



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ARAZİ KULLANIMI
VE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNE
ETKİLERİNİN MEKÂNSAL VE İSTATİKSEL
YÖNTEMLERLE ANALİZİ: BEYŞEHİR-
KAŞAKLI ALT HAVZASI ÖRNEĞİ

Münevver Gizem GÜMÜŞ

DOKTORA TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ARAZİ KULLANIMI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNE ETKİLERİNİN MEKÂNSAL VE İSTATİKSEL YÖNTEMLERLE ANALİZİ: BEYŞEHİR-KAŞAKLI ALT HAVZASI ÖRNEĞİ

Münevver Gizem GÜMÜŞ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. S.Savaş DURDURAN

2021, 349 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN

Prof. Dr. Murat UYSAL

Prof. Dr. Ali TOR

Prof. Dr. S.Savaş DURDURAN

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK

Son yıllarda en güncel araştırma konuları arasında bulunan iklim değişikliği ve çevresel etkileri konusu giderek önemi artıran ve ivedilikle müdahale edilmesi gereken öncelikli problemlerden bir tanesidir. Dünya'nın oluşumundan beri doğal ve yapay sebeplerden dolayı yeryüzü büyük derecede çevresel zararlar görmüş ve sürecin sonucu olarak iklimsel değişimleri de beraberinde getirmiştir. Özellikle sanayi devriminin başlangıcı itibarıyla ekseriyetle olarak fosil yakıt tüketimi, arazi kullanımında yaşanan olumsuz değişimler, ormansızlaştırma eğilimi ve artan sanayi süreçleri ile birlikte salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimi gibi sadece doğal değil beşeri faktörlerin de sürece dahil olmasıyla müşterek bu değişim hızlanmıştır. Artan nüfus ve gelişen teknoloji ile yeryüzünün her geçen gün daha fazla zarar görmesi tüm canlılar için ciddi tehdit unsuru oluşturmakla birlikte ekolojik dengenin de giderek bozulmasına yol açmaktadır. Yaşam alanımız ve doğal mirasımız olan yeryüzünün arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) özelliklerinin zaman içinde olumsuz değişim süreçleri ile karşı karşıya kalmasından dolayı, buna neden olan süreçlerin gelişimi ve önlenmesi çalışmalarını gerçekleştirmek adına ek bilgilere gereksinim duyulmuştur. Hızla gelişen teknoloji, bilginin önemi ve kullanımı konusunda yeni boyutların ortaya çıkmasına imkân sağlamıştır. Yeryüzünün değişimini anlamada ve bu değişim sonucunda karşılaşılabilecek problemlerin çözümünde doğru kararlar alabilmek, yeryüzü hakkında sağlıklı ve hızlı verilerin elde edilmesi, analiz edilmesi ve yorumlanmasıyla mümkündür. Son yıllarda hızlı ve dinamik olarak gerçekleşen zamansal değişimi tespit edebilmek için Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Bu teknolojilerin kullanıldığı en önemli uygulama alanlarından bir tanesi de uydu görüntüleri yardımıyla arazi kullanımı ve değişiminin belirlenmesidir. AKAÖ'nün zamansal değişiminin belirlenmesi sürdürülebilir arazi yönetimi için gerek planlama gerekse doğal çevrenin korunması açısından son derece önemlidir.

Tez çalışmasının temel amacı, 1984-2018 yıllarını kapsayan 35 yıllık süreçte UA ve CBS tekniklerinden faydalanılarak Konya Kapalı Havzası'nın (KKH) dokuz alt havzasından biri olan Beyşehir-Kaşaklı alt havzası'na (BKAH) ait arazilerin sürdürülebilir yönetimi için iklim değişikliği etkenlerinin ve buna bağlı olarak AKAÖ'deki değişikliklerin araştırılmasıdır. Bu amaçla 1984, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012, 2018 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri, yersel ölçümlerden elde edilen veriler ve meteorolojik istasyonlardan elde edilen sıcaklık ve yağış parametreleri ve diğer mekânsal altlık sayısal haritalar kullanılarak havzaya ait arazi kullanımı değişiklikleri ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkinin istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu ilişkinin değerlendirilmesi için hazırlanan tez çalışması, toplam 6 farklı odak konusu üzerine tasarlanmıştır.

Bu amaçla tez çalışması kapsamında; I) BKAH'na ait Arazi kullanımı/örtüsü zamansal değişiminin uydu görüntüleri ile uzun periyotta (1985-2018) incelenmesi, II) Beyşehir Gölü kıyı sınır oransal değişimlerinin Digital Shoreline Analysis System (DSAS) tekniği ile zamansal ve geometrik olarak uzun periyotta (1985-2018) istatistiksel yöntemler kullanılarak incelenmesi, III) BKAH'nın sürdürülebilir yönetimi için Çok Kriterli Karar Destek Sistemleri (ÇKKDS)'nden faydalanarak arazi kullanımı uygunluk analizlerinin gerçekleştirilmesi, IV) Beyşehir gölü ve çevresini kapsayan havza alanına ait uydu görüntüleri ve meteorolojik istasyonlardan elde edilen sıcaklık ve yağış parametreleri kullanılarak uzun periyotta (1970-2018) meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık analizlerinin gerçekleştirilmesi, V) Meteorolojik parametre kullanılarak gerçekleştirilen trend analizleri ile havzanın uzun periyotta (1970-2018) iklimsel parametrelerin eğilimlerinin istatistiksel yöntemler kullanılarak tespit edilmesi, VI) son olarak elde edilen tüm analiz sonuçları ve paydaş görüşleri alınarak gerçekleştirilen SWOT analizi uygulamasını kapsamaktadır.

Tez çalışması sonucunda iklim değişikliğinin arazi kullanımı ve arazi örtüsü üzerindeki etkilerinin hem mekânsal yöntemlerle hem de istatistiksel olarak tespiti, araştırmacılar planlayıcılar gibi tüm kullanıcılar ve karar vericiler için daha somut sonuçların elde edildiğini kanıtlamıştır. Özellikle sürdürülebilir arazi yönetimi kapsamında oldukça sınırlı sayıda akademik çalışma bulunan BKAH'sının daha kapsamlı bir şekilde incelenmesi, kullanıcılar ve karar vericilerin gerçekleştireceği faaliyetler adına yol gösterici altlık bir envanter olması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arazi kullanımı, Coğrafi Bilgi sistemleri, Değişim tespiti, Kuraklık analizi, Trend Analizi, Uzaktan Algılama.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

ANALYSIS WITH SPATIAL AND STATISTICAL METHODS OF THE EFFECTS ON LAND USE AND LAND COVER CHANGE OF CLIMATE CHANGE: THE CASE OF BEYŞEHİR-KAŞAKLI SUB-BASIN

Münevver Gizem GÜMÜŞ

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN GEOMATIC ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. S.Savaş DURDURAN

2022, 349 Pages

Jury

Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN

Prof. Dr. Murat UYSAL

Prof. Dr. Ali TOR

Prof. Dr. S.Savaş DURDURAN

Asst. Prof. Dr. Abdullah VARLIK

The issue of climate change and its environmental effects, which is among the most current research topics in recent years, is one of the priority problems that increase in importance and need to be intervened immediately. Since the formation of the world, the earth has suffered great environmental damage for natural and artificial reasons, and as a result of the process, it has brought climatic changes. Especially since the beginning of the industrial revolution, this change has accelerated with the inclusion of not only natural but also human factors, such as fossil fuel consumption, negative changes in land use, the tendency of deforestation, and the accumulation of greenhouse gases released into the atmosphere by increasing industrial processes. With an increasing population and developing technology, the fact that the earth is being damaged more and more every day not only creates a serious threat to all living things, but also leads to the deterioration of the ecological balance. Due to the fact that the land use and land cover (LULC) characteristics of the earth, which are our habitat and natural heritage, are faced with negative change processes over time, additional information was needed to carry out the studies for the development and prevention of the processes that cause this. Rapidly developing technology has allowed the emergence of new dimensions in the importance and use of information. Making the right decisions in understanding the change of the earth and solving the problems that will be encountered as a result of this change is possible by obtaining, analyzing, and interpreting healthy and fast data about the earth. In recent years, Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) technologies have been used to detect rapid and dynamic temporal changes. One of the most important application areas where these technologies are used is the determination of land use and change with the help of satellite images. Identifying the temporal variation of LULC is extremely important for sustainable land management, both in terms of planning and protection of the natural environment.

The main purpose of the thesis is to investigate the factors of climate change and the changes in LULC due to these effects on the sustainable management of lands belonging to the Beyşehir-Kaşaklı sub-basin (BKAH), which is one of the nine sub-basins of the Konya Closed Basin (KKH), utilizing RS and GIS techniques in the 35-year period covering 1984–2018. For this purpose, Landsat satellite images of 1984, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012, and 2018, data obtained from terrestrial measurements, temperature and precipitation parameters obtained from meteorological stations, and other spatial base digital maps were used. It is aimed to evaluate the relationship between land use changes in the basin and

meteorological parameters by using statistical methods. The thesis study, which was prepared to evaluate this relationship, was designed on a total of six different focus topics.

Within the scope of this thesis; I) Investigation of land use/cover temporal variation of BKAHs with satellite images over a long period (1985-2018), II) Investigation of the coastal boundary proportional changes of Beyşehir Lake with the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) technique, using statistical methods over a long period of time (1985-2018), temporally and geometrically, III) Carrying out land use suitability analyses by utilizing Multi-Criteria Decision Support Systems (MCDS) for the sustainable management of BKAHs, IV) Performing long-term (1970-2018) meteorological and satellite-based drought analyzes using satellite images of the basin area covering Beyşehir Lake and its surroundings, and temperature and precipitation parameters obtained from meteorological stations, V) Using statistical methods, determining the trends of climatic parameters in the basin over a long period (1970-2018), with trend analysis using meteorological parameters. VI) covers the SWOT analysis application, which is carried out by taking all the analysis results and stakeholder opinions.

As a result of the thesis study, the determination of the effects of climate change on land use and land cover both by spatial methods and statistically has proven that more concrete results are obtained for all users, such as researchers, planners, and decision-makers. It is intended to be a guiding base inventory for all users and decision-makers activities, particularly in the context of sustainable land management, which has a limited number of academic studies.

Keywords: Land use, Geographic information systems, Change detection, Drought analysis, Trend analysis, Remote sensing.

ÖNSÖZ

“İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ARAZİ KULLANIMI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNE ETKİLERİNİN MEKÂNSAL VE İSTATİKSEL YÖNTEMLERLE ANALİZİ: BEYŞEHİR-KAŞAKLI ALT HAVZASI ÖRNEĞİ” isimli bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilimdalında Doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Lisans eğitimimden bugüne, takıldığım her konuda değerli görüşleri ile bana yol gösteren, farklı vizyonu ile her daim ufkumu açan, akademik hayatımın en başından bugünlere kadar olumlu görüşleriyle beni daima teşvik eden, her zaman en altından kalkılmayacak gibi görünen çalışmalarında bile beni yapabileceğime inandıran ve öğrencisi olmaktan her daim gurur duyduğum çok değerli danışmanım **Prof.Dr. S.Savaş DURDURAN**'a teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışması sürecimde değerli görüş ve bilgilerinden faydalandığım, tezime nihayi şekli vermemi sağlayan değerli tez izleme komitesi sayın üyeleri **Prof. Dr. Ali TOR, Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN, Prof.Dr. Murat UYSAL** ve **Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK** hocalarıma ve ayrıca yüksek lisans döneminden itibaren Uzaktan Algılama konusunda değerli bilgileri ile tezimi ve ufkumu geliştiren çok değerli hocam **Prof. Dr. Semih EKERCİN**'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez kapsamında veri tedarikinde yardımlarını esirgemeyen DSİ 4.Bölge Müdürlüğü Etüd ve Planlama Şube Müdürü sayın **Cafer Tayyar OKKA**'ya, Evrakların iletilmesi ve teslimi konularında bana destek olan **Arş. Gör. Tansu ÖZCAN**'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tüm hizmet alımları için sağladığı bütçe konusunda **Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi** birimine teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren hayatımın her noktasında olduğu gibi eğitimimde de büyük bir özen göstererek bugünlere gelmemi sağlayan, yaşam mücadelemde her daim arkamda nefeslerini hissettiğim benim ilk öğretmenlerim annem **Handan KISAĞA** ve babam **İsmail KISAĞA**'ya ve farklı vizyonuyla benim hep ileriye gitmeme öncülük eden abim **Yük. Harita Müh. Mustafa KISAĞA**'ya, her daim yanımda olduklarını bildiğim kayınvalidem **Gülümser GÜMÜŞ** ve kayınpederim **Orhan GÜMÜŞ**'e sonsuz teşekkür ederim.

Tanıştığımızdan bugüne her zaman her konuda bana yol arkadaşı olan, beni en motivasyonsuz anlarımda bile ayağa kaldıran, çoğu zaman bir yaşam koçu önderliğinde bana kaybettiğim yolumu gösteren ve en yoğun çalışma anlarımda dahi bana her zaman sabırla yaklaşan, değerli bilgi birikimiyle özellikle tezimin istatistik analiz kısımlarında verdiği bilgilerle tezimi geliştirmemi sağlayan, bu tez yolculuğumun ve hayatımın ana kahramanı değerli eşim **Doç Dr. Kutalmış GÜMÜŞ**'e

Ve son olarak doktora sürecimde hayatıma dahil olan, o güzel enerjileriyle karşılaştığım tüm zorluklara karşı beni güçlü kılan, inancımı her daim ayakta tutan, zorlandığım anlarımda bile bir gülüşleriyle tekrar beni hayata bağlayan, varlıklarına her daim şükrettiğim biricik kızlarım **Elçin** ve **Pelin**'e teşekkürlerimi sunarım.

Münevver Gizem GÜMÜŞ
KONYA-2022

Elçin'im ve Pelin'ime ithafen...



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xix
1 GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı	3
1.2. Tezin Organizasyonu	3
2 KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Zamansal Değişiminin İncelenmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar.....	1
2.2. Kıyı Değişiminin Zamansal ve Geometrik Değişiminin İncelenmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar	4
2.3. ÇKKDS ile Arazi Uygunluk Analizlerine Yönelik Yapılmış Çalışmalar.....	7
2.4. Meteorolojik ve Uydu Tabanlı Kuraklık Analizine Yönelik Yapılmış Çalışmalar	10
2.5. Trend Analizine Yönelik Yapılmış Çalışmalar	13
2.6. SWOT Analizi ile Havza Değerlendirmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar ..	16
3 MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1 Çalışma Alan Sınırı ve Özellikleri	18
3.2 Kullanılan Veriler.....	23
3.2.1 Uydu görüntüleri.....	23
3.2.2 Kullanılan haritalar ve sayısal altlıklar	27
3.2.3 Meteorolojik veriler	32
3.2.4 Hidrolojik veriler	33
3.2.5 Anket uygulaması	34
3.3 Uydu Görüntüsü Ön İşleme Teknikleri	34
3.3.1 Geometrik düzeltme.....	35
3.3.2 Radyometrik düzeltme	36
3.3.3 Atmosferik düzeltme.....	38
3.3.4 Mozaikleme ve görüntü kesimi.....	38
3.4 Görüntü Sınıflandırma	39
3.4.1 Kontrolsüz sınıflandırma	40
3.4.2 Kontrollü sınıflandırma.....	42
3.4.3 Doğruluk analizi	50

3.5	Kıyı Sınır Çizgilerindeki Zamansal Değişimin İncelenmesi	52
3.5.1	Kıyı sınır çizgileri çıkarımı yöntemleri	55
3.5.2	Kıyı değişim oranı belirlemede kullanılan istatistiksel yöntemler	56
3.6	Çok Kriterli Karar Destek Sistemleri	59
3.6.1	Analitik Hiyerarşi Yöntemi (Analytic Hierarchy Process)	60
3.7	Kuraklık Analizi	64
3.7.1	Kuraklık sınıfları ve etkisi	66
3.7.2	Kuraklık izleme teknikleri	69
3.8	Trend Analiz Yöntemleri	82
3.8.1	Eksik verilerin giderilmesi işlemi	84
3.8.2	Normal dağılım	84
3.8.3	Homojenlik testi	84
3.8.4	Mann-Whitney U testi	85
3.8.5	Korelasyon analizi	85
3.8.6	Mann-Kendall (MK) testi	86
3.8.7	Serisel korelasyon (içsel bağımlılık)	88
3.8.8	Sen's Slope yöntemi	90
3.8.9	Spearman Rho testi	91
3.8.10	Şen Trend Analiz yöntemi	92
3.8.11	Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi	94
3.9	SWOT Analizi	95
4	ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	98
4.1	BKAH'na ait Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Zamansal Değişiminin Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi	98
4.1.1	Uydu görüntülerinin ön işlenmesi	98
4.1.2	Sınıf sayısı seçimi	103
4.1.3	Sınıflandırma yöntemi ve parametre seçimi	105
4.1.4	Sınıflandırma işlemi	111
4.1.5	Doğruluk analizi	118
4.1.6	Değişim tespiti (change detection)	120
4.2	Beyşehir Gölü Kıyı Değişiminin Zamansal ve Geometrik Olarak İncelenmesi 123	
4.2.1	Uydu görüntülerinin ön işlenmesi	123
4.2.2	Kıyı sınır çizgilerinin çıkarılması	125
4.2.3	Kıyı sınır çizgileri değişim oranlarının hesaplanması	131
4.3	BKAH'na Ait Optimal Tarım Arazilerinin Belirlenebilmesi için ÇKKDS'nin Kullanımı	149
4.3.1	Kriterlerin/Ölçütlerin belirlenmesi	149
4.3.2	Uzman görüşlerinin alınması ve kriterlerin ağırlıklandırılması	156
4.4	BKAH için Uygulanan Kuraklık Analizi Sonuçları	173
4.4.1	Meteorolojik tabanlı kuraklık analiz sonuçları	173
4.4.2	Uydu tabanlı kuraklık analiz sonuçları	195
4.5	BKAH için Uygulanan Trend Analizi Sonuçları	225
4.5.1	Eksik veri, normal dağılım ve homojenlik	227
4.5.2	Mann-Whitney U testi	231
4.5.3	Korelasyon analizi	232
4.5.4	Mann-Kendall (MK) testi sonuçları	235
4.5.5	Sen's Slope yöntemi sonuçları	238

4.5.6	Spearman Rho (SR) testi sonuçları	239
4.5.7	Şen Trend Analiz yöntemi sonuçları	240
4.5.8	Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonuçları	244
4.5.9	Trend analiz sonuçlarının karşılaştırılması	248
4.6	BKAH için Uygulanan SWOT Analizi Sonuçları	250
4.6.1	İç çevre analizi	251
4.6.2	Dış çevre analizi.....	255
5	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	259
6	KAYNAKLAR	283
	EKLER	308



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

\bar{P}	Toplam yağış ortalaması
$NDVI_{max}$	Maksimum NDVI değeri
$NDVI_{min}$	Minimum NDVI değeri
P_i^{ort}	Ortalama yağış miktarı
T_{max}	Maksimum sıcaklık değeri
T_{min}	Minimum sıcaklık değeri
r_k	Otokolerasyon Katsayısı
$r_k(\%)$	Kritik değer
λ_i	Lagrange çarpanları
$ \cdot $	Mutlak değer
$\ \cdot\ $	Vektörün normu
b	Bias parametresi
B2	2.band
B3	3. band
B5	5. band
B6	6. band
Bias	Sapma (bias) değeri
C	Düzenleme (penalty) parametresi
CR	Tutarlılık oranı
d	Polinom derecesi
Df	Serbestlik derecesi
DN	Digital Number
E(t)	Dağılım fonksiyonunun ortalaması
E_{ij}	i. ve j. kriterin ikili karşılaştırma değeri
$ESUN_\lambda$	Ortalama solar irradyans değeri
F	Anlamlılık düzeyi
Gain	Kazanç (gain) değeri
H	Homojen
H_1	Alternatif hipotez
HD	Homojen Değil
H_0	Sıfır hipotezi

JD	Jülien Date
K	Kalibrasyon sabiti
L_{λ}	Spektral ışınlılık (Radyans)
Na	Orta seviye altında olan sayıların gösterimi
NIR	Yakın kızıl ötesi band
Nu	Orta seviye üzerinde olan sayıların gösterimi
P	Aktüel yağış
P_i	Aktüel yağış miktarı
p^{th}	Gruptaki veri değeri sayısı
q	Eşit değere sahip grup sayısı
QCAL	Parlaklık değerleri
$QCAL_{MAX}$	Maksimum parlaklık değeri
$QCAL_{MIN}$	Minimum parlaklık değeri
Q_i	Zaman serisinde eğim tahmini göstergesi
Q_{max}	Güven aralığının üst sınırı
Q_{min}	Güven aralığının alt sınırı
R	Run sayısı
RI	Random Index
rs	Spearman'ın Rho Testi istatistiği
Sig.	Sigma değeri
T	Sıcaklık değeri
Tb	Yüzey Sıcaklığı
T+	Tekdüze artan
T-	Tekdüze azalan
u(t)	Trend saçılım grafiği fonksiyonu
Z	Standartlaştırılmış değişken yağış standart skoru
α	Katkı faktörü
γ	Gamma parametresi
ε	Artık değer
θ	Zenit açısı
λ_{max}	En büyük öz değer
τ	Kendall korelasyon katsayısı
<i>Cov</i>	Kovaryans
<i>Cst</i>	Çarpıklık katsayısı

$K(x_i, x_j)$	Kernel fonksiyonu
M	Marjin
VAR	Varyans
a_0	Kesişim sabiti
a_1	Eğim göstergesi
$f(ti)$	Zamanın sürekli monoton bir artan veya azalan fonksiyon
w	Ağırlık değeri
σ	Standart sapma

Kısaltmalar

A'WOT	AHP-SWOT
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analytic Hierarchy Process
AKAÖ	Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü
AKKS	Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı
ANOVA	Analysis of Variance
ANP	Analytic Network Process
AOR	Oranların Ortalamaları
AR	Autoregressive Process
ATS	Arazi Kullanım Kabiliyeti Alt Sınıfı
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer
BKAH	Beyşehir-Kaşaklı Alt Havzası
BTG	Büyük Toprak Grubu
CART	Classification and Regression Trees
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CI	Consistency Index
CORINE	Coordination of Information on the Environment
CR	Consistency Ratio
CWSI	Crop Water Stress Index
CZI	China-Z Index
ÇKKDS	Çok Kriterli Karar Destek Sistemleri
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DEM	Digital Elevation Model
DEVNDVI	Deviation Of Normalized Diference Vegetation Index

DI	Deciles Index
DN	Digital Number
DPSI	The Drivers, Pressures, State, Impact Response
DSAS	Digital Shoreline Analysis System
DSİ	Devlet Su İşleri
DTC	Decision Tree Classification
DTED	Digital Terrain Elevation Data
EC	Expert Choice
EEA	European Environment Agency
EKİ	Efektif Kuraklık İndeksi
ELECTRE	Elimination And Choice Expressing Reality
EPR	End Point Rate
ERTS	Earth Technology Satellite
ET	Evapotranspiration
ETM	Enhanced Thematic Mapper
FAO	Food and Agriculture Organization
GD	Genel Doğruluk
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GSE	Küresel Çevre ve Güvenlik İzleme Servisi
HGM	Harita Genel Müdürlüğü
ISODATA	Iterative Self Organising Data Analysis Techniques
JKR	Jack-Knife Oranı
K	Kappa İstatistiği
KCB	Konya Closed Basin
KD	Kullanıcı Doğruluğu
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
KKH	Konya Kapalı Havzası
KOH	Karesel Ortalama Hata
LAD	En Az Kareler Mutlak Sapma
LRR	Linear Regression Rate
LSE	Land Surface Emissivity
LST	Land Surface Temperature
Max	Maksimum

MCDS	Multi-Criteria Decision Support Systems
MCZI	Modified China-Z Index
MDL	Minimum Açıklama Uzunluğu
Min	Minimum
MK	Mann-Kendall
MLC	Maximum Likelihood Classification
MNDVI	Modified Normalized Difference Water Index
MODIS	Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi
MSS	Multi-Spectral Scanner
NASA	National Aeronautical Space Administration
NCC	National Climate Center
NDBI	Normalized Difference Built-Up Index
NDVI	Normalized Differential Vegetation Index
NLCD	National Land Cover Dataset
NNA	Neural Network Analysis
NYI	Normal Yağış Yüzdesi
OLI	Operational Land Imager
PAN	Pankromatik Band
PC	Principal Components
PCI	Precipitation Condition Index
PDSI	Palmer Drought Severity Index
PET	Potential Evapotranspiration
Phd ₁	Palmer Hydrological Drought Severity Index
PNI	Percent of Normal Index
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
R'WOT	Ranking-SWOT
RAI	Rainfall Anomaly Index
RDI	Reconnaissance Drought Index
RGB	Red-Green-Blue
RI	Rastgele İndeks Göstergesi
SCE	Shoreline Change Envelope
Sc-Pds ₁	Self-Calibrated Palmer Drought Severity Index
SFI	Standardized Streamflow Index

SMART	Simple Multi-Attribute Ranking Technique
Spei	Standardized Precipitation Evapotranspiration Index
SPI	Standardized Precipitation Index
SRI	Standardized Runoff Index
SVM	Support Vector Machine
SWI	Standart Su Seviyesi İndeksi
SWIR	Kısa Dalga İnfrared
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TC	Tasseled Cap
TCI	Temperature Condition Index
TFPW	The Trend-Free Prewhitening
TIR	Thermal İnfrared
TIRS	Thermal İnfrared Sensor
TM	Thematic Mapper
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
TRGM	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
TVX	Temperature Vegetation Indeks
UA	Uzaktan Algılama
USGS	U.S. Geological Survey
UTM	Universal Transverse Mercator
ÜD	Üretici Doğruluğu
VCI	Vegetation Condition Index
VHI	Vegetation Health Index
VNIR	Görünür Ve Yakın-İnfrared
WCED	The World Comission on Environment and Development
WGS	World Geodetic System
WLAD	Ağırlıklı En Az Mutlak Sapma
WLS	Ağırlıklı En Küçük Kareler
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
WOA	Ağırlıklı Bindirme Analizi
WRS	Worldwide Reference System
YK	Yağış Kuyrukları
ZSI	Z-Score Index

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Sürdürülebilirliğin temel bileşenleri (Rodriguez ve ark.,2002).....	1
Şekil 1.2 Tezin organizasyonu ve akış diyagramı	5
Şekil 3.1 Beyşehir-Kaşaklı alt havza sınırı gösterimi.....	19
Şekil 3.2 Beyşehir-Kaşaklı alt havzasının üç boyutlu (3D) görünümü	19
Şekil 3.3 Landsat misyonunun zaman çizelgesi ve tarihçesi	24
Şekil 3.4 Landsat 5 ve 7 uydu görüntüleri için path/row haritası – Türkiye (NİK, 2020)	27
Şekil 3.5 1/1000 ve 1/25000 ölçekli topografik haritaların gösterimi	27
Şekil 3.6 Uygulama alanına ait DTED-2 DEM verisi	29
Şekil 3.7 CORINE veri altlıklarının BKAH örneğinde sunulması.....	30
Şekil 3.8 a) En Yakın Komşuluk yöntemi, b) Bilineer Enterpolasyon yöntemi, c) Kübik Enterpolasyon yöntemi (Sunar ve ark., 2016)	36
Şekil 3.9 2 boyutlu (2D) uzayda özellik kümelerinin gösterimi.....	39
Şekil 3.10 K-Ortalama Kümeleme algoritması (K-Means) yöntemi uygulanışı	42
Şekil 3.11 Kontrollü sınıflandırma yönteminin işleyişi (Lillesand ve ark., 2015)	43
Şekil 3.12 Olasılık yoğunluk fonksiyonları (Lillesand ve ark., 2015; Ayhan ve ark., 2003).....	44
Şekil 3.13 a) Tek katmanlı sinir ağ yapısı, b) Çok katmanlı sinir ağ yapısı.....	46
Şekil 3.14 Doğrusal olarak ayrılan iki boyutlu SVM ve optimum hiperdüzlem gösterimi (x_i :hiperdüzlem üzerindeki nokta, w :hiperdüzlemin normali, b : hiperdüzlemin orijinden olan uzaklığı (bias)).....	47
Şekil 3.15 Doğrusal olarak ayrılmayan iki boyutlu SVM ve optimum hiperdüzlem gösterim (ξ : yapay değişken).....	49
Şekil 3.16 Hata (confusion) matrisi gösterimi	51
Şekil 3.17 Kıyı sınır çizgilerinin gösterimi (Anonim, 1992).....	53
Şekil 3.18 SCE Yöntemi (Beyazıt, 2014).....	57
Şekil 3.19. EPR yöntemi (Beyazıt, 2014).....	58
Şekil 3.20 Karar verme sürecine ait oluşturulan hiyerarşik model grafiği	60
Şekil 3.21 AHP yöntemi hiyerarşik yapısı.....	61
Şekil 3.22 Kuraklık sınıfları ve etkileri (MGM, 2021).....	67
Şekil 3.23 Sağlıklı ve sağlıklı bitki örtüsü arasındaki yansıtım farkı (UUCE, 2010). .	80
Şekil 3.24 Korelasyonun şiddeti ve yönü	86
Şekil 3.25 Zaman serilerindeki artan, azalan ve olmayan trendlerin gösterimi (Dabanlı,2017)	93
Şekil 3.26 Karar almada kullanılan iç ve dış çevre analiz faktörleri gösterimi	96
Şekil 4.1 AKAÖ zamansal değişiminin incelenmesine yönelik hazırlanan iş akış diyagramı	98
Şekil 4.2 Atmosferik düzeltme modülü	101
Şekil 4.3 Geometrik ve atmosferik olarak düzeltilmiş uydu görüntüsü	101
Şekil 4.4 Görüntünün mozaiklenmesi.....	102
Şekil 4.5 İlgili sınırın çıkarılması işlemi.....	103
Şekil 4.6 CORINE 2006 AKAÖ verisi sınıfsal gösterimi, a) 1. düzey b) 2. düzey.....	104
Şekil 4.7 Çalışma alanında kullanılan eğitim alanları gösterimi	106
Şekil 4.8 a) 2006 yılına ait landsat 5 TM Band (B4/B3/B2) görüntüsü, b) K-Means, c) MLC, d) NNA sınıflandırma sonuç görüntüsü	108
Şekil 4.9 e) SVM-Lineer, f) SVM-Sigmoid, g) SVM-Radyal, h) SVM-Polinomal fonksiyon sınıflandırma sonuç görüntüsü.....	108
Şekil 4.10 Band Oranlama yöntemi sonucu oluşturulan kara-su ayrımı haritası.....	112
Şekil 4.11 2006 yılına ait sulak alanların maskelenmesi	113

Şekil 4.12 2006 yılına ait bitki sınıfının maskelenmesi.....	113
Şekil 4.13 2006 yılına ait tarım arazilerinin maskelenmesi.....	114
Şekil 4.14 2006 yılına ait yapay yüzey ve çıplak arazilerin maskelenmesi.....	114
Şekil 4.15 1984-2018 yılları için oluşturulan birinci düzey SVM sınıflandırma sonuç haritaları.....	116
Şekil 4.16 1984-2018 yılları için oluşturulan ikinci düzey SVM sınıflandırma sonuç haritaları.....	117
Şekil 4.17 1984-2018 yılları arasında AKAÖ 'deki zamansal değişimin görselleştirilmesi.....	121
Şekil 4.18 Beyşehir Gölü kıyı sınır değişiminin zamansal ve geometrik olarak incelenmesine yönelik hazırlanan iş akış diyagramı	123
Şekil 4.19 Beyşehir Gölü ve yakın çevresine ait Landsat uydu görüntüleri gösterimi.	125
Şekil 4.20 Band Oranlama yöntemi sonucu oluşturulan haritalar	127
Şekil 4.21 Kıyı sınır çizgisinin sayısallaştırılması işlemi	128
Şekil 4.22 Farklı yıllara ait kıyı sınır çizgilerinin vektörel gösterimi.....	129
Şekil 4.23 Farklı yıllara ait kıyı sınır çizgilerinin çakıştırılması	130
Şekil 4.24 DSAS yazılım aracı modülü arayüzü örnek gösterimi	131
Şekil 4.25 Çalışma alanının bölgelere ayrılması	132
Şekil 4.26 Dayanak hattı (baseline) oluşturulması	133
Şekil 4.27 Transektlerin gösterimi (1996 yılına ait Landsat-5 TM, False colour görüntü verileri, a) Yıllara göre kıyı çizgisi değişimlerinin yakın gösterimi, b) transektlerin yakın gösterimi, c) Yıllara göre kıyı çizgisi değişikliklerinin ve transektlerin gösterilmesi.....	134
Şekil 4.28 Bölge-1 SCE analizi sonuçlarının haritada gösterimi ve grafiksel sunumu	135
Şekil 4.29 Bölge-2 SCE analizi sonuçlarının haritada gösterimi ve grafiksel sunumu	136
Şekil 4.30 Bölge-3 SCE analizi sonuçlarının haritada gösterimi ve grafiksel sunumu	137
Şekil 4.31 Bölge-4 SCE analizi sonuçlarının haritada gösterimi ve grafiksel sunumu	138
Şekil 4.32 Beyşehir Gölü 1984 ve 2018 yıllarındaki kıyı sınır çizgilerinin 3D gösterimi	140
Şekil 4.33 1984-2018 yılları arasında EPR ve LRR yöntemine göre bölge 1'den bölge 4'e kıyı sınır çizgisi değişim oranları	141
Şekil 4.34 EPR ve LRR yöntemlerinden elde edilen standart sapma değerleri.....	143
Şekil 4.35 EPR ve LRR sonuç değerlerinin regresyon grafiği	144
Şekil 4.36 Kıyı şeridindeki birikme ve erozyon haritası (1984 -2018)	146
Şekil 4.37 Birikme ve erozyon miktarlarının alansal ve yüzdesel olarak karşılaştırılması	147
Şekil 4.38 1984-2018 yılları arasında Beyşehir Gölü yüzey alanındaki değişim miktarları.....	148
Şekil 4.39 Katılımcıların meslek grupları dağılımı	157
Şekil 4.40 Katılımcıların çalıştığı kurum dağılımı	157
Şekil 4.41 Katılımcıların eğitim düzeyleri.....	158
Şekil 4.42 Katılımcıların mesleki deneyimleri	158
Şekil 4.43 Ağırlıklandırma tablosu (ideal mod) ve tutarlılık oranının gösterilmesi (EC program çıktıları)	161
Şekil 4.44 a) Landsat 8 OLI uydu görüntüsü (B5/B4/B3-2018), b) AKAÖ haritası (2018).....	162
Şekil 4.45 Topografik özellikler kriterleri; a) Eğim parametresi, b) Bakı parametresi, c) Yükseklik parametresi	163
Şekil 4.46 İklim faktörü kriterleri; a) Sıcaklık parametresi, b) Yağış parametresi.....	164

Şekil 4.47 Toprak özellikleri kriterleri; a) Erozyon parametresi, b) Toprak Derinliği parametresi, c) AKKS parametresi	165
Şekil 4.48 Toprak özellikleri kriteri; d) ATS parametresi, e) BTG parametresi	166
Şekil 4.49 Erişilebilirlik kriterleri; a) Yol ağına mesafe parametresi, b) Su varlığı mesafe parametresi	167
Şekil 4.50 Sulama kriterleri; a) Yer altı su varlığı parametresi, b) Tarımsal drenaj parametresi.....	168
Şekil 4.51 Optimal tarım arazisi kullanım haritası	169
Şekil 4.52 CORINE 2018 mevcut tarım arazisi kullanım haritası.....	170
Şekil 4.53 Suğla gölü zamansal değişimi (Landsat uydu görüntüleri)	172
Şekil 4.54 BKAH kuraklık durumunun incelenmesine yönelik hazırlanan iş akış diyagramı	173
Şekil 4.55 Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarının konumsal gösterimi..	174
Şekil 4.56 Beyşehir istasyonuna ait farklı zaman ölçeklerindeki SPI grafikleri	189
Şekil 4.57 Seydişehir istasyonuna ait farklı zaman ölçeklerindeki SPI grafikleri.....	190
Şekil 4.58 Regresyon saçılım grafiği a) (+) yönlü doğrusal regresyon b) (-) yönlü doğrusal regresyon c) Doğrusal olmayan regresyon d) İlişki yok	196
Şekil 4.59 11.08.2019 tarihli Landsat 8 TIRS (a) ve OLI (b) uydu görüntüleri	196
Şekil 4.60 Farklı arazi tipleri için araziden toplanan sıcaklık ve konum verileri	197
Şekil 4.61 farklı arazi tipleri için alınan ölçümlere ait konumsal gösterim	198
Şekil 4.62 Eş zamanlı yer ve uydu verilerine ait regresyon analizi	200
Şekil 4.63 LST analiz sonuçları (1985-2018)	201
Şekil 4.64 NDVI analiz sonuçları (1985-2018)	202
Şekil 4.65 TCI analiz sonuçları (1985-2018).....	203
Şekil 4.66 VCI analiz sonuçları (1985-2018)	204
Şekil 4.67 VHI analiz sonuçları (1985-2018)	205
Şekil 4.68 Rastgele nokta (random point) atama işlemi	206
Şekil 4.69 Oluşturulan rastgele noktalara çoklu veri atama işlemi.....	207
Şekil 4.70 Havza genelinde 20 m*20 m olacak şekilde oluşturulan rastgele (random) noktalar	207
Şekil 4.71 Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyon çevrelerinde atılan rastgele noktalar	208
Şekil 4.72 VCI, TCI ile LST değerlerinin yıllara göre ortalama değerlerinden çizilen birleşik grafikler.....	211
Şekil 4.73 NDVI, VHI ile LST değerlerinin yıllara göre ortalama değerlerinden çizilen birleşik grafikler.....	212
Şekil 4.74 Farklı yıllara ait VCI ve TCI karşılaştırmaları	213
Şekil 4.75 VHI indeksi sonuçlarına göre BKAH'nın kuraklık durumunun alansal dağılım grafiği.....	221
Şekil 4.76 LST fark görüntüsü ve 1985-2018 yıllarına ait AKAÖ haritası	222
Şekil 4.77 LST fark görüntü termal değişim değer dağılım grafiği.....	223
Şekil 4.78 AKAÖ değişimleri (1985-2018) ile LST fark görüntülerinin karşılaştırılması	224
Şekil 4.79 BKAH trend analizi için hazırlanan iş akış diyagramı	227
Şekil 4.80 Beyşehir istasyonuna ait Şen Trend analiz sonuç grafikleri.....	242
Şekil 4.81 Seydişehir istasyonuna ait Şen Trend analiz sonuç grafikleri	243
Şekil 4.82 Beyşehir istasyonuna ait Mann-Kendall Mertebeli Korelasyon testi sonuç grafikleri.....	246
Şekil 4.83 Seydişehir istasyonuna ait Mann-Kendall Mertebeli Korelasyon testi sonuç grafikleri.....	247

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1 Arazi kullanımı ve arazi örtüsünün zamansal değişiminin incelenmesine yönelik kaynak taraması özetleri	1
Çizelge 2.2 Kıyı değişiminin zamansal ve geometrik değişiminin incelenmesine yönelik kaynak taraması özetleri	4
Çizelge 2.3 AHP yöntemi ile arazi uygunluk analizlerine yönelik kaynak taraması özetleri	7
Çizelge 2.4 Meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık analizine yönelik kaynak taraması özetleri	10
Çizelge 2.5 Trend analizine yönelik kaynak taraması özetleri	13
Çizelge 2.6 SWOT analizi ile havza değerlendirmesine yönelik kaynak taraması özetleri	16
Çizelge 3.1 Tez kapsamında kullanılan Landsat uydu görüntülerine ait teknik özellikler (U.S. Geology Survey, 2021).....	25
Çizelge 3.2 Landsat uydu görüntülerine ait her bir bandın kullanım alanlarının gösterimi (NİK, 2020).....	26
Çizelge 3.3 DTED-2 DEM verilerinin teknik özellikleri (HGM, 2020)	28
Çizelge 3.4 Farklı düzeylerde CORINE arazi sınıfları gösterimi (EEA, 2002; Koca, 2006)	31
Çizelge 3.5 Tez kapsamında kullanılan meteorolojik istasyonların tanımlayıcı verileri (MEVBİS, 2021).....	32
Çizelge 3.6 Tez kapsamında kullanılan meteorolojik verilere ait gözlem türü ve veri aralıkları	33
Çizelge 3.7 Tez kapsamında kullanılan kuyu verilerinin tanımlayıcı özellikleri	33
Çizelge 3.8 SVM yönteminde kullanılan kernel fonksiyonlar ve matematiksel eşitliklerinin gösterimi	49
Çizelge 3.9 AHP yöntemi değerlendirme ölçeği (Thomas,2004).....	62
Çizelge 3.10 Rastgele indeks göstergesi (Saaty,1980)	63
Çizelge 3.11 Meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık indeksleri.....	70
Çizelge 3.12 SPI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi (McKee ve ark., 1993)	72
Çizelge 3.13 PNI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi (Willeke ve ark.,1994)	73
Çizelge 3.14 DI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi (Haied ve ark.,2017) 74	
Çizelge 3.15 CZI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi.....	75
Çizelge 3.16 ZSI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi	76
Çizelge 3.17 RAI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi (Van Rooy, 1965) .	77
Çizelge 3.18 VHI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi	82
Çizelge 3.19 SWOT matrisi gösterimi.....	97
Çizelge 4.1 Geometrik düzeltmesi yapılan uydu görüntüleri ve özellikleri	99
Çizelge 4.2 Çalışmada kullanılacak birinci ve ikinci düzey sınıf tipleri	104
Çizelge 4.3 Farklı sınıflandırma yöntemlerine ait kullanılan parametre özellikleri ve genel doğruluk yüzdeleri gösterimi	109
Çizelge 4.4 Birinci ve ikinci düzey sınıflandırma doğruluk analizleri	118
Çizelge 4.5 Birinci ve ikinci düzey sınıfsal doğruluk yüzdeleri	119
Çizelge 4.6 1984-2018 yılları arasında değişiklik gösteren sınıflar ve değişim miktarları	120
Çizelge 4.7 1984-2018 yılları arası hesaplanan yüzdesel değişim analizi.....	122
Çizelge 4.8 Geometrik düzeltmesi yapılan uydu görüntüleri ve teknik özellikleri	124

Çizelge 4.9 SCE yönteminden elde edilen kıyı sınır çizgisi değişim istatistikleri	139
Çizelge 4.10 LRR ve EPR yöntemlerinden türetilen Beyşehir Gölü kıyı sınır çizgisi değişim eğilimleri	142
Çizelge 4.11 Uygunluk analizi için belirlenen ana ve alt kriterler	150
Çizelge 4.12 AKAÖ parametresi alt kriterleri	150
Çizelge 4.13 Bakı parametresi alt kriterleri	151
Çizelge 4.14 Yükselti parametresi alt kriterleri	151
Çizelge 4.15 Eğim parametresi alt kriterleri	152
Çizelge 4.16 Sıcaklık parametresi alt kriterleri	152
Çizelge 4.17 Yağış parametresi alt kriterleri	152
Çizelge 4.18 Erozyon parametresi alt kriterleri	153
Çizelge 4.19 Toprak derinlik parametresi alt kriterleri	153
Çizelge 4.20 AKKS parametresi alt kriterleri	154
Çizelge 4.21 ATS parametresi alt kriterleri	154
Çizelge 4.22 BTG parametresi toprak lejantı	154
Çizelge 4.23 Su varlığına yakınlık parametresi alt kriterleri	155
Çizelge 4.24 Yol ağına yakınlık parametresi alt kriterleri	155
Çizelge 4.25 Toprak drenajı parametresi alt kriterleri	156
Çizelge 4.26 Uygunluk analizi bileşenleri ve ağırlıkları	159
Çizelge 4.27 Yer seçim kriterleri ve ağırlıkları	170
Çizelge 4.28 Beyşehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına aylık kuraklık indeksleri tanımlayıcı istatistiksel değerleri	175
Çizelge 4.29 Seydişehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına aylık kuraklık indeksleri tanımlayıcı istatistiksel değerleri	175
Çizelge 4.30 Beyşehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen aylık kuraklık durum sayıları	176
Çizelge 4.31 Seydişehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen aylık kuraklık durum sayıları	176
Çizelge 4.32 1970-2018 yılları arası Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan aylık kuraklık durum yüzdeleri (%)	177
Çizelge 4.33 Beyşehir İstasyonuna ait 3 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına mevsimlik kuraklık indeksleri tanımlayıcı istatistiksel değerleri (K: Kış, İ:İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar)	178
Çizelge 4.34 Seydişehir İstasyonuna ait 3 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına mevsimlik kuraklık indeksleri tanımlayıcı istatistiksel değerleri	178
Çizelge 4.35 Beyşehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen mevsimsel kuraklık durum sayıları	179
Çizelge 4.36 Seyşehir İstasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen mevsimsel kuraklık durum sayıları	179
Çizelge 4.37 1970-2018 Yılları Arası Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan mevsimsel kuraklık durum yüzdeleri (%)	180
Çizelge 4.38 Farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası kış mevsimi kuraklık periyotları	181
Çizelge 4.39 Farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası ilkbahar mevsimi kuraklık periyotları	181
Çizelge 4.40 Farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası yaz mevsimi kuraklık periyotları	181
Çizelge 4.41 Farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası sonbahar mevsimi kuraklık periyotları	182

Çizelge 4.42 Beyşehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına ait yıllık kuraklık indeksleri tanımlayıcı özellikleri	183
Çizelge 4.43 Beyşehir İstasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına ait yıllık kuraklık indeksleri tanımlayıcı özellikleri	183
Çizelge 4.44 Beyşehir İstasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen yıllık kuraklık durum sayıları	183
Çizelge 4.45 Seydişehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen yıllık kuraklık durum sayıları	184
Çizelge 4.46 1970-2018 yılları arası Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan yıllık kuraklık durum yüzdeleri (%)	184
Çizelge 4.47 Beyşehir istasyonu için farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası yıllık kuraklık periyotları	185
Çizelge 4.48 Seydişehir istasyonu için farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası yıllık kuraklık periyotları	186
Çizelge 4.49 Spearman's Rho korelasyon analizi sonuçları	187
Çizelge 4.50 Farklı zaman ölçeklerine göre Beyşehir istasyonuna ait SPI değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	188
Çizelge 4.51 Farklı zaman ölçeklerine göre Seydişehir istasyonuna ait SPI değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	188
Çizelge 4.52 Beyşehir SPI kuraklık kategorileri durum sayıları (1970-2018)	190
Çizelge 4.53 Seyşehir SPI kuraklık kategorileri durum sayıları (1970-2018).....	191
Çizelge 4.54 Beyşehir SPI kuraklık kategorileri durum yüzdeleri (%)	191
Çizelge 4.55 Seydişehir SPI kuraklık kategorileri durum yüzdeleri (%)	191
Çizelge 4.56 1 Aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları.....	192
Çizelge 4.57 3 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları.....	193
Çizelge 4.58 6 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları.....	193
Çizelge 4.59 9 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları.....	194
Çizelge 4.60 12 ve 24 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları	194
Çizelge 4.61 60 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları.....	195
Çizelge 4.62 Yersel ölçmeler ve uydu görüntüsüne ait sıcaklık verileri	199
Çizelge 4.63 Farklı yıllara ait VCI, TCI, NDVI, LST ve VHI değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	209
Çizelge 4.64 VHI değerlerinin varyans homojenliği ve normal dağılım testi sonuçları	214
Çizelge 4.65 VHI değerlerinin Kruskal Wallis testi sonuçları	215
Çizelge 4.66 VHI değerlerinin tek yönlü ANOVA testi sonuçları	215
Çizelge 4.67 Seydişehir ve çevresi için farklı yıllara ait LST ve VHI için korelasyon katsayıları.....	216
Çizelge 4.68 VHI değerleri için farklı yıllara ait alt gruplar	216
Çizelge 4.69 VHI değerlerine göre elde edilen kuraklık sınıfları sayı ve yüzdeleri.....	217
Çizelge 4.70 BKAH, Beyşehir ve Seydişehir çevresi için kuraklık durum yüzdeleri (%)	217
Çizelge 4.71 Beyşehir istasyonu için uydu görüntülerinin elde edilme tarihlerine göre farklı yöntemler ile bulunan kuraklık kategorisi karşılaştırmalar.....	218
Çizelge 4.72 Seydişehir istasyonu için uydu görüntülerinin elde edilme tarihlerine göre farklı yöntemler ile bulunan kuraklık kategorisi karşılaştırmalar.....	219
Çizelge 4.73 VHI indeksi sonuçlarına göre BKAH'nın kuraklık durumunun alansal (ha) gösterimi	220
Çizelge 4.74 Beyşehir istasyonundan elde edilen gözlem parametrelerinin aylık ortalama değerleri	228

Çizelge 4.75 Seydişehir istasyonundan elde edilen gözlem parametrelerinin aylık Ortalama değerleri	228
Çizelge 4.76 Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından elde edilen gözlem parametrelerinin mevsimlik ortalama değerleri	229
Çizelge 4.77 Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından elde edilen gözlem parametrelerinin yıllık ortalama değerleri	229
Çizelge 4.78 Beyşehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin normal dağılım testi sonuçları	230
Çizelge 4.79 Seydişehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin normal dağılım testi sonuçları	230
Çizelge 4.80 Beyşehir istasyonunda gözlenen verilerin Run homojenlik testi sonuçları	230
Çizelge 4.81 Seydişehir istasyonunda gözlenen verilerin Run homojenlik testi sonuçları	231
Çizelge 4.82 Beyşehir ve Seydişehir İstasyonlarındaki meteorolojik verilere ilişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları	231
Çizelge 4.83 Beyşehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin Spearman's rho Korelasyon testi sonuçları	233
Çizelge 4.84 Beyşehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin Spearman's rho korelasyon yönü sonuçları	233
Çizelge 4.85 Seydişehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin Spearman's rho Korelasyon testi sonuçları	234
Çizelge 4.86 Seydişehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin Spearman's rho korelasyon yönü sonuçları	234
Çizelge 4.87 Beyşehir istasyonunda gözlenen verilerin otokorelasyon testi sonuçları	236
Çizelge 4.88 Seydişehir istasyonunda gözlenen verilerin otokorelasyon testi sonuçları	236
Çizelge 4.89 Beyşehir istasyonundaki ön arındırma öncesi Mann- Kendall test sonuçları	237
Çizelge 4.90 Beyşehir istasyonundaki ön arındırma sonrası Mann- Kendall test sonuçları	237
Çizelge 4.91 Seydişehir istasyonundaki ön arındırma öncesi Mann- Kendall test sonuçları	237
Çizelge 4.92 Seydişehir istasyonundaki ön arındırma sonrası Mann- Kendall test sonuçları	237
Çizelge 4.93 Beyşehir Gözlem istasyonuna ait Sen's Slope yönteminden bulunan değerler	238
Çizelge 4.94 Seydişehir Gözlem istasyonuna ait Sen's Slope yönteminden bulunan değerler	238
Çizelge 4.95 Beyşehir istasyonunda gözlenen verilerin Spearman Rho testi sonuçları	239
Çizelge 4.96 Seydişehir istasyonunda gözlenen verilerin Spearman Rho testi sonuçları	240
Çizelge 4.97 Şen Trend analizine göre elde edilen sonuçlar	241
Çizelge 4.98 Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonuçları (Beyşehir istasyonu)	244
Çizelge 4.99 Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonuçları (Seydişehir istasyonu)	244
Çizelge 4.100 Beyşehir istasyonu verilerinden bulunan trend analizi karşılaştırmaları	248
Çizelge 4.101 Seydişehir istasyonu verilerinden bulunan trend analizi karşılaştırmaları	249

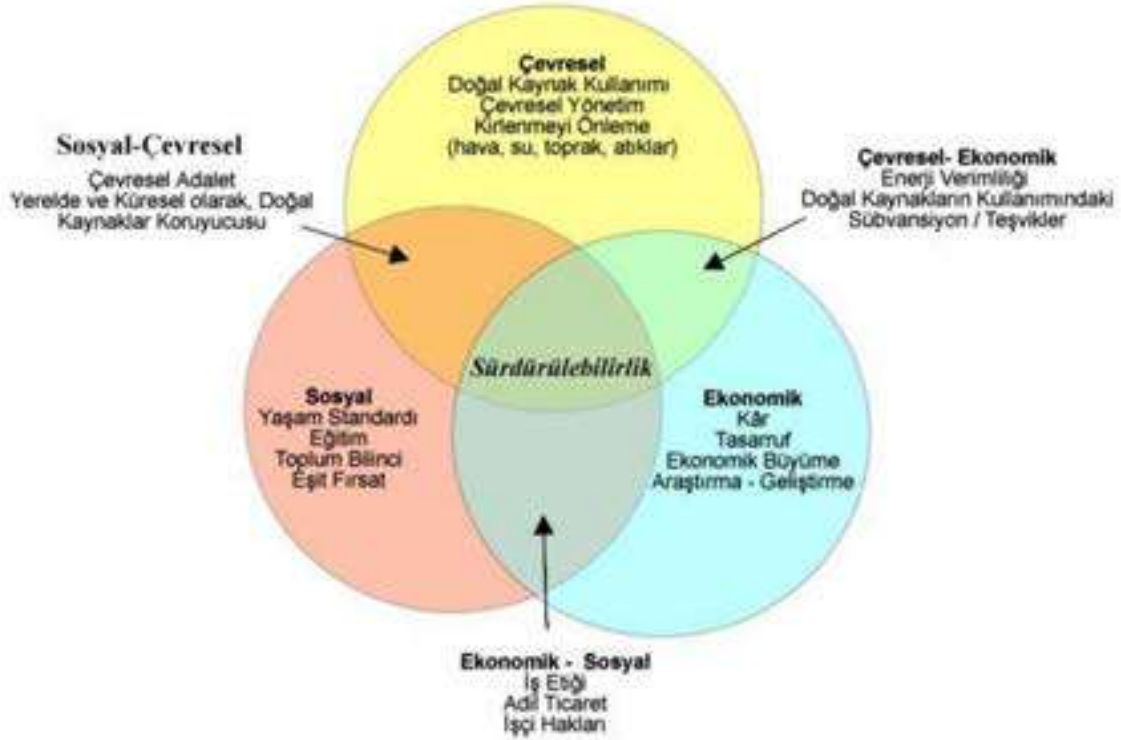
Çizelge 4.102 Beyşehir ve Seydişehir istasyonu verilerinden bulunan genel trend analizi karşılaştırmaları	249
Çizelge 4.103 BKAH güçlü yönler faktör analizi.....	251
Çizelge 4.104 BKAH zayıf yönler faktör analizi	253
Çizelge 4.105 BKAH fırsatlar faktör analizi	255
Çizelge 4.106 BKAH tehditler faktör analizi	257



1 GİRİŞ

Arazi ve insan, yaşamsal faaliyetler adına birbirleriyle ilişkili ve sürekli devinim halinde olan iki olgudur (Yalçın ve Göktepe, 2018). Arazi, insan faaliyetlerinin gerçekleştirilebileceği en temel alanlardır. Geçmişte arazi, beslenme gibi temel faaliyetleri karşılayan toprak parçası olarak kabul görürken, İkinci Dünya Savaşı'ndan itibaren artan hızlı sanayileşme ve bununla beraber modern şehirleşme faaliyetleri, teknolojideki gelişmeler ve artan nüfus yoğunluğu sebebiyle geri dönüşümü sağlanamayan sonlu bir doğal kaynak olarak görülmeye başlanmıştır. Bu da kentsel arazi kullanımı konusunda yasal düzenlemeler oluşturma ihtiyacını beraberinde getirmiştir. 19. yüzyıldan itibaren ise yeryüzündeki mevcut sınırlı doğal kaynaklarımız üzerinde giderek artan kaynak kıtlığı, sadece kentsel arazi yönetiminin değil aynı zamanda kırsal arazilerimiz için de arazi politikaları oluşturma ve sürdürülebilir arazi yönetiminin gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Sürdürülebilirlik, çevresel, ekonomik ve toplumsal bileşenlerden oluşan çok boyutlu bir kavram kümesidir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Sürdürülebilirliğin temel bileşenleri (Rodriguez ve ark.,2002)

1987 yılında ilk defa “Sürdürülebilirlik” ifadesi Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından Ortak geleceğimiz adlı Brundtland Raporunda kamuoyuna sunulmuştur (Brundtland, 1987). Sürdürülebilirlik ifadesi bu raporla ilk defa anlam kazanmıştır. Rapora göre Sürdürülebilirlik, “Bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin de kendi ihtiyaçlarını karşılamalarında ödün vermeden karşılamak” şeklinde ifade edilmektedir (Bilgili ve Solakoğlu, 2020; Aksu, 2011). Brundtland Raporu kamuoyunda yarattığı etki sonrasında yapılan konferans ve zirvelerde sürdürülebilirlik tanımına daha sık yer verilmiştir. Bu konferanslardan bazıları 1992 Rio de Janeiro Zirvesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü, 2002 Johannesburg Zirvesi, 2012 Rio de Janeiro Zirvesi (Rio+20 Zirvesi)’dir (Toprak, 2017). Yapılan bu zirvelerin raporlarında savunulan ana görüş ise çevre ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi dengede tutmak, sınırlı doğal kaynaklarımızı en verimli şekilde kullanarak ekonomik büyümeyi sağlama temeline dayanmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik temelli sorunları ortaya koyarak arazinin yönetişimini desteklemeyi ve sürdürülebilir yönetimine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Günümüzde sürdürülebilir arazi yönetimi olgusu, iklim değişikliğinin de oluşturduğu etkiler sebebiyle üzerinde sıklıkla durulan problemlerin başında gelmektedir. Türkiye, arazinin etkin ve verimli kullanımı noktasında iklim değişikliğinden etkilenen Akdeniz ülkelerinin başında gelir. Yağış verilerindeki ani azalmalar, sıcaklık verilerinde ise beklenmedik artışlar ya da aksine yaşanan taşkınlar, tarımsal uygulamalarda karşılaştığımız vahşi sulama faaliyetleri gibi yapay ve doğal unsurlar neticesinde ülke genelinde kalıcı deformasyonlar yaratmaktadır. Yeryüzünde meydana gelen deformasyonları belirlemede ve bu deformasyonların neticesinde oluşan problemlerin giderilmesinde sürdürülebilir tasarımlar ve planlamalar yapmak oldukça önemlidir. Bu da sürdürülebilir arazi yaklaşımının gerçekleşmesi için arazinin mevcut tüm yönlerinin ayrıntılı olarak ele alınıp incelenmesini gerektirir.

Sınırlı doğal kaynakların korunması geçmiş yıllarda hem maliyetli hem de takibi zordu. Bu da sürdürülebilirliğin sağlanması noktasında büyük bir problemdi. Son yıllarda gelişen teknoloji, uydular aracılığıyla yeryüzünün zamansal değişiminin takip edilmesinde büyük avantajlar sağlamıştır. Yeryüzünde yaşanan değişimleri kavrama noktasında en doğru kararların alınabilmesi, doğru bilginin en hızlı şekilde elde

edilebilmesi, elde edilen verilerin analizi ve yorumlanması için son zamanlarda sıklıkla UA Teknikleri ve CBS'den faydalanılmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde çevresel sürdürülebilirlik için alınacak karar ve politikaların daha planlı ve kontrollü organizasyonu sağlanabilmektedir.

1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu tezin temel amacı, UA ve CBS teknolojilerini kullanarak uygulama alanı olarak seçilen Beyşehir gölü ve çevresine ait arazilerin sürdürülebilir yönetimi için iklim değişikliği etkenlerinin ve buna bağlı olarak AKAÖ'deki değişikliklerin araştırılmasıdır. Yapılan tez çalışması kapsamında topografik haritalar, toprak haritaları, sayısal arazi modeli (DEM), uydu görüntüleri, meteorolojik veriler, kuyu verileri ve yersel ölçümler sonucu elde edilen arazi verilerinden yararlanılarak 1984-2018 yıllarını kapsayan 35 yıla ait uzun periyotta AKAÖ'deki zamansal değişimin tüm yönleriyle kapsamlı bir şekilde incelenmesi ve mekânsal ve istatistiksel analizlerinin gerçekleştirilmesi; mevcut veriler ve yapılan analizler sonucunda geleceğe yönelik projeksiyonların tutulması ve değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Bu proje sonucunda uygulama alanımız olan BKAH'na ait arazi kaynaklarının iklim değişikliğinden ne kadar etkilendiği ve gelecekte de ne kadar etkileneceği belirlenecek ve ayrıca bu projenin arazi kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir arazi yönetimi için planlayıcıların ve araştırmacıların politikaları ve mevcut politikaların gözden geçirilmesi için yol gösterici niteliğinde olması hedeflenmektedir.

1.2. Tezin Organizasyonu

Tez beş bölümden oluşmaktadır. Tezin organizasyonu aşağıdaki şekilde tasarlanmıştır.

Birinci Bölüm, giriş bölümü olup arazi, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir arazi yönetimi ile ilgili teorik bilgiler verilmiştir. Daha sonra genel olarak tezin amaç ve kapsamı tanımlanarak tezin organizasyonunu hakkında açıklayıcı bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde iklim değişikliğinin arazi kullanımı ve arazi örtüsü üzerindeki etkilerinin tespitine yönelik geçmiş yıllara ait literatür çalışmaları incelenmiştir. Tezin uygulama bölümünde yapılan yöntem ve analizler gibi tezin literatür bölümü de altı

farklı başlık altında toplanmıştır. Her bölüm için teknik önem taşıyan bazı çalışmalar ve sonuçlarına ait özet bilgiler tablolaraştırılarak verilmiştir.

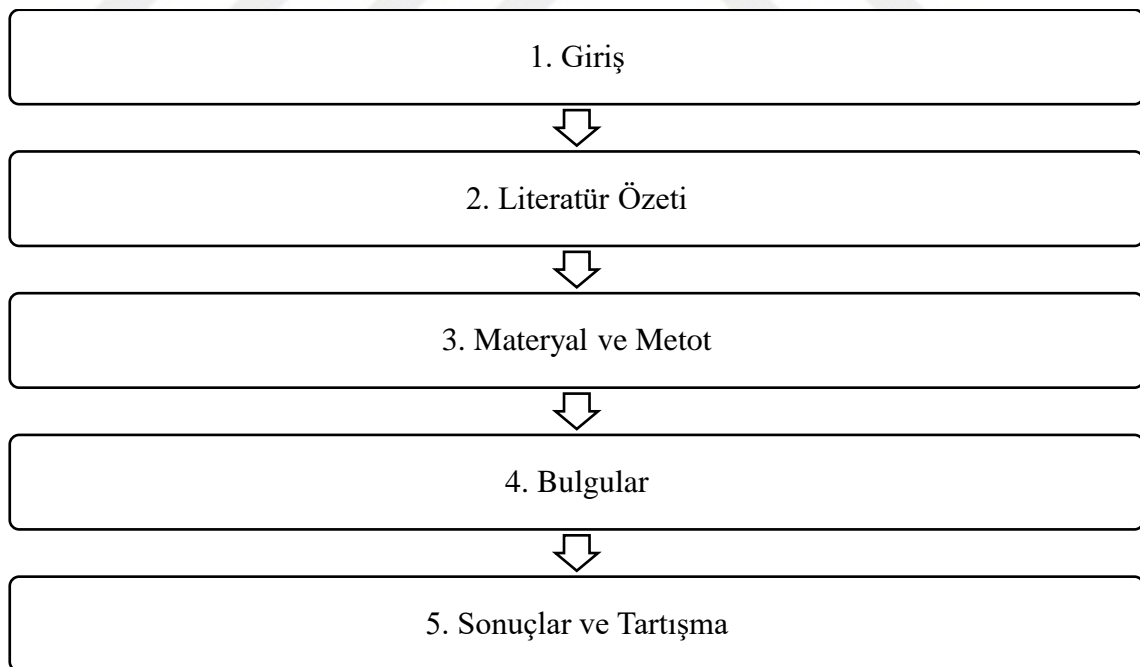
Üçüncü bölüm, materyal ve metot bölümüdür. İlk olarak çalışma alanı hakkında konuma dayalı, iklim özellikleri ve topografyası üzerine bilgiler verilmiş daha sonra tez kapsamında kullanılan uydu görüntüleri, toprak haritaları, DEM verisi, sayısal altlıklar, kuyu verileri ve meteorolojik verilere ait tanımlayıcı özellikleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Metot bölümünde ise UA ve CBS sistemleri hakkında genel bilgiler verilerek bu tekniklerin sürdürülebilir arazi yönetimindeki rolü ve zamansal ve geometrik değişimin izlemesindeki önemi açıklanmıştır. Sonrasında ise tez kapsamında kullanılan analiz yöntemleri hakkında teorik bilgiler anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, BKAH'nın sürdürülebilir arazi yönetimi kapsamında yapılan analizlerin bulguları verilmiştir. Yapılan analizler altı alt başlıkta incelenmiştir. İlk bölümde, UA teknikleri ile uzun periyotta (1984-2018) AKAÖ'deki zamansal değişimin incelenmiştir. Bunun için öncelikle elde edilen uydu görüntülerine ön işleme işlemleri, mozaikleme ve sınır çıkarımı işlemleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra uydu görüntüleri için en uygun sınıflandırma yöntemi ve parametre seçimi yapılmış ve sonrasında sonuç ürünlerine yönelik doğruluk analizleri ve değişim tespiti (Change detection) yapılmıştır. İkinci kısımda, Göl kenarındaki kıyı sınır çizgisine ait zamansal ve geometrik değişimler uzun periyotta (1985-2018) incelenmiştir. Kıyı sınır değişiminin tespit edilmesinde End Point Rate (EPR), Shoreline Change Envelope (SCE), Linear Regression Rate (LRR) gibi değişim oranı yöntemleri kullanılmıştır. Üçüncü kısımda sürdürülebilir arazi yönetimi için ÇKKDS'nden faydalanarak tarım arazilerinin kullanımına yönelik uygunluk analizlerinin gerçekleştirilmiştir. Bunun için AHP yöntemi içerisinde kullanılmak üzere anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygunluk analizi sonuçları CORINE 2018 AKAÖ verileriyle ilişkilendirilerek yorumlanmıştır. Dördüncü kısımda Beyşehir Gölü ve çevresini kapsayan havza alanına ait meteorolojik istasyonlardan elde edilen meteorolojik veriler (yıllık toplam yağış, sıcaklık verileri) ve uydu görüntüleri ile 35 yıllık süreçte kuraklık indekslerinin belirlenmesi ve analizi gerçekleştirilerek havzanın kuraklık gerçeği ortaya konulmuştur. Beşinci kısımda meteorolojik verilerin analizi sonucunda geleceğe yönelik projeksiyonlar ve trend analizleri gerçekleştirilmiştir. Trend belirlenirken Mann-Kendall testi, Sen's Slope yöntemi, Spearman Rho testi, Şen Trend Belirleme yöntemi ve Mann

Kendal Mertebe Kolerasyon testleri kullanılarak farklı yöntemler arasındaki sonuçlar karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Son olarak altıncı kısımda elde edilen tüm mekânsal veri ve analizler sonucunda SWOT analizi ile bölgenin güçlü, zayıf yanları, fırsat ve tehditlerinin belirlenerek bölgenin planlama ve yerel yönetimlerin işleyişleri hakkında mekânsal anlamda kapsamlı değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Beşinci ve son bölümde, tez çalışmasının tamamında elde edilen sonuçların genel bir değerlendirilmesi yapılarak uygulama alanımız olan BKAH'na ait arazi kaynaklarının 35 yıl boyunca doğal ve yapay unsurlardan ne kadar etkilendiği ve gelecekte de ne kadar etkileneceği belirlenmiştir. Sürdürülebilir arazi yönetiminin gerekliliği vurgulanarak zamansal değişim tespitinde UA ve CBS teknolojilerinin kullanımının önemine değinilmiştir. Ayrıca bu tezin arazi kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir arazi yönetimi için planlayıcıların ve araştırmacıların politikaları ve mevcut politikaların gözden geçirilmesi için yol gösterici niteliğinde olması gerekliliği ortaya konulmuştur.

Tezin genel akış diyagramı Şekil 1.2' de listelenmiştir.



Şekil 1.2 Tezin organizasyonu ve akış diyagramı

2 KAYNAK ARAŞTIRMASI

Literatürde iklim değişikliğinin arazi kullanımı ve arazi örtüsü üzerindeki etkilerinin tespitine yönelik çok sayıda yapılmış çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde, özellikle havzaların çevresel sürdürülebilirliğinin sağlanması için kullanılan teknikler ve sonuçlarına dair literatür çalışmaları incelenmiştir. Yapılan tez çalışmasında, iklim değişikliğinin arazi kullanımı ve arazi örtüsü üzerindeki etkilerinin tespitinde havzanın farklı yönetsel boyutlarına vurgu yapıldığından dolayı literatür bölümü altı alt başlıkta incelenmiştir.

Kaynak araştırması bölümünde ilk olarak teze entegre edilen uzun zaman periyodunda arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki zamansal değişiminin incelenmesine yönelik yapılmış çalışmalar “2.1. Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Zamansal Değişiminin İncelenmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar” alt başlığı altında incelenmiştir. Burada kullanılan farklı yöntemlere karşılık kullanılan arazi sınıfları standart olmayan ve genel olarak spesifik olarak elde edilebilen kriterlerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Tez kapsamında kullanılan sınıflar CORINE veri tabanında bulunan 1. ve 2. düzey standart arazi sınıflarıdır. Kullanılan sınıflandırma yöntemi ise birçok farklı yöntemin karşılaştırması yapılarak belirlenmiştir. Kaynak araştırmasının ikinci bölümünde sürdürülebilir arazi yönetimi kapsamında kıyı değişiminin zamansal ve geometrik değişiminin uzun zaman periyodunda incelenmesine yönelik yapılmış çalışmalar “2.2. Kıyı Değişiminin Zamansal ve Geometrik Değişiminin İncelenmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar” alt başlığında incelenip değerlendirilmiştir. DSAS yazılım aracı kullanılarak farklı yöntemlerle analizlerin gerçekleştirildiği bölgelerden farklı olarak daha önce kıyı değişim oranlarının analizinin yapılmadığı Beyşehir gölü ve çevresi seçilerek 4 farklı yöntemin karşılaştırmalı olarak incelenmesi sonucu belirlenmiştir. Kaynak araştırması bölümünün üçüncü bölümünde Çok Kriterli Karar Analiz yöntemleri kullanılarak çalışma amacına göre değişiklik gösteren arazi uygunluk analizlerine yönelik yapılmış çalışmalar “2.3. ÇKKDS ile Arazi Uygunluk Analizlerine Yönelik Yapılmış Çalışmalar” alt başlığında incelenmiştir. ÇKKDS ile gerçekleştirilen arazi uygunluk analizleri arazi kullanım planlaması, rekolte tahmini, mera yönetimi, turizm faaliyetleri gibi çeşitli alanlarda kullanabildiği gözlemlenmiştir. Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri içerisinde AHP yöntemi kullanılmış ve havzanın (yoğun tarımsal aktiviteler yapılmasından dolayı) optimal tarım alanlarının

belirlenmesine yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Kaynak araştırmasının dördüncü bölümünde ise kuraklık analizine yönelik yapılmış çalışmalar “2.4. Meteorolojik ve Uydu Tabanlı Kuraklık Analizine Yönelik Yapılmış Çalışmalar” alt başlığında incelenmiştir. Çalışmalarda gözlemlenen ve kullanılan analiz yöntemleri genellikle ya uydu tabanlı ya da meteorolojik tabanlı kuraklık araştırma yöntemlerini içermektedir. Tez çalışması kapsamında havzanın detaylı bir kuraklık değerlendirmesini yapmak adına hem uydu hemde meteorolojik tabanlı analiz yöntemleri bir arada değerlendirilmiş ve ayrıca bu iki farklı kuraklık analiz yöntemleri de birbiriyle karşılaştırılmıştır. Kaynak araştırmasının beşinci bölümünde farklı zaman periyotlarında çalışma alanlarına ait meteorolojik parametreler kullanılarak elde edilen trend eğilimleri “2.5. Trend Analizine Yönelik Yapılmış Çalışmalar” alt başlığında incelenmiştir. Tez kapsamında ilgili literatür incelemesi yapıldıktan sonra farklı olarak havza için farklı parametreler ile havzanın 5 farklı trend belirleme yöntemi kullanılarak detaylı olarak incelenmesi özellikle yağış, sıcaklık, yer altı suyu ve güneşlenme süresi gibi iklim değişikliği için etken parametrelerin eğilimlerinin farklı metotlarla belirlenmiş olması çalışmanın daha kapsamlı yorumlanmasına olanak tanımıştır. Kaynak araştırmasının altıncı ve son bölümünde ise farklı havzalar için gerçekleştirilen SWOT analiz yöntemi uygulamaları “2.6. SWOT Analizi ile Havza Değerlendirmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar” alt başlığında araştırılmıştır. Literatür özeti incelendiğinde ise bu analiz tekniğinin kırsal kalkınma potansiyelinin belirlenmesi, entegre su kaynakları yönetiminin stratejik uygulaması, havza yönetim planının geliştirilmesi ve havzanın coğrafi potansiyeli ve sürdürülebilirlik açısından durum analizlerinin gerçekleştirilmesi faaliyetlerini içeren çok yönlü strejijlerin oluşturulduğu önemli bir analiz yöntemi olduğu anlaşılmaktadır. Tez kapsamında SWOT analizi tüm tez çalışma sonuçlarını içeren oldukça kapsayıcı biçimde hazırlanmıştır. Tez kapsamında yapılan tüm analiz sonuçları SWOT analiz yöntemi ile incelenerek kullanıcılar, planlayıcılar ve yerel yönetimler için alacakları politikalar ve oluşturacakları stratejiler için kapsayıcı altlık bir veri envanteri olacağı öngörülmüştür.

Kaynak araştırması kapsamında oluşturulan 6 farklı alt başlıktaki her bir literatür taraması tablo şeklinde sunulmuştur (Çizelge 2.1:2.6). Her bir tablo farklı kategorilerde tasnif edilerek daha açık ve anlaşılır olarak düzenlenmiştir. Her bir bölüme ait tablo içeriği Künye, Çalışma konusu, Uygulama alanı, kullanılan materyaller, incelenen dönem aralığı, kullanılan analiz yöntemi ve ilgili yayının türünü göstermektedir.

2.1. Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Zamansal Değişiminin İncelenmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar

Çizelge 2.1 Arazi kullanımı ve arazi örtüsünün zamansal değişiminin incelenmesine yönelik kaynak taraması özetleri

Künye	Çalışmanın Konusu	Uygulama Alanı	Materyal	İncelenen Dönem	Yöntem	Kullanılan Sınıflar	Yayın Türü
Huang ve ark. (2002)	Arazi örtüsü sınıflandırması için destek vektör makinelere değerlendirilmesi	Maryland - USA	Landsat TM uydu verisi	1985	SVM, MLC, NNA ve DTC	Kapalı Orman, Açık Orman, Ağaçlık Alan, Orman Dışı Arazi, Kara-Su Karışımı, Su	Makale
Cardille ve Foley (2003)	Tarımsal arazi kullanım değişikliklerinin incelenmesi	Amazon ve Tocantins Nehir Drenaj Havzaları - Brezilya	NDVI ve AVHRR bandlarındaki yansıma değerlerinden üretilen arazi örtüsü-kullanımı sınıflandırma verisi	1980-1995	NDVI ve DTC	Çıplak Zemin, Kapalı Fundalık, Tarım Arazisi, Yaprak Döken, Geniş Yapraklı Orman, Dökmeyen Geniş Yapraklı Orman, Dökmeyen İğne Yapraklı Orman, Çalılık, Karışık Orman, Açık Çalılık, Su Kütleli, Ağaçlık-Otlak Alan	Makale
Ekercin (2007)	Tuz Gölü ve yakın çevresinin zamana bağlı değişim analizi	Tuz Gölü	Landsat MSS, Landsat TM, Landsat ETM+, TERRA Aster ve Spot uydu verisi	1975-2005	ISODATA ve MLC	Kara-Su	Doktora
Sertel (2008)	Marmara bölgesindeki arazi örtüsü değişimlerinin iklim üzerindeki etkisinin uzaktan algılanması ve bölgesel iklim modellenmesi	Marmara Bölgesi	Landsat MSS/ETM uydu verisi	1975-2005	MLC ve ISODATA	Kentsel alan, Kuru Tarım, Sulu Tarım, Ormanlık, Karışık Orman, Yaprak Döken Orman, Yaprak Dökmeyen Geniş Yapraklı, Karışık Orman, Su Oluşumları, Kıraç veya Seyrek Bitkili, Kar	Doktora
Sun ve ark. (2009)	Datong Havzası'ndaki arazi kullanımı değişikliklerinin incelenmesi	Datong Havzası- Çin	Landsat MSS/ TM /ETM+ uydu verisi, 1:50000 topografik haritalar ve SAVI	1977-2006	MLC	Su, Yerleşim, Orman, Tarım, Sulak Alan, Çıplak Arazi	Makale
Kavzoğlu ve Çölkesen (2009)	Arazi örtüsü sınıflandırması için SVM kernel fonksiyon analizi	Gebze	Landsat ETM+ ve Terra ASTER uydu verisi	1997-2002	SVM-radyal SVM-polinomal MLC	Su, Yaprak döken, İğne yapraklı, Otlak alan, çıplak toprak, Yerleşim	Makale

Güre ve ark. (2009)	Arazi örtüsünün CORINE arazi kullanımı sınıflandırma sistemine göre belirlenmesi	Çanakkale	Landsat TM, Aster uydu verisi, CORINE 1. ve 2. Düzey verisi	2007-2008	MLC	Yapay alanlar, Tarım alanları, Orman ve yarı doğal alanlar, Sulak alanlar, Su kütlesi	Makale
Genç ve ark. (2010)	Arazi örtüsünün Landsat TM uydu görüntüleri yardımıyla belirlenmesi	Bozcaada	Landsat TM uydu verisi	2006-2008	NDVI, PC ve TC dönüşüm yöntemi	Orman, Mera, Tarım, Yerleşim, Açık Alan	Makale
Margate (2011)	Tropikal su havzalarında tarımsal sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi	Bohol tropik havza-Filipinler	Landsat TM/ETM+ uydu verisi	1989-2002	NDVI fark görüntüsü	Bitki yoğunluğu	Doktora
Shao ve Lunetta (2012)	Arazi örtüsü sınıflandırması için SVM, NNA ve CART algoritmalarının karşılaştırılması	Albamarle-Pamlico Havzası-ABD	MODIS, NLCD verisi	2001	SVM, NNA ve CART algoritmaları	Kentsel, Orman, Tarım, Su	Makale
Üstüner (2013)	SVM yöntemi ile arazi kullanımı sınıflandırılmasında kernel fonksiyonlarına ait karşılaştırmalı parametre duyarlık analizi	Aydın	Rapideye, Spot uydu verisi	2012	SVM-radyal SVM-polinomal SVM-sigmoid SVM-lineer MLC	Birinci evre Mısır, İkinci evre Mısır, Üçüncü evre Mısır alanları, İyi pamuk, Orta Pamuk, Zayıf Pamuk alanı, Islak toprak, Nemli toprak, Kuru toprak, Su yüzeyi, Yerleşim Alanı/Kent, Çayır ve mera alanı	Yüksek Lisans Tezi
Azgın (2015)	Palas Ovası'nda arazi örtüsü değişimlerinin belirlenmesi	Palas Ovası	Landsat TM uydu verisi	1987-2011	MLC	Su, Çalı/Sazlık, Susuz Tarım, Sulu Tarım, Çıplak Arazi, Ağaçlık Alan	Doktora
Sarı ve Özşahin (2016)	CORINE sistemine göre tekirdağ ilinin AÖ/K özelliklerinin analizi	Tekirdağ	1:25000 topografik haritalar, Landsat ETM+/ OLI-TIRS uydu verisi, CORINE 1. ve 2. Düzey verisi	2000-2015	MLC	Yapay alanlar, Tarım alanları, Orman ve yarı doğal alanlar, Sulak alanlar, Su kütlesi	Makale
Özşahin (2016)	Ergene Havzasında (Trakya) arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin erozyon üzerine etkileri	Ergene Havzası	1:25000 topografik haritalar ve Landsat uydu verileri	1987-2015	MLC	Su yüzeyleri, Orman alanları, Çalılık ve fundalıklar, Otlaklar (meralar), Bağlar, Bahçeler, Yerleşim alanları, Tarım alanları	Makale

Altürk (2017)	AKAÖ değişliğinin ve su kaynaklarına etkisinin belirlenmesi	Ergene Havzası	CORINE ve GSE verileri, Landsat TM/OLI-TIRS uydu verisi	1990-2014	MLC	Tarım alanları, Orman alanları ve doğal bitki örtüsü, Mera alanları, Yerleşim alanları, Askeri alanlar, Maden alanları, Sanayi alanları, Karasal su yüzeyleri, Havaalanı, yollar	Doktora
Geymen (2017)	Su havzalarındaki arazi kullanım değişikliği ve çevresel etkilerin izlenmesi	Elmalı Havzası	Landsat ETM	1995-2013	MLC	Çorak toprak, Tarım, Orman, Yerleşim, Su, Çalılık	Makale
Alemayehu ve ark. (2018)	Somodo Havzası arazi kullanım/arazi örtüsü değişikliklerinin incelenmesi	Somodo Havzası-Etiyopya	Landsat TM/ETM+/OLI-TIRS uydu verisi	1985-2017	ISODATA, MLC	Tarım, Orman, Mera, Tarımsal Ormancılık	Makale
Keleş ve Durduran (2019)	Osmaniye ilinin arazi örtüsü ve kullanımındaki zamansal değişimin UA teknikleri ile araştırılması	Osmaniye	Landsat TM/ OLI-TIRS uydu verisi ve CORINE 1. ve 2. Düzey verisi	1995-2017	MLC	Yapay Yüzeyler, Tarım Alanları, Orman ve Yarı Doğal Alanlar	Makale
Tombuş (2019)	Çorum ili ve yakın çevresinin UA yöntemleri ile arazi kullanımının değerlendirilmesi	Çorum	SPOT uydu verisi	2010-2016	MLC, SVM, Paralelkenar sınıflandırıcısı, Mahalalonobis uzaklığı, En kısa uzaklık yöntemi	Yerleşim alanları, ulaşım (karayolu), maden çıkarım alanları, tarım alanları, orman alanları, çıplak kayalık alanlar, seyrek bitki bulunan açık alanlar ve su kütleleri (baraj, göl)	Doktora
Kaya ve ark. (2020)	Farklı konumsal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri kullanarak CORINE arazi örtüsü/arazi kullanım sınıflarının belirlenmesi	Samsun	Landsat OLI-TIRS, Sentinel 2 ve Triplesat uydu verisi, CORINE 1. ve 2. Düzey verisi	2018	MLC	Yapay alanlar, Tarım alanları, Orman ve yarı doğal alanlar, Sulak alanlar, Su kütlesi	Makale
Sisay ve ark. (2021)	Arazi kullanımı arazi örtüsü dinamikleri ve etkenlerinin değerlendirilmesi	Bechet Havzası	Landsat TM/ETM+/OLI-TIRS uydu verisi	1984-2020	MLC	Çıplak, Tarım arazisi, Fundalık ve Orman	Makale
Nurlina ve ark. (2021)	Arazi kullanımı / örtüsü sınıflandırması için MLC ve SVM sınıflandırıcılarının uydu görüntüleri ile karşılaştırılması	Tabunio Havzası-Endenozya	Landsat TM, Landsat OLI, Sentinel 2	2005-2020	SVM. MLC	Su Kütlesi, Orman, Çıplak Arazi, Yerleşim, Plantasyon, Tarım, Bataklık, Çalılar, Gölet, Madencilik	Makale

Márquez-Romance ve ark. (2021)	Tropik bir havzada arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişim tespiti	Pao nehir havzası- Venezuela	Landsat TM/ETM+/OLI-TIRS uydu verisi	1986-2016	NDVI, TC, PC, SVM, MLC	Tarım, Mera, Kentsel, Su, Bitki Örtüsü ve Bozulmuş Toprak	Makale
Aydın ve Durduran (2021)	arazi kullanımı/örtüsü'nün UA yöntemleriyle zamansal değişiminin incelenmesi	Ereğli-Bor Alt Havzası	Landsat TM ve CORINE 1. Düzey verisi	1985-2018	MLC	Orman Alanları, Tarım Alanları, Mera Alanları, Su alanları, Yapay Bölgeler	Makale
Kadak (2021)	Bartın Çayı Havzası'nda UA ve CBS ile iklim değişikliği senaryolarına uygun bir model önerisi	Bartın Çayı Havzası	Landsat TM/ETM+/OLI-TIRS uydu verisi	1984-2019	NDVI, ISODATA, MLC	Çıplak Arazi, Tarım Alanı, Yol, Yerleşim Alanı, Orman	Doktora

2.2.Kıyı Değişiminin Zamansal ve Geometrik Değişiminin İncelenmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar

Çizelge 2.2 Kıyı değişiminin zamansal ve geometrik değişiminin incelenmesine yönelik kaynak taraması özetleri

Künye	Çalışmanın Konusu	Uygulama Alanı	Materyal	Dönem	Kıyı Çizgisi Çıkarım Yöntemi	DSAS Yöntemi	Yayın Türü
Fulat (2005)	UA ve CBS entegrasyonu ile zaman serisi kıyı şeridi değişikliklerinin araştırılması	Büyük Menderes Deltası	Hava fotoğrafları, Ikonos, Quickbird uydu verileri, 1:25000 topografik haritalar	1960-2004	1/25000 Topografik haritalar üzerinden sayısallaştırma	EPR, AOR, LRR, JKR, MDL	Yüksek Lisans Tezi
Kuleli (2010)	Türkiye'de Akdeniz kıyısında kıyı çizgisi değişikliklerinin kantitatif analizi	Çukurova Deltası	Landsat MSS/ TM/ETM+ uydu verisi	1972-2002	Band Oranlama Tekniği ve ISODATA	EPR, WLR	Makale
Kuleli ve ark. (2011)	Türkiye kıyı bölgelerindeki Ramsar sulak alanlarında kıyı çizgisi değişikliğinin otomatik tespiti	Yumurtalık, Göksu, Kızılırmak, Yeşilirmak ve Gediz sulak alanları	Landsat MSS/ TM/ETM+ uydu verisi	1972-2009	NDWI	EPR, WLR	Makale
Ahmad ve Lakhan (2012)	Kıyı şeridi ilerlemesi ve geri çekilmesini analiz etmek, haritalamak ve modellemek için CBS tabanlı bir yaklaşım kullanılması	Demerara Sahili - Guyana	Landsat TM/ ETM+ uydu verisi	1987-2006	Band Oranlama Tekniği	AOR	Makale

Albuquerque (2013)	Erozyon veya Kıyı Değişkenliği: Kumlu Sahillerde Erozyon Süreçlerinin Belirlenmesi için DSAS ve Değişim Poligon Yöntemlerinin Değerlendirilmesi	Hermenegildo beach- Brezilya	Quickbird, Alos uydu verisi Hava fotoğrafları	2000-2011	GPS dataları ArcGIS ortamına aktarılarak sınır hattı oluşturuldu.	LSM	Makale
Sarwar ve ark. (2013).	Kıyı Şeridi Değişim Oranlarının Belirlenmesi	Bangladeş Kıyıları	Landsat TM, Landsat ETM+	1989-2009	Band Oranlama Tekniği	NSM, EPR	Makale
Mahapatra ve ark. (2014).	Kıyı Şeridi Değişim Analizi	Güney Gujarat Sahili- Hindistan	Landsat MSS/ TM/ETM+ , IRS P6 LISS IV uydu verisi	1972-2011	Görsel yorumlama ve manuel sayısallaştırma	LRR	Makale
Beyazıt ve ark. (2014)	Kızılırmak Deltasının Zamansal Kıyı Değişiminin CBS ve UA Yöntemleri İle Belirlenmesi	Kızılırmak deltası	Landsat TM uydu verisi	1987-2011	Band Oranlama Tekniği	SCE, EPR, LRR, Alan hesabı	Yüksek Lisans Tezi
Kaliraj, ve ark. (2014)	DSAS ve jeo-mekansal teknoloji kullanılarak kıyı şeridi erozyonu / yığılması üzerindeki dalga enerjisi ve kıyı akıntılarının etkileri	Kanyakumari, Tamil Nadu- Hindistan	Landsat TM/ ETM+ uydu verisi	1999 - 2011	Histogram eşitleme(histogram equalization) ve convolution methodu, ikili sınıflandırma teknikleri (binary classification)	EPR, NSM	Makale
Aedla ve ark. (2015)	Histogram Eşitleme ve Uyarlanabilir Eşikleme Teknikleri Kullanılarak otomatik kıyı çıkarımı ve değişim tespiti	Mangalore sahili- Hindistan	IRS-P6 LISS-III, IRS R2 LISS-III uydu verisi	2005-2013	Histogram eşitleme ve Uyarlanabilir eşikleme tekniklerini kullanan otomatik bir kıyı şeridi algılama yöntemi geliştirilmiştir.	EPR, LRR	Makale
Ali ve Narayana, (2015)	2004 Tsunamisinden Sonra Kısa Dönemli Morfolojik ve Kıyı Şeridi Değişiklikleri	Trinkat Adası, Andaman ve Nikobar, Hindistan	IRS-P6 LISS III, Landsat OLI/TIRS uydu verisi	2004-2008	Görsel yorumlama ve manuel sayısallaştırma	LRR, EPR	Makale
Moussaid ve ark. (2015)	Kıyı şeridi değişim oranının otomatik analiz yöntemleri ile hesaplanması	Kenitra kıyısı, Fas	Hava fotoğrafları	1969-2009	Görsel yorumlama ve manuel sayısallaştırma	EPR, LRR, WLR	Makale
Natesan ve ark. (2015).	Tamil Nadu, Hindistan Boyunca Uzun Vadeli Kıyı Şeridi Değişikliklerini Jeo-uzaysal Teknikler Kullanarak İzleme	Tamil Nadu - Hindistan	Landsat MSS/ TM/ETM+/OLI uydu verisi	1978-2014	Manuel sayısallaştırma	EPR, LRR	Makale

Bheeroo ve ark. (2016)	Kıyı şeridi boyunca uzun vadeli kıyı şeridi değişim oranı ve kıyı erozyonu ve yığılma riskinin belirlenmesi	Trou Aux Biches-Mont Choisy sahili - Hindistan	Hava fotoğrafları	1967–2012	İkili sınıflandırma teknikleri (Binary)	EPR, SCE, NSM, LRR, LMS	Makale
David ve ark. (2016)	Kıyı morfolojisinde UA görüntüleri ve DSAS analizi kullanılarak uzun ve kısa vadeli varyasyonlar	Mannar Körfezi-Hindistan	Landsat ETM+/OLI uydu verisi	2000-2015	GPS ile yersel ölçme tekniği	EPR	Makale
Mutaqin, (2017)	Kıyı çizgisi değişiminin DSAS yardımıyla analiz edilmesi	Kuvaru Kıyı Bölgesi, Yogyakarta - Endonezya	1:25000 topografik haritalar, Digital Globe uydu verisi	1995-2015	Histogram eşitleme, görsel yorumlama ve manuel sayısallaştırma yöntemi	NSM, SCE, EPR	Makale
Sutikno ve ark. (2017)	CBS ve UA'ya dayalı kıyı şeridi değişim analizi	Peat Soil Sahili - Endonezya	Landsat TM/ETM+/OLI/TIRS uydu verisi	1988 - 2014	Histogram eşitleme ve Band Oranlama Tekniği	EPR-LRR	Makale
Duru (2017)	Çok zamanlı uydu görüntüleri kullanılarak kıyı şeridi değişimi değerlendirilmesi	Sapanca Gölü	Landsat MSS/ETM+/OLI/TIRS uydu verisi, Ortofoto haritalar	1975-2016	Normalized Difference Water Index (NDWI), Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)	LMS EPR LRR WLR	Makale
Kılar (2018)	Kıyı çizgisi değişimlerinin çok zamanlı uydu görüntüleri ile analizi	Göksu Deltası	Quickbird-2, Worldview-2, Landsat MSS/TM/ETM+/OLI/TIRS uydu verisi	1984-2017	Band Oranlama Tekniği	EPR, NSM, LRR	Doktora
Kale. (2018)	DSAS kullanarak zamansal kıyı şeridi değişimi değerlendirilmesi	Akşehir Gölü	DEM verisi ve Landsat uydu verisi	1990-2016	Manuel sayısallaştırma	NSM, LRR	Kitap Bölümü
Nassar ve ark. (2019)	DSAS tekniği kullanılarak kıyı şeridi değişikliği tespiti	Kuzey Sina kıyısı - Mısır	Landsat TM/ETM+/OLI/TIRS uydu verisi	1989-2016	Band Oranlama Tekniği ve TC	EPR, NSM, LRR, LMS	Makale
Ciritci (2020)	İzmit Körfezi kıyı değişiminin CBS ve UA yöntemleriyle otomatik belirlenmesi	İzmit Körfezi	Landsat TM/ETM+ uydu verisi	1985 - 2017	Kıyı çizgisinin otomatik çıkarılmasına yönelik yeni bir yöntem geliştirilmiştir	EPR, LRR, WLR	Yüksek Lisans Tezi
Dereli ve Tercan, (2020)	Salda Gölü boyunca uydu görüntüleri ve jeo-uzamsal analizler ile kıyı şeridi değişimlerinin değerlendirilmesi	Salda Gölü	Landsat MSS/TM/OLI uydu verisi	1975-2019	MNDVI	EPR, LRR, SCE, NSM	Makale

2.3.ÇKKDS ile Arazi Uygunluk Analizlerine Yönelik Yapılmış Çalışmalar

Çizelge 2.3 AHP yöntemi ile arazi uygunluk analizlerine yönelik kaynak taraması özetleri

Künye	Çalışmanın Konusu	Uygulama Alanı	Materyal	Teknikler	Kriterler	Çalışma uyguluk alanı	Yayın Türü
Bojorquez-Tapia ve ark. (2001)	Katılımcı karar verme ve arazi uygunluk değerlendirmesi için CBS tabanlı yaklaşım	Costa Norte-Meksika	Landsat TM uydu verisi ve Tematik haritalar	CBS Tabanlı-Çok Değişkenli Analiz Uygulaması	Bitki Örtüsü, Arazi Örtüsü, Toprak Türü, Yer Şekilleri, Yükseklik, Ana Yollar Ve Kentsel Alanlar	Arazi Kullanım Planlaması	Makale
Shalaby ve ark., (2006)	UA ve CBS kullanılarak çok yıllık bitkiler için arazi uygunluğu değerlendirmesi:	Mısır	Landsat ETM + uydu verisi ve Tematik haritalar	Karekök Ve Katlı Yöntem	AKAÖ, Doku, Caco3, Caso4, EC, ECP, Organik Madde, Toprak Derinliği, Eğim Ve Drenaj	Rekolte	Makale
Zengin (2007)	Alan kullanımlarının belirlenmesi ve optimal alan kullanım önerileri	Ardahan Kura Nehri ve yakın çevresi	Topografik Haritalar, Toprak Envanteri Haritaları, Jeoloji Haritası, Aylık İklim Verileri	Anket uygulaması ve CBS Teknikleri	Arazi Kullanım Yetenek, Sınıfları , Toprak , Derinliği, Sınırlayıcı, Toprak Özelliği, Drenaj, Erozyon, Eğim, Bakı, Su Varlığı, Yağış, Sıcaklık ,Bitki Örtüsü, Ulaşım, Akarsu Ve Durgun Su Kaynaklarına Yakınlık, Jeolojik Yapı, Tarihi Ve Kültürel Değerler, Kuş Gözlem Alanları, Tarihi Sit Alanları	Tarım, Çayır, Mera, Orman, Yerleşim, Turizm Ve Rekreasyon, Koruma Alanları	Doktora
Akten (2008)	Optimal alan kullanım planlaması	Isparta	Orman amenajman planları, İklim verileri, Anket formu, Topografik haritalar, Toprak envanteri haritaları, Jeoloji haritası	Fuzz Set Analitik Hiyerarşi Süreci- AHP	Arazi Kullanım Yetenek Sınıfları, Toprak Derinliği, Sınırlayıcı Toprak Özelliği, Drenaj, Erozyon, Eğim, Sıcaklık, Yağış, Su Varlığına Erişim, Bitki Örtüsü, Jeolojik Yapı, Bakı, Hakim Rüzgar Yönü, Ulaşım	Tarım, Çayır-Mera, Yerleşim, Sanayi, Rekreasyon , Orman	Doktora

Yılmaz (2009)	Su kaynakları yönetimi için çok kriterli karar analizi	Gediz Havzası	-	AHP, CRITIC, Entropy Methodu, Performans Matrisi, WEAP modeli	Tarımsal Sürdürülebilirlik Endeksi, Çevresel Sürdürülebilirlik Endeksi, Su Kullanım Oranı, Verim Güvenilirliği, Sulama Suyu Eksikliği, Yurtiçi Arz Güvenilirliği, Fayda / Maliyet Oranı, Sulama Suyu Kullanım Verimliliği, Toplam Üretim Değeri	Su Kaynakları Yönetimi	Doktora
Bandyo padhyay ve ark. (2009)	UA ve CBS tabanlı bir yaklaşım kullanarak tarım için arazi uygunluk potansiyellerinin değerlendirilmesi	Hisarghatta Havzası-Hindistan	Tematik Haritalar, IRS-1D LISS-III uydu verisi, yağış, sıcaklık ve evapotranspirasyon verileri	AHP	Toprak Dokusu, Organik Madde İçeriği, Toprak Derinliği, Eğim Ve Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü	Tarım	Makale
Cengiz ve Akbulak (2009)	Arazi kullanımına uygunluk değerlendirmesinde AHP ve CBS uygulanması	Dümrek - Çanakkale	Tematik haritalar	AHP	Toprak Derinliği, Arazi Kullanım Kapasitesi Sınıfı, Erozyon Tehlikesi, Eğim, Yükseklik, Su Kaynağına Uzaklık, Yola Uzaklık Ve Sınırlayıcı Toprak Faktörleri	Arazi Kullanımı	Makale
Jafari, ve Zaredar (2010)	ÇKKDS yaklaşımı kullanılarak arazi uygunluk analizi	Taleghan Havzası - Tahran	Tematik haritalar	AHP	Eğim, Yükseklik, LULC, Erozyon, İklim, Toprak Hidrolojisi, Toprak Derinliği, Toprak Yapısı, Toprak Dokusu, Bitki Örtüsü Türleri Ve Yoğunluğu, Yağış, Sıcaklık, Nüfus Merkezlerinden Uzaklık Ve Yüzeysel Suyundan Uzaklık	Mera Yönetimi	Makale
Mustafa ve ark. (2011)	Farklı ürünler için arazi uygunluk analizi	Uttar Pradesh-Hindistan	IRS-P6 LISS III uydu verisi ve Tematik haritalar	ÇKKDS	Toprak Derinliği, Dokusu, EC, OC, Ph, N, P, K, ECP Ve Caco3	Rekolte	Makale
Feizizadeh ve Blaschke (2012)	Arazi uygunluk analizi	İran - Tebriz	SPOT 5 uydu verisi ve Tematik haritalar	AHP	Yükseklik, Eğim, Açık, Toprak Verimliliği, Toprak PH, Sıcaklık, Yağış Ve Yeraltı Suyu	Tarım	Makale
Pareta (2013)	Turizm geliştirme için UA ve CBS tabanlı uygunluk analizi	Hoi An-Vietnam	Topografik haritalar, Landsat ETM+/PAN	Yeni Bir Model Tasarımı	Topografya, Toprak Verileri, Jeolojik Veriler, Hidroloji, Çevresel Hassas Alan, Arazi Örtüsü ve Kullanım Verisi, Altyapı	Turizm	Makale

Akinci ve ark. (2013)	CBS Ve AHP tekniği kullanılarak tarım arazisi kullanım uygunluk analizi.	Yusufeli – Artvin	Tematik haritalar	AHP	Toprak Grupları, Toprak Derinliği, Arazi Kullanımı, Erozyon, Eğim, Açık, Yükseklik Ve Toprak Parametreleri	Tarım	Makale
Garcia ve ark. (2014)	Analitik Hiyerarşi Sürecine Dayalı Olarak Tarımsal Ürün Depoları İçin Çok Özellikli Değerlendirme Ve Yerseçimi	-	Tematik haritalar	AHP	Tarımsal Ürün Deposunun Erişilebilirliği, Güvenliği, İhtiyaçları, Kabulü, Maliyetleri	Tarımsal Ürün Depoları	Makale
Zolekar ve Bhagat (2015).	Tepelik Bölgede Tarım İçin Çok Kriterli Arazi Uygunluk Analizi: UA ve CBS Yaklaşımı	Upper Mula Ve Pravara Havzası - Hindistan	IRS P6 LISS-IV uydu verisi, Toprak verileri, Tematik haritalar	ÇKKDS	Eğim, LULC, Derinlik, Doku, Toprak Nemi, Erozyon, MWHC, SOC, Ph, N, P, K	Tarım	Makale
Dağlı ve Çağlayan (2016)	Analitik Hiyerarşi Süreci İle Optimal Arazi Kullanımının Belirlenmesi	Melendiz Çayı Havzası	Topografik haritalar, CORINE 2006 verisi, DEM verisi	AHP	Arazi Kullanımı, Toprak Türü, Arazi Kullanım Kabiliyeti, Diğer Toprak Özellikleri, Erozyon, Toprak Derinlik, Jeomorfoloji, Yükselti, Eğim, Bakı, Sıcaklık, Yağış	Mera, Orman, Tarım	Makale
Yalew ve ark. (2016)	UA, CBS ve AHP teknikleri kullanılarak Abbay Havzasında tarım için arazi uygunluk analizi	Abbay Havzası - Etiyopya	Google Earth Engine Arşiv Verileri, DEM Verisi	AHP ve WOA	Yükseklik, Eğim, Toprak Tipi, Toprak Derinliği, Toprak Taşlılığı, Toprak Su İçeriği, Yerleşim, Yollar, Nehir/Su Kütleleri, Korunan Alanlar, Arazi Örtüsü	Tarım	Makale
Bozdağ ve ark. (2016)	AHP Ve CBS tabanlı arazi uygunluk analizi	Cihanbeyli - Konya	Topografik haritalar, DEM verisi, Meteorolojik veriler, Su örnekleri ile toplanan veriler	AHP	Yükseklik, Eğim, Bakı, Toprak Uygunluğu, Arazi Kullanımı, Yağış, Yeraltı Suyunun Su Tablası Derinliği (DWT), Sodyum Absorpsiyon Oranı (SAR), Klorür (Cl-Mg/L) Ve Elektrik İletkenliği (Ecw-Ls/Cm)	Tarım	Makale
Kundu ve ark. (2017)	AHP ile alt havza önceliklendirmesi üzerindeki arazi kullanım değişikliği etkisi	Narmada Havzası - Hindistan	Landsat TM/ETM+ ve LISS-III uydu verisi	AHP	Yerleşim, Çayır, Orman, Dağınık Orman, Tarım, Göl/Rezervuar, Nehir Kıyısı, Çorak Alan, Nehir, Kayalık Yüzey	Çevresel Olarak İstikrarsız Alanları Belirlemek	Makale
Santosh ve ark. (2018)	CBS tabanlı çok kriterli değerlendirme tekniği kullanılarak kentsel gelişim için saha uygunluk analizi	Chikodi Taluk, Belagavi, Karnataka/Hindistan	DEM verisi, Landsat OLI uydu verisi, Topografik haritalar	AHP	Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü, Eğim, Yola Yakınlık, Arazi Maliyeti, Bakı Ve Çizgisellik	Kentsel Gelişim	Konferans

2.4.Meteorolojik ve Uydu Tabanlı Kuraklık Analizine Yönelik Yapılmış Çalışmalar

Çizelge 2.4 Meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık analizine yönelik kaynak taraması özetleri

Künye	Çalışmanın Konusu	Uygulama Alanı	Materyal	Yöntem	Teknikler	İncelenen Dönem	Yayın Türü
McKee ve ark. (1993)	Kuraklık sıklığı ve süresinin zaman ölçekleri ile ilişkisinin belirlenmesi	Colorado-ABD	Meteorolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz	SPI	1989-1991	Makale
Jihan (1999)	Kış buğday yetiştirme dönemindeki kuraklık analizi	Huang Huai Hai Ovası - Çin	Meteorolojik veriler, hidrolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz Hidrolojik Tabanlı Analiz	CWSI ve Mahsul Su Stres İndeksi	1980-1991	Makale
Sırdaş ve Şen (2003)	Trakya Bölgesinde mekânsal-zamansal kuraklık analizi	İstanbul, Edirne, Tekirdağ, Kırklareli	Meteorolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz	Run Analizi, Z-Skoru, Kriging, SPI	1931-1991	Makale
Mishra ve Desai (2005)	Mekânsal ve zamansal kuraklık analizi	Hindistan, Kansabati Nehir Havzası	Meteorolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz	SPI	1965-2001	Makale
Bhuiyan ve ark. (2006)	Kuraklık dinamiklerinin yersel ve UA verilerine dayalı farklı endeksler kullanılarak izlenmesi	Aravalli - Hindistan	NOAA AVHRR uydu verisi, meteorolojik veriler ve hidrolojik veriler	Uydu Tabanlı Analiz Meteorolojik Tabanlı Analiz Hidrolojik Tabanlı Analiz	SPI, SWI, VCI, TCI ve VHI	1984-2003	Makale
Edossa ve ark. (2009)	Nehir havzasındaki kuraklık özelliklerinin meteorolojik ve hidrolojik değişkenlere dayalı olarak analiz edilmesi	Awash Nehri Havzası-Etiyopya	Meteorolojik veriler, hidrolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz Hidrolojik Tabanlı Analiz	SPI, Akış Teorisi	1963-2003	Makale

Durduran (2010)	KKH'nda yer alan su rezervuarlarında kıyı şeridi değişim değerlendirmesi	KKH	Landsat TM/ ETM uydu verisi	Uydu Tabanlı Analiz	Uydu görüntülerinin vektörizasyonu	1987-2006	Makale
Thakur ve ark. (2011)	Sulak alanların ekolojik izlenmesi	KKH	MODIS uydu verisi ve meteorolojik veriler	Uydu Tabanlı, Meteorolojik Tabanlı Analiz	NDVI	2000-2008	Makale
Hong ve ark. (2012)	Meteorolojik ve hidrolojik kuraklık endekslerini kullanarak hidro-klimatolojik kuraklık analizleri ve projeksiyonları	Blue River Havzası- Oklahoma	Meteorolojik veriler ve hidrolojik Veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz Hidrolojik Tabanlı Analiz	SPI, PDSI ve SRI.	1950-1999	Makale
Yetmen (2013)	Türkiye'nin kuraklık analizi	Türkiye	Meteorolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz	Erinç İndeksi, De Martonne Yöntemi, Thornthwaite Yöntemi, PDSI, NYY ve SPI	1975-2008	Doktora
Yetmen. (2013).	Van Gölü Havzası'nın kuraklık analizi	Van Gölü Havzası	Meteorolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz	SPI	1975-2008	Makale
Doğan (2013)	KKH kuraklık karakterizasyonunun zamansal ve konumsal analizi	KKH	Meteorolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz	NYY, Yağış Kuyrukları (YK), Z-Skoru, Çin Z-score İndeksi, SPI ve Efektif Kuraklık İndeksi (EKİ)	1972-2009	Doktora
Orhan (2014)	KKH'nda UA ve CBS teknolojileri ile iklim değişikliği ve kuraklık analizi	Tuz Gölü	1:25 000 ölçekli topografik haritalar, Landsat TM uydu verisi, meteorolojik ve hidrolojik veriler	Uydu Tabanlı, Meteorolojik Tabanlı Analiz Hidrolojik Tabanlı Analiz	NDVI, VCI, LST, TVX, SPI indeksleri ve Yeraltı su seviyeleri değişim analizi	1984-2011	Yüksek Lisans Tezi
Oguzturk ve Yıldız (2015)	Hidrolojik kuraklık araştırması	Kemer Barajı Havzası	Yağış ve nehir akış verileri	Meteorolojik Tabanlı Analiz	SPI	1955-2013	Makale
Sruthi ve Aslam (2015)	Bitki örtüsü stresini analiz edilmesi	Raichur - Hindistan	MODIS verileri	Uydu Tabanlı Analiz	LST, NDVI	2002-2012	Makale

Arslan ve ark. (2016)	Kızılırmak havzası'nın meteorolojik kuraklık analizi	Kızılırmak Havzası	Meteorolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz	SPI	1973-2013	Makale
Mambo (2016)	İklim değişikliğinin etkileri ve sürdürülebilir arazi yönetimi	Zanzibar-Afrika	Landsat TM uydu verisi, deniz seviyesi verileri, meteorolojik veriler, topografik haritalar	Uydu Tabanlı Analiz	NDVI, NDBI, LST, LSE	2009	Doktora
Awchi ve Kalyana (2017)	Kuraklığın etkileri, kuraklıkla kaplı alanların dağılımı, oluşum sıklığı ve mekansal dağılımının belirlenmesi	Kuzey Irak	Meteorolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz	SPI	1937-2010	Makale
Gidey ve ark. (2018)	Bitki Sağlığı İndeksi kullanılarak uzun vadeli tarımsal kuraklığın başlangıcı, sona ermesi, süresi, sıklığı, şiddeti ve mekansal kapsamının analizi	Raya-Kuzey Etiyopya	Expedited MODIS verileri	Uydu Tabanlı Analiz	DEVNDVI, LST, NDVI, VCI, TCI ve VHI	2001-2015	Makale
Khatiwada ve Pandey (2019)	Nepal Himalayalarında hidro-meteorolojik kuraklığın karakterizasyonu	Karnali Nehir Havzası - Nepal	Meteorolojik veriler, hidrolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz Hidrolojik Tabanlı Analiz	SPI, SPEI, RDI, SC-PDSI, SFI ve PHDI	1981-2014	Makale
Ali ve ark. (2019)	Güney Asya'da iklime bağlı olarak bitki örtüsü dinamikleri, kuraklık analizi	Hindistan, Nepal, Pakistan, Afganistan	NOAA/AVHRR uydu verileri, NDVI verileri Meteorolojik Veriler, ASTER Global DEM verileri	Meteorolojik Tabanlı Analiz Uydu Tabanlı Analiz	NDVI, PCI, TCI, VHI ve VCI	1990-2011	Makale
Dikici (2020)	Asi Havzası için farklı indekslerle kuraklık analizi	Asi Havzası	Meteorolojik veriler	Meteorolojik Tabanlı Analiz	DI, SPI, SPEI ve SRI	1970-2016	Makale
Chaudhary ve Pandey (2020)	Uzun vadeli iklim değişkenleri kullanılarak çoklu endekslere dayalı kuraklık analizi	Koel Nehir Havzası-Hindistan	MODIS verileri	Uydu Tabanlı Analiz	VCI, TCI ve VHI	2000-2018	Makale

2.5. Trend Analizine Yönelik Yapılmış Çalışmalar

Çizelge 2.5 Trend analizine yönelik kaynak taraması özetleri

Künye	Çalışmanın Konusu	Uygulama Alanı	Materyal	Teknikler	İncelenen Dönem	Yayın Türü
Büyükyıldız (2004)	Havzanın yağış verileri ile trend analizi ve stokastik modellemesi	Sakarya Havzası	Aylık ortalama yağış verileri	Sen'in T, Spearman'ın Rho, MK yöntemi, Mevsimsel MK testi, Sen'in trend eğim metodu	1960-2000	Doktora
Partal ve Kahya (2006)	Parametrik olmayan yöntemlerle uzun vadeli yağış serilerindeki eğilimlerin belirlenmesi	Türkiye	Yıllık ortalama ve aylık toplam yağış verileri	MK yöntemi ve Sen'in T testi	1929-1993	Makale
Özfidaner (2007)	Türkiye yağış verilerinde trend analizi ve akarsu akımlarına etkisi	Türkiye	Aylık ve yıllık toplam yağış verileri	MK yöntemi ve Sen'in T testi	1932-2002	Yüksek Lisans Tezi
İçel (2009)	Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarında sıcaklık ve yağış trendlerinin tespiti	Silifke – Samandağ arası	Aylık, yıllık, mevsimlik, sıcaklık ortalamaları ve yağış toplamları verileri	ANOVA, Tukey_HSD gruplama testi, Mann-Whitney U testi	1975-2006	Doktora
Çelik (2010)	Yağış ve sıcaklık trendleri ile akarsu akımları arasındaki ilişkilerin incelenmesi	Gediz Havzası	Maksimum/ortalama/minimum Sıcaklık, Yağış, Nem, Rüzgâr, Basınç, akım verileri	Linear Trend Analizleri, MK yöntemi	1975-2006	Yüksek Lisans Tezi
Uçgun (2010)	Hidrometeorolojik veriler kullanılarak havzanın trend analizinin gerçekleştirilmesi	Kızılırmak Havzası	Yağış, sıcaklık, buharlaşma ve akım verileri	Mann - Kendall yöntemi, Spearman Rho Testi, Mann - Kendall Meritebe Korelasyon Testi, Sen Trend Eğim Metodu, t-testi	1939-2007	Yüksek Lisans Tezi
Yang ve ark. (2012)	Sıcaklık ve yağıştaki trendlerin tespiti	Zhangweinan Nehri Havzası - Çin	Aylık ve yıllık ortalama sıcaklıklar, yağış, ortalama minimum sıcaklık ve maksimum sıcaklık	MK yöntemi ve Kümülatif Anormallik yöntemleri	1957- 2009	Makale
Abghari ve ark. (2013)	Nehir akış eğilimlerinin belirlenmesi ve Yağış değişkenliğinin etkisi	İran	Nehir akış verilerinde	Spearman'ın Rho, Kendall'ın Tau, MK ve Theil-Sen trend yöntemi	1969-2009	Makale

Okkan (2013)	İklim Değişikliğinin Akarsu Akışları Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi	Tahtalı Baraj Havzası	Aylık ve mevsimsel akış, Sıcaklık ve yağış verileri	Mann-Whitney U testi, Varyans ve Ortalamanın Durağanlık testi, MK Sıra Korelasyon testi, İçsel (Dizinsel) Bağımsızlık Testi	1948-2008	Doktora
Şen (2013)	Sıcaklık Ve Yağış Verilerinin Trend Analizi	Isparta	Sıcaklık ve yağış verileri	MK, Spearman'ın Rho, MK Mertebe Korelasyon testi, Sen Trend Eğim Metodu ve Lineer Regresyon yöntemleri	1971-2010	Yüksek Lisans Tezi
Taxak vd (2014)	Uzun vadeli mekansal ve zamansal yağış eğilimleri ve homojenlik analizi.	Wainganga Havzası-Hindistan	Yağış verileri	MK, Pettit- Mann-Whitney U testi	1901-2012	Makale
Özçakal (2014)	Yağış ve sıcaklık değerlerinin zaman ve mekân boyutundaki değişiminin istatistiksel analizi	Ege Bölgesi	Yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık verileri	MK yöntemi	1960-2010	Doktora
Emek (2014)	Doğu Anadolu Bölgesi yıllık ve aylık toplam yağışların trend analizi.	Doğu Anadolu Bölgesi	Aylık ve yıllık toplam yağış verileri	MK yöntemi ve Spearman'ın Rho testi	1960-2013	Yüksek Lisans Tezi
Blahušiaková ve Matoušková (2015)	Dağ havzalarında yağış ve akış rejimi trendlerinin belirlenmesi	Hron Nehri Havzası-Slovakya	Ortalama yıllık akım, yıllık sıcaklık, yıllık yağış ve ortalama yıllık kar örtüsü verisi	MK yöntemi, Doğrusal Regresyon, Basit Kütle Eğrisi Analizi ve Sel Olaylarının Frekans Analizi metodu	1931-2010 ve 1961-2010	Makale
Silva vd (2015)	Yağış ve nehir akışının mekansal ve zamansal değişkenliği ve eğilimlerinin tespiti	Cobres Nehri Havzası - Portekiz	Yıllık yağışların ve nehir akış verileri	MK yöntemi ve Sen's Slope testi	1960-2000	Makale
Çeribaşı (2015)	Karadeniz ve Sakarya Havzalarında yağış-akış-askıda katı madde verilerinin trend analizi ile incelenmesi	Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzası	Yıllık yağış-akış-askıda katı madde verileri	MK yöntemi, MK mertebe kolerasyon testi, Spearman'ın Rho testi	19752011	Doktora

Nemli (2017)	Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yıllık maksimum yağışların trend analizi	Doğu Karadeniz Bölgesi	Yıllık Maksimum Yağış verileri	Regresyon Analizi, MK yöntemi, MK mertebeye kolerasyon testi, Spearman'ın Rho testi	1940-2010	Yüksek Lisans Tezi
Dabanlı (2017)	Türkiye'de iklim değişikliğinin yağış-sıcaklığa etkisinin belirlenmesi ve kuraklık analizleri	Akarçay Havzası	Aylık sıcaklık, yağış, nisbi nem ve rüzgâr hızı	İnovatif-Şen yöntemi, MK yöntemi, Spearman's rho, Theil-Sen trend yöntemi ve Lineer Regresyon yöntemleri	1996-2010	Doktora
Köylü (2017)	Arazi kullanım değişiminin iklime olan etkilerinin modellenmesi	Yamula barajı ve havzası	Aylık ve günlük nem, sıcaklık yağış ve rüzgâr hızı verileri	MK Rank testi, Theil-Sen Slope tekniği	1970-2014	Doktora
Ağun (2018)	GAP Bölgesindeki kuraklığın trend eğilimlerinin belirlenmesi	GAP bölgesi	Aylık ortalama yağış verisi	MK yöntemi, Spearman'ın Rho, Sen Trend Eğim Metodu	1938-2016	Yüksek Lisans Tezi
Demir (2018)	Karadeniz Bölgesi yağışlarının trend analizi	Karadeniz Bölgesi	Aylık toplam yağış verileri	MK yöntemi, Sen Trend Eğim Metodu ve Lineer Regresyon yöntemleri	1960-2015	Y Yüksek Lisans Tezi
Pandey ve Khare (2018)	Uzun vadeli yağış ve referans evapotranspirasyon eğiliminin belirlenmesi	Narmada Nehri Havzası-Hindistan	Aylık yağış ve referans evapotranspirasyon verileri	MK yöntemi ve Spearman Rho testi	1901-2002	Makale
Türkmenoğlu (2018)	İklim değişikliğinin yüzey sularına (akarsu) ve barajlara olan olası etkisinin incelenmesi	İstanbul	Yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış	Makesens trend analiz yöntemi	1950-2015	Doktora
Namkhai (2019)	Meteorolojik mekânsal verilerin istatistiksel yöntemler ile analizi	Çatalan Baraj Gölü Havzası	Yıllık yağış ile yıllık ortalama sıcaklık değerleri	MK yöntemi, Sen Trend Eğim Metodu ve İnovatif-Şen yöntemi	1971-2018	Yüksek Lisans Tezi
Coşkun (2020)	Akarçay Kapalı Havzasının Ortalama Sıcaklık ve Yağış Verilerinin Eğilim Analizi	Akarçay Kapalı Havzası	Ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileri	MK yöntemi ve Spearman'ın Rho testi	1970-2019	Makale

2.6.SWOT Analizi ile Havza Değerlendirmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar

Çizelge 2.6 SWOT analizi ile havza değerlendirmesine yönelik kaynak taraması özetleri

Künye	Çalışmanın Konusu	Uygulama Alanı	Materyal	Yöntem	Yayın Türü
Güngör ve Arslan (2004)	Turizm ve rekreasyon stratejileri için durum analizi uygulaması	Beyşehir Havzası	Yöre halkı, turist ve uzman görüşleri, literatür çalışmaları, arazi çalışmaları ve yerinde yapılan gözlemler	SWOT Analizi, Görsel Değerlendirme Analizi, Turizm Tesisleri Durum Analizleri	Makale
Beşen (2006)	Katılımcı havza planlaması yaklaşımı ile kırsal kalkınma potansiyelinin belirlenmesi	Avlıyan Havzası	Arazi çalışmaları, yöre halkı görüşlerini içeren grup toplantıları, anket uygulaması	SWOT Analizi	Yüksek Lisans Tezi
Aygün (2007)	Akarsu havzalarında stratejik yönetim planlarının oluşturulması	Gediz Havzası	OPTIMA projesi çalıştay sonuç raporu verileri	SWOT Analizi	Yüksek Lisans Tezi
Mitsiani ve Tsakiris (2008)	Sınır ötesi havzalarda adaptif/uyarlanabilir havza planlaması	Sınır Ötesi Havzalar	-	SWOT Analizi	Sempozyum
Yavuz (2011)	Katılımcı havza planlaması ve yönetimi	Beyşehir Havzası	Yöre halkı, yerel yöneticiler ve uzman görüşleri, anket uygulaması	A'WOT (AHP-SWOT) Analizi	Doktora
Öztürk (2011)	Doğal kaynaklara yönelik potansiyel ve sorunların araştırılması ve havza yönetim planının geliştirilmesi	Devrekani Çayı Havzası	Literatür çalışmaları, arazi çalışmaları ve yerinde yapılan gözlemler, uzman görüşleri	R'WOT (Ranking+SWOT) Analizi	Doktora
Gallego-Ayala ve Juízo (2011).	Entegre su kaynakları yönetiminin stratejik uygulaması	Mozambik	Uzman grup toplantısı sonuçları, uzman görüşleri ve anket uygulaması	A'WOT Analizi	Makale
Karadağ ve Barış (2012)	Havza yönetim planının geliştirilmesi ve su kaynaklarına yönelik durum analizlerinin gerçekleştirilmesi	Kovada Gölü Havzası	Literatür Çalışmaları	SWOT Analizi	Makale
Çeker (2015)	Ovada tarımsal sürdürülebilirliği sağlamak için durum analizlerinin gerçekleştirilmesi	Dalaman Ovası	Tez çalışması neticesinde elde edilen sonuç veri grupları	SWOT Analizi	Doktora
Meriç ve Bozkurt (2017)	Rekreasyonel turizm potansiyelinin belirlenmesi	Van Gölü Havzası	Literatür çalışmaları, Yerinde yapılan gözlemler	SWOT Analizi	Makale
Srinivas ve ark. (2018)	Nehir havzasının sürdürülebilir yönetimi ve planlaması	Ganj Nehir Havzası- Hindistan	Uzman görüşleri	Bulanık Tabanlı Hibritleştirilmiş SWOT Modeli (FH-SWOT) (Fuzzy Based Hybridized SWOT) Analizi	Makale

Akkaya (2019)	Havzanın coğrafi potansiyeli ve sürdürülebilirlik açısından havza yönetimi	Melen Çayı Havzası	Topoğrafik haritalar, jeolojik haritalar, meteorolojik veriler, amenajman planları, uydu görüntüleri ve diğer altlık veriler, bölgesel raporlar	SWOT Analizi	Doktora
Ronchi ve ark. (2019)	Deniz çöpü önleme, azaltma ve ortadan kaldırmaya yönelik alınacak önlemlerin önceliklendirilmesi	Adriatic-Ionian Makobölgesi - Akdeniz	FFL pilot proje sonuçları, uzman görüşleri	SWOT Analizi	Makale
Demetropoulou ve ark. (2019)	Entegre su kaynakları yönetimi için alınacak önlemlerin önceliklendirilmesi	Geropotamos Havzası - Yunanistan	Literatür çalışmaları	DPSI(The Drivers, Pressures, State, Impact Response) Analizi, SWOT Analizi, Fayda-Malliyet Analizi	Makale
Penghao ve ark. (2019)	Hidroelektriğin sürdürülebilir kalkınması için karşı önlemler geliştirilmesi	Yangtze Havzası - Çin	Bildiriler, konsey kararları, uzman görüşleri	SWOT Analizi	Makale
Mut (2020)	Arazi kullanımı durumu, arazi kullanım potansiyelinin belirlenmesi ve bu potansiyelin karşılaştırmalı analiz edilmesi	Siirt	Topoğrafik haritalar, jeolojik haritalar, CORINE verileri, meteorolojik veriler, amenajman planları, uydu görüntüleri ve diğer altlık veriler, saha çalışması, literatür çalışmaları	SWOT Analizi	Yüksek Lisans Tezi
Wan ve ark. (2020)	Su kalitesinin iyileştirilmesi için makul gelecek senaryolarında hükümet eylemleri arasındaki değişen dinamiklerin incelenmesi	Luzhi - Çin	Arazi çalışmaları, yerinde yapılan gözlemler, yöre halkı ve turist görüşleri	DPSI ve SWOT Analizi	Makale
Pournabi ve ark., (2021)	Sulak alanının korunması için planlama ve önceliklendirme	Hour Al-Azim Sulak Alanı- İran	Bölge raporları, uzman görüşleri, anket uygulaması	A'WOT ve Oyun Teorisi Analizi	Makale

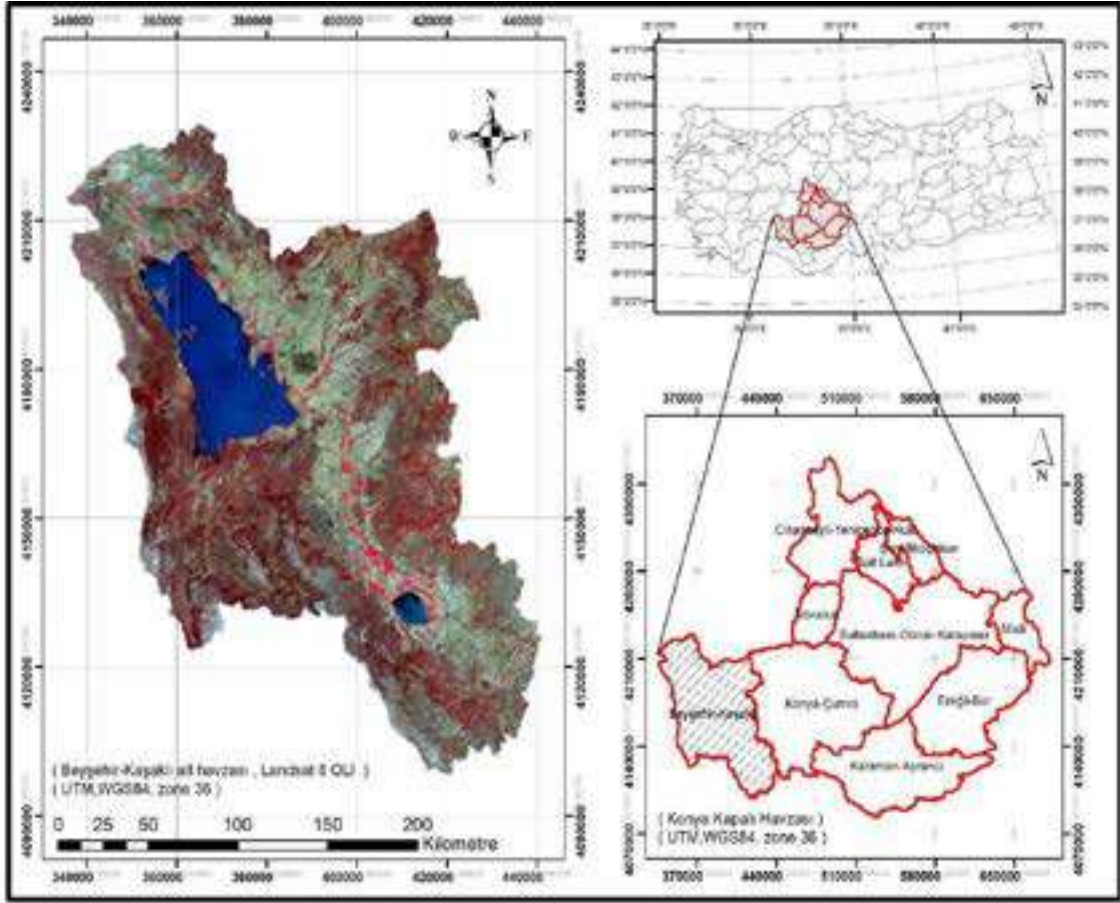
3 MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde ilk olarak çalışma alanı detaylı olarak açıklanmıştır. Daha sonra tez çalışması kapsamında kullanılan metaryel bilgileri detaylı olarak açıklanmıştır. Son olarak tez kapsamında kullanılan tüm yöntemler detaylı olarak açıklanmıştır.

