



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN  
ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK  
ERMENEK BARAJ HAVZASINDA İKLİM  
DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLERİNİN İRDELENMESİ

Cafer Tayyar OKKA

DOKTORA TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık- 2022  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır

## TEZ KABUL VE ONAYI

Cafer Tayyar OKKA tarafından hazırlanan “Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Ermenek Baraj Havzasında İklim Değişikliği Etkilerinin İrdelenmesi” adlı tez çalışması 19 /12 / 2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ

.....

#### Danışman

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN

.....

#### Üye

Prof. Dr. Semih EKERCİN

.....

#### Üye

Doç. Dr. Mustafa YALÇIN

.....

#### Üye

Dr. Abdullah VARLIK

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../ 01 /2023 gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI  
FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Cafer Tayyar OKKA

.../ 12 / 2022

# ÖZET

## DOKTORA TEZİ

### COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK ERMENEK BARAJ HAVZASINDA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLERİNİN İRDELENMESİ

Cafer Tayyar OKKA

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Harita Mühendisliği

Danışman: Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN

2022, 158 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN

Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ

Prof. Dr. Semih EKERCİN

Doç. Dr. Mustafa YALÇIN

Dr. Öğretim Üyesi Abdullah VARLIK

Dünyanın oluşumundan sonra jeolojik zamanların 4. evresinde insanlıktan söz edilmeye başlanılmıştır. İnsanoğlu çevre ile bilerek yada bilmeyerek sürekli etkileşim halindedir. Doğa olayları periyodlar halinde süre gelmeye başlamış, ancak ilerleyen yıllarda bu periyodlarda değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu değişiklikler olumsuz yönde olması, sanayi devrimi, arazi kullanımındaki değişiklikler, morfolojik baskılar, insanların ihtiyaçlarının gün geçtikçe artması vb. nedenlerle ekolojik dengeye gün geçtikçe bozmaktadır.

İlkçağdan itibaren insanlar su kenarlarına yerleşmiş, toprağı işleyerek yiyecek ihtiyaçlarını karşılamışlardır. Zamanla suyun belli dönemlerde azaldığını görerek su biriktirme yapıları yapmaya başlamışlardır. Bu yapılar ilerleyen dönemlerde büyümüş, gölet ve barajlar yapılmaya başlanmıştır. Bu yapılar çevreye hidromorfolojik baskılar yaptığı zamanla tespit edilmiştir. Bu tezde Türkiye'nin en büyük 2., göl alanı olarak 4. büyük barajı olan Ermenek Barajının çevre iklimine olan etkisi araştırılmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) dan faydalanılarak sıcaklık ve yağış verileri havza bazlı hesaplanmış, CORINE verileri baz alınarak uydu görüntüleri ile arazideki değişimler incelenmiş, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Standartlaştırılmış Yağış Evatranspirasyon İndeksi (SPEI) ile kuraklık analizleri yapılmış, çeşitli yöntemler ile trend analizleri yapılmış, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) değerlendirmeleri ışığında 2100 yılına kadar havzanın yağış ve sıcaklık değerleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada, son 40 yıl incelendiğinde sıcaklığın arttığı, yağışların azaldığı, şehir yapıları, tarım alanları, orman ve su kütlelerinin arttığı, sklorofil alanların ve kayalık bölgeleriz azaldığı, özellikle 2000 yılından sonra kurak geçen ayların sayısının daha çok olduğu, normal ve normale yakın kuraklık dönemlerinin ağırlığını hissedildiği havzada, şiddetli yağış ve şiddetli kuraklıkla geçen ayların sayısının arttığı, trendlerde sıcaklığın artış, yağışların azalışa eğilimli olduğu görülmüştür.

2100 yılına için iyi senaryolarda sıcaklıkta 2,4-2,9 °C artış, yağışta %10-14 arasında azalış beklenilmektedir. Kötü senaryolarda sıcaklık 5,3- 5,6 °C artması beklenirken, yağış %25,6- 28,9 azalış göstermesi beklenilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Havza, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI), Standartlaştırılmış Evatranspirasyon İndeksi (SPEI), Uzaktan Algılama (UA)

## ABSTRACT

### Ph.D THESIS

# INVESTIGATION OF CLIMATE CHANGE EFFECTS IN THE ERMENEK DAM BASIN USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND REMOTE SENSING TECHNIQUES

Cafer Tayyar OKKA

## 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, 158 Pages

### Jury

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN

Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ

Prof. Dr. Semih EKERCİN

Assoc. Prof. Dr. Mustafa YALÇIN

Asst. Prof. Dr. Abdullah VARLIK

After the formation of the world, humanity began to be mentioned in the 4th phase of geological times. Human beings are in constant interaction with the environment, knowingly or unknowingly. Natural events began to continue in periods, but in the following years, changes were observed in these periods. These changes are negative, industrial revolution, changes in land use, morphological pressures, increasing needs of people day by day, etc. For reasons, it is disrupting the ecological balance day by day.

Since ancient times, people have settled near the waters and have met their food needs by cultivating the soil. Over time, they saw that the water decreased in certain periods and started to build water storage structures. These structures grew in the following periods, and ponds and dams were started to be built. It has been determined over time that these structures exert hydromorphological pressures on the environment. In this thesis, the effect of Ermenek Dam, which is the 2nd largest dam in Turkey and the 4th largest dam in terms of lake area, on the surrounding climate has been investigated.

By using Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS), temperature and precipitation data were calculated on a basin-based basis, changes in the land were examined with satellite images based on CORINE data, and drought analyzes were made with Standard Precipitation Index (SPI) and Standardized Precipitation Evatranpiration Index (SPEI). In the light of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) evaluations, precipitation and temperature values of the basin until 2100 were tried to be determined.

In the study, when the last 40 years are examined, it is seen that the temperature increased, precipitation decreased, city structures, agricultural areas, forests and water bodies increased, schlorophyll areas and rocky areas decreased, especially after 2000, the number of dry months was more, and the weight of normal and near-normal drought periods. It has been observed that the number of months with heavy rain and severe drought has increased in the basin, where the temperature is felt, the temperature tends to increase and the precipitation tends to decrease.

In good scenarios for 2100, an increase of 2.4-2.9 °C in temperature and a decrease of 10-14% in precipitation are expected. In bad scenarios, temperature is expected to increase by 5.3-5.6 °C, while precipitation is expected to decrease by 25.6-28.9%.

**Keywords:** Geographic Information Systems (GIS), Basin, Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Evatranpiration Index (SPEI), Remote Sensing (RS)

## ÖNSÖZ

İnsanoğlunun temel yapı maddeleri su ve topraktır. İlkçağdan itibaren insanlar su kenarlarına yerleşimler kurmuş, toprağı işleyerek yiyecek ihtiyaçlarını karşılamışlardır. Zamanla insanlar akarsuların rejiminin değıştığını görmüş, kayıt tutmaya başlamışlardır. Değışikliklerin çevre ile alakalı olduğı görülmüştür. İklim ve hidroloji kavramları ortaya çıkmıştır.

Su hakkında merak uyandıran konular üzerine çalışılmaya başlanılmış ve bir bilim haline gelmiştir. Bu bilim sağlam verilere ihtiyaç duymakta olup çeşitli yöntemler geliştirilmiş, çeşitli analizler yapılmış, en doğru sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalar sırasında su döngüsü ortaya çıkmış, bu döngünün de iklime olan etkisi keşfedilmiştir. Okyanus ve denizler kadar olmasa da baraj göllerinin de çevre iklime etkisi olduğı (özellikle karasal iklimin hüküm sürdüğü bölgelerde) üzerine birçok çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada Türkiye'nin talvekten en yüksek 2. barajı olup baraj gölalanı olarak 4. büyüklüğe sahip Ermenek Barajının çevre iklime etkisi araştırılmıştır. Her barajın çevreye olumlu yâda olumsuz etkileri olmaktadır. Ermenek Barajında depolanan suyun Beyşehir Gölü rezervi kadar olması, geçiş iklimi üzerinde bulunması araştırma için seçilmesine sebep olmuştur.

Tez çalışması sırasında desteklerini esirgemeyen ve çalışmayı yönlendiren tez danışmanım Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN Hocama, TİK üyeleri Sayın Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ ve Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK Hocalarıma, çalışmama katkı sunan Necmettin Erbakan Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü hocalarıma, iklim ve baraj verileri için DSİ 4. Bölge Müdürlüğü ile Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğüne ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Bu zorlu süreç de beni destekleyen, anlayış gösteren, yanımda bulunan aileme müteşekkirim.

Cafer Tayyar OKKA  
KONYA-2022

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>ixx</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Genel Kavramlar ve Tanımlar .....	2
1.1.1. İklim ve iklim değişikliği.....	2
1.1.2. Uzaktan algılama (UA).....	4
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....</b>	<b>6</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>13</b>
3.1. Çalışma Alanı .....	13
3.2. Kullanılan Veriler .....	15
3.2.1. Meteorolojik veriler .....	15
3.2.2. Raster ve vektör haritalar .....	17
3.2.3. Toprak haritaları .....	19
3.2.4. CORINE veri tabanı.....	19
3.2.5. Jeoloji vektör haritası.....	21
3.2.6. Uydu görüntüleri.....	22
3.3. Yöntem.....	23
3.3.1. Uydu görüntüleri.....	23
3.3.1.1. Uydu görüntülerinde çözünürlük .....	30
3.3.1.1.1. Mekansal çözünürlük .....	30
3.3.1.1.2. Spektral çözünürlük .....	31
3.3.1.1.3. Radyometrik çözünürlük.....	31
3.3.1.1.4. Zamansal çözünürlük.....	32
3.2.1.2. Sınıflandırma .....	32
3.3.1.2.1. Kontrollü sınıflandırma.....	34
3.3.1.2.2. Kontrolsüz sınıflandırma .....	36
3.3.2. Kuraklık .....	37
3.3.2.1. Kuraklık çeşitleri.....	38
3.3.2.1.1. Meteorolojik kuraklık .....	38
3.3.2.1.2. Tarımsal kuraklık .....	39

3.3.2.1.3. Hidrolojik kuraklık .....	39
3.3.2.2. Kuraklık analizi.....	39
3.3.2.2.1. Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI=SYİ).....	41
3.3.2.2.2. Standartlaştırılmış evapotranspirasyon indeksi .....	41
3.3.3. Trend analizi .....	43
3.3.3.1. Lineer regresyon analizi.....	44
3.3.3.2. Mann-Kendal metodu .....	44
3.3.4. İklim değişikliği ve iklim değişikliği projeksiyonları.....	45
3.3.4.1. Küresel iklim izleme çalışmaları .....	48
3.3.4.1.1. Küresel iklim modellemesi .....	49
3.3.4.1.2. Küresel iklim projeksiyonları .....	51
3.3.4.1.3. Bölgesel iklim modelleri ve iklim küçültme.....	52
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>56</b>
4.1. Havza Bazlı Arazi Örtüsünün Değişimi Analizi.....	56
4.2. Kuraklık Analizi .....	60
4.2.1. Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI=SYI) açısından inceleme .....	60
4.2.2. Standartlaştırılmış evapotranspirasyon yağış indeksi (SPEI açısından inceleme .....	75
4.2.3. SPI ve SPEI indekslerinin grafik olarak karşılaştırılması.....	90
4.3. Trend Analizi .....	99
4.3.1. Lineer regresyon analizi.....	99
4.3.2. Mann- Kendal analizi.....	106
4.4. Sıcaklık, Nem ve Yağış Verilerinin Karşılaştırılması .....	113
4.5. İklim Değişikliği ve İklim Değişikliği Projeksiyonları .....	115
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>128</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>133</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>139</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>142</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

a	Katsayı
$a_c$	Aday pikselin c sınıfına ait olma yüzdesi
c	Örnek bir sınıf
(°C )	Santigrad derece
D	Uzaklık ağırlıklı olasılık değeri
(D)	Analiz edilen ay
DPET	Düzeltilmiş potansiyel evatranpiransyon
I	Yıllık sıcaklık indisi
i	Aylık sıcaklık indisi
k	İşlem yapılan ay
$Kov_c$	c sınıfındaki piksellerin varyans-kovaryans matrisi
$M_c$	c örnek sınıfının ortalama vektörü
n	Veri sayısı
P	Yağış
PET	Haftalık potansiyel evapotranspiransyon
(t)	Ortalama aylık sıcaklık (°C )
X	Aday pikselin ölçüm vektörü
$x_{ij}$	i. yağış istasyonundaki j. gözlemdeki aylık yağış
$x_{im}$	uzun dönemli yağış ortalamasını
$\sigma$	Standart sapma
$\beta$	Seri eğimi

### Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AKK	Arazi Kullanım Kabiliyeti
AYS	Arazi Yüzey Sıcaklığı
BDİ	Bitki Durum İndeksi
BM	Birleşmiş Milletler
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORDEX	Coordinate Regional Climate Downscaling Experiment
CORINE	Coordination of Information on the Environment
CZİ	Çin Z İndeksi
DI	Deciles Index
DSİ	Devlet Su İşleri
ED50	European Datum 50
EKİ	Efektif Kuraklık İndeksi
ETM	Enhanced Thematic Mapper
FAO	Food and Agriculture Organization of United Nations
GCM	Global Climate Model
GIS	Geographic Information System

GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GWI	Ground Water İndex
HES	Hidro Elektrik Santrali
ICTP	Uluslararası Abdüsselam Teorik Fizik Merkezi
IPCC	Intergovernmental Panel On Climate Change
MTA	Maden Tetkik Arama
MEVBİS	Meteorolojik Veri Bilgi Sunum ve Satış Sistemi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MSS	Multispectral Scanner
NASA	National Aeronautical Space Administration
NCAR	Amerikan Ulusal Atmosfer Araştırmaları Merkezi
NDVI	Normalised Difference Vegetation Index
NYI	Normal Yağış Yüzdesi
OLI	Operational Land Imager
PDSI	Palmer Drought Severity Index
PHDI	Palmer Hydrological Drought Index
PNI	Normal Percentage Index
RBV	Return Beam Vidicon
RCM	Regional Climate Model
SAM	Sayısal Arazi Modeli
SBI	Sıcaklık- Bitki İndeksleri
scPDSI	Self-Calibrated Palmer Drought Severity Index
scPHDI	Self-Calibrated Hydrological Drought Index
SCS-CN	Soil Conservation Service Curve Number
SPI	Standardized Precipitation Index
SPEI	Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index
SRI	Standardised Index
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
SWAT	Soil Water Assesment Tool
TIRS	Thermal Infrared Sensor
TM	Thematic Mapper
TRGM	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
UA	Uzaktan Algılama
UNEP	United Nations Environment Programme
USGS	United States Geological Survey
VCI	Vegetation Condition İndex
WCRP	World CORDEX Research Programme
WGS84	World Geodetic System 1984
WMO	World Meteorological Organization
WRS	Worldwide Reference System
YK	Yağış Kuyukları

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Elektromanyetik spektrum gösterimi (Orhan, 2014).....	4
Şekil 1.2. Uzaktan algılama sürecinin bileşenleri (Orhan, 2014).....	5
Şekil 3.1. Ermenek Barajının Konumu (Alçay, 2014).....	14
Şekil 3.2. Ermenek Barajı Havzası.....	15
Şekil 3.3. Meteorolojik Veri Örneği.....	16
Şekil 3.4. Veritabanına aktarılmış veriler.....	17
Şekil 3.5. Vektör Veriler ( Münhani 10m, baraj ve havza sınırı katmanları).....	18
Şekil 3.6. Raster Veri Örneği ( 1/ 100000 Ölçekli Harita Görünümü).....	18
Şekil 3.7. Ermenek İlçesi Toprak Haritası ( AKK' ya göre).....	19
Şekil 3.8. Corine 2018 Göre Arazi Kullanım Görüntüsü.....	21
Şekil 3.9. Ermenek barajı çevresi jeoloji haritası.....	21
Şekil 3.10. Uydu Görüntüleri.....	23
Şekil 3.11. Mekansal çözünürlüğü farklı uydu görüntüleri (Tian vd, 2020).....	30
Şekil 3.12. Hiperspektral ve multispektral algılayıcıların karşılaştırılması (Gibson, 2020).....	31
Şekil 3.13. Radyometrik çözünürlük.....	32
Şekil 3.14. Aynı bölgeye ait 1990 ve 2019 yılı uydu görüntüleri.....	33
Şekil 3.15. Paralel kenar yöntemi.....	35
Şekil 3.16. En kısa kenar yöntemi.....	35
Şekil 3.17. Kontrolsüz sınıflandırma.....	37
Şekil 3.18. İklim bileşenleri(Anonim).....	47
Şekil 3.19. Genel sirkülasyon modellerinin (GCMs) gelişim tablosu.....	51
Şekil 3.20. Ortalama Sıcaklık Anomalileri Projeksiyonları (IPPC-6.Rapor).....	52
Şekil 3.21. Yüksek ve düşük çözünürlüklü modeller arasındaki farkın gösterimi (IPCC, 2013).....	53
Şekil 3.22. Bölgesel iklim modelinde özel bir alanın tanımlanması.....	54
Şekil 3.23. CORDEX Akdeniz bölgesi haritası.....	55
Şekil 4.1. usgs.gov. adresinde uydu görüntülerinin tespiti.....	56
Şekil 4.2. 1990 Yılı uydu görüntüsü ve arazi kullanımı/ örtüsü.....	57
Şekil 4.3. 2000 Yılı uydu görüntüsü ve arazi kullanımı/ örtüsü.....	57
Şekil 4.4. 2010 yılı uydu görüntüsü ve arazi kullanımı/ örtüsü.....	58
Şekil 4.5. 2019 yılı uydu görüntüsü ve arazi kullanımı/ örtüsü.....	58
Şekil 4.6 . Alanya istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği.....	62
Şekil 4.7. Alanya istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği.....	62
Şekil 4.8. Alanya istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği.....	62
Şekil 4.9. Alanya istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği.....	63
Şekil 4.10. Alanya istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği.....	63
Şekil 4.11. Anamur istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği.....	64
Şekil 4.12. Anamur istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği.....	65
Şekil 4.13. Anamur istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği.....	65
Şekil 4.14. Anamur istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği.....	65
Şekil 4.15. Anamur istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği.....	66
Şekil 4.16. Karaman istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği.....	67
Şekil 4.17. Karaman istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği.....	67
Şekil 4.18. Karaman istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği.....	68

Şekil 4.19. Karaman istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği.....	68
Şekil 4.20. Karaman istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği.....	68
Şekil 4.21. Konya istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği.....	70
Şekil 4.22. Konya istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği.....	70
Şekil 4.23. Konya istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği.....	70
Şekil 4.24. Konya istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği.....	71
Şekil 4.25. Konya istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği.....	71
Şekil 4.26. Seydişehir istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği.....	72
Şekil 4.27. Seydişehir istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği.....	73
Şekil 4.28. Seydişehir istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği.....	73
Şekil 4.29. Seydişehir istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği.....	73
Şekil 4.30. Seydişehir istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği.....	74
Şekil 4.31. Alanya istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği.....	75
Şekil 4.32. Alanya istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği.....	75
Şekil 4.33. Alanya istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği.....	76
Şekil 4.34. Alanya istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği.....	76
Şekil 4.35. Alanya istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği.....	76
Şekil 4.36. Anamur istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği.....	78
Şekil 4.37. Anamur istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği.....	78
Şekil 4.38. Anamur istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği.....	78
Şekil 4.39. Anamur istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği.....	79
Şekil 4.40. Anamur istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği.....	79
Şekil 4.41. Karaman istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği.....	81
Şekil 4.42. Karaman istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği.....	81
Şekil 4.43. Karaman istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği.....	81
Şekil 4.44. Karaman istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği.....	82
Şekil 4.45. Karaman istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği.....	82
Şekil 4.46. Konya istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği.....	84
Şekil 4.47. Konya istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği.....	84
Şekil 4.48. Konya istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği.....	84
Şekil 4.49. Konya istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği.....	85
Şekil 4.50. Konya istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği.....	85
Şekil 4.51. Seydişehir istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği.....	87
Şekil 4.52. Seydişehir istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği.....	87
Şekil 4.53. Seydişehir istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği.....	87
Şekil 4.54. Seydişehir istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği.....	88
Şekil 4.55. Seydişehir istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği.....	88
Şekil 4.56. Alanya istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	90
Şekil 4.57. Alanya istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	90
Şekil 4.58. Alanya istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	90
Şekil 4.59. Alanya istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	91
Şekil 4.60. Alanya istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	91
Şekil 4.61. Anamur istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	91
Şekil 4.62. Anamur istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	92
Şekil 4.63. Anamur istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	92
Şekil 4.64. Anamur istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	92
Şekil 4.65. Anamur istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	93
Şekil 4.66. Karaman istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	93
Şekil 4.67. Karaman istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	93
Şekil 4.68. Karaman istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	94

Şekil 4.69. Karaman istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	94
Şekil 4.70. Karaman istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	94
Şekil 4.71. Konya istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	95
Şekil 4.72. Konya istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	95
Şekil 4.73. Konya istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	95
Şekil 4.74. Konya istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	96
Şekil 4.75. Konya istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	96
Şekil 4.76. Seydişehir istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	96
Şekil 4.77. Seydişehir istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	97
Şekil 4.78. Seydişehir istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	97
Şekil 4.79. Seydişehir istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	97
Şekil 4.80. Seydişehir istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği.....	98
Şekil 4.81. Alanya istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği.....	99
Şekil 4.82. Anamur istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği.....	100
Şekil 4.83. Karaman istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği.....	101
Şekil 4.84. Konya istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği.....	101
Şekil 4.85. Seydişehir istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği.....	102
Şekil 4.86. Alanya istasyonu yağış lineer regresyon grafiği.....	103
Şekil 4.87. Anamur istasyonu yağış lineer regresyon grafiği.....	103
Şekil 4.88. Karaman istasyonu yağış lineer regresyon grafiği.....	104
Şekil 4.89. Konya istasyonu yağış lineer regresyon grafiği.....	105
Şekil 4.90. Seydişehir istasyonu yağış lineer regresyon grafiği.....	106
Şekil 4.91. CMIP 6 'e göre 2021-2040 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	115
Şekil 4.92. CMIP 6 'e göre 2041-2060 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	116
Şekil 4.93. CMIP 6 'e göre 2081-2100 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	117
Şekil 4.94. CMIP 6 'e göre 2021-2040 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	118
Şekil 4.95. CMIP 6 'e göre 2041-2060 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	119
Şekil 4.96. CMIP 6 'e göre 2081-2100 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	120
Şekil 4.97. CORDEX EUROPE'a göre 2021-2040 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	121
Şekil 4.98. CORDEX EUROPE'a göre 2041-2060 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	122
Şekil 4.99. CORDEX EUROPE'a göre 2081-2100 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	123
Şekil 4.100. CORDEX EUROPE'a göre 2021-2040 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	124
Şekil 4.101. CORDEX EUROPE'a göre 2041-2060 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	125
Şekil 4.102. CORDEX EUROPE'a göre 2081-2100 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5).....	126
Şekil 4.103. Sıcaklık değişim grafiği.....	127
Şekil 4.104. Yağış değişim grafiği.....	127

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1. Bantlar ve uygulama alanları gösterimi (Erbay, 2005).....	5
Çizelge 3.1. LANDSAT uydusuna ait bantlar ve kullanım içerikleri (Barsi vd.,2014)...	26
Çizelge 3.2. SPI ve SPEI Değerleri Sınıflandırılma Tablosu.....	43
Çizelge 4.1. Arazi örtüsü değişim tablosu.....	59
Çizelge 4.2. Yağış tablosu düzenlenmiş hali.....	61
Çizelge 4.3. Alanya istasyonu SPI analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.4. Anamur istasyonu SPI analiz sonuçları.....	66
Çizelge 4.5. Karaman istasyonu SPI analiz sonuçları.....	69
Çizelge 4.6. Konya istasyonu SPI analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4.7. Seydişehir istasyonu SPI analiz sonuçları.....	74
Çizelge 4.8. Alanya istasyonu SPEI özet çizelgesi.....	77
Çizelge 4.9. Anamur istasyonu SPEI özet çizelgesi.....	80
Çizelge 4.10. Karaman istasyonu SPEI özet çizelgesi.....	83
Çizelge 4.11. Konya istasyonu SPEI özet çizelgesi.....	86
Çizelge 4.12. Seydişehir İstasyonu SPEI özet çizelgesi.....	89
Çizelge 4.13. Mann-Kendall trend analizi Alanya istasyonu sonuçları.....	107
Çizelge 4.14. Mann-Kendall trend analizi ve Anamur istasyonu sonuçları.....	107
Çizelge 4.15. Mann-Kendall trend analizi ve Karaman istasyonu sonuçları.....	108
Çizelge 4.16. Mann-Kendall trend analizi ve Konya istasyonu sonuçları.....	109
Çizelge 4.17. Mann-Kendall trend analizi ve Seydişehir istasyonu sonuçları.....	109
Çizelge 4.18. Mann-Kendall trend analizi Alanya istasyonu (yağış) sonuçları.....	110
Çizelge 4.19. Mann-Kendall trend analizi Anamur istasyonu (yağış) sonuçları.....	111
Çizelge 4.20. Mann-Kendall trend analizi Karaman istasyonu (yağış) sonuçları.....	111
Çizelge 4.21. Mann-Kendall trend analizi Konya istasyonu (yağış) sonuçları.....	112
Çizelge 4.22. Mann-Kendall trend analizi Seydişehir istasyonu (yağış) sonuçları.....	113
Çizelge 4.23 : Baraj öncesi ve sonrası ortalama sıcaklık tablosu.....	113
Çizelge 4.24. Baraj öncesi ve sonrası ortalama nem değerleri tablosu.....	114
Çizelge 4.25: Baraj öncesi ve sonrası ortalama yağış değerleri tablosu.....	114
Çizelge 4.26. CMIP 6 ve CORDEX sonuçları tablosu.....	127

## 1. GİRİŞ

Dünyanın oluşumundan günümüze kadar birçok olayın içinde bulunan ancak birçok insan tarafından fark edilmeyen/ edilemeyen bir olaydır iklim değişikliği. İlk zamanların soğukların hükmünün geçtiği, sonraları aşırı sıcakların olması ve bu devrin birkaç kez yaşanması sonucu yerküre son halini almıştır. Sıcaklık farkları gece ile gündüz arasında azalmış, bazı doğa olayları bir periyod halinde meydana gelmeye başlamıştır. Zamanla bu denge olumsuz yönde etkilenmiştir. Sanayi devriminin başlaması, arazi kullanımlarındaki değişiklik, insanların giderek ihtiyaçlarının artması ve doğaya müdahalesi ekolojik dengeye müdahaleyi artırmıştır.

İnsanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli en önemli temel öge su'dur. Akarsuların taşıdığı su miktarı yıldan yıla değişmektedir. Özellikle iklim değişikliğinin konuşulduğu bu günlerde yağış rejimi de değişmektedir. Suyu her zaman ihtiyacı olan insanoğlu suyu biriktirme ve çeşitli alanlarda kullanmak için baraj adı verilen su biriktirme yapılarını yapmaya başlamıştır. Dünya genelinde 70.000 den fazla olan bu yapılar yeni bir soruyu akla getirmiştir. Acaba bu yapılar yapıldıkları alan itibariyle iklim değişikliğine etki etmekte midir? Etkisi var ise ne kadar etki etmektedir?

Çalışma alanındaki değişimi anlamada ve bu değişim sonucu oluşacak problemlerin tespiti ve çözümü aşamasında doğru kararlar almak gerekir. Teknolojinin gelişmesi ile yeryüzü ile ilgili verilere daha sağlıklı ve daha hızlı elde edilmesi, çözümlenmesi ve yorumlanması insanları doğru kararlar almaya yönlendirmektedir. Bunun için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Birim zamanda oluşan değişikliği görsel olarak tespiti içinse Uzaktan Algılama (UA) teknolojileri kullanılmaktadır.

Uydu teknolojilerinin fikrinin 1945'li yıllarında ortaya çıkması, 1957 yılında Sovyetler Birliğince ilk uydu olan Sputnik-1' in fırlatılması ile insanoğlu yeni çalışmaların peşine düşmüş, sadece haberleşme ve iletişim değil bu sistemlerden farklı asıl yararlanacağı üzerine çalışmalar yapmıştır. Zamanla insanoğlu uydu, bilgisayar ve kamera sistemlerinin gelişimi ile uzaktan algılama (UA) kavramını daha aktif kullanmaya başlamıştır. Özellikle büyük alanların incelenmesinde hızlı bir şekilde geçmiş ve

günümüz verilerinin temin edilmesi, ekonomik ve hızlı olması çalışmaların vazgeçilmez bir unsuru haline getirmiştir.

Uydu görüntülerinden arazi örtüsü ve arazi kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar belli bir düzen içinde yapılması gerekmektedir. Farklı kurumlar farklı standartlar dahilinde bu işlemleri gerçekleştirmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün standartlarına göre Avrupa Çevre Ajansı tarafından oluşturulan 44 farklı sınıfı arazi örtüsü sınıfına ayrılmış CORINE verileri olarak hizmete sunmaktadırlar. Bu çalışmada özellikle CORINE verilerinden faydalanılmıştır.

Küresel ısınma ile birlikte buzulların erimesi buna bağlı olarak deniz seviyelerindeki yükseliş, yağış tipi ve rejiminin değişmesi, sel ve taşkın olaylarının artması, iklimin kuraklık ve çölleşme trendine gireceği öngörülmektedir.

Ülkemizde yapılan baraj etki çalışmaları genelde karasal iklime sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yapılmış, yeni çalışmalarda Akdeniz iklime sahip yerlerde seçilmiştir. Ermenek Barajının Akdeniz ikliminden karasal iklime geçişin olduğu bir bölgede olması, su hacmi de göz önüne alındığında arazi kullanımı ve iklim üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca 2021-2100 yılları arasında havza için sıcaklık ve yağış senaryoları üretilmiştir.

İkinci bölümünde, daha önce yapılmış ve yayımlanmış çalışmalara ait literatür bilgisi sunulmuş, üçüncü bölümde konular hakkında teorik bilgiler verilmiş, çalışılan yöntemler ışığında uygulama ve sonuçlara yer verilmiş, dördüncü bölümde çıkan bulgular üzerine çalışmalar hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş, beşinci ve son bölümde sonuç ve önerilerde bulunulmuştur.

## **1.1. Genel Kavramlar ve Tanımlar**

### **1.1.1. İklim ve iklim değişikliği**

İklim ülkemizde en çok hava durumu ile karıştırılan kavramların başında gelmektedir. İklim belirli bir bölgede uzun yıllar süresince gözlemlenen sıcaklık, yağış, rüzgâr vb. meteorolojik parametrelerin ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Hava durumu ise anlık bilgilere ( sıcaklık, rüzgâr, yağış vb.) dayanmaktadır. İklim değişikliği ise iklimin ortalama durumunda uzun yıllar sürecek ( 10 yıl yâda daha fazla) değişiklikler olarak kısaca tanımlayabiliriz. Günümüzde ise iklim değişikliği fosil yakıtların kullanımı,

sanayileşme çabaları vb. nedenler ile atmosfere salınan sera gazı miktarının artması, bunun sonucunda doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucu dünya yüzeyinde ortalama sıcaklığındaki artış olarak kabul edilmektedir. İklim değişikliğinin bir sonucu da ekolojik dengeye müdahaledir.

Ekolojik denge bozulduğu zaman doğada değişimler olmakta ve karşımıza yeni sorunlar çıkmaktadır. Bu sorunlardan biride gizli afet de denilen kuraklıktır. Kuraklık, tanım gereği izafidir. Bu izafiliğin nedeni her yere yağışın farklı olması ve bu miktarın ortalamanın altında kalıp kalmadığına bakılarak sonuca gidilmesidir. Kuraklık kavramı gündemi meşgul etmekte ve farklı kamuoyunca farklı anlamlar yüklenebilmektedir. Kuraklık belirsiz bir zaman aralığında geçici bir durum iken çölleşme ve çoraklık gibi kavramların yerine kullanılmaktadır. Toprağın nemliliğini kaybetmesi ve yeraltı sularının azalması -geçici olmasa da- kuraklık olarak tanımlanabilmektedir (İPM, 2014).

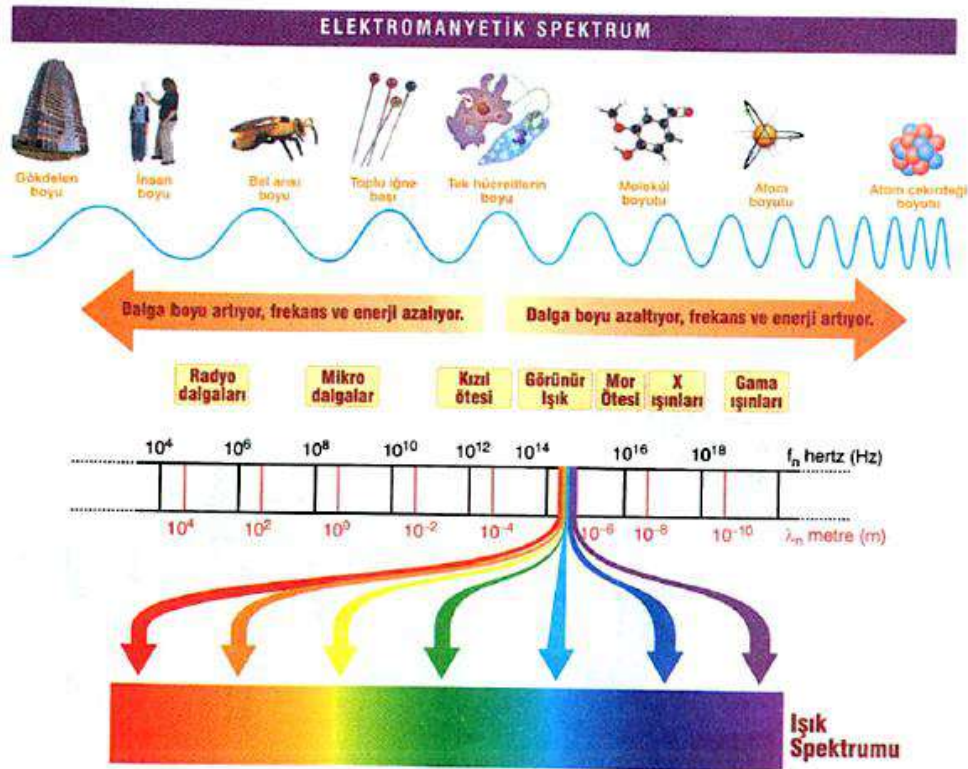
Güncel hayatımızın en önemli iklimsel sorunu olan küresel ısınmanın etkileri de her geçen gün artmakta, sıcaklıkdeğerleri artarken yağışlar azalmakta yada yağışlardaki düzensizlik çevremize zarar verecek şekilde olaylara sebep olmaktadır. Sıcaklıklardaki artışın devam etmesi ve yeterli miktarda yağış alınamaması ötürü birçok havzada kuraklık görülmekte veya kuraklık riski yüksek oranlarda seyretmek su stresi artmaktadır.

Günümüzde kuraklığın giderek artacağı ve 2100-2200 yılı aralığının daha kurak bir yüzyıl olacağı, bundan tarımın etkileneceği ve tarımsal rekoltenin azalacağı ile ilgili varsayımlar bulunmaktadır. Bilim insanları, küresel ısınmanın bu şekilde devam etmesi durumunda tarım sektöründen başka diğer sektörlerde de problemlerin ortaya çıkacağını ifade etmektedirler ( Redmond, 2000).

İklim değişikliği çalışmaları kapsamında modelleme sürecinde sera gazlarının yoğunlaşmalarının önümüzdeki yıllardaki olası miktarlarını tahmin etmek için emisyon senaryoları oluşturulmaktadır. Bu nedenle emisyon senaryoları, sera gazları ve aerosoller gibi yer yüzünün ışıyım dengesini bozan maddelerin ileriki yıllarda atmosferdeki yoğunlaşması tahmin etmektir (Moss vd., 2010). Emisyon senaryoları, iklim değişikliği çalışmalarının temel öğelerinden birini olarak kabul edilmektedir. Oluşturulan senaryolarda genelde Türkiye'nin büyük kısmında sıcaklıkların artacağı, çöl ikliminden etkileneceği ve yağışların bunlardan da etkilenecek şekilde azalacağı öngörülmektedir.

### 1.1.2. Uzaktan algılama (UA)

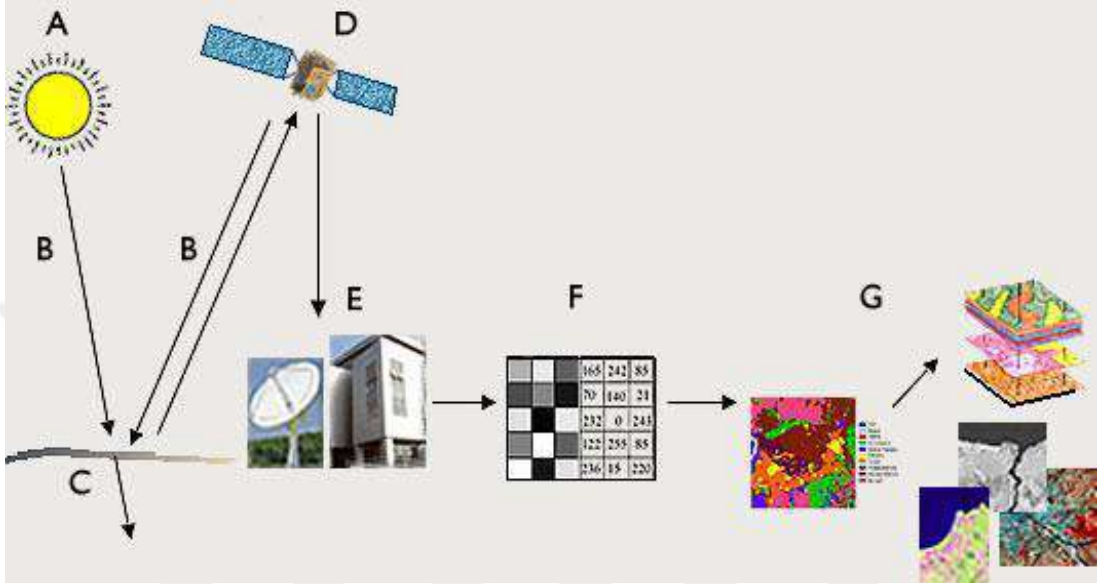
Uzaktan algılama, yerkürede bulunan maddeler ile fiziki bir ilişkide bulunmaksızın, aktif yâda pasif sistemler kullanılarak bu maddeler hakkında bilgi edinilmesi, onların tanınması, çevrelerindeki diğer maddelerden ayırması ve bu bilgilerin görüntü şeklinde teşkil edilmesi bilimidir (Ekercin, 2007). Söz konusu maddeler yerküreye gelen enerjinin bir kısmını kendine özgü niteliklere dayalı olarak geri iletirler. Geri iletilen bu enerjinin değişimini kapsayan aralığa ya da şemaya elektromanyetik spektrum adı verilir (Şekil 1.1). Uzaktan algılama tekniği, yerküreden iletilen elektromanyetik enerjinin, elektromanyetik tayfının görünürlük bölgesinde (ultraviyole, görünen, infrared) alıcılar tarafından ölçülerek kıymetlendirilmesi temeline dayanır (Şekil 1.1) (Orhan, 2014).



Şekil 1.1. Elektromanyetik spektrum gösterimi (Orhan, 2014)

Uzaktan algılamanın ana unsurlarından biri hava fotoğraflarıdır. Günümüzde uzaktan algılama dataları; değişken mesafelerde yerleştirilen kameralar ve sensörler ile donatılmış uçaklar, insansız hava araçları ve uydular tarafından yapılmaktadır (Sesören, 1998).

Uzaktan Algılama, arazi kullanımı hakkında çekildiği gün baz alındında güncel, doğru ve daha detaylı bilgi sağlayan, tekrar değerlendirmeye açık olan önemli bir datadır. Uydu görüntüleri farklı uygulamalarda kullanılabilir. Tarım planlamaları, maden araştırmaları, su kütlelerinin izlenmesi, imar çalışmaları, ormanların mevcut durumlarının incelenmesi örnek verilebilir (Orhan, 2014).



Şekil 1.2. Uzaktan algılama sürecinin bileşenleri (Orhan, 2014)

Farklı dalga boylarındaki akis değerlerinin ölçümü, yerküre özellikleri ile ilgili insanoğluna bilgi vermektedir. Aşağıda dalga boylarına (Çizelge 1.1) karşılık gelen çalışmalar örneklenmiştir. Bununla birlikte, tek bant veriler çok kullanılmamaktadır. Günümüzde genel olarak, üç bantlı kombinasyonlar tercih edilmektedir (Erbay, 2005).

Çizelge 1.1. Bantlar ve uygulama alanları gösterimi (Erbay, 2005)

Görünür Mavi	Sığ su haritalamaları, Bitki ile toprak ayrımı
Görünür Yeşil	Bitki örtüsünü sıhhati tespit edilmesi
Görünür Kırmızı	Bitki örtüsü tür ayrımının yapılması
Yakın Kızılötesi	Bitki tipi haritalaması Bitki örtüsü sıhhatinin tespit edilmesi Bitki tür ayrımı yapılmasında
Orta Kızılötesi	Kayaç tiplerinin belirlenmesi Nem tespit çalışmalarında Jeolojik yapıların haritalanması Kıyı kenar çizgisinin tespitinde

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Literatürde iklim değişikliği ve çevreye etkisi üzerine çok sayıda farklı bilim dallarında ve multi disiplinler arası yapılmış çalışmalar vardır Bu bölümde iklim değişikliği, büyük barajların iklim değişikliğinin etkisinin değerlendirilmesi, iklim değişikliğinin barajlar üzerine etkisi, iklim değişikliğinin su havzası bazındaki etkileri ile yapılan çalışmalar incelenmiş, bu çalışmalardan bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Yılmaz (2009), yaptığı çalışmada Gediz Deltası'nın ekosistem bozunumlarını tespit etmiş, uzaktan algılama teknikleri (UA) 2000 ve 2007 tarihli LANDSAT ETM uydu görüntülerinden ve CORINE sınıflandırma sisteminden yararlanarak bölgedeki arazi kullanım durumunu belirlemiştir. Elde ettiği veriler ile CBS yazılımı kullanılarak ortaya çıkan değişimin miktarı ve niteliği konusunda değerlendirmelerde bulunulmuştur

Durduran (2010), Konya Kapalı Havzasında bulunan göller, barajlar ve sazlıklardaki su kütle alanlarındaki değişimi uydu görüntüleri yardımıyla (Landsat TM, Landsat ETM) incelemiş, farklı periyotlardaki kuraklık etkileri analiz edilmiş, uydu görüntüleri ile CBS ortamındaki verilerin entegre edilerek bir veri tabanının oluşturulması ve kuraklık etkilerini belirlemede bu sistemin ciddi bir araç olduğu ifade edilmiştir.

Aksu (2012), "Peyzaj değişimlerinin analizi: İstanbul, Sarıyer örneği" isimli doktora tezinde, 4 döneme ayırdığı sınıflandırılmış uydu görüntüleri ile değişim analizi yapılmış, CORINE verilerinin 1. düzey sınıfları temelinde yapılan inceleme sonucunda doğal yapılar bakımından mekânsal değişimi risk teşkil eden alanlar gösterilmiştir.

Köylü (2017), "Arazi Kullanım Değişiminin İklim Olan Etkilerinin Modellenmesi" isimli doktora tezi çalışmasında Kayseri Yamula Barajı civarında alana ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) yardımıyla akarsu ağları ve akarsu havzaları tespit edilmiştir. Arazi kullanım ile ilgili değişimler hesaplanmış, arazi kullanım haritaları üretilmiştir. Hidrolojik toprak grubu, arazi kullanım, arazi kullanım kabiliyeti veri setleri yardımıyla Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) (Yeraltısuyu besleniminin eğri numarası) yöntemi ile alt havzalara ait eğri numaraları tespit edilmiş akış hesabı yapılmıştır. Çalışma alanı çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait meteorolojik verilerin çok yıllık değerleri temin edilerek trend analizleri yapılmış ve anlamlı trendlerin olduğu tespit edilmiştir

Altürk, (2017), “Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü Değişikliğinin ve Su Kaynaklarına Etkisinin Belirlenmesi; Ergene Havzası Örneği” adlı doktora tezinde Trakya bölgesinde 1990-2014 yılları arasındaki arazi örtüsü/ arazi kullanım farklılıklarını ve çeşitli senaryolarla uzun vadeli yılları için arazi örtüsü/ arazi kullanım değişikliğini tahmin etmek, ileriki yıllara yönelik iklim değişikliği beklentilerinin su kaynaklarına etkisini belirlemek, sektörler arası su tahsisinin mevcut (2015) ve 2023 ile 2030 yılları için belirlenmesi tahminlerinde bulunmak, taşkın riskine karşı taşkına maruz kalabilecek alanları belirlemeyi amaçlamış, çalışmada sadece bir küresel model çıktısına ve sera gazı salınım senaryosuna bağlı olan iklim verileri kullanılarak nehir akışları, su dengesi ve yüzey akımlarındaki değişiklikler incelenmiştir.

Arslan (2017), “Akkaya Barajının Niğde İline Etkisi” adlı çalışmada küçük bir barajın Niğde ili merkezine (Bor İlçesi) olan reaksiyonu trend analizi ile incelenmiştir. Akkaya Barajı yapımı öncesi (1950-1966) ve baraj yapımı sonrası dönem (1968-1984) karşılaştırılmıştır. Baraj sonrasında aylık minimum-maksimum ve ortalama sıcaklık, aylık ortalama nispi nem, aylık ortalama rüzgâr hızı ile toplam yağış ve değerleri üzerindeki değişimler incelenmiştir.

Geymen, (2017), “ Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Su Havzalarındaki Arazi Kullanım Değişikliği ve Çevresel Etkilerinin izlenmesi; Elmalı Havzası Örneği” adlı çalışmada çalışma alanındaki arazi kullanım değişiminin zamana bağlı değişimi incelenmiş, süre olarak ortalama 10 yıllık aralıklar ile 1995-2005 ve 2013 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılır. Çalışma alanında 1995-2013 yılları arasında en fazla değişime uğrayan alanların dağılımı göz önüne alındığında tarımsal alanlarının % 5’den % 1’ e, ormanlıkların % 50’den % 45’e düştüğünü, yerleşim alanlarının ise % 29’dan % 40’a yükseldiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak doğal kaynakların üzerindeki yerleşim alanlarının (şehir yapılarının) izlenmesinde, arazi örtüsü ve arazi kullanımının değişiminde, ruhsatsız tesislerin belirlenmesinde, yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden faydalanılması, doğal kaynakların düzgün planlanmasında etkin role sahip olacağı belirtilmiştir.

Mambo (2016), “Zanzibar’da İklim Değişikliğinin Etkileri ve Sürdürülebilir Arazi Yönetimi” isimli çalışmada UA ve CBS teknikleri kullanarak Zanzibar Adalarındaki toprakların sürdürülebilir yönetimine yönelik iklim değişikliğinin ve arazi örtüsündeki değişikliklerin etkilerini araştırılmıştır. Yerel olarak toplanan meteorolojik veriler ve

uydu verilerinin yardımıyla, Zanzibar' da ki arazi örtüsü değişiklikleri ve iklim değişikliği arasındaki ilişki belirlenmiştir.

Yasarer (2015), “Arazi Kullanımı ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Yönetimine Etkilerinin Değerlendirilmesi” adlı çalışmasında Kansas'taki su kaynakları yönetimi için iklim değişikliği ve arazi kullanımındaki değişimin etkilerini, disiplinler arası bir yaklaşım ile SWAT, sosyal araştırmalar ve jeo-uzamsal analiz gibi araçlar kullanarak değerlendirmiştir.

Bacanlı ve Tuğrul (2015), “Baraj Göllerinin İklimsel Etkisi ve Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Barajı Örneği” adlı çalışmada adı geçen barajının Denizli İli iklim verilerine tesiri 1992-2013 yılları arası baraj yapılmadan önceki ve sonraki dönem olarak trend analizi yapılarak incelenmiştir.

Özdoğan, (2015), “Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Palas Ovasının Arazi Yüzey Sıcaklığı Değişimlerinin İncelenmesi” isimli çalışmasında Uzaktan Algılama tekniklerini kullanarak 2001-2011 yılları arası çalışma alanında Arazi Yüzey Sıcaklığı (AYS) değişimlerinin tespiti ve bu değişimlerin arazi örtüsü ve iklimsel değişimlerle bağlantısının incelenmesi ile AYS ve Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) haritaları üretilmiştir. AYS değerleri, NDVI değerleri ve iklimsel faktörler arasındaki bağlantılar tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda AYS verisinden elde edilen bulguların NDVI verisinden elde edilen bilgileri genellikle desteklediği tespit edilmiştir. NDVI haritalarında bitki yoğunluğunun daha fazla olduğu bölgelerde AYS sıcaklıklarının daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda yüzey sıcaklığı belirlenen yıllar arasında 2 °C azalma olduğu belirlenmiştir.

