu J–F., Beauchard O., Brosse S., Dürr H.H., Grenouillet G., Leprieur F., Tisseuil C., Zaiss R., Hugueny B., 2013. A Scenario for Impacts of Water Availability Loss Due To Climate Change on Riverine Fish Extinction Rates. *Journal of Applied Ecology*, 50 (5): 1105–1115.

- Temiz F., Durduran S.S., 2016. Monitoring Coastline Change Using Remote Sensing and GIS Technology: A Case Study of Acıgöl Lake, Turkey. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 44: 042033.
- Teng P.P.S., Lassa J., Caballero–Anthony M., 2017. Climate Change and Fish Availability. *Cosmos*, 12 (1): 29–42.
- Thom B.G., Cowell P.J., 2005. Coastal Changes, Gradual. In: Schwartz, M.L., Ed. *Encyclopedia of Coastal Sciences*. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 251–253.
- Tokaç A., Ünal V., Tosunoğlu Z., Lök A., Ceyhan T., Özbilgin H., 2014. Summary and Analysis of the Available Information for the Ecosystem Approach to Fisheries Management in Turkey. *Scientia Marina*, 78S1: 29–36.
- Tomozeiu R., Busuioc A., Marletto V., Zinoni F., Cacciamani C., 2000. Detection of Changes in the Summer Precipitation Time Series of the Region Emilia–Romagna, Italy. *Theoretical and Applied Climatology*, 67 (3–4): 193–200.
- Topuz M., Karabulut M., 2018. Investigation of the Temporal Changes and Their Ecological Effects in the Sarikum Lake (Sinop). *The Journal of International Social Research*, 11 (60): 419–429.
- Turner R.E., 2017. Smaller Size–At–Age Menhaden with Coastal Warming and Fishing Intensity. *Geography and Environment*, 4 (2): e00044.
- Turoğlu H., 2014. İklim Değişikliği ve Bartın Çayı Havza Yönetimi Muhtemel Sorunları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12 (1): 1–22.
- TÜDAV, 2018. İklim Değişikliği ve Denizler Raporu. Retrived October 22, 2018, from <http://tudav.org/calismalar/iklim-degisikligi/iklim-degisikligi-ve-denizler-raporu/>
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Merkezi Dağıtım Sistemi. Retrieved February 10, 2019, from <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>
- Türkeş M., Acar Deniz Z., 2011. Climatology of South Marmara Division (North West Anatolia) and Observed Variations and Trends. *International Journal of Human Sciences*, 8 (1): 1579–1600.

- Türkeş M., Sümer U.M., Çetiner G., 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, Ankara, Türkiye. 7–24.
- Türkmen M., Naz M., Dinler Z.M., 2006. Gölbaşı Gölü'nün Zooplankton Tür Kompozisyonu ve Biyoması (Hatay, Türkiye). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23 (1/1): 163–167.
- Uçar E., 2016. Investigation of Küçük Menderes Delta's Shoreline Changes. Master of Science Thesis. Dokuz Eylül University, Turkey.
- USGS, 2016. Landsat–Earth Observation Satellites. U.S. Geological Survey Fact Sheet 2015–3081 (ver. 1.1, August 2016). 4 p. U. S. Geological Survey Publications, Reston, Virginia, USA. Retrieved May 5, 2017, from <http://dx.doi.org/10.3133/fs20153081>
- Ünal V., Acarli D., Gordo A., 2010. Characteristics of Marine Recreational Fishing in the Çanakkale Strait (Turkey). Mediterranean Marine Science, 11 (2): 315–330.
- Ünal V., Akyol O., Hoşsucu H., 2001. Balıkçılık Yönetiminde İhtiyaç Duyulan Biyo–ekonomik Veriler. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18 (1–2): 243–253.
- Ünal V., Göncüoğlu H., 2012. Fisheries Management in Turkey. In: Tokaç, A., Gücü, A.C. ve Öztürk, B., Eds. The State of The Turkish Fisheries. Turkish Marine Research Foundation Publication No. 35, İstanbul, Turkey. 263–288.
- Vadadi–Fülöp C., Sipkay C., Mészáros G., Hufnagel L., 2012. Climate Change and Freshwater Zooplankton: What Does It Boil Down To? Aquatic Ecology, 45: 501–519.
- Vautard R., Cattiaux J., Yiou P., Thépaut J.–N., Ciais P., 2010. Northern Hemisphere atmospheric Stilling Partly attributed to an Increase in Surface Roughness. Nature Geoscience, 3: 756–761.
- Voutilainen A., Pyhalahti T., Kallio K.Y., Pulliainen J., Haario H., Kaipio J.P., 2007. A Filtering Approach for Estimating Lake Water Quality from Remote Sensing Data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 9 (1): 50–64.