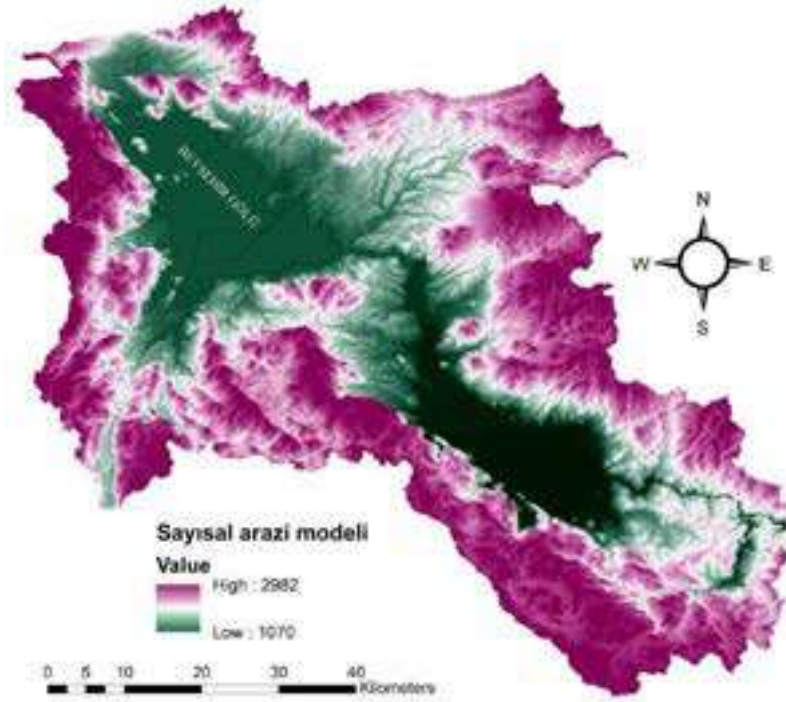
3.1 Çalışma Alan Sınırı ve Özellikleri

Türkiye'nin en büyük kapalı havzası olan KKH, Ülkenin toplam alanının %7'sini ve tarımsal arazi potansiyelinin yaklaşık %14' ünü oluşturan stratejik yönden oldukça önemli bir havzadır. Havzada toplam 11 sulak alan mevcuttur. KKH, Devlet Su İşleri (DSİ) Konya IV. Bölge Müdürlüğüne akifer yapıları, jeolojik, hidrojeolojik yapıları ve yer altı suyu beslenme alanları gibi faktörler dikkate alınarak dokuz alt havzaya ayrılmıştır. Bu havzalar: Beyşehir-Kaşaklı (16/1) Alt Havzası, Konya-Çumra-Karapınar (16/2) Alt Havzası, Karaman-Ayrancı (16/3) Alt Havzası, Ereğli-Bor (16/4) Alt Havzası, Aksaray-Karapınar (16/5) Alt Havzası, Altınekin (16/6) Alt Havzası, Cihanbeyli-Kulu (16/7) Alt Havzası, Şereflikoçhisar (16/8) Alt Havzası, Niğde Misli (16/9) Alt Havzalarıdır. Tez çalışması kapsamında söz konusu çalışma alanı olarak Beyşehir-Kaşaklı (16/1) Alt Havzası irdelenmiştir.

BKAH, KKH'nın güney batısında bulunmaktadır. Havza; Konya, Isparta vilayetleri ile Antalya'nın yerleşik olmayan bölgelerini kapsayan ve yaklaşık 7300 km²'lik oldukça geniş bir alanı içine almaktadır. BKAH coğrafi konum itibariyle 37° 26'- 38° 03' kuzey enlemleri ile 31° 15' - 31° 46' doğu boylamları arasında konumlanmıştır (Şekil 3.1). Bölgenin doğusunda KKH'nın alt havzalarından Çumra-Karapınar Alt Havzası, Batı ve güney kısımlarında Antalya havzası Kuzeyinde Akarçay havzası ve Kuzey doğusunda Sakarya havzası ile çevrelidir. Havzanın Hoyran-Eğirdir oluşunun doğusuna kadar uzanan Anamas Dağları, Dedegül Dağı ve Kartoz Dağı, doğusunda Göller bölümünü İç Anadolu'dan ayıran Sultan Dağları, Erenkilit Dağı ve Alacadağ, kuzeyinde Anamas ve Sultan Dağları arasında bulunan Şarkikaraağaç Ovası, güneyinde ise güney doğu kuzey batı doğrultusunda uzanan Seyran ve Seydişehir Dağları yer almaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1 Beyşehir-Kaşaklı alt havza sınırı gösterimi



Şekil 3.2 Beyşehir-Kaşaklı alt havzasının üç boyutlu (3D) görünümü

Havzanın en önemli su kaynakları Beyşehir Gölü, Suğla depolaması ve Çarşamba Suyu'dur. KKH'sının artan su talebini karşılamak için uygulamaya sokulan Gembos Derivasyonu ve Mavi Tünel Projelerinin işleyebilmesi bakımından BKAH oldukça önemli bir havza konumundadır. Bölgede bulunan en önemli su kaynağı olan Beyşehir Gölü, Van ve Tuz göllerinden sonra yüzey alanı olarak üçüncü büyük gölü olmakla beraber Türkiye'nin en büyük tatlı su gölüdür. Anamas ve Sultan dağlarının arasında, Beyşehir ilçesi'nin kuzeyinde, Şakirkaraağaç ilçesi'nin güneyinde yer alan tektonik bir göldür. Göl, göller yöresi bölgesi sınırlarında bulunan orta Anadolunun içme ve sulama su kaynağıdır. Deniz seviyesinden 1120 m yükseklikindedir. Göl, yüzey alanı yaklaşık olarak 650 km², derinliği ise ortalama 5-6 m maksimum derinliği ise 8-10 m olan sığ bir göldür. Göl yüzey alanı havza alanının on birde biri kadardır. Göl içerisinde 33 tane ada mevcuttur. En bilinenleri; İğneli ada, Mada adası, Orta ada, Aygır adası, Hacıakif adası ve Keçi adasıdır. Tüm adalara ulaşım sağlanabilmektedir.

Beyşehir gölü ve çevresi, 1993 yılında Orman Bakanlığı'nca Beyşehir ve Kızıldağ Milli parkı olarak iki farklı isimle Milli park ilan edilmiştir. Bölge Ramsar Sözleşmesi'ne göre de uluslararası önem taşıyan A grubu bir sulak alandır. Göl ve çevresi I., II., III. derecede doğal sit alanı olarak koruma altına alınan kültürel ve tarihi miras bakımından da son derece önemli bir bölgedir. Gündoğdu ve Kısıfhan Höyükleri, Hitit Çeşme Anıtı ve Hitit Tanrı Heykelleri, Ereklit Kibele Tapınağı, Heraklis Lahdi, Akburun Köyü Küp Mezar Anıtları, Manastır Kara Saz Yerleşimi, Lukyanus Abide ve Kitabesi, Kubad-Abad Sarayı, Eşrefoğlu Camii ve Türbesi, Bayındır Camii, Köşk Camii, Kireli Camii, Çifte Hamam, Kale Kapısı, Bezzazlar Hanı önemli kültürel ve tarihi mekânlar olarak sıralanır.

Gölün drenaj alanı 420.000 ha olup bölgedeki komşu drenaj ağlarından Akşehir Gölü ve Eğirdir Gölü havzalarından Sultan, Erenler ve Anamas Dağı ile ayrılarak güney bölgesinde Beyşehir kanalı ile birlikte Suğla Depolaması'na bağlanmaktadır. Buradan da sular Konya ovasına drene edilir.

Havza sınırları içerisinde yer alan Suğla Depolaması'nın oluşumu tektoniktir. Göle gelen su Beyşehir gölünden salınan sulardan, kendi drenaj hattından ve kış aylarında oluşan su kütlelerinden meydana gelir. 581 km' lik yağış alanına sahip olan göl sulama ve su ürünleri bakımından önem arz eder. Bol yağışlı yıllarda gölün yüzey alanı genişlerken kurak mevsimlerde yoğun buharlaşmanın da etkisiyle göl kuruyarak

göl tabanı ortaya çıkmaktadır. Bu durumda gölün alüvyonlu bölümü verimli bir tarım alanı sağlamaktadır. Suğla gölü Haziran 2003 yılından itibaren “Seydişehir-Suğla depolaması Projesi” isimli proje ile hizmet vermeye başlamıştır. Projenin esas amacı Konya-Çumra Projesi’ne destek sağlamak ve Beyşehir gölü ve Apa Barajı regülasyonlarına katkı sağlamaktır. Proje ile 4000 ha’lık alan göl alanı olarak, 14.600 ha’lık alan ise tarımsal alan olarak tasarlanmıştır. Bu sayede havzada tarımsal üretim artırılarak daha verimli arazi kullanımını planlaması sağlanmıştır.

BKAH’nda bulunan su toplama sahası kuzeyden güneye doğru gidildikçe karasal iklimden akdeniz iklimine geçen iklim özelliklerini barındırır. Bu sebeple havza alanı kurak ve yarı nemli (birinci mezotermal) iklim tipi özelliklerini gösterir. Kurak iklim tipi özellikleri İç Anadolu ikliminin de genel olarak hakim olduğu karasal iklim özellikleri daha çok sulak alanlardan uzaklaşılan dağlık kesimlerde etkilidir. Sulak alan ve yakın çevresinde ise iklim daha yumuşak seyrederek yarı nemli iklim tipi özellikleri Akdeniz ve Akdeniz ardı ikliminin de genel olarak hakim olduğu iklim özelliklerini gösterir.

Havza içerisinde meteorolojik gözlem yapılan 19 adet meteorolojik gözlem istasyonu bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en fazla parametre için oldukça eski tarihli veri arşivine ulaşabileceğimiz iki istasyon bulunmaktadır. Bunlar Beyşehir (17242) ve Seydişehir (17898) meteorolojik gözlem istasyonlarıdır. BKAH, KKH içerisinde en fazla yağış alan, yağış ortalaması en yüksek değere sahip alt havza olarak ön plana çıkar. Havzada bulunan Beyşehir (havzanın üst kısmı) ve Seydişehir (havzanın alt kısmı) bölgelerinde yıllık toplam yağış miktarı 750 mm’ye ulaşır. Özellikle Seydişehir bölgesine düşen yağış KKH ortalama yağış verisinin hemen hemen iki katı fazla yıllık yağış aldığı kaydedilmiştir. Bu yağışlar kış ve ilkbahar mevsimlerinde ağırlıkla etkilidir. Yağış kış aylarında genellikle kar şeklinde görülürken ilkbahar aylarında ise sağanak yağmur, dolu şeklinde görülmektedir. Yaz ayları daha sıcak ve kurak seyrederken yağış miktarı minimuma düşmektedir. Yıllık sıcaklık ortalamaları ise -0,4°C ile 23,0°C arasında değişkenlik gösterir. Yılın en yüksek sıcaklık değerleri Temmuz ve Ağustos aylarında gözlemlenirken en soğuk geçen ayları ise Ocak ve Şubat ayları olarak gözlemlenir.

Havzanın yıllık ortalama nisbi nem oranı %71 olarak belirlenmiştir (Dalgıç,2011). Havzanın hâkim rüzgâr yönü güney-güneybatı yönü (3.3 m/sn)

esintilidir. En hızlı rüzgar 23.4 m/sn hızla güney-güneybatı yönünde mart ayında gözlemlenmektedir. Havzanın ortalama rüzgar hızı ise 1.3 m/sn'dir. (Anonim, 1999; Yavuz, 2011)

BKAH, Türkiye'nin Batı Toroslar bölümünde ve kuzeybatı-güneydoğu aksında yer alan önemli karstik bölgelerinden birinde yer alır. Bölge tektonik kökenli olmakla beraber karstik süreçler de oluşumuna etki etmiştir (Oğuzkurt, 2001). Beyşehir gölü, karstik-tektonik bir oluk içerisinde. Bölgede bulunan Yalvaç-Beyşehir-Suğla oluğu, neojen subsidans havzası karakterizasyonuna sahiptir özellikle Göl'ün batı kesimleri boyunca Anamas dağlarının eteğinde fay zonu uzanır (Güngör, 2003).

Depremsellik bakımından havzanın Kuzey Batı bölümü 1. Derece deprem kuşağı, Güney Doğu bölümü ise 3. Derece deprem kuşağı içerisinde bulunmaktadır. Geri kalan bölgeler ise 2. Derece deprem kuşağı içerisinde yer alır (Anonim, 1999). Bölgenin en yükselteli ve dağlık bölümleri gölün batı bölümünde hâkimdir. Bölgenin kuzey, doğu ve güney kesimlerinde geniş düzlükler bulunur ve bu bölgeler tarım için oldukça elverişli durumundadır.

Havza içerisinde birçok yerleşim merkezi yer alır. Konya il sınırları içine dâhil olan Ahırlı, Beyşehir, Bozkır, Seydişehir, Derbent, Derebucak, Hüyük ve Yalılıyük ilçeleri, Isparta ilinin Şarkikaraağaç ve Yenişarbademli ilçesi havza sınırları içerisinde. Bunun dışında Konya ilinin Akören, Akşehir, Çiflikliköy, Ilgın ilçesi, Isparta İlinin Aksu, Eğirdir, Gelendost, Yalvaç ilçeleri Antalya İlinin Akseki, Gündoğmuş ilçelerinin yerleşik olmayan bölümleri havza sınırları içerisine girmektedir.

İlçe ekonomisinde en büyük geçim kaynağını tarım sektörü oluşturur. Bölgede şekerpancarı, tahıl üretimi, sebze ve meyvecilik yaygın olarak yapılmaktadır. Bölgenin Eflatunpınar ve Şakirkaraağaç mevkilerinde ise sulu tarım yapılmaktadır. Daha sonra hayvancılık ve ticaret başlıca geçim kaynaklarıdır. Hayvancılıkta, büyük ve küçükbaş hayvancılıkla yoğun olarak uğraşılır. Su ürünlerinden de halkın büyük bir bölümü gelir elde etmektedir. Bunlar Sazan, Alabalık, kerevit gibi farklı balık türleri ve Hasırotu, saz, kamış gibi farklı su bitkilerinin işlenip satılması ile ekonomiye katkı sağlamaktadır. Havza içerisinde yer alan maden yatakları bakımından da oldukça zengindir. Havza içerisinde geniş kömür rezervleri ve Doğanbey çevresinde bulunan kil yatakları

bulunmaktadır. Yeşildağ dolaylarında krom madeni yer alır. Bunların dışında Barit maden yatakları ve mermer yatakları yer almaktadır (Uzbaş, 2000).

BKAH, Flora ve fauna bakımından çok çeşitlilik gösteren zengin bir bölgedir. Öyleki bir çok endemik canlı türü havza sınırları içerisinde yer almaktadır. Göl ve çevresi doğa turizmi bakımından da oldukça gelişmiştir. Bölge su sporları, dağ sporu, av sporu, yamaç paraşütü, rüzgar sörfü, mağaracılık gibi çeşitli spor aktivitelerine imkan sağlar. Bunun dışında plaj turizmi de yapılmaktadır. Bilinen en iyi plajlar karadiken, Tolca, Kireli, Bademli ve Budak plajlarıdır. Bölgede bulunan mağara sayısı oldukça fazladır. Burada bulunan en önemi ve en çok bilinen mağaraları Pınargözü ve Körükini mağaralarıdır. Peyzaj ve mesire alanları arasında Afşar, İskender, Kosti, Yakamanastır ve Göl Çayı boyu en bilinen yerleridir.

Tez kapsamında Beyşehir Kaşaklı alt havzasının uygulama alanı olarak seçilmesinin temel sebebi bu bölgenin kuraklık durumunun, trend eğilimlerinin ve AKAÖ'de yaşanan değişimlerin kapsamlı bir şekilde analizinin yapılmamış olması, bölgede genel olarak bu tarz çalışmaların çok kısıtlı kalması ve bölge halkının özellikle kuraklık noktasında Beyşehir Gölü ve çevresinde hissedilir kuraklıklar yaşandığını ileri sürmesi ve yerel gazetelerde devamlı olarak bu hususta haberlerin yayınlanması, havza seçiminde önemli bir rol oynamıştır.

3.2 Kullanılan Veriler

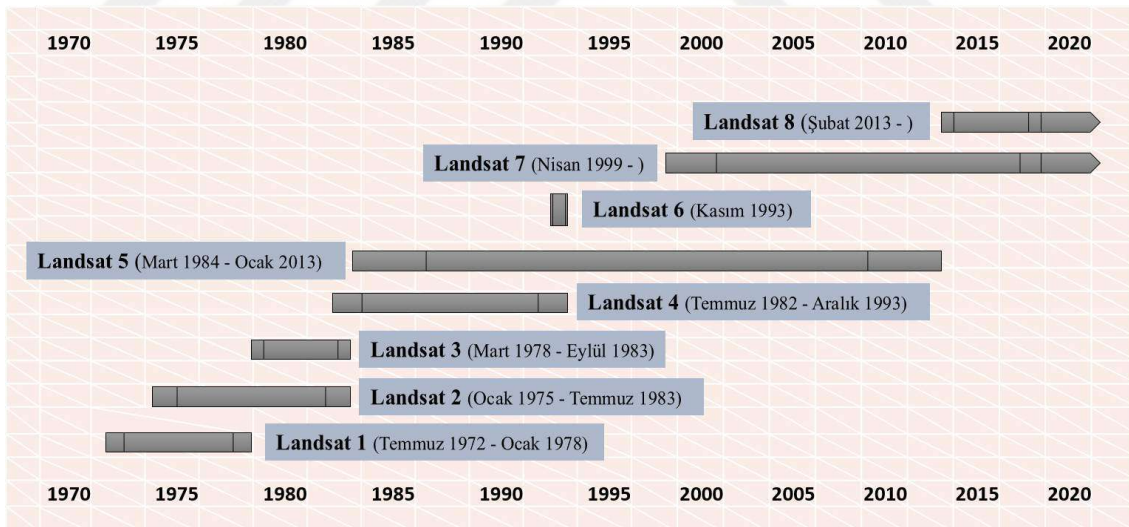
3.2.1 Uydu görüntüleri

Çalışma bölgesinin AKAÖ'ye yönelik zamansal değişimin incelenmesi, Beyşehir Gölü kıyı değişiminin zamansal ve geometrik değişiminin belirlenmesi ve Bölgenin kuraklık durumunun analiz edilmesi aşamalarında 1984-2018 yıllarına ait Landsat TM (Thematic Mapper) , ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) ve OLI (Operational Land Imager)/TIRS (Thermal Infrared Sensor) uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Landsat uydu programı, Uzaydan yeryüzü hakkında bilgiler toplanması, dünya kaynaklarının izlenmesi ve yönetilmesi için tasarlanmıştır. NASA (National Aeronautical Space Administration) ve Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) tarafından yürütülen Dünya üzerinde gözlem yapan uydu dizileri görevidir. NASA'nın görevi, uyduları ve sensörleri inşa ederek onları

uzaya fırlatıp performanslarını denetlemektir. USGS, uyduların işletimini üstlenir ve verilerin toplaması, dağıtımı ve arşivlenmesi görevini üstlenmektedir. 1972 yılında Landsat uydularının fırlatılması ile başlayan Dünya gözlem görevi, uzaydan yeryüzü hakkında bilgiler toplanması, dünya kaynaklarının izlenmesi ve yönetilmesi için tasarlanmıştır. İnsan kaynaklı yapay unsurların ve doğal değişimlerin etkilerini değerlendirmek için önemli veriler sağlayan bu sistem yaygın olarak tarım, ormancılık, taşkın, AKAÖ değişiminin izlenmesi, kuraklık durumunun tespiti, bölgesel planlama faaliyetleri, kentsel yayılmanın izlenmesi, iklim değişikliği ve sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamalarında kullanılmaktadır.

1972 yılında Earth Technology Satellite (ERTS-1) olarak fırlatılan gözlem uydusu daha sonraki yıllarda Landsat 1 uydusu olarak tekrar adlandırılmıştır. Devamında takiben Landsat 2'den Landsat 8 uydularına kadar sırasıyla uydular yörüngeye fırlatılmıştır. 1993'de fırlatılan Landsat uydusu yörüngeye ulaşamayarak görevini gerçekleştirememiştir. Landsat 5 en uzun süre görev yapan dünya gözlem uydusu olarak yerini korumaktadır. Landsat 7 ve Landsat 8 ise küresel veri sağlama misyonuna devam etmektedir (U.S. Geology Survey, 2021) (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Landsat misyonunun zaman çizelgesi ve tarihçesi

Tez kapsamında kullanılan Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+, Landsat-8 OLI/TIRS görünür ve yakın-infrared (kıızılötesi) (VNIR), kısa dalga infrared (SWIR) ve termal infrared (TIR) aralıklarında görüntü almakta olup, spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 m arasında bir orta uzaysal çözünürlüğe sahiptir. Zamansal çözünürlükleri 16 gündür. Mekânsal çözünürlüğü spektral bantları 30 m radyometrik çözünürlüğü 8 bittir

ve 705 km yükseklikte alım yapmaktadır. Landsat 7'nin 5 den farklı olarak geliştirilmiş thematic mapper tarayıcısı taşımaktadır. Standart 7 banda ek olarak 15 m çözünürlüğe sahip pankromatik band (0.50- 0.90 μm) eklenmiş, bunlara ek olarak Termal Band 'ın çözünürlüğü de 120 m'den 60 m'ye indirilmiştir. Landsat 8, 2013 yılında Landsat 7'nin yörüngesine katılmış olup bilimsel veriler sağlamaktadır. Landsat 8'e ait OLI sensörü daha önceki bantların yanında kıyı/aerosol çalışmaları için derin mavi bandı, Cirrus bulutlarının tespiti için kısa dalga infared band taşımaktadır. OLI, dokuz adet spektral band (Coastal/Aerosol+VNIR + SWIR+PAN+CIRRUS)olarak veri toplamaktadır. Bu 9 bandın 7'si daha önceki Landsat-5 TM ve Landsat-7 ETM+ sensörlerinde bulunan aralıklarına sahiptir ki böylece eski Landsat verileri ile uyumlu olması sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan Landsat uydu görüntülerine ait teknik tanımlayıcı özellikler (Çizelge 3.1) ve kullanılan uydu görüntülerine ait bantların kullanım alanları (Çizelge 3.2) aşağıda açıklanmıştır.

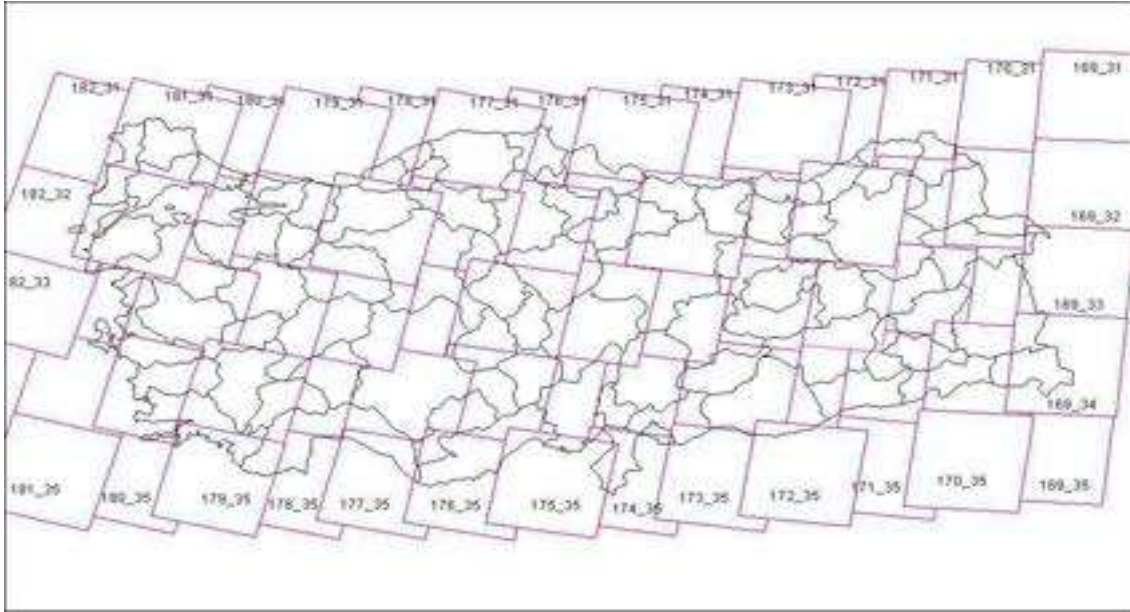
Çizelge 3.1 Tez kapsamında kullanılan Landsat uydu görüntülerine ait teknik özellikler (U.S. Geology Survey, 2021)

Algılayıcı Sensörler	Band Tanımları (μm)	Uzaysal Çözünürlük (m)	Şerit Genişliği (km^2)	WRS-2	
				(177/34)	(178/34)
Algılanan Tarih					
Landsat-5 TM*	1: 0.45-0.52	30	185x170	*10.08.1984	*16.07.1984
Landsat-7 ETM**	2: 0.52-0.60			*26.07.1990	*02.08.1990
	3: 0.63-0.69			*26.07.1996	*02.08.1996
	4: 0.76-0.90			*23.08.2006	*30.08.2006
	5: 1.55-1.75			*21.08.2011	*28.08.2011
	7: 2.082.35			**14.08.2000	**05.08.2000
	6: 10.1-12.50	120			
	6: 10.1-12.50	60			
	pan: 0.52-0.90	15			
Landsat-8 OLI/TIRS	1: 0.43-0.45	30	185x170	24.08.2018	15.08.2018
	2: 0.45-0.51				
	3: 0.53-0.59				
	4: 0.64-0.67				
	5: 1.85-1.88				
	7: 2.11- 2.29				
	9: 1.36-1.38				
	10:10.60-1.19	100			
	11:11.50-2.51	100			
	pan: 0.50-0.68	15			

Çizelge 3.2 Landsat uydu görüntülerine ait her bir bandın kullanım alanlarının gösterimi (NIK, 2020)

Band Adı	Landsat 8 OLI/TIRS	Landsat 7 ETM+	Landsat 5 MSS	Kullanım Tanımlaması
Kıyı/Aerosol	Band 1	----	----	Kıyı alanları ve sığ su gözlemleri, aerosol, toz algılama çalışmaları
Mavi	Band 2	Band 1	Band 1	Batimetrik haritalama, Kıyı haritalarının yapımı, toprak- bitki ayrımı, orman türü haritalama ve insan yapımı yapay materyallerin belirlenmesi
Yeşil	Band 3	Band 2	Band 2	Bitki canlılığı değerlendirmeleri
Kırmızı	Band 4	Band 3	Band 3	Bitki örtüsü türü tanımlaması, topraklar ve kentsel özellikler, insan yapımı yapay materyallerin belirlenmesi.
Yakın Infrared	Band 5	Band 4	Band 4	Bitki örtüsü tespiti ve analizi, kıyı haritalama ve biokütle içeriği
Kısa Dalga Infrared	Band 6	Band 5	Band 5	Bitki örtüsü nem içeriği / kuraklık analizi, Yanmış ve yangından etkilenen alanlar, aktif yangınların tespiti
Kısa Dalga Infrared	Band 7	Band 7	Band 7	Aktif yangının ek tespiti (özellikle geceleri), bitki nemi / kuraklık analizi, Mineral ve kayaç tipi ayırt edilmesi, Hidrotermal haritalama
Pankromatik	Band 8	Band 8	---	Çok bantlı görüntüleri daha yüksek çözünürlüğe keskinleştirme
Sirrus	Band 9	---	---	Cirrus bulutu algılama
Termal	Band 10	Band 6	Band 6	Zemin sıcaklığı haritalama ve toprak nem tahminleri.
	Band 11			

Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri USGS tarafından ücretsiz olarak temin edilmiştir. BKAH, iki tam çerçeve Landsat görüntüsünü kapsamaktadır. Bu iki çerçeve görüntüye ait WRS-2 (The Worldwide Reference System) dizin sisteminde bulunan path/row numaraları 177/34 ve 178/34 ikilidir (Şekil 3.4). Landsat uydu görüntüleri orta uzaysal çözünürlüğe sahip olması, çevresel değişimlerin tespitinde sıklıkla tercih edilmesi, geniş uygulama alanında yeterli bilgi edinimi sağlaması ve ücretsiz olarak servis edilmesi bu çalışmada kullanılmasını sağlamıştır.

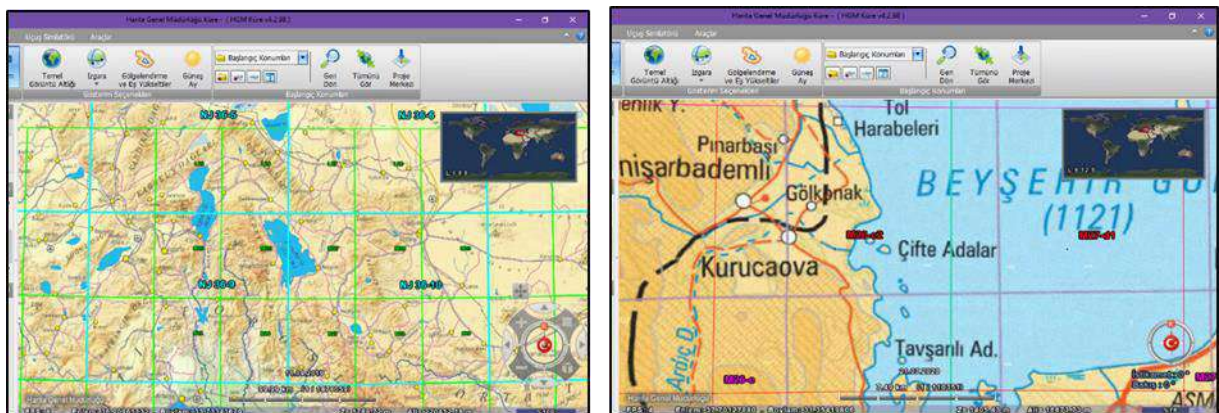


Şekil 3.4 Landsat 5 ve 7 uydu görüntüleri için path/row haritası – Türkiye (NİK, 2020)

3.2.2 Kullanılan haritalar ve sayısal altlıklar

Bölgenin topografyasının incelenmesi, sınıflandırmada detay belirleme ve sonuçların yorumlanması aşamalarında aşağıdaki haritalar kullanılmıştır.

- Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından üretilen çalışma alanına ait 1/100.000 ölçekli L26-L27-L28-M26-M27-M28-N26-N27-N28 pafta indeks numaralı 9 adet topografik harita ve
- 1/25000 ölçekli 70 adet topografik harita altlık olarak kullanılmıştır (Şekil 3.5).



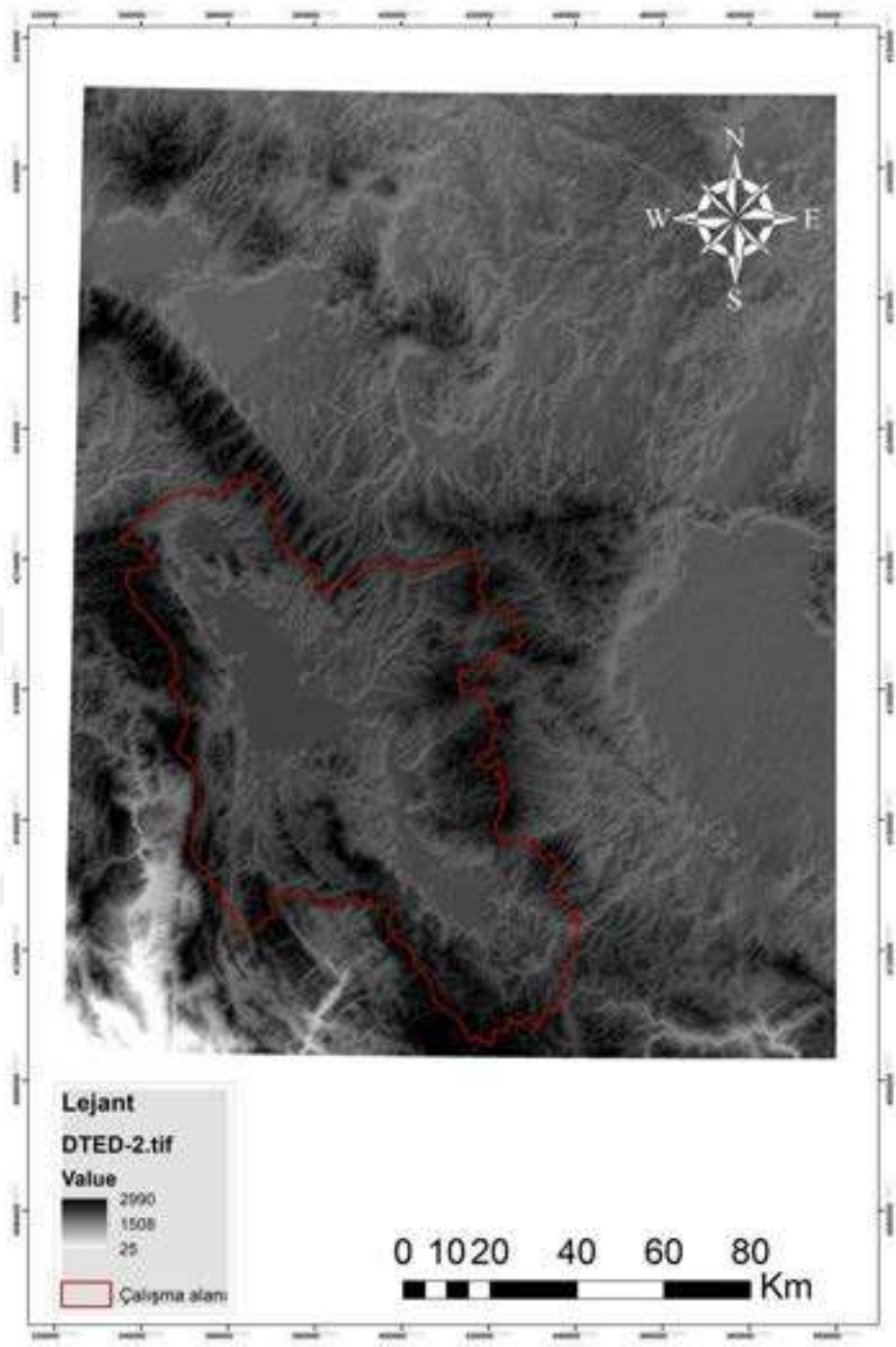
Şekil 3.5 1/1000 ve 1/25000 ölçekli topografik haritaların gösterimi

Bölgenin Eğimi, Bakı durumu ve Yükseklik gibi mekânsal analizlerin gerçekleştirilmesinde,

- HGM Ulusal Haritacılık Kurumu tarafından temin edilen “2nci Düzey Digital Terrain Elevation Data (DTED-2) DEM verisi” kullanılmıştır (Çizelge 3.3). DTED-2 DEM verisi, 1:25.000 ölçekli haritalar üzerindeki (10 m aralıklı) eş yükseklik eğrilerinden üretilmiştir (Şekil 3.6). Veri 1” x 1” (yaklaşık 30 m x 30 m) aralıktır, Coğrafi koordinat sistemi ve WGS84 datumu referansını kullanır. Yatay doğruluk ± 12.5 m Düşey doğruluk ± 7.2 m 'dir. DTED-2 DEM verilerinin teknik özellikleri Çizelge 3.3'de listelenmiştir.

Çizelge 3.3 DTED-2 DEM verilerinin teknik özellikleri (HGM, 2020)

Düzyey	Grid Aralığı	Yüzeyde	Satır x Sütun	Hücre Boyutu	Dosya Boyutu
0	30 san	~ 1 km.	120*120	1'*1'	34 KB
1	3 san	~ 100 m.	1200*1200	1'*1'	2.8 MB
2	1 san.	~ 30 m.	3600*3600	1'*1'	25.3 MB



Şekil 3.6 Uygulama alanına ait DTED-2 DEM verisi

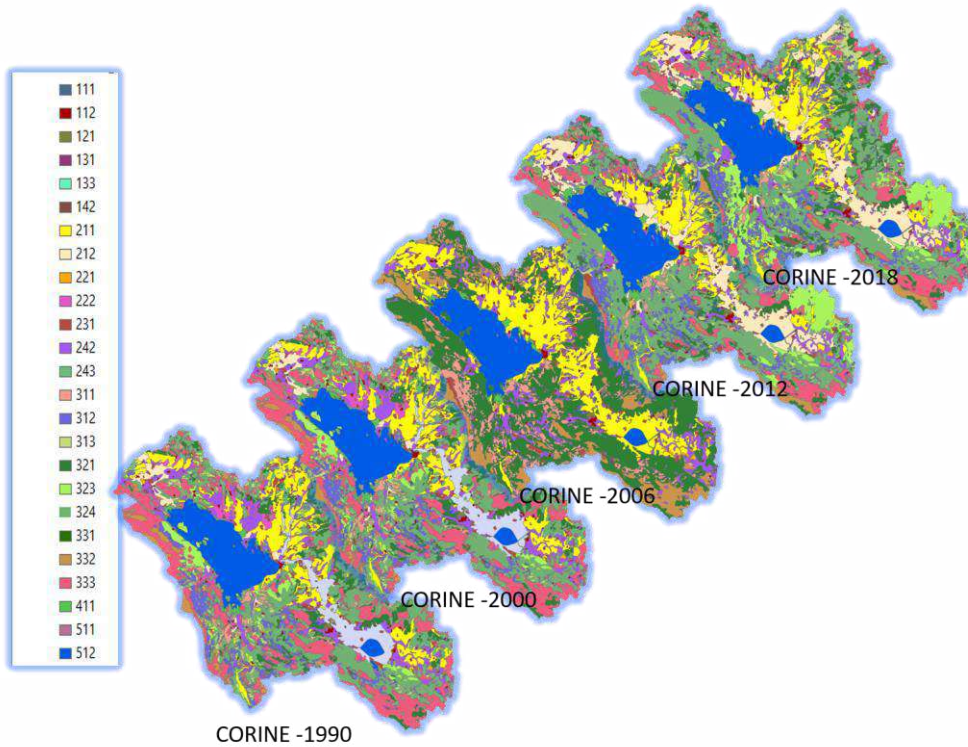
Çalışmada, tarım arazisi uygunluk analizlerinin gerçekleştirilmesi için,

- Toprak katmanlarını Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (TRGM) tarafından hazırlanan 1/25000 ölçekli “.shp” formatlı sayısallaştırılmış toprak haritalarından yararlanılmıştır. Çalışmada Toprak katmanlarından, Derinlik, Büyük Toprak Grubu (BTG), Arazi kullanım kabiliyet sınıfı

(AKKS),Erozyon, Arazi Kullanım Kabiliyeti Alt Sınıfı (ATS) parametre seti kullanılmıştır.

Çalışmada AKAÖ'deki değişimin incelenmesinde, sınıflandırma aşamasında sınıf sayısının standardının sağlanması amacıyla ve değişimin sonuçlarının karşılaştırması ve yorumlanmasında,

- CORINE veri altlığından faydalanılmıştır. CORINE, European Environment Agency (EEA) tarafından üretilen ve AKAÖ konusunda hâlihazırda kullanılmakta olan en yaygın projelerden birisidir. CORINE, çevresel bilgilerin koordinasyonu anlamına gelir. AB ülkelerince kullanılan bu sistem Türkiye için de son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. CORINE Türkiye veri altlığı 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 yıllarını kapsamaktadır (Şekil 3.7).
- CORINE projesinin en önemli yanı UA ve CBS teknolojilerini kullanmalarıdır. Bu projede sınıflandırma aşaması temel birinci düzeyde 5, ikinci düzeyde 15, üçüncü düzeyde ise 44 arazi kullanım türüne ayrılmaktadır. (ETC/LC, 1995) (Çizelge 3.4).



Şekil 3.7 CORINE veri altlıklarının BKAH örneğinde sunulması

Çizelge 3.4 Farklı düzeylerde CORINE arazi sınıfları gösterimi (EEA, 2002; Koca, 2006)

Düzye 1	Düzye 2	Düzye 3
1. Yapay Yüzeyler	1.1 Şehir Yapısı	1.1.1 Devamlı Şehir Yapısı
		1.1.2 Devamlı Olmayan Şehir Yapısı
	1.2 Endüstriyel, Ticari ve Taşıma Birimleri	1.2.1 Endüstriyel veya Ticari Birimler
		1.2.2 Karayolu ve Demiryolu İle İlgili Alanlar
1.2.3 Limanlar		
1.2.4 Hava Alanları		
1.3 Maden, Boşaltım ve İnşaat Alanları	1.3.1 Maden Çıkarım Alanları	
	1.3.2 Boşaltım Alanları	
	1.3.3 İnşaat Sahaları	
1.4 Tarım Dışı Yapay Yeşil Alanlar	1.4.1 Yeşil Yerleşim Alanları	
	1.4.2 Spor ve Dinlenme Alanları	
2. Tarım Alanları	2.1 Tarıma Uygun Alanlar	2.1.1 Sulanmayan Tarımsal Araziler
		2.1.2 Sürekli Sulanan Araziler
		2.1.3 Çeltik Tarlaları
	2.2 Sürekli Ürünler	2.2.1 Bağlar
		2.2.2 Meyve Bahçeleri
		2.2.3 Zeytin Bahçeleri
	2.3 Meralar	2.3.1 Meralar
		2.4.1 Sürekli Ürünlerle Birlikte Bulunan Senelik Ürünler
	2.4 Heterojen Tarımsal Alanlar	2.4.2 Karışık Tarım Alanları
		2.4.3 Doğal Bitki Örtüsü İle Birlikte Bulunan Tarımsal Araziler
2.4.4 Orman Tarımı Arazileri		
3.1 Ormanlar		3.1.1 Geniş Yapraklı Ormanlar
3.2 Funda ve/veya Otsu Bitkilerin Birleşimi	3.1.2 Kozalaklı Ağaç Ormanlar	
	3.1.3 Karışık Ormanlar	
	3.2.1 Doğal Çayırliklar	
	3.2.2 Fundalıklar	
3.3 Bitki Örtüsü Az ya da Hiç Olmayan Açık Alanlar	3.2.3 Sklerofil Bitki Örtüsü	
	3.2.4 Geçici Orman-Çalılık	
	3.3.1 Sahiller, Kumsallar, Kum Düzlükleri	
	3.3.2 Çıplak Kayalık	
	3.3.3 Seyrek Bitkili Alanlar	
4. Islak Alanlar	3.3.4 Yanmış Alanlar	
	3.3.5 Buzullar ve Kalıcı Kar	
	4.1 İç Islak Alanlar	4.1.1 İç Bataklıklar
4.2 Kıyıya Yakın Islak Alanlar	4.1.2 Turbalıklar	
	4.2.1 Tuz Bataklığı	
	4.2.2 Tuzlalar	
5. Su Toplulukları	5.1 İçsel Sular	4.2.3 Gel-Git Olayı İle Oluşan Düzlükler
		5.1.1 Su Yollar
	5.2 Deniz Suları	5.1.2 Su Kütleleri
		5.2.1 Kıyı Lagünleri
		5.2.2 Haliçler(Nehir Ağzları)
	5.2.3 Deniz ve Okyanus	

3.2.3 Meteorolojik veriler

Çalışmada, tarım arazisi uygunluk analizinde iklim parametre setinin oluşturulmasında, kuraklık analizlerinin değerlendirilmesinde ve trend analizlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan meteorolojik veriler,

- 4. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ve 8. Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğünce temin edilen Beyşehir (17242), Seydişehir (17898), Hadim (17928), Hüyük (18497), Derebucak (18492), Doğanhisar (18493) ve Şakirkaraağaç (17863) meteoroloji istasyonlarından elde edilen ortalama sıcaklık ve yağış verileri, Yıllık toplam yağış (mm), yıllık ortalama maksimum sıcaklık, yıllık ortalama minimum sıcaklık, yıllık ortalama maksimum nem ve yıllık ortalama minimum nem verileri kullanılmıştır. Mevcut veriler 1970-2018 yıllarını kapsamaktadır. Meteorolojik gözlem istasyonlarına ait tanımlayıcı bilgiler Çizelge 3.5’de açıklanmaktadır.

Çizelge 3.5 Tez kapsamında kullanılan meteorolojik istasyonların tanımlayıcı verileri (MEVBİS, 2021)

No	İstasyon Adı	İli	Bölge	Sensörler	Gözlem Türü	Rakım	Koordinatlar
17242	Beyşehir	Konya	8. Bölge (Konya)	R,S,B,N,TS, HH,Y	150 OMGİ	1.141	37°40'39.7"N 31°44'46.7"E
17898	Seydişehir	Konya	8. Bölge (Konya)	R,S,B,N,TS, Y,	150 OMGİ	1.129	37°25'36.1"N 31°50'56.4"E
17928	Hadim	Konya	8. Bölge (Konya)	R,S,B,N,TS, HH,Y	150 OMGİ	1.552	36°59'21.5"N 32°27'20.5"E
18497	Hüyük	Konya	8. Bölge (Konya)	R,S,N,Y,	350 OMGİ	1.323	37°57'55.1"N 31°35'47.0"E
18492	Derebucak	Konya	8. Bölge (Konya)	R,S,N,Y,	350 OMGİ	1.275	37°23'30.8"N 31°30'51.8"E
18493	Doğanhisar	Konya	8. Bölge (Konya)	R,S,N,Y,	350 OMGİ	1.335	38°08'12.8"N 31°40'35.0"E
17863	Şakirkaraağaç	Isparta	4. Bölge (Antalya)	R,S,B,N,TS, Y,	211 OMGİ	1.158	38°03'46.8"N 31°21'20.9"E

OMGİ: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu; **Sensör - R:** Rüzgar, **Sensör - S:** Sıcaklık, **Sensör - N:** Nem, **Sensör - Y:** Yağış, **Sensör - B:** Basınç, **Sensör - TS:** Toprak Sıcaklıkları, **Sensör - HH:** Halihazır Hava Sensörü, **Sensör - KY:** Kar Yüksekliği

Ayrıca, kuraklık ve trend analizleri için 17242 nolu Beyşehir ve 17898 nolu Seydişehir istasyonlarına ait ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerleri, ortalama, minimum ve maksimum nem değerleri, toplam yağış, güneşlenme süresi

parametreleri kullanılmıştır. Bu parametrelerin veri aralıklarını gösteren çizelge (3.6) aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3.6 Tez kapsamında kullanılan meteorolojik verilere ait gözlem türü ve veri aralıkları

Meteorolojik Parametre	Gözlem türü	Veri aralığı	
		Beyşehir	Seydişehir
Sıcaklık	Ortalama, minimum ve maksimum	1970-2018	1970-2018
Yağış	Toplam	1970-2018	1970-2018
Nem	Ortalama, minimum ve maksimum	1970-2018	1970-2018
Yeraltı su seviyesi	Aylık ortalama	2006-2018	1984-2011
Güneşlenme süresi	Aylık ortalama	2002-2018	2002-2018

3.2.4 Hidrolojik veriler

Çalışmada kuraklık analizlerinin yorumlanmasında, yeraltı suyunun seviye rasatları ile yağışlar arasındaki ilişkinin kurulması aşamalarında, yapılan Trend analizlerinde,

- DSİ'den temin edilen Rasat değerleri olan 2 adet DSİ kuyusuna ait yer altı suyu seviye verileri alınmıştır. Bu rasat kuyularının tercih edilmesinin ana sebebi havzayı temsil eden iki önemli noktada olmaları ve geçmiş yıllara dayanan rasat ölçümlerinin uzun periyotta mevcut olmasıdır. Çalışmada kullanılan 52770 kuyu nolu Beyşehir/Doğanbey ve 49340 kuyu nolu Seydişehir/Taşagıl rasat kuyularının teknik özellikleri (Çizelge 3.7) aşağıda sunulmuştur. Her iki istasyona ait yeraltı su seviyesi verileri 2002-2019 yıllarına aittir ve ölçümler on iki ayın tamamını kapsamaktadır.

Çizelge 3.7 Tez kapsamında kullanılan kuyu verilerinin tanımlayıcı özellikleri

Kuyu No	49340	52770
Zemin Kotu	1100,0	1220,5
Koordinat	Zone	36
	X (D)	402600
	Y (K)	4139250
Kuyu Derinliği (m)	153	140
Tip (Arş./İşletme)	İşletme	Araştırma
İl	Konya	Konya

İlçe	Seydişehir	Beyşehir
Köy / Mahalle	Taşagıl	Doğanbey
Havza Adı	Konya Kapalı Havzası	Konya Kapalı Havzası
Alt havza/Ova Adı	Beyşehir-Kaşaklı	Beyşehir-Kaşaklı
Temsil Ettiği Akifer	Alüvyon	Neojen Marn
Ölçüm Metodu (Limnigraf/Manuel)	Limnigraf	Manuel

3.2.5 Anket uygulaması

Çalışmada optimal tarım arazilerinin belirlenebilmesi için ÇKKDS’inde kullanıldığı uygulamada anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yöreye hâkim 101 uzman görüşünün alındığı anket uygulaması “4.3. BKAH’na ait optimal tarım arazilerinin belirlenebilmesi için ÇKKDS’nin kullanımı” bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır. Yapılan anket şablonu EK-1’de sunulmuştur.

3.3 Uydu Görüntüsü Ön İşleme Teknikleri

Sayısal görüntü işleme, bilgisayar algoritmaları aracılığıyla sayısal görüntülerin ayrıntılı bir şekilde işleme prosedürü ile ilgilidir (Gonzalez and Woods, 2007). Dijital görüntülerin yorumlanmasına yardımcı olmak ve görüntülerden mümkün olduğunca çok bilgi çıkarmak için birçok dijital görüntü işleme ve analiz tekniği bulunmaktadır (Uysal, 2015). Bu işlem, sayısal görüntünün zenginleştirilmesi, görüntülerin ön işlenmesi, sınıflandırılması, zamanla değişimin çözülmesi, veri kaynaştırması ve CBS ile bütünleştirilmesi, hiperspektral görüntü çözümlemesi, işlenmesi gibi farklı matematiksel yöntemler içeren oldukça geniş bir konuyu kapsamaktadır.

Görüntü ön işleme, uydu veya diğer algılayıcı sistemler kullanılarak elde edilen görüntülerdeki sistematik veya sistematik olmayan bazı distorsiyonları iyileştirmek ve gerekli özelliklerini ortaya çıkarmak için kullanılır. Görüntüler üzerindeki distorsiyonların oluşma nedenleri ise görüntü kaydedilirken o anki yükseklikte meydana gelen değişimler, konumdan kaynaklı değişimler, atmosferik kırılma, yeryüzü eğriliği ve algılayıcı platform hızından kaynaklı değişimler, elektromanyetik dalga boyunun yeryüzündeki saçılımlarından kaynaklı yansıtım değerlerindeki değişim olarak sıralanabilir (Mather, 1987). Bu distorsiyonlar giderilmeden kullanılan görüntülerin analiz süreçlerinde veri kalitesi etkileneceğinden dolayı analiz doğruluklarında da ciddi

bir problem yaşanması kaçınılmaz olacaktır. Bu sebeple analiz işlemine başlatılmadan önce görüntü bazı ön işleme aşamalarından geçirilmesi gerekmektedir.

Uydu görüntüleri kullanılmadan önce yapılacak görüntü ön işlem adımları atmosferik ve geometrik düzeltme olarak sınıflandırılabilir. Çalışmada gerçekleştirilen ön işlem adımları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.3.1 Geometrik düzeltme

Uydu görüntüleri elde edilirken genel olarak sistematik veya sistematik olmayan distorsiyonları yapılarında bulundurması sebebiyle haritalama çalışmalarında kullanılamazlar (Kaya ve ark., 2004; Toutin, 2004). Bu distorsiyonlar genellikle uydu platformunun bulunduğu konum, yükseklik ve hızında meydana gelen değişimler, bazı algılayıcılardaki sınırlı tarama ya da geniş bakış alanları, atmosferik kırılma, yeryüzü eğriselliği, görüntü elde edilirken görüntü geometrisi ile ilişkili panoramik etkiler olarak sıralanır (Sunar ve ark., 2011). Geometrik düzeltme yani rektifikasyon işlemi, uydu görüntülerinin önceden tanımlanmış yer kontrol noktaları kullanılarak yeryüzü geometrisine uygun standart bir koordinat sistemine dönüştürülme süreci olarak tanımlanır (Tomuş, 2019; Bozkaya, 2013; Algancı ve ark., 2011).

Uydu görüntülerinin harita amaçlı kullanımında, bölgenin zamansal değişim analizlerinin gerçekleştirilip yorumlanmasında, mozaik görüntüler elde etmek ve görüntünün sınıflandırma işlemlerinde, harita koordinatlarına bakılarak örnekleme yerlerini belirlemek ve raster-vektör dönüşümleri gibi CBS ile etkileşimli bir şekilde kullanılabilmesi sebebiyle ilk olarak ham uydu görüntülerinin rektifikasyon işlemi gerçekleştirilmelidir (Sertel ve ark., 2007; Sertel ve Örmeci, 2011).

Düzeltilme işlemindeki sistematik bozukluklar matematiksel modellemelerden çıkarılan formüllerden yararlanılarak kolayca düzeltililebilir. Sistematik olmayan hatalar ise bir görüntü üzerindeki yer koordinatları bilinen iyi dağılmış yer kontrol noktalarının çözülmesi yardımıyla giderilmektedir. Yer kontrol noktaları haritadan ölçülen ve ya GPS ile belirlenen arazi noktalarından oluşur ve iki farklı koordinat sistemine ait verileri dönüşüm işlemleri gerçekleştirilerek düzeltme işlemi yapılır.

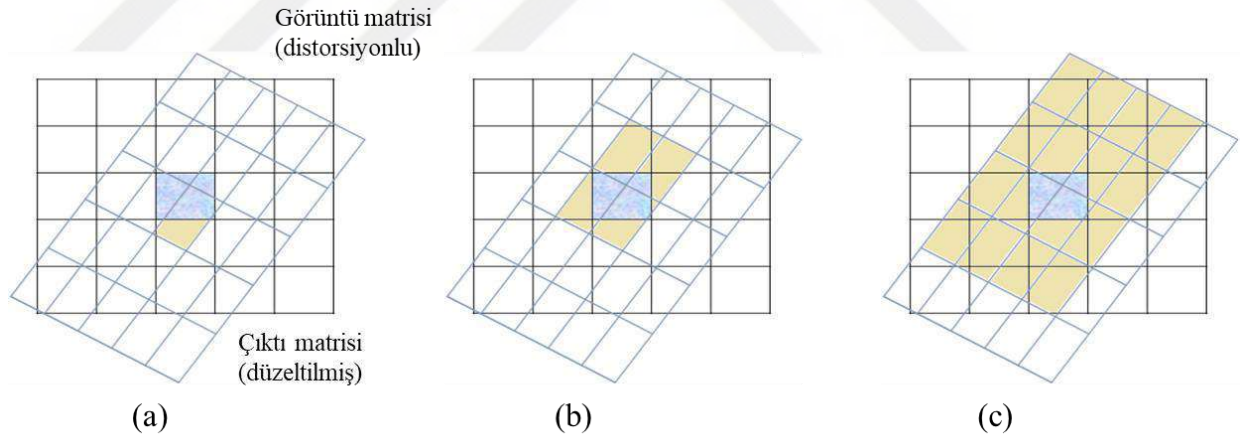
En sık kullanılan dönüşüm modelleri polinom fonksiyonlarıdır ve görüntü ile yer koordinat noktaları ilişkilendirilirken polinom denklemleri kullanılmaktadır. Geometrik

düzeltilme işlemi yapılırken uygun polinom derecesi belirlenmelidir. Küçük alanlardaki dönüşüm işlemlerinde 1. Derece polinomlar kullanılırken daha büyük alanlarda 2 ve daha yüksek polinom dereceleri tercih edilmelidir (Mather, 1987; Ekercin, 2007). Genel formülizasyon olarak Z. Dereceden polinom eşitliği şu şekildedir;

$$X = c_0 + c_1x + c_2y + c_3x^2 + c_4xy + \dots + c_nyz \quad (3.1)$$

$$Y = d_0 + d_1x + d_2y + d_3x^2 + d_4xy + \dots + d_nyz \quad (3.2)$$

Dönüşüm işlemleri tamamlandıktan sonra yapılacak yeniden örneklendirme işlemi için farklı yöntemler mevcuttur. Bunlar En Yakın Komşu yöntemi, Bilineer Enterpolasyon yöntemi veya Kübik Katlama yöntemleri olarak sıralanır (Şekil 3.8). Her yöntemin avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Çalışmada En Yakın Komşu yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem dönüşüm koordinatlarının en yakın olduğu piksel değerleri distorsiyonsuz görüntüdeki piksel değerlerine atanmasıyla elde edilir (Musaoğlu ve ark.,2005). Yöntemin işlem yükünün oldukça az olması ve orijinal yansıtım değerlerinin değişmemesi avantajları sebebiyle çalışmada kullanılması tercih edilmiştir.



Şekil 3.8 a) En Yakın Komşuluk yöntemi, b) Bilineer Enterpolasyon yöntemi, c) Kübik Enterpolasyon yöntemi (Sunar ve ark., 2016)

3.3.2 Radyometrik düzeltme

Uydu görüntüleri elde edilirken algılayıcı tarafından ölçülen ışınırılık, atmosferik koşullar, atmosferin fiziksel ve kimyasal yapısından kaynaklı etkiler, görüntüdeki aydınlanma değişimleri, görüntü geometrisi ve algılayıcı kaynaklı gürültü etkileri gibi algılayıcı karakteristiklerindeki çeşitli değişimlerden etkilenir (Lillesand ve ark., 2018).

Bu etkiler sonucunda elde edilen piksel değerleri olması gereken gerçek değerlerden farklı değerler alır. Bunun sonucunda ise veri kalitesi düşeceğinden yapılan analizlerin tutarlılığı da azalacaktır. Bu gibi hataların en aza indirilmesi için gerçekleştirilen bu uygulamalar Radyometrik düzeltme işlemini içermektedir.

Radyometrik düzeltme işlemi için öncelikle algılanan piksel yansıtım değerleri (DN), spektral parlaklık değerlerine dönüştürülür. Bu işlem genellikle aynı tarihli farklı algılayıcılar ile elde edilen UA görüntülerinin karşılaştırılmasında ve yersel tekniklerle elde edilen ölçümlerin ilişkilendirilmesinde kullanılır (Tomboş, 2019). Elde edilen parlaklık değerleri Chander ve Markham (2003) tarafından geliştirilen iki eşitlik kullanılarak yansıma değerine dönüştürülür. İlk eşitlikte uydu görüntü dosyasının içindeki metaveri dosyasında mevcut olan kazanç (gain) ve sapma(bias) değerleri kullanılarak piksel parlaklık değerleri radyans değerlerine dönüştürülür. Bu işlem için kullanılan eşitlik;

$$L_{\lambda} = \text{Gain}_{\lambda} * \text{DN}_{\lambda} + \text{Bias}_{\lambda} \quad (3.3)$$

Şeklindedir. Eşitlik (3.3) de;

L_{λ} ($\text{W m}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$) : spektral ışınlılık (Radyans)

Gain_{λ} ($\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{sr}\mu\text{m}$) : λ bandı için kazanç (gain) değeri

Bias_{λ} ($\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{sr}\mu\text{m}$) : λ bandı için sapma (bias) değeri

DN: sayısal değer

Bu aşamadan sonra uydu görüntülerine ait meta veri dosyasında bulunan güneş zenit açısı (θ), ortalama solar irradyans değeri kullanılarak uydu yansıtma değeri hesaplanır (Vermote ve ark., 1997). İkinci eşitlikte (3.4) uydu verileri ilk eşitlikte (3.3) elde edilen spektral ışınlılık değerleri reflektans değerlerine dönüştürülmüştür.

$$R = (\pi * L_{\lambda} * d^2) / (ESUN_{\lambda} * \text{Cos}\theta_s) \quad (3.4)$$

Eşitlik (3.4) de;

R: birimsiz spektral yansıtım değeri (yer yüzeyindeki),

L_{λ} : algılayıcıya ulaşan spektral radyans değeri,

d: astronomik birimde, dünya ile güneş arasındaki mesafe

($d = 1 - 0.01674 * \cos(0.9856 * (JD - 4))$) (JD: Jülyen Tarihi),

$E_{SUN\lambda}$ ($W m^{-2} \mu m^{-1}$): ortalama solar irradyans değeri

θ (derece): Güneş zenit açısı ($90^\circ - \text{Güneş yükseklik açısı}$)'dır.

3.3.3 Atmosferik düzeltme

Hedeyten çıkarak yeryüzüne ulaşan elektromanyetik enerji, cisimle temas etmesinden sonra yansiyarak algılayıcıya ulaşması aşamalarında atmosferik koşullar algılanan görüntüye etki eder (Calda, 2010). Bunun nedeni, atmosfer ortamında bulunan sis, toz, aerosoller, güneşin konumu ve ya sensördeki bozukluklar olarak sıralanabilir (Azgın, 2015). Bu hatalardan kaynaklı elde edilen yansıtım değerleri de gerek değerden uzak olması sebebiyle yapılan analizler sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilemeyecektir. Atmosferik düzeltme, yansıtım değerlerini elde ederken atmosferden kaynaklanan etkileri en aza indirme işlemidir.

Atmosferik etkilerin giderilmesinde farklı yöntemler mevcuttur. En yaygın bilineni "Koyu Piksel Çıkarımı" metodudur. Bir diğer yöntem ise atmosfer ve hedef arasındaki etkileşimleri belirlemek için atmosferik modeller kullanan fiziksel bir metottur (Sunar ve ark, 2011). Bu metot en tutarlı yöntem olmasına karşın uygulanma şekli olarak fazla işlem adımı olan bir yöntemdir. Literatürde kullanılan en yaygın fiziksel modeller arasında ATCOR2/3 (Atmospheric Correction), FLAASH, 5S ve 6S, MODTRAN modülleri sıralanabilir. Çalışmada ENVI 5.3 yazılımının atmosferik düzeltme modülü olan FLAASH modülü kullanılarak atmosferik hatalar giderilmiştir.

3.3.4 Mozaikleme ve görüntü kesimi

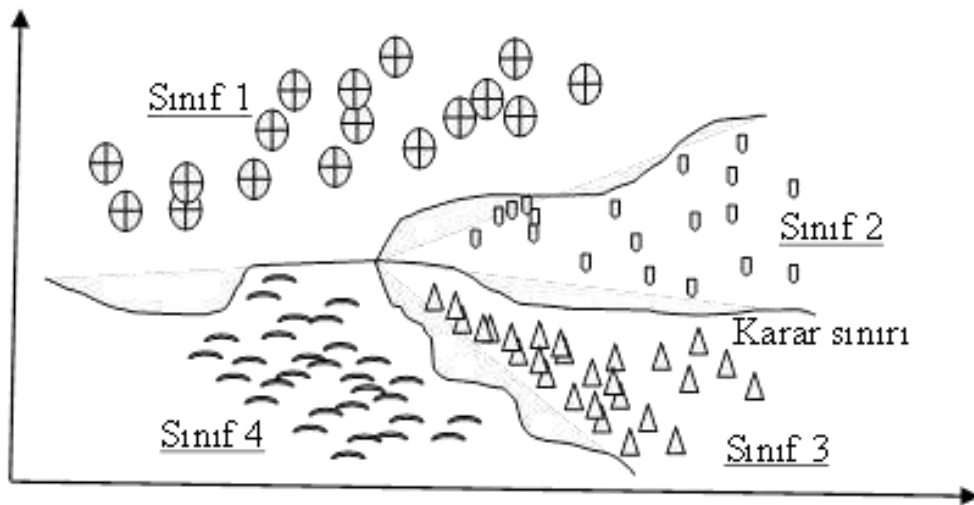
Uydu görüntülerinin ön işleme çalışmalarındaki en son adım olarak görüntüler mozaiklenir ve ilgili sınır kesilerek görüntü kullanıma hazır hale getirilir. Özellikle tarayıcı boyutlarının sınırlı kaldığı tek tam çerçeve görüntüsünün yetmediği geniş alan çalışmalarında mozaikleme işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem ortorektifikasyonu yapılmış olan çoklu hava fotoğrafları yada uydu görüntülerini mozaik halinde bir bütün haline getirilmesi ve renk/ton dengelemelerinin yapılması olarak tanımlanır (NİK, 2021). Bu işlem parçalar halinde bulunan raster verilerin mozaiklenerek kullanımını ve analiz sürecini kolaylaştırmaktadır.

Mozaikleme işlemi önceleri manuel olarak ve yüksek hata olasılığı ile gerçekleştirilirken görüntü işleme yazılımlarının geliştirilmesi ile birlikte otomatik olarak kısa sürede verimli sonuçlar elde edilmektedir. Bu çalışmada mozaikleme işlemi gerçekleştirilmek için ENVI 5.3 yazılımı “mosaic” modülü kullanılmıştır.

Görüntü kesimi (subsetting), görüntünün kullanım amacına uygun olarak mekânsal sınırlarının küçültülmesi için görüntünün ilgili alanlardan kesilmesi ya da yalnızca belli spektral aralıklarda çalışılacak ise spektral bandların seçimi olarak tanımlanabilir (Lillesand ve ark., 2015). Burada ki ana hedef kullanım kolaylığı sağlamak ve veri hacmini azaltmaktır.

3.4 Görüntü Sınıflandırma

Uzaktan algılamada kullanılan görüntü sınıflandırma işlemi, raster görüntülerde bulunan tüm pikselleri yeryüzündeki ait oldukları özellik kümelerine atama işlemi olarak tanımlanır (Bayburt, 2009; Kırtıloğlu, 2014). Sınıflandırma işleminde çok spektrumlu uydu görüntüleri kullanılır. Bu işlem spektral örüntüler ile gerçekleştirilir (Çoban, 2006). Örüntüler, sınıflandırma işleminin temel girdisidir ve her bir spektral bantdaki ışınırılığın ölçüm değerleri olarak tanımlanır. Bu ölçüm değerleri spektral yansıtıma bağlı olarak farklı sayısal değerlerle (DN) temsil edilir (Azgın,2015). Her bir DN, yeryüzüne ait farklı özellik kümelerini tanımlamaktadır. Bu sayede birbirine benzer spektral özellik gösteren sayısal değerler aynı özellik kümelerine atanarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 2 boyutlu (2D) uzayda özellik kümelerinin gösterimi

Görüntü sınıflandırma, görüntülerde işlenmemiş bilgiyi tematik bilgiye dönüştürme işlemidir (Anonim, 2001). Sınıflandırma sonucunda elde edilen sınıflandırılmış görüntü tematik harita olarak ifade edilir (CampsValls ve ark., 2011; Çölkesen, 2015). Tematik haritalar, CBS’de kullanılabilir ve Sınıflandırma işlemi sonucu elde edilen sınıflandırılmış görüntü üzerinden kullanım amacına göre her türlü analiz ve yorumlama işlemi yapılabilir hale gelir (Jehnsen, 2005).

Sınıflandırma işlemi, gelişen teknoloji ve yazılımlar sayesinde spektral, mekânsal, yapısal, dokusal ve bağlamsal özellikleri bakımından Piksel ve Nesnel tabanlı sınıflandırma olarak iki farklı yöntemle analiz edilmektedir. Çalışmada kullanılan piksel tabanlı sınıflandırma iki yöntem arasında en geleneksel yöntem olarak kabul edilir (Sunar ve ark., 2017). Bu yöntemde, her bir piksele ait sayısal değerler temel alınarak ait olduğu sınıfların belirlenmesi işlemidir. Orijinal uydu görüntülerindeki piksellerin tek tek analizi yapılarak herbir piksele ait spektral yansıtma değerlerine göre işlem yapılmaktadır.

Piksel tabanlı sınıflandırma işleminde, kullanılan algoritmaya bağlı olarak iki farklı yaklaşım söz konusudur. Bunlar kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yaklaşımlarıdır.

3.4.1 Kontrolsüz sınıflandırma

Orijinal görüntüye ait piksellerin, eğitim verileri gibi tematik bilgilerin kullanılmadığı, kullanıcı müdahalesi olmaksızın çeşitli algoritmalar kullanılarak otomatik olarak homojen gruplara (kümelere) ayrılması ve ya sınıflandırılması şeklinde tanımlanmaktadır (Sunar ve ark., 2017). Kullanıcı sınıflandırma sürecinde istenilen algoritma ve sınıf sayısı seçiminde karar verici olarak tanımlanmaktadır. Bu işlemler dışında kullanıcı sınıflandırma sürecine müdahale edemez. Sınıflandırma bilgisayar yazılımları üzerinde otomatik olarak gerçekleştirilir.

Bu yöntemde pikseller, görüntünün sol üst köşesinden başlanarak (soldan sağa doğru) tüm satırlar değerlendirilir (Bayburt, 2009). Her bir piksel değeri ile homojen gruplar arasındaki minimum uzaklık temel alınarak en yakın sınıf kümesine atanır (Kitapçioğlu, 2005). İlk olarak kullanıcı kararına göre oluşturulan sınıf sayılarının ortalama değeri belirlenir. Gerçekleştirilen iterasyon işlemi takibinde Hesaplanan her

grubun yeni ortalama değeri bir adım sonra oluşan iterasyon gruplarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu işlem gruplarda değişim olmayana kadar devam eder .

Kontrolsüz sınıflandırma işleminin en büyük avantajı analiz yapma hızıdır. Kullanımı oldukça basittir. Ayrıca sınıflandırma işlemi için mevcut arazi örtüsüne ait ön bilgi gerektirmez. Dezavantajı ise sınıflandırma sonucu oluşan sınıflar spektral sınıflardır (Lillesand, 2015). Herhangi bir operatör desteği olmadığı için sınıflandırma sonucu elde edilen spektral sınıflar hakkında kesin bir bilgi sağlanamaz. Benzer özellik gösteren pikseller farklı kümelerle atanmış olma olasılığı olduğu gibi farklı özellik gösteren piksellerin de tek bir kümeleme içine dâhil olma olasılığı söz konusudur. Dolayısıyla sınıflandırma sonucu elde edilen sınıf görüntüsü ile gerçek arazi bilgilerinin ilişkilendirilmesi için ekstra işlem adımları gerektirir. Bu bilgilerle ilişkilendirilmesi ise o bölgeye ait hava fotoğrafları, topografik haritalar ve diğer mevcut altlıklar ile karşılaştırılması yapılarak belirlenmektedir (Özkan, 2001; Kırtıloğlu, 2014).

Kontrolsüz sınıflandırma işlemi için “RGB Kümeleme (RGB Clustering)”, “K-Ortalama Kümeleme ya da K-Means Kümeleme (K-Means Clustering)”, “Bulanık C-Means”, “Sıralı Kümeleme (Sequential Clustering)”, “Tekrarlı Ardışık Kümeleme (ISODATA)”, “İstatiksel Kümeleme (Statistical Clustering)” gibi kullanılan algoritma ve yöntemler oldukça fazladır. Bilinen en temel ve öncül sınıflandırma yöntemi olarak K-Ortalama Kümeleme ya da K-Means kümeleme algoritması kullanılmaktadır.

3.4.1.1 K-Ortalama Kümeleme Algoritması (K-Means)

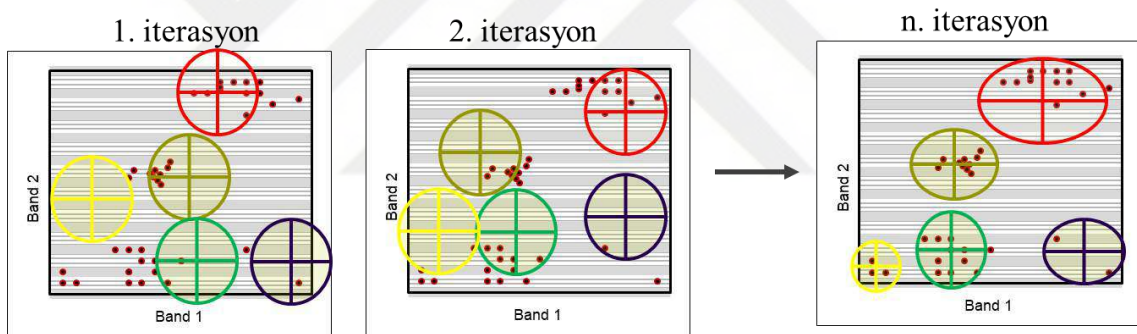
Yöntem MacQueen (1967), tarafından geliştirilen oldukça eski bir yöntemdir. Bu yöntemde örüntüler, seçilen homojen grupların merkezlerine olan mesafeler temel alınarak en yakın bulunan kümeye atanır. Her örüntünün tek bir kümeye atanmasına izin verilir (Şekil 3.10). Bu yönüyle kesin kontrolsüz sınıflandırma yöntemi alt grubundadır (Han ve Kamber, 2001; Işık ve Çamurcu, 2007).

K-Ortalama Kümeleme Algoritması, n adet bir veri kümesi üzerinden, kullanıcı kararı ile belirlenen giriş parametresi olarak kabul edilen K sayıda kümeye gruplamaktır. K adet (parametre) özgün kümeler oluşturulması ve kümelerin merkezlerinin ortalama küme değerleri olması sebebiyle bu algoritmaya K-ortalama kümeleme algoritması adı verilmektedir. Burada asıl amaç, gruplama işlemi yapılarak oluşturulan her bir küme için; kümeler arası benzerliklerin mümkün olduğu kadar az

olması ve küme içi benzerliklerin en üst düzeyde olmasını sağlamaktır (Demiralay ve Çamurcu, 2005).

Yöntemin işleyişi 6 aşamadan oluşur:

- 1) Küme sayılarını belirlenmesi ve başlangıç küme merkezlerinin tanımlanması
- 2) Küme merkezi etrafındaki verilerin mesafeler baz alınarak en uygun gruba atanması
- 3) Bu gruplandırmaya göre yeni küme merkezlerin belirlenmesi
- 4) Yeni iterasyon kümesini diğer grup ile kıyaslama
- 5) Karar sınırında değişim olmayana kadar iterasyonun devam ettirilmesi (2.adıma geri dön)
- 6) Değişim yok ise iterasyon sürecinin sonlandırılması şeklindedir (Andayani, 2007).



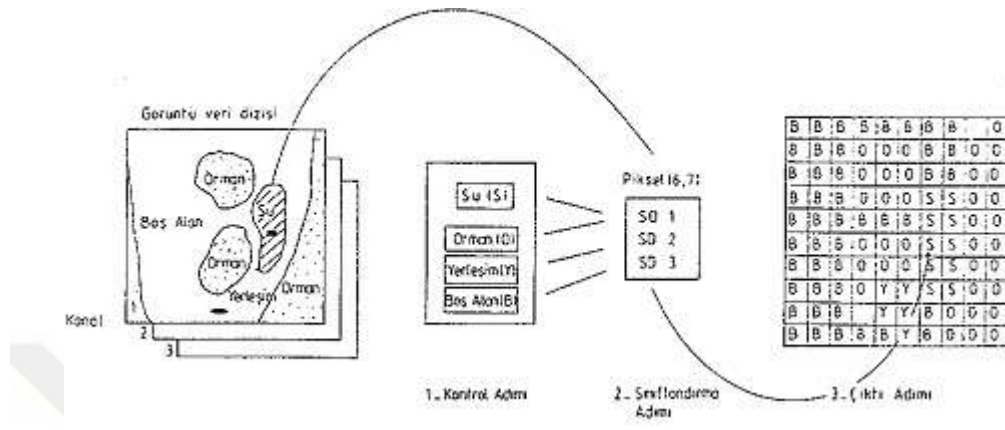
Şekil 3.10 K-Ortalama Kümeleme algoritması (K-Means) yöntemi uygulaması

Bu çalışmada K-Means algoritması, AKAÖ'nün zamansal değişiminin belirlenmesinde uygulanacak sınıflandırma işlemi öncesi kullanılacak en uygun sınıflandırma yöntemi ve parametre seçiminde kullanılmıştır.

3.4.2 Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma işleminin kontrolsüz sınıflandırma tekniğine göre farkı; kontrollü sınıflandırma yönteminde ilk olarak arazi özelliklerini tanımlayan eğitim alanı veri grubu oluşturulur ve sonrasında bu alanlara ait spektral ayırt edilebilirlikleri analiz edilir. Kontrolsüz sınıflandırma yönteminde ise ilk olarak spektral yansıma değerlerine göre sınıflar belirlenir ve sonrasında otomatik olarak belirlenen spektral sınıflar ile arazi örtüsüne ait bilgiler karşılaştırılır (Ayhan ve ark., 2003). Kontrollü sınıflandırma

yönteminde oluşturulan eğitim alanları görüntü verilerine uygulanarak her bir piksel değerinin seçilen algoritmalar yardımıyla en çok benzerlik gösteren özellik grubuna atanmasıyla gerçekleştirilir (Ateşoğlu, 2003; Lilesand ve ark., 2015). Bu yöntem eğitim, sınıflandırma ve sonuç aşaması olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Lilesand ve ark., 2015) (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Kontrollü sınıflandırma yönteminin işleyişi (Lilesand ve ark., 2015)

İlk aşama olan eğitim (training) aşamasında görüntünün operatörün kullanım amacına uygun olarak homojen özellik gruplarına atamak için sınıflandırma algoritmalarının eğitilmesi gerekir (Sunar ve ark., 2011). Bu işlem için eğitim alanları belirlenir. Sınıflandırma işleminde yüksek performans ile gerçeğe en yakın sonuçları elde edebilmek için eğitim alanları olabildiğince homojen ve temsil derecesinin yüksek olması gerekmektedir (Ayhan ve ark., 2003). Eğitim alanlarının belirlenmesinde piksel seçme, harita ve ekran üzerinden sayısallaştırma işlemi en yaygın yöntemler arasındadır (Kitapçıoğlu, 2005).

Sınıflandırma (classification) aşaması, eğitim alanlarının örnekleriyle temsil edilen özellik dosyası ile görüntü verisi üzerindeki her bir pikselin karşılaştırılarak, en çok benzer sınıfa atanması işlemidir (Ekercin, 2007).

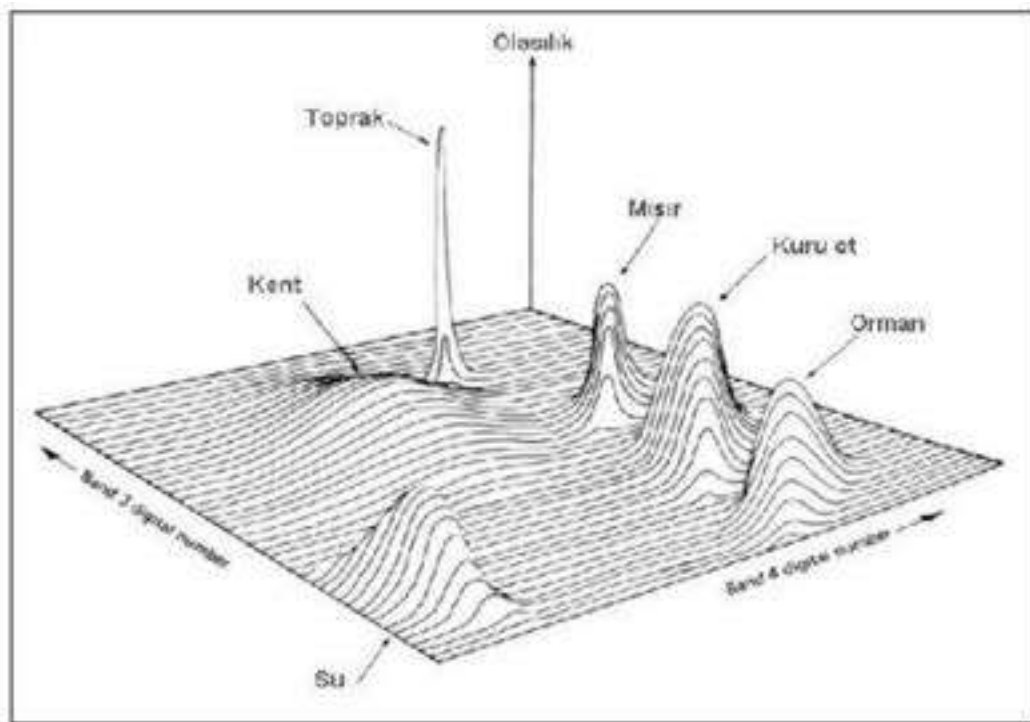
Sonuç (output) aşaması ise, sınıflandırma işlemi sonucu oluşan sayısal bilgi altlıkları olarak tanımlanır.

Sınıflandırma sürecinde görüntüdeki pikseller arasındaki karşılaştırmayı yapmak için çok sayıda sınıflandırma algoritması geliştirilmiştir. Bu algoritmalar belirlenen her sınıf için oluşturulan eğitim alanı verileri için spektral modeller oluşturur ve oluşturulan spektral modellerin istatistiksel özelliklerini tanımlamaktadır (Onur,2007). İstatistiksel

özellikler seçilen bandların sınıflandırma sürecine dahil edilmektedir. Çalışmada kullanılacak algoritma seçimi çalışmanın içeriğine, kullanılan görüntüye ve sınıflandırmadan beklenen sonuçların yeterliliklerine göre değişmektedir. Bu çalışmada arazi kullanımı/örtüsünün zamansal değişiminin incelenmesinde kullanılan algoritmalar Maksimum Olabilirlik Sınıflandırıcısı (MLC), Yapay Sinir Ağları (NNA) ve Destek Vektör Makineleri (SVM) şeklindedir.

3.4.2.1 Maksimum Olabilirlik Sınıflandırıcısı (MLC) yöntemi

Kontrollü sınıflandırma yöntemleri arasında en çok bilinen ve en sık kullanılan yöntemdir (Tombuş, 2019; Wang, 1990; Huang, 2002, Üstüner, 2013, Hansen ve ark., 1996). En çok benzerlik yöntemi olarak da bilinen bu yöntemde her bir piksel için atanabilecek en optimal sınıfın olası tüm sınıfların içerisinde karşılaştırması yapılan piksel değerinin en çok benzerlik gösterdiği sınıfın belirlenerek atandığı bir yöntemdir (Sunar ve ark., 2017). Kısacası her pikselin en yüksek olasılıkla benzer olduğu sınıfa atanması işlemidir. Bu olasılıklar normal dağılımlı olarak kabul edilir ve olasılık dağılım modelleri buna göre oluşturulur (Köylü, 2017; Mather, 1987) (Şekil 3.12). Eğer sınıfların ilk olasılık tahmininde bilgi mevcut değilse eşit olasılıklı olarak kabul edilir.



Şekil 3.12 Olasılık yoğunluk fonksiyonları (Lillesand ve ark., 2015; Ayhan ve ark., 2003)

Bu yöntem, piksel yansıtım değerine ek olarak her bir piksele ait spektral modelin varyans-kovaryans matris değerlerini de hesaplama sürecine dahil eder. Yöntem aşağıdaki formül dikkate alınarak kullanılmaktadır;

$$D = \ln \left[(a_n) - [0.5 * \ln(|Cov_n|)] - [0.5 * (X - M_n)^T * (Cov_n^{-1}) * (X - M_n)] \right] \quad (3.5)$$

Eşitliğe göre D, uzaklık ağırlıklı olasılık değerini; n, örnek bir sınıfı; X, aday pikselin ölçüm vektörünü; M_n , n örnek sınıfının ortalama vektörünü; a_n , aday pikselin n sınıfına ait olma yüzdesini, Cov_n , n örnek sınıfındaki piksellerin varyans-kovaryans matrisini göstermektedir (Dixon ve Candede,2008;Temiz,2017).

3.4.2.2 Yapay Sinir Ağları (NNA) yöntemi

Görüntü sınıflandırma yaklaşımları arasında kullanımı gittikçe artan bir diğer yöntem yapay sinir ağları kullanımıdır. NNA yöntemi, insan beyindeki nöronların işleyişi ve ağ yapılarını temel alarak geliştirilmiş bir yöntemdir. Beynin işleyişine yönelik öğrenme kavramı ile yeni bilgiler üretmek ve türetilmesi işlevini kendiliğinden yapılması amacıyla nöronların işleyişi ve ağ yapılarını temel alarak geliştirilen bir algoritmadır. (Fausett, 1994; Tezer, 2018). Bu nöronlar gerçek sinir sistemi yapısını taklit ederek basit bir sistemden çok karmaşık dizilişlerde bile birbirlerine bağlanabilirler (Çelik, 2014). Nöronların her birinin farklı ağırlıklarda girişleri ve bir adet çıkış fonksiyonu bulunur. Burada farklı ağırlıklara ait girişlerin toplam değeri şu şekilde hesaplanmaktadır (Haykin, 1994):

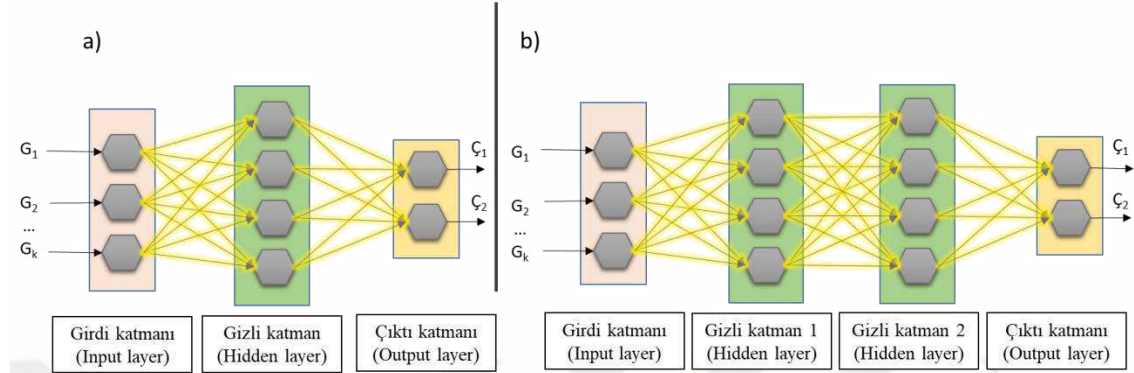
$$n = \sum_{i=1}^G w_i x_i + b \quad (3.6)$$

Denkleme göre **G**: giriş sayısı, **w**: giriş ağırlığı, **x**: giriş, **b**: bias değeridir. Ağırlıklandırılmış girişler ile her nörona ait bias değerinin toplamı aktivasyon fonksiyonundan geçirilir ve bu sayede ilgili nörona ait çıkış belirlenir (Çelik ve ark., 2014). *f* aktivasyon fonksiyonu olmak üzere:

$$f(n) = f\left(\sum_{i=1}^G w_i x_i + b\right) \quad (3.7)$$

Şeklinde *f* aktivasyon fonksiyonu sistemin yapısına göre hiperbolik tanjant, sigmoid veya eşik fonksiyonu olarak değişken belirlenebilmektedir. Bir NNA, hiyerarşik olarak birbirine ağırlık katsayıları kullanılarak bağlanmış ve paralel biçimde çalışan birim elemanlarından oluşur. Şekil 3.13'de tek ve çok katmana sahip bir yapay

sinir ağı modeli ve içerisinde bulunan birim elemanlarının yapısı tanımlanmıştır. NNA, çok katmanlı olarak oluşturulabilir fakat ağ mimarisi en az 3 katmanlı olacak şekilde tasarlanmaktadır (Miguel ve Padmini, 2002; Myllymaki ve Tirri, 1993).



Şekil 3.13 a) Tek katmanlı sinir ağ yapısı, b) Çok katmanlı sinir ağ yapısı

Yapay sinir ağı modeli oluşturulurken kullanılan üç temel kısım, giriş katmanı, gizli katman ve çıktı katmanıdır. Giriş katmanı sınıflandırmada kullanılan bilgileri ($G=[G_1, G_2, \dots, G_k]$) kabul eden ve ileten girdi bölümüdür. Buradaki özellik verileri giriş katmanından kabul edilerek aktivasyon fonksiyonlarından geçer. Gizli Katman, Girdi katmanından iletilen özellik verilerini işleyerek çıktı katmanına gönderen bölümdür. Çıktı katmanı son katmandır ve gizli katmandan gelen veriler son kez aktivasyon fonksiyonlarından geçerek işlenir ve gizli katmandan gelen veri son haline dönüştürerek ($\mathcal{C}=[\mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2, \dots, \mathcal{C}_k]$) sınıflandırma sürecini tamamlanmasını sağlar (Sunar ve ark., 2017; Çelik ve ark., 2014).

3.4.2.3 Destek Vektör Makineleri (SVM) yöntemi

SVM yöntemi son yıllarda kullanılmaya başlanan ikili sınıflandırmalar için geliştirilmiş olan daha az eğitim verisi ile oldukça yüksek doğruluklar elde edilen bir yöntemdir (Kavzoğlu ve Çölkesen, 2009; Foody ve Mathur, 2004). SVM, istatistiksel öğrenme teorisine diğer bir ifadeyle Vapnik-Chervonenkis (VC) teorisine dayalı parametrik olmayan bir kontrollü sınıflandırma algoritmasıdır (Li ve ark., 2009; Vapnik, 1995). Söz konusu algoritma, veriye ilişkin herhangi bir birleşik dağılım fonksiyonu bilgisine ihtiyaç duymadığı için dağılımdan bağımsız öğrenme algoritmalarıdır (Ayhan ve Erdoğan, 2014). Bu yöntemde az sayıda eğitim verisi kullanılarak çok daha doğru sınıflandırma sonuçları elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Foody ve Mathur, 2004;

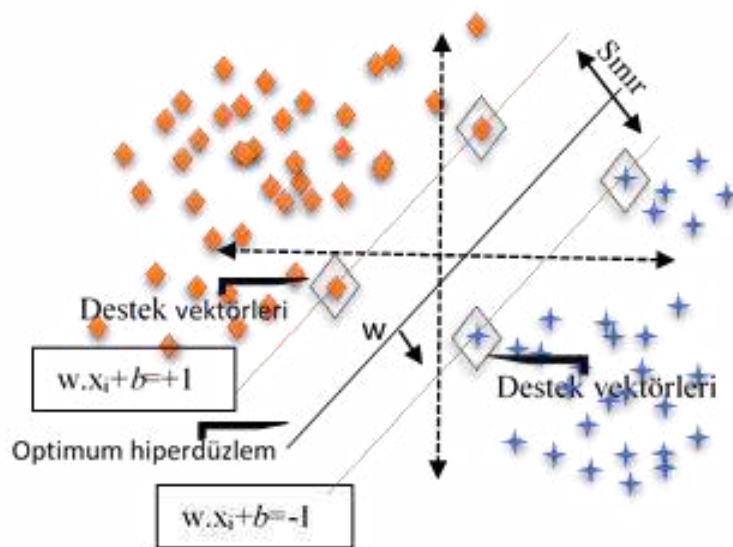
Üstüner, 2013). Bu yöntem zaman içerisinde daha da geliştirilerek çok sınıflı ve doğrusal olmayan verilerin sınıflandırılmasında da kullanılır hale getirilmiştir. Yöntemin ana amacı mevcut iki sınıfı (örn. Kara ve su ayrımı) kesin olarak birbirinden ayırabilecek bir karar fonksiyonu (hiperdüzlemin) oluşturulması temeline dayanır (Vapnik, 1995; Tombuş, 2019). Yapısal risk azalımı ilkesi temel alınarak yapılacak sınıflandırma işleminde oluşturulan sonsuz adet karar fonksiyonu içerisinde en etkili sınıf ayrımını sağlayabilen hiperdüzlem belirlenir (Cortes ve Vapnik, 1995; Huang ve ark., 2002).

SVM, doğrusal olarak ayrılabilen ve doğrusal olarak ayrılamayan veri setleri için iki farklı yol izler (Şekil 3.14 ve 3.15). İki boyutlu uzayda herhangi bir doğrusal çizgi $ax+cy+b=0$ olarak tanımlarsak burada $w=[a \ c]$ katsayılar, $x=[xy]$ bir özellik vektörünü temsil etmektedir. Çizilecek doğrusal sınır (hiperdüzlem) $w.x_i+b=0$ olarak gösterilir (Melgani ve Bruzzone, 2004; Sunar, 2017). Doğrusal olarak ayrılabilen iki sınıflı veriler için oluşturulan hiperdüzlemler:

$$w \cdot x_i + b \geq +1, \text{ her } y = +1 \text{ için} \quad (3.8)$$

$$w \cdot x_i + b \leq -1, \text{ her } y = -1 \text{ için} \quad (3.9)$$

şartını sağlar (Karimi ve ark., 2019).



Şekil 3.14 Doğrusal olarak ayrılan iki boyutlu SVM ve optimum hiperdüzlem gösterimi (x_i : hiperdüzlem üzerindeki nokta, w : hiperdüzlemin normali, b : hiperdüzlemin orijinden olan uzaklığı (bias))

Doğrusal olarak ayrılan iki boyutlu SVM sınıflandırmasında optimum hiperdüzleme paralel alınarak ve destek vektörleri ile sınırlandırılarak oluşturulan hiperdüzlem sınır genişliği (marjin);

$$M = \frac{|w \cdot x_i + b|}{\|w\|} = \frac{1}{\|w\|} + \frac{1}{\|w\|} = \frac{2}{\|w\|} \quad (3.10)$$

Olarak ifade edilir. Burada M : Marjin değeri, $|\cdot|$: Mutlak değer, $\|\cdot\|$: vektörün normunu(büyükliğini) göstermektedir. (Song ve ark., 2011). SVM sınıflandırmasının amacı M_a değerinin maksimuma ulaştırılması temeline dayanır ve M maksimum durumundaki değeri $\|w\|$ nin minimum olduğu değeri gösterir (Bamakan ve ark., 2016). Minimum hale getirilen en uygun hiperdüzlemler

$$\min \left[\frac{1}{2} \|w\|^2 \right] \quad (3.11)$$

şeklinde gösterilir (Osuna, 1998). Bu eşitliklerden yola çıkılarak SVM sınıflandırması, kısıtlamalı bir optimizasyon problemidir ve Lagrange denklemleri kullanılarak çözümlenmesi yapılır. Çözümlemede kullanılan karar fonksiyonu denklemi aşağıda tanımlanmıştır;

$$f(x) = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^n (\lambda_i y_i (x \cdot x_i) + b) \right) \quad (3.12)$$

Burada n : destek vektörleri, λ_i : Lagrange çarpanlarını, y : sınıf etiketlerini, x : N boyutlu bir uzayı, b : eğilim değerini ifade eder. (Reis ve Yılcı, 2020).

SVM sınıflandırmasında eğitim verisi doğrusal olarak ayrılamaması halinde doğrusal olmayan SVM sınıflandırılması yapılır. Bu durumda ξ_i (sınıflandırma hataları) yapay değişkeni mevcut denklemlere eklenir ve oluşturulan yeni denkleme göre çözümlenir (Cortes ve Vapnik, 1995; Huang ve ark., 2002).

$$y_i (w \cdot x_i + b) - 1 + \xi_i \geq 0 \quad (3.13)$$

Doğrusal olarak ayrılmayan SVM sınıflandırmasında optimum hiperdüzlem belirleme işlemi;

$$\min \left[\frac{1}{2} \|w\|^2 + c \sum_{i=1}^n \xi_i \right] \quad (3.14)$$

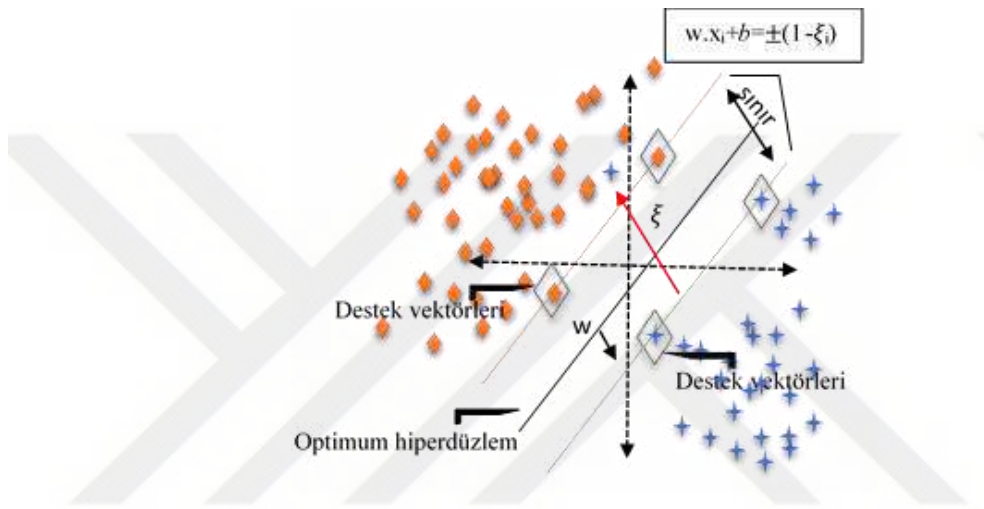
şeklindedir.

Bu yöntemde karar fonksiyonları kullanılarak eğitim verisi yüksek boyutlu bir uzaya dönüşümü sağlanır. Bu sayede oluşturulan yeni uzayda doğrusal olarak sınıf ayrımı yapılır hale getirilir (Sunar, 2017; Mathur ve Foody, 2008).

Burada kullanılan karar fonksiyonu

$$f(x) = \text{sign}\left(\sum_{i=1}^n (\lambda_i y_i K(x, x_i) + b)\right) \quad (3.15)$$

Şeklindedir. $K(x, x_i)$ kernel fonksiyonunu temsil etmektedir.



Şekil 3.15 Doğrusal olarak ayrılmayan iki boyutlu SVM ve optimum hiperdüzlem gösterim (ξ_i : yapay değişken)

SVM kullanılan kernel fonksiyonlar polinomal, radyal, sigmoid ve lineer olarak 4 gruba ayrılır. Kernel türlerine ait matematiksel eşitlikler Çizelge 3.8'de verilmiştir (Huang ve ark., 2002; Üstüner, 2013).

Çizelge 3.8 SVM yönteminde kullanılan kernel fonksiyonlar ve matematiksel eşitliklerinin gösterimi

Kernel Fonk.	Matematiksel Eşitlik	Paremetre Türü
Lineer	$K(x_i, x_j) = x_i \cdot x_j$	C
Polinom	$K(x_i, x_j) = (\gamma(x_i \cdot x_j) + b)^d, \gamma > 0, \delta > 0,$	C,b,d, γ
Radyal	$K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \ x_i - x_j\ ^2), \gamma > 0$	C, γ
Sigmoid	$K(x_i, x_j) = \tanh(\gamma(x_i \cdot x_j) - b), \gamma > 0, \delta > 0$	C,b, γ

$K(x_i, x_j)$: kernel fonksiyonunu, **d**: polinom derecesini, **b**: bias parametresini, γ : gamma parametresini ve **C**: düzenleme (penaltı) parametresini temsil etmektedir.

3.4.3 Doğruluk analizi

Uzaktan algılama uygulamalarında kullanılan doğruluk kavramı, sınıflandırılmış sonuç görüntülerindeki pikselle ayrılan özellik bilgileri ile o piksele ait gerçek sınıfı arasındaki uygunluk derecesidir. Doğruluk belirlenirken temel alınan gerçek sınıf, arazi üzerinde yapılan GPS ölçmeleri ile, mevcut harita, plan ve topografik altlıklar ile , hava fotoğrafları ya da yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak belirlenebilir. Sınıflandırma işlemi yapılırken ve ya işlem sonrasında çıktı görüntü üzerindeki seçilen her bir pikselin referans alınan veri seti ile uyumu araştırılır (Göksel, 1996).

Sınıflandırma işleminde yapılan doğruluk analizi, eğitim veri seti dışında bulunan test bölgelerine ilişkin piksellerin, referans veriler aracılığıyla arazi örtüsü hakkında istatistiksel olarak karşılaştırılması temeline dayanan bir kontrol yöntemidir (Evsahibioglu, 1993). Belirlenen test alanları, herhangi bir analist tarafından belirlenebildiği gibi rastgele de seçilmesi mümkündür.

Sınıflandırma işleminde yapılan sınıflandırma hataları, bilinen bir sınıfa ait olan bir pikselin yanlış sınıfa atanması sonucu oluşur. Bu hatanın oluşmasının birçok sebebi olabilir. Piksel yansıma değerlerinin benzerliği, atmosferik ve geometrik hatalar, algılayıcı kaynaklı hatalar ve ya sınıflandırma algoritma seçimi sınıflandırma hatalarının oluşmasında etkindir. Sınıflandırma yapılırken sınıflandırılmamış piksel sayısı fazlalıkta ise eğitim veri setinin gerçeğe yakınlığı azalır (Ayhan ve ark., 2003). Bu da yapılan analizin doğruluk derecesini belirlerken hatalı sonuçlar ortaya çıkarır. Doğruluk derecesi belirlenirken kullanılan en etkili ve yaygın yöntem hata (confusion) matrisi ve kappa istatistiği kullanılmasıdır (Şekil 3.16). Hata matrisi, yer gerçeğini tanımlayan referans veriler kullanılarak hesaplanır (Mather, 1987). Burada sınıflandırmaya ait veriler matrisin satır bölümüne, referans verileri ise sütun bölümüne yazılır. Matris, mevcut referans verisi ile bunlara karşılık gelen sınıflandırma verisinin birbiri ile karşılaştırarak aralarındaki ilişkinin doğruluklarını belirlemektedir (Jehnsen, 1996).

	E	R	T	Satır Toplam
E	n_{EE}	n_{ER}	n_{ET}	n_{E+}
R	n_{RE}	n_{RR}	n_{RT}	n_{R+}
T	n_{TE}	n_{TR}	n_{TT}	n_{T+}
Sütun Toplam	n_{+E}	n_{+R}	n_{+T}	n

Şekil 3.16 Hata (confusion) matrisi gösterimi

Genel Doğruluk, her bir referans sınıf verisine ait doğru sınıflandırılmış örüntü sayıları toplamının (diyagonal matris elemanları) toplam referans verisindeki oransal değeridir.

$$Genel\ Doğruluk = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \quad (3.16)$$

Genel doğruluk, her sınıflara ait sınıflandırma performanslarını açıklamaz. Bir sınıftaki yüksek doğruluk diğer bir sınıftaki hatalı sınıflandırma sonucu oluşan düşük doğruluk, birbirinin sınıfsal doğruluklarını perdeleyebilir. Bu sebeple her bir sınıfa ait doğruluk dereceleri, üretici ve kullanıcı doğruluğu olmak üzere iki yaklaşımla hesaplanmaktadır.

Üretici doğruluğu (ÜD):

$$ÜD_j = \frac{n_{jj}}{n_{+j}} \quad (3.17)$$

Kullanıcı doğruluğu (KD):

$$KD_i = \frac{n_{ii}}{n_{i+}} \quad (3.18)$$

Eşitlikleri ile hesaplanmaktadır.

Sınıflandırılmış görüntülerdeki pikseller eğitim verisine dayalı olmayarak şans faktörü ile doğru sınıfa atanabilmektedir. Bu durumun ayrıştırılabilmesi için doğruluklar analiz edilirken Kappa istatistiklerinden yararlanılır. Kappa katsayısı, hata matrisinde bulunan diyagonal matris elemanları ile satır/sütun toplamalarını kullanarak hesaplanır (Sunar,2017). Kappa istatistiği doğruluk derecesi;

$$Kappa = \frac{(n \cdot \sum_{i=1}^K a_{ii}) - (\sum_{i=1}^K a_{i+} \cdot a_{+i})}{n^2 - (\sum_{i=1}^K a_{i+} \cdot a_{+i})} \quad (3.19)$$

Formülü ile hesaplanmaktadır (Jensen, 2005). Burada K: sınıf sayısı, n: toplam piksel sayısı, a_{ii} : hata matrisine ait ana diyagonal elementler, a_{i+} ve a_{+i} : hata matrisinin sırasıyla i satır ve sütun toplamını ifade eder.

Hesaplanan değer 0 – 1 arasındadır (Foody, 2002; Richards ve Jia, 1999). Sonuç değer sıfıra yaklaştıkça doğruluk azalırken, değer 1'e yaklaştıkça doğruluk artar.

3.5 Kıyı Sınır Çizgilerindeki Zamansal Değişimin İncelenmesi

Kıyı arazileri, hem karasal hem de deniz kuvvetlerini birbirine bağlayan karmaşık, dinamik ve hassas ortamlardır (Lutgens ve ark., 2012; Kadioğlu ve ark., 2019). Kıyısız alanlar, çok sayıda canlı ve cansız kaynağa sahip en karmaşık ekosistemlerden birini oluşturur (Constanza ve ark., 1997; Kuleli, 2010). Bu nedenle, kıyı bölgeleri sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamaları için büyük öneme sahip dinamik bölgeler olarak tanımlanır.

Ülkemizde yürürlükte bulunan 3621 numaralı kıyı kanununda geçen kıyı tanımlamalarına göre;

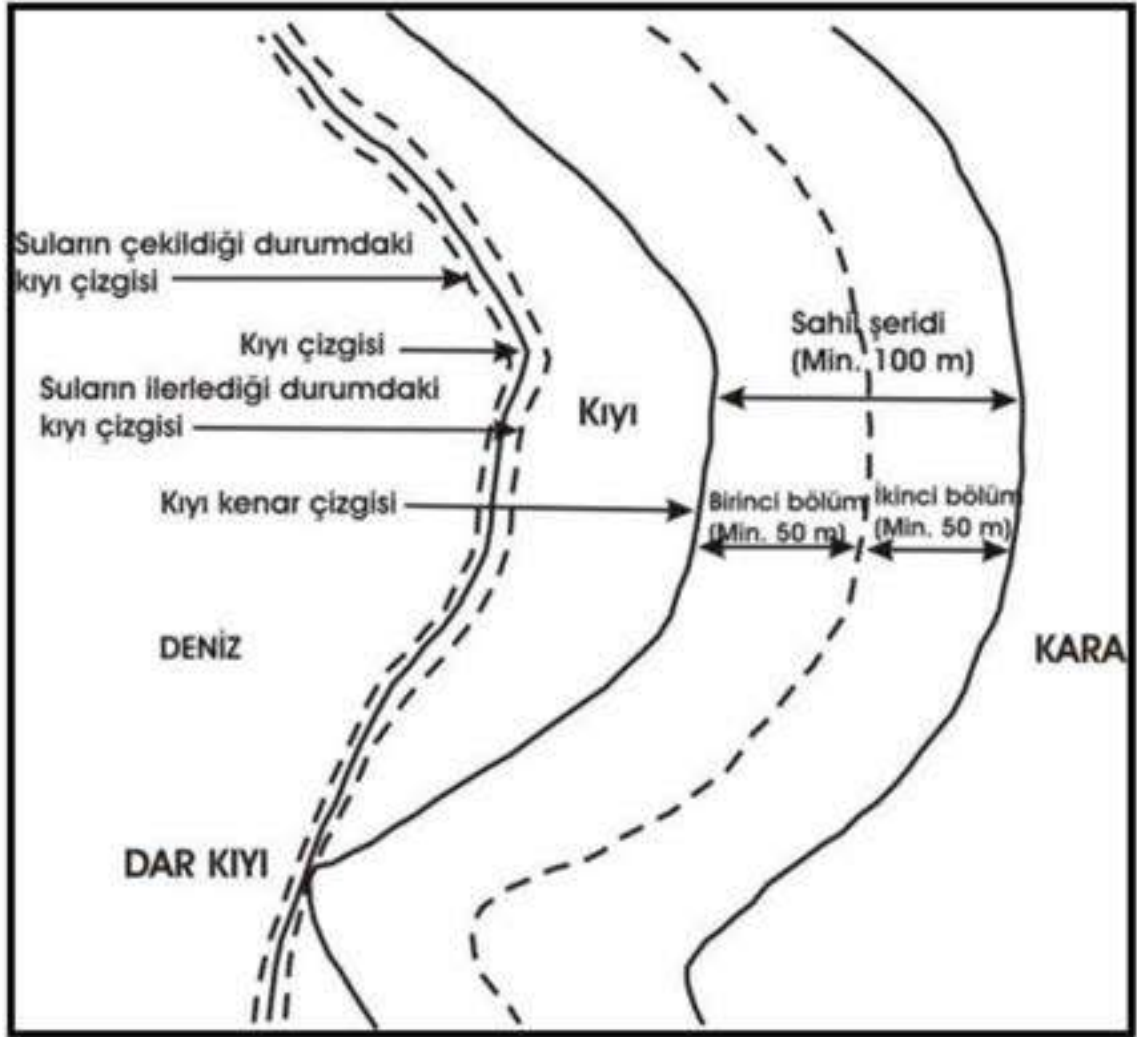
“Kıyı çizgisi: Deniz, tabii ve suni göl ve akarsularda, taşkın durumları dışında, suyun karaya değdiği noktaların birleşmesinden oluşan çizgiyi,

Kıyı Kenar çizgisi: Deniz, tabii ve suni göl ve akarsularda, kıyı çizgisinden sonraki kara yönünde su hareketlerinin oluşturulduğu kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık, bataklık ve benzeri alanların doğal sınırını,

Kıyı: Kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasındaki alanı,

Sahil şeridi: Kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönünde yatay olarak enaz 100 metre genişliğindeki alanı

Dar kıyı: Kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisinin çakışık olduğu kıyıyı” ifade eder (Anonim, 1990) (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Kıyı sınır çizgilerinin gösterimi (Anonim, 1992)

Kıyı jeomorfolojisinin önemli araştırma konuları arasında su seviyesi, kıyı değişim hızı ve kıyı şeridi hareket yönünü belirlemek ve daha sonra bu bilgilerden hareketle gelecekteki kıyı şeridinin konumunu tahminlemektir. Kıyı şeridininin değişimini etkileyen birçok faktör vardır. Sürdürülebilir arazi yönetimi için oldukça hassas olan bu alanlar, arazi bozulmasına yol açan kıyı erozyonları, tektonik faaliyetler, sediman taşınımı gibi doğal ve kıyı mühendisliği, arazi talebi, tarımsal faaliyetler gibi insan faktörünü içine alan yapay sebeplerden dolayı tehlike altında kalmaktadır. Son

yıllarda yaşanan fiziki ve beşeri etmenler sebebiyle yaşanan kıyı değişim hareketleri kıyı ekosisteminde de tahribatlar yaratmakta ve ayrıca kıyı arazilerinin sürdürülebilirliğini de etkilenmektedir. Bu sebeple kıyı şeridinin dinamik yapısının anlaşılması ve zamansal değişimlerin kantitatif olarak incelenmesi kıyı yönetimi ile ilgili etkin kararlar alınmasında son derece önemlidir (Esteves ve ark.,2009; Rio ve ark.,2013).

Kıyı şeridinin dinamik yapısının anlaşılması ve zamansal değişimlerin kantitatif olarak değerlendirilmesinde; 5-10 yıllık periyodlar halinde incelenen kısa dönemli varyasyonlar, 10-100 yıllık periyodlarda gözlemlenen uzun dönemli varyasyonlar ve fırtına, rüzgâr gibi doğal etkiler sonucu gözlemlenen epizodik varyasyonlar kullanılmaktadır. Kısa ve uzun vadeli varyasyonlar, analistler tarafından kıyı şeridi değişikliklerinin analizinde bilinmesi gereken en önemli konulardır. Bunun sebebi veri türünün uygunluğu, haritalama tekniği, istatistiksel analiz yöntemleri kıyı şeridi değişiminin kısa ve uzun dönemli varyasyonları için farklılık gösterirler. Kısa dönemli varyasyonlar günlerden mevsime kadar değişen dönemlerde ortaya çıkar ve kıyı şeridinde kısa mesafelerde bir tarafta çekilme yaşanırken diğer tarafta durağanlık ya da aksine karanın ilerlemesi şeklinde farklı olgular gözlemlenebilir. Uzun dönemli varyasyonlarda ise tüm kıyı hattı benzer şekilde etkilenir ve bu sayede daha öngörülebilir trendler gözlemlenebilmektedir.

Kıyı arazilerindeki zamansal-mekânsal değişikliklerin izlenmesi, erozyon tehlikelerinin mekansal dağılımının anlaşılmasına, oluşma eğilimlerinin tahmin edilmesine ve kıyı erozyonu ve bunun gibi kıyıda tehlike içeren durumlara karşı alınacak önlemlerle kıyı bölgeleri ile ilgili yapılan araştırmaların desteklenmesine yardımcı olabilir. Bu nedenle, kıyı şeridi konumunun incelenmesi, kalkınma planlaması, tehlike bölgelendirmesi, akademik çalışmalar, erozyon ve birikmenin belirlenmesi, bölgesel ölçekli sediman bütçelerinin tahmini vb. sürdürülebilir arazi yönetimi amaçları için büyük önem taşımaktadır. Kıyı değişimlerinin belirlenmesi, geleceğe yönelik trendlerin belirlenmesi, çeşitli planlama faaliyetleri ve önlem çalışmalarında klasik yöntemler kullanılması, zaman, maliyet ve fayda konusunda dezavantaj yaratması sebebiyle günümüzde sıklıkla UA ve CBS teknolojilerinden yararlanılmaktadır.

UA, ekonomik açıdan mekânsal veri ediniminde önemli bir rol oynar (Alesheikh ve ark., 2007). Çok tarihli uydu görüntüleri, sedimantasyon, erozyon ve

birikmeyi ölçerek kıyı şeridi değişikliklerini izlemek için kullanılabilir. Sinoptik görüntüleme yeteneği, multispektral gözlemler, yüksek çözünürlük, tekrarlayan ve maliyet etkinliği, UA verilerini uzun vadeli kıyı şeridi değişikliklerini tespit etmek ve kıyı ve yakın kıyı alanlarının gelişimini bilmek için geleneksel tekniklere göre daha tercih edilebilir hale getirir (Mahapatra ve ark., 2014) Dijital görüntülerin yorumlanması basittir ve kolayca elde edilebilir. Ayrıca, elektromanyetik spektrumun kızılötesi dalga boyu bölgesinin su tarafından büyük oranda emilmesi, bitki örtüsü ve toprak tarafından ise güçlü yansması, bu görüntüleri kara ve suyun mekânsal dağılımını haritalamak için ideal bir kombinasyon oluşturur (Niya ve ark., 2003). Bu nedenle, görünür ve kızılötesi bantlar içeren görüntüler sahil şeridi haritalaması için yaygın olarak kullanılmaktadır.

CBS, erozyon ve birikme oranının doğru bir şekilde değerlendirilmesi için çok zamanlı görüntülerinin analiz edilmesinde kullanılır. Kullanılan altlıkların benzer projeksiyon sistemine dönüştürülmesinde ve georeferanslama aşamalarında, ayrıca kıyı değişim oranlarına yönelik yapılan tüm mekansal analizlerin gerçekleştirilmesinde, sonuçlarının haritalanmasında, grafiklendirilmesinde ve kullanıcıya sunumunda oldukça önemli bir rolü vardır.

3.5.1 Kıyı sınır çizgileri çıkarımı yöntemleri

Kıyı bölgelerinin izlenmesi için, çeşitli zamanlarda kıyı şeridinin çıkarılması ve değişim oranlarının tespiti zorunludur. Genz ve ark. (2007) kıyı şeridini, kara-su ayrımının zamandaki bir andaki konumu olduğunu ve bunun da kıyı erezyonu ve kıyı birikmesi miktarının tespitinde önemli bir gösterge olan dinamik bir özellik olduğunu ifade etmiştir. Çok spektrumlu uydu görüntüsü verilerinden kıyı şeridinin zamansal değişimini tahmin etmek için istatistikler geliştirilirken, kullanılan verilerin güvenilirliği yapılacak analizin temel althğını oluşturur.

Kıyı şeridi değişim oranlarının hesaplanmasındaki ilk adım, kıyı şeridinin konumunun olabildiğince gerçeğe yakın biçimde ölçülmesidir. Uydu görüntüleri kullanılarak kıyı şeridinin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları Band Oranlama (Band Ratio), Köşe Belirleme (Edge Detection), Histogram Eşikleme (Thresholding), Sayısallaştırma (Digitization), Sınıflandırma (Classification), Otomatik Kıyı Çizgisi Çıkarma (Automatic Detection) yöntemleridir. Örneğin yarı otomatik bir kıyı şeridi çıkarım tekniği olan histogram eşikleme yöntemi

ile tek bandlı (spektrumun kızılötesi bölgeleri) bir görüntüden kıyı şeridi çıkarımı yapılabilir. Elektromanyetik spektrumun kızılötesi dalga boylarında suyun yansımaları neredeyse 0'a eşittir. Bitki örtüsü gibi diğer arazi tiplerinin ise yansımaları oranı sudan çok daha yüksektir. Bu özelliğinden dolayı kıyı şeridinde ait ikili görüntü (binary image) kızılötesi bantlar için histogram eşik tahmin edilerek kolaylıkla elde edilebilmektedir.

Çalışmada kıyı şeridinin belirlenmesinde Bant Oranlama Tekniği kullanılmıştır. Bu yöntemde uydu görüntüsünün istenilen bantındaki piksel yansıtım değerlerinin diğer bantdaki piksel yansıtım değerine oranlanması ile yeni bir piksel değeri elde edilerek hesaplama işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem sonucunda oluşturulan yeni görüntüye ise oran görüntüsü adı verilir.

Landsat TM uydu görüntülerinden ikili görüntü elde etmek için Band (2) / Band (4) ≥ 1.0 ve Band (2) / Band (5) ≥ 1.0 'ın iki koşulunu sağlayan bant oranı tekniğinden yararlanılır. Örneğin kara-su ayrımı yapılacak bir Landsat TM 5 uydu verisinde “Eğer $B4/B2 < 1$ ise, yeni piksel değeri 255, değil ise 0” band oranlama formülü kullanılır.

3.5.2 Kıyı değişim oranı belirlemede kullanılan istatistiksel yöntemler

Kıyı şeridi değişim oranı, kıyı bilimciler, mühendisler ve arazi planlamacıları tarafından kıyıların dinamiklerini ve oluşturabilecekleri tehlikeleri belirtmek için kullanılan en yaygın ölçümlerden biridir.

Kıyı değişim oranı hesaplanırken bulunan istatistiksel değerler, kıyı şeridini zaman içerisinde etkileyen süreçlerin kümülatif bir özetini yansıtır. İstatistiksel oran değerlerinin doğruluğu; kıyı şeridi ölçümlerinin doğruluğuna, kıyı şeridinin zamansal değişkenliğine, ölçülen kıyı şeridinde ait veri noktalarının sayısına, seçilen yöntemin uygunluğuna, kıyı şeridi ölçümleri arasındaki süreye, toplam zaman aralığına bağlıdır.

Kıyı şeridi değişim oranı hesaplanmasında çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. EPR, Oranların Ortalamaları (AOR), Minimum Açıklama Uzunluğu (MDL), Jack-Knife Oranı (JKR), LRR, Ağırlıklı En Küçük Kareler (WLS), En Az Kareler Mutlak Sapma (LAD) ve Ağırlıklı En Az Mutlak Sapma (WLAD) değişim oranı hesaplama yöntemlerinden bazılarıdır. Her yöntemin kendine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır (Thieler ve ark., 2003; Genz ve ark., 2007).

Kıyı şeridi değişim oranlarını hesaplamak için kullanılan tüm yöntemler, kıyı şeridi konumları arasındaki farkların zaman içinde ölçülmesini içerir. Oranlar, yıllık değişim mesafesi olarak ifade edilir.

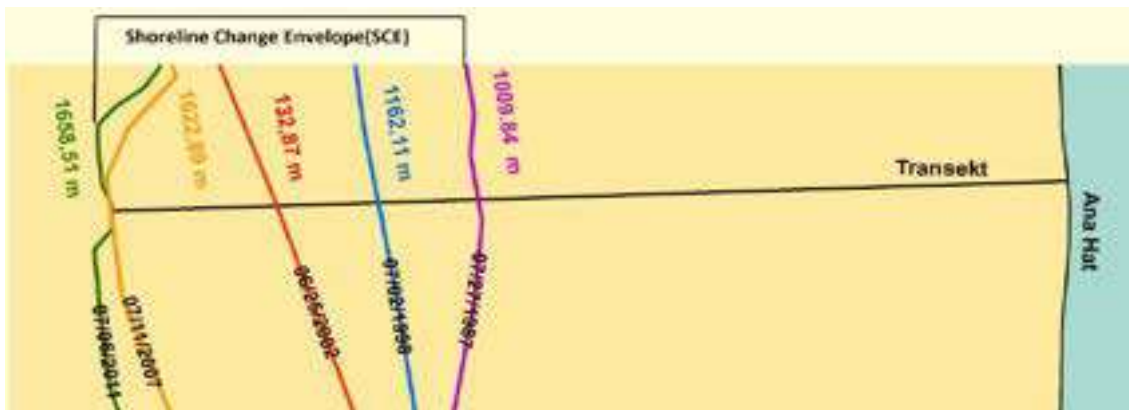
Tez çalışması kapsamında kıyı şeridi değişim oranlarını hesaplamak için

- SCE
- EPR,
- LRR,
- Alan hesabı

Yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin kullanılmasının temel sebebi literatürde en sık kullanılan kıyı değişim oranı belirleme yöntemlerinden olmaları ve değişim hakkında basit istatistiklerle detaylı bilgilere ulaşılabilmesi bu yöntemlerin tercih edilmesinde etkili olmuştur.

3.5.2.1 SCE yöntemi

SCE yönteminde, kıyı hattı boyunca analist tarafından oluşturulan her bir kesit (transekt) için dayanak hattı (baseline) olan ana hatta en yakın ve en uzak noktaların mesafeleri hesaplanmaktadır (Şekil 3.18). Yani tüm kıyı şeridi boyunca her bir transekti kesen en büyük mesafe SCE değeri olarak belirlenir. SCE, bir oran vermez, mesafe (metre cinsinden) bildirir. Kıyı şeridine ait en uzak ve en yakın mesafe arasındaki fark her zaman pozitif olarak temsil edilir. Bunun sebebi kıyı şeridinin gözlemlendiği tarihten bağımsız olarak her transekte ait en büyük değişikliğin belirlenmesidir (Himmelstoss ve ark., 2009).



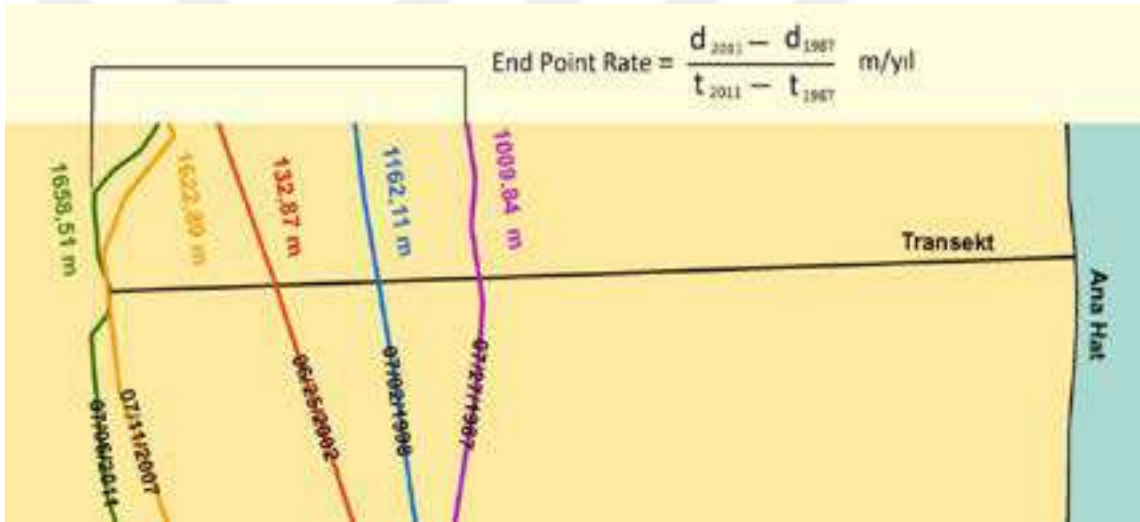
Şekil 3.18 SCE Yöntemi (Beyazıt, 2014)

3.5.2.2 EPR yöntemi

EPR yöntemi, Her bir transekt için toplam kıyı değişimindeki yaşanan mesafenin gözlem yılları arasındaki zamansal farka bölünmesiyle hesaplanır (Şekil 3.19). Burada bulunan oran değeri “m/yıl” birimindedir. EPR yöntemi basit bir formül ile kolayca hesaplanabilmesi sebebiyle çok yaygın kullanılır. Yöntem için hesaplanan eşitlik:

$$EPR = \frac{(d_1 - d_0)}{(t_1 - t_0)} \text{ m/yıl} \quad (3.19)$$

Şeklinde ifade edilir. Burada d_1 ve d_0 : kıyı şeridi ile ana hattı ayıran mesafedir, t_1 ve t_0 : iki kıyı şeridi çizgisine ait tarihlerdir.



Şekil 3.19. EPR yöntemi (Beyazıt, 2014)

3.5.2.3 LRR yöntemi

LRR yöntemi, her bir transekt için tüm kıyı şeridi noktalarına en uygun regresyon hattının belirlenmesi temeline dayanır. Yöntem, en küçük kareler yöntemini kullanır. Oluşturulan regresyon hattının eğimi, kıyı şeridi değişim oranını verir. Tüm seneler için her bir transekt boyunca belirlenen kıyı değişim oranına ait lineer regresyon denklemi;

$$L = b + mx \quad (3.20)$$

Şeklinde. Burada L : ana hatta olan mesafeyi (m), x : kıyı çizgisine ait tarih aralığını (yıl), m : doğrusal regresyon hattının eğimi (m/yıl) (yani kıyı şeridi değişim oranını, LRR'yi temsil eder, b : y-kesişim noktasıdır (sabit değer).

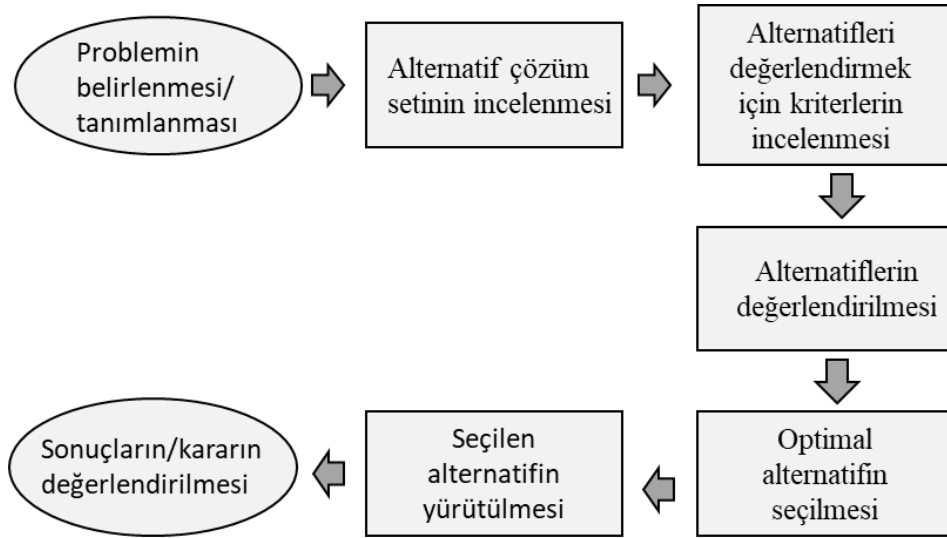
LRR istatistiği, bir profil hattı boyunca kesişen tüm kıyı çizgilerinin zamana göre değişimi hakkında bilgi vermektedir. Yöntemde tüm kıyı çizgilerinin hesaplamada kullanılması diğer yöntemlere göre çok daha hassas oranlar elde edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca kullanımı oldukça kolaydır ve gerçeğe yakın çıktı doğrulukları ile kabul edilmiş istatistiksel metotlara dayalı yürütülmektedir.

3.6 Çok Kriterli Karar Destek Sistemleri

Çok sayıda kriter ve senaryo içeren karmaşık bilgi yönetimi modern karar verme sürecinin etkinliğinde önemli rol oynar (Kazimieras Zavadskas ve ark., 2019). Karar verme süreci, problemi sonuçlandırarak tüm alternatif seçenekler arasından en optimal alternatif seçeneğinin seçilmesini içeren bir süreç olarak tanımlanır (Saaty, 2004; Aladağ, 2004). Bu süreçte karar problemlerinin bir bölümü kesin ve ya nesnel, bazıları ise belirsiz ve ya öznel olmak üzere çoklu veri kümesini içerir. Örneğin bir konut satın alırken sadece fiyat özelliklerine bakarak bir tercihte bulunulmaz. Konuta ait konum, arsa değeri, kalitesi, baki özellikleri, ulaşılabilirliği gibi çok değişkenli farklı parametreler sürece dâhil edilmekte ve ayrıca karar vericinin kişisel beğeni ve tercihleri de karar aşamasında etkin rol oynamaktadır.

Literatürde, çok kriter ve senaryo içeren karmaşık bilgi yönetimi için modern karar verme süreçlerini modellemek, karar vericilerin problemlere yönelik alacağı kararların denetlenmesi ve problemlerin en doğru sonuca ulaşmasını sağlamasına ilişkin istatistiksel ve istatistiksel olmayan birçok karar verme tekniği geliştirilmiştir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) ve ya Çok Kriterli Karar Analizleri, Karar bilimlerinin alt disiplini ve özellikle son yıllarda oldukça popülerlik kazanan, çoğu farklı bilim dallarında geniş uygulama alanı bulan teknikler arasındadır.

Karar analizlerinde en uygun alternatifleri belirlerken karar süreci sırasıyla ve planlı bir şekilde yürütülmelidir. Genel olarak, ortak karar verme süreçlerinin çözümlenmesi, yedi aşamalı bir hiyerarşik modellemeden oluşur (Arslan, 2018; Akdeniz, 2018) (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Karar verme sürecine ait oluşturulan hiyerarşik model grafiği

Karar verme sürecinde kullanılan bu hiyerarşik model karar verme yöntemlerinde kullanılan temel adımlardır. Model uygulanırken problemin türüne, amacına ve boyutuna göre uygulama adımları değişiklik gösterebilmektedir.