Orhan vd. (2015), “Konya Kapalı Havzasında Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri ile İklim Değişikliği ve Kuraklık Analizi” başlıklı çalışmasında uydu görüntüleri aracılığıyla yaklaşık 30 yıllık bir süreçte bölgenin kuraklık ve yüzey sıcaklık haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan Arazi Yüzey Sıcaklığı (AYS), Bitki Durum İndeksi (BDİ), Sıcaklık- Bitki İndeksleri (SBİ) değerlendirilmiştir ve bölgeye tesirinin izlenmesi hedeflenmiştir. Sıcaklık ölçmelerinin aşamasında özellikle farklı arazi örtü tipleri ( nadas tarla, nemli kum-toprak, tuz, tuzlu toprak) üzerinde infrared termometre ile her noktada tekrarlı ölçümler ile toplam 50 farklı noktada sıcaklık ölçmesi yapılmıştır. AYS değerleri uydu görüntüleri kullanılarak elde edilmiştir. AYS ile yersel sıcaklık

ölçmelerini ilişkilendirmek amacıyla eş zamanlı arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. İncelenen buharlaşma, hava sıcaklığı ve yağış verileri çalışma alanındaki 10 adet meteoroloji istasyondan toplanmıştır. Sonuçlar eş zamanlı AYS ve uzaktan algılama verisini desteklediği görülmüştür. AYS verisinden elde edilen bulgular, iklim verisinin incelenmesi sonucunda elde edilen verileri desteklemektedir. 1984 den 2011'e kadar hava sıcaklıkları önemli değişiklikler görülmüştür. Hava sıcaklığındaki trends artış yönündedir ve çalışılan periyotta 2 °C civarındadır. Elde edilen bu sonuçlar AYS verisinin incelenmesi ile elde edilen farklarla benzerdir. Buharlaşmadaki trend genellikle yağışta belirlenen trendten daha güçlüdür. Ağustos ayı için hem hava sıcaklığı hem de buharlaşma trendlerinin yıllık verilerden daha güçlü olduğu görülmüştür. Çalışma ile birçok kuru toprak alanı olarak tespit edilmiş bölgenin tarımsal alana dönüştüğü görülmüştür. Tarımsal alanlar, açık alanlara kıyasla sıcaklık değerleri fark edilebilir düzeyde düşüktür. 2011 yılında, 1984 yılına göre toprak neminin daha az ve kuraklık etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Sertel vd. (2017), Avrupa Birliğinin ürettiği CORINE verileri baz alınarak 1:25000 ölçekli arazi örtüsü sınıflandırması çalışmasının farklı karakteristiklere sahip üç pilot bölgeye uyguladıkları, bu uygulama sonucu elde edilen verilerin daha yüksek çözünürlüklü datanın ve ölçeğinin yerkürenin mevcut durumuna daha yakın homojen sınıflarla ifade edilebilmesini sağladığını, elde edilen haritaların bölgesel ve ulusal ihtiyacı karşılayabileceğini ifade etmişlerdir.

Keleş ve Durduran (2019), "Osmaniye ilinin arazi örtüsü ve kullanımındaki zamansal değişimin uzaktan algılama teknikleri ile araştırılması" isimli çalışmalarında Osmaniye'nin il olduktan sonraki süreçte arazi kullanımına etkisini incelemişlerdir. 1995 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılmış, kontrollü sınıflandırma yapılarak, değişim tespit edilmiş, "Yapay Yüzey Alanlar" ın arttığı ifade edilmiştir.

Kara (2014), çalışmasında iklim değişikliklerinin su kaynakları üzerindeki etkilerini yağış ve akım analizleri vasıtasıyla Ömerli Havzası-İstanbul üzerinde araştırmıştır. Çalışmada kullanılan yağış ve sıcaklık verileri Avrupa Birliği'nin ENSEMBLES projesi kapsamında A1B senaryosu baz alınarak üretilmiş, küresel iklim modelleri (GCM) ile bölgesel iklim modellerinin (RCM) birleştirilmesi ile elde edilmiş verilerdir. 25 km mekânsal çözünürlüğe sahip günlük veriler referans olarak (1961-1990) ve gelecek (2071-2100) dönemler için elde edilmiştir. Elde edilen veriler ile çalışma

sonucunda aşırı yağışlar analiz edilmiş, elde edilen bu veriler hidrolojik model içinde referans alınarak gelecek dönem akımının tahmin edilmesinde kullanılmıştır.

Bozkurt (2013), “İklim Değişikliğinin Fırat-Dizle Havzası Hidrolojisine Etkileri” isimli doktora çalışmasında iklim değişikliğinin havza hidrolojisine olan etkilerinin kapsamlı bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma kapsamında havzadaki tarihsel iklim değişikliği ve gelecek iklim değişikliğinin havzadaki bölgesel hidroiklimsel sonuçları incelenmiştir. Havzadaki tarihsel iklim değişikliğini ortaya çıkarmak için yağış, sıcaklık, ve akım verilerindeki değişiklikler incelenmiştir. İleriki zamanlarda iklim değişikliğinin çalışma alanında hidro-iklimsel tesirini araştırmak için değişik küresel sirkülasyon modelleri (ECHAM5, CCSM3 ve HadCM3) ve çeşitli emisyon (A1FI, A2, B1) çıktılarının dinamik ölçek küçültme yöntemi ile küçültülmüş, yüksek çözünürlüklü projeksiyonları kullanılmıştır. Beş farklı öngörü sonucu ile yapılan bu değerlendirme ile üç farklı genel sirkülasyon modelinin (ECHAM5, CCSM3 ve HadCM3) A2 emisyon senaryosunun ve tek bir modelin (CCSM3) üç farklı emisyon senaryosunun (A1FI, A2 ve B1) olduğu çıktılar incelenmiştir. Söz konusu modellerin performans analizleri için 1961-1990 periyodu referans dönem olarak alınmış, model çıktıları gözlemlerle karşılaştırılmıştır.

Değu ve ark. (2011), “Büyük Barajların Çevre İklim ve Yağış Modelleri Üzerindeki Etkisi” adlı çalışmalarında Amerika çalışma bölgesindeki barajın iklim ve yağış verilerindeki etkilerini incelemiştir.

Yavuz (2010), “Türkiye’de Bazı İklim Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Zamansal ve Mekânsal Analizi” adlı tez çalışmasında 1975-2007 yılları arasında bazı iklim parametreleri ve CBS analizlerinden yararlanarak Zamansal ve Mekânsal analizler yapmıştır. İklim parametrelerindeki bölgesel değişimleri Mann-Kendall testi yardımıyla belirlemeye çalışmıştır.

Fujihara ve ark.(2008), “ İklim Değişikliğinin Seyhan Nehir Havzası (Türkiye) Su Kaynakları Üzerinde Etkilerinin Değerlendirilmesi: Hidrolojik Simülasyonlar İçin Dinamik Olarak Küçültülmüş Verilerin Kullanımı ” adlı çalışmasında iklim değişikliğinin su kaynakları ve barajlar üzerine etkilerini olası iklim senaryoları ile birleştirerek incelemiştir.

Akın (2007), “Çukurova Deltası Kıyı Alanında Arazi Örtüsü Değişimlerinin Belirlenmesinde Farklı Uzaktan Algılama Yöntemlerinin Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmasında Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla arazi örtüsünde olan değişimleri analiz edilmiş ve doğruluk analizlerinde kullanılan yöntemler arasında bir kıyas yapmak üzere obje tabanlı sınıflama yapılan görüntülere çapraz sınıflama yapılmış, değişimin nerden nereye olduğu tespit edilmiştir. Alan için optimum yöntem tespit edilmiştir. Kıyı erozyonu sonucu oluşan alan kayıpları ve kumul alanlardan tarım alanlarına olan dönüşüm dikkat çeken değişimler olduğu bildirilmiştir.

Ekercin (2007), “ Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu ile Tuz Gölü ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi” başlıklı doktora tezi kapsamında Tuz gölündeki su rezervi değişimi, nüfus artışı, kuraklık vb. sebeplere bağlı olarak zamansal değişimi incelenmiştir. Çalışmada TERRA Aster, Spot, Landsat uygu görüntülerinden ve kızılötesi bantlardan yararlanılarak yapılacak gözlemlerin su ile kaplı alanların belirlenmesinde hatalı sonuçlar verebileceği bu yüzden yakın kızılötesi bölgede sağlıklı hesaplamalar ile daha doğru sonuçlar ortaya konulacağı ifade edilmiştir. Hızlı nüfus artışına bağlı olarak Tuz gölü ve çevresinin geleceğinin tehdit altında olduğu göz önünde bulundurulması gereken bir konudur. Tuz Gölünü besleyen en önemli kaynak olan yeraltı sularının giderek azalması ve bunun sonucu bölgede kuraklığın daha çok etkin olacağı ortaya konulmuştur. 1987-2005 yılları arasında tuz gölünde % 65 nispetinde bir küçülmenin olduğu tespit edilmiştir.

Mishra ve ark. (2005), “Kangsabati Nehir Havzasında Mekânsal ve Zamansal Kuraklık Analizi”, isimli çalışmalarında, Kansabati havzasında 1965-2001 yılları kapsayan verileri inceleyerek SPI yöntemi ile kuraklık analizi yapmışlar, 1980 li yıllarda kuraklığın kalıcı olduğu ve su kaynaklarının olumsuz etkilendiği, bir kuraklık planının yapılması ve sürdürülebilir su yönetimi için öneride bulunmuşlardır.

Bulut ve ark. (2006), “Atatürk Baraj Gölünün Bölge İklimi Üzerine Etkisinin Trend Analizleri Yöntemiyle Tespiti ” adlı çalışmada toplam yağış miktarı, bağıl nem ve sıcaklık gibi belirli meteorolojik parametrelerin ölçümler ele alınmış ve bu etkinin niteliği/ niceliği trend analizleri yardımıyla tespit edilmeye çalışılmıştır.

Kıymaz (2011), "Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Seyfe Gölünün Kuraklık Dönemlerinin Belirlenmesi" isimli çalışmasında, Seyfe gölünün 1975 yılından itibaren

33 yıllık bir sürecin verileri ile SPI yöntemiyle kuraklık analizi yapılmış, çeşitli dönemlerde çeşitli şiddette kuraklığın yaşandığı tespit edilmiş, kuraklığın ciddi bir tehdit olduğu ve bir merkez tarafından izlenilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Taylan ve Aydın (2018), “Türkiye Göller Bölgesi Yağış Verilerinin Trend Analizi” adlı çalışmasında, göller yöresi için 9 istasyonun yağış verileri incelenmiş, çeşitli yöntemlerle trend analizleri ve SPI yöntemiyle kuraklık analizi yapılmış, çeşitli trendler tespit edilmiş, bölge için kuraklık riskinin arttığı, hidrolojik kuraklığın ve tarımsal kuraklığın Bölgesel İzleme Planları ile önlenebileceği önerilmiştir.

Kızılelma ve ark. (2015), “İç Anadolu Bölgesinde Sıcaklık Ve Yağışların Trend Analizi” isimli çalışmalarında bölge incelenmiş, istatistiksel olarak anlamlı artışların bulunduğu, Ürgüp hariç ortalama sıcaklıklarda bir artışın bulunduğu, kırsal kesimlerin şehir merkezlerine oranla daha az sıcak olduğu, Arabistan çöllerinden ve Kuzey Afrikadan gelen sıcak hava dalgalarının da bölgeyi etkilendiği ifade edilmiştir.

Bacanlı ve Ark. (2018), Antalya İli Meteoroloji istasyonunun 1965-2017 yılları arasında ölçülmüş bazı meteorolojik verilerden faydalanarak, çeşitli yöntemlerle trend analizleri yapılmış, buharlaşma ve nem değerlerinde azalan bir trendin olduğu, sıcaklık değerlerinde artan bir trendin olduğu belirlenmiştir.

Gyau-Boakye (2001), “Akosombo Barajının Çevresel Etkileri ve İklim Değişikliğinin Göl Seviyesine Etkileri” isimli çalışmasında Gana'da bulunan Akosombo Barajı'nın Volta Nehri'nin besleyen iki nehir kütesinin akımları baraj öncesi ve sonrası olarak incelenmiştir. Baraj öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, akışlarda düşmelerin olduğu, nehrin üst kısımlarında sıcaklıklarda 10 °C'lik artışların olduğu tespit edildiği bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Alanı

Ermenek İlçesi, Anadolu'nun güneyinde Karaman İline bağlı olup 36°58' Kuzey enlemi ile 32°53' Doğu boylamı arasında yer almaktadır. İlçe merkezinin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1.250 metredir. Dağlık bir yapıya sahip olan ilçenin, kuzeyinde Konya ili Hadim ilçesi, Karaman İli Merkez İlçesi, güneyinde Mersin ili Anamur ilçesi, Antalya ili Gazipaşa ilçesi, doğusunda Mersin ili Gülnar ve Mut ilçeleri batısında Karaman iline bağlı Sarıveliler, Başyayla ilçeleri ve bulunmaktadır. İlçenin yüzölçümü yaklaşık 1.223 km<sup>2</sup> ' dir.

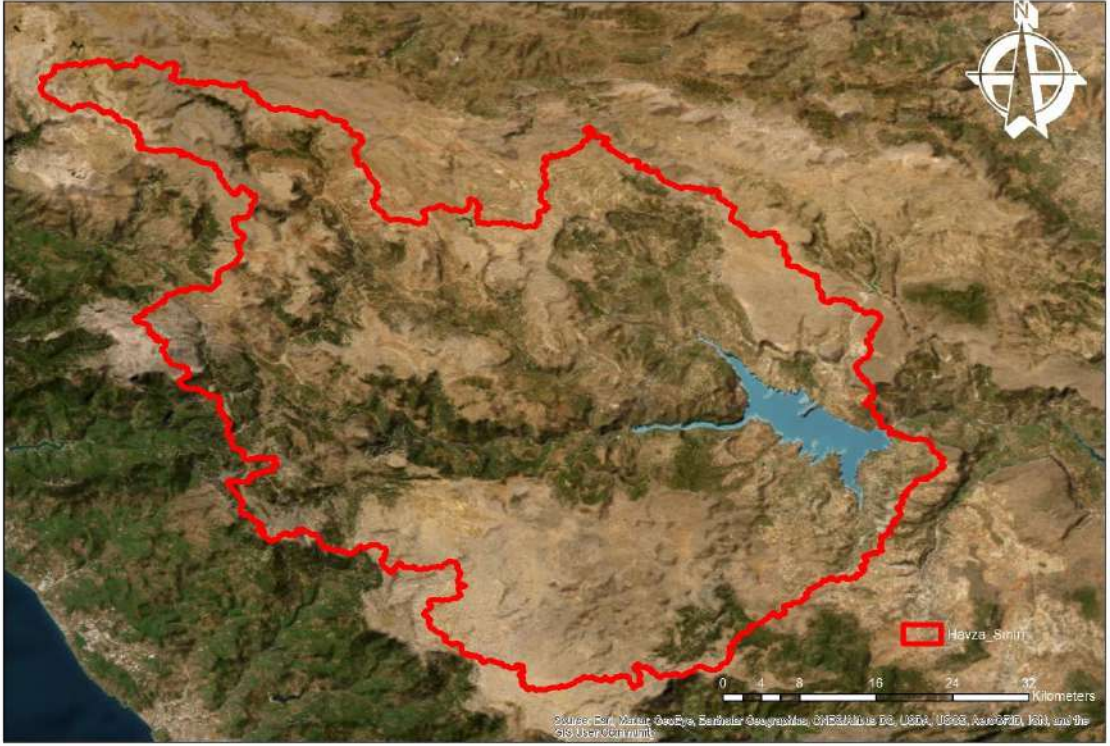
Ermenek ilçesi iklimi karasal iklim ile akdeniz iklimi geçiş bölgesi arasında kalmaktadır. Akdeniz iklimi özellikleri daha hakim durumdadır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar serin ve yağışlı geçmektedir (Arınç, 2014). Genellikle dağlık olup büyük ovalara sahip değildir. Vadiler arasında bulunan düzlüklerde tarım yapılabilmektedir.

Ermenek İlçesinde bulunan Ermenek Barajı ve HES Türkiye'nin en yüksek 2. barajı olup baraj gölalanı olarak 4. büyüklüğe sahiptir. Ermenek Barajı; 2002 yılında ihalesi yapılmış ve temeli atılmış olup, 27 Aralık 2009 tarihinde işletmeye açılmış, 2014 yılında ise kesin kabulü yapılmıştır. Ülkemizin talvekten yüksekliği baz alındığında (213 m) en yüksek 2. barajı olan Ermenek Barajı Doğu Akdeniz Havzası içerisinde kalmakta olup, baraj göl alanı ( 61.5 km<sup>2</sup>) olarak ta ülkemizin 4. büyük alanına sahiptir. İnce beton kemer bir baraj olan Ermenek barajı çift eğrilikli asimetrik yapıya sahiptir. Gövde kalınlığı krette 7 m en alt kısımda ise 25 m dir. Baraj derin ve dar bir vadidedir. Genişliği en üst kesimde 150 m, en alt kesimde ise 5 m den daha azdır. Enerji üretmek amacıyla yapılan baraj aynı zamanda taşkın önleme görevinde bulunmaktadır. Baraj Göksu Nehri kollarından biri olan Ermenek çayı üzerine kurulmuştur. Ermenek Barajı konumunu gösterir uydu görüntüsü aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Ermenek Barajının Konumu (Alçay, 2014)

İklim çalışmaları incelendiğinde çalışmanın idari sınırlar üzerinden yapılamayacağı, baraj havzasının bazında çalışmanın daha uygun olacağı görülmüştür. Baraj havzasının çizilmesi için sayısal arazi modelinden (SAM) faydalanılarak ArcGIS 10.3 programı aracılığı ile çizilmiştir ( Şekil 3.2).



Şekil 3.2.Ermenek Barajı Havzası

## 3.2. Kullanılan Veriler

### 3.2.1. Meteorolojik veriler

Ülkemizde meteorolojik verilerin sorumluluğu Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına bağlı olarak çalışmalarını devam ettiren Meteoroloji Genel Müdürlüğüdür (MGM). Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğünde çalışmalarında kullanılmak üzere (sıcaklık, nem, kar gözlem, yağış vb. tespiti ) meteorolojik gözlem istasyonları kurmakta ve çeşitli yöntemler kullanılarak analiz edilmektedir.

Çalışma alanında daha önceden belirlenmiş 9 ilçe ve 5 il istasyonuna ait verileri Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü (Konya) 'dan temin edilmiştir. Temin edilen veriler incelendiğinde;

- Maksimum Toprak Sıcaklığı ( 5, 10, 20, 50, 100 cm)
- Ortalama Toprak Sıcaklığı ( 5, 10, 20, 50, 100 cm)
- Minimum Toprak Sıcaklığı ( 5, 10, 20, 50, 100 cm)
- Maksimum Aktüel Basınç
- Ortalama Aktüel Basınç

- Minimum Aktüel Basınç
- Aylık Maksimum Sıcaklık
- Aylık Ortalama Sıcaklık
- Aylık Minimum Sıcaklık
- Aylık Maksimum Yağış
- Aylık Ortalama Yağış
- Aylık Minimum Yağış
- Aylık Ortalama Rüzgar Hızı
- Aylık Maksimum Rüzgar Yönü ve Hızı
- Aylık Maksimum Nispi Nem
- Aylık Ortalama Nispi Nem
- Aylık Minimum Nispi Nem
- Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık
- Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık

olduğu görülmüştür.

Gelen veriler değerlendirilmeye alındığında Meteorolojik Veri Bilgi Sunum ve Satış Sistemi (MEVBİS) ortamından excel formatında aktarıldığı, verilerin işlenilmiş olduğu ancak nümerik değere haiz olmadığı genel tanımlamanın yapıldığı görülmüştür.

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet with two tables of meteorological data. The first table is for station ERMENEK/18210 and the second is for SARIVELYER/19495. Both tables show monthly minimum temperatures in degrees Celsius from 2012 to 2018. A 'Hücreleri Biçimlendir' dialog box is open on the right, showing the 'Sayı' category selected.

Yıl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	-9,7	-3,7	-8,0	2,2	8,8	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	-2,2	-2,8
2013	-1,5	-6,3	-4,8	1,5	9,6	0,0	14,2	14,8	5,8	1,5	-3,9	-4,0
2014	-14,5	-4,2	-3,5	-2,0	5,7	8,0	12,7	13,5	10,7	3,5	0,7	-8,8
2015	-12,3	-8,2	-2,3	2,8	3,7	0,2	18,1	18,1	8,8	4,8	-3,8	-11,0
2016	-10,6	-10,8	-4,0	-0,7	8,1	8,7	19,3	19,3	10,1	4,8	-2,8	-6,5
2018	-6,1	-2,4	3,5	2,7	8,1	9,1	19,8	14,1	8,8	-0,3	-0,8	-8,8

Yıl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	0,4	2,8	0,4	2,8	0,3	12,0	12,7	3,8	-0,8	-4,4	-0,3	-0,3
2015	-12,2	-12,7	-5,4	-4,9	3,8	7,7	12,0	11,4	5,8	2,3	0,2	-12,8
2016	-18,8	-8,8	-4,8	1,3	1,4	7,9	13,7	13,7	3,2	3,7	-4,7	-13,8
2017	-11,0	-11,0	-4,0	-0,7	8,1	8,7	19,3	19,3	10,1	4,8	-2,8	-6,5
2018	-6,1	-2,4	3,5	2,7	8,1	9,1	19,8	14,1	8,8	-0,3	-0,8	-8,8

Şekil 3.3. Meteorolojik Veri Örneği

Söz konusu verilerin direk olarak herhangi bir veri tabanına aktarılamayacağı görülmüş excel formatında ayarlamalar yapılarak oluşturulan veri tabanına aktarım

sağlanmıştır. Veritabanı ile excel dosyası arasında bağlantılar istasyon numaraları üzerinden kurularak ArcGIS yazılımının "Joins and Relates" özelliği kullanılarak yapılmıştır.

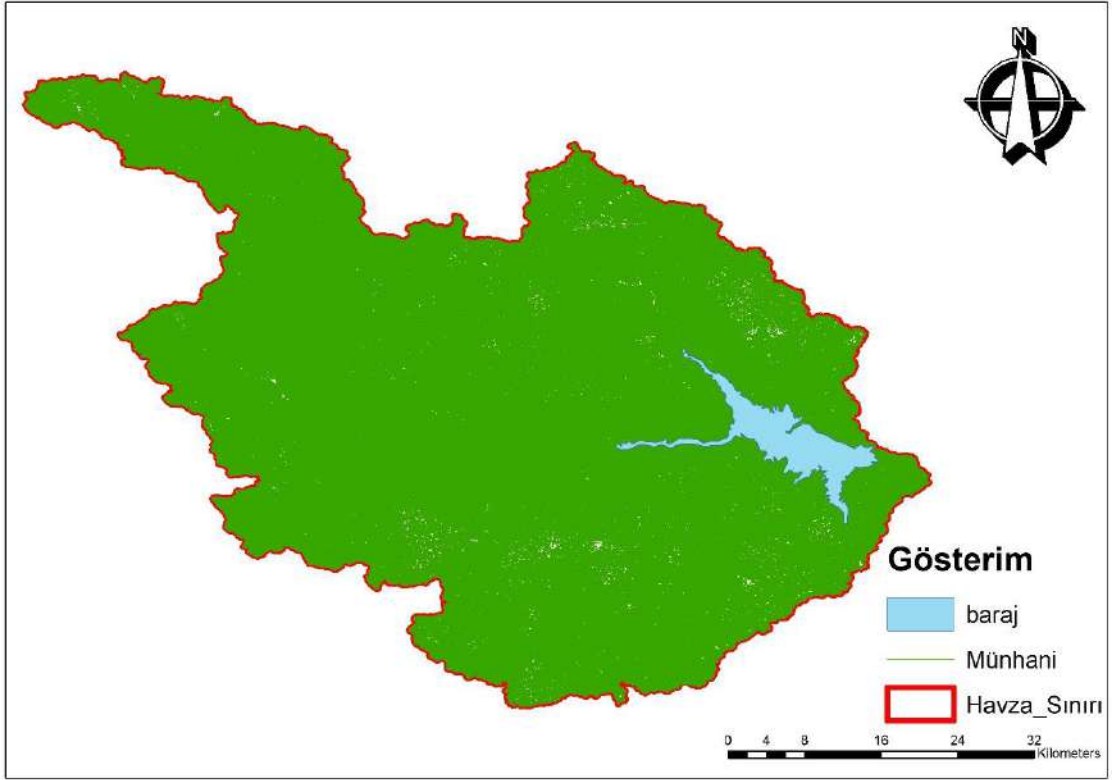
onlar	20144	20145	20146	20147	20148	20149	201410	201411	201412	20151	20152	20153	20154	20155	20156	20157	20158	20159	201510	201511	201512	20161	20162	20163	20164	2016
143	50.9	56.4	54.5	39.8	37.6	56	64.4	70.4	80.5	77	77.8	71.4	64.6	60.2	66.7	41.5	47.7	41.2	61.3	55.9	69.5	74.8	64.3	57.4	46.2	6
3	46.2	56.7	53.4	35.9	37.4	57.2	67.2	75.2	84.3	82.1	80.7	78.2	69.8	57.7	69.5	41	44.9	40.2	65.5	60.6	83	87.1	74.7	82	46.2	6
3	47.1	53	50	37.6	35.9	57.5	66.6	71.5	75.7	76.3	72.5	64.4	56.6	52.6	69.5	43.1	50.3	42.9	63.2	58.4	76.7	68.9	60.1	54.2	44.3	5
3	50.1	57.6	53.2	39.1	39.6	54.9	68.6	72.9	83.6	86.2	79.7	73.1	62.8	55.2	72.4	44.5	52.1	41.1	64.7	54.7	82.3	76.2	63.5	55.7	41	
4	54.5	59.6	55.9	43.7	44.4	57.6	68.3	73.3	80.2	77.6	72.4	71.3	61.9	57.3	65	44.5	50.3	45.9	64.5	62.4	72.4	72.4	69.2	62	51.8	6
7	51.5	57.2	57.7	42.5	44.5	61.1	70.1	73.7	81	76.8	75.4	69.2	63	69.5	68.5	46	52.9	46.8	67.3	63.2	73.6	75.3	66.8	57.3	47.6	6
3	52.6	57.7	51.9	37.4	38.5	54.9	70.5	77.5	86.6	85	78.2	74.3	64.5	57.4	67.7	41.7	47.4	41.7	65.6	59.6	82.1	78.4	73.3	63.8	49.3	6
4	55.6	60.4	56.4	46.4	45.1	63.7	75.1	81.6	89.6	88.9	81.9	79.1	70	64.1	79.3	52.4	59.1	51.2	71.2	66.2	85.8	84.5	79.8	69.4	55.9	7
4	46.4	52.4	49.6	38.4	39.7	55.4	66.7	72.7	80.8	79.6	74.9	66.7	56.5	51.3	60.6	41.9	46.5	43.5	63.4	59.2	79.7	77.5	65.3	53.8	41.5	5
4	56.6	64	60.2	46.1	41.4	63.8	68.6	88.4	75.7	76.9	79.5	75.3	67.7	58.8	74.6	47.6	53.6	43.2	64.6	54.6	59.6	79.5	66.6	62.7	48.4	6
4	64.5	67.7	60.8	48.5	49.1	64.1	72.7	77	85	85.2	81.5	76.5	66.1	60.6	70.9	48.4	55.7	46.8	69.4	63.3	71.2	78.8	73.7	66	56.2	6
4	56.1	63.2	61.7	47	44.9	65.4	72	72.4	76.3	80.4	80.8	71.8	67.2	66.4	77.3	51.2	56.9	47.7	69.3	60.2	76	78.7	65.7	61.8	50.4	6
4	46.2	51.4	49.5	34.1	34.9	50.6	66.7	73.5	87.9	87	82.6	78.5	67.9	69.1	74	41.7	46.4	38.6	66	62.8	86.6	79.1	71	58.1	43.1	5
3	46.1	42.7	42.1	32.2	33.4	51	65.4	67.5	75.4	74.1	69.4	65.7	56.2	51	59.6	38.1	41.1	36.7	61.4	56.5	79.5	75.3	62.1	46.4	36.2	5
3	45.6	54.2	50.1	37	37.6	57.9	67.2	69.2	78.1	78.4	76.6	69.1	63.3	53.8	66.8	41.4	46	42.3	63.8	55.9	80.7	83.9	69.3	56.4	48.6	5
3	45.3	51.1	49.6	36.1	37.5	54.5	60.7	63.0	69.1	66.6	71.5	62.9	55.9	49.3	68.1	41	46.9	38.6	61.7	51.6	59.1	72.7	59.5	54.3	48.8	5
3	44	48.4	46.5	35.2	36.5	54.3	67.2	69.8	73.6	73.9	71.7	69.2	60.8	53.2	64.9	42.7	47	37.5	62.4	57.4	81.7	75.9	63	51.9	48.5	5
3	57.7	62	56.8	43.5	44.1	58	68.4	71.6	83.1	82.3	76.4	74.7	65.8	57	66.1	44.8	48.4	45.4	63.2	58.2	86.8	80	65.1	62.8	49.8	6
3	50.3	55.4	54.8	41.1	40.8	59.8	71.4	74.6	78	79.8	75.5	68.6	60.1	57.1	67.4	45.1	48.6	44.7	62.9	59.2	74.3	66	58	51.9	44	5
2	55.8	63.2	59.8	44.8	43.1	66.2	80	79.8	90.8	93.1	80.8	72.5	66.8	59	76.1	44.9	53.2	42.9	65.6	59.2	79.8	77.5	65.9	59.5	44.9	6
2	46.2	50.6	47.8	37	39.1	52.9	67.8	73	79.7	78.8	73	67.5	59.5	53.4	61.6	40.9	44.6	41	64.2	61.2	81.7	75.4	65.1	57.4	42.1	5
7	53.1	58.6	53.4	39.4	39.2	59.4	71.2	78.7	88.3	85.4	79	77.4	67.9	65.2	69	43	46.7	46.6	73	67.4	85.8	86.3	74.4	63.1	49	6
3	51.2	58.4	50.6	34.6	37.4	51.2	68	74.9	86.5	86.6	77	72	60.3	55.3	68.8	42.1	44.3	39.9	66.2	58.7	83.4	81.8	74.2	61.3	46.6	6
3	45.4	51.9	48.2	35.3	36.6	54	67.4	72.4	80.5	78.4	68.8	64.3	52.8	48.2	57.6	37.1	41.7	39.5	60.6	58	70.8	68.3	59.3	59	39	
7	56.3	60	56.4	42.2	41.2	62.5	75.5	77.5	85.3	85.1	78.4	73.1	65.8	57.2	74.2	37.9	40.6	42	65.2	59.5	83.1	76.7	66.3	56	43.9	6
5	47.3	52.7	46	32.3	32	51.8	66.6	74.9	83.8	82.3	74.6	69.6	60.1	55.2	59.2	36.6	40.2	37.5	69.1	56.8	76.4	74.4	64.4	53.8	39.7	5
2	59.9	59.9	58.6	48.3	49.6	66	69.8	72.3	77.4	74.4	74.8	70.6	64.3	60.1	68.6	49.1	56.8	47.4	68.6	64.2	67.7	75.1	67.9	63.8	54.3	6
9	47.3	51.3	47.5	34.8	34.3	52.2	61.9	67.4	76.2	72.4	69.9	63	53.5	51.3	55.7	36.4	44	41.8	59.6	57.8	86.9	71.2	62.2	58	46.1	5
5	52.1	58	54.8	41.9	40.5	60.7	65.1	67.6	75.2	72.2	79.3	71	62.3	53.2	66.1	45	50.2	42.3	66.2	54.8	80.4	77.4	64.1	59.1	44.9	6
5	57.7	65.7	62.8	47.2	42.6	65	78.7	77.9	85.7	84.1	79.7	78.2	69.8	64.8	78.4	51.5	58.1	48.8	69.7	64.8	84.8	77.8	70.3	63.2	54	6
5	52.7	58.9	57.3	42.4	38.5	57.6	64.5	69.2	78.8	74.8	74.1	68.1	61.6	59.5	66.4	43.5	46.5	42.2	61.2	55.2	67.9	72.6	62	56.1	45.9	6
2	46.2	53.4	51.3	39.7	38.8	55.2	65.1	69.5	77.4	79.5	76.1	68.8	58.6	50.1	67.1	40	47.7	40.7	63.2	54.1	80.4	77.2	63	58.5	42.6	5

Şekil 3.4. Veritabanına aktarılmış veriler

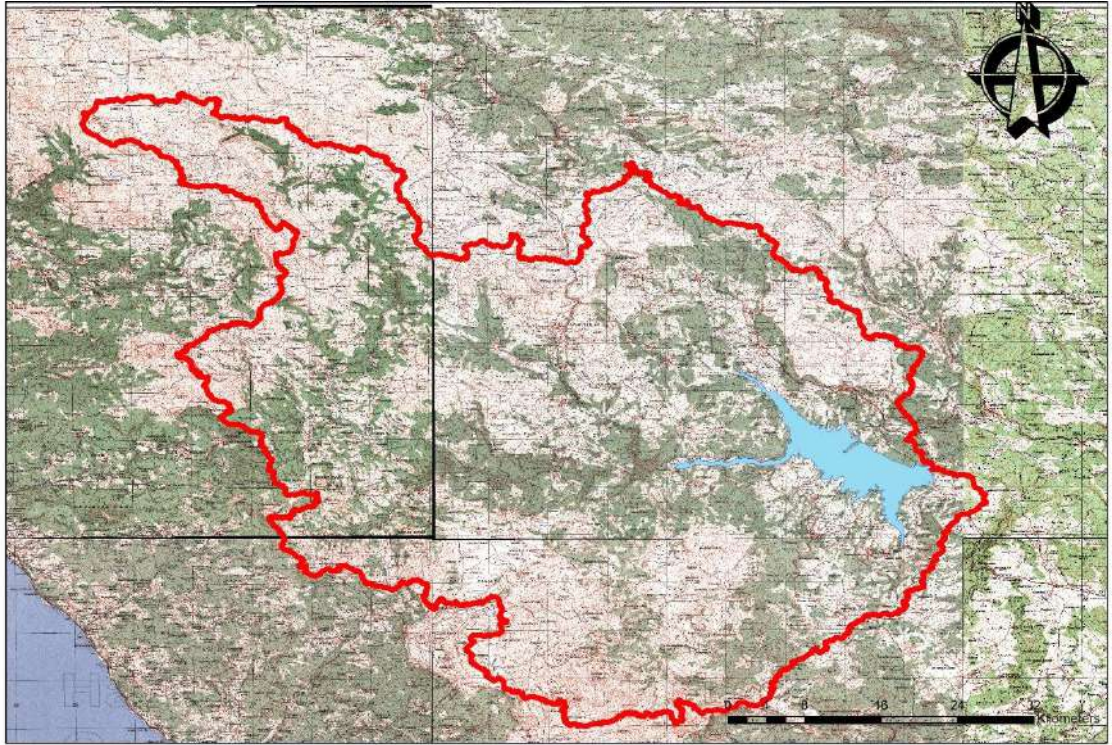
### 3.2.2. Raster ve vektör haritalar

Mekansal analizlerin yapılabilmesi için gereken vektör altlıklar 1/25000 ölçekli (ED50 Datumunda) ve 1/250000 Ölçekli (WGS 84 Datumunda) DSİ arşivinden temin edilmiştir. Çalışma sahası olan Ermenek İlçesi toplamda 17 adet 1/25000 lik paftaya girmektedir. Çalışmanın havza bazlı olarak yapılabilmesi/ ihtiyaç olacağı düşünüldükçe Ermenek Barajının su toplama havzasına girecek tüm vektör haritalar temin edilmiştir. Bu verilerden ayrıca uydu görüntülerinin düzeltme işlemlerinde kullanılması planlanmıştır.

Raster haritalarda ise 1/25000, 1/100000 ve 1/250000 ölçekli haritalar daha önce yapılan çalışmalar sırasında temin edilmiştir.



Şekil 3.5. Vektör Veriler ( Münhani 10m, baraj ve havza sınırı katmanları)



Şekil 3.6. Raster Veri Örneği ( 1/ 100000 Ölçekli Harita Görünümü)

### 3.2.3. Toprak haritaları

Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan ve daha sonra Tarım Reformu Genel Müdürlüğüne (TRGM) güncellenen Sayısal Toprak Haritaları temin edilmiş olup mevcut ve potansyel tarım alanları belirlenmeye çalışılmıştır. Veri tabanında 14 farklı sınıflandırma elemine edilerek sisteme aktarılmıştır.



Şekil 3.7. Ermenek İlçesi Toprak Haritası ( AKK' ya göre)

### 3.2.4. CORINE veri tabanı

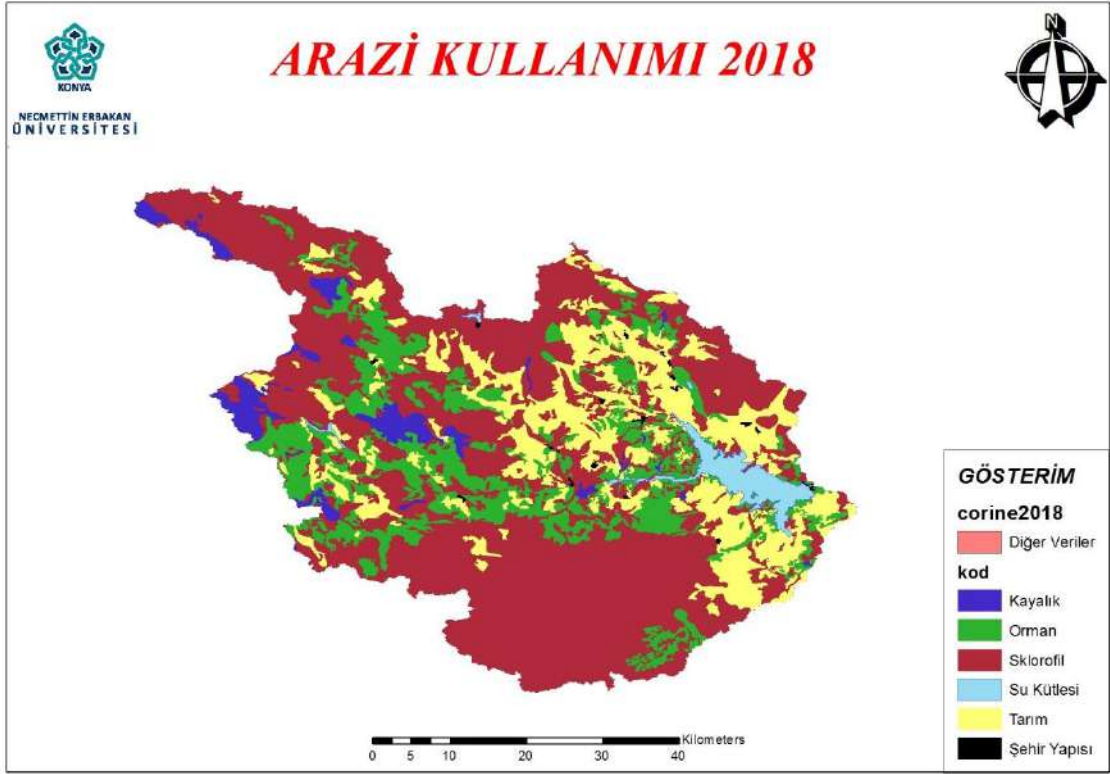
Sürdürülebilir bir arazi yönetimi arazi kullanımı-arazi örtüsü özelliklerinin tespiti ve izlenmesi ile daha etkili sağlanabilir. CORINE sistemi arazi kullanımı-arazi örtüsü konusunda en yaygın uygulanan yöntemlerdendir. AB (Avrupa Birliği) ülkeleri tarafından kullanılan bu sistem, Türkiye’de de son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Uygulama esnasında UA (Uzaktan Algılama) ve CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) tekniklerinden faydalanılması CORINE sisteminin en önemli yanını oluşturmaktadır. CORINE sistemindeki sınıflandırma esas olarak birinci düzeyde 5, ikinci düzeyde 15 ve üçüncü düzeyde ise 44 arazi kullanım türüne ayrılmaktadır (ETC/LC, 1995).

CORINE sisteminin kullanıldığı alanlar:

- Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme (GMES- *Global Monitoring for Environment and Security*) programı kapsamında çevrenin izlenmesine yönelik arazi değişimlerinin belirlenmesinde,
- Tarım alanları, sulanan alanlar, orman alanları gibi temel arazi kullanım envanterlerinin konumsal verilerle ortaya çıkarılmasında,
- Orman alanlarındaki tahribatının izlenmesinde,
- Ürün/ rekolte tahminlerinin yapılmasında,
- Tarımsal Kuraklık Eylem Planında
- Arazi kullanım değişiklikleri sebebiyle karbon emisyonlarının hesaplanmasında
- Çölleşme ile mücadele çalışmalarında,
- Natura 2000 Projesinde,
- Sulak alanların izlenmesinde,
- Su ve Atık yönetimi planlarının hazırlanmasında,
- Havza Eylem Planlarının hazırlanmasında,
- Çevre Düzeni Planlarının hazırlanmasında,
- Kent Atlası oluşturulmasında,

INSPIRE Direktifi'nin uyumlaştırılması sürecinde ve daha birçok alanda önemli bir veri kaynağı olarak kullanılacaktır (OSİ, 2015).

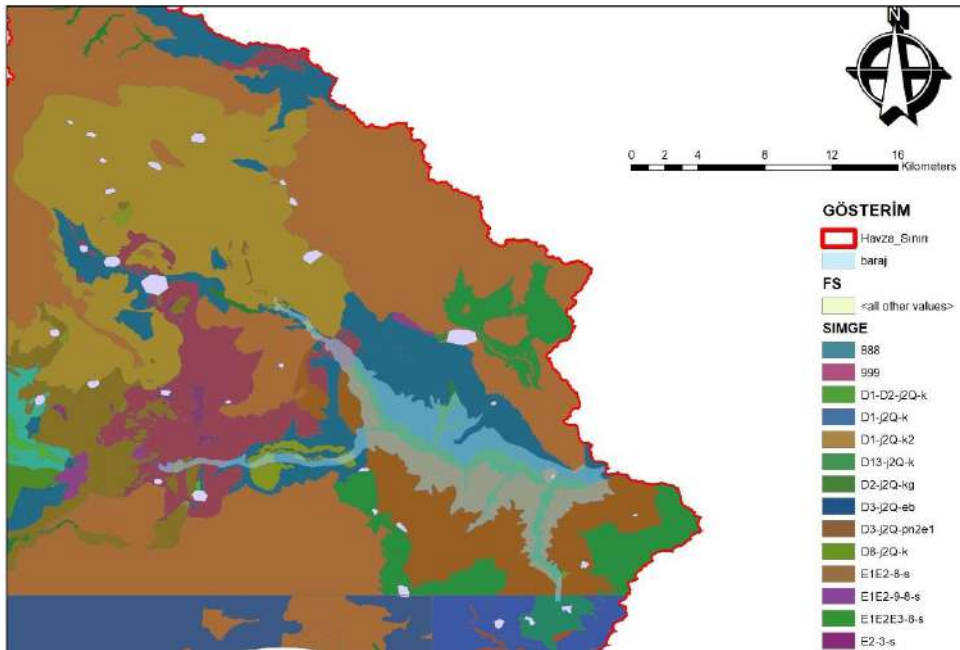
Tez çalışması kapsamında Arazi Kullanımı-Arazi Örtüsü özelliklerinin tespiti ve izlenmesi için CORINE sistemi kullanılması hedeflenmektedir. CORINE sistemi ile arazi örtüsü/kullanımının yıllara göre değişiminin tespiti sağlanacaktır. Çalışmada CORINE 1990, 2000,2006, 2012 ve 2018 altlıkları kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Corine 2018 Göre Arazi Kullanım Görüntüsü

### 3.2.5 Jeoloji vektör haritası

Çalışma sahasında yapılacak zemin bazlı çalışmalarda ihtiyaç duyulabileceği düşünülerek Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğüne (MTA) ait vektörel jeoloji haritası wms yoluyla temin edilmiştir.



Şekil 3.9. Ermenek barajı çevresi jeoloji haritası

### 3.2.6. Uydu görüntüleri

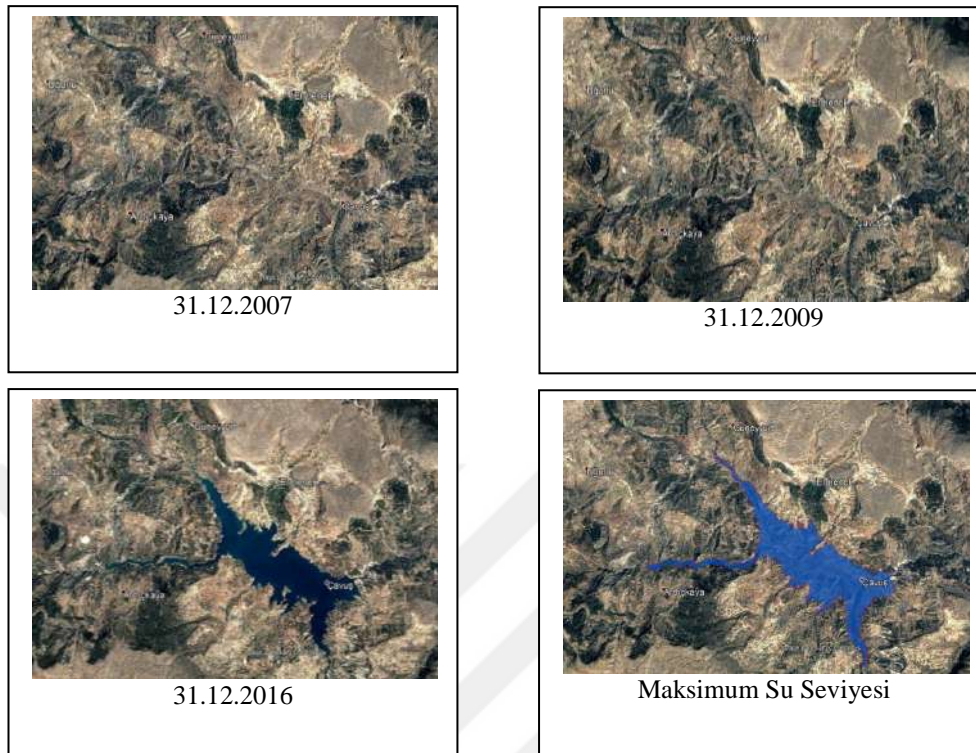
İklim değişikliği ve kuraklık sorunlarının çözülmesi ve geleceğe yönelik tedbirlerin alınması için bilim insanları tarafından birçok model geliştirilmiştir. Bu modellerde genellikle iklimsel (sıcaklık, yağış, nem, buharlaşma vb.), yer üstü ve kuyu su seviyeleri, rekolte değerleri, ürün verim oranları veya belirli zaman serileri içerisinde ölçülmüş veriler kullanılır. Günümüz teknolojisi sayesinde uydu görüntülerinden de faydalanılarak daha büyük alanlarda iklimsel ve yüzeyle ilgili değişimlerin tespitinde kısa zamanda bilgi alabilmekteyiz. Çok zamanlı uydu görüntüleri ve elektromanyetik spektrumun kızılötesi ve termal bölgelerini kullanarak kuraklıktan etkilenmiş alanların belirlenmesi ve ölçümü sağlanabilir.

Uydu görüntülerinde kullanılan indeksler de genellikle bitki örtüsünün ve toprağın mevcut durumu için kullanılır. Kuraklık indeksi bitki, su kullanım durumunun zamansal ve mekânsal değişimlerini açıklar ve kuraklık izleme çalışmaları için uygundur. Meteorolojik istasyonlar tarafından elde edilen toplam yağış ve hava sıcaklığı gibi iklim verileri, düşük mekânsal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerden doğru bilgi sağlamak için önemli avantajlar sağlar, özellikle kuraklığın zamansal ve mekânsal gelişimin tespiti ve izlenmesinde tamamlayıcı bir parçadır (Orhan vd., 2013).

Normalize edilmiş fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), Bitki Durum İndeksi (BDİ), Sıcaklık Bitki Örtüsü İndeksi (SBİ) ve Arazi Yüzey Sıcaklığı (AYS) kuraklığın zamansal olarak değişimini belirlemek ve kuraklığı izlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunların dışında Normal Yağış Yüzdesi (NYY), Yağış Kuyrukları (YK), Z-Skoru, Çin Z indeksi (ÇZİ), Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ve Efektif Kuraklık İndeksi (EKİ) de Kuraklık analizinde kullanılan indeksler arasında yer alır.

Böyle bir çalışma ile kuraklık indeksi ve zaman adımı kombinasyonları ile bunların yağış eksiklikleri gibi farklı iklim parametrelerine karşı davranışları belirlenerek havzada, ülkemizde ve dünyada kuraklıkların daha kolay tanımlanması ve izlenmesi için yeni bir şekilsel gösterimin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Özellikle kuraklık şiddeti indisi, havzada yer alması öngörülen su yapılarının öncelik sıralarının yeniden belirlenmesi konusuna ışık tutabilir ve şayet Türkiye'nin tüm bölgelerine genişletilebilirse, ülke bazındaki proje önceliklerinin saptanmasına yeni bir bakış açısı

sunabilir. Ayrıca kuraklık-sulaklık durumunun belirlenmesi, ilgili yöredeki bitki dokusunun yeniden gözden geçirilmesine olanak tanıyabilir.