- Wabnitz C.C.C., Lam V.W.Y., Reygondeau G., Teh L.C.L., Al-Abdulrazzak D., Khalfallah M., Pauly D., Palomares M.L.D., Zeller D., Cheung W.W.L., 2018. Climate Change Impacts on Marine Biodiversity, Fisheries and Society in the Arabian Gulf. *Plos One*, 13 (5): e0194537.
- Weatherdon L.V., Magnan A.K., Rogers A.D., Sumaila U.R., Cheung W.W.L., 2016. Observed and Projected Impacts of Climate Change on Marine Fisheries, Aquaculture, Coastal Tourism, and Human Health: An Update. *Frontiers in Marine Science*, 3: 48.
- Welcomme R.L., Cowx I.G., Coates D., Béné C., Funge-Smith S., Halls A., Lorenzen K., 2010. Inland Capture Fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 365 (1554): 2881–2896.
- White K., El-Asmar H.M., 1999. Monitoring Changing Position of Coastlines Using Thematic Mapper Imagery: An Example from the Nile Delta. *Geomorphology*, 29: 93–105.
- Winfield I.A., Baigún C., Balykin P.A., Becker B., Chen Y., Filipe A.F., Gerasimov Y.V., Godinho A.L., Hughes R.M., Koehn J.D., Kutsyn D.N., Mendoza-Portillo V., Oberdorff T., Orlov A.M., Pedchenko A.P., Pletterbauer F., Prado I.G., Rösch R., Vatland S.J., 2016. International Perspectives on the Effects of Climate Change on Inland Fisheries. *Fisheries*, 41 (7): 399–405.
- Woldai T., 2001. Electromagnetic Energy and Remote Sensing. In: Janssen, L.L.J. ve Huurneman, G.C., Eds. *Principles of Remote Sensing: An Introductory Textbook* (2nd ed.). The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, The Netherlands. 49–82.
- Wu R.S.S., Zhou B.S., Randall D.J., Woo N.Y.S., Lam P.K.S., 2003. Aquatic Hypoxia is an Endocrine Disruptor and Impairs Fish Reproduction. *Environmental Science and Technology*, 37 (6): 1137–1141.
- Xenopoulos M.A., Lodge D.M., Alcamo J., Märker M., Schulze K., Van Vuuren D.P., 2005. Scenarios of Freshwater Fish Extinctions from Climate Change and Water Withdrawal. *Global Change Biology*, 11 (10): 1557–1564.

- Xu H., 2006. Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27: 3025–3033.
- Xu J., Haginoya S., Saito K., Motoya K., 2005. Surface Heat Balance and Pan Evaporation Trends in Eastern Asia in the Period 1971–2000. *Hydrological Processes*, 19 (11): 2161–2186.
- Yalçınlar İ., 1949. Çanakkale Boğazı Civarının Jeomorfolojisi Üzerine Müşahedeler. *Türk Coğrafya Dergisi*, 0 (11–12): 129–138.
- Yapiyev V., Samarkhanov K., Tulegenova N., Jumassultanova S., Verhoef A., Saidaliyeva Z., Umirov N., Sagintayev Z., Namazbayeva A., 2019. Estimation of Water Storage Changes in Small Endorheic Lakes in Northern Kazakhstan. *Journal of Arid Environments*, 160: 42–55.
- Yercan M., Dorsan F., Ul M.A., 2004. Comparative Analysis of Performance Criteria in Irrigation Schemes: A Case Study of Gediz River Basin in Turkey. *Agricultural Water Management*, 66 (3): 259–266.
- Yeşilirmak E., 2013. Temporal Changes of Warm–season Pan Evaporation in A Semi–arid Basin in Western Turkey. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 27 (2): 311–321.
- Yıldırım Ü., Erdoğan S., Uysal M., 2011. Changes in the Coastline and Water Level of the Akşehir and Eber Lakes between 1975 and 2009. *Water Resources Management*, 25 (3): 941–962.
- Yılmaz N., 2010. Zonguldak–Kozlu Kıyısı Kıyı Çizgisi Değişiminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Türkiye.
- Yılmaz A.G., Imteaz M.A., 2014. Climate Change and Water Resources in Turkey: A Review. *International Journal of Water*, 8 (3): 299–313.
- Yomralıoğlu T., 2009. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar (5th ed.). Akademi Kitabevi, Trabzon, Türkiye. 480 s.
- Yomralıoğlu T., Çelik, K., 1994. GIS? 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. Trabzon, Türkiye. 21–32.