ÇKKV problemlerini çözmek amacıyla günümüzde çok sayıda farklı teknik kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle beraber bu tekniklerin uygulanması için bilgisayar programları geliştirilmiş, bu durum karar vericiler ve araştırmacılar için büyük kolaylıklar sağlamıştır (Yıldırım ve Önder, 2015). ÇKKV modelleri arasında literatürde en yaygın kullanılan yöntemler; Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP), Analitik Ağ Süreci (ANP), PROMETHEE yöntemi, ELECTRE yöntemi, TOPSIS yöntemi, SMART yöntemi şeklindedir.

Bu çalışmada sürdürülebilir arazi yönetiminde, mevcut arazilerin potansiyellerine uygun olarak verimli kullanımı için yer seçim araştırmasında AHP modeli uygulanmıştır.

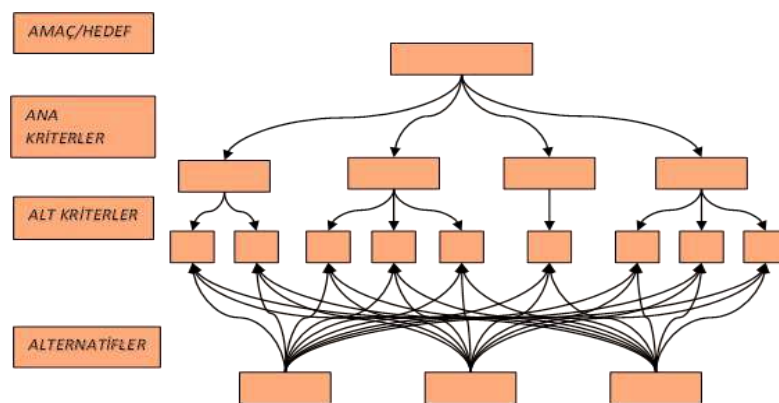
3.6.1 Analitik Hiyerarşi Yöntemi (Analytic Hierarchy Process)

AHP yöntemi ilk olarak Myers ve Alpet tarafından 1968 yılında çok kriter gerektiren karmaşık karar problemlerini çözmek için ortaya konulmuş ve Profesör Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında bir karar verme yöntemi olarak geliştirilmiştir (Gülenç ve Bilgin,2010). AHP yöntemi, çoklu senaryo ve kriterleri içeren karmaşık

karar problemlerini, problemlerin ana hedeflerini, ana ve alt kriterleri, alt kriterlerle alternatifler arasındaki ilişkiyi temsil eden bir hiyerarşik yapı şeklinde tasarlanmıştır. Modelleme, değerlendirme, önceliklendirme ve sentez aşamalarından oluşan bir hiyerarşik yapı oluşturularak formülize edilir (Saaty, 1994b; Özcan ve ark., 2009). Yöntemde her bir kriter için ikili karşılaştırmalar yapılır ve bu da karar vericilerin karmaşık problemlere geniş perspektiften bakmasına olanak tanır (Vargas, 1990; Sharma ve ark., 2008). Yöntemin en büyük avantajı, çoklu seneryo ve kriterlerin belirlenmesinde objektif (nesnel) ve sübjektif (öznel) olguların bir arada kullanarak karar verme sürecine dahil edilebilmesidir (Ömürbek ve ark., 2015). Bu sayede karar vericilerin bilgi birikimlerinin, düşünsel yorumlamalarının ve önsezilerinin mantıksal çerçevede toplanıp analiz edilmesi sağlanır (Chin ve ark., 1999).

AHP yönteminin uygulanışı 7 uygulama adımından oluşmaktadır.

- **1. uygulama adımı;** problemin belirlenmesidir. Karar vermek için gereken tüm kriterler ve öncelikleri belirlenir.
- **2. uygulama adımı;** hiyerarşik yapının kurulmasıdır. Yönteme ait 4 temel aşamada (ana kriterler, alt kriterler, nitelikler ve karar alternatifleri) temsil edildiği bir hiyerarşi oluşturulur. Sırasıyla en üst tabakasında hedeflenen amaç ve karar problemi yer alır. Alt tabakalarında ise seçimi etkileyen ana kriterler ve onun alt ölçütleri tanımlanır. En alt seviyede ise karar alternatifleri yerini alır ve böylece hiyerarşik yapı tamamlanmış olur (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 AHP yöntemi hiyerarşik yapısı

- **3. uygulama adımı;** Ana ve alt kriterler olan öznel ölçütler arasında ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasıdır. Yöntem, İkili karşılaştırma matrisleri

oluşturulurken her bir ölçütün ikişerli olarak değerlendirip birbirleriyle karşılaştırılarak her bir ölçütün diğer kriterlerden bağımsız olarak ayrı ayrı değerlendirilmesini sağlar (Ömürbek ve ark., 2015). Karşılaştırma işlemi yapılırken “A ölçütü B ölçütüne göre ne kadar önceliklidir?” sorusuna verilecek cevap yöntemin temel işleyişine yön verir. Matris oluşturulurken 1 ile 9 arasında değerler atanan bir değerlendirme/önem derecesi ölçeği kullanılır (Palaz ve ark., 2008) (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9 AHP yöntemi değerlendirme ölçeği (Thomas,2004)

Önem Derecesi	Açıklama
1	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalınıyor
3	Öğe 2.'ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor
5	Öğe 2.'ye göre fazla önemli veya tercih ediliyor
7	Öğe 2.'ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor
9	Öğe 2.'ye göre aşırı derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor
2,4,6,8	Ara değerler (uzlaşma gereken durumlarda kullanılır).

Değerlendirme ölçeği kullanılarak oluşturulan karşılaştırma matrisleri tablodaki gibidir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & E_{12} & \dots & E_{1n} \\ E_{21} = 1/E_{12} & 1 & \dots & E_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E_{n1} = 1/E_{1n} & E_{n2} = 1/E_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.21)$$

Burada n: kriter sayısını,yukarıda oluşturulan matrise bakılarak 'i' satır 'j' sütun sayısı olduğu farzedilerek E_{ij} , i. ve j. kriterin ikili karşılaştırma değerini ifade eder. E_{ij} değeri $1/E_{ji}$ ile hesaplanır. $E_{ji}=1/E_{ij}$, $E_{ij} \neq 0$ olur. Eğer $i=j$ ise $E_{ij}=1$ 'dir Bu şekilde alternatif seçenekler her bir kritere göre ayrı ayrı karşılaştırılır (Carrion ve ark., 2008).

– **4. uygulama adımı;** Karşılaştırma matrislerinin normalize edilmesidir. İkili karşılaştırma matrisinde bulunan her eleman kendi sütunundaki tüm elemanların toplam değerine bölünmesi ile normalize edilir. Kullanılan eşitlik;

$$E'_{ij} = \frac{E_{ij}}{\sum_{i=1}^n E_{ij}} \quad , i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.22)$$

şeklindedir. Normalize edilerek oluşturulan matrisdeki her sütun değerinin toplamı 1 değerini vermektedir.

– **5. uygulama adımı;** Öncelik vektörünün hesaplanması/matrislerin ağırlıklandırılmasıdır. Matrisin normalize edilmesinden sonra oluşan yeni oranlardaki satır toplamları matrisin boyutuna bölünerek ortalama değerler hesaplanır. Bulunan değerler 0-1 arasında ölçeklendirilir ve bu değerler her bir kriter için ayrı ayrı hesaplanan ağırlık değerlerini gösterir. Hesaplama işleminde kullanılan eşitlik (Ramadhan ve ark., 1999);

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{j=1}^n E'_{ij}, i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.23)$$

şeklindedir.

– **6. uygulama adımı;** Tutarlılık oranının belirlenmesidir. Uzman görüşleri neticesinde alınacak kararın niteliğinin ortaya konulmasında yargıların tutarlılığı değerlendirilmelidir. Bir matrisin tutarlı olup olmadığını değerlendirmek için Tutarlılık Katsayısının (Consistency Index-CI) hesaplanması gerekir. Tutarlılık katsayısı;

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/n-1 \quad (3.24)$$

Formülü ile belirlenir (Zhou ve Shi, 2009). λ_{\max} (en büyük öz değer) değeri ise

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n E_{ij} w_j}{w_i} \right) \quad (3.25)$$

Eşitliği ile hesaplanır (Peng ve Dai, 2009). Tutarlılık oranı (Consistency Ratio-CR) hesaplanabilmesi için karşılaştırılan kriterlerin sayısına göre değişkenlik gösteren Rastgele İndeks göstergesi (Random Index-RI) çizelgesi kullanılır. 1'den 15'e kadar boyutlanan kare matrisler için tanımlanan RI çizelgesi (3.10) aşağıdaki şekildedir:

Çizelge 3.10 Rastgele indeks göstergesi (Saaty,1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Bu çizelgeye göre n değeri kriter sayısını gösterir. Matrisin boyutu büyüdükçe RI değeri artış gösterir. Son olarak Tutarlılık Oranı eşitlik 3.26'daki gibi hesaplanır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.26)$$

Karar matrisinin tutarlılık oranının kabul görür düzeyde olması için Profesör Thomas L. Saaty (1980) tarafından önerilen üst limit değer “ $CR < 0.10$ ” olarak dayanak alınır. Bu değer 0.10’dan küçük ise karşılaştırma matrisi tutarlı çıkacaktır. Tutarlılık oranı sıfır değerine ne kadar yakın ise o kadar tutarlı kabul edilir. Tutarlılık oranı sağlanmaması halinde (tutarsızlık durumunda) karar vericilerin aldığı kararları yeniden gözden geçirerek sonucun yenilenmesi gerekir (Chakraborty, 2006). AHP yönteminde tutarlılık hesabı yapılması ve sonuçların tutarlı olmaması halinde yöntemin tekrar edilebilir olması diğer ÇKKV yöntemlerine göre yöntemin güvenilirliğini artırmaktadır.

– **7. uygulama adımı;** Karar alternatiflerinin sıralanmasıdır. Karar alternatifleri için öncelikle karma öncelik vektörü (ağırlıklandırma vektörü) hesaplanır. Hesaplama işleminde her kriter için belirlenen öncelik vektörlerinin ağırlıklı ortalamaları alınarak karar alternatifleri için ağırlıklar belirlenir. Bu işleme karar alternatif puanlarının oluşturulması da denilmektedir. Elde edilen ağırlıklandırma sonuçlarına bakılarak en yüksek değeri alan karar alternatifini seçeneği tercih edilerek problemin çözümü gerçekleştirilir (Zahedi, 1986).

3.7 Kuraklık Analizi

Doğal afetler, insan yaşamını tehdit eden üzerinde maddi manevi zararlara sebebiyet veren doğal ve beşeri nedenlerle ortaya çıkarak toplumları etkileyen felaketler olarak tanımlanır (Özşahin, 2013; Durduran ve Geymen, 2008). Doğal afetler geçmişten günümüze varlığını sürdürmekle birlikte toplumlarda ölüm, yaralanma, ekonomik krizler, çevresel tahribatlar, psikolojik problemler gibi olumsuz etkilere neden olmuştur. Ülkeler özellikle son yıllarda doğal kaynaklı afetlerden korunmak için sayısız yatırım planlamaları yapmaktadır (Kızılelma ve Karabulut, 2015). 31 farklı tür doğal afet içerisinde 28 adedi meteorolojik karakterli afetlerden oluşmaktadır. Bu afetlerin türleri ve önem dereceleri her ülkeye göre farklılık göstermektedir (AFAD, 2019).

Meteorolojik karakterli doğal afetler arasında bulunan kuraklık, yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi adına diğer doğal afetlere göre en önemli etki alanına sahip afet türüdür. Kuraklık, oldukça yavaş seyretmesi sebebiyle farkedilmesi zaman alır. Başlangıcı ve bitişi tam olarak kestirilemediğinden dolayı diğer doğal afetlerden ayrılmaktadır. Meydana getirdiği olumsuz etkiler kümülatif olarak artar ve daha uzun zaman periyotlarında sürer, büyük çevresel felaketlere yol açar ve kuraklık bitse bile

yıllarca etkisini sürdürebilir. Kuraklık yapısı oldukça karmaşık ve anlaşılması da oldukça zorlu bir afet türüdür (Doğan, 2013). Kuraklık, farklı disiplinlerce incelenmesi, her coğrafi bölgeye göre süresi, sıklığı, türü, etki alanı, şiddeti gibi çoklu parametrelere göre değişkenlik göstermesi sebebiyle kuraklık için yapılan tanımlamalarda kullanım türüne göre çeşitlilik göstermektedir. Bu sebeple tek bir tanım ile kuraklık tanımı yapmak yetersiz olabilir. Kuraklık tanımı yaparken kavramsal ve operasyonel tanımları birbirinden ayırt etmek gerekir. Örneğin kuraklığın uzun periyotta sürmesi, kurak bir dönem olması gibi terimlerle ifade edilen kavramsal tanımlardan, kuraklığın başlangıcı, sıklığı, şiddeti, süresi gibi çoklu parametreleri belirlenmesinde ise operasyonel tanımlardan yararlanılır (Mishra ve Singh, 2010). Kuraklık için yapılan tanımlamalardan en yaygın olanları şu şekildedir:

Kuraklık tanımı Uluslararası Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesinde (UN Secretariat General, 1994) "yağışların kaydedilen normal düzeylerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve kaynak üretim sistemlerini olumsuz olarak etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir olay" olarak tanımlanmıştır.

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO, 1986) "kuraklık, yağışta sürekli ve uzun süreli bir azalma anlamına gelir" şeklinde tanımlamaktadır.

İklim ve hava durumu ansiklopedisi (Schneider, 1996) kuraklığı "uzun bir dönem - bir mevsim, bir yıl, veya birkaç yıl - bir bölge için istatistiksel çok yıllık ortalamaya göre yetersiz yağış" olarak tanımlamaktadır.

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 1983) kuraklık tehlikesini "mahsullerin nem eksikliğinden başarısız olduğu yılların yüzdesi" olarak tanımlar.

Kapluhan (2013)'a göre; "Kuraklık, yağışın uzun yıllar ortalamasından daha az gerçekleşmesi ile ortaya çıkan ve herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde meydana gelebilecek olan doğal bir iklim olayıdır."

Palmer (1965), "bir bölgenin normal hidrolojik koşullarından önemli bir sapma olarak kuraklığı" tanımladı.

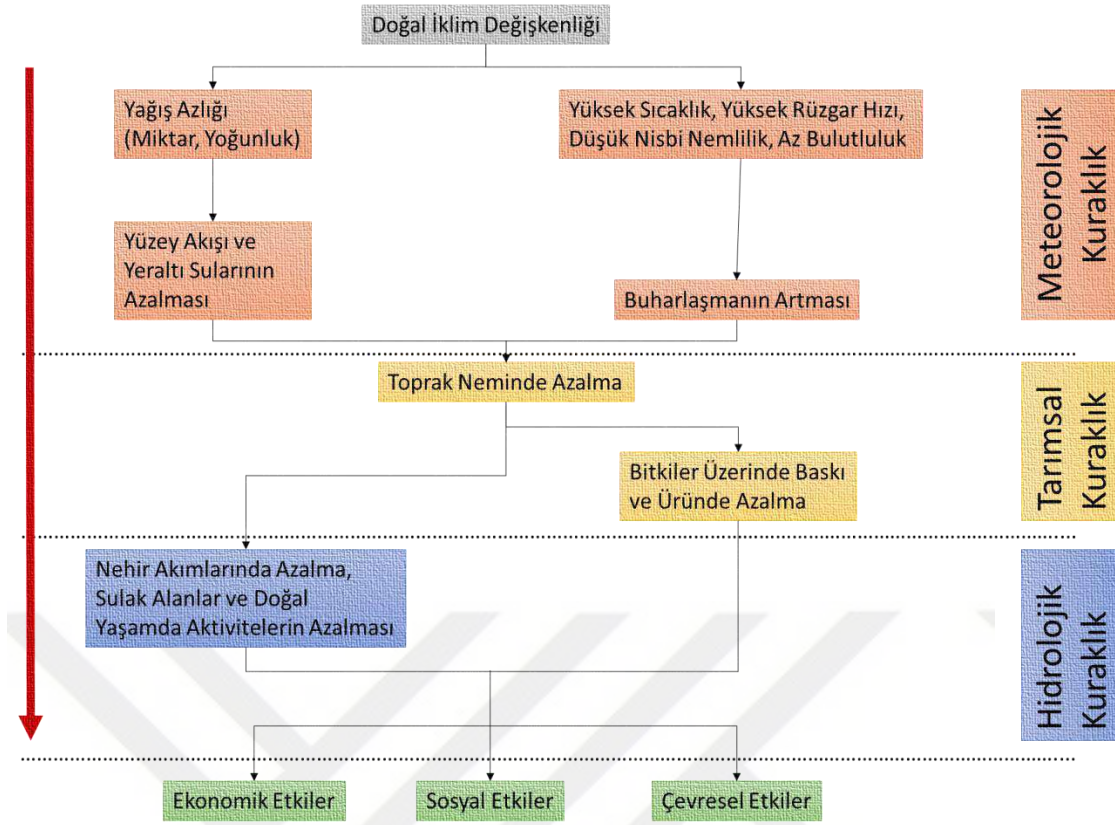
Özlu (2007) kuraklığı; "bir bölgenin nem miktarındaki geçici dengesizliğin o bölgedeki su kıtlığı ile ilişkisi" olarak tanımlar.

Yıldız ve Oğuztürk (2014)'a göre, "Kuraklık, yeryüzündeki tüm canlılar ve çeşitli sistemler tarafından kullanılan doğal su miktarının belirli zaman süresi boyunca bölgesel ölçekte uzun süreli ortalamanın ya da normalin altına düşmesiyle su açığı şeklinde meydana gelen doğal bir olay" olarak tanımlanmaktadır.

Kuraklık tanımları değerlendirildiğinde hepsinde ortak olarak gözlemlenen anahtar kelimeler: yağış kıtlığı, nem dengesizliği, zaman süresi, yarattığı tahribatlar olarak sıralanmaktadır. Bu nedenle, kuraklık tanımları aşağıda tartışılan farklı sınıflara ayrılabilir.

3.7.1 Kuraklık sınıfları ve etkisi

Kuraklık için literatürde farklı kuraklık tiplerini içeren çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır. Kuraklık sınıfları, kuraklığın süresine ve oluşum şekline göre gruplara ayrılmaktadır. Süresine göre 6 aydan daha kısa etkili olan kuraklıklara göre kısa süreli ve 6 aydan daha uzun süre etkili olanlara ise uzun süreli kuraklık denilmektedir (Doğan, 2013). Oluşum şekline göre kuraklıklar ise yağış, sıcaklık, nem, yeraltı su seviyesi vb. gibi değişkenler ile bu değişkenler ile ortaya çıkan faktörler dikkate alınarak meteorolojik, tarımsal, hidrolojik kuraklıklar olarak birbirinden ayrılmaktadır (Wilhite ve Glantz, 1987). Kuraklık sınıfları ve etkilerini gösteren diyagram Şekil 3.22'de gösterilmektedir.



Şekil 3.22 Kuraklık sınıfları ve etkileri (MGM, 2021)

Meteorolojik kuraklık, uzun bir zaman periyodu (minimum 30 yıllık bir süreç) içerisinde iklim normallerinden saparak, yağışların normal değerinin altında seyretmesi olarak tanımlanmaktadır. Meteorolojik kuraklık bölgeseldir, yani her bölge için farklılıklar gösterir. Hatta bazen aynı bölge içerisinde bile farklılıklar gözlemlenebilmektedir. Yaşanmakta olan meteorolojik kuraklık olayı aniden kuvvetlenerek şiddetini artırabileceği gibi hızlı bir şekilde sona da erebilir. Meteorolojik ölçümler kuraklığın belirlenmesinde en önemli gösterge olarak kullanılır. Kurak periyotlar belirlenirken sıklıkla, normal değer altındaki yağışlı gün sayısına dikkat edilir. Meteorolojik kuraklık, tarımsal ve hidrolojik kuraklıktan önce başlar. Şekil 3.22’de ifade edildiği gibi meteorolojik kuraklık diğer kuraklık türlerini tetiklemektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış değerlerinde sapma çok sık yaşanmasından dolayı bu klimatolojik alanlarda kuraklık olayları daha şiddetli yaşanmaktadır (Shadeed ve Almasri,2007). Bu durum uzun vadede ekolojik ve ekonomik dengeyi sarsarak önemli kayıplara yol açmaktadır (Yetmen, 2013).

Tarımsal kuraklık, "Bitkinin kök bölgesinde, büyüüp gelişmesi için yeterli nem bulunmaması durumu" olarak ifade edilir (MGM, 2021). Bir bitkinin suya ihtiyaç

duyduğu büyüme sürecinde toprak neminin normal değerinden saporak azalması, yeterli düzeyde toprak neminin olmayışı tarımsal kuraklık yaşanmasına sebep olur. Kurak dönemlerde toprağın ve daha sonra bitkinin su miktarı azalır ve sonraki aşamalarda bitkideki turgor basıncının azalması, stomaların kapanması, fotosentez yapamama ve bitki büyümesinin yavaşlaması şeklinde seyreder (Monti,1986). Tarımsal kuraklık bitki popülasyonunu ve ürün verimini büyük oranda düşürür. Yağışlardaki azalma, düşük nem değerleri, gerçek ve potansiyel evapotranspirasyon arasındaki fark, sıcaklıklardaki ani artışlar, kurutucu rüzgârlar bu kuraklık türünü şiddetlendiren unsurlardır (Mevka, 2012). Kuraklığın şiddeti, zamanı ve süresine ek olarak bölgeye ait toprak yapısı, bitki türünün kuraklığa toleransı da önemli bir husustur. Bir bitkinin nem açlık miktarı bilinebilirse, bitkinin kuraklık toleransı ve eşik değerleri hesaplanabilmektedir (Yetmen, 2013). Bu sayede meteorolojik faktörlerin tarımsal kuraklığa etkisi değerlendirilebilir hale gelir. Kuraklığa karşı toleransı az olan bitki türlerinin kurak ve yarı kurak iklim bölgelerine dikiminin azaltılması ve kuraklığa daha fazla direnç gösteren ürünler ile değiştirilmesi, meteorolojik ve dolayısıyla tarımsal kuraklığın önlenmesine yardımcı olacaktır.

Hidrolojik kuraklık, uzun periyotlarda süren yağış azlığı ile belirginleşen, meteorolojik kuraklığın doğal sonuçlarından biri olarak yüzey ve yer altı sularındaki normal değerinin altına düşmesi olarak ifade edilir. Sıklıkla havza bazında gözlemlenmektedir. Hidrolojik kuraklık sonucu, akarsu, dere ve kanal debileri azalır. Göl, barajlar ve yer altı sularındaki su seviyeleri düşer. Hidrolojik kuraklık etkilerinin tespiti için yüzey su rezervuarlarının ve yeraltı su seviyelerinin devamlı olarak takibi ve ölçümü gerekmektedir. Fakat hidrolojik açıdan yapılan ölçüm işlemleri kuraklığın erken tespitinde belirleyici unsur olamamaktadır. Çünkü yağış azlığı ile yüzey ve yer altı su seviyelerindeki su eksikliği arasında gecikme sebebiyle yağıştaki azalmaların hidrolojik sisteme etki etmesi uzun bir süreç gerektirmektedir. Meteorolojik kuraklık sona erse dahi uzun zaman periyotlarında hidrolojik kuraklık etkisini sürdürebilmektedir.

Tüm bu kuraklık türleri tarımsal aktivitelerden insan yaşamına ve halk sağlığına kadar uzanan ekolojik sistemlerin sürdürülebilirliklerini engellemekte, tahrip etmekte, sosyo-ekonomik açıdan da etkilenecek maddi/manevi ağır hasarlar yaratmaktadır. Kuraklık etkileri genel olarak ekonomik, sosyal ve çevresel etki olarak üç sınıfta incelenmektedir (Wilhite ve ark., 2007).

Kuraklığın ekonomik etkileri; üründe kayıp, yiyecek üretiminde azalış, besin depolarında düşüş, çiftçi gelirlerindeki kayıplar, ekonomik gelişmelerde yaşanan gecikmeler, balık üretiminde düşüş ve kayıplar, enerjide kaynak azalması, üretimdeki azalma sebebiyle ortaya çıkan işsizlik, hükümet kapsamında yaşanan vergi gelirinde azalma, finansal kaynak bulma sıkıntısı ve ulusal olarak ekonomik büyümede kayıplar şeklinde sıralanmaktadır.

Sosyal etkileri; yiyecek ve besin kıtlıkları, sosyal huzursuzluk ve göç etme, refah seviyesinin düşmesi, yoksullukların artması, kırsal alanlarda yaşanan yaşam seviyelerindeki düşme şeklindedir.

Çevresel etkileri ise, bitki ve balık bölgelerindeki tahribatlar, toprakta su ve rüzgar erozyonları, su kalitesindeki düşüş, kıyı şeritlerinde yaşanan erozyon ve birikimler, Hayvan kalitesindeki ve doğal yaşamındaki etkiler olarak sıralanmaktadır (MGM,2021).

3.7.2 Kuraklık izleme teknikleri

Kuraklık, yavaş seyretmesi sebebiyle fark edilmesi zaman alır. Kuraklığın tespit edilmesi ve izlenmesi zorlu bir süreçtir. Kuraklık analizlerinde meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik gözlemlerden elde edilen veriler kullanılarak kuraklık indisleri hesaplanmaktadır. Kuraklığın belirlenmesinde kullanılan indisler, tarihsel iklim değişikliği ve onun herhangi bir coğrafi bölge üzerindeki etkilerinin ortaya konulması, tarihsel kayıtlarda yer alan kuraklık dönemlerinin tespiti, kuraklık konusunda uyarı yapmak ve önlemler almak açısından nesnel bir ölçüt ortaya koymaktadır (Türkeş ve Tatlı, 2011).

Sürdürülebilir arazi yönetimi ve planlamasında, uzun vadede yapılacak çevresel, toplumsal ve ekonomik planlamalarda kuraklık analizleri ve sonuçların gözlemlenmesi önemli bir yer tutmaktadır. Kuraklık yönetiminde kuraklık türünün belirlenmesi, izlenmesi için çok sayıda farklı model ve indeksler geliştirilmiştir. Kuraklık indeksleri istatistiksel hesapların kullanıldığı ve kuraklık derecelerinin belirlenmesine yarayan önemli bir araçtır. Kuraklık, farklı disiplinlerce incelenmesi, her coğrafi bölgeye göre süresi, sıklığı, türü, etki alanı, şiddeti gibi çoklu parametrelere göre değişiklik göstermesi sebebiyle yeryüzünde yaşanan tüm kuraklık faaliyetleri için tanımlanmış tek bir kuraklık indeksi bulunmamaktadır. Çünkü her bölgenin fiziki coğrafyası ve

klimatolojisi farklı kuraklık eğilimleri göstermektedir. Kuraklık indeksleri genellikle sıcaklık, yağış, nem gibi meteorolojik verilerden, yüzey ve yer altı su seviyeleri, rekolte değerleri gibi uzun zaman periyotlarında ölçülen verileri girdi veri olarak kullanır. Günümüzde bu verilerin yanı sıra teknolojinin ilerlemesi ile uydu görüntüleri üzerinden de kuraklık analizleri gerçekleştirilebilmektedir. Bu sayede daha büyük çalışma alanlarında oldukça kısa sürede kuraklık durumu hakkında bilgi alınabilmektedir. Kuraklığın etkilerini belirlemede en çok kullanılan kuraklık indeksleri tablolaştırılmıştır (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11 Meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık indeksleri

	Meteorolojik kuraklık analizi	Tarımsal kuraklık analizi	Hidrolojik kuraklık analizi
Meteorolojik tabanlı kuraklık indeksleri	Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) Aridite Anomali İndeksi(AAI) Ondalıklar İndeksi (DI) Normal Yağışın Yüzdesi İndeksi (PNPI) Aridite İndeksi(AI) Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI) Palmer-Z İndeksi	Toprak Nemi Anomalisi İndeksi (SMA) Terleme Açığı İndeksi(ETDI) Toprak Nemi Açığı İndeksi(SMDI) Toprak Suyu Depolaması İndeksinin(SWS) Palmer Nem Anomali İndeksi (ZIND) Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI)	Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI) Yüzey Suyu Temin İndeksi (SWSI) Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) Efektif Kuraklık İndeksi (EDI) Standartlaştırılmış Akış İndeksi (SRI) Yüzey Akışı Kuraklık İndeksi (SDI) Yüzeysuyu Temini İndeksi (SWSI) Baz Akım İndeksi (BFI) Standartlaştırılmış Depolama Hacmi İndeksi (SRSI) Keşif Kuraklık İndeksi (RDI) Toplam Depolama Açığı İndeksi (TSDI)
	Standartlaştırılmış Yeraltısuyu Seviyesi İndeksi (SGI) Yeraltısuyu Kaynakları İndeksi (GRI) Standartlaştırılmış Su Seviyesi İndeksi (SWI)		
Uydu tabanlı kuraklık indeksleri		Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü (NDVI) Sapma NDVI İndeksi Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI) Bitki Örtüsü Durum İndeksi (VCI) Aylık Bitki Örtüsü Durum İndeksi Sıcaklık Durumu İndeksi (TCI) Bitki Sağlığı İndeksi (VHI) Normalleştirilmiş Fark Sıcaklık İndeksi (NDTI) Sıcaklık-Bitki Örtüsü Kuruluğu İndeksi (TVDI)	Mahsul Su Stresi İndeksi (SWSI) Kuraklık Şiddet İndeksi (DSI) Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (NDWI) Keşif Kuraklık İndeksi (RDI)

Çalışmada kullanılan meteorolojik tabanlı kuraklık analizlerden; SPI, PNI, DI, CZI, MCZI, ZSI, RAI indeksleri ve uydu tabanlı kuraklık analizlerinden; NDVI, LST, VCI, TVI, VHI indeksleri aşağıda açıklanmaktadır.

3.7.2.1 Meteorolojik tabanlı kuraklık indeksleri

Meteorolojik kuraklıklar, haftalar, aylar ve yıllar boyunca etkisini gösterir ve genellikle yağış eksikliği ile ilişkilendirilirler. Yağışların normal değerlerinden saparak yağışların azalmasıyla oluşan yağış açıkları, insanlığın yaşamsal faaliyetlerini, su rezervleri ve ekonomi için yıkıcı sonuçlar yaratabilmektedir. Bu sebeple meteorolojik kuraklığın izlenmesi, yaşanan iklimsel değişimlerde kuraklık riskinin azaltılması adına oldukça önemlidir.

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (Standardized Precipitation Index - SPI): McKee ve ark. (1993) tarafından kuraklığın izlenmesi amacı ile yağış parametresini tek bir sayısal değere dönüştüren bir yöntem olarak geliştirilmiştir. Bu yöntem ile aylık yağış verileri kullanılarak dönemsel meteorolojik kuraklıkların belirlenmesinde etkili bir çözüm yolu olarak kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemde kullanılan yağış verilerinin olasılık dağılım fonksiyonu genelde normal dağılıma uymadığı için bu verilerin olasılık dağılım fonksiyonları Gamma olasılık dağılım fonksiyonlarına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm sonrası bu verilere ters standart normal dağılım fonksiyonu kullanılarak yağış verileri normal dağılımlı duruma getirilmektedir. Standart Yağış İndeksi (SPI), seçilmiş bir zaman dilimi içinde yağışın (X_i) ortalamadan (X_{iort}) olan farkının standart sapmaya (σ) bölünmesi ile aşağıdaki eşitlik 3.27'deki gibi elde edilmektedir. Bu şekilde ortalaması 0 ve varyansı 1 olan standartlaştırılmış bir yağış indeksi hesaplanmaktadır (McKee ve ark., 1993).

$$SPI = \frac{X_i - X_{iort}}{\sigma} \quad (3.27)$$

SPI hesaplamaları sadece yağış verilerine dayandığı için buharlaşma / potansiyel buharlaşma ısısı (ET / PET) oranları hesaplanamamaktadır. Bu nedenle sıcaklık birleşiminde katılması ile Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) oluşturulmuş ve buharlaşma / potansiyel buharlaşma ısısı (ET / PET) sorunu çözülmüştür (Vicente-Serrano ve ark., 2010). Günümüzde farklı dönemler (1, 3, 6, 9,

12 ve 24 aylık) için SPI hesaplamaları yapılarak kısa ve ya uzun vadede meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar için değerlendirmeler yapılmaktadır.

Genellikle kısa vadeli koşulların yansıtılması ve meteorolojik kuraklık tespiti için hesaplanan 1 aylık SPI, o yılın belli bir ayında kaydedilen 1 aylık yağış toplamı ile kaydedilen tüm yılların belirlenen ayındaki yağış toplamını karşılaştırmaktadır.

Kısa ve orta vadeli koşulların yansıtılması ve mevsimsel olarak yağış tahminini için hesaplanan 3 aylık SPI, belirli bir 3 aylık periyot üzerindeki yağış miktarı ile tarihsel kayıtlara dahil edilen tüm yıllar için aynı 3 aylık periyottan yağış toplamını karşılaştırmaktadır.

Genellikle tarımsal kuraklık tespiti için hesaplanan 6 aylık SPI, o dönemdeki yağış ile tarihsel kayıtlardaki hesaplamada kullanılan aynı 6 aylık dönemi karşılaştırmaktadır.

Daha uzun periyotları içeren tarımsal ve hidrolojik kuraklıkların tespiti için hesaplanan 9 aylık SPI, orta ölçekli bir süre boyunca mevsim içi yağış modellerinin bir göstergesidir.

Uzun vadeli yağış şekillerinin belirlenmesi, akarsu, rezervuar seviyeleri ve yeraltı suyu seviyelerinde gözlenen hidrolojik kurak dönemlerin belirlenmesi için hesaplanan 12 ve 24 aylık SPI, mevcut tüm veriler ile önceki 12 yıllık dönemde aynı ardışık ay boyunca kaydedilen yağış miktarını karşılaştırmaktadır (WMO, 2012).

Farklı dönemler (1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık) için elde edilen SPI değerlerine göre aşağıdaki Çizelge 3.12’de verilen değerler karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmakta ve kuraklığın türü belirlenebilmektedir.

Çizelge 3.12 SPI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi (McKee ve ark., 1993)

SPI değerleri	Kuraklık kategorisi
≥ 2	Çok şiddetli yağışlı
1.50 ~ 1.99	Çok yağışlı
1.00 ~ 1.49	Orta şiddetli yağışlı
0.99 ~ 0	Normal
0 ~ -0.99	Normale yakın kuraklık
-1.00 ~ -1.49	Orta şiddetli kuraklık
-1.50 ~ -1.99	Şiddetli kuraklık
$\leq - 2$	Çok şiddetli kuraklık

Normalin Yüzdesi İndeksi (Percent of Normal Index - PNI): PNI, temelde belirlenen zaman periyodunda yağış miktarının ortalamasına bölünmesiyle yüzdelik olarak elde edilen değerdir (eşitlik 3.28). PNI hesaplanırken 12 aylık ve daha az yağış periyodu kullanılabilir (Willeke ve ark.,1994)

$$PNI: \left(\frac{P_i}{P_i^{ort}} \right) * 100 \quad (3.28)$$

PNI: Normalin Yüzdesi İndeksi

P_i : Aktüel yağış miktarı

P_i^{ort} : Ortalama yağış miktarı

PNI yöntemine göre kuraklık kategorisi Çizelge 3.13'deki gibi sınıflandırılmaktadır.

Çizelge 3.13 PNI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi (Willeke ve ark.,1994)

Periyot	Normal ve üzeri (risk yok)	Hafif kurak (izlemeye başla)	Orta şiddette kurak (uyarı)	Şiddetli kurak (acil durum)
1	%75'den büyük	%65 – %75	%55 – %65	%55'den küçük
3	%75'den büyük	%65 – %75	%55 – %65	%55'den küçük
6	%80'den büyük	%70 – %80	%60 – %70	%60'dan küçük
9	%83,5'den büyük	%73,5 – %83,5	%63,5 – %73,5	%63,5'den küçük
12	%85'den büyük	%75 – %85	%65 – %75	%65'den küçük

Çizelge3.13'e göre PNI kuraklık indeksi sonuçları eşik değerinin altına düştüğü zaman periyodunda kuraklık yaşandığını göstermektedir. Eşik değerinin altına ilk düştüğü zaman periyodu, kurak dönem başlangıcı olarak kabul edilir. Eşik değerinin üstüne çıktığında ise kuraklığın sonlandığını gösterir. Örneğin 12 aylık bir zaman periyodunda PNI değeri %85 ve üzeri için kuraklık riski bulunmazken bu eşik değerinin altına düştüğü ilk anda kuraklık başladığı gözlemlenmektedir. Eşik değerini aştığı durumda ise kuraklık sonlandığı kabul edilir.

Ondalıklar Kuraklık İndeksi (Deciles Index- DI) : DI, aylık yağış oluşumlarını ondalık dilimlere ayırarak hesaplamalar gerçekleştirilir (Agwata,2014). Gibbs ve Maher (1967) tarafından geliştirilen Ondalıklar İndeksi olarak tanımlanan bu indeks türünde, "normalin yüzdesi" yaklaşımındaki bazı zayıflıklardan kaçınılmış ve oluşumların uzun vadeli yağış gözlem verisi üzerinden oluşturulan yağış dağılımını onda birlere bölünmesiyle kategorize edilerek hesaplama işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem gerçekleştirilirken yağış dağılımları en az yağış alan yağış miktarı ile en fazla

yağış alan yağış miktarına göre sıralanır. Daha sonra oluşturulan yağış dalıgımı 10 parça olacak şekilde %10'luk dilimlere ayrılır. Bu kategorilerin her biri ondalık dilim olarak adlandırılır ve ilk ondalık dilimi temsil eden %10 'luk yağış miktarını aşamayan en düşük yağış oranını ifade eder. İkinci ondalık dilim, yağış miktarının aşılammayan en düşük %20'lik bölümünü oluşturan yağış oranıdır. Bu şekilde ayrıştırılan ondalık dilimler onuncu ondalık dilimle belirlenen uzun vadeli kayıt içerisindeki en büyük yağış miktarına kadar devam eder. Tanımı gereği beşinci ondalık dilim medyandır ve ve kayıt dönemi boyunca meydana gelen yağışların % 50'sini aşmmayan yağış miktarı olarak ifade edilmektedir.

Ondalık dilimler beş sınıfta kategorize edilmektedir: 1-2 ondalık dilimi; normalin çok altında yağış olarak kategorize edilen en düşük %20'yi aşamayan yağış miktarıdır. 3-4 ondalık dilimi; normalin altında yağış olarak kategorize edilen diğer en düşük %20'yi aşamayan yağış miktarıdır. 5-6 ondalık dilimi; normal civarı yağış olarak kategorize edilen medyan değerlerin %20'yi aşamayan yağış miktarıdır. 7-8 ondalık dilimi; normalin üstünde yağış olarak kategorize edilen diğer en yüksek %20'lik kısmı oluşturan yağış miktarıdır. 9-10 ondalık dilimi; normalin çok üstünde yağış olarak kategorize edilen en yüksek %20'lik kısmı oluşturan yağış miktarıdır. Ondalık basamak yönteminin hesaplanması nispeten basittir ve Palmer Kuraklık Şiddeti gibi farklı kuraklık İndislerinden daha az veri ve daha az varsayım gerektirir (Smith ve diğerleri, 1993). Ondalıkların gruplandığı beş sınıf Çizelge 3.14'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.14 DI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi (Haied ve ark.,2017)

DI değerleri	Göstergesi	Kuraklık kategorisi
1-2: Normalin çok altında	En düşük %20	Aşırı kurak
3-4: Normalin altında	Diğer en düşük %20	Şiddetli kurak
5-6: Normale yakın	Orta %20	Orta kurak
7-8: Normalin üstünde	Diğer en yüksek %20	Kuru Devre Başlangıcı
9-10: Normalin çok üstünde	En yüksek %20	Kuraklık Yok

Çin-Z İndeksi (China-Z Index - CZI): CZI, yağış verilerinin Pearson Tip-III dağılımına uygun olduğu ve Wilson–Hilferty köp kök dönüşümüyle (Wilson–Hilferty cube-root Transformation) (Wilson ve Hilferty, 1931) ki-kare değişkenlerinin Z ölçeğinde ilişkili olduğu varsayılır ve şu şekilde hesaplanmaktadır (Kendall ve Stuart, 1977). 1995 yılından günümüze kadar Çin Ulusal İklim Merkezi (the National Climate Center of China-NCC) tarafından ülke çapında kuraklık durumunun belirlenmesinde

sıklıkla kullanılmaktadır (Wu ve ark., 2001). Kuraklık indeksine ait eşitlik şu şekilde hesaplanır (Morid ve ark., 2006):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.29)$$

$$C_{st} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n \cdot \sigma^3} \quad (3.30)$$

$$CZI = \frac{6}{C_{st}} \left(\frac{C_{st}}{2} ZScore_t + 1 \right)^{\frac{1}{3}} - \frac{6}{C_{st}} + \frac{C_{st}}{6} \quad (3.31)$$

C_{st} : herhangi t zaman ölçüğü (1, 3, 6, 9, 12 ve 24 ay) için çarpıklık katsayısı,

σ : standart sapma,

n: gözlem yapılan süredir

i: Zaman periyodu

\bar{x} : Yağış ortalaması

Kuraklık sınıflandırması Çizelge 3.15'de verilmektedir.

Çizelge 3.15 CZI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi

CZI değerleri	Kuraklık Kategorisi
≥ 2	Çok şiddetli yağışlı
1.50 ~ 1.99	Çok yağışlı
1.00 ~ 1.49	Orta şiddetli yağışlı
0.99 ~ 0	Normal
0 ~ -0.99	Normale yakın kuraklık
-1.00 ~ -1.49	Orta şiddetli kuraklık
-1.50 ~ -1.99	Şiddetli kuraklık
≤ -2	Çok şiddetli kuraklık

Değiştirilmiş Çin-Z İndeksi (Modified China-Z Index - MCZI): MCZI, CZI'nin modifiye edilmiş versiyonudur. CZI hesaplaması yaparken kullanılan ortalama yağış verisi yerine yağış medyan değeri kullanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmektedir. Burada MCZI değer hesaplaması CZI hesaplaması gibi yapılır fakat Eşitlik 3.29'dan farklı olarak \bar{x} : ortalama yağış değeri yerine x_m : Yağış medyan değeri konularak işlem gerçekleştirilir. Kuraklık sınıflandırma tablosu da CZI kuraklık sınıflandırma çizelgesi (Çizelge 3.14) ile benzer şekildedir.

Z-Skor İndeksi (Z-Score Index – ZSI): ZSI, özellikle istatistik biliminde “istatistiksel z-score, standart skor veya z skoru” isimlerinde kullanılır. Yöntem, kolay hesaplanması sebebiyle sıklıkla kullanılmaktadır.

ZSI hesaplamasında popülasyon ortalamasının ayrı bir yağış değerinden çıkarılması ve ardından çıkan farkın popülasyon standart sapmasına bölünmesiyle elde edilen boyutsuz bir ölçüdür (Doğan ve ark., 2012). ZSI hesaplamasında örneğin 1992 yılı Haziran ayındaki z-skor değeri hesaplanacak ise, Haziran ayı toplam yağış verisinin çalışmada belirtilen tüm yıllara ait haziran ayı toplam yağış ortalama değerinden çıkarılarak, aradaki bu fark değerinin veri setinde bulunan haziran ayı standart sapma değerine bölünmesi ile hesaplanmış olur. Bu işlem ile normalleştirme/standartlaştırma işlemi yapılmış olur. Z Skoru, bir yağış değerinin ortalamanın üstünde veya altında kaç standart sapma olduğunu gösterir. Bu, SPI ile aynı değildir, çünkü verilerin gamma veya Pearson Tip III dağılımına uyacak şekilde ayarlanmasını gerektirmez, bu da Z-Skorunun SPI kadar daha kısa kuru dönemleri temsil etmemesine neden olur.

Bu yöntem hesaplanırken kullanılan formül şu şekildedir:

$$Z = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (3.32)$$

Z: standartlaştırılmış değişken yağış standart skoru

x_i : aylık yağış değeri

\bar{x} : ortalama toplam yağış

σ : herhangi bir zaman ölçeğinde yağıştan standart sapma miktarıdır.

Yöntemin kuraklık sınıflandırması Çizelge 3.16’de verilmektedir.

Çizelge 3.16 ZSI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi

Z-skor değerleri	Kuraklık Kategorisi
≥ 0.25	Kuraklık Yok
$0.25 \sim -0.25$	Kuru Devre Başlangıcı
$-0.25 \sim -0.52$	Hafif kurak
$-0.52 \sim -0.84$	Orta kurak
$-0.84 \sim -1.25$	Şiddetli kurak
≤ -1.25	Aşırı kurak

Yağış Anomalisi İndeksi (the Rainfall Anomaly Index-RAI): Yağış verilerinden, incelenen alandaki kuru ve yağışlı yılların sıklığını ve yoğunluğunu analiz etmek için kullanılan RAI, Van Rooy (1965) tarafından geliştirilmiştir.

Pozitif ve negatif RAI endeksleri, belirlenen dönem için en yüksek on ekstrem ortalama yağış verisi kullanılmasıyla hesaplanır. \overline{M} , incelenen dönem için en yüksek on yağış kaydının ortalaması olsun. İncelenen yıl için pozitif RAI değeri (pozitif anomaliler için) Eşitlik 3.33 ile hesaplanmaktadır:

$$RAI = +3 \frac{P - \overline{P}}{\overline{M} - \overline{P}} \quad (3.33)$$

İncelenen dönem için en düşük on yağış kaydının ortalaması \overline{m} olsun. İncelenen yıl için negatif RAI (negatif anomaliler için) Eşitlik 3.34'deki gibidir:

$$RAI = -3 \frac{P - \overline{P}}{\overline{m} - \overline{P}} \quad (3.34)$$

P : Aktüel yağış

\overline{P} : Belirlenen zaman periyodu içerisinde tüm yağışların ortalaması

Van Rooy (1965) tarafından kullanılan indeksin sınıflandırması aşağıdaki gibidir (Çizelge 3.17).

Çizelge 3.17 RAI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi (Van Rooy, 1965)

RAI	Kuraklık kategorisi
≥ 3.00	Çok şiddetli yağışlı
2.00 - 2.99	Çok yağışlı
1.00 - 1.99	Orta şiddetli yağışlı
0.50 - 0.99	Normal
0.49 - -0.49	Normale yakın kuraklık
-0.50 - -0.99	Az şiddetli kuraklık
-1.00 - -1.99	Orta şiddetli kuraklık
-2.00 - -2.99	Şiddetli kuraklık
≤ -3.00	Çok şiddetli kuraklık

3.7.2.2 Uydu tabanlı kuraklık indeksleri

Geleneksel olarak kuraklık izleme tekniği, bölgesel ölçüm istasyonlarından elde edilen meteorolojik ve hidrolojik ölçümlere dayanmaktaydı. İstasyonlardan elde edilen ölçüm verileri yüksek derecede doğru olsa da seyrek gözlem ağları, ölçek uyumsuzlukları, verilerde sürekli ölçüm değerlerine ulaşamama, eski yıllara ait verilerde yaşanan gözlem eksiklikleri ve küçük çaplı bölgesel alanlar için geçerlilik sağlamaları sebebiyle uzun süreli (sürekli) kuraklık izleme çalışmaları için çok uygun

olmamaktadır. Bu sebeple uydular kullanılarak uzaktan algılama, konuma özgü kuraklık izleme işlemi bu dezavantajları minimize etmede uygun bir seçenek olacaktır. Uydu tabanlı kuraklık indeksleri sıklıkla bitki örtüsü, arazi, toprak ve yüzey sularının mevcut durumu hakkında bilgi almak için kullanılır. Elektromanyetik spektrumda bulunan farklı dalga boyları kullanılarak burada bulunan yansıma değerlerine çalışma konusuna göre değişen çeşitli matematiksel formüller uygulanarak her bir piksel için tek bir değer elde edilerek hesaplamalar yapılmaktadır. Örneğin bitki durumu analiz edilirken elde edilen değerler ne kadar yüksek ise bitki yoğunluğunun fazlalığını, ne kadar düşük ise bitki durumunun seyrek olduğunu ifade etmektedir.

Arazi Yüzey Sıcaklığı (Land Surface Temperature - LST): Arazi Yüzey Sıcaklığı, hem küresel hem de bölgesel çalışma alanlarında yüzey enerjisi ve su dengesinin fiziksel süreçlerindeki en önemli parametrelerden biri olduğu belirlenmiştir (Brunsell ve Gillies, 2003; Solanky ve ark., 2018). LST, iklim değişikliğinde, kuraklık durum tespitinde önemli rol oynar ve hidrolojik, meteorolojik, tarımsal ve iklimsel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. LST, hem küresel hem de bölgesel çalışma alanlarında yüzey sıcaklığındaki değişimin gözlemlenmesi için önemlidir. LST, bitki örtüsü izleme ve su rezervlerindeki arazi yüzey sıcaklık değerlerindeki artışın tespitinde, iklimsel çalışmalarda artan sera gazları ile arazi yüzey sıcaklığındaki ilişkinin incelenmesinde kullanılmaktadır. Bunun dışında evatranspirasyon, hidrolojik döngü, tarımsal alanların su ihtiyaçlarının tespiti, çevre çalışmaları gibi bir çok uygulama alanında temel öneme sahiptir ve yaygın olarak kullanılmaktadır (Bastiaanssen ve ark., 1998; Hansen ve ark., 2010; Weng, 2009).

Gelişmiş çok yüksek çözünürlüklü radyometre (AVHRR), orta çözünürlüklü görüntüleme spektrometresi (MODIS), Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM +, Landsat-8 TIRS gibi farklı sensörler kullanılarak global termal (ısı) veriler elde edilebilmektedir. LST, bu sensörlerin termal bantları kullanılarak ölçülen en önemli değişkenlerden biridir. TIR sensörleri atmosfer üstü parlaklıkların ölçülmesi olarak bilinen elektromanyetik radyasyonu alır. TIR verileri ışınım aktarım denklemleri aracılığıyla doğrudan LST ye bağlanır. LST Uzaktan algılanan ham TIR verilerinden yüksek doğrulukla LST elde edilmesi zordur, çünkü sensörler aracılığıyla ölçülen ışınım yalnızca yüzey parametlerine (emisyon,sıcaklık) değil aynı zamanda atmosferik etkilere de bağlıdır. Bu sebeple, radyometrik kalibrasyon ve bulutluluk oranının yanı sıra atmosferik düzeltme de gereklidir (Vidal, 1991).

Landsat TIR ısı sıcaklık verilerini alır ve bu bilgileri 0 ile 255 arasında bir DN olarak saklar. LST değerlerinin hesaplanmasında kullanılan ilk adım radyometrik düzeltme işlemidir. Burada amaç uydu verisinden elde edilen DN değerlerini spektral radyans değerlerine dönüştürmektir. Bu işlem için kullanılan eşitlik (3.35) şu şekildedir:

$$L\lambda = \left[\frac{L_{MAX\lambda} - L_{MIN\lambda}}{QCAL_{MAX} - QCAL_{MIN}} \right] * [QCAL - QCAL_{MIN}] + L_{MIN} \quad (3.35)$$

$L\lambda$: Sensördeki spektral radyans ($W/m^2sr \mu m$),

$L_{MAX\lambda}$: $QCAL_{MAX}$ 'a göre ölçeklendirilen spektral radyans,

$L_{MIN\lambda}$: $QCAL_{MIN}$ 'e göre ölçeklendirilen spektral radyans,

$QCAL$: Parlaklık değerleri,

$QCAL_{MAX}$: Maksimum parlaklık değeri,

$QCAL_{MIN}$: Minimum parlaklık değeri ifade eder.

Bu matematiksel model uygulanarak elde edilen spektral radyans değerlerini gerçek LST değerlerine dönüştürmek için aşağıdaki eşitlikten yararlanılır (3.36):

$$Tb = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda} + 1\right)} \quad (3.36)$$

K_1 = Kalibrasyon sabiti, K_2 = Kalibrasyon sabiti, Tb = Yüzey Sıcaklığı

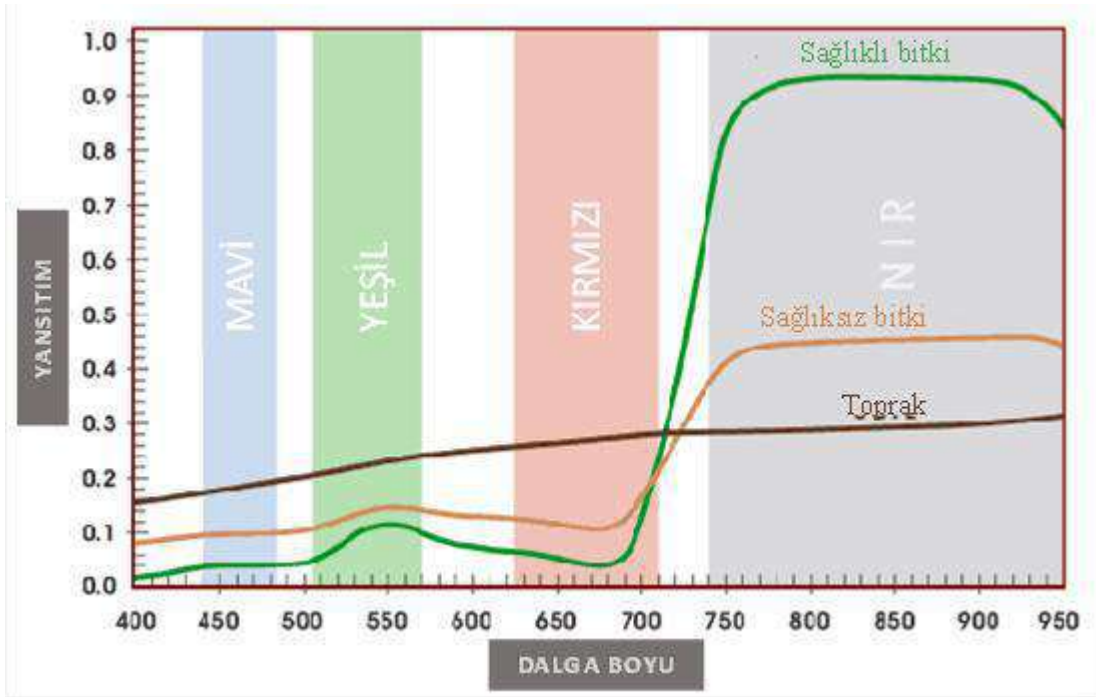
Son olarak elde edilen yüzey sıcaklığı dereceye dönüştürülerek LST değerleri elde edilir (Eşitlik 3.37).

$$LST = Tb - 273 \text{ (Kelvin - Derece dönüşümü)} \quad (3.37)$$

Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü indeksi (Normalized Differential Vegetation Index – NDVI): Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), Tucker (1979) tarafından geliştirilen, elektromanyetik spektrumda bulunan görünür bantlardan kırmızı (R) ve yakın kızıl ötesi (NIR) bölgedeki yansıtma farklarını kullanarak bitki örtüsü yoğunluğu hakkında bize bilgi veren indeks türüdür.

Sağlıklı bitki örtüsü deseni yakın kızılötesi bölgedeki ışığın büyük bir bölümünü yansıtırken görünür bölgedeki ışığı soğurmaktadır, benzer şekilde sağlıklı bitki örtüsü

deseninde ise yakın kızılötesi ışınları daha az yansıtırken görünür ışığı daha fazla yansıtmaktadır (Şekil 3.23). Bu yansıtım miktarı görünür bölgede bitki yapraklarında bulunan pigmentlere ve yakın kızıl ötesi bölgede bulunan hücre yapısına göre değişiklik göstermektedir (Molavizadeh ve ark, 2016).



Şekil 3.23 Sağlıkli ve sağıksız bitki örtüsü arasındaki yansıtım farkı (UUCE, 2010).

NDVI değeri hesaplanırken kullanılan matematiksel formül eşitlik 3.38'deki gibidir (Rouse ve ark.,1974):

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (3.38)$$

Çalışmada kullanılan eşitlik, Landsat 5-7 için kullanılan bandlar için; NDVI = (Band 4 - Band 3) / (Band 4 + Band 3), Landsat 8 için kullanılan bandlar için ise; NDVI = (Band 5 - Band 4) / (Band 5 + Band 4) şeklindedir.

NDVI analizi sonucu bulunan değerler (-1) ila (+1) değerleri arasında değişiklik gösterir. Yeşil bitki yoğunluğu arttıkça sonuç değeri (+1)'e yaklaşırken bitki yoğunluğu seyrekleştikçe bu değeri (-1)'e yaklaşır.

Bitkiörtüsü Durum İndeksi (Vegetation Condition Index - VCI): NDVI sağlıklı ve sağlıklı bitkileri başarılı bir şekilde tanımlamış olsa da, belirli bir alandaki bitki örtüsü seviyelerindeki ve iklim, toprak ve bitki örtüsü gibi çevresel kaynaklardaki değişiklikler nedeniyle genellikle yorumlama sorunları ortaya çıkmaktadır. Örneğin, NDVI, kaynak açısından zengin bir alan için tek bir mahsul ile bol olmayan bir alan arasında güçlü bir şekilde ayırt edilebilir. Bu nedenle, NDVI'daki iki bileşeni ekolojik ve iklimsel olarak tanımlamak mümkündür ve yoğun veya yüksek bitki örtüsü bölgesi için iki bileşen arasındaki farklılıkları gözlemlemek zordur. Tek başına NDVI değeri, mahsullerin iklim bileşenini tanımlamayı zorlaştırır ve araştırmacılar, mahsuller üzerindeki hava etkisini kolayca belirlemek için VCI indeksini tasarlamıştır (Kogan, 1990). VCI, belirli bir ekosistemde bulunan bitki örtüsü yoğunluğunu uzun zaman dilimleri içerisindeki minimum ve maksimum NDVI değerlerinin fonksiyonudur.

VCI, eşitlik 3.39 kullanılarak hesaplanabilir:

$$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad (3.39)$$

Burada VCI değeri, [0-1] ya da [0-100] arasında değer alır ve bu değerler en seyrekten en yoğun bitki örtüsü durumunu belirlemektedir.

Sıcaklık Durum Endeksi (Temperature Condition Index -TCI): TCI, bitki örtüsünün sıcaklık değişiminden kaynaklanan stresini belirlemek için çeşitli araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılan uzun vadeli sıcaklık verileri kullanılarak hesaplanır (Nicholson, 1994). TCI değerlerinin hesaplanması, sıcaklıktaki artışın vejetasyon gelişimini etkileyeceği düşünülerek, eşitlik (3.40) ile VCI'ye ters olarak gerçekleştirilir.

Böyle bir hesaplamada hem TCI hem de VCI endekslerinin değerleri aynı ölçek ve boyutlardadır ve değerlerindeki artış mahsul için uygun bir durumu işaret etmektedir.

$$TCI = \frac{T_{max} - T}{T_{max} - T_{min}} \quad (3.40)$$

Herhangi bir zamandaki sıcaklık koşulları, dikkate alınan sürenin maksimum ve minimum sıcaklıkları kullanılarak hesaplanır. Düşük TCI değerleri mahsul için olumsuz koşulları, yüksek değerler ise uygun koşulları gösterir. Mahsul söz konusu olduğunda, sıcaklık en çok mahsulün erken aşamalarında etkilenir, ancak sıcaklıktaki kademeli bir artış kuraklığı gösterir (Alahacoon ve ark., 2021).

Bitki Sağlık İndeksi (Vegetation Health Index -VHI): Son otuz yıldır birçok araştırmacı, tarımsal kuraklıkları, sürelerini ve küresel olarak farklı coğrafi bölgelerin etkisini belirlemek için VHI endeksini kullanmıştır (Kogan, 1990; Alahacoon, 2021). VCI ve TCI'yi aşağıdaki eşitlik (3.41) ile birleştiren VHI göstergesi, mahsulün sağlık durumunu belirlemek için tasarlanmıştır. VCI ve TCI endekslerinin ters bir ilişkisi vardır, burada VCI değeri ne kadar yüksekse TCI değeri o kadar düşüktür.

$$VHI = \alpha * VCI + (1 - \alpha)TCI \quad (3.41)$$

Burada α : Hem VCI hem de TCI için katkıda bulunan faktörüdür. Çoğu çalışmada, VHI kuraklık indeksi değeri 0,5'te tutularak hesaplanır ve VHI değeri 0 ile 100 aralığında dağıtılır. Düşük VHI değerleri kuraklığın göstergesidir, yüksek değerler ise yoğun bitki örtüsünü gösterir.

VHI denkleminin sonuçları, Çizelge 3.18'de gösterildiği gibi kuraklık, “kuraklık yok, kuru devre başlangıcı, orta, şiddetli ve aşırı kuraklık” olmak üzere 5 kuraklık düzeyinde sınıflandırılır (Zuhro ve ark., 2020).

Çizelge 3.18 VHI değerlerine göre oluşturulan kuraklık kategorisi

VHI	Kuraklık kategorisi
0-10	Aşırı kurak
10-20	Şiddetli kurak
20-30	Orta kurak
30-40	Kuru Devre Başlangıcı
>40	Kuraklık Yok

3.8 Trend Analiz Yöntemleri

Bu bölümde, BKAH'na ait farklı yıl aralıklarında Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağlı değişimlerini belirlemek için kullanılan trend analiz yöntemlerinden bahsedilecektir. Uygulamada kullanılacak verilerin türlerine göre gerçekleştirilecek analizler için parametrik analiz yöntemleri (Varyans analizi, T-Testi, Pearson korelasyonu vb.) veya parametrik olmayan analiz yöntemleri (Ki-Kare testleri, Kruskall Wallis varyans analizi, Spearman korelasyonu vb.) kullanılmaktadır. Bunun için analiz yapılacak verilerin özellikleri belirlenerek uygun analiz türünün seçilmesi gerekmektedir. Veriler parametrik veya parametrik olmayan hangi özellikte olursa olsun mutlaka tesadüfi olarak seçilmelidir. Örneklem büyüklüğü (büyüklüğün 30'dan az veya fazla olması

durumu) analiz yöntemini seçmek için önemlidir. Veri seti 30'dan büyük ise normal dağılıma sahip olup olmadığı ve verilerin homojen dağılıp dağılmadığı incelenmelidir. Analiz yapılacak veri bu şartlarının tamamını sağlıyorsa parametrik analiz yöntemleri herhangi birini sağlamıyorsa parametrik olmayan analiz yöntemleri kullanılması gerekmektedir.

Belirli bir zaman periyodu içerisinde elde edilen gözlem serisi parametrelerinin (yağış, sıcaklık, nem vb.), uzun bir zaman periyodu içerisindeki artma veya azalma olarak gösterdiği eğilimleri bu serilerin trendini oluşturmaktadır. Trend analizleri, kuraklık durum analiz sürecinin önemli yapıtaşlarından birini oluşturmaktadır. Trend analizleri ile mevcut trendin yönünü belirlenerek geleceğe dair öngörülerin oluşturulması mümkün olabilmektedir. Gözlem serisi olarak kullanılan yağış, sıcaklık, nem gibi parametrelerin gösterdiği sürekli artma veya azalma eğilimlerinin tespitinde çeşitli teknik istatistiksel analiz yöntemleri kullanılır.

Trend analizleri parametrik ve nonparametrik (parametrik olmayan) olmak üzere iki çeşittir. Meteorolojik istasyonlardan elde edilen veriler kullanılarak yapılan değerlendirmelerde, oluşturulan zaman serilerinde doğrusallık, normalite, bağımsızlık, belirli bir dağılıma uyma gibi birçok koşulun sağlanmasına ihtiyaç duymaması sebebiyle nonparametrik yöntemler sıklıkla tercih edilmektedir (Partal ve Kahya, 2006). Ayrıca meteorolojik verilerin analizinde, gözlem serilerindeki çarpıklık, kesikli, süreksiz ve düzensizliği gibi veri kısıtından dolayı nonparametrik yöntemlerin kullanılması daha doğru bir yaklaşım olmaktadır (Büyükyıldız ve Berktaş, 2004).

Bu bölümde, tez kapsamında uygulamada meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı trendlerin belirlenmesinde kullanılan parametrik olmayan Mann Kendall, Sen's Slope, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi ve yenilikçi yöntem olan İnovatif-Şen Trend Belirleme yöntemleri detaylı açıklanacaktır. Ayrıca trend analizi öncesi, analizde kullanacak zaman serilerinde eksik verilerin giderilmesi, verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığının belirlenmesi (Kolmogorov Smirnov testi, Shapiro-Wilks testi), verilerin homojen dağılıp dağılmadığının incelenmesi (Run (Swed-Eisenhart) testi), farklı istasyonlardan aynı türden elde edilen veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının tespiti (Mann-Whitney U testi) ve veriler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddetini gösteren korelasyon analizi (Spearman's Rho) gibi yöntemlerinden de kısaca bahsedilecektir.

3.8.1 Eksik verilerin giderilmesi işlemi

Trendleri belirlerken analizde kullanılacak veri setinin en az 30 yıllık kesintisiz olması yani veri setlerinde eksik gözlemlerin olmaması gerekmektedir. Veri setlerinde gözlemlenen eksik verilerin giderilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında eksik verilerin giderilmesinde Türkeş ve ark. (2002a) ve Yılmaz (2018)'in çalışmalarında belirtildiği gibi basit bir yaklaşım kullanılmıştır.

Bu yaklaşımda, zaman serilerinde sadece bir ay için eksik veri olması durumunda gözlemlenen bu eksik veri kendisinden önce ve sonra gelen yılların aynı aya ait verilerin ortalamasının alınması ile belirlenmektedir. Eğer zaman serisinde üst üste iki ayın verilerinde eksiklik bulunması durumunda ise ilk sırada yer alan eksik ayın verisi, kendinden önce gelen iki yılın aylık ortalama değerinin belirlenmesi ile ikinci sırada bulunan ayın eksik verisi ise kendinden sonra gelen iki yılın aylık ortalamasının alınması ile tamamlanmaktadır. Tez kapsamında kullanılan meteorolojik ve hidrolojik verilere ait eksik veriler, bu yaklaşımla giderilmiştir.

3.8.2 Normal dağılım

Zaman serisini oluşturan verilerin normal dağılımlı olup olmadıkları belirlemek için yapılan araştırmalarda genellikle Kolmogorov Smirnov ile Shapiro-Wilks testleri kullanılmaktadır. Shapiro-Wilk testi veri sayısının az ya da çok olduğu bütün durumlarda öncelikli olarak tercih edilmektedir. Veri sayısının az olduğu durumlarda Kolmogorov Smirnov testine göre daha güçlü bir testtir. Çalışmalarda veri sayısının 30'dan büyük olması durumunda Kolmogorov Smirnov testi ile veri sayısının 30'dan küçük olması durumunda ise Shapiro-Wilks testi kullanılması önerilmektedir. Bu testlerde verilerin normal dağılımlı olup olmadıkları test sonucu elde edilen Sig. (anlamlılık) satırındaki değerlerin sınır değeri kabul edilen 0,05 ile karşılaştırılması ile belirlenmektedir. Bu p değerinin 0.05'den büyük olması analiz edilen verilerin normal dağılımlı olduğunu aksine durum ise normal dağılımlı olmadıklarını göstermektedir.

3.8.3 Homojenlik testi

Trend, zamana bağlı olarak bir rastgele değişkenin değerlerinde artma veya azalma şeklinde meydana gelen bir değişimin olması sonucu ortaya çıkmaktadır. Trendleri belirlemek için herhangi bir veri setinde istatistik analiz yapılabilmesi için

gözlenen verilerin meydana gelme ihtimallerinin aynı ve birbirinden bağımsız olması, gözlenen değişkenin benzer şartlarda gözlem yapılması yani homojen olması gerekir. Genellikle bu veri setleri, gözlem yöntemi, hidrolojik ve meteorolojik olaylar, insan faktörü vb. gibi birçok olaydan etkilendiği için rastgele olma özelliklerini kaybederek homojenlikleri bozulmaktadır. Bu yüzden homojen olamayan ve rasgele değişken özelliği göstermeyen veri setlerinde trendleri belirlemek için yeterli istatistiksel sonuçlar elde edilememektedir.

Bu çalışmada trendleri belirlemek için kullanılan verilerin aynı toplumdaki geldiği ve birbirinden bağımsız olup olmadığını belirlemek için homojenlik testi olarak Run (Swed-Eisenhart) testi kullanılmıştır (Toros, 1993). Zaman serisi veriler belirli bir seviyeden kesilerek (bu seviye ortalama değer, medyan veya mod alınabilir) serideki her bir değer bu seviyenin altında veya üstünde olması durumları tespit edilir. Bu seviye değerin altında veya üstünde seyreden verilerden birinden diğerine geçiş sayıları toplamına Run sayısı denir. Veri sayısı N , Run sayısı r , orta seviye altında olanlar sayısı N_a , üstte olan değerler sayısı N_u olmak üzere test sonucu Z , aşağıdaki eşitlik 3.42 ile hesaplanmaktadır.

$$Z = \frac{r - \frac{2 \cdot N_a \cdot N_u}{N_a + N_u} + 1}{\sqrt{\frac{2 \cdot N_a \cdot N_u \cdot (2 \cdot N_a \cdot N_u - N)}{N^2 \cdot (N - 1)}}} \quad (3.42)$$

3.8.4 Mann-Whitney U testi

Birbiriyle ilişkili olmayan iki örnekleme ait verilerin birbirinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediğini belirlemede parametrik olmayan Mann-Whitney U testinden yararlanılır. Bu testin uygulanabilmesi için bağımlı değişkenin en az sıralama ölçeğinde ve gözlem sonuçlarının birbirinden bağımsız olması gereklidir. Analizin değerlendirilmesinde iki gruba ait değerlerin sıra sayıları toplamı esas alınır (Büyüköztürk, 2016). Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarındaki veriler arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları belirlemek için parametrik olmayan Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

3.8.5 Korelasyon analizi

Korelasyon katsayısı, iki değişkenin arasındaki lineer ilişkinin yönünü ve miktarını ölçen -1 ile +1 arasında değerler alan bir parametredir. Korelasyon katsayısı

olan r 'nin değeri -1 ile +1 arasında değişimi, x ve y değişkenleri arasındaki ilişki sonucunda oluşur. Katsayı değeri sifıra yaklaştıkça bağımlılık çok az veya yok kabul edilebilir. r 'nin mutlak değeri 1'e yaklaştıkça iki değişkenin arasındaki bağımlılığın çok fazla olduğu kabul edilir. r 'nin 0 ile +1 arasında (+) pozitif yönde bir ilişki olduğu kabul edilir. Bu değer 0 ile -1 arasında (-) negatif yönde bir ilişki olduğu kabul edilir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24 Korelasyonun şiddeti ve yönü

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilere Spearman's Rho korelasyon testi uygulanarak istasyonlar bazında sıcaklık, nem, yağış, güneşlenme süresi, yeraltı su seviyesi gibi değişkenler arasında ilişki olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.8.6 Mann-Kendall (MK) testi

Zaman serilerinde monoton artan veya azalan trendin varlığı, parametrik olmayan Mann-Kendall testi ile analiz edilmektedir. Mann-Kendall testi, bir zaman serisinin x_i veri değerlerinin modele uyduğu yani eğilimin tekdüze olduğu varsayılabilen ve dolayısıyla verilerde mevsimsel veya başka bir döngünün bulunmadığı durumlar için uygulanmaktadır.

$$x_i = f(ti) + \varepsilon \quad (3.43)$$

Yukarıdaki (3.43) eşitlikte $f(ti)$, zamanın sürekli monoton artan veya azalan fonksiyonudur. ε , artıkların sıfır ortalama ile aynı dağılımdan olduğu ve dağılımın varyansının zaman içinde sabit olduğu varsayılır. x_i gözlemlerin rastgele sıralandığı bir zaman serisinde artan veya azalan bir monoton trendin olup olmadığı belirlemek için hipotez testleri kurulur. Burada trendin olmadığı H_0 : trendin olmadığını gösteren sıfır

hipotezi ile ona alternatif olarak trendin olduğunu gösteren H1: alternatif hipotezi kullanılır.

Mann-Kendall istatistiksel testinin hesaplanmasında, 10'dan az veri noktasına sahip zaman serileri için S istatistiği, 10 veya daha fazla veri noktasına sahip zaman serileri için normal yaklaşım (Z) istatistiği kullanılmaktadır (Gilbert, 1987).

10'dan küçük veri değerlerinin sayısı: Mann- Kendall testinde trendin olup olmadığı, incelenen zaman serisindeki yıllık değerlerin sayısı n ile gösterilir. 10'dan küçük veri sayının (n) olduğu zaman serisinde Mann-Kendall testindeki S istatistiği aşağıdaki (3.44) eşitliği ile hesaplanır.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (3.44)$$

Burada x_j ve x_k , j ve k yıllarındaki yıllık değerlerdir, $j > k$, sırasıyla (3.45) ve

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{if } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{if } x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (3.45)$$

Kendall korelasyon katsayısı τ ise aşağıdaki eşitlik (3.46) ile hesaplanır.

$$\tau = S/[n(n - 1)/2] \quad (3.46)$$

Burada n: veri sayısı olmak üzere, S istatistiğinin mutlak değeri, eğer veri sayısı $n=9$ veya daha az ise doğrudan Mann ve Kendall tarafından türetilen S'nin teorik dağılımıyla karşılaştırılır. Genellikle dört farklı anlamlılık düzeyi (α : 0.1, 0.05, 0.01 ve 0.001) için belirli bir olasılık düzeyinde iki yanlı test kullanılarak karşılaştırma yapılmaktadır. S'nin mutlak değeri belirtilen bir $S\alpha / 2$ değerine eşit veya bu değeri aşarsa H0, H1 lehine reddedilir yani trend vardır sonucuna varılır (Gilbert, 1987). Bulunan S'nin pozitif bir değeri, yukarı doğru artan yönde bir trendin olduğunu, S'nin negatif bir değerinin ise aşağı doğru azalan yönde bir trendin olduğunu göstermektedir.

10'dan büyük veri değerlerinin sayısı: Mann-Kendall testinde veri sayısı (n) en az 10 ise, normal yaklaşım (Z) testi kullanılır. Zaman serisinde birden fazla eşit değerler varsa, veri değerlerinin sayısı 10'a yakın olduğunda normal yaklaşımın

geçerliliğini azaltabilir. Bu durumda S'nin varyansı $VAR(S)$, aşağıdaki (3.47) eşitlikle hesaplanır:

$$VAR(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5)] \quad (3.47)$$

Burada q: eşit değerlere sahip grupların (p) sayısıdır ve t_p : p^{th} grubundaki veri değerlerinin sayısıdır. Normal yaklaşım (Z) istatistiği değeri, yukarıda verilen S ve $VAR(S)$ değerlerine aşağıdaki (3.48) eşitliğine göre hesaplanır:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (3.48)$$

İstatistiksel olarak bir zaman serisinde trendin olup olmadığının belirlenmesi, Z istatistiği değerine bakılarak değerlendirilir. Yukarı veya aşağı doğru monoton bir trendi test etmek için, standart normal kümülatif dağılım tablolarından α anlamlılık düzeyinde (0,001, 0,01, 0,05 ve 0,1'e göre) belirlenen $Z_{1-\alpha} / 2$ değeri ile Z'nin mutlak değeri karşılaştırılmaktadır. Z'nin mutlak değeri $Z_{1-\alpha} / 2$ 'den büyük veya eşitse trendin olduğu sonucuna varılmaktadır. Bulunan Z'nin pozitif bir değeri, yukarı doğru artan yönde bir trendin olduğunu, Z'nin negatif bir değerinin ise aşağı doğru azalan yönde bir trendin olduğunu göstermektedir.

3.8.7 Serisel korelasyon (içsel bağımlılık)

Bir zaman serisindeki rastgele değişkenin aldığı değerlerin zaman içinde belli aralıklarla izlenmesi ve içsel bağımlılığın (serisel korelasyon) olup olmadığını incelenmesi gerekir. Bu değerlerden hesaplanarak elde edilen otokorelasyon katsayıları farklı zaman değerlerindeki gözlem değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren katsayılardır. Bu katsayılar, bir serinin komşu değerleri ile arasındaki bağımlılığın derecesini ortaya koymaktadır (Akgül, 2003). Zaman serilerindeki iç bağımlılık otokorelasyon katsayıları ile ölçülebilmektedir.

Parametrik olmayan bir yöntem olan Mann-Kendall testi ile zaman serilerinin analizinde serisel korelasyon dikkate alınmalıdır. Zaman serilerinde belirli bir (α) anlamlılık düzeyinde pozitif bir serisel korelasyon varsa Mann-Kendall testi sonucu bulunan trendler gerçekte olması gerekenden daha farklı bulunacaktır (Özener,2019).

Bu çalışmada serisel korelasyonu gidermek için meteorolojik verilere Mann-Kendall testi öncesi Ön Arındırma (Pre-Whitening) Yöntemi uygulanmalıdır. Trend-Free Prewhitening (TFPW) yöntemi, Yue ve Wang (2002), Yue ve ark. (2003) tarafından lineer trend bileşeni ve AR(1) (Autoregressive Process) bileşeni arasındaki ters etkileşiminin üstesinden gelmek için ortaya çıkarılmıştır.

Ön Arındırma (Pre-Whitening) Yöntemi zaman serilerinde serisel korelasyonun, Mann-Kendall testi ile ilişkisi nedeniyle içsel bağımlılığın giderilmesi amacı ile aşağıdaki adımlar uygulanmaktadır (Beşel ve Kayıkçı, 2019).

1. ADIM: Gözlenen serilerin serisel korelasyonu test etmek amacıyla otokorelasyon katsayıları hesaplanarak belli bir % 5 anlamlılık düzeyinde serisel korelasyonun olup olmadığı tespit edilmektedir. Bu içsel bağımlılık otokorelasyon katsayıları ile ölçülebilir. Bu otokorelasyon katsayıları aşağıdaki eşitlik (3.49)'de gibi hesaplanır.

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{n-k} (x_i - \bar{x})^2}, k=1,2,\dots \quad (3.49)$$

Burada; x_i , zaman serisi verileri, n ise veri sayısı, k ise aralığı gösterir. r_k , $0 \leq r_k \leq 1$ arasında değerler almaktadır. "0" zaman serisinin bağımsız olduğu, "1" ise zaman serisinde otokorelasyon olduğu anlamına gelmektedir.

2. ADIM: Otokorelasyon katsayısı, Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından önerilen %95 anlamlılık seviyesinde yapılan tek yönlü hipotez testi ile test edilmektedir (Olofintoye ve ark., 2012; Beşel ve Kayıkçı, 2019).

$$\frac{-1-1.645\sqrt{N-k-1}}{N-k} \leq r_k \leq \frac{-1+1.645\sqrt{N-k-1}}{N-k} \quad (3.50)$$

3. ADIM: Trendi modellemek için regresyon modeli oluşturulur. Burada; y , zamana bağlı değişimi ifade eden veriler, x , bağımsız değişken, a_1 , eğim, a_0 , kesişim sabitini ifade etmektedir.

$$y = a_0 + a_1x \quad (3.51)$$

Burada a_1 , x trend bileşenidir ve;

$$y'_i = y_i - a_1x_i \quad (3.52)$$

olarak seriden çıkarılır.

4.ADIM: Trendden arındırılmış seri y'_i için lag 1 oto korelasyon katsayısı hesaplanır. Trendden arındırılmış seriden serisel korelasyonun etkisi aşağıdaki eşitlik 3.53 ile giderilmektedir.

$$y''_i = y'_i - r_1 * y'_{i-1} \quad (3.53)$$

5.ADIM: Elde edilen seriye trend tekrar eklenerek serisel korelasyondan arındırılmış yeni bir seri, aşağıdaki eşitlik 3.54 ile elde edilmektedir. Mann-Kendall testi elde edilmiş olan y''_i serisine tekrar uygulanır. TFPW yöntemi, yapılan trend analizinin istatistiksel öneminin daha iyi tahmin edilmesini sağlamaktadır (Adib ve ark., 2017; Wang ve ark., 2015).

$$y'''_i = y''_i + a_1 x_i \quad (3.54)$$

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilere Mann-Kendall testi öncesi serisel korelasyonu gidermek için Ön Arındırma (Pre-Whitening) yapılmıştır. Bu uygulaması sonrası içsel bağımlılığı giderilmiş verilere Mann-Kendall testi uygulanmıştır.

3.8.8 Sen's Slope yöntemi

Zaman serilerinde doğrusal olmayan bir trendin gerçek eğimini tahmin etmek için (yıllık değişim olarak), parametrik olmayan Sen's Slope yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemin en önemli özelliklerinden biri, tek veri hatalarından veya uyuşumsuz ölçü değerlerden büyük ölçüde etkilenmemesidir (Gilbert, 1987). Sen's Slope yöntemi, trendin doğrusal olduğunun varsayılabildiği durumlarda kullanılabilir. Aşağıdaki 3.55 eşitliğinde belirtilen $f(t)$ değerinin, Mann-Kendall bölümünde açıklanan (3.43) eşitliğindeki $f(ti)$ değerine eşit olduğu anlaşılmaktadır. Burada Q: eğimdir ve B: bir sabittir.

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \quad (3.55)$$

Zaman serisindeki x_j sayısını gösteren n değeri göre, zaman serisinde eğim tahmini gösteren Q_i değerinden $N = n(n-1) / 2$ sayısı kadar formülü ile elde ederiz. Sen's slope yönteminde trendin eğim tahmin edicisi, N sayıdaki Q_i değerlerinin medyanıdır. Bu değeri hesaplayabilmek için Q_i değerleri, en küçüğünden en büyüğüne

doğru sıralanır. N sayısının tek veya çift oluşuna göre Sen's Slope yönteminin tahmincisi aşağıdaki eşitlik (3.56) ile hesaplanır.

$$Q = Q_{\lfloor \frac{N+1}{2} \rfloor}, \text{ if } N \text{ is odd}$$

$$Q = \frac{1}{2} (Q_{\lfloor \frac{N}{2} \rfloor} + Q_{\lfloor \frac{N+2}{2} \rfloor}), \text{ if } N \text{ is even} \quad (3.56)$$

Burada bulunan Q_i : N sayıdaki değerlerin medyanı ve Q'nın büyüklüğü ve işareti (+/-), zaman serilerindeki var olan bir trendin büyüklüğü ve yönünü işaret eder. Yani Q değerinin işareti negatif ise azalan yönde değeri ise ne kadar büyüksse daha fazla trendin olduğu anlamını taşımaktadır.

Zaman serisindeki eğim tahmininin belirlenmesinde iki taraflı bir güven aralığı, normal dağılıma dayalı parametrik olmayan teknikle genellikle $\alpha = 0.01$ ve $\alpha = 0.05$ gibi iki farklı güven düzeyinde aşağıdaki eşitlik (3.57) ile hesaplanmaktadır. Yalnız bu yöntem n sayısı 10' dan küçük zaman serileri için geçerli değildir.

$$C_\alpha = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{VAR(S)} \quad (3.57)$$

Burada $VAR(S)$ yukarıdaki eşitlik 3.58'te tanımlanmıştır. $Z_{1-\alpha} / 2$ ise % 99 ve % 95 güven aralıklarında standart normal dağılımdan elde edilir. Daha sonra farklı güven aralıklarına göre aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$M1 = (N - C\alpha) / 2 \text{ ve } M2 = (N + C\alpha) / 2 \quad (3.58)$$

Güven aralığının alt ve üst sınırları olan Q_{\min} ve Q_{\max} , Sen's Slope yönteminde hesaplan N sayıdaki Q_i değerlerinin küçükten büyüğe sıralanışındaki M1. sıradaki en büyük ve (M2 +1). sıradaki en büyük değeridir. Burada M1 bir tam sayı değilse alt sayıya, M2 bir tam sayı değilse üst sayıya enterpolasyonludur. Yukarıdaki eşitlik 3.51'de B sabit değerini hesaplamak için, $x_i - Q_{t_i}$ farklarından n sayıda değerler hesaplanır. Bu değerlerin medyanı bir B tahmini verir (Sirois, 1998). % 99 ve % 95 güven aralıklarında B sabiti için tahminler benzer bir prosedürle hesaplanır.

3.8.9 Spearman Rho testi

İki zaman serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, parametrik olmayan doğrusal ya da doğrusal olmayan trendlerin

varlığının araştırılmasında kullanılan hızlı ve basit bir testtir. Bu yöntemde sıfır (H0) hipotezi, zaman serisindeki bütün verilerin bağımsız ve normal dağılıma uygun olması durumunda trendin olmadığını, tersi durumda alternatif varsayım olan (H1) hipotezinde ise zaman serisinde azalan veya artan trendin olduğunu söylemek mümkündür (Yue ve ark., 2002).

Spearman'ın Rho Testi istatistiği (r_s), zaman serisindeki gerçek x_i değerleri ($i=1, \dots, n$ 'e kadar) yerine verilerin küçükten büyüğe sıralanmasıyla oluşturulan dizideki sıra numaraları R_{xi} kullanılarak aşağıdaki eşitlik (3.59) ile belirlenir (Gümüş, 2006).

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{n(n^2 - 1)} \quad (3.59)$$

Bu denklemlerde R_{xi} : i . gözlem sırasını, n ise örnek seri boyutunu temsil etmektedir. Bu testte r_s 'nin test istatistiğine karşılık gelen Z değeri aşağıdaki eşitlik 3.60 ile hesaplanır (Gümüş, 2006).

$$Z = r_s \sqrt{n - 1} \quad (3.60)$$

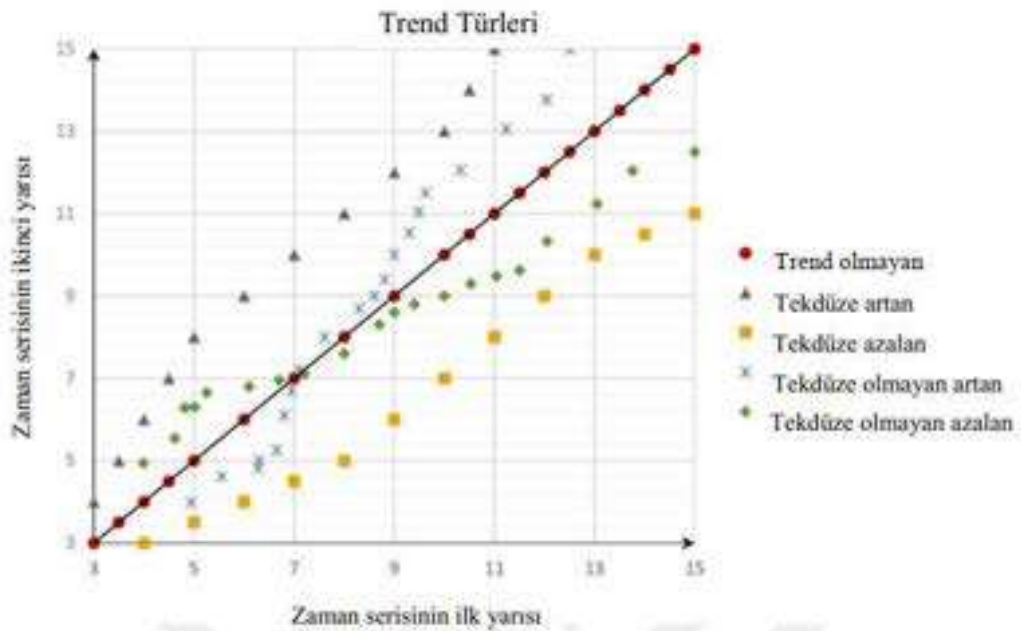
Eğer Z değeri, α anlamlılık düzeyinde standart normal dağılım tablolarından tespit edilen $Z_{\alpha / 2}$ değerinden büyük ise, H0 hipotezi reddedilerek, artış ya da azalış yönünde bir trendin olduğu sonucuna varılır.

Bu şekilde zaman serisinde bir trendin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenirse Spearman'ın Rho Testi istatistiğinden bulunan $r_s > 0$ ise trendin eğilimi artış yönünde, $r_s < 0$ ise trendin eğiliminin azalış yönünde gerçekleştiği sonucuna varılmaktadır (Türkeş, 2013b).

3.8.10 Şen Trend Analiz yöntemi

Bu yöntem, kartezyen koordinat sistemini üzerinde 1:1 çizgisine bağlı bir trend analiz metodu olarak Şen (2012) tarafından ortaya konmuştur. Bu yöntemin, Mann Kendall, Spearman'ın Rho vb. diğer trend analizi testleri gibi kısıtlayıcı koşulları yoktur. Zaman serilerinin normal dağılıma uygun olup olmaması, örneklem sayısı, korelasyon yapısı vb. istatistiksel şartları da sağlamasına gerek yoktur. Zaman serilerindeki ekstrem trendler, bu yöntemler oluşturulan grafikler sayesinde belirlenebilmektedir (Şen, 2012).

Öncelikle zaman serili veriler, sayıları eşit olan iki gruba ayrılır. Bu serilerden birincisi (X_i) zaman serisini başlangıcından orta noktadaki veriye kadar olan zaman aralığındaki veriler, ikincisi ise (X_j) orta noktadaki veri ile zaman serisinin son verisi arasındaki verilerdir. Bu verilerin her ikisi de kendi içerisinde küçükten büyüğe sıralanır. Sonrasında ise birinci grup veriler (X_i) X-ekseni üzerinde ve ikinci grup verilerde (X_j) Y-ekseni üzerinde yer almak üzere kartezyen koordinat sistemi üzerinde saçılım diyagram grafikleri oluşturulur. Oluşan iki boyutlu ($X_i; X_j$) grafiği üzerinde orjinden başlayıp $45^\circ(1:1)$ açı yapan bir çizgi çizilir. Aşağıdaki Şekil 3.25’de görüldüğü gibi veri serisi, $45^\circ(1:1)$ açı yapan 1:1 doğrusunun üzerinde sıralanıyorsa, trend yok demektir. Eğer veri serisi 1:1 doğrusunun alt üçgensel alanında yer alıyor ise, azalan bir trend olduğu; üst üçgensel alanında yer alıyorsa, artan bir trend olduğu varsayılmaktadır. Bu doğru üstüne düşen ve sürekli eğriden uzaklaşan trendlere tekdüze (monotonic) artan veya doğru altına düşen ve sürekli eğriden uzaklaşan trendlere tekdüze (monotonic) azalan trend ismi verilmektedir. 1:1 doğrusunun altından üstüne veya üstünden altına sürekli bir artış veya azalışın olduğu zaman serilerine de tekdüze olmayan (nonmonotonic) artan (azalan) trende sahip seriler denilmektedir. (Şen, 2012; Dabanlı, 2017).



Şekil 3.25 Zaman serilerindeki artan, azalan ve olmayan trendlerin gösterimi (Dabanlı,2017)

3.8.11 Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi

Bu yöntem, Mann-Kendall testinin ardışık versiyonu olarak adlandırılan parametrik olmayan bir testtir. Bu test ile bir zaman serisinde artma veya azalma olup olmadığı ve bulunan sonuçlar grafiksel olarak ifade edilir ve ayrıca bu test ile trendin başlangıç noktasını belirlenebilmektedir (Sneyers, 1990). Bu yöntem, zaman serisini oluşturan her bir verinin (X_i) kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tane verinin kendisinden büyük olduğunun sayılması esasına dayanmaktadır. Serideki her X_i değeri için ($i > j$) olmak üzere X_i 'nin önündeki X_j elamanlarının sayısı olarak tanımlanan bir n_i sayısı, ($X_i > X_j$) olan sıra numaralarının sayısı ile hesaplanır. Bu tam sayıların ardışık toplamları ile test istatistiği (t) ise aşağıdaki eşitlik (3.61) ile bulunur.

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (3.61)$$

Dağılım fonksiyonunun ortalaması $E(t)$ ve varyansı $VAR(t)$ aşağıdaki (3.62) ve (3.63) eşitlikler ile hesaplanır.

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (3.62)$$

$$VAR(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (3.63)$$

$u(t)$ fonksiyonu ise aşağıdaki (3.64) ile hesaplanır.

$$u(t) = [t - E(t)] / \sqrt{VAR(t)} \quad (3.64)$$

Elde edilen $u(t)$ değerinin sifıra yakın olduğu seride zamana bağlı bir trendin olmadığını, $u(t)$ 'nin $\pm 1,96$ 'ya ulaşması trendin güven düzeyinin % 95'lere ulaştığını, $u(t)$ 'nin $\pm 1,645$ 'e ulaşması trendin güven düzeyinin % 90'lara ulaştığını göstermektedir. Ayrıca $u(t)$ 'nin 0'dan büyük ya da küçük olmasına bağlı olarak trendin artan veya azalan yönü tespit edilmektedir. $u(t) > 0$ ise zaman serisinde artan yönde trend, $u(t) < 0$ ise azalan yönde trend gerçekleşmektedir. İstatiksel olarak trendin başladığı tarihi belirleyebilmek için $u'(t)$, mevcut işlemin tersinin uygulamaya sokulmasıyla $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır. $u(t)$ ile $u'(t)$ değerlerinin grafiksel olarak kesiştikleri ilk nokta trendin başladığı tarihi göstermektedir (Toros, 1993; Şen, 2002).

Grafikler üzerinde $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerine ait eğrilerin bir noktada kesiştikten sonra birbirlerinden uzaklaşmaları zaman serisinde bir trendin olduğunu, $u(t)$ ve $u'(t)$

değerlerinin birkaç kez kesişmesi ise seride herhangi bir trend olmadığını göstermektedir. Grafik üzerinde $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin üst üste gelecek birbirlerinden uzaklaştıkları noktanın x eksenini kestiği yıl değeri, zaman serisinde artış ya da azalan yönde trendin başladığı tarihi verir (Türkeş, 2013b).

3.9 SWOT Analizi

"Çevresel tarama" ve "çevresel analizler", yerel yönetimlerin ve karar mekanizmalarının stratejik yönetim planlama süreçlerinin kritik bir parçasını oluşturmaktadır. Çevresel analiz yöntemlerinden biri olarak kullanılan SWOT analizi, incelenecek havzaya ait tüm iç ve dış önemli çevresel faktörlerini sınıflandırmak için kullanılan analitik etkili bir araçtır.

SWOT analizi, bir bölgenin ve ya bir organizasyonun (veya bir projenin) Güçlü Yönlerini, Zayıf Yönlerini, Fırsatlarını ve Tehditlerini analiz etmek için bir proje planlama ve uygulamasının etkinliğini ele almaya yardımcı olan etkili bir çerçevedir. SWOT analizi, bu teknikle oluşturulan iç ve dış faktörlerin tanımlanması sayesinde mevcut durumun ortaya konulması ve oluşturulacak stratejik planlamalar için etkili bir altlık oluşturur.

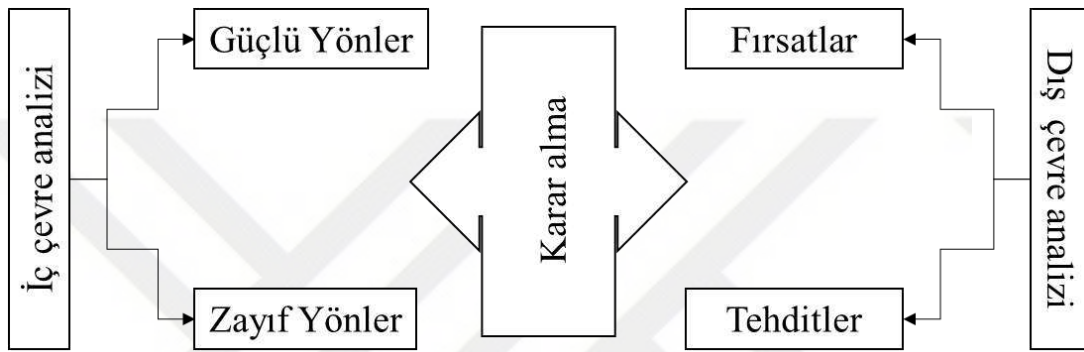
Yöntem 70'li yıllarda ilk olarak iş yönetiminde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise oldukça yaygınlaşarak ülkesel, bölgesel, havza bazlı, kurumsal ve proje boyutunda birçok karar verme ve strateji oluşturma faaliyetlerinde temel analiz aracı olarak kullanılmaktadır.

SWOT analizi kullanımının avantajları arasında:

- Basit ve pratik bir çerçeve oluşturma,
- İç ve dış analizler gibi ayrıntılı analizlerin gerçekleştirilmesine imkan sağlama,
- Stratejik planlamayı sistematik, sıralı ve rasyonel olarak betimleyebilme,
- Karar vericilerin karar alma sürecini hızlandırma ve etkin kararlar alabilme
- Mevcut durumun tüm yönleri ile inceleme,
- Analiz çıktılarını anlama ve yorumlama kolaylığı,
- Kilit noktalara odaklanmadaki değeri

Şeklinde sıralanmaktadır.

SWOT analizi gerçekleştirilirken 4 temel faktör ele alınmaktadır. Bunlar SWOT kelimesinin baş harflerini oluşturan Güçlü (Strengths) ve Zayıf yönlerini (Weaknesses) ele alan iç çevre analizleri ile Fırsat (Opportunities) ve Tehditlerini (Threats) oluşturan dış çevre analizlerinden oluşur (Şekil 3.26). Bu bağlamda, SWOT analizi içerisinde yapılan iç ve dış çevre analizleri, sürdürülebilir havza planlamasının etkinliğini ve verimliliğini ele alabilecek kapsamlı bir çerçeve sağlar.



Şekil 3.26 Karar almada kullanılan iç ve dış çevre analiz faktörleri gösterimi

Şekil 3.26’da sunulan sistem gözetilerek yapılacak bir SWOT analiz faktörlerini tek tek incelemek gerekirse sistemin güçlü yanlarını mevcut kaynaklar ve yetenekler oluşturmaktadır. Bu kaynak ve yeteneklerden oluşan dinamikler diğer faktörlere göre üstünlüklerini tanımlarken aynı zamanda sistemin özgünlüğünü sağlayan ana etkenlerdir.

Güçlü yönler araştırılırken “Ülke, bölge, havza ve ya proje yönetiminde nelerde iyiyiz? Rekabet açısından nasılız? Ayrıca kaynaklarımız neler?” gibi sorulara cevap aranır. Sistemin zayıf yanları ise mevcut kaynak ve yetenekler noktasında analiz edilen konu veya durumun iç açıklıklarını tanımlar. Rakiplerine kıyasla daha güçsüz ve eksikliği hissedilen hususları açıklar. Bir sistem için zafiyet sayılan bir özellik diğer bir sistemde güçlü bir özellik olarak tanımlanabilir. Yine benzer şekilde bölgenin güçlü görülen bir özelliği başka bir bölge için tersi özellik gösterebilir. Bu çalışılan uygulama sahasının özgünlüğünden kaynaklı bir etkinin sonucudur. Bu yüzden iç çevre analizlerinin gerçekleştirilmesi bölgeyi kavrama ve SWOT analizi gerçekleştirme hususunda oldukça önemli bir araştırma konusudur. Güçlü ve zayıf yönlerden oluşan iç

çevre analizlerinin en önemli özelliği etki edilebilir, kendini kıyaslamaya imkan vermesidir.

Sistemin dış çevre analizleri ise sistemin için çeşitli olanak ve tehdit dinamiklerinin oluşturduğu sistem dışı etkenlerden oluşur ve sıklıkla kontrol dışında gelişen etkilerdir. Dışsal analiz faktörlerinden olan Fırsatlar, Sistemin fırsat ve olanakları ise analizi yapılacak havza ve ya projeye ait fırsatları ve ya bir kuruluşun belirli yetkinliğine yönelik talebi destekleyen herhangi bir dış koşul veya eğilimi şeklinde tanımlanır. Tehditler, bir bölgenin veya kuruluşun yetkinliğine yönelik talebi olumsuz yönde etkileyecek herhangi bir dış durumu veya eğilimi tanımlar. Burada sürdürülebilirliğe engel teşkil eden veya bölge yada kuruluşun üstünlüklerini engellemekte olan unsurlar tehdit dinamiklerini oluştururlar.

Tüm bu unsurların bir arada gözetilerek oluşturulan SWOT matrisine ait örnek şablon Çizelge 3.19'daki gibidir.

Çizelge 3.19 SWOT matrisi gösterimi

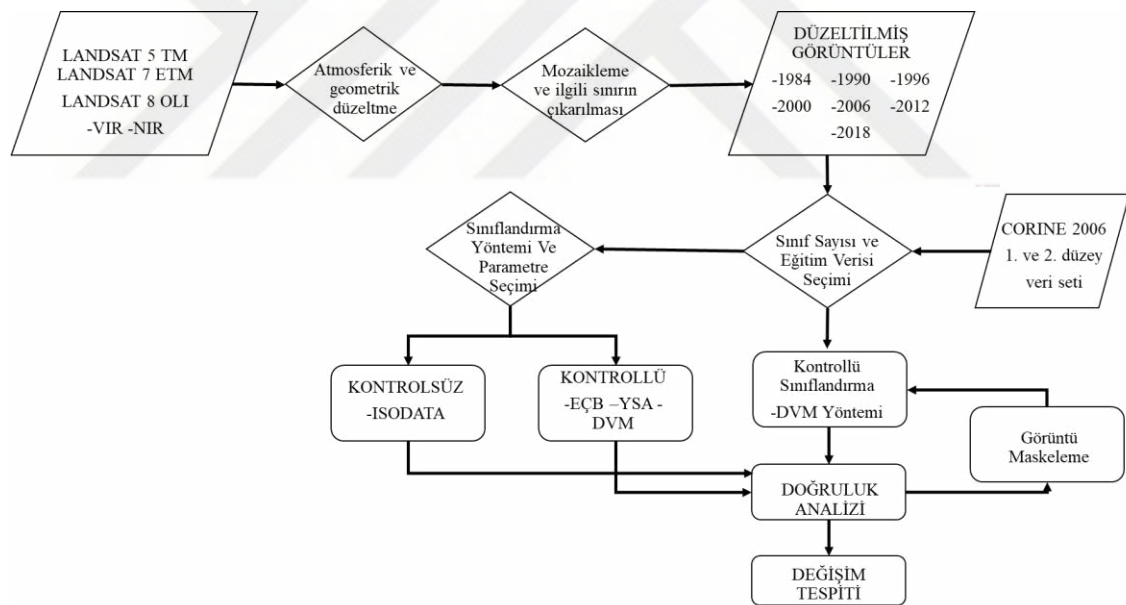
SWOT Matrisi	
Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • •
Fırsatlar	Tehditler
<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • •

4 ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Tez kapsamında sürdürülebilir havza yönetimi adına gerçekleştirilen çeşitli analiz ve incelemelere dair uygulama ve araştırma sonuçları 6 farklı bölüm başlığı altında aşağıda açıklanmıştır.

4.1 BKAH'na ait Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Zamansal Değişiminin Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi

Tez çalışması kapsamında son yıllarda hızla azalmakta olan sınırlı doğal kaynaklarımızın korunabilmesi, yeryüzü hakkında karşılaşılan problemlerde sağlıklı ve hızlı kararlar alınabilmesi, sürdürülebilir bir arazi yönetiminde gerçekçi ve doğru planlamalar hazırlayabilmek amacıyla BKAH'ndaki AKAÖ'de son 35 yıl içerisindeki zamansal değişiminin izlenmesi ve analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda yapılan iş akış şeması Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 AKAÖ zamansal değişiminin incelenmesine yönelik hazırlanan iş akış diyagramı

4.1.1 Uydu görüntülerinin ön işlenmesi

Uydu görüntüleri, yapılarında sistematik ya da sistematik olmayan bazı hatalar barındırır. Uydu görüntülerini kullanmadan önce bu tür hataların elimine edilmesi gerekmektedir. Bu bölümde ilk olarak, zamansal değişimi incelemeye önce uydu

görüntüleri sayısal görüntü işleme teknikleri kullanılarak analize uygun hale getirilmiştir.

4.1.1.1 Geometrik düzeltme

Sayısal görüntü işleme tekniklerinin ilk aşaması olarak, uydu görüntüleri geometrik olarak düzeltilmiştir. Havza sınırlarını kapsayan 1984, 1990, 1996, 2000, 2006, 2011 ve 2018 yıllarına ait 2 tam çerçeveden oluşan 14 uydu görüntüsü UTM (Universal Transform Mercator) koordinat sistemine dönüştürülmüştür (WGS84, Dilim 36). UTM koordinat sistemi, Amerikan askeri seviyesi tarafından üretilmiş, TM projeksiyonunu kullanan, açı koruyan, transversal, elipsoidal ve silindirik bir projeksiyondur (Campbell,1996).

Çalışmada geometrik düzeltme işlemi için Landsat TM, ETM ve OLI uydu görüntülerine kıyasla daha yüksek çözünürlüklü SPOT 5 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Yeniden örnekleme işlem adımında EN YAKIN KOMŞULUK yöntemi kullanılmıştır. Yer kontrol noktası seçiminde, noktaların homojen dağılımlı olarak seçilmesi ve ayırt edilebilir olması dikkate alınmıştır. Dönüşüm işleminde arazinin geniş bir alanı kapsamından dolayı (yaklaşık 7300 km²) 2. Derece polinomlar kullanılmıştır. Her bir görüntü için yaklaşık 50 kontrol noktası belirlenmiştir ve karesel ortalama hata (KOH) ± 0.5 pikselden yüksek noktalar elimine edilmiştir. Geometrik düzeltme işlemi uygulanan 14 adet uydu görüntüsüne ait bilgiler Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Geometrik düzeltmesi yapılan uydu görüntüleri ve özellikleri

Algılayıcı	Algılama Tarihi	Spektral Band	Uzaysal Çözünürlük (m)	Kontrol Nokta Sayısı	KOH (piksel)
<i>Landsat-5TM</i>	10.08.1984	7 (VNIR-SWIR, TIR)	30,120	40	0.44
	16.07.1984			45	0.40
	26.07.1990			47	0.42
	02.08.1990			39	0.40
	26.07.1996			37	0.48
	02.08.1996			42	0.42
	23.08.2006			43	0.40
	30.08.2006			45	0.45
	21.08.2011			51	0.48

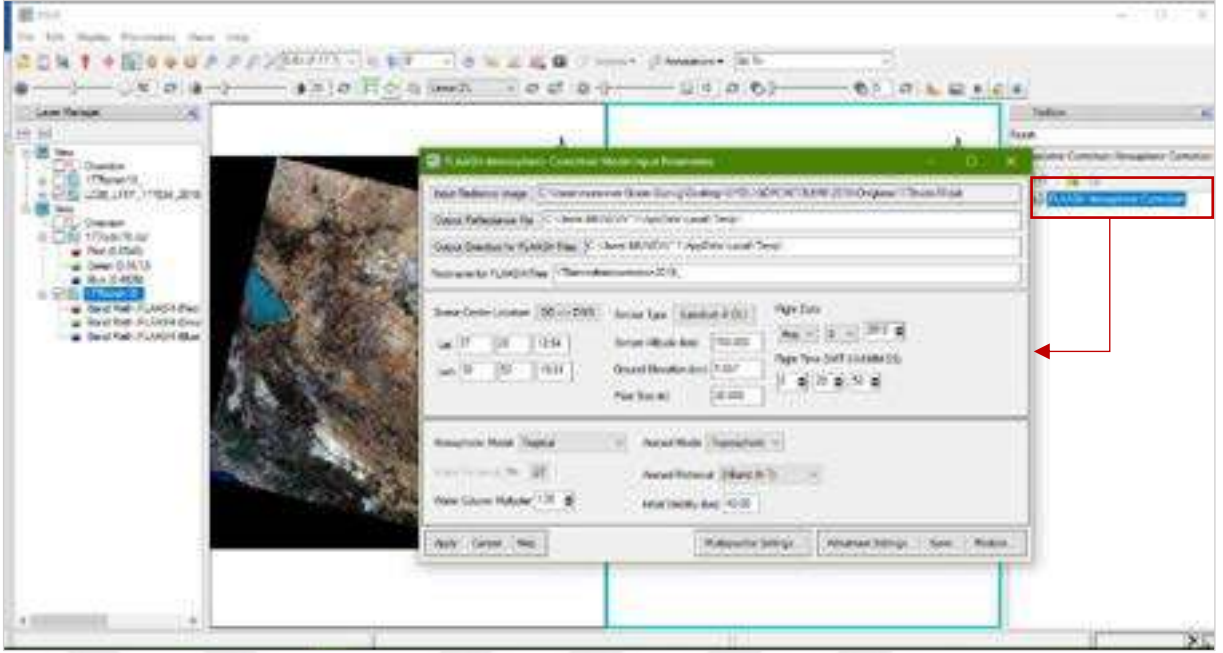
<i>Landsat-7 ETM</i>	28.08.2011			48	0.47
	14.08.2000	8 (PAN, VNIR-SWIR, TIR)	15,30,60	43	0.41
	05.08.2000			42	0.45
<i>Landsat-8 OLI</i>	24.08.2018	9 (Coastal/Aerosol, CIRRUS, PAN, SWIR, NIR)	15,30	46	0.45
	15.08.2018			44	0.42
<i>SPOT-5</i>				Referans görüntü	

Coastal/Aerosol: derin mavi band, **CIRRUS:** kısa dalga infrared bant, **PAN:** pankromatik bant. **VNIR-SWIR:** görünür, yakın ve orta kızılötesi bant, **TIR:** termal kızılötesi bant

4.1.1.2 Atmosferik düzeltme

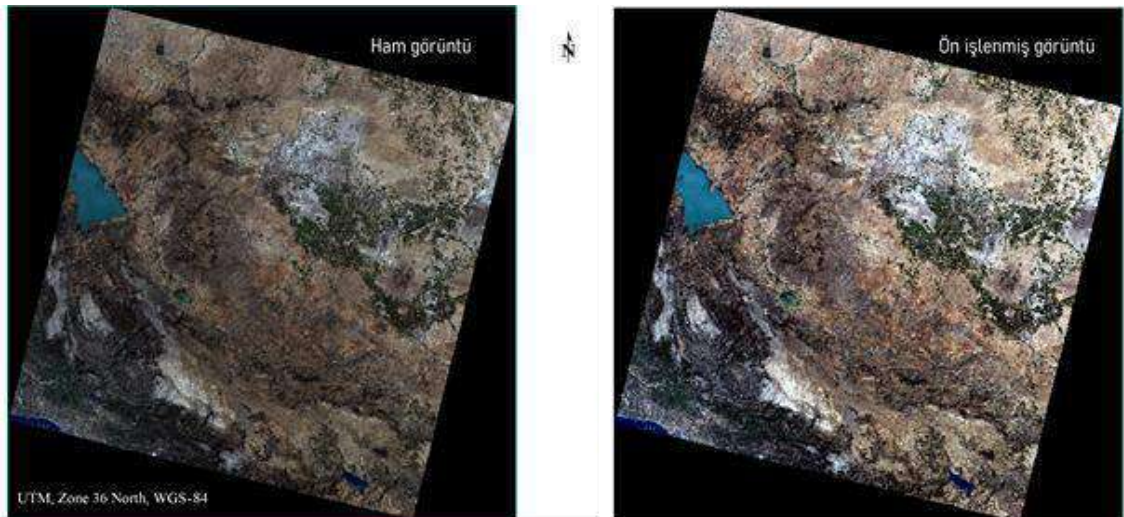
Çalışmada atmosferik düzeltmeler ve sınıflandırma işlemleri ENVI 5.3 yazılım paket ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle geometrik düzeltmesi yapılmış uydu görüntüleri “ENVItoolbox/Radiometric_Correction/Radiometric_Calibration” modülü ile “.BIL” formatına dönüştürülmüştür. “.BIL” formatlı görüntüler ENVI toolbox/Radiometric_Correction/Atmospheric_Correction/FLAASH_Atmospheric_Correction modülü ile atmosferik olarak düzeltilmiştir (Şekil 4.2).

Flaash atmosferik düzeltme modülü, kullanılan girdi parametreleriyle birlikte oldukça kapsamlı bir atmosferik düzeltme uygulamasıdır. Bu işlem için “.BIL” formatında oluşturulan görüntüler için sistemde girdi parametreleri tanımlanmıştır. Girdi parametreleri tarama merkez koordinatları (center latitude, center longitude), sensör tipi, sensör yüksekliği (km) , en yüksek nokta yüksekliği (km), piksel boyutu (m), uçuş tarihi, uçuş saati, aerosol modeli, multispectral özel ayarlardan oluşmaktadır.



Şekil 4.2 Atmosferik düzeltme modülü

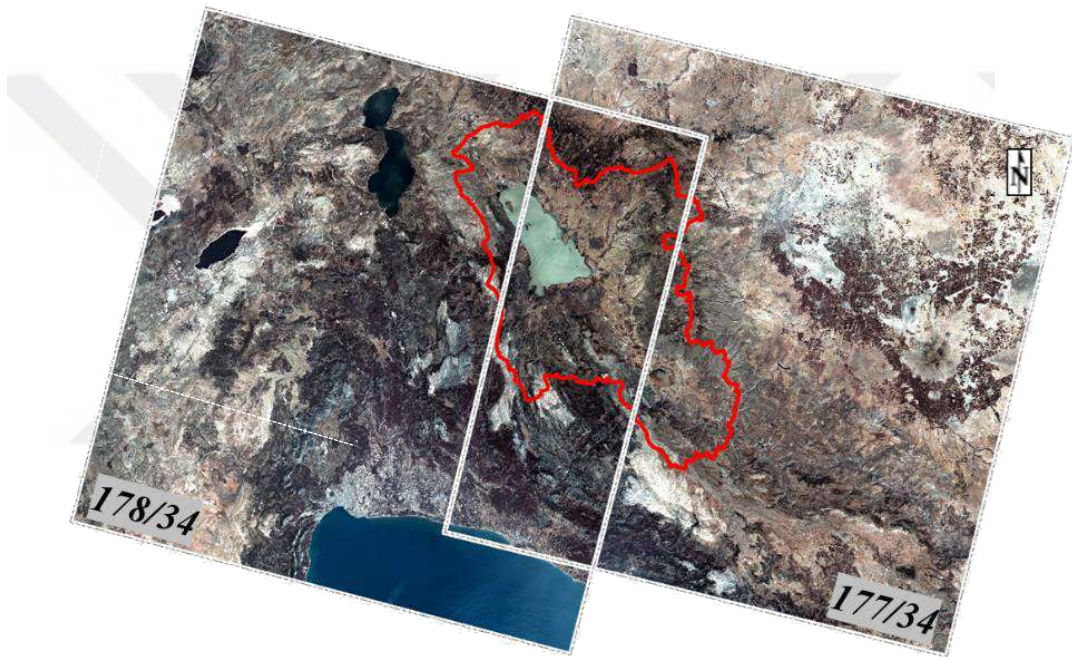
Tüm girdi parametreleri uydu görüntüleri ile beraber indirilen “.xml” metaveri dosyalarından temin edilmiştir. En yüksek nokta yüksekliği (km) belirlemek için ise DEM verisi kullanılmıştır. Kullanılan 14 uydu görüntüsünün tüm girdi parametrelerinin ayrı ayrı işlenmesinden sonra atmosferik düzeltme işlemi tamamlanmıştır. Şekil 4.3’de ham görüntü ve ön işlenmiş görüntü örneği sunulmuştur.



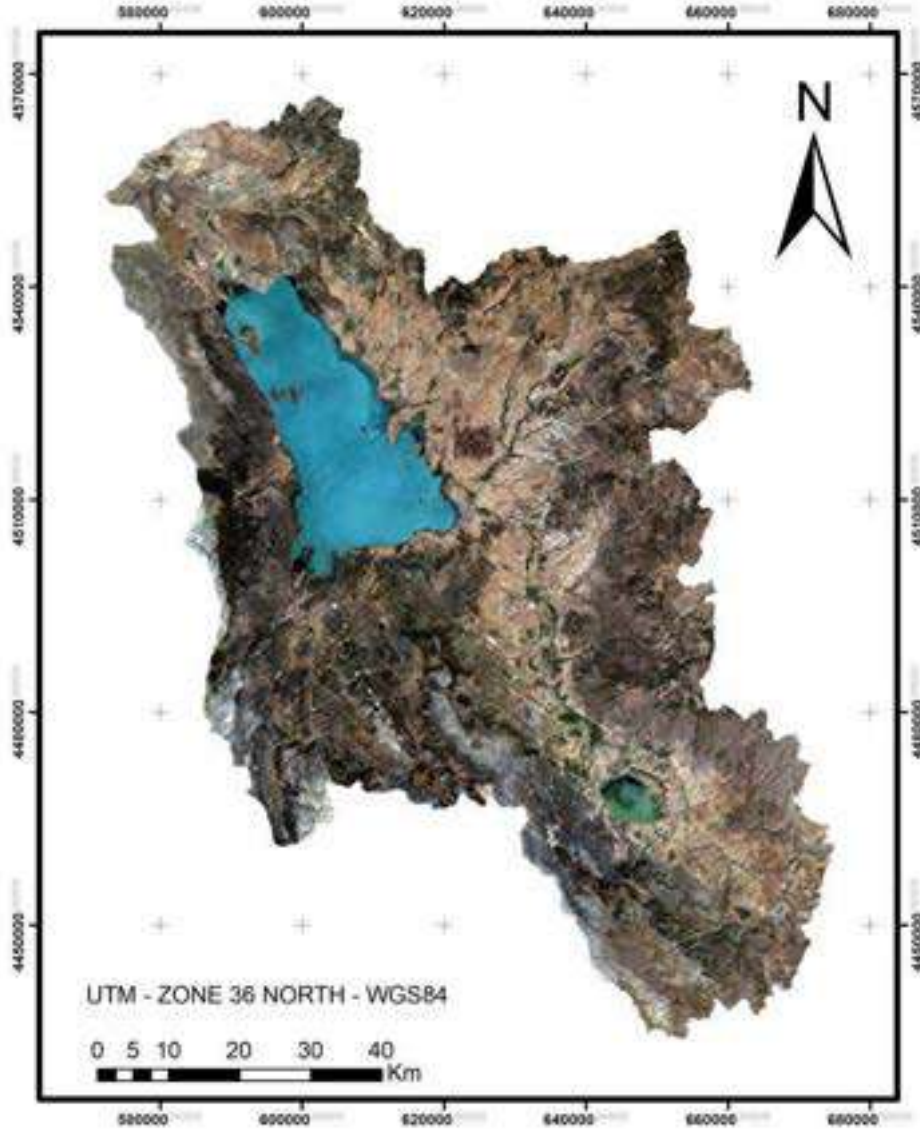
Şekil 4.3 Geometrik ve atmosferik olarak düzeltilmiş uydu görüntüsü

4.1.1.3 Görüntü mozaikleme (mosaic) ve ilgili sınırların çıkarılması (subset)

Radyometrik düzeltmesi yapılmış uydu görüntüleri ENVI 5.3 yazılımı “/Mosaicking/Seamless Mosaic” modülü kullanılarak mozaiklendirme işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.4). Bu aşamada her yıl için 2 tam çerçeve (path/row:177/34-178/34) Landsat TM, ETM, OLI uydu görüntüsü kullanılarak 7 farklı yıla ait mozaik uydu görüntüleri elde edilmiş ve daha sonra ilgili sınırlar çıkarılarak (/Regions of Interest/Subset Data from ROIs) çalışma alanına ait düzenlenmiş uydu görüntüleri elde edilmiştir (Şekil 4.5).



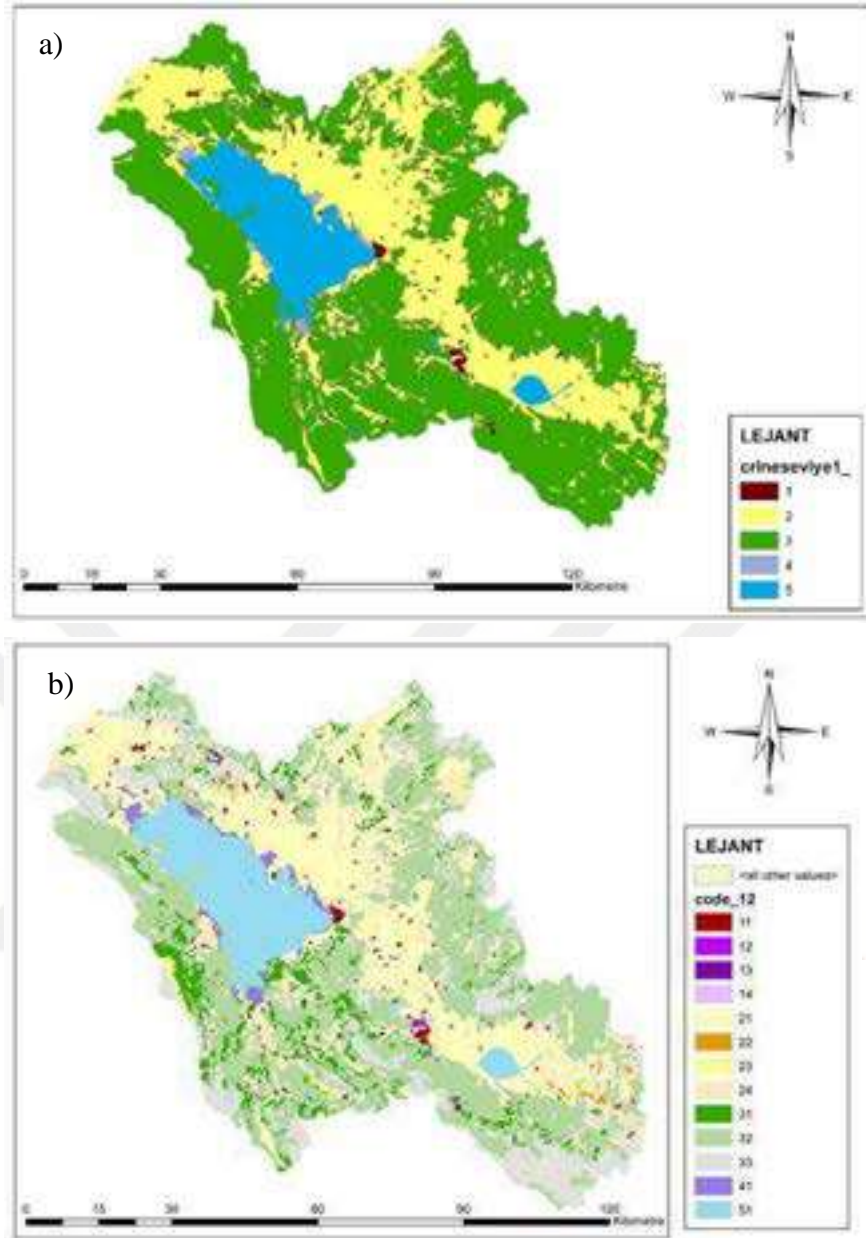
Şekil 4.4 Uydu görüntüsünün mozaiklenmesi



Şekil 4.5 İlgili sınırın çıkarılması işlemi

4.1.2 Sınıf sayısı seçimi

AKAÖ'deki zamansal değişimin belirlenmesinde uygulanacak sınıf sayısı seçiminde CORINE veri altlığından yararlanılmıştır. Çalışmada CORINE sisteminde bulunan arazi tiplerine ait sınıfların seçiminde ve çıkan sonuçların karşılaştırılmasında 2006 yılına ait uydu görüntüsü referans görüntü olarak kullanılmıştır. CORINE 2006 arazi sınıfları incelenerek havzada kullanılacak sınıflar birinci ve ikinci düzeyde ayrı ayrı belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır (Şekil 4.6). Üçüncü düzey arazi tipi sınıfları bu çalışmada kullanılmamıştır. Bunun sebebi, kullanılan uydu görüntülerinin uzamsal çözünürlüğünün orta düzeyde (30 m) olması nedeniyle bu düzeydeki detay sınıfların tespit edilememesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.6 CORINE 2006 AKAÖ verisi sınıfsal gösterimi, a) 1. düzey b) 2. düzey

Çalışmada kullanılan CORINE arazi sınıfları Çizelge 4.2’de gösterilmektedir. Sınıflandırmada kullanılacak olan sınıf sayısı 1. düzeyde 5, 2.düzye de ise 10 sınıf olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 Çalışmada kullanılacak birinci ve ikinci düzey sınıf tipleri

1. YAPAY YÜZEY	(Düzye 1)	(ROI:1)
1.1. Şehir yapısı	(Düzye 2)	(ROI:11)
1.2. Maden ve inşaat sahası	(Düzye 2)	(ROI:12)
2. TARIM ALANLARI	(Düzye 1)	(ROI:2)
2.1. Tarıma Elverişli alanlar	(Düzye 2)	(ROI:21)

2.2. Meralar	(Düzyey 2)	(ROI:22)
2.3. Karışık tarım alanları	(Düzyey 2)	(ROI:23)
3. ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR	(Düzyey 1)	(ROI:3)
3.1. Ormanlar	(Düzyey 2)	(ROI:31)
3.2. Fundalık veya otsu bitkilerin karışım alanı	(Düzyey 2)	(ROI:32)
3.3. Az veya hiç bitki içermeyen çıplak alanlar	(Düzyey 2)	(ROI:33)
4. ISLAK ALANLAR	(Düzyey 1)	(ROI:4)
4.1. Sulak alanlar	(Düzyey 2)	(ROI:41)
5. SU VARLIĞI	(Düzyey 1)	(ROI:5)
5.1. İçsel su ürünleri	(Düzyey 2)	(ROI:51)

ROI: CORINE veri tabanına ait sınıf tipi ID'sini göstermektedir.

4.1.3 Sınıflandırma yöntemi ve parametre seçimi

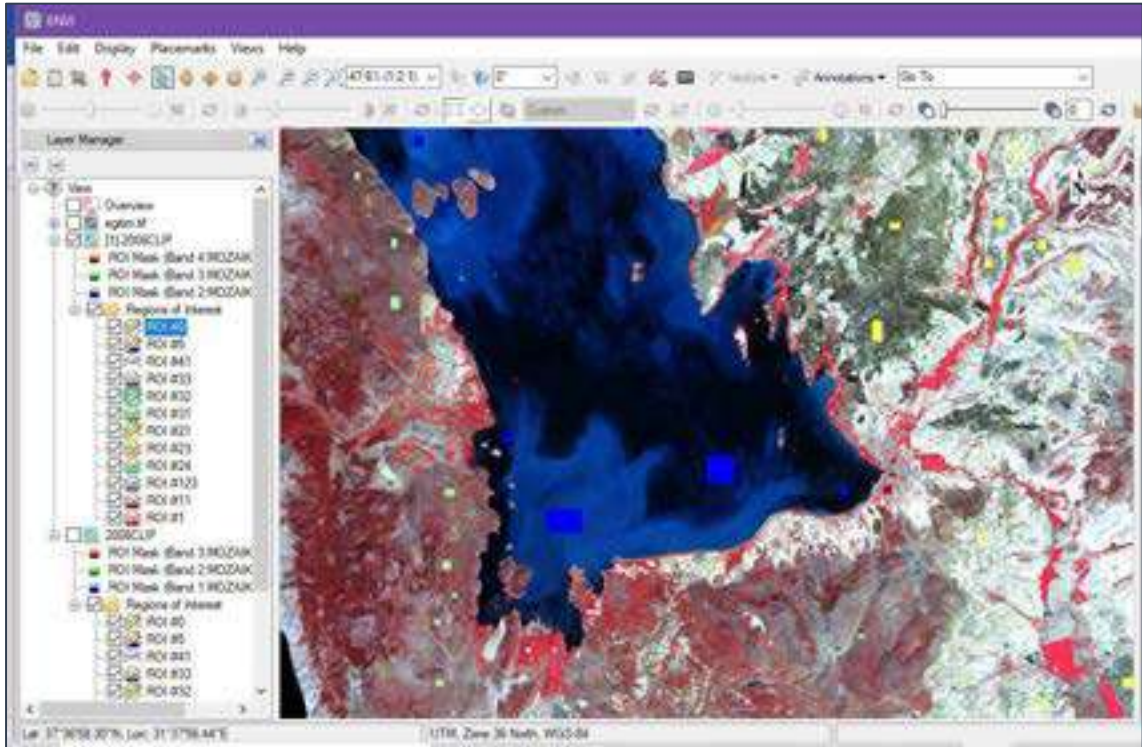
AKAÖ'deki zamansal değişiminin belirlenmesi, UA çalışmalarının ana uygulamalarından birisidir. Uydu görüntülerinin sınıflandırılması, karar vericilerin birçok işlem adımı göz önünde bulundurması gereken karmaşık bir süreçtir. Bu işlem adımları sınıf sayısı seçimi, uygun bir sınıflandırma yöntemi ve algoritmalarının seçilmesi, eğitim alanlarına ait veri setlerinin oluşturulması, görüntü işleme ve özellik çıkarımı, sınıflandırma sonrası işlemler, doğruluk analizleri ve değişim belirleme yöntemlerini içermektedir. UA verilerinin sınıflandırılmasında uygun bir sınıflandırma yöntemi ve algoritmalarının seçilmesi çalışmanın doğruluğu için oldukça önemli bir süreçtir.