Şekil 3.10. Uydu Görüntüleri

### 3.3 Yöntem

#### 3.3.1. Uydu görüntüleri

Bir gök cisminin çekiminde kalarak belirli bir yörüngede hem çekiminde kaldığı gök cisminin hem de güneş çevresinde dolanan daha küçük boyutlu cisimlere uydu olarak tanımlanabilmektedir. Uydular doğal ve yapay olarak 2' ye ayrılmaktadırlar. Doğal uydulara örnek basit olarak ay verilebilmektedir. Yapay uydular ise insanlar tarafından üretilen, dünya'mız yâda diğer gezegenlerin yörüngelerine iletişim, astronomi, meteoroloji, araştırma-gözlem vb. amaçlarla yerleştirilen, yarı bağımsız bilgisayar kontrollü sistemlerdir.

Uydu sistemleri ile ilgili ilk düşünce 1945 yılında Amerikalı bilim adamı Arthur C. CLARKE olarak bilinmekte olup, uygulaması Sovyetler Birliği tarafından ilk uydunun gelişimi ve fırlatılması 4 Ekim 1957 tarihinde Sputnik 1 ile olmuştur. 3 Kasım 1957 de Sputnik 2 fırlatılmıştır. Sputnik 1 özelliklerini taşıyan uyduda tek fark roket içerisinde

bulunan köpektir. Ancak bu canlı uzaya çıkmadan aşırı sıcak nedeniyle yaşamını yitirmiştir. 1958 yılında ABD ilk uydusu Skolyozre'yi haberleşme amaçlı olarak uzaya göndermiştir. 1960 yılında Meteorolojik verileri aktarma görevi yapan Tiros-1 fırlatıldı. (URL-1) İlk uydular haberleşme ve iletişim amaçlı iken zamanla bu teknoloji yerküreyi izleme amaçlı uydular geliştirilmeye başlamıştır.

İlk LANDSAT uydusu 1972 yılında uzaya gönderilmiş daha sonra 4 adet LANDSAT uydusu daha yörüngeye yerleştirilmiştir. Birinci nesil 3 uydudan oluşmakta ve iki sensör taşımaktaydılar. Bu sensörler Multispectral Scanner (MSS) ve Return Beam Vidicon (RBV). RBV kamera ile yaşanan teknik sorunlar, MSS'in spektral ve radiometrik üstünlüğü nedeniyle daha kullanışlı olup RBV data daha nadiren kullanılır (URL -3).

İkinci nesil LANDSAT uyduları, 1980'den sonra LANDSAT 4 ile başlayarak, RBV yerine Thematic Mapper (TM) adın verilen yeni bir cihazla donatılmışlardır. 1993 yılında, LANDSAT 6 şansız yörüngeye yerleştirilemiş, LANDSAT 7 geliştirilmiş Thematic Mapper ve yüksek çözünürlüklü scanner ile donatılarak Mart 1999 da uzaya gönderilmiştir (URL -3).

Yörünge hareketliliği açısından LANDSAT uydusu güneşe sekronize, dairesel, tekrarlı, kutuplara-yakın (near-polar) yörüngeye sahiptir. Bu nitelikleri sayesinde 81 G ve 81°K arasında görüntüleme yapabilmektedir. LANDSAT 1 - 3 uyduları için tekrar süresi 18 gündür, ancak bu süre LANDSAT 4,5 için 16 gündür (URL -3).

Coğrafik kapsama alanı açısından LANDSAT'ların 16 günlük yörünge tekrarları LANDSAT'ların Dünya Referance Sistemi'nin ( Worldwide Reference System) parçasıdır. WRS Dünya haritası LANDSAT Uydularının geçiş yollarına göre sıra ve sütunlara ayrılmış path haritasıdır. LANDSAT 1, 2 ve 3 (WRS 1) 'ün koordinat sistemi LANDSAT 4 ve 5 (WRS 2) 'in kinden farklıdır (URL -3).

Afrika üzerinde 1994 ve 1995 'te LANDSAT 5 TM verilerini almak için Gabon, Kenya, Nairobi, Libreville'de alıcı istasyonları kullanılmıştır (URL -3).

Multi-Spectral Scanner (MSS) MSS alıcısı görünür ve yakın-infrared bölgede 4 adet band'a sahiptir. (0.5 ; 10 ; 1.1 pm) ve 80 metre çözünürlüktedir. Thematic Mapper

adlı cihazın spektral ve geometrik çözünürlük üstünlüğü nedeniyle MSS' in talebi hızla azalmıştır. Aşağıdaki karakteristikler TM veriye aittir (URL -3).

Thematic Mapper LANDSAT 5 teki Thematic Mapper (TM) LANDSAT 4 'teki ile aynıdır. 1984 yılından beri kullanılan TM görünür NIR ve SWIR bölgede 30m çözünürlüklü 6 adet band ve 120m çözünürlüğe sahip Termal Band'a sahiptir.( önceki verilerle uyumluluğu sağlamak amacıyla bu band Band 6 olarak kullanılmaktadır ) (URL -3).

LANDSAT 7 Geliştirilmiş Thematic Mapper Tarayıcısı taşımaktadır. Termal Band'ın çözünürlüğü de 60m'ye indirilmiş, standart 7 Band'a ek olarak 15m çözünürlüğe sahip pankromatik band ( 0.50- 0.90pm ) eklenmiştir (URL -3).

Landsat 8, Landsat 7'nin yörüngesine oturtulmuş, uydu görüntülerine ek olarak bilimsel verilerde sağlamaktadır. Landsat 8 uydusu, görünür, kısa dalga infrared, yakın-infrared, ve termal infrared aralıklarında görüntü almakta olup, spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 metre arasında bir orta uzamsal çözünürlüğe sahiptir. Landsat 8 iki farklı cihaz taşımaktadır. OLI (Operational Land Imager), daha önceki geleneksel bantların yanında kıyı/aerosol çalışmaları için derin mavi bandı, sirus bulutlarının tespiti için kısa dalga infared band ve bir de kalite değerlendirme bandı içermektedir. TIRS (Thermal Infrared Sensor) sensörü iki adet termal banda sahiptir. Bu sensörler sinyal-gürültü radyometrik performansı 12bit üzerinde radyometrik çözünürlük sağlamaktadır. Bu 8bit 256 gri seviye renge göre 4096 potansiyel gri renk seviyesi sağlamaktadır. Ürünler 16-bit olarak teslim edilmektedir (URL -3).

LANDSAT uydusu incelendiğinde bantlarının hangi amaçlar için kullanılacağına yönelik genel içerikleri hakkında tablo oluşturulmuştur. Çizelge 3.1'ye göre çalışılacak konu hakkında bant seçimi yapılabilir.

**Çizelge 3.1.** LANDSAT uydusuna ait bantlar ve kullanım içerikleri (Barsi vd.,2014)

<b>Grup</b>	<b>Dalga Boyu</b>	<b>Haritalama İçin Kullanışlıdır</b>
Band 1 - Kıyı Aerosolü	0.435 - 0.451	Kıyı ve aerosol çalışmaları
Band 2 - Mavi	0,452 - 0,512	Batimetrik haritalama, toprağı bitki örtüsünden ayırt etme ve iğne yapraklı bitki örtüsünden yaprak döken
Band 3 - Yeşil	0,533 - 0,590	Bitki canlılığını değerlendirmek için yararlı olan en yüksek bitki örtüsünü vurgular.
Band 4 - Kırmızı	0,636 - 0,673	Bitki örtüsü eğimlerini ayırır
Band 5 - Yakın Kızılötesi (NIR)	0,851 - 0,879	Biyokütle içeriğini ve sahil şeritlerini vurgular
Band 6 - Kısa dalga Kızılötesi (SWIR) 1	1.566 - 1.651	Toprak ve bitki örtüsünün nem içeriğini ayırt eder; ince bulutlara nüfuz eder
Band 7 - Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR) 2	2.107 - 2.294	Toprak ve bitki örtüsü ve ince bulut penetrasyonunun iyileştirilmiş nem içeriği
Band 8 - Pançromatik	0,503 - 0,676	15 metre çözünürlük, daha net görüntü tanımı
9. Grup - Cirrus	1.363 - 1.384	Cirrus bulut kirlenmesinin gelişmiş tespiti
Band 10 - TIRS 1	10.60 - 11.19	100 metre çözünürlük, termal haritalama ve tahmini toprak nemi
Band 11 - TIRS 2	11.50 - 12.51	100 metre çözünürlük, Geliştirilmiş termal haritalama ve tahmini toprak nemi

USGS, uydulara ait verilerin toplaması, dağıtılması ve arşivlenmesi görevini yürütmekte iken, NASA uyduları ve sensörleri inşa ederek onları uzaya fırlatıp performanslarını denetlemektedir (Gümüş, 2022).

Literatür ve kaynaklar incelendiğinde uydu görüntülerinin analiz işlemlerinde;

- ERDAS IMAGE
- ARCGIS
- ENVI
- Google Earth Engine (GEE)

sıklıkla tercih edilen yazılımlar arasındadır. Bu çalışmada önce ArcGIS ve ENVI yazılımları ile analiz yapılmıştır.

Sayısal görüntü işleme, bilgisayar algoritmaları yardımıyla elde edilen sayısal görüntülerin detaylı olarak işleme prosesi ile alakalıdır (Gonzalez ve Woods, 2007). Sayısal görüntülerin değerlendirilmesine yardımcı olmak ve elde edilen görüntülerden imkanlar dahilinde en çok bilgi çıkarmak için birçok sayısal görüntü işleme ve inceleme tekniği bulunmaktadır (Uysal, 2015). Bu işlem, sırasıyla sayısal görüntünün

zenginleştirilmesi, görüntülerin ön işlenmesi, sınıflandırılması, zamanla değişimin çözülmesi, veri kaynaştırması ve CBS ile bütünleştirilmesi, hiperspektral görüntü çözümü, işlenmesi gibi farklı matematiksel yöntemler içeren oldukça geniş bir konuyu kapsamaktadır (Gümüş, 2022).

Görüntü ön işleme, uydu veya diğer algılayıcı sistemler kullanılarak elde edilmiş görüntülerdeki sistematik veya sistematik olmayan bazı distorsiyonları iyileştirmek ve kullanımı için gerekli özelliklerini ortaya çıkarmak için kullanılır. Görüntüler üzerindeki distorsiyonların oluşma nedenleri farklılıklar göstermekte olup, konumdan kaynaklı değişimler, yeryüzü eğriliği ve algılayıcı platform hızından kaynaklı değişimler, görüntü kaydedilirken o anki yükseklikte meydana gelen değişimler, atmosferik kırılma, elektromanyetik dalga boyunun yeryüzündeki saçılımlarından kaynaklı yansıtım değerlerindeki değişim olarak sıralanabilir (Mather, 1987). Ham verilerde bu distorsiyonlar kullanılması durumunda veri kalitesi etkileneceğinden analiz doğrulukları olumsuz etkilenecektir. Bu nedenle çalışmaya başlanılmadan önce görüntüler üzerinde bazı ön işleme aşamalarından geçirilmesi gerekmektedir.

Ancak radyometrik ve atmosferik düzeltmelerde direk bir metodu olmadığı için ENVI yazılımı kullanılmıştır. Bu düzeltme çalışmaları hakkında kısaca bilgi verilmek istenirse;

**Radyometrik Düzeltme:** Uydu görüntüleri elde edilirken algılayıcı tarafından ölçülen ışınrlık, görüntüdeki aydınlanma değişimleri, atmosferin kimyasal ve fiziksel yapısından kaynaklı etkiler, atmosferik koşullar, görüntü geometrisi ve algılayıcı kaynaklı gürültü etkileri gibi algılayıcı karakteristiklerindeki çeşitli değişimlerden etkilenmektedir (Lillesand ve ark., 2018). Uydu görüntüsündeki piksel yansıtım değerleri algılayıcıya gelen ışınrlık değerlerine dönüştürülür. Radyometrik düzeltme için atmosferik içerik, görüntüleme geometrisi, aydınlanma ve sensör gürültü ve cevaplarının çeşitliliğinden dolayı gereklidir. Bu etkiler sonucunda elde edilen piksel değerleri olması gereken gerçek değerlerden farklı değerler almasına neden olur. Bunun sonucunda ise veri kalitesi düşmekte ve yapılan analizlerin tutarlılığını azaltmaktadır. Bu gibi hataların minimuma indirilmesi için gerçekleştirilen bu uygulamalar radyometrik düzeltme işlemini içermektedir. Görüntü restorasyonu, ekran normalleştirme, atmosferik düzeltme ve görüntü zenginleştirme aşamaları gerçekleştirilir. 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 (Tombuş, 2019).

**Atmosferik Düzeltme:** Hedeften çıkarak yeryüzüne ulaşan elektromanyetik enerji, cisimle etkileşiminden sonra geri gelerek algılayıcıya ulaşması aşamalarında atmosferik koşullar algılanan görüntüye etki etmektedir (Caldá, 2010). Bunun sebebi, atmosfer ortamında bulunan toz, aerosoller, güneşin konumu, sis veya sensördeki bozukluklar olabilmektedir (Azgın, 2015). Uyduya gelen ışınırılık değeri atmosferik yayılma etkileri için yapılan düzeltmelerle yeryüzündeki ışınırılık değeriine dönüştürülür. Atmosferik düzeltme 3 farklı yöntemle yapılmaktadır. Fiziksel modellerle yapılan bu yaklaşım en sağlam ve en tutarlı ancak en zor yöntemdir. Karanlık piksel çıkartması işlemi ile atmosferik düzeltme yapılabilir. Karanlık piksel çıkartma yönteminde her bir kanal için minimum ışınırılığa sahip pikseller belirlenir ve bu değeri görüntüdeki bütün piksel değeriinden çıkarılır. Atmosferik düzeltme uydu görüntüsü üzerindeki küçük sisli görüntülerden temizleme aşamasıdır. Fakat bulutları temizlenememektedir. Atmosferik etkilerin giderilmesi için çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan “Koyu Piksel Çıkartımı” metodudur. Bir diğeri yöntem, 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 ile gerçekleşmektedir. Literatürde kullanılan en yaygın fiziksel modeller arasında FLAASH, 5S, ATCOR2/3 (Atmospheric Correction), ve 6S, MODTRAN modülleri sıralanabilir. Çalışmada ENVI 5.3 yazılımının atmosferik düzeltme modülü olan FLAASH modülü kullanılarak atmosferik hatalar giderilmiştir.

**Geometrik Düzeltme:** CBS’de bir harita verisi ile birleştirilerek bilgiler çıkartılır. Genel olarak sistematik veya sistematik olmayan distorsiyonları içeriğinde bulundurması nedeniyle uydu görüntüleri haritalama çalışmalarında kullanılamazlar (Kaya ve ark., 2004; Toutin, 2004). Distorsiyonlar genellikle bazı algılayıcılardaki sınırlı tarama ya da geniş bakış alanları, uydu platformunun bulunduğu konum, yükseklik ve hızında meydana gelen değerişimler, yeryüzü eğriselliği, atmosferik kırılma, görüntü elde edilirken görüntü geometrisi ile ilişkili panoramik etkiler olarak sıralanır (Sunar ve ark., 2011). Geometrik düzeltme; uydu görüntülerinin belirli bir koordinat sistemine bağılı yer kontrol noktaları kullanılarak yeryüzü geometrisine uygun standart bir sistemine dönüştürülme sürecidir (Tombuş, 2019; Bozkaya,

2013; Algancı ve ark., 2011). Farklı kaynaklardan gelen ve farklı koordinat sistemlerine sahip görüntüler birleştirilecekse ortak bir koordinat sistemi tanımlanmalıdır. Uzaktan algılama görüntüsünün verilen harita projeksiyon özelliklerine projeksiyon ve ölçek değerlerinin dönüşümü işlemine geometrik düzeltme olarak isimlendirilmektedir. Bununla ilgili teknik olan kayıt aynı bölgeye ait ikinci bir görüntünün koordinat sisteminin ikinci görüntüye uygulanmasıdır (Moigne vd, 2011). Geometrik düzeltme iki yaklaşımla yapılır. Birinci yaklaşımda distorsiyonun nedenleri, karakteri ve büyüklüğü belirlenir ve görüntüden uzaklaştırılır. Bu yaklaşım distorsiyonun tipini iyi karakterize ettiği için etkilidir. İkinci yaklaşım distorsiyonlu görüntüdeki piksellerin konumları ile bu görüntü piksellerine karşılık gelen arazideki koordinatları arasında matematiksel bağlantı kurulmaktadır.

**Mozaikleme ve görüntü kesimi:** Uydu görüntülerinde ön işleme çalışmalarında son işlem olarak görüntüler mozaiklenir (birleştirilir) ve proje sınırı kesilerek görüntü kullanıma hazır hale getirilir. Özellikle tarayıcı boyutlarının yetmeyip sınırlı kaldığı tek tam çerçeve görüntüsünün olmadığı, proje alanının farklı kolon ve sütunlarda kaldığı geniş alan çalışmalarında mozaikleme işlemi yapılmaktadır. Bu işlem ortorektifikasyonu yapılmış olan çoklu hava fotoğrafları yâda uydu görüntülerini mozaik halinde bir bütün haline getirilmesi ve renk/ton dengelemelerinin yapılması olarak tanımlanır (NİK, 2021). Bu işlem birden fazla raster verinin mozaiklenerek kullanımını, inceleme ve değerlendirme sürecini kolaylaştırmaktadır. Mozaikleme ilk zamanlarda manuel olarak ve yüksek hata olasılığı ile gerçekleştirilirken görüntü işleme algoritmaları sayesinde otomatik olarak kısa sürede daha etkili sonuçlar elde etmeye olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada mozaikleme işlemini gerçekleştirmek için ENVI 5.3 yazılımı “mosaic” modülü kullanılmıştır.

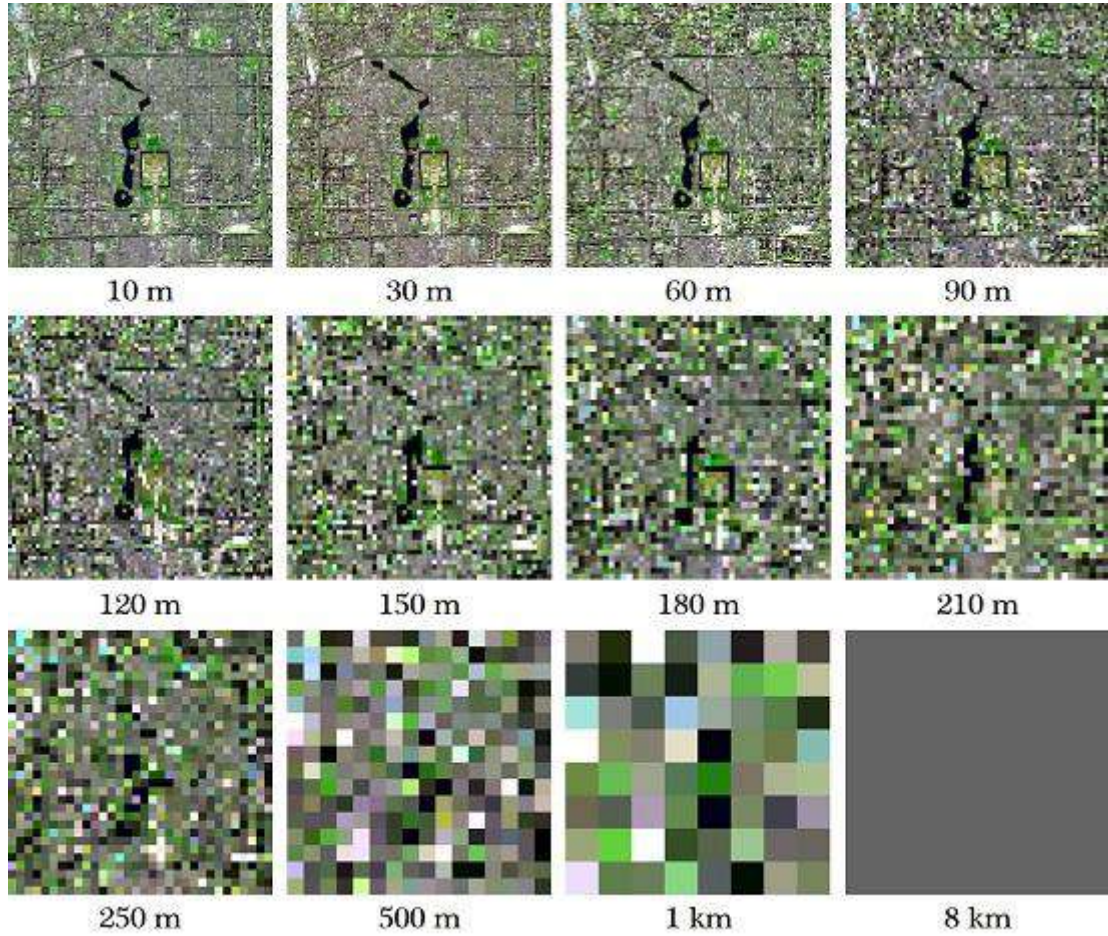
Görüntü kesimi (subsetting), görüntünün kullanım amacına uygun olarak mekânsal sınırlarının küçültülmesi için görüntünün ilgili alanlardan kesilmesi ya da yalnızca belli spektral aralıklarda çalışılacak ise spektral bandların seçimi olarak tanımlanabilir (Lillesand ve ark., 2015). Söz konusu raster verilerin bilgisayar depolama alanlarında daha fazla yer kaplaması ve analiz proseslerinin daha uzun sürmesi nedeniyle görüntü kesim işlemleri ile önüne geçilmektedir.

### 3.3.1.1. Uydu görüntülerinde çözünürlük

Çözünürlük, bilgisayar ekranında görüntülenen piksel sayısı olarak tanımlanırken uzaktan algılamada görüntüdeki bir pikselin yeryüzündeki karşılığını ifade etmektedir. Diğer bir ifade ile çözünürlük, detayların ayırt edilebilme gücünü göstermektedir. Uzaktan algılamada mekansal, spektral, radyometrik ve zamansal çözünürlük olmak üzere dört farklı çözünürlük vardır (Yener vd.,2005).

#### 3.3.1.1.1. Mekansal çözünürlük

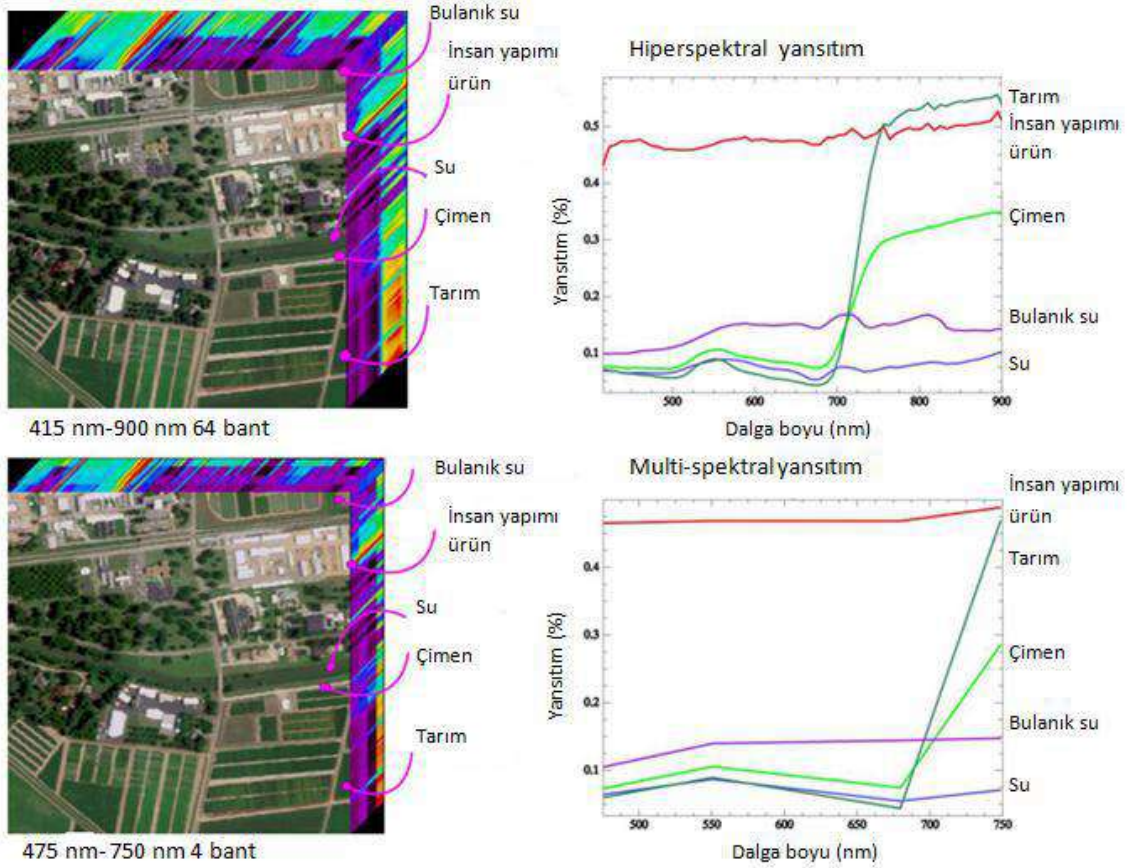
Mekansal çözünürlük, görüntüdeki detayların ayırt edilebilirliğini gösteren bir özellik olup, görüntüdeki bir pikselin yeryüzünde kapladığı alana karşılık gelmektedir. Mekansal çözünürlüğü iyi olan bir görüntü, küçük sayısal değer ile gösterilir. Örneğin, LANDSAT ETM algılayıcısından elde edilen 30 m mekansal çözünürlük, QuickBird 2 uydusunun 0.6 m mekansal çözünürlüğüne göre daha kaba bir çözünürlüktür.



Şekil 3.11. Mekansal çözünürlüğü farklı uydu görüntüleri (Tian vd, 2020)

### 3.3.1.1.2. Spektral çözünürlük

Spektral çözünürlük, yeryüzündeki cisimlerin uzaktan algılama ile tanımlanabilmesi için gerekli olan en önemli özelliktir. Çünkü her cisim yansıma, yayılma, geçirgenlik ve yutulma olarak ifade edilebilen spektral özelliğe sahiptir. Uzaktan algılama algılayıcıları da bu spektral özelliklerdeki değişiklikleri kaydedecek ve istenen ayrımları yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Spektral çözünürlük genel tanımıyla, algılayıcının kaydedebileceği elektromanyetik spektrumun dalga aralıklarını ve sayısını ifade etmektedir. Başka bir deyişle, algılayıcının elektromanyetik spektrumda kaydedebildiği dalga boyu genişliğini ve kullanılan bant sayısını ifade eder (Gibson, 2000). Hiperspektral ve multi spektral algılayıcıları karşılaştıran şekil aşağıda gösterilmiştir ( Şekil 3.12).

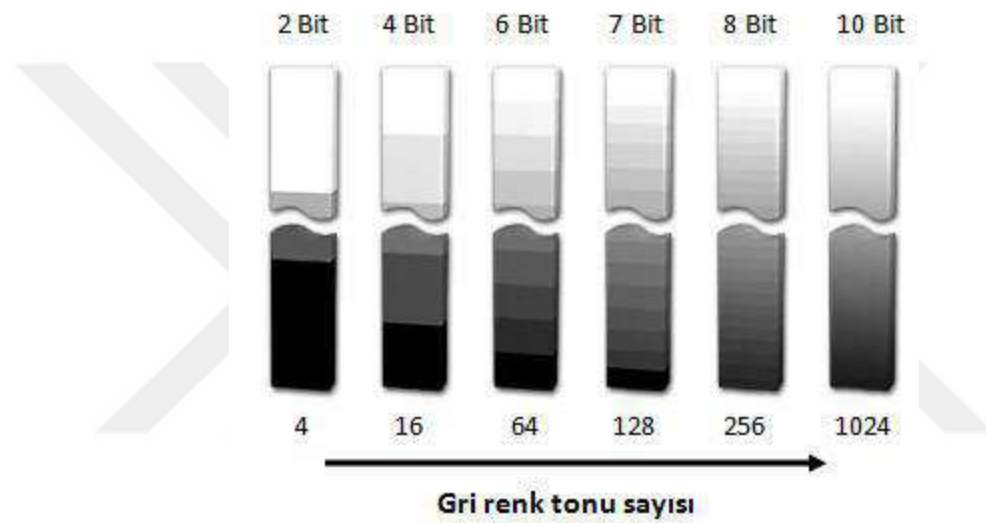


Şekil 3.12. Hiperspektral ve multispektral algılayıcıların karşılaştırılması (Gibson, 2020)

### 3.3.1.1.3 Radyometrik çözünürlük

Uzaktan algılamada dijital görüntünün elektromanyetik enerji miktarına duyarlılığı radyometrik çözünürlük ile ifade edilmektedir. Algılayıcılar, yeryüzündeki her

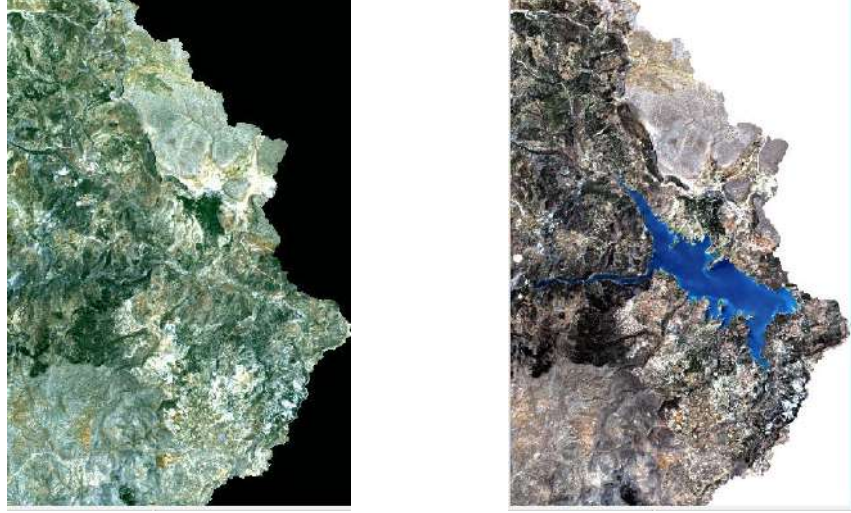
bir piksele karşılık gelen alanlardan yansıyan ışığın şiddetine göre her cismi değişik derecelerde kaydeder. Buna o algılayıcının radyometrik çözünürlüğü adı verilmektedir. Kısaca radyometrik çözünürlük, objeleri tanımlamada ve ayırt etmede kullanılan toplam renk tonu sayısıdır. Bir uzaktan algılama sisteminde radyometrik çözünürlük, siyah ve beyaz renkleri arasında ölçülen gri derecelerinin sayısını ölçmektedir. Radyometrik çözünürlükte ölçme değeri bit olarak adlandırılır. Bir bitlik sistem sadece iki gri düzeyini ölçebilmektedir ( $2^1=2$ ). 8-bitlik bir sistemde 256 gri derecesi kaydedilmektedir. Böyle bir sistemde siyah renk dijital değer olarak sıfıra, beyaz renk ise 255 değerine atanmaktadır (Gibson, 2000).



Şekil 3.13. Radyometrik çözünürlük

#### 3.3.1.1.4. Zamansal çözünürlük

Zamansal çözünürlük, bir uydu algılayıcısının aynı alandan hangi sıklıkta görüntü kaydettiğini belirtmektedir. Uzaktan algılamada farklı zaman periyotlarında aynı bölgeye ait görüntü elde edilebilmesi değişim saptama uygulamaları için oldukça önemlidir. Çünkü yeryüzündeki objelerin spektral özellikleri zamanla değişebilir ve çok zamanlı görüntüler ile bu değişimler analiz edilebilmektedir (Yener vd.,2005).



Şekil 3.14. Aynı bölgeye ait 1990 ve 2019 yılı uydu görüntüleri

### 3.3.1.2. 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 ışınrlığın 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. Sınıflandırma, cisimlerin farklı spektral yansıtım değerleri esasına dayanarak orijinal görüntüdeki her görüntü elemanını ait olduğu özellik grubuna ayırma işlemidir. Her pikselin ayırt edilmesi ya da tanınması, algılama yapılan spektral bantlara göre farklılık gösteren sayısal değerler kümesinden yararlanılarak yapılmaktadır. Sınıflandırmada amaç, yeryüzünde aynı spektral özellikleri taşıyan nesnelere gruplandırılmasıdır. Sınıflandırmanın yapılabilmesi için çok spektrumlu veri kullanılır. Her bir piksele ait spektral özellik verisi sınıflandırma için sayısal değerleri oluşturur. Her obje, spektral yansıtım ve yutulmaya bağlı olarak farklı sayılarla ifade edilir. Sınıflandırma, tematik bilgi çıkarmak için kullanılan en önemli yöntemdir. Sınıflandırma sonucu elde edilen görüntü tematik harita olarak adlandırılmaktadır.

Sınıflandırma işlemi, genel olarak aşağıdaki adımları içerir:

1. Yeryüzü özelliklerini ortaya koyabilecek sınıfların belirlenmesi ve kontrol alanlarının seçimi. Çalışma bölgesine ait bilgilerin toplanılması için arazi çalışmasının yapılması, sınıflandırmada kullanılmak üzere mevcut verilerin ve haritaların temini.
2. Çalışma amacına göre görüntülerin ve çalışılacak spektral bantların seçimi.
3. Tespit edilen sınıflara ait kontrol alanlarından yararlanarak sınıflandırılmada kullanılmak üzere eğitim ve test verilerinin oluşturulması.
4. Çalışma amacına yönelik olarak uygun bir sınıflandırma algoritmasının seçimi ve uygulanması.
5. Sınıflandırılmış görüntü için doğruluk analizi ve elde edilen tematik haritaların yorumlanması.

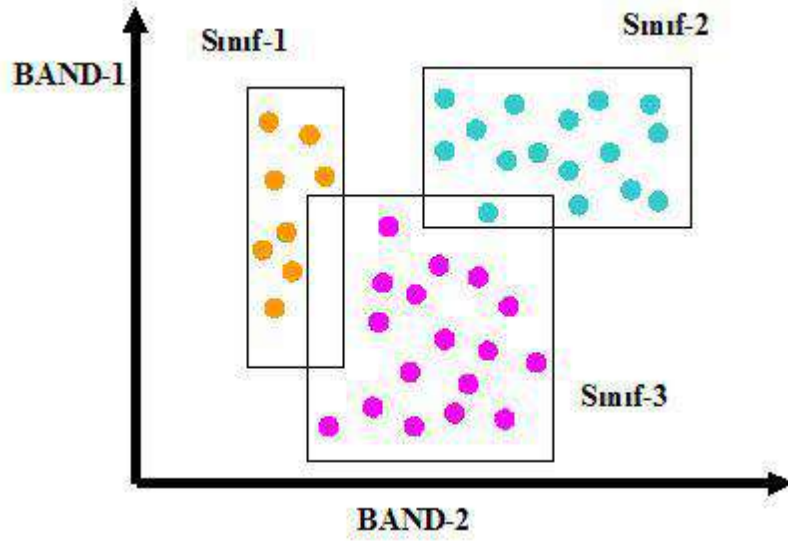
Sınıflandırma işleminde, sınıfların oluşturulması, yapılacak çalışmanın amacına ve ölçeğine bağlıdır. Ayrıca, çalışmada kullanılacak spektral aralığın belirlenmesi, yeterli doğrulukta ve sayıda kontrol alanlarının seçimi ve sınıflandırılmış görüntülerde doğruluk değerlendirilmesinin yapılması, bu işlemin gerçekleştirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Sınıflandırma işleminde genel olarak kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olarak adlandırılan iki yaklaşım vardır ( Çölkesen, 2009).

Sınıflandırma kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olarak 2' ye ayrılmaktadır.

### **3.3.1.2.1 Kontrollü sınıflandırma**

Kontrollü sınıflandırma, arazi çalışmaları yapılarak, hava fotoğraflarının analiz edilmesiyle ve mevcut haritalar yardımıyla görüntü üzerindeki objeler hakkında elde edilen verilere bağlı olarak gerçekleştirilir. Kontrollü sınıflandırmada, görüntüdeki sınıf sayısı ve hangi sınıfların olması gerektiği önceden belirlenir. Kontrollü sınıflandırma yönteminde kullanılan algoritmalar genelde, Paralelkenar Yöntemi, En Kısa Uzaklık Yöntemi ve Maksimum Olabilirlik Yöntemidir.

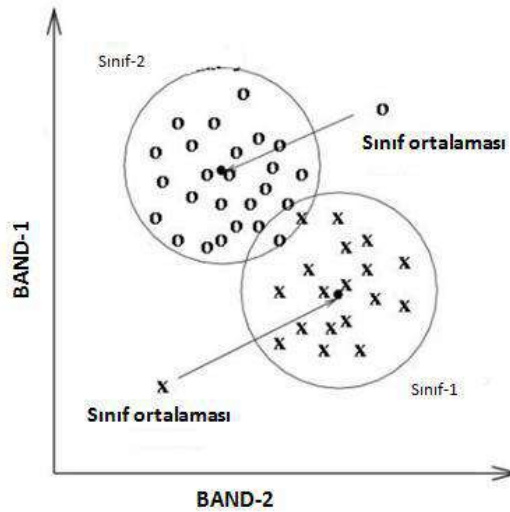
Paralel kenar yöntemi; her bir sınıfın özellik uzayındaki minimum ve maksimum değerleri belirlenerek, dikdörtgen ya da paralelkenarlar oluşturulur. Sınıflandırılmak istenen piksel, içerisinde bulunduğu dikdörtgen ya da paralelkenarın ait olduğu sınıfa atanır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Paralel kenar yöntemi

Paralelkenar yöntemi parametrik olmayan bir yöntemdir. Hesaplama hızı yüksek olup, matematiksel ifadesi basittir. Bu yöntemin sonucunda sınıflandırılmayan piksel sayısı fazladır. Sınıflar arasında çakışan alanlar olması durumunda sınıflandırma işlemi zorlaşmaktadır. Bu durumda aday piksellerin çakışan sınıflardan birine rastgele atanması ile problem çözülür (Çölkese, 2009).

En kısa uzaklık yöntemi; özellikle veri sayısının az olduğu durumlar için uygundur. İlk olarak, her bir sınıf için ortalama değerler hesaplanır. Daha sonra, bilinmeyen her bir pikselin bütün sınıf merkezlerine olan uzaklıkları hesaplanır. Bilinmeyen pikseller bu uzaklıklara göre en yakın oldukları sınıflara atanır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. En kısa kenar yöntemi

Uzaklık ölçütlerinden en yaygın kullanılan Öklid uzaklığıdır. p boyutlu özellik uzayı için A ve B noktaları arasındaki Öklid uzaklığı Eşitlik aşağıdaki şekildedir (3.1).

$$D_{AB} = \sqrt{\sum_{i=1}^p (A_i - B_i)^2} \quad (3.1)$$

Maksimum olasılık yöntemi; En yaygın kullanılan kontrollü sınıflandırma algoritmasıdır. Maksimum olasılık yönteminde; ortalama değer, varyans ve kovaryans gibi istatistiksel değerlerin tamamı dikkate alınır. Kontrol alanlarını oluşturan her bir sınıf için olasılık fonksiyonları hesaplanır ve buna göre her bir pikselin hangi sınıfa daha yakın olduğuna karar verilir. Bir pikselin hangi sınıfa ait olduğu, her bir sınıfa ait olma olasılıklarının hesabından sonra en yüksek olasılıklı gruba atama şeklinde yapılır. Bu yöntemde, sınıf kontrol verilerini oluşturan noktalar kümesindeki dağılımın, normal dağılım olduğu kabul edilir. Sınıfların ilk olasılıkları hakkında bilgi mevcut değilse, hepsi eşit olasılıklı olarak kabul edilir. Yöntem, pikselleri sadece parlaklık değerlerine göre değil, her sınıf için ayırım oluşturacak varyans-kovaryans matris değerine göre oluşturur. Çalışmada kullanılan formül (3.2);

$$D = \ln(a_c) - [0.5 \ln(|Kov_c|)] - [0.5 (X - M_c)^T (Kov_c^{-1}) (X - M_c)] \quad (3.2)$$

D, uzaklık ağırlıklı olasılık değerini;

c, örnek bir sınıfı;

X, aday pikselin ölçüm vektörünü;

M<sub>c</sub>, c örnek sınıfının ortalama vektörünü;

a<sub>c</sub>, aday pikselin c sınıfına ait olma yüzdesini,

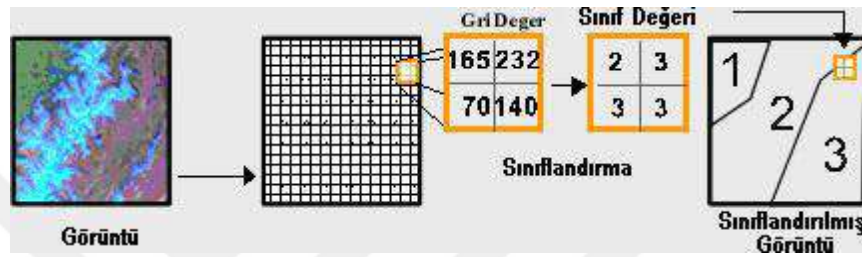
Kov<sub>c</sub>, c sınıfındaki piksellerin varyans-kovaryans matrisini göstermektedir (Çölkesen,2009)

Bu çalışmada 6 tane sınıflandırma yapılmış olup Maksimum Olasılık Yöntemine göre değerlendirilmiştir. Sınıflandırma çalışmalarında CORINE altyapısından yararlanılmıştır. Sınıflar Şehir Yapısı, Ormanlar, Tarım Alanları, Bitki Geçiş Alanları, Kayalık ve Su Kütleleri şeklindedir.

### 3.3.1.2.2 Kontrolsüz sınıflandırma

Bu yöntemde; program tarafından kontrol bölgelerinin yerine görüntüde belirsiz olan görüntü elemanlarını inceleyen ve görüntü DN değerlerinde var olan gruplaşmalara

veya kümelere dayalı olarak bu elemanları çeşitli sınıflar altında birleştiren algoritmalar kullanılmaktadır. Kümeleme adı verilen algoritmalar, görüntü verisindeki mevcut olan doğal spektral gruplaşmaları belirlemede kullanılır. Kümeleme yöntemi tam otomatik bir yöntem olup, bu yöntemde sınıflar hakkında herhangi bir ön bilgi bulunmamaktadır. Bu yöntemde noktalar arasındaki uzaklığın belirlenmesi için Öklid uzaklığı, Mahalanobis uzaklığı gibi uzaklık ölçütleri kullanılır. Kümeleme kriteri olarak genellikle küme içindeki noktalar arasındaki uzaklığın minimum, küme merkezleri arasındaki uzaklığın ise maksimum olması esastır. Sınıf sayısı kullanıcı tarafından maksimum ve minimum değer aralıkları verilerek değerlendirilebilir.



Şekil 3.17. Kontrolsüz sınıflandırma

### 3.3.2 Kuraklık

Kuraklık hakkında birçok tanım yapılmakla birlikte kesin bir tanım yapılmamıştır. En çok kullanılan tanımı Birleşmiş Milletler tarafından yapılan tanımdır. Buna göre Kuraklık "Yağışların, kaydedilen veriler kapsamında hesapla bulunan ortalama değerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu, su ve arazi kaynaklarının negatif yönlü etkilenmesine ve hidrolojik dengenin bozulmasına sebep olan doğal olay" olarak tanımlanabilir (BMÇMS, 1997).

Kuraklığın niteliklerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Frekans
- Şiddet
- Süre
- Etki Alanı

Kuraklığın önemli özellikleri ise şu şekilde sıralanabilir:

- Başlangıç tarihi ve bitiş tarihinin belirsiz oluşu
- Katlanarak artması

- Aynı zamanda birçok kaynağa etkisi
- İktisadi etkilerinin büyük olması

Türkiye'de kuraklığa etki eden belli başlı faktörler arasında fiziki coğrafya yapısı, atmosferik şartlar, ve iklim olayları bulunmaktadır. Yeryüzünde iklim özelliklerinin meydana gelmesinde fiziki coğrafya faktörlerinin etkileri azımsanamamaktadır. Örnek verilecek olursa; denize yakınlık-uzaklık (karasallık derecesi), rakım ve yamaç özelliklerdir. Türkiye her ne kadar 3 tarafı denizlerle çevrili olsa da rakım olarak yüksek bir ülkedir ve ortalama rakım 1100 m den fazladır. Türkiye'nin deniz seviyesi ile 500 m arasında kalan alanları ülkemizin ancak % 17,5 kadar iken, 1000 m' den daha yüksek alanları ülke yüzölçümünün % 55' den fazlasını oluşturmaktadır. Bu durum Türkiye'nin iklim koşulları üzerinde çok önemli etkiler yapacağı açık iken yamaç özellikleri nedeniyle bu etkileşim daha da artmaktadır.

### 3.3.2.1 Kuraklık çeşitleri

Kuraklıkla ilgili birçok tanım yapılmaktadır. Literatür incelendiğinde tanımlanan üç bariz kuraklık tipi mevcuttur (Wilhite ve Glantz, 1987). Bunlar;

- Meteorolojik Kuraklık,
- Tarımsal Kuraklık,
- Hidrolojik Kuraklık

#### 3.3.2.1.1. Meteorolojik kuraklık

Belirli bir zaman aralığına ait normallerden (genellikle en az 30 yıllık) meydana gelen sapma olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamalar genelde yerel ve tahminen bölgesel klimatolojinin tam olarak anlaşılması temeline dayanmaktadır. Meteorolojik ölçülerden elde edilen veriler kuraklığı belirtmede önde gelen en önemli indikatörlerdir. Mevcut bir meteorolojik kuraklık olayı aniden sona erebilir yada hızlı bir şekilde kuvvetlenebilir. Kuraklık periyotları genellikle, bulunan eşik değerlerin altında yağışlı olan günlerin sayısı olarak belirtilmektedir.

### 3.3.2.1.2 Tarımsal kuraklık

Bitkinin gelişim zamanında kök bölgesinde, büyüüp gelişmesi için yeterli miktarda nem bulunmaması durumu olarak adlandırılır. Büyüme periyodu boyunca, bitkinin suya ihtiyacı olduğu önemli süreçlerde yeteri miktarda toprak nemli değil ise tarımsal kuraklık ortaya çıkmaktadır. Tarımsal kuraklık diğer kuraklık tiplerinin arasında yer almakta, meteorolojik kuraklıktan sonra ve hidrolojik kuraklıktan önce meydana gelir. Tarımsal kuraklık, toprağın derinlikleri doymuş halde olsa bile ürünün büyüme döneminde yeterli miktarda nemi alamaması durumunda ürün verimlerini ciddi oranda düşürebilir. Aşırı sıcaklıklar, düşük nispi nem ve alize rüzgârları yağış azlığının etkilerinin misliyle artmasına neden olur.

### 3.3.2.1.3 Hidrolojik kuraklık

Hidrolojik kuraklık, uzun süre ortalama yağışlarının altında kalan birim alanda yağış eksikliği sonucu meydana gelen yeraltı ve yeryüzü sularındaki azalma veya eksiklikleri niteler. Akarsu akım ölçümleri, göl ve rezervuar gözlemleri, yer altı su seviyesi ölçümleri ile takip edilebilir. Yagan yağmurun noksanlığı ile akarsu, dere ve göl alanlarında su eksikliği arasında bir zaman aralığı olmasından dolayı akarsu ve rezervuar ölçümleri kuraklığın ilk göstergelerinden sayılmazlar. Meteorolojik kuraklık sona erebile uzun süre sonra dahi hidrolojik kuraklık varlığını devam ettirebilmektedir.

### 3.3.2.2 Kuraklık analizi

Kuraklık yönetim planlarının asıl öğelerinden biri olan erken uyarı sistemleri kuraklık durumunu izleme ve kuraklıkla ilgili gelecek tahmini olmak üzere iki ana amaç çerçevesinde kullanılmaktadır. Kuraklık başlangıcı belli olmayan, yavaş başlayan ve ilerleyen hidrolojik bir olay olması nedeniyle kuraklığın izlenmesi ve incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Kuraklığın izlenmesi ve incelenmesi çeşitli göstergeler ve indeksler aracılığı ile yapılmaktadır. Bu göstergeler ve indeksler kuraklık şartlarını belirlemek, bölümlendirmek ve izlemek amacıyla kuraklığın şiddeti, yeri, süreci ve zamanlaması hakkında bilgiler vererek kuraklığın özgülleştirilmesini sağlar. Bazı göstergeler ve indeksler; kuraklığın modellenen, uzaktan algılanan veya uzaktan algılama verilerinin modele asimile edilmiş göstergelerini doğrulamak için de kullanılabilir (WMO, 2016).

Kuraklığın izlenmesi ve analizi kapsamında başlıca üç yöntem izlenebilir:

- (1) tek bir gösterge yâda indeksin kullanımı,
- (2) birçok gösterge yâda indeksin kullanımı,
- (3) birleşik yâda hibrid göstregelerin kullanımı.