- Yücel M.A., Turan, R.Y., 2016. Areal Change Detection and 3D Modeling of Mine Lakes Using High-Resolution Unmanned Aerial Vehicle Images. *Arabian Journal of Science and Engineering*, 41 (12): 4867–4878.
- Zengin M., Yerli S.V., Dağtekin M., Akpınar İ.Ö., 2012. Çıldır Gölü Balıkçılığında Son Yirmi Yılda Meydana Gelen Değişimler. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8 (2): 10–24.
- Zhang X., Aguilar E., Sensoy S., Melkonyan H., Tagiyeva U., Ahmed N., Kutaladze N., Rahimzadeh F., Taghipour A., Hantosh T.H., Albert P., Semawi M., Ali M.K., Said Al-Shabibi M.H., Al-Oulan Z., Zatarı T., Al Dean Khelet I., Hamoud S., Sagir R., Demircan M., Eken M., Adiguzel M., Alexander L., Peterson T.C., Wallis T., 2005. Trends in Middle East Climate Extreme Indices from 1950 to 2003. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110 (D22104): 1–12.
- Zhang X., Pan D., Chen J., Zhao J., Zhu Q., Huang H., 2014. Evaluation of Coastline Changes under Human Intervention Using Multi-Temporal High-Resolution Images: A Case Study of the Zhoushan Islands, China. *Remote Sensing*, 6 (10): 9930–9950.
- Zhou Y., Shi C., Fan X., Shao W., 2015. The Influence of Climate Change and Anthropogenic Activities on Annual Runoff of Huangfuchuan Basin in Northwest China. *Theoretical and Applied Climatology*, 120 (1–2): 137–146.
- Zhu W., Jia S., Aifeng Lv., 2014. Monitoring the Fluctuation of Lake Qinghai Using Multi-Source Remote Sensing Data. *Remote Sensing*, 6: 10457–10482.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Semih KALE

Doğum Yeri: Bursa

Doğum Tarihi: 19.08.1989

EĞİTİM DURUMU

Ön Lisans Öğrenimi : Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Programı

Lisans Öğrenimi : Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD

Doktora Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce, Almanca

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar –SCI –Diğer

1. **Kale S.,** Acarlı D. (2019). Shoreline Change Monitoring of Atikhisar Reservoir using Remote Sensing and Geographic Information System (GIS). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5): 4329–4339.
2. **Kale S.,** Acarlı D. (2019). Spatial and Temporal Change Monitoring in Water Surface Area of Atikhisar Reservoir (Çanakkale, Turkey) by using Remote Sensing and Geographic Information System Techniques. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34(1): *In Press*.

3. Sönmez A.Y., **Kale S.** (2019). Climate Change Effects on Annual Streamflow of Filyos River (Turkey). *Water and Climate Change, (In Press)*. Doi: 10.2166/wcc.2018.060.
4. **Kale S.**, Hisar O., Sönmez A.Y., Mutlu F., Filho W.L. (2018). An Assessment of the Effects of Climate Change on Annual Streamflow in Rivers in Western Turkey. *International Journal of Global Warming*, 15(2): 190–211.
5. Sönmez A.Y., **Kale S.**, Özdemir R.C., Kadak A.E. (2018). An Adaptive Neuro–Fuzzy Inference System (ANFIS) to Predict of Cadmium (Cd) Concentrations in the Filyos River, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(12): 1333–1343.
6. **Kale S.**, Sönmez A.Y. (2018). Trend Analysis of Mean Monthly, Seasonally and Annual Streamflow of Daday Stream in Kastamonu, Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 7(2): 60–67.
7. Berber S., **Kale S.** (2018). Comparison of Juvenile *Astacus leptodactylus* Growth Raised in Cages in Rice Fields to other Crayfish Juvenile Growth Studies. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(2): 331–341.
8. Acarlı D., **Kale S.**, Çakır K. (2018). A New Maximum Length for the Garfish, *Belone belone* (Linnaeus, 1761) in the Coast of Gökçeada Island (Aegean Sea, Turkey). *CBM – Cahiers de Biologie Marine*, 59(4): 385–389.
9. **Kale S.**, Acarlı D. (2018). Potential Application of Geographic Information System (GIS) in Reservoir Fisheries. *International Journal of Oceanography & Aquaculture*, 2(5): 000149.
10. **Kale S.** (2017). Climatic Trends in the Temperature of Çanakkale City, Turkey. *Natural and Engineering Sciences*, 2(3): 14–27.
11. **Kale S.** (2017). Analysis of Climatic Trends in Evaporation for Çanakkale (Turkey). *Middle East Journal of Science*, 3(2): 69–82.
12. **Kale S.**, Ejder T., Hisar O., Mutlu F. (2016). Climate Change Impacts On Streamflow of Karamenderes River (Çanakkale, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 5(2): 1–6.
13. Ejder T., **Kale S.**, Acar S., Hisar O., Mutlu F. (2016). Effects of Climate Change on Annual Streamflow of Kocabaş Stream (Çanakkale, Turkey). *Journal of Scientific Research and Reports*, 11(4): 1–11.