Uydu görüntülerinden kaynaklanan spektral yansımalar, konumsal ve zamansal farklılıklar sebebiyle uzaktan algılanan verilerin analizi için son yıllarda bir dizi piksel tabanlı sınıflandırma algoritması geliştirilmiştir. En yaygın kullanılanlar, denetimsiz piksel tabanlı görüntü sınıflandırma yöntemlerinden ISODATA, K-Means algoritması, denetimli piksel tabanlı görüntü sınıflandırma yöntemlerinden ise MLC, DTC, NNA ve son zamanlarda sıklıkla tercih edilen SVM algoritmalarıdır. SVM algoritmaları, UA çalışmalarında diğer yöntemlere göre kısmen daha güncel bir yaklaşım olmasının yanı sıra diğer algoritmalara göre kernel fonksiyon ve farklı parametre seçimleri gibi avantajlarda sunar. Günümüzde UA çalışmalarında SVM algoritmalarının kullanımı giderek artmakta ve az miktarda eğitim verisi ile oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Shao ve Lunetta, 2012).

Bu bölümde 1984-2018 yılları arasında geçen 35 yıllık zaman periyodunda gerçekleştirilen AKAÖ tespitinde K-Means, MLC, SVM ve NNA algoritmaları

arasından en uygun sınıflandırma yöntemi ve parametre seçimi çalışması yapılmıştır. Bu süreçte yapılan tüm analizler ENVI 5.3 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada öncelikle BKAH sınırları içerisinde bulunan çalışma alanına ait 2006 yılı Landsat uydu görüntüleri referans görüntü olarak kullanılmıştır. Uydu görüntü verisi üzerinden eğitim alanları homojen olarak dağıtılarak şekildeki gibi vektör olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7). Sınıflandırma yöntemi seçiminde yapılan tüm denetimli sınıflandırma yöntemlerinde aynı eğitim veri seti kullanılmıştır.

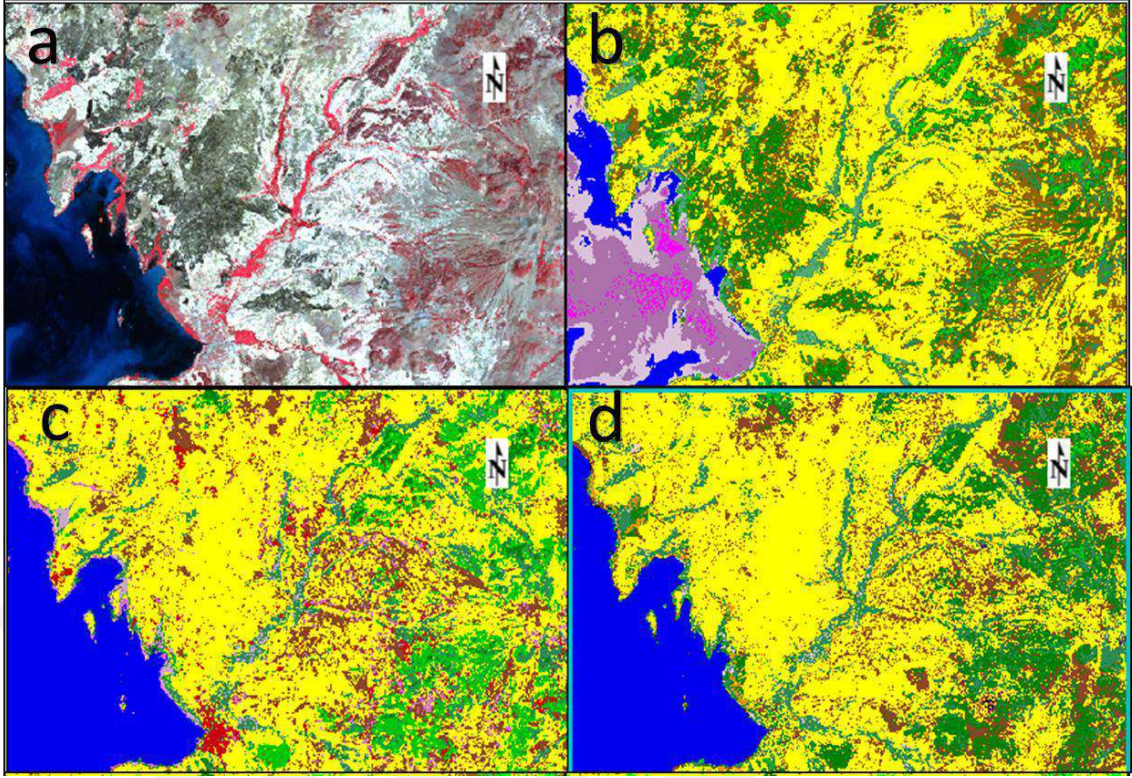


Şekil 4.7 Çalışma alanında kullanılan eğitim alanları gösterimi

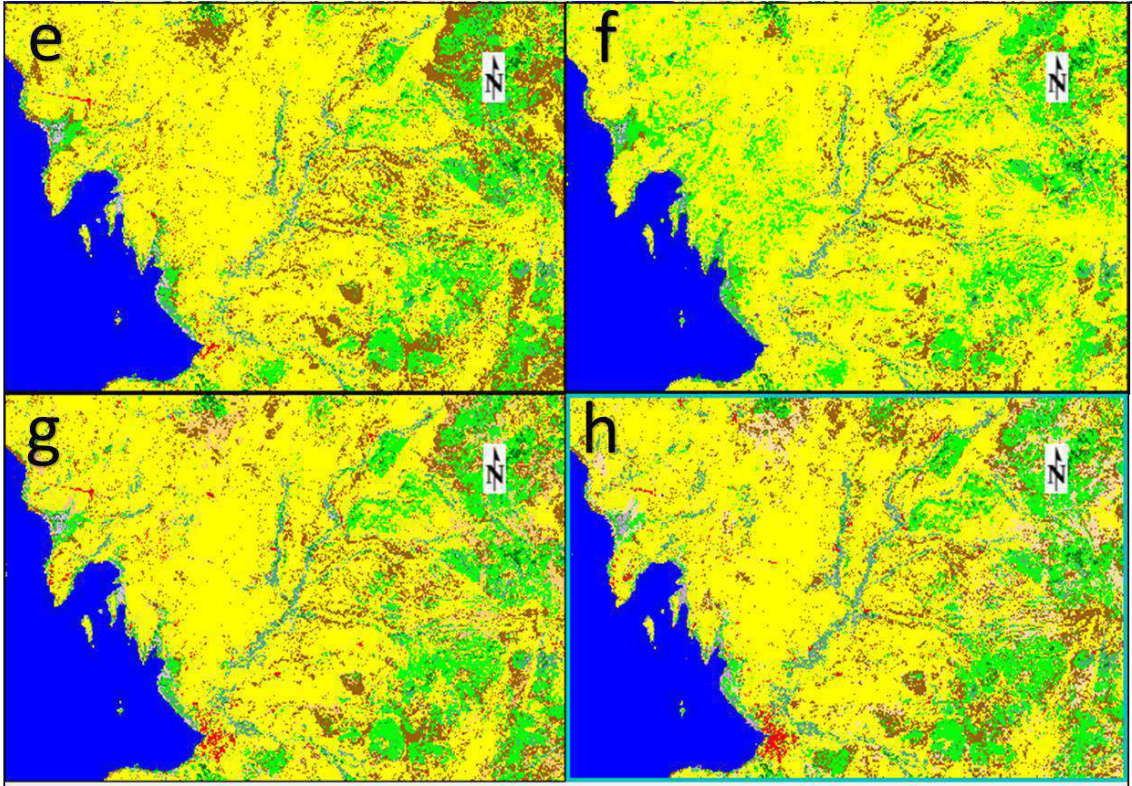
Çalışmada 2006 yılına ait ön işleme işlemi gerçekleştirilmiş uydu görüntüsü üzerinden piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri olan K-Means (1 adet), MLC (1 adet), NNA (1 adet) ve SVM (72 adet) algoritmaları içerisinde birbirinden farklı olarak 4 farklı kernel fonksiyon (Radyal, Lineer, Polinomal ve Sigmoid) ve farklı parametre setleri (Polinom derecesi, Hata parametresi, Bias ve Gamma değeri) kullanılarak toplam 75 adet algoritmanın sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. SVM ile gerçekleştirilen sınıflandırma işleminde, sınıflandırma performansının en yüksek düzeyde sağlanabilmesi için her kernel fonksiyonunun ve parametre setinin kullanıcı tarafından seçilmesi gerekir. Fakat hangi kernel fonksiyon ve parametre setinin en optimum sonuç vereceği net olarak bilinmemektedir. Sınıflandırma sürecinde optimum sonuç elde

etmek için en doğru sonucu veren parametre setinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, çalışmada polinom derecesi (d) 1-6 aralığında, bias (b) parametresi 0-6 aralığında, gama (γ) parametresi ise 0,167 ve Düzenleme parametresi (C) 0-1000 aralığında tutulmuştur. SVM sınıflandırmasına ait parametre seti içerisinde bulunan γ parametresi Üstüner (2013)'in tezinde uyguladığı şekliyle uydu görüntüsündeki band sayısının inersiyali ((band sayısı)⁻¹) alınarak hesaplanmıştır.

Çalışmada ilk olarak K-Means, MLC ve NNA algoritmaları ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra SVM algoritması ile yapılan sınıflandırmada tek parametrelili (C) kernel türü olan Lineer kerneli denenmiştir. İkinci olarak polinom kerneli kullanarak sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada ilk olarak en iyi performansı veren polinom derecesi (d) bulunmaya çalışılmıştır. Diğer parametreler sabit tutularak d değeri 1-6 arasında değişen değerler alınarak doğrulukları karşılaştırılmıştır. Belirlenen d parametresinden sonra diğer algoritma ve parametreler için de benzer Şekil 4.8 ve 4.9'da farklı sınıflandırma kombinasyonları denenerek en optimal sonucu veren sınıflandırma yöntemi ve parametre seti belirlenmiştir. Sınıflandırma sonucunda oluşturulan tematik sınıf haritalarının bazıları şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.8 a) 2006 yılına ait landsat 5 TM Band (B4/B3/B2) görüntüsü, b) K-Means, c) MLC, d) NNA sınıflandırma sonuç görüntüsü



Şekil 4.9 e) SVM-Lineer, f) SVM-Sigmoid, g) SVM-Radyal, h) SVM-Polinomal fonksiyon sınıflandırma sonuç görüntüsü

Sınıflandırma işlemi gerçekleştirildikten sonra elde edilen tüm tematik sınıf görüntüleri için doğruluk analizleri yapılmıştır. Analiz işleminde rastgele olarak belirlenen homojen dağılımlı noktalar kullanılmıştır. Noktalar her sınıfa ait en az 30 örneklem olacak şekilde toplam 300 nokta görüntü üzerine homojen olarak dağıtılmıştır. Doğruluk analizi için ENVI 5.3 yazılımının /Classification/Post Classification arayüzü içerisinde bulunan doğruluk değerlendirme modülü kullanılmıştır. Analiz sonucunda raporlar alınıp hata matrisleri oluşturulmuştur. Sınıflandırma sonucuna ait genel doğruluk yüzdeleri Çizelge 4.3’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.3 Farklı sınıflandırma yöntemlerine ait kullanılan parametre özellikleri ve genel doğruluk yüzdeleri gösterimi

		n	Kernel Türü	P	β	γ	C	κ	G.D.			
<u>1</u>	K-Means	10	NA	NA	NA	NA	NA	0.5723	67.51%			
<u>2</u>		MLC	NA	NA	NA	NA	NA	0.6398	69.74%			
<u>3</u>	NNA	10	NA	NA	NA	NA	NA	0.749	80.50%			
<u>4</u>	SVM	10	Radyal	NA	NA	0.167	0	0.669	74.05%			
<u>5</u>				NA	NA	0.167	100	0.7613	81.22%			
<u>6</u>				NA	NA	0.167	200	0.7679	81.74%			
<u>7</u>				NA	NA	0.167	300	0.7706	81.93%			
<u>8</u>				NA	NA	0.167	400	0.7703	81.90%			
<u>9</u>				NA	NA	0.167	500	0.7708	81.93%			
<u>10</u>				NA	NA	0.167	600	0.7724	82.05%			
<u>11</u>				NA	NA	0.167	700	0.772	82.02%			
<u>12</u>				NA	NA	0.167	800	0.7734	82.12%			
<u>13</u>				NA	NA	0.167	900	0.7751	82.26%			
<u>14</u>				NA	NA	0.167	1000	0.7752	82.27%			
<u>15</u>				SVM	10	Lineer	NA	NA	0.167	0	0.6646	73.72%
<u>16</u>							NA	NA	0.167	100	0.7357	79.34%
<u>17</u>							NA	NA	0.167	200	0.7375	79.49%
<u>18</u>	NA	NA	0.167				300	0.7381	79.53%			
<u>19</u>	NA	NA	0.167				400	0.7387	79.58%			
<u>20</u>	NA	NA	0.167				500	0.7389	79.59%			
<u>21</u>	NA	NA	0.167				600	0.7396	79.65%			
<u>22</u>	NA	NA	0.167				700	0.74	79.68%			
<u>23</u>	NA	NA	0.167				800	0.7396	79.65%			

24	10	Lineer	NA	NA	0.167	900	0.7419	79.84%	
25			NA	NA	0.167	1000	0.7426	79.87%	
26	SVM	10	Polinomal	2	1	0.167	0	0.6676	73.97%
27				2	1	0.167	100	0.7578	80.98%
28				2	1	0.167	200	0.7607	81.19%
29				2	1	0.167	300	0.7645	81.47%
30				2	1	0.167	400	0.7669	81.66%
31				2	1	0.167	500	0.7674	81.69%
32				2	1	0.167	600	0.7686	81.78%
33				2	1	0.167	700	0.7687	81.77%
34				2	1	0.167	800	0.7687	81.77%
35				2	1	0.167	900	0.7695	81.85%
36				2	1	0.167	1000	0.7716	82.00%
37				1	1	0.167	100	0.7306	78.92%
38				3	1	0.167	100	0.7669	81.67%
39				4	1	0.167	100	0.7695	81.85%
40				5	1	0.167	100	0.7718	82.01%
41				6	1	0.167	100	0.7771	82.45%
42				2	0	0.167	100	0.7446	79.94%
43				2	2	0.167	100	0.7627	81.36%
44				2	3	0.167	100	0.763	81.38%
45				2	4	0.167	100	0.7578	80.97%
46				2	5	0.167	100	0.7571	80.91%
47				2	6	0.167	100	0.758	80.99%
48				6	5	0.167	0	0.7581	80.99%
49				6	5	0.167	100	0.7892	83.34%
50				6	5	0.167	200	0.7896	83.37%
51				6	5	0.167	300	0.7895	83.38%
52				6	5	0.167	400	0.7922	83.58%
53				6	5	0.167	500	0.7912	83.53%
54				6	5	0.167	600	0.7889	83.33%
55				6	5	0.167	700	0.7927	83.63%
56	6	5	0.167	800	0.7949	83.81%			
57	6	5	0.167	900	0.7906	83.46%			
58	6	5	0.167	1000	0.7888	83.31%			
59	SVM	10	Sigmoid	NA	1	0.167	0	Gerçekleşmedi	
60				NA	1	0.167	100	0.5715	67.01%
61				NA	1	0.167	200	0.5622	66.40%
62				NA	1	0.167	300	0.5604	66.29%
63				NA	1	0.167	400	0.5771	67.88%
64				NA	1	0.167	500	Gerçekleşmedi	
65				NA	1	0.167	600	0.5582	66.14%
66				NA	1	0.167	700	0.5723	67.51%
67				NA	1	0.167	800	0.5841	68.05%
68				NA	1	0.167	900	0.5824	67.92%
69				NA	1	0.167	1000	0.5906	68.81%

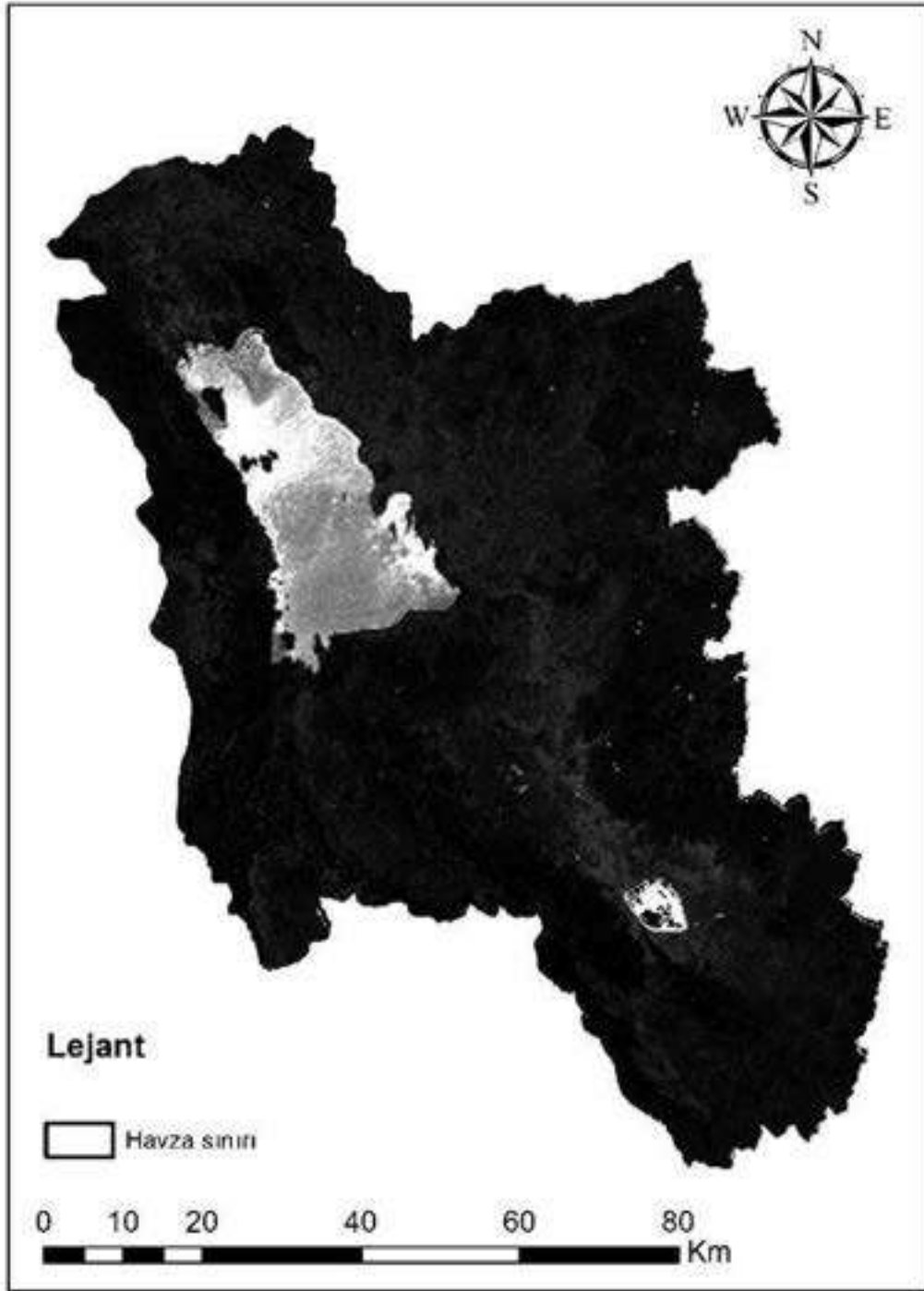
70			NA	0	0.167	800	Gerçekleşmedi
71			NA	2	0.167	800	Gerçekleşmedi
72	10	Sigmoid	NA	3	0.167	800	Gerçekleşmedi
73			NA	4	0.167	800	Gerçekleşmedi
74			NA	5	0.167	100	0.637 71.79%
75			NA	6	0.167	800	Gerçekleşmedi

Uygulamada kullanılan birbirinden farklı olarak 4 algoritma üzerinde ve SVM’de kullanılan 4 farklı kernel fonksiyon (Radyal, Lineer, Polinomal ve Sigmoid) ile gerçekleştirilen 75 farklı modelleme ile: algoritma, kernel fonksiyon ve bu kernele ait parametrelerin seçiminin sınıflandırma doğruluk yüzdesine etkisi araştırılmış ve en yüksek doğruluğu veren algoritma ve parametre seti belirlenmiştir. Test aşamasında, Destek Vektör Makine algoritması içerisinde kullanılan Sigmoid fonksiyonlarda 6 adet parametrenin doğruluk sonucu tespit edilememiştir. Bu parametreler dışında diğer parametrelerde genel doğruluk yüzdeleri tespit edilmiş ve en başarılı sınıflandırma doğruluğu veren algoritmanın SVM algoritmaları Polinomal fonksiyon olduğu, ilgili parametrelerin ise Gamma 0.167, Polinom derecesi 6 ve Bias değerinin 5 olarak tespit edilmiştir. Bu algoritma ve parametre setine ait genel doğruluk oranı %83.81 ve kappa istatistik oranı ise 0.79 olarak bulunmuştur. AKAÖ’deki zamansal değişimlerin tespiti için gerçekleştirilen sınıflandırma işleminde tüm yıllar için belirlenen algoritma ve parametre seti kullanılmıştır.

4.1.4 Sınıflandırma işlemi

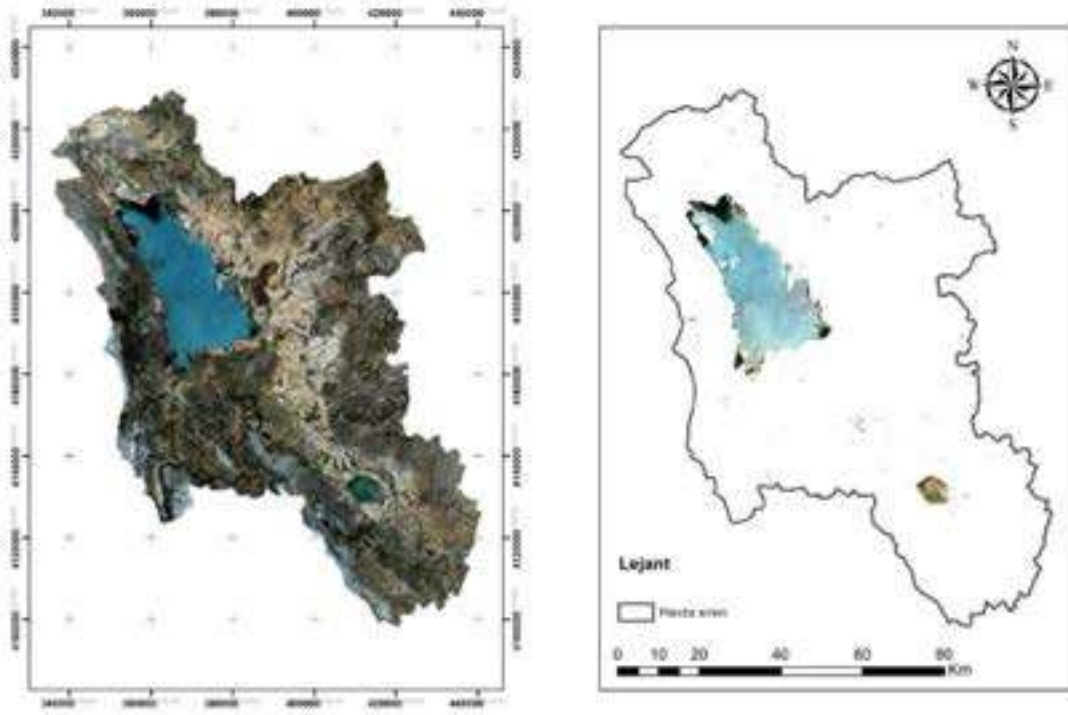
BKAH’nın son 35 yıl içerisinde (1984-2018) AKAÖ’deki değişimin izlenmesi amacıyla 1984, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 (yaklaşık her 5 yılda bir) yıllarına ait ön işlenmiş uydu görüntüleri sınıflandırılmıştır. Görüntü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmeden önce arazinin daha yüksek doğrulukla sınıflandırılabilmesi adına görüntü maskeleyme tekniği kullanılmıştır. Görüntü maskeleyme tekniği, çalışma alanı içinde bulunan temel arazi sınıflarınının (su varlığı, tarım arazisi, bitki sınıfı, yapay yüzey ve çıplak arazi) daha kolay ayrışmasını sağlayan kullanışlı bir yöntemdir (Topaloğlu ve Ekercin, 2013). Bu tekniğin çalışmada kullanılmasının temel sebebi, çalışma alanının büyük bir alanı kapsıyor olması ve bu alanda yapılacak sınıfların birbirine karışmasını minimize etmek amaçlıdır. Maskeleyme işleminde ilk olarak farklı band kombinasyonları kullanılarak sınıflandırılacak alanlar üzerinde görüntü

zenginleştirilmiştir. Örneğin su varlığı sınıfı için band3/band7 oranlaması kullanılmıştır (Şekil 4.10).

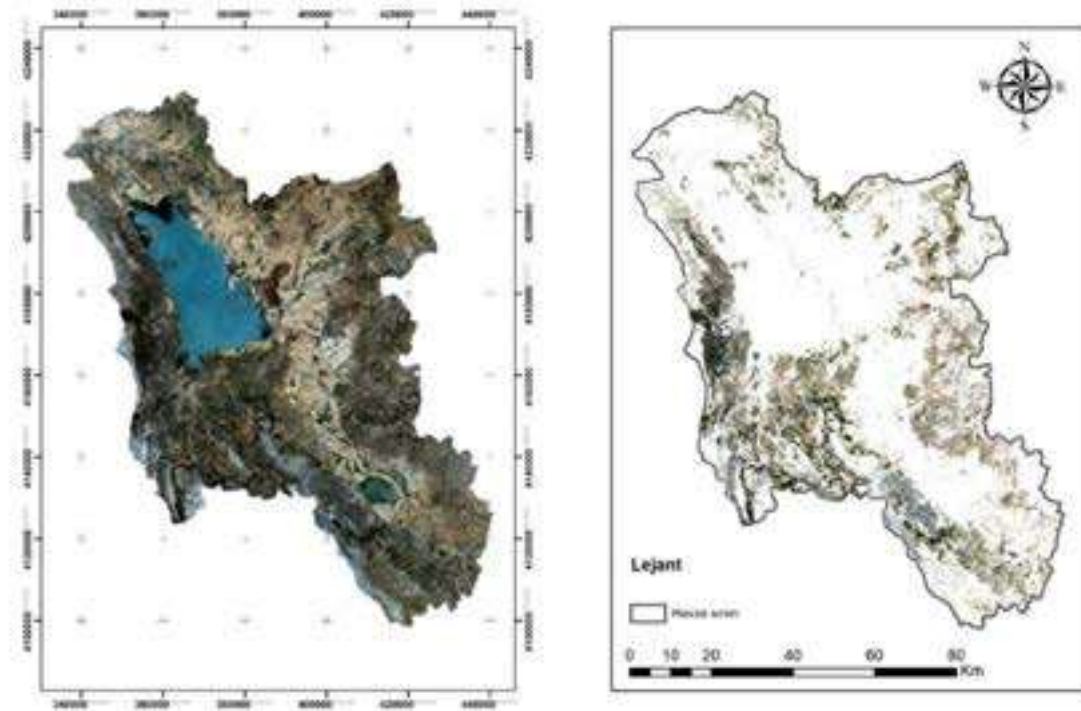


Şekil 4.10 Band Oranlama yöntemi sonucu oluşturulan kara-su ayrımı haritası

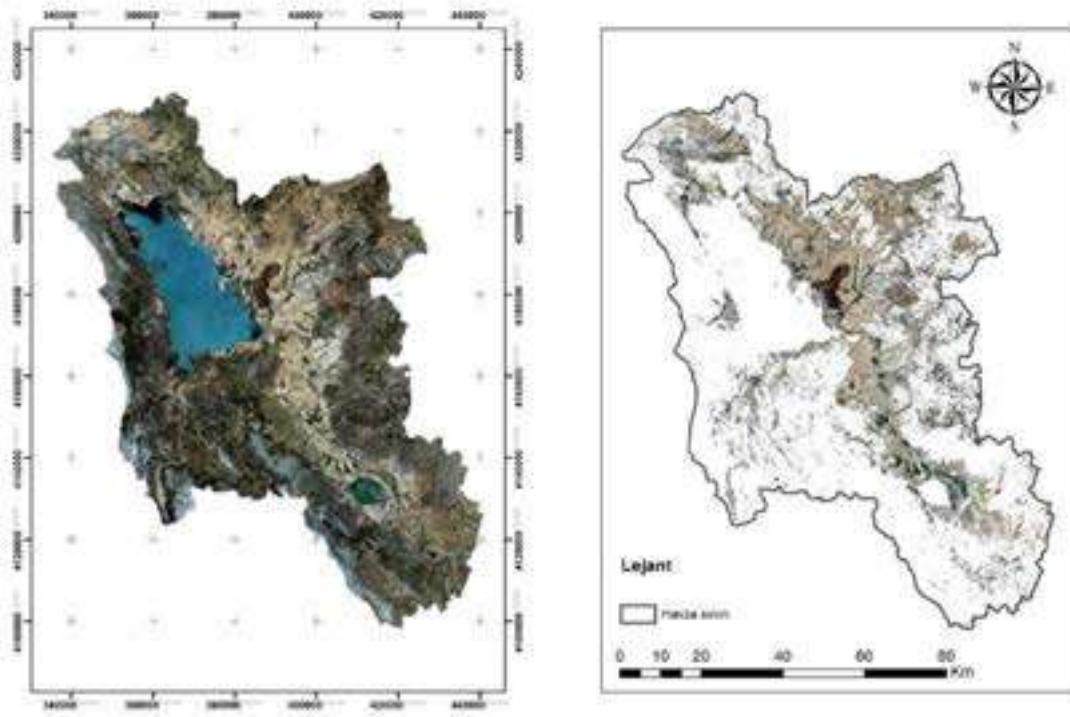
Bitki sınıfının belirlenmesinde ise NDVI görüntüler kullanılarak maskelenmiştir. Her bir mask görüntü orijinal görüntüden çıkarılarak sınıflandırmada kullanılacak temel altlık görüntü verisi elde edilmiştir (Şekil 4.11:4.14).



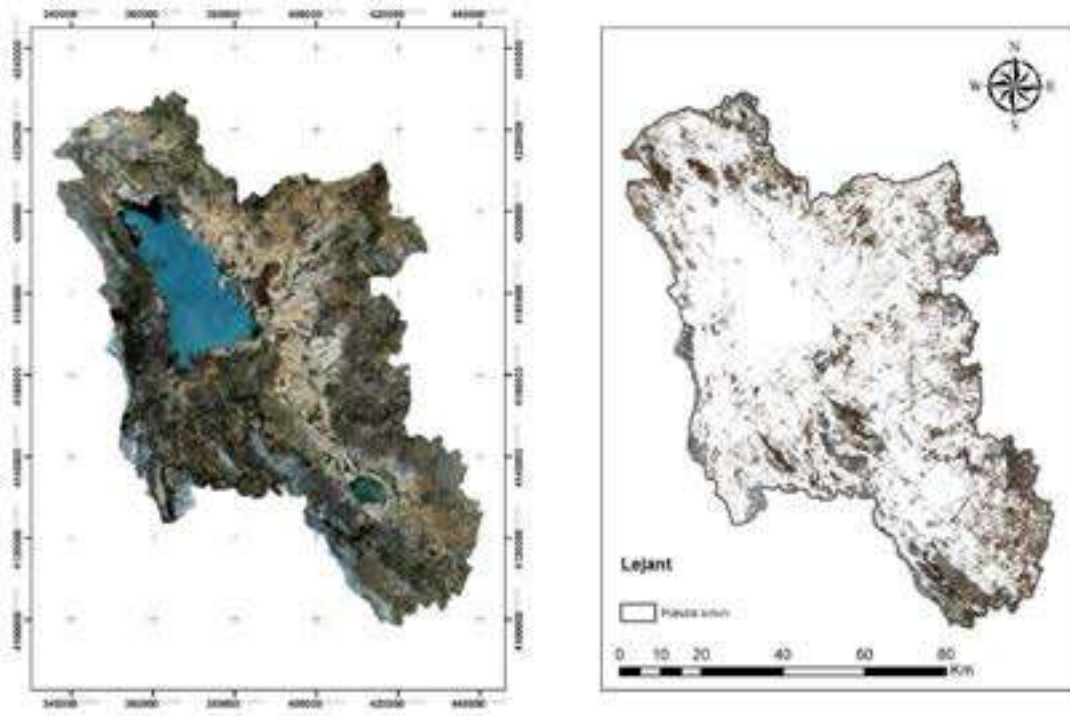
Şekil 4.11 2006 yılına ait sulak alanların maskelenmesi



Şekil 4.12 2006 yılına ait bitki sınıfının maskelenmesi



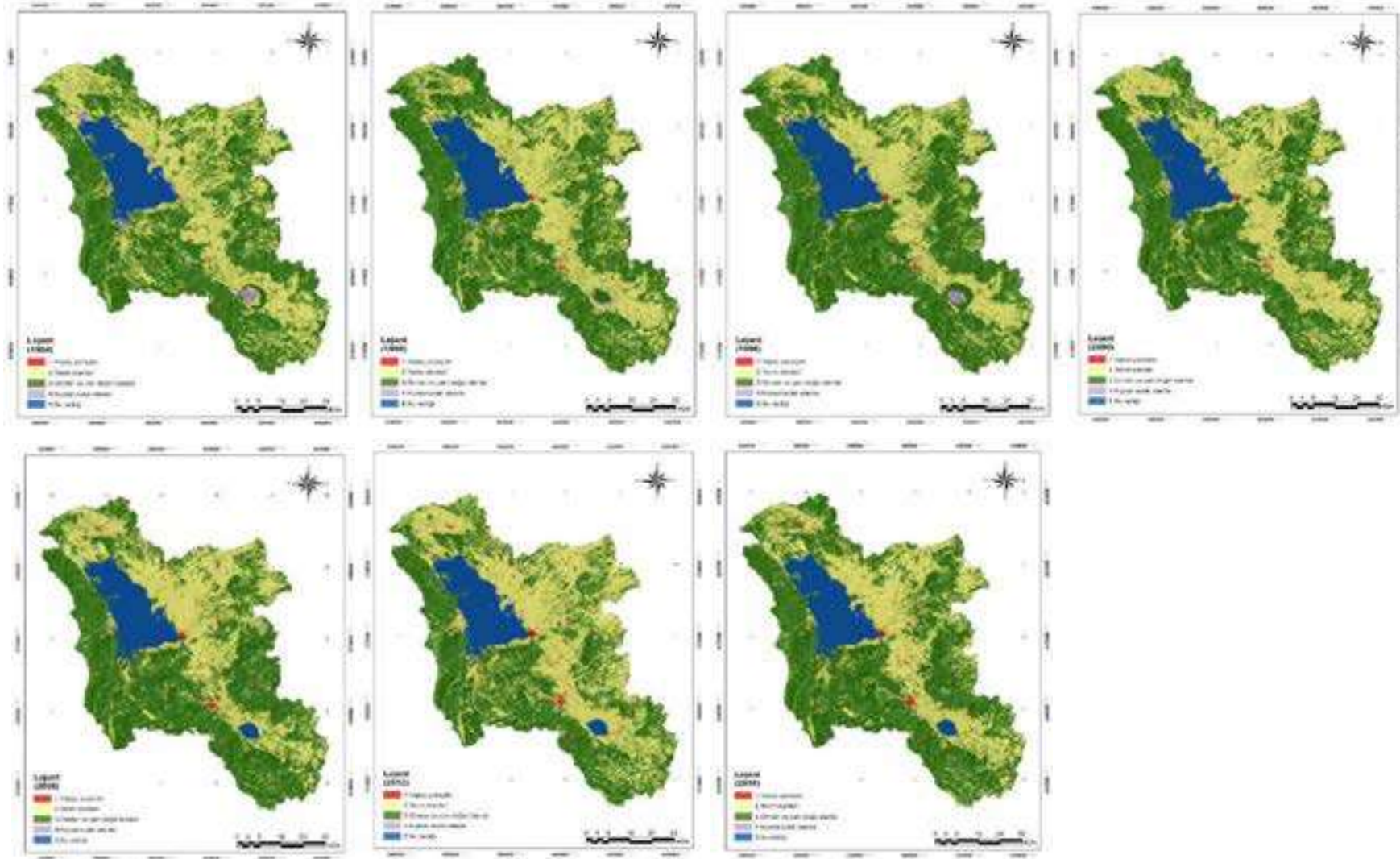
Şekil 4.13 2006 yılına ait tarım arazilerinin maskelenmesi



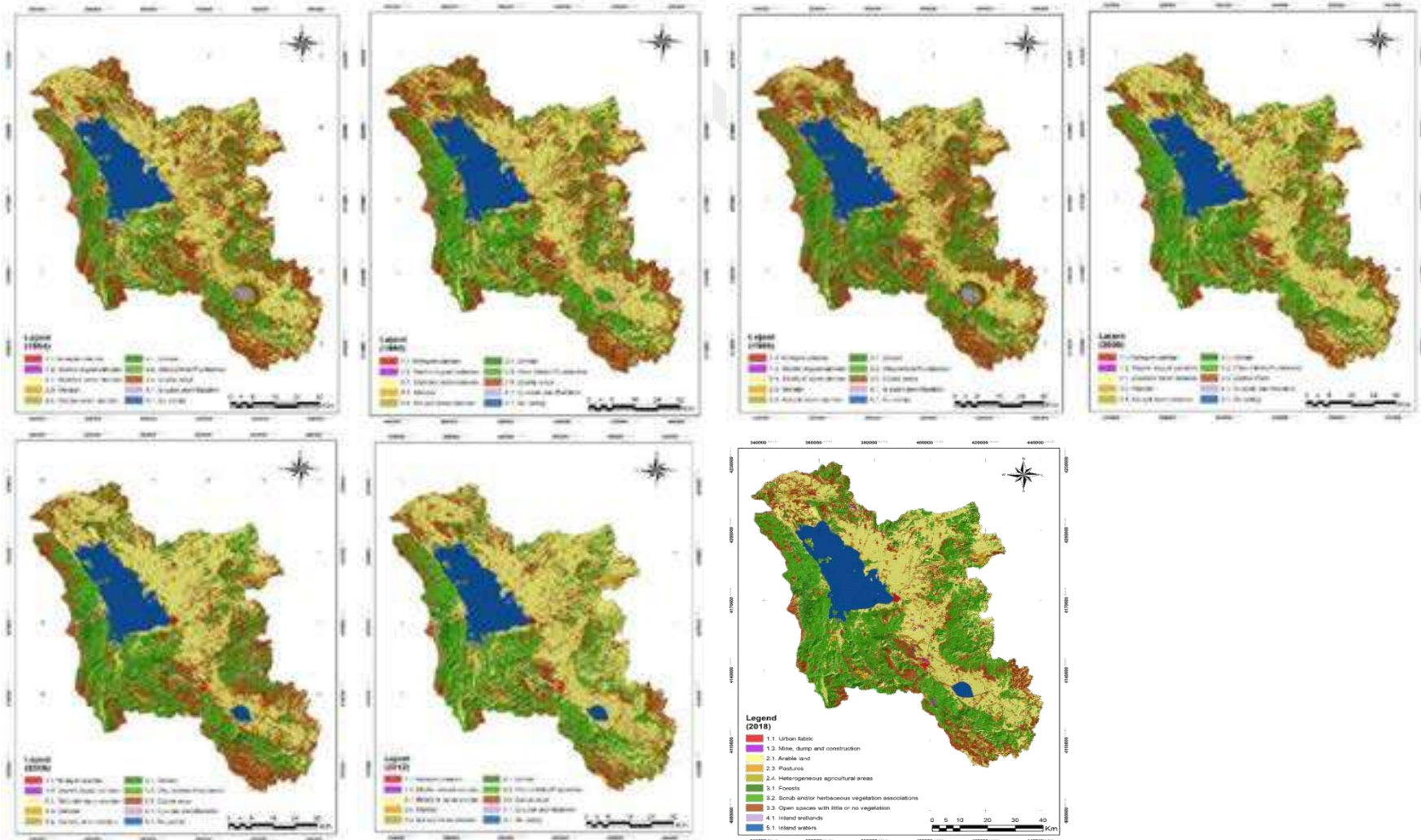
Şekil 4.14 2006 yılına ait yapay yüzey ve çıplak arazilerin maskelenmesi

Maskeleme işleminden sonra gerçekleştirilen sınıflandırma işleminde belirlenen SVM algoritması ile en yüksek doğruluğu veren kernel fonksiyon ve parametre seti kullanılmıştır. Sınıflandırma işlemi CORINE sınıflandırma seviyelerine uygun olarak 1. ve 2. düzeyde ayrı ayrı ele alınmıştır. 1. temel düzeyde 5 sınıf, 2. düzeyde ise 10 sınıfa ayrılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. 7 farklı sene için yapılan sonuç tematik sınıf haritaları Şekil 4.15 ve 4.16’da gösterilmektedir.





Şekil 4.15 1984-2018 yılları için oluşturulam birinci düzey SVM sınıflandırma sonuç haritaları



Şekil 4.16 1984-2018 yılları için oluşturulan ikinci düzey SVM sınıflandırma sonuç haritaları

4.1.5 Doğruluk analizi

Sınıflandırma işlemi gerçekleştirildikten sonra elde edilen tüm tematik sınıf görüntüleri için doğruluk analizleri yapılmıştır. En başarılı sonucu veren doğruluk değerlendirmesi yapmak için, üretilen rastgele noktaların toplamı 250 ve ya daha fazla olması gerekmektedir (ERDAS, 2007). Çalışmada havzanın farklı AKAÖ'ne ait sınıflarını temsil etmek için ENVI 5.3. yazılımı ile rastgele bir yöntem kullanılarak tanımlanmış (/Classification/Post Classification/) ve homojen olarak yerleştirilmiş 290 rastgele noktaya dayalı bir sınıflandırma doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme işlemi 1. ve 2. Düzey için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan 290 adet nokta, saha kontrol noktalarını (yer gerçeği verileri), Google Earth görüntüleri, SPOT 5 uydu görüntüleri ve HGM tarafından üretilen çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli topografik haritalar referans verileri olarak kullanılmıştır. Referans veriler ve sınıflandırma sonuçları hata matrisleri kullanılarak karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak analiz edilmiştir. 1984, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012, 2018 yıllarına ait gerçekleştirilen sınıflandırma işlemi sonucunda doğruluk analizi her iki düzey için de Kappa istatistiği (K) ve Genel Doğruluk (G.D.) yüzdeleri ile değerlendirilmiştir.

K değeri 0-1 arasında değişen bir değerdir. Bu değer 0'a yaklaştıkça sınıflandırma doğruluğunun düşük olduğu, 1'e yaklaştıkça da gerçek sınıflandırma değerine yaklaştığı kabul edilir. K değeri ≥ 0.75 olduğunda sınıflandırma işlemi başarılı olarak kabul görülmektedir. Yapılan doğruluk analizleri sonucunda 1. düzeyde "% 91", 2. düzeyde "% 89" ortalama G.D. Yüzdeleri sağlanmıştır. K değeri ise 1. düzeyde ortalama "0.89", 2. düzeyde "0.88" olarak tespit edilmiştir. 1. ve 2. düzey sınıflandırma sonuçlarına yönelik doğruluk analizleri Çizelge 4.4' de verilmektedir.

Çizelge 4.4 Birinci ve ikinci düzey sınıflandırma doğruluk analizleri

No	Sensör	Yıllar	Birinci düzey sınıflandırma istatistikleri		İkinci düzey sınıflandırma istatistikleri	
			Genel Doğruluk	Kappa Katsayısı	Genel Doğruluk	Kappa Katsayısı
1	TM	1984	91.29%	0.8873	89.65%	0.8843
2	TM	1990	91.29%	0.8874	88.99%	0.877
3	TM	1996	92.43%	0.9018	90.04%	0.8887
4	ETM	2000	92.47%	0.9017	89.88%	0.8871
5	TM	2006	92.39%	0.9012	90.10%	0.8893
6	TM	2011	92.20%	0.8989	90.29%	0.8913
7	OLI	2018	91.59%	0.8911	89.81%	0.8861

Genel doğruluk yüzdeleri ve K değeri hesaplanması tek başına yeteri kadar anlamlı sayılmamaktadır. Seçilen her bir sınıfın doğruluklarının belirlenmesi de sınıflandırma sonucunun yorumlanmasında gerekli bir işlem adımıdır. Çünkü G.D. yüksek değerlerle ifade edilirken sınıflandırma içerisindeki bazı sınıfsal doğruluklar kendi içerisinde düşük yüzdeler alabilmektedir. Bu durum özelde sınıfsal doğrulukların değerlendirilmesinde hem eksik (yetersiz) kalmakta hem de kullanıcıyı yanıltıcı değerlendirme yapmasına neden olmaktadır.

Çalışmada 1. ve 2. düzey için ayrı ayrı incelenen sınıfsal doğruluk değerleri hata matrislerinden elde edilmiştir ve yüzdesel olarak karşılaştırılmıştır. Sınıfsal doğruluklar incelendiğinde her iki sınıf için de en yüksek doğruluğu veren sınıfın “Su varlığı” olarak belirlenmiştir. Her iki düzey için doğruluk ortalamaları % 99.97’ dir. Sınıfsal doğruluk yüzdesi en düşük sınıflar ise 1. düzeyde ortalama % 86.81 doğrulukla “yapay yüzeyler”, 2. Düzeyde % 75.01 ve % 83.46 doğrulukla sırasıyla “maden, boşaltım ve inşaat alanları” ve “yapay yüzeyler” olarak belirlenmiştir. 1. ve 2. düzey sınıfsal doğruluk yüzdeleri Çizelge 4.5’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.5 Birinci ve ikinci düzey sınıfsal doğruluk yüzdeleri

Yıllar	Birinci Düzey (%)					İkinci Düzey (%)									
	#1	#2	#3	#4	#5	#11	#12	#21	#23	#24	#31	#32	#33	#41	#51
1984	85.3	88.9	92.9	91.4	100	83.0	74.8	89.5	88.3	87.7	90.4	90.4	92.1	91.4	100
1990	85.7	89.1	93.5	88.4	100	79.1	75.4	88.3	89.4	84.4	93.5	90.0	91.3	88.4	100
1996	88.7	90.8	93.0	90.7	100	80.8	79.7	90.3	91.1	88.5	91.3	93.3	89.1	90.7	100
2000	85.2	91.5	94.2	92.2	99.8	79.9	73.2	90.4	93.7	86.0	91.1	89.7	92.0	92.2	99.8
2006	88.0	90.8	93.9	88.1	100	89.7	67.3	92.4	89.0	80.4	91.3	90.7	82.9	87.9	100
2011	88.3	89.6	93.2	91.4	100	88.8	75.4	86.8	92.0	84.4	88.5	91.8	92.6	91.4	100
2018	86.5	91.2	92.2	87.6	100	83.0	79.2	90.3	92.6	88.6	86.7	91.8	90.6	87.6	100
RQI*	#1	#2	#3	#4	#5	#11	#12	#21	#23	#24	#31	#32	#33	#41	#51

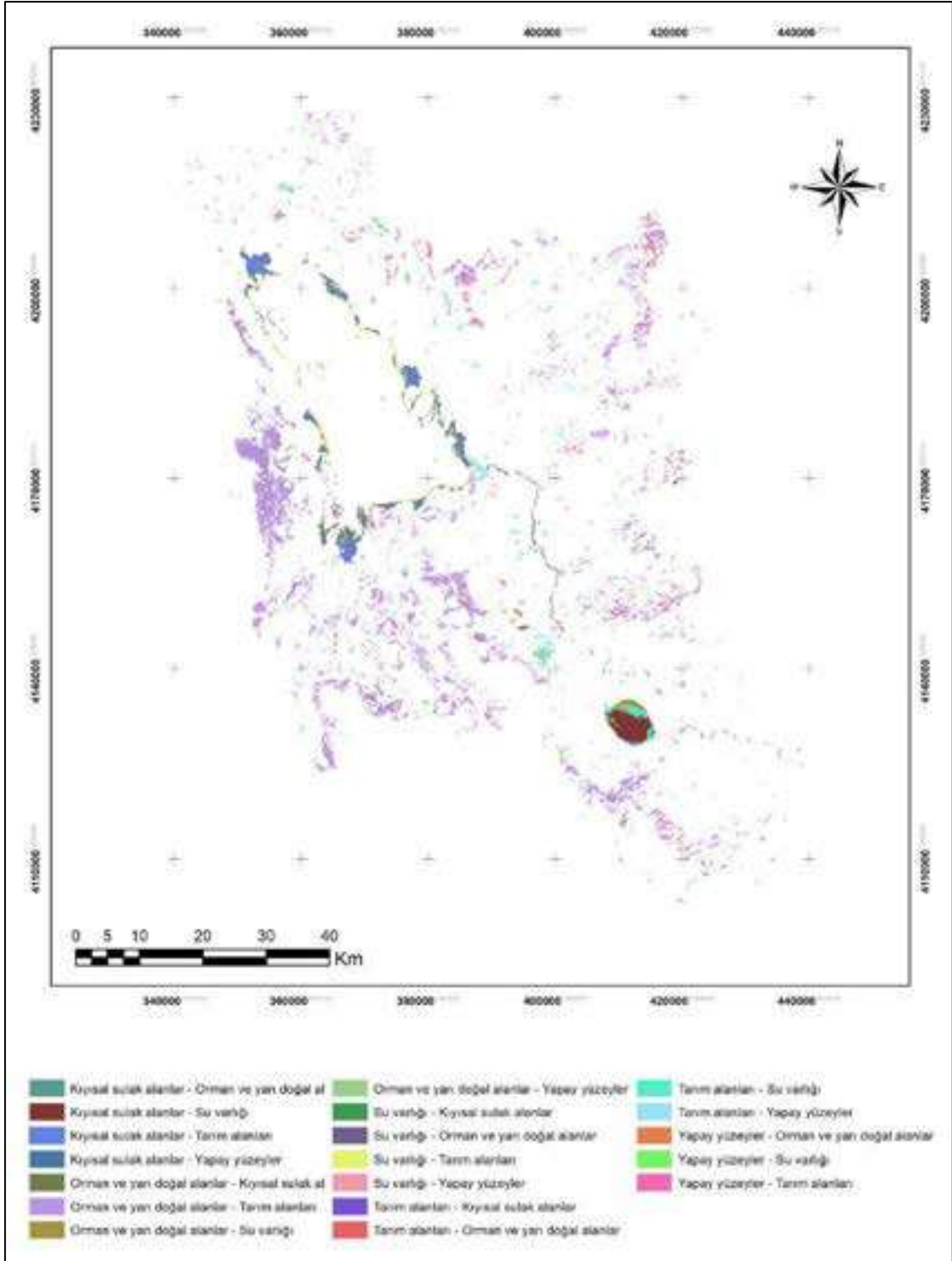
*ROI: CORINE veri tabanına ait sınıfsal kodlar

4.1.6 Değişim tespiti (change detection)

AKAÖ'ye ait değişim istatistiği ve matrisi, zamansal analizi bu hızlı değişim sürecinin nedenlerini anlamak için önem arz etmektedir. Görüntü sınıflandırma işlemi ve doğruluk analizlerinden sonra 1984-2018 yılları arasında AKAÖ'deki değişim ilk olarak alansal olarak değerlendirilmiştir. Alansal değerlendirmeler ArcGIS 10.5 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahasına yönelik birinci ve ikinci düzey alansal değişimler Çizelge 4.6'da verilmiştir. Ayrıca 1984-2018 yılları arasında AKAÖ'deki zamansal değişim Şekil 4.17'deki gibi haritaları oluşturularak daha iyi yorumlanabilmesi adına görselleştirilmiştir.

Çizelge 4.6 1984-2018 yılları arasında değişiklik gösteren sınıflar ve değişim miktarları

Sınıfsal Değişim	Alansal Değişim (Ha)	Yüzdesele dağılım (%)
Kıyısal sulak alanlar -> Kıyısal sulak alanlar	1309.54	15.00
Kıyısal sulak alanlar -> Orman ve yarı doğal alanlar	2289.87	26.22
Kıyısal sulak alanlar -> Su varlığı	2363.59	27.07
Kıyısal sulak alanlar -> Tarım alanları	2734.13	31.31
Kıyısal sulak alanlar -> Yapay yüzeyler	34.59	0.40
Orman ve yarı doğal alanlar -> Orman ve yarı doğal alanlar	320699.18	81.01
Orman ve yarı doğal alanlar -> Kıyısal sulak alanlar	3341.77	0.84
Orman ve yarı doğal alanlar -> Su varlığı	795.85	0.20
Orman ve yarı doğal alanlar -> Tarım alanları	68735.96	17.36
Orman ve yarı doğal alanlar -> Yapay yüzeyler	2288.56	0.58
Su varlığı -> Su varlığı	62810.10	96.67
Su varlığı -> Kıyısal sulak alanlar	778.09	1.20
Su varlığı -> Orman ve yarı doğal alanlar	769.63	1.18
Su varlığı -> Tarım alanları	597.88	0.92
Su varlığı -> Yapay yüzeyler	18.87	0.03
Tarım alanları -> Tarım alanları	171473.11	65.45
Tarım alanları -> Kıyısal sulak alanlar	1121.53	0.43
Tarım alanları -> Orman ve yarı doğal alanlar	86656.31	33.12
Tarım alanları -> Su varlığı	1202.76	0.46
Tarım alanları -> Yapay yüzeyler	1553.89	0.59
Yapay yüzeyler -> Yapay yüzeyler	1020.76	64.76
Yapay yüzeyler -> Orman ve yarı doğal alanlar	325.15	20.63
Yapay yüzeyler -> Su varlığı	0.94	0.06
Yapay yüzeyler -> Tarım alanları	229.27	14.55
Yapay yüzeyler -> Kıyısal sulak alanlar	0.137	0.01



Şekil 4.17 1984-2018 yılları arasında AKAÖ 'deki zamansal değişimin görselleştirilmesi

Ayrıca değişim için ENVI 5.3 yazılımındaki "change detection" modülü kullanılarak diyagonal matrisi hazırlanmıştır (Çizelge 4.7). Bu matris içerisinde yer alan değerler, sonuçların yüzdesel oranını yansıtmaktadır. Diyagonal matrisin orta köşegeninde yer alan gri ile boyanmış yüzdesel değerler değişimin hiç yaşanmadığı

alanları ifade etmektedir. Örneğin sulak alanların % 96.5'i değişmeden korunurken yani hsabit kalarak hiçbir değişkenlik göstermezken geri kalan % 3.5'luk yüzdesel dilimi diğer sınıflara dönüştüğü görülmektedir.

Çizelge 4.7 1984-2018 yılları arası hesaplanan yüzdesel değişim analizi

	Değişim (%)		1984					Satır Toplam	Sınıf toplam
	1984-2018	ROI #1	ROI #2	ROI #3	ROI #4	ROI #5			
2018	ROI #1	64.587	0.593	0.578	0.396	0.029	99.996	100	
	ROI #2	14.545	65.438	17.36	31.301	0.919	99.987	100	
	ROI #3	20.628	33.07	80.996	26.215	1.183	99.982	100	
	ROI #4	0.18	0.428	0.844	14.992	1.196	99.449	100	
	ROI #5	0.06	0.459	0.201	27.059	96.545	99.972	100	
	Sınıf Toplam	100	100	100	100	100			
	Sınıf değişimi	35.413	34.562	19.004	85.008	3.455			
	Görüntü farkı	418.2939	-14.0211	3.9765	6.1140	3.4259			

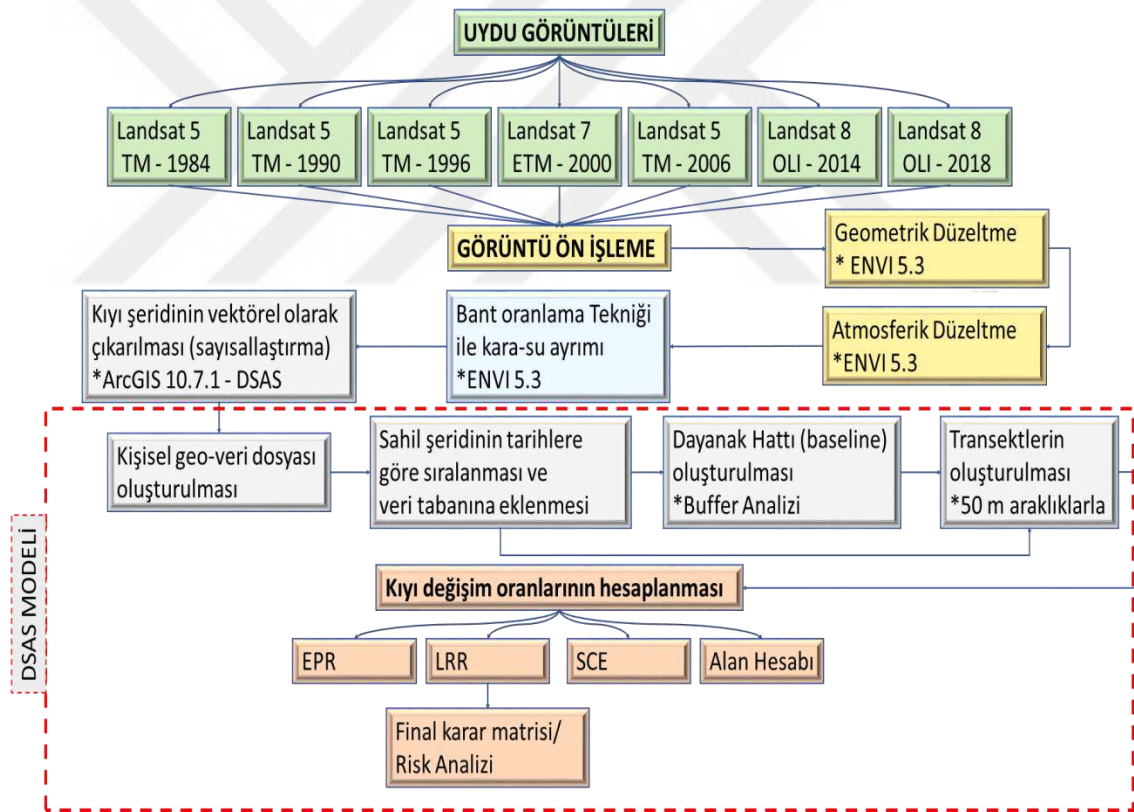
*ROI: CORINE veri tabanına ait sınıfsal kodlar

Analiz sonucunda 2018 yılına ait yapay yüzey dokusunun %14'lük kısmının verimli tarım alanlarından ve %20'lik kısmının orman ve yarı doğal alanlardan elde edildiği tespit edilmiştir. Genel olarak tüm analizler incelendiğinde 1984-2018 yıllarını kapsayan 35 yıllık zaman periyodunda; Yapay yüzeylerin % 418 artışı buna karşın ekilebilir tarım alanlarının ve meraların % 14 azaldığı orman ve yarı doğal alanların (çıplak arazi de dahil olmak üzere) % 4 arttığı kıyılarda bulunan kıyısız sulak alanların % 6 oranında arttığı ve bölgedeki su yapısının ise 2003 yılına kadar azalan bir istatistik gösterirken 2003 yılında kurulan Suğla Barajı ile birlikte su yapısının yüzey alanının % 3 arttığı tespit edilmiştir. Su yapısındaki % 3'lük artışın sebebine ek olarak kıyı değişiminde meydana gelen güney ve doğu cephesindeki gerilemede suyun yüzey alanı tespitinde artışa sebep vermiştir. Su yapısındaki gerçek değişimi görebilmek için suyun hacimsel değişimi incelenmelidir. Yapılan istatistiklerden yola çıkarak şehirleşmenin hızla artarken tamamen tarımsal faaliyetlere elverişli arazilerin azalması ekosistemi olumsuz etkilemektedir. Bunun dışında sulak alanlar ve tarımsal faaliyetler için yapılan Suğla depolama alanı ile AKAÖ için somut bir mekanizmanın yapılmış olması sürdürülebilirlik bakımından havzada olumlu sonuçlar yarattığı gözlemlenmiştir.

4.2 Beyşehir Gölü Kıyı Değişiminin Zamansal ve Geometrik Olarak İncelenmesi

Tez çalışması kapsamında, Beyşehir Gölü kıyı çizgisine ait zamansal ve geometrik değişimlerin belirlenmesi sürdürülebilir arazi yönetiminde sınırlı doğal kaynaklarının verimli kullanımı açısından üzerinde durulması gereken son derece önemli bir konudur.

Çalışmada uzun dönemli kıyı değişim hareketlerinin belirlenmesi ve analiz işlemlerinde DSAS yazılım aracı kullanılmıştır. 1984-2018 yılları arasında geçen 35 yıllık süreçte 7 adet uydu görüntüsü (yaklaşık her 5 yılda bir olacak şekilde) analiz edilerek kıyı değişim hareketleri incelenmiş ve riskli bölgeler belirlenmiştir. Tez çalışmasının kıyı değişiminin uzun dönemli incelenmesine yönelik hazırlanan 2. Bölümünün uygulamasına ait iş akış diyagramı Şekil 4.18’de sunulmuştur.



Şekil 4.18 Beyşehir Gölü kıyı sınır değişiminin zamansal ve geometrik olarak incelenmesine yönelik hazırlanan iş akış diyagramı

4.2.1 Uydu görüntülerinin ön işlenmesi

Beyşehir Gölü kıyı şeridinde meydana gelen kıyı çizgisi değişim hareketlerinin belirlenmesinde, 1984-2018 yıllarını kapsayan 35 yıllık zaman diliminde 7 adet Landsat

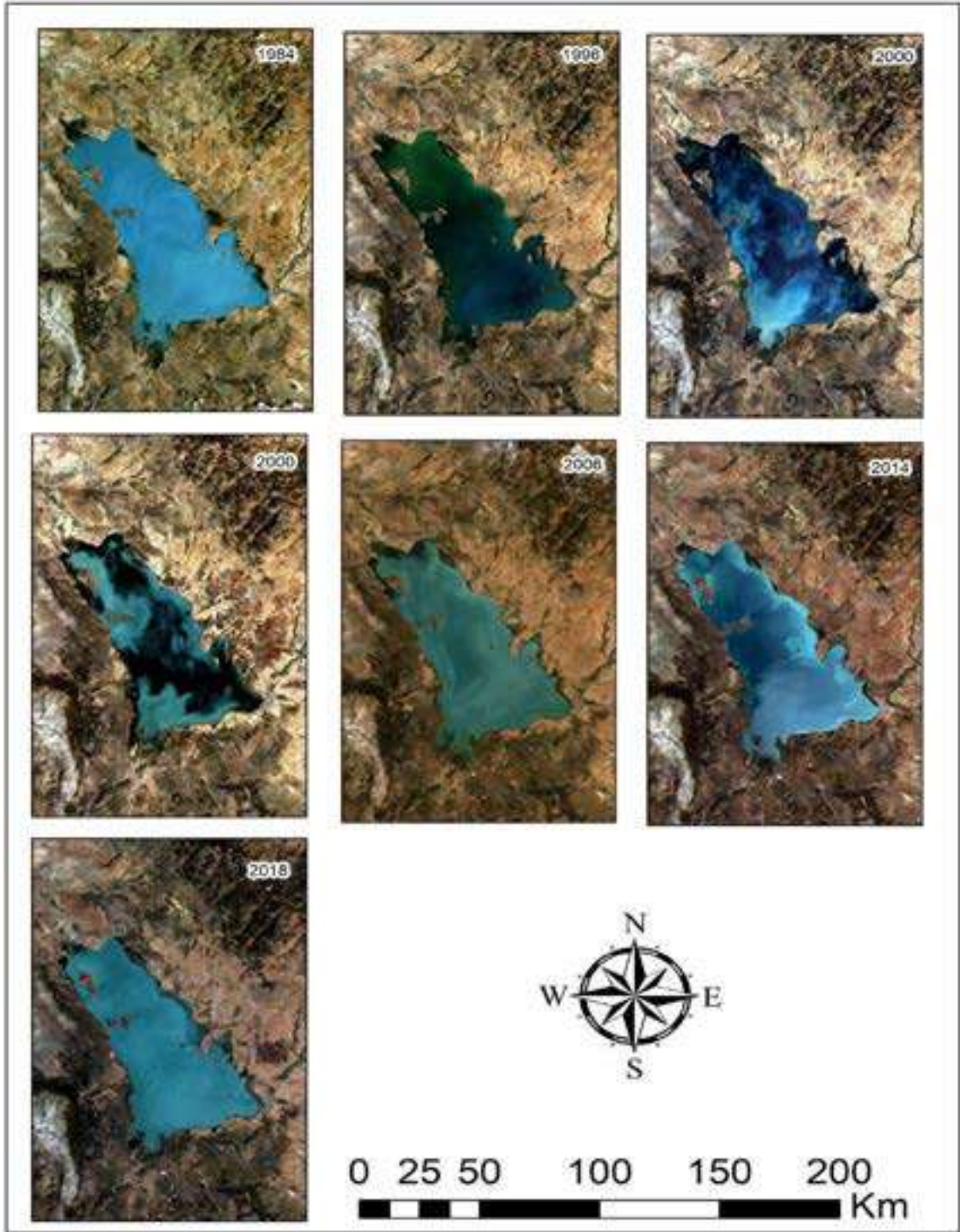
uydu görüntüsü (yaklaşık her 5 yılda bir olacak şekilde) kullanılmıştır (Şekil 4.19). Uydu görüntüleri seçilirken farklı yıllara ait uydu görüntülerinin, aynı mevsime ait benzer dönemlerde elde edilmiş olmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca uydu görüntüleri içerisinde Beyşehir gölü ve çevresinin bulutluluk oranının yaklaşık 0-1 % arasındaki görüntülerin seçilmesine dikkat edilmiştir. Landsat uydu görüntülerinin açık erişimli olması, kullanıcıya ücretsiz sunulması, analize imkân verecek şekilde sayısal olarak elde edilebilmesi, kıyı değişim çalışmaları gibi geniş uygulama alanlarında da kolaylıkla kullanılabilir olması sebebiyle bu çalışmada tercih edilmiştir. Kıyı şeridi değişim hareketlerinin izlenmesi için çalışmadan kullanılan Landsat uydu görüntüleri 16 Temmuz 1984, 02 Ağustos 1990, 02 Ağustos 1996, 05 Ağustos 2000, 30 Ağustos 2006, 03 Temmuz 2014 ve 15 Ağustos 2018 tarihlerini kapsamaktadır.

Bu bölümde kullanılan uydu görüntülerindeki sistematik ve ya sistematik olmayan hataların giderilmesi için görüntülere ön işleme teknikleri uygulanmıştır. Çalışmada ilk olarak kullanılacak 7 yıla ait Landsat uydu görüntülerinin geometrik kalibrasyonları yapılarak rektifiye edilmiştir. Geometrik düzeltme işleminden sonra uydu görüntüleri atmosferik olarak düzeltilmiştir. Geometrik ve atmosferik düzeltme aşamalarından oluşan ön işleme tekniklerinin uygulanış biçimi "4.1. BKAH'na ait Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Zamansal Değişiminin Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi" bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Geometrik düzeltme işlemi uygulanan 7 adet uydu görüntüsüne ait bilgiler Çizelge 4.8 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 Geometrik düzeltmesi yapılan uydu görüntüleri ve teknik özellikleri

Algılayıcı	Algılama Tarihi	Spektral Band	Satır/Sütun	Uzaysal Çözünürlük (M)	Kontrol Nokta Sayısı	KOH (Piksel)
Landsat -5 TM	16.07.1984	7 (VNIR-SWIR, TIR)	178/34	30,120	45	0.40
	02.08.1990		178/34		39	0.40
	02.08.1996		178/34		42	0.42
	30.08.2006		178/34		45	0.45
Landsat -7 ETM	05.08.2000	8 (PAN, VNIR-SWIR, TIR)	178/34	15,30,60	42	0.45
Landsat -8 OLI	03.07.2014	9 (Coastal/Aerosol, Cirrus, PAN, SWIR, NIR)	178/34	15,30	41	0.41
	15.08.2018		178/34		44	0.42
SPOT-5						Referans Görüntü

Coastal/Aerosol: derin mavi band, **Cirrus:** kısa dalga infrared band, **PAN:** pankromatik band. **VNIR-SWIR:** görünür, yakın ve orta kızılötesi band, **TIR:** termal kızılötesi band



Şekil 4.19 Beyşehir Gölü ve yakın çevresine ait Landsat uydu görüntüleri gösterimi

4.2.2 Kıyı sınır çizgilerinin çıkarılması

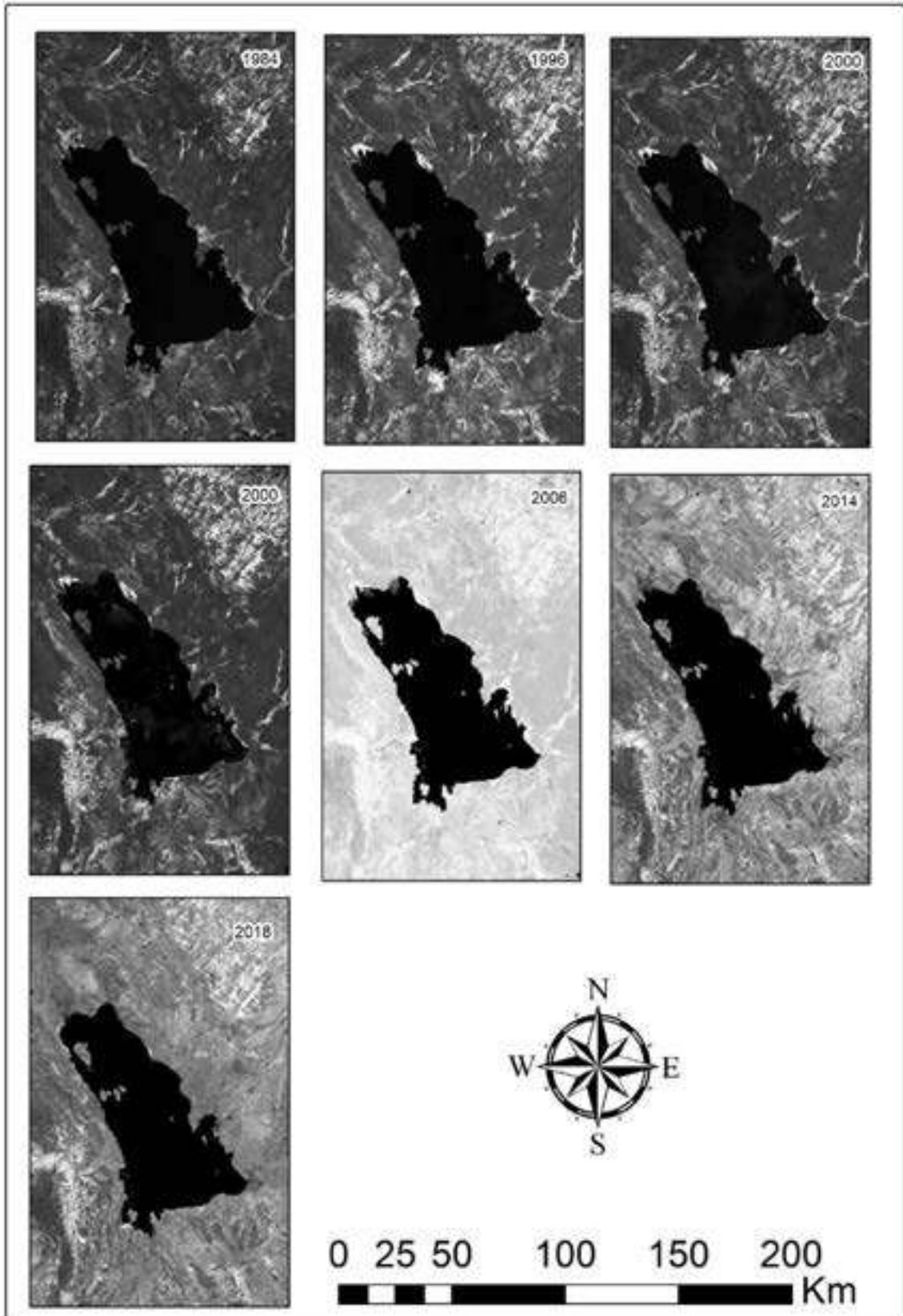
İkinci adımda, düzeltilmiş uydu görüntüleri üzerinden Beyşehir Gölüne ait kıyı sınır çizgilerinin çıkarımı gerçekleştirilmiştir. Düzeltilmiş RGB (Red/Green/Blue)

görüntüler üzerinden kıyı sınır hattı belirlemek mümkün olsa da hata payı da oldukça fazla olabilmektedir. Bu sebeple ilk olarak kara-su ayrımının şüpheye yer bırakmayacak kadar net bir ayrımı sağlanması gerekmektedir. Kara ve su yüzeyi arasındaki sınır çizgisinin çıkarılması uydu görüntülerinin mekânsal ve spektral özelliklerinin geliştirilmesine dayanmaktadır (Kaliraj ve ark., 2014). Uzaktan algılanan görüntülerden kıyı şeridini çıkarmak için çeşitli teknik ve yöntemler geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, Band Orantılama tekniği ile kara-su sınırı ayrımı sağlanmıştır. Bu teknik ile ham görüntülerde tespit edilemeyen bazı özellikleri (bitki örtüsü tespiti, kara-su ayrımı, bataklık bölgelerin ayrımı gibi) belirlemek için kullanılan görüntü işleme tekniğidir. Oran görüntüleri, bandlar arasındaki spektral kontrastların zenginleştirilmesi ile farklı bölgelerin kıyı değişimlerinin çıkarımı ve haritalanmasında kullanılır (Segal, 1983; Kenea, 1997). Kara-su ayrımındaki farklılıkları belirginleştirmek için bant oranlaması, belirli bir spektral aralıkta yüksek yansımaya (reflektans) gösterdiği bantı, düşük yansımaya (absorbsiyon) gösterdiği banda bölerek yapılmaktadır. Bir görüntüde yüksek yansımaya gösteren her bir pikselin değeri, düşük yansımaya gösterdiği banttaki aynı konumdaki pikselin değerine bölünür (Kayadibi ve Aydal, 2013).

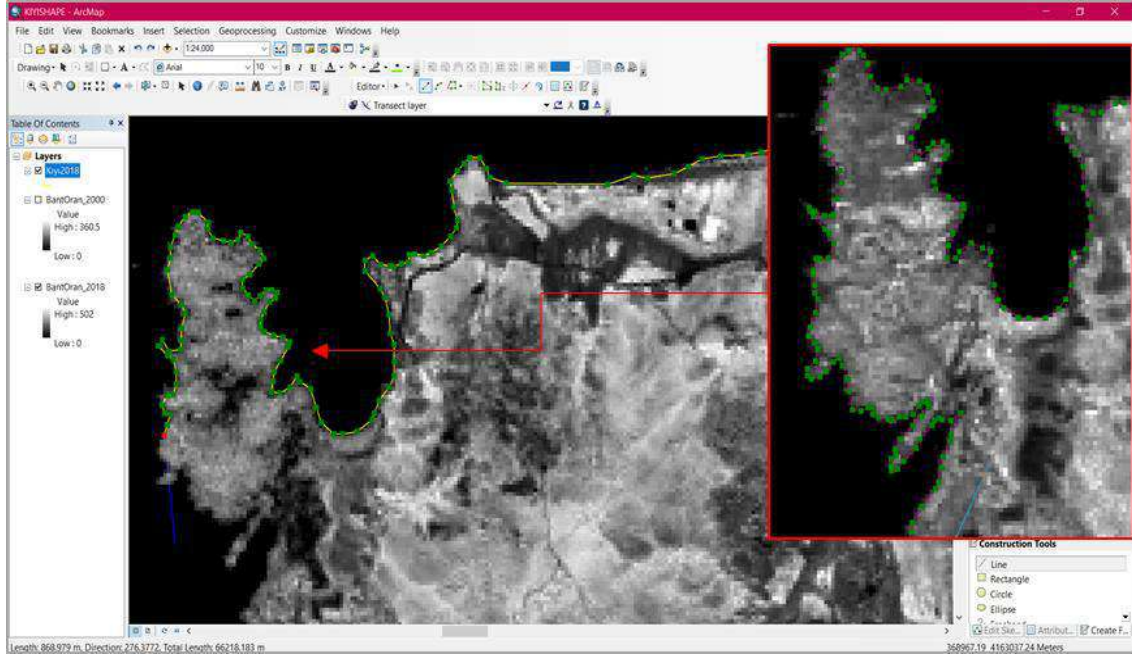
UA görüntülerinde yeşil band (VIR) ve yakın-kızıl ötesi bandları (NIR) açık su yüzeylerinin tespitinde kullanılır. NIR bandı, kısa dalga kızılötesi bandla (SWIR) değiştirilerek toprak ve yerleşik arazinin etkisini azaltılır ve su çıkarımı daha iyileştirilerek daha baskın bir görüntü elde etmek mümkün olmaktadır. Çalışmada kara-su arasındaki ayrımı sağlamak adına TM ve ETM uydu görüntüleri için Band 5/ Band 2, OLI uydu görüntüsü için Band 6/ Band 3 band orantılama tekniği kullanılarak binary görüntüler elde edilmiştir (Şekil 4.20).

Kullanılan formül TM/ETM için “Eğer $B5/B2 < 1$ ise 255 değil ise 0” OLI için ise “Eğer $B6/B3 < 1$ ise 255 değil ise 0” şeklindedir. Burada TM/ ETM görüntüleri için B2 olarak ifade edilen yeşil band (0-00.60 nm) ve B5 ise SWIR (1.55-1.75 nm) olarak ifade edilmektedir. OLI uydu görüntüsü için ise yeşil ve SWIR bandlar sırasıyla B3 ve B6 şeklindedir.



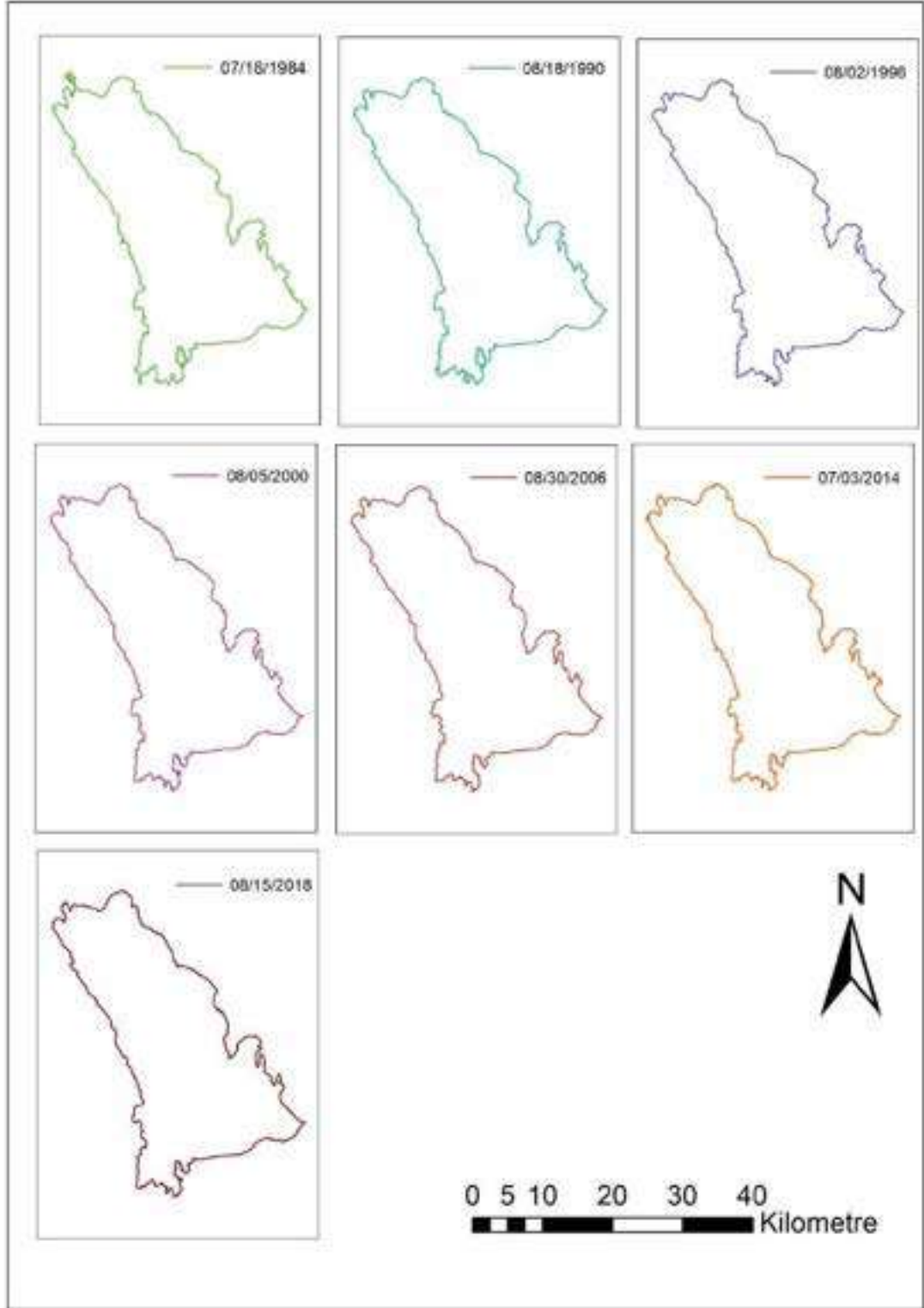
Şekil 4.20 Band Oranlama yöntemi sonucu oluşturulan haritalar

Kara-su ayrımının net olarak ayırt edilebildiği sonuç görüntülerden (binary image) kıyı sınır çizgilerini çıkarabilmek amacı ile raster-vektör dönüşümü (sayısallaştırma) gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için ArcGIS 10.7 yazılımı kullanılmıştır. İlk olarak kişisel bir veritabanı (personal database) oluşturulmuş, tüm katmanlar ve analiz sonuçları bu veri tabanında muhafaza edilmiştir. Sayısallaştırma işleminin bir bölümü Şekil 4.21’de gösterilmiştir.

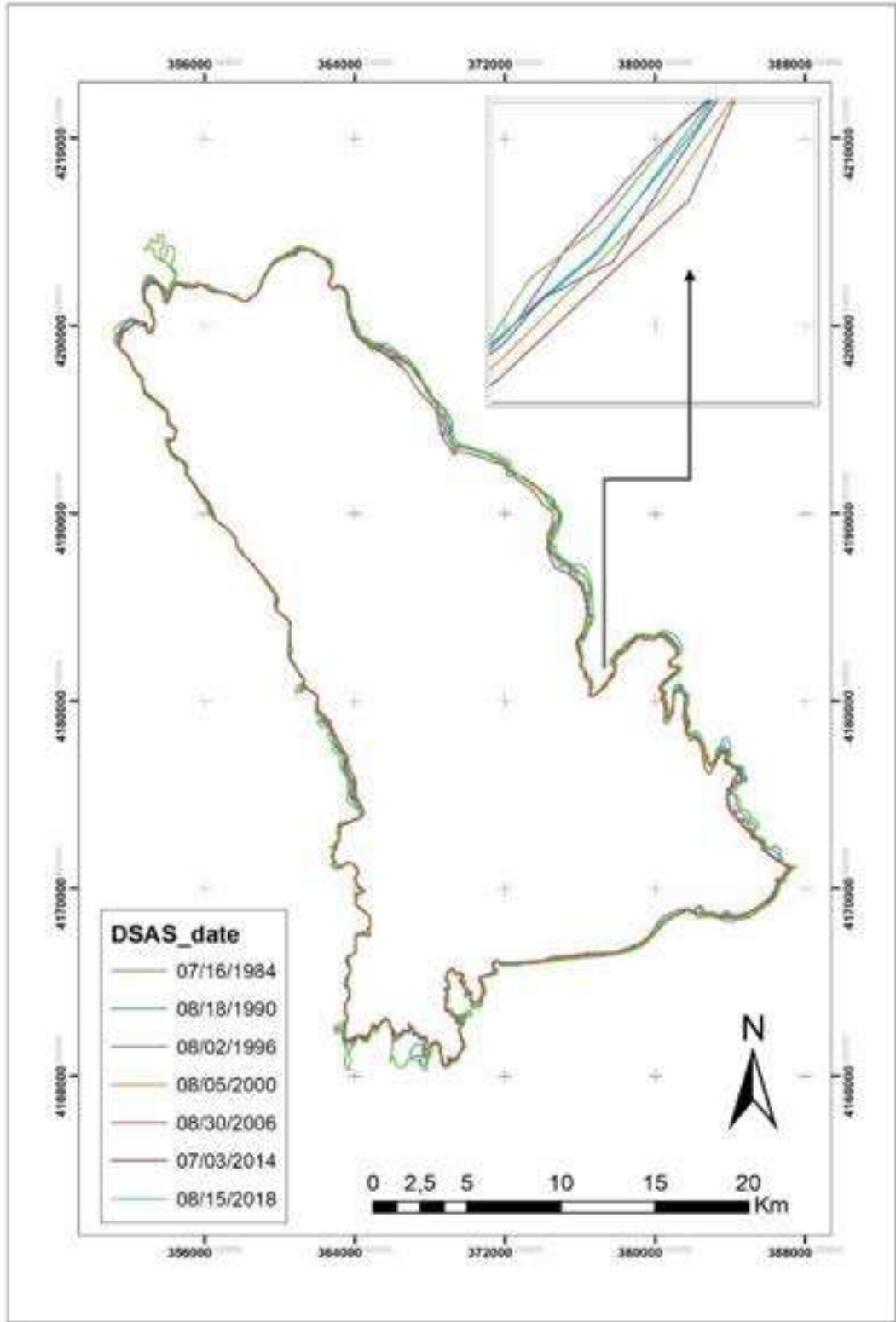


Şekil 4.21 Kıyı sınır çizgisinin sayısallaştırılması işlemi

Oran görüntüleri üzerinden yapılan sayısallaştırma işlemi sonucunda 1984, 1990, 2000, 2006, 2014, 2018 yıllarına ait kıyı sınır çizgileri belirlenerek veri tabanına aktarılmıştır. Farklı yıllara ait kıyı sınır çizgilerini vektörel olarak gösteren haritalar Şekil 4.22 ve 4.23’deki gibi hazırlanmıştır.



Şekil 4.22 Farklı yıllara ait kıyı sınır çizgilerinin vektörel gösterimi

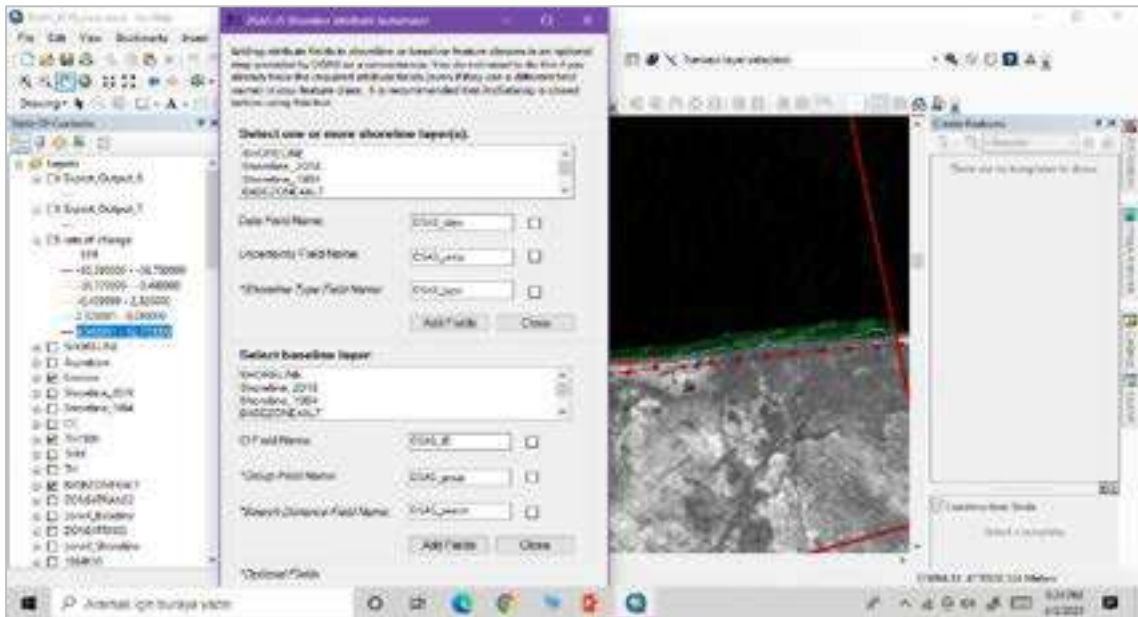


Şekil 4.23 Farklı yıllara ait kıyı sınır çizgilerinin çakıştırılması

4.2.3 Kıyı sınır çizgileri değişim oranlarının hesaplanması

Kıyı şeridinin Landsat TM, ETM ve OLI görüntülerinden çıkarılmasından sonra kıyı sınır çizgileri hareket oranını ve değişimleri hesaplamak için DSAS yazılım aracı kullanılmıştır (Şekil 4.24). DSAS v 4.2, ArcGIS yazılımına eklenti şeklinde çalışan bir araçtır (Kılar ve Çiçek, 2018; Jayson-Quashigah ve ark., 2013). Thieler ve ark. (2009) tarafından geliştirilen DSAS yazılım aracı, çok sayıda kıyı şeridi pozisyonunun istatistiksel değişikliklerini hesaplayan, ücretsiz servis edilen bir uygulamadır ve literatürde sıklıkla kullanılmaktadır (Kale, 2018; Kuleli, 2010; Mutaqin, 2017; Moussaid ve ark., 2015).

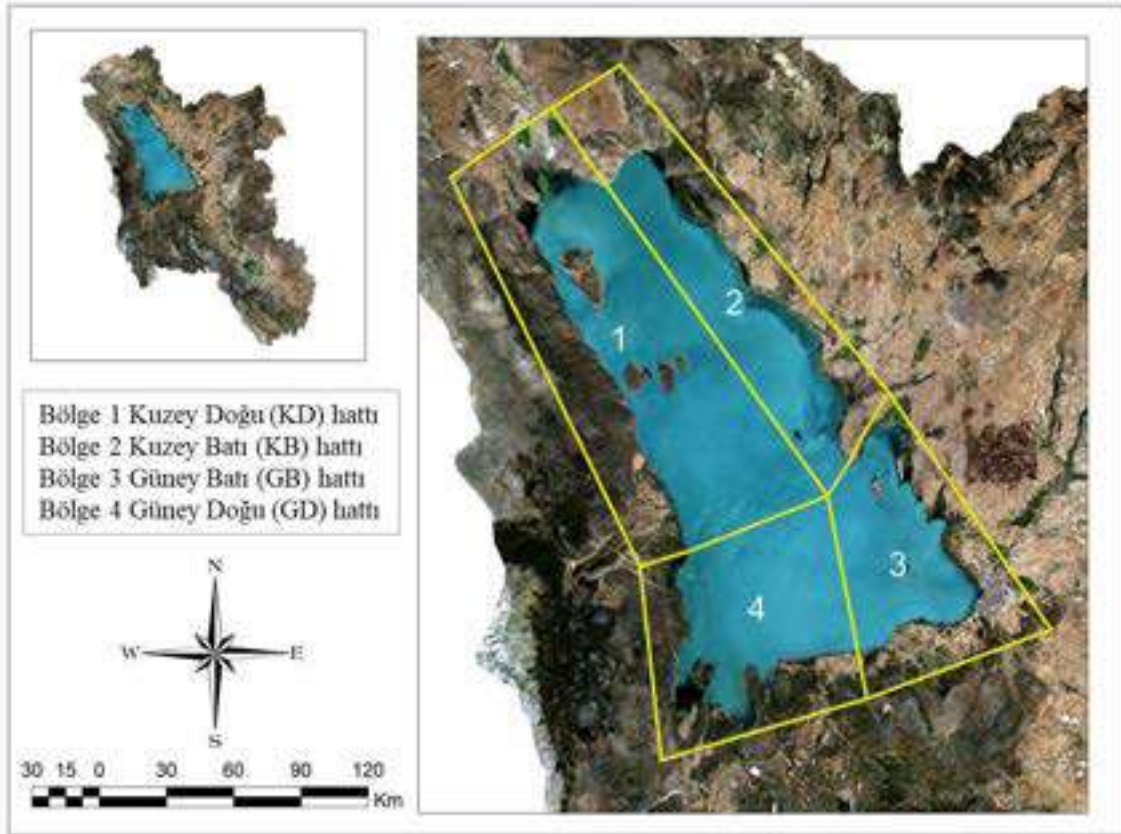
DSAS, çok sayıda kıyı şeridi pozisyonundan oluşan bir zaman serisini kullanarak kıyı şeridi değişim istatistiklerinin oranını hesaplamak için kullanılır (Ahmad ve Lakhan, 2012). Yazılım aracı, kıyı şeridi değişim hesaplama sürecine yardımcı olmak, aynı zamanda hesaplama sonucundaki tutarlılığını hesaplanması, değişim oranına ait sonuç veri ve grafiklerin sunulması amacıyla USGS tarafından geliştirilmiştir (Mani Murali ve ark., 2013). Günümüzde DSAS yazılım aracı USGS'in "kıyı değişikliği tehlikeleri projesi"nin temel bir bileşeni haline gelmiştir. Ayrıca çeşitli ölçeklerdeki büyük hacimli veri anazlılarını, basit bir şekilde, tutarlı ve tekrarlanabilir olarak gerçekleştirebilmesine olanak vermesi yazılımın en büyük avantajlarından biridir (Ahmad ve Lakhan, 2012).



Şekil 4.24 DSAS yazılım aracı modülü arayüzü örnek gösterimi

DSAS aracı kullanarak kıyı değişim oranlarının belirlenmesi temelde 5 adımdan oluşur: (1) kıyı şeridi çıkarılması, (2) dayanak hattı oluşturulması, (3) transekt üretilmesi, (4) her transekt üzerinde dayanak hattı ve kıyı sınırı arasındaki mesafelerin hesaplanması (5) kıyı şeridi değişim oranının belirlenmesi şeklindedir (Thieler ve ark., 2003; Nassar ve ark., 2019).

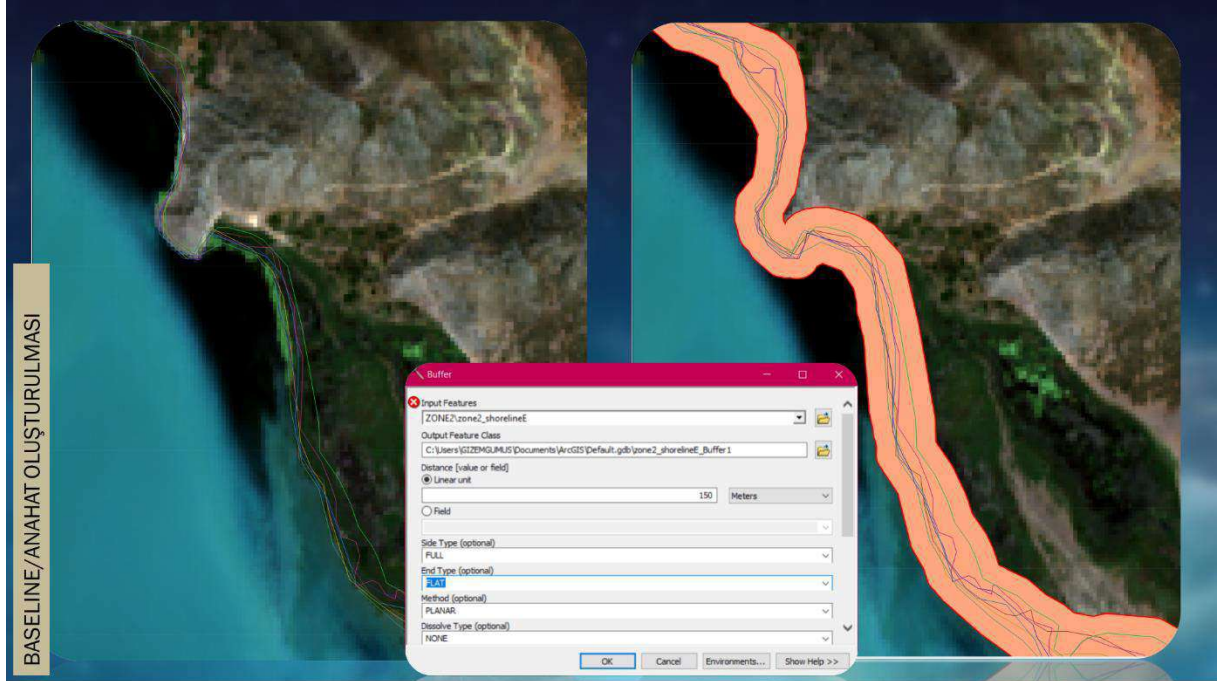
Kıyı şeridi değişimlerine ait istatistiksel oranların analiz edilmesinde ilk olarak, kıyı hattının uzun olması ve oluşturulan transekt aralığının sık (50 m) olması sebebiyle, ayrıca analiz sonuçlarının daha ayrıntılı ve daha doğru yorumlanabilmesi adına çalışma bölgesi olan Beyşehir Gölü kıyı sınır çizgileri 4 ayrı bölgeye ayrılarak incelenmiştir. Çalışma alanı olan Beyşehir Gölü ve çevresinin ayrılan 1. bölgesi kuzey-doğu bölümünü, 2. bölgesi kuzey-batı bölümünü, 3. bölgesi güney-batı bölümünü, 4. bölgesi ise güney-doğu bölümünü oluşturmaktadır (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 Çalışma alanının bölgelere ayrılması

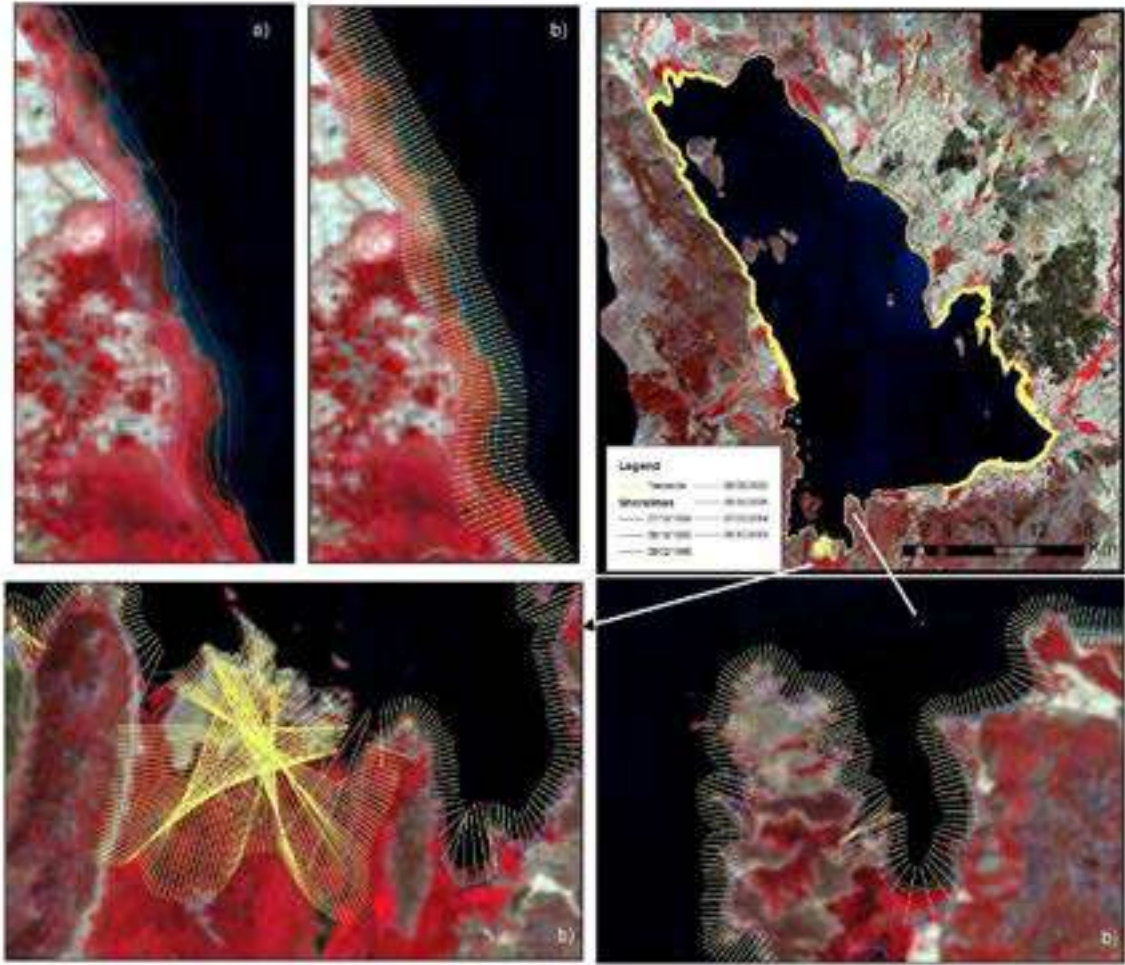
Uygulamada kullanıcı tarafından belirlenen bir dayanak hattına dik olan kesitler (transekt hatları) oluşturulur. Daha sonra, dayanak çizgisi boyunca kıyı şeridinin çapraz kesişme pozisyonları kaydedilir (Himmelstoss, 2009; Ali ve Narayana, 2015). Kıyı sınır

çizgisinin mekânsal ve zamansal değişim hareketini değerlendirmek için, yıllara ait kıyı sınır çizgileri oluşturulduktan sonra kıyı katmanlarına Tampon (Buffer) Analizi (200 m) uygulanarak ve DSAS yazılımının gerektirdiği prosedürleri takip ederek bir hipotetik dayanak hattı (a hypothetical baseline) oluşturulmuştur (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 Dayanak hattı (baseline) oluşturulması

Sabit taban çizgisi noktası ve program tarafından üretilen kıyı çizgisi konumları arasındaki ölçülen mesafe, oluşturulan vektörlerin 35 yıllık zaman dilimi boyunca kıyı şeridi konumlarındaki değişiklikleri izleyen güvenilir bir kayıt sağlamaktadır. Bu çalışmada kıyı şeridine 50 m aralıklar ile dayanak hattına dik olarak yönlendirilen 3342 adet transekt üretilmiştir (Şekil 4.27). Transektler 1. bölgede 849 adet, 2. bölgede 738 adet, 3. bölgede 843 adet ve 4. bölgede 912 adettir. Oluşturulan bu transektler Beyşehir Gölü'nün tüm çalışma kıyı şeridini (yaklaşık 176 km uzunluğunda) kapsamaktadır. Her bir transekt noktasından ölçülen veriler daha sonra doğrusal regresyon teknikleri kullanılarak kıyı şeridi değişiminin yıllık ortalama oranını (yılda metre) tahmin etmek için kullanılır (Kuleli, 2010).

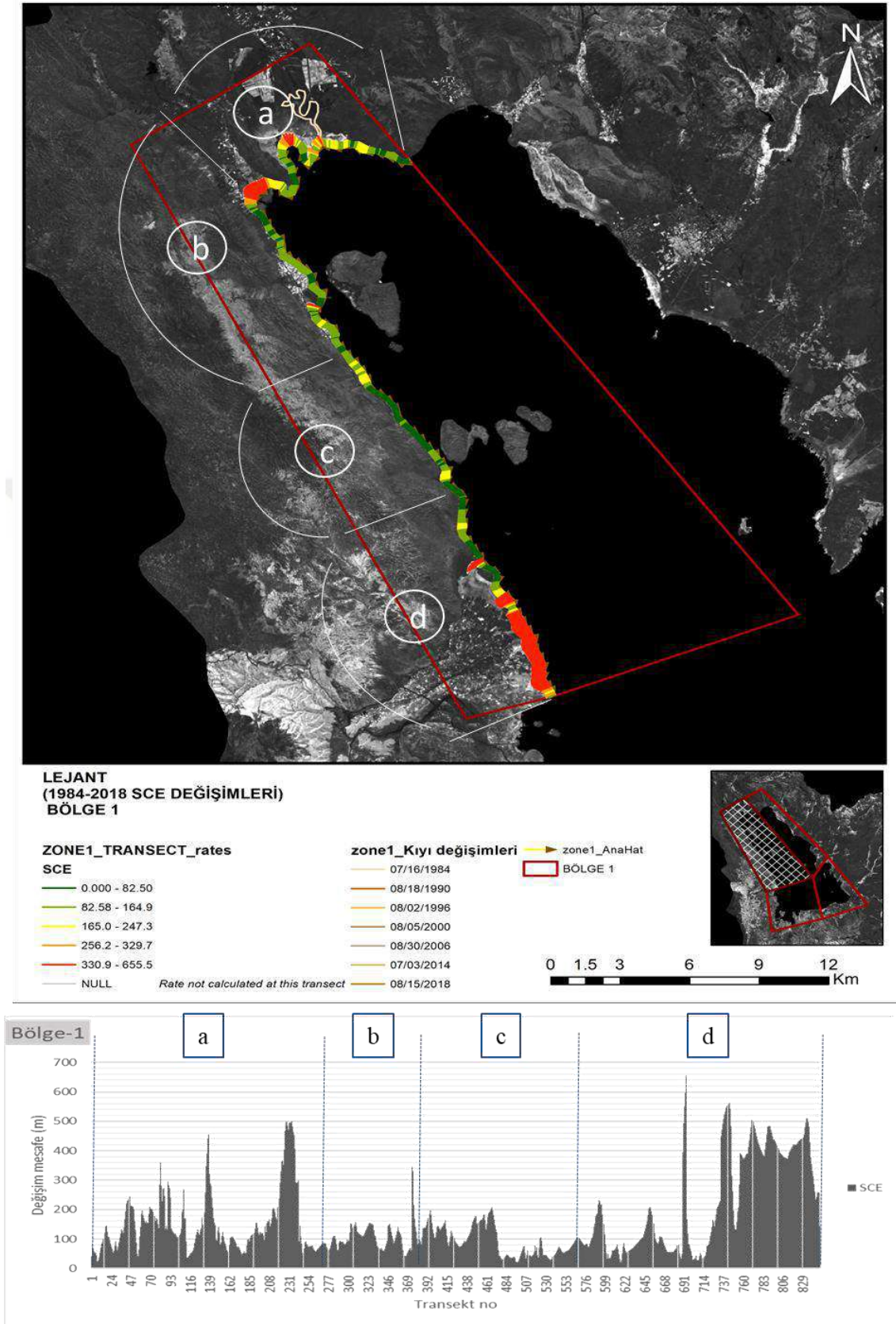


Şekil 4.27 Transektlerin gösterimi (1996 yılına ait Landsat-5 TM, False colour görüntü verileri, a) Yıllara göre kıyı çizgisi değişimlerinin yakın gösterimi, b) transektlerin yakın gösterimi, c) Yıllara göre kıyı çizgisi değişikliklerinin ve transektlerin gösterilmesi

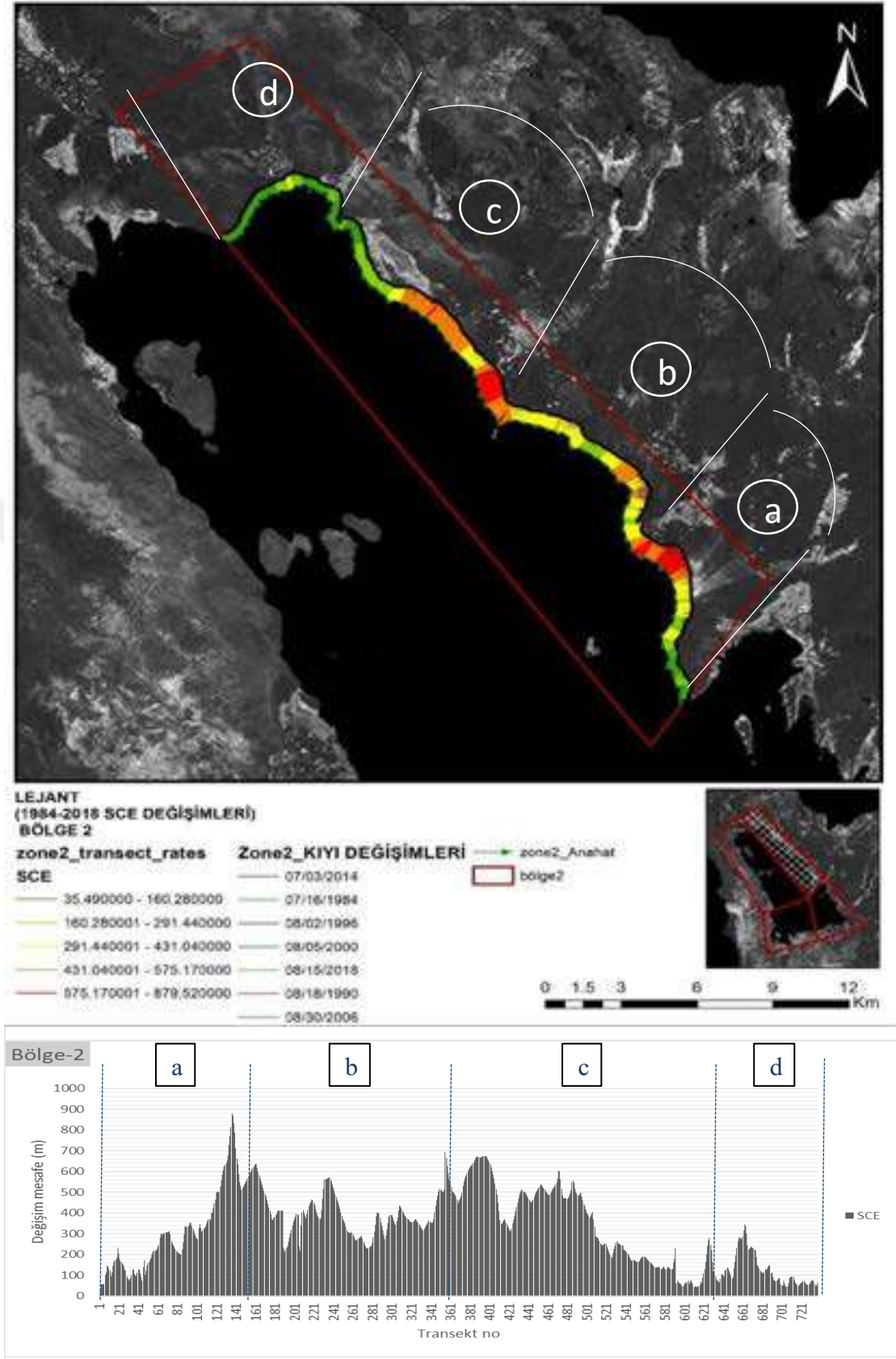
Bu çalışmadaki tüm istatistiksel hesaplamalar veri belirsizliği ± 5 m ve güven aralığı % 95 olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir transekte tahmin edilen kıyı şeridi değişim oranları dört farklı istatistiksel yaklaşım kullanılarak tahmin edilmiştir. Bu yöntemler; SCE, EPR, LRR, Alan Hesabı yöntemleridir

4.2.3.1 SCE yöntemi

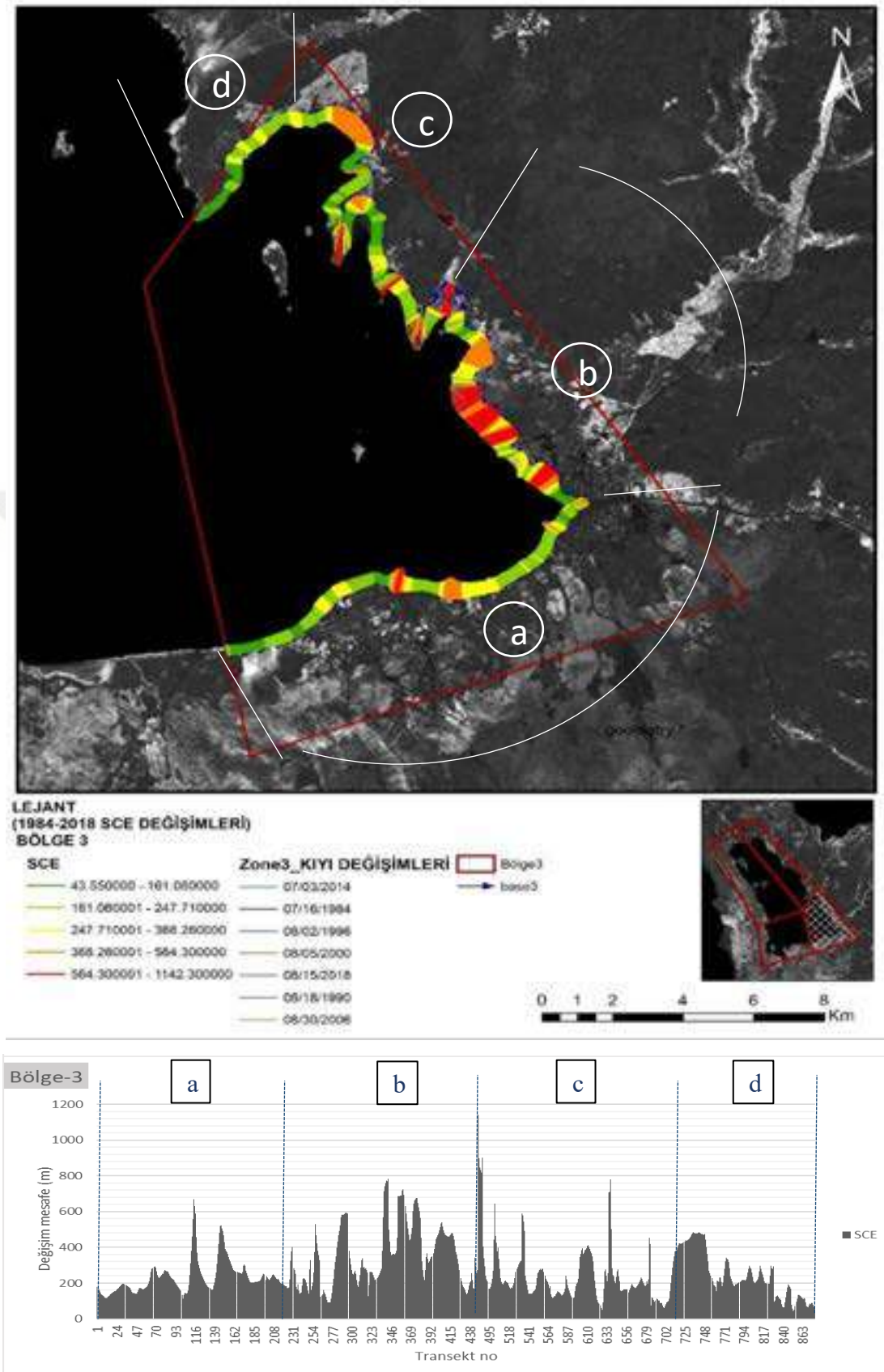
1984 ve 2018 yılları arasındaki 35 yıllık zaman periyodunda 7 farklı yıla ait kıyı verileri kullanılarak SCE analizleri hesaplanmıştır. 1984 ve 2018 yılları arasında hesaplatılan değerlere göre 4 bölge için ayrı ayrı değişim grafikleri ve haritalar oluşturulmuştur (Şekil 4.28:4.31).



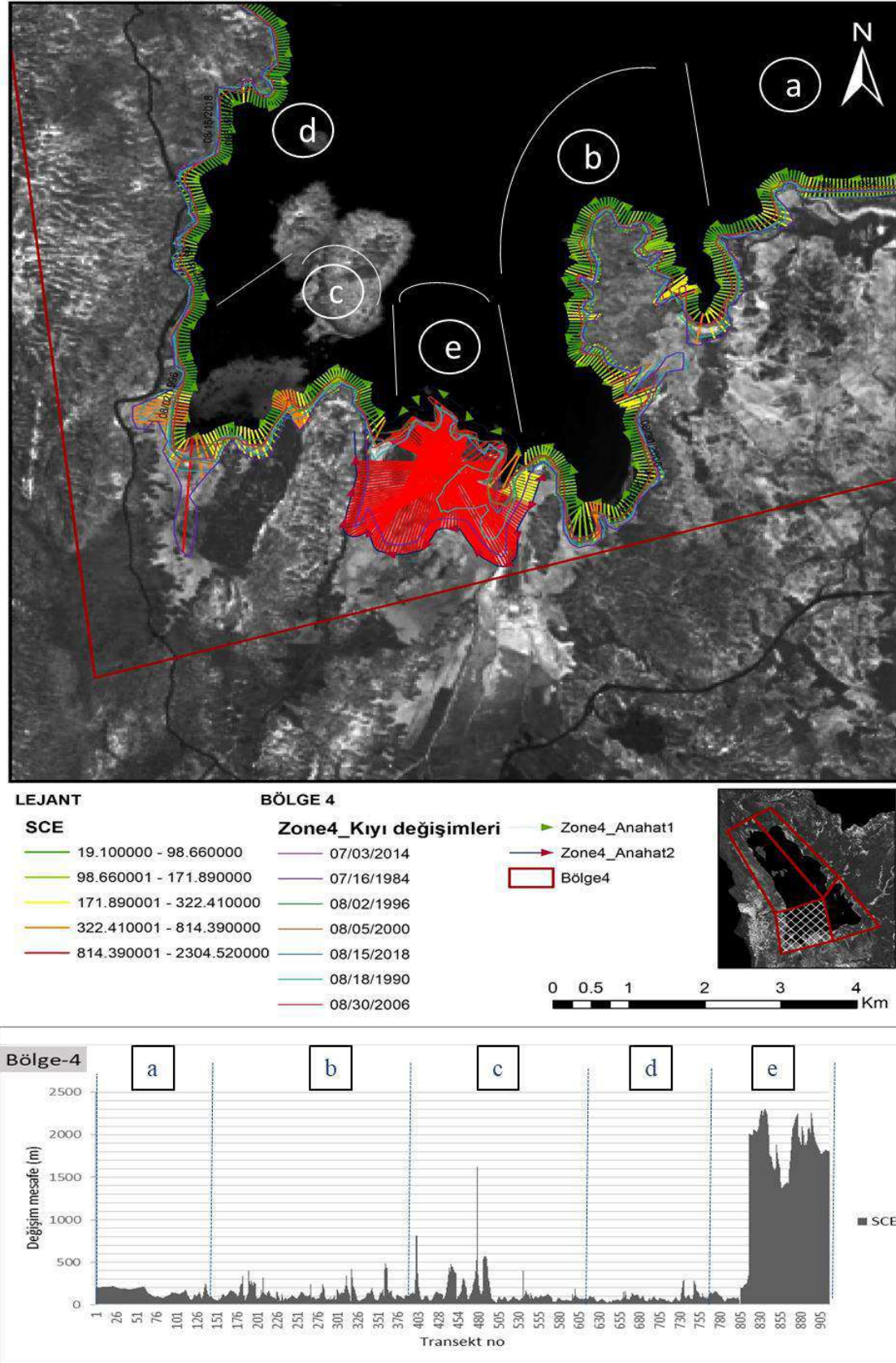
Şekil 4.28 Bölge-1 SCE analizi sonuçlarının haritada gösterimi ve grafiksel sunumu



Şekil 4.29 Bölge-2 SCE analizi sonuçlarının haritada gösterimi ve grafiksel sunumu



Şekil 4.30 Bölge-3 SCE analizi sonuçlarının haritada gösterimi ve grafiksel sunumu



Şekil 4.31 Bölge-4 SCE analizi sonuçlarının haritada gösterimi ve grafiksel sunumu

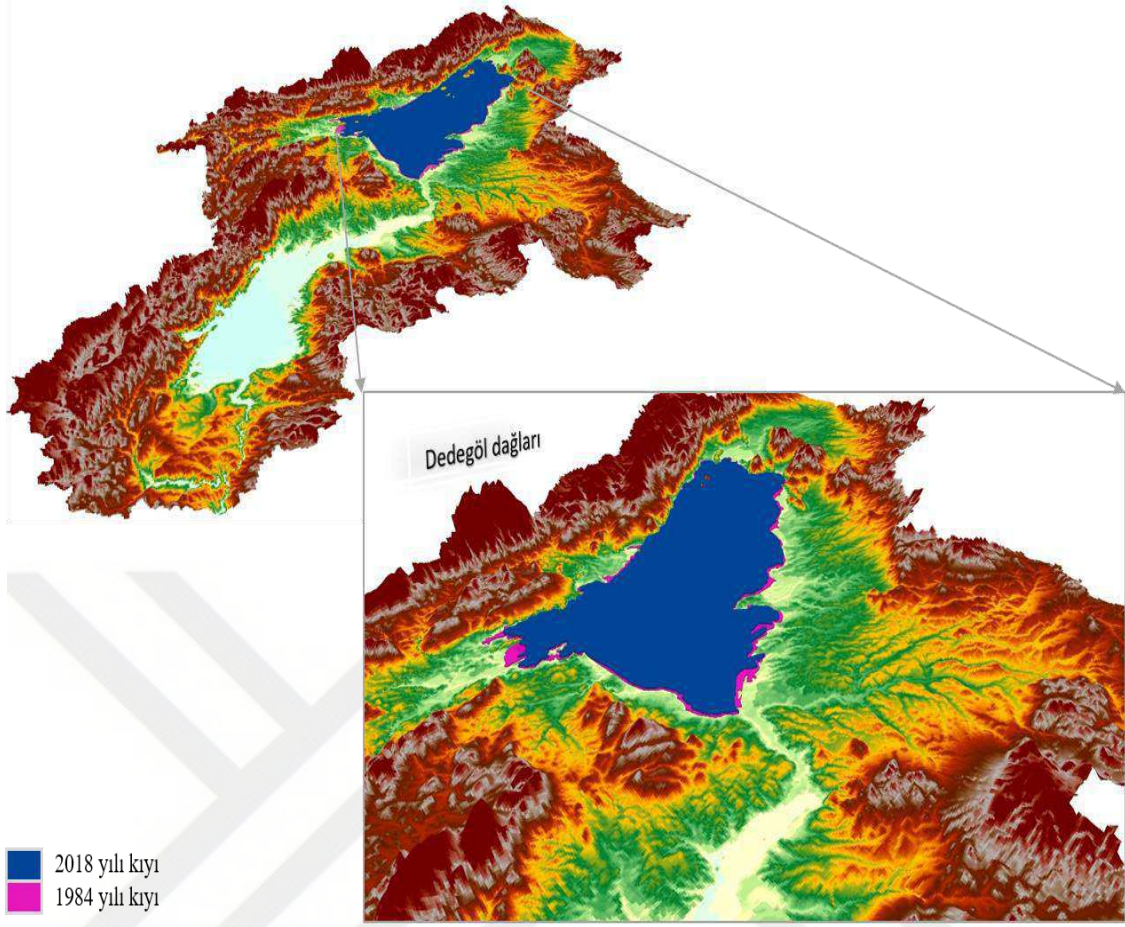
Her bir bölge için gerçekleştirilen SCE analizlerine ait kıyı şeridi değişim istatistikleri Çizelge 4.9'daki gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 4.9 SCE yönteminden elde edilen kıyı sınır çizgisi değişim istatistikleri

	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	Bölge 4
Yöntem	SCE	SCE	SCE	SCE
Transekt sayısı	849	737	843	911
Minimum	20.41	35.49	43.55	19.1
Maksimum	655.41	879.52	1142.3	2304.52
Ortalama	159.89	322.75	271.19	323.522
Standart sapma	130.96	180.83	152.97	567.80

1984-2018 yılları arasındaki SCE yöntemine ait değişim sonuçları ve grafikleri incelendiğinde, I. bölge olan Beyşehir Gölü'nün Kuzey-batı aksındaki en büyük değişim 693 nolu transekt üzerinde 655.41 m'lik deniz yönündeki ilerlemedir. II. bölge olan Kuzey-doğu aksında meydana gelen en büyük değişim 137 nolu transekt üzerinde 879.52 m'lik deniz yönündeki ilerlemedir, III. bölge olan Güney-doğu aksında meydana gelen en büyük değişim 465 nolu transekt üzerinde 1142.3 m'lik deniz yönündeki ilerlemedir ve IV. bölge olan Güney-batı aksında meydana gelen en büyük değişim 837 nolu transekt üzerinde 2304.52'lik deniz yönündeki değişim olarak tespit edilmiştir.

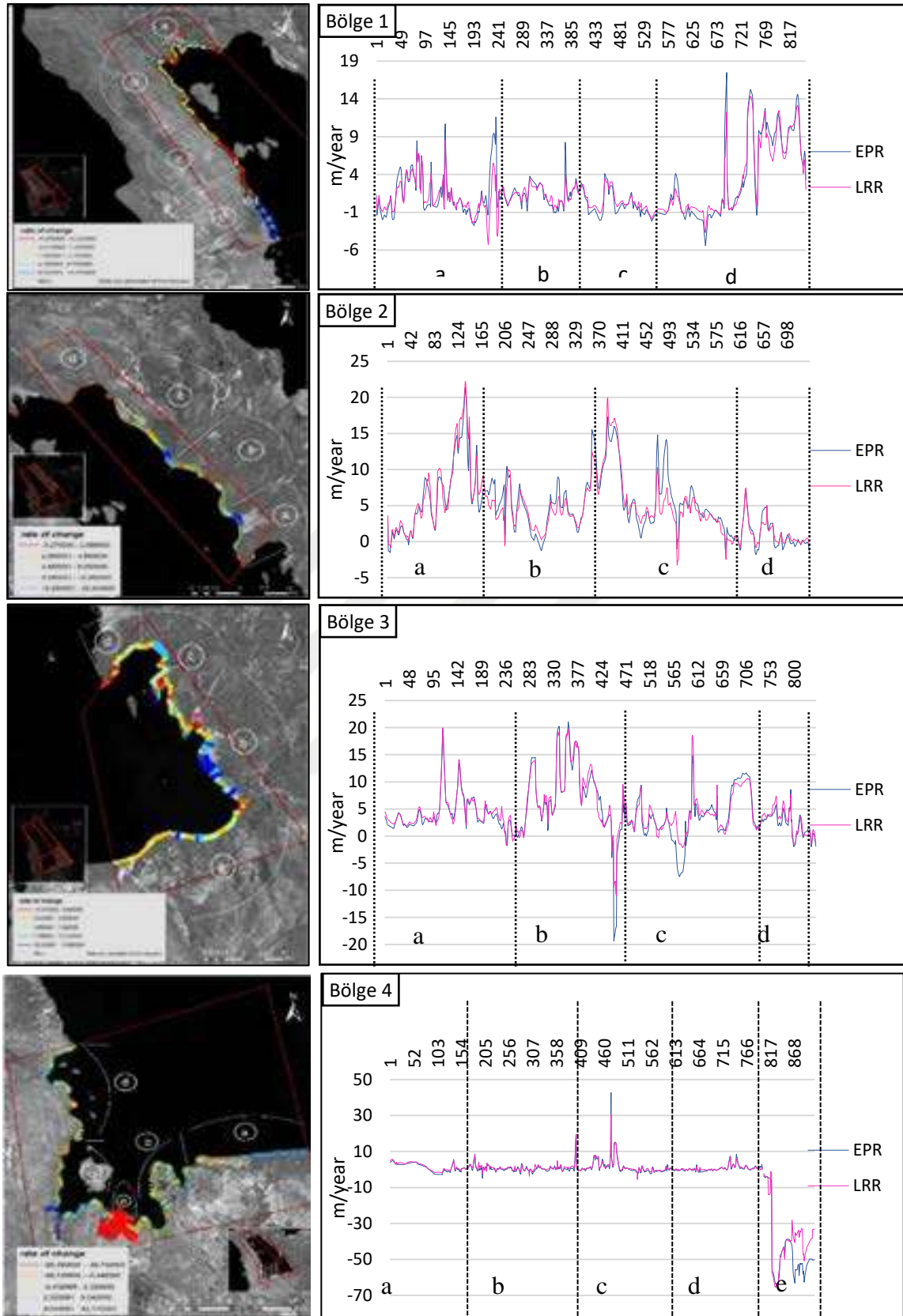
Genel olarak SCE yöntemi ile gerçekleştirilen tüm değişimler incelendiğinde en az değişim Kuzey-batı aksında en büyük değişimin ise Güney-batı aksında meydana geldiği görülmektedir. Bunun ana sebebi bölgenin topografyasından kaynaklanmaktadır. Beyşehir Gölü ve çevresinin topografyası incelendiğinde en az değişimin yaşandığı I. bölge kıyı hattının hemen kenarında Dedegöl Dağı yamaçlarına konumlandığı görülmektedir. Bu da kıyı ilerlemesinin önüne geçmiştir. En büyük değişimin yaşandığı IV. bölgede ise hem arazinin eğimi hem de bölgenin çevresinde bulunan yoğun kıyısal sulak alakların (bataklık vs.) varlığı arazi ilerlemesinin en çok yaşanmasına sebebiyet vermiştir. Beyşehir Gölü kıyı sınır çizgilerindeki hareketi daha iyi anlamak adına 1984 ve 2018 yıllarındaki kıyı sınır çizgilerinin 3D gösterimi Şekil 4.32'de sunulmuştur.



Şekil 4.32 Beyşehir Gölü 1984 ve 2018 yıllarındaki kıyı sınır çizgilerinin 3D gösterimi

4.2.3.2 EPR ve LRR yöntemi

Mesafe analizi olarak da tanımlanan SCE analizi yapıldıktan sonra 1984 ve 2018 yılları arasındaki 35 yıllık zaman periyodunda 7 farklı yıla ait kıyı verileri kullanılarak EPR ve LRR analizleri hesaplanmıştır. Her iki analiz de farklı oranlama teknikleri ile benzer oranlama sonuçları verdiği için birlikte analiz edilmiştir. Bu analiz ile Beyşehir Gölü kıyı sınır çizgisi değişiminin (erezyon ve birikme) yıllık ortalama oranı (yılda metre) tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonuçları ve grafikleri Şekil 4.33’de verilmiştir.