Eski zamanlarda kısıtlı ölçümler/ verilerin olması veya hesaplamalar için gerekli zaman kısıtı nedeniyle sadece bir gösterge ya da sadece bir indeks kullanılmıştır. Fakat 1990 lı yıllardan itibaren, teknolojinin gelişmesi, farklı uygulamalar ve hem zamansal hem de mekânsal ölçeklerde kullanılmak üzere çeşitli göstergelere dayalı yeni indekslerin geliştirilmesi, kuraklık indekslerinin kullanımında dünya genelinde ilgiyi artırmıştır. Bu yeni kavramlar karar mercilerine ve ilgili yetkililere daha çok seçenek sunmasına rağmen elde edilen sonuçların kopleks olması halka aktarılmak üzere tek bir basit mesaj olarak aktarılabilmesi için kesin bir yöntem gereksinimine ihtiyaç duyulmaktadır. Yaşadığımız zamanda coğrafi bilgi sistemleri ve gelişen hesaplama ve görüntüleme sistemlerindeki değişim farklı göstergelerin ve indekslerin üst üste getirilmesine, haritalandırılması ve kıyaslanmasına imkân vermektedir (WMO, 2016) ve bu ihtiyacı göreceli olarak karşılamaktadır.

Birçok kuraklık analiz yöntemi bulunmaktadır. Her birinin farklı özellikleri olup birbirlerine göre avantaj yâda dez avantajları olabilmektedir. En çok kullanılan yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

- Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)
- Ondalıklar İndeksi (DI)
- Standart Yağış İndeksi (SPI)
- Standart Yağış Buharlaştırma ve Terleme İndeksi (SPEI)
- Standart Akım İndeksi (SRI)
- Yeraltı Suyu İndeksi (GWI)
- Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI)
- Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (scPDSI)
- Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI)
- Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (scPHDI)
- Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü Değişim İndeksi (NDVI)
- Bitki Durum İndeksi (VCI)

Çalışmamızda Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Standartlaştırılmış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) kullanılmıştır.

### 3.3.2.2.1. Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI=SYİ)

Günümüzde kuraklık analiz çalışmalarında genellikle kullanılan yöntem SPI 'dir. Yağış toplamlarına gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunu uydurmayı içeren SYİ metodu Denklem 1 'de verildiği gibi aylık yağışlar ve uzun dönemli yağış ortalamaları arasındaki farkın standart sapmaya bölünmesi ile normalize edilerek elde edilmektedir.

$$SPI = \frac{X_{ij} - X_{im}}{\sigma} \quad (3.3)$$

Burada;

$x_{ij}$  : i. yağış istasyonundaki j. gözlemdeki aylık yağışı

$x_{im}$  : uzun dönemli yağış ortalamasını

$\sigma$  : standart sapmayı ifade etmektedir.

SYİ değerinin; negatif olduğu zamanlar kuraklığın olduğu dönemler olarak kabul edilirken, pozitif değere sahip olduğu zamanlar yağışlı dönemler olarak değerlendirilir. SYİ değerleri sürekli olarak negatif ise artı olduğu dönemler arasında kalan bu zaman aralığına kurak dönem olarak adlandırılır.

### 3.3.2.2.2. Standartlaştırılmış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI)

SPEI ilk olarak Vicente Serrano vd. (2010) tarafından bitki evapotranspirasyonu ve meteorolojik kuraklığı dikkate alarak tarımsal kuraklık şiddetinin değerlendirilmesi için geliştirilmiştir, hesaplanması kolaydır ve standart yağış indeksi (SPI) hesaplama temeline dayanır. SPEI aylık veya haftalık potansiyel evapotranspirasyon (PET) ile yağış (P) arasındaki fark (D) olarak ifade edilir. Bu fark (D) analiz edilen ay (i) için su fazlası veya eksikliğidir ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$D_i = P_i - PET_i \quad (3.4)$$

Thornthwaite (1948) yöntemine göre potansiyel ve gerçek evapotranspirasyonu hesaplamak için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

a) Her ayın ortalama sıcaklığına göre aylık sıcaklık indeksleri belirlenir.

$$i = (t:5) \cdot 1,514 \quad (3.5)$$

Eşitlik (3.5) de;  $i$ , aylık sıcaklık indisi,

( $t$ ); ortalama aylık sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )'dir.

b) Her aya ait sıcaklık indeksleri toplanarak yıllık sıcaklık indisi bulunur.

$$I = \sum_{k=1}^{12} i \quad k = 1 - 12 \quad (3.6)$$

Eşitlik (3.6) da;

$I$  : yıllık sıcaklık indisi;

$i$  : aylık sıcaklık indisi

$k$  : işlem yapılan aydır.

c) Potansiyel Evapotranspirasyon,

$$PET = 16 * (10 * t)/I^a \quad (3.7)$$

Eşitlik (3.7) de;

$PET$  : potansiyel evapotranspirasyon (mm/ay);

$t$  : ortalama aylık sıcaklık

$a$  : katsayı'dır

$a$  katsayısı eşitlik (3.8) hesaplama yöntemi verilmiştir.

$$a = (0.000000675 * I^3) - (0.000077 * I^2) + (0.01792 * I) + 0.49239 \quad (3.8)$$

d) Düzeltilmiş Potansiyel Evapotranspirasyon (DPET, mm/ay), bulmak için, her aya ait evapotranspirasyon ile enlem düzeltme katsayısını( Enlem düzeltme katsayısı ( $G$ ), ortalama güneşlenme sürelerine göre değişen bir değerdir ve çizelge biçiminde Thornthwaite tarafından hazırlanmıştır.) çarpmak yeterli olmaktadır.

$$DPET = (PET * G) \quad (3.9)$$

Baraj havzasında iki yöntem (SPI ve SPEI) ile bulunan sonuçlar Çizelge 3,2' de oluşturulan kuraklık kategorilerine göre sınıflandırmıştır. SPEI (SYEİ) değerinin; negatif olduğu değerler kuraklığın olduğu aylar/dönemler olarak kabul edilmiş, pozitif değerlerin hesaplandığı aylar/ dönemler ise kuraklığın sona erdiği, yani yağışlı zaman olarak belirlenmiştir. SYEİ değerleri sürekli olarak sıfırın altında kalırsa bu aralık periyodu

kurak dönem olarak tanımlanır. SPI ve SPEI 'nin bir avantajlı yönü 1,3,6,12,24 vb ay üzerinden hesap yapılabilinmesidir.

**Çizelge 3.2.** SPI ve SPEI Değerleri Sınıflandırılma Tablosu

SPI-SPEI Değerleri	Kuraklık Sınıflandırması
$2.0 < \text{SPI/SPEI}$	Aşırı Yağışlı (AY)
$1.5 < \text{SPI/SPEI} \leq 2.0$	Çok Yağışlı (ÇY)
$1.0 < \text{SPI/SPEI} \leq 1.5$	Orta Yağışlı (OY)
$0 < \text{SPI/SPEI} \leq 1$	Hafif Yağışlı (HY)
$-1.0 < \text{SPI/SPEI} \leq 0$	Hafif Kurak (HK)
$-1.5 < \text{SPI/SPEI} \leq -1.0$	Orta Kurak (OK)
$-2.0 < \text{SPI/SPEI} \leq -1.5$	Çok Kurak (ÇK)
$\text{SPI/SPEI} \leq -2$	Aşırı Kurak (AK)

### 3.3.3. Trend analizi

İçmesuyu, sulama, taşkın, enerji temini amaçlı yapılan baraj ve göletlerin çevre iklimine etkilediğine dair söylentiler çoğunluktadır. Baraj ve göletlerin memba kısmı (gölalanı) büyük ve geniş bir alanı kapsıyorsa iklim değişiminin olması kaçınılmazdır. Bunun tespiti için uzun yıllara dayanan verilerin teminine gerek duyulmaktadır. Ancak yapılan değerlendirmelerde sadece baraj/ gölet in değil çevre alanlardaki durumun değerlendirilmesi gerekmektedir. Bir bölgedeki sıcaklık artıyorsa bunu direk baraja bağlanmamalıdır. Küresel ısınmadan kaynaklı etkenlerde takip edilmelidir.

Çalışmada 1980 Yılı ocak ayı ile 2021 yılı Haziran ayları arasında kesintiye uğramamış veriler seçilmiştir. Bu veriler sayesinde istatistiki bir değişimin olup olmadığı trend analizleri sayesinde belirlenecektir. Herhangi bir seride bulunan verilere ait trendin belirlenmesi için birçok yöntem vardır. En basit yöntem eldeki verilerin sıcaklık/ yağış ile zaman grafiğinin çizilmesidir. Fikir verebilecek bir yöntem olan grafik çizimi istatistiki açıdan değerlendirildiğinde yeterli değildir. Temin edilen veriye göre "*Lineer Regresyon, Mann-Kendall, Sen Metodu*" seçilebilir. Veriler tam ise lineer regresyon seçilebilecek iken eksik veriler var ise Mann-Kendall ve Sen Metodu seçilebilir.

### 3.3.3.1 Lineer regresyon analizi

Gerçek değerler ile veriler sonucu elde edilen trend denkleminde bulunan değerler arasındaki farkın karelerinin minimum olmasına dayanan lineer regresyon analizi

$$y=ax+b \quad (3.10)$$

formülü ile ifade edilmektedir. Burada bulunan a değerinin pozitif olması eğilimin artış yönünde olduğu, negatif olması azalış yönünde bir trendin olduğunu göstermektedir. Çalışmanın anlamlı olup olmadığı çift yönlü t testi % 95 ( $\alpha=0,05$ ) güven aralığı ile tespit edilmektedir.

$$t_{\alpha/2} \geq t \geq -t_{\alpha/2} \quad (3.11)$$

ise trendin olmadığı kabul edilmektedir.  $t_{\alpha/2}$  (n-2) serbestlik derecesinde t dağılım tablosundan alınmaktadır.

Lineer (doğrusal) regresyon çizgisinden uzaklaşmaya başlayan noktalar değişimin olduğu yerleri göstermektedir. Çizginin üstü pozitif yönlü değişimi, çizginin altı negatif yönlü değişimi göstermektedir.

### 3.3.3.2 Mann-Kendall metodu

Mann- Kendall Metodu, hidroloji, klimatoloji gibi benzeri alanlarda zaman serilerindeki eğilimin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından da önerilen istatistiksel bir test yöntemidir (Kosif, 2001). Mann-Kendall test istatistiği olan (S) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \quad (3.12)$$

Burada n : veri sayısını,

$x_j$  : j ve j zamanındaki veri (  $i < j$  dir)

sign: işaret fonksiyonu olup;

$$\text{sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & x_j > x_i \\ 0 & x_j = x_i \\ -1 & x_j < x_i \end{cases} \quad (3.13)$$

S varyansı (3.14) eşitliği ile hesaplanır.

$$\text{Var}(S) = \left[ n(n-1)(2n+5) - \sum_{t=1}^m t(t-1)(2t+5) \right] / 18 \quad (3.14)$$

Burada t: Birbirine eşit olan veri sayısını

m: Birbirine eşit olan sayıların toplama sayısını

göstermektedir. Veri sayısı 10 dan fazla olan serilerde seri normal dağılış göstereceğinden Z test istatistiği kullanılmaktadır. Z test istatistiği (3.15) formülü ile tespit edilir.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (3.15)$$

İki yönlü test hipotezinde  $\alpha$  güven aralığında  $|Z| \leq Z_{1-\alpha/2}$  ise hipotez kabul edilir. Aksi durumda hipotezin reddi gerekir. Z gereğinin pozitif çıkması artan bir terende işaret ederken, negatif çıkması azalan bir trendi göstermektedir.

### 3.3.4. İklim Değişikliği ve iklim değişikliği projeksiyonları

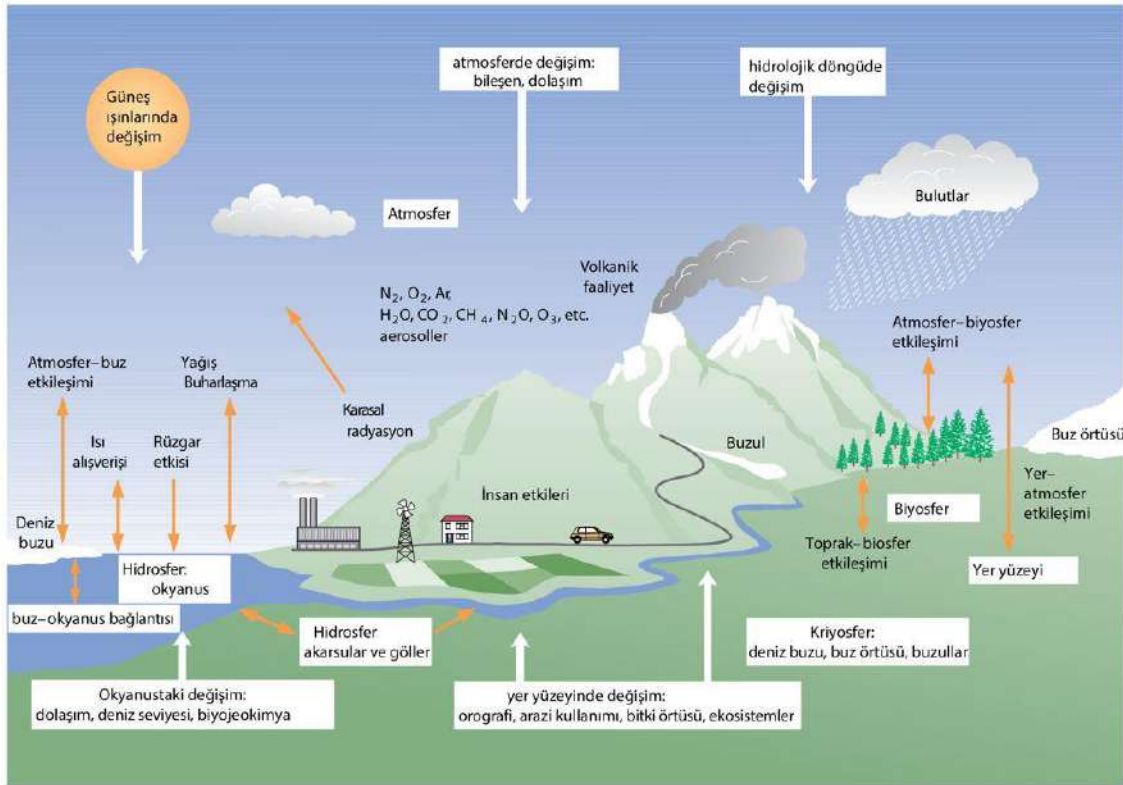
“İklim Değişikliği” 20. yüzyılın, özellikle 1975 yılından sonra, insanoğlunun gündemini işgal eden, en çok konuşulan ve tartışılan çevreyle alakalı hususlardan biridir. İlk aşamada bilim insanları arasında başlayan bu tartışmalar, iklim değişikliğini önlenebilmek, yerküreye etkileri ve bu etkilere karşı alınabilecek önlemlerin politik ve siyasi yönlerininde bulunması hasebiyle Birleşmiş Milletlerin (BM) önderliğinde ülkelerin gündemine taşınmıştır. Bu amaçla Birleşmiş Milletlerin iki örgütü olan Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) aracılığıyla, insanoğlunun sebep olduğu iklim değişikliğinin risklerini değerlendirmek için 1988 yılında Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)

kurulmuştur. IPCC düzenli olarak yapmış olduğu çalışmalarını 1990, 1995, 2001, 2007, ve 2013 yıllarında raporlar ile dünyaya duyurmuştur. Son raporu 2023 yılında tamamlamayı planlamaktadır. Bu çalışmalar üç başlıkta ele alınmaktadır: Bilimsel temel, uyum ve önleme çalışmalarıdır. Bilimsel temel, Dünya ikliminin geçmiş ve gelecek ve mevcut durumunu inceleyen çalışmalar yapılmaktadır. İklim değişikliğinin gelecekteki hali, alınacak önlemler, adaptasyon ve önleme çalışmaları için büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple gelecekteki iklimin durumunu anlamak için iklim modelleme çalışmaları üzerinde durulmaktadır. Geniş ölçekli olarak yapılan iklim modelleme çalışmalarının çözünürlük ya da detay olarak yeterli olmaması sebebiyle bölgeler veya ülkeler temel ölçek küçültme çalışmaları yapılarak daha yüksek çözünürlüklü ve daha detaylı bilgiler elde edilmektedir (MGM, 2015).

İklim; geniş bölgelerde uzun süreçte gerçekleşmiş olan ortalama hava koşullarıdır. İklim aynı zamanda ekstrem hava olaylarını da içerirken; bir bölgenin hava olayları bakımından karakterini ve bitki örtüsünü de tayin edebilmektedir.

İklim sistemi, atmosfer, kara yüzeyleri, kar ve buz, okyanuslar ve diğer su kütleleri ile canlıları kapsayan karmaşık ve etkileşimli bir sistemdir (MGM,2014). Bu sistem, zaman içinde, kendi iç dinamiklerinin etkisi altında ve dış etmenlerdeki (zorlamalar olarak adlandırılmaktadır) değişikliklere bağlı olarak yavaş yavaş değişim gösterir. Dış zorlamalar, volkanik patlamalar ve güneşle ilgili değişkenlikler gibi doğal olaylar ile atmosferin bileşimindeki insan kaynaklı değişiklikleri içerir. Güneş radyasyonu, iklim sisteminin güç kaynağıdır. Yerkürenin radyasyon dengesini etkileyen, dolayısıyla iklimi değiştiren üç temel etken bulunmaktadır:

- Gelen güneş radyasyonundaki değişiklikler (Güneşin kendisindeki ya da yerkürenin yörüngesindeki değişikliklere bağlı olarak);
- Güneş radyasyonunun yansıtılan kısmındaki değişiklikler (bu kısım albedo olarak adlandırılmaktadır ve bulut örtüsü, aerosoller denilen küçük parçacıklar ya da arazi örtüsündeki değişikliklere bağlı olarak değişebilmektedir);
- Yerküreden uzaya geri gönderilen uzun dalga radyasyondaki değişiklikler. Bunların yanı sıra, rüzgârlar ve okyanus akıntılarının, yerküre üzerindeki ısı dağılımında oynadıkları rol nedeniyle, iklim üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.



Şekil 3.18. İklim bileşenleri (Anonim)

İklim, atmosferde gözlemleri yapılan; meteorolojik parametrelerin ( yağış, sıcaklık, rüzgâr, basınç, vb.) ortalamaları ve uç değerleri ile tanımlanır. Dünya'nın 4,5 milyar yıllık süreci incelendiğinde, Dünya ikliminin çeşitli farklı zamansal süreçlere sahiptir. Bu döngüler iklimde ısınma veya soğuma periyotları olarak görülmektedir. Kantitatif veriler (aletli gözlemler), meteorolojik ölçümler 19. yüzyılın ortalarından itibaren yapılmaya ve raporlanmaya başlanılmıştır. Verilerin olmadığı döneme karşılık gelen iklim bilgileri ise, tarihsel-iklimciler (paleo-klimatolojistler) tarafından vekil veriler kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Vekil veri; doğal tarihsel yeryüzü veri kayıtları olarak bilinen buz havuçları, ağaç halkası, lösler, sedimentler vb.verilerdir. Vekil verilerin güvenilirliği katsayısı yaklaşık % 60 mertebesindedir (MGM, 2013).

İklim değişikliği sebebi ne olursa olsun iklimin uzun yıllar ortalaması durumunda veya salınımlarında onlarca yıl ya da daha uzun süreler sonunda meydana gelen değişiklikler şeklinde adlandırılabilir. Dünyamızın oluşumundan gelinen sürece kadar, yaklaşık 4,5 milyar yıllık bir dönemde iklim sisteminde, milyonlarca yıllar olduğu gibi onlu yıllara kadar da tüm zaman ölçeklerinde doğal faktör ve proseslerle birçok farklılık olmuştur. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buz kütlelerinin hareketleri/ erimeleri ve deniz seviyesindeki yükselmeler yoluyla sadece

dünya coğrafyasını değiştirmemiş, çevresel sistemlerde de kalıcı değişikliklere sebep olmuştur.

Günümüzde enerji kaynağı olan fosil yakıtlar olarak adlandırılan benzin, motorin vb. yakıtların kullanılması, arazi kullanımında değişikliklerin olması, orman alanlarının azaltılması ve sanayi devrimi ve sonrasında gelişen proseslerin insan kaynaklı atmosfere salınan sera gazındaki yoğun artış normal olarak doğal sera reaksiyonunu artıracığı varsayılmaktadır. Yerküreden yansıyan uzun dalga boylu ışıklardan bir kısmı, bulutlar tarafından ve atmosferdeki sera etkisini düzenleyen sera gazlarıncı (su buharı (H<sub>2</sub>O), karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O), ozon (O<sub>3</sub>), vb.) absorbe olmaktadır. Sera etkisi dünyamızın ısı dengesi için önemli bir sistemdir. Fakat insanoğlu kaynaklı atmosfere bırakılan ilave gazlar dünyamızı beklenenden daha fazla ısıtmaktadır. Sera gazı emisyonlarındaki bu artma, bilhassa 18. yüzyılın ortalarından başlayarak, yani sanayi devriminden günümüze net olarak müşahade edilmektedir. En önemli sera gazı olan karbondioksit'in atmosferdeki birikimi 1750'lili yıllar öncesinde yaklaşık 280 ppm iken 2020 yılında bu değer 400 ppm'i (ppm=milyonda bir parçacık) geçmiştir. Yine sanayi devri öncesi dönemde yaklaşık 715 ppb(milyarda bir parçacık) olan metan birikimi, 2020 yılında 1800 ppb'den fazla olduğu tespit edilmiştir. Küresel atmosferik diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) birikimi % 18 civarında artmış, sanayi öncesi yaklaşık 270 ppb'den 2020 yılında 330 ppb olarak ölçülmüştür.

### 3.3.4.1 Küresel iklim izleme çalışmaları

4,5 milyar yaşında olan dünyamızda jeolojik devirler oluşan iklim değişiklikleri, bilhassa buz kütlelerinin hareketleri, erimeleri ve bunu sonucu deniz seviyesindeki değişiklikler yoluyla sadece dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, çevresel sistemlerde de geri döndürülemeyecek değişiklikler neden olmuştur. IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli), iklim değişikliğiyle ilgili en aktüel bilimsel, teknik ve sosyoekonomik bilgileri, alanlarında uzman bilim insanlarının katılım ve katkılarıyla, çeşitli dönemlerde değerlendirerek raporlar haline getirip yayımlamaktadır. IPCC,1990, 1995, 2001, 2007, 2013 ve 2019 yılında olmak üzere 6 kez rapor sunmuştur. 6. döngü 2023 yılında tamamlanması planlanmaktadır. 2007 yılında açıklanan 4. değerlendirme raporunun çalışma grubu bölümünde: İklimin şüphesiz ısındığı, 1950 yıllardan 2007 yılına kadar ortalama yüzey sıcaklıklarında gözlemlenen artışın büyük çoğunluğunun % 90 ihtimalle insan nedenli sera gazı salımlarındaki artışın neden olduğu

söylenilmektedir. Bu bilimsel sonucun, 2001 yılındaki IPCC Değerlendirme Raporuna göre daha güçlü ve somut delillere dayandırıldığı belirtilmektedir (IPCC,2007). 1906 dan 2005 yılına kadar sıcaklık artışının lineer olduğu ihtimaliyle küresel yüzey sıcaklıklarında ortalama 0,75°C artmıştır. Son 50 yılda sıcaklık artışının hızı yaklaşık olarak son 100 yılda olan artışın iki katı kadardır. IPCC son raporunu Eylül 2022 tarihinde yayımlamıştır.

### 3.3.4.1.1 Küresel iklim modellemesi

İklim insanoğlunun yaşamının tüm faaliyetlerini doğrudan yâda dolaylı olarak etkilemektedir. Bu sebeple ileriki dönemlere ait iklim ile ilgili varsayımlarda bulunması düşüncesi geçmişe dayanmaktadır.

İnsanoğlu, bilimden uzak olduğu ilk çağlardan bu güne karşılaştığı sorunlarla başa çıkma, dünya güneş ve evreni anlama, tabiata egemen olma, daha rahat, konforlu ve güvenli yaşama isteği yönünde; ya sistemin kendisi üzerinde ya da soyut/somut bir model üzerinde gözlemler yapma gereksinimini hissetmiştir. Bu sebeple zaman içinde modelleme kavramı oluşmuştur. Modelleme, iklim çalışmalarında gerçeğe benzer görüntüler oluşturmaktır. Modeller varsayım yaptığımız hipotezleri test etmemize yardımcı olurlar. Bu sebeple bilim birçok alanında modelleme kullanımı kaçınılmazdır. Diğer taraftan model, gerçeğin idealleştirilmeye yakın halidir. Çoğu kez karmaşık olanın basite indirgenmesidir. Modeller dinamik yapılar olup yeni bilgilerle değişebilmektedir. 1950'lili yıllardan sonra bilgisayar teknolojisi alanındaki gelişmelerle beraber modelleme kuramı iklim için de kullanılmaya başlanmıştır.

İklim bileşenleri (Atmosfer, litosfer, biyosfer, hidrosfer ve kriosfer) arasında olan ilişkiyi ölçülebilir ve gözlemlenebilir yöntemlerle ispatlamaya çalışan modellerdir (Hanedar ve Ark., 2019). Kompleks bir yapıda olması ve uygulamalardaki güçlüklerle karşın ileriki yıllara ait iklimle alakalı varsayımda bulunulmasında en önemli yöntem iklimin modellenmesidir. Bu sayede mevcut durum dikkate alınmakta, çeşitli hesaplamalar yapılmakta, geleceğe ait iklim koşullarının genel çerçevesi tahmin edilmeye çalışılmaktadır. İklim modellerinin ana sorunlarından biri atmosferin fiziksel ve kimyasal yapısındaki anlık değişimlerden çok daha hızlı şekilde çalışması gerekliliğidir.

Bütün iklim modelleri incelendiğinde temelinde; kısa dalga ışıınım vasıtasıyla ışık kaynağımız güneşten gelen enerji ve uzun dalga ışıınımla dünyadan giden enerjiyi hesaba

alınarak kurgulanırlar. Bu dengede oluşabilecek rastgele bir farklılık sıcaklıklarda değişime neden olur (MGM, 2014).

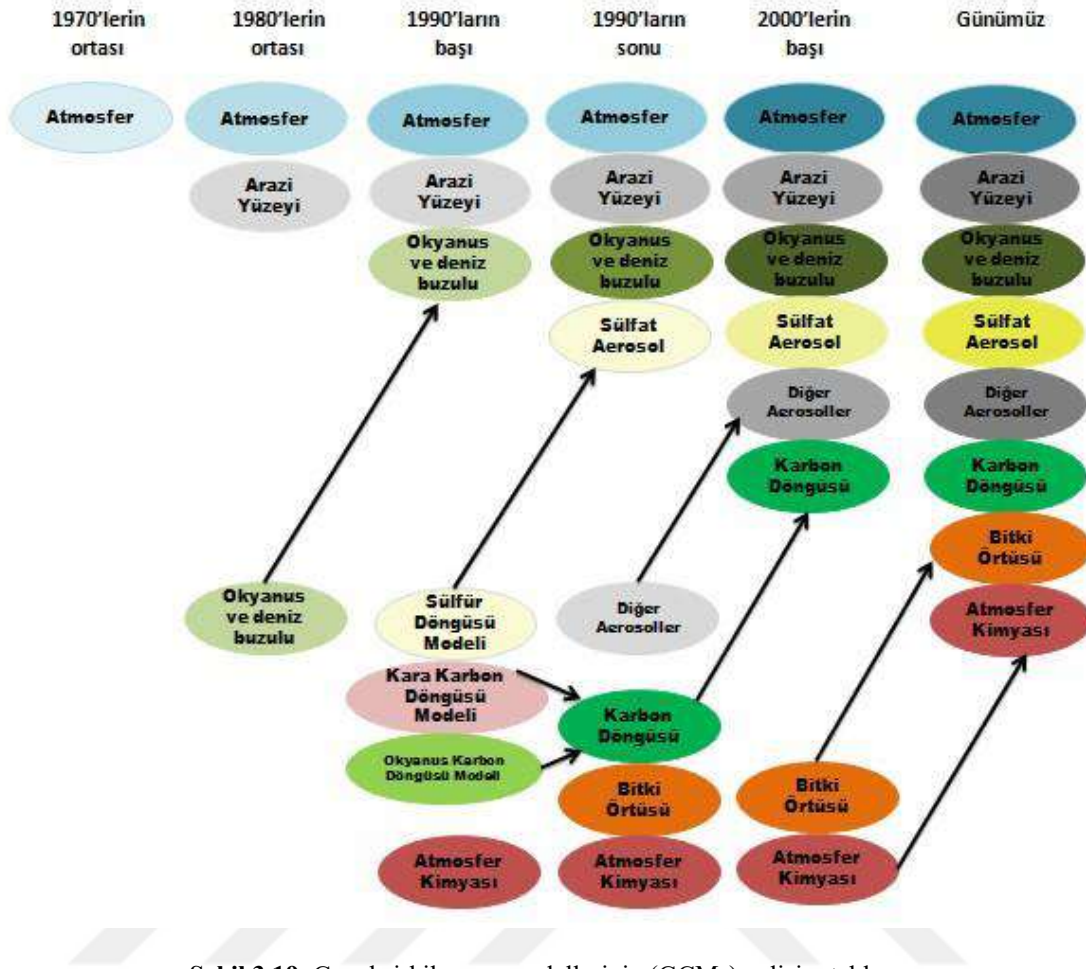
Küresel İklim Modelleri (GCMs - Global Climate Models), likit hareketi ve enerji transferi ile her ikisinin süreç içinde birleştirildiği modellerdir. Temel modellerden değişiklik olarak, bu modellerde okyanus ve atmosfer dikeyde ve yatayda grid adı verilen hesaplama birimlerine ayrılmalarıdır.

Atmosferik modeller, atmosferi modeller ve deniz yüzey sıcaklıklarını limit değerleri model içine empoze eder. Birleştirilmiş okyanus-atmosfer modelleri ise, okyanus ve atmosfer modellerini birleştirir. Örneğin: HadCM3, EdGCM, GFDL, CM2.X vb.

NOAA tarafından ilk Küresel İklim Modelinin gelişimi 1960'lara rastlamaktadır. GCM'ler iklim modelleri içerisinde en kompleks yapıya sahiptirler ve olabildiğince fazla süreç bu modellere yerleştirilmektedir. Ancak, bu modeller geliştirilmeye devam edilmekte ve hala tereddütler devam etmektedir.

Küresel İklim Modelleri yapılarında sağlanan başarılarında gelişen teknolojinin payı büyüktür. Sağlanan başarıların bazıları aşağıda belirtilmiştir;

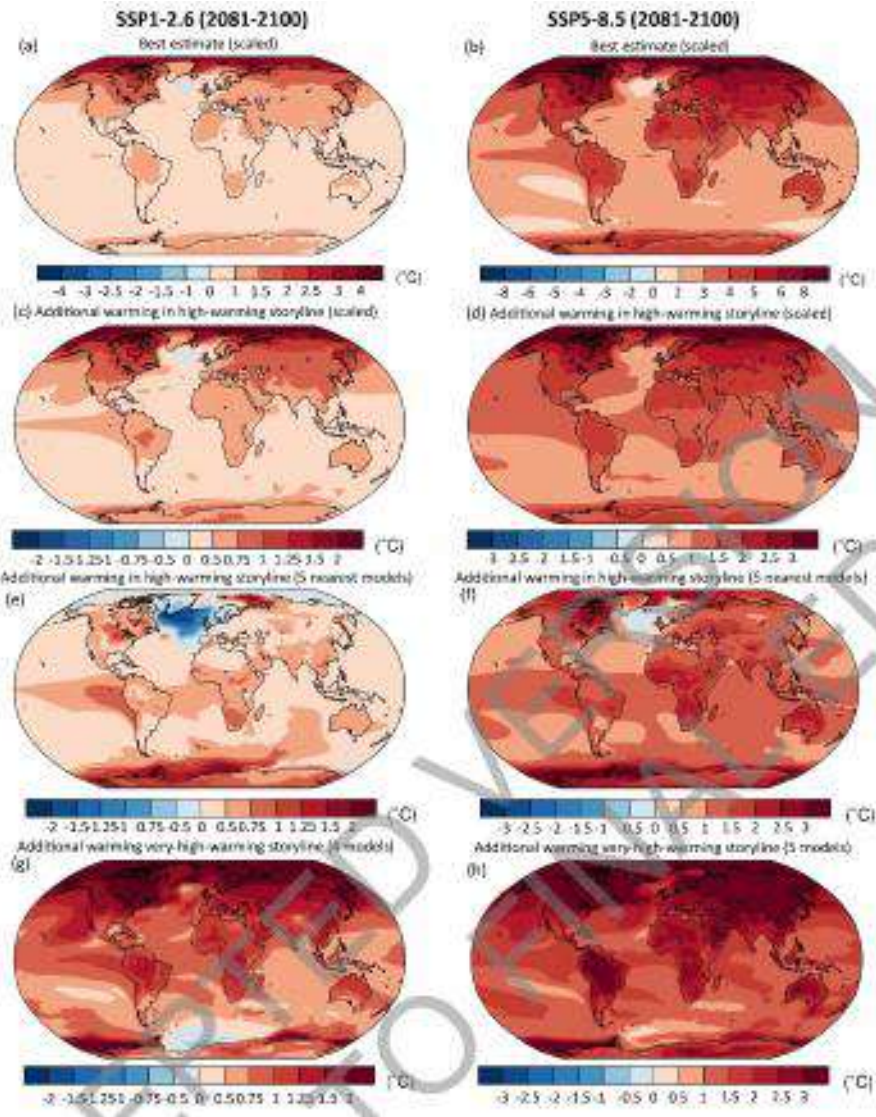
- Bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile hesaplama yöntemlerinde büyük değişiklikler olmuş, iklim modeli çalışmalarının başarısı artmıştır.
- Yatay çözünürlük boyutları küçüldü, zaman adımları kısaldı.
- Yatayda ve dikeyde çözünürlük ve model bileşenleri sayısı arttı.
- Teknolojinin gelişimi ile hesaplama kabiliyetinin artması, modellere daima yeni ögelerin eklenmesine (ilk koşullarının daha iyi temsil edilmesine) imkân vermiştir.
- Hesaplama kabiliyetinin gelişmesi ile modellerin yatay çözünürlüklerinin giderek artması ile daha ayrıntılı ürünler elde edilmiştir. (ilk model 700 km çözünürlükteydi ve günümüze (150-200 km) göre çok basit yapıdaydı).



### 3.3.4.1.2. Küresel iklim projeksiyonları

Teknolojinin gelişimi ile birlikte Küresel İklim Modeli (GCM) çalışmaları zamanla artmıştır. Bu çalışmalar için çalışma grupları ve enstitüler oluşmuş, uluslararası alanda bu çalışmaları ortak yürütebilmek ve karşılaştırmaların sağlıklı ve kolay bir şekilde yapılabilmesi için kurullar ve standartlar belirlenmiştir. Küresel İklim Modelleri IPCC kapsamında belirlenen senaryolar temel alınarak modellenmektedir.

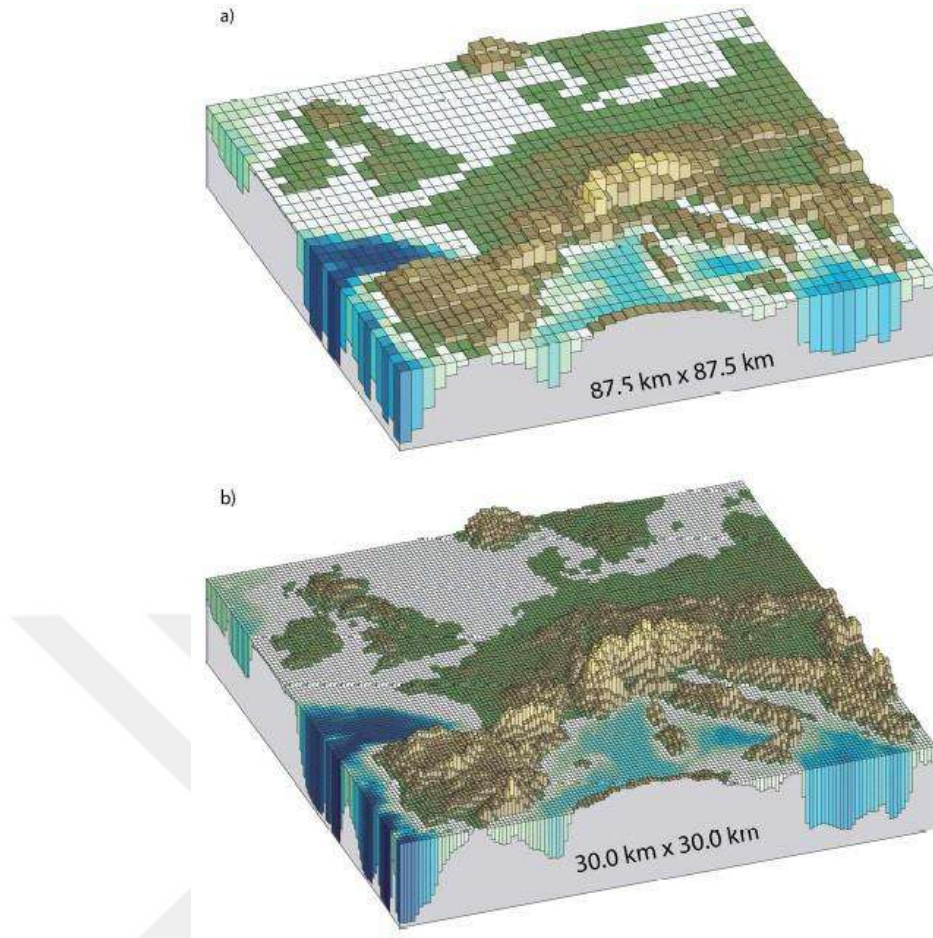
Haritaların sağ üst bölümünde ye alan rakamlar her senaryo için çalıştırılan Küresel İklim Modeli sayısını belirtmektedir. IPCC 6. Değerlendirme Raporu kapsamında RCP4.5 (34 Küresel İklim Modeli) ve RCP8.5 (34 Küresel İklim Modeli) senaryoları en fazla tercih edilen senaryolar olmuştur.



Şekil 3.20. Ortalama Sıcaklık Anomalileri Projeksiyonları (IPCC-6.Rapor)

### 3.3.4.1.3. Bölgesel iklim modelleri ve ölçek küçültme

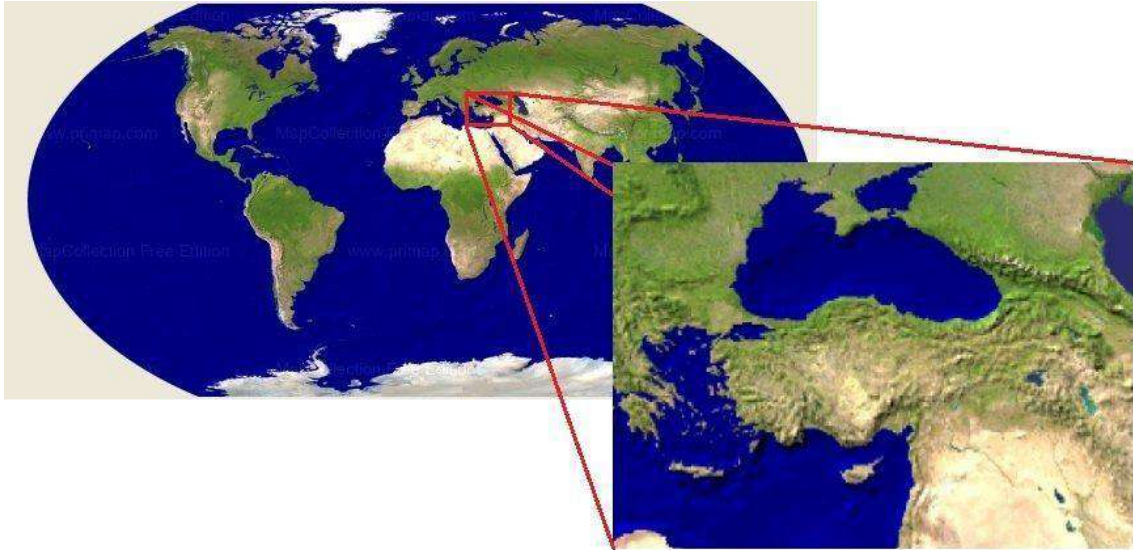
Küresel iklim modellerinden elde edilen veriler çok geniş alanları sunduğundan dolayı ayrıntılı değildir ve bölgesel çalışmalara olanak vermemektedir. Düşük çözünürlükteki gridlenmiş bu verileri, yine girdi verisi olarak kullanarak daha küçük alanlar için daha detaylı ve yüksek çözünürlüklü bilgiler üretilmesini sağlayan modeller bölgesel iklim modelleri (RCMs) olarak nitelendirilmektedir.



**Şekil 3.21.** Yüksek ve düşük çözünürlüklü modeller arasındaki farkın gösterimi (IPCC, 2013)

Hesaplama zorluklarından ötürü Küresel İklim Modelleri (GCMs) genellikle büyük alanları kapsamakta, bu alanın yatay kenar çözünürlükleri 100-300 km yi bulmaktadır. Bu büyüklükteki modellerde bölgesel iklimsel değişimler, arazi yapısı, kıyıların ve arazi yüzeyinin detayları güvenilir bir şekilde aktarılamamaktadır. Bu sebeple cepheler ya da yağış sistemleri gibi atmosfer süreçleri ve küçük ölçekli hava olayları ya GCM’lerde gösterilememekte ya da çok temel seviyede yer almaktadır. Küçük alanlarda sahip olunan hesaplama kabiliyetini optimum şekilde kullanmak ve yukarıda tespit edilen noksanlıkları gidermek için bölgesel iklim modellerinden (RCMs) faydalanılmaktadır.

Atmosferik dinamik ölçek küçültme teknikleri, düşük çözünürlüklü büyük modellerde iyi aktarılamayan bölgesel koşulları temin etmek için kullanılan genel bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım birkaç yöntemle gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntemde, RCM’de çalışma alanı belirlenir ve GCM’den elde edilen değişken iklim unsurları belirlenen çalışma alanına uygulanmaktadır.

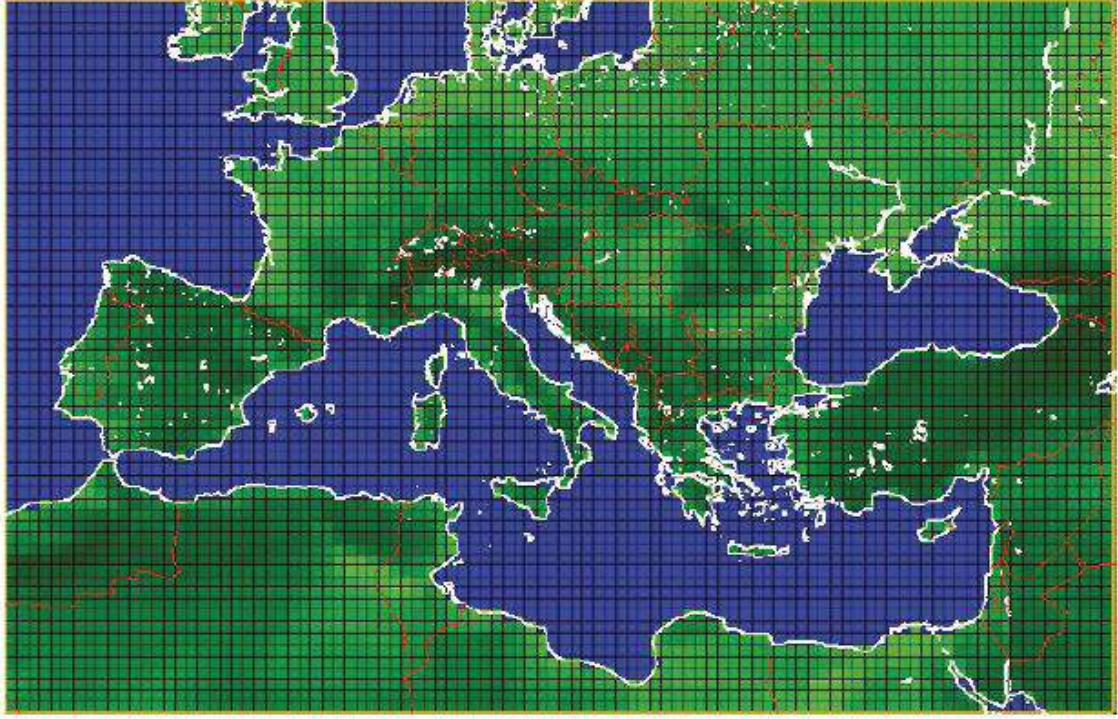


Şekil 3.22. Bölgesel iklim modelinde özel bir alanın tanımlanması

RegCM 4.3.4 Bölgesel İklim Modeli; Bölgesel İklim Model Sistemi (Regional Climate Model System - RegCM) olarak tanımlanan aslında Amerikan Ulusal Atmosfer Araştırmaları Merkezi (NCAR) tarafından geliştirilmiş bir modele dayanmaktadır. Uluslararası Abdüsselam Teorik Fizik Merkezi'nin (ICTP) Yer Sistem Fiziği Bölümü (ESP) tarafından bölgesel iklim modeli olarak adapte edilmiş, düzenleme çalışmalarında sürmektedir. İlk model iklim çalışmaları yapan bilim insanlarına 1989 yılında RegCM1 adıyla tanıtılmış, daha sonra üst modeller farklı yıllarda geliştirilmiştir (1993-RegCM2, 1999-RegCM2.5, 2006-RegCM3, 2010-RegCM4). RegCM4 modeli güncel modelimiz olup Yer Sistem Fiziği Bölümünce de desteklenmektedir. RegCM4 aynı zamanda hem geçmiş hem de gelecek için dünyanın neresi olursa olsun kullanılabilir. Bölgesel iklim modeli olan RegCM4 modeli 10 km çözünürlükte çıktılar alınabilmektedir. (URL2- 2012)

Koordineli Bölgesel İklim Ölçek Küçültme Deneyi (Coordinate Regional Climate Downscaling Experiment – CORDEX), bölgesel iklim değişikliği uyarılma ve çevre alana tesirinin belirlenmesi çalışmalarında kullanılacak yüksek çözünürlüklü iklim modelleri üretmek ve geliştirmek için kurulmuş bir yapıdır. Dünya İklim Araştırma Programı (WCRP) da programın gelişimi için yardımcı olmaktadır. CORDEX kapsamında dünya 13 farklı bölgeden oluşan çalışma alanına (domain) ayrılmıştır (Tablo 3.14). Bu 13 bölge için, daha önce belirlenmiş küresel modellerin sonuç verileri bölgesel iklim modelleri ile ölçek küçültmeye tabi tutularak daha yüksek hassasiyete sahip yeni izdüşüm modelleri elde edilmektedir. CORDEX in geliştirilmesi için çeşitli enstitü ve

araştırma grupları çalışmalarına devam etmektedir. rnek vermek gerekirse bölgesel model geliştiricisi ICTP, CORDEX'e üye enstitülerden biridir. CORDEX 13 bölgeye ayrılmış olup ülkemiz 6 bölgeye kısmen yada tamamen girmektedir.



şekil 3.23. CORDEX Akdeniz bölgesi haritası

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Havza Bazlı Arazi Örtüsünün Değişim Analizi

Çalışma başlangıcında barajın sadece Ermenek İlçesini etkileyeceği düşünülmüş, ancak bunun yanlış olduğu çalışmanın havza bazlı olması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ermenek Barajı havzası sedde yeri itibari ile 2576.9 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. 1990, 2000, 2010 ve 2019 yıllarına ait Landsat 5, 7 ve 8 uydu görüntüleri açık erişim sitesinden (earthexplorer.usgs.gov) indirilerek değerlendirme yapılmıştır.