14. **Kale S.**, Ejder T., Hisar O., Mutlu F. (2016). Effect of Climate Change on Annual Streamflow of Bakırçay River. *Adıyaman University Journal of Science*, 6(2): 156–176.
15. Ejder T., **Kale S.**, Acar S., Hisar O., Mutlu F. (2016). Restricted Effects of Climate Change on Annual Streamflow of Sarıçay Stream (Çanakkale, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 5(1): 7–11.
16. Altın A., Ayyıldız H., **Kale S.**, Alver C. (2015). Length weight relationships of forty nine fish species from shallow waters of Gökçeada Island northern Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 39(5): 971–975.

b) Uluslararası Kitapta Kitap Bölümü

1. Hisar O., **Kale S.**, Özen Ö. (2015). Sustainability of Effective Use of Water Sources in Turkey. In: Sustainable Water Use and Management. Leal Filho, W., and Sümer, V., (Eds.), Springer–Verlag, London, pp. 205–227.

c) Bildiriler –Uluslararası –Ulusal

1. **Kale S.**, Sönmez A.Y. (2018). Trend Analysis of Streamflow of Akkaya Stream (Turkey). *International Conference on Food, Agriculture and Animal Sciences*, Antalya, Turkey. pp. 33–45.
2. **Kale S.**, Sönmez A.Y. (2018). Climate Change Effects on Annual Streamflow of Filyos River (Turkey). *International Congress on Engineering and Life Science*, Kastamonu, Turkey. pp. 398–398.
3. **Kale S.**, Sönmez A.Y., Mutlu F., Filho W.L. (2018). Climate Change Effects on Streamflow of Büyük Menderes River (Turkey). *International Congress on Engineering and Life Science*, Kastamonu, Turkey. pp. 397–397.
4. **Kale S.**, Sönmez A.Y., Mutlu F., Filho W.L. (2018). Climate Change Effects on Streamflow of Tuzla River (Çanakkale, Turkey). *International Water and Environment Congress*, Bursa, Turkey. pp. 280–288.
5. **Kale S.**, Sönmez A.Y., Mutlu F., Filho W.L. (2018). Climate Change Effects on Streamflow of Gediz River (Turkey). *International Water and Environment Congress*, Bursa, Turkey. pp. 289–296.

6. Berber S., **Kale S.**, Bulut M., İzci B. (2018). Determination of Ideal Stock Rate for Rice–Crayfish Cultivation in Controlled Environment. *International Congress on Engineering and Life Science*, Kastamonu, Turkey. pp. 327–327.
7. Acarlı D., Çakır K., **Kale S.** (2018). Design and Analysis of Species–Specific Artificial Reef Models to Determine Shelter–Preference Behaviour of *Homarus gammarus* in Erdek–Ocaklar, Turkey. *International Symposium of Ecology*, Kastamonu, Turkey. pp. 266–266.
8. **Kale S.**, Acarlı D. (2017). Monitoring and Calculating the Surface Area of Atikhisar Dam Lake (Çanakkale, Turkey) using Satellite Images and Geographic Information System (GIS). *International Symposium on GIS Applications in Geography and Geosciences*, Çanakkale, Turkey. pp. 290–290.
9. **Kale S.**, Acarlı D. (2017). Integrating Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing for Monitoring Water Surface Area. *International Symposium on GIS Applications in Geography and Geosciences*, Çanakkale, Turkey. pp. 316–316.
10. **Kale S.**, Acarlı D. (2017). Shoreline Change Monitoring in Atikhisar Dam Lake using Remote Sensing and Geographic Information System (GIS). *VIII. International Symposium on Ecology and Environmental Problems*, Çanakkale, Turkey. pp. 30–30.
11. **Kale S.**, Acarlı D. (2017). Integration of Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) Techniques for Monitoring Shoreline Changes. *VIII. International Symposium on Ecology and Environmental Problems*, Çanakkale, Turkey. pp. 202–202.
12. **Kale S.** (2017). Climatic Trends in Temperature in Çanakkale (Turkey). *XIII. Congress of Ecology and Environment with international participation*, Edirne, Turkey. pp. 683–683.
13. **Kale S.**, Acarlı D. (2017). Data Models in Geographic Information System (GIS) and Capabilities. *XIII. Congress of Ecology and Environment with international participation*, Edirne, Turkey. pp. 775–775.
14. **Kale S.**, Acarlı D. (2017). Advantages and Disadvantages of Raster and Vector Data Models in Geographic Information System (GIS). *XIII. Congress of Ecology and Environment with international participation*, Edirne, Turkey. pp. 776–776.
15. İşmen A., İnceoğlu H., Arslan İhsanoğlu M., Yiğın C.Ç., Daban İ.B., **Kale S.** (2017). Spatial Distribution of Deepwater Pink Shrimp (*Parapenaeus longirostris*) Stocks