Şekil 4.33 1984-2018 yılları arasında EPR ve LRR yöntemine göre bölge 1'den bölge 4'e kıyı sınır çizgisi değişim oranları

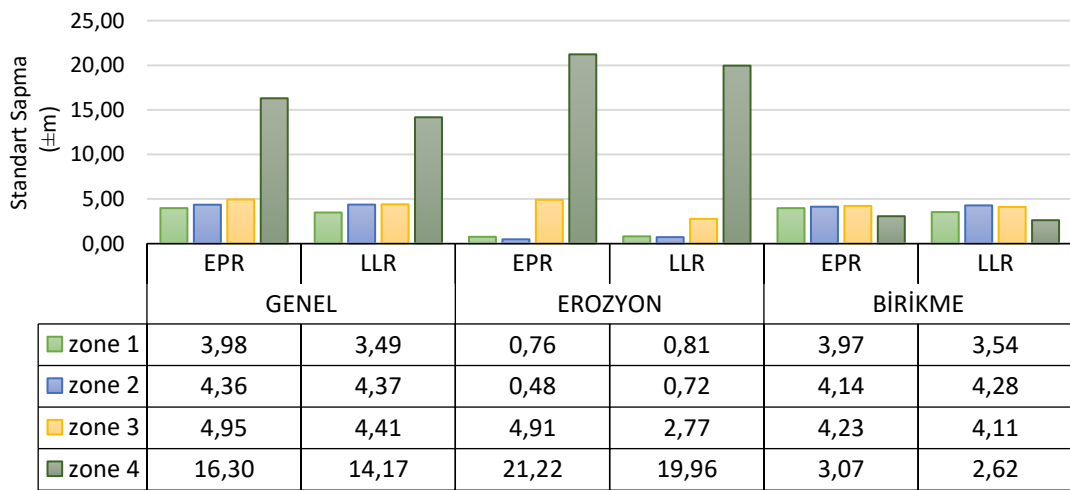
Toplam 4 farklı bölgeye ait kıyı şeridinde yaşanan aşınma ve birikme miktarları (m/yıl) dâhil tüm değişim hareketlerinin ortalamaları ve diğer gerekli bilgiler Çizelge 4.10'da özetlenmektedir. EPR ve LRR istatistiksel yöntemine ait oluşturulan sonuç haritalar Ek 1:8 arasında ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.10 LRR ve EPR yöntemlerinden türetilen Beyşehir Gölü kıyı sınır çizgisi değişim eğilimleri

Bölge 1						
Yöntemler	Genel		Erozyon		Birikme	
	EPR (m/yıl)	LLR (m/yıl)	EPR (m/yıl)	LLR (m/yıl)	EPR (m/yıl)	LLR (m/yıl)
Transekt Sayısı	849	849	344	291	505	558
Minimum	-5.40	-5.29	-5.40	-5.29	0.00	0.00
Maksimum	17.49	14.37	-0.01	-0.01	17.49	14.37
Ortalama	1.94	1.88	-1.08	-0.79	3.99	3.27
Medyan	0.61	0.62	-1.04	-0.59	2.36	1.98
İlk Çeyrek	-0.80	-0.34	-1.44	-0.95	1.00	0.67
Üçüncü Çeyrek	3.02	2.65	-0.54	-0.31	6.50	4.35
Standart Hata	0.14	0.12	0.04	0.05	0.18	0.15
Varyans	15.82	12.16	0.58	0.66	15.79	12.50
Ortalama Sapma	2.99	2.54	0.55	0.52	3.25	2.75
Bölge 2						
Yöntemler	Genel		Erozyon		Birikme	
	EPR (m/yıl)	LLR (m/yıl)	EPR (m/yıl)	LLR (m/yıl)	EPR (m/yıl)	LLR (m/yıl)
Transekt Sayısı	737	737	79	48	658	689
Minimum	-1.78	-3.27	-1.78	-3.27	0.04	0.00
Maksimum	21.35	22.24	-0.01	-0.02	21.35	22.24
Ortalama	4.92	4.74	-0.63	-0.53	5.59	5.11
Medyan	4.31	3.80	-0.55	-0.29	4.76	4.06
İlk Çeyrek	1.50	1.70	-0.99	-0.59	2.56	2.29
Üçüncü Çeyrek	7.09	6.13	-0.24	-0.15	7.47	6.31
Standart Hata	0.16	0.16	0.05	0.10	0.16	0.16
Varyans	19.00	19.13	0.23	0.52	17.11	18.36
Ortalama Sapma	3.37	3.18	0.40	0.44	3.19	3.12
Bölge 3						
Yöntemler	Genel		Erozyon		Birikme	
	EPR (m/yıl)	LLR (m/yıl)	EPR (m/yıl)	LLR (m/yıl)	EPR (m/yıl)	LLR (m/yıl)
Transekt Sayısı	843	843	70	55	773	788
Minimum	-19.38	-11.01	-19.38	-11.01	0.02	0.00
Maksimum	21.03	19.95	-0.01	-0.01	21.03	19.95
Ortalama	4.38	4.77	-3.82	-1.89	5.13	5.23
Medyan	3.50	3.79	-1.73	-1.07	3.74	3.93
İlk Çeyrek	1.86	2.26	-5.84	-1.63	2.16	2.54

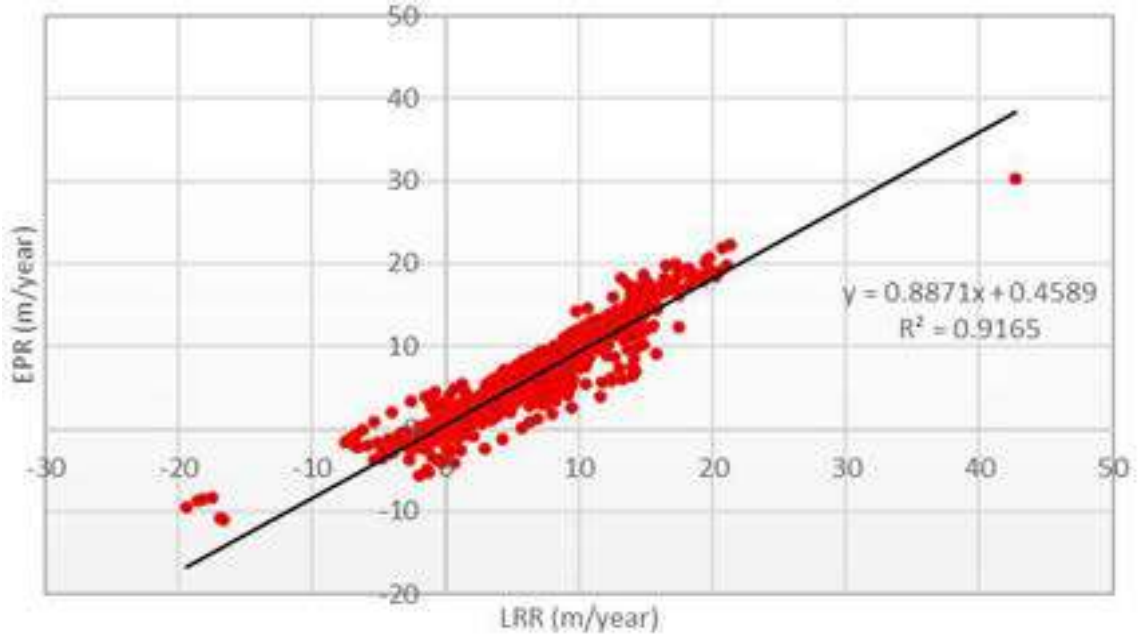
Üçüncü Çeyrek	6.29	6.34	-0.81	-0.37	6.76	6.66
Standart Hata	0.17	0.15	0.59	0.37	0.15	0.15
Varyans	24.47	19.41	24.15	7.68	17.87	16.93
Ortalama Sapma	3.47	3.21	3.54	1.71	3.22	3.10
Bölge 4						
	Genel		Erozyon		Birikme	
Yöntemler	EPR	LLR	EPR	LLR	EPR	LLR
	(m/yıl)	(m/yıl)	(m/yıl)	(m/yıl)	(m/yıl)	(m/yıl)
Transekt Sayısı	911	911	427	333	484	578
Minimum	-65.39	-65.44	-65.39	-65.44	0.00	0.00
Maksimum	42.77	30.31	-0.01	-0.01	42.77	30.31
Ortalama	-4.53	-3.49	-12.03	-12.90	2.09	1.92
Medyan	0.12	0.37	-0.97	-0.85	1.17	1.07
İlk Çeyrek	-0.91	-0.41	-4.06	-33.30	0.50	0.43
Üçüncü Çeyrek	1.27	1.43	-0.49	-0.32	2.80	2.55
Standart Hata	0.54	0.47	1.03	1.09	0.14	0.11
Varyans	265.63	200.70	450.49	398.31	9.42	6.88
Ortalama Sapma	9.57	8.30	17.17	17.18	1.76	1.64

Çizelge 4.10'da her bir bölge için elde edilen transektler, EPR ve LRR yöntemlerine göre istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Her bölge için genel değerlendirme (tüm transektler kullanılarak) yapıldıktan sonra erozyon ve birikme için de ayrı ayrı incelemeler yapılmıştır. Çizelgedeki toplam pozitif değişim hareketleri birikmeyi, negatif değişim hareketleri ise erozyon oranlarını göstermektedir. Yapılan istatistiksel analizlerin değerlendirilmesi için standart sapma miktarları da incelenmiştir (Şekil 4.34).



Şekil 4.34 EPR ve LRR yöntemlerinden elde edilen standart sapma değerleri

Şekil 4.34'deki standart sapmalar incelendiğinde LRR ve EPR yöntemlerinin birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Şekil 4.35, EPR ve LRR yöntemlerinin karşılaştırmalı bir grafiğini göstermektedir. Regresyon analizi grafiğine göre bu iki yöntem arasında % 92'lik bir ilişki olduğu görülmüştür.



Şekil 4.35 EPR ve LRR sonuç değerlerinin regresyon grafiği

Şekli 4.34'deki standart sapma miktarları ve Şekil 4.35'deki regresyon grafiği incelendiğinde LRR ve EPR yönteminin birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Transektlerden elde edilen değerler kıyaslandığında LRR yönteminin EPR yöntemine göre daha az standart sapma göstererek daha doğru sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bu sebeple LRR istatistiğinin sonuçları yorumlamaya dâhil edilmiştir.

Yapılan istatistiksel yöntemler sonucunda;

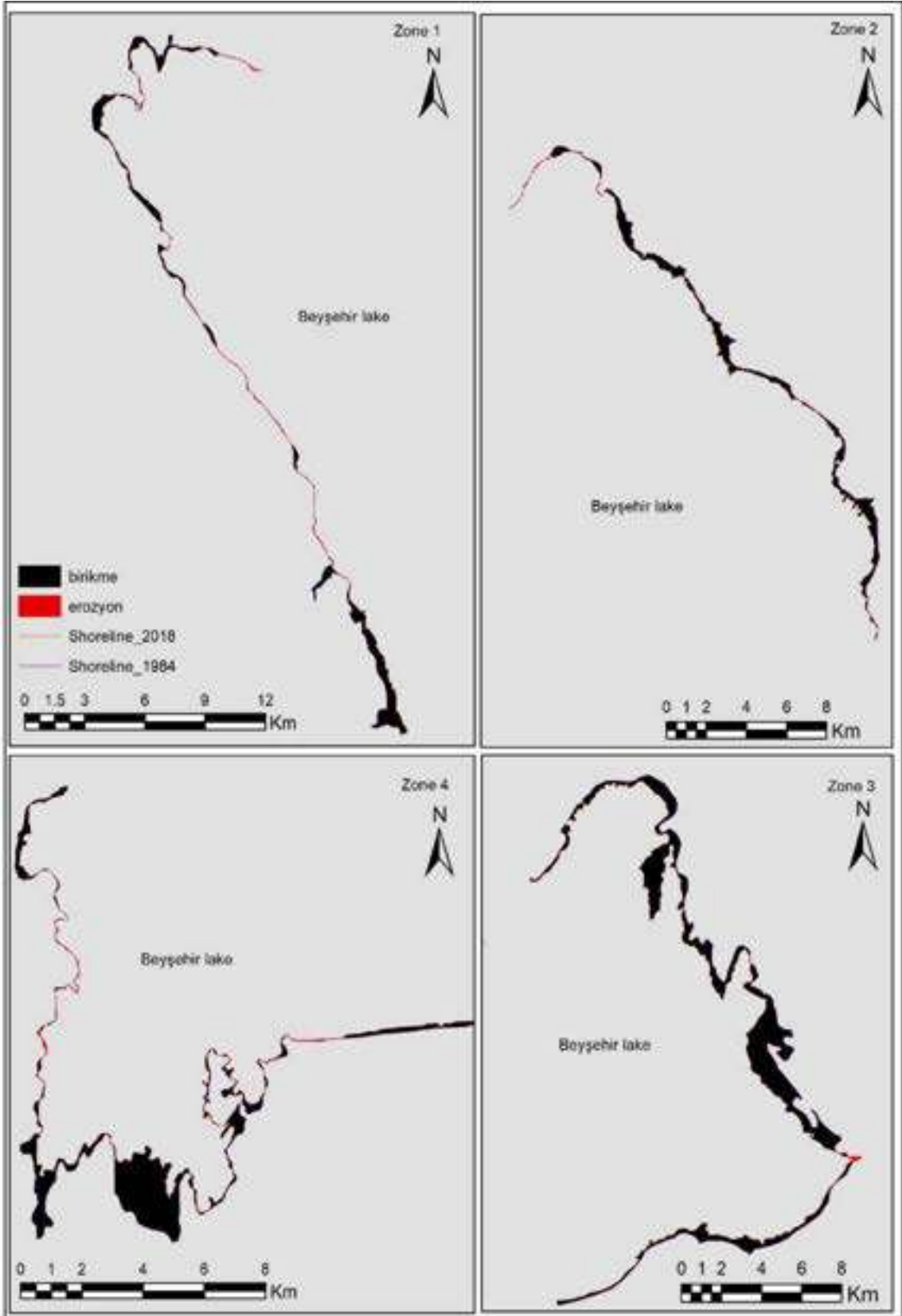
I. bölgede (kuzey-batı aksı) 45 km'lik kıyı şeridi boyunca 849 adet transekt ile mean shoreline change rate 1.88 m/yıl (ortalama 65.65 m kıyı ilerlemesi) ile birikme eğilimli olduğu sonucuna varılmıştır. Burada ortalama kıyı erozyon oranı -0.79 m/yıl (-36.76 m) ile kıyı hattının % 34'ünü kapsamaktadır. Kıyı birikme oranı +3.27 m/yıl (136.1 m) ile kıyı hattının % 66'sını kapsamaktadır. Bölgede negatif değişim hareketleri pozitif değişim hareketlerine göre daha az yaşanmıştır. Bunun sebebi kuzey-batı aksı kıyı hattının neredeyse tamamını kapsayan yamaç dağlık kesim olan Kızıldağ Milli Parkı'nın varlığı kıyı erozyonunun önüne geçmiştir.

II. Bölgede (kuzey-doğu aksı) 39 km'lik kıyı şeridi boyunca 737 adet transekt ile mean shoreline change rate 4.74 m/yıl (ortalama 126.5 m kıyı ilerlemesi) ile birikme eğilimli olduğu sonucuna varılmıştır. Burada ortalama kıyı erozyon oranı -0.53 m/yıl ile kıyı hattının % 6.5'ini kapsamaktadır. Kıyı birikme oranı 5.11 m/yıl ile kıyı hattının % 93.5'ini kapsamaktadır. Bölgede negatif değişim hareketleri pozitif değişim hareketlerine göre daha az yaşanmıştır.

III. Bölgede (güney-doğu aksı) 44 km'lik kıyı şeridi boyunca 843 adet transekt ile mean shoreline change rate 4.77 m/yıl (ortalama 149.31 m kıyı ilerlemesi) ile birikme eğilimli olduğu sonucuna varılmıştır. Burada ortalama kıyı erozyon oranı -1.89 m/yıl (-130.31 m) ile kıyı hattının % 6.5'ini kapsamaktadır. Kıyı birikme oranı +5.23 m/yıl (174.63 m) ile kıyı hattının % 93.5'ini kapsamaktadır.

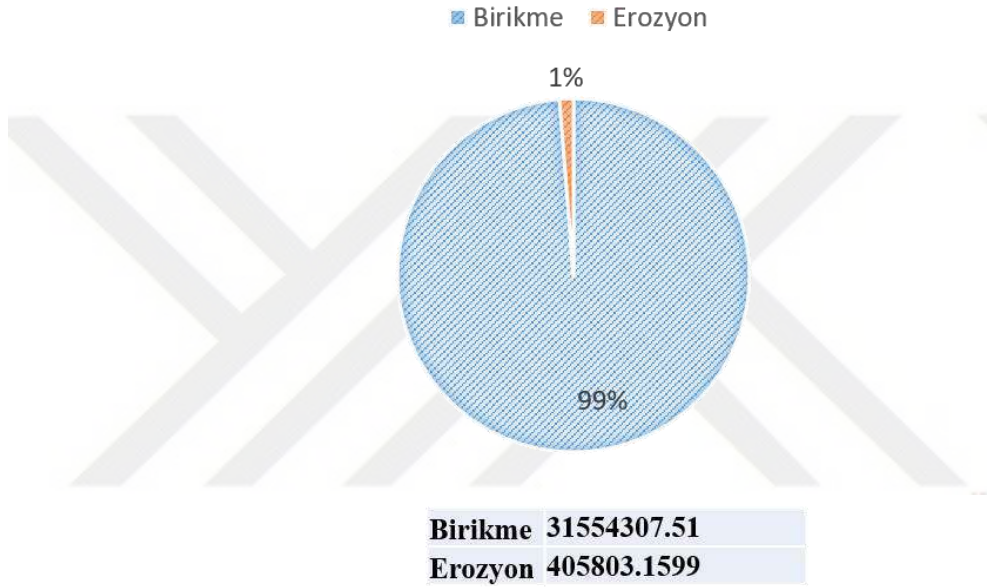
IV. Bölgede (güney-batı aksı) 48 km'lik kıyı şeridi boyunca 911 adet transekt ile mean shoreline change rate -3.49 m/yıl (ortalama -154.11 m kıyı çekilmesi) ile erozyon eğilimli olduğu sonucuna varılmıştır. Beyşehir Gölü'nde gerçekleşen en büyük değişim bu bölgede gözlemlenmiştir. Burada ortalama kıyı erozyon oranı -12.90 m/yıl (-407.41 m) ile kıyı hattının % 36.5'ini kapsamaktadır. Kıyı birikme oranı +1.92 m/yıl (71.4 m) ile kıyı hattının % 63.5'ini kapsamaktadır.

Yapılan tüm analizler sonucunda kıyı erozyon ve birikim gibi kıyı şeridinde yaşanan değişim hareketlerinin Beyşehir Gölü'nün kuzey-batı, güney-batı ve güney-doğu akslarında bulunan kıyı lagünlerinde morfolojik değişiklikler olduğu tespit edilmiştir. Tüm bölgelerde en fazla tespit edilen kıyı sorununun kıyı ilerlemesi olduğu belirlenmiştir. Bunun temel sebepleri iklimsel faktörler sonucu yağış ve sıcaklıklardaki ani değişimler ve bunun bir getirisi olarak kuraklık dalgalarının artması, gölü besleyen akarsu ve çayların büyük bir bölümünün kurumması gibi doğal faktörler ile aynı zamanda çalışma alanı yerleşme alanlarının giderek artması, artan tarımsal sulama faaliyetleri ve bilinçsiz su kullanımı, artan evsel ve sanayi atıklarının göle deşarjı sonucu oluşan kirlilik, gölde bulunun biyolojik çeşitliliğin azalması gibi insan kaynaklı sebepler gösterilebilir. Kıyı şeridinde yaşanan ilerleme ve erozyon haritası Şekil 4.36'da gösterilmiştir.



Şekil 4.36 Kıyı şeridindeki birikme ve erozyon haritası (1984 -2018)

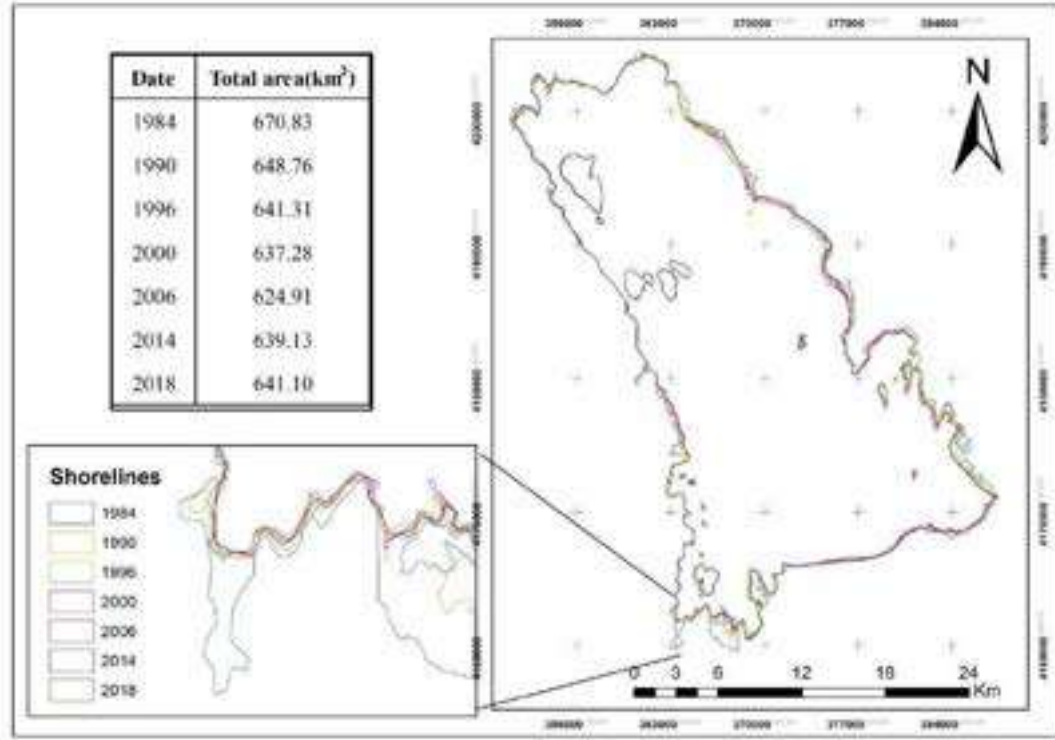
Beyşehir Gölü kıyı çizgisinde yaşanan aşınma ve birikme miktarları incelendiğinde; 1984 yılından itibaren başlayarak 2018 yılına kadar geçen 35 yıllık zaman periyodunda aşınma ve birikmedeki toplam değişim miktarları kıyı morfolojisindeki değişimi anlamada önemli bilgiler ortaya çıkarmıştır. Göl kıyısında yaşanan toplam birikme miktarının 3152 ha, aşınma miktarının ise 41 ha olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanı kıyı değişimlerinde % 99 oranında birikmenin yaşanması bölgedeki yüzey suyu miktarında önemli miktarda su çekilmesi yaşandığını ortaya koymaktadır (Şekil 4.37).



Şekil 4.37 Birikme ve erozyon miktarlarının alansal ve yüzdesel olarak karşılaştırılması

4.2.3.3 Alan hesabı

Beyşehir Gölü kıyı sınır çizgisinin zamansal değişim analizinde son olarak gölün yüzey alanının 35 yıllık süreçteki alansal değişimi belirlenmiştir. 1984, 1990, 1996, 2000, 2006, 2014, 2018 yılları kullanılarak çıkarılan vektörel kıyı katmanlarının alanları ArcGIS 10.7 yazılımı kullanılarak hesaplanmış ve haritalandırılmıştır (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 1984-2018 yılları arasında Beyşehir Gölü yüzey alanındaki değişim miktarları

Alansal değişim sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; 1984 yılı 670.83 km²'lik göl yüzey alanının, ilerleyen yıllarda giderek azaldığı gözlemlenmektedir. Bu sonucu EPR, LRR ve SCE yöntemlerinden çıkan sonuçlar da doğrulamaktadır. Gölde oluşan birikme miktarının yoğunluğu yüzey alanını daraltarak 670 km²'den 2018 yılı itibarıyla 641 km² yüzey alanına gerilediği tespit edilmiştir. Yani yaklaşık 30 km²'lik sulak alan yok olmuştur. Bunun sonuçları kuraklık gibi doğal afetler olduğu kadar yapay insan faktörü sebebiyle yapılan vahşi sulamalar ve gölden salınan orantısız su miktarı gösterilebilir. Bunun net sebebini öğrenmek için kıyı değişimi için yapılan tüm analizler 4. ve 5. bölümde gerçekleştirilen kuraklık ve trend analizleri ile ilişkilendirilerek sonuç bölümünde ayrıntılı olarak yorumlanmıştır.

Kıyı bölgelerinde yaşanan bu değişimin yorumlanmasında uydu verileri, meteorolojik veriler ve yer altı su seviyesi verileri kullanılarak yapılan kuraklık analizleri ve meteorolojik verilerle yapılan trend analizlerine dayandırılması, analizin çok yönlü irdelenmesine olanak tanımıştır.

4.3 BKAH'na Ait Optimal Tarım Arazilerinin Belirlenebilmesi için ÇKKDS'nin Kullanımı

Arazilerin potansiyellerine uygun olarak en optimal şekilde kullanılması ve geleceğe dönük planlanması sürdürülebilir arazi yönetimi için oldukça önemli bir odak konusudur. Arazilerin optimal kullanım ve planlama çalışmaları yapılırken çoklu kriter ve senaryolar sürece dahil edilerek karar vericilerin tüm alternatifleri bir arada değerlendirmesi gerekmektedir.

Tez çalışması kapsamında, çalışmanın üçüncü bölümünde, CBS ve ÇKKV yöntemlerinden AHP modeli entegre bir şekilde kullanılarak BKAH için tarım arazilerinin optimal kullanımı ve yer seçimi çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada izlenen adımlar şu şekildedir;

- Kriter Seçimi
 - Optimal arazi uygunluk yer seçim çalışmalarına yönelik literatür taraması yapılması
 - Ana ve alt kriterlerin belirlenmesi ve gruplanması
- Veri toplama
 - Uzman görüşlerinin alınması için anket formu hazırlanması
 - Ön çalışmanın (pilot uygulama) yapılması
 - Anketin uygulanması
- Kriterlerin ağırlıklandırılması
 - AHP yöntemi uygulanması
 - AHP ile kriterlerin ağırlıklarının tespiti
- Sonuçlar ve yorumlanması
 - Uygunluk analizlerinin gerçekleştirilmesi
 - Uygunluk haritasının oluşturulması
 - Sonuçların değerlendirilmesi

4.3.1 Kriterlerin/Ölçütlerin belirlenmesi

Tarım arazileri için en uygun yerler belirlenirken seçilen kriterlerin, konuyu destekler ve kapsayıcı nitelikte bulunmasına, kriterlerin geçerliliğine, sadeliğine, uygulanabilirliğine, objektif olmasına ve duyarlılığına dikkat edilmesi gerekir (Dwyer ve ark., 2004; Balta, 2013).

Çalışmada kullanılan tüm kriterler, literatür çalışmaları ve uygulama alanının spesifik özellikleri temel alınarak hazırlanmıştır. Konuyla ilgili incelenen tüm yayınlar literatür özetinde verilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda tarım arazisi uygunluk analizi için 6 ana ve 22 alt kriter belirlenmiştir. Ana kriterler olarak, “AKAÖ, Topografik Özellikleri, İklim Faktörü, Toprak Özellikleri, Erişilebilirlik ve Sulama” parametreleri kullanılmıştır. Ana ve alt kriterler Çizelge 4.11’de gruplandırılmıştır.

Çizelge 4.11 Uygunluk analizi için belirlenen ana ve alt kriterler

<i>Ana kriterler</i>	<i>Alt kriterler</i>
1. AKAÖ	Tarım arazisi
	Otsu bitkiler
	Mera
	Çıplak arazi
	Yapay yüzeyler
	Orman alanları
	Kıyı sulak alanlar
	Su yapıları
2. Topografik Özellikler	Bakı durumu
	Yükselti
3. İklim Faktörü	Arazi eğimi
	Sıcaklık
4. Toprak Özellikleri	Yağış
	ATS
	Erozyon
	Derinlik
	BTG
5. Erişilebilirlik	AKKS
	Yola yakınlık
6. Sulama	Su varlığına yakınlık
	Yer altı suyu
	Toprak Drenajı

AKAÖ parametresi için, tez çalışmasının AKAÖ’deki zamansal değişimin analiz edilmesinde belirlenen sınıflar kullanılmıştır. Bunlar arasından uygunluk dereceleri literatür çalışmalarına ve Tarım Reformu Genel Müdürlüğü’nden (TRGM) alınan AKKS veri tabanındaki toprak sınıfları ve özelliklerine bakılarak belirlenmiştir. Buna göre oluşturulan ana ve alt kriterleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 AKAÖ parametresi alt kriterleri

<i>Arazi sınıfları</i>	<i>Uygunluk derecesi</i>
Tarım arazisi	Yüksek uygun

Otsu bitkiler Mera Çıplak arazi	Uygun
Yapay yüzeyler Orman alanları Kıyı sulak alanlar Su yapıları	Uygun değil

Bakı Durumu, arazinin ana ve ara yönlerden oluşan 8 yönden hangisine bakıldığını gösterir. Erinç (2002) bakı tanımını, özellikle dağlık bölgeler için yamaçların güneşe karşı konumu olarak yapmıştır. Güneye bakan yönler her zaman için güneş ışınlarını daha büyük açılarla aldığından güneşlenme süresi uzundur bu da toprak verimliliğini artıran önemli bir unsurdur. Arazi bakışı aynı zamanda bölgenin sıcaklık ve yağışı etkilemektedir. Bu özelliklere bakılarak arazi bakışına ait hazırlanan sınıflandırma tablosu aşağıdaki gibidir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 Bakı parametresi alt kriterleri

<i>Coğrafi Yönler</i>	<i>Tanımı</i>
G, GD ve GB	Çok güneşli arazi
D, B	Güneşli arazi
KD, KB	Güneş almayan arazi
K	Hiç güneş almayan arazi

Yükselti, arttıkça sıcaklık değeri düşer ve tarım yapmak için mevcut ortam elverişsiz hale gelir. Yükseklik skalası yapılan literatür araştırmaları sonucu Çizelge 4.14'deki gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 4.14 Yükselti parametresi alt kriterleri

<i>Yükselti (metre)</i>	<i>Tanımı</i>
1000-1550	Az yükseltili arazi
1550-1800	Orta yükseltili arazi
1800-2000	Yükseltili arazi
>2000	Çok yükseltili arazi

Eğim parametresi, bitki adaptasyonu, sürüm, toprak koruma gibi faktörler sebebiyle önemlidir. Fazla eğimli arazilerde erozyon tehlikesi artar, sürüm güçleşir ayrıca tarımsal faaliyetlerden alınacak verim de düşecektir. TRGM'nin yaptığı eğim sınıflandırması Çizelge 4.15'deki gibidir.

Çizelge 4.15 Eğim parametresi alt kriterleri

<i>Eğim grubu (%)</i>	<i>Tanımı</i>
0-2	Hemen hemen düz
2-6	Hafif Eğimli
6-12	Orta eğimli
12-20	Dik eğimli
20-30	Çok dik eğimli
30+	Sarp

Sıcaklık parametresi, iklimsel faktörler arasındadır. Her tarım ürünü tohum ekiminden hasat edilmesine kadar geçen zaman periyodunda mutlaka sıcaklığa ihtiyaç duyar. Bitkinin ihtiyacı olan güneş ışınlarını alamayan tarımsal ürünlerin gelişimi ve verimi olumsuz olarak etkilenir (Kılıç, 1985). Bölgedeki sıcaklığın derecesine göre tarım ürünün çeşidi ve türü de değişkenlik gösterir. Çok genel olarak bir değerlendirme yapılırsa, serin iklim bitkilerinde en iyi verim elde edilebilen sıcaklık ortamlarının 15-18°C’de, sıcak iklim bitkilerinde ise bu aralığın 25-30°C’ye ulaştığı gözlemlenmiştir (Vural ve ark., 2000). Yapılan literatür çalışmalarına bakılarak belirlenen sıcaklık kriter değerleri Çizelge 4.16’daki gibidir.

Çizelge 4.16 Sıcaklık parametresi alt kriterleri

<i>Sıcaklık (°C)</i>	<i>Uygunluk Derecesi</i>
< 12	Düşük sıcak arazi
12-14	Orta sıcak arazi
14-16	Sıcak arazi
> 16	Çok Sıcak arazi

Yağış parametresi de iklimsel faktörler arasındadır. Her tarım ürünü tohum ekiminden hasat edilmesine kadar geçen zaman periyodunda sıcaklığa ihtiyaç duyduğu kadar yağışa da ihtiyaç duymaktadır. Bitkiler besin maddelerinden suda erimiş olarak faydalanırlar (Akten, 2008). Tarımsal ürünlerin ihtiyacına cevap verebilecek miktarda ve düzenli yağış alan arazilerde alınan verim en üst seviyelerdedir. Yapılan literatür çalışmalarına bakılarak belirlenen yağış değerleri Çizelge 4.17’deki gibidir.

Çizelge 4.17 Yağış parametresi alt kriterleri

<i>Yağış (mm)</i>	<i>Uygunluk Derecesi</i>
>400	Az yağışlı arazi
350-400	Orta yağışlı arazi
330-350	yağışlı arazi
<330	Düşük yağışlı arazi

Toprak verilerine ait alt kriterlerin özellikleri TRGM'ye ait 1:25 000 ölçekli coğrafi toprak veri tabanının kapsadığı veriler ve veri tabanına göre oluşturulmuştur.

Erozyon parametresi (ERZ), TRGM tarafından hazırlanan erozyon şiddeti 4 dereceden oluşmaktadır. Bu derecelendirme Çizelge 4.18'deki gibidir.

Çizelge 4.18 Erozyon parametresi alt kriterleri

<i>Erozyon Derecesi</i>	<i>Tanımı</i>
1	Hiç veya çok az
2	Orta
3	Şiddetli
4	Çok Şiddetli

Toprak Derinliği, Toprak kalitesi, nem seviyesi, toprak besin miktarı, infiltrasyon hızı ve bitkilerin büyümesi ile tarımsal verim, toprak derinliğine göre değişir. Toprak yüksekliği, su biriktirme kapasitesini de artıracığından toprağın derin olması her zaman için önem arz eder (Çepel, 1988; Akten, 2008). Bu sebepten işlemeli tarım yapılırken orta derin ve derin toprak tarımsal üretim bakımından her zaman için daha çok verim sağlayacaktır. Fakat çok sığ topraklar işlemeli tarımda tercih edilmemektedir (Konaklı, 2011).

TRGM toprak veri tabanına ait yapılan sınıflandırma kriterleri Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19 Toprak derinlik parametresi alt kriterleri

<i>Derinlik (cm)</i>	<i>Tanımı</i>
90+	Derin
90-50	Orta Derin
50-20	Sığ
20-0	Çok Sığ

AKKS parametresi için, topraklar AKKS'ye göre sekiz katogoride incelenmektedir. AKKS, I. sınıftan VIII. sınıfa doğru nitelik bakımından zayıflarlar. İlk üç sınıf arazi (I., II., III. sınıf) işlemeli tarım yapılabilecek yeteneğe sahiptirler. VI. sınıf arazi, sınırlı işleme kabiliyetine sahiptir. V., VI. ve VII. kabiliyet sınıfları ise işlemeli tarım için uygun olmayan araziler olarak tanımlanır. Bu sınıflandırmalar genellikle orman alanları, fundalıklar, mera alanlarına ait arazi sınıflarından oluşur. VIII. sınıf arazi olan en son sınıf arazi sınıfı ise yerleşim alanlarını kapsayan alanlardır ve tarım

için kullanımı uygun değildir. TRGM'den alınan AKKS çizelgesi (4.20) aşağıdaki gibidir.

Çizelge 4.20 AKKS parametresi alt kriterleri

<i>Sembol</i>	<i>Tanımı</i>
I – II – III IV V - VI – VII VIII	Toprak işlemeli tarıma elverişli araziler Kısıtlı işlemeye uygun Araziler Toprak işlemeli tarıma elverişsiz araziler Tarıma elverişsiz araziler

ATS parametresi, arazi kullanımında kısıtlamaların cinsine yönelik bilgiler verir. TRGM'den alınan ATS çizelgesi (4.21) aşağıdaki şekildedir.

Çizelge 4.21 ATS parametresi alt kriterleri

<i>Sembol</i>	<i>Tanımı</i>
e	Eğim ve erozyon zararı
s	Toprak yetersizliği (Taşlılık, tuzluluk ve alkalilik)
w	Yaşlık, drenaj bozukluğu veya taşkın zararı
c	İklim sınırlamaları
t	Taşlılık

BTG parametresi, kahverengi topraklar, alüvyal topraklar, tuzlu-alkali ve tuzlu-alkali karışığı toprakları, organik topraklar gibi oldukça çeşitli toprak sınıflarından meydana gelmektedir. TRGM'den elde edilen toprak tablosunda (toprak haritalama ünitesi poligon öznitelik tablosu) bulunan BTG'na ait toprak lejantı Çizelge 4.22'deki gibidir.

Çizelge 4.22 BTG parametresi toprak lejantı

<i>Sembol</i>	<i>Tanımı</i>
P	“Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar
G	Gri Kahverengi Podzolik Topraklar
M	Kahverengi Orman Toprakları
N	Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklar
CE	Kestanerengi Topraklar
D	Kırmızımsı Kestanerengi Topraklar
T	Kırmızı Akdeniz Toprakları
E	Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları
B	Kahverengi Topraklar
U	Kireçsiz Kahverengi Topraklar
F	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar
R	Rendzinalar
V	Vertisoller
Z	Sierozemler
L	Regosoller
X	Bazaltik Topraklar

Y	Yüksek Dağ Çayır Topraklar
A	Alüvyal Topraklar
H	Hidromorfik Topraklar
S	Alüvyal Sahil Topraklar
K	Kolüvyal Topraklar
C	Tuzlu-Alkali ve Tuzlu-Alkali Karışığı Toprakları
O	Organik Topraklar

Kriterlerin ve alt kriterlerinin ağırlıklandırılma işlemi, uzmanlardan alınan puanlandırma sistemine göre gerçekleştirilmiştir. Puanlama sistemi 1 ile 10 arasında değişkenlik gösteren bir gösterge çizelgesine göre oluşturulmuştur. Toprak verilerine ait alt kriterlerin özellikleri TRGM'ye ait AKKS, 1 / 25 000 Ölçekli Coğrafi Toprak Veri Tabanının kapsadığı veriler ve veri tabanı kapsamında oluşturulmuştur.

Su varlığına yakınlık parametresi, erişilebilirlik düzeyinin sorgulanmasında seçilen alt kriterlerden biridir. Erişilebilirlik düzeyinin kriter olarak alındığı akademik çalışmalarda yol ve su ağına yakınlık kriter verileri oldukça öznel kalmıştır. Farklı uygulamalar için farklı mesafe kullanımları söz konusudur. Çalışmada su varlığına yakınlık için belirlenen alt mesafe kriterleri “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği”ne göre belirlenmiştir (Anonim, 2004). Belirlenen kriterler Çizelge 4.23'deki gibidir.

Çizelge 4.23 Su varlığına yakınlık parametresi alt kriterleri

<i>Mesafe (m)</i>	<i>Tanımı</i>
0-300	Mutlak koruma alanı
300-1000	Yakın mesafeli koruma alanı
1000-2000	Orta mesafeli koruma alanı
2000-5000	Uzak mesafeli koruma alanı
5000+	Çok uzak mesafeli koruma alanı

Yol ağına yakınlık parametresi için seçilen kriterler erişilebilirlik ana kriterinde uygulanan diğer kriter belirleme yöntemlerine benzer şekilde oluşturulmuştur. Yol ağına yakınlık parametresi için belirlenen kriterler Çizelge 4.24'de sunulmuştur..

Çizelge 4.24 Yol ağına yakınlık parametresi alt kriterleri

<i>Mesafe (m)</i>	<i>Tanımı</i>
0-300	Mutlak mesafeli erişim
300-1000	Yakın mesafeli erişim
1000-2000	Orta mesafeli erişim
2000-5000	Uzak mesafeli erişim
5000+	Çok uzak mesafeli erişim

Yer altı suyu parametresi, sulama alt kriteridir. Yer altı sularının kaynağı yağışlardır ve bu suyun büyük bir bölümü tarımsal faaliyetler için kullanılmaktadır.

Arazinin bol yağış aldığı ve geçirimli jeolojik ortamlardan oluştuğu bölgeler için yer altı su miktarında fazla olmaktadır. Yer altı suyu alt kriteri “var/yok” olarak sınıflandırılmıştır.

Toprak drenajı parametresinde, drenaj sorunu oldukça önemli bir kriterdir. Toprağın yüzey kısmında biriken tarımsal faaliyetlerin işleyişine engel unsurlardan olan fazla suyun doğal bir kanal ile belirli bir deriliğe kadar minimize edilir. Toprak drenajı alt kriterleri Çizelge 4.25’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.25 Toprak drenajı parametresi alt kriterleri

<i>Mesafe (m)</i>	<i>Tanımı</i>
0-300	Mutlak mesafeli drenaj
300-1000	Yakın mesafeli drenaj
1000-2000	Orta mesafeli drenaj
2000-5000	Uzak mesafeli drenaj
5000+	Çok uzak mesafeli drenaj

4.3.2 Uzman görüşlerinin alınması ve kriterlerin ağırlıklandırılması

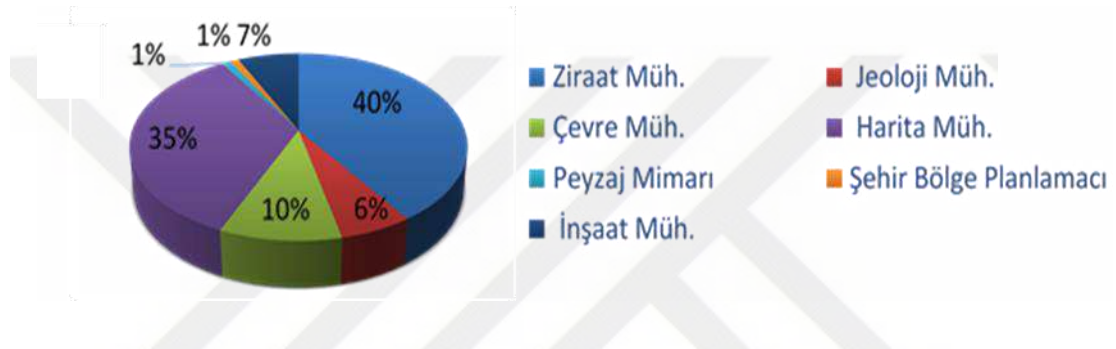
Çoklu seneryo ve kriterlerin bir arada değerlendirildiği bu tarz çalışmalarda veri toplama ve uzman görüşlerinin alınması bu çalışmanın önemli bir parçasıdır. Çalışmada optimal tarım arazisi yer seçimi için kriterlerin gruplanmasından sonra, bu kriterlerin yer aldığı bir anket hazırlanmıştır.

Anket formu sunulmadan önce soruların anlaşılabilirlik düzeyinin denetimi ve uygulanabilirliği bakımından uzman görüşleri alınarak eksikliklerin belirlenmesinde ön çalışma (pilot uygulama) gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamada, anketin taslağı sunulurken konusunda uzman dokuz uzman kişi (4 adet Ziraat mühendisi, 2 adet Belediye çalışanı, 1 adet akademisyen, 2 adet Harita mühendisi) tarafından görüşler alınmıştır. Bu uygulama ile tutarsız ve eksik görülen kriter ve değerler için anket tekrar düzenlenerek son halini almıştır.

BKAH için optimal tarım arazilerinin belirlenmesi ve önceliklendirilmesi işlemini gerçekleştirmek adına çalışma alanı ve konusunda uzman kişilerin görüşünü almak üzere “Delfi” yöntemi kullanılmıştır. Yöntem, birbirinden bağımsız şekilde çalışma konusu hakkında uzman görüşlerinin alınmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiştir (Balta, 2013). Çeşitli planlama ve politikaların oluşturulmasında, eğilimleri belirleme ve standartlaştırma esasına dayanır. Yöntemin uygulanışında uzman görüşlerinin alınması için sıklıkla anket uygulaması tercih edilmektedir.

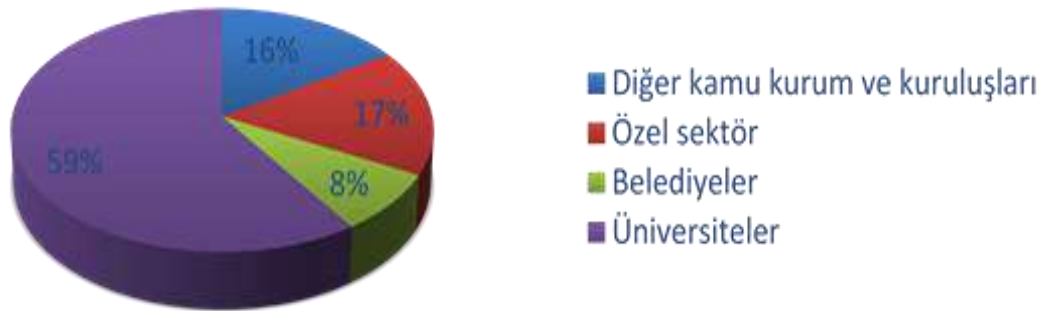
Tez kapsamında, pilot uygulamadan sonra elde edilen nihai anket çalışması yapılarak kriterlerin nisbi önem derecesi hesaplanmıştır. Anket çalışması için konusunda uzman 100 kişiden görüş alınmıştır. Anket formunda katılımcıların profillerini belirleyen ve hazırlanan kriterlerin ikili karşılaştırmalarını yapmalarını sağlamaya yönelik çoklu sorular hazırlanmıştır (EK-9).

Çalışmaya katkı veren uzman profillerininin meslek grupları incelendiğinde, 100 adet uzman kişi arasından 40 adet Ziraat Mühendisi, 35 adet Harita Mühendisi, 10 adet Çevre Mühendisi, 7 adet İnşaat Mühendisi, 6 adet Jeoloji Müh., 1 adet Şehir Bölge Planlamacı ve 1 adet Peyzaj Mimarı yer almaktadır (Şekil 4.39).



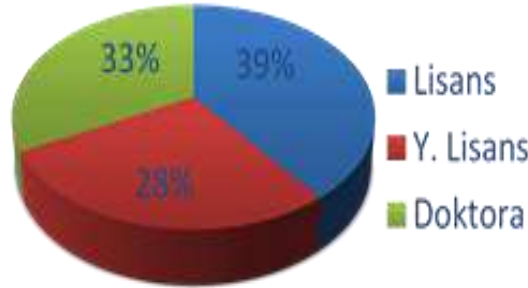
Şekil 4.39 Katılımcıların meslek grupları dağılımı

Katılımcıların çalıştığı kurum dağılımlarını; üniversiteler (59 kişi), belediyeler (8 kişi) ve özel sektör çalışanları (17 kişi) ve diğer kamu kurum kuruluşları çalışanları (16 kişi) oluşturmaktadır (Şekil 4.40).



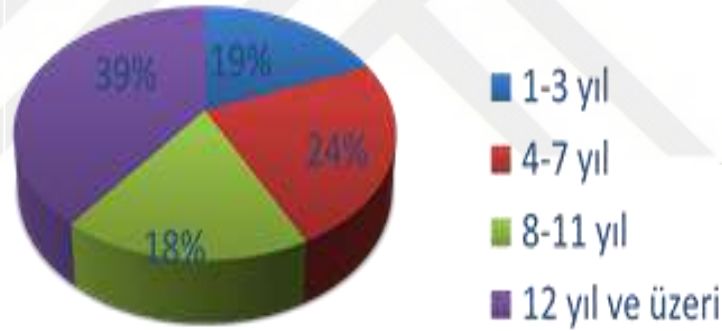
Şekil 4.40 Katılımcıların çalıştığı kurum dağılımı

Çalışmaya katkı sağlayan uzmanların eğitim seviyeleri incelendiğinde, % 33'ü doktorasını, % 28'i yüksek lisans ve %39'u lisans derecesine sahiptir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41 Katılımcıların eğitim düzeyleri

Mesleki deneyimleri yönünden incelendiğinde ise % 19'u 1-3 yıl (19 kişi) , % 24'ü 4-7 yıl (24 kişi), % 18'i 8-11 yıl (18 kişi) ve kalan %39'u ise 12 yıl ve üzerini (39 kişi) oluşturmaktadır (Şekil 4.42).

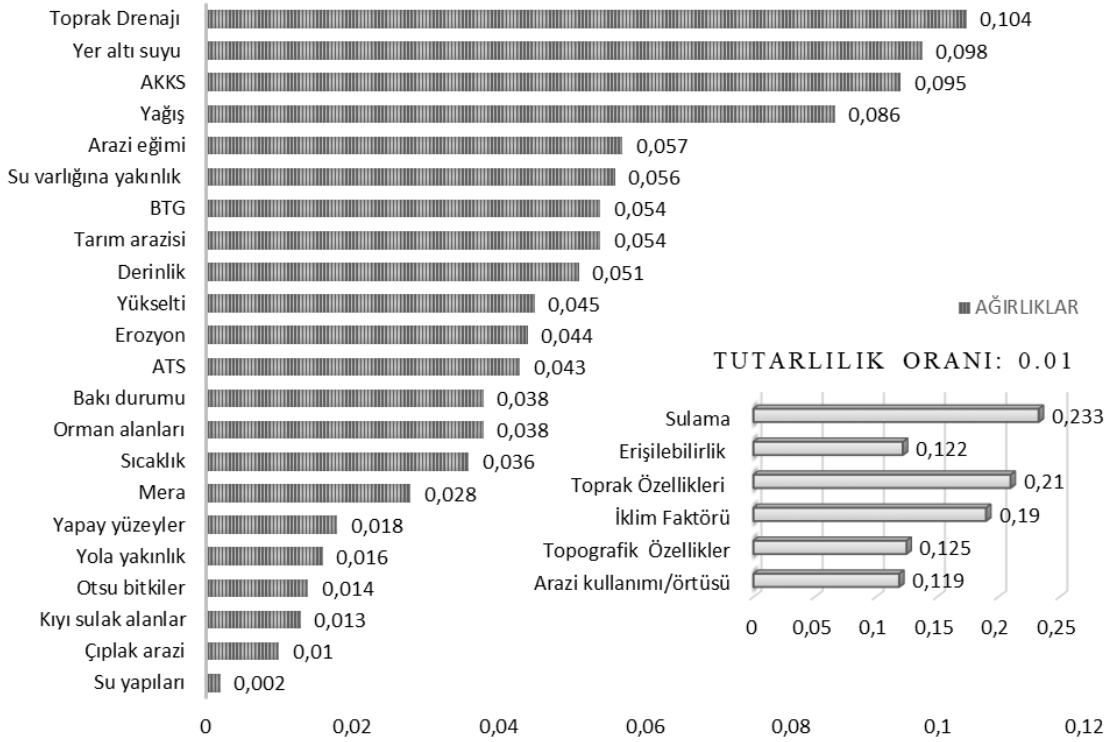


Şekil 4.42 Katılımcıların mesleki deneyimleri

Anket çalışmasının ikinci bölümünde hiyerarşik olarak belirlenen kriterlerin birbiri ile ikili karşılaştırması yapılarak önceliklendirme ve ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler için AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yönteminin kullanılmasında anket analizlerini gerçekleştirmek ve sistematik sonuçlar elde etmek amacıyla Expert Choice (EC) v.11 yazılımı kullanılmıştır. Uygulanan anket sonucu elde edilen veriler EC yazılımına aktarılmıştır. Program üzerinde her sütun kendi üzerinde ilgili sütun toplamlarına ayrı ayrı bölünerek matris normalleştirilmiştir. Bulunan değerler toplamı 1'e eşitlenerek her satırın ayrı ayrı ortalaması alınarak her bir kriter için nisbi önem dereceleri (ağırlıkları) yüzdesel olarak hesaplanmıştır. İlgili ağırlıklandırma işlemi Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26 Uygunluk analizi bileşenleri ve ağırlıkları

<i>Temel Kriterler</i>	<i>Ağırlık</i>	<i>Kriterler</i>	<i>Ağırlık</i>	<i>Alt Kriterler</i>	<i>Ağırlık</i>
AKAÖ	0.119	Tarım arazisi	0,281	Yüksek uygun	0.575
		Otsu bitkiler	0,070	Uygun	0.394
		Mera	0,143		
		Çıplak arazi	0,047	Uygun değil	0.031
		Yapay yüzeyler	0,092		
		Orman alanları	0,195		
		Kıyı sulak alanlar	0,061		
Su yapıları	0,111				
Topografik Özellikler	0.125	Bakı durumu	0,266	G,GB, GD, Zemin	0.389
				B, D	0.277
				KB, KD	0.195
		Yükselti	0,325	K	0.139
				1000-1550	0.677
				1550-1800	0.181
				1800-2000	0.115
		>2000	0.027		
		Arazi eğimi	0,409	0-2	0.450
				2-6	0.413
6-12	0.115				
12-20	0.013				
20-30	0.009				
>30	0.000				
İklim Faktörü	0.190	Sıcaklık	0,290	< 12	0.115
				12-14	0.209
				14-16	0.319
				> 16	0.357
		Yağış	0,710	>400	0.551
				350-400	0.295
				330-350	0.122
<330	0.032				
Toprak Özellikleri	0.210	ATS	0,148	es, se	0.201
				e, sw	0.316
				w	0.483
				Su Yüzeyleri/Yerleşim Alanları/Litozolik alanlar	0.000
		Erozyon	0,151	1 (hiç yok veya çok az)	0.388
				2 (orta)	0.324
				3 (şiddetli)	0.185
				4 (çok şiddetli)	0.103
				Su Yüzeyleri ve Yerleşim Alanları	0.000
		Derinlik	0,179	Derin (>90)	0.412
				Orta Derin (50-90)	0.314
				Sığ (20-50)	0.138
				Çok sığ (0-20)	0.102
				Litozolik	0.034
Su Yüzeyleri ve Yerleşim Alanları	0.00				
BTG	0,189	A	0.294		
		B,N	0.225		
		CE, D, F, M	0.186		
		E,U	0.158		
		H,K	0.087		
		P,T	0.041		
		Kayalık	0.009		
Su Yüzeyleri ve Yerleşim Alanları	0.00				
AKKS	0,333	I, II, III	0.402		
		IV	0.288		

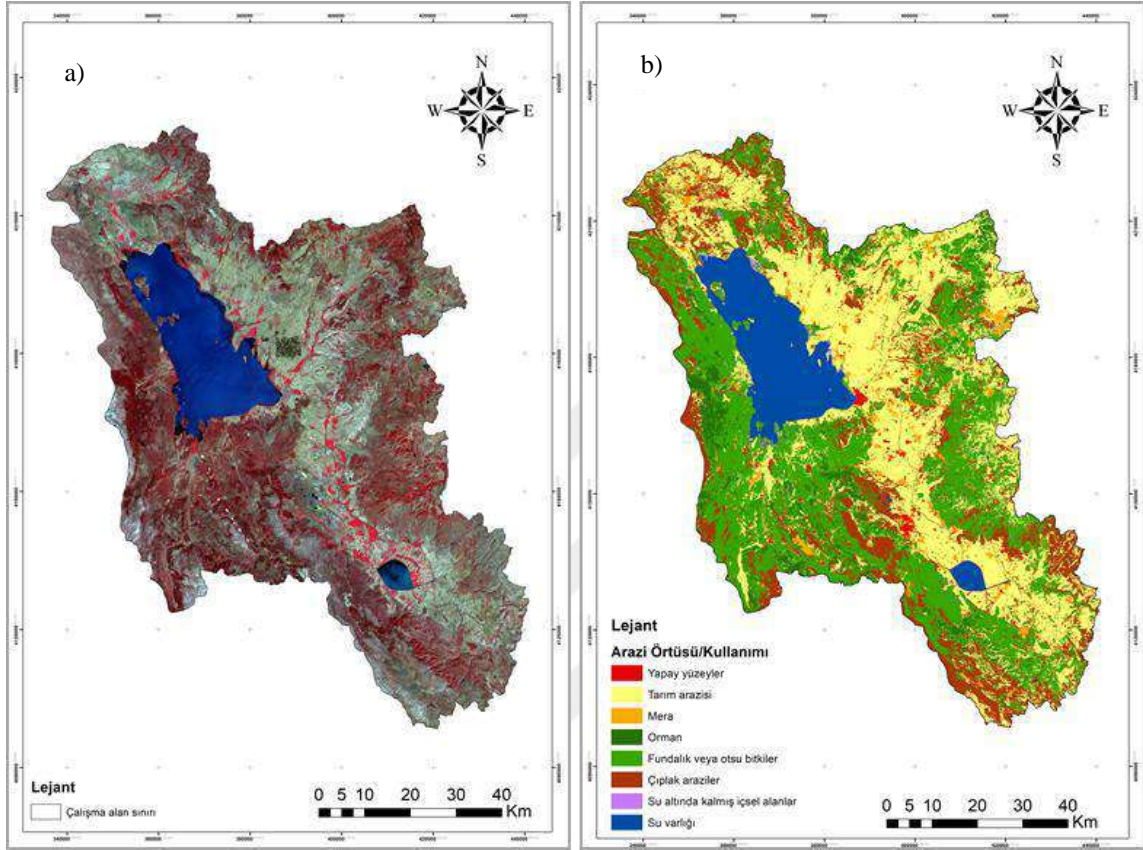


Şekil 4.43 Ağırlıklandırma tablosu (ideal mod) ve tutarlılık oranının gösterilmesi (EC program çıktıları)

Sürdürülebilir arazi yönetimi için optimal tarım arazisi yer seçimi çalışması kapsamında belirlenen ana ve alt kriterler, uygunluk analizini gerçekleştirmek için somutlaştırılarak haritalandırılmıştır. Haritaların hazırlanması ve uygunluk analizinin yapılmasında ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılmıştır.

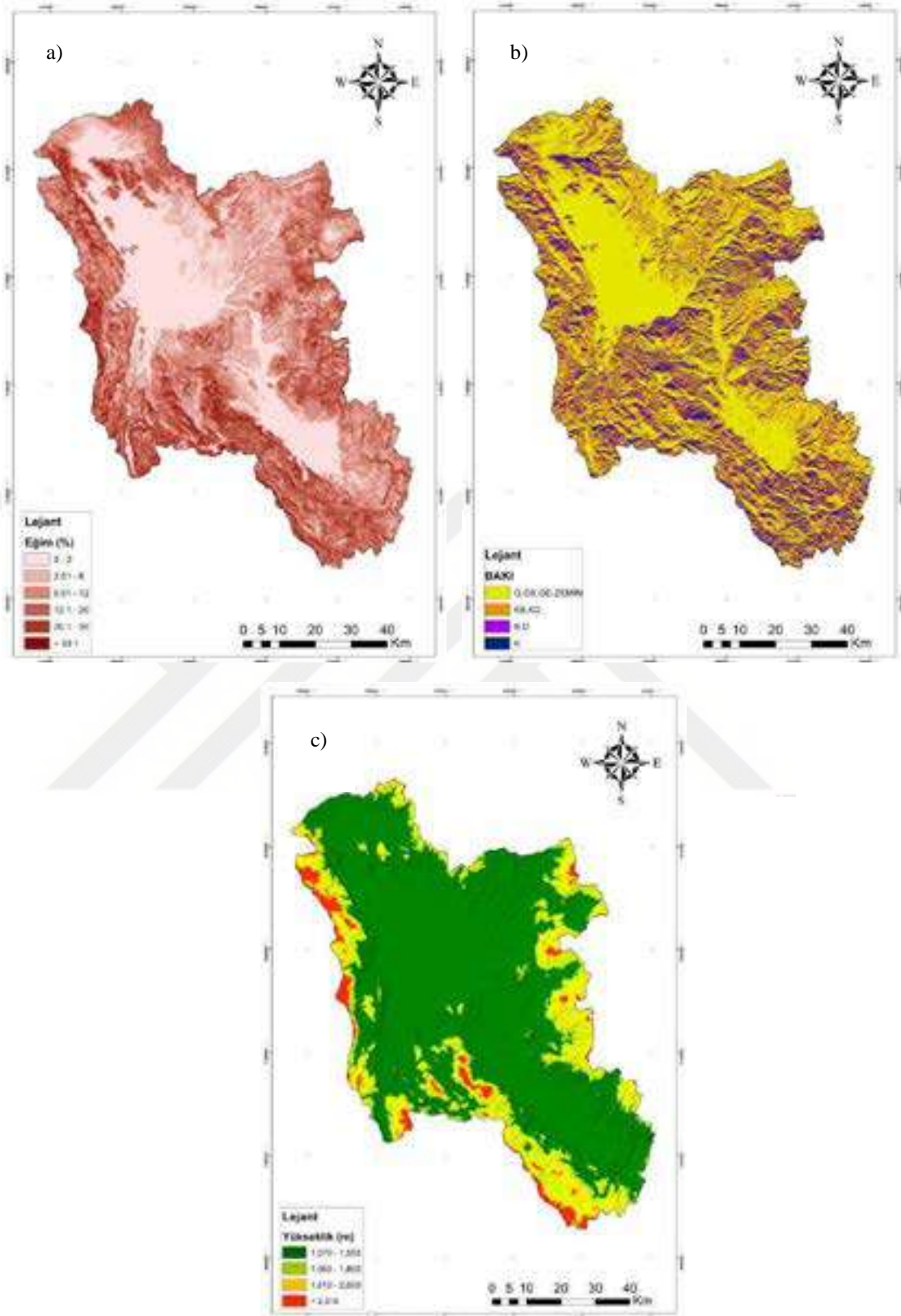
Uygulamada öncelikle ilk ana kriter olan “AKAÖ” kriteri ve “Tarım arazisi, Yerleşim alanı/Yapay yüzeyler, Orman alanları, Otsu bitkiler/Fundalıklar, Çıplak arazi/Kayalık, Mera, Kıyı sulak alanlar/Bataklıklar, Su yapıları” alt kriterlerine ait sınıflandırma haritası, 2018 yılına ait olan Landsat 8 OLI uydu görüntüsünden üretilmiştir. Uydu görüntü verisi, USGS sitesi üzerinden temin edilmiştir. Ham görüntü, öncelikle geometrik ve radyometrik olarak düzeltilerek ön işleme aşamaları gerçekleştirilmiş ve elde edilen düzeltilmiş görüntü üzerinden yapılan kontrollü sınıflandırılma sonucu sınıflandırma haritası Şekil 4.44’ deki gibi üretilmiştir. Sınıflandırma işlemi “4.1. BKAH’na ait Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Zamansal Değişiminin Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi” bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır. Uzman görüşleri sonucunda belirlenen ağırlıklandırma raporuna göre “AKAÖ” kriteri 0.119 ağırlık oranı ile en düşük ana kriter olarak belirlenmiştir. Alt kriterler incelendiğinde ise “Tarım arazisi” kriterinin 0.281 ağırlık oranı ile en önemli alt kriter

olduğu bölgede bulunan “Su yapıları” kriterinin ise en düşük önem derecesine sahip alanlar olduğu belirlenmiştir.



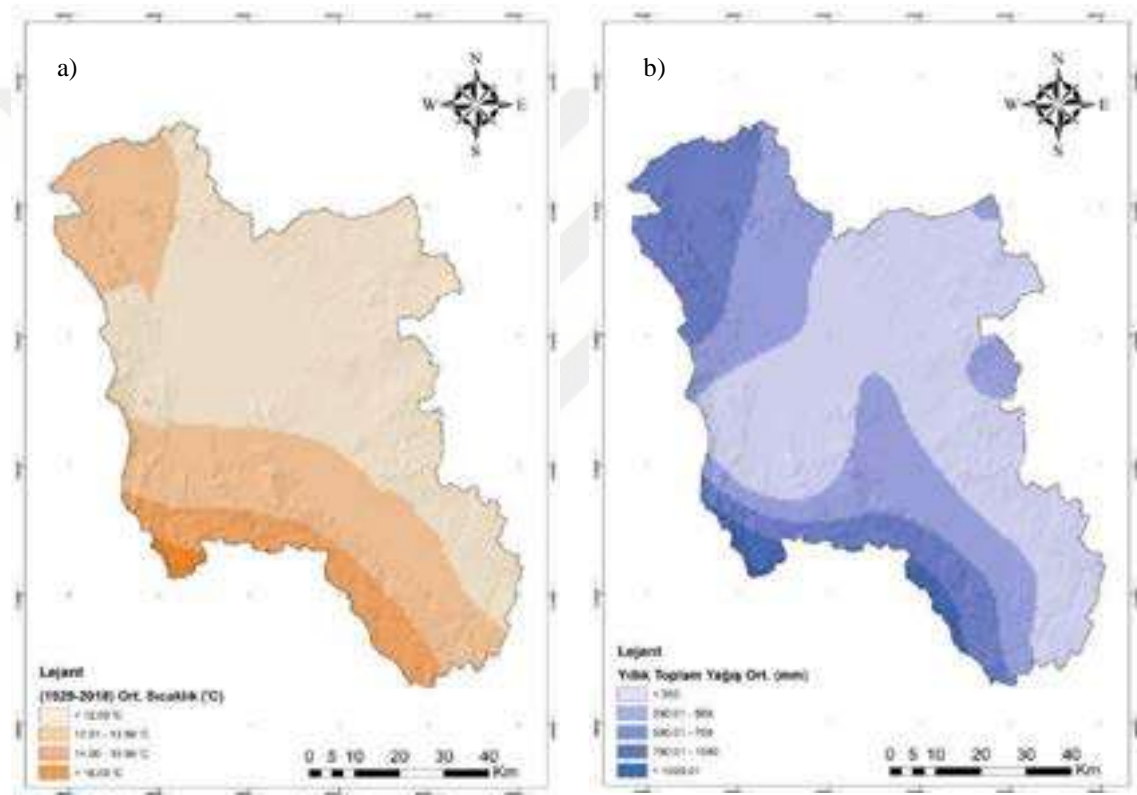
Şekil 4.44 a) Landsat 8 OLI uydu görüntüsü (B5/B4/B3-2018), b) AKAÖ haritası (2018)

“Topografik Özellikler” ana kriteri ve “Arazi eğimi, Bakı durumu, Yükselti” alt kriterleri ise HGM tarafından temin edilen DTED-2 DEM verisi üzerinden üretilmiştir (Şekil 4.45). DEM verisi ArcGIS ortamına aktarılarak ArcGIS toolbox üzerinden “spatial analyst tools/surface/” modülü kullanılarak eğim-bakı-yükselti analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonucu oluşturulan haritalar Şekil 4.45’deki gibidir. Uzman görüşleri sonucunda belirlenen ağırlıklandırma raporuna göre “Topografik Özellikler” kriteri 0.125 ağırlık oranı ile üçüncü derecede önemli kriter olduğu belirlenmiştir. Alt kriterler incelendiğinde ise “Arazi eğimi” kriterinin 0.409 ağırlık oranı ile en önemli alt kriter olduğu, bu kriteri “yükselti” (0.325) ve “bakı” durumunun (0.266) takip ettiği belirlenmiştir.



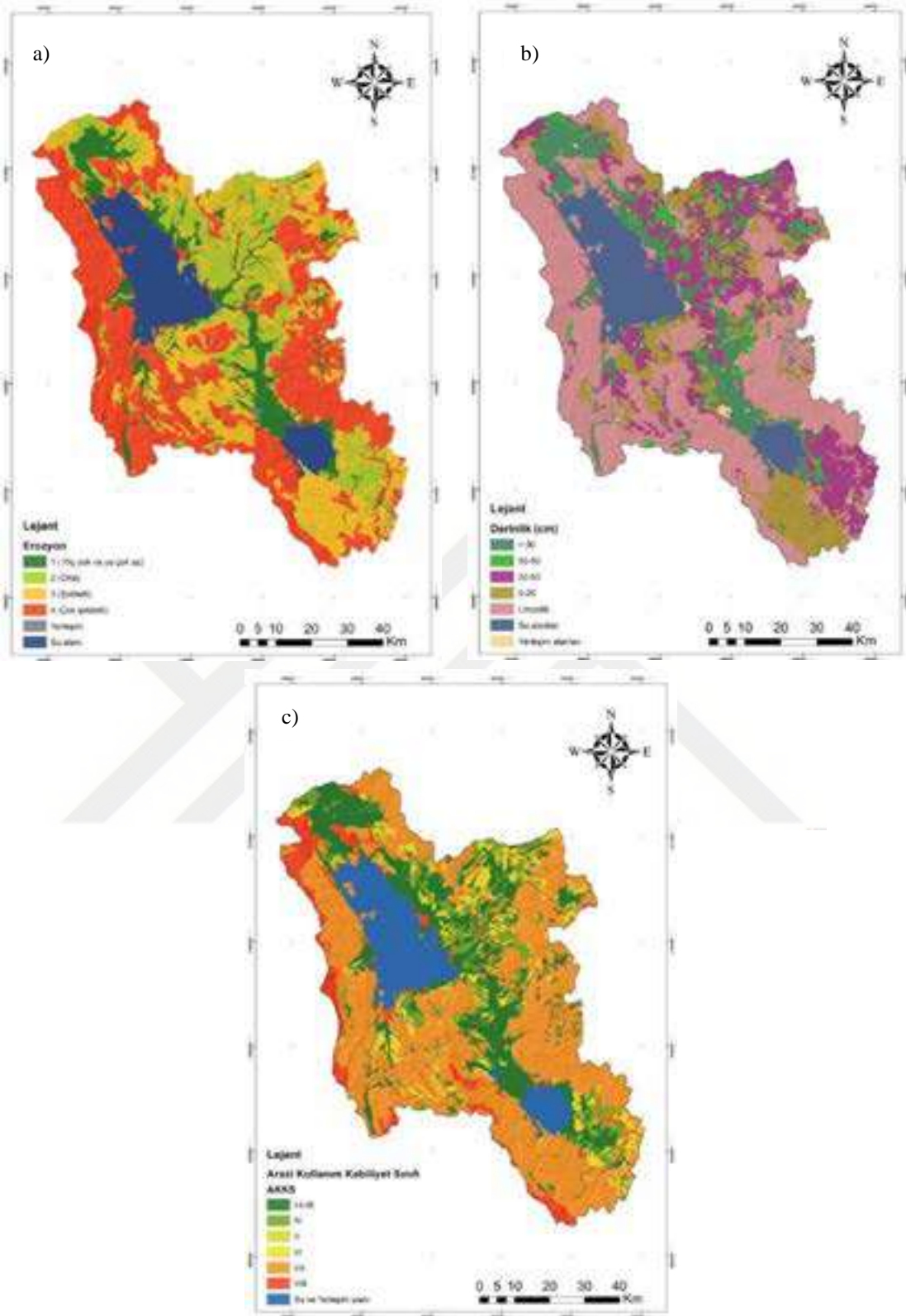
Şekil 4.45 Topografik özellikler kriterleri; a) Eğim parametresi, b) Bakı parametresi, c) Yükseklik parametresi

“İklim Faktörü” parametre seti (Yağış, Sıcaklık) ise 4. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ve 8. Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü’nce temin edilen Beyşehir (1742), Seydişehir (17898), Hadim (17928), Hüyük (18497), Derebucak (18492), Doğanhisar (18493) ve Şakirkaraağaç (17863) meteoroloji istasyonuna ait ortalama sıcaklık ve yağış değerlerinden enterpolasyon yöntemi ile üretilmiştir (Şekil 4.46). Parametre setine ait veriler 1970-2018 yılları arasını kapsamaktadır. İlgili ana kriter uzman görüşleri sonucu 0.190 ağırlık oranı ile üçüncü en önemli kriterdir. Burada yağış parametresi (0.710) sıcaklık parametresine (0.290) göre daha öncelikli bir kriter olduğu belirlenmiştir.

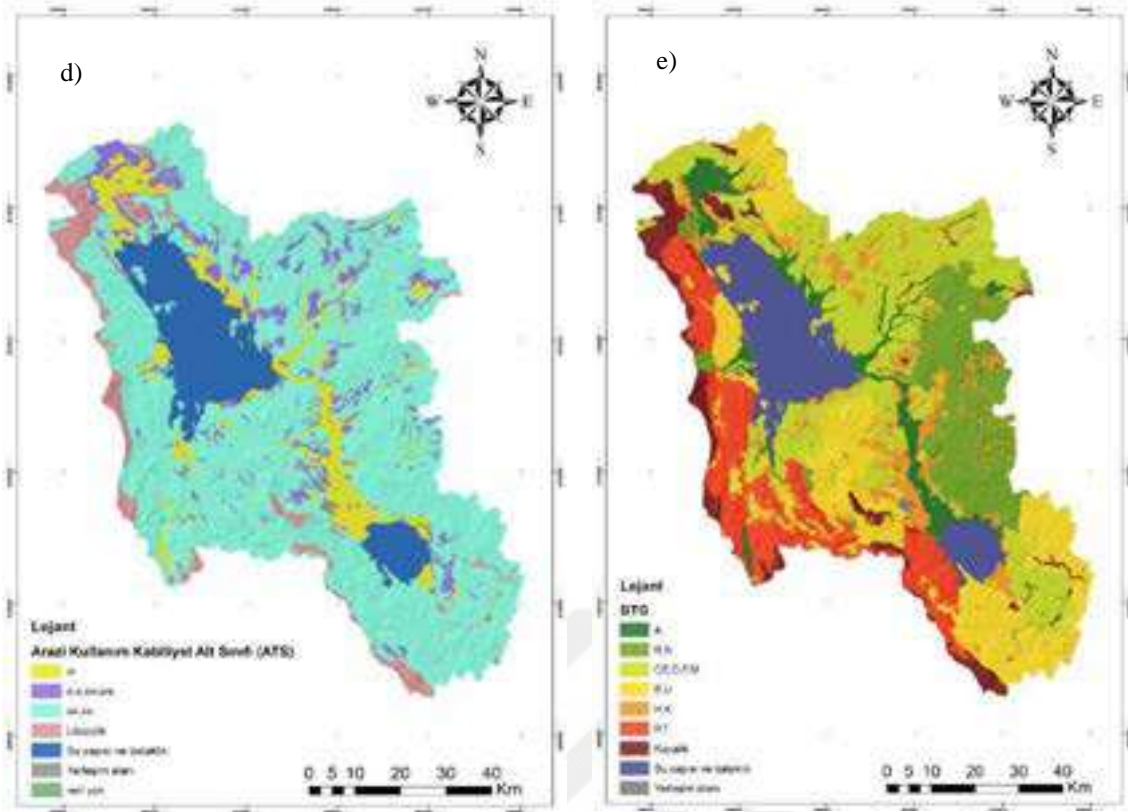


Şekil 4.46 İklim faktörü kriterleri; a) Sıcaklık parametresi, b) Yağış parametresi

Çalışmada kullanılan bir diğer parametre seti olan “Toprak özellikleri” ana kriteri için gerekli toprak verileri (Derinlik, BTG, AKKS, Erozyon, ATS) ise TRGM’den elde edilen “.shp” formatlı sayısal altlıklardan yararlanılarak üretilmiştir (Şekil 4.47 ve 4.48). İlgili ana kriter uzman görüşleri sonucu 0.210 ağırlık oranı ile ikinci en önemli kriter olduğu belirlenmiştir. Alt kriterler arasında ise “AKKS” parametresinin (0.333) en önemli alt kriter olduğu ve devamında “BTG” (0.189), “Derinlik (0.179)”, “Erozyon” (0.151) ve “ATS” (0.148) parametreleri geldiği belirlenmiştir.

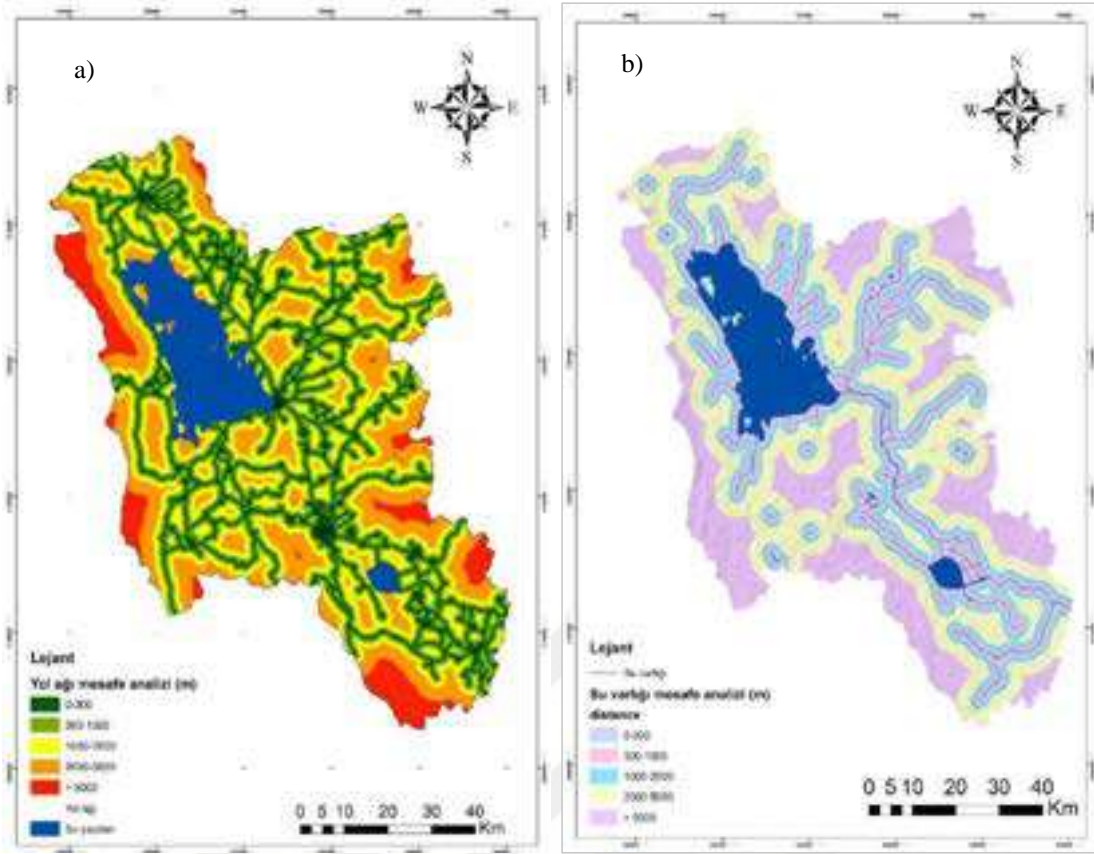


Şekil 4.47 Toprak özellikleri kriterleri; a) Erozyon parametresi, b) Toprak Derinliği parametresi, c) AKKS parametresi



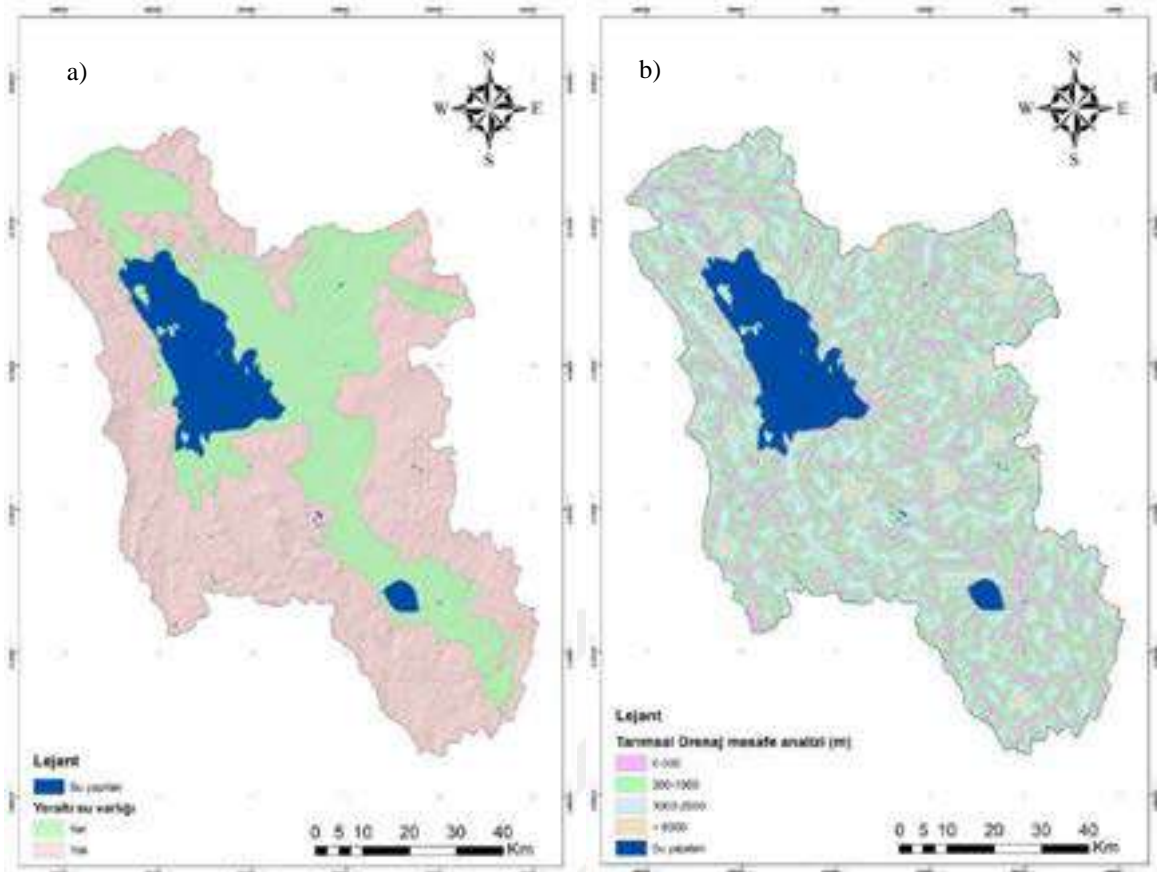
Şekil 4.48 Toprak özellikleri kriteri; d) ATS parametresi, e) BTG parametresi

Son iki kriter olan “Erişilebilirlik”, “Sulama” parametrelerine ait haritalar Mesafe (Buffer) Analizi gerçekleştirilerek üretilmiştir (Şekil 4.49). Analiz için ArcGIS yazılımında bulunan “toolboxes/system toolboxes/analysis tools.tbx/proximity/multiple ring buffer” modülü kullanılmıştır. İlgili ana kriter uzman görüşleri sonucu 0.122 ağırlık oranı ile beşinci derecede önemli kriter olduğu ve alt kriterler incelendiğinde ise “Su varlığına yakınlık” parametresinin (0.780) “yol ağına mesafe” parametresine (0.220) göre daha öncelikli bir kriter olduğu belirlenmiştir



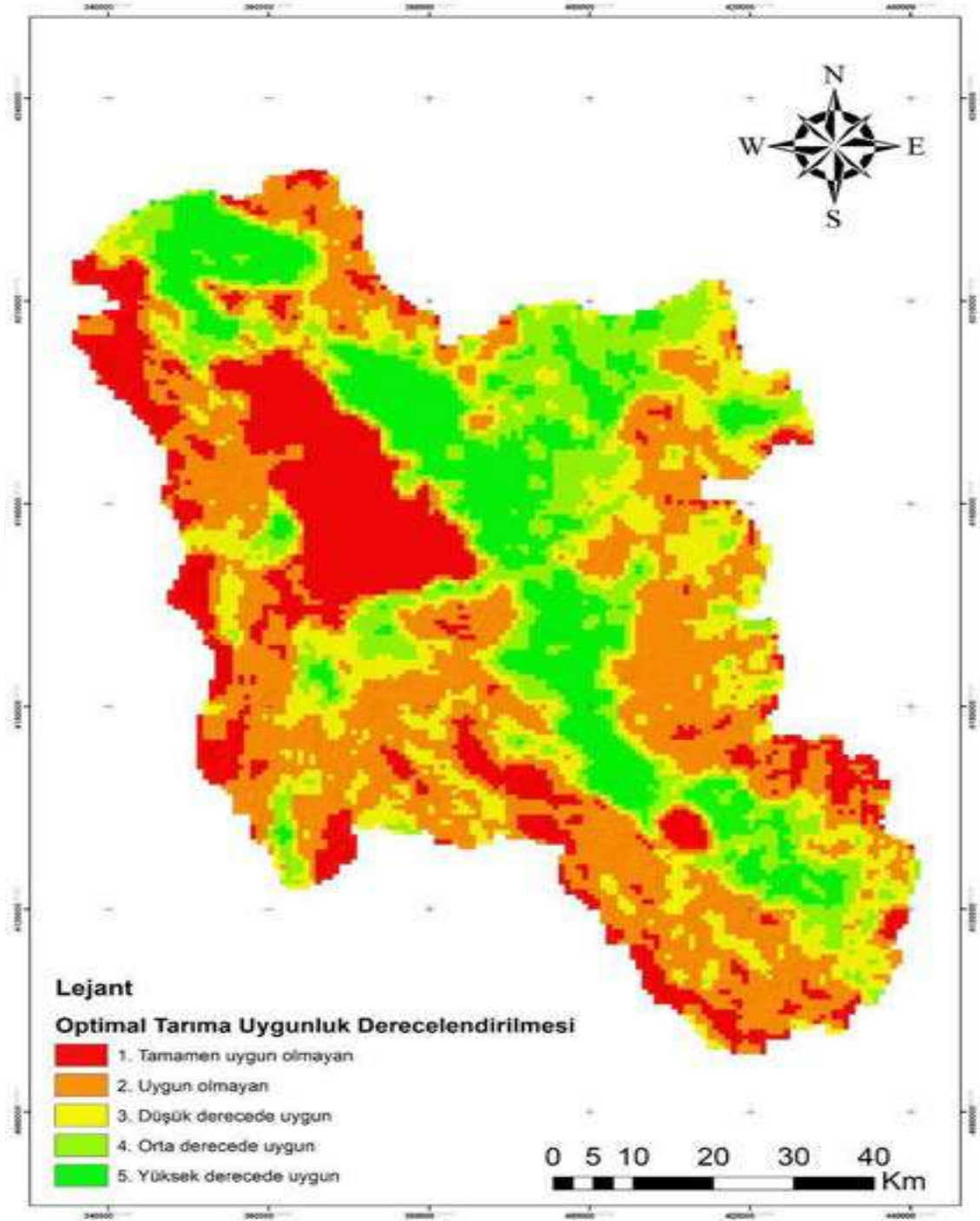
Şekil 4.49 Erişilebilirlik kriterleri; a) Yol ağına mesafe parametresi, b) Su varlığı mesafe parametresi

Toprak drenajı belirlemek için HGM'den elde edilen DTED-2 DEM verisi kullanılmıştır. Tarımsal drenaj hatları, ArcGIS yazılımı üzerinden “toolboxes/system toolboxes/ spatial analysis tools.tbx/Hydrology” modülü kullanılarak üretilmiştir (şekil 4.50). İlgili ana kriter uzman görüşleri sonucu 0.233 ağırlık oranı ile önem derecesi en yüksek kriter olduğu ve alt kriterler incelendiğinde ise “Toprak drenajı” parametresinin (0.518) “Yer altı su varlığı” parametresine (0.482) göre daha öncelikli bir kriter olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.50 Sulama kriterleri; a) Yer altı su varlığı parametresi, b) Tarımsal drenaj parametresi

Hazırlanan sonuç haritalar CBS ortamında raster formata çevrilerek yeniden sınıflandırma (Reclassify) işlemine tabii tutulmuştur. Bu işlem ile ilgili tüm kriterler uzman görüşleri sonucu belirlenen ağırlık derecelerine göre ağırlıklandırılmış ve “Raster calculator” modülü ile ağırlıklı olarak çakıştırılarak nisbi önem derecelerine göre arazi uygunluk haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan sonuç harita, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)’nün arazi uygunluk sınıflandırmasına göre 5 kategoriye ayrılmıştır. Sınıflandırma; Yüksek Derecede Uygun, Orta Derecede Uygun, Düşük Derecede Uygun alanlar ile Uygun Olmayan ve Tamamen Uygun Olmayan alanlar şeklindedir (Şekil 4.51).



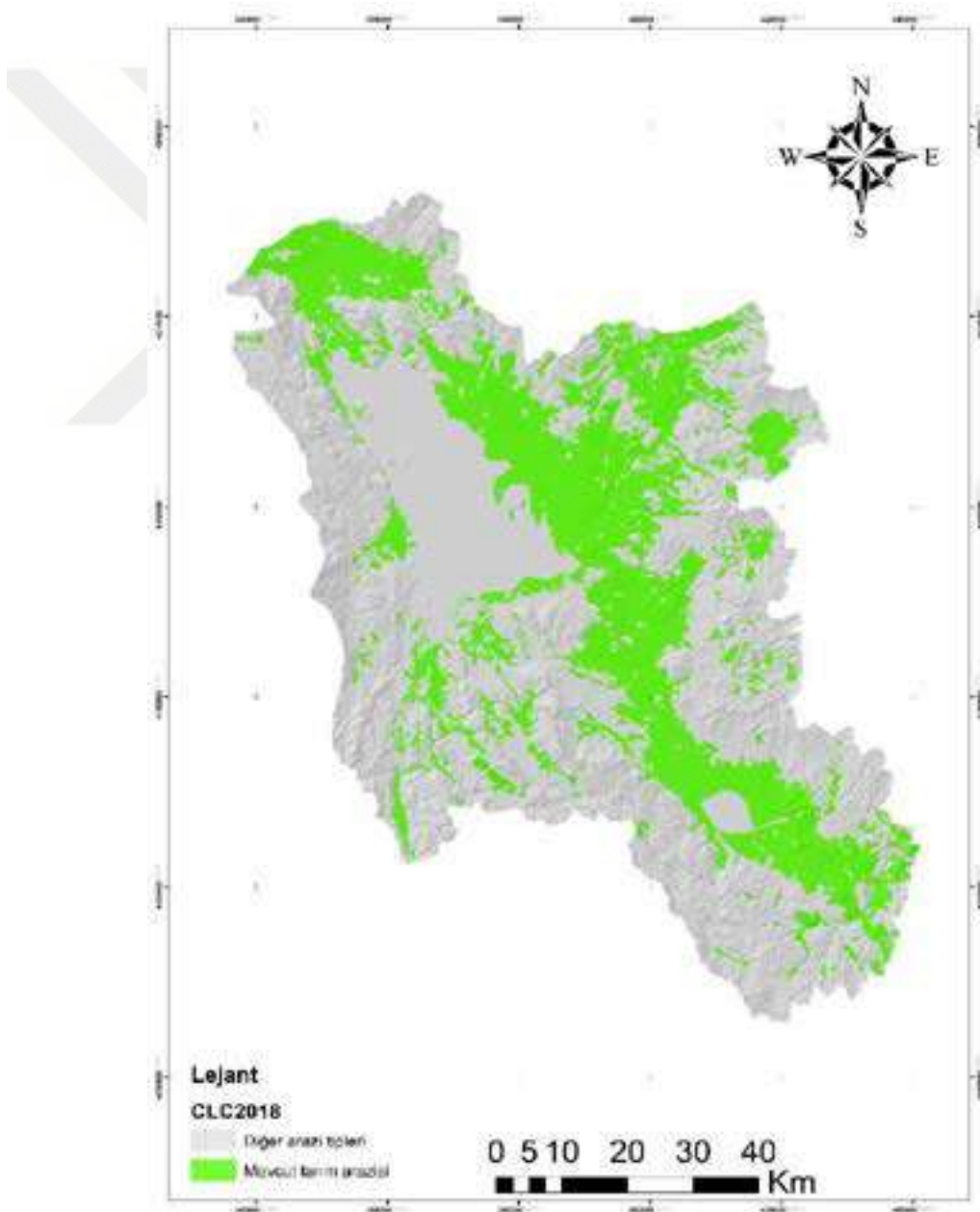
Şekil 4.51 Optimal tarım arazisi kullanım haritası

Çalışmada üretilen arazi kullanımı uygunluk haritasına göre, 7329 km² havza alanının 1097 km²'lik (% 14.84) alanının tarımsal üretim için yüksek derecede uygun, 1107 km²'lik (% 14.98) alanının orta derecede uygun, 1149 km²'lik (% 15.54) alanın ise düşük derecede uygun olduğu, 2633 km²'lik (% 35.62) alanın tarımsal üretim için uygun olmadığı, 1405 km²'lik (% 19.00) alanın ise tamamen uygun olmayan alan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27 Yer seçim kriterleri ve ağırlıkları

Uygunluk sınıflandırması	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Yüksek Derecede Uygun	1097	14.842
Orta Derecede Uygun	1107	14.977
Düşük Derecede Uygun	1149	15.546
Uygun Olmayan	2633	35.624
Tamamen Uygun Olmayan	1405	19.009
Toplam alan	7391	100.00

Mevcut tarım arazisi kullanımı verileri ile karşılaştırma yapmak için CORINE 2018 arazi kullanım haritası referans alınmıştır (Şekil 4.52).



Şekil 4.52 CORINE 2018 mevcut tarım arazisi kullanım haritası

Şekil 4.52'de gösterilen havza alanına ait CORINE 2018 AKAÖ verileri incelendiğinde 7391 km²'lik havza alanınının 2807 km²'lik alanının tarım arazisi olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Yapılan uygunluk analizi sonuçları ve CORINE 2018 AKAÖ verileri ile karşılaştırıldığında;

1097 km²'lik yüksek derecede uygun alanların % 94.35 (1035 km²)'lik kısmının tarım amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Tarım dışı kullanılan 62 km²'lik alanda ise orman ve otsu bitkiler sınıfı (% 2.91) ve şehirleşme sebebiyle oluşan yapay yüzeylerin (% 2.09) bulunduğu tespit edilmiştir.

1107 km²'lik orta derecede uygun alanların % 69.11 (765km²)'lik kısmının tarım amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Tarım dışı kullanılan 342 km²'lik alanda ise yapay yüzeyler (% 2.53), Orman ve otsu bitkiler (% 24.83), çıplak alan/kayalık (% 3.52) alan sınıfının bulunduğu belirlenmiştir.

1149 km²'lik düşük derecede uygun alanların %27.29 (313 km²)'lik kısmının tarım amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Tarım dışı kullanılan 835 km²'lik alanda ise yapay yüzeyler (% 1.81), Orman ve otsu bitkiler (48.56), çıplak alan/kayalık (%9.07), kıyı ve su yapıları (% 3.26) alan sınıfının bulunduğu belirlenmiştir.

Tarım için uygun olmayan 2633 km²'lik alan üzerinde % 7.27 (191.39 km²)'lik kısmının tarım amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Tarım için tamamen uygun olmayan 1405 km²'lik alan üzerinde ise sadece % 0.73 (10.26 km²)'lik küçük bir alanda tarımsal üretim yapıldığı tespit edilmiştir.

Genel olarak tüm analiz sonuçlarına bakıldığında mevcut arazi kullanımında % 90 oranında doğru ve nitelikli tarım yapıldığı belirlenmiştir. Burada %90 oranında arazinin etkin ve verimli kullanılmasında, 1999 yılında yapımına karar verilen Beyşehir ve Apa Barajlarından su salınımına destek vermek ve Konya-Çumra projelerine su sağlamak için DSİ tarafından 2003 yılında projesi tamamlanan Suğla depolama gölünün oluşturulması son derece etkili olmuştur (Şekil 4.53).



Şekil 4.53 Suğla gölü zamansal değişimi (Landsat uydu görüntüleri)

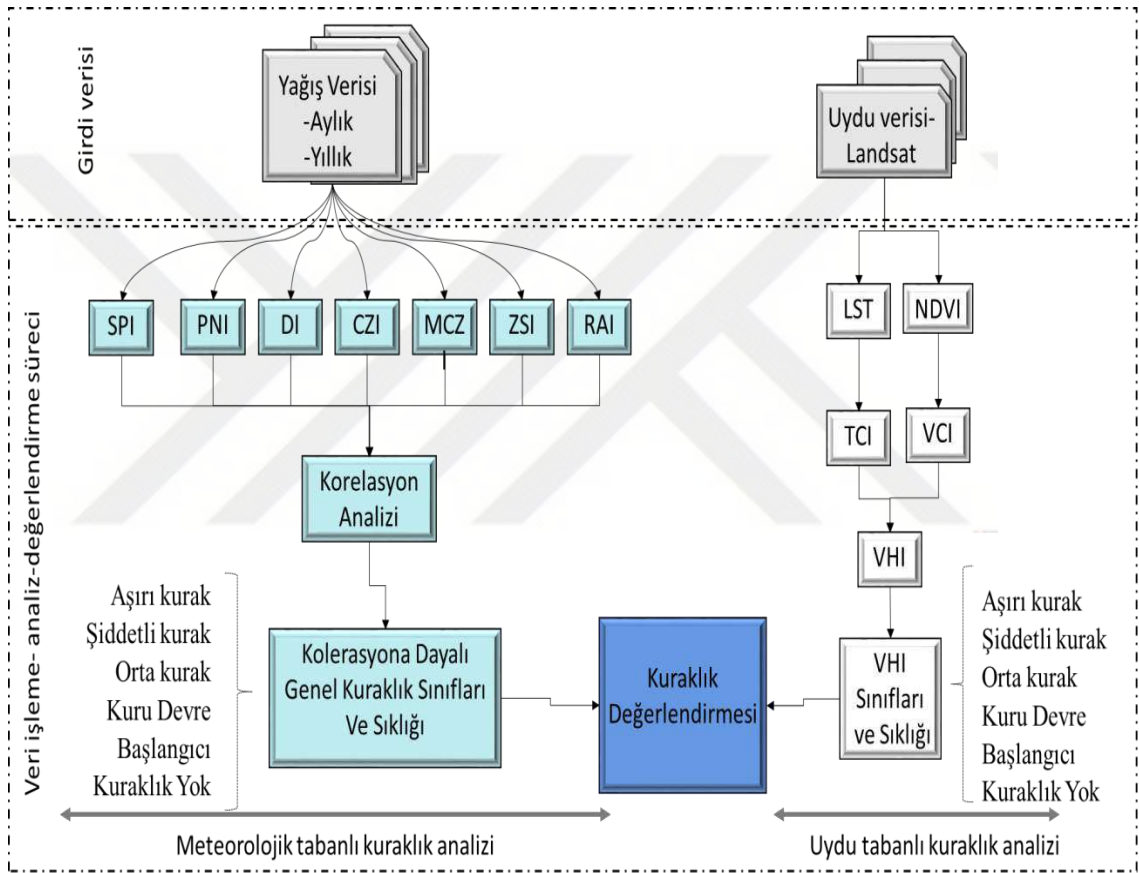
Gölün en büyük avantajı, tarımsal arazilere su sağlamak amacıyla oluşturulmasıdır. Havzanın güneybatı kesiminde yer alan (Seydişehir ilçesinde bulunan) gölün kuruyan alüvyonlu göl tabanı ve çevresi düzenlenerek iyi ve nitelikli bir tarım alanı oluşturulmuştur. Gölün tek dezavantajı bol yağış aldığı mevsimlerde göl araziden tarım arazisine çevrilen tarım alanlarında taşkınlar yaşanması sebebiyle tarım arazisine zarar vermesidir.

Ülkemizde alan kullanımına yönelik karşılaşılan en büyük problemin planlama aşamasında yaşandığı görülmektedir. Alan kullanımında yapılan planlamalarda bilimsel ve teknik kriterler dikkate alınarak uzman görüşlerine başvurulmalıdır. Bu görüşler temel alınarak uygun alan kullanım planlamaları ve politikalar hazırlanmalıdır. Eğimli, sıg toprakları tarım alanı kullanarak ya da birinci sınıf arazi kullanım sınıfına sahip tarım toprakları üzerine yapılan sırf rant sağlamak amaçlı imar planlarının oluşturulması sınırlı doğal kaynaklarımızda geri dönüşü olmayan ekolojik bozulma sürecini de beraberinde getirmektedir. Bu sebeple uygun alan planlamaları yapılırken yerel yönetimler ve paydaşlar arasında koordinasyon oluşturularak etkili bir mekanizma geliştirilmelidir.

Ayrıca yanlış alan kullanımlarına yönelik halkın daha da bilinçlenmesi sağlanmalıdır. Ayrıca bu kapsamda havzaya yönelik daha detaylı araştırmaların yapılması gerektiği ortadadır. Böyle bir çalışma aynı zamanda yerel yönetimlerce alınacak karar ve politikalar adına ve bölgede yapılacak diğer çalışmalarda dikkate alınacak altlık bir envanter olduğu düşünülmektedir.

4.4 BKAH için Uygulanan Kuraklık Analizi Sonuçları

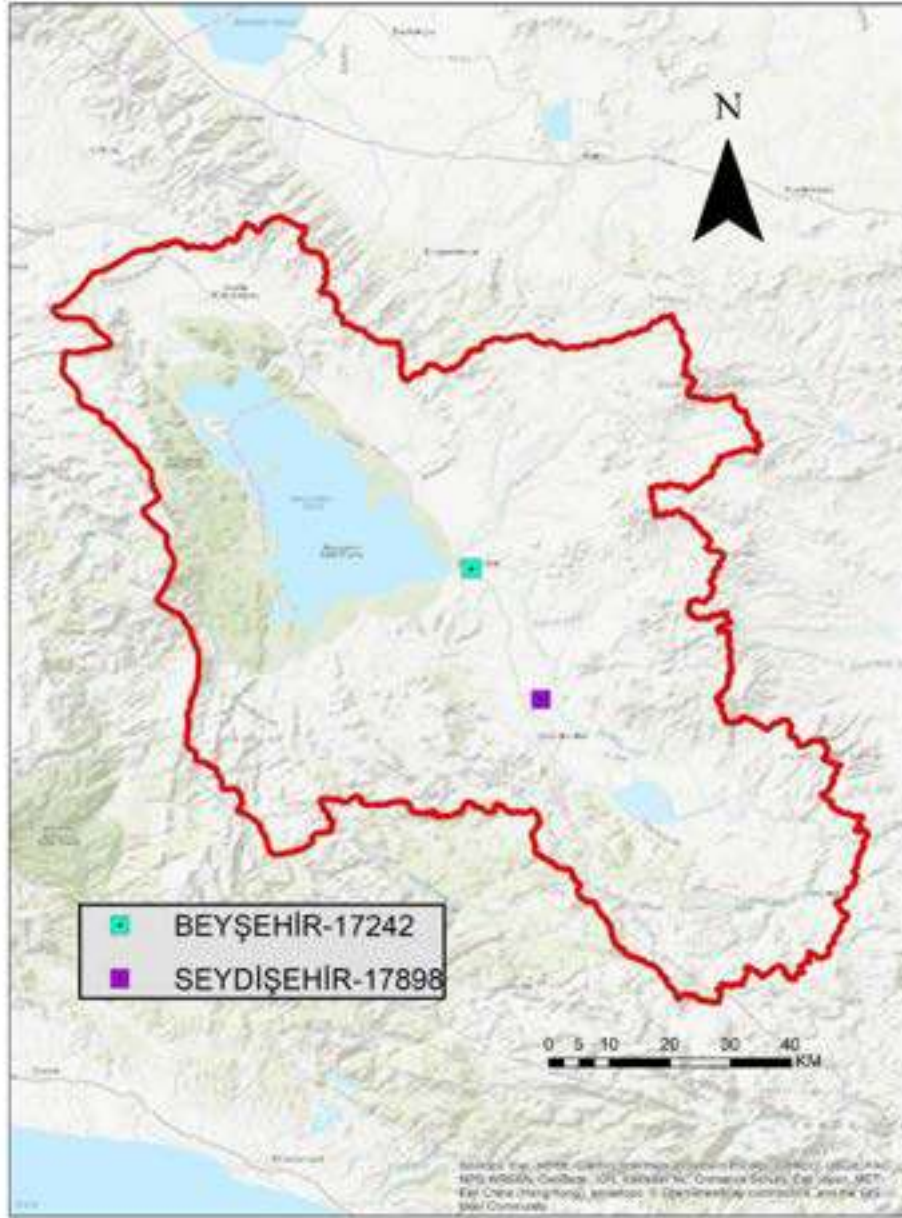
Bu bölümde, meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık analizleri gerçekleştirilerek BKAH'ndaki yıllara ait kuraklık dereceleri belirlenmiştir. Meteorolojik kuraklık analizi için SPI, PNI, DI, CZI, MCZI, RAI ve ZSI kuraklık izleme yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca uydu verileri kullanılarak gerçekleştirilen uydu tabanlı kuraklık analiz yöntemlerinden LST, NDVI, VCI, TCI, VHI yöntemleri kullanılmıştır. Dördüncü uygulama bölümüne ait iş akış diyagramı Şekil 4.54'de sunulmuştur.



Şekil 4.54 BKAH kuraklık durumunun incelenmesine yönelik hazırlanan iş akış diyagramı

4.4.1 Meteorolojik tabanlı kuraklık analiz sonuçları

Meteorolojik yağış verileri için KKH'nda yer alan 17242-Beyşehir ve 17898-Seydişehir Meteorolojik istasyonlarından elde edilen 1970-2018 yıllarına ait yağış verileri kullanılmıştır. Meteorolojik istasyonların konumlarını gösteren harita Şekil 4.55'de gösterilmektedir.



Şekil 4.55 Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarının konumsal gösterimi

Meteorolojik analizler arasında SPI yöntemi için “SPI_generator” yazılımı ve diğer yöntemler için ise “DRINC” ve “MDM” açık erişimli yazılımlarından faydalanılmıştır. Tüm analizler aylık, mevsimsel ve yıllık olarak ayrı ayrı incelenmiştir.

4.4.1.1 Aylık kuraklık analiz sonuçları

7 farklı kuraklık analiz yöntemleri ile 1970-2018 yılları arasında toplam 588 (49 (yıl) x 12 (ay) = 588) aylık yağış verisi ile her yöntem için kuraklık indeksleri Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için hesaplanmıştır. Her iki istasyona göre 7

farklı yöntem için hesaplanan kuraklık indekslerinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki Çizelge 4.28 ve 4.29'de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Beyşehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına aylık kuraklık indeksleri tanımlayıcı istatistiksel değerleri

17242-Beyşehir istasyonuna ait veriler							
İstatistiksel Değerler	CZI	DI	MCZI	PNI	RAI	SPI	ZSI
Veri sayısı	588	588	588	588	588	588	588
Minimum	-3.05	1.00	-2.71	0.00	-4.73	-3.06	-1.74
Maksimum	2.64	10.00	2.54	472.10	8.03	2.64	4.00
Aralık	5.69	9.00	5.25	472.10	12.76	5.70	5.73
Ortalama	0.02	5.48	0.27	100.00	-0.35	0.01	0.00
Medyan	0.00	5.00	0.28	86.20	-0.55	0.08	-0.20
İlk çeyrek	-0.68	3.00	-0.34	44.10	-2.12	-0.62	-0.75
Üçüncü çeyrek	0.63	8.00	0.84	132.60	0.88	0.65	0.47
Standart hata	0.04	0.12	0.04	3.21	0.09	0.04	0.04
Ortalama sapma	0.77	2.55	0.69	57.77	1.77	0.78	0.76
Standart sapma	0.97	2.91	0.89	77.81	2.23	1.00	1.00

Çizelge 4.29 Seydişehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına aylık kuraklık indeksleri tanımlayıcı istatistiksel değerleri

17898-Seydişehir istasyonuna ait veriler							
İstatistiksel Değerler	CZI	DI	MCZI	PNI	RAI	SPI	ZSI
Veri sayısı	588	588	588	588	588	588	588
Minimum	-3.34	1.00	-2.75	0.00	-4.27	-3.75	-1.69
Maksimum	2.66	10.00	2.62	570.90	8.45	2.75	4.20
Aralık	6.00	9.00	5.37	570.90	12.72	6.50	5.88
Ortalama	0.00	5.48	0.23	100.00	-0.32	0.03	0.00
Medyan	0.00	5.00	0.24	88.40	-0.47	0.11	-0.17
İlk çeyrek	-0.76	3.00	-0.32	43.40	-2.17	-0.62	-0.78
Üçüncü çeyrek	0.64	8.00	0.79	133.30	1.02	0.65	0.50
Standart hata	0.04	0.12	0.04	3.23	0.09	0.04	0.04
Ortalama sapma	0.80	2.55	0.71	58.97	1.81	0.77	0.78
Standart sapma	1.00	2.91	0.91	78.29	2.25	0.97	1.00

Bu yedi farklı yöntemden her biri için hesaplanan aylık indeks değerleri, metod bölümünde açıklanan her bir yöntem için belirtilen kuraklık kategorilerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için 1970-2018 yılları arasında toplam 588 (49 (yıl) x 12 (ay) = 588) aylık kuraklık indeksleri kullanılarak her bir yöntem için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Her bir yöntem için hesaplanan Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarına ait aylık kuraklık durum sayıları Çizelge 4.30 ve 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.30 Beyşehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen aylık kuraklık durum sayıları

Beyşehir aylık kuraklık durum sayıları (1970-2018)											
	SPI	CZI	MCZI	PNI		DI		RAI		ZSI	
Aşırı kurak	20	7	6	Aşırı kurak	130	Aşırı kurak	63	Aşırı kurak	63	Aşırı kurak	23
Şiddetli kurak	25	12	9	Şiddetli kurak	53	Şiddetli kurak	58	Şiddetli kurak	86	Şiddetli kurak	90
Orta kurak	50	62	30	Orta kurak	53	Orta kurak	59	Orta kurak	77	Orta kurak	95
Normale yakın	401	411	421	Kuru Devre	37	Kuru Devre	60	Normale yakın	92	Hafif kurak	69
Orta nemli	59	59	76	Normal	74	Kuraklık yok	348	Orta nemli	70	Kuru Devre	125
Çok nemli	20	20	28	Nemli	241			Aşırı nemli	200	Kuraklık yok	186
Aşırı nemli	13	17	18								
Toplam	588	588	588		588		588		588		588

Çizelge 4.31 Seydişehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen aylık kuraklık durum sayıları

Seydişehir aylık kuraklık durum sayıları (1970-2018)											
	SPI	CZI	MCZI	PNI		DI		RAI		ZSI	
Aşırı kurak	16	13	5	Aşırı kurak	132	Aşırı kurak	64	Aşırı kurak	44	Aşırı kurak	35
Şiddetli kurak	26	23	18	Şiddetli kurak	54	Şiddetli kurak	56	Şiddetli kurak	117	Şiddetli kurak	82
Orta kurak	41	51	33	Orta kurak	55	Orta kurak	60	Orta kurak	76	Orta kurak	87
Normale yakın	414	406	413	Kuru Devre	29	Kuru Devre	62	Normale yakın	78	Hafif kurak	74
Orta nemli	62	58	71	Normal	64	Kuraklık yok	346	Orta nemli	59	Kuru Devre	112
Çok nemli	21	21	32	Nemli	254			Aşırı nemli	214	Kuraklık yok	198
Aşırı nemli	8	16	16								
Toplam	588	588	588		588		588		588		588

Yukarıda verilen Çizelge 4.30 ve 4.31'e göre belirlenen Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için farklı yöntemlere göre hesaplanan kuraklık indekslerine göre sınıflandırılan (Kuraklık dönem ve Normal + Nemli dönem) aylık kuraklık durum yüzdeleri aşağıdaki Çizelge 4.32'de verilmiştir. Bu çizelgede farklı yöntemlere göre ifade edilen kuraklık dönemi; "aşırı, şiddetli ve orta" kuraklık durum sayılarının toplamının toplam verideki yüzdelik oranlarını, "Normal + nemli" dönem ise; diğer kuraklık kategorilerin kuraklık durum sayılarının toplamının toplam verideki yüzdelik karşılıklarını göstermektedir.

Çizelge 4.32 1970-2018 yılları arası Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan aylık kuraklık durum yüzdeleri (%)

1970-2018 yılları arası Beyşehir aylık kuraklık durum yüzdeleri (%)							
Kategoriler	SPI	CZI	MCZI	PNI	DI	RAI	ZSI
Kuraklık dönem	16.16	13.78	7.65	40.14	30.61	38.44	35.37
Normal + Nemli dönem	83.84	86.22	92.35	59.86	69.39	61.56	64.63
Toplam	100	100	100	100	100	100	100

1970-2018 yılları arası Seydişehir aylık kuraklık durum yüzdeleri (%)							
Kategoriler	SPI	CZI	MCZI	PNI	DI	RAI	ZSI
Kuraklık dönemi	14.12	14.80	9.52	40.99	30.61	40.31	34.69
Normal + Nemli dönem	85.88	85.20	90.48	59.01	69.39	59.69	65.31
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

1970-2018 yılları arası kuraklık kategorilerine göre her iki istasyondan farklı yöntemler için bulunan kuraklık dönemi yüzdeleri, birbirine yakın iken, yöntemlerden bulunan kuraklık dönem yüzdeleri ise farklılaşmaktadır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan aylık kuraklık dönemine ait durum yüzdesi en fazla PNI yöntemi ile en az ise MCZI yöntemi ile bulunmuştur. Meteorolojik tabanlı kuraklık belirleme için literatürde en çok kullanılan SPI yönteminde, 1970-2018 yılları arasında hesaplanan kuraklık indekslerinin Beyşehir istasyonu için %16.16'sı, Seydişehir istasyonu için %14.12'si kuraklık dönemi içerisinde yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, belirtilen yıllar arasında Beyşehir ve çevresinin, Seydişehir ve çevresine göre biraz daha kurak geçtiği belirlenmiştir.

4.4.1.2 Mevsimsel kuraklık analiz sonuçları

Bu bölümde kullanılan 7 farklı kuraklık analiz yönteminden yağışa dayalı SPI, PN, DI kuraklık izleme yöntemleri seçilerek meteorolojik mevsimsel kuraklık analizleri gerçekleştirilmiştir. KKH'nda yer alan Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarından elde edilen 1970-2018 yıllarına ait aylardan hesaplanan mevsimsel yağış verileri ile kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için toplamda 49 (1970 ile 2018 yılları arası) yıl için kuraklık indeksleri hesaplanmıştır. Her iki istasyona yöne göre bu üç yöntem için hesaplanan kuraklık indekslerinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir (Çizelge 4.33 ve 4.34).

Çizelge 4.33 Beyşehir İstasyonuna ait 3 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına mevsimlik kuraklık indeksleri tanımlayıcı istatistiksel değerleri (K: Kış, İ:İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar)

17242-Beyşehir istasyonuna ait veriler												
İstatistiksel Değerler	DI				PNI				SPI			
	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S
Veri sayısı	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Min.	1.0	1.0	1.0	1.0	36.60	31.5	8.3	28.90	-1.7	-2.1	-2.8	-2.7
Maks.	10.0	10.0	10.0	10.0	181.1	187.5	277.5	188.7	2.3	2.3	2.0	2.2
Aralık	9.0	9.0	9.0	9.0	144.5	156.0	269.2	159.8	4.1	4.4	4.8	4.8
Ortalama	5.4	5.4	5.4	5.4	100.0	100.0	100.0	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Medyan	5.0	5.0	5.0	5.0	99.8	99.1	78.8	102.5	-0.1	0.0	0.1	-0.1
İlk çeyrek	3.0	3.0	3.0	3.0	70.9	77.3	55.8	67.2	-0.8	-0.5	-0.6	-0.7
Üçüncü çeyrek	8.0	8.0	8.0	8.0	122.1	115.7	122.1	129.0	0.7	0.6	0.6	0.8
Standart hata	0.4	0.4	0.4	0.4	5.2	4.81	9.4	5.7	0.1	0.1	0.1	0.1
Ortalama sapma	2.5	2.5	2.5	2.5	28.2	25.6	49.6	33.4	0.8	0.8	0.8	0.8
Standart sapma	2.9	2.9	2.9	2.9	36.3	33.6	65.8	40.2	1.0	1.0	1.0	1.0

K: Kış, İ:İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar

Çizelge 4.34 Seydişehir İstasyonuna ait 3 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına mevsimlik kuraklık indeksleri tanımlayıcı istatistiksel değerleri

17898-Seydişehir istasyonuna ait veriler												
İstatistiksel Değerler	DI				PNI				SPI			
	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S
Veri sayısı	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Minimum	1.0	1.0	1.0	1.0	37.8	42.2	1.0	34.0	-2.4	-2.2	-1.8	-1.6
Maksimum	10.0	10.	10.0	10.0	204.1	183.4	376.2	229.2	2.0	2.1	2.1	2.9
Aralık	9.0	9.0	9.0	9.0	166.3	141.2	375.2	195.2	4.4	4.3	3.9	4.5
Ortalama	5.5	5.5	5.5	5.5	100.0	100.0	100.0	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Medyan	5.0	5.0	5.0	5.0	96.7	101.1	84.6	101.8	-0.0	0.0	0.1	-0.0
İlk çeyrek	3.0	3.0	3.0	3.0	66.8	70.8	51.9	69.7	-0.7	-0.5	-0.7	-0.8
Üçüncü çeyrek	8.0	8.0	8.0	8.0	121.1	119.7	132.0	129.0	0.6	0.6	0.7	0.5
Standart hata	0.4	0.4	0.4	0.4	5.5	4.7	10.4	5.6	0.1	0.1	0.1	0.1
Ortalama sapma	2.5	2.6	2.5	2.5	30.2	26.1	54.4	31.1	0.8	0.8	0.8	0.8
Standart sapma	2.9	3.0	2.9	2.9	38.4	33.5	72.9	39.1	1.0	1.0	1.0	1.0

K: Kış, İ:İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar

Bu 7 farklı yöntemden her biri için hesaplanan mevsimsel indeks değerleri, yukarıda açıklanan her yöntem için belirtilen kuraklık kategorilerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için 7 farklı kuraklık analiz yöntemi kullanılarak 1970-2018 yılları arasında toplam 49 yıla ait dört mevsim için hesaplanan kuraklık indeksleri ile gerçekleştirilmiştir. Her bir yöntem için mevsimsel kuraklık durum sayıları Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için aşağıdaki çizelgelere verilmiştir (Çizelge 4.35 ve 4.36).

Çizelge 4.35 Beyşehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen mevsimsel kuraklık durum sayıları

Beyşehir mevsimsel kuraklık durum sayıları (1970-2018)														
SPI					PNI					DI				
Kuraklık Durum	K	İ	Y	S	Kuraklık Durum	K	İ	Y	S	Kuraklık Durum	K	İ	Y	S
Aşırı kurak		1	2	1	Aşırı kurak	1	2	8	3	Aşırı kurak	5	5	5	5
Şiddetli kurak	4	3	2	1	Şiddetli kurak	3	3	4	3	Şiddetli kurak	5	5	5	5
Orta kurak	5	5	2	6	Orta kurak	8	1	5	7	Orta kurak	5	5	5	5
Normale yakın	3	3	3	3	Kuru Devre Baş.					Kuru Devre Baş.				
	1	3	3	2	Baş.	2	7	8	4	Baş.	5	5	5	5
Orta nemli	6	4	7	5	Normal	1	1			Kuraklık yok	2	2	2	2
Çok nemli	1	2	2	2		1	2	5	7		9	9	9	9
Aşırı nemli	2	1	1	2	Nemli	2	2	1	2					
	4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4
Toplam	9	9	9	9		9	9	9	9		9	9	9	9

Çizelge 4.36 Seydişehir İstasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen mevsimsel kuraklık durum sayıları

Seydişehir mevsimsel kuraklık durum sayıları (1970-2018)														
SPI					PNI					DI				
Kuraklık Durum	K	İ	Y	S	Kuraklık Durum	K	İ	Y	S	Kuraklık Durum	K	İ	Y	S
Aşırı kurak	0	1	2	0	Aşırı kurak	2	0	0	2	Aşırı kurak	5	6	5	5
Şiddetli kurak	1	2	3	4	Şiddetli kurak	1	2	4	5	Şiddetli kurak	5	4	5	5
Orta kurak	7	7	3	6	Orta kurak	1				Orta kurak	5	5	5	5
Normale yakın	3	3	3	3	Kuru Devre Baş.	0	9	5	6	Kuru Devre Baş.				
	3	1	2	0	Baş.	4	3	3	3	Baş.	5	5	5	5
Orta nemli	4	4	6	5	Normal	1				Kuraklık yok	2	2	2	2
Çok nemli	2	3	2	3		0	8	6	7		9	9	9	9
Aşırı nemli	2	1	1	1	Nemli	2	2	2	2					
	4	4	4	4		2	7	1	6					
Toplam	9	9	9	9		4	4	4	4		4	4	4	4

Yukarıda verilen Çizelge 4.35 ve 4.36'ya göre Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için farklı yöntemlere göre hesaplanan kuraklık indekslerine göre sınıflandırılan mevsimsel kuraklık durum yüzdeleri aşağıdaki Çizelge 4.37'de verilmiştir. Bu çizelgede her bir farklı yönteme göre kuraklık dönemi; aşırı, şiddetli ve orta kuraklık durum sayılarının toplamının toplam verideki yüzdelik oranlarını, Normal + nemli dönem ise diğer kuraklık kategorilerin kuraklık durum sayılarının toplamının toplam verideki yüzdelik karşılıklarını göstermektedir.

Çizelge 4.37 1970-2018 Yılları Arası Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan mevsimsel kuraklık durum yüzdeleri (%)

Beyşehir mevsimsel kuraklık yüzde karşılaştırmaları (1970-2018)												
Kategoriler	SPI				PNI				DI			
	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S
Kuraklık dönemi	18.4	18.4	12.2	16.3	24.5	12.2	34.7	26.5	30.6	30.6	30.6	30.6
Normal + Nemli dönem	81.6	81.6	87.8	83.7	75.5	87.8	65.3	73.5	69.4	69.4	69.4	69.4
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Seydişehir mevsimsel kuraklık yüzde karşılaştırmaları (1970-2018)												
Kategoriler	SPI				PNI				DI			
	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S
Kuraklık dönemi	16.3	20.4	16.3	20.4	26.5	22.4	38.8	26.5	30.6	30.6	30.6	30.6
Normal + Nemli dönem	83.7	79.6	83.7	79.6	73.5	77.6	61.2	73.5	69.4	69.4	69.4	69.4
Toplam	100.0	100.0	100.0	100	100	100	100	10	100	100	100	100

1970-2018 yılları arası kuraklık kategorilerine göre her iki istasyondan farklı yöntemler kullanılarak bulunan kuraklık dönemi yüzdeleri, birbirine yakın iken, yöntemlerden bulunan kuraklık dönem yüzdeleri ise farklılaşmaktadır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan mevsimsel kuraklık dönemine ait durum yüzdesi en fazla DI yöntemi ile en az ise SPI yöntemi ile bulunmuştur. Meteorolojik tabanlı kuraklık belirlemede literatürde en çok kullanılan SPI yöntemi sonuçları incelendiğinde, Beyşehir istasyonu için kış ve ilkbahar mevsimlerinde %18.4 oranında kuraklık yaşanırken yaz mevsimi için %12.2 ve sonbahar mevsimi için ise %16.3'lük kurak dönem yaşandığı tespit edilmiştir. Seydişehir istasyonu için ise kış ve yaz mevsimi %16.3, ilkbahar ve sonbahar mevsimi %20.4'lük kurak dönem yaşandığı tespit edilmiştir.

Ayrıca, Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarına ait 1970-2018 yılları arasındaki ortalama mevsimsel yağış verilerinden farklı kuraklık analiz yöntemleri kullanılarak meteorolojik kuraklıklar için değerlendirmeler yapılmıştır. Farklı kuraklık belirleme yöntemlerine bağlı olarak her iki istasyon için zamana bağlı mevsimsel kuraklık periyotları Çizelge 4.38:4.41'de verilmiştir. 1970 ile 2018 yıllarını kapsayan toplam 49 yılın hangi mevsiminde kuraklık yaşandığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.38 Farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası kış mevsimi kuraklık periyotları

Kış Mevsimi							
Yıl	Beyşehir			Yıl	Seydişehir		
	DI	PNI	SPI		DI	PNI	SPI
1971	Şiddetli	Orta	Şiddetli	1971	Aşırı	Orta	-
1972	Orta	Orta	Orta	1972	Şiddetli	Orta	Şiddetli
1973	Şiddetli	Orta	Orta	1973	-	-	Orta
1974	Aşırı	Şiddetli	-	1974	Aşırı	Orta	-
1982	Orta	-	Orta	1977	Orta	Orta	Orta
1989	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	1982	Şiddetli	Orta	-
1990	Orta	Orta	-	1984	-	-	Orta
1991	Şiddetli	Orta	-	1986	Orta	-	-
1992	Şiddetli	Orta	Şiddetli	1989	Aşırı	Şiddetli	Orta
1993	Şiddetli	Orta	Şiddetli	1990	Şiddetli	Orta	-
1995	-	-	Orta	1991	Orta	Orta	-
1997	Aşırı	Aşırı	-	1992	Şiddetli	Orta	Orta
2001	Aşırı	Orta	-	1995	-	-	Orta
2002	Orta	-	-	1997	Aşırı	Aşırı	-
2005	Orta	-	-	1998	Orta	-	-
2006	-	-	Orta	2001	Aşırı	Aşırı	-
2008	Aşırı	Şiddetli	-	2008	Şiddetli	Orta	Orta
				2018	Orta	Orta	-

Çizelge 4.39 Farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası ilkbahar mevsimi kuraklık periyotları

İlkbahar Mevsimi							
DI	Beyşehir		DI	Seydişehir		DI	PNI
	PNI	PNI		PNI	PNI		
1972	-	-	Orta	1970	Şiddetli	Orta	-
1974	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	1972	-	-	Orta
1976	Orta	-	-	1973	Orta	Orta	-
1978	Şiddetli	Orta	-	1974	Aşırı	Şiddetli	Orta
1981	Şiddetli	-	Aşırı	1978	Aşırı	Orta	-
1984	Orta	-	-	1981	-	-	Orta
1985	Orta	-	-	1983	Aşırı	Orta	Orta
1986	Şiddetli	-	Şiddetli	1984	Şiddetli	Orta	-
1989	Aşırı	Şiddetli	Orta	1985	Şiddetli	Orta	Şiddetli
1991	Orta	-	Orta	1986	Orta	-	Şiddetli
1994	Aşırı	Şiddetli	-	1989	Orta	-	Orta
1999	Orta	-	Orta	1999	Aşırı	Orta	Aşırı
2006	Şiddetli	-	-	2006	Şiddetli	Orta	-
2007	Aşırı	Aşırı	Şiddetli	2007	Aşırı	Şiddetli	Orta
2008	Aşırı	Aşırı	Orta	2008	Aşırı	Orta	-
2013	Şiddetli	-	-	2010	-	-	Orta
				2012	Orta	-	-
				2015	Orta	-	-

Çizelge 4.40 Farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası yaz mevsimi kuraklık periyotları

Yaz Mevsimi							
DI	Beyşehir		DI	Seydişehir		DI	PNI
	PNI	PNI		PNI	PNI		
1975	Şiddetli	Aşırı	-	1971	Şiddetli	Aşırı	-

1976	Şiddetli	Aşırı	-	1973	-	Orta	-
1980	Şiddetli	Aşırı	Aşırı	1979	Orta	Orta	-
1981	Aşırı	Aşırı	-	1980	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1982	Şiddetli	Şiddetli	-	1981	Orta	Şiddetli	-
1984	Aşırı	Aşırı	Şiddetli	1984	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1985	Aşırı	Aşırı	Şiddetli	1985	Aşırı	Aşırı	Orta
1986	Orta	Şiddetli	-	1986	Şiddetli	Aşırı	-
1989	-	Orta	Aşırı	1987	-	Orta	-
1990	-	-	Orta	1989	Orta	Şiddetli	-
1992	-	Orta	-	1993	Aşırı	Aşırı	-
1993	Aşırı	Aşırı	-	1994	Şiddetli	Aşırı	Orta
2001	Orta	Orta	-	1995	-	Orta	-
2010	Orta	Şiddetli	-	1998	Orta	Şiddetli	-
2011	Aşırı	Aşırı	Orta	2001	Orta	Şiddetli	Orta
2012	Orta	Orta	-	2008	-	-	Şiddetli
2013	Orta	Orta	-	2011	Aşırı	Aşırı	-
2018	Şiddetli	Şiddetli	-	2012	Aşırı	Aşırı	Şiddetli
				2013	Aşırı	Aşırı	Şiddetli

Çizelge 4.41 Farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası sonbahar mevsimi kuraklık periyotları

Sonbahar Mevsimi							
Beyşehir				Seydişehir			
DI	PNI	DI	PNI	DI	PNI	DI	PNI
1971	Şiddetli	Orta	-	1972	Aşırı	Şiddetli	-
1972	Aşırı	Şiddetli	-	1973	Şiddetli	Şiddetli	Şiddetli
1973	Şiddetli	Orta	Orta	1974	-	-	Orta
1974	Orta	Orta	-	1977	Aşırı	Şiddetli	Orta
1975	Orta	-	-	1982	Şiddetli	Orta	Şiddetli
1977	Aşırı	Şiddetli	-	1984	Şiddetli	Şiddetli	Orta
1981	-	-	Orta	1986	Orta	-	Şiddetli
1982	Aşırı	Aşırı	Aşırı	1992	Orta	-	-
1984	Şiddetli	Orta	Orta	1993	Orta	Orta	Orta
1986	-	-	Orta	1999	Aşırı	Aşırı	Şiddetli
1993	Şiddetli	Şiddetli	Orta	2000	Şiddetli	Orta	-
1996	Orta	-	-	2004	Aşırı	Şiddetli	-
1999	Aşırı	Aşırı	Şiddetli	2008	Orta	Orta	-
2002	Orta	Orta	-	2012	-	-	Orta
2004	Şiddetli	Orta	-	2013	Şiddetli	Orta	-
2013	Orta	Orta	-	2015	Aşırı	Aşırı	-
2015	Aşırı	Aşırı	-	2016	Orta	Orta	Orta
2016	-	-	Orta				

4.4.1.3 Yıllık kuraklık analiz sonuçları

Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarına ait 1970-2018 yılları arasında toplam 49 yıl için her yıla ait aylardaki yağış verilerin ortalamasından hesaplanan ortalama yıllık yağış verisi kullanılarak 7 farklı kuraklık izleme yöntemi için kuraklık indeksleri hesaplanmıştır. Her iki istasyona göre farklı yöntemler için hesaplanan kuraklık indekslerinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 4.42 ve 4.43).