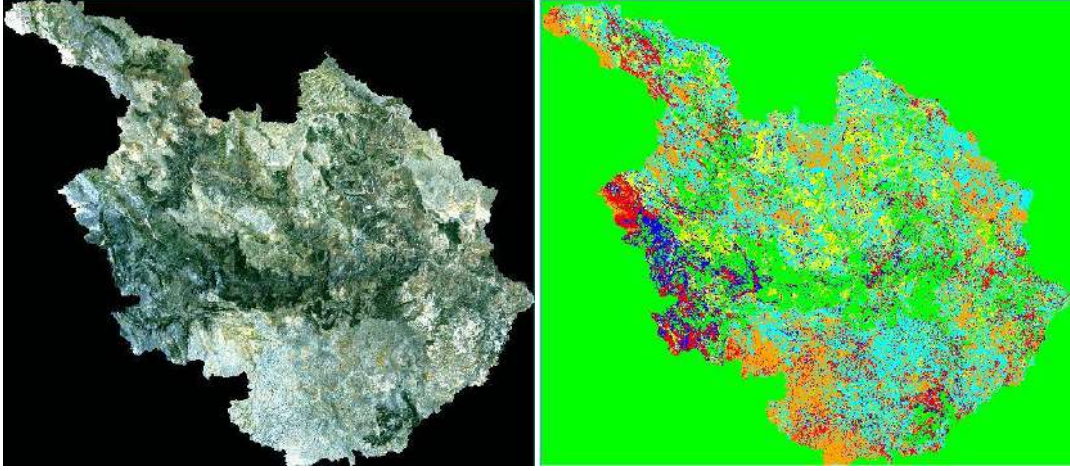


Şekil 4.1. Uydu görüntülerinin tespiti

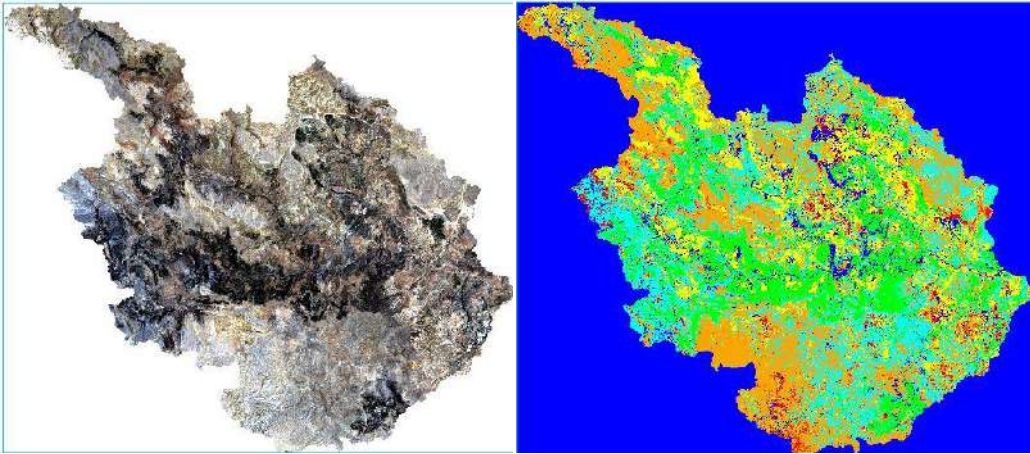
Çalışmada uydu görüntüleri ön işleme sürecinden geçirilerek radyometrik ve atmosferik düzeltmeler yapılmıştır. Uydu görüntülerinin geotiff formatında olması nedeniyle geometrik düzeltmeye gerek duyulmamıştır. Çalışmalarda ENVI 5.3 yazılımı kullanılmıştır.

Radyometrik ve atmosferik düzeltmelerden sonra uydu görüntüleri birleştirilmiştir. Kontrollü sınıflandırma yapılması düşünülmüş CORINE alt yapısı ile 18 sınıf belirlenmiştir. Ancak uydu görüntülerin çözünürlüğü bazı piksellerin yansıma değerinin birbirine yakın olması nedeniyle doğruluk oranı istenilen durumdan uzak kalmıştır. Bu nedenle tekrar sınıflandırmaya gidilmiş ve sınıflar "Şehir Yapıları", "Ormanlar", "Tarım Alanları", "Bitki Geçiş Alanları (Skrolofil Alanlar)", "Kayalık" ve

"Su Kütleleri" olarak belirlenmiştir. Bu sınıflandırma sonrası doğruluk oranı minimum % 78 olarak gerçekleşmiştir.

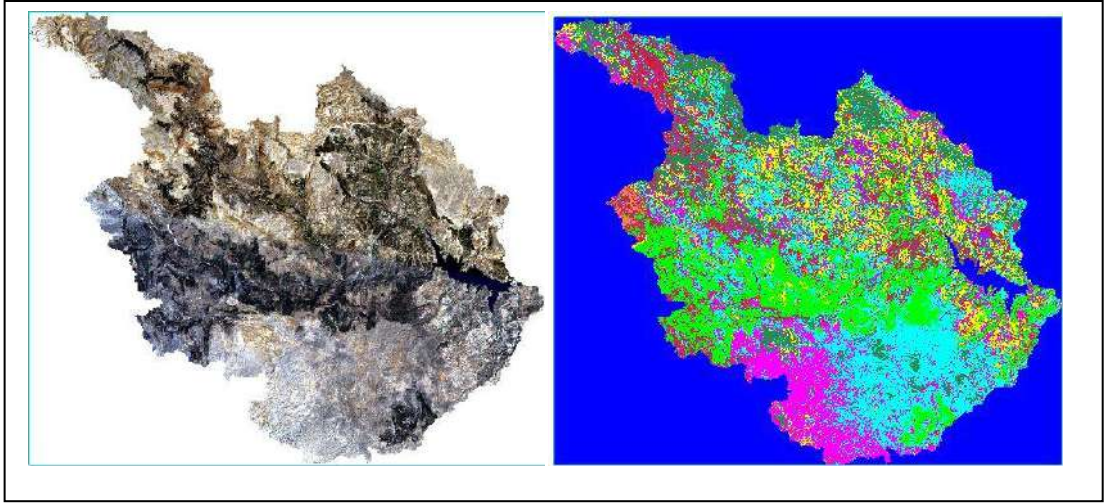


Şekil 4.2. 1990 Yılı uydu görüntüsü ve arazi kullanımı/ örtüsü



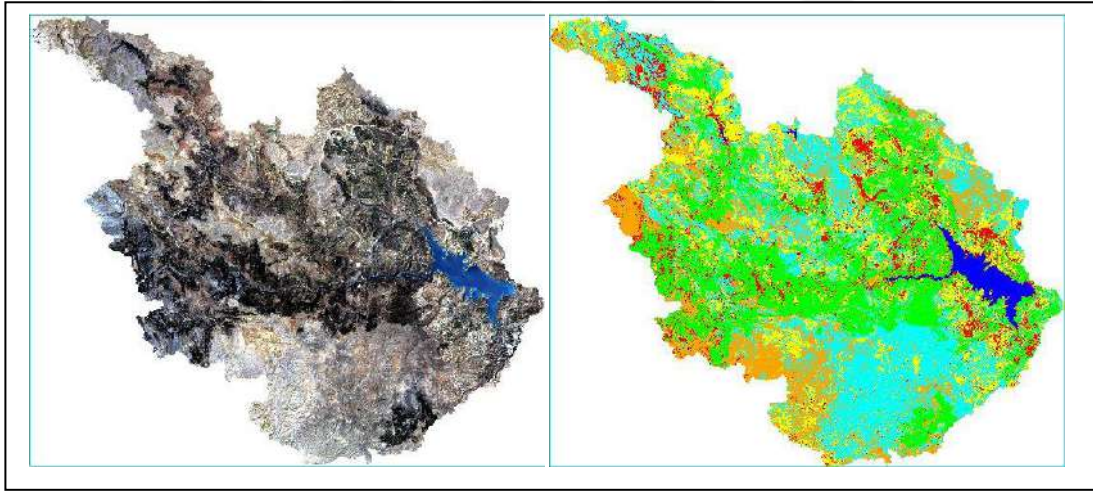
Şekil 4.3. 2000 Yılı uydu görüntüsü ve arazi kullanımı/ örtüsü

08.06.1990 ile 13.07.2000 tarihli görüntüleri karşılaştırıldığında "Şehir Yapısı" alanında yaklaşık 170 ha lık ve "Ormanlık" alanda 8 ha lık bir artış gözlenirken, "Tarım Alanları", "Su Kütleleri" ve "Kayalık" alanlarda bir değişim olmamış, "Bitki Geçiş Alanları"nda azalma görülmüştür.



Şekil 4.4. 2010 yılı uydu görüntüsü ve arazi kullanımı/ örtüsü

13.07.2000 ile 18.08.2010 tarihli görüntüleri karşılaştırdığımızda; "Şehir Yapısı", "Bitki Geçiş Alanları", "Kayalıklar" da azalmalar görülürken, Ermenek Barajının su tutması ile "Tarım Alanları" ile "Su Kütleleri" tabakalarında artmalar görülmüştür. Bu artışlar tarım alanları için yaklaşık 6.500 ha iken su kütleleri için 5.300 ha civarındadır.



Şekil 4.5. 2019 yılı uydu görüntüsü ve arazi kullanımı/ örtüsü

18.08.2010 ile 11.08.2019 tarihleri arasındaki değişimlere baktığımızda, "Şehir Yapısı", "Ormanlar" ve "Su Kütleleri" artarken, "Tarım Alanları", "Bitki Geçiş Alanları" ve "Kayalıklar" da azalma olmuştur.

1990 ile 2019 yılları karşılaştırıldığında, "Şehir Yapısı" yaklaşık % 40 lık bir artışla 484,90 ha dan 678,61 ha a yükselmiştir. Her ne kadar bazı köyler sular altında kalsa da baraj gölü nedeniyle şehirleşme artmış, su sporları, park ve yürüyüş yolları vb. yatırımlar da bu değerlerin yükselmesine sebep olmuştur. Ancak bu artış 257.691,50 ha

havza alanında % 1 e bile karşılık gelmemektedir. "Ormanlar" katmanında yapılan incelemede 33.928 ha alan 46.805 ha a yükselmiş, 19 yıllık periyotta yaklaşık % 38, havza bazlı alanda % 5 artış göstermiştir. En fazla artış ormanlardadır. "Tarım Alanları" açısından baktığımızda baraj öncesinde tarım yapılan bazı alanlar su altında kalsa da baraj gölü ve çevrede yapılan yeni göletler nedeniyle %11,5 artmıştır. Baraj öncesi yaklaşık 43.210 ha olan tarım alanları 2019 yılı verilerine göre yaklaşık 48.200 ha a yükselmiştir. Havza bazlı değerlendirildiğinde değişim % 1,94 olarak hesaplanmıştır. "Bitki Geçiş Alanları" bir kısmının tarım alanlarına çevrilmesi ve bir kısmının da sular altında kalması ile en çok alan kaybının olduğu tabakadır. Yaklaşık 164.250 ha olan sklorofil alan 2019 yılında 146.512 ha düşmüştür. Alansal bazda bu düşüş %11,8 iken havza bazında % 6,89 dur. "Kayalık Alanlar" ı incelediğimizde barajda su tutulması ile alanda azalmalar başlamıştır. Yaklaşık 15.650 ha olan alan 2000 yılına kadar değişmemiş, 2010 yılında 12.268 ha a, 2019 yılında 9.471 ha a düşmüştür. Bu düşüş kendi içinde % 39,5 ye karşılık gelmekte iken havza bazında % 2,4 gibi bir değer hesaplanmıştır. "Su Kütleleri" değişimlerin temelini oluşturduğu söylenilebilir. Ermenek Barajının yapılması su kütlelerinde artışı en çok etkileyen yapıdır. Daha önceleri yaklaşık 178 ha alan kaplayan "Su Kütleleri" barajın yapılması ile birlikte 6000 ha ın üzerine çıkmıştır. Değişim kendi içinde % 3.378,77 iken havza bazında % 2,27 gibi bir değere karşılık gelmektedir. Değişimleri gösterir tablo (Çizelge 4.1) aşağıda gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Arazi örtüsü değişim tablosu

Sınıflar/ Yıllar	1990	2000	2010	2019	1990-2019 Değişimi	Havzadaki Genel Değişim
Şehir Yapısı	484.90(ha)	654.05 (ha)	601.17 (ha)	678.61 (ha)	% 39.94	% 0.08
Ormanlar	33 928.27	33 836.49	35 953.40	46 805.01	%37.95	% 5.00
Tarım Alanları	43 209.82	43 210.24	49 659.88	48 198.50	%11.55	% 1.94
Bitki Geçiş Aln.	164 242.99	164 165.65	153 729.13	146 512.10	- % 11.80	- % 6.89
Kayalıklar	15 646.90	15 646.89	12 268. 17	9 471.10	-%39.50	-% 2.40
Su Kütleleri	178.62	178.18	5 479.75	6 026.22	% 3378.77	% 2.27

## 4.2. Kuraklık Analizi

SPI ve SPEI'nin bir avantajlı yönü 1,3,6,12,24 vb ay üzerinden hesap yapılabilinmesidir. Çalışmada Alanya, Anamur, Ermenek, Karaman ve Mut istasyonları kullanılmıştır. Çalışma 1980-2021 yılları arasında bulunan MGM ve DSİ den alınan veriler Excel değerlendirilerek hesaplanmıştır. Ancak hesaplama aşamasında Ermenek istasyonunun 2004 yılında kapatılması ve 2013 yılında açıldığı, Mut istasyonunda ise 1986 ile 1993 yılları arası ile çeşitli dönemlerde veri eksiklikleri olduğu görülmüştür. Bu istasyonlar yerine Konya ve Isparta istasyonları çalışma kapsamına alınmıştır. Isparta ilinin uzak olması ve Seydişehir (Konya) istasyonunun verilerinin kesintisiz olması nedeniyle Isparta istasyonu çıkarılmış ve Seydişehir istasyonu verileri kullanılmıştır.

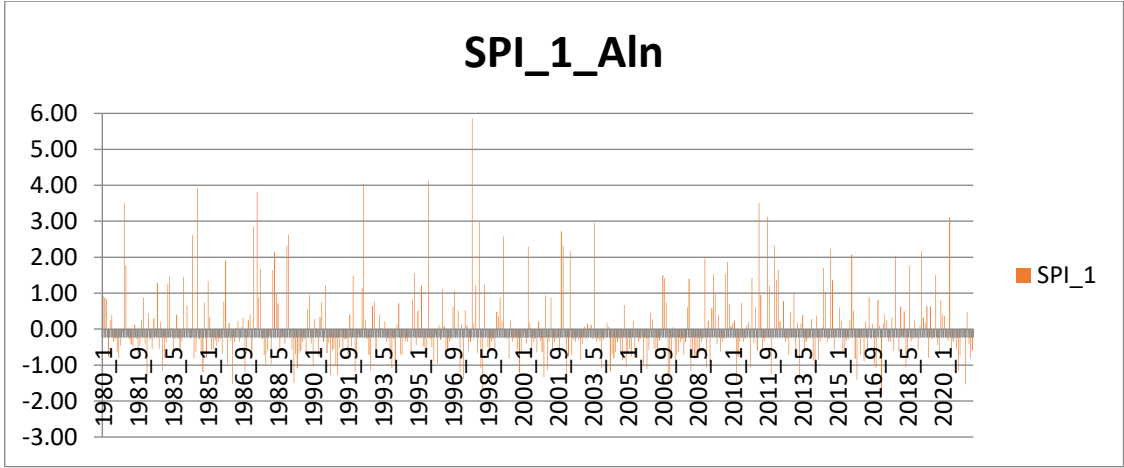
### 4.2.1. Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI=SYİ) açısından inceleme

SPI hesabı yapabilmek için Excel programından faydalandığı yukarıda belirtilmişti. MGM ve DSİ den alınan veriler her ne kadar excel olarak verilse de metin olarak saklanması ve parçalı verilmesi nedeniyle tekrar düzenlemeye gidilmiştir.

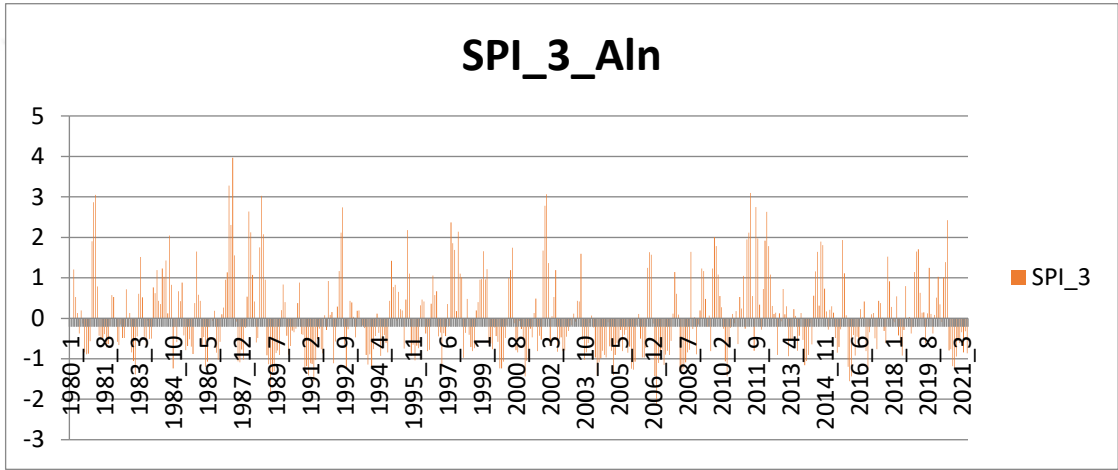
Çizelge 4.2.Yağış tablosu düzenlenmiş hali

Yil/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980	354.4	195	151.4	20.4	48.1	13.9	0	0	2.1	31.8	119.4	225.3
1981	710.4	254.3	92.7	49.3	18	2	6.5	0	0	58.9	203.3	375
1982	171.5	55.3	128.1	49.5	11.5	12.7	2.1	16.4	5.3	113.7	40.1	111.4
1983	174.9	219.9	189.6	69.1	1.5	5.1	10.3	0	3.1	69.3	341	237.5
1984	318.7	131.8	85.5	229	0	0	58.3	0	0	0	257.4	114.7
1985	410.7	160.5	67.1	32.3	22.6	2.2	0	0	0.8	158.8	393.2	86.4
1986	250.2	118.4	9.1	44.4	39.1	11.7	0	3.5	33.2	1.5	95.3	275.4
1987	285.2	93.2	273.4	69.3	210.5	20.6	27.7	0	0	17.3	102.1	210.2
1988	95	245.3	230.4	130.2	69.7	0.2	3.5	0.7	9.9	284.8	476.4	220.8
1989	148.4	41.2	59.2	0	6.4	0.4	0	0	0	142.4	282.3	172.5
1990	83.8	156.8	95.7	20.7	52.5	18.9	0	15.7	1.5	64.8	25.8	145.3
1991	151.7	72.5	25.4	33.9	37.4	0	1	0	0.3	129.5	117.1	470.6
1992	64.6	96.1	92.9	53.9	89.7	63.9	8.6	0	0	1.3	247.8	355.8
1993	117.5	133.3	125.7	69.2	31	11.6	0	0	0	8.8	142.2	77.4
1994	246	185.3	59.3	22.2	26	3.9	0	0.3	1.8	163.1	351.7	167.3
1995	297.7	122	174	37.1	14.8	0.1	60.9	0	6.6	24.6	158.3	84.7
1996	241.9	119.2	168.1	72.8	8.6	0.7	0	0	42.5	184	156.3	318.2
1997	60.3	148.3	17.9	99.6	41.6	0.2	0	64.7	28.1	196.1	95.6	704.7
1998	78.4	25	176.3	65.4	14.7	0	0	0	5.5	136	213.6	374.7
1999	260.2	306.1	88	50.6	0	11.9	0	0.1	15.5	48.9	32.4	141.4
2000	223.7	132.8	77.7	209.3	44.9	0.5	0	0	2.1	113.6	134.6	138.1
2001	44.6	199.8	32.3	46.2	77.2	0	0	0	15.9	54	487.4	601
2002	222.9	56.4	56.3	200.7	4	4.7	0	1.3	13.3	27.2	125.6	250.1
2003	189.4	148.4	97.8	74.5	24.3	49	0	0	12.4	8.2	138.5	220
2004	250.4	142.9	31.1	24.1	0.2	0.1	0	0	0	26	250.5	70.9
2005	135.1	102.5	55.6	80.4	1	8.3	0	0	20.8	17	143.7	61
2006	148.4	168.1	118	33.8	0.4	0.1	0.5	1.1	70.8	211.5	258.2	6.8
2007	53.7	95.4	104.9	14.3	4.7	0.1	0	0	0	67.1	243.4	457.1
2008	68	92.1	51.3	16.9	6.9	0.7	0	0	85.7	10	199.6	92.3
2009	308.2	237.9	160.2	40.9	55.2	0	0	0	71.8	248.9	254.2	250.3
2010	251.4	154	12.6	20.1	21.1	18.6	0	0.1	26.3	113.2	51.4	462.1
2011	174.8	178.4	65.6	284	80.4	0	0	0.2	122.6	194.7	28.3	218.3
2012	547.3	227.9	201.3	80.5	37.9	19.3	0	0	0	134.3	146.5	390.6
2013	118.2	150.9	17.9	76.8	54.6	0.1	0.1	0	15.9	119.1	72.6	49.5
2014	279.4	83.6	80.5	69.9	114.6	22.9	0	0	94.2	206.7	107.5	231.7
2015	232.2	178	115.2	29.9	9.4	4.3	1.2	5.4	88.8	137.9	78	15.9
2016	195.7	91.9	99.8	11.7	46.4	0	17	0	27.3	14.7	49	364.3
2017	242.2	18.5	111.5	90.9	48.6	3.9	0	6.2	3.8	262.7	170.1	137.3
2018	314.2	127.4	131.1	1.4	3.8	32.7	0	0	30.4	94.5	108	253.7
2019	526.1	159.2	112.9	106.7	0.8	17.3	1.2	0.5	70.6	61.4	100.4	364
2020	283.5	163	87.2	47.2	178.2	0.2	0	0.1	4.8	0.5	88.2	201.2
2021	231.8	39.6	130.4	41.7	0	0.5	□	□	□	□	□	□
Ort	227.68	138.77	101.45	67.16	37.10	8.65	4.85	2.84	22.77	96.56	172.85	236.72
Stn.Spm	137.95	64.99	60.35	61.71	45.48	13.69	13.64	10.55	31.96	81.21	115.49	157.29

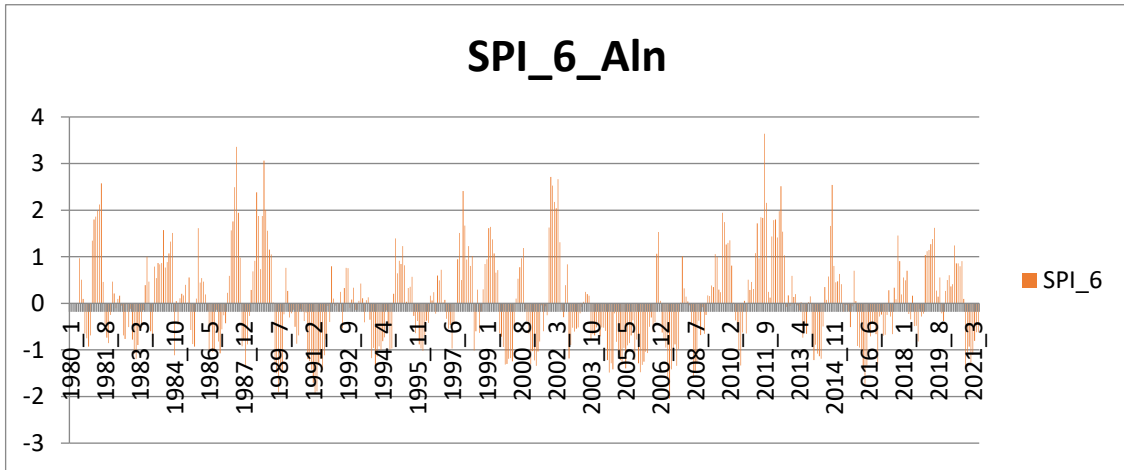
Çalışmada Alanya, Anamur, Karaman, Konya ve Seydişehir istasyonları kullanılmıştır. Çalışma 1980-2021 yılları arasında bulunan MGM ve DSİ den alınan veriler Excel değerlendirilerek hesaplanmıştır. İstasyonlara ait oluşan grafikler aşağıda gösterilmiştir.



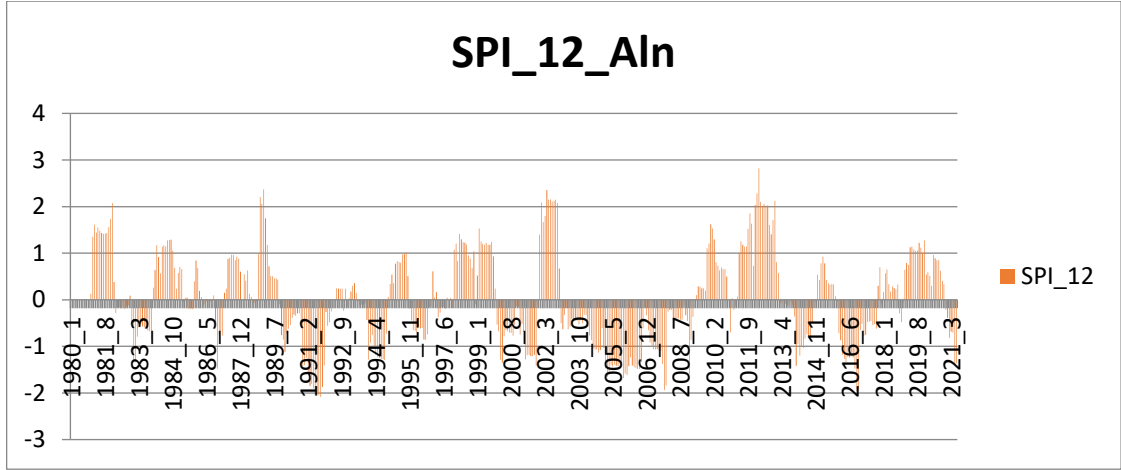
Şekil 4.6. Alanya istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği



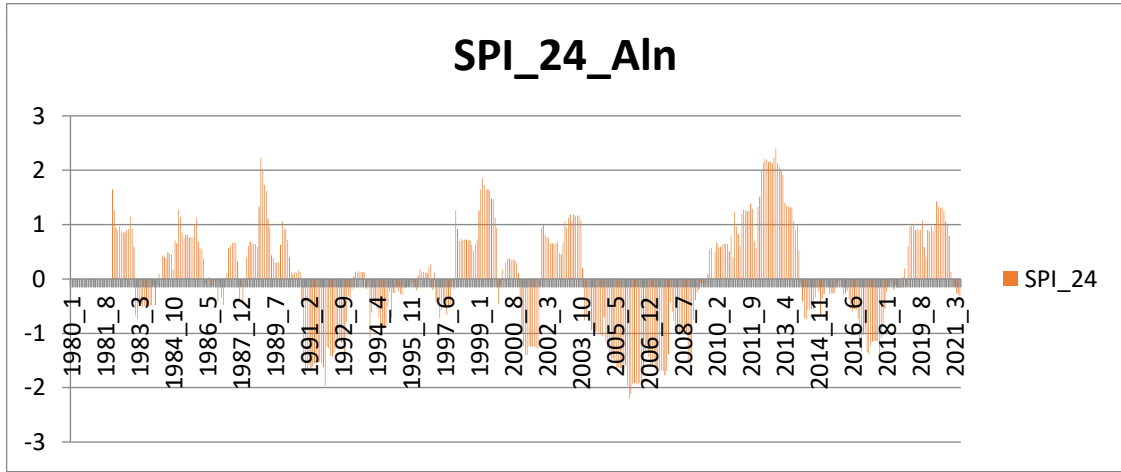
Şekil 4.7. Alanya istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.8. Alanya istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.9. Alanya istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği

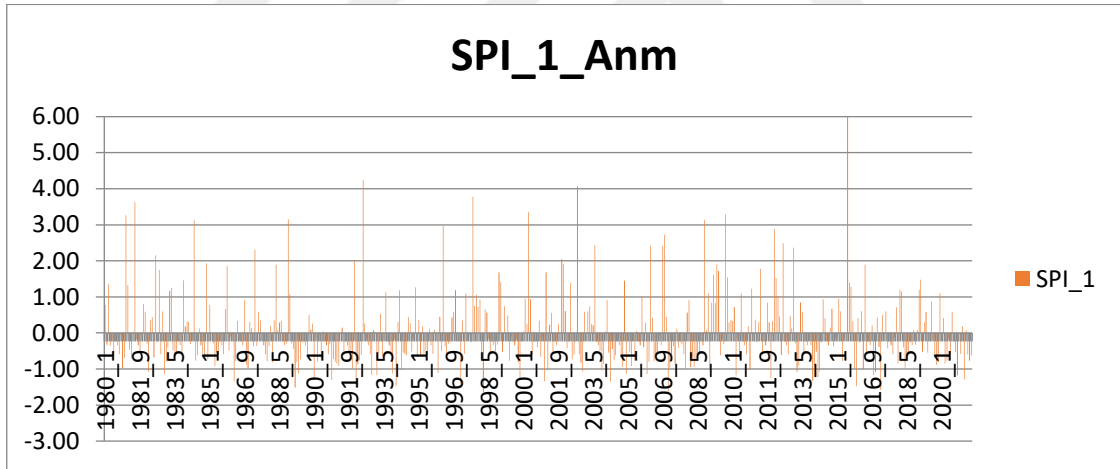


Şekil 4.10. Alanya istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği

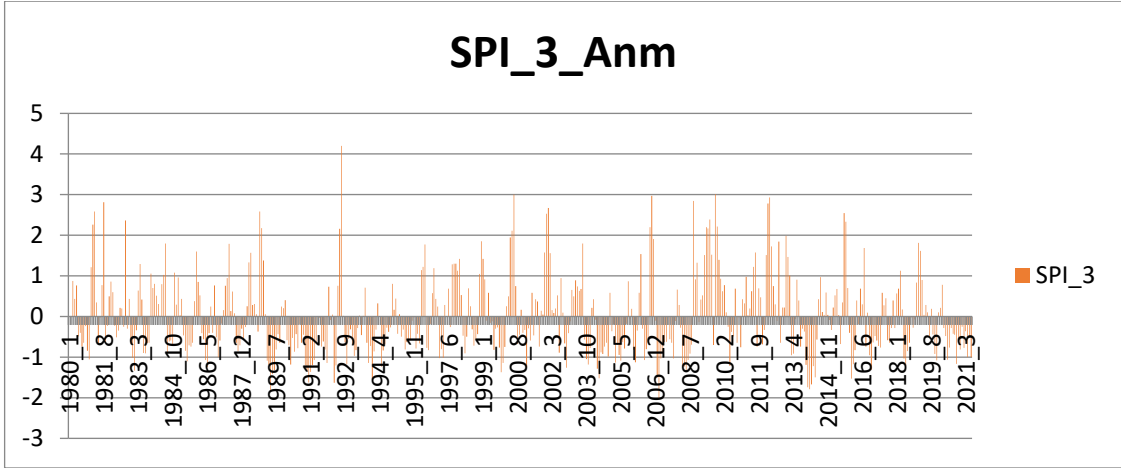
Çizelge 4.3. Alanya istasyonu SPI analiz sonuçları

SINIFI	SPI 1		SPI 3		SPI 6		SPI 12		SPI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	26	5.22	23	4.64	18	3.65	21	4.31	14	2.95
Çok yağışlı	14	2.81	26	5.24	28	5.68	15	3.08	11	2.32
Orta şiddetli yağışlı	21	4.22	33	6.65	32	6.49	51	10.47	47	9.89
Normal	125	25.10	132	26.61	151	30.63	136	27.93	160	33.68
Normale yakın kuraklık	269	54.02	226	45.56	188	38.13	178	36.55	156	32.84
Orta şiddetli kuraklık	38	7.63	52	10.48	68	13.79	67	13.76	46	9.68
Şiddetli kuraklık	5	1.00	3	0.60	7	1.42	17	3.49	39	8.21
Çok şiddetli kuraklık	0	0.00	1	0.20	1	0.20	2	0.41	2	0.42

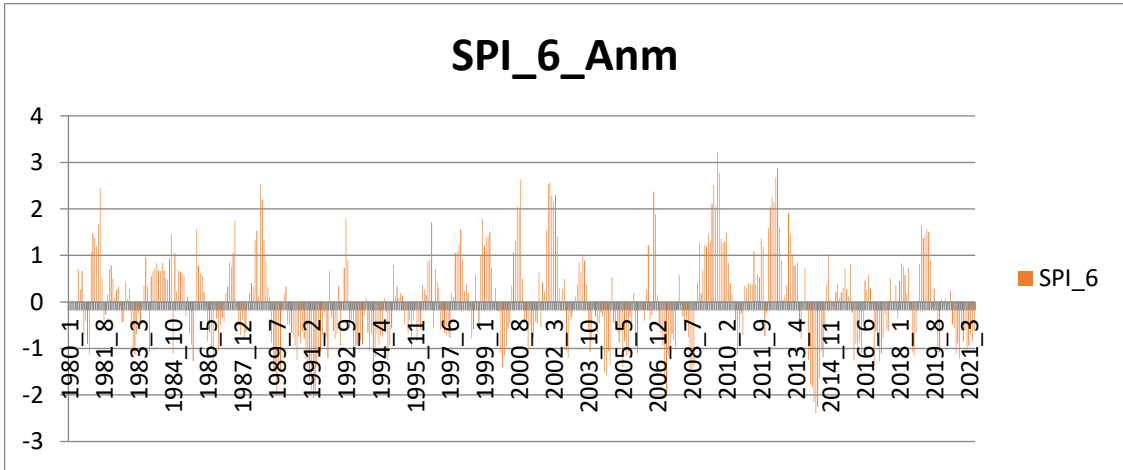
Alanya istasyonu SPI açısından incelediğimizde 12 aylık verilere göre hesaplanan SPI\_12 değerleri için 223 ay yağışlı, 264 ay kurak geçtiği görülmüştür. SPI\_24 için bu değerler 232 ay yağışlı, 243 ay kurak olarak geçtiği hesaplanmıştır. 2003 yılı aralık ayından itibaren 69 aylık periyod en uzun süren kesintisiz kurak dönemdir. 2009 yılı eylül ayından itibaren 52 aylık periyod ise en uzun süren yağışlı dönemdir. İstasyonu 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak değerlendirilmeye alındığında, 2000 yılı öncesinde "çok şiddetli yağış" 2 ay, "şiddetli yağış" 9 ay, "orta şiddetli yağış" 14 ay, "normal" 104 ay geçmiştir. 2000 yılı sonrasında "çok şiddetli yağışlı" 12 ay, "çok yağışlı" 2 ay, "orta şiddetli yağış" 33 ay, "normal" 56 ay olarak hesaplanmıştır. 2000 yılı öncesinde "normale yakın kuraklık" 75 ay, "orta şiddetli kuraklık" 12 ay, "şiddetli kuraklık" 13 ay, "çok şiddetli kuraklık" görülmemiş olarak hesaplanmış iken 2000 yılı sonrasında "normale yakın kuraklık" 81 ay, "orta şiddetli kuraklık" 34 ay, "şiddetli kuraklık" 26 ay, "çok şiddetli kuraklık" 2 ay olarak hesaplanmıştır. 2000 yılı öncesi yağışlar "orta şiddetli" ve "normal" iken 2000 yılından sonra "orta şiddetli" ve "çok şiddetli yağışlı" hale gelmiştir. 2000 yılı sonrasında kuraklık giderek arttığı görülmektedir.



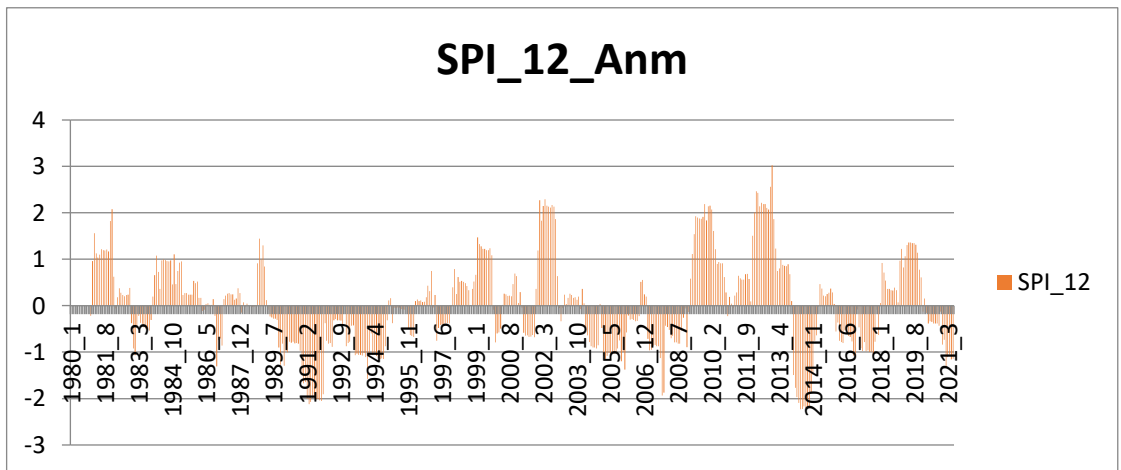
Şekil 4.11 . Anamur istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği



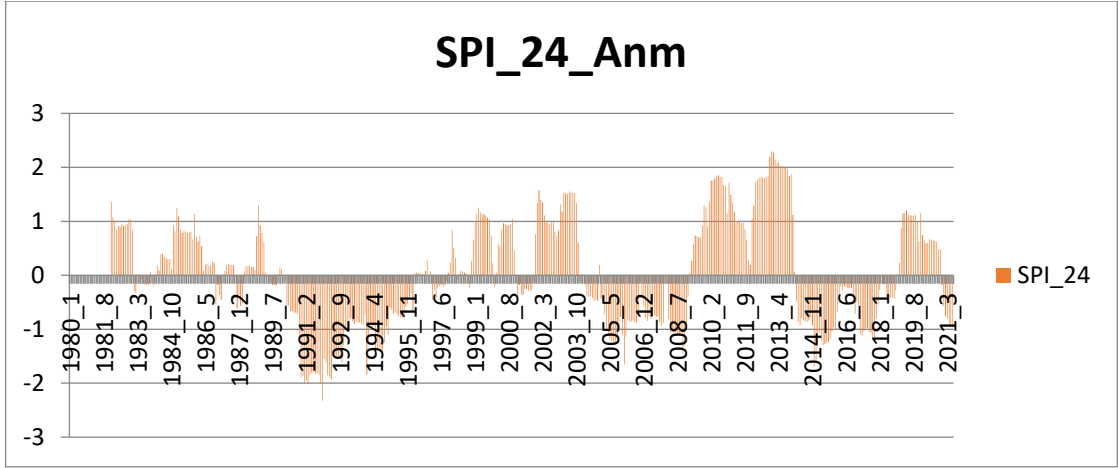
Şekil 4.12 . Anamur istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.13. Anamur istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.14. Anamur istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği



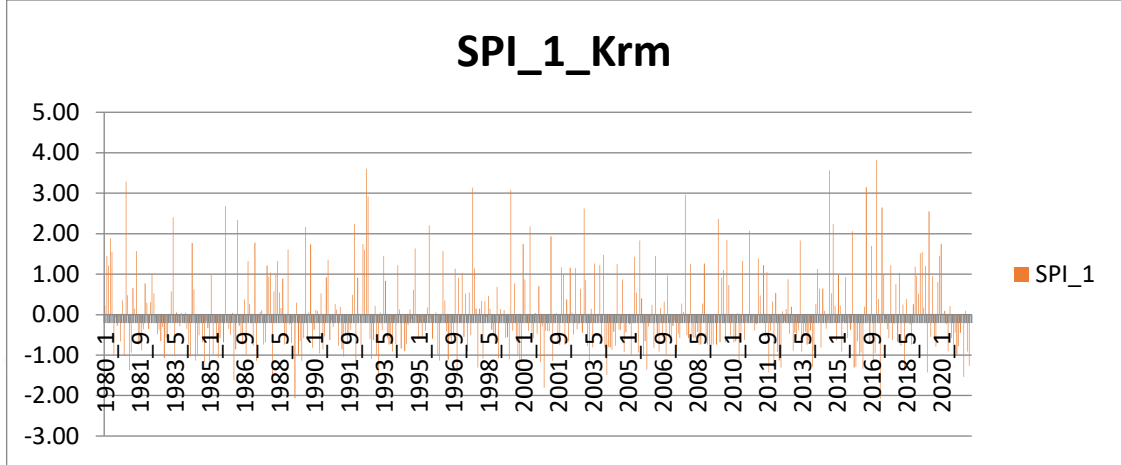
Şekil 4.15. Anamur istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği

Çizelge 4.4. Anamur istasyonu SPI analiz sonuçları

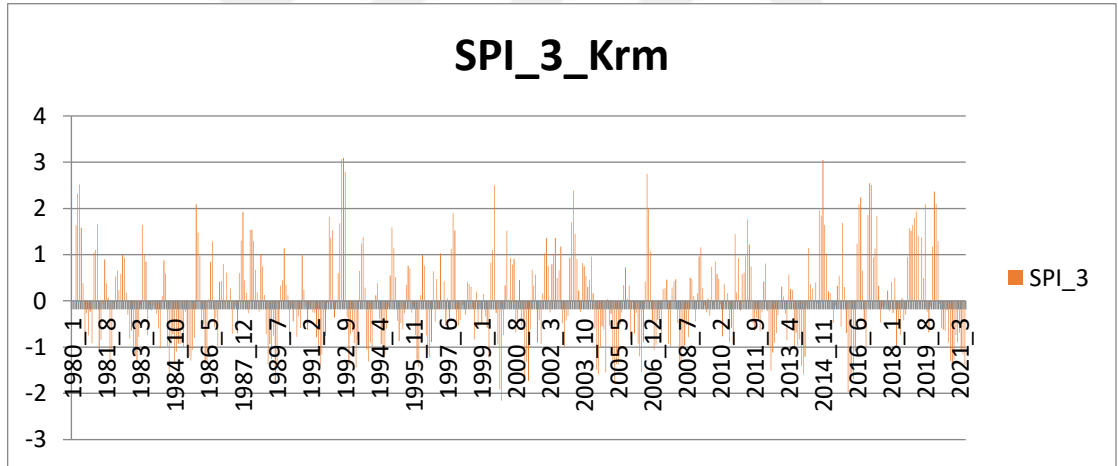
SINIFI	SPI 1		SPI 3		SPI 6		SPI 12		SPI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	23	4.62	24	4.84	22	4.46	24	4.93	8	1.68
Çok yağışlı	14	2.81	22	4.44	17	3.45	14	2.87	32	6.74
Orta şiddetli yağışlı	27	5.42	23	4.64	38	7.71	36	7.39	47	9.89
Normal	121	24.30	150	30.24	155	31.44	168	34.50	143	30.11
Normale yakın kuraklık	271	54.42	214	43.15	188	38.13	178	36.55	169	35.58
Orta şiddetli kuraklık	38	7.63	53	10.69	56	11.36	42	8.62	52	10.95
Şiddetli kuraklık	4	0.80	9	1.81	12	2.43	11	2.26	22	4.63
Çok şiddetli kuraklık	0	0.00	1	0.20	5	1.01	14	2.87	2	0.42

Anamur istasyonu SPI açısından incelediğimizde 12 aylık verilere göre hesaplanan SPI\_12 değerleri için 242 ay yağışlı, 245 ay kurak geçtiği görülmüştür. SPI\_24 için bu değerler 230 ay yağışlı, 245 ay kurak olarak geçtiği hesaplanmıştır. 1989 yılı nisan ayından itibaren 89 aylık periyod en uzun süren kesintisiz kurak dönemdir. 2009 yılı şubat ayından itibaren 60 aylık periyod ise en uzun süren yağışlı dönemdir. İstasyonu 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak değerlendirilmeye alındığında, 2000 yılı öncesinde "çok şiddetli yağış" ve "şiddetli yağış" görülmez iken, "orta şiddetli yağış" 18 ay, "normal" 98 ay geçmiştir. 2000 yılı sonrasında "çok şiddetli yağışlı" 8 ay, "çok yağışlı" 32 ay, "orta şiddetli yağış" 29 ay, "normal" 45 ay olarak hesaplanmıştır. 2000 yılı öncesinde "normale yakın kuraklık" 76 ay, "orta şiddetli kuraklık" 16 ay, "şiddetli kuraklık" 19 ay, "çok şiddetli kuraklık" 2 ay olarak hesaplanmış iken 2000 yılı sonrasında

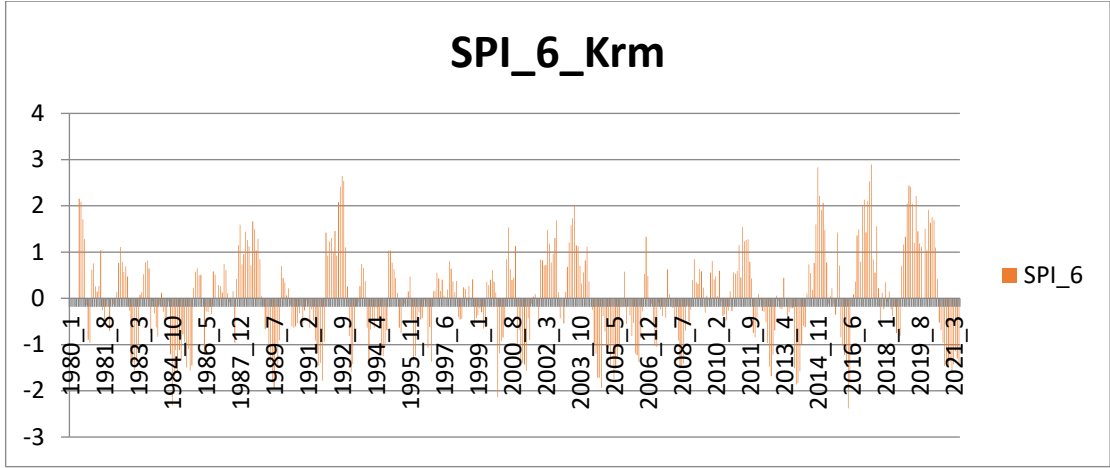
"normale yakın kuraklık" 93 ay, "orta şiddetli kuraklık" 36 ay, "şiddetli kuraklık" 3 ay olarak hesaplanmış, "çok şiddetli kuraklık" görülmemiştir. 2000 yılı öncesi yağışlar "orta şiddetli" ve "normal" iken 2000 yılından sonra "orta şiddetli" ve "çok yağışlı" hale gelmiştir. 2000 yılı öncesi kurak dönem yerini yağışlı periyoda bıraktığı görülmektedir.



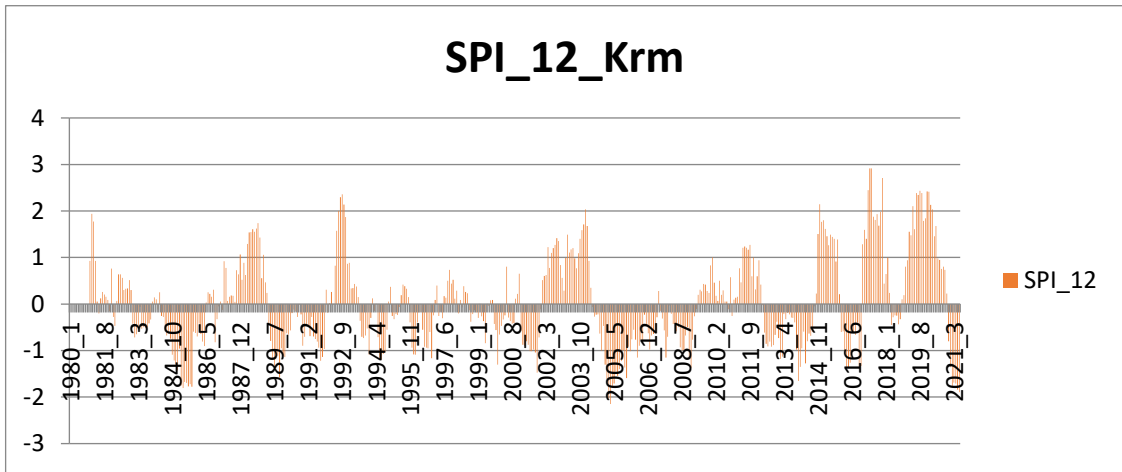
Şekil 4.16. Karaman istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği



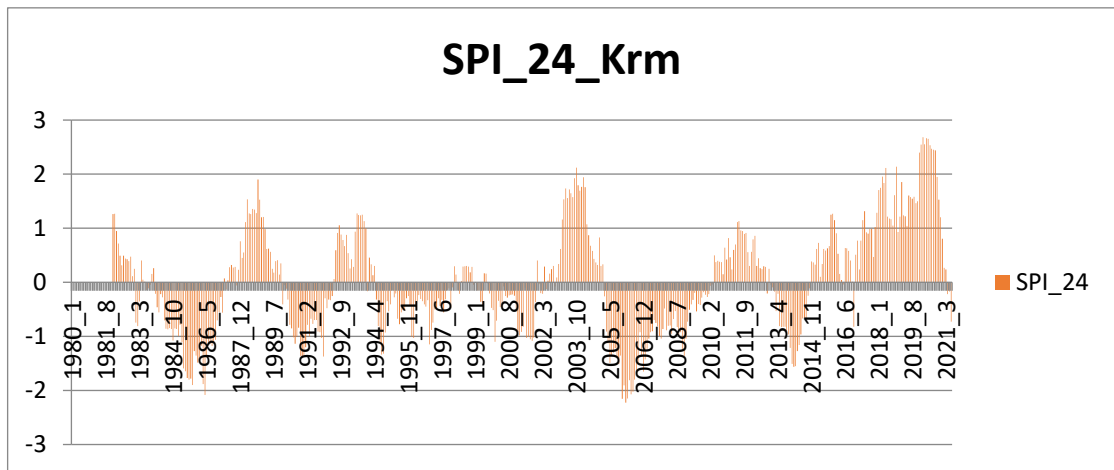
Şekil 4.17. Karaman istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.18. Karaman istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.19. Karaman istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği



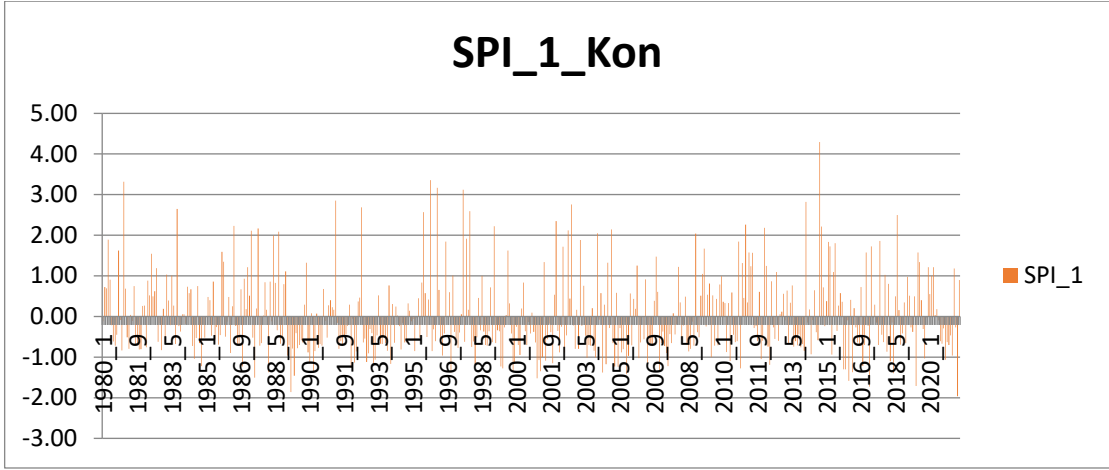
Şekil 4.20. Karaman istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği

Karaman istasyonu SPI açısından incelediğimizde 12 aylık verilere göre hesaplanan SPI<sub>12</sub> değerleri için 222 ay yağışlı, 265 ay kurak geçtiği görülmüştür.