- in the Sea of Marmara: A GIS Approach. *International Symposium on GIS Applications in Geography and Geosciences*, Çanakkale, Turkey. pp. 303–303.
16. **Kale S.**, Özen Ö. (2015). GIS for Environmental Sustainability. *International Workshop on Recent Developments in Marine & Environmental Sciences, Sustainable Utilization of Water Resources*, Çanakkale, Turkey. pp. 16–16.
17. Aydın B., Şasi E., Shigeoka Y., Zabun M., Kaya H., Ateş M., **Kale S.** (2015). Nanotechnology as a Novel Tool in Fisheries and Aquaculture Industry. *International Workshop on Recent Developments in Marine & Environmental Sciences, Sustainable Utilization of Water Resources*, Çanakkale, Turkey. pp. 13–13.
18. Berber S., Türel S., **Kale S.**, Özer E. (2015). Investigation of Growth and Survival of Larval European Lobster *Homarus gammarus* Linnaeus 1758. *International Workshop on Recent Developments in Marine & Environmental Sciences, Sustainable Utilization of Water Resources*, Çanakkale, Turkey. pp. 15–15.
19. **Kale S.**, Altın A., Ayyıldız H., Özen Ö. (2015). Spatial Distribution and GIS Modelling of Juvenile Garfish (*Belone belone*, Linnaeus, 1761) with Regard to Habitat in the Shallow Waters of Gökçeada Island (Northern Aegean Sea, Turkey). *International Workshop on Recent Developments in Marine & Environmental Sciences, Sustainable Utilization of Water Resources*, Çanakkale, Turkey. pp. 17–17.
20. Türel S., **Kale S.**, Berber S. (2015). Crayfish Cultivation in Turkey: Past, Present and Future. *7th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA 2015)*, Kavala, Greece. pp. 867–870.
21. **Kale S.**, Altın A., Ayyıldız H., Özen Ö. (2015). Spatial Distribution Modelling of Juvenile Common Pandora (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) in Relation to Habitat in the Shallow Waters of Gökçeada Using GIS. *7th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA 2015)*, Kavala, Greece. pp. 672–680.
22. Altın A., Ayyıldız H., Özen Ö., Yüksek A., Alver C., Daban İ.B., **Kale S.**, Alver C., Dermancı P., Dönmez M.S., Eker F., Aksu A., İbin T., Odabaşı O. (2015). Gökçeada Sığ Suları (0–20 m) Balık Biyoçeşitliliği. *18th National Fisheries Symposium*, İzmir, Turkey. pp. 191–191.