Çizelge 4.42 Beyşehir istasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına ait yıllık kuraklık indeksleri tanımlayıcı özellikleri

17242-Beyşehir istasyonuna ait veriler							
İstatistiksel Değerler	SPI	PNI	DI	CZI	MCZI	RAI	ZSI
Veri sayısı	49	49	49	49	49	49	49
Minimum	-2.14	64.70	1.00	-1.85	-1.85	-3.92	-1.99
Maksimum	1.81	135.90	10.00	2.27	2.41	4.75	2.02
Ortalama	0.00	100.00	5.49	0.00	-0.09	0.16	0.00
Medyan	0.14	101.50	5.00	0.03	-0.10	0.20	0.09
Aralık	3.95	71.20	9.00	4.12	4.26	8.67	4.01
İlk çeyrek	-0.57	88.73	3.00	-0.67	-0.77	-1.25	-0.63
Üçüncü çeyrek	0.69	112.03	8.00	0.65	0.53	1.59	0.68
Standart hata	0.14	2.56	0.42	0.14	0.14	0.31	0.14
Ortalama sapma	0.82	14.63	2.54	0.82	0.81	1.77	0.82
Standart sapma	1.01	17.94	2.93	1.00	1.00	2.16	1.01

Çizelge 4.43 Beyşehir İstasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen 1970-2018 yıllarına ait yıllık kuraklık indeksleri tanımlayıcı özellikleri

17898-Seydişehir istasyonuna ait veriler							
İstatistiksel Değerler	SPI	PNI	DI	CZI	MCZI	RAI	ZSI
Veri sayısı	49	49	49	49	49	49	49
Minimum	-2.05	63.00	1.00	-2.05	-2.00	-4.01	-1.82
Maksimum	2.56	159.50	10.00	2.54	2.62	6.43	2.93
Ortalama	0.00	100.00	5.47	0.00	-0.06	0.00	0.00
Medyan	0.13	101.20	5.00	0.13	0.04	0.13	0.06
Aralık	4.61	96.50	9.00	4.59	4.62	10.44	4.75
İlk çeyrek	-0.65	86.33	3.00	-0.64	-0.72	-1.48	-0.67
Üçüncü çeyrek	0.68	112.85	8.00	0.68	0.60	1.39	0.63
Standart hata	0.14	2.93	0.42	0.14	0.14	0.32	0.14
Ortalama sapma	0.81	16.16	2.52	0.80	0.80	1.75	0.80
Standart sapma	1.01	20.53	2.92	1.01	1.01	2.22	1.01

Bu yöntemden her biri için hesaplanan yıllık kuraklık indeks değerleri, metod bölümünde açıklanan her yöntemde belirtilen kuraklık kategorilerine sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için 7 farklı kuraklık analiz yöntemi ile 1970-2018 yılları arasında toplam 49 yıl için gerçekleştirilmiştir. Her bir yöntem için yıllık kuraklık durum sayıları Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için aşağıdaki çizelgelere verilmiştir (Çizelge 4.44 ve 4.45).

Çizelge 4.44 Beyşehir İstasyonuna ait 7 farklı yöntem için elde edilen yıllık kuraklık durum sayıları

Beyşehir Yıllık Kuraklık Durum Sayıları (1970-2018)												
	SPI			PNI			DI		RAI		ZSI	
Aşırı kurak	3	0	0	Aşırı kurak	0	Aşırı kurak	5	Aşırı kurak	6	Aşırı kurak	6	
Şiddetli kurak	3	5	6	Şiddetli kurak	0	Şiddetli kurak	5	Şiddetli kurak	2	Şiddetli kurak	5	
Orta kurak	3	4	5	Orta kurak	5	Orta kurak	5	Orta kurak	4	Orta kurak	3	

Kuraklık kategorilerine göre her iki istasyondan her bir farklı yöntem için bulunan yıllık kuraklık dönemi yüzdeleri SPI, CZI ve MCZI için aynı çıkarken, diğer yöntemlerden bulunan yıllık kuraklık dönem yüzdeleri ise birbirinden farklılaşmaktadır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan yıllık kuraklık dönemine ait durum yüzdesi, Beyşehir için en fazla DI yöntemi ile Seydişehir için en fazla RAI yöntemi ile tespit edilmiştir. Her iki istasyon için yıllık kuraklık durum yüzdeleri en az olarak SPI ve CZI yöntemi ile bulunmuştur. Meteorolojik tabanlı kuraklık belirleme için literatürde en çok kullanılan SPI yönteminde, 1970-2018 yılları arasında hesaplanan kuraklık indekslerinin Beyşehir istasyonu ve Seydişehir istasyonu için %18,37'si kuraklık dönemi içerisinde yer almaktadır. Geri kalan % 81.63'ü ise normal ve nemli dönemi kapsayan yılları kapsamaktadır. 1970-2018 yılları arasında elde edilen kuraklık indeks sonuçlarına göre; Beyşehir ve Seydişehir çevresinin benzer veya birbirine yakın sayıda (kullanılan yönteme göre) değişkenlik gösteren yıllık kuraklık dönemleri yaşadığı belirlenmiştir.

Ayrıca, Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarına ait 1970-2018 yılları arasındaki ortalama yıllık yağış verilerinden farklı kuraklık analiz yöntemleri kullanılarak meteorolojik kuraklıklar için değerlendirmeler yapılmıştır. Farklı kuraklık belirleme yöntemlerine bağlı olarak her iki istasyon için zamana bağlı kuraklık periyotları Çizelge 4.47 ve 4.48'de verilmiştir. 1970 ile 2018 yıllarını kapsayan toplam 49 yılın hangisinde kuraklık yaşandığı tespit edilmiştir. Aşağıdaki Çizelge 4.47 ve 4.18'de verilen yıllar kısmında belirtilen tarihler her iki çizelgede aynı verilmiştir. Bunun sebebi, farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası yıllık kuraklık periyotlarını Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için karşılaştırmaktır.

Çizelge 4.47 Beyşehir istasyonu için farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası yıllık kuraklık periyotları

Yıllar	BEYŞEHİR						
	SPI	PNI	DI	CZI	MCZI	RAI	ZSI
1971	Aşırı	Orta	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1972	-	-	Şiddetli	-	Orta	Orta	Şiddetli
1973	Şiddetli	Orta	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1974	Aşırı	Orta	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1977	-	-	Orta	-	-	-	Orta
1982	Aşırı	Orta	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1984	Şiddetli	-	Şiddetli	Orta	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1986	Orta	-	Şiddetli	Orta	Orta	Şiddetli	Şiddetli
1989	Orta	-	Şiddetli	Orta	Orta	Orta	Şiddetli
1990	-	-	Orta	-	-	-	Orta
1992	-	-	Orta	-	Orta	Orta	Şiddetli

1993	Şiddetli	Orta	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
2000	-	-	Orta	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-
2008	Orta	-	Şiddetli	Orta	Orta	Şiddetli	Şiddetli
2013	-	-	Orta	-	-	Orta	Orta
2015	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.48 Seydişehir istasyonu için farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası yıllık kuraklık periyotları

SEYDİŞEHİR							
Yıllar	SPI	PNI	DI	CZI	MCZI	RAI	ZSI
1971	Orta	-	Şiddetli	Orta	Orta	Şiddetli	Şiddetli
1972	Şiddetli	Orta	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1973	Şiddetli	Orta	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1974	Şiddetli	-	Aşırı	Orta	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
1977	-	-	Şiddetli	-	Orta	Orta	Şiddetli
1982	Orta	Orta	Şiddetli	Orta	Orta	Şiddetli	Aşırı
1984	Aşırı	-	Aşırı	Aşırı	Aşırı	Aşırı	Aşırı
1986	Orta	-	Şiddetli	Orta	Orta	Şiddetli	Aşırı
1989	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	Orta	-	-	Orta	Orta
1992	Orta	-	Şiddetli	Orta	Orta	Şiddetli	Şiddetli
1993	-	-	Orta	-	-	Orta	Orta
2000	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	Orta	-	-	Orta	Orta
2005	-	-	Orta	-	-	Orta	Orta
2008	Şiddetli	Orta	Aşırı	Şiddetli	Şiddetli	Aşırı	Aşırı
2013	-	-	Orta	-	Orta	Orta	Şiddetli
2015	-	-	-	-	-	Orta	Orta

Yukarıdaki çizelge 4.47 ve çizelge 4.48'deki Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için farklı yöntemlerden elde edilen 1970-2018 yılları arası yıllık kuraklık periyotları incelendiğinde 1971-1974 yılları arası ve 1982, 1984, 1986 ve 2008 yıllarında her iki istasyonda kuraklığın fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca 2000-2005 yılları arası ve 2015-2018 yılları arası genel olarak farklı yöntemlerden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında her iki istasyon için bu periyotlarda kuraklığın yaşanmadığı sonucuna varılmıştır. 1989 yılı için Beyşehir istasyonunda kuraklık durumu varken Seydişehir istasyonu için kuraklık durumu tespit edilememiştir. Bunlardan başka, Beyşehir istasyonunda 1989 ve 1993 yılları kuraklık dönemi olarak tespit edilirken Seydişehir istasyonunda ise 1992 yılı en kurak dönem olarak tespit edilmiştir.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen yıllık toplam yağış verilerinden farklı kuraklık analiz yöntemlerince elde edilen kuraklık indeksleri arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünü belirlemek için Spearman's Rho korelasyon

analizi uygulanmıştır. Farklı yöntemlerce elde edilen kuraklık indeksleri arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünü gösteren sonuçlar Çizelge 4.49’da verilmiştir.

Çizelge 4.49 Spearman’s Rho korelasyon analizi sonuçları

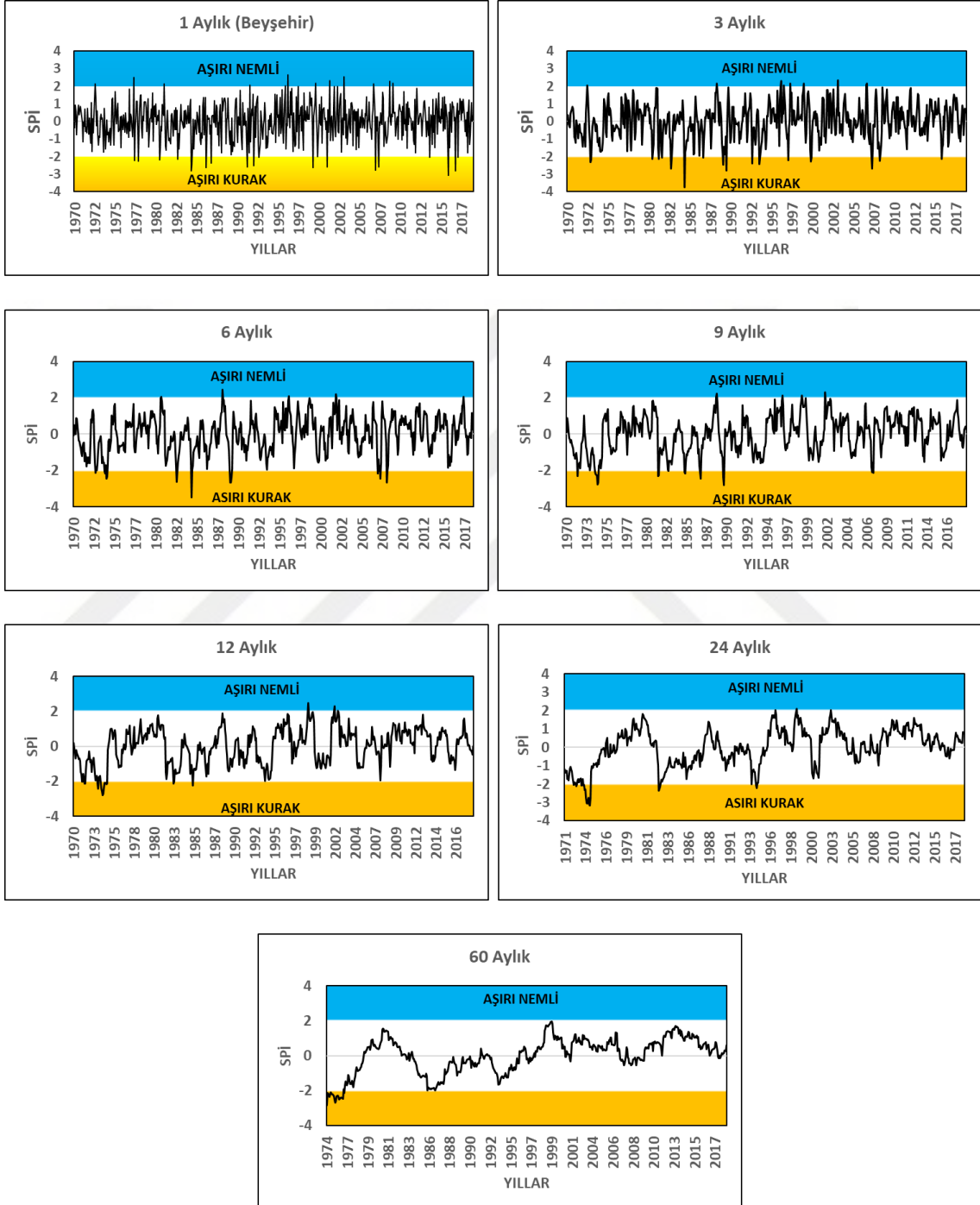
SPEARMAN RHO Korelasyon Katsayıları (BEYŞEHİR)							
YÖNTEM	CZI	DI	MCZI	PNI	RAI	SPI	ZSI
CZI	1.000	0.985	0.982	0.979	0.991	0.992	0.994
DI	0.985	1.000	0.973	0.972	0.986	0.990	0.987
MCZI	0.982	0.973	1.000	0.946	0.966	0.977	0.978
PNI	0.979	0.972	0.946	1.000	0.991	0.984	0.983
RAI	0.991	0.986	0.966	0.991	1.000	0.995	0.997
SPI	0.992	0.990	0.977	0.984	0.995	1.000	0.996
ZSI	0.994	0.987	0.978	0.983	0.997	0.996	1.000
SPEARMAN RHO Korelasyon Katsayıları (SEYDİŞEHİR)							
YÖNTEM	CZI	DI	MCZI	PNI	RAI	SPI	ZSI
CZI	1.000	0.841	0.812	0.839	0.845	0.848	0.840
DI	0.841	1.000	0.952	0.962	0.980	0.985	0.983
MCZI	0.812	0.952	1.000	0.908	0.928	0.948	0.951
PNI	0.839	0.962	0.908	1.000	0.990	0.979	0.976
RAI	0.845	0.980	0.928	0.990	1.000	0.993	0.993
SPI	0.848	0.985	0.948	0.979	0.993	1.000	0.995
ZSI	0.840	0.983	0.951	0.976	0.993	0.995	1.000

Çizelge 4.49 incelendiğinde farklı kuraklık analiz yöntemlerince Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için elde edilen kuraklık indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğu görülmektedir. Korelasyon katsayıları, kuraklık indeksleri arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve miktarını ölçen +1’e yakın değerlerden oluşmaktadır. Genel olarak 1970-2018 yılları arasında farklı yöntemlere göre bulunan kuraklık indekslerinden biri artarken diğerleride artmakta, biri azalırken diğerleride azalmaktadır.

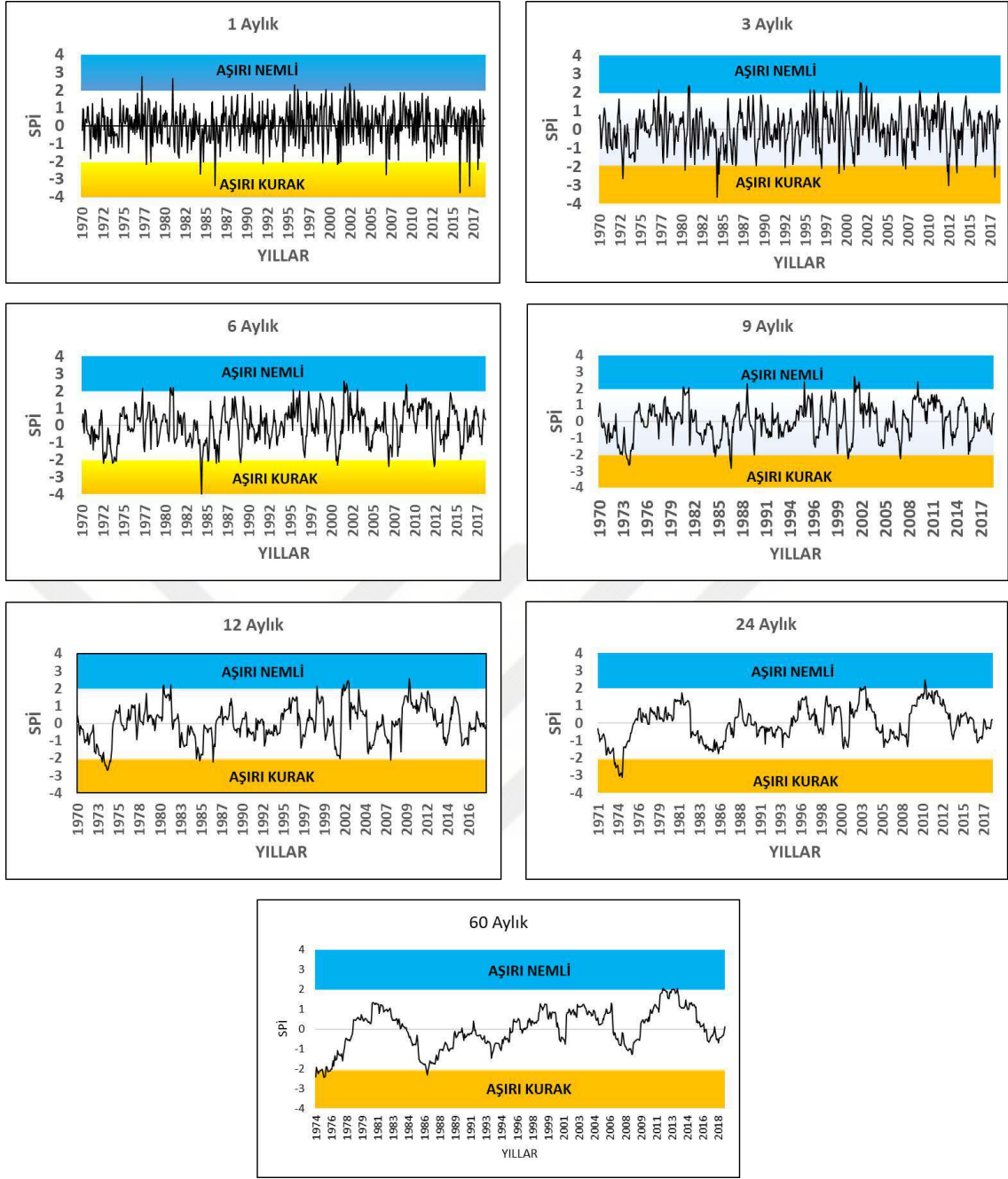
4.4.1.4 Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) analizi sonuçları

Günümüzde farklı dönemler için SPI hesaplamaları yapılarak kısa ve ya uzun vadede meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar için değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu kapsamda, Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarına ait 1970-2018 yıllarını kapsayan toplam yağış verileri kullanılarak, 1,3, 6, 9, 12, 24 ve 60 aylık SPI değerleri hesaplanmıştır. Uygulanan SPI hesaplamalarından daha uzun periyotları içeren tarımsal ve hidrolojik kuraklıkların tespiti için hesaplanan 9 aylık SPI, orta ölçekli bir süre boyunca mevsim içi yağış modellerinin bir göstergesidir. Uzun vadeli yağış şekillerinin belirlenmesi, akarsu, rezervuar seviyeleri ve yeraltı suyu seviyelerinde gözlenen hidrolojik kurak dönemlerin belirlenmesi için hesaplanan 12 ve

Ayrıca Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarına ait farklı zaman ölçeklerindeki SPI grafikleri hazırlanmıştır. İlgili grafikler şekil 4.56 ve 4.57’de sunulmuştur. Her iki istasyona ait SPI kuraklık kategorileri durum sayıları (Çizelge 4.52 ve 4.53) ve SPI kuraklık kategorileri durum yüzdeleri (Çizelge 4.54 ve 4.55) aşağıda listelenmiştir.



Şekil 4.56 Beyşehir istasyonuna ait farklı zaman ölçeklerindeki SPI grafikleri



Şekil 4.57 Seydişehir istasyonuna ait farklı zaman ölçeklerindeki SPI grafikleri

Çizelge 4.52 Beyşehir SPI kuraklık kategorileri durum sayıları (1970-2018)

Beyşehir	1 Aylık	3 Aylık	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	60 Aylık
Aşırı kurak	20	20	16	17	19	21	24
Şiddetli kurak	25	23	32	25	25	27	31
Orta kurak	50	51	56	71	64	48	35
Normale yakın	401	396	381	374	369	378	356
Orta nemli	59	54	65	58	72	65	63
Çok nemli	20	33	28	30	25	23	20
Aşırı nemli	13	9	5	5	3	3	0
Toplam	588	586	583	580	577	565	529

Çizelge 4.53 Seyşehir SPI kuraklık kategorileri durum sayıları (1970-2018)

Seydişehir	1 Aylık	3 Aylık	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	60 Aylık
Aşırı kurak	16	15	17	15	18	13	21
Şiddetli kurak	26	27	26	28	25	21	31
Orta kurak	41	59	52	53	49	56	30
Normale yakın	414	400	393	385	389	372	353
Orta nemli	62	48	59	63	54	64	69
Çok nemli	21	22	23	23	29	33	20
Aşırı nemli	8	15	13	13	13	6	5
Toplam	588	586	583	580	577	565	529

Çizelge 4.54 Beyşehir SPI kuraklık kategorileri durum yüzdeleri (%)

Kategoriler (Beyşehir)	1 Aylık	3 Aylık	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	60 Aylık
Kuraklık dönemi	16.16	16.04	17.84	19.48	18.72	16.99	17.01
Normal + Nemli dönem	83.84	83.96	82.16	80.52	81.28	83.01	82.99
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Çizelge 4.55 Seydişehir SPI kuraklık kategorileri durum yüzdeleri (%)

Kategoriler (Seydişehir)	1 Aylık	3 Aylık	6 Aylık	9 Aylık	12 Aylık	24 Aylık	60 Aylık
Kuraklık dönemi	14.12	17.24	16.30	16.55	15.94	15.93	15.50
Normal + Nemli dönem	85.88	82.76	83.70	83.45	84.06	84.07	84.50
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Yukarıda verilen sonuçlara göre kısa ve ya uzun vadede meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar için değerlendirmeler yapılmıştır. Bu kapsamda, Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarına ait 1970-2018 yıllarını kapsayan toplam yağış verileri kullanılarak hesaplanan SPI değerlerine göre kuraklıklar tespit edilmeye çalışılmıştır. Kısa vadeli koşulların yansıtılması ve meteorolojik kuraklık tespiti için hesaplanan 1 aylık SPI değerlerine göre kuraklık kategorileri durum yüzdelerinin Beyşehir için % 16.16'sının, Seydişehir için ise % 14.12'sinin kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir. Kısa ve orta vadeli koşulların yansıtılması ve mevsimsel olarak yağış tahminini için hesaplanan 3 aylık SPI değerlerine göre Beyşehir için % 16.04'ünün kuraklık dönemine ve Seydişehir için ise % 17.24'ünün kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir. Tarımsal kuraklık tespiti için hesaplanan 6 aylık SPI değerlerine göre ise yüzdelerin Beyşehir için % 17.84'ünün kuraklık dönemini, Seydişehir için ise % 16.30'nun kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir. Daha uzun periyotları içeren tarımsal ve hidrolojik kuraklıkların tespiti için hesaplanan 9 aylık SPI değerlerinin kuraklık kategorileri durum yüzdelerine göre Beyşehir için % 19.48'inin

kuraklık dönemini, Seydişehir için ise % 16.55'nin kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir. Uzun vadeli hidrolojik kurak dönemlerin belirlenmesi için hesaplanan 12 ve 24 aylık SPI değerlerinin kuraklık kategorileri durum yüzdelerinin ortalamaları alınarak bulunan yüzdelerin Beyşehir için % 17.855'nin kuraklık dönemini, Seydişehir için ise % 15.93'ünün kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir. Ayrıca kıyı değişimleri belirlemek, uydu görüntüleri ile paralelliği yakalamak ve kuraklık dönemlerini belirlemek için hesaplan 60 aylık (5 yıl) SPI değerlerine göre hesaplanan yüzdelerin Beyşehir için % 17.01'i kuraklık dönemini ve Seydişehir için ise % 15.50'si kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir.

Genel olarak kısa ve uzun vadede meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar için bulunan sonuçlar değerlendirildiğinde; Beyşehir ve çevresinin, Seydişehir ve çevresine göre daha kurak dönemler geçirdiği görülmektedir. Kısa vadeli koşulların yansıtılması ve meteorolojik kuraklık tespiti için hesaplanan 1 aylık SPI değerlerine göre hesaplanan kuraklık periyotları aşağıdaki Çizelge 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.56 1 Aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları

Zaman ölçeği 1 aylık kuraklık periyotları							
Seydişehir				Beyşehir			
Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama	Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama
1.11.1977	1.01.1978	2	-1,22	5.01.1977	7.01.1977	2	-1.31
1.05.1978	1.06.1978	1	-2,02	11.01.1977	1.01.1978	2	-1.33
1.05.1984	1.11.1984	6	-1,3	6.01.1980	10.01.1980	4	-1.14
1.03.1986	1.05.1986	2	-2,25	9.01.1982	1.01.1983	4	-1.27
1.01.1992	1.03.1992	2	-1,21	5.01.1984	8.01.1984	3	-2.23
1.06.1994	1.07.1994	1	-2,05	3.01.1986	5.01.1986	2	-1.97
1.04.1999	1.06.1999	2	-1,73	10.01.1986	11.01.1986	1	-2.36
1.01.2001	1.02.2001	1	-2,19	3.01.1991	4.01.1991	1	-2.58
1.03.2001	1.04.2001	1	-2,12	1.01.1992	3.01.1992	2	-1.65
1.06.2001	1.07.2001	1	-2,04	9.01.1992	11.01.1992	2	-1.67
1.12.2006	1.03.2007	3	-1,11	4.01.1999	5.01.1999	1	-2.63
1.10.2016	1.12.2016	2	-1,3	11.01.1999	2.01.2000	3	-1.08
1.02.2017	1.03.2017	1	-3,42	1.01.2001	2.01.2001	1	-2.61
1.02.2018	1.05.2018	3	-1,53	12.01.2006	1.01.2007	1	-2.78
				8.01.2013	10.01.2013	2	-1.27
				12.01.2015	1.01.2016	1	-3.06
				10.01.2016	11.01.2016	1	-2.8
				2.01.2017	3.01.2017	1	-2.05

Kısa ve orta vadeli koşulların yansıtılması ve mevsimsel olarak yağış tahminini için hesaplanan 3 aylık SPI değerlerine göre hesaplanan kuraklık periyotları aşağıdaki Çizelge 4.57’de verilmiştir

Çizelge 4.57 3 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları

Zaman ölçeği 3 aylık kuraklık periyotları							
Seydişehir				Beysşehir			
Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama	Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama
1.01.1973	1.04.1973	3	-1,58	1.01.1973	5.01.1973	4	-1.5
1.08.1980	1.12.1980	4	-0,98	8.01.1980	10.01.1980	2	-1.72
1.07.1984	1.10.1985	15	-1,34	5.01.1981	7.01.1981	2	-1.45
1.03.1997	1.05.1997	2	-1,11	10.01.1981	1.01.1982	3	-1.09
1.05.1999	1.07.1999	2	-1,88	11.01.1982	3.01.1983	4	-1.62
1.12.1999	1.02.2000	2	-1,68	7.01.1984	3.01.1985	8	-1.36
1.07.2012	1.12.2012	5	-2	10.01.1986	1.01.1987	3	-1.2
1.09.2012	1.12.2012	3	-1,94	4.01.1989	10.01.1989	6	-1.62
1.09.2013	1.03.2014	6	-0,7	10.01.1992	5.01.1993	7	-1
1.12.2015	1.03.2016	3	-1,61	9.01.1993	3.01.1994	6	-1.32
1.04.2018	1.06.2018	2	-1,34	12.01.1999	3.01.2000	3	-1.66
				6.01.2008	9.01.2008	3	-1.41

Tarımsal kuraklık tespiti için hesaplanan 6 aylık SPI değerlerine göre hesaplanan kuraklık periyotları aşağıdaki Çizelge 4.58’de verilmiştir.

Çizelge 4.58 6 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları

Zaman ölçeği 6 aylık kuraklık periyotları							
Seydişehir				Beysşehir			
Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama	Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama
1.01.1973	1.01.1975	24	-1,4	2.01.1973	1.01.1975	23	-1.31
1.10.1984	1.10.1985	12	-1,59	12.01.1982	6.01.1983	6	-1.48
1.08.1986	1.03.1987	7	-1,18	10.01.1984	11.01.1985	13	-1.06
1.07.1989	1.10.1989	3	-1,58	6.01.1989	10.01.1989	4	-2.4
1.01.2001	1.09.2001	8	-1,44	5.01.2007	11.01.2007	6	-1.9
1.05.2007	1.11.2007	6	-1,49	6.01.2008	10.01.2008	4	-1.59
1.10.2012	1.01.2013	3	-1,56				

Daha uzun periyotları içeren tarımsal ve hidrolojik kuraklıkların tespiti için hesaplanan 9 aylık SPI değerlerine göre hesaplanan kuraklık periyotları aşağıdaki Çizelge 4.59’da verilmiştir.

Çizelge 4.59 9 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları

Zaman ölçeği 9 aylık kuraklık periyotları							
Seydişehir				Beysşehir			
Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama	Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama
1.07.1973	1.01.1975	18	-1.77	1.01.1972	1.09.1972	8	-1.41
1.05.1974	1.01.1975	8	-1.88	1.02.1974	1.01.1975	11	-2.01
1.12.1984	1.11.1985	11	-1.42	1.10.1981	1.09.1983	23	-1.19
1.10.1986	1.03.1987	5	-1.42	1.12.1984	1.11.1985	11	-1.15
1.11.1986	1.03.1987	4	-1.23	1.11.1986	1.06.1987	7	-0.83
1.09.1989	1.11.1989	2	-1.61	1.08.1989	1.11.1989	3	-2.14
1.03.2001	1.12.2001	9	-1.5	1.08.2007	1.12.2007	4	-1.48

Uzun vadeli yağış şekillerinin belirlenmesi, akarsu, rezervuar seviyeleri ve yeraltı suyu seviyelerinde gözlenen hidrolojik kurak dönemlerin belirlenmesi için hesaplanan 12 ve 24 Aylık SPI değerlerine göre hesaplanan kuraklık periyotları aşağıdaki Çizelge 4.60'da verilmiştir.

Çizelge 4.60 12 ve 24 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları

Zaman ölçeği 12 aylık kuraklık periyotları							
Seydişehir				Beysşehir			
Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama	Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama
1.10.1973	1.03.1975	17	-1.99	1.12.1971	1.02.1975	38	-1.62
1.05.1974	1.03.1975	10	-1.91	1.12.1982	1.12.1983	12	-1.45
1.12.1984	1.04.1987	28	-1.06	1.04.1985	1.11.1985	7	-1.37
1.10.2001	1.12.2001	2	-1.56				
1.10.2007	1.12.2007	2	-1.72				

Zaman ölçeği 24 aylık kuraklık periyotları							
1.12.1973	1.04.1976	28	-1.71	1.12.1972	1.10.1976	46	-1.52
1.02.1974	1.04.1976	26	-1.67	1.06.1974	1.10.1976	28	-1.24
1.07.1974	1.04.1976	21	-1.44	1.01.1983	1.04.1988	63	-0.99
				1.12.1993	1.10.1995	22	-1.05

Ayrıca Beysşehir gölündeki kıyı değişimleri belirlemek için kullanılan 5 yıl ara ile değerlendirilen uydu görüntüleri ile paralelliği yakalamak ve kuraklık dönemlerini belirlemek için 60 aylık (5 yıl) SPI değerlerine göre hesaplanan kuraklık periyotları aşağıdaki Çizelge 4.61'de verilmiştir.

Çizelge 4.61 60 aylık SPI değerlerinden hesaplanan kuraklık periyotları

Zaman ölçeği 60 aylık kuraklık periyotları							
Seydişehir				Beysşehir			
Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama	Başlangıç	Bitiş	Süre	Ortalama
1.12.1974	1.12.1978	48	-1.53	1.12.1974	1.01.1979	49	-1.73
1.11.1986	1.09.1990	46	-1.07	1.11.1986	1.12.1991	61	-0.74

4.4.2 Uydu tabanlı kuraklık analiz sonuçları

Uydu tabanlı kuraklık analizinde, NDVI, LST, VCI, TCI ve VHI indeksleri kullanılmıştır. Uydu tabanlı kuraklık analizlerini gerçekleştirmek için 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait Landsat (TM/ETM/OLI/TIRS) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Tüm analizler “ENVI 5.3.” ve “ArcGIS 10.5” yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4.4.2.1 Arazi çalışması

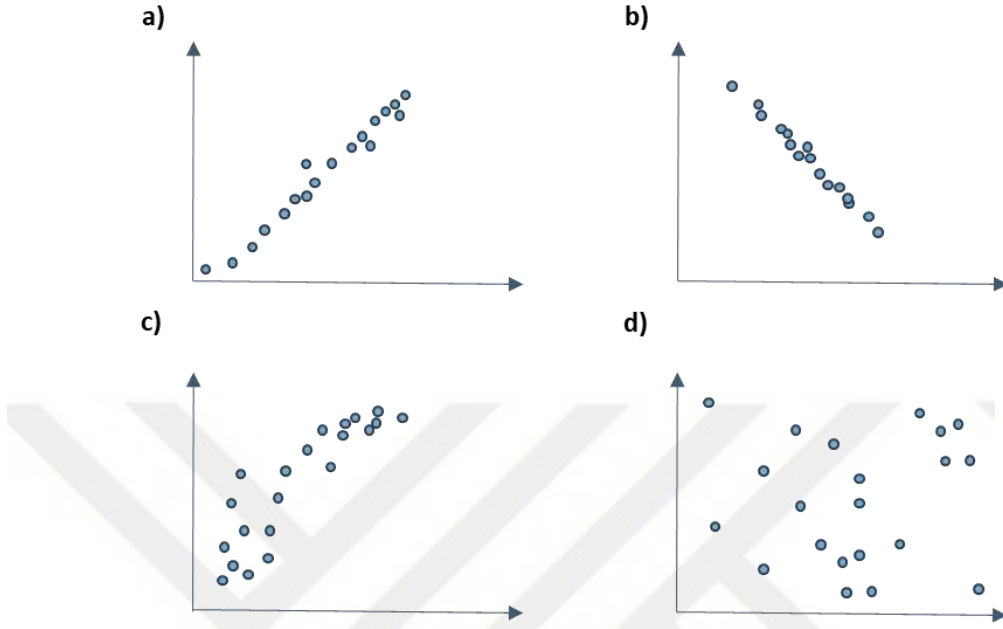
LST analizleri yapılmadan önce çalışmada eş-zamanlı yersel ölçmeler yapılarak uydu verileri ile arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek amacıyla regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi, aralarında neden-sonuç ilişkisi bulunan iki ve ya daha fazla değişken (nicel) arasındaki kolerasyonun belirlenmesinde ilgili kestirimler (prediction) ve tahminler (estimation) yaparak kullanılan bir analiz yöntemidir (Tuna,2009). Bu yöntem, bir bağımlı ve diğer bağımsız değişken yada değişkenler arasındaki ilişki belirlenirken matemetiksel bir eşitlik kullanarak ölçülmektedir. Bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkinin hesaplanmasında kullanılan tek değişkenli regresyon modeli eşitlik 4.1’deki gibidir.

$$Y = a + bX \quad (4.1)$$

Bu eşitlikte bağımlı varsayılan değişken Y ile ifade edilir. Bağımsız değişkenler ise X ile gösterilmektedir. Burada Y açıklanan değişken X ise açıklayıcı değişken yada değişkenler olarak isimlendirilmektedir. Eşitlik 4.1’deki a, regresyon sabiti (regresyon doğrusunun kesişim değeri) ve b ise regresyon doğrusunun eğimidir.

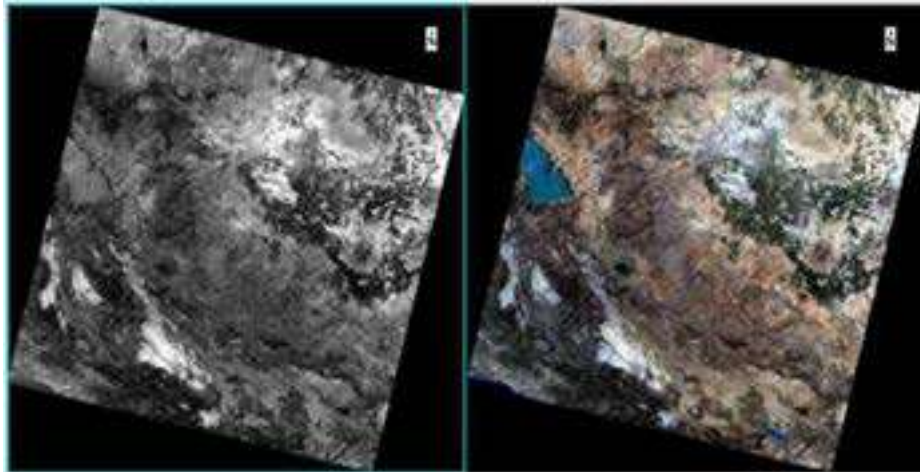
Bu eşitlikte değişkenler arasında doğrusal bir ilişki mümkün olabileceği gibi doğrusal olmayan bir ilişkinin olduğu sonucuna da varılması mümkündür. Bu sebeple

regresyon analiz sonuçları değerlendirilirken ilgili saçılım grafiği oluşturularak sonuçların değerlendirilmesi daha doğru sonuçlar verir. Olası regresyon saçılım grafikleri Şekil 4.58'deki gibidir.



Şekil 4.58 Regresyon saçılım grafiği a) (+) yönlü doğrusal regresyon b) (-) yönlü doğrusal regresyon c) Doğrusal olmayan regresyon d) İlişki yok

İlk olarak 11 Ağustos 2019 tarihi başlangıç saati: 08:27:54 ve bitiş saati: 08:28:25'nde elde edilen Landsat 8 uydu görüntüsünün (path/row: 177/034) Beyşehir havzası üzerinden geçişi ile eş-zamanlı olarak saat:07:00-09:30 arasında yersel ölçümler gerçekleştirilmiştir. 11.08.2019 tarihli RGB uydu görüntüsü ve termal görüntüsü şeklindeki gibidir (Şekil 4.59).



Şekil 4.59 11.08.2019 tarihli Landsat 8 TIRS (a) ve OLI (b) uydu görüntüleri

Belirlenen zaman aralığında farklı arazi tiplerini içeren toplam 36 noktadan (Ormanlık alan, otsu bitkiler, tarla, nemli toprak, yanmış arazi, yollar vb.) infrared termometre kullanılarak yersel sıcaklık verileri elde edilmiştir. Örneklem alınan sıcaklık değerlerine ait nokta konum bilgisi CHCNAV İ-80 GNSS alıcısı kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 4.60).



Şekil 4.60 Farklı arazi tipleri için araziden toplanan sıcaklık ve konum verileri

Elde edilen tüm veriler ve öznitelik bilgileri ArcGIS ortamında görselleştirilmiştir (Şekil 4.61).



Şekil 4.61 farklı arazi tipleri için alınan ölçümlere ait konumsal gösterim

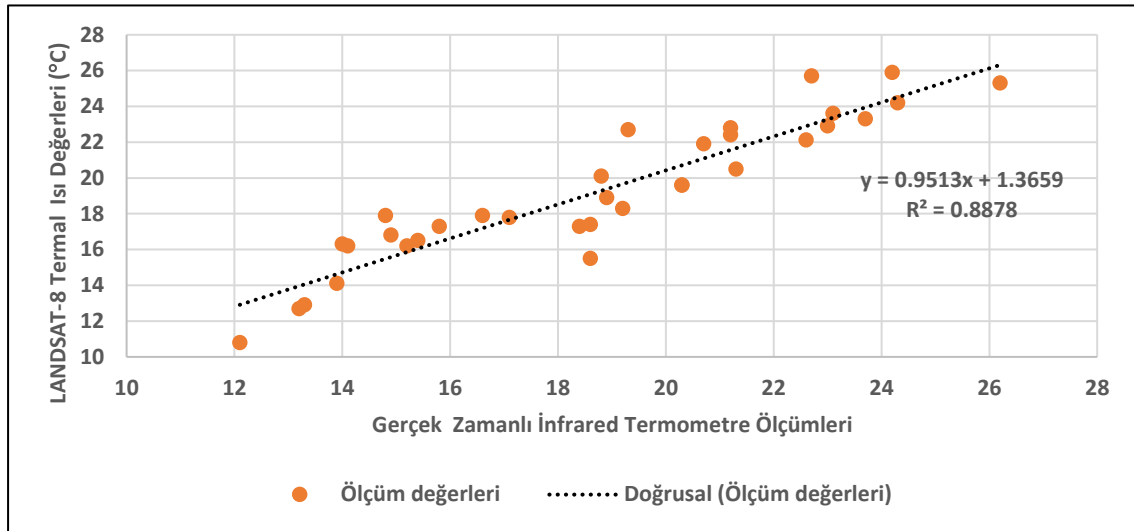
Yersel ölçümler yapılırken her bir noktadan 45 tekrarlı sıcaklık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerde bu noktalardan elde edilen ortalama değerler kullanılmıştır. Elde edilen sıcaklık ölçümlerine ait maksimum(max.), minimum (min.), ortalama değerler ve Landsat-8 uydu görüntüsüne ait hesaplanan LST değerleri Çizelge 4.62’de listelenmiştir.

Çizelge 4.62 Yersel ölçmeler ve uydu görüntüsüne ait sıcaklık verileri

No	ITRF 96_UTM_Zone_36N		Yersel sıcaklık ölçümleri			Landsat 8
	Y	X	min ('c)	max ('c)	ortalama ('c)	TIR verisi ('c)
0	385574.8097	4167947.994	19.7	22.5	20.8	22.7
1	385663.9198	4167184.399	18.4	21.1	20.1	22.1
2	385827.5831	4167518.428	20.1	24.7	22.6	22.12
3	385939.6462	4167753.213	18.6	21.0	19.3	22.7
4	386230.9842	4168144.177	19.5	22.3	20.3	19.6
5	386445.9706	4168415.689	19.4	24.7	23	22.9
6	386714.312	4168706.337	18.7	20.4	19.2	18.3
7	386651.6553	4168995.392	15.5	16.6	15.8	17.3
8	386913.0769	4168866.348	17.8	21.3	18.4	17.3
9	386891.3827	4168429.429	15.9	19.3	17.1	17.8
10	387081.4571	4168494.122	14.0	16.2	14.9	16.8
11	387160.7845	4167654.412	18.0	20.9	18.8	20.1
12	387082.0663	4167439.149	21.4	25.6	22.7	25.7
13	386651.2582	4167027.155	22.7	25.8	24.3	24.2
14	386521.3538	4166599.661	24.8	27.1	26.2	25.3
15	386097.0311	4165549.469	22	27.5	23.7	23.3
16	386412.4033	4165280.085	22.8	23.6	23.1	23.6
17	384588.8314	4168558.134	14.7	16.2	15.2	16.2
18	387012.0955	4170161.717	19.9	21.4	20.3	19.6
19	388263.0429	4170874.832	20.7	23	21.2	22.8
20	388220.2609	4171659.218	20.1	21.8	20.7	21.9
21	387062.6301	4171704.182	22.8	24.9	24.2	25.9
22	386619.9159	4172332.507	18.1	21.7	18.9	18.91
23	386485.9059	4172239.907	17.6	19.8	18.6	15.5
24	385846.6909	4168814.992	20.2	24.2	21.2	22.4
25	384388.4809	4168470.917	11.8	14.8	12.1	10.8
26	381237.3497	4168741.263	13.8	14.4	14	16.3
27	381237.3609	4168741.046	13.6	15.7	13.9	14.1
28	381262.5601	4168731.538	13.9	15.5	14.1	16.2
29	381250.3556	4168760.83	14.1	17.9	14.8	17.9
30	386991.5003	4170896.868	16.4	17.8	16.6	17.9
31	387032.4542	4171032.507	11.6	14.5	13.2	12.7
32	387127.9321	4170741.605	18.3	19.7	18.6	17.4
33	386694.1511	4172442.896	19	22.1	21.3	20.5
34	386109.9499	4172315.895	12.6	15.9	13.3	12.9
35	386478.2506	4171992.045	14.8	16.3	15.4	16.5

Yersel ölçmeler ile elde edilen sıcaklık verileri ile uydu verilerinden elde edilen sıcaklık verileri arasındaki ilişkinin ortaya konulması amacıyla sayısal ortama aktarılan değişkenler için regresyon analizi yapılmıştır. Bu amaçla yersel ölçümlerle elde edilen sıcaklık verilerinin uydu verileri ile karşılaştırılabilmesi amacıyla Landsat 8 TIRS

verisinde bulunan parlaklık değerleri radyans değerlerine çevrilmiştir. Radyans değerlerinden daha sonra matematiksel formüller yardımıyla LST değerleri elde edilmiştir. Landsat 8 TIRS verisinden dönüşüm yapılarak elde edilen LST değerleri ve infrared termometre kullanılarak araziden eş-zamanlı yersel ölçmeler sonucu elde edilen ortalama sıcaklık değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde pozitif yönde yüksek doğrusal regresyona sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.62).

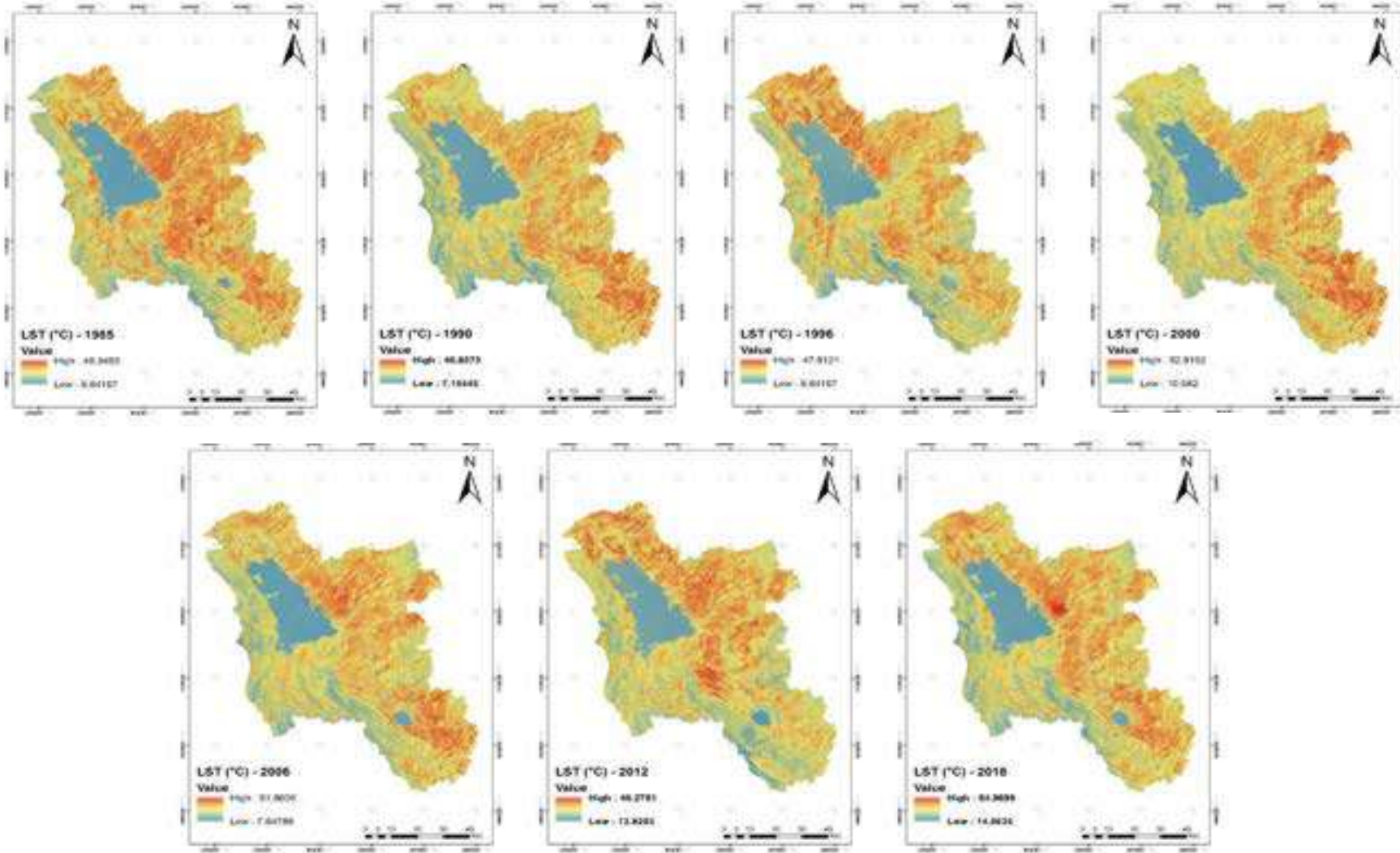


Şekil 4.62 Eş zamanlı yer ve uydu verilerine ait regresyon analizi

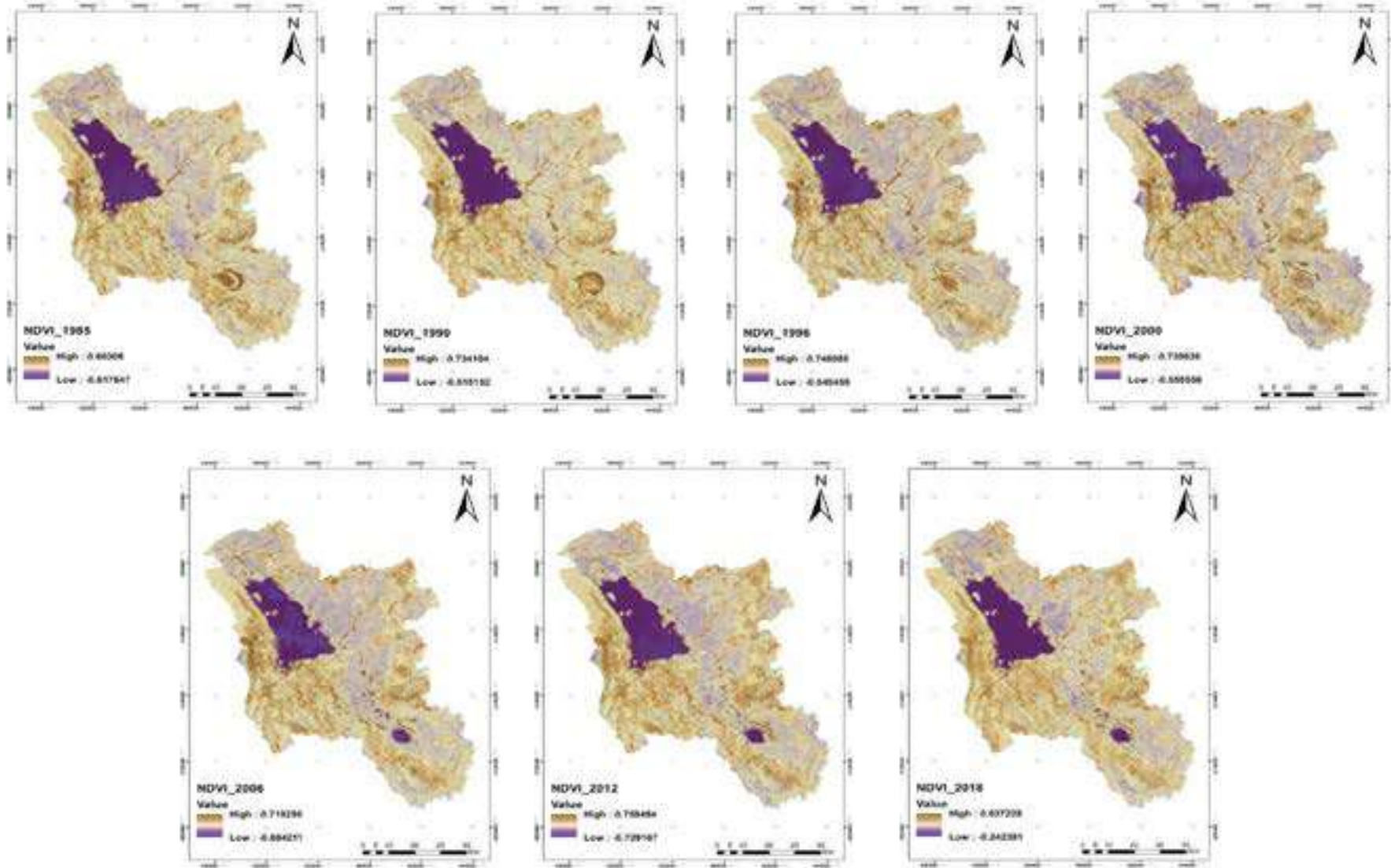
2019 Ağustos ayında kullanılan Landsat 8 TIRS termal uydu verisinden elde edilen veriler ile eş zamanlı gerçekleştirilen yersel ölçümlerle elde edilen veriler arasında yüksek korelasyon (R^2 : 0.8879) olduğu tespit edilmiştir. Bu işlem ile LST verilerinden yapılan analizlerin güvenilirliğini ortaya koymuştur.

4.4.2.2 Farklı yıllara ait NDVI, LST, VCI, TCI ve VHI analiz sonuçları

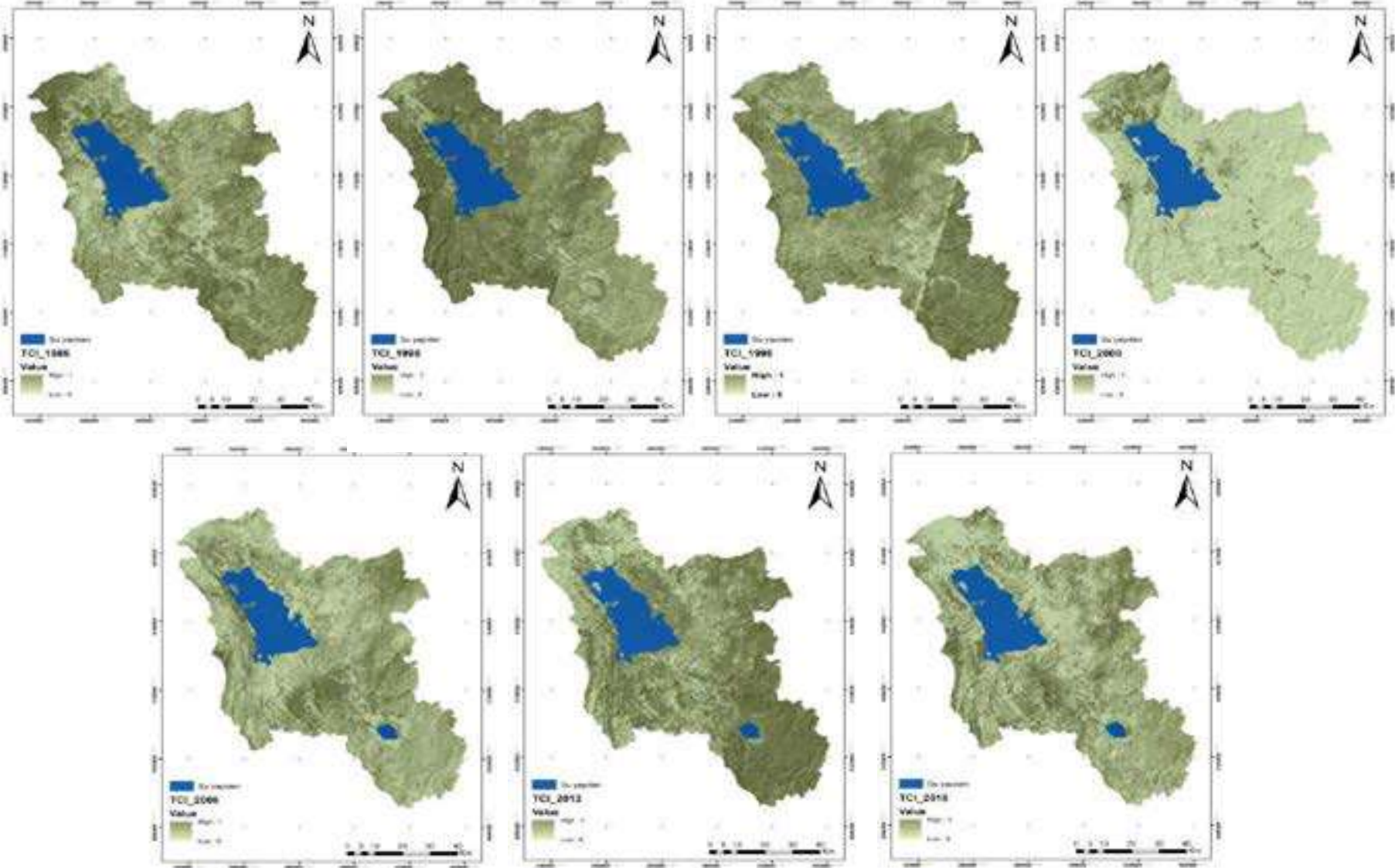
Uydu tabanlı kuraklık analizlerini gerçekleştirmek için 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 tarihlerindeki değişimlerin incelenmesinde Landsat 5 TM, 7 ETM, 8 TIRS uydu görüntülerinin termal bantları kullanılmıştır. Meteoroloji ve tarımsal kuraklık arasındaki ilişkiyi belirlemek için NDVI, LST, VCI, TCI ve VHI indeksleri yukarıdaki bölümlerde anlatıldığı gibi analiz edilmiştir. Analiz sonucunda farklı yıllara göre BKAH'nın arazi yüzey sıcaklığı ve farklı indekslere göre elde edilen sonuç haritaları aşağıdaki gibidir (Şekil 4.63:4.67).



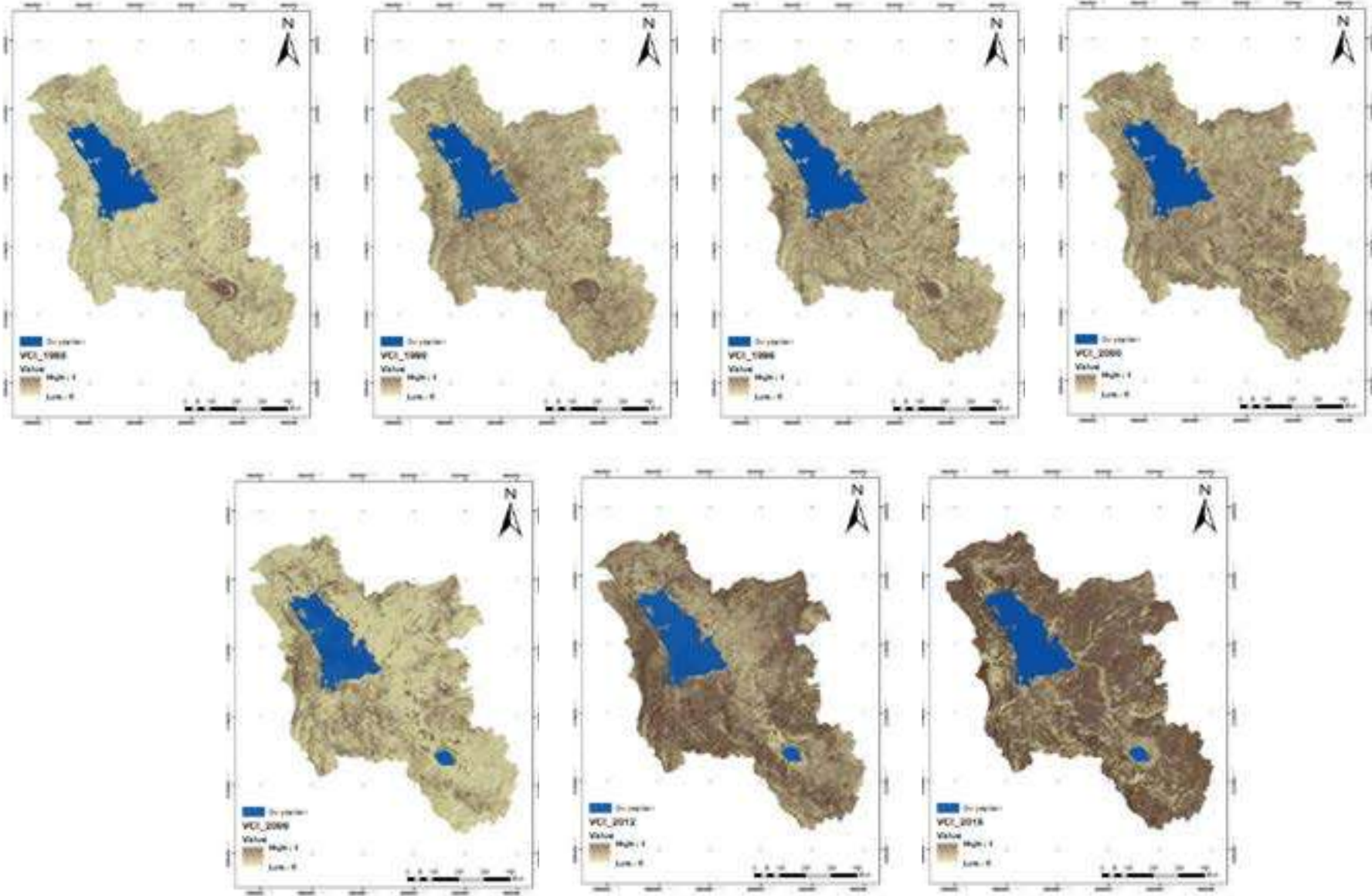
Şekil 4.63 LST analiz sonuçları (1985-2018)



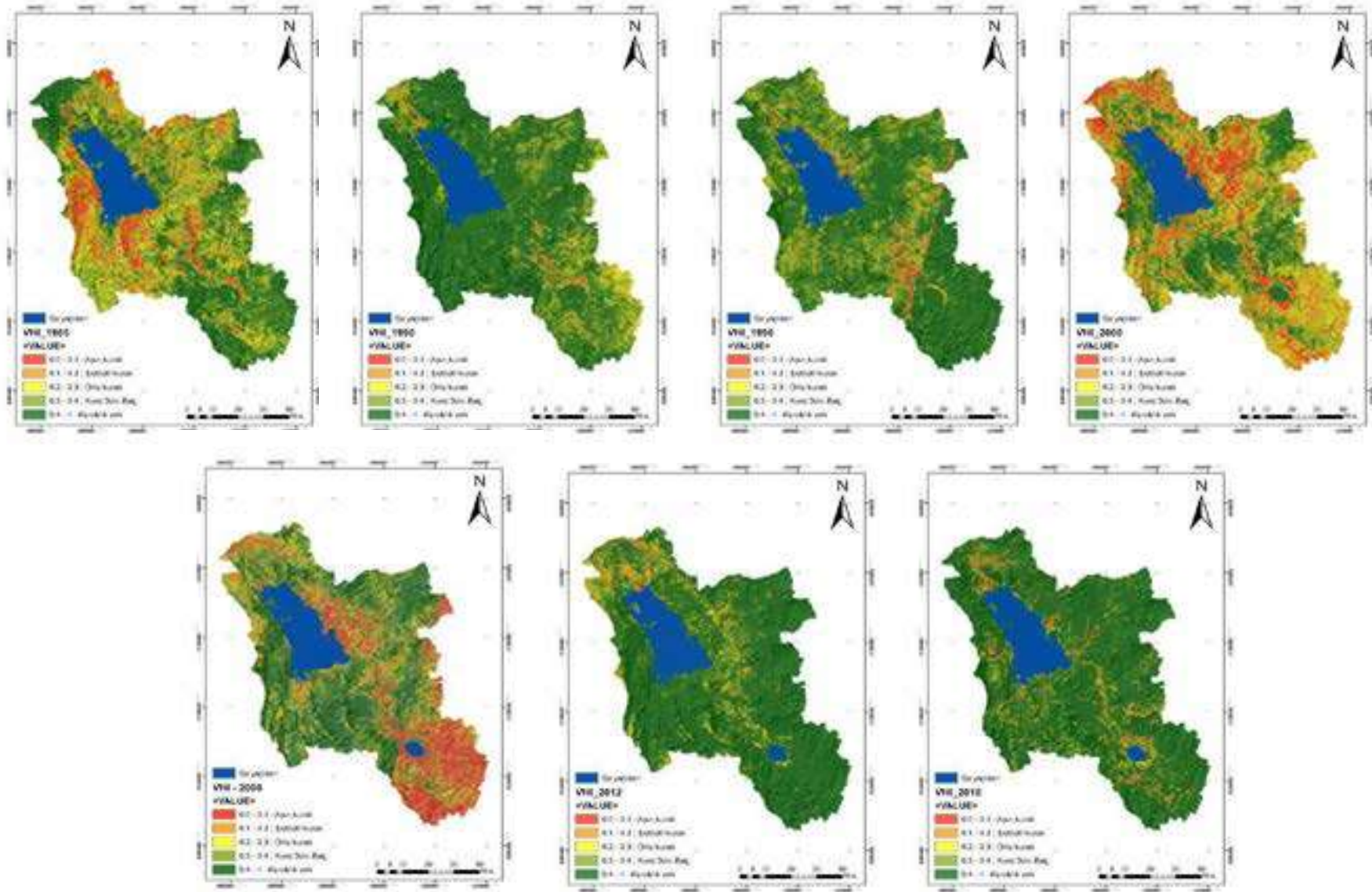
Şekil 4.64 NDVI analiz sonuçları (1985-2018)



Şekil 4.65 TCI analiz sonuçları (1985-2018)

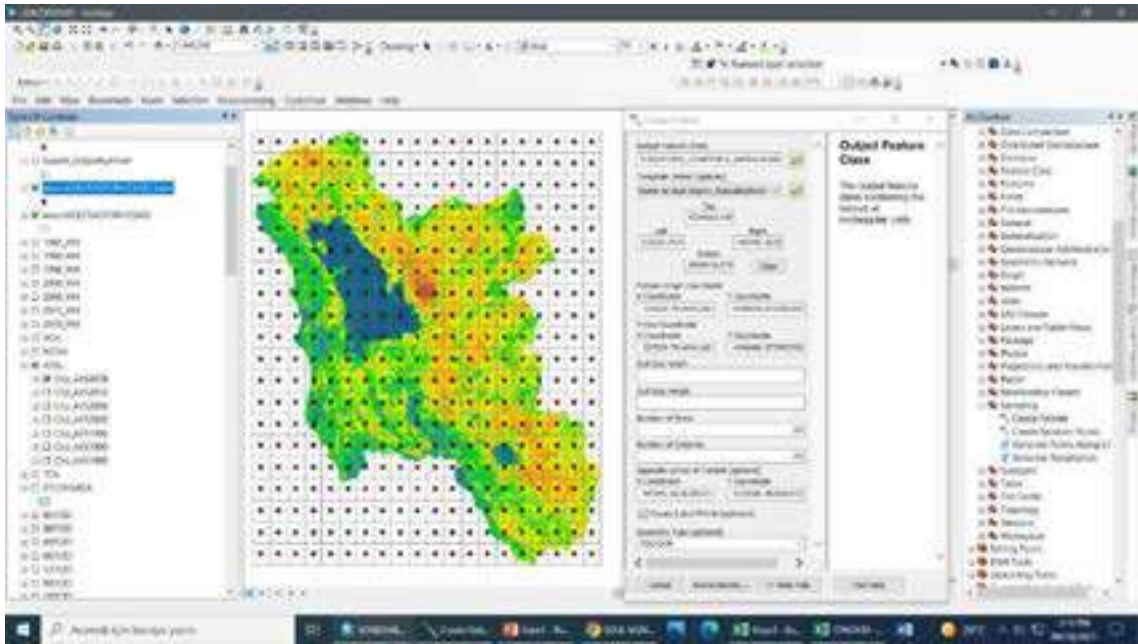


Şekil 4.66 VCI analiz sonuçları (1985-2018)



Şekil 4.67 VHI analiz sonuçları (1985-2018)

Bu tez çalışması kapsamında, uydu tabanlı kuraklık analizleri sonucu VCI, TCI, NDVI, LST ve VHI haritaları oluşturularak BKAH'nın kuraklık durumu ortaya konulmuştur. Oluşturulan haritaların yorumlanmasında kolerasyon analizi uygulanarak mevcut durum açıklanmaya çalışılmıştır. Aralarındaki kolerasyon durumunu ortaya koymak için öncelikle ArcGIS ortamında havza genelinde 20 m * 20 m olacak şekilde rastgele (random) noktalar tanımlanmıştır (Şekil 4.68). Bu işlem için arcgis toolbox içerisinde “data management > sampling” sekmesi açılarak create fishnet modülü kullanılmıştır.

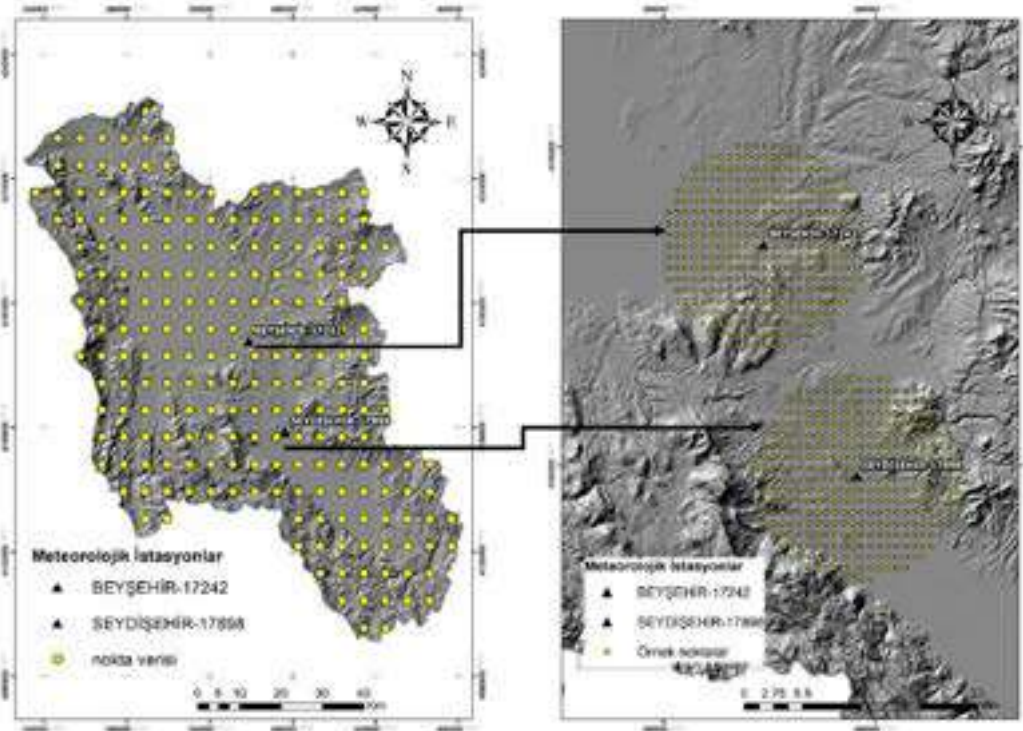


Şekil 4.68 Rastgele nokta (random point) atama işlemi

Oluşturulan noktalar için kuraklık indeks sonuçlarını içeren kuraklık değerleri tanımlanmıştır. Bu işlem için ArcGIS toolbox içerisinde “spatial analyst > extraction” sekmesi açılarak “extract multi values of point” modülü kullanılarak tüm kuraklık verileri her bir nokta için öznitelik tablosuna (attribute table) otomatik olarak aktarılmıştır (Şekil 4.69).

Bu işlem ile BKAH'nın tamamını kapsayacak şekilde rastgele noktalar oluşturulmasıyla her bir noktanın bulunduğu konumdaki VCI, TCI, NDVI, LST ve VHI değerlerinin yıllara göre değişimlerinin incelenebilmesi mümkün hale getirilmiştir. Oluşturulan bu noktalara karşılık gelen VCI, TCI, NDVI, LST ve VHI değerleri 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait haritalar üzerinden kestirilerek elde edilmiştir.

Ayrıca meteorolojik tabanlı farklı kuraklık indeksleri ile elde edilen sonuçlar ile uydu tabanlı sonuçları karşılaştırmak için Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarının bulunduğu konum çevresinde yukarıda anlatıldığı gibi yine rastgele noktalar tanımlanmıştır. Oluşturulan bu noktalara karşılık gelen VCI, TCI, NDVI, LST ve VHI değerleri 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait haritalar üzerinden hesaplanmıştır. Hem BKAH'sının tamamı için hem de Beyşehir ve Seydişehir'in çevresi için farklı yıl ve farklı yöntemle göre elde edilen değerler istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Çoklu nokta veri ataması işlemine ait oluşturulan rastgele noktaların BKAH'sının tamamı, Beyşehir ve Seydişehir'in yakın çevresi için sayısal arazi modeli üzerindeki gösterimi aşağıda şekilde gösterilmiştir (Şekil 4.71).



Şekil 4.71 Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyon çevrelerinde atılan rastgele noktalar

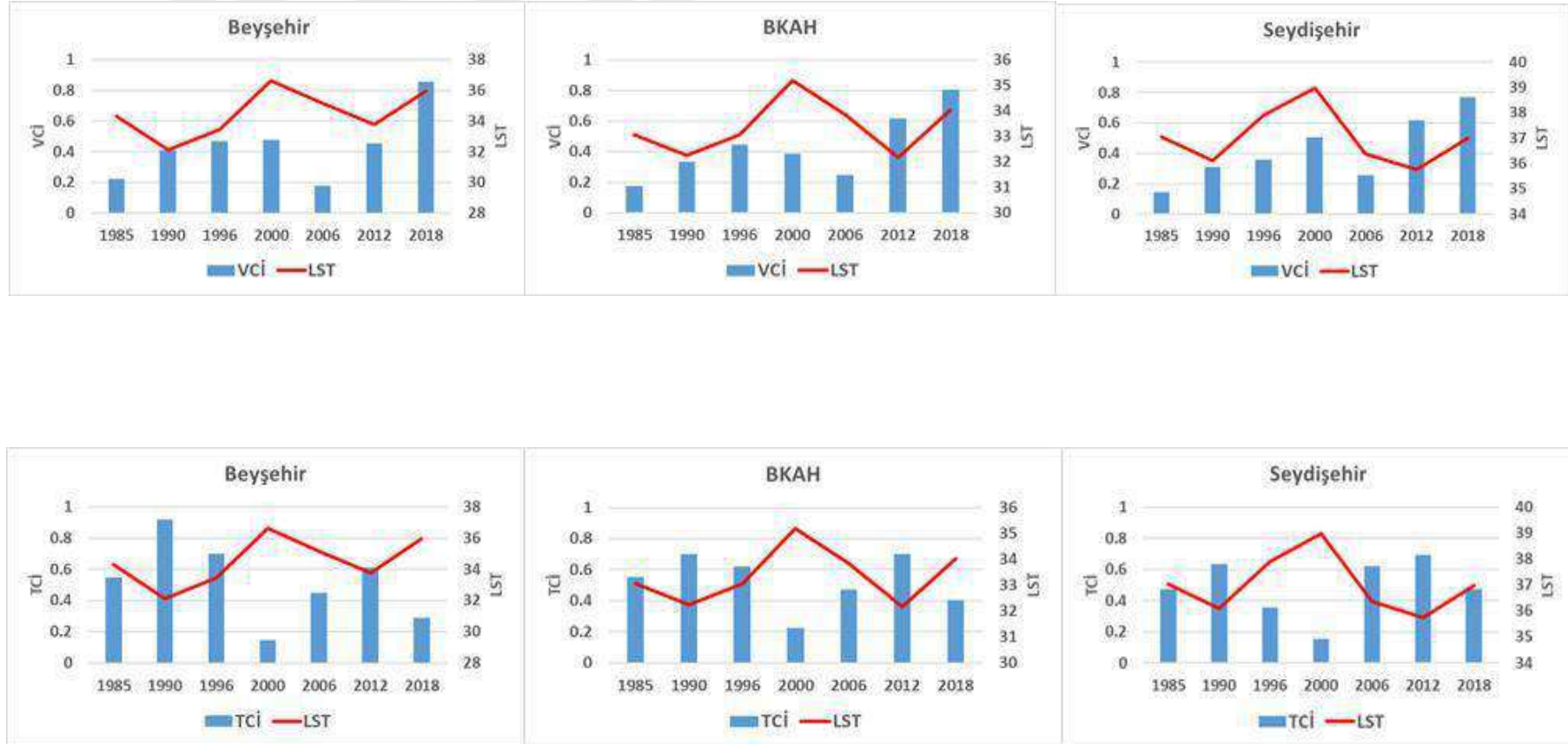
BKAH'sının tamamı, Beyşehir ve Seydişehir'in yakın çevresi için elde edilen 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait VCI, TCI, NDVI, LST ve VHI değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki Çizelge 4.63'de verilmiştir.

Çizelge 4.63 Farklı yıllara ait VCI, TCI, NDVI, LST ve VHI değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

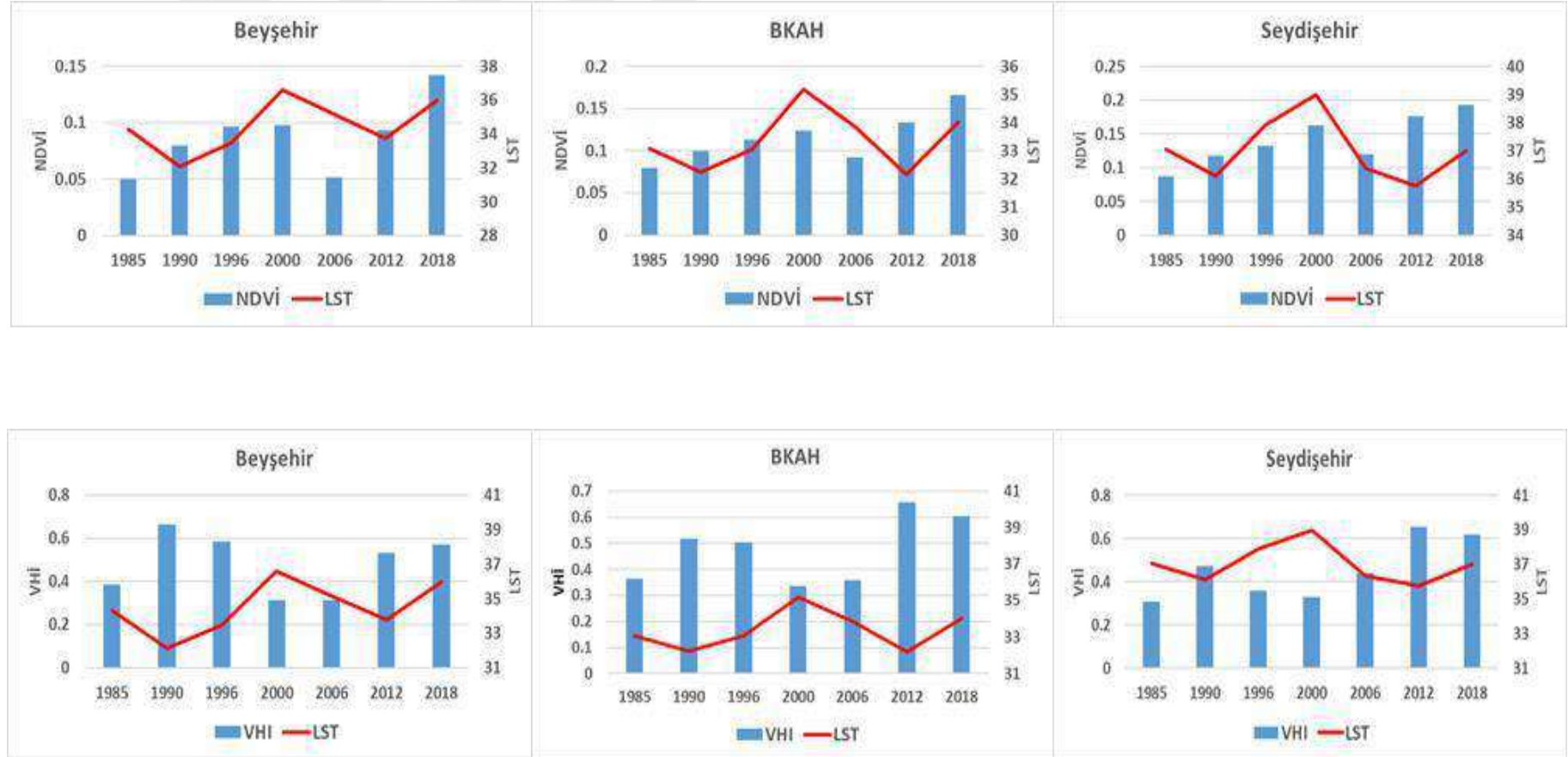
Yöntem	Yıl	Beyşehir			BKAH			Seydişehir		
		Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
LST	1985	20.77	41.60	34.30	20.77	43.49	33.07	22.53	41.98	37.05
	1990	19.43	41.60	32.11	19.43	44.23	32.25	22.09	42.36	36.11
	1996	20.77	43.11	33.45	21.21	43.11	33.07	22.97	46.08	37.91
	2000	22.53	47.55	36.61	22.53	46.08	35.19	25.98	47.55	38.98
	2006	21.65	48.64	35.17	21.65	46.08	33.85	22.97	45.35	36.37
	2012	22.09	42.74	33.76	21.21	44.23	32.18	24.26	44.98	35.75
	2018	21.90	50.00	35.95	22.38	47.81	34.03	24.71	46.62	37.00
NDVI	1985	-0.36	0.55	0.05	-0.38	0.45	0.08	-0.23	0.60	0.09
	1990	-0.37	0.67	0.08	-0.41	0.50	0.10	-0.29	0.63	0.12
	1996	-0.32	0.69	0.10	-0.44	0.67	0.11	-0.38	0.67	0.13
	2000	-0.40	0.70	0.10	-0.46	0.66	0.12	-0.35	0.66	0.16
	2006	-0.51	0.65	0.05	-0.53	0.64	0.09	-0.33	0.66	0.12
	2012	-0.31	0.67	0.09	-0.47	0.64	0.13	-0.14	0.69	0.18
	2018	-0.19	0.54	0.14	-0.20	0.46	0.17	-0.18	0.60	0.19
TCI	1985	0.00	1.00	0.55	0.00	1.00	0.55	0.00	1.00	0.47
	1990	0.22	1.00	0.92	0.00	1.00	0.70	0.00	1.00	0.63
	1996	0.00	1.00	0.70	0.00	1.00	0.62	0.00	1.00	0.36
	2000	0.00	0.88	0.15	0.00	1.00	0.23	0.00	1.00	0.15
	2006	0.00	1.00	0.45	0.00	1.00	0.47	0.00	1.00	0.62
	2012	0.00	1.00	0.61	0.00	1.00	0.70	0.00	1.00	0.69
	2018	0.00	1.00	0.29	0.00	1.00	0.40	0.00	1.00	0.47
VCI	1985	0.00	1.00	0.22	0.00	1.00	0.17	0.00	1.00	0.14
	1990	0.00	1.00	0.41	0.00	1.00	0.33	0.00	1.00	0.31
	1996	0.00	1.00	0.47	0.00	1.00	0.45	0.00	1.00	0.36
	2000	0.00	1.00	0.48	0.00	1.00	0.39	0.00	1.00	0.51
	2006	0.00	1.00	0.18	0.00	1.00	0.25	0.00	1.00	0.26
	2012	0.00	1.00	0.45	0.00	1.00	0.61	0.00	1.00	0.62
	2018	0.00	1.00	0.86	0.00	1.00	0.80	0.00	1.00	0.77
VHI	1985	0.00	1.00	0.39	0.00	1.00	0.36	0.00	1.00	0.31
	1990	0.14	1.00	0.66	0.00	1.00	0.52	0.00	1.00	0.47
	1996	0.00	1.00	0.58	0.05	1.00	0.50	0.00	1.00	0.36
	2000	0.00	0.90	0.31	0.00	1.00	0.34	0.00	1.00	0.33
	2006	0.00	1.00	0.31	0.00	1.00	0.36	0.00	1.00	0.44
	2012	0.07	1.00	0.53	0.00	1.00	0.66	0.00	1.00	0.66
	2018	0.00	1.00	0.57	0.01	1.00	0.60	0.00	1.00	0.62

VCI, TCI, NDVI, VHI değerleri ile LST değerlerinin yıllara göre ortalama değerlerinden çizilen birleşik grafikler aşağıdaki Şekil 4.72 ve 4.73’de verilmiştir. Bu grafiklerde, özellikle LST ile farklı uydu tabanlı kuraklık indekslerinin farklı yıllara göre bir karşılaştırılması yapılmıştır. Bu grafikler genel olarak, arazi yüzey sıcaklığının artması veya azalması durumunda uydu tabanlı kuraklık indeks verilerinin bu durumdan nasıl etkilendiğini ve yıllara göre nasıl değişim gösterdiğini belirlemeye yönelik oluşturulmuştur. VCI, TCI, NDVI ve VHI uydu tabanlı kuraklık indeks değerleri ile LST değerlerinin yıllara göre ortalama değerlerinden çizilen birleşik grafikler incelendiğinde arazi yüzey sıcaklığı artıkça uydu tabanlı kuraklık indeks değerlerinin azaldığı, arazi yüzey sıcaklığı azaldıkça uydu tabanlı kuraklık indeks değerlerinin arttığı gözlenmektedir.



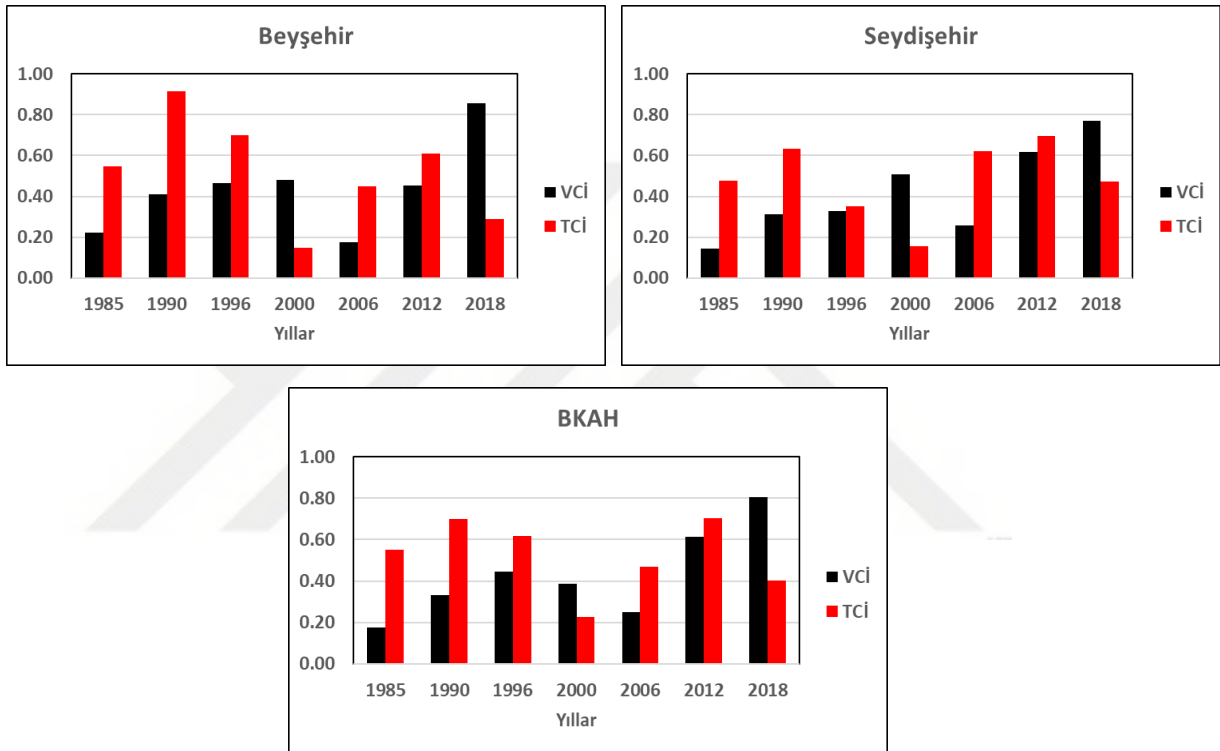


Şekil 4.72 VCI, TCI ile LST değerlerinin yıllara göre ortalama değerlerinden çizilen birleşik grafikler



Şekil 4.73 NDVI, VHI ile LST değerlerinin yıllara göre ortalama değerlerinden çizilen birleşik grafikler

Ayrıca TCI ve VCI arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi yapılmıştır. VCI ve TCI değerlerinde sürekli bir azalma veya düşük değerlerin sürekli olması, bir bölge veya alan için uydu tabanlı kuraklıkların olduğunun bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Bu amaçla BKAH'sının tamamı için hem de Beyşehir ve Seydişehir'in çevresi için elde edilen 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait VCI ve TCI değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması aşağıdaki şekil 4.74'de gösterilmiştir.



Şekil 4.74 Farklı yıllara ait VCI ve TCI karşılaştırmaları

Burada gerçekleştirilen farklı yıllara ait VCI ve TCI karşılaştırmaları karşılaştırma grafikleri incelendiğinde VCI ve TCI değerleri havza genelinde ve Beyşehir, Seydişehir yakın çevrelerinde benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. TCI değeri yani Sıcaklık Durum İndeksi artarken VCI değeri olan Bitki Durum İndeksi azalmaktadır. TCI değeri azalan bölgelerde ise VCI değeri ters orantılı olarak arttığı gözlemlenmektedir. Bu durumda aşırı sıcaklık artışının bitki örtüsü varlığını olumsuz yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

Ayrıca, uydu tabanlı kuraklıkların belirlenmesinde kullanılan VHI'nin 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait değerleri arasında istatistiksel olarak

anlamli bir fark olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Eğer istatiksels olarak anlamli bir fark varsa, bu farkın hangi yıllar arasında olduğu belirlemek için tek yönlü varyans analizi kullanılacaktır. Varyans analizinde genelde, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi araştırılır. Varyans analizinde test edilecek yıllara ait verilerin her birinin normal dağılımlı ve grupların varyansları homojen olmalıdır. Veriler normal dağılımlı ve homojen değilse parametrik olmayan Kruskal Wallis varyans analizi kullanılacaktır. Analiz sonuçları, grupların ortalamaları arasında bir fark olup olmadığını genel olarak söylemektedir. Varyans analizi sonucunda eğer gruplar arasında bir fark bulunmuşsa, farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını görebilmemiz için Post Hoc testleri oldukça önemlidir. Uygulamada, eğer varyans homojenliği sağlanmışsa Tukey testi ile varyans homojenliği sağlanmamışsa Tamhane's T2 ile hangi gruplar arasında farklılığın olduğuna karar verilecektir. Bu amaçlar için, varyans analizinin uygulanmasında SPSS yazılımı kullanılmıştır. SPSS yazılımı, F'nin %95 anlamlılık düzeyindeki tablo değerleri olarak p değerini (Sig) vermektedir. Eğer bu değer de 0.05'ten küçükse Ho hipotezi reddedilmektedir. Ayrıca, SPSS bağımlı değişkene göre alt gruplar oluşturmaktadır. Bu alt gruplar ile VHI değerlerine göre hangi yılların aynı veya farklı özellik gösterip göstermediği belirlenmeye çalışılmıştır.

VHI'nin 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait değerlerinin geneli, varyans analizi yapılmadan önce normal dağılımlı ve grupların varyansları homojen olup olmadığı test edilmiştir. Çizelge 4.64'de varyansların homojenliği testinin ve normal dağılım testinin sonuçları görülmektedir.

Çizelge 4.64 VHI değerlerinin varyans homojenliği ve normal dağılım testi sonuçları

Normal Dağılım Testi						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Beyşehir	0.04	2450	0.00	0.99	2450	0.00
BKAH	0.03	1498	0.00	0.98	1498	0.00
Seydişehir	0.05	2478	0.00	0.97	2478	0.00

Varyans Homejenlik Testi				
	L. Statistic	df1	df2	Sig.
Beyşehir	9.67	6	2443	0.00
BKAH	10.28	6	1491	0.00
Seydişehir	11.74	6	2471	0.00

Çizelgenin geneli incelendiğinde p (Sig.) değeri, 0.05'ten küçük olduğu için farklı yıllara ait VHI değerlerinin normal dağılımlı olmadığı ve varyansların homojen olmadığı görülmektedir.

Veriler normal dağılımlı ve homojen değilse VHI değerleri arasında farklı yıllara ait grupların ortalamaları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için parametrik olmayan Kruskal Wallis varyans analizi yapılması gerekmektedir. Fakat literatürde verilerin homojen ve normal dağılımlı olması durumunda tek yönlü varyans analizi ile yapılan sonuçların daha sağlıklı olduğu ve varyans analizinin temel varsayımı sağlandığı söylenmektedir. Bu durumda farklı yıllara ait VHI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için hem Kruskal Wallis hem de tek yönlü ANOVA testi yapılmıştır (Çizelge 4.65 ve 4.66).

Çizelge 4.65 VHI değerlerinin Kruskal Wallis testi sonuçları

Kruskal Wallis Testi (Grup değişkeni: yıl)			
	Beyşehir	BKAH	Seydişehir
Chi-Square	782.38	329.30	533.09
df	6	6	6
Sig. (p)	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.66 VHI değerlerinin tek yönlü ANOVA testi sonuçları

Çalışma Bölgesi		Tek Yönlü ANOVA - VHI			F	Sig.
		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
Beyşehir	Grup içi	42.12	6	7.02	179.93	0.00
	Gruplar arası	95.31	2443	0.04		
	Toplam	137.43	2449			
BKAH	Grup içi	20.99	6	3.50	70.93	0.00
	Gruplar arası	73.52	1491	0.05		
	Toplam	94.50	1497			
Seydişehir	Grup içi	40.26	6	6.71	116.33	0.00
	Gruplar arası	142.51	2471	0.06		
	Toplam	182.77	2477			

Parametrik ve parametrik olmayan varyans analizleri sonucu bulunan yukarıdaki çizelgeler incelendiğinde F'nin %95 anlamlılık düzeyindeki çizelge değeri p (Sig.) değerinin 0.05'ten küçük olduğu görülmektedir. Bu durum her iki varyans analiz yöntemine göre farklı yıllara ait VHI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu farkın VHI değerleri arasında hangi yıllar arasında olduğunu belirlemek için Post Hoc Testi yapılarak ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Bunun için VHI verileri varyans homojenliğini sağlamadığı için Tamhane's T2 testi

kullanılmıştır. Elde edilen ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak aralarındaki farkın anlamlı olduğu liste çok uzun olduğu için yıllar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmayanlar listesi aşağıdaki Çizelge 4.67 gösterilmiştir.

Çizelge 4.67 Seydişehir ve çevresi için farklı yıllara ait LST ve VHI için korelasyon katsayıları

VHI - Post Hoc Test- İkili Karşılaştırmalar (Tamhane's T2)											
Beşşehir				Genel				Seydişehir			
(I) Yıl	(J) Yıl	Fark(I-J)	Sig.	(I) Yıl	(J) Yıl	Fark(I-J)	Sig.	(I) Yıl	(J) Yıl	Fark(I-J)	Sig.
1996	2018	0.01	0.99	1985	2000	0.03	0.87	1985	2000	-0.02	0.92
2000	2006	0.00	1.00	1985	2006	0.00	1.00	1990	2006	0.03	0.56
2006	2000	0.00	1.00	1990	1996	0.01	1.00	1996	2000	0.03	0.69
2012	2018	-0.04	0.10	1996	1990	-0.01	1.00	2000	1985	0.02	0.92
2018	1996	-0.01	0.99	2000	1985	-0.03	0.87	2000	1996	-0.03	0.69
2018	2012	0.04	0.10	2000	2006	-0.02	0.93	2006	1990	-0.03	0.56
				2006	1985	0.00	1.00	2012	2018	0.04	0.43
				2006	2000	0.02	0.93	2018	2012	-0.04	0.43
				2012	2018	0.06	0.13				
				2018	2012	-0.06	0.13				

Yılların VHI bağımlı değişkeni ile ilgili ortalamalarından, ortalama farklar elde edilmiştir. Anlamlılık düzeyleri ise çizelgedeki sig. değerlerinden elde edilmiştir. Anlamlılık düzeyleri 0.05'in üstünde olan yıllar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Yukarıda çizelgede yer almayan diğer yıllar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar vardır. Bu yıllar birbirinden farklı VHI değerlerine yani bu değerlere bağlı kuraklık durumlarına sahiptirler. Aşağıdaki Çizelge 4.68'de ise alt kümelerdeki gruplar için ortalamalar ve anlamlılık değerleri gösterilmiştir. Bu alt gruplar ile VHI değerlerine göre hangi yılların aynı veya farklı özellik gösterip göstermediği belirlenmiştir. SPSS yazılımında VHI bağımlı değişkene göre farklı yıllara ait alt gruplar oluşturulmuştur. Çizelge incelendiğinde aynı gruba dahil edilen yıllardaki VHI değerlerinin veya kuraklık durumların benzer özellik gösterdiğini, diğer gruptaki yılların ise farklı özellik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.68 VHI değerleri için farklı yıllara ait alt gruplar

VHI - Alt Kümeler															
Beşşehir						BKAH					Seydişehir				
Yıl	1	2	3	4	5	Yıl	1	2	3	4	Yıl	1	2	3	4
2006	0.31					2000	0.34				1985	0.31			
2000	0.31					2006	0.36				2000	0.33			
1985		0.39				1985	0.36				1996	0.36			
2012			0.53			1996		0.50			2006		0.44		
2018			0.57	0.57		1990		0.52			1990		0.47		
1996				0.58		2018			0.60		2018			0.62	
1990					0.66	2012			0.66		2012			0.66	
Sig.	1.00	1.00	0.10	0.99	1.00	Sig.	0.87	1.00	0.13		Sig.	0.09	0.56	0.43	

Ayrıca uydu tabanlı kuraklık indekslerinden farklı yıllara göre elde edilen VHI değerleri, daha önce ilgili bölümde açıklanan kuraklık kategorilerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait 7 farklı yıl için BKAH'sının tamamı, Beyşehir ve Seydişehir çevresi için gerçekleştirilmiştir. Farklı yıllara ait VHI kuraklık sınıfları sayı ve yüzdeleri aşağıdaki Çizelge 4.69'da verilmiştir.

Çizelge 4.69 VHI değerlerine göre elde edilen kuraklık sınıfları sayı ve yüzdeleri

Kuraklık Sınıfları	1985		1990		1996		2000		2006		2012		2018		
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
BEYŞEHİR	Aşırı kurak	26	7.4	0	0	2	0.6	37	10.6	65	18.6	4	1.1	10	2.9
	Şiddetli kurak	29	8.3	2	0.6	5	1.4	74	21.1	65	18.6	19	5.4	8	2.3
	Orta kurak	51	14.6	3	0.9	20	5.7	70	20	55	15.7	31	8.9	13	3.7
	Kuru devre	81	23.1	6	1.7	30	8.6	73	20.9	57	16.3	57	16.3	21	6
	kuraklık yok	163	46.6	339	96.9	293	83.7	96	27.4	108	30.9	239	68.3	298	85.1
	TOPLAM	350	100	350	100	350	100	350	100	350	100	350	100	350	100
BKAH	Aşırı kurak	16	7.5	9	4.2	3	1.4	39	18.2	35	16.4	3	1.4	4	1.9
	Şiddetli kurak	28	13.1	12	5.6	3	1.4	36	16.8	26	12.1	13	6.1	8	3.7
	Orta kurak	41	19.2	16	7.5	20	9.3	32	15	33	15.4	15	7	9	4.2
	Kuru devre	41	19.2	16	7.5	40	18.7	32	15	29	13.6	12	5.6	9	4.2
	kuraklık yok	88	41.1	161	75.2	148	69.2	75	35	91	42.5	171	79.9	184	86
	TOPLAM	214	100	214	100	214	100	214	100	214	100	214	100	214	100
SEYDİŞEHİR	Aşırı kurak	75	21.1	22	6.2	37	10.4	39	11	54	15.2	6	1.7	13	3.7
	Şiddetli kurak	48	13.5	35	9.9	46	13	70	19.7	24	6.8	10	2.8	20	5.6
	Orta kurak	54	15.2	45	12.7	56	15.8	96	27	31	8.7	21	5.9	21	5.9
	Kuru devre	51	14.4	29	8.2	85	23.9	58	16.3	36	10.1	35	9.9	21	5.9
	kuraklık yok	127	35.8	224	63.1	131	36.9	92	25.9	210	59.2	283	79.7	280	78.9
	TOPLAM	355	100	355	100	355	100	355	100	355	100	355	100	355	100

Yukarıda verilen Çizelge 4.69'a göre BKAH'sının tamamı, Beyşehir ve Seydişehir çevresi için hesaplanan VHI kuraklık indekslerine göre sınıflandırılan yıllık kuraklık durum yüzdeleri aşağıdaki Çizelge 4.70'de verilmiştir. Çizelgede farklı yıllara ait kuraklık dönemi; "aşırı, şiddetli ve orta" kuraklık durum sayılarının toplamının toplam verideki yüzdelik oranlarını, "Normal + nemli dönem" ise diğer kuraklık kategorilerin kuraklık durum sayılarının toplamının toplam verideki yüzdelik karşılıklarını göstermektedir.

Çizelge 4.70 BKAH, Beyşehir ve Seydişehir çevresi için kuraklık durum yüzdeleri (%)

VHI - Kuraklık Durum Yüzdeleri (%)							
Beyşehir	1985	1990	1996	2000	2006	2012	2018
Kuraklık dönemi	53.4	3.1	16.3	72.6	69.1	31.7	14.9
Normal + Nemli dönem	46.6	96.9	83.7	27.4	30.9	68.3	85.1

Toplam	100	100	100	100	100	100	100
BKAH	1985	1990	1996	2000	2006	2012	2018
Kuraklık dönemi	58.9	24.8	30.8	65	57.5	20.1	14
Normal + Nemli dönem	41.1	75.2	69.2	35	42.5	79.9	86
Toplam	100	100	100	100	100	100	100
Seydişehir	1985	1990	1996	2000	2006	2012	2018
Kuraklık dönemi	64.2	36.9	63.1	74.1	40.8	20.3	21.1
Normal + Nemli dönem	35.8	63.1	36.9	25.9	59.2	79.7	78.9
Toplam	100	100	100	100	100	100	100

Farklı yıllara ait kuraklık kategorilerine göre bulunan kuraklık dönemleri Beyşehir ve çevresi ile BKAH'nın tamamı için benzer iken, bulunan kuraklık dönem yüzdeleri ise birbirinden farklılaşmaktadır. 1985, 2000 ve 2006 yılları Beyşehir ve çevresi ile BKAH'nın tamamı için, Seydişehir ve çevresi için ise 1985, 1996 ve 2000 yılları kuraklık dönem olarak belirlenmiştir.

4.4.2.3 Meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık analiz sonuçlarının karşılaştırılması

Bu bölümde gerçekleştirilen meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu amaçla iki analiz yönteminin de karşılaştırılabilir olması adına kullanılan uydu görüntüleri tarihlerine eş zamanlı olacak şekilde Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarından elde edilen yağış verileri kullanılarak hesaplanan farklı kuraklık indeksi hesaplama yöntemlerine göre bulunan kuraklık kategorilerinin karşılaştırması Çizelge 4.71 ve 4.72'de verilmiştir.

Çizelge 4.71 Beyşehir istasyonu için uydu görüntülerinin elde edilme tarihlerine göre farklı yöntemler ile bulunan kuraklık kategorisi karşılaştırmalar

Uydu görüntüsü elde edilme tarihi	Beyşehir						
	CZI	DI	MCZI	PNI	RAI	SPI	ZSI
8.01.1985	Orta kurak	Aşırı kurak	Normale yakın	Aşırı kurak	Aşırı kurak	Şiddetli kurak	Şiddetli kurak
8.01.1990	Normale yakın	Kuraklık Yok	Normale yakın	Kuru Devre Başlangıcı	Normale yakın	Normale yakın	Hafif kurak
8.01.1996	Normale yakın	Kuraklık Yok	Normale yakın	Normal	Orta nemli	Normale yakın	Kuru Devre Başlangıcı
8.01.2000	Normale yakın	Şiddetli kurak	Normale yakın	Aşırı kurak	Şiddetli kurak	Orta kurak	Şiddetli kurak
8.01.2006	Normale yakın	Şiddetli kurak	Normale yakın	Aşırı kurak	Şiddetli kurak	Orta kurak	Şiddetli kurak
8.01.2012	Normale yakın	Kuraklık Yok	Orta nemli	Nemli	Aşırı nemli	Normale yakın	Kuraklık Yok
8.01.2018	Normale yakın	Kuraklık Yok	Normale yakın	Normal	Orta nemli	Normale yakın	Kuru Devre Başlangıcı

Çizelge 4.72 Seydişehir istasyonu için uydu görüntülerinin elde edilme tarihlerine göre farklı yöntemler ile bulunan kuraklık kategorisi karşılaştırmalar

Uydu görüntüsü elde edilme tarihi	Seydişehir						
	CZI	DI	MCZI	PNI	RAI	SPI	ZSI
8.01.1985	Normale yakın	Kuraklık Yok	Normale yakın	Şiddetli kurak	Orta kurak	Normale yakın	Hafif kurak
8.01.1990	Normale yakın	Kuraklık Yok	Normale yakın	Kuru devre başlangıcı	Normale yakın	Normale yakın	Kuru devre başlangıcı
8.01.1996	Orta nemli	Kuraklık Yok	Çok nemli	Nemli	Aşırı nemli	Orta düzeyde nemli	Kuraklık yok
8.01.2000	Normale yakın	Orta kurak	Normale yakın	Aşırı kurak	Şiddetli kurak	Normale yakın	Orta kurak
8.01.2006	Normale yakın	Aşırı kurak	Normale yakın	Aşırı kurak	Şiddetli kurak	Orta kurak	Şiddetli kurak
8.01.2012	Normale yakın	Kuraklık Yok	Normale yakın	Nemli	Aşırı nemli	Normale yakın	Kuru devre başlangıcı
8.01.2018	Normale yakın	Kuraklık Yok	Normale yakın	Orta kurak	Normale yakın	Normale yakın	Hafif kurak

Ağustos ve temmuz aylarına ait 1985-2018 yıllarını kapsayan 7 farklı yıla ait olarak 7 ayrı yöntem kullanılarak gerçekleştirilen kuraklık analizinde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Beyşehir istasyonu için incelendiğinde;

- CZI indeksi kullanılarak yapılan kuraklık analizlerinde tüm yıllar genelinde normale yakın kuraklık yaşanırken 1985 yılı için orta düzeyde kuraklık düzeyi,
- DI indeksine göre 1985 yılında aşırı kuraklık yaşandığı 2000-2006 yıllarında ise şiddetli kuraklık düzeyi,
- MCZI indeksine göre tüm yıllarda normale yakın kuraklık yaşandığı,
- PNI indeksine göre 1985-1990 ve 2000-2006 yılları arasında aşırı kuraklıkların olduğu,
- RAI indeksine göre 1985 yılında aşırı kuraklık tespit edilirken 2000-2006 yılları arasında orta düzeyde kuraklık varlığı,
- SPI indeksine göre 1985 yılında şiddetli kuraklık düzeyi ve 2000-2006 yılları arasında genel olarak orta düzeyde kuraklıklar yaşandığı,
- ve ZSI indekslerine göre 1985-1996 yılları arasında şiddetli ve hafif düzeyli kuraklıklar yaşanırken, 2000-2006 yılları arasında şiddetli kuraklıkların yaşandığı gözlemlenmiştir.

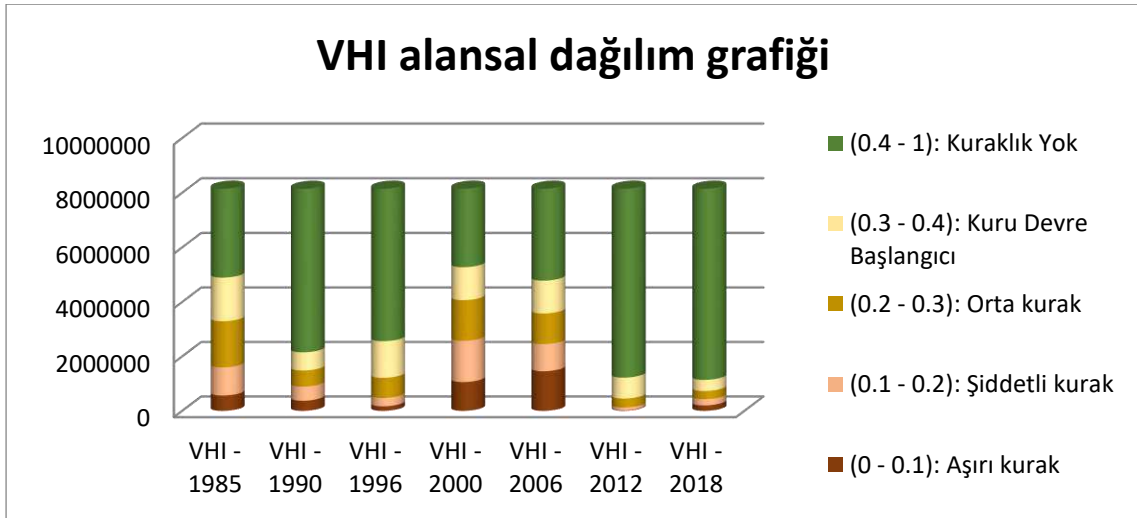
Seydişehir istasyonu için incelendiğinde;

- CZI indeksi kullanılarak yapılan kuraklık analizlerinde normale yakın kuraklık yaşandığı ve bölgede genel olarak kuraklıkların yaşanmadığı gözlemlenirken,
- DI indeksine göre 2000-2006 yılları arasında ise orta ve aşırı kuraklık,
- MCZI indeksine göre tüm yıllarda normale yakın kuraklık yaşandığı,
- PNI indeksine göre 1985-1990 yıllarında şiddetli kuraklık ve 2000-2006 yılları arasında ise aşırı kuraklıkların olduğu,
- RAI ndeksine göre 1985-1990 yılları arasında orta ve normale yakın düzeyde kuraklıklar yaşandığı,
- ve ZSI indekslerine göre 1985-1990 yılları arasında hafif kurak ve kuru devre başlangıcı düzeyinde kuraklıklar gözlemlenmiş, 2000-2006 yıllarında orta ve şiddetli kuraklık düzeyi ve 2012-2018 yılları arasında kuru devre başlangıcı ve hafif kuraklıkların yaşandığı gözlemlenmiştir.

Uydu tabanlı kuraklık analiz yöntemlerinden bu bölümde VHI indeksi ile meteorolojik veri sonuçları karşılaştırılmıştır. VHI içerisinde LST, NDVI, TCI ve VCI değerlerinin tamamının formülasyonu ile elde edilen bir indeks olması sebebiyle daha kapsayıcıdır. Karşılaştırma amacıyla uydu görüntüleri ile meteorolojik veriler benzer ay ve yıl verilerini içermektedir. VHI kuraklık analiz yöntemi ile bölgedeki kuraklık durumu 5 farklı kuraklık kategorisine ayrılmıştır. Kuraklık durumlarına ait alansal değerler Çizelge 4.73’de verilmiştir. Ayrıca bu değerlerden üretilen VHI değerlerinin farklı yıllara ait alansal dağılımı Şekil 4.75’de grafiklendirilmiştir.

Çizelge 4.73 VHI indeksi sonuçlarına göre BKAH'nın kuraklık durumunun alansal (ha) gösterimi

VHI kuraklık kategorisi	1985	1990	1996	2000	2006	2012	2018
(0 - 0.1): Aşırı kurak	565004	373461	169183	1058476	1456087	21344	201524
(0.1 - 0.2): Şiddetli kurak	1033992	516387	306461	1514448	997674	100631	228980
(0.2 - 0.3): Orta kurak	1693999	593568	738423	1495642	1123335	331714	300071
(0.3 - 0.4): Kuru Devre Başlangıcı	1603306	666330	1346310	1208071	1206598	767531	408437
(0.4 - 1): Kuraklık Yok	3249087	5992561	5585011	2868751	3361694	6924168	7006376



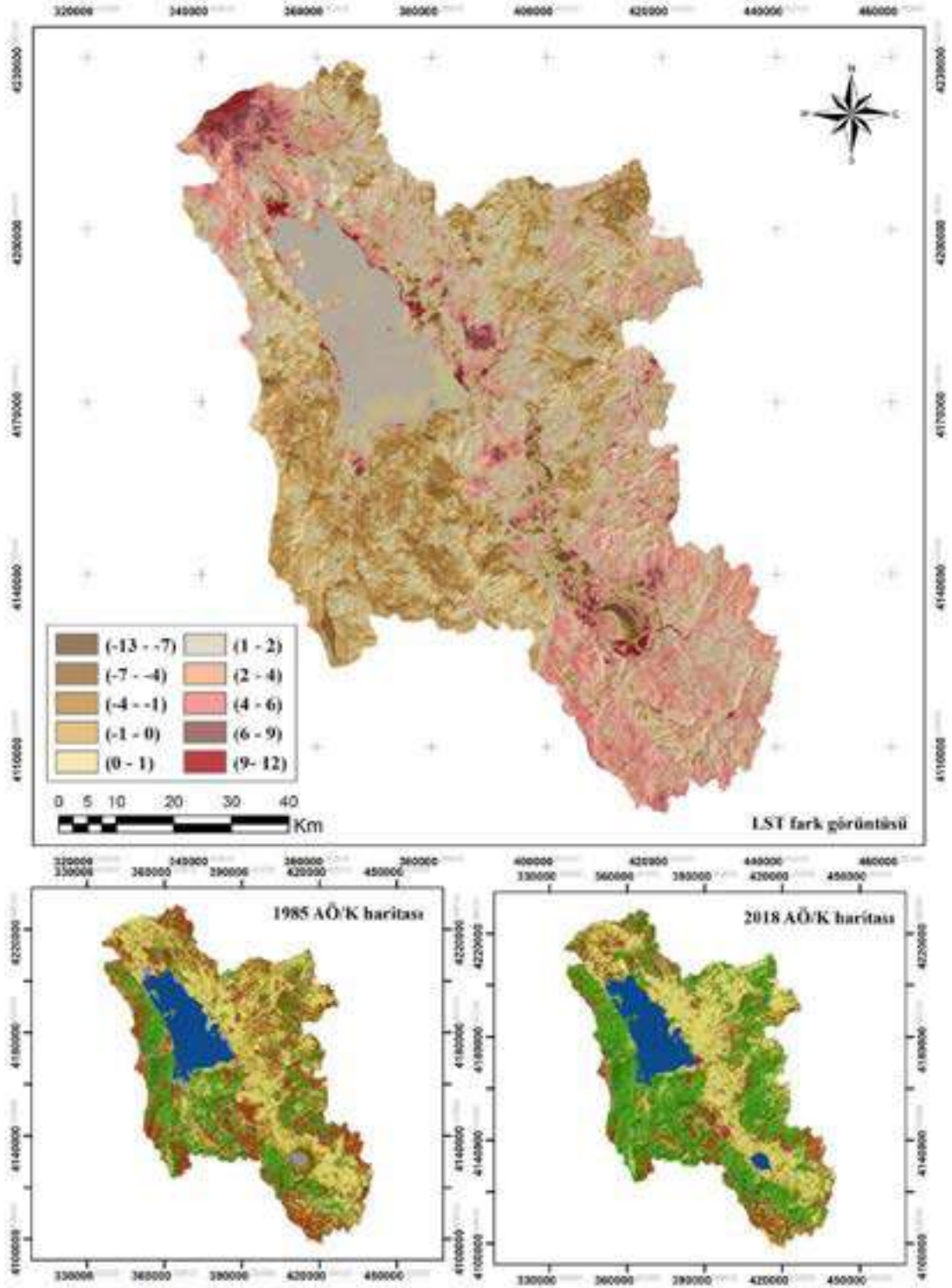
Şekil 4.75 VHI indeksi sonuçlarına göre BKAH'nın kuraklık durumunun alansal dağılım grafiği

Aynı tarihli uydu görüntüleri ile gerçekleştirilen VHI kuraklık analizlerinin sonuçları ile karşılaştırıldığında meteorolojik verilere dayalı yapılan kuraklık analizleri ile benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu durum kuraklık durumunun yıllara göre değişiminin tespitinde güvenilir sonuçlar verdiğini desteklemektedir.

Uydu ve meteorolojik tabanlı kuraklık yöntem sonuçlarına göre özellikle 1985-1990 ve 2000-2006 yılları arasında şiddetli kuraklık dönemleri yaşandığı tespit edilmiştir. 2006 yılı 35 sene içerisinde en kurak sene olarak belirlenmiştir. En nemli seneler ise 1996 ve 2012-2018 yılları arasında yaşanmıştır.

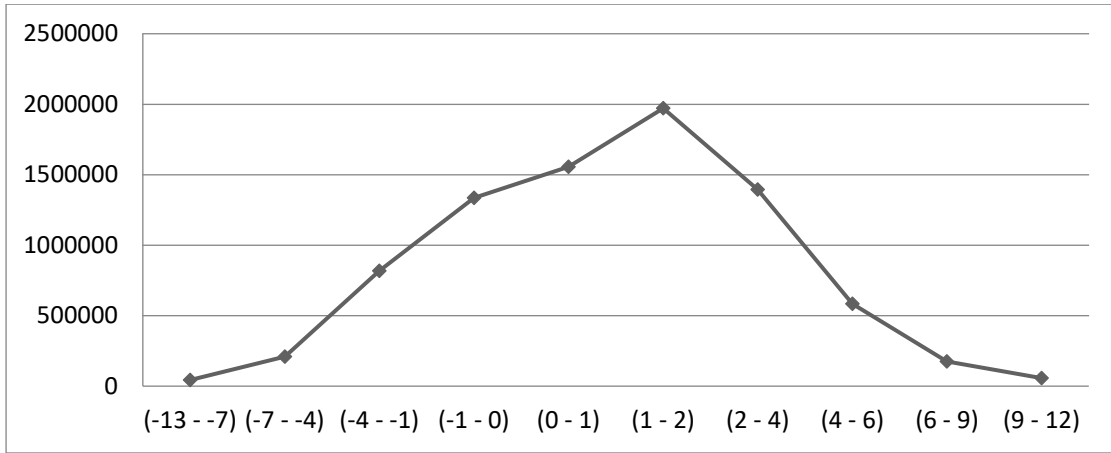
4.4.2.4 LST fark görüntüleri ile AKAÖ sonuçlarının karşılaştırılması

Bu bölümde 1985-2018 yıllarını kapsayan 35 yıla ait LST fark değerleri kullanılmıştır. LST fark görüntüsünü elde etmek için ArcGIS 10.5 yazılımı arayüzünde bulunan “Windows > Image analysis” modülü kullanılmıştır. Image analysis modülü, görüntü üzerinden birçok analiz işlemi yapmaya olanak sağlamakla birlikte özellikle iki görüntü arasındaki yıllara bağlı değişimlerin tespitinde kullanılan başarılı bir araçtır. Image analysis modülü içerisinde yer alan ve çalışmada kullanılan “Diffrence” modülü ile Arazi yüzey sıcaklığında yaşanan termal değişimler tespit edilmiştir. LST fark görüntüsü Şekil 4.76 ‘da verilmiştir.



Şekil 4.76 LST fark görüntüsü ve 1985-2018 yıllarına ait AKAÖ haritası

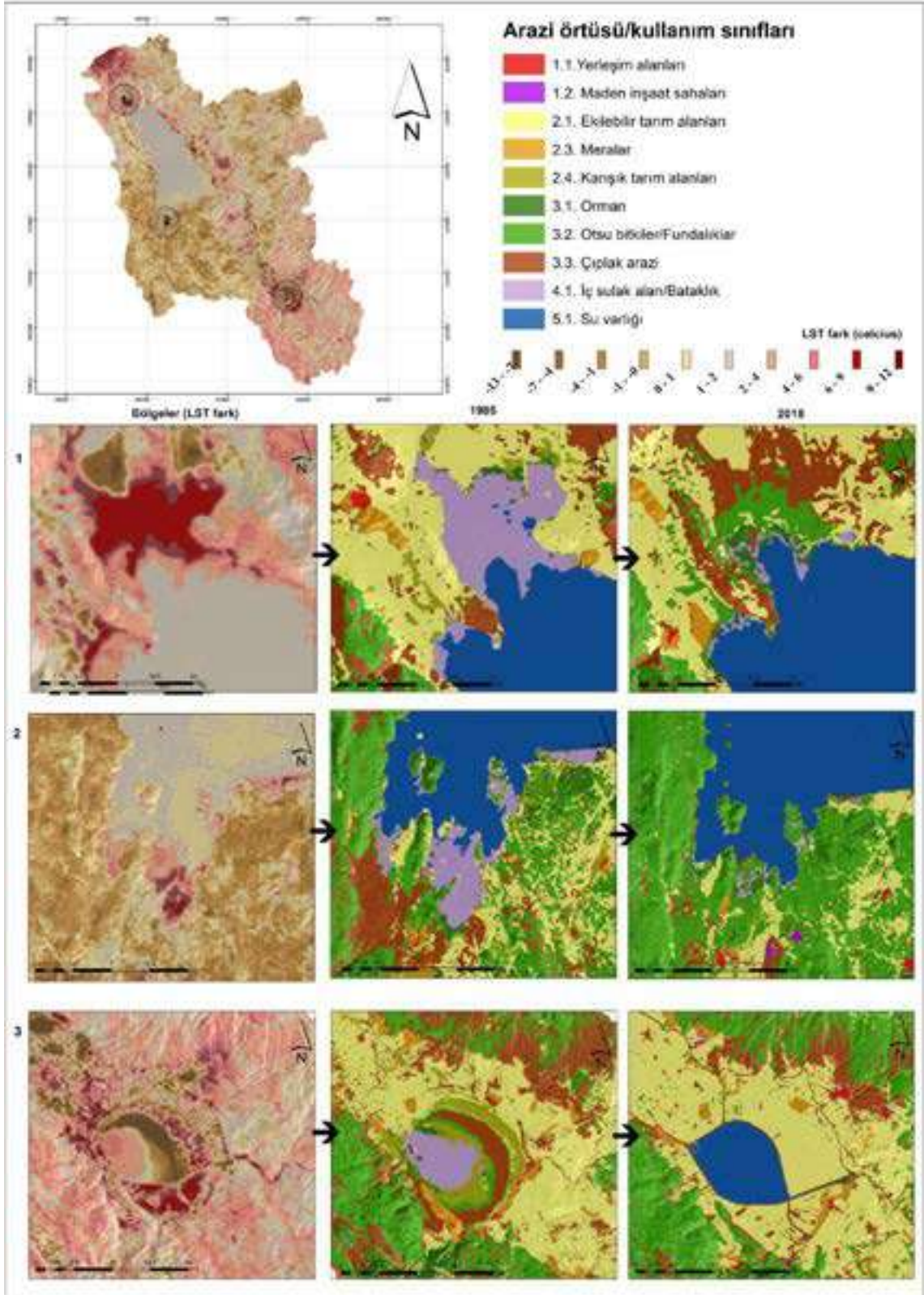
Arazi yüzey sıcaklığı fark görüntü haritasındaki değişimlerin yorumlanabilmesi için LST fark görüntü haritası verilerinden elde edilen aşağıdaki grafik hazırlanmıştır (Şekil 4.77).



Şekil 4.77 LST fark görüntü termal değişim değer dağılım grafiği

Şekil 4.77’de sunulan LST fark görüntü termal değişim değer dağılım grafiği incelendiğinde en büyük değişimler; % 19’u 0-1°C , % 24’ü 1-2°C, % 17’si 2-4°C olarak belirlenmiştir. Ortalama havzadaki değişimler 0-4°C arasında değişmektedir. Yani 1984-2018 yılları arasında yoğun olarak ortalama 2-4°C artışın yaşandığı gözlemlenmiştir.

Burada yaşanan nispeten az ve eksi değerlerde gözlemlenen sıcaklık değişimleri çoğunlukla su kütleleri ve kıyı sulak alanlarında gözlemlenmekle birlikte daha az gözlemlenen sıcaklık değişimlerinde ise bitki örtüsü varlığının atışı etkili olmuştur. Çalışmada yaşanan yüksek sıcaklık fark değerleri ise çoğunlukla kıyı sulak bölgelerin olduğu bataklık gibi kıyı alanlarının yoğun değişimlerinden kaynaklanmaktadır. Bu değişimin gözlemlenebilmesi için Şekil 4.78’de 3 farklı pilot saha seçilmiştir. Burada LST fark görüntüsü ile 1984 ve 2018 yıllarına ait AKAÖ haritalarında yaşanan arazi sınıflarının değişimlerinin birada incelenmesi termal değişimlerin sebebeini anlamada daha etkili olacağı düşünülmüştür.



Şekil 4.78 AKAÖ değişimleri (1985-2018) ile LST fark görüntülerinin karşılaştırılması

Şekil 4.78 incelendiğinde özellikle kıyı sulak bölgelerdeki yaşanan kıyı çekilmeleri sonucu bu alanların büyük bir bölümü yok olmuştur. Kıyı çekilmeleri oransal olarak “4.2 Beyşehir Gölü Kıyı Değişiminin Zamansal ve Geometrik Olarak İncelenmesi” bölümünde kıyı değişim analiz sonuçları incelendiğinde de benzer sonuçlar çıkmıştır. Bölgedeki kıyı çekilmeleri yani birikme yaşanması kıyı sulak alan varlığını oldukça aza indirmiştir. Özellikle bu çekilmeler kuzey-batı ve güney-batı bölümlerinde etkinliğini artırmıştır. Bu da LST artışlarındaki sebeplerden biridir. Bunun dışında 3. pilot bölgede incelenen suğla depolama sahasının varlığı da bölgede LST fark haritalarında göze çarpan önemli bir bölümdür. Bu bölgede sulak alan artışı bölgede soğurma yaratırken çevresindeki kıyı ve bitki örtüsü azalması ise sıcaklık artışına sebebiyet vermiştir. Bunun dışında bitki örtüsündeki değişimler, yerleşim alanları ve maden sahası gibi yapay yüzeylerin yoğunluk göstermesi de bölgede LST değerlerini önemli derecede arttırdığı gözlenmiştir. Çıplak arazilerdeki azalmalar ve yerine tarım ya da bitki örtüsü varlıklarının artırılması ile de bu bölgelerde sıcaklıklar eksi yönde arttığı tespit edilmiştir.