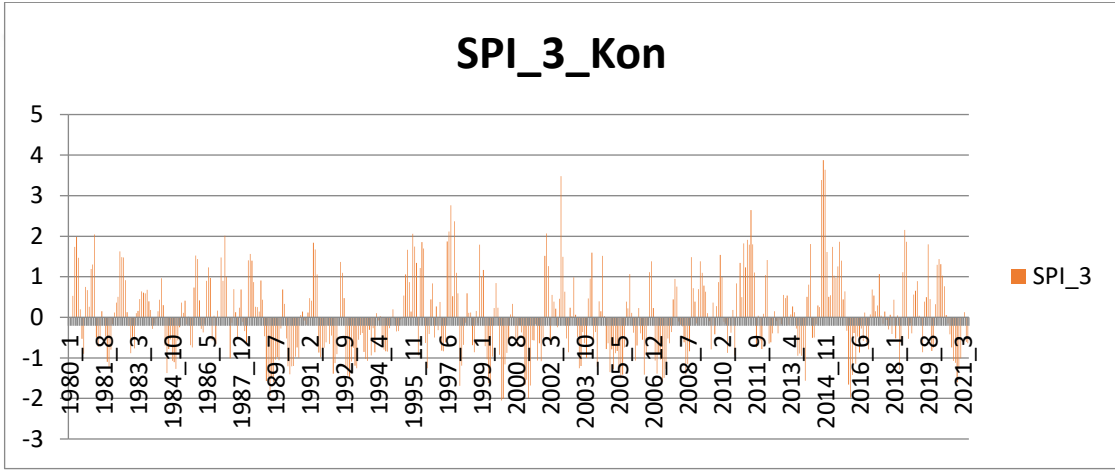
SPI\_24 için bu değerler 223 ay yağışlı, 252 ay kurak olarak geçtiği hesaplanmıştır. 2005 yılı şubat ayından itibaren 62 aylık periyod en uzun süren kesintisiz kurak dönemdir. 2014 yılı kasım ayından itibaren 77 aylık periyod ise en uzun süren yağışlı dönemdir. İstasyonu 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak değerlendirilmeye alındığında, 2000 yılı öncesinde "çok şiddetli yağış" görülmez iken, "şiddetli yağış" 3 ay, "orta şiddetli yağış" 17 ay, "normal" 64 ay geçmiştir. 2000 yılı sonrasında "çok şiddetli yağışlı" 13 ay, "çok yağışlı" 25 ay, "orta şiddetli yağış" 22 ay, "normal" 79 ay olarak hesaplanmıştır. 2000 yılı öncesinde "normale yakın kuraklık" 108 ay, "orta şiddetli kuraklık" 29 ay, "şiddetli kuraklık" 7 ay, "çok şiddetli kuraklık" 1 ay olarak hesaplanmış iken 2000 yılı sonrasında "normale yakın kuraklık" 69 ay, "orta şiddetli kuraklık" 24 ay, "şiddetli kuraklık" 5 ay, "çok şiddetli kuraklık" 9 ay olarak hesaplanmıştır. 2000 yılı öncesi her ne kadar karasal iklim özelliklerine sahip ise de 2000 yılından sonra yağışlı periyodda kalmıştır. Hesap edilen 246 ayın 139 u Normal ve yağışlı olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.5.** Karaman istasyonu SPI analiz sonuçları

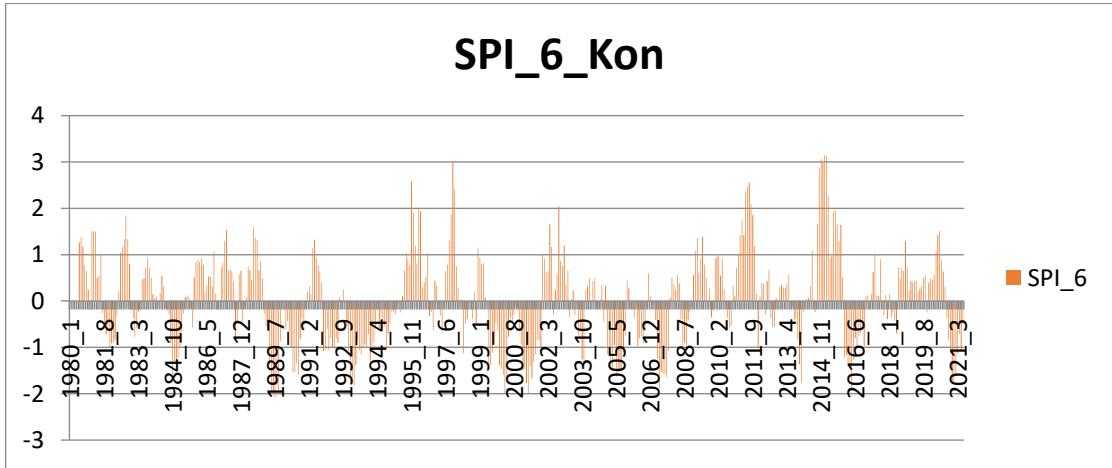
SINIFI	SPI 1		SPI 3		SPI 6		SPI 12		SPI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	23	4.62	18	3.63	19	3.85	19	3.90	13	2.74
Çok yağışlı	20	4.02	27	5.44	17	3.45	29	5.95	28	5.89
Orta şiddetli yağışlı	37	7.43	36	7.26	44	8.92	33	6.78	39	8.21
Normal	118	23.69	143	28.83	156	31.64	141	28.95	143	30.11
Normale yakın kuraklık	244	49.00	202	40.73	174	35.29	196	40.25	177	37.26
Orta şiddetli kuraklık	49	9.84	54	10.89	57	11.56	48	9.86	53	11.16
Şiddetli kuraklık	5	1.00	15	3.02	23	4.67	19	3.90	16	3.37
Çok şiddetli kuraklık	2	0.40	1	0.20	3	0.61	2	0.41	6	1.26



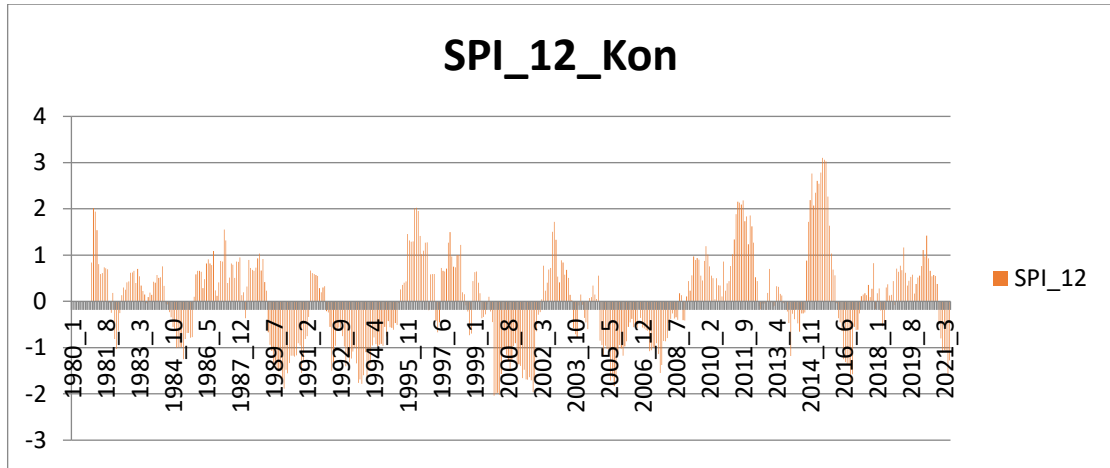
Şekil 4.21. Konya istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği



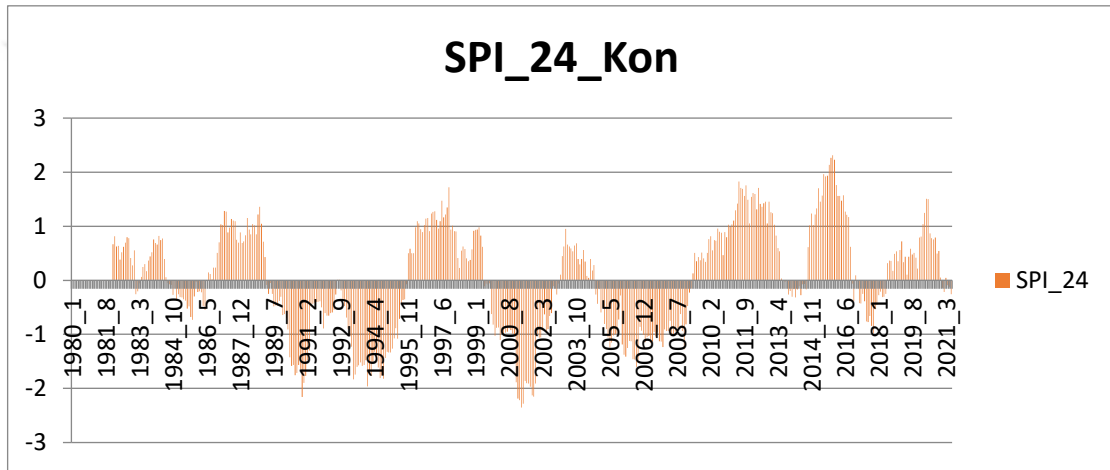
Şekil 4.22. Konya istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.23. Konya istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.24. Konya istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği

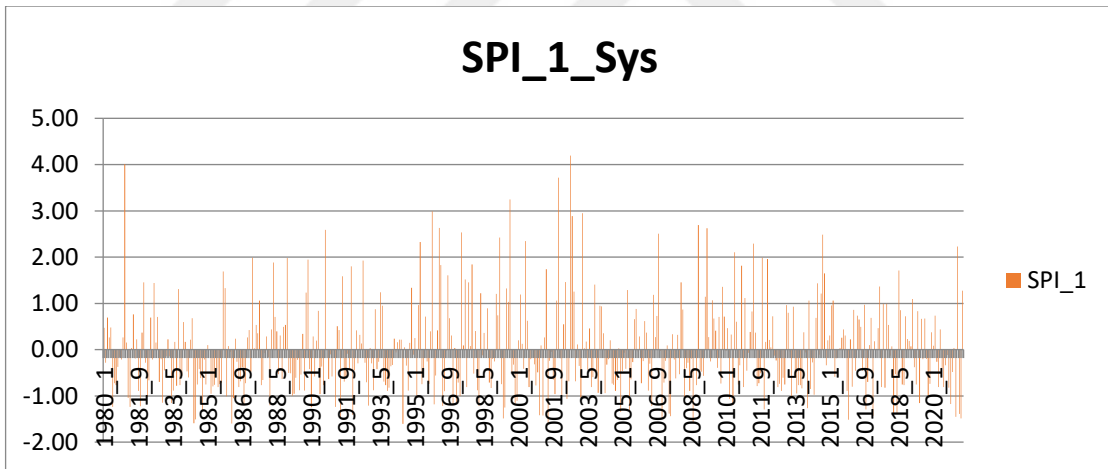


Şekil 4.25. Konya istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği

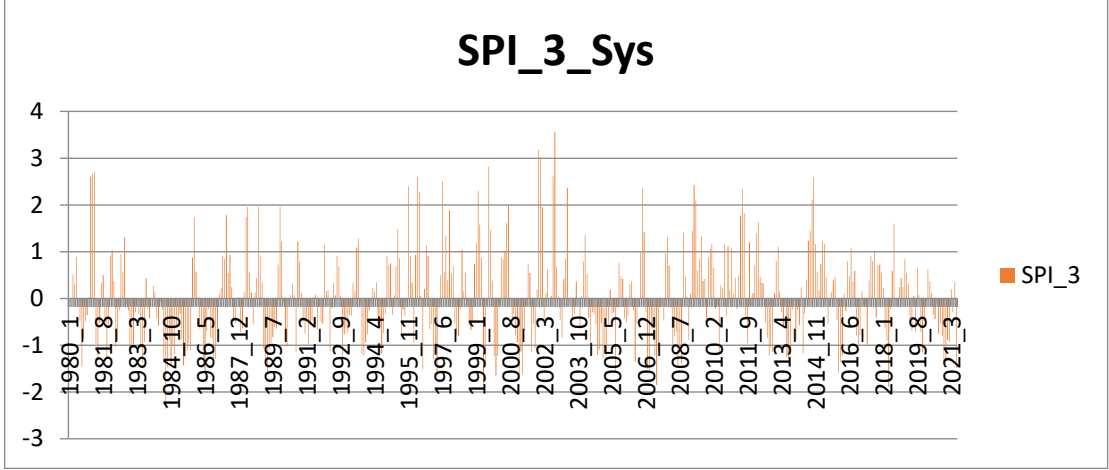
Çizelge 4.6. Konya istasyonu SPI analiz sonuçları

SINIFI	SPI 1		SPI 3		SPI 6		SPI 12		SPI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	27	5.42	13	2.62	15	3.04	18	3.70	4	0.84
Çok yağışlı	20	4.02	28	5.65	18	3.65	14	2.87	21	4.42
Orta şiddetli yağışlı	27	5.42	42	8.47	35	7.10	27	5.54	57	12.00
Normal	131	26.31	155	31.25	176	35.70	196	40.25	154	32.42
Normale yakın kuraklık	239	47.99	184	37.10	167	33.87	145	29.77	156	32.84
Orta şiddetli kuraklık	47	9.44	54	10.89	50	10.14	55	11.29	46	9.68
Şiddetli kuraklık	7	1.41	17	3.43	30	6.09	30	6.16	30	6.32
Çok şiddetli kuraklık	0	0.00	3	0.60	2	0.41	2	0.41	7	1.47

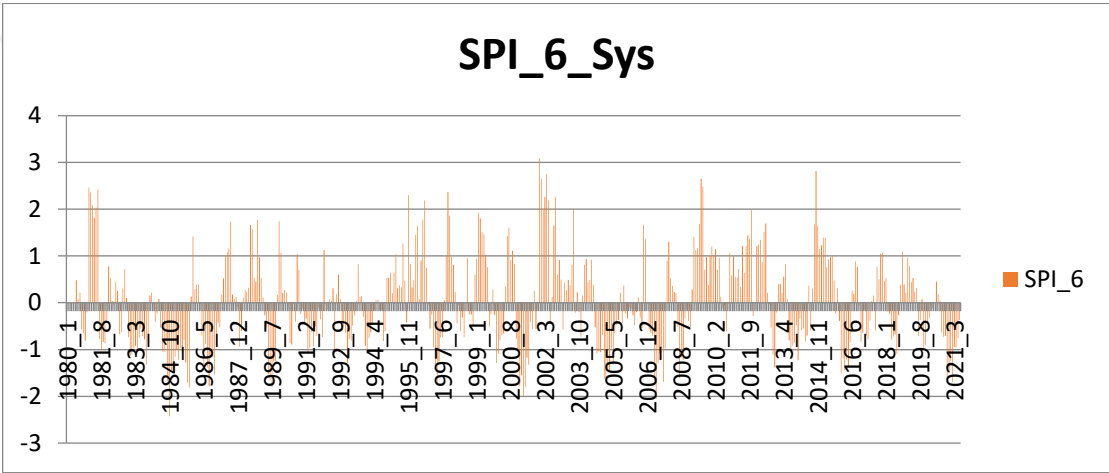
Konya istasyonu SPI açısından incelediğimizde 12 aylık verilere göre hesaplanan SPI\_12 değerleri için 255 ay yağışlı, 232 ay kurak geçtiği görülmüştür. SPI\_24 için bu değerler 236 ay yağışlı, 239 ay kurak olarak geçtiği hesaplanmıştır. 1989 yılı mart ayından itibaren 80 aylık periyod en uzun süren kesintisiz kurak dönemdir. 2009 yılı nisan ayından itibaren 52 aylık periyod ise en uzun süren yağışlı dönemdir. İstasyonu 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak değerlendirilmeye alındığında, 2000 yılı öncesinde "çok şiddetli yağış" görülmez iken, "şiddetli yağış" 1 ay, "orta şiddetli yağış" 28 ay, "normal" 77 ay geçmiştir. 2000 yılı sonrasında " çok şiddetli yağışlı" 4 ay, "çok yağışlı" 20 ay, "orta şiddetli yağış" 29 ay, "normal" 77 ay olarak hesaplanmıştır. 2000 yılı öncesinde " normale yakın kuraklık" 79 ay, "orta şiddetli kuraklık" 19 ay, "şiddetli kuraklık" 24 ay, "çok şiddetli kuraklık" 1 ay olarak hesaplanmış iken 2000 yılı sonrasında " normale yakın kuraklık" 77 ay, "orta şiddetli kuraklık" 27 ay, "şiddetli kuraklık" 6 ay, "çok şiddetli kuraklık" 6 ay olarak hesaplanmıştır. 2000 yılı öncesi her ne kadar karasal iklim özelliklerine sahip ise de 2000 yılından sonra yağışlı periyodda kalmıştır. Hesap edilen 246 ayın 130 u Normal ve yağışlı olarak hesaplanmıştır.



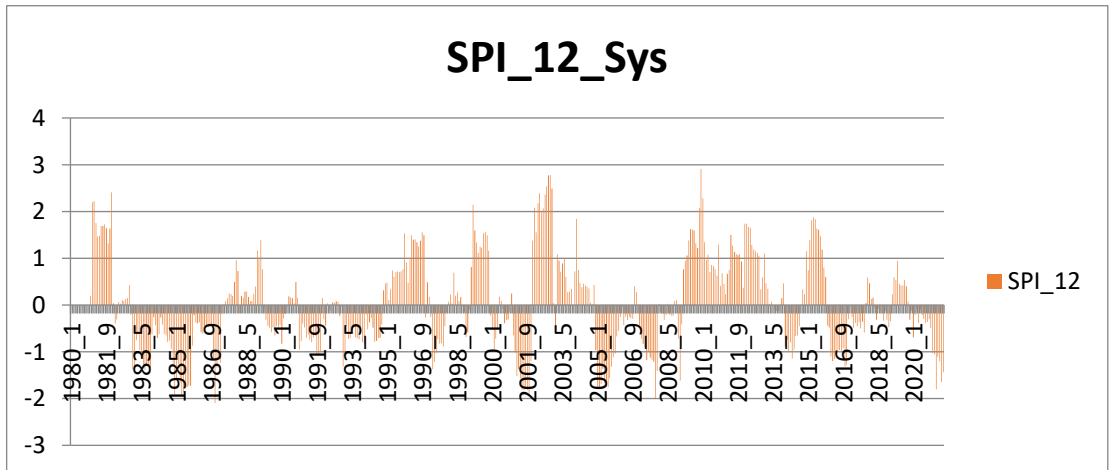
Şekil 4.26. Seydişehir istasyonu 1 aylık SPI değerleri grafiği



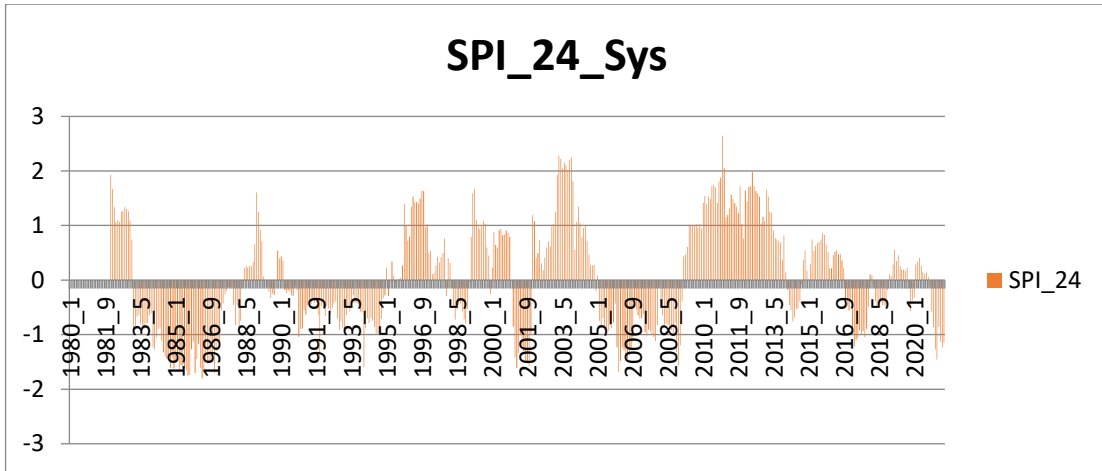
Şekil 4.27. Seydişehir istasyonu 3 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.28. Seydişehir istasyonu 6 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.29. Seydişehir istasyonu 12 aylık SPI değerleri grafiği



Şekil 4.30 . Seydişehir istasyonu 24 aylık SPI değerleri grafiği

Çizelge 4.7. Seydişehir istasyonu SPI analiz sonuçları

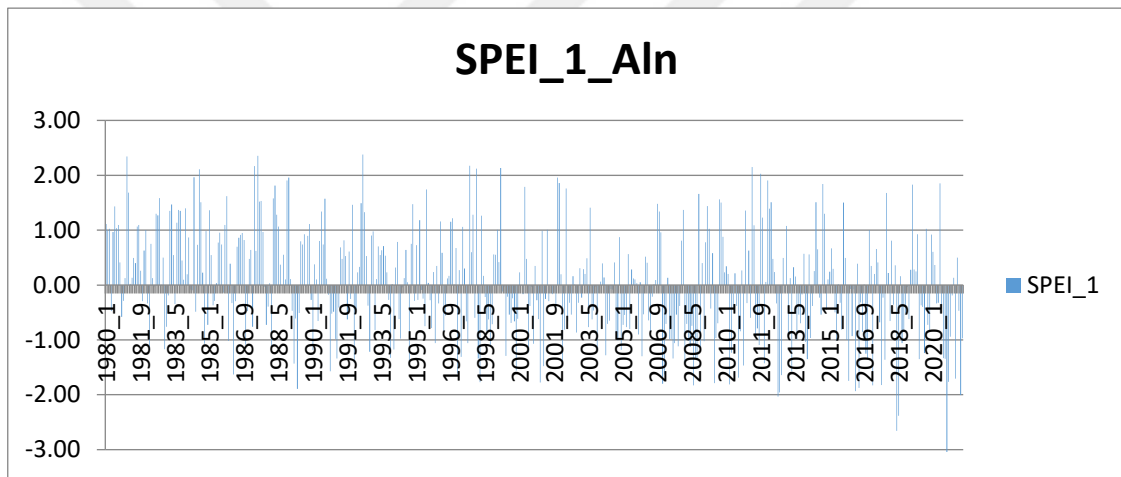
SINIFI	SPI 1		SPI 3		SPI 6		SPI 12		SPI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	20	4.02	21	4.23	18	3.65	17	3.49	10	2.11
Çok yağışlı	18	3.61	14	2.82	22	4.46	29	5.95	30	6.32
Orta şiddetli yağışlı	33	6.63	36	7.26	41	8.32	40	8.21	54	11.37
Normal	150	30.12	163	32.86	154	31.24	140	28.75	132	27.79
Normale yakın kuraklık	218	43.78	185	37.30	182	36.92	187	38.40	174	36.63
Orta şiddetli kuraklık	52	10.44	63	12.70	52	10.55	46	9.45	54	11.37
Şiddetli kuraklık	7	1.41	13	2.62	21	4.26	27	5.54	21	4.42
Çok şiddetli kuraklık	0	0.00	1	0.20	3	0.61	1	0.21	0	0.00

Seydişehir istasyonu SPI açısından incelediğimizde 12 aylık verilere göre hesaplanan SPI\_12 değerleri için 226 ay yağışlı, 261 ay kurak geçtiği görülmüştür. SPI\_24 için bu değerler 226 ay yağışlı, 249 ay kurak olarak geçtiği hesaplanmıştır. 1983 yılı ocak ayından itibaren 63 aylık periyod en uzun süren kesintisiz kurak dönemdir. 2009 yılı şubat ayından itibaren 59 aylık periyod ise en uzun süren yağışlı dönemdir. İstasyonu 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak değerlendirilmeye alındığında, 2000 yılı öncesinde "çok şiddetli yağış" görülmez iken, "şiddetli yağış" 9 ay, "orta şiddetli yağış" 22 ay, "normal" 54 ay geçmiştir. 2000 yılı sonrasında "çok şiddetli yağışlı" 10 ay, "çok yağışlı" 21 ay, "orta şiddetli yağış" 32 ay, "normal" 78 ay olarak hesaplanmıştır. 2000 yılı öncesinde "normale yakın kuraklık" 104 ay, "orta şiddetli kuraklık" 23 ay, "şiddetli

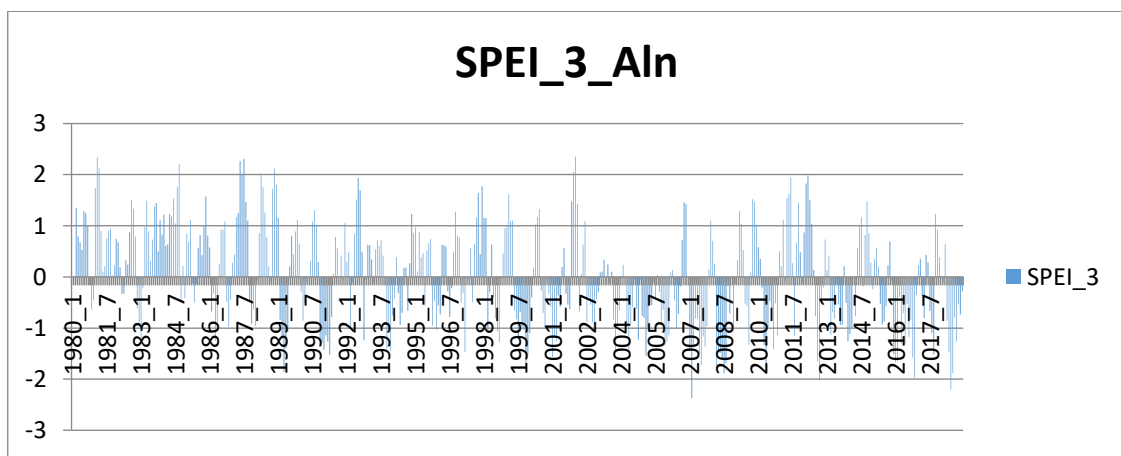
kuraklık" 17 ay hesaplanmış, "çok şiddetli kuraklık" görülmemiş iken 2000 yılı sonrasında "normale yakın kuraklık" 70 ay, "orta şiddetli kuraklık " 31 ay, "şiddetli kuraklık" 4 ay hesaplanmış, "çok şiddetli kuraklık" görülmemiştir. 2000 yılı öncesi kurak aylar daha fazla olsada 2000 yılı sonrası yağışlı aylar daha çok görülmektedir.

#### 4.2.2. Standartlaştırılmış evapotranspirasyon yağış indeksi (SPEI) açısından inceleme

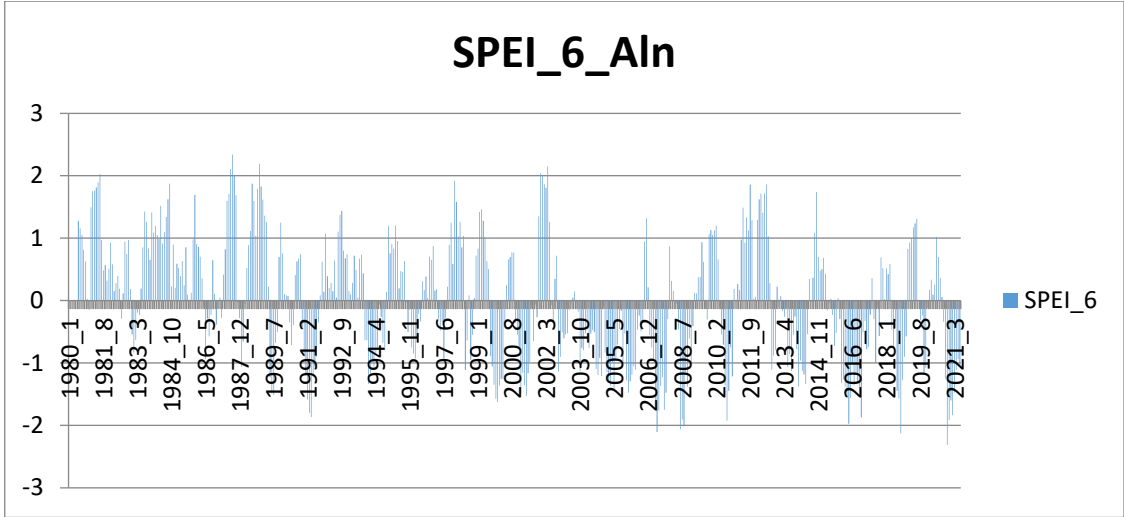
Çalışmada Alanya, Anamur, Karaman, Konya ve Seydişehir istasyonları kullanılmıştır. Çalışma 1980-2021 yılları arasında bulunan MGM ve DSİ den alınan veriler Excel ortamında değerlendirilerek hesaplanmıştır. İstasyonlara ait oluşan grafikler aşağıda gösterilmiştir.



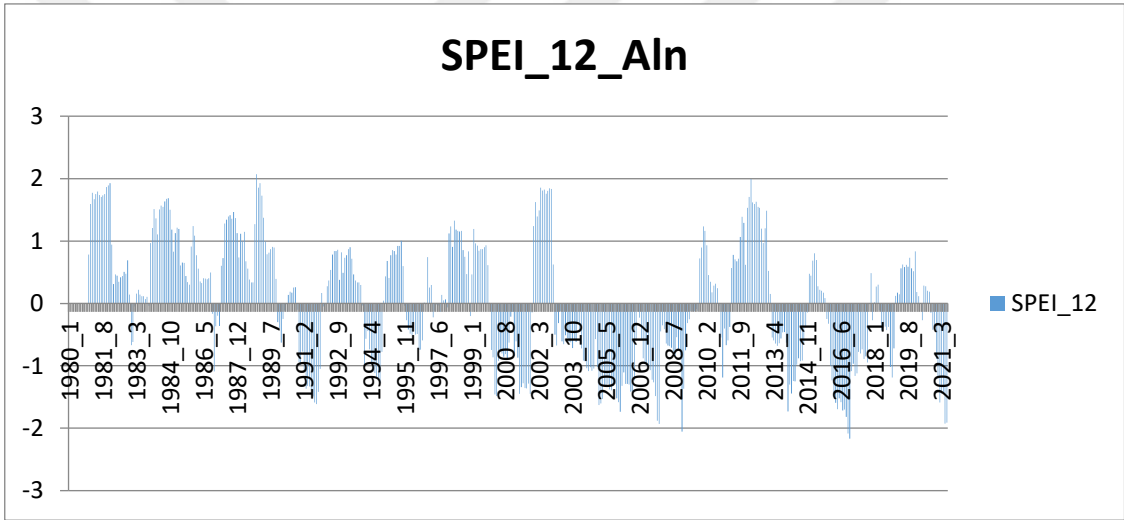
Şekil 4.31. Alanya istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği



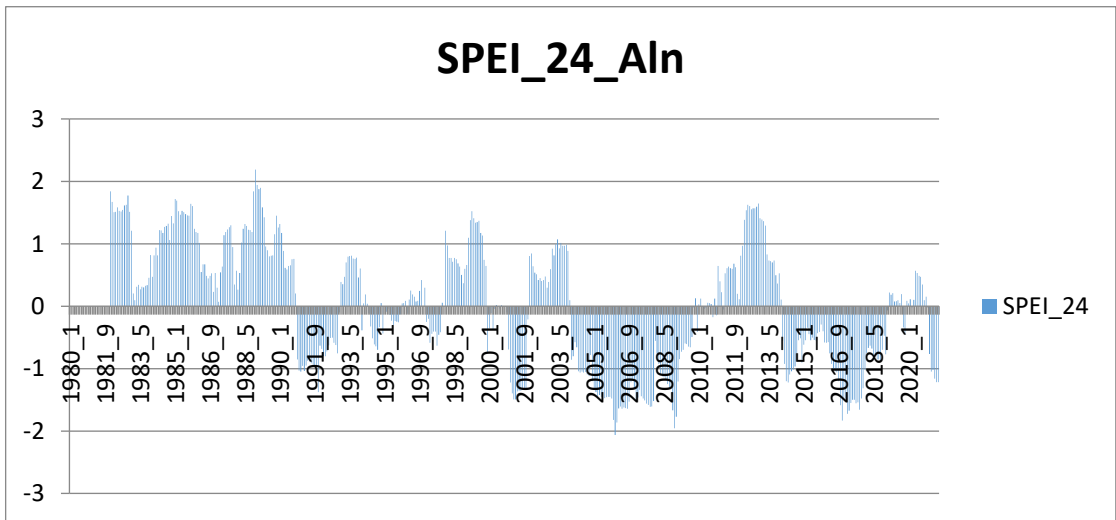
Şekil 4.32. Alanya istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.33. Alanya istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.34. Alanya istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği

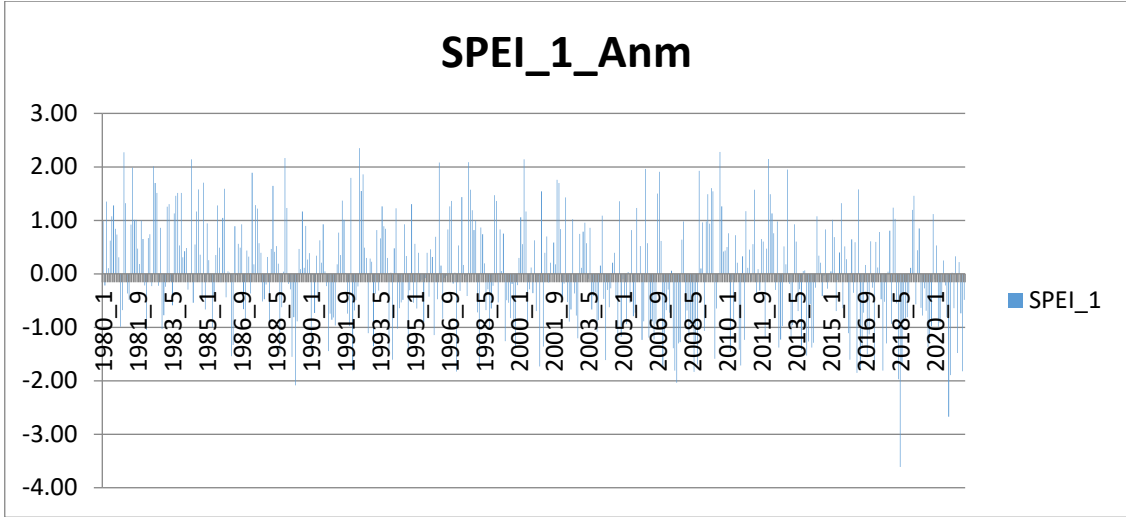


Şekil 4.35. Alanya istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği

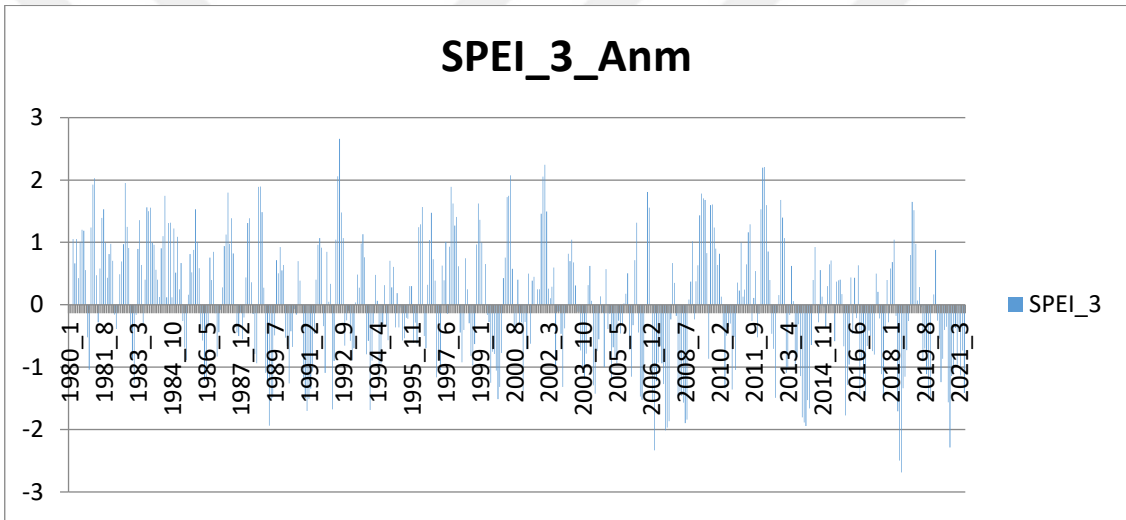
Çizelge 4.8. Alanya istasyonu SPEI özet çizelgesi

SINIFI	SPEI 1		SPEI 3		SPEI 6		SPEI 12		SPEI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	10	2.01	10	2.02	8	1.62	2	0.41	1	0.21
Çok yağışlı	29	5.82	26	5.24	28	5.68	38	7.80	33	6.95
Orta şiddetli yağışlı	49	9.84	55	11.09	50	10.14	43	8.83	53	11.16
Normal	167	33.53	156	31.45	166	33.67	162	33.26	164	34.53
Normale yakın kuraklık	160	32.13	165	33.27	151	30.63	153	31.42	126	26.53
Orta şiddetli kuraklık	55	11.04	59	11.90	65	13.18	64	13.14	69	14.53
Şiddetli kuraklık	23	4.62	21	4.23	20	4.06	22	4.52	28	5.89
Çok şiddetli kuraklık	5	1.00	4	0.81	5	1.01	3	0.62	1	0.21

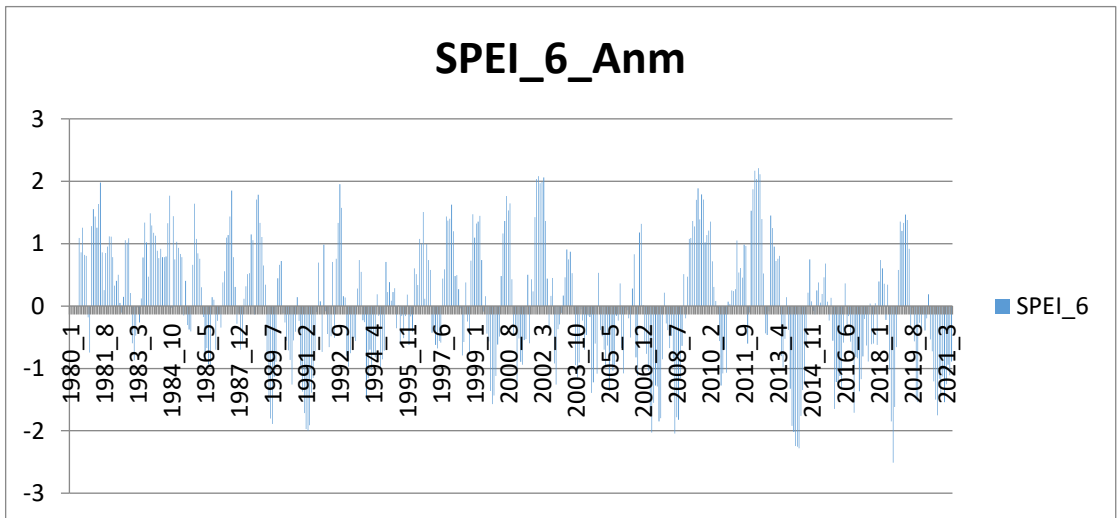
Alanya istasyonu SPEI 12 değerleri üzerinden Normal-Yağışlı ve Normale Yakın Kurak-Kurak periyod olarak incelendiğinde 245 aylık periyod "Normal-Yağışlı" , 242 aylık periyod ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak belirlenmiştir. Bu değerler SPEI 24 de ise 251 ay "Normal-Yağışlı", 224 ay ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak tespit edilmiştir. 2003 yılı Aralık ayında başlayan ve 73 ay süren periyod bu istasyon için en uzun süre kesintisiz devam eden kurak dönemdir. Ancak 2014 yılı Ocak ayında başlayan 61 aylık periyodta "orta şiddetli kuraklık" ve "şiddetli kuraklık" görülen ay sayısı artmış, kuraklık daha da hissedilir hale gelmiştir. 1981 yılı Aralık ayı ile başlayan ve 107 ay süren dönem ise bu istasyon için en uzun süre devam eden yağışlı dönemdir. İstasyon değerlendirmesini 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak yapıldığında 2000 yılı ve öncesi "çok şiddetli yağış" 1 ay, "çok yağışlı" 25 ay, " orta şiddetli yağış" 45 ay, "normal" dönem 94 aydır. 2000 yılı sonrasında "çok şiddetli yağış" görülmezken "çok yağışlı" 8 ay, " orta şiddetli yağış" 8 ay, "normal" dönem 70 aydır. 2000 yılı öncesi kurak periyoda bakıldığında, "normale yakın kuraklık" 59 ay olarak hesaplanmış iken "orta şiddetli kuraklık" 5 ay hesaplanmış, "şiddetli kuraklık" ve "çok şiddetli kuraklık" yaşanmamıştır. 2000 yılı sonrasına bakıldığında, "normale yakın kuraklık" ta 67 aya çıkmış, "orta şiddetli kuraklık" 64 ay görüldüğü, " şiddetli kuraklık" ında 28 ay olarak gerçekleşmesi ve "çok şiddetli kuraklık" 1 ay olarak yaşanmamıştır. Milenyum öncesi daha yağışlı periyod hakim iken milenyum sonrası yağış etkisini azaltmış, kuraklık şiddetini artırmıştır.