23. Berber S., **Kale S.**, Türel S. (2014). Ensuring the Sustainability of Crayfish Stocks for Fisheries Management: Problems and Solutions. *International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014*, Trabzon, Turkey. pp. 232–232.
24. **Kale S.**, Altin A., Ayyildiz H., Özen Ö. (2014). Modeling the Spatial Distribution of Juvenile Striped Sea Bream (*Lithognathus mormyrus* Linnaeus, 1758) in Relation to Habitat Structure in the Shallow Waters of Gökçeada Using GIS. *International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014*, Trabzon, Turkey. pp. 126–126.
25. **Kale S.**, Altin A., Ayyildiz H., Özen Ö. (2014). Modeling The Spatial Distribution of Juvenile Annular Sea Bream (*Diplodus annularis* Linnaeus, 1758) in Relation to Habitat Structure in the Shallow Waters of Gökçeada Using GIS. *International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014*, Trabzon, Turkey. pp. 392–392.
26. **Kale S.**, Altin A., Ayyildiz H., Özen Ö. (2014). Modeling the Habitat Structure in the Shallow Waters of Gökçeada Using GIS. *International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014*, Trabzon, Turkey. pp. 391–391.
27. Arslan M., İşmen A., İnceoğlu H., Daban İ.B., Kocabaş E., **Kale S.**, Şirin M., Çardak M., Özer Z., Kara A. (2014). Osteichthyes Bycatches in the Beam Trawl Shrimp Fishery of the Sea of Marmara. *International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014*, Trabzon, Turkey. pp. 29–29.
28. Türel S., Berber S., **Kale S.** (2014). The Status and Harvest of Freshwater Crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey. *5th International Symposium on Sustainable Development*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. pp. 137–137.
29. **Kale S.**, Özen Ö. (2014). GIS: An Important Tool for Visualizing Marine Biodiversity. *5th International Symposium on Sustainable Development*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. pp. 55–55.
30. **Kale S.**, Özen Ö. (2014). Visualization of Marine Spatial Data Using GIS. *5th International Symposium on Sustainable Development*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. pp. 55–55.
31. Yildiz H., Türel S., Berber S., Duysak M., **Kale S.** (2014). Freshwater Crayfish Aquaculture in the World: A Case Study. *1st International Symposium on Aquatic Sciences and Technology*, Girne, Turkish Republic of Northern Cyprus. pp. 80–80.

32. İşmen A., Yiğın C.Ç., İnceoğlu H., Arslan M., Daban İ.B., **Kale S.**, Kocabaş E., Şirin M. (2013). Chondrichthyan Bycatches in the Beam Trawl Shrimp Fishery of the Marmara Sea. 40th CIESM Congress, Marseille, France. pp. 487–487.
33. Daban İ.B., **Kale S.**, Yüksek A., Özen Ö. (2013). Çanakkale Boğazı İhtiyoplankton Topluluk Yapısı ve Zamansal Değişimi. *17th National Fisheries Symposium*, İstanbul, Turkey. pp. 125–125.
34. Daban İ.B., **Kale S.**, Yüksek A., Özen Ö. (2013).Çanakkale Boğazı Küçük Pelajik Balıkların Yumurta ve Larvalarının Mevsimsel Dağılımı ve Bolluğu. *3rd Ulusal Alabalık Sempozyumu*, Kastamonu, Turkey. pp. 35–35.
35. **Kale S.**, Daban İ.B., Özen Ö. (2012). Modeling of the Impacts of Maritime Industries on Biodiversity Using GIS. *Turkish–Japanese Marine Forum – Harmonization of Biodiversity and Marine Industries*, Çanakkale, Turkey. pp. 67–67.
36. Akçakaya A., Delice G.G., **Kale S.**, Gediz G., Arslan G., Gurbet R. (2010). Balast Sularının Denizel Ortama Etkileri. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası VI. Öğrenci Kurultayı*, Ankara, Turkey. pp. 45–50.

d) Katıldığı Projeler

1. Araştırmacı, 2015–2016. Göllerde Su Parametrelerinin Belirlenmesi, İzlenmesi ve Haritalanması Amacıyla İnsansız Suüstü Aracı Geliştirilmesi. (ÇOMÜ–BAP).
2. Araştırmacı, 2015–2016. Kontrollü Ortamda Çeltik–Kerevit Yetiştiriciliğinde İdeal Stok Oranlarının Belirlenmesi. (ÇOMÜ–BAP).
3. Araştırmacı, 2011–2015. Marmara Denizindeki Derin Su Pembe Karidesinin (*Parapenaeus longirostris*, Lucas 1846) Stok Durumunun İzlenmesi ve Yönetimi. (TAGEM).
4. Gönüllü Araştırmacı, 2012–2015. Gökçeada Sığ Sularındaki Larva ve Genç Balıkların Biyoçeşitliliği, Dağılımı ve Popülasyon Parametreleri. (TÜBİTAK)
5. Gönüllü Araştırmacı, 2011–2013. Kuzey Ege’de Paragat Avcılığında Temel Balıkçılık Parametrelerinin Belirlenmesi. (TAGEM).

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 2012–Devam Ediyor.

İLETİŞİM

E–posta Adresi: semihkale@comu.edu.tr