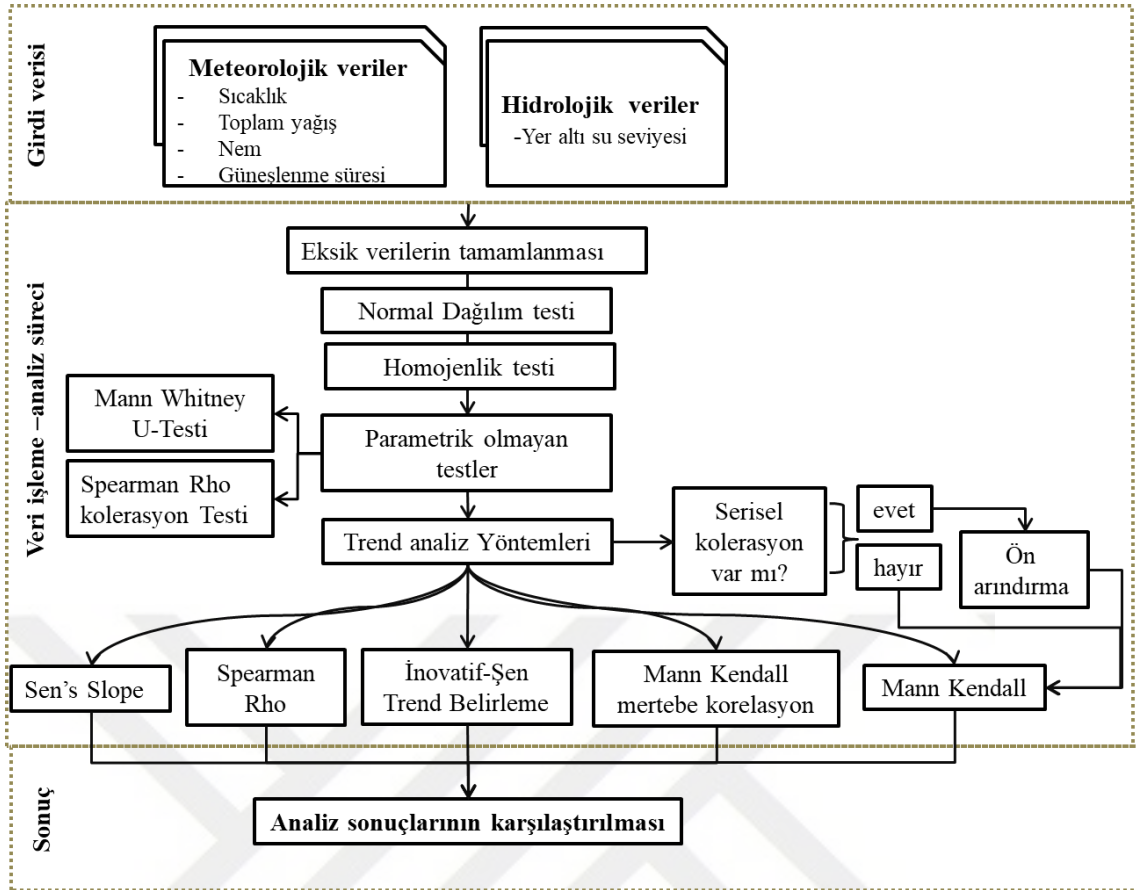
4.5 BKAH için Uygulanan Trend Analizi Sonuçları

Bu bölümde, Türkiye'nin en büyük havzalarından biri olan KKH içerisinde yer alan BKAH'nda farklı yıl aralıklarında gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı değişimlerini belirlemek için trend analizleri uygulanmıştır. Havza sınırları içerisinde yer alan Beyşehir ve Seydişehir meteoroloji istasyonuna ait meteorolojik veriler MGM'den elde edilmiştir. DSİ Genel Müdürlüğünden ise Beyşehir ve Seydişehir ilçelerinde bulunan hidrolojik veri olarak yeraltı su seviyesindeki değişimleri incelemede kullanılan kuyu verilerinden yararlanılmıştır. Bu istasyonlara ait ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerleri, ortalama, minimum ve maksimum nem değerleri, toplam yağış, güneşlenme süresi ile hidrolojik veri olarak yeraltı su seviyesi verilerinin zaman serisi şeklindeki aylık ortalama ölçümlerden aylık, mevsimlik ve yıllık ortalamalar halinde düzenleme yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bu meteorolojik ve hidrolojik verilerde zamana bağımlı arazi kullanımı, iklim değişikliği gibi birçok nedenden kaynaklı bir trend olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Fakat analizlerde kullanılan sıcaklık, nem ve yağış gibi veriler için normal dağılıma ve homojenliğe bağlı bu varsayımlar zaman içerisinde rasgele değişim

gösteren bir yapıya sahip olmaları ve iklimden etkilendikleri için geçerli sayılmamaktadır. Literatürde yapılan çalışmalarda irdelendiğinde sürekli değişkenliğin olduğu bu zaman serilerinde trendin belirlenmesinde daha doğru sonuçlara ulaşmak için parametrik olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında parametrik olmayan testler, Beyşehir ve Seydişehir istasyonlardan gözlemlenen verilere uygulanarak trendlerin belirlenmesinde elde edilen sonuçların bir karşılaştırılması yapılmıştır.

Bu tez kapsamında sıcaklık, nem, toplam yağış, güneşlenme süresi ve yeraltı su seviyesi verilerden farklı yıllara ait aylık ortalama verilerden mevsimlik ve yıllık ortalama değerlerin hesaplanması, eksik verilerin giderilmesi zaman serilerinin analizinde özellikle verilerin tanımlayıcı istatistiklerin oluşturulması, verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı ve verilerin homojen dağılıp dağılmadığının incelenmesi, bu istasyonlardan elde edilen gözlemlerin istatistiksel olarak farklı olup olmadıklarının tespiti ve veriler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddetini gösteren korelasyon analizi gibi işlemler gerçekleştirilmiştir. Uygulamada meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı trendlerin belirlenmesinde parametrik olmayan Mann Kendall, Sen's Slope, Spearman'ın Rho ve yenilikçi yöntem olan İnovatif-Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır. Trend tespit edilen istasyonlarda trend başlangıç yılını belirlemek için Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi uygulanmıştır. Trend analizlerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Veriler arasında içsel bir bağımlılığın olup olmadığını belirlemek için Oto-korelasyon Katsayıları testi yapılmıştır. Bu bölümdeki çizelge ve grafiklerin oluşturulması, trend analizleri ve diğer analizlere ait hesaplamaların yapılmasında, Microsoft Excel 2016 ile IBM SPSS 2013 yazılımları kullanılmıştır. Beşinci Bölüm olan trend analizinin uygulanmasına ait iş akış diyagramı Şekil 4.79'da sunulmuştur.



Şekil 4.79 BKAH trend analizi için hazırlanan iş akış diyagramı

4.5.1 Eksik veri, normal dağılım ve homojenlik

Meteoroloji ve DSİ Genel Müdürlüğü'nden alınan Beyşehir ve Seydişehir istasyonları ve çevresinde gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerde eksik veri tespit edilmiştir. Veri setlerinde gözlemlenen eksik verilerin giderilmesinde ilk başta doğrusal ve 2. dereceden polinom regresyon modelleri kullanılarak eksik veriler belirlenmeye çalışılmıştır. Regresyon denklemlerinden kestirilen sonuçlar uyumsuz ölçülere yani zaman serisinde ani yükseliş ve çöküşlere sebep olmuştur. Bu uygulama yerine zaman serisinde sadece bir ay için eksik veri olması durumunda gözlemlenen bu eksik veri, kendisinden önce ve sonra gelen yılların aynı aya ait verilerin ortalamasının alınması ile belirlenmiştir. Eğer zaman serisinde üst üste iki ayın verilerinde eksiklik bulunması durumunda ise ilk sırada yer alan eksik ayın verisi, kendinden önce gelen iki yılın aylık ortalama değerinin belirlenmesi ile ikinci sırada bulunan ayın eksik verisi ise kendinden sonra gelen iki yılın aylık ortalamasının alınması ile belirlenmiştir. Bu şekilde bu tez kapsamında kullanılan verilerdeki farklı yıl ve aylarda gözlenemeyen eksik veriler zaman serisi içerisinde tamamlanmıştır.

Bu tez kapsamında yapılan analiz ve değerlendirmeler, farklı türdeki meteorolojik ve yeraltı su seviyesi verilerinin aylık ortalama değerleri kullanılarak yapılmıştır. Zaman serisindeki her yıl için o yılı kapsayan ayların ortalamaları alınarak mevsimlik ve yıllık ortalama değerler bulunarak farklı türdeki veriler için zaman serileri oluşturulmuştur. Ayrıca kullanılan meteorolojik ve hidrolojik verilerden güneşlenme süresi ile yeraltı su seviyesi verileri 30 yıldan az kesintisiz veriler olmalarına rağmen, kullanılan farklı veri serilerinin birbirleri ile olan ilişkilerinin belirlenmesine ve çalışmada bulunan sonuçların değerlendirilmesinde katkı oluşturacağı düşüncesi ile bu çalışma kapsamında değerlendirmeye alınmıştır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonuna ait verilerin ortalama aylık, ortalama mevsimlik ve ortalama yıllık bazlı tanımlayıcı istatistikleri elde edilerek aşağıdaki çizelgelerde (4.74:4.77) gösterilmiştir.

Çizelge 4.74 Beyşehir istasyonundan elde edilen gözlem parametrelerinin aylık ortalama değerleri

Beyşehir	Oc.	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağ.	Ey.	Ek.	Kas.	Ara.
Min. sıcaklık	-12.5	-12.3	-7.5	-1.6	2.8	6.6	10.2	9.5	5.0	0.0	-5.6	-10.4
Ort. sıcaklık	-0.3	1.0	5.1	10.0	14.5	18.6	22.0	21.8	17.8	12.0	6.0	1.6
Mak. sıcaklık	11.2	13.4	18.7	23.6	27.3	31.0	33.5	33.4	30.6	25.5	18.3	13.3
Min. nem	37.8	32.4	21.9	19.7	22.5	21.7	19.3	19.7	19.4	23.1	28.0	35.8
Ort. nem	77.1	73.1	66.3	61.2	59.7	55.6	48.6	49.1	53.1	64.2	71.9	77.4
Mak. nem	96.3	95.7	95.7	95.1	93.5	91.6	85.2	86.0	91.8	95.0	96.0	96.7
Top. Yağış	70.4	48.0	46.7	44.9	42.8	27.0	9.2	10.8	19.6	47.3	55.0	72.9
Güneş. Süresi	103.7	128.5	188.3	234.4	271.6	317.6	363.5	339.1	275.1	212.3	169.2	106.7
Yer.su seviyesi	-12.1	-12.2	-11.6	-11.3	-11.2	-11.7	-12.3	-12.9	-13.3	-13.3	-13.0	-12.9

Çizelge 4.75 Seydişehir istasyonundan elde edilen gözlem parametrelerinin aylık Ortalama değerleri

Seydişehir	Oc.	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağ.	Ey.	Ek.	Kas.	Ara.
Min. sıcaklık	-12.7	-12.3	-6.6	-0.6	4.1	8.1	12.1	11.5	6.6	0.9	-5.1	-10.3
Ort. sıcaklık	0.1	1.4	5.9	10.9	15.4	19.8	23.5	23.2	19.1	13	6.7	1.9
Mak. sıcaklık	11.4	13.8	19.4	24.4	28.3	32.1	35.1	34.7	31.9	26.7	19.5	13.8
Min. nem	38.6	32.2	21.3	19.5	20.3	20.2	17.7	18.6	18.4	21.1	26.8	37.3
Ort. nem	78.1	74.3	66.0	60.2	58.5	53.3	45.6	46.7	51.3	62.6	70.7	78.2
Mak. nem	98.4	98.2	97.6	96.7	95.4	93.0	86.2	87.3	92.7	97.0	97.7	98.3
Top. Yağış	125.6	90.8	74	56.5	46.8	27.6	9.6	11.6	18.6	61.8	93.6	137.3
Güneş. Süresi	102.2	125.7	188.3	212.8	267.2	318.3	347.2	324.5	278.2	209.8	146	96.1
Yer.su	-2.1	-2	-2.1	-1.8	-1.8	-2.1	-2.2	-2.4	-2.5	-2.5	-2.5	-2.4

Çizelge 4.76 Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından elde edilen gözlem parametrelerinin mevsimlik ortalama değerleri

Veri	BEYŞEHİR				SEYDİŞEHİR			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Min. sıcaklık	-2.1	8.8	-0.2	-11.8	-1.0	10.6	0.8	-11.8
Ort. sıcaklık	9.9	20.8	11.9	0.8	10.7	22.2	12.9	1.1
Mak. sıcaklık	23.2	32.6	24.8	12.6	24.0	34.0	26.0	13.0
Min. nem	21.3	20.2	23.5	35.3	20.4	18.8	22.1	36.0
Ort. nem	62.4	51.1	63.1	75.9	61.6	48.5	61.5	76.9
Mak. nem	94.8	87.6	94.3	96.2	96.6	88.8	95.8	98.3
Top. Yağış	44.8	15.7	40.6	63.7	59.1	16.3	58.0	117.9
Güneş. Süresi	231.4	340.1	218.8	113	222.8	330.0	211.3	108.0
Yer.su Seviyesi	-11.4	-12.3	-13.2	-12.4	-1.9	-2.2	-2.5	-2.2

Çizelge 4.77 Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından elde edilen gözlem parametrelerinin yıllık ortalama değerleri

Veri	BEYŞEHİR					SEYDİŞEHİR				
	N	Min.	Mak.	Ort.	Std.sap.	N	Min.	Mak.	Ort.	Std.sap.
Min. sıcaklık	49	-3.75	0.45	-1.32	1.05	49	-2.68	2.33	-0.36	1.25
Ort. sıcaklık	49	8.35	13.03	10.85	0.82	49	9.6	14.1	11.76	0.87
Mak. sıcaklık	49	21.6	25.93	23.31	0.97	49	22.42	26.7	24.24	1.01
Min. nem	49	14.42	35.25	25.1	5.18	49	11	36.08	24.32	6.09
Ort. nem	49	57.78	71.05	63.11	3.04	49	51.47	70.35	62.12	4.65
Mak. nem	49	88.25	97.75	93.21	2.4	49	88.75	99.58	94.87	2.88
Top. Yağış	49	26.64	56.01	41.21	7.39	49	39.58	100.17	62.82	12.89
Güneş. Süresi	14	200.07	247.04	225.79	13.08	28	203.88	235.04	218.02	7.79
Yer.su seviyesi	17	-16.86	-9.23	-12.32	2.47	17	-2.93	-1.82	-2.22	0.28

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen verilerin aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama değerleri incelendiğinde, genel olarak Seydişehir ve çevresinden elde edilen ortalama değerlerinin Beyşehir ve çevresinden elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle yağış ve yeraltı su seviyesi değişimleri incelendiğinde Seydişehir ve çevresinin daha çok yağış aldığı ve yeraltı su seviyesi değişimlerinin, Beyşehir ve çevresine göre daha az olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada BKAH sınırları içinde bulunan Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik gözlem istasyonları ve çevresinden farklı yıllar arasında gözlenip kaydedilen yıllık (maksimum, ortalama ve minimum) sıcaklık ve nispi nem (%), güneşlenme süresi, yıllık toplam yağış ve yeraltı su seviyesi verilerine normal dağılım testleri ile homojenlik testi uygulanmıştır. Zaman serisini oluşturan verilerin normal dağılımlı olup olmadıkları belirlemek için yapılan araştırmalarda genellikle Kolmogorov Smirnov ile Shapiro-Wilks testleri kullanılmaktadır. Bu her iki testten elde edilen normal dağılım testi sonuçları Şekil 4.78 ve 4.79'da verilmiştir.

Çizelge 4.78 Beyşehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin normal dağılım testi sonuçları

BEYŞEHİR Meteorolojik veriler	Kolmogorov-Smirnov*			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Min.sıcaklık	0.06	49	0.20	0.98	49	0.38
Ort. sıcaklık	0.07	49	0.20	0.98	49	0.49
Mak. sıcaklık	0.10	49	0.20	0.97	49	0.25
Min. nem	0.15	49	0.01	0.95	49	0.04
Ort. nem	0.16	49	0.00	0.92	49	0.00
Mak. nem	0.09	49	0.20	0.98	49	0.57
Top. Yağış	0.09	49	0.20	0.97	49	0.16
Güneş. Süresi	0.14	14	0.20	0.95	14	0.61
Yer.su seviyesi	0.19	17	0.11	0.92	17	0.14

Çizelge 4.79 Seydişehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin normal dağılım testi sonuçları

SEYDİŞEHİR Meteorolojik veriler	Kolmogorov-Smirnov*			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
in.sıcaklık	0.08	49	0.20	0.98	49	0.55
Ort. sıcaklık	0.08	49	0.20	0.99	49	0.88
Mak. sıcaklık	0.07	49	0.20	0.98	49	0.50
Min. nem	0.20	49	0.00	0.91	49	0.00
Ort. nem	0.08	49	0.20	0.98	49	0.56
Mak. nem	0.10	49	0.20	0.96	49	0.11
Top. Yağış	0.07	49	0.20	0.97	49	0.25
Güneş. Süresi	0.10	28	0.20	0.97	28	0.65
Yer.su seviyesi	0.12	17	0.20	0.93	17	0.26

Her iki istasyondan elde edilen ortalama yıllık verilere uygulanan Kolmogorov Smirnov ile Shapiro-Wilks normal dağılım testi sonuçlarında Beyşehir istasyonunda minimum ve ortalama nem verilerinin, Seydişehir istasyonunda ise minimum nem verisinin Sig. değerinin sınır değeri kabul edilen 0,05 değerinden küçük olması nedeni ile normal dağılım göstermediği sonucuna varılmıştır.

Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik gözlem istasyonları ve çevresinden farklı yıllar arasında gözlenip kaydedilen meteorolojik ve hidrolojik verilerin homojen dağılıp dağılmadığını belirlemek için homojenlik testi olarak run testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, z değeri ± 1.96 arasında ise % 95 güven aralığında, ± 2.54 aralığında ise % 90 güven aralığında verilerin rastgele (homojen) dağıldığı aksi taktirde rastgele (homojen) dağılmadığı kabul edilmiştir. Bu her iki istasyon verisinden elde edilen homojenlik testi sonuçları Çizelge 4.80 ve 4.81’de verilmiştir.

Çizelge 4.80 Beyşehir istasyonunda gözlenen verilerin Run homojenlik testi sonuçları

Meteorolojik Veri	Medyan	r	N	Na	Nu	z	Sonuç	
Sıcaklık	Minimum	-1.3	25	49	25	24	0.44	H (%95)
	Ortalama	10.9	21	49	25	24	-0.72	H (%95)
	Maksimum	23.4	16	49	25	24	-2.16	H (%90)

Nem	Minimum	25.7	16	49	26	23	-2.15	H (%90)
	Ortalama	62.8	19	49	25	24	-1.3	H (%95)
	Maksimum	92.8	11	49	25	24	-3.61	HD (%90)
Toplam Yağış		41.8	28	49	25	24	1.3	H (%95)
Güneşlenme Süresi		228.3	4	14	7	7	-1.11	H (%95)
Yeraltı Su Seviyesi		-11.8	5	17	9	8	-1.24	H (%95)

H(%95): %95 güven aralığında homojendir. HD(%90): %90 güven aralığında homojen değildir.

Çizelge 4.81 Seydişehir istasyonunda gözlenen verilerin Run homojenlik testi sonuçları

Meteorolojik Veri	Medyan	r	N	Na	Nu	z	Sonuç	
Sıcaklık	Minimum	-0.5	17	49	25	24	-1.87	H (%95)
	Ortalama	11.8	21	49	25	24	-0.72	H (%95)
	Maksimum	24.2	14	49	25	24	-2.74	HD (%90)
Nem	Minimum	25.3	13	49	25	24	-3.03	HD (%90)
	Ortalama	62.5	9	49	25	24	-4.19	HD (%90)
	Maksimum	94.8	9	49	25	24	-4.19	HD (%90)
Toplam Yağış		63.6	24	49	25	24	0.15	H (%95)
Güneşlenme Süresi		219.6	15	28	14	14	0.77	H (%95)
Yeraltı Su Seviyesi		-2.3	7	17	9	8	-0.24	H (%95)

H(%95): %95 güven aralığında homojendir. HD(%90): %90 güven aralığında homojen değildir.

Her iki istasyondan elde edilen ortalama yıllık verilere uygulanan Run homojenlik testi sonuçlarına göre, Beyşehir istasyonunda % 90 güven aralığında maksimum nem verisinin homojen olmadığı, Seydişehir istasyonunda % 90 güven aralığında ise maksimum sıcaklık ile minimum, ortalama ve maksimum nem verilerinin, homojen dağılım göstermediği sonucuna varılmıştır.

4.5.2 Mann-Whitney U testi

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından farklı yıllar arasında gözlenip kaydedilen birbiriyle ilişkili olmayan meteorolojik ve hidrolojik verilerin birbirinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediği belirlemek için parametrik olmayan Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarındaki veriler arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları belirlenmiştir. Aşağıdaki Çizelge 4.82’de parametrik olmayan Mann-Whitney U testinden elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4.82 Beyşehir ve Seydişehir İstasyonlarındaki meteorolojik verilere ilişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Meteorolojik Veri	Grup	Sıralamalar			Test İstatistikleri		
		N	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	Mann-Whitney U	Z	Sig.
Min. sıcaklık	Beyşehir	49	39.29	1925.00	700.00	-3.56	0.00

Orta. sıcaklık	Seydişehir	49	59.71	2926.00	514.00	-4.88	0.00
	Beyşehir	49	35.49	1739.00			
Maks. Sıcaklık	Seydişehir	49	63.51	3112.00	610.00	-4.20	0.00
	Beyşehir	49	37.45	1835.00			
Min. nem	Seydişehir	49	61.55	3016.00	1128.50	-0.51	0.61
	Beyşehir	49	50.97	2497.50			
Orta. nem	Seydişehir	49	48.03	2353.50	1107.50	-0.66	0.51
	Beyşehir	49	51.40	2518.50			
Maks. nem	Seydişehir	49	47.60	2332.50	797.50	-2.86	0.00
	Beyşehir	49	41.28	2022.50			
Yağış	Seydişehir	49	57.72	2828.50	169.0	-7.33	0.00
	Beyşehir	49	28.45	1394.00			
Güneşlenme süresi	Seydişehir	49	70.55	3457.00	111.0	-2.27	0.02
	Beyşehir	14	27.57	386.00			
Yeraltı su seviyesi	Seydişehir	28	18.46	517.00	0.0	-4.98	0.00
	Beyşehir	17	26.00	442.00			
	Seydişehir	17	9.00	153.00			

Yukarıdaki çizelgede test istatistikleri çizelgesinin Sig. (Anlamlılık) satırındaki değerlerinin 0,05'den küçük olduğu Beyşehir ve Seydişehir istasyonları arasındaki farklı yıllar arasındaki verilerde istatistiksel olarak yapılan karşılaştırmalarda anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Buna göre bu iki istasyonlarda gözlemlenen minimum nem ve ortalama nem verileri dışındaki diğer verilerde istatistiksel olarak anlamlı farklı olduğu bulunmuştur.

4.5.3 Korelasyon analizi

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik veriler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünü belirlemek için parametrik olmayan Spearman's Rho korelasyon analizi uygulanmıştır. Zamana bağlı olarak bu istasyonlardan elde edilen sıcaklık, nem, yağış, güneşlenme süresi, yeraltı su seviyesi gibi değişkenler arasında ilişki olup olmadığı aşağıdaki Çizelge 4.83 ve 4.85'de gösterilmiştir. Çizelgelerdeki. Sig. (Anlamlılık) satırındaki değerlerin 0,05'den küçük olduğu Beyşehir ve Seydişehir istasyonları ait meteorolojik ve hidrolojik veriler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Korelasyon katsayısı değeri olan r 'nin değerlerine bakılarak bu verilerin arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü tespit edilmiştir. r 'nin 0 ile +1 arasında (+) pozitif yönde bir ilişki olduğu, r 'nin 0 ile -1 arasında (-) negatif yönde bir ilişki olduğu kabul edilmiştir. Korelasyon yönü sonuçları ise Çizelge 4.84 ve 4.86'da sunulmuştur.

Çizelge 4.83 Beyşehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin Spearman's rho Korelasyon testi sonuçları

Spearman's Rho korelasyonunun şiddeti ve anlamlık testi sonuçları									
Beyşehir Meteo.Veri	Min. sic.	Orta. sic.	Maks. sic.	Min. nem	Orta. nem	Maks. nem	Yağış	Yeraltı su sev.	Güneş. süresi
Min. sıcaklık	1	0.771**	0.254	0.034	-0.077	0.042	0.154	0.194	-0.525
Sig.		0	0.078	0.816	0.598	0.772	0.29	0.456	0.054
Orta. sıcaklık	0.771**	1	0.556**	-0.155	-0.279	0.131	0.345*	0.098	-0.548*
Sig.	0		0	0.288	0.052	0.369	0.015	0.708	0.042
Maks. sıcaklık	0.254	0.556**	1	-0.258	-0.149	0.393**	0.158	-0.115	-0.166
Sig.	0.078	0		0.074	0.306	0.005	0.279	0.66	0.57
Min. nem	0.034	-0.155	-0.258	1	0.714**	-0.14	0.127	0.521*	-0.094
Sig.	0.816	0.288	0.074		0	0.338	0.384	0.032	0.749
Orta. nem	-0.077	-0.279	-0.149	0.714**	1	0.371**	0.291*	0.525*	-0.115
Sig.	0.598	0.052	0.306	0		0.009	0.043	0.031	0.695
Maks.nem	0.042	0.131	0.393**	-0.14	0.371**	1	0.311*	-0.079	0.011
Sig.	0.772	0.369	0.005	0.338	0.009		0.03	0.764	0.971
Yağış	0.154	0.345*	0.158	0.127	0.291*	0.311*	1	0.348	-0.534*
Sig.	0.29	0.015	0.279	0.384	0.043	0.03		0.171	0.049
Yeraltı su sev.	0.194	0.098	-0.115	0.521*	0.525*	-0.079	0.348	1	-0.612*
Sig.	0.456	0.708	0.66	0.032	0.031	0.764	0.171		0.02
Güneş. süresi	-0.477	-0.481	-0.134	-0.293	-0.354	-0.042	-0.486	-0.710**	1
Sig.	0.085	0.081	0.648	0.31	0.215	0.887	0.078	0.004	

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.84 Beyşehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin Spearman's rho korelasyon yönü sonuçları

Spearman's Rho korelasyon yönü									
Beyşehir Meteo.Veri	Min. sıcaklık	Orta. sıcaklık	Maks. sıcaklık	Min. nem	Orta. nem	Maks. nem	Toplam yağış	Yeraltı su sev.	Güneş. süresi
Min. sıcaklık		+	+	+	-	+	+	+	-
Orta. sıcaklık	+		+	-	-	+	+	+	-
Maks. sıcaklık	+	+		-	-	+	+	-	-
Min. nem	+	-	-		+	-	+	+	-
Orta. nem	-	-	-	+		+	+	+	-
Maks. nem	+	+	+	-	+		+	-	+
Toplam yağış	+	+	+	+	+	+		+	-
Yeraltı su sev.	+	+	-	+	+	-	+		-
Güneş. süresi	-	-	-	-	-	-	-	-	

Beyşehir istasyondaki veriler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü incelendiğinde minimum sıcaklık ile ortalama sıcaklık arasında, ortalama sıcaklık ile maksimum sıcaklık ve toplam yağış arasında, minimum nem ile ortalama nem, toplam yağış ve yeraltı su seviyesi arasında, ortalama nem ile minimum nem, maksimum nem, toplam yağış ve yeraltı su seviyesi arasında, maksimum nem ile maksimum sıcaklık, ortalama nem ve toplam yağış arasında toplam yağış ile ortalama sıcaklık, ortalama nem, maksimum nem, yeraltı su seviyesi ile minimum nem ve ortalama nem arasında istatistiksel olarak anlamlı değişen büyüklüklerde ve pozitif yönde korelasyon bulunmuştur.

Güneşlenme süresi ile ortalama sıcaklık, toplam yağış ve yeraltı su seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı değişen büyüklerde ve negatif yönde korelasyon bulunmuştur.

Çizelge 4.85 Seydişehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin Spearman's rho Korelasyon testi sonuçları

Spearman's Rho korelasyonunun şiddeti ve anlamlık testi sonuçları									
Seydişehir Meteo.Veri	Min. sıc.	Orta. sıc.	Maks. sıc.	Min. nem	Orta. nem	Maks. nem	Yağış	Yeraltı su sev.	Güneş. süresi
Min. sıcaklık Sig.	1	0.802** 0	0.394** 0.005	- 0.480** 0	- 0.444** 0.001	- 0.392** 0.005	0.203 0.157	0.35 0.168	0.117 0.555
Orta. sıcaklık Sig.	0.802** 0	1	0.743** 0	- 0.547** 0	- 0.343* 0.015	-0.211 0.142	0.300 0.034	0.431 0.084	0.051 0.797
Maks. sıcaklık Sig.	0.394** 0.005	0.743** 0	1	- 0.479** 0	-0.186 0.196	-0.04 0.783	0.155 0.282	0.407 0.105	-0.176 0.371
Min.nem Sig.	- 0.480** 0	- 0.547** 0	- 0.479** 0	1	0.831** 0	0.644** 0	- 0.042 0.77	0.146 0.576	0.129 0.514
Orta. Nem Sig.	- 0.444** 0.001	-0.343* 0.015	-0.186 0.196	0.831** 0	1	0.900** 0	0.124 0.391	0.221 0.395	0.023 0.908
Maks.nem Sig.	- 0.392** 0.005	-0.211 0.142	-0.04 0.783	0.644** 0	0.900** 0	1	0.126 0.383	0.172 0.51	-0.032 0.873
Yağış Sig.	0.203 0.157	0.300* 0.034	0.155 0.282	-0.042 0.77	0.124 0.391	0.126 0.383	1	0.047 0.859	-0.035 0.86
Yeraltı su sev. Sig.	0.35 0.168	0.431 0.084	0.407 0.105	0.146 0.576	0.221 0.395	0.172 0.51	0.047 0.859	1	0.223 0.39
Güneş. süresi Sig.	0.117 0.555	0.051 0.797	-0.176 0.371	0.129 0.514	0.023 0.908	-0.032 0.873	- 0.035 0.86	0.223 0.39	1

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.86 Seydişehir istasyonundan elde edilen ortalama yıllık verilerin Spearman's rho korelasyon yönü sonuçları

Spearman's Rho korelasyon yönü									
SEYDİŞEHİR Meteo.Veri	Min. sıcaklık	Orta. sıcaklık	Maks. sıcaklık	Min. nem	Orta. nem	Maks. nem	Toplam yağış	Yeraltı su sev.	Güneş. süresi
Min. sıcaklık	1	+	+	-	-	-	+	+	+
Orta. Sıcaklık	+	1	+	-	-	-	+	+	+
Maks.sıcaklık	+	+	1	-	-	-	+	+	-
Min.nem	-	-	-	1	+	+	-	+	+
Orta. Nem	-	-	-	+	1	+	+	+	+
Maks.nem	-	-	-	+	+	1	+	+	-
Toplam Yağış	+	+	+	-	+	+	1	+	-
Yeraltı su sev.	+	+	+	+	+	+	+	1	+
Güneş. süresi	+	+	-	+	+	-	-	+	1

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Seydişehir istasyondaki veriler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü incelendiğinde ise minimum sıcaklık ile ortalama sıcaklık ve maksimum sıcaklık arasında, minimum nem ile ortalama ve maksimum sıcaklık arasında, toplam yağış ile ortalama sıcaklık arasında istatistiksel olarak anlamlı değişen büyüklerde ve pozitif yönde korelasyon bulunmuştur. Minimum sıcaklık ile minimum, ortalama ve maksimum nem arasında, minimum nem ile minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık arasında, ortalama nem ile minimum ve ortalama sıcaklıklar arasında, maksimum nem ile minimum sıcak arasında istatistiksel olarak anlamlı değişen büyüklerde ve negatif yönde korelasyon bulunmuştur.

Genel olarak Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerinden sıcaklık ve neme bağlı minimum, ortalama ve maksimum değerlerin zamana bağlı olarak birbirlerine göre pozitif yönde arttığı ve azaldığı görülmektedir. Toplam yağışın artması ve azalması ile pozitif yönde sıcaklık, nem ve yeraltı su seviyesinin artıp azaldığı belirlenmiştir. Güneşlenme süresi ile diğer veriler arasında korelasyonlar incelendiğinde Seydişehir ve Beyşehir istasyonlarından elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar vardır. Beyşehir istasyonunda negatif yönde yani güneşlenme süresi artarken diğer verilerin azaldığı, Seydişehir istasyonunda ise genelde pozitif yönde güneşlenme süresi artarken diğer verilerinde arttığı yönünde sonuçlara ulaşılmıştır.

4.5.4 Mann-Kendall (MK) testi sonuçları

Parametrik olmayan bir yöntem olan Mann-Kendall testi ile zaman serilerinin analizinde serisel korelasyon çok önemlidir. Zaman serilerinde belirli bir serisel korelasyon varsa Mann-Kendall testi sonucu bulunan trendler gerçekte olması gerekenden farklı çıkmaktadır. Serisel korelasyonu gidermek için, Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilere, Mann-Kendall testi öncesi Ön Arındırma (Pre-Whitening) yöntemi uygulanmıştır. Her iki istasyon için gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerdeki içsel bir bağımlılığın olup olmadığını araştırmak için her veri seti için otokorelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu otokorelasyon katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları belirlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan verilerde içsel bir bağımlılık olduğu tespit edilmiştir. Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen verilerin otokorelasyon testi sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.87 ve 4.88’de verilmiştir.

Çizelge 4.87 Beyşehir istasyonunda gözlenen verilerin otokorelasyon testi sonuçları

BEYŞEHİR		Trend Çıkarılmamış		Trend Çıkarılmış	
Meteorolojik veriler	Kritik değer r_k (%)	Otokorelasyon Katsayısı (r_k)	Karar	Otokorelasyon Katsayısı (r_k)	Karar
Sıcaklık	Min.	0.2296	var	0.2039	yok
	Ortalama	0.2676	var	0.211	yok
	Maks.	0.3835	var	-0.0161	yok
Nem	Min.	0.2830	var	0.2081	yok
	Ortalama	0.2690	var	0.2069	yok
	Maks.	0.2268	var	0.2052	yok
Toplam yağış		-0.0026	yok	-	-
Güneşlenme süresi	$-0.5380 \leq r_k \leq 0.3713$	0.4726	var	0.0425	yok
Yeraltı su seviyesi	$-0.4607 \leq r_k \leq 0.3357$	0.8854	var	0.2058	yok

Çizelge 4.88 Seydişehir istasyonunda gözlenen verilerin otokorelasyon testi sonuçları

SEYDİŞEHİR		Trend Çıkarılmamış		Trend Çıkarılmış	
Meteorolojik veriler	Kritik değer r_k (%)	Otokorelasyon Katsayısı (r_k)	Karar	Otokorelasyon Katsayısı (r_k)	Karar
Sıcaklık	Min.	0.2688	var	0.2013	yok
	Ortalama	0.2674	var	0.0024	yok
	Maks.	0.4592	var	0.0013	yok
Nem	Min.	0.2180	var	0.2076	yok
	Ortalama	0.2378	var	0.1978	yok
	Maks.	0.2278	var	0.2061	yok
Toplam yağış			0.0333	yok	-
Güneşlenme süresi	$-0.5380 \leq r_k \leq 0.3713$	$-0.3447 \leq r_k \leq 0.2736$	0.0928	yok	-
Yeraltı su seviyesi	$-0.4607 \leq r_k \leq 0.3357$	$-0.4607 \leq r_k \leq 0.3357$	0.1964	yok	-

Bu veri setlerine Beyşehir istasyonunda gözlemlenen toplam yağış verisi ile Seydişehir istasyonunda gözlemlenen toplam yağış, güneşlenme süresi ve yeraltı su seviyesi hariç diğer verilerde içsel bağımlılık istatistiksel olarak anlamlı olarak belirlenmiştir. Yani serisel korelasyon belirlenen verilere, ön arındırma yöntemi uygulanarak verilerin içsel bağımlılık değerleri yok edilmiştir. İçsel bağımlılıkları yok edilen yeni gözlem değerleri üzerinden Mann-Kendall testi uygulanmıştır.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonundan elde edilen meteorolojik ve hidrolojik verilere ön arındırma öncesi ve sonrası Mann- Kendall testi uygulanarak bulunan sonuçlar aşağıdaki çizelgelerde (4.89:4.92) verilmiştir. Buradaki amaç, içsel bağımlılığın zamana bağlı Mann-Kendall trend analizindeki sonuçlara etkisini belirlemek üzerinedir.

Çizelge 4.89 Beyşehir istasyonundaki ön arındırma öncesi Mann- Kendall test sonuçları

Beyşehir Gözlem İstasyonu			Ön Arındırma Öncesi				
Veri	Yıllar	n	S	Var(S)	Test Z	Trend	Yönü
Minimum sıcaklık	1970-2018	49	-38	13458.67	-0.32	YOK	-
Ortalama sıcaklık	1970-2019	49	219	13457.67	1.88	YOK	-
Maksimum sıcaklık	1970-2020	49	546	13456.67	4.70	VAR	ARTAN
Minimum nem	1970-2021	49	-293	13449.00	-2.52	VAR	AZALAN
Ortalama nem	1970-2022	49	8	13458.67	0.06	YOK	-
Maksimum nem	1970-2023	49	478	13441.33	4.11	VAR	ARTAN
Toplam yağış	1970-2024	49	220	13458.67	1.89	YOK	-
Güneşlenme süresi	1984-2011	28	-44	268.67	-2.62	VAR	AZALAN
Yeraltı su seviyesi	2002-2018	17	76	589.33	3.09	VAR	ARTAN

Çizelge 4.90 Beyşehir istasyonundaki ön arındırma sonrası Mann- Kendall test sonuçları

Beyşehir Gözlem İstasyonu			Ön Arındırma Sonrası				
Veri	Yıllar	n	S	Var(S)	Test Z	Trend	Yönü
Minimum sıcaklık	1970-2018	49	-22.00	13458.67	-0.18	YOK	-
Ortalama sıcaklık	1970-2019	49	210.00	13458.67	1.80	YOK	-
Maksimum sıcaklık	1970-2020	49	554.00	13458.67	4.77	VAR	ARTAN
Minimum nem	1970-2021	49	-638.00	13458.67	-5.49	VAR	AZALAN
Ortalama nem	1970-2022	49	- 48.00	13458.67	-0.41	YOK	-
Maksimum nem	1970-2023	49	508.00	13458.67	4.37	VAR	ARTAN
Toplam yağış	1970-2024	49	224.00	13458.67	1.92	YOK	-
Güneşlenme süresi	1984-2011	28	-50.00	268.67	-2.99	VAR	AZALAN
Yeraltı su seviyesi	2002-2018	17	102.00	589.33	4.16	VAR	ARTAN

Çizelge 4.91 Seydişehir istasyonundaki ön arındırma öncesi Mann- Kendall test sonuçları

Seydişehir Gözlem İstasyonu			Ön Arındırma Öncesi				
Veri	Yıllar	n	S	Var(S)	Test Z	Trend	Yönü
Minimum sıcaklık	1970-2018	49	226	13458.67	1.94	YOK	-
Ortalama sıcaklık	1970-2019	49	450	13458.67	3.87	VAR	ARTAN
Maksimum sıcaklık	1970-2020	49	566	13456.67	4.87	VAR	ARTAN
Minimum nem	1970-2021	49	-271	13449.00	-2.33	VAR	AZALAN
Ortalama nem	1970-2022	49	18	13458.67	0.15	YOK	-
Maksimum nem	1970-2023	49	48	13452.00	0.41	YOK	-
Toplam yağış	1970-2024	49	169	13457.67	1.45	YOK	-
Güneşlenme süresi	1984-2011	28	-18	2562.00	-0.34	YOK	-
Yeraltı su seviyesi	2002-2018	17	20	589.33	0.78	YOK	-

Çizelge 4.92 Seydişehir istasyonundaki ön arındırma sonrası Mann- Kendall test sonuçları

Seydişehir Gözlem İstasyonu			Ön Arındırma Sonrası				
Veri	Yıllar	n	S	Var(S)	Test Z	Trend	Yönü
Minimum sıcaklık	1970-2018	49	232.00	13458.67	1.99	VAR	ARTAN
Ortalama sıcaklık	1970-2019	49	448.00	13458.67	3.85	VAR	ARTAN
Maksimum sıcaklık	1970-2020	49	566.00	13458.67	4.87	VAR	ARTAN
Minimum nem	1970-2021	49	-624.00	13458.67	-5.37	VAR	AZALAN
Ortalama nem	1970-2022	49	-228.00	13458.67	-1.96	YOK	-
Maksimum nem	1970-2023	49	-112.00	13458.67	-0.96	YOK	-
Toplam yağış	1970-2024	49	170.00	13458.67	1.46	YOK	-

Güneşlenme süresi	1984-2011	28	-66.00	2562.00	-1.28	YOK	-
Yeraltı su seviyesi	2002-2018	17	54.00	589.33	2.18	VAR	ARTAN

Bu çizelgelere, meteorolojik ve hidrolojik verilere ön arındırma öncesi ve sonrası Mann-Kendall testi uygulanarak bulunan trendlerin yönü ve büyüklükleri karşılaştırılmıştır. Beyşehir istasyonundan elde edilen sonuçlarda trend yönünde bir değişiklik olmadığı fakat trend büyüklüklerinde değişimler olduğu belirlenmiştir. Seydişehir istasyonundan elde edilen sonuçlarda ise ön arındırma öncesi yapılan Mann-Kendall testi sonuçlarında minimum sıcaklık ve yeraltı su seviyelerinde zamana bağlı artan veya azalan bir değişim olmadığı belirlenirken ön arındırma sonrası her iki zaman serisinde de pozitif yönde artan trendlerin olduğu bulunmuştur. Bu durum, verilerde belirli bir serisel korelasyon olması durumunda Mann-Kendall testi sonucu bulunan trendler gerçekte olması gerekenden farklı çıktığını göstermektedir.

4.5.5 Sen's Slope yöntemi sonuçları

Zaman serilerinde doğrusal olmayan bir trendin gerçek eğimini tahmin etmek veya yıllara göre değişimi belirlemek için, parametrik olmayan Sen's Slope yöntemi kullanılmıştır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonundan gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilere Sen's Slope yöntemi uygulanarak bulunan sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.93 ve 4.94'da verilmiştir.

Çizelge 4.93 Beyşehir Gözlem istasyonuna ait Sen's Slope yönteminden bulunan değerler

BEYŞEHİR	% 95 güven aralığı			% 95 güven aralığı			Trend	Yönü
	Q	Qmin	Qmax	B	Bmin	Bmax		
Meteorolojik Veri								
Minimum sıcaklık	0.0	0.0	0.0	-1.3	-0.7	-1.7	YOK	-
Orta sıcaklık	0.0	0.0	0.0	10.4	10.9	10.0	YOK	-
Maksimum sıcaklık	0.0	0.0	0.1	22.3	22.7	21.9	YOK	-
Minimum nem	-0.2	-0.3	0.0	28.5	30.0	26.3	VAR	AZALAN
Orta nem	0.0	-0.1	0.1	62.8	63.7	61.6	YOK	-
Maksimum nem	0.1	0.1	0.1	90.4	91.7	89.4	VAR	ARTAN
Toplam yağış	0.2	0.0	0.3	38.8	42.1	34.3	VAR	ARTAN
Güneşlenme süresi	-2.3	-4.0	-0.5	244.0	251.1	232.3	VAR	AZALAN
Yeraltı su seviyesi	0.4	0.2	0.6	-14.9	-13.3	-16.5	VAR	ARTAN

Çizelge 4.94 Seydişehir Gözlem istasyonuna ait Sen's Slope yönteminden bulunan değerler

SEYDİŞEHİR	% 95 güven aralığı			% 95 güven aralığı			Trend	Yönü
	Q	Qmin	Qmax	B	Bmin	Bmax		
Meteorolojik Veri								
Minimum sıcaklık	0.0	0.0	0.1	-1.3	-0.5	-2.0	YOK	-
Orta sıcaklık	0.0	0.0	0.1	10.9	11.4	10.4	YOK	-
Maksimum sıcaklık	0.1	0.0	0.1	23.1	23.5	22.7	VAR	ARTAN
Minimum nem	-0.2	-0.3	0.0	28.8	32.2	25.6	VAR	AZALAN

Orta nem	0.0	-0.1	0.2	62.5	64.7	59.6	YOK	-
Maksimum nem	0.0	-0.1	0.1	94.7	96.5	93.1	YOK	-
Toplam yağış	0.2	-0.1	0.4	57.9	65.0	49.8	VAR	ARTAN
Güneşlenme süresi	-0.1	-0.5	0.4	221.2	226.0	213.7	VAR	AZALAN
Yeraltı su seviyesi	0.0	0.0	0.1	-2.4	-2.1	-2.7	YOK	-

Yukarıdaki çizelgeler incelendiğinde, Beyşehir istasyonunda minimum nem, maksimum nem, toplam yağış, güneşlenme süresi, yeraltı su seviyesi verilerinde, Seydişehir istasyonunda ise maksimum sıcaklık, minimum nem, toplam yağış ve güneşlenme süresi verilerinde artan veya azalan yönde trendler olduğu belirlenmiştir. Her iki istasyonda minimum nem ve güneşlenme süresi verilerinde zamana bağlı olarak azalan yönde trend belirlenmiştir. Minimum nem trend büyüklüğü birbirine yakınsa güneşlenme süresi verilerinde Beyşehir istasyonundaki trend büyüklüğü negatif yönde daha büyük olarak bulunmuştur. Bu durum güneşlenme süresinin zamana bağlı olarak Beyşehir istasyonunda, diğer istasyon çevresine göre daha azaldığını göstermektedir. Maksimum sıcaklık verilerindeki zamana bağlı değişim yani trend Beyşehir istasyonunda bulunmazken Seydişehir istasyonunda artan yönde bir trendin olduğu bulunmuştur. Her iki istasyon için toplam yağış verilerinin zamana bağlı değişimi birbirine benzer ve artan bulunmuştur. Yeraltı su seviyesi için, Beyşehir istasyonunda artan yönde bir trend bulunurken, Seydişehir istasyonunda zamana bağlı bir trend bulunamamıştır.

4.5.6 Spearman Rho (SR) testi sonuçları

Beyşehir ve Seydişehir istasyonundan elde edilen meteorolojik ve hidrolojik verilere Spearman Rho testi uygulanmıştır. Bu test, zaman serileri arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacı ile parametrik olmayan doğrusal ya da doğrusal olmayan trendlerin varlığının araştırılmasında kullanılmaktadır. Spearman Rho testi uygulanarak Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.95 ve 4.96'da verilmiştir.

Çizelge 4.95 Beyşehir istasyonunda gözlenen verilerin Spearman Rho testi sonuçları

BEYŞEHİR			Standart Normal Dağılım (0.05)			
Meteorolojik Veri	N	Top. Rx	Rs	Z	Trend	Yönü
Minimum sıcaklık	49	20782	-0.06	-0.42	YOK	-
Ortalama sıcaklık	49	14198	0.28	1.91	YOK	-
Maksimum sıcaklık	49	6724	0.66	4.55	VAR	ARTAN
Minimum nem	49	26798	-0.37	-2.54	VAR	AZALAN
Ortalama nem	49	19774	-0.01	-0.06	YOK	-
Maksimum nem	49	8012	0.59	4.10	VAR	ARTAN
Toplam yağış	49	14414	0.26	1.83	YOK	-

Güneşlenme süresi	13	648	-0.78	-2.70	VAR	AZALAN
Yeraltı su seviyesi	17	172	0.79	3.16	VAR	ARTAN

Çizelge 4.96 Seydişehir istasyonunda gözlenen verilerin Spearman Rho testi sonuçları

SEYDİŞEHİR		Standart Normal Dağılım (0.05)				
Meteorolojik Veri	N	Top. Rx	Rs	Z	Trend	Yönü
Minimum sıcaklık	49	14646	0.25	1.75	YOK	-
Ortalama sıcaklık	49	9038	0.54	3.73	VAR	ARTAN
Maksimum sıcaklık	49	5860	0.70	4.86	VAR	ARTAN
Minimum nem	49	26702	-0.36	-2.51	VAR	AZALAN
Ortalama nem	49	21148	-0.08	-0.55	YOK	-
Maksimum nem	49	18788	0.04	0.29	YOK	-
Toplam yağış	49	15270	0.22	1.53	YOK	-
Güneşlenme süresi	28	3850	-0.05	-0.28	YOK	-
Yeraltı su seviyesi	17	726	0.11	0.44	YOK	-

Yukarıdaki çizelgelerdeki sonuçlar incelendiğinde ortalama sıcaklık için Beyşehir istasyonunda trend bulunmazken Seydişehir istasyonunda artan yönde trend bulunmuştur. Maksimum sıcaklık için trend, her iki istasyon için artan yönde, Minimum nem ise her iki istasyon için trend azalan yönde ve trend büyüklüğü ise birbirine çok yakın bulunmuştur. Ayrıca Beyşehir istasyonu için maksimum nem ve yeraltı su seviyesi için trend artan büyüklükte bulunurken, Seydişehir İstasyonu için bu verilerde trend bulunmamıştır. Yine Beyşehir istasyonu için güneşlenme süresi verilerinde trend artan büyüklükte bulunurken, Seydişehir istasyonda trend bulunmamıştır.

4.5.7 Şen Trend Analiz yöntemi sonuçları

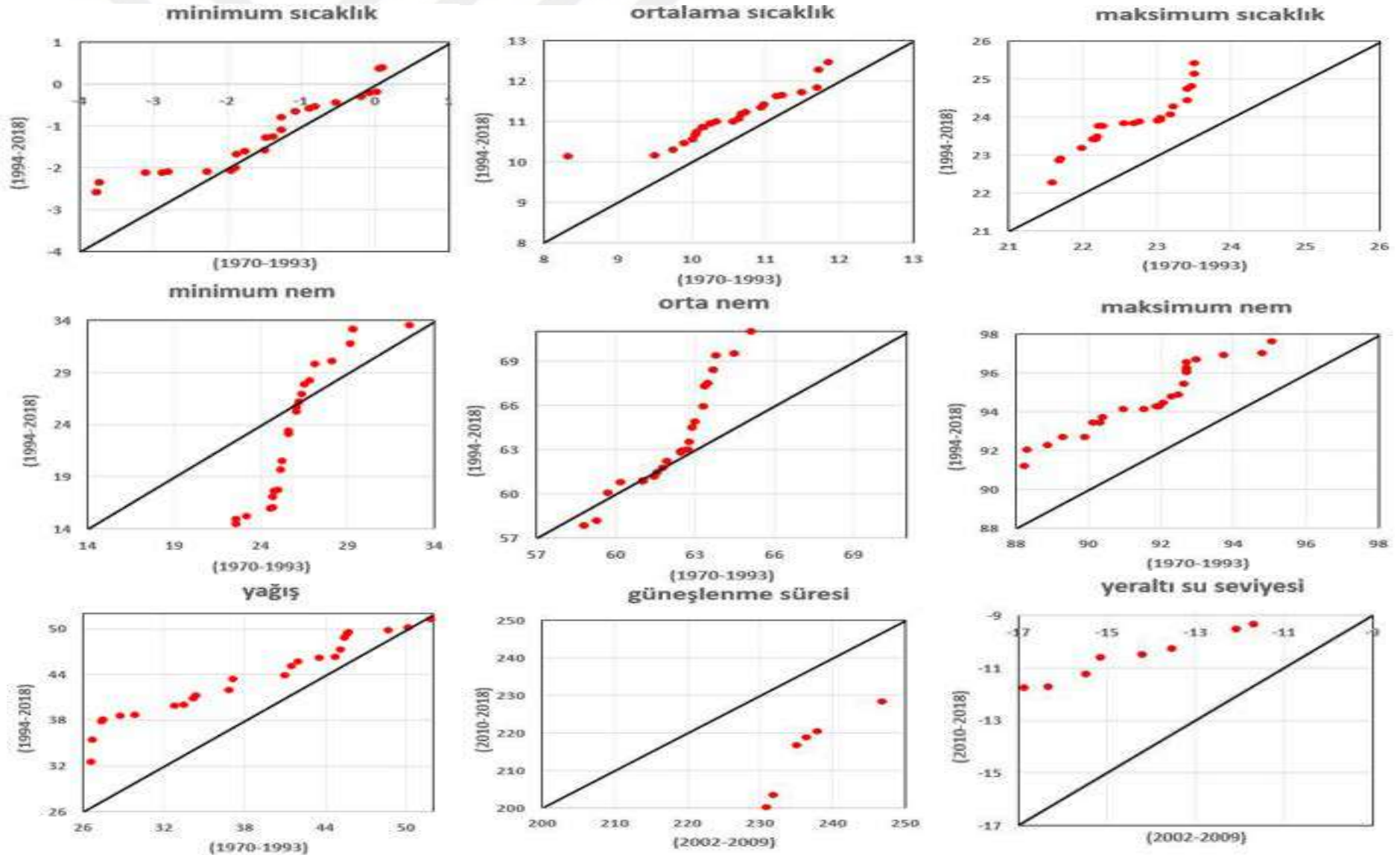
Beyşehir ve Seydişehir istasyonundan elde edilen meteorolojik ve hidrolojik verilere, kısıtlayıcı koşulları olmayan kartezyen koordinat sistemini üzerinde 1:1 çizgisine bağlı olarak oluşturulan grafikler sayesinde trendlerin belirlendiği Şen Trend analiz yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem ile trendleri belirlemek için yukarıdaki bölümlerde anlatıldığı gibi bu verilerden kartezyen koordinat sistemi üzerinde oluşan iki boyutlu ($X_i ; X_j$) grafiği üzerinde orjinden başlayıp $45^\circ(1:1)$ açı yapan bir çizginin çizildiği saçılım diyagram grafikleri aşağıdaki Şekil 4.81 ve 4.82'deki gibi oluşturulmuştur. Genel olarak, aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi meteorolojik ve hidrolojik veri serisi, $45^\circ (1:1)$ açı yapan 1:1 doğrusunun üzerinde sıralanıyorsa, trendin olmadığı, alt üçgensel alanında yer alıyor ise, azalan bir trend olduğu; üst üçgensel alanında yer alıyorsa, artan bir trend olduğu sonucuna varılmaktadır. Şekil 4.81 ve 4.82'de gösterildiği gibi trendler $45^\circ (1:1)$ açı yapan 1:1 doğrusunun üzerindeki verilerin konumlarına göre artan veya azalan yönde sınıflandırılmıştır. Şen Trend analizi

uygulanarak Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan trendler aşağıdaki Çizelge 4.97’de verilmiştir.

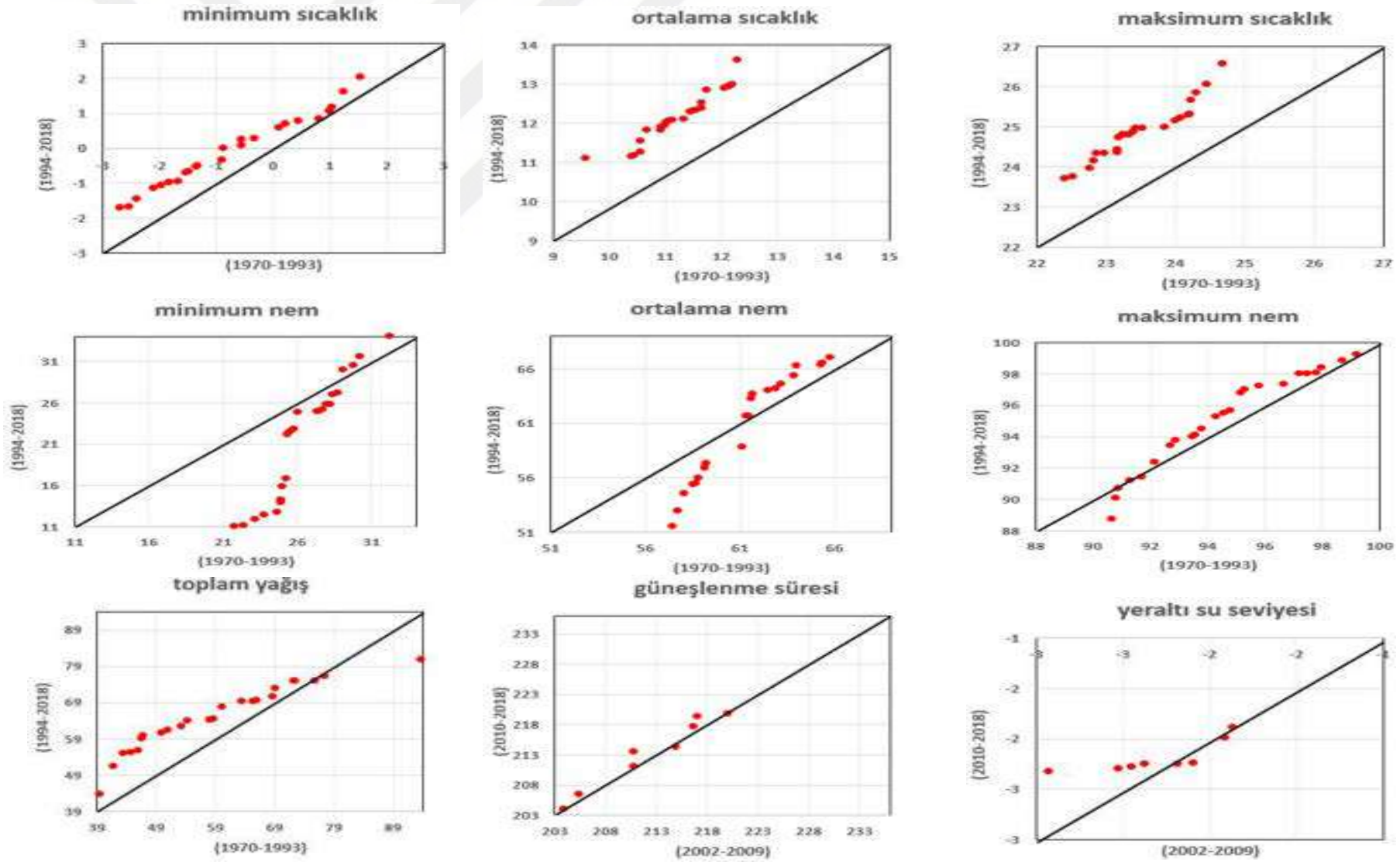
Çizelge 4.97 Şen Trend analizine göre elde edilen sonuçlar

Meteorolojik Veri	Beyşehir		Seydişehir	
	Trend	Trend Yönü	Trend	Trend Yönü
Minimum sıcaklık	VAR	ARTAN	VAR	ARTAN
Orta sıcaklık	VAR	ARTAN	VAR	ARTAN
Maksimum sıcaklık	VAR	ARTAN	VAR	ARTAN
Minimum nem	VAR	TEKDÜZE ARTAN	VAR	TEKDÜZE ARTAN
Orta nem	VAR	TEKDÜZE ARTAN	VAR	TEKDÜZE ARTAN
Maksimum nem	VAR	ARTAN	VAR	TEKDÜZE ARTAN
Toplam yağış	VAR	ARTAN	VAR	ARTAN
Güneşlenme süresi	VAR	AZALAN	YOK	-
Yeraltı su seviyesi	VAR	AZALAN	VAR	TEKDÜZE AZALAN

Şen Trend Analizi yöntemi ile bulunan sonuçlar incelendiğinde Beyşehir istasyonu için güneşlenme süresi verisi için azalan yönde bir trend bulunurken, Seydişehir istasyonu için trend bulunmamıştır. Yeraltı su seviyesi verisi incelendiğinde Beyşehir istasyonu için azalan bir trend bulunurken Seydişehir istasyonu için tekdüze azalan bir trend bulunmuştur. Sıcaklıklar ve toplam yağış için bulunan trendler her iki istasyon için artan yönde bulunmuştur. Minimum ve maksimum nem için bulunan trendler her iki istasyon için artan yönde bulunmuştur.



Şekil 4.80 Beyşehir istasyonuna ait Şen Trend analiz sonuç grafikleri



Şekil 4.81 Seydişehir istasyonuna ait Şen Trend analiz sonuç grafikleri

4.5.8 Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonuçları

Beyşehir ve Seydişehir istasyonundan elde edilen meteorolojik ve hidrolojik verilere, Mann-Kendall testinin ardışık versiyonu olarak adlandırılan parametrik olmayan Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi uygulanmıştır. Bu test ile bu verilere ait zaman serilerinde zamana bağlı artma veya azalma olup olmadığı yani trend yönü ve büyüklüğü belirlenmiştir. Ayrıca bulunan sonuçlar grafiksel olarak ifade edilerek trendin başlangıç noktası yani başlangıç yılı belirlenmiştir (Şekil 4.82 ve 4.83). Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi uygulanarak bulunan sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.98 ve 4.99'da verilmiştir.

Çizelge 4.98 Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonuçları (Beyşehir istasyonu)

Meteorolojik Veri	n	t	E(t)	VAR(t)	Eğilim	Trend	Trend Yönü	Trend Yılı
Min. sıcaklık	u(t)	49	569	588	3364.67	-0.33	YOK	-
	u'(t)	49	607	588	3364.67	0.33		
Ort. sıcaklık	u(t)	49	697	588	3364.67	1.88	YOK	-
	u'(t)	49	478	588	3364.67	-1.90		
Maks. sıcaklık	u(t)	49	860	588	3364.67	4.69	VAR	ARTAN
	u'(t)	49	314	588	3364.67	-4.72		
Min. nem	u(t)	49	437	588	3364.67	-2.60	VAR	AZALAN
	u'(t)	49	730	588	3364.67	2.45		
Ort. nem	u(t)	49	592	588	3364.67	0.07	YOK	-
	u'(t)	49	584	588	3364.67	-0.07		
Maks. nem	u(t)	49	820	588	3364.67	4.00	VAR	ARTAN
	u'(t)	49	342	588	3364.67	-4.24		
Toplam yağış	u(t)	49	698	588	3364.67	1.90	YOK	-
	u'(t)	49	478	588	3364.67	-1.90		
Güneş. süresi	u(t)	13	17	39	67.17	-2.68	VAR	AZALAN
	u'(t)	13	61	39	67.17	2.68		
Yeraltı su sev.	u(t)	17	106	68	147.33	3.13	VAR	ARTAN
	u'(t)	17	30	68	147.33	-3.13		

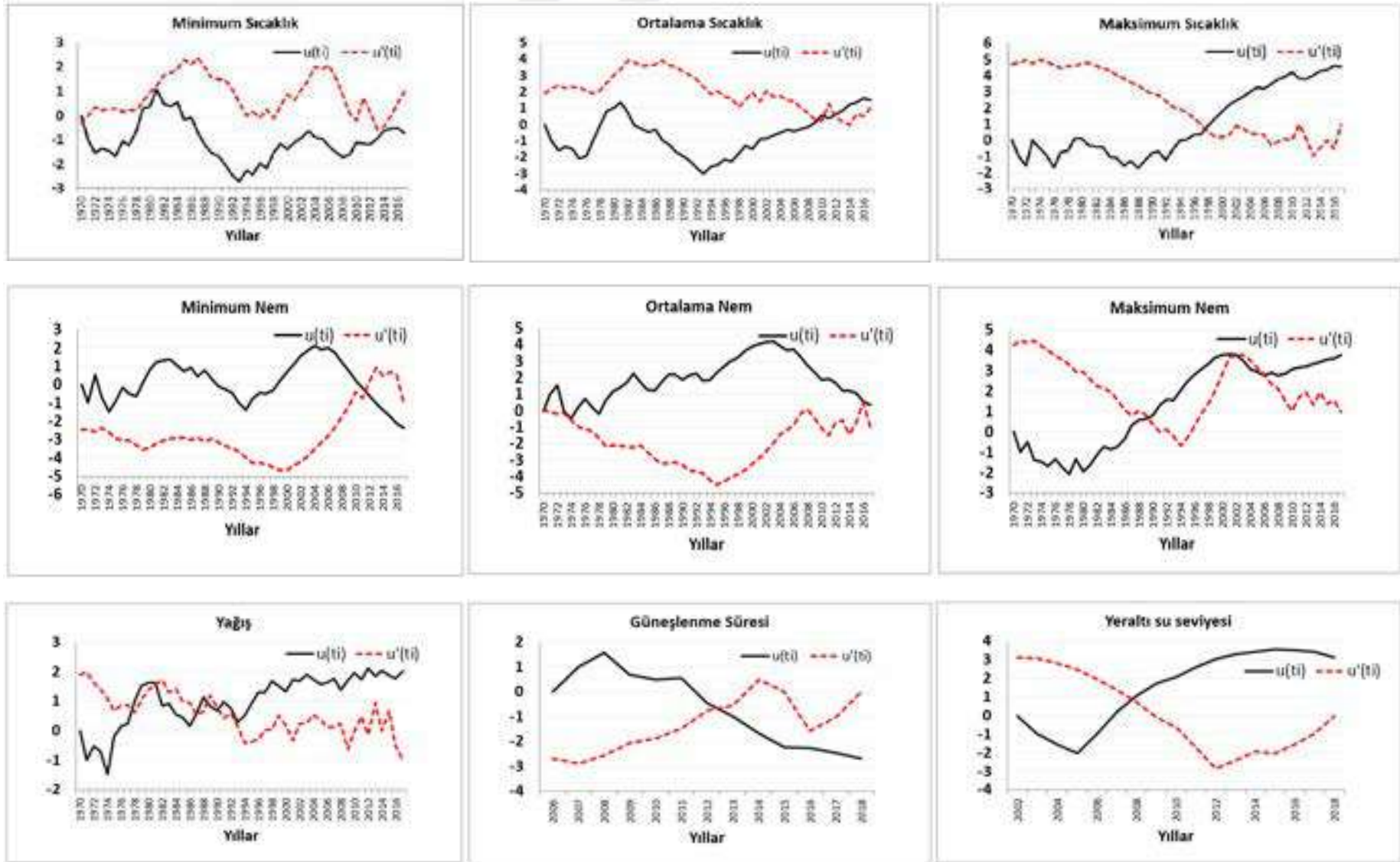
Çizelge 4.99 Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonuçları (Seydişehir istasyonu)

Meteorolojik Veri	n	t	E(t)	VAR(t)	Eğilim	Trend	Trend Yönü	Trend Yılı
Min. sıcaklık	u(t)	49	701	588	3364.67	1.95	YOK	-
	u'(t)	49	475	588	3364.67	-1.95		
Ort. sıcaklık	u(t)	49	813	588	3364.67	3.88	VAR	ARTAN
	u'(t)	49	363	588	3364.67	-3.88		
Maks. sıcaklık	u(t)	49	870	588	3364.67	4.86	VAR	ARTAN
	u'(t)	49	304	588	3364.67	-4.90		
Min. nem	u(t)	49	449	588	3364.67	-2.40	VAR	AZALAN
	u'(t)	49	720	588	3364.67	2.28		
Ort. nem	u(t)	49	597	588	3364.67	0.16	YOK	-
	u'(t)	49	579	588	3364.67	-0.16		
Maks. nem	u(t)	49	609	588	3364.67	0.36	YOK	-
	u'(t)	49	561	588	3364.67	-0.47		
Toplam yağış	u(t)	49	672	588	3364.67	1.45	YOK	-
	u'(t)	49	503	588	3364.67	-1.47		
Güneş. süresi	u(t)	28	180	189	640.50	-0.36	YOK	-
	u'(t)	28	198	189	640.50	0.36		

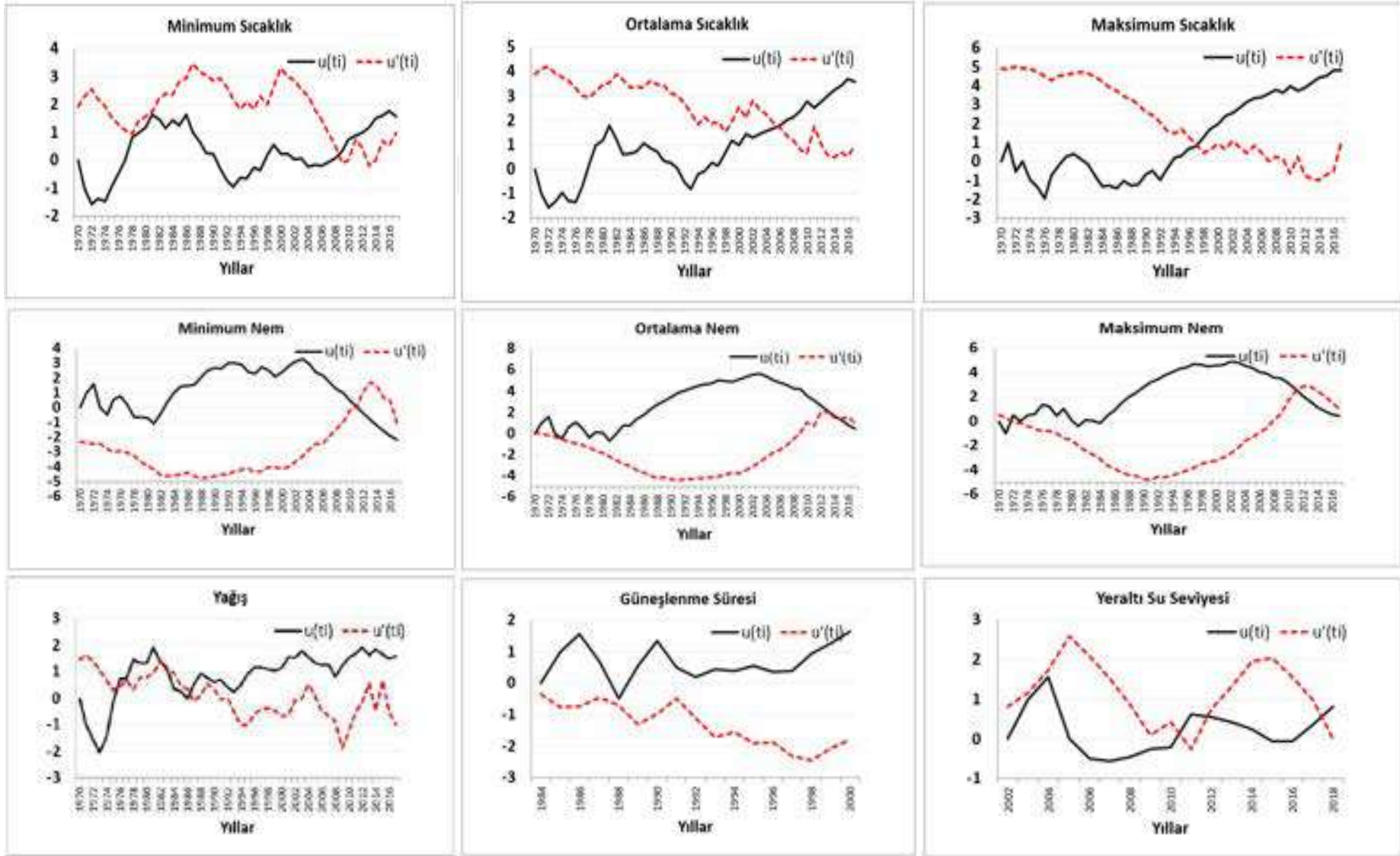
Yeraltı su sev.	u(t)	17	78	68	147.33	0.82	YOK	-	-
	u'(t)	17	58	68	147.33	-0.82			

Beyşehir ve Seydişehir istasyonu Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi yöntemi ile bulunan benzer sonuçlar incelendiğinde maksimum sıcaklık için zamana bağlı olarak trend artan yönde, minimum nem için trend azalan yönde bulunmuştur. Ortalama sıcaklık için zamana bağlı olarak Beyşehir istasyonunda artan veya azalan yönde trend bulunmazken, Seydişehir istasyonunda artan yönde trend bulunmuştur. Diğer meteorolojik ve hidrolojik veriler için Seydişehir istasyonunda artan veya azalan bir trend bulunmamıştır. Beyşehir istasyonunda ise Seydişehir istasyonunda bulunan sonuçlardan farklı olarak maksimum nem ile yeraltı su seviyesinde zamana bağlı artan yönde trend bulunurken, güneşlenme süresi verisinde ise azalan yönde trend bulunmuştur. Minimum sıcaklık, ortalama nem ve toplam yağış verilerinde ise Beyşehir istasyonunda zamana bağlı artan veya azalan yönde bir trend bulunamamıştır.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonundan elde edilen meteorolojik ve hidrolojik verilere göre çizilen aşağıdaki şekillerde gösterilen grafikler üzerinde $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerine ait eğrilerin bir noktada kesiştikten sonra birbirlerinden uzaklaşmaları durumunda zaman serisinde bir trendin olduğu, $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerinin birkaç kez kesişmesi ise seride herhangi bir trend olmadığı sonucuna varılmıştır. Trendin olduğu grafikler üzerinde $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin üst üste gelerek birbirlerinden uzaklaştıkları noktanın x eksenini kestiği yıl değeri, o veriye ait zaman serisinde artış ya da azalan yönünde trendin başladığı yıl olarak belirlenmiştir. Her iki istasyon için trend başlangıç yılları karşılaştırıldığında maksimum sıcaklık için 1997-1998 yılları trend başlangıç yılları, minimumu nem içinde 2011-2012 yılları trend başlangıç yılı olarak belirlenmiştir. Ortalama sıcaklık için sadece Seydişehir istasyonu için trendin başladığı tarih 2006 yılı olarak belirlenmiştir. Beyşehir istasyonundan zamana bağlı gözlemlenen maksimum nem için 1990 yılı, güneşlenme süresi için 2013 yılı ve yeraltı su seviyesi için 2008 yılı trend başlangıç yılları olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.82 Beyşehir istasyonuna ait Mann-Kendall Meritbe Korelasyon testi sonuç grafikleri



Şekil 4.83 Seydişehir istasyonuna ait Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonuç grafikleri

4.5.9 Trend analiz sonuçlarının karşılaştırılması

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı trendlerin belirlenmesinde parametrik olmayan Mann Kendall, Sen'Slope, Spearman'ın Rho ve yenilikçi yöntem olan İnovatif-Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır. Trend tespit edilen gözlemlerde trend başlangıç yılını belirlemek için Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi uygulanmıştır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonundan elde edilen farklı zaman serilerinde artan veya azalan bir trend olup olmadığı farklı trend analiz yöntemleri ile belirlenmiştir. Genel olarak farklı trend analiz yöntemlerine göre elde edilen genel sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.100 ve 4.101'de verilmiştir.

Çizelge 4.100 Beyşehir istasyonu verilerinden bulunan trend analizi karşılaştırmaları

BEYŞEHİR	Mann-Kendall	Sen's Slope	Spearman Rho	Şen Trend	Mann-Kendall M. Korelasyon Testi	
	Trend-Yön	Trend-Yön	Trend-Yön	Trend-Yön	Trend-Yön	Yıl
Minimum sıcaklık	YOK	YOK	YOK	VAR (+)	YOK	-
Ortalama sıcaklık	YOK	YOK	YOK	VAR (+)	YOK	-
Maksimum sıcaklık	VAR (+)	YOK	VAR (+)	VAR (+)	VAR (+)	1998
Minimum nem	VAR (-)	VAR (-)	VAR (-)	VAR (T+)	VAR (-)	2012
Ortalama nem	YOK	YOK	YOK	VAR (T+)	YOK	-
Maksimum nem	VAR (+)	VAR (+)	VAR (+)	VAR (+)	VAR (+)	1990
Toplam yağış	YOK	VAR (+)	YOK	VAR (+)	YOK	-
Güneşlenme süresi	VAR (-)	VAR (-)	VAR (-)	VAR (-)	VAR (-)	2013
Yeraltı su seviyesi	VAR (+)	VAR (+)	VAR (+)	VAR (-)	VAR (+)	2008

(+): artan, (-): azalan, (T+): tekdüze artan, (T-): tekdüze azalan

Beyşehir istasyonu için trend analizlerinden elde edilen sonuçlar genel olarak karşılaştırıldığında Mann Kendall, Sen'Slope, Spearman'ın Rho analizi sonuçlarından elde edilen sonuçlar benzer iken, İnovatif-Şen Trend Belirleme yöntemi ile elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Bu istasyonda gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı trendleri, farklı yöntemlerden elde edilen analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama nem verilerinde zamana bağımlı değişen artan veya azalan bir trendin olmadığı sonucuna varılmıştır. Maksimum sıcaklık, Maksimum nem ve yeraltı su seviyesi verilerinde zamana bağlı artan bir trendin olduğu, minimum nem ile güneşlenme süresi verilerinde ise zamana bağlı azalan bir trendin olduğu yukarıdaki çizelgede elde edilen sonuçlara göre belirlenmiştir.

Çizelge 4.101 Seydişehir istasyonu verilerinden bulunan trend analizi karşılaştırmaları

SEYDİŞEHİR	Mann-Kendall	Sen's Slope	Spearman Rho	Şen Trend	Mann-Kendall M. Korelasyon Testi	
Veri	Trend-Yön	Trend-Yön	Trend-Yön	Trend-Yön	Trend-Yön	Yıl
Minimum sıcaklık	VAR (+)	YOK	YOK	VAR (+)	YOK	-
Ortalama sıcaklık	VAR (+)	YOK	VAR (+)	VAR (+)	VAR (+)	2006
Maksimum sıcaklık	VAR (+)	VAR (+)	VAR (+)	VAR (+)	VAR (+)	1997
Minimum nem	VAR (-)	VAR (-)	VAR (-)	VAR (T+)	VAR (-)	2011
Ortalama nem	YOK	YOK	YOK	VAR (T+)	YOK	-
Maksimum nem	YOK	YOK	YOK	VAR (T+)	YOK	-
Toplam yağış	YOK	VAR (+)	YOK	VAR (+)	YOK	-
Güneşlenme süresi	YOK	VAR (-)	YOK	YOK	YOK	-
Yeraltı su seviyesi	VAR (+)	YOK	YOK	VAR (T-)	YOK	-

(+): artan, (-): azalan, (T+): tekdüze artan, (T-): tekdüze azalan

Seydişehir istasyonunda gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı farklı yöntemlere göre elde edilen trendleri karşılaştırıldığında minimum sıcaklık, ortalama nem, maksimum nem, toplam yağış ve güneşlenme süresi verilerinde genel olarak artan veya azalan bir trend olmadığı sonucuna varılmıştır. Ortalama ve maksimum sıcaklık verilerinde ise artan bir trend, minimum nem verilerinde ise azalan bir trendin olduğu yukarıdaki çizelgede elde edilen sonuçlara göre belirlenmiştir. Ayrıca, her iki istasyon için elde edilen genel sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.102'de verilmiştir.

Çizelge 4.102 Beyşehir ve Seydişehir istasyonu verilerinden bulunan genel trend analizi karşılaştırmaları

Veri	Beyşehir	Seydişehir
Minimum sıcaklık	YOK	YOK
Ortalama sıcaklık	YOK	VAR (+)
Maksimum sıcaklık	VAR (+)	VAR (+)
Minimum nem	VAR (-)	VAR (-)
Ortalama nem	YOK	YOK
Maksimum nem	VAR (+)	YOK
Toplam yağış	YOK	YOK
Güneşlenme süresi	VAR (-)	YOK
Yeraltı su seviyesi	VAR (+)	YOK

KKH içerisinde yer alan BKAH'nda bulunan Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı trendleri genel olarak karşılaştırıldığında birbirine göre benzer yada farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Minimum sıcaklık, ortalama nem ve toplam yağış verilerinde her iki istasyon için trendin varlığından söz edemezken, maksimum sıcaklık verisinde artan yönde trend, minimum nem parametresinde ise azalan yönde trend varlığı tespit edilmiştir. Ortalama sıcaklık için Beyşehir istasyonunda trend tespit edilemezken Seydişehir istasyonunda artan yönde bir trend söz konusudur. Maksimum

nem ve yeraltı su seviye verisi için Beyşehir istasyonunda artan yönde pozitif bir trend söz konusuysen Şeydişehir istasyonu için trend bulunamamıştır. Ayrıca güneşlenme süresi için Beyşehir istasyonu için azalan bir trend gözlemlenirken Seydişehir istasyonu için trendin varlığı tespit edilememiştir.

4.6 BKAH için Uygulanan SWOT Analizi Sonuçları

Sürdürülebilir havza planlaması ve yönetimi, sosyal, ekonomik, çevresel ve çeşitli teknik kriterleri içeren karmaşık ve belirsiz bir olgudur. Küresel ilerlemeye rağmen, yanlış yönetilen yönetim, kötü uygulanan politikalar, uygun veri eksikliği ve su kaynaklarının aşırı kullanımı nedeniyle sürdürülebilirlikle ilgili sorunlar yeterince kapsamlı ele alınmamaktadır. Bu nedenle, havza yönetimi, sınırlı doğal kaynakları koruyarak, şehrin ihtiyaçlarına yetebilen korumacı bir yaklaşımla, çeşitli paydaşların bakış açısını ve sürdürülebilir yönetime ilişkin çelişkili kriterleri göz önünde bulundurarak bütünleştirici ve kapsamlı bir stratejik yaklaşıma ihtiyaç duyar.

Etkili bir karar verme sistemi, çok disiplinli girdileri içerir, bu nedenle grup karar verme en çok arzu edilen ve sağlam bir yaklaşım olarak kabul edilir (Srinivas ve ark.,2018). Tezin son bölümünde, güç-zayıflık-fırsatlar ve tehditler modeli olarak tanımlanan SWOT modeli kullanılarak tez kapsamında havzanın sürdürülebilirliği adına yapılan tüm analiz sonuçlarına ait veriler ile yöre halkı ve uzman görüşlerini bütüncül bir yaklaşımla birleştirerek BKAH'na yönelik etkinliğini göstermek ve sürdürülebilirliği değerlendirmek için bir karar destek çerçevesi geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Oluşturulan SWOT modeli ile sürdürülebilirliği değerlendirmek için yenilikçi ve kapsamlı bir karar-destek çerçevesinin geliştirilmesine yol açan optimal, karamsar ve nominal bakış açılarına ulaşmak için paydaşların çatışmaları ve kesin olmayan verilerle ilgili belirsizlikleri ele alırken aynı anda stratejik alternatifleri ve ilgili öncelik bölgelerini tanımlamaktadır.

Tez kapsamında hazırlan BKAH'na yönelik AKAÖ sınıflandırması, Beyşehir Gölü kıyı değişimlerinin incelenmesi, toprak analizleri (BTG, AKKS, ATS, Erozyon, derinlik vb.), mekânsal analizler (eğim, bakı, yükseklik, ulaşım vb.), AHP yöntemi ile uygulanan optimal tarım arazileri için yer seçim çalışması bölümünde grup paydaş görüşleri alınarak hazırlanan anket çalışma sonuçları, kuraklık analizleri, trend analizlerini içeren tüm analiz sonuçları göz önüne alınarak tamamını kapsayıcı bir

SWOT analizi uygulanmıştır. Bu analiz ile yerel yönetimler ve karar vericilerin stratejik planlamalarında yol gösterici ana unsur olması hedeflenmektedir. Elde edilen tüm altlık veriler ışığında gerçekleştirilen SWOT analizi iç çevre analizi ve dış çevre analizi alt başlığı altında ayrıntılı olarak sunulmuştur.

4.6.1 İç çevre analizi

Bu bölümde iç çevre analizi içerisinde yer alan güçlü ve zayıf yönler Çizelge 4.103 ve 4.104’de sunulmuştur.

Çizelge 4.103 BKAH güçlü yönler faktör analizi

SWOT Matrisi		
SWOT Faktörü	No	Açıklama
Güçlü Yönler (Streng)	S.1.	Göller yöresinin güneydoğusunda kalan Akdeniz Bölgesi olarak ifade edilen bu bölgenin önemli bir geçit noktasında bulunması
	S.2.	Coğrafi konumu sebebiyle ulaşım yönünden çok avantajlı bir konumda bulunmaktadır. Seydişehir-Konya-Isparta ve Antalya il merkezlerine 4 farklı ana yol ile bağlanması (çevre illere çok yakın konumdadır.)
	S.3.	İlçe içerisinde bulunan tüm yerleşim alanları (köyler ve kasabalar) yaz-kış tüm mevsimlerde açık kalabilecek şekilde birbirine bağlı durumda olması
	S.4.	Güney ve batısında Toros sıradağları, doğusunda Erenler, kuzeyinde Sultandağı ile çevrili kapalı bir havza statüsünde olması
	S.5.	Dağların büyük bölümü ormanlık alanlarla ve fundalıklarla kaplı olması (ağaçların büyük bölümü Ardıç, Karaçam, Gökmar, Sedir ve Meşe ağaçlarından oluşmaktadır.)
	S.6.	Erozyon sınıflandırması üzerinden incelendiğinde havzanın %50 sinden fazla bölümünün 1-2 şiddetinde (hiç yok veya çok az-orta) erozyon riskinin bulunması
	S.7.	Eğim sınıflandırması üzerinden incelendiğinde havzanın yaklaşık %48 lik diliminin % 0-2 ve 2-6 eğim sınıfında bulunması (tarım ve hayvancılık için oldukça elverişli mekanlar yaratmaktadır.)
	S.8.	Ova ve platoların büyük alanlara yayılması sayesinde tarım ve hayvancılık yapımına olanak sağlaması
	S.9.	Havzada bulunan topraklar büyük ölçüde verimli alüvyal topraklardan meydana gelmesi
	S.10.	Tarım yapmak için toprakların büyük bölümü kullanışlı durumda olması
	S.11	Türkiye’nin yüzey alanı bakımından üçüncü büyük gölü (yaklaşık 650 km ²)

Güçlü Yönler (Streng)		aynı zamanda içme suyu bakımından incelendiğinde ise en büyük gölü olan Beyşehir Gölü'nün, havza sınırları içerisinde yer alması
	S.12	Gölden hem içme hem de kullanma suyu sağlanması
	S.13	Gölün Ramsar sözleşmesine göre uluslararası öneme sahip bir sulak alan olması
	S.14	Göl kıyısında erozyon miktarının %1 civarında yaşanması
	S.15	Sulak alanlar ve tarımsal faaliyetler için yapılan Seydişehir-Suğla Depolaması isimli projenin faaliyet başlaması ile tarımsal faaliyetlerin gelişmesi adına somut bir mekanizmanın yapılmış olması
	S.16	Bu proje sonrasında tarımsal faaliyetlerde artışlar yaşanması
	S.17	Sulama alt yapısının varlığı
	S.18	Tarımsal üretim bolluğu – ürün çeşitliliği ve yüksek verim alınması
	S.19	Tarımsal faaliyetler için iklimin uygun olması ve özellikle Seydişehir bölgesinin bol yağış alması
	S.20	Havzanın güneşlenme açısı bakımından %49'unun güney bakırlı olması
	S.21	Bölgede hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapılması
	S.22	Göl ve çevresinde balıkçılık yapılması ve sektörel olarak bu iş üzerinden birçok ailenin geçimlerini sağlaması
	S.23	Biy çeşitlilik fazla olması
	S.24	Biyolojik çeşitliliği oluşturan bitki ve hayvan türlerinin tarım, eczacılık, sanayi gibi çok çeşitli alanlarda kullanılması ayrıca bölgede ekonomik getiri sağlayan bir unsuru oluşturması
	S.25	Florasının zenginliği (67 farklı bitki türü çeşitliliği)
	S.26	Endemik canlıların varlığı
	S.27	Kuş türü çeşitliliği
	S.28	Gölün, göçmen kuşlar için iyi bir üreme, beslenme, barınma ve konaklama alanları oluşturması
	S.29	Arıcılık faaliyetleri yapılması
	S.30	Hava kalitesi yönünden iyi durumda olması
S.31	Havzanın nem miktarındaki düşüklük	
S.32	Bölge tarihi açıdan farklı medeniyetlere hizmet vermiş kültür etkenleri yönünden zengin bir bölge olması	

S.33	I., II. ve III. Derece sit alanlarının mevcudiyeti
S.34	Kentsel sit alanlarının varlığı
S.35	Arkeolojik sit alanı varlığı
S.36	Havzanın önemli turizm ve rekreasyon alanlarına sahip olması
S.37	Beyşehir ve Kızıldağ olmak üzere iki ayrı millî parkın mevcudiyeti
S.38	Türkiye’de bulunan 40 milli parkı içerisinde en büyük milli parka sahip olması (Beyşehir milli parkı)
S.39	Yaz-kış her mevsim turizm potansiyeli varlığı
S.40	Uluslararası statüye sahip zengin mağaraların varlığı
S.41	Plaj turizmi
S.42	Bölgede tarihi eserler-kalıntıların bulunması
S.43	Doğal güzellikler, peyzaj zenginliklerinin fazla olması
S.44	Potansiyel göl sularına dayalı sporların icraatına elverişli göl kıyılarının bulunması
S.45	Yaban yaşam alanları - El değmemiş doğal ortamların varlığı
S.46	Su sporu, dağ sporu, av sporu gibi çeşitli spor aktivitelerine imkan ve olanak sağlaması
S.47	Manzara seyir alanlarının bulunması
S.48	Yamaç paraşütü, rüzgar sörfü, mağaracılık yapılabilmesi
S.49	Çadır ve karavan ile kamping hizmeti sağlaması
S.50	Halkın turizm faaliyetlerine katılımı ve yoğun ilgisinin oluşu
S.51	İşgücü potansiyeli varlığı
S.52	Maden açısından zengin-kömür rezervleri-kaolin ve kil rezervleri-krom madeni-mermer yataklarının mevcudiyeti
S.53	Sanayi tesislerinin varlığı
S.54	Selçuk Üniversitesi Turizm Yüksekokulu’nun bölgedeki mevcudiyeti

Çizelge 4.104 BKAH zayıf yönler faktör analizi

SWOT Matrisi		
SWOT Faktörü	No	Açıklama

Zayıf Yönler (Weaknesses)	W.1.	Beyşehir Gölü'nün batı kıyısı boyunca uzanan Anamas Dağları'nın eteğinde bulunan fay zonu sebebiyle faylı bir subsidans havza niteliğinde olması
	W.2.	Gölün güney batısında bulunan düdenler sebebiyle gölün su kaybetmesi
	W.3.	Gölü besleyen kaynakların kuruması ve/veya azalması
	W.4.	Konya ovasına salınan su miktarının fazlalığı
	W.5.	Son 35 yıl içerisinde Beyşehir Gölü yüzey alanında yaşanan 29.8 km ² 'lik azalış
	W.6.	Göl derinliğinde yaşanan azalmalar
	W.7.	Beyşehir Gölü kıyı şeridinde en fazla tespit edilen kıyı sorununun kıyı ilerlemesi olduğu belirlenmiştir
	W.8.	Göl kıyısında yaşanan toplam birikme miktarının 3152 ha, aşınma miktarının ise 41 ha olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanı kıyı değişimlerinde %99 oranında birikmenin yaşanması bölgedeki yüzey suyu miktarında önemli miktarda su çekilmesi yaşandığını ortaya koymaktadır.
	W.9.	Yasal olmayan kuyulardaki (ruhsatsız) artış ve denetimsizlik
	W.10.	Göl çevresindeki sazlıkların özellikle sonbahar aylarında ihraç edilmek suretiyle düzensiz ve orantısız kesilmesi
	W.11.	Tarımsal ilaçların gölü kirletmesi
	W.12.	Kaynak kirliliği nedeniyle göldeki su kalitesinin bozulması
	W.13.	Göl ve çevresinde düzenli ve devamlı ölçümlerin sağlanamaması
	W.14.	Meteorolojik istasyonlardan temin edilen verilerde eksik verilerin varlığı
	W.15.	Kıyı boyunca bataklıkların varlığı
	W.16.	Su seviyesindeki düşüş ve göl kirliliği neticesinde Beyşehir Göl'ünde otrifikasyon oluşumu
	W.17.	Biyocoşunluğun azalmaya geçmesi
	W.18.	Atıklar için yeterli geri dönüşüm faaliyetlerinin ve tesislerinin kurulmaması
	W.19.	Sanayi ve turizm tesisleri için arıtma tesislerinin eksikliği
	W.20.	Artan nüfus miktarı göz önünde tutulduğunda altyapı faaliyetlerinin yetersizliği
	W.21.	Havzada son 35 yıl içerisinde tarım arazileri ve meralarda yaşanan kayıplar
	W.22.	Hayvancılıkta aşırı otlatma sonucu bu alanların zarar görmesi
	W.23.	Son 35 yıl içerisinde yapay yüzeylerin büyük oranda artış göstermesi
	W.24.	Arazi yüzey sıcaklıklarında yaşanan artışlar
	W.25.	LST fark görüntü termal değişim değerlerine göre 1984-2018 yılları arasında havza genelinde ortalama 2-4 °C sıcaklık artışının yaşanması
	W.26.	Havzanın kurak yılları ve mevsimlerinde yaşanan artışlar

Zayıf Yönler (Weaknesses)	W.27	Meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık analiz sonuçlarına dayalı olarak 1985-1990 ve 2000-2006 yılları arasında yaşanan şiddetli kuraklıklar
	W.28	Anıtsal yapılar ve turizm kaynaklarını içeren Bölgesel tanıtımların yetersiz kalması
	W.29	Mağara turizminin yapılamaması
	W.30	Konaklama imkânlarının yetersizliği
	W.31	Yöre halkının işsizlik sıkıntıları
	W.32	Tarım ve hayvancılıkta devlet desteklerinin yeterli gelmemesi
	W.33	İlçe ve diğer belde belediyelerinin bütçe sıkıntısı
	W.34	Kurumlar arası koordinasyon ve iş birliği sağlanamaması
	W.35	Veri şeffaflığı sağlanamaması
	W.36	Havza yönetimine yönelik alınan kusurlu kararlar, denetim eksikliği
	W.37	Yönetimsel açıklıklar
	W.38	Su yetkilileri tarafından optimize edilmemiş kullanım ve yer yer yaşanan fon israfı
	W.39	Havzada su kullanımı başta olmak üzere sınırlı doğal kaynakların etkili ve verimli kullanımı konusunda yöre halkını içeren kullanıcılar arasında farkındalık eksikliği
	W.40	Bölge tanıtımının yeterli düzeyde olmaması

4.6.2 Dış çevre analizi

Bu bölümde dış çevre analizi içerisinde yer alan fırsat ve tehditler çizelge 4.105 ve 4.106'da sunulmuştur.

Çizelge 4.105 BKAH fırsatlar faktör analizi

SWOT Matrisi		
SWOT Faktörü	No	Açıklama
Fırsatlar (Opportunities)	O.1.	Coğrafi konumu sebebiyle Ulaşım yönünden çok avantajlı bir konumda bulunması
	O.2.	Bölge önemli bir geçit noktasında bulunması
	O.3.	Ankara, Antalya gibi büyükşehirlere yakın mesafede olması
	O.4.	Turizm potansiyeli varlığı
	O.5.	Bölgede milli parkların varlığı
	O.6.	Havzada koruma çalışmalarının başlatılmış olması

Fırsatlar (Opportunities)	O.7.	Doğa turizminin yapılması
	O.8.	Yılın tüm aylarında yapılabilecek turistik ve spor aktivitelerine olanak tanınması
	O.9.	Festivallerin düzenlenmesi
	O.10.	Bölgeye yatırımların yapılması
	O.11.	İşgücü potansiyeli
	O.12.	Pazar değeri yüksektir
	O.13.	Tarım hayvancılık gibi gelir elde edilebilecek imkanlar sunması
	O.14.	Seracılık faaliyetlerine devlet desteklerinin artması
	O.15.	Nüfus ve gelişmişlik düzeyine bakımından iyi durumda olması
	O.16.	Beyşehir gölü'nün turizme katkısı
	O.17.	Su ürünlerine uygun habitat sağlanması ve bu sayede nehir ekosisteminin canlandırılması
	O.18.	Gölden hem içme hem de kullanma suyu sağlanması
	O.19.	Sulama alt yapısının varlığı
	O.20.	Ova ve platoların büyük alanlara yayılması sayesinde tarım ve hayvancılık yapımına olanak sağlanması
	O.21.	Havzanın önemli turizm ve rekreasyon alanlarına sahip olması
	O.22.	Uluslararası statüye sahip zengin mağaraların varlığı
	O.23.	Plaj turizmi olanağı
	O.24.	Doğal güzellikler, peyzaj zenginliklerinin fazla olması
	O.25.	Bölgede tarihi eserler-kalıntıların bulunması
	O.26.	Potansiyel göl sularına dayalı sporların icraatına elverişli göl kıyılarının bulunması
	O.27.	Yaban yaşam alanları - El değmemiş doğal ortamların varlığı
	O.28.	Su sporu, dağ sporu, av sporu gibi çeşitli spor aktivitelerine imkan ve olanak sağlanması
	O.29.	Manzara seyir alanlarının bulunması
	O.30.	Yamaç paraşütü, rüzgar sörfü, mağaracılık yapılabilmesi
	O.31.	Çadır ve karavan ile kamping hizmeti sağlanması
	O.32.	Üniversite gibi eğitim ve ar-ge kurumlarının bölge üzerinde uyguladığı ve henüz yürüttüğü projelerle desteklenmesi ve geliştirilmesi

	O.33.	Koruma çalışmaları başta olmak üzere doğal kaynakların israfına yönelik halkın giderek bilinçlenmesi
--	--------------	--

Çizelge 4.106 BKAH tehditler faktör analizi

SWOT Matrisi		
SWOT Faktörü	No	Açıklama
Tehditler (Threats)	T.1.	Gölden sulama amaçlı orantısız su çekilmesi
	T.2.	Vahşi sulamaların yapılması
	T.3.	Göl seviyesinde yaşanan azalma
	T.4.	Yer altı su seviyelerinde yaşanan azalma
	T.5.	Gölü besleyen kaynakların azalması veya kurumması
	T.6.	Gölün güney batısında bulunan düdenler sebebiyle gölün su kaybetmesi
	T.7.	Göl yüzey alanında yaşanan azalma
	T.8.	Özellikle gölün güney batı kesimindeki yaşanan kıyı birikmesinin fazlalığı
	T.9.	Göl kıyısında yaşanan toplam birikme miktarının 3152 ha, aşınma miktarının ise 41 ha olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanı kıyı değişimlerinde %99 oranında birikmenin yaşanması bölgedeki yüzey suyu miktarında önemli miktarda su çekilmesi yaşandığını ortaya koymaktadır.
	T.10.	Gölden kum çekilmesi
	T.11.	Yasal olmayan kuyulardaki (ruhsatsız) artış ve denetimsizlik
	T.12.	Atıklar sonucu göl kirlilik seviyesinin artması
	T.13.	Kıyı boyunca bataklıkların varlığı
	T.14.	Kaynak kirliliği nedeniyle göldeki su kalitesinin bozulması
	T.15.	Su seviyesindeki düşüş ve göl kirliliği neticesinde Beyşehir Göl'ünde otrifikasyon oluşumu
	T.16.	Göl çevresindeki sazlıkların özellikle sonbahar aylarında ihraç edilmek suretiyle düzensiz ve orantısız kesilmesi
	T.17.	Son 35 yıl içerisinde yapay yüzeylerin büyük oranda artış göstermesi
	T.18.	Havzada son 35 yıl içerisinde tarım arazileri ve meralarda yaşanan kayıplar
	T.19.	Hayvancılıkta aşırı otlatma sonucu bu alanların zarar görmesi
	T.20.	Kaçak balık avlanması/ aşırı avlanma göl ekosistemini olumsuz yönde etkilemesi
	T.21.	Biyocoşetlilikte yaşanan azalma
	T.22.	Kanalizasyon atıkları, tekstil/silah vb fabrika atıklarının yarattığı çevre kirliliği

Tehditler (Threats)	T.23	Kıyı koruma bölgelerinde tesislerin kurulumu
	T.24	Kaçak kazılar ile havzada yaratılan tahribatlar
	T.25	Sulu tarım yatırımlarının fazla olması
	T.26	Yanlış tarımsal ilaçlamalar
	T.27	Sanayi ve turizm tesisleri için arıtma tesislerinin eksikliği
	T.28	Artan nüfus mşktarı göz önünde tutulduğunda altyapı faaliyetlerinin yetersizliği
	T.29	Yöre halkının çevre hakkında yeteri kadar bilinçlendirilememesi
	T.30	Havzaya özgü akademik çalışmaların sınırlı sayıda kalması
	T.31	İklim değişikliği / Küresel ısınmanın havza üzerindeki etkileri
	T.32	Yağış ve sıcaklıklarda yaşanan ani değişimler
	T.33	Arazi yüzey sıcaklıklarının her geçen gün artması (son 35 sene içerisinde havza genelinde ortalama 2-4 °C sıcaklık artışının yaşanması)
	T.34	Kuraklıkların artması
	T.35	Anız yakılması
	T.36	Anamas dağlarının eteğinde bulunan fay zonu mevcudiyeti
T.37	Yöre halkının farklı sektörlerde çalışma amacıyla veya diğer sebeplerden dolayı ilçeden göç etmesi	

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Uygulanan tez çalışması kapsamında 1984-2018 yıllarını kapsayan 35 yıllık süreçte UA ve CBS tekniklerinden faydalanılarak KKH alt havzası olan BKAH'na ait arazilerin sürdürülebilir yönetimi için iklim değişikliği etkenleri ve buna bağlı olarak AKAÖ değişiklikleri araştırılmıştır. Bu amaçla 1984, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012, 2018 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri, yersel ölçümlerden elde edilen çeşitli veriler, meteorolojik istasyonlardan elde edilen sıcaklık, yağış, nem gibi çeşitli parametreler, yer altı su seviyesi verileri ve sayısal haritalar gibi diğer mekânsal altlık veriler kullanılarak havzaya ait AKAÖ değişiklikleri ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu ilişkinin değerlendirilmesi için hazırlanan tez çalışması, toplam 6 farklı odak konusu üzerine tasarlanarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Tez kapsamında ilk olarak BKAH'na ait AKAÖ'deki zamansal değişiminin uydu görüntüleri ile uzun periyotta (1985-2018) incelenmiş daha sonraki bölümde Beyşehir Gölü kıyı sınır oransal değişimlerinin DSAS tekniği ile zamansal ve geometrik olarak ile uzun periyotta (1985-2018) incelenmiş devamındaki bölümde havzanın sürdürülebilir yönetimi için ÇKKDS'nden faydalanarak arazi kullanımı uygunluk analizleri gerçekleştirilmiş, dördüncü bölümünde Beyşehir Gölü ve çevresini kapsayan havza alanına ait uydu görüntüleri ve meteorolojik istasyonlardan elde edilen sıcaklık ve yağış parametreleri kullanılarak uzun periyotta (1970-2018) meteorolojik ve uydu tabanlı kuraklık analizleri gerçekleştirilmiş ve devamı olan beşinci bölümde farklı meteorolojik parametreler ve yer altı su seviyesi değişim verileri kullanılarak gerçekleştirilen trend analizleri ile havzanın uzun periyotta (1970-2018) iklimsel parametrelerin eğilimlerinin tespit edilmiş ve buradan elde edilen sonuçlar, AKAÖ değişim verileri ve LST fark görüntüleri ile ilişkilendirilmiştir. Çalışmanın altıncı ve son bölümünde ise havzanın sürdürülebilirliği adına yapılan tüm analiz sonuçlarına ait veriler, yöre halkı ve uzman görüşleri bütüncül bir yaklaşımla birleştirilerek BKAH'na yönelik etkinliğini göstermek ve sürdürülebilirliği değerlendirmek için bir karar destek çerçevesi geliştirilmesi amaçlanmıştır ve havza geneli için SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. Tüm bölümlerden elde edilen sonuçlar maddeler halinde aşağıda açıklanmıştır.

AKAÖ'deki zamansal değişim incelenmesi için öncelikli olarak gerçekleştirilen sınıflandırma yöntemi ve parametre seçim çalışması sınıflandırmanın gerçeği yansıtması

adına oldukça önemli bir odak konusu olmuştur. Çalışmada, 2006 yılına ait ön işleme işlemi gerçekleştirilmiş Landsat TM uydu görüntüsü üzerinden piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri olan K-Means, MLC, NNA algoritmaları ve SVM algoritmaları içerisinde birbirinden farklı olarak 4 farklı kernel fonksiyon (Radyal, Lineer, Polinomal ve Sigmoid) ve farklı parametre setleri (Polinom derecesi, Hata parametresi, Bias ve Gamma değeri) kullanılarak toplam 75 adet farklı algoritmanın sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Sınıflandırma sonucuna ait genel doğruluk yüzdeleri incelendiğinde;

- En yüksek doğruluğu SVM sınıflandırıcısına ait Polinomal kernel fonksiyonu ve alt parametreleri: Polinom:6, Bias değeri:5 Gamma değeri:0.167 ve hata parametresi:800 değeri kullanılarak gerçekleştirilen sınıflandırma işlemi ile en yüksek doğruluk değerine ulaşılmıştır. Uygulanan sınıflandırma yöntemi için Genel doğruluk % 83.81 ve kappa değeri 0.7949 bulunmuştur ve geri kalan tüm sınıflandırma işlemi bu algoritma ve parametre seti ile gerçekleştirilmiştir.

AKAÖ'ne yönelik gerçekleştirilen SVM sınıflandırma sonuçları değerlendirildiğinde;

- 2018 yılına ait yapay yüzey dokusunun %14'lük kısmının verimli tarım alanlarından ve %20'lik kısmının orman ve yarı doğal alanlardan elde edildiği tespit edilmiştir. Genel olarak tüm analizler incelendiğinde 1984-2018 yıllarını kapsayan 35 yıllık zaman periyodunda; Yapay yüzeylerin % 418 arttığı buna karşın ekilebilir tarım alanlarının ve meraların % 14 azaldığı orman ve yarı doğal alanların (çıplak arazi de dahil olmak üzere) % 4 arttığı kıyılarda bulunan kıyusal sulak alanların % 6 oranında arttığı ve bölgedeki su yapısının ise 2003 yılına kadar azalan bir istatistik gösterirken 2003 yılında kurulan Suğla Barajı ile birlikte su yapısının yüzey alanının % 3 arttığı tespit edilmiştir.
- Su yapısındaki % 3'lük artışın sebebine ek olarak kıyı değişiminde meydana gelen güney ve doğu cephesindeki gerilemede suyun yüzey alanı tespitinde artışa sebep vermiştir. Su yapısındaki gerçek değişimi görebilmek için suyun hacimsel değişimi incelenmelidir. Özellikle Beyşehir gölü'nden yapılan su salınım miktarı ve gölü besleyen kaynaklardan gelen su miktarı gibi göle giriş- çıkış yapan tüm su kütlelerinin hacimsel değerlerinin birada

hesaplanarak bir rapor tutulması sonuçları yansıtmada çok daha etkili ve doğru bir araç olacağı düşünülmektedir.

- Yapılan istatistiklerden yola çıkarak şehirleşmenin hızla artarken tamamen tarımsal faaliyetlere elverişli arazilerin azalması ekosistemi olumsuz etkilemektedir. Bunun dışında sulak alanlar ve tarımsal faaliyetler için yapılan Suğla depolama alanı ile AKAÖ için somut bir mekanizmanın yapılmış olması sürdürülebilirlik bakımından havzada olumlu sonuçlar yarattığı gözlemlenmiştir.

Uluslararası önemli statüde bulunan Beyşehir Gölü kıyı çizgisine ait zamansal ve geometrik değişimlerin belirlenmesi tez çalışmasının bir diğer önemli odak konusunu oluşturmaktadır. Çalışmada uzun dönemli kıyı değişim hareketlerinin belirlenmesi ve analiz işlemlerinde DSAS yazılım aracı kullanılmıştır. 1984-2018 yılları arasında geçen 35 yıllık süreçte 7 adet uydu görüntüsü (yaklaşık her 5 yılda bir olacak şekilde) analiz edilerek kıyı değişim hareketleri incelenmiş ve riskli bölgeler belirlenmiştir.

Kıyı değişimine yönelik yapılan analizlerden SCE yöntemi sonuçları değerlendirildiğinde;

- 1984-2018 yılları arasındaki SCE yöntemine ait değişim sonuçları ve grafikleri incelendiğinde, I. bölge olan Beyşehir Gölü'nün Kuzey-batı aksındaki en büyük değişim 693 nolu transekt üzerinde 655.41 m'lik deniz yönündeki ilerlemedir. II. bölge olan Kuzey-doğu aksında meydana gelen en büyük değişim 137 nolu transekt üzerinde 879.52 m'lik deniz yönündeki ilerlemedir, III. bölge olan Güney-doğu aksında meydana gelen en büyük değişim 465 nolu transekt üzerinde 1142.3 m'lik deniz yönündeki ilerlemedir ve IV. bölge olan Güney-batı aksında meydana gelen en büyük değişim 837 nolu transekt üzerinde 2304.52'lik deniz yönündeki değişim olarak tespit edilmiştir.
- Genel olarak SCE yöntemi ile gerçekleştirilen tüm değişimler incelendiğinde en az değişim Kuzey-batı aksında en büyük değişimin ise Güney-batı aksında meydana geldiği görülmektedir. Bunun ana sebebi bölgenin topografyasından kaynaklanmaktadır. Beyşehir Gölü ve çevresinin topografyası incelendiğinde en az değişimin yaşandığı I. bölge kıyı hattının hemen kenarında Dedegöl Dağı yamaçlarına konumlandığı görülmektedir. Bu da kıyı ilerlemesinin önüne geçmiştir. En büyük değişimin yaşandığı IV. bölgede ise hem arazinin eğimi hem de bölgenin çevresinde bulunan yoğun

kıyasal sulak alanların (bataklık vs.) varlığı arazi ilerlemesinin en çok yaşanmasına sebebiyet vermiştir.

Kıyı değişimine yönelik yapılan analizlerden EPR ve LRR yöntemi sonuçları değerlendirildiğinde;

- Her iki yöntemin de standart sapma miktarları ve yapılan regresyon analizi sonucunda % 92 oranında benzerlik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.
- I. bölgede (kuzey-batı aksı) 45 km'lik kıyı şeridi boyunca 849 adet transekt ile mean shoreline change rate 1.88 m/yıl (ortalama 65.65 m kıyı ilerlemesi) ile birikme eğilimli olduğu sonucuna varılmıştır. Burada ortalama kıyı erozyon oranı -0.79 m/yıl (-36.76 m) ile kıyı hattının % 34'ünü kapsamaktadır. Kıyı birikme oranı +3.27 m/yıl (136.1 m) ile kıyı hattının % 66'sını kapsamaktadır. Bölgede negatif değişim hareketleri pozitif değişim hareketlerine göre daha az yaşanmıştır. Bunun sebebi kuzey-batı aksı kıyı hattının neredeyse tamamını kapsayan yamaç dağlık kesim olan Kızıldağ Milli Parkı'nın varlığı kıyı erozyonunun önüne geçmiştir.
- II. Bölgede (kuzey-doğu aksı) 39 km'lik kıyı şeridi boyunca 737 adet transekt ile mean shoreline change rate 4.74 m/yıl (ortalama 126.5 m kıyı ilerlemesi) ile birikme eğilimli olduğu sonucuna varılmıştır. Burada ortalama kıyı erozyon oranı -0.53 m/yıl ile kıyı hattının % 6.5'ini kapsamaktadır. Kıyı birikme oranı 5.11 m/yıl ile kıyı hattının % 93.5'ini kapsamaktadır. Bölgede negatif değişim hareketleri pozitif değişim hareketlerine göre daha az yaşanmıştır.
- III. Bölgede (güney-doğu aksı) 44 km'lik kıyı şeridi boyunca 843 adet transekt ile mean shoreline change rate 4.77 m/yıl (ortalama 149.31 m kıyı ilerlemesi) ile birikme eğilimli olduğu sonucuna varılmıştır. Burada ortalama kıyı erozyon oranı -1.89 m/yıl (-130.31 m) ile kıyı hattının % 6.5'ini kapsamaktadır. Kıyı birikme oranı +5.23 m/yıl (174.63 m) ile kıyı hattının % 93.5'ini kapsamaktadır.
- IV. Bölgede (güney-batı aksı) 48 km'lik kıyı şeridi boyunca 911 adet transekt ile mean shoreline change rate -3.49 m/yıl (ortalama -154.11 m kıyı çekilmesi) ile erozyon eğilimli olduğu sonucuna varılmıştır. Beyşehir Gölü'nde gerçekleşen en büyük değişim bu bölgede gözlemlenmiştir. Burada ortalama kıyı erozyon oranı -12.90 m/yıl (-407.41 m) ile kıyı hattının %

36.5'ini kapsamaktadır. Kıyı birikme oranı +1.92 m/yıl (71.4 m) ile kıyı hattının % 63.5'ini kapsamaktadır.

Yapılan tüm analizler sonucunda kıyı erozyon ve birikim gibi kıyı şeridinde yaşanan değişim hareketlerinin Beyşehir Gölü'nün kuzey-batı, güney-batı ve güney-doğu akslarında bulunan kıyı lagünlerinde morfolojik değişiklikler olduğu tespit edilmiştir. Tüm bölgelerde en fazla tespit edilen kıyı sorununun kıyı ilerlemesi olduğu belirlenmiştir. Bunun temel sebepleri iklimsel faktörler sonucu yağış ve sıcaklıklardaki ani değişimler ve bunun bir getirisi olarak kuraklık dalgalarının artması, gölü besleyen akarsu ve çayların büyük bir bölümünün kurumması gibi doğal faktörler ile aynı zamanda çalışma alanı yerleşme alanlarının giderek artması, artan tarımsal sulama faaliyetleri ve bilinçsiz su kullanımı, artan evsel ve sanayi atıklarının göle deşarjı sonucu oluşan kirlilik, gölde bulunun biyolojik çeşitliliğin azalması gibi insan kaynaklı sebepler gösterilebilir.

Beyşehir Gölü kıyı sınır çizgisinde yaşanan aşınma ve birikme miktarları incelendiğinde:

- 1984 yılından itibaren başlayarak 2018 yılına kadar geçen 35 yıllık zaman periyodunda aşınma ve birikmedeki toplam değişim miktarları kıyı morfolojisindeki değişimi anlamada önemli bilgiler ortaya çıkarmıştır. Göl kıyısında yaşanan toplam birikme miktarının 3152 ha, aşınma miktarının ise 41 ha olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanı kıyı değişimlerinde % 99 oranında birikmenin yaşanması bölgedeki yüzey suyu miktarında önemli miktarda su çekilmesi yaşandığını ortaya koymaktadır.

Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde Beyşehir Gölü 35 yıllık periyotta (1984-2018) fiziksel, iklimsel ve beşeri faktörlerin etkisi ile kıyı şeridinde erozyon ve birikme gibi çeşitli değişimlere maruz kalmıştır. Bu etkilerin azaltılması için çalışma alanındaki mevcut ve sınırlı arazi kaynaklarının korunması ve idaresi için yerel yönetimin mevcut politikalarının gözden geçirilmesi ve bu anlamda daha kapsamlı bir planlama faaliyetleri hazırlanması gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerde kıyı alanları yönetimiyle ilgili tüm yasal mevzuatlar ,yapılan analizler ve sorgulama işlemleri CBS ve UA teknolojileri ile yapılmaktadır. Bu sayede bir yandan doğal yapı sürdürülebilir bir şekilde planlanırken; uzun vadeli planlarda sosyo-ekonomik yapı da sürdürülebilir bir şekilde geliştirilmiş olmaktadır.

Bu araştırmanın sonuçları aynı zamanda CBS ye entegre bir araç olan DSAS'ın kıyı şeridinin konumu ve kıyı şeridi geometrisindeki değişikliklerin; erozyon ve birikim

alanlarının tanımlanması konusunda kıyı şeritlerinin morfodinamik davranışı hakkında değerli bilgiler verebileceğini göstermiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan Landsat uydu görüntüleri orta uzamsal çözünürlüğe sahip görüntülerdir ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü sınıfında değildir. Bu sebeple kıyı çizgisi değişimlerinde hata payını en aza indirmek için yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanılması gerekmektedir.

Sürdürülebilir arazi yönetiminde sınırlı doğal kaynaklarının verimli kullanımı açısından üzerinde durulması gereken bir diğer odak konusu ise arazilerin potansiyellerine uygun olarak en optimal şekilde kullanılması ve geleceğe dönük planlanması üzerinedir.

BKAH yoğun olarak tarımın yapıldığı bir bölge olduğu için tarım arazilerinin optimal kullanımı ve yer seçimi çalışması için gerçekleştirilen uygunluk analizi sonuçları değerlendirildiğinde:

- Çalışmada üretilen AKAÖ uygunluk haritasına göre, 7329 km² havza alanının 1097 km²'lik (% 14.84) alanının tarımsal üretim için yüksek derecede uygun, 1107 km²'lik (% 14.98) alanının orta derecede uygun, 1149 km²'lik (% 15.54) alanın ise düşük derecede uygun olduğu, 2633 km²'lik (% 35.62) alanın tarımsal üretim için uygun olmadığı, 1405 km²'lik (% 19.00) alanın ise tamamen uygun olmayan alan olduğu belirlenmiştir.
- Havza alanına ait CORINE 2018 AKAÖ verileri incelendiğinde, 7391 km² havza alanına sahip uygulama alanının % 38'lik bölümünü oluşturan 2807 km² alanın tarım arazisi olarak kullanıldığı belirlenmiştir.
- Yapılan analiz sonuçları CORINE 2018 yılı AKAÖ verileri ile karşılaştırıldığında 1097 km²'lik yüksek derecede uygun alanların %94.35 (1035km²)'lik kısmının tarım amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Tarım dışı kullanılan 62 km²'lik alanda ise orman ve otsu bitkiler sınıfı (%2.91) ve şehirleşme sebebiyle oluşan yapay yüzeylerin (%2.09) bulunduğu tespit edilmiştir.
- 1107 km²'lik orta derecede uygun alanların %69.11 (765km²)'lik kısmının tarım amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Tarım dışı kullanılan 342 km²'lik alanda ise yapay yüzeyler (%2.53), Orman ve otsu bitkiler (%24.83), çıplak alan/kayalık (%3.52) alan sınıfının bulunduğu belirlenmiştir.

- 1149 km²'lik düşük derecede uygun alanların %27.29 (313 km²)'lik kısmının tarım amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Tarım dışı kullanılan 835 km²'lik alanda ise yapay yüzeyler (% 1.81), Orman ve otsu bitkiler (48.56), çıplak alan/kayalık (%9.07), kıyı ve su yapıları (% 3.26) alan sınıfının bulunduğu belirlenmiştir.
- Tarım için uygun olmayan 2633 km²'lik alan üzerinde % 7.27 (191.39 km²)'lik kısmının tarım amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir. Tarım için tamamen uygun olmayan 1405 km²'lik alan üzerinde ise sadece % 0.73 (10.26 km²)'lik küçük bir alanda tarımsal üretim yapıldığı tespit edilmiştir.

Genel olarak tüm analiz sonuçlarına bakıldığında mevcut arazi kullanımında % 90 oranında doğru ve nitelikli tarım yapıldığı belirlenmiştir. Burada %90 oranında arazinin etkin ve verimli kullanılmasında, 1999 yılında yapımına karar verilen Beyşehir ve Apa Barajlarından su salınımına destek vermek ve Konya-Çumra projelerine su sağlamak için DSİ tarafından 2003 yılında projesi tamamlanan Suğla depolama gölünün oluşturulması son derece etkili olmuştur.

Suğla depolamasının en büyük avantajı, tarımsal arazilere su sağlamak amacıyla oluşturulmasıdır. Havzanın güneybatı kesiminde yer alan (Seydişehir ilçesinde bulunan) gölün kuruyan alüvyonlu göl tabanı ve çevresi düzenlenerek iyi ve nitelikli bir tarım alanı oluşturulmuştur. Gölün tek dezavantajı bol yağış aldığı mevsimlerde göl araziden tarım arazisine çevrilen tarım alanlarında taşkınlar yaşanması sebebiyle tarım arazisine zarar vermesidir.

Ülkemizde alan kullanımına yönelik karşılaşılan en büyük problemin planlama aşamasında yaşandığı görülmektedir. Alan kullanımında yapılan planlamalarda bilimsel ve teknik kriterler dikkate alınarak uzman görüşlerine başvurulmalıdır. Bu görüşler temel alınarak uygun alan kullanım planlamaları ve politikalar hazırlanmalıdır. Eğimli, sığ toprakları tarım alanı kullanarak ya da birinci sınıf arazi kullanım sınıfına sahip tarım toprakları üzerine yapılan sırf rant sağlamak amaçlı imar planlarının oluşturulması sınırlı doğal kaynaklarımızda geri dönüşü olmayan ekolojik bozulma sürecini de beraberinde getirmektedir. Bu sebeple uygun alan planlamaları yapılırken yerel yönetimler ve paydaşlar arasında koordinasyon oluşturularak etkili bir mekanizma geliştirilmelidir.

Ayrıca yanlış alan kullanımlarına yönelik halkın daha da bilinçlenmesi sağlanmalıdır. Ayrıca bu kapsamda havzaya yönelik daha detaylı araştırmaların

yapılması gerektiği ortadadır. Böyle bir çalışma aynı zamanda yerel yönetimlerce alınacak karar ve politikalar adına ve bölgede yapılacak diğer çalışmalarda dikkate alınacak altlık bir envanter olduğu düşünülmektedir.

Tez çalışmasının dördüncü bölümü ve beşinci bölümlerinde ise havzaya ait AKAÖ ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkinin ortaya konulması için kuraklık ve trend analizleri gerçekleştirilmiştir.

Kuraklık analizinde meteorolojik ve uydu tabanlı olmak üzere iki farklı analiz türü kullanılmış ve her iki yöntemden elde edilen sonuçlar birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bu sayede kuraklık sonuçlarını değerlendirmede daha kapsamlı ve gerçekçi bir yaklaşım sunulduğu düşünülmektedir.

Meteorolojik tabanlı kuraklık analizi için SPI, PNI, DI, CZI, MCZI, RAI ve ZSI kuraklık izleme yöntemleri kullanılmıştır. Her bir yöntem sonuçları ayrıca birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen kuraklık sonuçları aylık, mevsimlik ve yıllık olarak ayrı ayrı irdelenmiştir.

Aylık kuraklık analizi sonuçları için, 7 farklı kuraklık analiz yöntemleri ile 1970-2018 yılları arasında toplam 588 (49 (yıl) x 12 (ay) = 588) aylık yağış verisi ile her yöntem için kuraklık indeksleri Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için hesaplanmıştır ve kuraklık kategorilerine göre kategorize edilmiştir.

- Aylık kuraklık analizi sonuçları 1970-2018 yılları arası kuraklık kategorilerine göre her iki istasyondan farklı yöntemler için bulunan kuraklık dönemi yüzdeleri birbirine yakın iken, yöntemlerden bulunan kuraklık dönem yüzdeleri ise farklılaşmaktadır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan aylık kuraklık dönemine ait durum yüzdesi en fazla PNI yöntemi ile en az ise MCZI yöntemi ile bulunmuştur. PNI indeksine göre Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için %40'lık kurak dönem geri kalan ise normal ve nemli dönem olarak oransal dağım göstermektedir. MCZI indeksi ise %7'lik kurak dönem geri kalan ise normal ve nemli dönem olarak oransal dağım gösterdiği belirlenmiştir. Kurak dönem CZI için %14, DI için %30, RAI için %40, ZSI için ise %35 oranındadır.
- Meteorolojik tabanlı kuraklık belirleme için literatürde en çok kullanılan SPI yönteminde, 1970-2018 yılları arasında hesaplanan kuraklık indekslerinin Beyşehir istasyonu için %16.16'sı, Seydişehir istasyonu için %14.12'si kuraklık dönemi içerisinde yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre,

belirtilen yıllar arasında Beyşehir ve çevresinin, Seydişehir ve çevresine göre biraz daha kurak geçtiği belirlenmiştir.

Mevsimsel kuraklık analizi sonuçları için kullanılan 7 farklı kuraklık analiz yönteminden yağışa dayalı SPI, PN, DI kuraklık izleme yöntemleri seçilerek meteorolojik mevsimsel kuraklık analizleri gerçekleştirilmiştir. KKH'nda yer alan Beyşehir ve Seydişehir Meteorolojik istasyonlarından elde edilen 1970-2018 yıllarına ait aylardan hesaplanan mevsimsel yağış verileri ile kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için toplamda 49 (1970 ile 2018 yılları arası) yıl için kuraklık indeksleri hesaplanmıştır ve kuraklık kategorilerine göre kategorize edilmiştir.

- 1970-2018 yılları arası kuraklık kategorilerine göre her iki istasyondan her yöntem için bulunan kuraklık dönemi yüzdeleri, birbirine yakın iken, yöntemlerden bulunan kuraklık dönem yüzdeleri ise farklılaşmaktadır.
- Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan mevsimsel kuraklık dönemine ait durum yüzdesi en fazla DI yöntemi ile en az ise SPI yöntemi ile bulunmuştur. DI indeksine göre Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarında tüm mevsimler için %30'luk kurak dönem geri kalan ise normal ve nemli dönem olarak oransal dağılım göstermektedir. Beyşehir istasyonu için PNI indeksine göre kış mevsiminde %24, İlkbahar mevsiminde %12, Yaz mevsiminde %34 ve sonbahar mevsiminde %26'lık kurak dönem geri kalan ise normal ve nemli dönem olarak oransal dağılım gösterdiği belirlenmiştir.
- Beyşehir istasyonu için kış ve ilkbahar mevsimlerinde %18.4 oranında kuraklık yaşanırken yaz mevsimi için %12.2 ve sonbahar mevsimi için ise %16.3'lük kurak dönem yaşandığı tespit edilmiştir. Seydişehir istasyonu için ise kış ve yaz mevsimi %16.3, ilkbahar ve sonbahar mevsimi %20.4'lük kurak dönem yaşandığı tespit edilmiştir.

Yıllık kuraklık analizi sonuçları için, 7 farklı kuraklık analiz yöntemi ile 1970-2018 yılları arasında toplam 49 yıl için her yıla ait aylardaki yağış verilerin ortalamasından hesaplanan ortalama yıllık yağış verisi ile her yöntem için kuraklık indeksleri Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonları için hesaplanmıştır ve kuraklık kategorilerine göre kategorize edilmiştir.

- Kuraklık kategorilerine göre her iki istasyondan 7 farklı yöntem için bulunan yıllık kuraklık dönemi yüzdeleri SPI, CZI ve MCZI için aynı çıkarken, diğer

yöntemlerden bulunan yıllık kuraklık dönem yüzdeleri ise birbirinden farklılaşmaktadır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan yıllık kuraklık dönemine ait durum yüzdesi, Beyşehir için en fazla DI yöntemi ile Seydişehir için en fazla RAI yöntemi ile bulunmuştur. Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için kuraklık durum yüzdeleri en az ise SPI ve CZI yöntemi ile bulunmuştur.

- SPI yöntemi sonuçları değerlendirildiğinde, 1970-2018 yılları arasında hesaplanan kuraklık indekslerinin Beyşehir istasyonu ve Seydişehir istasyonu için %18,37'si kuraklık dönemi içerisinde yer almaktadır. Geri kalan % 81.63'ü ise normal ve nemli dönemi kapsayan yılları kapsamaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, 1970-2018 yılları arasında hesaplanan kuraklık indekslerine göre Beyşehir ve Seydişehir çevresinin benzer veya birbirine yakın sayıda yöntemle göre değişen yıllık kuraklık dönemleri yaşadığı belirlenmiştir.

Ayrıca, Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarına ait 1970-2018 yılları arasındaki ortalama yıllık yağış verilerinden farklı kuraklık analiz yöntemleri kullanılarak meteorolojik kuraklıklar için değerlendirmeler yapılmıştır.

- 1970-2018 yılları arasında toplam 49 yıllık kuraklık periyotları incelendiğinde 1971-1974 yılları arası ve 1982, 1984, 1986 ve 2008 yıllarında her iki istasyonda kuraklığın fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca 2000-2005 yılları arası ve 2015-2018 yılları arası genel olarak farklı yöntemlerden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında her iki istasyon için bu periyotlarda kuraklığın yaşanmadığı sonucuna varılmıştır. 1989 yılı için Beyşehir istasyonunda kuraklık durumu varken Seydişehir istasyonu için kuraklık durumu yoktur. Bunlardan başka, Beyşehir istasyonunda 1989 ve 1993 yılları kuraklık dönemi olarak tespit edilirken Seydişehir istasyonunda ise 1992 yılı kuraklık dönemi olarak tespit edilmiştir.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen yıllık toplam yağış verilerinden farklı kuraklık analiz yöntemlerince elde edilen kuraklık indeksleri arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünü belirlemek için Spearman's Rho korelasyon analizi yapılmıştır. Farklı yöntemlerce elde edilen kuraklık indeksleri arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünü gösteren sonuçlar incelendiğinde;

- Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için elde edilen kuraklık indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğu

görülmektedir. Korelasyon katsayıları, kuraklık indeksleri arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve miktarını ölçen +1'e yakın değerlerden oluşmaktadır. Genel olarak 1970-2018 yılları arasında farklı yöntemlere göre bulunan kuraklık indekslerinden biri artarken diğerleri de artmakta, biri azalırken diğerleri de azalmaktadır.

Tez kapsamında farklı dönemler için SPI hesaplamaları yapılarak kısa ve ya uzun vadede meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar için değerlendirmeler yapılmıştır. Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik istasyonlarına ait 1970-2018 yıllarını kapsayan toplam yağış verileri kullanılarak, 1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 60 aylık SPI değerleri hesaplanmıştır.