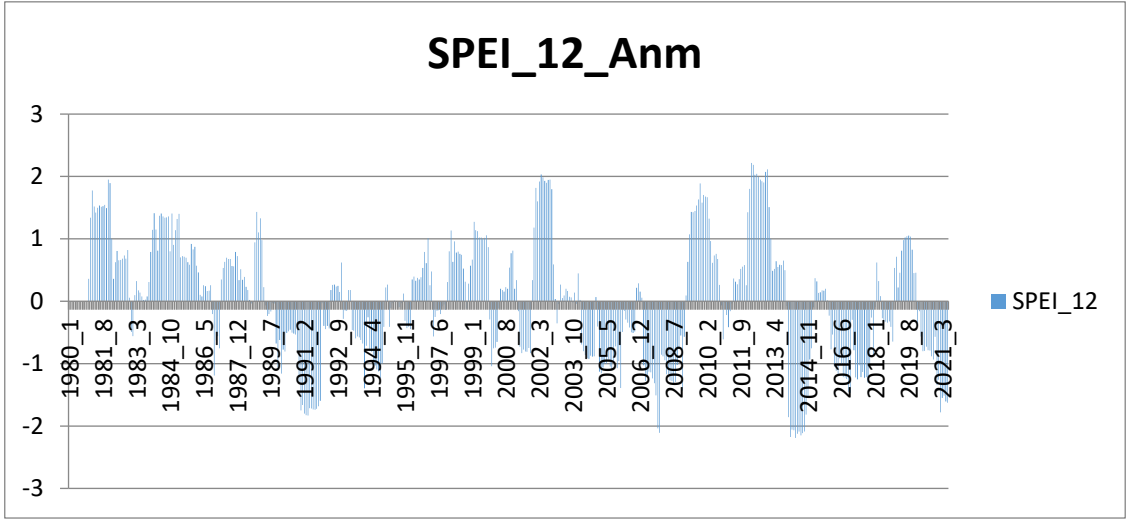
Şekil 4.36. Anamur istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği



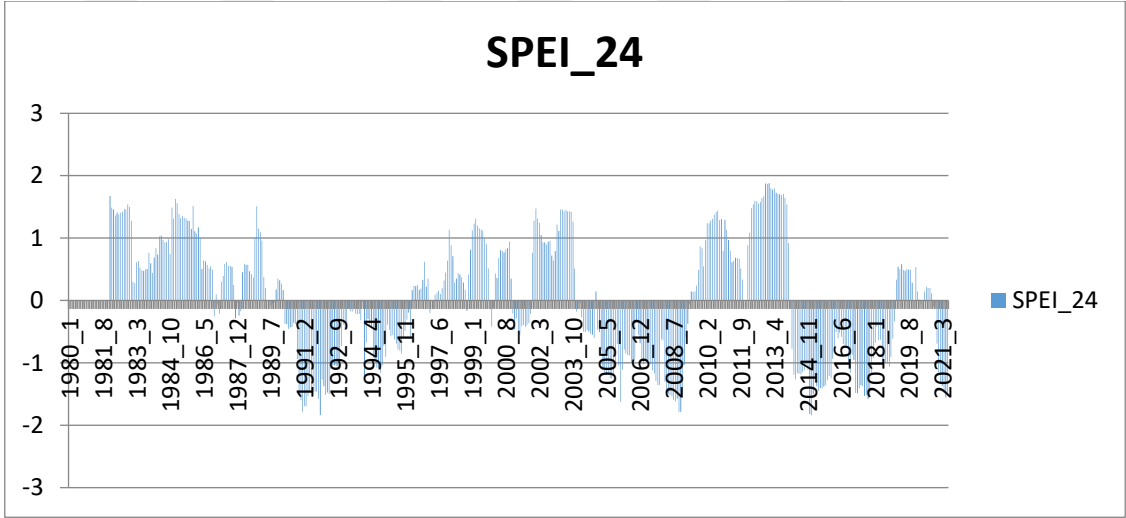
Şekil 4.37. Anamur istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.38. Anamur istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.39. Anamur istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği

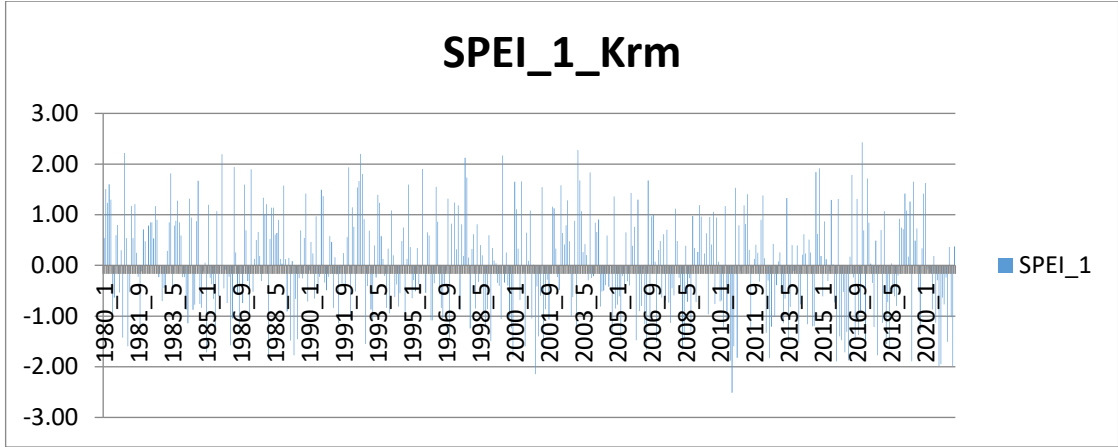


Şekil 4.40. Anamur istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği

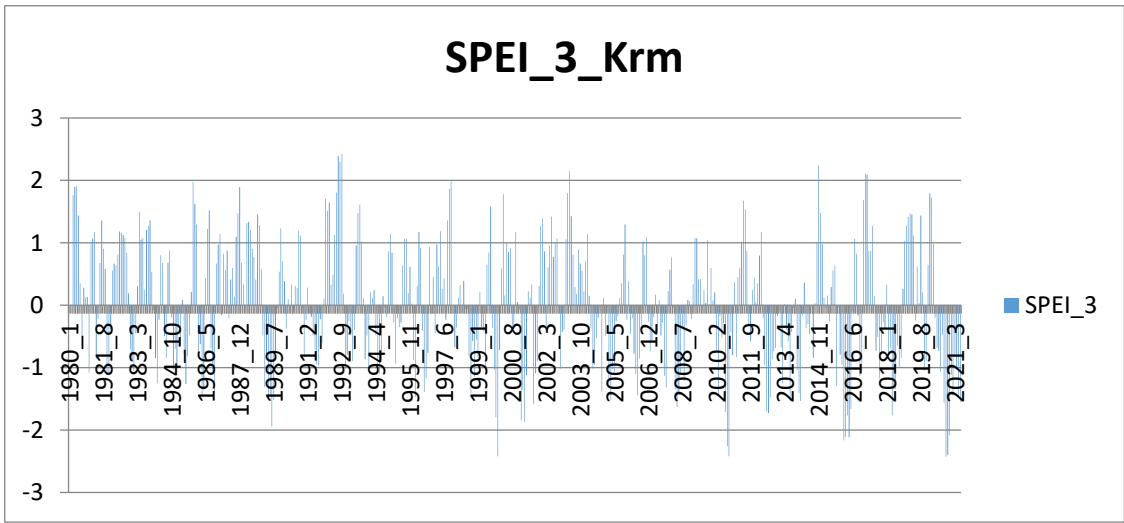
Çizelge 4.9. Anamur istasyonu SPEI özet çizelgesi

SINIFI	SPEI 1		SPEI 3		SPEI 6		SPEI 12		SPEI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	10	2.01	8	1.61	8	1.62	8	1.64	0	0
Çok yağışlı	26	5.22	30	6.05	22	4.46	31	6.37	28	5.89
Orta şiddetli yağışlı	50	10.04	48	9.68	64	12.98	41	8.42	65	13.68
Normal	169	33.94	160	32.26	145	29.41	174	35.73	148	31.16
Normale yakın kuraklık	162	32.53	165	33.27	178	36.11	149	30.60	132	27.79
Orta şiddetli kuraklık	52	10.44	56	11.29	45	9.13	52	10.68	75	15.79
Şiddetli kuraklık	25	5.02	24	4.84	23	4.67	21	4.31	27	5.68
Çok şiddetli kuraklık	4	0.80	5	1.01	8	1.62	11	2.26	0	0

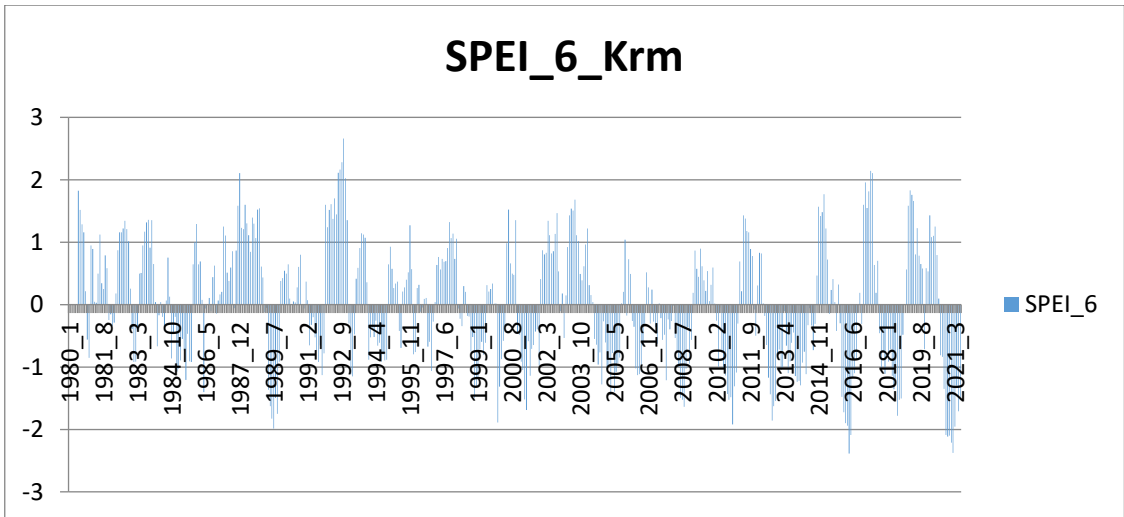
Anamur istasyonu SPEI 12 değerleri üzerinden Normal-Yağışlı ve Normale Yakın Kurak-Kurak periyod olarak incelendiğinde 254 aylık periyod "Normal-Yağışlı" , 233 aylık periyod ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak belirlenmiştir. Bu değerler SPEI 24 de ise 241 ay "Normal-Yağışlı", 234 ay ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak tespit edilmiştir. 1990 yılı Mart ayında başlayan ve 72 ay süren periyod bu istasyon için en uzun süre kesintisiz devam eden kurak dönemdir. Ancak 2014 yılında başlayan 60 aylık periyodta "orta şiddetli kuraklık" ve "şiddetli kuraklık" görülen ay sayısı artmış, kuraklık daha da hissedilir hale gelmiştir. 1981 yılı Aralık ayı ile başlayan ve 59 ay süren dönem ise bu istasyon için en uzun süre devam eden yağışlı dönemdir. İstasyon değerlendirmesini 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak yapıldığında 2000 yılı ve öncesi "çok şiddetli yağış" görülmemiş, "çok yağışlı" 8 ay, " orta şiddetli yağış" 37 ay, "normal" dönem 95 aydır. 2000 yılı sonrasında "çok şiddetli yağış" görülmezken "çok yağışlı" 20 ay, " orta şiddetli yağış" 28 ay, "normal" dönem 53 aydır. 2000 yılı öncesi kurak periyoda bakıldığında, "normale yakın kuraklık" 60 ay olarak hesaplanmış iken "orta şiddetli kuraklık" 20 ay, "şiddetli kuraklık" 9 ay olmuş ve "çok şiddetli kuraklık" yaşanmamıştır. 2000 yılı sonrasına bakıldığında, "normale yakın kuraklık" ta 72 aya çıkmış, "orta şiddetli kuraklık" 55 ay görüldüğü, " şiddetli kuraklık" ında 18 ay olarak gerçekleşmesi ve "çok şiddetli kuraklık" yaşanmamıştır. Milenyum öncesi daha yağışlı periyod hakim iken milenyum sonrası yağış etkisini azaltmış, kuraklık şiddetini artırmıştır.



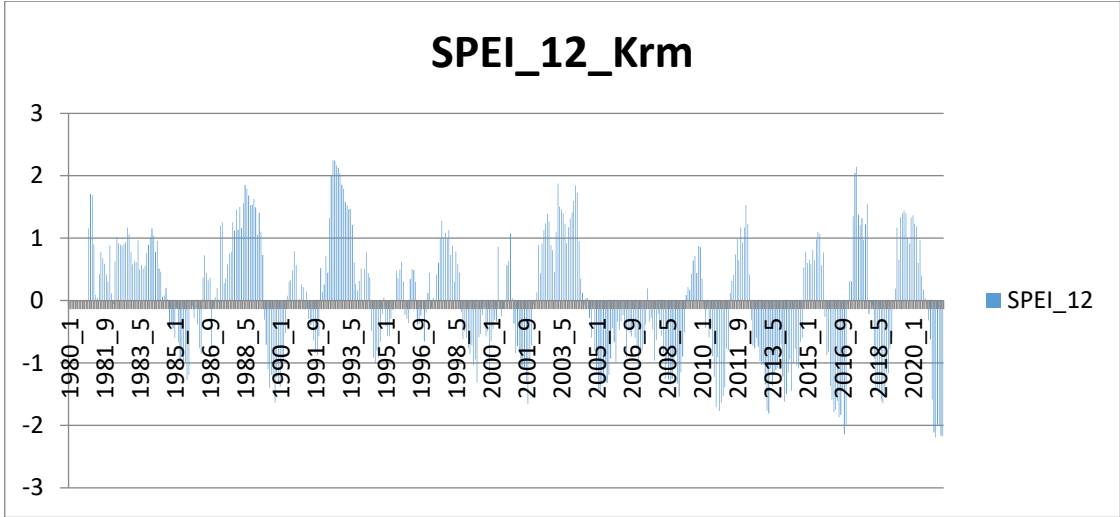
Şekil 4.41. Karaman istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği



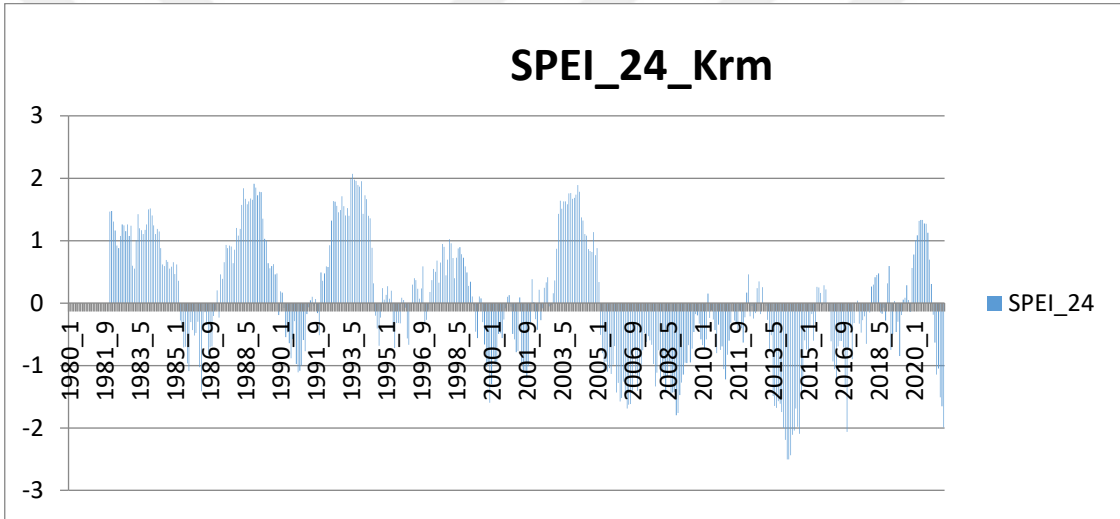
Şekil 4.42. Karaman istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.43. Karaman istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.44. Karaman istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği

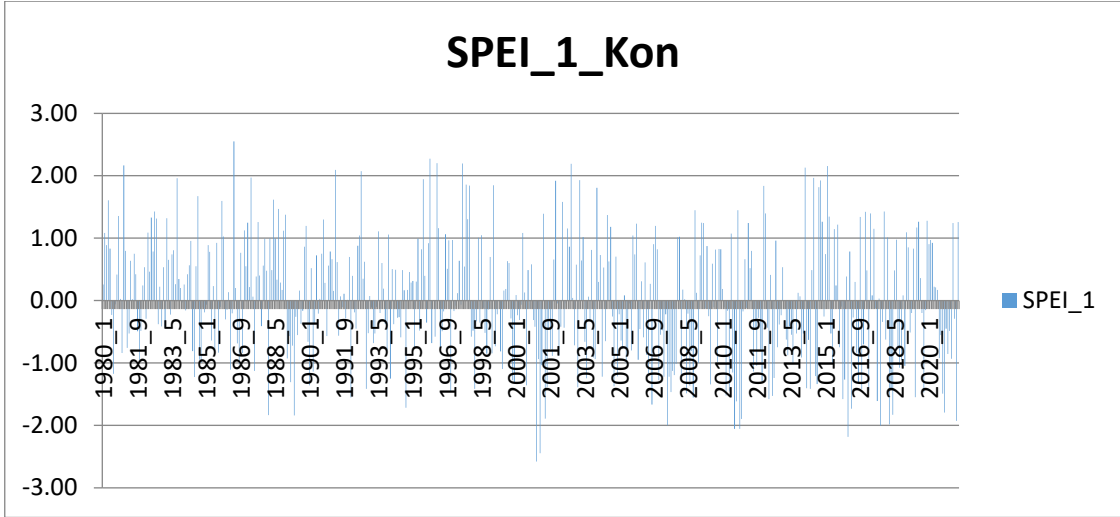


Şekil 4.45. Karaman istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği

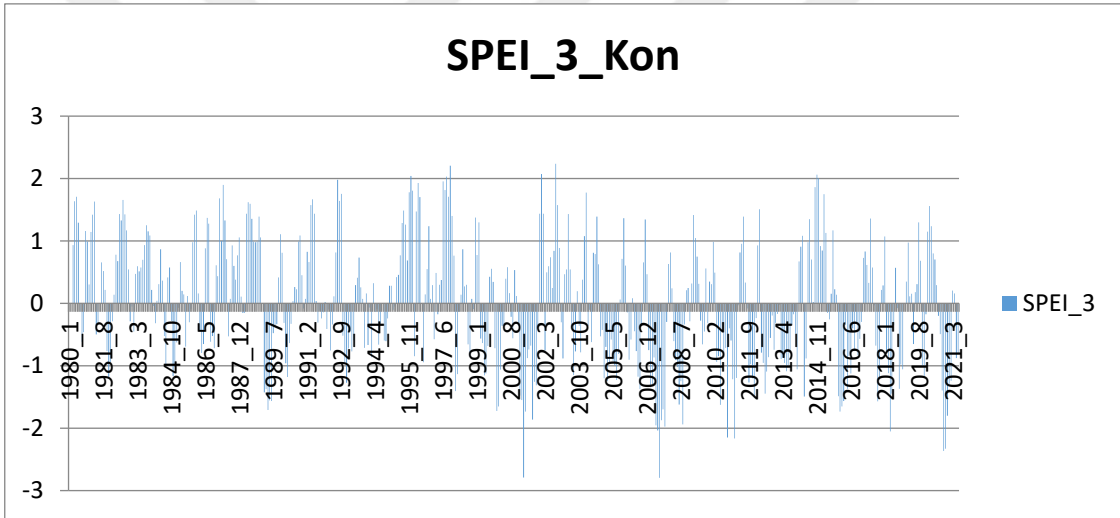
Çizelge 4.10. Karaman istasyonu SPEI özet çizelgesi

SINIFI	SPEI 1		SPEI 3		SPEI 6		SPEI 12		SPEI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	7	1.41	8	1.61	8	1.62	8	1.64	2	0.42
Çok yağışlı	31	6.22	22	4.44	24	4.87	22	4.52	39	8.21
Orta şiddetli yağışlı	49	9.84	64	12.90	58	11.76	59	12.11	52	10.95
Normal	160	32.13	151	30.44	163	33.06	157	32.24	136	28.63
Normale yakın kuraklık	163	32.73	165	33.27	156	31.64	154	31.62	173	36.42
Orta şiddetli kuraklık	56	11.24	58	11.69	54	10.95	60	12.32	43	9.05
Şiddetli kuraklık	30	6.02	19	3.83	23	4.67	22	4.52	21	4.42
Çok şiddetli kuraklık	2	0.40	9	1.81	7	1.42	5	1.03	9	1.89

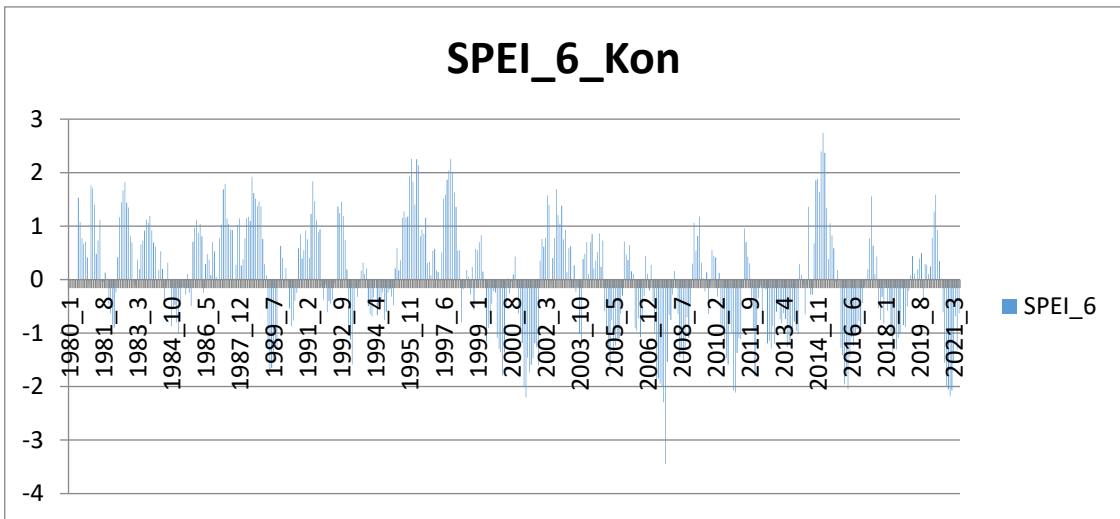
Karaman istasyonu SPEI 12 değerleri üzerinden Normal-Yağışlı ve Normale Yakın Kurak-Kurak periyod olarak incelendiğinde 246 aylık periyod "Normal-Yağışlı" , 241 aylık periyod ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak belirlenmiştir. Yani eşit bir dağılımdan bahsedilebilir. Bu değerler SPEI 24 de ise 229 ay "Normal-Yağışlı", 246 ay ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak tespit edilmiştir. 2005 yılı Mart ayında başlayan ve 83 ay süren periyod bu istasyon için en uzun süre kesintisiz devam eden kurak dönemdir. Ancak "orta şiddetli kuraklık" ve "şiddetli kuraklık" görülen ay sayısı artmış, kuraklık daha da hissedilir hale gelmiştir. 1981 yılı Aralık ayı ile başlayan ve 40 ay süren dönem ise bu istasyon için en uzun süre devam eden yağışlı dönemdir. İstasyon değerlendirmesini 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak yapıldığında 2000 yılı ve öncesi "çok şiddetli yağış" 2 ay görülmüş iken "çok yağışlı" 27 ay, " orta şiddetli yağış" 38 ay, "normal" dönem 88 aydır. 2000 yılı sonrasında "çok şiddetli yağış" görülmezken "çok yağışlı" 12 ay, " orta şiddetli yağış" 14 ay, "normal" dönem 48 aydır. 2000 yılı öncesi kurak periyoda bakıldığında, "normale yakın kuraklık" 66 ay olarak hesaplanmış iken "orta şiddetli kuraklık" 7 ay, "şiddetli kuraklık" 1 ay olmuş ve "çok şiddetli kuraklık" yaşanmamıştır. Ancak 2000 yılı sonrasına bakıldığında, "normale yakın kuraklık" ta 107 aya çıkmış, "orta şiddetli kuraklık" 36 ay görüldüğü, " şiddetli kuraklık" ında 20 ay olarak gerçekleşmesi ve "çok şiddetli kuraklık" ında 9 ay olması dikkat çekmiştir. Milenyum öncesi daha yağışlı periyod hakim iken milenyum sonrası yağış etkisini azaltmış, kuraklık şiddetini artırmıştır.



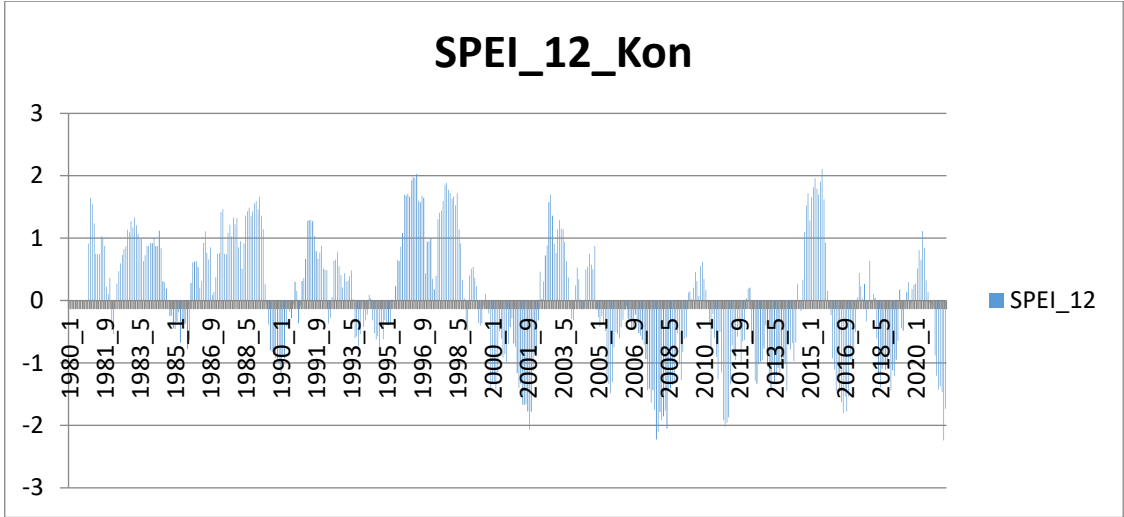
Şekil 4.46. Konya istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği



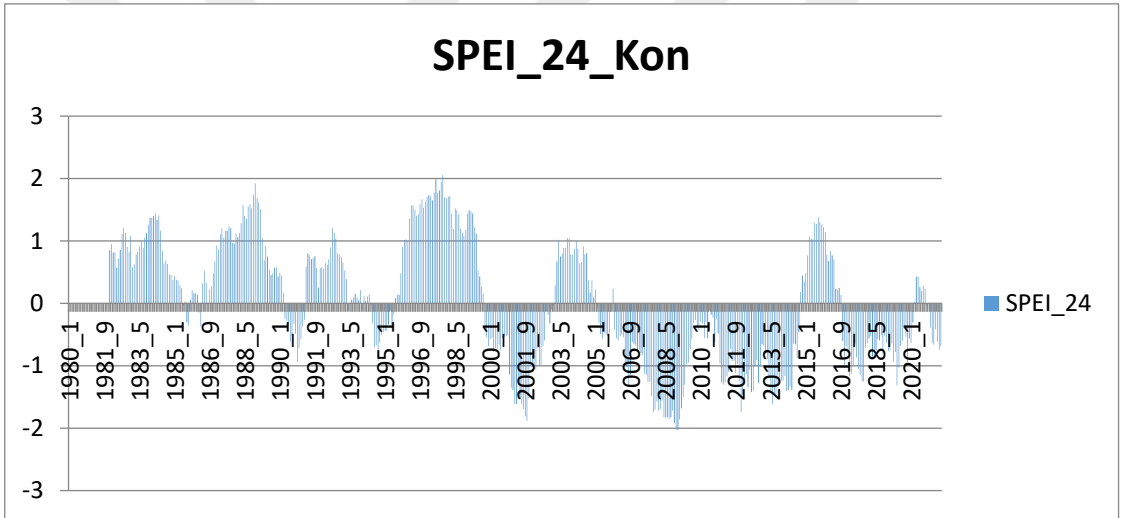
Şekil 4.47 . Konya istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.48 . Konya istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.49. Konya istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği

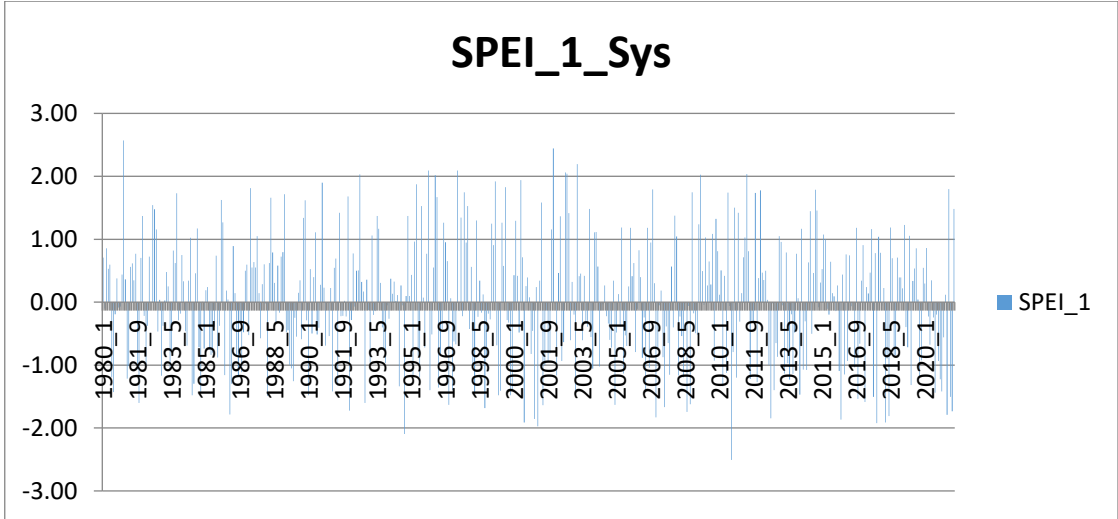


Şekil 4.50. Konya istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği

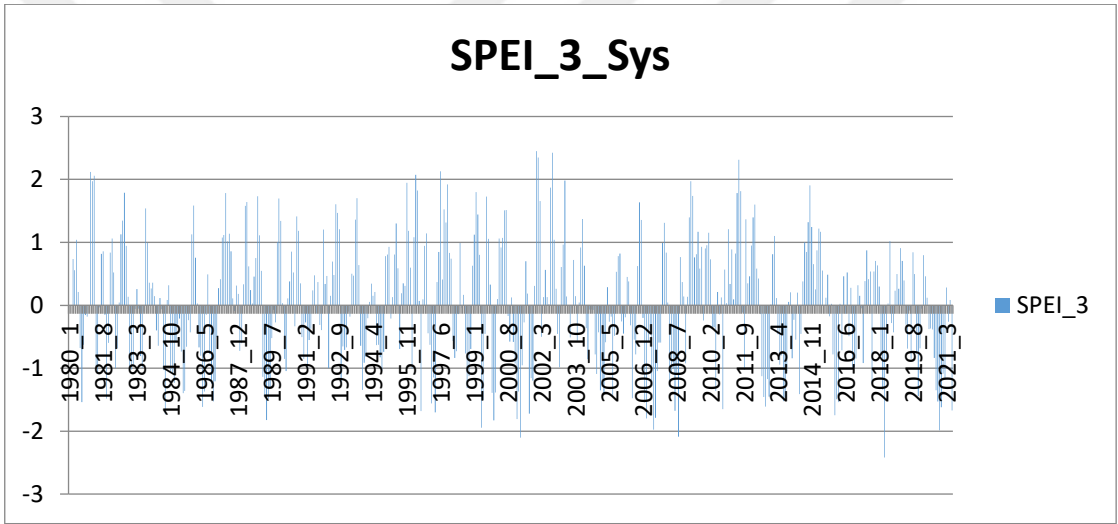
Çizelge 4.11. Konya istasyonu SPEI özet çizelgesi

SINIFI	SPEI 1		SPEI 3		SPEI 6		SPEI 12		SPEI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	10	2.01	7	1.41	9	1.83	2	0.41	1	0.21
Çok yağışlı	18	3.61	26	5.24	24	4.87	37	7.60	32	6.74
Orta şiddetli yağışlı	61	12.25	55	11.09	47	9.53	47	9.65	64	13.47
Normal	158	31.73	160	32.26	170	34.48	158	32.44	140	29.47
Normale yakın kuraklık	167	33.53	171	34.48	157	31.85	160	32.85	154	32.42
Orta şiddetli kuraklık	57	11.45	48	9.68	55	11.16	57	11.70	56	11.79
Şiddetli kuraklık	21	4.22	21	4.23	21	4.26	20	4.11	26	5.47
Çok şiddetli kuraklık	6	1.20	8	1.61	10	2.03	6	1.23	2	0.42

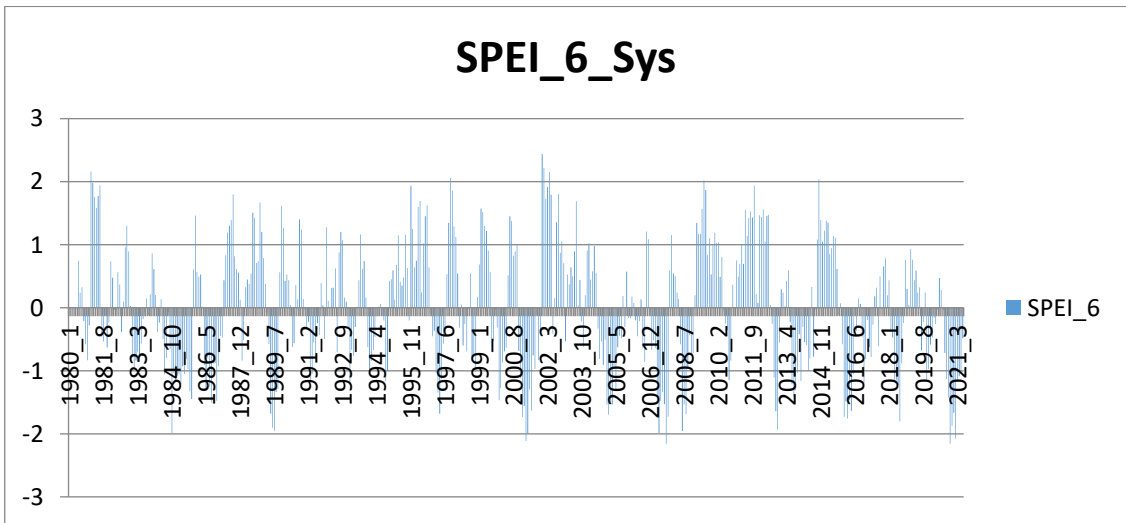
Konya istasyonu SPEI 12 değerleri üzerinden Normal-Yağışlı ve Normale Yakın Kurak-Kurak periyod olarak incelendiğinde 244 aylık periyod "Normal-Yağışlı" , 243 aylık periyod ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak belirlenmiştir. Yani eşit bir dağılımdan bahsedilebilir. Bu değerler SPEI 24 de ise 237 ay "Normal-Yağışlı", 238 ay ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak tespit edilmiştir. 2005 yılı Şubat ayında başlayan ve 116 ay süren periyod bu istasyon için en uzun süre kesintisiz devam eden kurak dönemdir. 1995 yılı Temmuz ayı ile başlayan ve 51 ay süren dönem ise bu istasyon için en uzun süre devam eden yağışlı dönemdir. İstasyon değerlendirmesini 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak yapıldığında 2000 yılı ve öncesi "çok şiddetli yağış" 1 ay görülmüş iken "çok yağışlı" 32 ay, "orta şiddetli yağış" 50 ay, "normal" dönem 98 aydır. 2000 yılı sonrasında "çok şiddetli yağış" ve "çok yağışlı" görülmez iken, "orta şiddetli yağış" 14 ay, "normal" dönem 42 aydır. 2000 yılı öncesi kurak periyoda bakıldığında, "normale yakın kuraklık" 47 ay olarak hesaplanmış iken "orta şiddetli kuraklık" 1 ay olmuş, "şiddetli kuraklık" ve "çok şiddetli kuraklık" yaşanmamıştır. Ancak 2000 yılı sonrasına bakıldığında, "normale yakın kuraklık" ta 107 aya çıkmış, "orta şiddetli kuraklık" 55 ay görüldüğü, "şiddetli kuraklık" ında 26 ay olarak gerçekleşmesi ve "çok şiddetli kuraklık" ında 2 ay olması dikkat çekmiştir. Milenyum öncesi daha sakin bir dağılım var iken milenyum sonrası yağış etkisini azaltmış, kuraklık şiddetini artırmıştır.



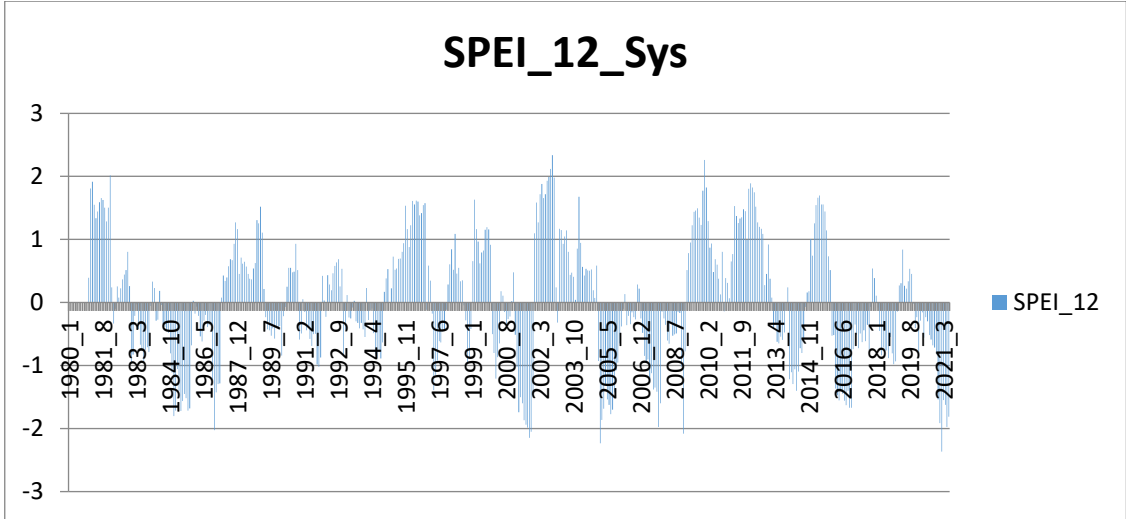
Şekil 4.51. Seydişehir istasyonu 1 aylık SPEI değerleri grafiği



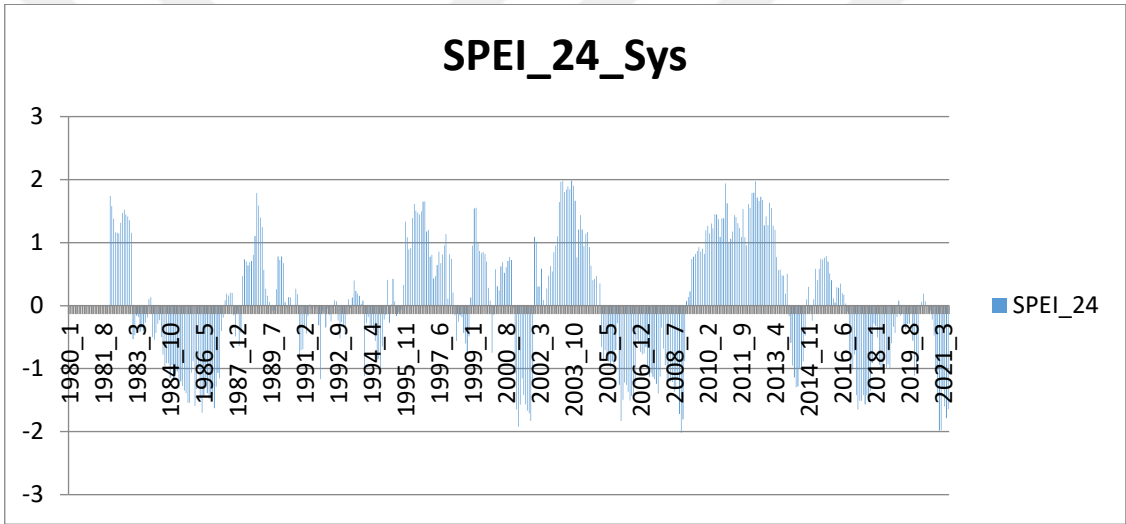
Şekil 4.52. Seydişehir istasyonu 3 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.53. Seydişehir istasyonu 6 aylık SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.54. Seydişehir istasyonu 12 aylık SPEI değerleri grafiği



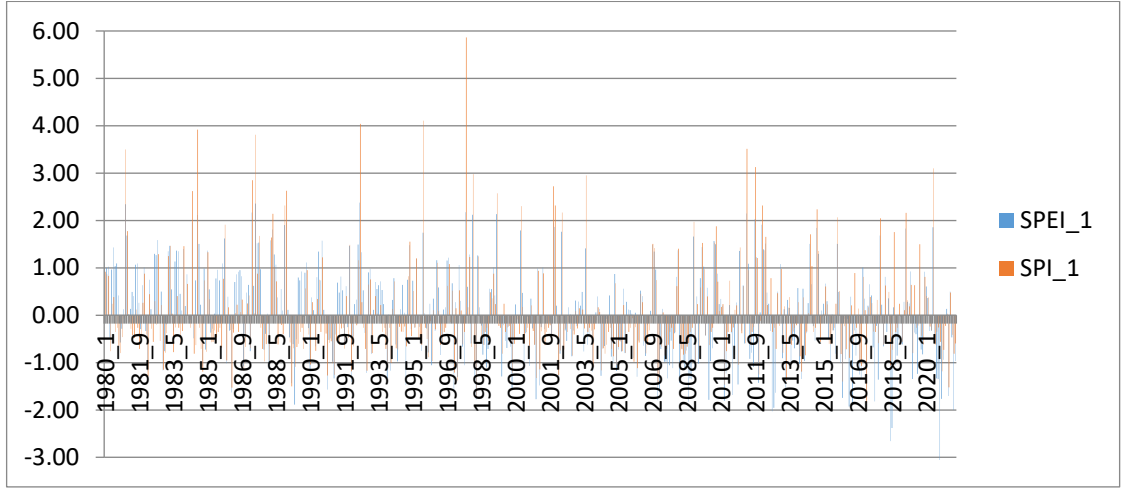
Şekil 4.55. Seydişehir istasyonu 24 aylık SPEI değerleri grafiği

Çizelge 4.12. Seydişehir İstasyonu SPEI özet çizelgesi

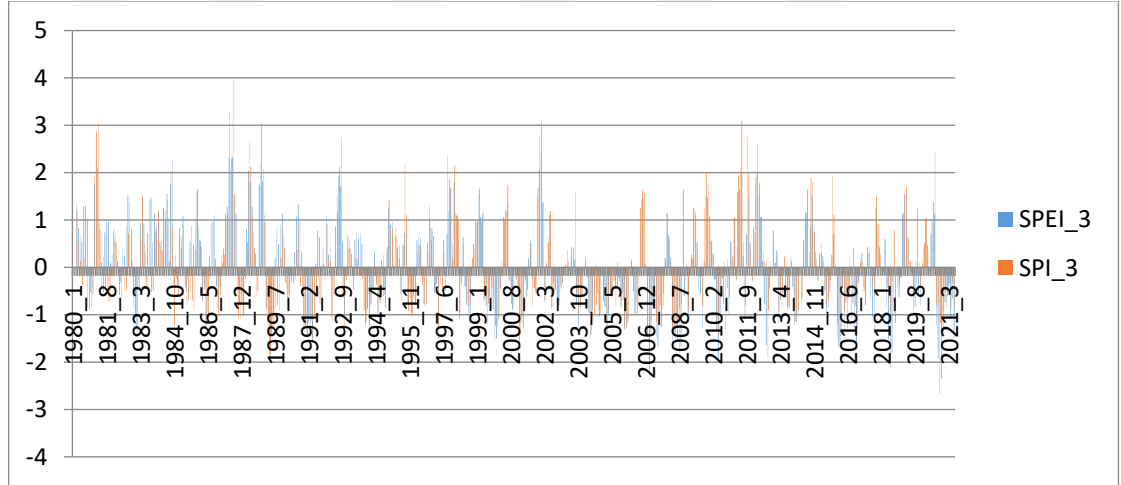
SINIFI	SPEI 1		SPEI 3		SPEI 6		SPEI 12		SPEI 24	
	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%	Ay Sayısı	%
Çok şiddetli yağışlı	11	2.21	8	1.61	7	1.42	5	1.03	0	0
Çok yağışlı	26	5.22	29	5.85	27	5.48	39	8.01	36	7.58
Orta şiddetli yağışlı	50	10.04	47	9.48	57	11.56	43	8.83	55	11.58
Normal	165	33.13	176	35.48	158	32.05	148	30.39	145	30.53
Normale yakın kuraklık	155	31.12	145	29.23	160	32.45	180	36.96	151	31.79
Orta şiddetli kuraklık	63	12.65	61	12.30	51	10.34	34	6.98	61	12.84
Şiddetli kuraklık	26	5.22	27	5.44	29	5.88	32	6.57	26	5.47
Çok şiddetli kuraklık	2	0.04	3	0.60	4	0.81	6	1.23	1	0.21

Seydişehir istasyonu SPEI 12 değerleri üzerinden Normal-Yağışlı ve Normale Yakın Kurak-Kurak periyod olarak incelendiğinde 235 aylık periyod "Normal-Yağışlı" , 252 aylık periyod ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak belirlenmiştir. Bu değerler SPEI 24 de ise 236 ay "Normal-Yağışlı", 239 ay ise "Normale Yakın Kurak-Kurak" olarak tespit edilmiştir. 1983 yılı Ocak ayında başlayan ve 52 ay süren periyod bu istasyon için en uzun süre kesintisiz devam eden kurak dönemdir. 2016 Eylülüyle başlayan periyodda çeşitli dönemlerde normale yakın gerçekleştirmeler de olsa 58 aylık periyod orta şiddetli ve şiddetli kuraklığın yaşandığı bir süreçtir. 2009 yılı Şubat ayı ile başlayan ve 58 ay süren dönem ise bu istasyon için en uzun süre devam eden yağışlı dönemdir. İstasyon değerlendirmesini 2000 yılı öncesi ve sonrası olarak yapıldığında 2000 yılı ve öncesi "çok şiddetli yağış" görülmez iken "çok yağışlı" 12 ay, "orta şiddetli yağış" 22 ay, "normal" dönem 81 aydır. 2000 yılı sonrasında "çok şiddetli yağış" görülmez iken "çok yağışlı" 24 ay, "orta şiddetli yağış" 33 ay, "normal" dönem 64 aydır. 2000 yılı öncesi kurak periyoda bakıldığında, "normale yakın kuraklık" 86 ay olarak hesaplanmış iken "orta şiddetli kuraklık" 23ay, "şiddetli kuraklık" 5 ay olmuş ve "çok şiddetli kuraklık" yaşanmamıştır. Ancak 2000 yılı sonrasına bakıldığında, "normale yakın kuraklık" ta 65 aya düşerek azalış olduğu, "orta şiddetli kuraklık" 38 ay görüldüğü, "şiddetli kuraklık" ında 21 ay olarak gerçekleşmesi ve "çok şiddetli kuraklık" ında 1 ay olması dikkat çekmiştir. Milenyum öncesi daha sakin bir dağılım var iken milenyum sonrası yağış ve kuraklık şiddetini artırmıştır.