- Kısa vadeli koşulların yansıtılması ve meteorolojik kuraklık tespiti için hesaplanan 1 aylık SPI değerlerine göre kuraklık kategorileri durum yüzdelerinin Beyşehir için %16.16'sının, Seydişehir için ise %14.12'sinin kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir.
- Kısa ve orta vadeli koşulların yansıtılması ve mevsimsel olarak yağış tahminini için hesaplanan 3 aylık SPI değerlerine göre Beyşehir için %16.04'ünün kuraklık dönemine ve Seydişehir için ise %17.24'ünün kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir.
- Tarımsal kuraklık tespiti için hesaplanan 6 aylık SPI değerlerine göre ise yüzdelerin Beyşehir için % 17.84'ünün kuraklık dönemini, Seydişehir için ise % 16.30'nun kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir.
- Daha uzun periyotları içeren tarımsal ve hidrolojik kuraklıkların tespiti için hesaplanan 9 aylık SPI değerlerinin kuraklık kategorileri durum yüzdelerine göre Beyşehir için % 19.48'inin kuraklık dönemini, Seydişehir için ise % 16.55'nin kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir.
- Uzun vadeli hidrolojik kurak dönemlerin belirlenmesi için hesaplanan 12 ve 24 aylık SPI değerlerinin kuraklık kategorileri durum yüzdelerinin ortalamaları alınarak bulunan yüzdelerin Beyşehir için % 17.855'nin kuraklık dönemini, Seydişehir için ise % 15.93'ünün kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir.
- Ayrıca kıyı değişimleri belirlemek, uydu görüntüleri ile paralelliği yakalamak ve kuraklık dönemlerini belirlemek için hesaplanan 60 aylık (5 yıl) SPI değerlerine göre hesaplanan yüzdelerin Beyşehir için % 17.01'i kuraklık

dönemini ve Seydişehir için ise % 15.50'si kuraklık dönemini kapsadığı belirlenmiştir.

- Genel olarak kısa ve uzun vadede meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar için bulunan sonuçlar değerlendirildiğinde Beyşehir ve çevresinin, Seydişehir ve çevresine göre daha kurak dönemler geçirdiği görülmektedir.

Uydu tabanlı kuraklık analizi için NDVI, LST, VCI, TCI ve VHI indeksleri kullanılmıştır. Uydu tabanlı kuraklık analizlerini gerçekleştirmek için 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait Landsat (TM/ETM/OLI/TIRS) uydu görüntüleri kullanılmıştır.

LST analizleri yapılmadan önce çalışmada eş-zamanlı yersel ölçmeler yapılarak uydu verileri ile arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek amacıyla regresyon analizi yapılmıştır.

- 2019 Ağustos ayında kullanılan Landsat 8 TIRS termal uydu verisinden elde edilen veriler ile eş zamanlı gerçekleştirilen yersel ölçümlerle elde edilen veriler arasında yüksek korelasyon (R^2 : 0.8879) olduğu tespit edilmiştir. Bu işlem ile LST verilerinden yapılan analizlerin güvenilirliğini ortaya koymuştur.

VCI, TCI, NDVI, VHI değerleri ile LST değerlerinin yıllara göre ortalama değerleri kullanılarak çizilen birleşik grafikler üretilmiş ve bu grafiklerle özellikle arazi yüzey sıcaklığı ile farklı uydu tabanlı kuraklık indekslerinin farklı yıllara göre bir karşılaştırılması yapılmıştır.

- VCI, TCI, NDVI ve VHI uydu tabanlı kuraklık indeks değerleri ile LST değerlerinin yıllara göre ortalama değerlerinden çizilen birleşik grafikler incelendiğinde arazi yüzey sıcaklığı artıkça uydu tabanlı kuraklık indeks değerlerinin azaldığı, arazi yüzey sıcaklığı azaldıkça uydu tabanlı kuraklık indeks değerlerinin arttığı gözlenmektedir.

Ayrıca, uydu tabanlı kuraklıkların belirlenmesinde kullanılan VHI'nin 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır ve bu amaçla varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi yapılmadan önce normal dağılımlı ve grupların varyansları homojen olup olmadığı test edilmiştir.

- Test sonucu incelendiğinde p (Sig.) değeri, 0.05'ten küçük olduğu için farklı yıllara ait VHI değerlerinin normal dağılımlı olmadığı ve varyansların homojen olmadığı tespit edilmiştir.

VHI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için hem Kruskal Wallis hem de tek yönlü ANOVA testi yapılmıştır.

- Parametrik ve parametrik olmayan varyans analizleri sonucu bulunan yukarıdaki çizelgeler incelendiğinde F'nin %95 anlamlılık düzeyindeki çizelge değeri p (Sig.) değerinin 0.05'ten küçük olduğu görülmektedir.
- Bu durum her iki varyans analiz yöntemine göre farklı yıllara ait VHI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

Ayrıca uydu tabanlı kuraklık indekslerinden farklı yıllara göre elde edilen VHI değerleri, daha önce ilgili bölümde açıklanan kuraklık kategorilerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, 1985, 1990, 1996, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait 7 farklı yıl için BKAH'sının tamamı, Beyşehir ve Seydişehir çevresi için gerçekleştirilmiştir.

- Farklı yıllara ait Kuraklık kategorilerine göre bulunan kuraklık dönemleri Beyşehir ve çevresi ile BKAH'nın tamamı için benzer iken, bulunan kuraklık dönem yüzdeleri ise birbirinden farklılaşmaktadır.
- 1985, 2000 ve 2006 yılları Beyşehir ve çevresi ile BKAH'nın tamamı için, Seydişehir ve çevresi için ise 1985, 1996 ve 2000 yılları kurak dönem olarak belirlenmiştir.

Kuraklık analizi sonucunda yapılan meteorolojik ve uydu tabanlı analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ağustos ve temmuz aylarına ait 1985-2018 yıllarını kapsayan 7 farklı yıla ait olarak 7 ayrı yöntem kullanılarak gerçekleştirilen kuraklık analizinde farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Beyşehir istasyonu için incelendiğinde;

- CZI indeksi kullanılarak yapılan kuraklık analizlerinde tüm yıllar genelinde normale yakın kuraklık yaşanırken 1985 yılı için orta düzeyde kuraklık düzeyi,
- DI indeksine göre 1985 yılında aşırı kuraklık yaşandığı 2000-2006 yıllarında ise şiddetli kuraklık düzeyi,
- MCZI indeksine göre tüm yıllarda normale yakın kuraklık yaşandığı,

- PNI indeksine göre 1985-1990 ve 2000-2006 yılları arasında aşırı kuraklıkların olduğu,
- RAI indeksine göre 1985 yılında aşırı kuraklık tespit edilirken 2000-2006 yılları arasında orta düzeyde kuraklık varlığı,
- SPI indeksine göre 1985 yılında şiddetli kuraklık düzeyi ve 2000-2006 yılları arasında genel olarak orta düzeyde kuraklıklar yaşandığı,
- ve ZSI indekslerine göre 1985-1996 yılları arasında şiddetli ve hafif düzeyli kuraklıklar yaşanırken, 2000-2006 yılları arasında şiddetli kuraklıkların yaşandığı gözlemlenmiştir.

Seydişehir istasyonu için incelendiğinde;

- CZI indeksi kullanılarak yapılan kuraklık analizlerinde normale yakın kuraklık yaşandığı ve bölgede genel olarak kuraklıkların yaşanmadığı gözlemlenirken,
- DI indeksine göre 2000-2006 yılları arasında ise orta ve aşırı kuraklık,
- MCZI indeksine göre tüm yıllarda normale yakın kuraklık yaşandığı,
- PNI indeksine göre 1985-1990 yıllarında şiddetli kuraklık ve 2000-2006 yılları arasında ise aşırı kuraklıkların olduğu,
- RAI ndeksine göre 1985-1990 yılları arasında orta ve normale yakın düzeyde kuraklıklar yaşandığı,
- ve ZSI indekslerine göre 1985-1990 yılları arasında hafif kurak ve kuru devre başlangıcı düzeyinde kuraklıklar gözlemlenmiş, 2000-2006 yıllarında orta ve şiddetli kuraklık düzeyi ve 2012-2018 yılları arasında kuru devre başlangıcı ve hafif kuraklıkların yaşandığı gözlemlenmiştir.

Uydu tabanlı kuraklık analiz yöntemlerinden VHI indeksi (LST, NDVI, TCI ve VCI değerlerinin tamamının formülüzasyonu ile elde edilen bir indeks olması sebebiyle) ile meteorolojik veri sonuçları karşılaştırılmıştır.

- Aynı tarihli uydu görüntüleri ile gerçekleştirilen VHI kuraklık analizlerinin sonuçları ile karşılaştırıldığında meteorolojik verilere dayalı yapılan kuraklık analizleri ile benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu durum kuraklık durumunun yıllara göre değişiminin tespitinde güvenilir sonuçlar verdiğini desteklemektedir.
- Uydu ve meteorolojik tabanlı kuraklık yöntem sonuçlarına göre özellikle 1985-1990 ve 2000-2006 yılları arasında şiddetli kuraklık dönemleri

yaşandığı tespit edilmiştir. 2006 yılı 35 sene içerisinde en kurak sene olarak belirlenmiştir. En nemli seneler ise 1996 ve 2012-2018 yılları arasında yaşandığı tespit edilmiştir.

Kuraklık incelemesinde son olarak LST fark görüntüleri ile Arazi kullanım/örtüsü sonuçlarının karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Bu amaçla 1985-2018 yıllarını kapsayan 35 yıla ait LST fark değerleri kullanılmıştır.

- LST fark görüntü termal değişim değer dağılım grafiği incelendiğinde en büyük değişimler; % 19'u 0-1°C , % 24'ü 1-2°C, % 17'si 2-4°C olarak belirlenmiştir. Ortalama havzadaki değişimler 0-4°C arasında değişmektedir. Yani 1984-2018 yılları arasında yoğun olarak ortalama 2-4°C artışın yaşandığı gözlemlenmiştir.
- Burada yaşanan nispeten az ve eksi değerlerde gözlemlenen sıcaklık değişimleri çoğunlukla su kütleleri ve kıyı sulak alanlarında gözlemlenmekle birlikte daha az gözlemlenen sıcaklık değişimlerinde ise bitki örtüsü varlığının atışı etkili olmuştur.
- Çalışmada yaşanan yüksek sıcaklık fark değerleri ise çoğunlukla kıyı sulak bölgelerin olduğu bataklık gibi kıyı alanlarının yoğun değişimlerinden kaynaklanmaktadır.

Bu değişimin gözlemlenebilmesi için 3 farklı pilot saha seçilmiştir ve bu bölgeler incelendiğinde:

- Özellikle kıyı sulak bölgelerde yaşanan kıyı çekilmeleri sonucu kıyı hattının büyük bir bölümü yok olmuştur. Kıyı çekilmeleri oransal olarak kıyı değişimi bölümünde ayrıntı olarak analiz edildiğinde de benzer sonuçlar çıkmıştır. Bölgedeki kıyı çekilmeleri yani birikme yaşanması kıyı sulak alan varlığını oldukça aza indirmişdir. Özellikle bu çekilmeler kuzey batı ve güney batı bölümlerinde etkinliğini artırmıştır. Bu da LST artışlarındaki sebeplerden biridir.
- Bunun dışında 3. pilot bölgede incelenen suğla depolama sahasının varlığı da bölgede LST fark haritalarında göze çarpan önemli bir bölümdür. Bu bölgede sulak alan artışı bölgede soğurma yaratırken çevresindeki kıyı ve bitki örtüsü azalması ise sıcaklık artışına sebebiyet vermiştir.

- Ayrıca bitki örtüsündeki değişimler, yerleşim alanları ve maden sahası gibi yapay yüzeylerin yoğunluk göstermesi de bölgede LST değerlerini önemli derecede arttırdığı gözlenmiştir.
- Çıplak arazilerdeki azalmalar ve yerine tarım ya da bitki örtüsü varlıklarının artırılması ile de bu bölgelerde sıcaklıklar eksi yönde arttığı tespit edilmiştir.

Genel olarak kuraklıklar, tarımsal aktivitelerden insan yaşamına ve halk sağlığına kadar uzanan ekolojik sistemlerin sürdürülebilirliklerini engellemekte, tahrip etmekte, sosyo-ekonomik açıdan maddi ve de manevi hasarlar yaratmaktadır. Meteorolojik, tarımsal ve devamında oluşan hidrolojik kuraklıkların etkilerini minimum düzeyde hissedilmesi ve yahut tamamen yok edilmesi için kapsayıcı bölgesel planlamalar yapılmalıdır. Kuraklıkla mücadele altında multi-disipliner olarak araştırmaları artırmalı ve bölgesel kalkınma alt yapıları hazırlanmalıdır. Bunun dışında kuraklığa karşı toleransı az olan bitki türlerinin dikiminin azaltılması, kuraklığa daha çok direnç gösteren ürünler ile değiştirilmesi, meteorolojik ve dolayısıyla hidrolojik kuraklığın önlenmesine yardımcı olacaktır. Hidrolojik kuraklıkların önlenmesi için yönetimsel anlamda yüzey su rezervuarları ve yer altı su seviye ölçümleri gibi hidrolojik kuraklık belirtilen parametrelerin düzenli olarak ölçümlerinin yapılması ve devamlı takibi gerekmektedir.

Tez çalışmasının uygulanan beşinci bölümde, BKAH'nda farklı yıl aralıklarında gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı değişimlerini belirlemek için trend analizleri uygulanmıştır.

Literatürde yapılan çalışmalarda irdelendiğinde sürekli değişkenliğin olduğu bu zaman serilerinde trendin belirlenmesinde daha doğru sonuçlara ulaşmak için parametrik olmayan yöntemler kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu tez kapsamında parametrik olmayan testler, Beyşehir ve Seydişehir istasyonlardan gözlemlenen verilere uygulanarak trendlerin belirlenmesinde elde edilen sonuçların bir karşılaştırılması yapılmıştır.

Tez kapsamında sıcaklık, nem, toplam yağış, güneşlenme süresi ve yeraltı su seviyesi verilerden farklı yıllara ait aylık ortalama verilerden mevsimlik ve yıllık ortalama değerlerin hesaplanması, eksik verilerin giderilmesi zaman serilerinin analizinde özellikle verilerin tanımlayıcı istatistiklerin oluşturulması, verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı ve verilerin homojen dağılıp dağılmadığının incelenmesi, bu istasyonlardan elde edilen gözlemlerin istatistiksel olarak farklı olup olmadıklarının

tespiti ve veriler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddetini gösteren korelasyon analizi gibi işlemler gerçekleştirilmiştir.

Uygulamada meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı trendlerin belirlenmesinde parametrik olmayan Mann Kendall, Sen's Slope, Spearman'ın Rho ve yenilikçi yöntem olan İnovatif-Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır. Trend tespit edilen istasyonlarda trend başlangıç yılını belirlemek için Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi uygulanmıştır. Trend analizlerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Veriler arasında içsel bir bağımlılığın olup olmadığını belirlemek için Oto-korelasyon katsayıları testi yapılmıştır.

- Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen verilerin aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama değerleri incelendiğinde, genel olarak Seydişehir ve çevresinden elde edilen ortalama değerlerinin Beyşehir ve çevresinden elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle yağış ve yeraltı su seviyesi değişimleri incelendiğinde Seydişehir ve çevresinin daha çok yağış aldığı ve yeraltı su seviyesi değişimlerinin, Beyşehir ve çevresine göre daha az olduğu görülmektedir.

Her iki istasyondan elde edilen ortalama yıllık verilere uygulanan Kolmogorov Smirnov ile Shapiro-Wilks normal dağılım testi sonuçları incelendiğinde:

- Beyşehir istasyonunda minimum ve ortalama nem verilerinin, Seydişehir istasyonunda ise minimum nem verisinin Sig. değerinin sınır değeri kabul edilen 0,05 değerinden küçük olması nedeni ile normal dağılım göstermediği sonucuna varılmıştır.

Beyşehir ve Seydişehir meteorolojik gözlem istasyonları ve çevresinden farklı yıllar arasında gözlenip kaydedilen meteorolojik ve hidrolojik verilerin homojen dağılıp dağılmadığını belirlemek için homojenlik testi olarak run testi uygulanmıştır.

- Her iki istasyondan elde edilen ortalama yıllık verilere uygulanan Run Homojenlik testi sonuçlarına göre, Beyşehir istasyonunda % 90 güven aralığında maksimum nem verisinin homojen olmadığı, Seydişehir istasyonunda % 90 güven aralığında ise maksimum sıcaklık ile minimum, ortalama ve maksimum nem verilerinin, homojen dağılım göstermediği sonucuna varılmıştır.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından farklı yıllar arasında gözlenip kaydedilen birbiriyle ilişkili olmayan meteorolojik ve hidrolojik verilerin birbirinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediği belirlemek için parametrik olmayan

Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarındaki veriler arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları belirlenmiştir.

- Beyşehir ve Seydişehir istasyonları arasındaki farklı yıllar arasındaki verilerde istatistiksel olarak yapılan karşılaştırmalarda anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Buna göre bu iki istasyonlarda gözlemlenen minimum nem ve ortalama nem verileri dışındaki diğer verilerde istatistiksel olarak anlamlı farklı olduğu bulunmuştur.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik veriler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünü belirlemek için parametrik olmayan Spearman's Rho korelasyon analizi uygulanmıştır.

- Zamana bağlı olarak bu istasyonlar elde edilen sıcaklık, nem, yağış, güneşlenme süresi, yeraltı su seviyesi gibi değişkenler arasında ilişki incelendiğinde. Sig. (Anlamlılık) değerlerinin 0,05'den küçük olduğu Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarına ait meteorolojik ve hidrolojik veriler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Beyşehir istasyondaki veriler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü incelendiğinde;

- Minimum sıcaklık ile ortalama sıcaklık arasında, ortalama sıcaklık ile maksimum sıcaklık ve toplam yağış arasında, minimum nem ile ortalama nem, toplam yağış ve yeraltı su seviyesi arasında, ortalama nem ile minimum nem, maksimum nem, toplam yağış ve yeraltı su seviyesi arasında, maksimum nem ile maksimum sıcaklık, ortalama nem ve toplam yağış arasında toplam yağış ile ortalama sıcaklık, ortalama nem, maksimum nem, yeraltı su seviyesi ile minimum nem ve ortalama nem arasında istatistiksel olarak anlamlı değişen büyüklerde ve pozitif yönde korelasyon bulunmuştur.
 - Güneşlenme süresi ile ortalama sıcaklık, toplam yağış ve yeraltı su seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı değişen büyüklerde ve negatif yönde korelasyon bulunmuştur.

Seydişehir istasyondaki veriler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü incelendiğinde ise;

- Minimum sıcaklık ile ortalama sıcaklık ve maksimum sıcaklık arasında, minimum nem ile ortalama ve maksimum sıcaklık arasında, toplam yağış ile

ortalama sıcaklık arasında istatistiksel olarak anlamlı değişen büyüklüklerde ve pozitif yönde korelasyon bulunmuştur.

- Minimum sıcaklık ile minimum, ortalama ve maksimum nem arasında, minimum nem ile minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık arasında, ortalama nem ile minimum ve ortalama sıcaklıklar arasında, maksimum nem ile minimum sıcak arasında istatistiksel olarak anlamlı değişen büyüklüklerde ve negatif yönde korelasyon bulunmuştur.
- Genel olarak Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerinden sıcaklık ve neme bağlı minimum, ortalama ve maksimum değerlerin zamana bağlı olarak birbirlerine göre pozitif yönde arttığı ve azaldığı görülmektedir.
- Toplam yağışın artması ve azalması ile pozitif yönde sıcaklık, nem ve yeraltı su seviyesinin artıp azaldığı belirlenmiştir.
- Güneşlenme süresi ile diğer veriler arasında korelasyonlar incelendiğinde Seydişehir ve Beyşehir istasyonlarından elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar vardır. Beyşehir istasyonunda negatif yönde yani güneşlenme süresi artarken diğer verilerin azaldığı, Seydişehir istasyonunda ise genelde pozitif yönde güneşlenme süresi artarken diğer verilerinde arttığı yönünde sonuçlara ulaşılmıştır.

Parametrik olmayan bir yöntem olan Mann-Kendall testi ile zaman serilerinin analizinde serisel korelasyon çok önemlidir. Zaman serilerinde belirli bir serisel korelasyon varsa Mann-Kendall testi sonucu bulunan trendler gerçekte olması gerekenden farklı çıkmaktadır. Serisel korelasyonu gidermek için, Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilere Mann-Kendall testi öncesi Ön Arındırma (Pre-Whitening) Yöntemi uygulanmıştır. Her iki istasyon için gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerdeki içsel bir bağımlılığın olup olmadığını araştırmak için her veri seti için otokorelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu otokorelasyon katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları belirlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan verilerde içsel bir bağımlılık olduğu tespit edilmiştir.

Bu veri setlerine Beyşehir istasyonunda gözlemlenen toplam yağış verisi ile Seydişehir istasyonunda gözlemlenen toplam yağış, güneşlenme süresi ve yeraltı su seviyesi hariç diğer verilerde içsel bağımlılık istatistiksel olarak anlamlı olarak

belirlenmiştir. Yani serisel korelasyon belirlenen verilere, ön arındırma yöntemi uygulanarak verilerin içsel bağımlılıkları değeri yok edilmiştir. İçsel bağımlılıkları yok edilen yeni gözlem değeri üzerinden Mann-Kendall testi uygulanmıştır. meteorolojik ve hidrolojik verilere ön arındırma öncesi ve sonrası Mann-Kendall testi uygulanarak bulunan trendlerin yönü ve büyüklükleri karşılaştırılmıştır.

- Beyşehir istasyonundan elde edilen sonuçlarda trend yönünde bir değışiklik olmadığı fakat trend büyüklüklerinde değışmeler olduğu belirlenmiştir. Seydişehir istasyonundan elde edilen sonuçlarda ise ön arındırma öncesi yapılan Mann-Kendall testi sonuçlarında minimum sıcaklık ve yeraltı su seviyelerinde zamana bağı artan veya azalan bir değışim olmadığı belirlenirken ön arındırma sonrası her iki zaman serisinde de pozitif yönde artan trendlerin olduğu bulunmuştur. Bu durum, verilerde belirli bir serisel korelasyon olması durumunda Mann-Kendall testi sonucu bulunan trendler gerçekte olması gerekenden farklı çıktığını göstermektedir.

Zaman serilerinde doğrusal olmayan bir trendin gerçekte eğimini tahmin etmek veya yıllara göre değışimi belirlemek için, parametrik olmayan Sen's Slope yöntemi kullanılmıştır. Yöntem sonuçları incelendiğinde:

- Beyşehir istasyonunda minimum nem, maksimum nem, toplam yağış, güneşlenme süresi, yeraltı su seviyesi verilerinde, Seydişehir istasyonunda ise maksimum sıcaklık, minimum nem, toplam yağış ve güneşlenme süresi verilerinde artan veya azalan yönde trendler olduğu belirlenmiştir.
- Her iki istasyonda minimum nem ve güneşlenme süresi verilerinde zamana bağı olarak azalan yönde trend belirlenmiştir.
- Minimum nem trend büyüklükleri birbirine yakinken güneşlenme süresi verilerinde Beyşehir istasyonundaki trend büyüklüğü negatif yönde daha büyük olarak bulunmuştur. Bu durum güneşlenme süresinin zaman bağı olarak Beyşehir istasyonunda diğeri istasyon çevresine göre daha azaldığını göstermektedir.
- Maksimum sıcaklık verilerindeki zamana bağı değışim yani trend Beyşehir istasyonunda bulunmazken Seydişehir istasyonunda artan yönde bir trendin olduğu bulunmuştur.
- Her iki istasyon için toplam yağış verilerinin zamana bağı değışimi birbirine benzer ve artan bulunmuştur.

- Yeraltı su seviyesi için, Beyşehir istasyonunda artan yönde bir trend bulunurken, Seydişehir istasyonunda zamana bağlı bir trend bulunamamıştır.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonundan elde edilen meteorolojik ve hidrolojik verilere Spearman Rho testi uygulanmıştır. Yöntem sonuçları incelendiğinde:

- Beyşehir ve Seydişehir istasyonları için bulunan sonuçlar incelendiğinde ortalama sıcaklık için Beyşehir istasyonunda trend bulunmazken Seydişehir istasyonunda artan yönde trend bulunmuştur.
- Maksimum sıcaklık için trend, her iki istasyon için artan yönde, Minimum nem ise her iki istasyon için trend azalan yönde ve trend büyükleri ise birbirine çok yakın bulunmuştur.
- Ayrıca Beyşehir istasyonu için maksimum nem ve yeraltı su seviyesi için trend artan büyüklükte bulunurken, Seydişehir İstasyonu için bu verilerde trend bulunmamıştır.
- Yine Beyşehir istasyonu için güneşlenme süresi verilerinde trend artan büyüklükte bulunurken, Seydişehir istasyonda trend bulunmamıştır.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından elde edilen meteorolojik ve hidrolojik verilere, kısıtlayıcı koşulları olmayan kartezyen koordinat sistemini üzerinde 1:1 çizgisine bağlı olarak oluşturulan grafikler sayesinde trendlerin belirlendiği Şen Trend analiz yöntemi uygulanmıştır. Şen Trend Analizi yöntemi ile bulunan sonuçlar incelendiğinde:

- Beyşehir istasyonu için güneşlenmesi süresi verisi için azalan yönde bir trend bulunurken, Seydişehir istasyonu için trend bulunmamıştır.
- Yeraltı su seviyesi verisi incelendiğinde Beyşehir istasyonu için azalan bir trend bulunurken Seydişehir istasyonu için tekdüze azalan bir trend bulunmuştur.
- Sıcaklıklar ve toplam yağış için bulunan trendler her iki istasyon için artan yönde bulunmuştur. Minimum ve maksimum nem için bulunan trendler her iki istasyon için artan yönde bulunmuştur.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından elde edilen meteorolojik ve hidrolojik verilere, Mann-Kendall testinin ardışık versiyonu olarak adlandırılan parametrik olmayan Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi uygulanmıştır. Beyşehir ve Seydişehir istasyonu Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi yöntemi ile bulunan benzer sonuçlar incelendiğinde:

- Maksimum sıcaklık için zamana bağlı olarak trend artan yönde, minimum nem için trend azalan yönde bulunmuştur.
- Ortalama sıcaklık için zamana bağlı olarak Beyşehir istasyonunda artan veya azalan yönde trend bulunmazken, Seydişehir istasyonunda artan yönde trend bulunmuştur.
- Diğer meteorolojik ve hidrolojik veriler için Seydişehir istasyonunda artan veya azalan bir trend bulunmamıştır.
- Beyşehir istasyonunda ise Seydişehir istasyonunda bulunan sonuçlardan farklı olarak maksimum nem ile yeraltı su seviyesinde zamana bağlı artan yönde trend bulunurken, güneşlenme süresi verisinde ise azalan yönde trend bulunmuştur.
- Minimum sıcaklık, ortalama nem ve toplam yağış verilerinde ise Beyşehir istasyonunda zamana bağlı artan veya azalan yönde bir trend bulunamamıştır.

Beyşehir ve Seydişehir istasyonundan elde edilen meteorolojik ve hidrolojik verilere göre çizilen grafikler üzerinde $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerine ait eğrilerin bir noktada kesiştikten sonra birbirlerinden uzaklaşmaları durumunda zaman serisinde bir trendin olduğu, $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerinin birkaç kez kesişmesi ise seride herhangi bir trend olmadığı sonucuna varılmıştır. Trendin olduğu grafikler üzerinde $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin üst üste gelerek birbirlerinden uzaklaştıkları noktanın x eksenini kestiği yıl değeri, o veriye ait zaman serisinde artış ya da azalan yönünde trendin başladığı yıl olarak belirlenmiştir.

- Her iki istasyon için trend başlangıç yılları karşılaştırıldığında maksimum sıcaklık için 1997-1998 yılları trend başlangıç yılları, minimumu nem içinde 2011-2012 yılları trend başlangıç yılı olarak belirlenmiştir.
- Ortalama sıcaklık için sadece Seydişehir istasyonu için trendin başladığı tarih 2006 yılı olarak belirlenmiştir.
- Beyşehir istasyonundan zamana bağlı gözlemlenen maksimum nem için 1990 yılı, güneşlenme süresi için 2013 yılı ve yeraltı su seviyesi için 2008 yılı trend başlangıç yılları olarak belirlenmiştir.

Beyşehir istasyonu için trend analizlerinden elde edilen sonuçlar genel olarak karşılaştırıldığında Mann Kendall, Sen'Slope, Spearman'ın Rho analizi sonuçlarından

elde edilen sonuçlar benzer iken, İnovatif-Şen Trend Belirleme yöntemi ile elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Bu istasyonda gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı trendleri, farklı yöntemlerden elde edilen analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

- Minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama nem verilerinde zamana bağımlı değişen artan veya azalan bir trendin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Seydişehir istasyonunda gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı farklı yöntemlere göre elde edilen trendleri karşılaştırıldığında ise;

- Minimum sıcaklık, ortalama nem, maksimum nem, toplam yağış ve güneşlenme süresi verilerinde genel olarak artan veya azalan bir trend olmadığı sonucuna varılmıştır. Ortalama ve maksimum sıcaklık verilerinde ise artan bir trend, minimum nem verilerinde ise azalan bir trendin olduğu belirlenmiştir.

KKH içerisinde yer alan BKAH'nda bulunan Beyşehir ve Seydişehir istasyonlarından gözlemlenen meteorolojik ve hidrolojik verilerin zamana bağımlı trendleri genel olarak karşılaştırıldığında birbirine göre benzer yada farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir.

- Minimum sıcaklık, ortalama nem ve toplam yağış verilerinde her iki istasyon için trendin varlığından söz edemezken, maksimum sıcaklık verisinde artan yönde trend, minimum nem parametresinde ise azalan yönde trend varlığı tespit edilmiştir. Ortalama sıcaklık için Beyşehir istasyonunda trend tespit edilemezken Seydişehir istasyonunda artan yönde bir trend söz konusudur. Maksimum nem ve yeraltı su seviye verisi için Beyşehir istasyonunda artan yönde pozitif bir trend söz konusuyken Seydişehir istasyonu için trend bulunamamıştır. Ayrıca güneşlenme süresi için Beyşehir istasyonu için azalan bir trend gözlemlenirken Seydişehir istasyonu için trendin varlığı tespit edilememiştir.

Çalışmada kuraklık ve trend bölümlerinde kullanılan meteorolojik verilerin sadece iki istasyonla sınırlanması havzanın daha kapsamlı değerlendirilme imkanını kısıtlamıştır. Havza içerisinde bulunan diğer istasyonlarda birçok parametre seti için gözlem yapılmamaktadır. Yağış ve sıcaklık gibi devamlı gözlem yapılan parametreler için veri arşiv genişliği 10- 15 senelik gözlemlerden oluşmakla beraber gözlemler içerisinde de eksik veri sayısı oldukça fazladır. Havzanın kuraklık ve trend eğilimlerinin

belirlenmesi için en az 30 senelik gözlem süresinde elde edilmiş veriler kullanılmalıdır. Bu yüzden daha fazla gözlem istasyonları kurulmalı ve yapılan gözlem parametre seti genişletilmelidir. Özellikle eksik veri olmaması adına gözlem kayıtları devamlı denetlenerek kayıt altına alınmalıdır.

Tezin son bölümünde, havzanın sürdürülebilirliği adına güç-zayıflık-fırsatlar ve tehditler modeli (SWOT) oluşturularak çalışma alanı için bir karar destek çerçevesi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan SWOT modeli ile sürdürülebilirliği değerlendirmek için yenilikçi ve kapsamlı bir karar-destek çerçevesinin geliştirilmesine yol açan optimal, karamsar ve nominal bakış açılarına ulaşmak için tez kapsamında gerçekleştirilen tüm analiz sonuçlarına ait veriler ile y halkı ve uzman görüşlerini bütüncül bir yaklaşımla birleştirerek SWOT analizi uygulanmıştır. Analizin tezin tamamını bütüncül bir şekilde ele alınması adına tez kapsamında hazırlan BKAH'na yönelik AKAÖ sınıflandırması, Beyşehir Gölü kıyı değişimlerinin incelenmesi, Toprak analizleri (BTG, AKKS, ATS, erozyon, derinlik vb.), mekânsal analizler (eğim, bakı, yükseklik, ulaşım vb.), AHP yöntemi ile uygulanan optimal tarım arazileri için yer seçim çalışması ve bu bölüm içerisinde grup paydaş görüşleri alınarak hazırlanan anket çalışma sonuçları, kuraklık analiz sonuçlarına ait veriler, trend analiz sonuçlarına ait tüm veriler, SWOT analiz sürecinde girdi veri olarak kullanılmıştır. Gerçekleştirilen SWOT analizi ile bölgenin etkinliği belirlenmiş aynı zamanda da havzanın sürdürülebilirliği değerlendirilerek istenilen karar destek çerçevesi içsel ve dışsal analizler sonucunda oluşturulmuştur.

Böyle bir tez çalışması sonuçlarının, sonlu arazi kaynaklarının sürdürülebilir planlaması ve arazi yönetimi çerçevesinde yerel yönetimler, uzman kişiler, planlayıcılar gibi farklı araştırma topluluklarını içeren tüm kullanıcılar için mekânsal incelemelerde daha somut sonuçların gözlemlenebildiği, yol gösterici altlık bir envanter olması hedeflenmektedir.

Özellikle sürdürülebilir arazi yönetimi kapsamında oldukça sınırlı akademik çalışmalar yapılan ve kapsamlı olarak ele alınmadığı düşündüğüm BKAH'nın su kaynakları yönetimi, arazi kullanım planlamaları gibi önemli konularda planlayıcıların/karar vericilerin gerçekleştireceği faaliyetler adına somut bir altlık sağlandığı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abghari, H., Tabari, H. and Talaei, P. H., 2013, River flow trends in the west of Iran during the past 40years: Impact of precipitation variability, *Global and Planetary Change*, 101, 52–60.
- Adib A., Kalaei M.M.K., Shoushtari M.M. and Khalili K., 2017, Using of Gene Expression Programming and Climatic Data for Forecasting Flow Discharge by Considering Trend, Normality, and Stationarity Analysis, *Arabian Journal of Geosciences*, 10(208), DOI 10.1007/s12517-017-2995-z , 1-14.
- Aedla, R., Dwarkish, G. S. and 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.
- AFAD, 2019, Guide to citing Internet sources [online], T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, <https://www.afad.gov.tr/afadem/dogal-afetler> [Ziyaret Tarihi: 7 Mayıs 2021].
- Ağun, B., 2018, Gap bölgesindeki kuraklığın trend analizi, Yüksek lisans tezi, *Harran üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa.
- Ahmad, S. R. And Lakhan, V. C., 2012, GIS-based analysis and modeling of coastline advance and retreat along the coast of Guyana. *Marine Geodesy*, 35(1), 1-15.
- Akdeniz, E., 2018, AHP yöntemi ile bir işletmede en iyi çalışanın seçilmesi: BT sektöründe bir organizasyon incelemesi. *Journal of Suleyman Demirel University Institute of Social Sciences*, 31(1), 61-90.
- Akgül, I., 2003, Zaman serilerinin analizi ve ARIMA modelleri, *Der Yayınevi*, İstanbul.
- Akıncı, H., Özalp, A.Y. and Turgut, B., 2013, Agriculture land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Comput. Electron. Agric.*, 97, 71–82
- Akkaya, Y., 2019, Melen Çayı Havzası'nın coğrafi potansiyeli ve sürdürülebilirlik açısından havza yönetimi , Doktora tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Aksu, C., 2011, Sürdürülebilir kalkınma ve çevre, güney ege kalkınma ajansı, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1-33. Retrieved from: http://geka.gov.tr/Dosyalar/o_19v5e00u1ru61bbncf2qmlcpv8.pdf
- Akten, M., 2008, Isparta ovasının optimal alan kullanım planlaması üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Aladağ, Z., 2004, Karar Teorisi. Genişletilmiş 2.b.Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Yayınları.
- Alahacoon, N., Edirisinghe, M. and Ranagalage, M., 2021, Satellite-based meteorological and agricultural drought monitoring for agricultural sustainability in Sri Lanka, *Sustainability*, 13(6), 3427.

- Albuquerque, M., Espinoza, J., Teixeira, P., de Oliveira, A., Corrêa, I. and Calliari, L., 2013, Erosion or coastal variability: An evaluation of the DSAS and the change polygon methods for the determination of erosive processes on sandy beaches. *Journal of Coastal Research*, 65, 1710-1714.
- Alemayehu, F., Tolera, M. and Tesfaye, G., 2019, Land use land cover change trend and its drivers in somodo watershed south western, Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 14(2), 102-117.
- Alesheikh, A.A., Ghorbanali, A. and Nouri, N., 2007, Coastline change detection using remote sensing. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 4, 61-66, doi: 10.1007/BF03325962.
- Algancı, U., Sertel, E., Örmeci, C. ve Özdoğan, M., 2011, Uydu Görüntülerinde Mekansal Çözünürlüğün Tarım Alanlarının ve Ürün Tiplerinin Belirlenmesine Etkisinin Araştırılması: Şanlıurfa Örneği. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi*, 105, 21-27.
- Ali, P. Y. and Narayana, A. C., 2015, Short-term morphological and shoreline changes at Trinkat Island, Andaman and Nicobar, India, after the 2004 tsunami. *Marine Geodesy*, 38(1), 26-39.
- Ali, S., Henchiri, M., Yao, F. and Zhang J., 2019, Analysis of vegetation dynamics, drought in relation with climate over South Asia from 1990 to 2011. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 26, 11470–11481.
- Altürk, B., 2017, Arazi kullanım/arazi örtüsü değişikliğinin ve su kaynaklarına etkisinin belirlenmesi: Ergene havzası örneği, Yüksek lisans tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Andayani, S., 2007, Pembentukan cluster dalam knowledge discovery in database dengan algoritma k-means. *Semnas Matematika dan Pendidikan Matematika*, Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. 1-10.
- Anonim, 1990, Guide to citing Internet sources [online], Cumhurbaşkanlığı Mevzuat bilgi sistemi, 3621 sayılı kıyı kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=3621&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> , [Ziyaret Tarihi: 1 Şubat 2021].
- Anonim, 1992, Guide to citing Internet sources [online], Kıyı sınır şeritlerinin gösterimi (21374 sayılı Kıyı Kanunu ve Uygulama Yönetmeliği, 1992, <https://www.mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=7&MevzuatNo=4897&MevzuatTertip=5> [Ziyaret Tarihi: 6 Şubat 2021].
- Anonim, 1999, Beyşehir Gölü sulak alanı yüzeysu toplama havzası yönetim planı analitik etüd raporu, Cilt: 1,2,3,4,5, Tüstaş Sınai Tesisler A.ş. Proje Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anonim, 2001, Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak arazi kullanım sınıfları tespiti çalışması, *T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları*, Ankara.
- Anonim, 2004, Guide to citing Internet sources [online], Su kirliliği kontrol yönetmeliği, *Çevre ve Orman Bakanlığı*, <https://www.mevzuat.gov.tr/File/>

[GeneratePdf?mevzuatNo=7221&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5](#) [Ziyaret Tarihi: 13 Mart 2021].

- Arslan, O., Bilgil, A. and Veske, O., 2016, Standart yağış indisi yöntemi ile kızılırmak havzası'nın meteorolojik kuraklık analizi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2), 188-194.
- Arslan, R., 2018, Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bütünleştirilmesi: OECD verileri üzerine bir uygulama, Doktora Tezi, *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Sivas.
- Ateşoğlu, A., 2003, Bartın yöresi arazi kullanımındaki değişimin uzaktan algılama verileriyle belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak, 25.
- Awchi, T.A. and Kalyana, M.M., 2017, Meteorological drought analysis in northern Iraq using SPI and GIS. *Sustain. Water Resour. Manag.* 3, 451–463.
- Aydın, T. K. Ve Durduran, S. S., 2021, Ereğli-Bor alt havzasında arazi kullanımı/örtüsü'nün uzaktan algılama yöntemleriyle zamansal değişimi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(3), 629-641.
- Aygün, M. S., 2007, Akarsu havzalarında stratejik yönetim planlarının oluşturulması: Gediz Havzası örneği, Doktora tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Ayhan, E., Karsli, F. ve Tunç, E., 2003, Uzaktan algılanmış görüntülerde sınıflandırma ve analiz. *Harita Dergisi*, 130, 32-46.
- Ayhan, S. ve Erdoğan, Ş., 2014, Destek vektör makineleriyle sınıflandırma problemlerinin çözümü için çekirdek fonksiyonu seçimi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9(1), 175-201.
- Azgın, Ş. T., 2015, Palas Ovası'nda arazi örtüsü değişimlerinin belirlenmesi ve yayılı kaynaklı kirletici yüklerinin SWAT ile modellenmesi, Doktora tezi, *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.
- Balta, M., Ö., 2013, Kentsel risklerin planlama temelinde analizi ve dirençli kent planlama yaklaşımı, Doktora tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Bamakan, S. M. H., Wang, H. and Ravasan, A. Z., 2016, Parameters optimization for nonparallel support vector machine by particle swarm optimization. *Procedia Computer Science*, 91, 482-491.
- Bandyopadhyay, S., Jaiswal, R. K., Hegde, V. S. and Jayaraman, V., 2009, Assessment of land suitability potentials for agriculture using a remote sensing and GIS based approach. *International Journal of Remote Sensing*, 30(4), 879-895.
- Bastiaanssen, W. G., Menenti, M., Feddes, R. A. and Holtslag, A. A. M., 1998, A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 1. Formulation. *Journal of hydrology*, 212, 198-212.

- Bayburt, S., 2009, Uydu görüntülerinin piksel ve nesne tabanlı sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırılması (Doğu Trakya Bölgesi örneği), Doktora tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Beşel, C. ve Kayıkçı, E. T., 2019, Serisel Korelasyonun Toplam Zenit Gecikmesi Zaman Serilerinde Parametrik Olmayan Trend Belirleme Üzerindeki Etkisi, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 180-188.
- Beşen, T., 2006, Katılımcı Havza Planlaması Yaklaşımı ile Kırsal Kalkınma Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Beyazıt I., 2014, Kızılırmak Deltasının zamansal kıyı değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemleri ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Bheeroo, R. A., Chandrasekar, N., Kaliraj, S. and Magesh, N. S., 2016, Shoreline change rate and erosion risk assessment along the Trou Aux Biches–Mont Choisy beach on the northwest coast of Mauritius using GIS-DSAS technique. *Environmental Earth Sciences*, 75(5), 444.
- Bhuiyan, C., Singh, R. P. and Kogan, F. N., 2006, Monitoring drought dynamics in the Aravalli region (India) using different indices based on ground and remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8(4), 289-302.
- Bilgili, A. and Solakoğlu, S., 2020, The European Union and environmental policy in Turkey: Eu's progress report'environment'analysis of policy. *Eurasian Academy Of Sciences Social Sciences Journal*, 32, 65-92.
- Blahušíaková, A. and Matoušková, M., 2015, Rainfall and runoff regime trends in mountain catchments (Case study area: the upper Hron River basin, Slovakia). *J. Hydrol. Hydromech*, 63(3), 183-192.
- Bojorquez-Tapia, L. A., Diaz-Mondragon, S. and Ezcurra, E., 2001, GIS-based approach for participatory decision making and land suitability assessment. *International Journal of Geographical Information Science*, 15(2), 129-151.
- Bozdağ, A., Yavuz, F. and Günay, A. S., 2016, AHP and GIS based land suitability analysis for Cihanbeyli (Turkey) County, *Environmental Earth Sciences*, 75(9), 813.
- Bozkaya, A. G., 2013, İçneada koruma alanının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile zamansal değerlendirilmesi ve geleceğe yönelik modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Brundtland, G. H., 1987, Report of the World Commission on environment and development:" our common future.". *Development and International Economic Co-Operation: Environment*, United Nations. Retrieved from: http://www.chanelingrealty.com/Documents/Brundtland_Searchable.pdf

- Brunsell N. A., Gillies, R.R., 2003, Length scale analysis of surface energy fluxes derived from remote sensing, *Journal of Hydrometeorology*, 4(6), 1212–1219.
- Büyüköztürk, Ş., 2016, Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum (22. Baskı), Pegem akademi yayıncılık, Ankara, ISBN: 9789756802748.
- Büyükıldız, M. ve Berktaş, A., 2004, Parametrik Olmayan Testler Kullanılarak Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19(2), 23-38.
- Büyükıldız, M., 2004, Sakarya Havzası yağışlarının trend analizi ve stokastik modellemesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Calda, D., 2010, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yöntemleriyle arazi örtüsü/kullanımı değişiminin analizi: Kayseri ili örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü*, İstanbul.
- Campbell, J. B., 1996, Introduction to remote sensing. New York: The Guilford Press.
- Camps-Valls, G., Tuia, D., Gómez-Chova, L., Jiménez, S. and Malo, J., 2011, Remote sensing image processing. *Synthesis Lectures on Image, Video, and Multimedia Processing*, 5(1), 1-192.
- Cardille, J. A. and Foley, J. A., 2003, Agricultural land-use change in Brazilian Amazonia between 1980 and 1995: Evidence from integrated satellite and census data. *Remote Sensing of Environment*, 87(4), 551-562.
- Carrion, J. A., Estrella, A.E., Dols, F. A., Torob, M. Z., Rodriguez, M. and Ridao A.R., 2008, Environmental decisionsupport systems for evaluating the carrying capacity of land areas: optimal siteselection for grid-connected photovoltaic power plants, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 12(9), 2358–2380.
- Cengiz, T. and Akbulak, C., 2009, Application of analytical hierarchy process and geographic information systems in land-use suitability evaluation: a case study of Dumrek village. *Int. J. Sustain. Develop. World Ecol.*, 16 (4), 286–294.
- Chakraborty, S. and Banik, D., 2006, Design of a material handling equipment selection model using analytic hierarchy process, *Int J Adv Manuf Technol.*, 28, 1237–1245.
- Chander, G. and Markham, B., 2003, Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41, 2674-2677.
- Chaudhary, S. and Pandey, A.C., 2020, Multiple indices based drought analysis by using long term climatic variables over a part of Koel river basin, India. *Spatial Information Research*, 28, 273–285.
- Chin, K.S., Chiu, S. and Tummala, V.M.R., 1999, An evaluation of success factors using the AHP to implement ISO 14001-Based EMS. *The International Journal of Quality and Reliability Management*, 16(4), 341-361.

- Ciritci, D., 2020, İzmit Körfezi kıyı değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleriyle otomatik belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas.
- Constanza, R., d'Agre, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hanno,n B., Limburg, K., Naeem, R., O'Neill, V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. and van den Belt, M., 1997, The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260, doi: 10.1038/387253a0.
- Cortes, C. and Vapnik, V., 1995, Support vector networks, *Machine Learning*, 20, 1-25.
- Coşkun, S., 2020, Akarçay kapalı Havzası'nın ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin eğilim analizi (Afyonkarahisar-Türkiye), *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies*, 81, 533-547.
- Çeker, A., 2015, Sürdürülebilir Tarım Kapsamında Dalaman Ovası'nın Mekânsal Analizi, Doktora tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Çelik, A., 2010, Gediz Havzasında Yağış ve Sıcaklık Trendleri ile Akarsu Akımları Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Çelik, E., Atalay, M. and Bayer, H., 2014, Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makineleri ile deprem tahmininde sismik darbelerin kullanılması. *2014 IEEE 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU 2014)*, 730-733.
- Çepel, N., 1988, Peyzaj Ekolojisi Ders Kitabı, İ. Ü. Yayın No: 3868, 228, İstanbul.
- Çeribaşı, G., 2015, Karadeniz ve Sakarya Havzalarında yağış-akış-askıda katı madde verilerinin trend analizi ile incelenmesi, Doktora Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 294.
- Çoban H.,O., 2006, Uydu verileri ile orman alanlarındaki zamansal değişimlerin belirlenmesi, Doktora tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Çölkesen, İ., 2015, Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanarak benzer spektral özelliklere sahip doğal nesnelerin ayırt edilmesine yönelik bir metodoloji geliştirme, Doktora tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Dabanlı, İ., 2017, Türkiye'de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dağlı, D. ve Çağlayan, A., 2016, Analitik hiyerarşi süreci ile optimal arazi kullanımının belirlenmesi: Melendiz Çayı havzası örneği, *Türk Coğrafya Dergisi*, 66(2016), 83-92.
- Dalgıç, G., 2019, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Beyşehir gölü havzasının ekolojik risk değerlendirmesi, Yüksek lisans tezi, *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Isparta.

- David, T. I., Mukesh, M. V., Kumaravel, S. and Sabeen, H. M., 2016, Long-and short-term variations in shore morphology of Van Island in gulf of Mannar using remote sensing images and DSAS analysis. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(20), 1-7.
- Demetropoulou, L., Lilli, M. A., Petousi, I., Nikolaou, T., Fountoulakis, M., Kritsotakis, M., Panakoulia, S., Giannakis, G. V., Manios, T. and Nikolaidis, N. P., 2019, Innovative methodology for the prioritization of the Program of Measures for integrated water resources management of the Region of Crete, Greece. *Science of the Total Environment*, 672, 61-70.
- Demir, V., 2018, Karadeniz Bölgesi yağışlarının trend analizi , Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Demiralay, M. and Çamurcu, A. Y., 2005, Cure, agnes ve k-means algoritmalarındaki kümeleme yeteneklerinin karşılaştırılması. , *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*,. 4(8), 1-18.
- Dereli, M. A. and Tercan, E., 2020, Assessment of shoreline changes using historical satellite images and geospatial analysis along the Lake Salda in Turkey. *Earth Science Informatics*, 13(3), 709-718.
- Dikici, M., 2020, Drought analysis with different indices for the Asi Basin (Turkey). *Scientific Reports*, 10, 20739.
- Dixon, B. and Candade N., 2008, Multispectral landuse classification using neural networks and support vector machines: one or the other, or both?, *International Journal of Remote Sensing*, 29(4), 1185-1206.
- Dogan, S., Berktaş, A. and Singh, V. P., 2012, Comparison of multi-monthly rainfall-based drought severity indices, with application to semi-arid Konya closed basin, Turkey. *Journal of Hydrology*, 470, 255-268.
- Doğan, S., 2013, Konya Kapalı Havzası Kuraklık Karakterizasyonunun Zamansal-Konumsal Analizi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1- 110.
- Durduran, S. S. ve Geymen, A., 2008, Türkiye’de Afet Bilgi Sistemi çalışmalarının genel bir değerlendirilmesi, *Erciyes Üniversitesi 2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 1-9, Kayseri.
- 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), 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(8), 1-14.
- Dwyer, A., Zoppou, C., Nielsen, O., Day, S. and Roberts, 2004, Quantifying Social Vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards, *Geoscience Australia*, 14, 92.

- Edossa, D.C., Babel, M.S. and Das Gupta, A., 2010, Drought Analysis in the Awash River Basin, *Ethiopia. Water Resour Manage*, 24, 1441–1460.
- EEA, 2002, *Guide to citing Internet sources* [online], Administrative Land Accounting Units, European Commission, European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/administrative-land-accounting-units> [Ziyaret Tarihi: 4 Mart 2018].
- Ekercin, S., 2007, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri entegrasyonu ile tuz gölü ve yakın çevresinin zamana bağlı değişim analizi, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-172.
- Emek, M. F., 2014, Doğu Anadolu Bölgesi Yıllık ve Aylık Toplam Yağışların Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Erinç, S., 2002, Lise Coğrafya Ders Kitabı. Altın Kitaplar, İstanbul, 293.
- Esteves, L. S., William, J. J., Nock, A. and Lymbery, G., 2009, Quantifying shoreline changes along the Sefton coast (UK) and the implications for research-informed coastal management, *J. Coastal Res.*, 56, 602-606.
- ETC/LC, 1995, *Guide to citing Internet sources* [online], CORINE, European Commission, European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-corine> [Ziyaret Tarihi: 14 Mart 2020].
- Evsahibioğlu, N. A., 1993, Uzaktan Algılama temel eğitimi kurs notları, *Tübitak Marmara Araştırma Merkezi Uzay Bilimleri Teknolojisi Bölümü*, Gebze.
- Fausett, L., 1994, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Feizizadeh, B. and Blaschke, T., 2012, Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS, *J. Environ. Plan. Manage*, 1, 1–23.
- Food and Agriculture Organization, 1983, *Guidelines: Land evaluation for Rainfed Agriculture*, FAO Soils Bulletin 52, Rome.
- Foody, G. M., 2002, Status of land cover classification accuracy assessment, *Remote Sensing of Environment*, 80, 185–201.
- Foody, G.M. and Mathur, A., 2004, Toward intelligent training of supervised image classifications: directing training data acquisition for SVM classification, *Remote Sensing of Environment*, 93, 107–117.
- Fulat, İ. A., 2005, Investigating time series shoreline changes by integration of Remote Sensing and Geographical Information Systems, Master's thesis, *Middle East Technical University*, Ankara.
- Gallego-Ayala, J. And Juízo, D., 2011, Strategic implementation of integrated water resources management in Mozambique: An A'WOT analysis. *Physics and Chemistry of the Earth*, 36(14-15), 1103-1111.

- Garcia, J.L., Alvarado, A., Blanco, J., Jimenez, E., Maldonado, A.A. and Cortés, G., 2014, Multi-attribute evaluation and selection of sites for agricultural product warehouses based on an analytic hierarchy process. *Comput. Electron. Agric.*, 100, 60–69.
- Genç, L., Saçan, M., Turhan, H. ve Aşar, B., 2010, Arazi Örtüsünün Landsat TM Uydu Görüntü-leri Yardımıyla Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 213-224.
- Genz, A.S., Fletcher, C.H., Dunn, R., Frazer, L.N. and Rooney, J.J., 2007, The predictive accuracy of shoreline change rate methods and alongshore beach variation on Maui, Hawaii. *J. Coastal Res.*, 23, 87-105, doi: 10.2112/05-0521.1,
- Geymen, A., 2017, Coğraf Bilgi Sistemi kullanılarak su havzalarındaki arazi kullanım değişikliği ve çevresel etkilerin izlenmesi: Elmalı Havzası örneği. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 171-181.
- Gibbs, W.J., and Maher, J.V., 1967, Rainfall Deciles as Drought Indicators, Bureau of Meteorology Bulletin, No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.
- Gidey, E., Dikinya, O., Sebege, R., Segosebe, E., & Zenebe, A., 2018, Analysis of the long-term agricultural drought onset, cessation, duration, frequency, severity and spatial extent using Vegetation Health Index (VHI) in Raya and its environs, Northern Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 7(1), 1-18.
- Gilbert, R.O., 1987, Statistical methods for environmental pollution monitoring, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Gonzalez, R. C. and Woods, R. E., 2007, Digital Image Processing, Prentice Hall, New Jersey.
- Göksel, Ç., 1996, Elmalı ve Alibey su havzalarının uydu görüntü verileriyle izlenmesi ve bilgi sistemi oluşturma olanakları, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Gülenç, İ. F. ve Bilgin, G. A., 2010, Yatırım kararları için bir model önerisi: AHP yöntemi, *Öneri Dergisi*, 9(34), 97-107.
- Gümüş, V., 2006, Fırat havzası akımlarının trend analizi ile değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa.
- Güngör, S. ve Arslan, M., 2004, Turizm ve Rekreasyon Stratejileri İçin Swot Analizi, Görsel Kalite Değerlendirmesi, Turizm Tesislerinin Beğenilirliği ve Turizm Tesisleri Durum Analizi Uygulaması: Beyşehir İlçesi Örneği, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 18(33), 68-72.
- Güngör, S., 2003, Beyşehir ilçesi ve yakın çevresi turizm ve rekreasyon kullanımına yönelik peyzaj potansiyelinin saptanması üzerine bir araştırma, Doktora tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Güre, M., Özel, M. E. and Özcan, H., 2009, Corine arazi kullanımı sınıflandırma sistemine göre Çanakkale ili. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(3), 37 - 48.

- Haied, N., Foufou, A., Chaab, S., Azlaoui, M., Khadri, S., Benzahia, K. And Benzahia, I., 2017, Drought assessment and monitoring using meteorological indices in a semi-arid region. *Energy Procedia*, 119, 518-529.
- Han, J. and Kamber, M., 2001, *Data Mining Concepts and Techniques*, Morgan Kauffmann Publishers Inc.
- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M. and Lo, K., 2010, Global surface temperature change, *Reviews of Geophysics*, 48(4), doi: 10.1029/2010RG000345.
- Hansen, M., Dubayah, R. and DeFries, R., 1996 Classification trees: an alternative to traditional land cover classifiers, *International Journal of Remote Sensing*, 17, 1075–1081.
- Haykin, S. and Network, N., 2004, A comprehensive foundation. *Neural networks*, 2, 41.
- HGM, 2020, *Guide to citing Internet sources* [online], Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü yükseklik verileri, <https://www.harita.gov.tr/urunler/yukseklk-verileri-grid/1> [Ziyaret Tarihi: 12 Mart 2020].
- Himmelstoss, E. A., 2009, DSAS 4.0 installation instructions and user guide. Thieler, ER, Himmelstoss, EA, Zichichi, JL, and Ergul, Ayhan, 2008-1278.
- Himmelstoss, E.A., Henderson, R.E., Kratzmann, M.G., and Farris, A.S., 2018, Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.0 user guide: U.S. Geological Survey Open-File Report 2018–1179, 110.
- Huang, C., Davis, L. S. and Townshend, J. R. G., 2002, An assessment of support vector machines for land cover classification. *International Journal of remote sensing*, 23(4), 725-749.
- Irons JR et al (2012) The next landsat satellite: the landsat data continuity mission. *Remote Sens Environ* 122:11–21, doi:10.1016/j.rse.2011.08.026 VARMITEZDE
- Işık, M. ve Çamurcu, A. Y., 2007, K-means, k-medoids ve bulanık c-means algoritmalarının uygulamalı olarak performanslarının tespiti, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(13),31-45.
- İçel, G., 2009, Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Sıcaklık ve Yağış Trend Analizleri ve Ekstrem Hadiseler, Doktora tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Jafari, S. and Zaredar, N., 2010, Land suitability analysis using multi attribute decision making approach. *Int. J. Environ. Sci. Develop.*, 1 (5), 441–445.
- Jayson-Quashigah, P. N., Addo, K. A. and Kodzo, K. S., 2013, Medium resolution satellite imagery as a tool for monitoring shoreline change, *Case study of the Eastern coast of Ghana. Journal of coastal Research*, 65 (10065), 511-516.
- Jensen,J.R., 2005, *Introductory digital image processing*, 3rd Edition, Prentice Hall, New Jersey, 379-526.

- Jihan, Z. X. L., 1999, Analysis of drought during the period of winter wheat growth in Huang Huai Hai plain, *Scientia Geographica Sinica*, 2, 41-47.
- Kadıoğlu, Y., Güner, Ö. and Özkan, G., 2019, Coastline change (1964-2014) in the Kocadere Delta (Muğla/Ören), *J. Int. Social Res.*, 12, 379-385, doi: 10.17719/jisr.2019.3835.
- Kalaycı Kadak, M., 2021, Bartın çayı havzası'nda Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile iklim değişikliği senaryolarına uygun bir model önerisi, Doktora tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu.
- Kale, M. M., 2018, Historical shoreline change assessment using DSAS: A case study of Lake Akşehir, SW Turkey. *Current Debates in Sustainable Architecture, Urban Design & Environmental Studies. IJOPEC, London*, 187-196.
- Kaliraj, S., Chandrasekar, N. and Magesh, N. S., 2014, Impacts of wave energy and littoral currents on shoreline erosion/accretion along the south-west coast of Kanyakumari, Tamil Nadu using DSAS and geospatial technology. *Environmental Earth Sciences*, 71(10), 4523-4542.
- Kapluhan, E., 2013, türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, (27), 487-510.
- Karadağ, A. A. ve Barış, M. E., 2012, Kovada Gölü alt havza yönetim planının geliştirilmesi, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 8(1), 118-136.
- Karimi, F., Sultana, S., Babakan, A.S. and Suthaharan, S., 2019, An enhanced support vector machine model for urban expansion prediction. *Computers Environment and Urban Systems*, 75, 61-75
- Kavzoğlu, T. ve Çölkesen, İ., 2009, Destek vektör makineleri ile uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kernel fonksiyonlarının etkilerinin incelenmesi. *Harita Dergisi*, 144(7), 73-82.
- Kaya, N. S., Turan, İ. D., Dengiz, O. ve Saygın, F., 2020, Farklı Konumsal Çözünürlüğe Sahip Uydu Görüntüleri Kullanarak CORINE Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Sınıflarının Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 207-218.
- Kaya, Ş., Müftüoğlu, O. and Tüysüz, O., 2004, Tracing the geometry of an active fault using remote sensing and digital elevation model: Ganos segment, North Anatolian Fault zone, Turkey, *International Journal of Remote Sensing*, 25,3843-3855.
- Kayadibi, O. and Aydal, D., 2013, Quantitative and comparative examination of the spectral features characteristics of the surface reflectance information retrieved from the atmospherically corrected images of Hyperion, *Journal of Applied Remote Sensing*, 7(1), 073528.
- Kazimieras Zavadskas, E., Antucheviciene, J. and Chatterjee, P., 2019, Multiple-criteria decision-making (MCDM) techniques for business processes information management, *Information*, 10(1), 1-7.

- Keleş, B. ve Durduran, S. S., 2019, Osmaniye ilinin arazi örtüsü ve kullanımındaki zamansal değişimin Uzaktan Algılama teknikleri ile araştırılması. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1), 32-52.
- Kendall, M. and Stuart, A., 1977, The advanced theory of statistics. 4th ed., Vol. 1: Distribution theory. London: Griffin.
- Kenea, N. H., 1997, Digital enhancement of Landsat data, spectral analysis and GIS data integration for geological studies of the Derudeb area, Southern Red Sea Hills, NE Sudan, Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften, FU Berlin.
- Khatiwada, K. R. and Pandey, V. P., 2019, Characterization of hydro-meteorological drought in Nepal Himalaya: A case of Karnali River Basin, *Weather and Climate Extremes*, 26, 1-12.
- Kılar, H. Ve Çiçek, İ., 2018, Göksu Deltası kıyı çizgisi değişiminin DSAS aracı ile belirlenmesi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(1), 89-104.
- Kılar, H., 2018, Göksu deltasında kıyı çizgisi değişimlerinin çok zamanlı uydu görüntüleri ile analizi. Doktora tezi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.
- Kılıç, B., 1985, Tarım Alanında Meteoroloji-Tanınması, Faydaları ve Zararları. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları, Ankara, 14, 84.
- Kırtıloğlu, E., 2014, Hotamış gölü çevresinin arazi kullanımının uydu görüntüleri yardımıyla zamansal analizi, Yüksek lisans tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Kızılelma, Y. ve Karabulut, M., 2015, Yozgat ve çevresinde kuraklık analizi. *Uluslararası Bozok Sempozyumu*, 5-7, Zonguldak.
- Kitapçıoğlu, H., 2005, Sayısal görüntülerin bölümlenmesi ve sınıflandırılmasında temel algoritmaların yorumlanması ve uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun
- Koca, 2006, QuickBird uydu verileri kullanılarak ziraat fakültesi araştırma ve uygulama çiftliği arazilerinin güncel arazi kullanım haritalarının oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Kogan, F.N., 1990, Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogeneous areas, *International Journal of Remote Sensing*, 11, 1405-1419.
- Konaklı, N., 2011, Konya Altınapa Baraj Gölü Havzası örneğinde optimal alan kullanım planının belirlenmesi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü*, , Adana, 197.
- Köylü, Ü., 2017, Arazi kullanım değişiminin iklime olan etkilerinin modellenmesi, Doktora tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.
- Kuleli, T., 2010, Quantitative analysis of shoreline changes at the Mediterranean Coast in Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 167(1), 387-397.

- Kuleli, T., Guneroglu, A., Karsli, F. and Dihkan, M., 2011, Automatic detection of shoreline change on coastal Ramsar wetlands of Turkey. *Ocean Engineering*, 38(10), 1141-1149.
- Kundu, S., Khare, D. and Mondal, A., 2017, Landuse change impact on sub-watersheds prioritization by analytical hierarchy process (AHP). *Ecological Informatics*, 42, 100-113.
- Li, S., Li, H., Li, M., Shyr, Y., Xie, L. and Li, Y., 2009, Improved prediction of lysine acetylation by support vector machines. *Protein and peptide letters*, 16, 977-983.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W. and Chipman, J. W., 2015, Remote sensing and image interpretation (7th ed.). New Jersey: Wiley.
- Liu, L., Hong, Y., Bednarczyk, C. N., Yong, B., Shafer, M. A., Riley, R. and Hocker, J. E., 2012, Hydro-climatological drought analyses and projections using meteorological and hydrological drought indices: a case study in Blue River Basin, Oklahoma. *Water resources management*, 26(10), 2761-2779.
- Lutgens, F. K., Tarbuck, E. J. and Tasa, D. G., 2012, Essentials of Geology, 11th ed. Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, USA, 576.
- MacQueen J., 1967, Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations, Berkeley, University of California Press.
- Mahapatra, M., Ratheesh, R. and Rajaw,t A.S., 2014,Shoreline change analysis along the coast of south Gujarat, India, using digitalshoreline analysis system. *J. Indian Soc. Remote Sens.*, 42, 869-876, doi: 10.1007/s12524- 013-0334-8.
- Mambo, İ.K., 2016, Effects of climate change in zanzibar and sustainable land management , Master's thesis, *Dokuz Eylül University of Natural and Applied Sciences*, İzmir.
- Mani Murali, R., Ankita, M., Amrita, S. and Vethamony, P., 2013, Coastal vulnerability assessment of Puducherry coast, India, using the analytical hierarchical process, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(12), 3291-3311.
- Margate, D. E., 2011, Evaluating agricultural sustainability in tropical watersheds: an integrated geographical approach. Doctoral dissertation, *School of Natural Sciences, University of Western Sydney*, Australia.
- Márquez-Romance, A. M., Farías-de Márquez, B. E. And Guevara-Pérez, E., 2021, Land use and land cover change detection using satellite remote sensing techniques in a tropical basin. *Environmental Quality Management*, 1-14.
- Mather, P. M., 1987, Computer Processing of Remotely-Sensed Images, John Wiley & Sons Pres, New York, 324.
- Mathur, A. and Foody G. M., 2008, Crop classification by support vector machine with intelligently selected training data for an operational application, *International Journal of Remote Sensing*, 29(8), 2227-2240.

- McKee, T. B., Doesken, N. J. and Kleist, J., 1993, The relationship of drought frequency and duration to time scales. *In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, 17(22), 179-183.
- Melgani, F. and Bruzzone, L., 2004, Classification of hyperspectral remote sensing images with support vector machines, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42 (8), 1778-1790.
- Meriç, S. ve Bozkurt, Ö., 2017, Van Gölü'nün rekreasyonel turizm potansiyelinin SWOT analizi ile değerlendirilmesi, *Uluslararası kültürel ve sosyal araştırmalar dergisi (UKSAD)*, 3(1), 154-167.
- MEVBİS, 2021, *Guide to citing Internet sources* [online], Çevre,Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/Workspace> [Ziyaret Tarihi: 9 Mart 2018].
- MEVKA, 2012, Mevlana Kalkınma Ajansı “TR52 Bölgesi Kuraklık İndeksi” ,Bölgesel araştırma raporları serisi, yayın no:4, sayfa:10, <https://www.mevka.org.tr/Page.asp?Dil= 0&pid=214>
- MGM, 2021, Guide to citing Internet sources [online], Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Kuraklık sınıfları ve etkileri, <http://www1.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yontemsinif> [Ziyaret Tarihi: 22 Şubat 2021].
- Miguel, E. R. and Padmini, S., 2002, Automatic text classifiers for text categorization, *in Information Retrieval. Kluwer Academic Publishers Hingham*, 1, 87–118.
- Mishra, A. K. and Desai, V. R., 2005, Spatial and temporal drought analysis in the Kansabati river basin, India. *International Journal of River Basin Management*, 3(1), 31-41.
- Mishra, A. K. And Singh, V. P., 2010, A review of drought concepts. *Journal of hydrology*, 391(1-2), 202-216.
- Mitsiani, C. and Tsakiris, G., 2008, SWOT analysis technique as a quantitative tool for adaptive management on transboundary river basins, *In Proceedings of the IV International Symposium on Transboundary Waters Management*, 15-18.
- Molavizadeh, N., Sertel, E. and Demirel, H., 2016, Drought conditions in Turkey between 2004 and 2013 via drought indices derived from remotely sensed data. *In Energy, Transportation and Global Warming*, 113-121, Springer, Cham.
- Monti, L.M., 1986, Breeding Plants For Drought Resistance: The Problem And Its Relevance, *Drought Resistance in Plants. Meeting Held In Amalfi*, Belgium, 1-8.
- Morid, S., Smakhtin, V. and Moghaddasi, M., 2006, Comparison of seven meteorological indices for drought monitoring in Iran, *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 26(7), 971-985.
- Moussaid, J., Fora, A. A., Zourarah, B., Maanan, M. and Maanan, M., 2015, Using automatic computation to analyze the rate of shoreline change on the Kenitra coast, Morocco. *Ocean Engineering*, 102, 71-77.

- Musaoğlu, N., Göksel, Ç., Kaya, Ş., Saroğlu, E. ve Bektaş, F., 2005, İstanbul Anadolu Yakası 2b Alanlarının Uydu Görüntüleri İle Analizi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara, 1-8.
- Mustafa, A.A., Singh, M., Sahoo, R.N., Ahmed, N., Khanna, M. and Sarangi, A., 2011, Land suitability analysis for different crops: a multi-criteria decision making approach using remote sensing and GIS. *Researcher*, 3 (12), 61–84.
- Mut, S., 2020, Siirt merkez ve Tillo (Aydınlar) ilçelerinde karşılaştırmalı arazi kullanımı, Yüksek lisans tezi, *Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Karabük.
- Mutaqin, B. W., 2017, Shoreline changes analysis in Kuwaru coastal area, Yogyakarta, Indonesia: an application of the digital shoreline analysis system (DSAS). *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 12(7), 1203-1214.
- Myllymaki, P. and Tirri, H., 1993, Bayesian case-based reasoning with neural network, *in Proceedings of the IEEE International conference on Neural Network '93*, 1, 422–427.
- Namkhai, O., 2019, Meteorolojik Mekansal Verilerin İstatistiksel Yöntemler ile Analizi: Çatalan Baraj Gölü Havzası Örneği, Yüksek lisans tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Nassar, K., Mahmud, W. E., Fath, H., Masria, A., Nadaoka, K. And Negm, A., 2019, Shoreline change detection using DSAS technique: Case of North Sinai coast, Egypt. *Marine Georesources & Geotechnology*, 37(1), 81-95.
- Natesan, U., Parthasarathy, A., Vishnunath, R., Kumar, G. E. J. and Ferrer, V. A., 2015, Monitoring longterm shoreline changes along Tamil Nadu, India using geospatial techniques. *Aquatic Procedia*, 4, 325-332.
- Nemli, M.Ö., 2017, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yıllık Maksimum Yağışların Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 93.
- Nicholson, S.E. and Farrar, T.J., 1994, The influence of soil type on the relationships between NDVI, rainfall, and soil moisture in semiarid Botswana. *Remote Sens. Environ.*, 50, 107–120.
- NİK, 2020, *Guide to citing Internet sources* [online], NİK sistem, Landsat 1-8 http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu_goruntuleri.asp [Ziyaret Tarihi: 12 Eylül 2020].
- NİK, 2021, *Guide to citing Internet sources* [online], NİK sistem, Görüntü işleme, http://www.nik.com.tr/content_sistem_servisler.asp?id=69 [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2021].
- Niya, A.K., Alesheikh, A.A., Soltanpor, M. and Kheirkhahzarkesh, M.M., 2013, Shoreline change mapping using remote sensing and GIS. *Int. J. Remote Sens. Appl.*, 3, 102-107.

- Nurlina, S. K., Kurnain, A. and Ilham, W., 2021, Comparison of Maximum Likelihood and Support Vector Machine classifiers for land use/land cover mapping using multitemporal imagery. *Academic Research International*, 12(1), 126-138.
- Oguzturk, G. and Yıldız, O., 2015, Hydrologic Drought Investigation in the Kemer Dam Basin Using the SPI Method, *International Journal of Advances in Mechanical and Civil Engineering*, 2 (5), 35-40.
- Oğuzkurt, D., 2001, Limnology of Beyşehir Lake, *Hacettepe University Press*, Ankara, 102-103.
- Oğuztürk, G. ve Yıldız, O., 2014, Kırıkkale ili'nde farklı zaman periyotları için kuraklık analizi, *Kırıkkale Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Araştırma Ve Geliştirme Dergisi*, 6(2), 1-7.
- Okkan, U., 2013, İklim değişikliğinin akarsu akışları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, Doktora tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Olofintoye, O., Adeyemo, J. and Otieno, F., 2012, Impact of regional climate change on freshwater resources and operation of the Vanderkloof Dam system in South Africa, *Global Warming-Impact and Future Perspective*, doi: 10.5772/50414 165-184.
- Onur, I., 2007, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yöntemleriyle kıyı bölgelerde arazi örtüsü/arazi kullanımı değişiminin izlenmesi: Antalya-Kemer örneği, Doktora tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Orhan, O., 2014, Konya Kapalı Havzası'nda Uzaktan Algılama ve CBS teknolojileri ile iklim değişikliği ve kuraklık analizi, Yüksek lisans tezi, *Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray.
- Osuna, E.E., 1998, Support vector machines: Training and applications, Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology, ABD, 202.
- Ömürbek, N., Makas, Y. and Ömürbek, V., 2015, AHP ve TOPSIS yöntemleri ile kurumsal proje yönetim yazılımı seçimi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 59-83.
- Özcan, O., Musaoğlu, N. ve Şeker, D.Z., 2009, taşkın alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama yardımıyla belirlenmesi ve risk yönetimi: sakarya havzası örneği, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 11-15, Ankara.
- Özçakal, E., 2014, Ege bölgesi yağış ve sıcaklık değerlerinin zaman ve mekan boyutundaki değişiminin istatistiksel analizi, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 312.
- Özener, A. Y., 2019, Çoruh Havzası'nda akış ve meteorolojik parametrelerin trend analizi Yüksek lisans tezi, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Rize, 361.

- Özfidaner, M., 2007, Türkiye yağış verilerinin trend analizi ve nehir akımları üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-73.
- Özkan, C., 2001, Uydu görüntü verisinin yapay sinir ağları ile sınıflandırılması, Doktora tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Özlu, H., 2007, Drought and Water Management, *Proceedings of the National Conference on Climatic Change and Water Economy*, Ankara, 1-77.
- Özşahin, E., 2013, Türkiye’de yaşanmış (1970-2012) doğal afetler üzerine bir değerlendirme. 2. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 1-8, Hatay.
- Özşahin, E., 2016, Ergene Havzasında (Trakya) arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin erozyon üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 117-126.
- Öztürk, S., 2011, Devrekani Çayı alt havzası örnekleminde havza yönetim planının geliştirilmesi, Doktora tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Palaz, H. ve Kovancı, A., 2008, Türk Deniz Kuvvetleri denizaltılarının seçiminin AHP ile değerlendirilmesi, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 3(3), 53-60.
- Palmer, W.C., 1965, Meteorologic Drought. US Department of Commerce, Weather Bureau, Research Paper No. 45, 58.
- Pandey, B. K. and Khare, D., 2018, Identification of trend in long term precipitation and reference evapotranspiration over Narmada river basin (India), *Global and Planetary Change*, 161, 172–182.
- Pareta, K., 2013, Remote sensing and GIS based site suitability analysis for tourism development. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences*, 2(5), 43-58.
- Partal, T. and Kahya, E., 2006, Trend analysis in Turkish precipitation data, *Hydrological Processes: An International Journal*, 20(9), 2011-2026.
- Peng, X. and Dai, F., 2009, Information systems risk evaluation based on the AHP-fuzzy algorithm, *International Conference on Networking and Digital Society*, 178-180.
- Penghao, C., Pingkuo, L. and Hua, P., 2019, Prospects of hydropower industry in the Yangtze River Basin: China's green energy choice, *Renewable Energy*, 131, 1168-1185.
- Pournabi, N., Janatrostami, S., Ashrafzadeh, A. and Mohammadi, K., 2021, Resolution of Internal conflicts for conservation of the Hour Al-Azim wetland using AHP-SWOT and game theory approach, *Land Use Policy*, 107, 105495.

- Ramadhan R., Al-Abdul, V.H. and Duffuaa S., 1999, The use of an analytical hierarchy process in pavement maintenance priority ranking, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5(1), 25-39.
- Reis, H. Ç. and Yıllancı, G., 2020, Destek vektör makineleri ve NDVI kullanarak pamuk ekili alanların tespiti: Harran ovası örneği, *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(1), 29-41.
- Richards, J. A. and Jia, X., 1999, Remote Sensing Digital Image Analysis, W.H. Springer-Verlag. New York
- Rio, L.D., Gracia, J.F. and Benavente, J., 2013, Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. *Geomorphol.*, 196, 252-266.
- Rodriguez, S. I., Roman, M. S., Sturhahn, S. C. and Terry, E. H., 2002, Sustainability assessment and reporting for the University of Michigan's Ann Arbor Campus. *Center for Sustainable Systems*, Report No. CSS02-04. University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 6-12.
- Ronchi, F., Galgani, F., Binda, F., Mandić, M., Peterlin, M., Tutman, P., Anastasopoulou, A. and Fortibuoni, T., 2019, Fishing for Litter in the Adriatic-Ionian macroregion (Mediterranean Sea): Strengths, weaknesses, opportunities and threats. *Marine policy*, 100, 226-237.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A. and Deering, D. W., 1974, Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, *NASA special publication*, 351, 309.
- Saaty, T. L., 1994b., How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, *Interface*, vol. November-December, 1943.
- Saaty, T. L., 1980, The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill Comp., New York.
- Saaty, T. L., 2004, Decision Making - The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP), *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1-35.
- Santosh, C., Krishnaiah, C. and Deshbhandari, P. G., 2018, Site suitability analysis for urban development using GIS based multicriteria evaluation technique: a case study in Chikodi Taluk, Belagavi District, Karnataka, India. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 169(1), 1-9.
- Sarı, H. ve Özşahin, E., 2016, CORINE sistemine göre Tekirdağ İlinin AKAÖ (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) özelliklerinin analizi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 30(1), 13-26.
- Sarwar, M. G. M. and Woodroffe, C. D., 2013, Rates of shoreline change along the coast of Bangladesh. *Journal of coastal conservation*, 17(3), 515-526.
- Schneider, S.H., 1996, Encyclopaedia of Climate and Weather, Oxford University Press, New York , USA.

- Segal, D. B., 1983, Use of Landsat multispectral scanner data for the definition of limonitic exposures in heavily vegetated areas, *Economic Geology*, 78(4), 711-722.
- Sertel, E. ve Örmeci, C., 2011, Bölgesel iklim modellemede kullanılan arazi örtüsü verilerinin doğruluğunun araştırılması, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/d*, 8(3), 29-38.
- Sertel, E., 2008, Türkiye'nin Marmara Bölgesindeki arazi örtüsü değişimlerinin iklim üzerindeki etkisinin uzaktan algılanması ve bölgesel iklim modellenmesi, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-121.
- Sertel, E., Kutoglu, S.H. and Kaya, S., 2007, Geometric correction accuracy of different satellite sensor images: Application of figure condition, *International Journal of Remote Sensing*, 28(20), 4686-4692.
- Shadeed, S. and Almasri, M., 2007, Statistical Analysis of Long-Term Rainfall Data for a Mediterranean Semi-arid Region: A Case Study from Palestine, *Included in the international conference*, 1-20, Amman, Jordan.
- Shalaby, A., Ouma, Y.O. and Tateishi, R., 2006, Land suitability assessment for perennial crops using remote sensing and geographic information systems: a case study in North-western Egypt. *Arch. Agron. Soil Sci.*, 52 (3), 243–261.
- Shao, Y. And Lunetta, R. S., 2012, Comparison of support vector machine, neural network, and CART algorithms for the land-cover classification using limited training data points. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 70, 78-87.
- Sharma M.J., Moon, I. and Bae, H., 2008, Analytic Hierarchy Process To Assess and Optimize Distribution Network, *Applied Mathematics and Computation*, 202(1), 256- 265.
- Sırdaş S. and Şen Z., 2003, Spatio-temporal drought analysis in the Trakya region, Turkey, *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 48(5), 809-821.
- Silva, R. M., Santos, C. A. G., Moreira, M., Corte-Real, J., Silva, V. C. L. and Medeiros, I. C., 2015, Rainfall and river flow trends using Mann–Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in the Cobres River basin, *Natural Hazards*, 77: 2, 1205–1221.
- Sirois, A, 1998, A brief and biased overview of time series analysis or how to find that evasive trend. In WMO report No. 133: WMO/EMEP workshop on Advanced Statistical methods and their Application to Air Quality Data sets (Helsinki, 14-18 September 1998).
- Sisay, G., Gitima, G., Mersha, M. and Alemu, W. G., 2021, Assessment of land use land cover dynamics and its drivers in Bechet Watershed Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 1-11.

- Sneyers, R., 1990, On the Statistical Analysis of Series of Observations, World Meteorological Organization, Technical Note no. 143, WMO no. 415.
- Solanky, V., Singh, S. and Katiyar, S. K., 2018, Land Surface Temperature Estimation Using Remote Sensing Data, *In Hydrologic Modeling*, 343-351, Springer, Singapore.
- Song, X., Duan Z., Jiang, X., 2012, Comparison of artificial neural networks and support vector machine classifiers for land cover classification in Northern China using a SPOT-5 HRG image, *International Journal of Remote Sensing*, 33(10), 3301-3320.
- Srinivas, R., Singh, A. P., Dhadse, K., Garg, C. and Deshmukh, A., 2018, Sustainable management of a river basin by integrating an improved fuzzy based hybridized SWOT model and geo-statistical weighted thematic overlay analysis, *Journal of Hydrology*, 563, 92-105.
- Sruthi, S. and Aslam, M. M., 2015, Agricultural drought analysis using the NDVI and land surface temperature data; a case study of Raichur district. *Aquatic Procedia*, 4, 1258-1264.
- Sun, Z., Ma, R. and Wang, Y., 2009, Using Landsat data to determine land use changes in Datong basin, China. *Environmental geology*, 57(8), 1825-1837.
- Sunar, F., Özkan, C. ve Osmanoğlu, B., 2011, Uzaktan algılama. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No:2320, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, Eskişehir, 129.
- Sunar, F., Özkan, C., Ok, A. Ö., Osmanoğlu, B., Uça Avcı Z. D. ve Berberoğlu, S., 2017, Digital görüntü işleme, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No:2320, Eskişehir.
- Sutikno, S., Sandhyavitri, A., Haidar, M. and Yamamoto, K., 2017, Shoreline change analysis of peat soil beach in Bengkalis island based on GIS and RS. *International Journal of Engineering and Technology*, 9(3), 233.
- Şen, C., 2013, Isparta ilinde sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Isparta, 152.
- Şen, Z., 2002, İstatistik veri işleme yöntemleri (hidroloji ve meteoroloji), Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şen, Z., 2012, Innovative Trend Analysis Methodology. *J. Hydrol. Eng.*, 17 (9), 1042–1046.
- Taxak, A. K., Murumkar, A. R. and Arya, D. S., 2014, Long term spatial and temporal rainfall trends and homogeneity analysis in Wainganga basin, Central India. *Weather and Climate Extremes*, 4, 50–61.
- Temiz, F., 2017, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak arazi kullanımı / örtüsü değişiminin incelenmesi: Denizli örneği, Yüksek lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

- Tezer, D., 2018, Yapay sinir ağıları, lojistik regresyon ve destek vektör makinesi istatistik yöntemlerinin sınıflandırmadaki karşılaştırılması, Yüksek lisans tezi, *Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Thakur, J. K., Srivastava, P. K., Singh, S. K. and Vekerdy, Z., 2012, Ecological monitoring of wetlands in semi-arid region of Konya closed Basin, Turkey. *Regional Environmental Change*, 12(1), 133-144.
- Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L. and Ergul, A., 2009, The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-an ArcGIS extension for calculating shoreline change (No. 2008-1278). US Geological Survey.
- Thieler, E.R., Martine, D. and Ergui, A., 2003, Tutorial for the Digital Shoreline Analysis System (DSAS)-Extension for ArcView. USGS, Reston, VA, USA, open-file report: 03-076, 85-91.
- Tombuş, F. E., 2019, Çorum ili ve yakın çevresinin Uzaktan Algılama yöntemleri ile arazi kullanımının değerlendirilmesi. Doktora tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Topaloğlu, R. H. ve Ekerin, S., 2013, Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama entegrasyonu ile Konya Kapalı Havzası'nda arazi örtüsü/kullanımı zamansal değişimlerinin belirlenmesi, *Ankara: TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Ankara.
- Toprak, D., 2017, Türkiye'nin çevre politikasında yerel yönetimlerin rolü: yerel yönetim bütçesinin incelenmesi. *Maliye Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 173-193.
- Toros, H., 1993, Klimatolojik serilerden Türkiye ikliminde trend analizi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Toutin, T., 2004, Geometric Processing of Remote Sensing Images: Models, Algorithms and Methods, *International Journal of Remote Sensing*, 25, 1893-1924.
- Tucker, C. J., 1979, Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation, *Remote Sensing of the Environment*, 8, 681-698.
- Tuna, B., 2009, Guide to citing Internet sources [online], 'Regresyon Analizi, Balıkesir Üniversitesi ders notları, <http://w3.balikesir.edu.tr/~bsentuna/wp-content/uploads/2013/03/Regresyon-Analizi.pdf> [Ziyaret Tarihi: 5 Ağustos 2020].
- Türkeş, M. and Tatlı, H., 2011, Use of the spectral clustering to determine coherent precipitation regions in Turkey for the period 1929-2007, *International Journal of Climatology*, 31(14), 2055-2067.
- Türkeş, M., 2013b, Klimatolojik Ve Hidrolojik Verilerin İklimsel Değişkenlik Analizi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Coğrafya Bölümü Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Ders Notları, Çanakkale.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Demir, İ., 2002a, Türkiye'nin günlük ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler,

Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 89- 106, İzmir.

- Türkmenoğlu, Y., 2018, İklim değişikliğinin İstanbul ilinde yüzeysel akış ve barajlar üzerindeki olası etkileri, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- U.S. Geological Survey, 2021, *Guide to citing Internet sources* [online], U.S. Geological Survey (USGS) Landsat Project Science Office, <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8-data-users-handbook> [Ziyaret Tarihi: 4 Kasım 2021].
- Uçgun, E., 2010, Kızılırmak Havzası'ndaki hidrometeorolojik verilerin trend analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale, 1-123.
- UN Secretariat General, 1994, United Nations Convention to Combat Drought and Desertification in Countries Experiencing Serious Droughts and/or Desertification, Particularly in Africa. Paris.
- UUCE, 2010, Guide to citing Internet sources [online], Utahstate university cooperative extension 2010, <https://extension.usu.edu/nasa/htm/ontarget/near-infrared-tutorial> [Ziyaret Tarihi: 9 Mart 2021].
- Uysal, C., 2015, Türkiye'de Kentsel Yayılmanın, Spektral Unmixed Landsat Görüntülerinden Ve Dmsp-ols Gece Görüntülerinden Saptanması, Doktora tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 120.
- Uzbaş, M., 2000, Beyşehir'in tabii kaynakları, *Tarihten bugüne ve geleceğe uzanan Konya Beyşehir(derebucak-hüyük) 2000 rehberi*. Cilt 1. Konya.
- Üstüner, M., 2013, Destek vektör makineleri yöntemi ile arazi kullanımı sınıflandırılmasında kernel fonksiyonlarına ait karşılaştırmalı parametre duyarlık analizi: Rapideye ve spot örneği, Yüksek lisans tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Van Rooy, M., 1965, A rainfall anomaly index independent of time and space. *Notos*, 14(43), 1-6.
- Vapnik, V.N., 1995, *The Nature of Statistical Learning Theory*. New York: Springer-Verlag.
- Vargas, L. G., 1990, An overview of the analytic hierarchy process and its applications, *European Journal of Operational Research*, 48, 2-8.
- Vermote, E. F., Tanré, D., Deuze, J. L., Herman, M. and Morcette, J. J., 1997, Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: An overview, *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, 35(3), 675-686.
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S. and López-Moreno, J. I., 2010, A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index, *Journal of climate*, 23(7), 1696-1718.

- Vidal, A., 1991, Atmospheric and emissivity correction of land surface temperature measured from satellite using ground measurements or satellite data, *International Journal of Remote Sensing*, 12, 2449–2460
- Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ., 2000, Kültür sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 440.
- Wan, S., Radhakrishnan, M., Zevenbergen, C. and Pathirana, A., 2020, Capturing the changing dynamics between governmental actions across plausible future scenarios in urban water systems. *Sustainable Cities and Society*, 62, 102318.
- Wang, F., 1990, Fuzzy supervised classification of remote sensing images, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 28, 194–201.
- Wang, W., Chen, Y., Becker, S. and Liu, B., 2015, Linear trend detection in serially dependent hydrometeorological data based on a variance correction Spearman Rho method, *Water*, 7(12),7045-7065, DOI 10.3390/w7126673.
- Weng, Q, 2009, Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: methods, applications, and trends. *ISPRS J Photogram Remote Sensing*, 64,335–344.
- Wilhite, D. A., Svoboda, M. D. and Hayes, M. J., 2007, Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness, *Water resources management*, 21(5), 763-774.
- Wilhite, D. and Glantz, M.R., 1987, Understanding the drought phenomenon: the role of definitions, Copyright Boulder, CO: Westview Press, 11-27.
- Willeke, G., Hosking, J. R. M., Wallis, J. R. and Guttman, N. B., 1994, The National Drought Atlas, Institute for Water Resources Report 94–NDS–4, U. S. Army Corps of Engineers, Washington, 587.
- Wilson, E. B. and Hilferty, M. M., 1931, The distribution of chi-square. proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 17(12), 684.
- World Meteorological Organization (WMO), 2012, Standardized Precipitation Index User Guide, Geneva (SY): Publication Board World Meteorological Organization) wmo-no:1090,6-8. http://www.wamis.org/agm/pubs/SPI/WMO_1090_EN.pdf
- World Meteorological Organization (WMO), 1986. Report on Drought and Countries Affected by Drought During 1974–1985, WMO, Geneva, 118.
- Wu, H., Hayes, M.J., Welss, A., Hu, Q., 2001, An evaluation the standardized precipitation index, the China-z index and the statistical Z-Score, *International Journal of Climatology*, 21; 745–758.
- Yalçın, L. ve Göktepe, A., 2018, Arazi yönetimi kapsamında koruma anlayışı ve sit alanı mülkiyetindeki veri yetersizliği, *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, 7(2), 329-336. Retrieved from: <https://dergipark.org.tr/en/pub/mbd/issue/40281/433004>

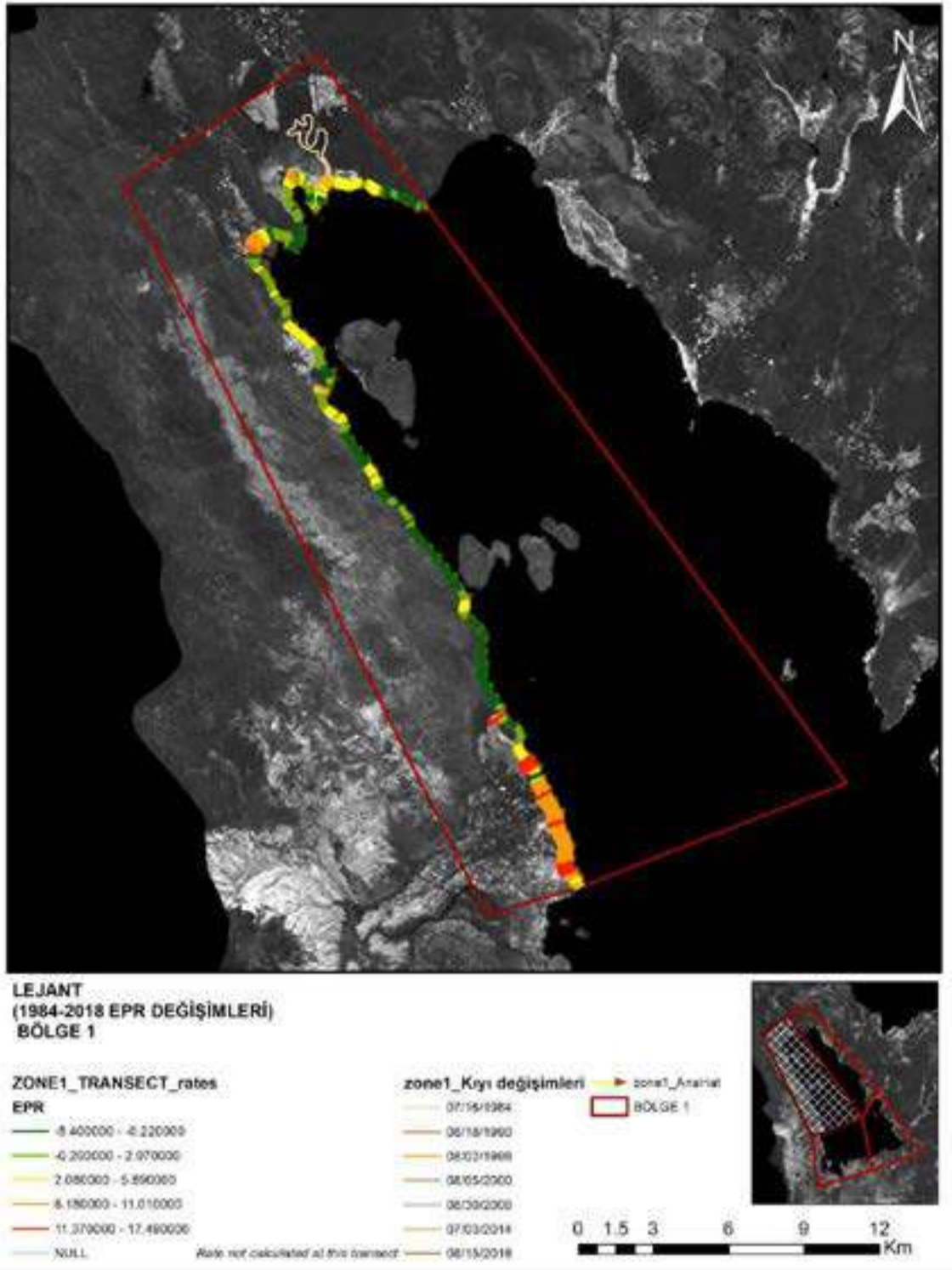
- Yalew, S. G., Van Griensven, A., Mul, M. L. and Van Der Zaag, P., 2016, Land suitability analysis for agriculture in the Abbay basin using remote sensing, GIS and AHP techniques, *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(2), 1-14.
- Yang, X. L., Xu, L. R., Liu, K. K., Li, C. H., Hu, J. and Xia, X. H., 2012, Trends in temperature and precipitation in the Zhangweinan River Basin during the last 53 years. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1966–1974.
- Yavuz, F., 2011, Katılımcı havza planlaması ve yönetimi: Beyşehir Gölü Havzası'nda kritik başarı faktörlerinin değerlendirilmesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Yetmen, H., 2013, Türkiye'nin Kuraklık Analizi, Doktora tezi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Yetmen, H., 2013, Van Gölü Havzası'nın kuraklık analizi. *21. Yüzyılda Eğitim Ve Toplum Eğitim Bilimleri Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(5), 184-198.
- Yıldırım, B. F. ve Önder, E., 2015, Operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemleri. *Dora Yayıncılık*, 2, 15.
- Yılmaz, A., 2018, Batı karadeniz bölümünde sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Karabük.
- Yılmaz, B., 2009, Multi criteria decision analysis for water resources management in the Gediz River Basin, Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Yue, S. and Wang, C., 2002, Applicability of prewhitening to eliminate the influence of serial correlation on the Mann–Kendall test, *Water resources research*, 38(6), 1–7.
- Yue, S., Pilon, P. and Cavadias, G., 2002, Power of the Mann–Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of hydrology*, 259(1-4), 254-271.
- Yue, S., Pilon, P. and Phinney, B. O. B., 2003, Canadian Streamflow Trend Detection: Impacts of Serial and Cross-Correlation, *Hydrological Sciences Journal*, 48(1), 51-63.
- Zahedi, F., 1986, The Analytic Hierarchy Process: a survey of the method and its applications, *Interfaces*, 16(4), 99-100.
- Zengin, M., 2007, Ardahan Kura Nehri ve Yakın Çevresi Alan Kullanımlarının Belirlenmesi ve Optimal Alan Kullanım Önerileri, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Zhou, Y.D. and Shi, M.L., 2009, Rail transit project risk evaluation based on AHP model, *Second International Conference on Information and Computing Science*, 3, 236-238.

- Zolekar, R. B. and Bhagat, V. S., 2015, Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone: Remote sensing and GIS approach, *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 300-321.
- Zuhro, A., Tambunan, M. P. and Marko, K., 2020, Application of vegetation health index (VHI) to identify distribution of agricultural drought in Indramayu Regency, West Java Province, *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* , 500(1), 12047.

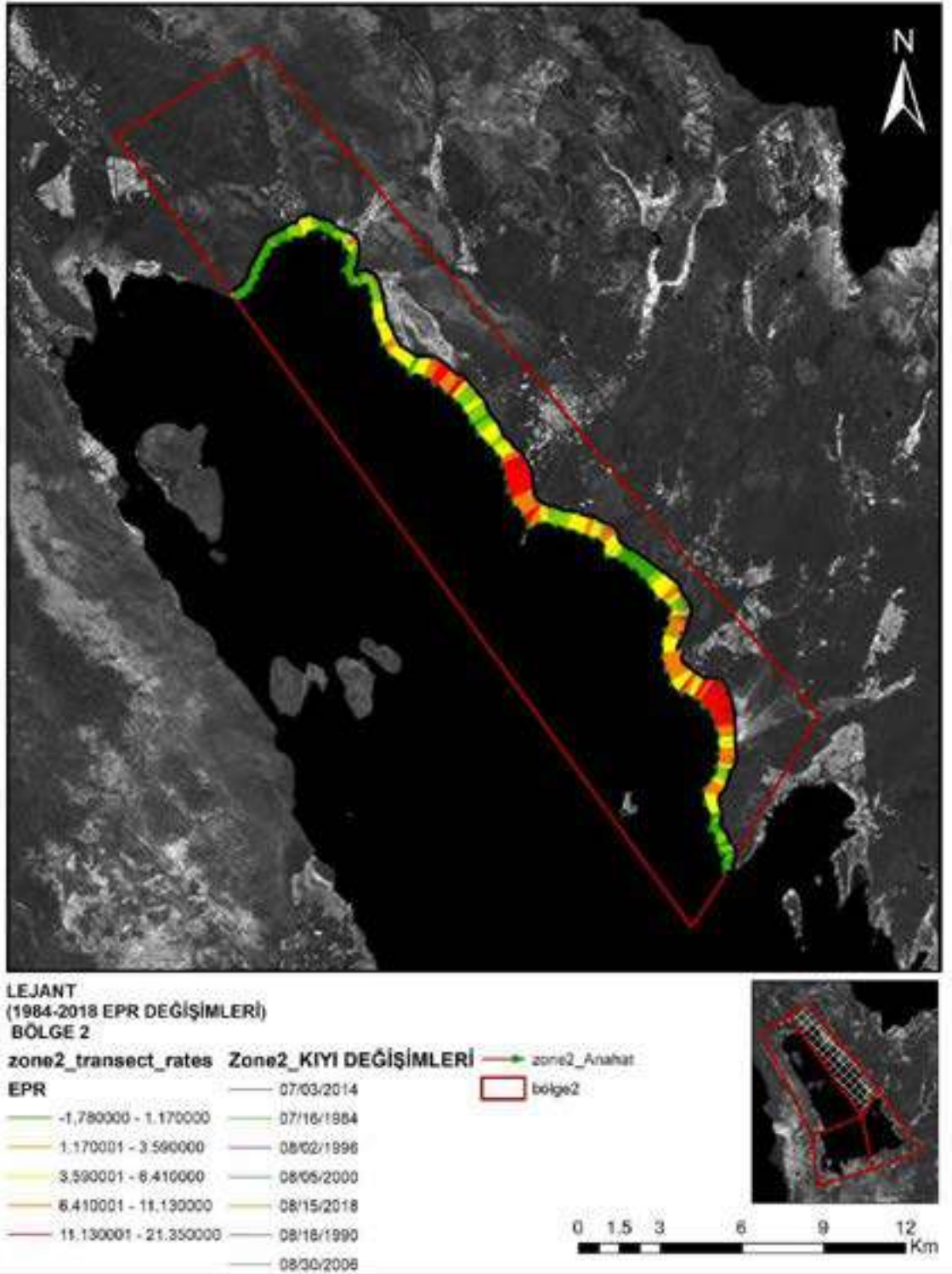


EKLER

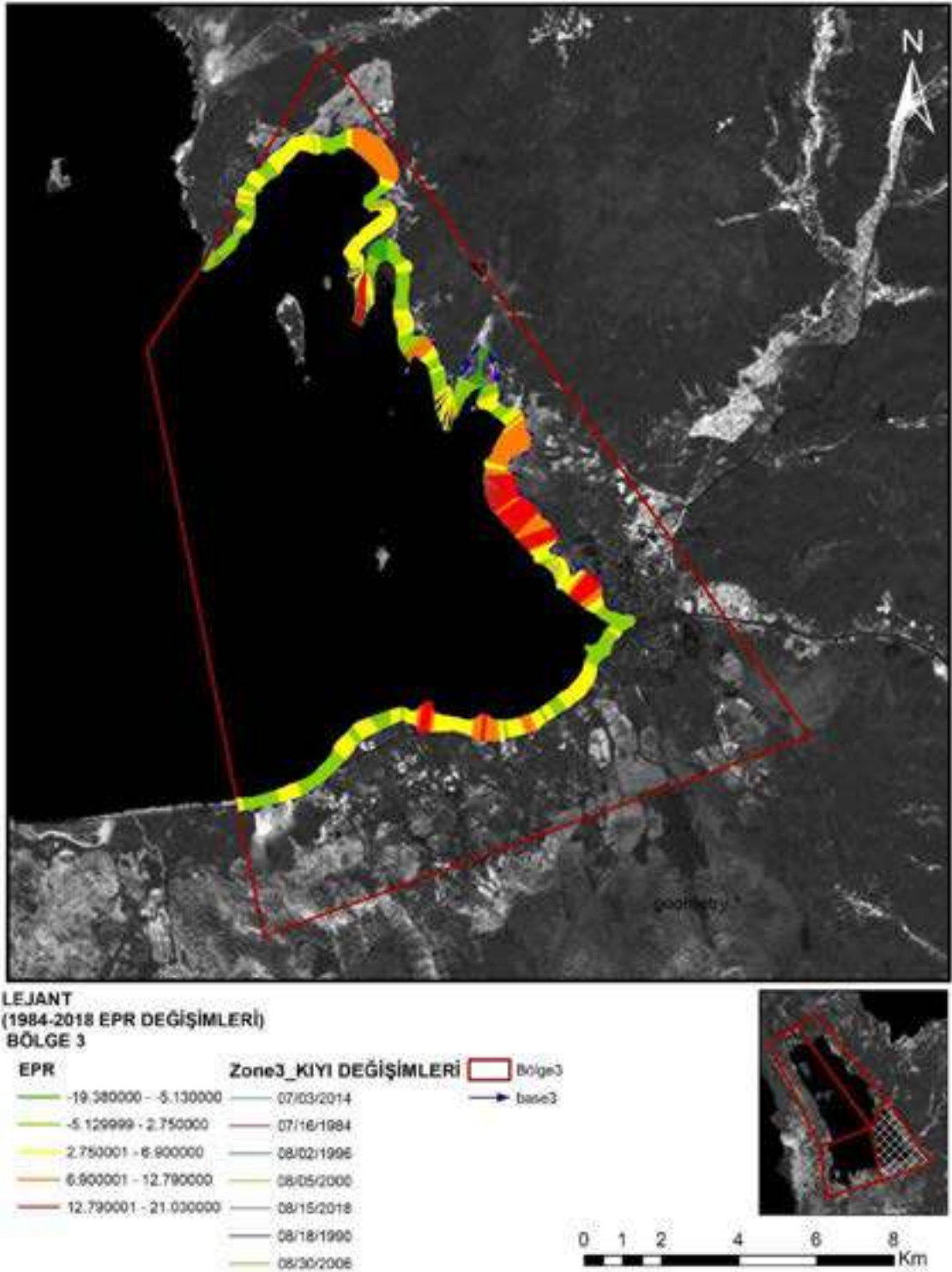
EK-1 EPR analizi sonuç haritası (Bölge-1)



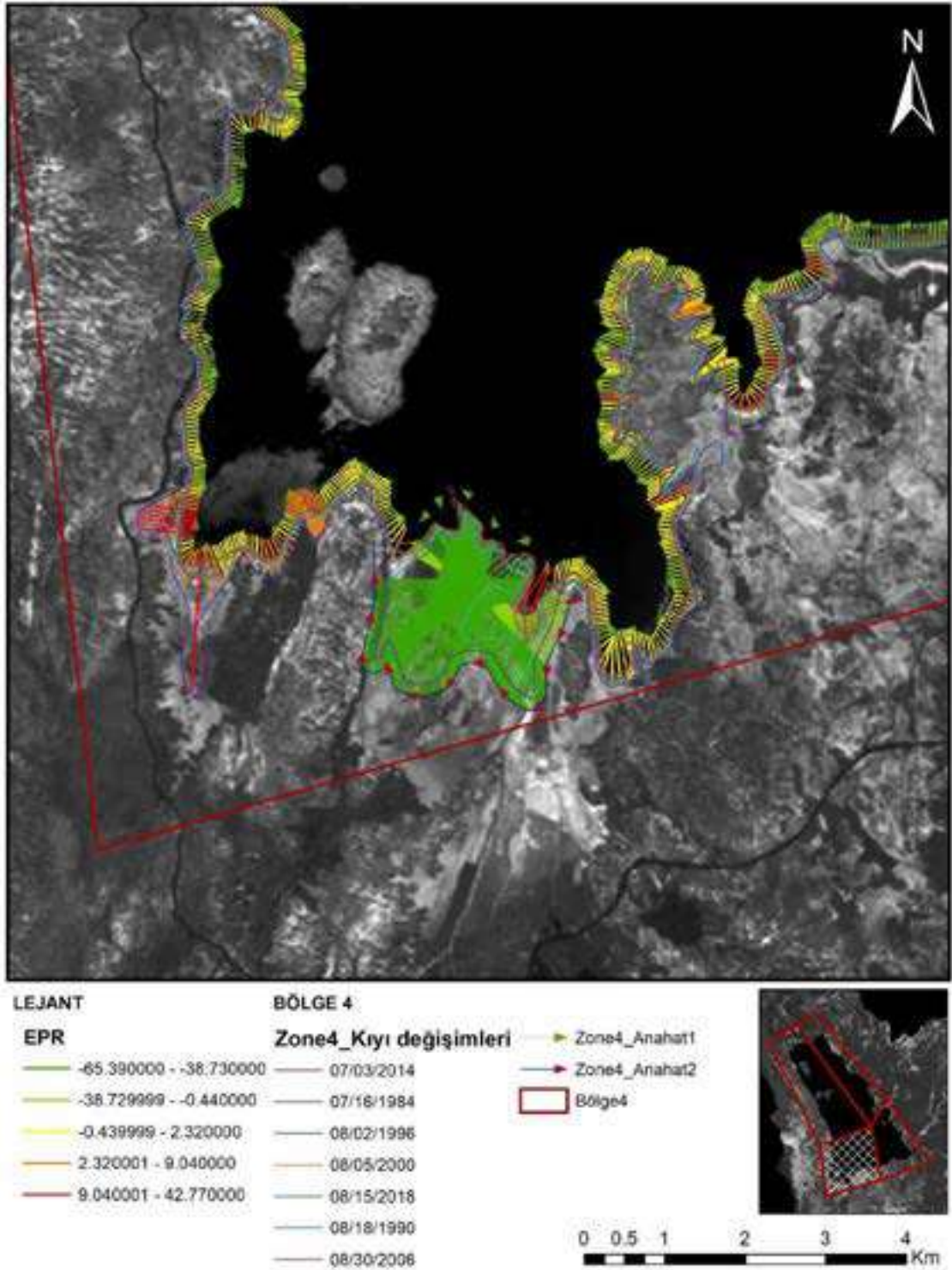
EK-2 EPR analizi sonuç haritası (Bölge-2)



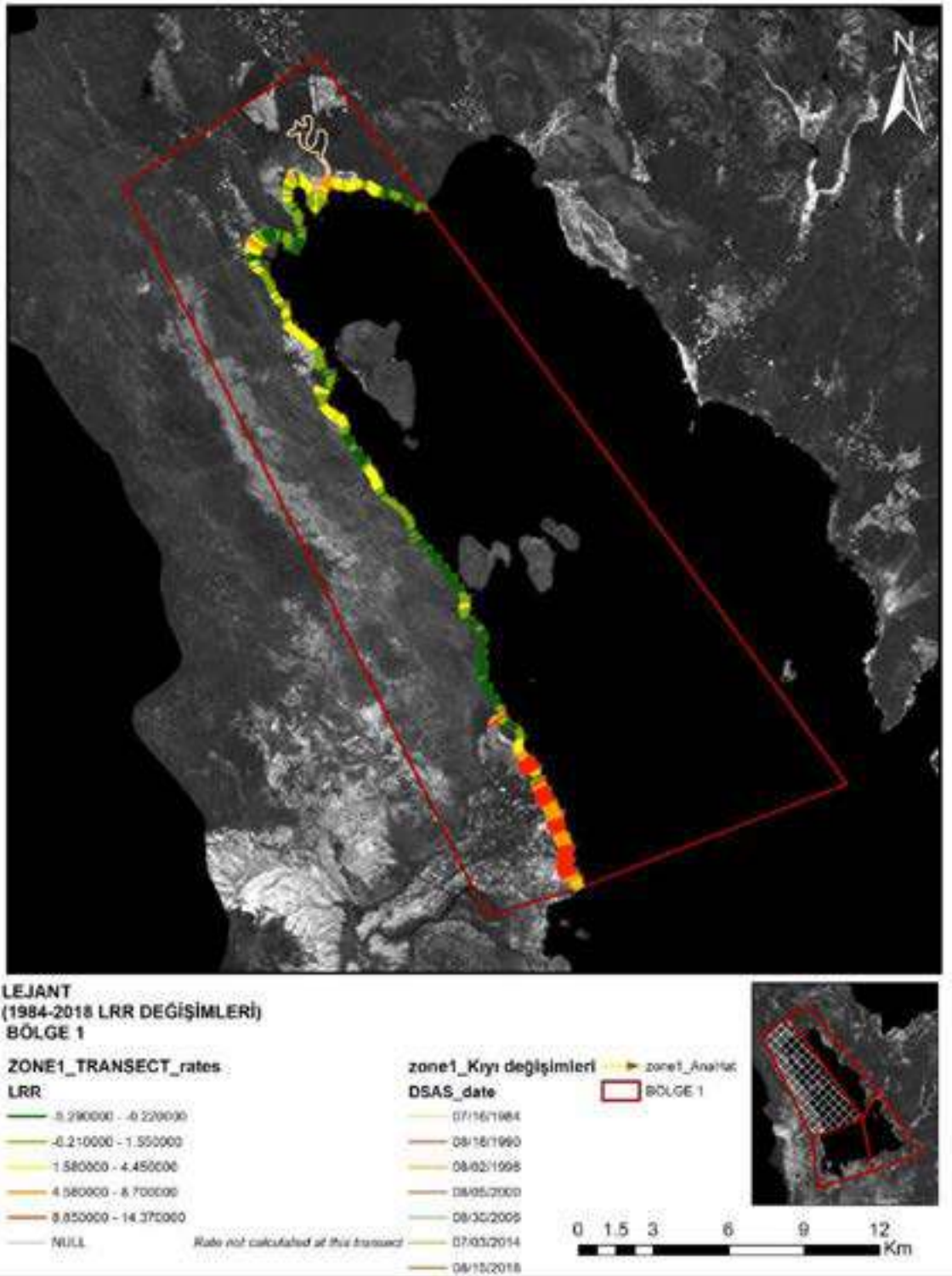
EK-3 EPR analizi sonuç haritası (Bölge-3)



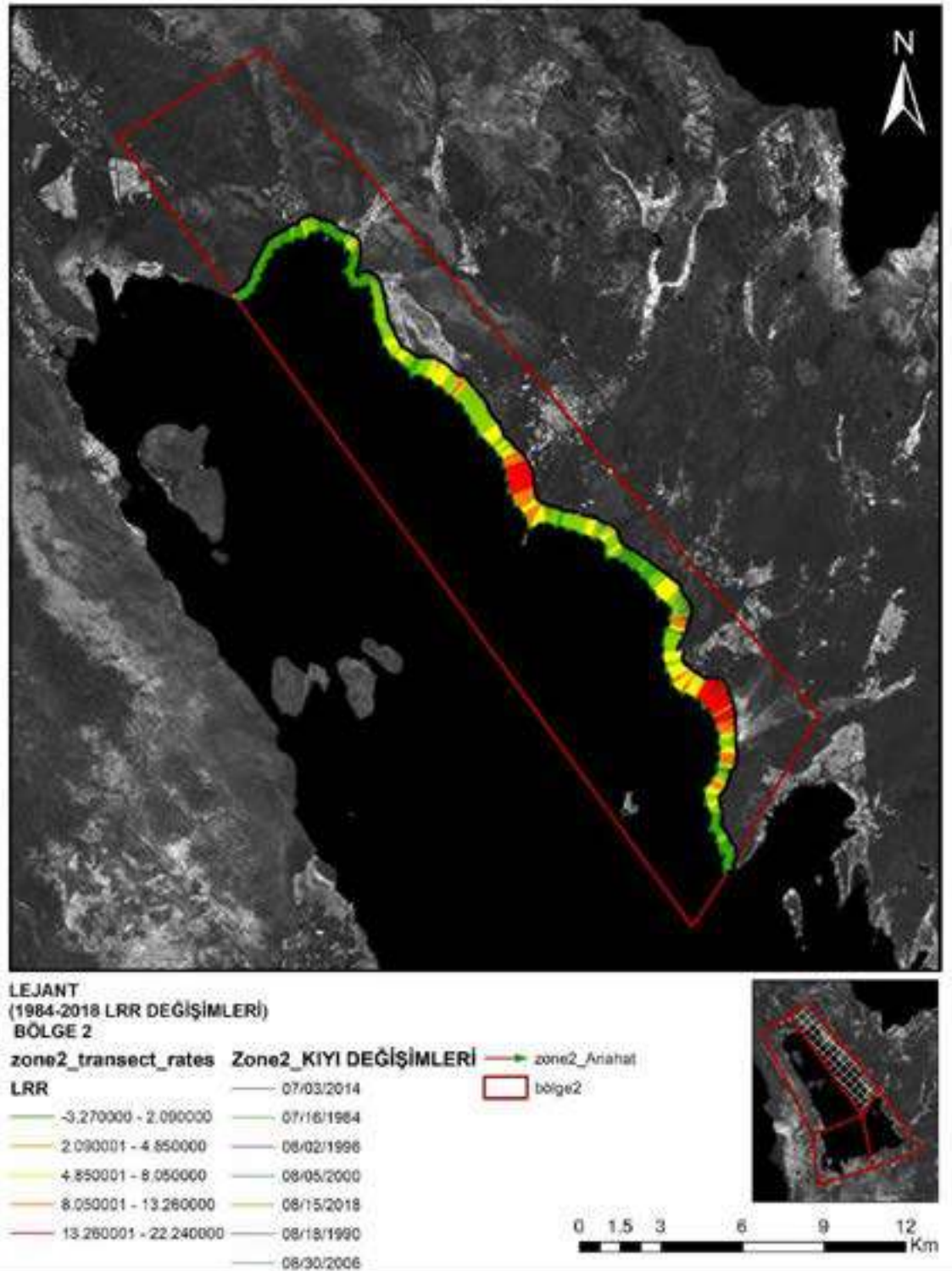
EK-4 EPR analizi sonuç haritası (Bölge-4)



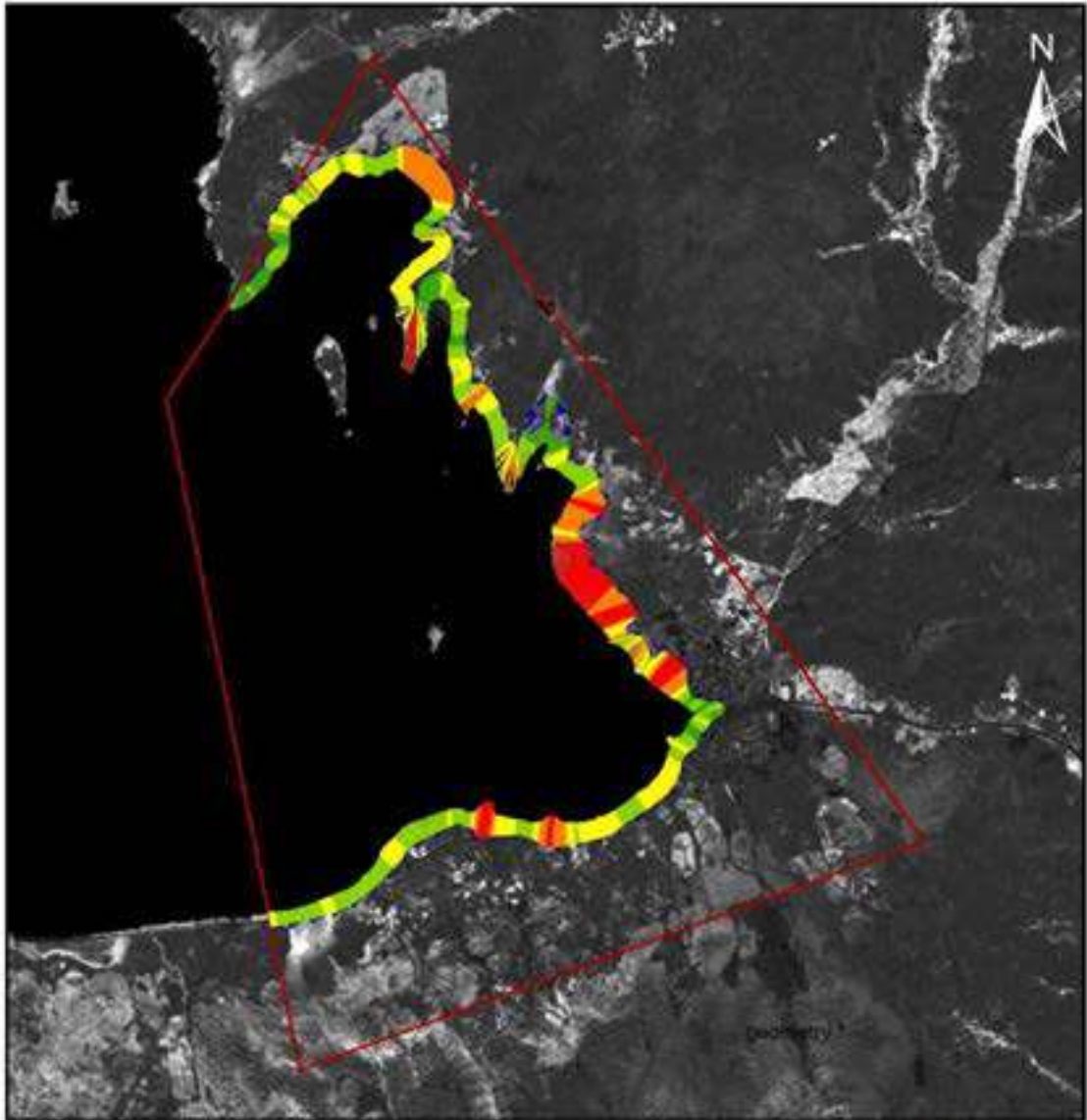
EK-5 LRR analizi sonuç haritası (Bölge-1)



EK-6 LRR analizi sonuç haritası (Bölge-2)

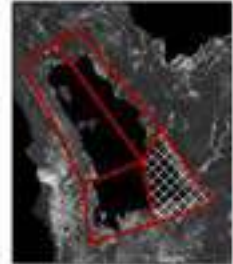


EK-7 LRR analizi sonuç haritası (Bölge-3)



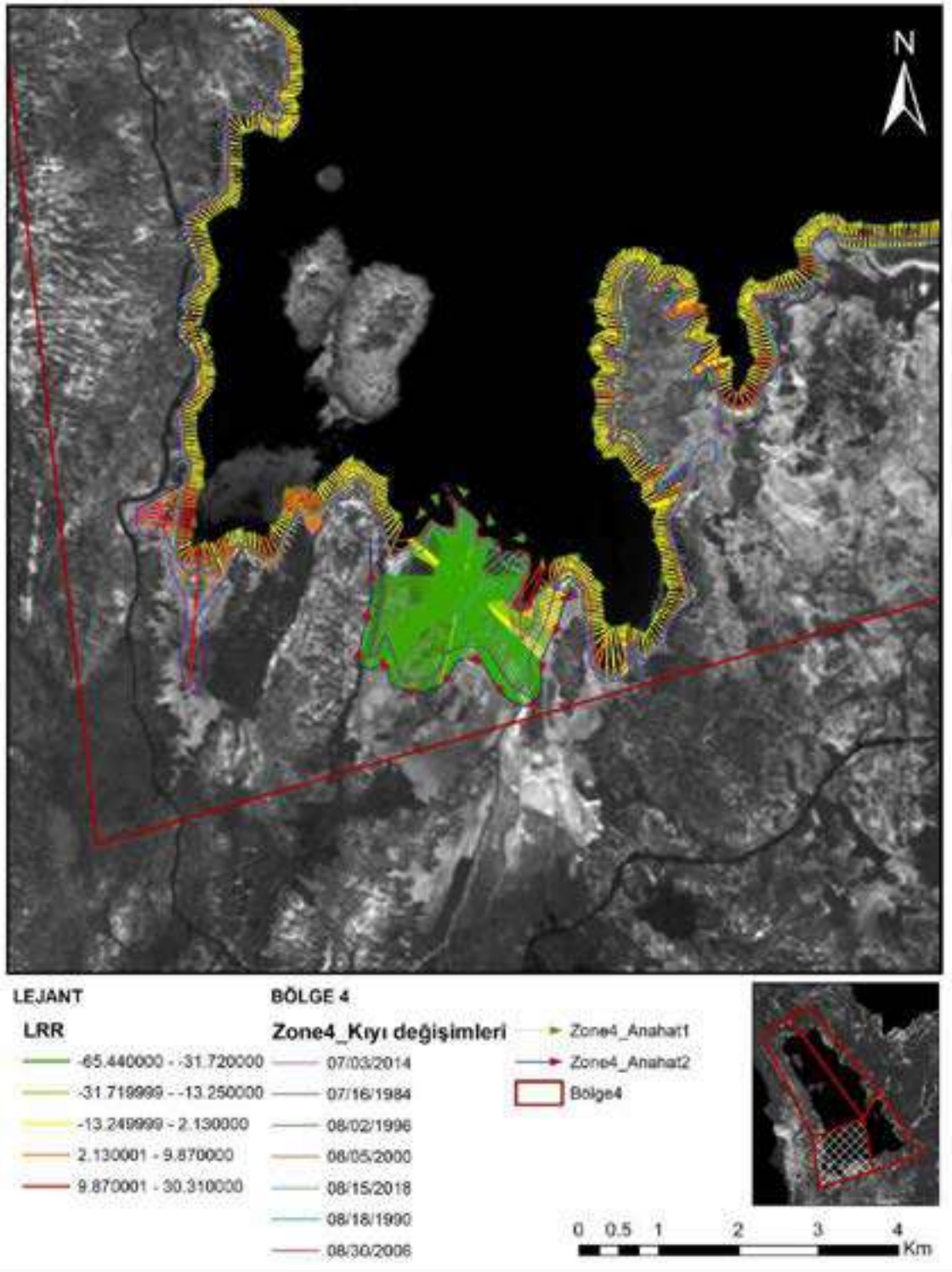
LEJANT
(1984-2018 LRR DEĞİŞİMLERİ)
BÖLGE 3

LRR	Zone3_KIYI DEĞİŞİMLERİ	Bölge3
-11.010000 - 0.640000	07/03/2014	→ base3
0.640001 - 3.650000	07/16/1984	
3.650001 - 7.080000	08/02/1998	
7.080001 - 12.310000	08/05/2000	
12.310001 - 19.950000	08/15/2018	
	08/18/1990	
	08/30/2006	



0 1 2 4 6 8 Km

EK-8 LRR analizi sonuç haritası (Bölge-4)



EK-9 Anket uygulaması

Değerli İlgili,											
<p>Araştırmada konunun uzman kişilerin görüşlerinin alınmasıyla bilimsel görüş derleyen 'Delphi' yöntemi seçilmiştir. Uzman görüşleri, Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process/AHP) olarak adlandırılan "birden çok ölçütün değerlendirilmesinde, bir ölçütün toplam puan içindeki ağırlığını belirlemede, ölçütlerin ikili-ikili karşılaştırılması ve birbirlerine göreli değerlerinin ağırlıklandırılması metodu" olarak açıklayabileceğimiz ve AHP tekniğini bilgisayar ortamında uygulamaya yarayan Expert Choice Programme / Uzman Tercih Programı'na uygun olarak alınacaktır. (AHP : Bir karar probleminde, sonlu saydaki seçenekleri birden fazla ölçüte göre, varsa niteliksel olanlarıyla birlikte, değerlendiren ve en önemli seçeneği belirleyen, yani seçenekleri önem derecelerine göre sıralayan, niceliksel bir tekniktir. AHP karar almada grup ve bireyin önceliklerini de dikkate alan nitel ve nicel değişkenleri birarada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir. Expert Choice programı ise AHP için uyarlanmış bir programdır).</p> <p>Potansiyel tarım arazilerini belirlemek için 6 temel gösterge oluşturulmuştur. Altı temel gösterge daha önceki çalışmalara dayanarak literatür taramasının sonucu olarak belirlenmiştir. Bunlar;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Arazi Kullanımı Örtüsü 2. Topografik Özellikleri 3. İklim Faktörü 4. Toprak Özellikleri 5. Erişilebilirlik 6. Sulama <p>Bu altı temel gösterge başlığında belirlenen alt göstergeler aşağıdaki tabloda verilmektedir. Her bir alt göstergenin ağırlıklandırılması ve önceliklendirilmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle aşağıda sunulan ağırlıklar ve puanlara ilişkin bireysel değerlendirmelerinizi yapmanızı rica ediyoruz. Teşekkürlerimiz ve saygılarımızla.</p>											
Çalıştığınız kurum:											
Lisans:											
Ziraat Müh.		Jeoloji Müh.		Çevre müh.		Harita müh.		Diğer (lütfen yazınız)			
Meslekteki çalışma yılımız:											
1 - 3		4 - 7		8 - 11		12+					
Eğitim durumu:											
Lisans		Y. Lisans		Doktora							
AŞAĞIDA SUNULAN ÖRNEĞİN ANKETİ CEVAPLAMANIZDA KOLAYLAŞTIRICI OLMASI DÜŞÜNÜLMÜŞTÜR.											
ÖRNEK ÇÖZÜM											
Hiyerarşik olarak sıralanan özel ölçütler arasında ikili karşılaştırmalar yapılacaktır. İkili karşılaştırmalar yapılırken "A ölçütünün B ölçütüne göre ne kadar önemli olduğu" sorusunun cevabının aranması yöntemin temelini oluşturmaktadır. Bu karşılaştırmada 1'den 5'e kadar giden bir gösterge çizelgesi kullanılmaktadır.											
Örneğin; Potansiyel tarım arazilerinin belirlenmesinde (A) Toprak faktörleri ölçütü, (B) Erişilebilirlik ölçütüne göre yüksek derecede önemli veya yüksek derecede tercih ediliyor ise aşağıdaki gibi işaretleme yapınız.											
Ö R N E K A Ç I K L A M A	A	Öğe B'ye göre yüksek derecede önemli veya yüksek derecede tercih ediliyor.	Öğe B'ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor.	Öğe B'ye göre fazla önemli veya tercih ediliyor.	Öğe B'ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor.	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalmıyor.	Öğe A'ya göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor.	Öğe A'ya göre fazla önemli veya tercih ediliyor.	Öğe A'ya göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor.	Öğe A'ya göre yüksek derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor.	B
	5	4	3	2	1	2	3	4	5	Erişilebilirlik	
	Potansiyel tarım arazilerinin belirlenmesinde (A) Toprak faktörleri ölçütü, (B) Erişilebilirlik ölçütü ile karşılaştırıldığında (B) Erişilebilirlik ölçütü (A) Toprak faktörleri ölçütüne göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor ise aşağıdaki gibi işaretleme yapınız.										
A	Öğe B'ye göre yüksek derecede önemli veya yüksek derecede tercih ediliyor.	Öğe B'ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor.	Öğe B'ye göre fazla önemli veya tercih ediliyor.	Öğe B'ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor.	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalmıyor.	Öğe A'ya göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor.	Öğe A'ya göre fazla önemli veya tercih ediliyor.	Öğe A'ya göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor.	Öğe A'ya göre yüksek derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor.	B	
5	4	3	2	1	2	3	4	5	Erişilebilirlik		
UYARI: Her değişken ikili olarak karşılaştırılmaktadır. Tekrar olarak anlaşılmalıdır.											