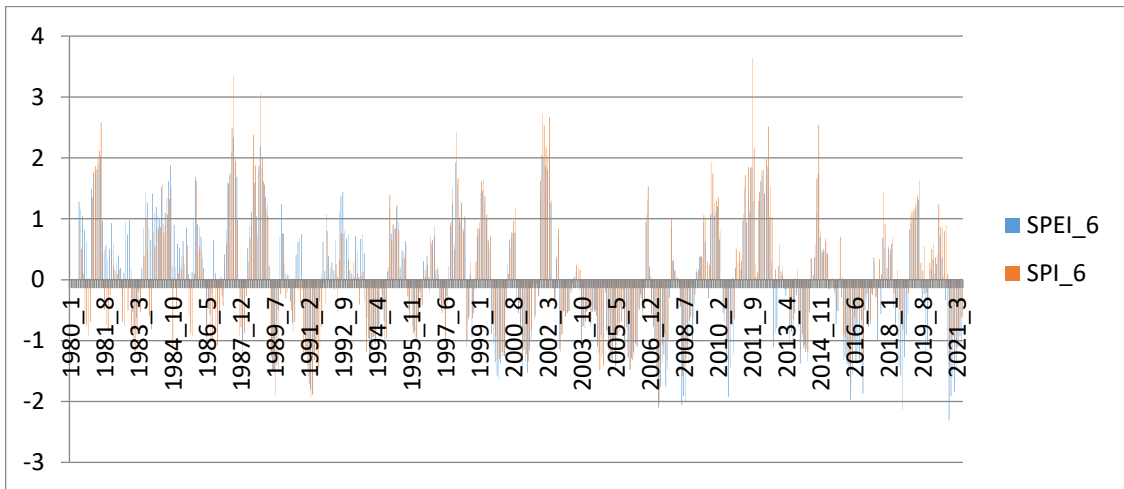
### 4.2.3. SPI ve SPEI indekslerinin grafik olarak karşılaştırılması



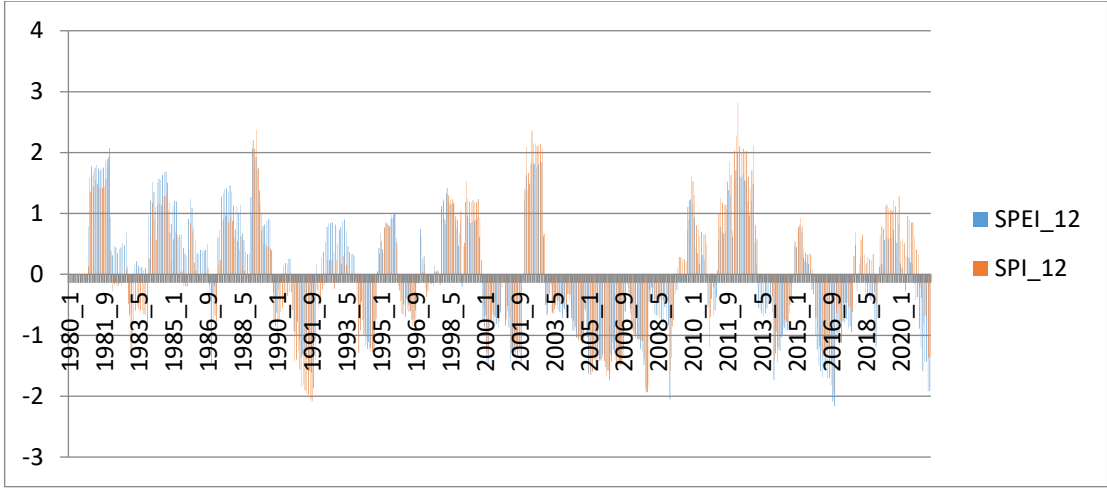
Şekil 4.56. Alanya istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



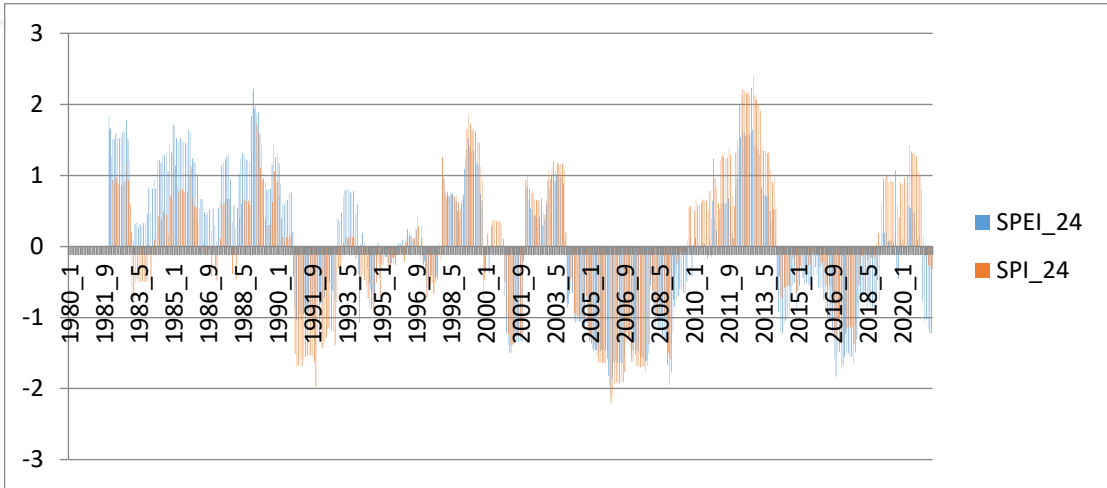
Şekil 4.57. Alanya istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



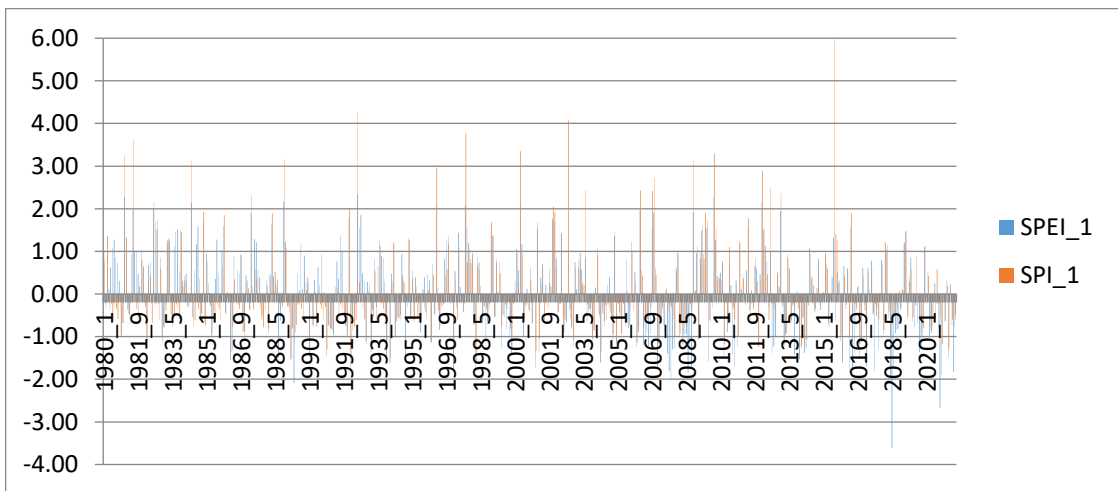
Şekil 4.58. Alanya istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



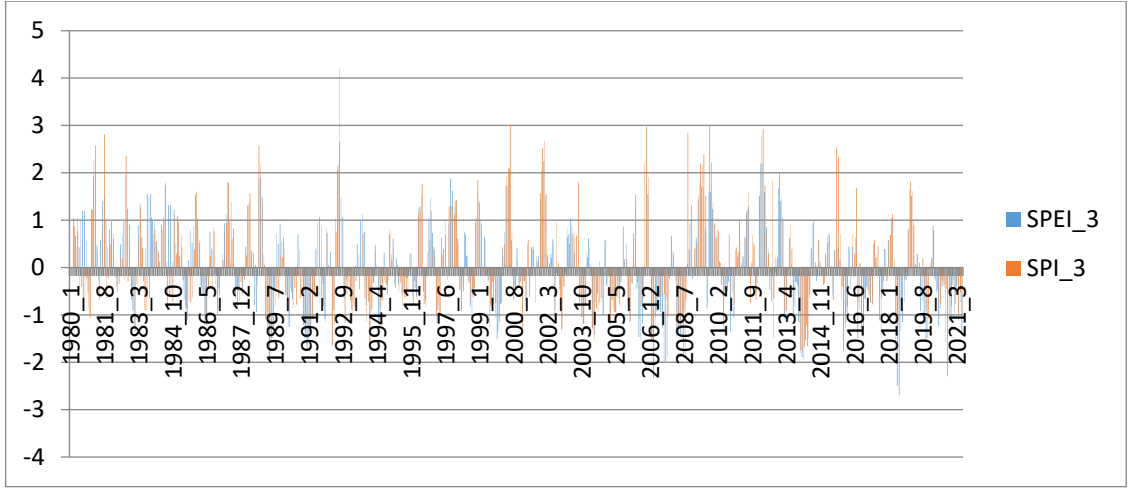
Şekil 4.59. Alanya istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



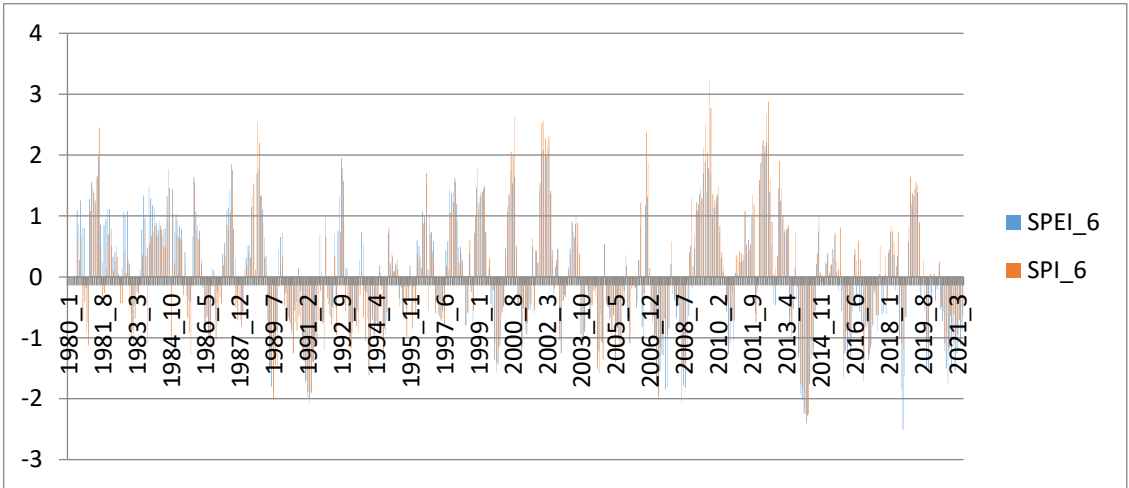
Şekil 4.60. Alanya istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



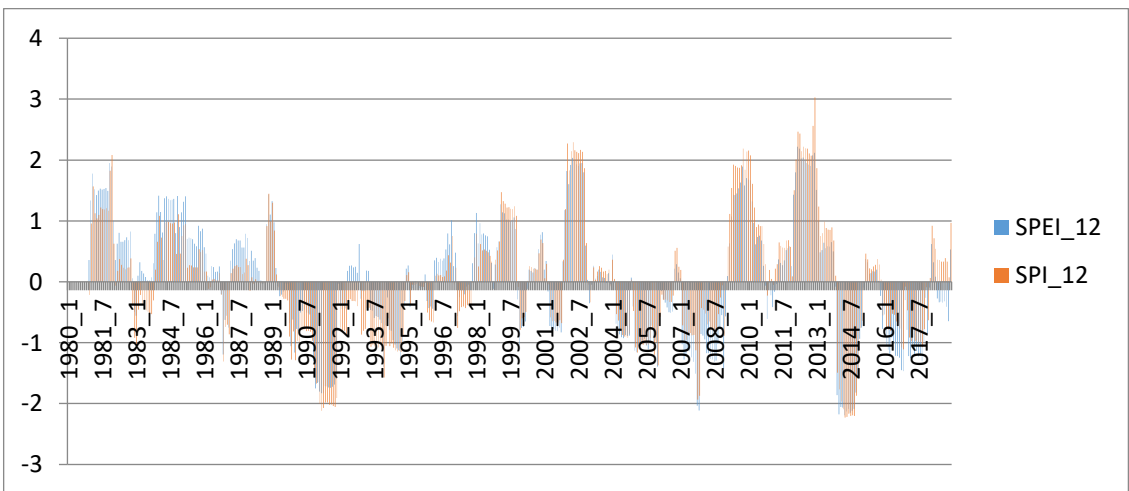
Şekil 4.61. Anamur istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



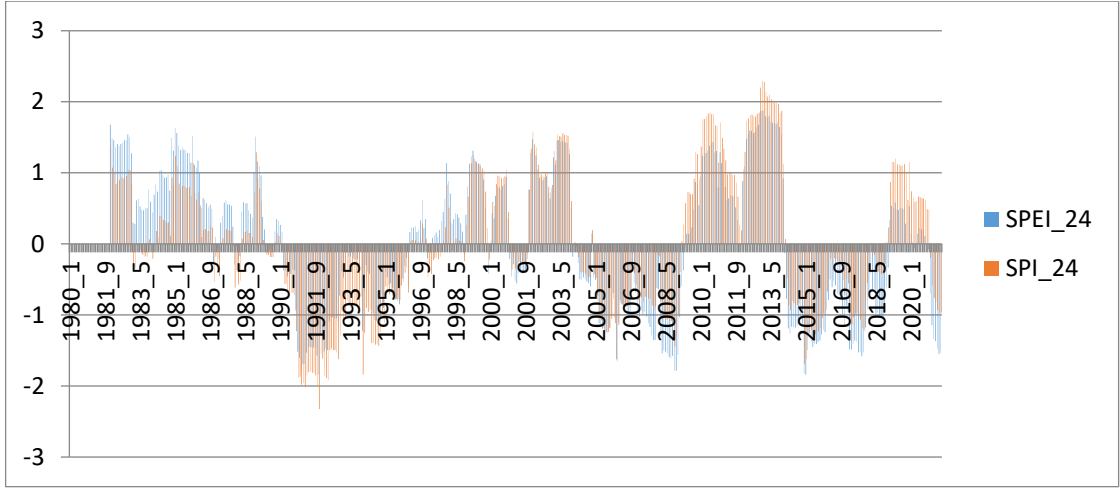
Şekil 4.62. Anamur istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



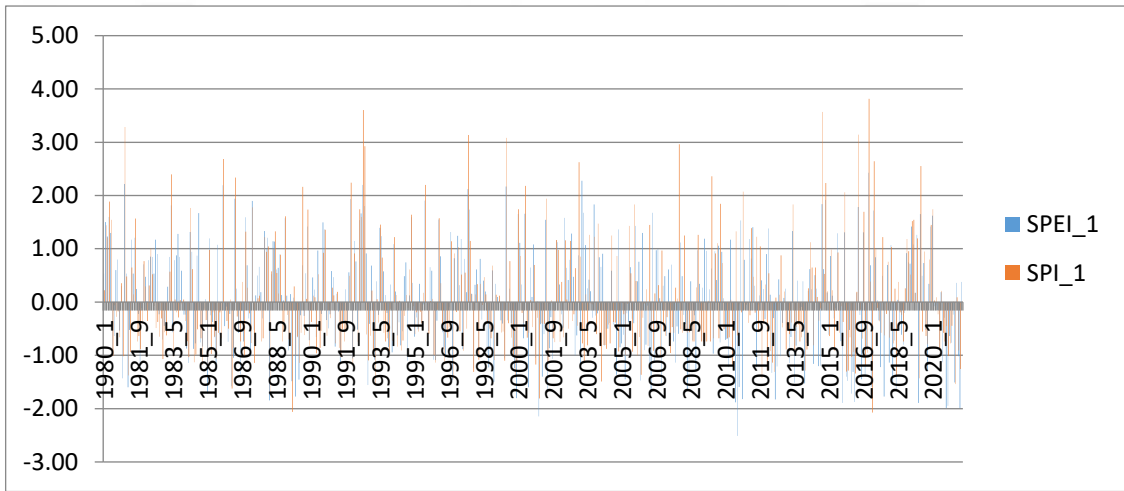
Şekil 4.63. Anamur istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



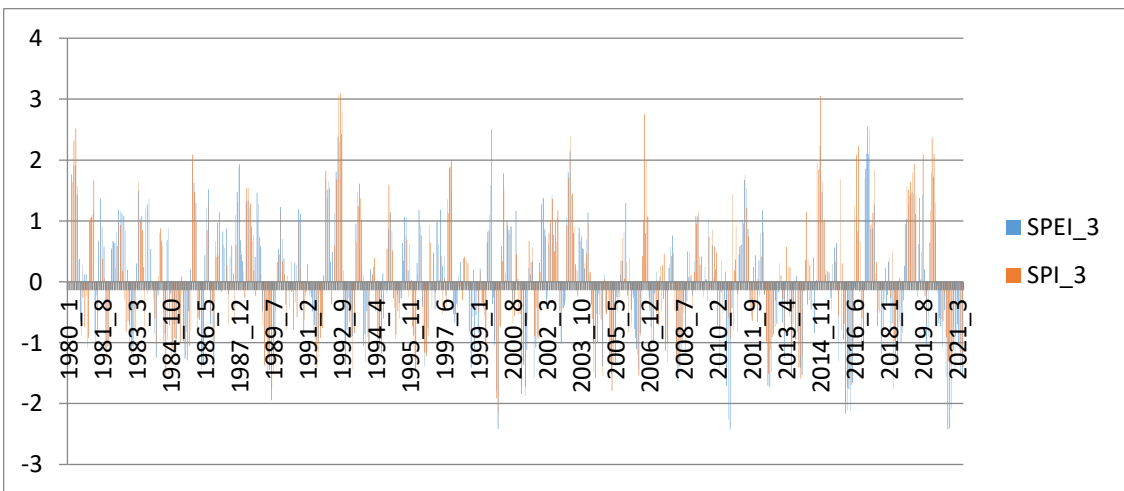
Şekil 4.64. Anamur istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



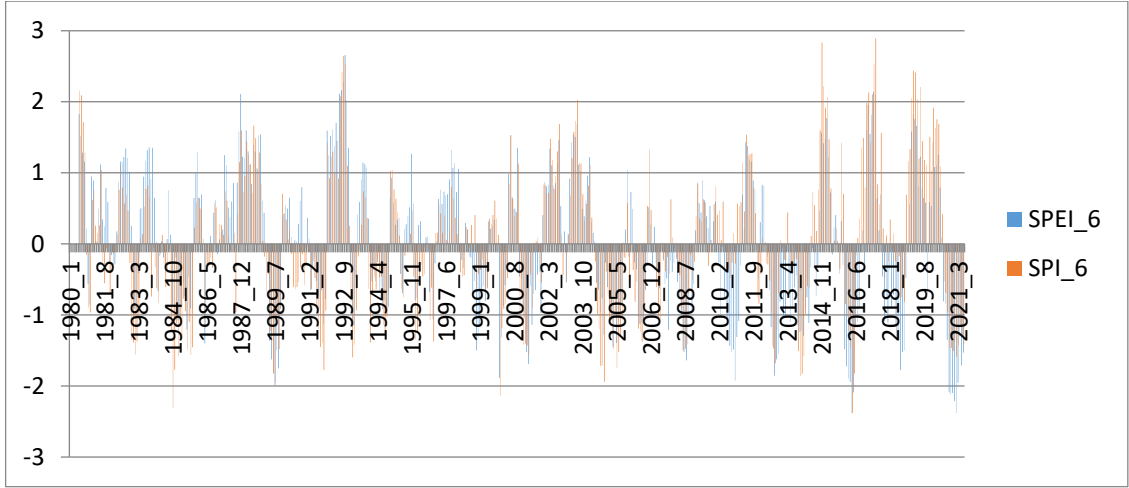
Şekil 4.65. Anamur istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



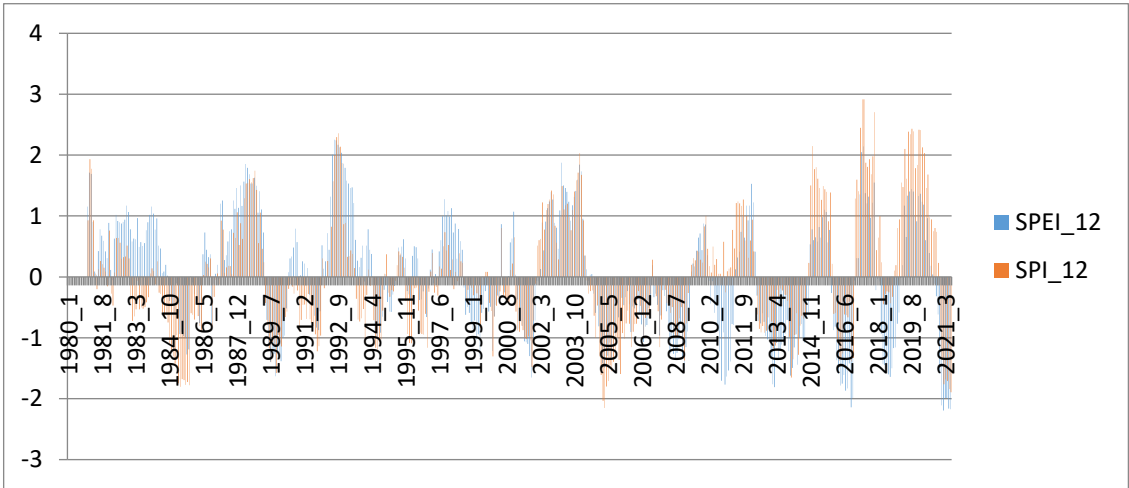
Şekil 4.66. Karaman istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



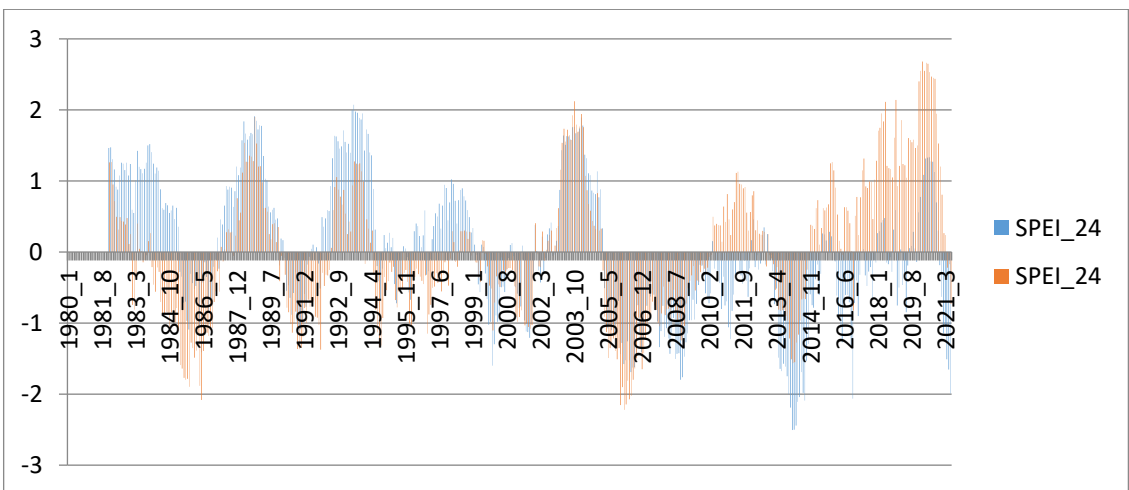
Şekil 4.67. Karaman istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



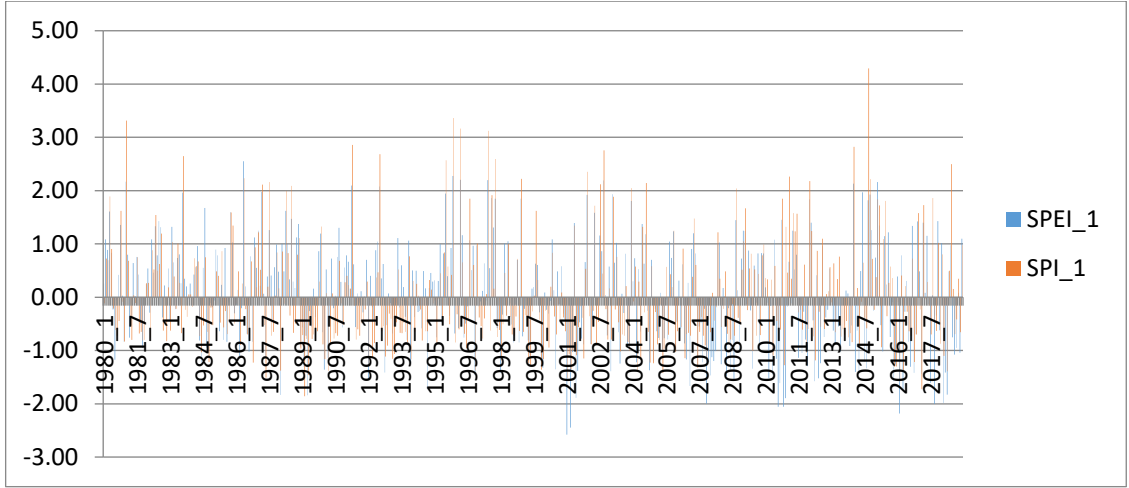
Şekil 4.68. Karaman istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



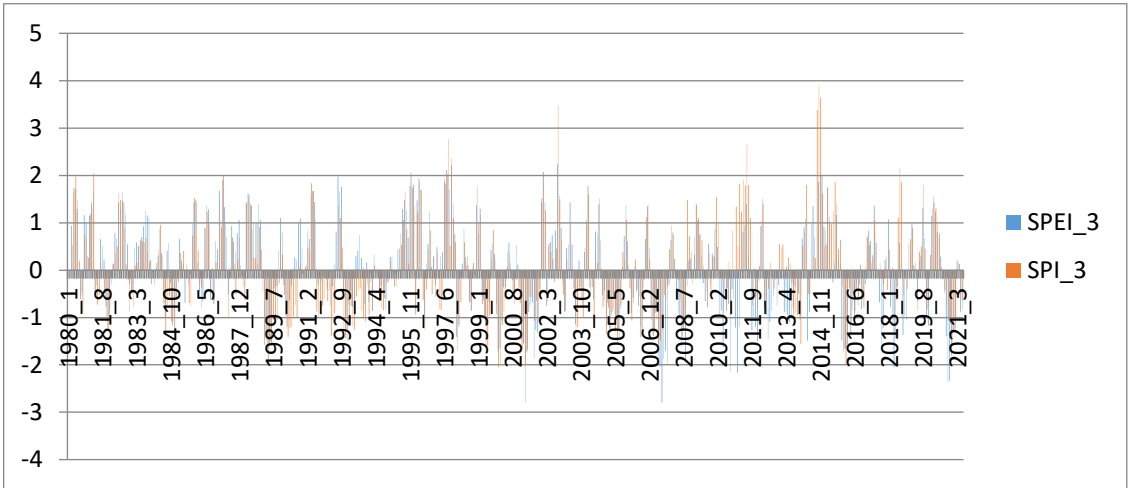
Şekil 4.69. Karaman istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



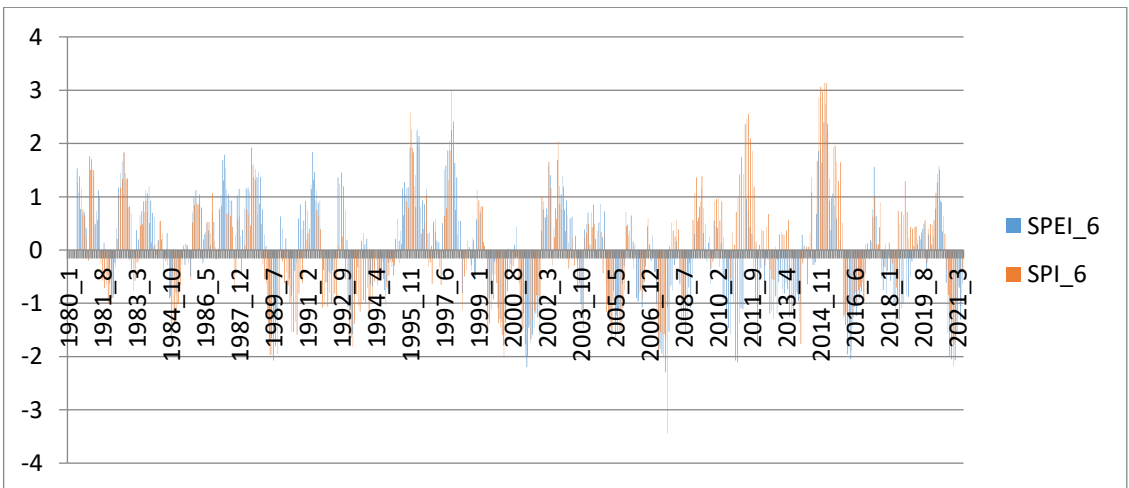
Şekil 4.70. Karaman istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



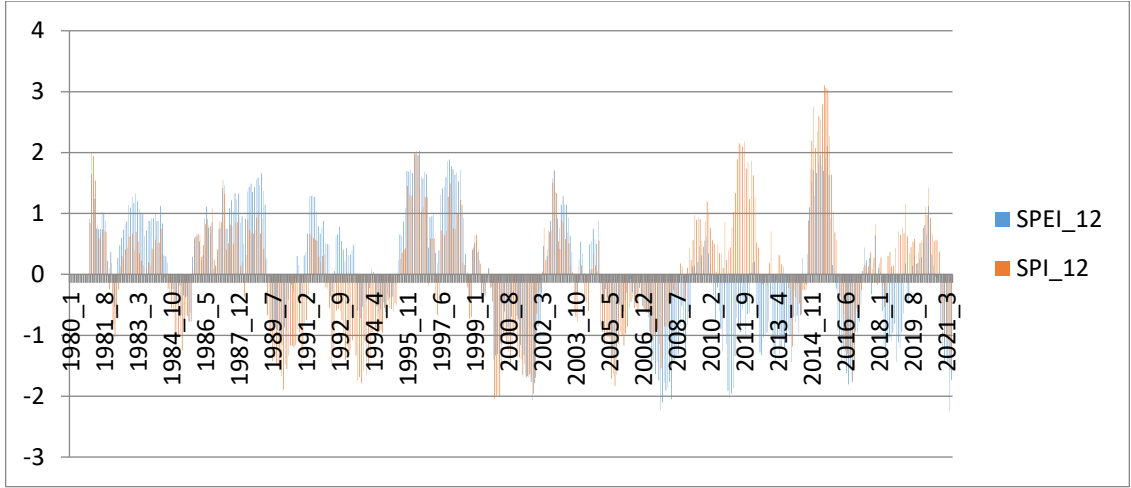
Şekil 4.71. Konya istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



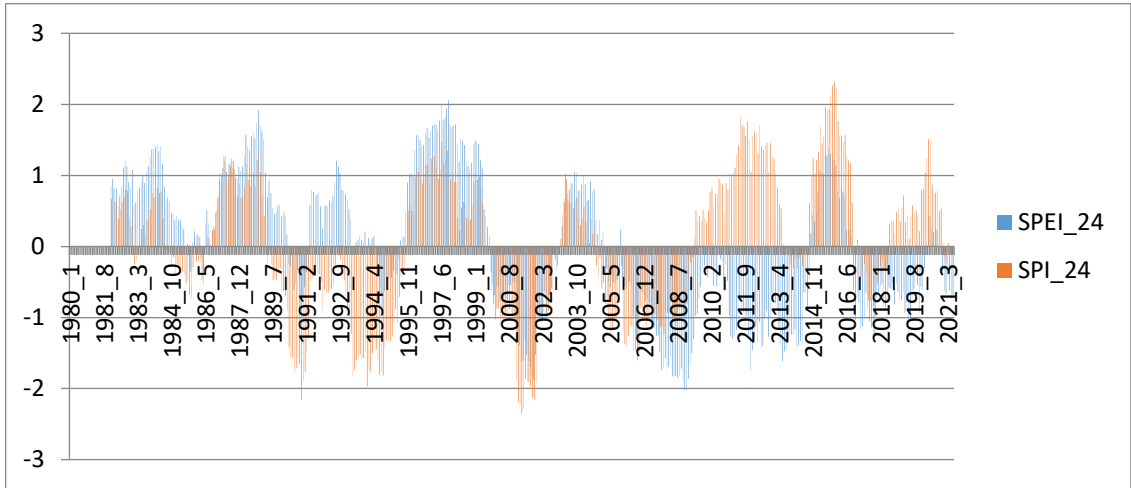
Şekil 4.72. Konya istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



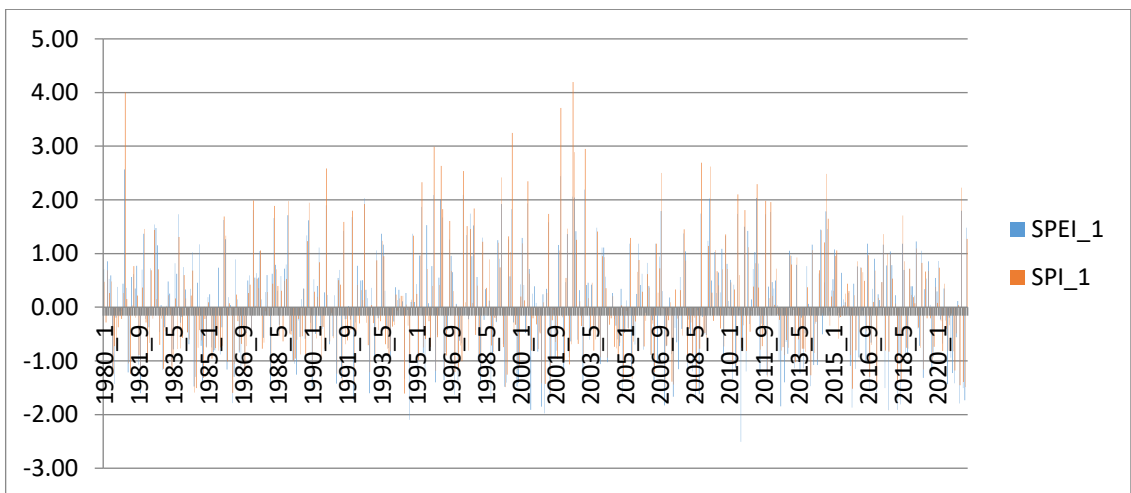
Şekil 4.73. Konya istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



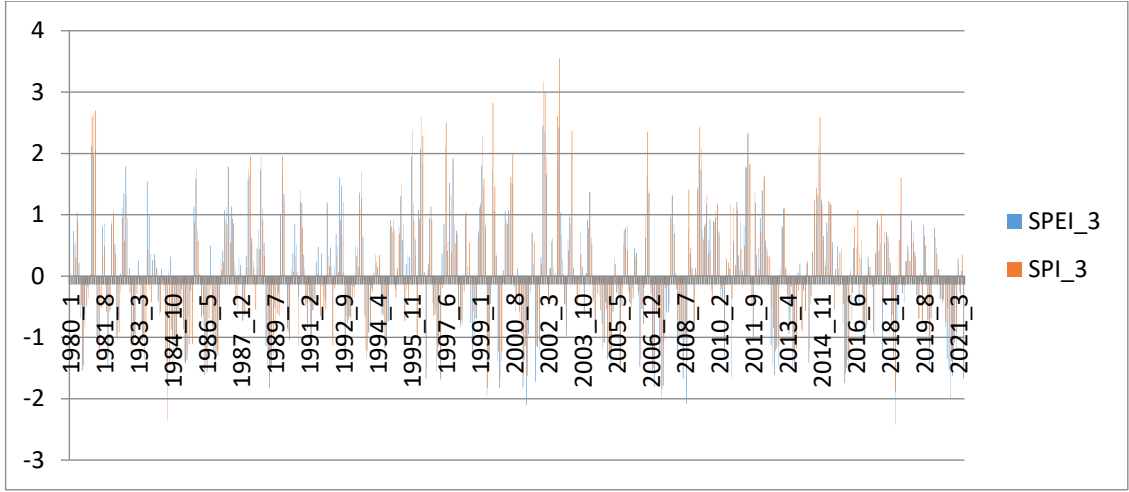
Şekil 4.74. Konya istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



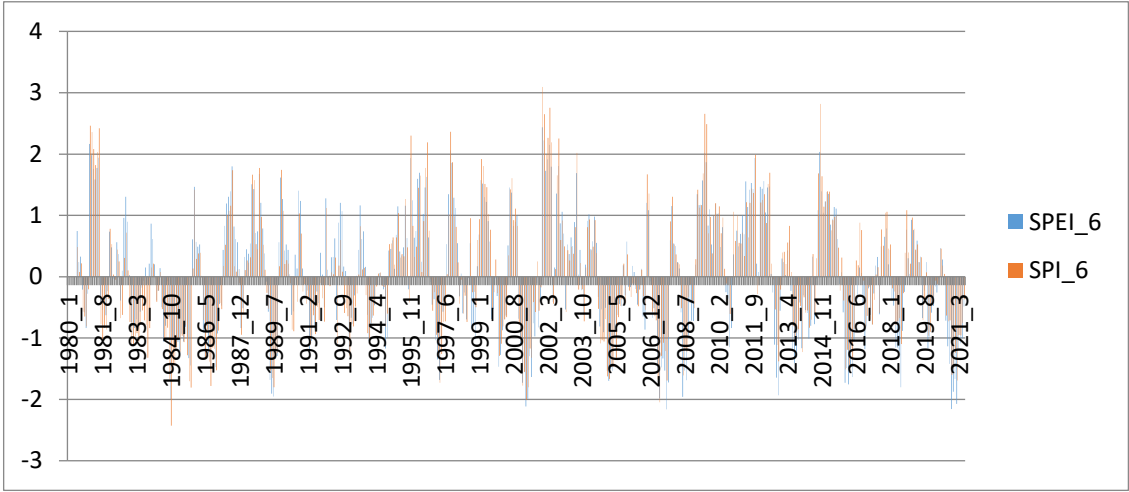
Şekil 4.75. Konya istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



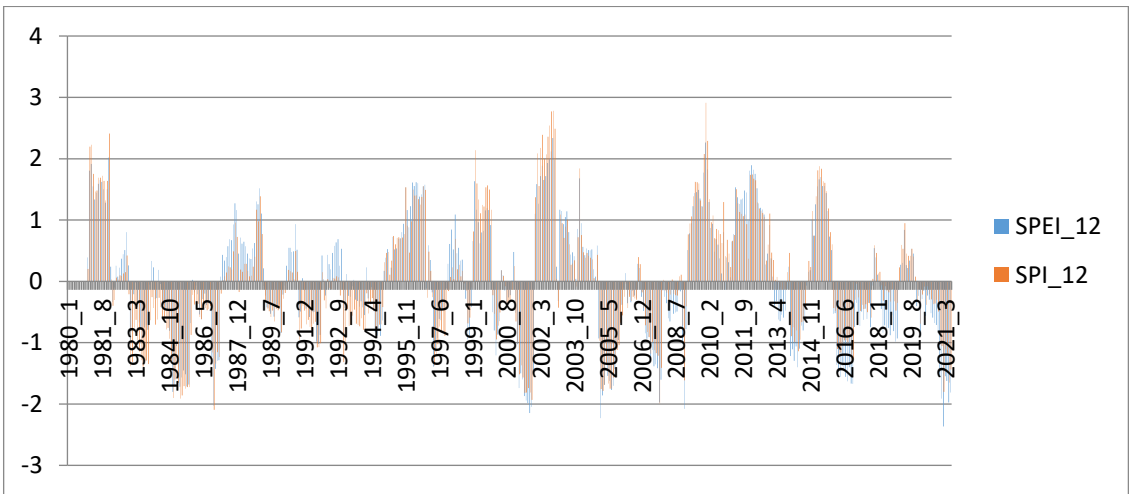
Şekil 4.76. Seydişehir istasyonu 1 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



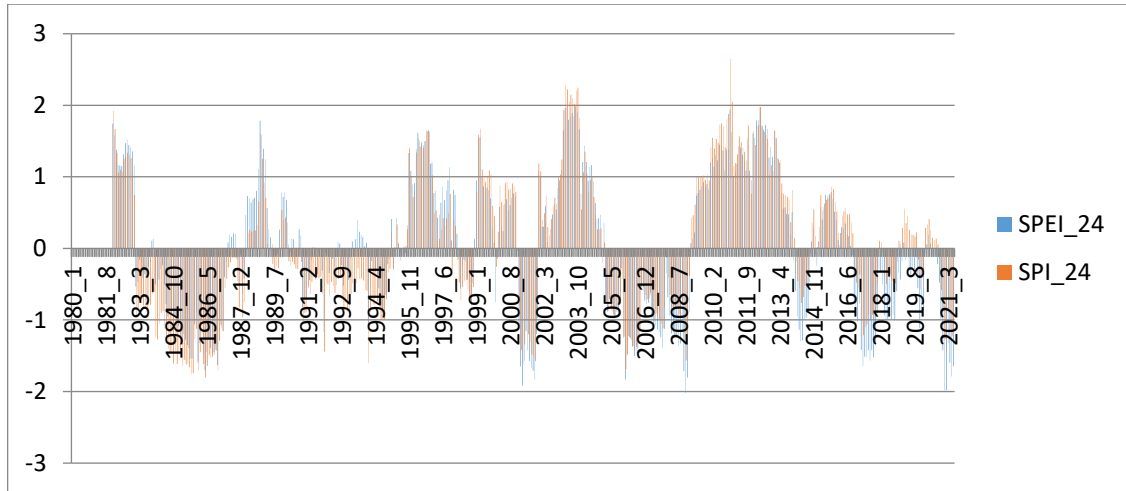
Şekil 4.77. Seydişehir istasyonu 3 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.78. Seydişehir istasyonu 6 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.79. Seydişehir istasyonu 12 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği



Şekil 4.80. Seydişehir istasyonu 24 aylık SPI ve SPEI değerleri grafiği

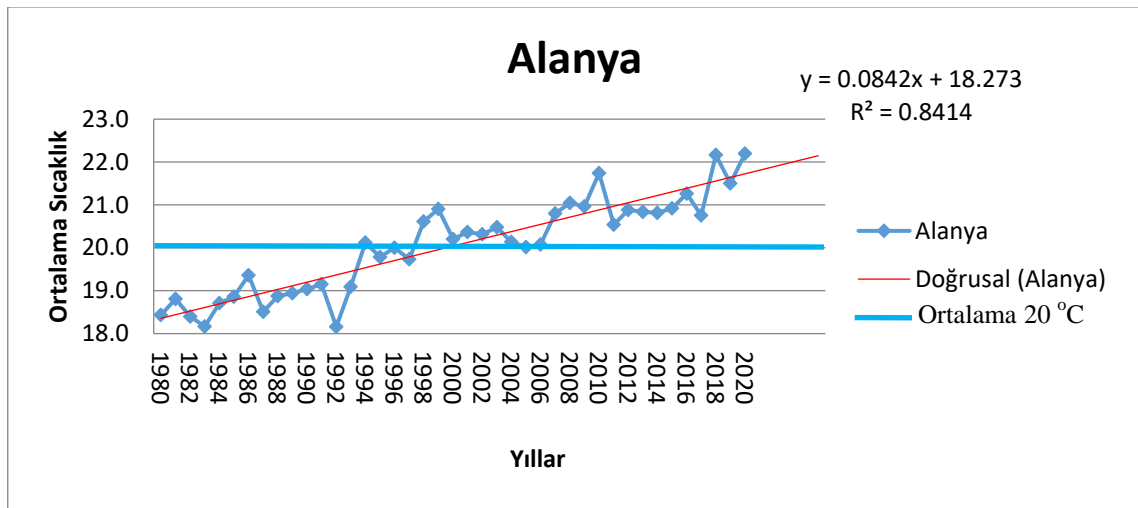
Ermenek ilçesinde Akdeniz İklimi etkileri görülsede havza bazlı yaklaşımla bakıldığında karasal iklime geçiş özellikleri mevcuttur. Genel olarak hem SPI hem de SPEI değerlerine bakıldığında havza normal/ normale yakın kuraklık değerlerinin ağırlıklı olduğu görülmüştür. 2000 yılı öncesinde yağışlı ayların daha fazla olduğu görülürken, 2000 yılı sonrasında kurak aylarda artışlar dikkat çekmiştir. Hesaplamalar göstermiştir ki "çok şiddetli yağış"- "şiddetli yağış" ile "çok şiddetli kuraklık"- "şiddetli kuraklık" değerlerinde artış vardır. Havza son değerlendirmelere göre kuraklığa eğilimli bir trende girmiştir. SPI ve SPEI aralarında 24 aylık korelasyon katsayısı incelendiğinde, korelasyon katsayısının yüksek olduğu istasyonlar akdeniz ikliminin hakim olduğu Anamur ( 93,5) ve Alanya (89,0) istasyonları olduğu görülmüştür. Karasal iklimin hakim olduğu istasyonlarda Karaman (66,1), Konya (61,4) ve Seydişehir (60,2) korelasyon katsayısı düşük çıkmıştır (Okka ve Durduran, 2022) . Yağışlı ve kurak dönemler istasyonlar arasında farklı zamanlarda ve farklı şiddetlerde gerçekleştiği görülmüştür. SPEI verileri SPI verilerine oranla daha kullanışlı olduğu görülmüş, SPEI indisinin farklı dönemlere ait analizleri ile florada ekilen bitkilerin ortalama sıcaklığın üzerinde olduğu dönemlere göre kuraklık incelemelerinin yapılması gerçeğe yakın sonuçlar vereceği düşünülmektedir (Bakanoğulları, 2020; Okka ve Durduran, 2022).

### 4.3 Trend Analizleri

#### 4.3.1. Linear regresyon analizi

Uygulamada lineer regresyon analizi yapılan istasyonlar ortalama sıcaklık değerleri üzerinden aylık ortalama verilen yıllık ortalama sıcaklık değerine çevrilerek değerlendirilmiş, dönem içindeki minimum ve maksimum değerler belirlenmiş ve 40 yıllık ortalama değer hesaplanmıştır.

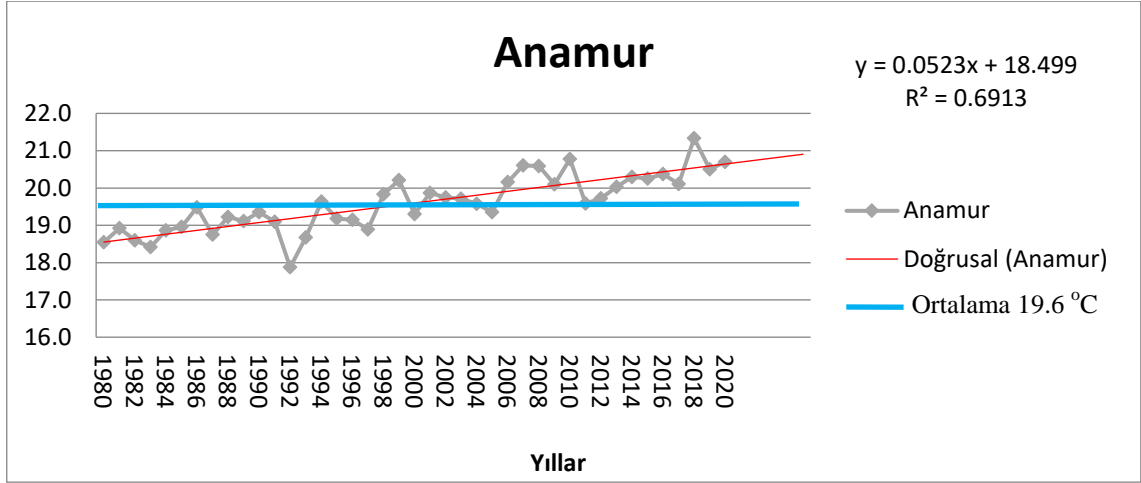
Alanya istasyonu ortalama sıcaklık değeri üzerinden hazırlanan grafik aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.81. Alanya istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği

Alanya istasyonu incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklık minimum 18.2 °C, maksimum ortalama sıcaklık 22.2 °C olduğu görülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 20 °C olarak hesaplanmıştır. Eğilim çizgisi artış trendinde olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının lineer regresyon çizgisine yakın olması  $R^2$  değerinin 84.14 olarak çıkmasının sebebidir. İstasyonda hızlı sıcaklık artışı yada azalışı nadiren görülmektedir. Ortalama sıcaklık farkı 4.0 °C dir.

Anamur istasyonu ortalama sıcaklık değeri üzerinden hazırlanan grafik aşağıdaki gibidir.

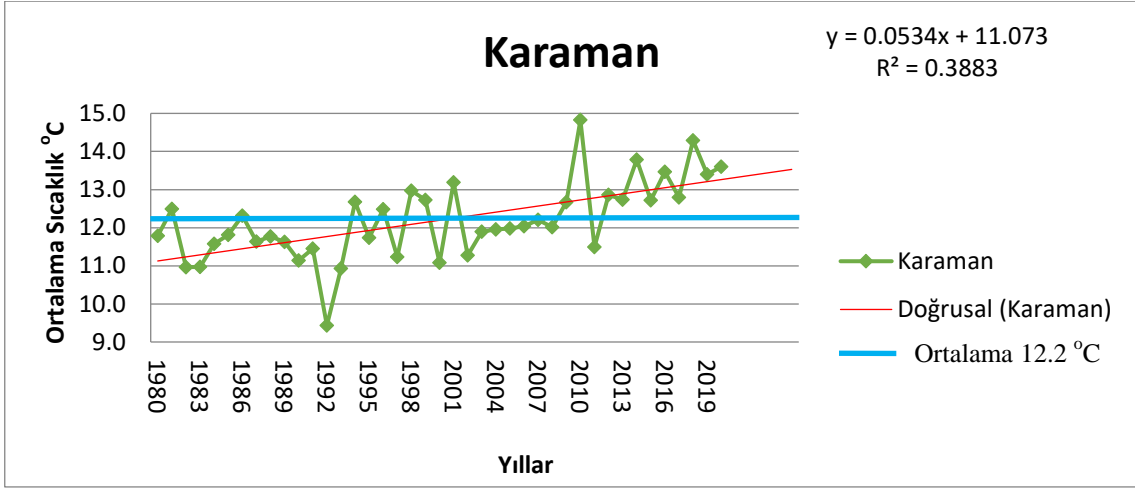


**Şekil 4.82.** Anamur istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği

Anamur istasyonu incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklık minimum 17.9 °C, maksimum ortalama sıcaklık 21.3 °C olduğu görülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 19.6 °C olarak hesaplanmıştır. Eğilim çizgisi artış trendinde olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının lineer regresyon çizgisinden sapmaların olması  $R^2$  değerinin 69.13 olarak çıkmasının sebebidir. İstasyonda hızlı sıcaklık artışı yada azalışı Alanya istasyonuna göre daha fazla olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklık farkı 3.5 °C dir.

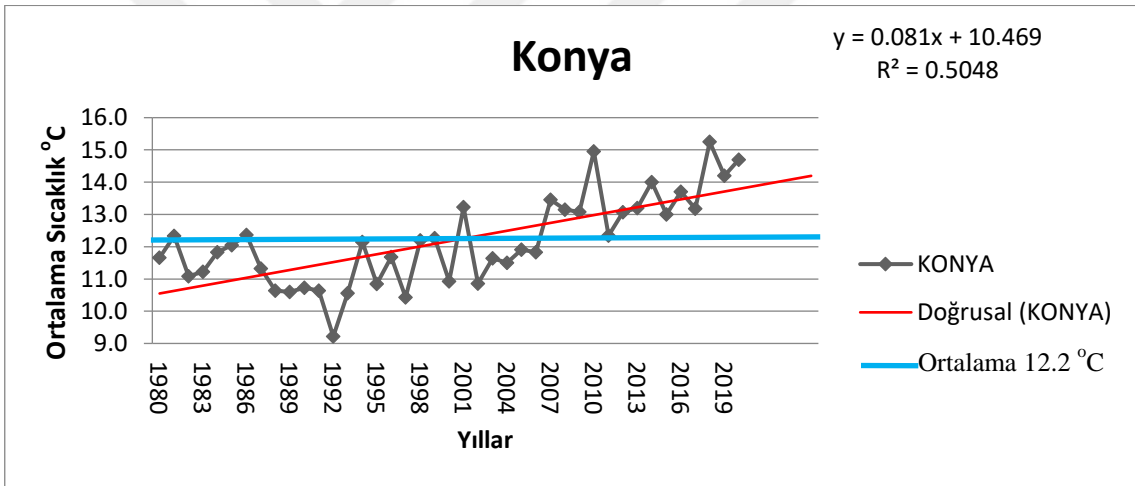
Karaman istasyonu ortalama sıcaklık değeri üzerinden hazırlanan grafik aşağıdaki gibidir.

Karaman istasyonu incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklık minimum 9.4 °C, maksimum ortalama sıcaklık 14.8 °C olduğu görülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 12.2 °C olarak hesaplanmıştır. Eğilim çizgisi artış trendinde olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının lineer regresyon çizgisinden sapmaların olması  $R^2$  değerinin 38.83 olarak çıkmasının sebebidir. İstasyonda karasal ikliminde etkisi ile dalgalanmaların tekrarlandığı görülmektedir. Ortalama sıcaklık farkı 5.4 °C dir.



Şekil 4.83. Karaman istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği

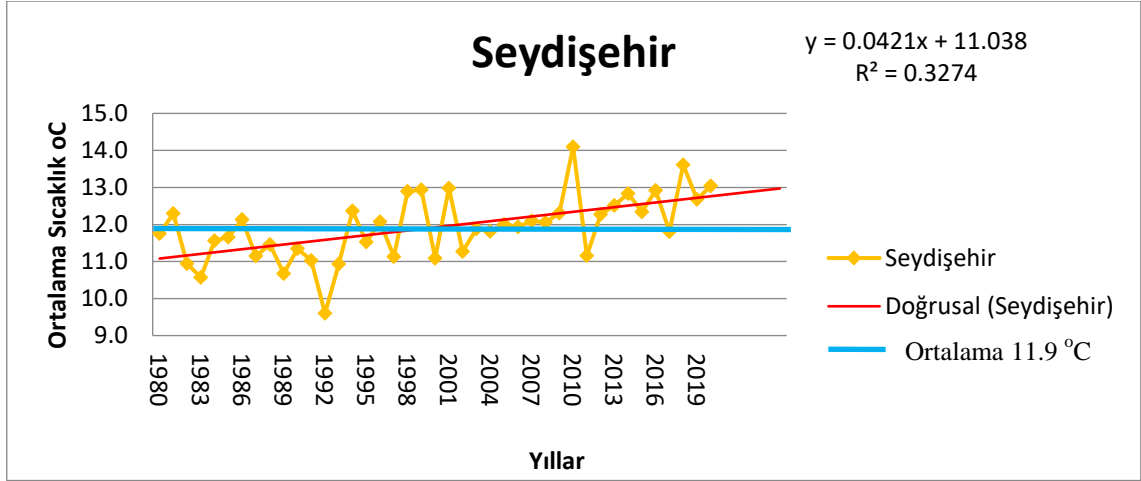
Konya istasyonu ortalama sıcaklık değeri üzerinden hazırlanan grafik aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.84. Konya istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği

Konya istasyonu incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklık minimum 9.2 °C, maksimum ortalama sıcaklık 15.3 °C olduğu görülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 12.2 °C olarak hesaplanmıştır. Eğilim çizgisi artış trendinde olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının lineer regresyon çizgisinden sapmaların olması  $R^2$  değerinin 50.48 olarak çıkmasının sebebidir. İstasyonda karasal ikliminde etkisi ile dalgalanmaların tekrarlandığı görülmektedir. Ortalama sıcaklık farkı 6.0 °C dir.

Seydişehir istasyonu ortalama sıcaklık değeri üzerinden hazırlanan grafik aşağıdaki gibidir.

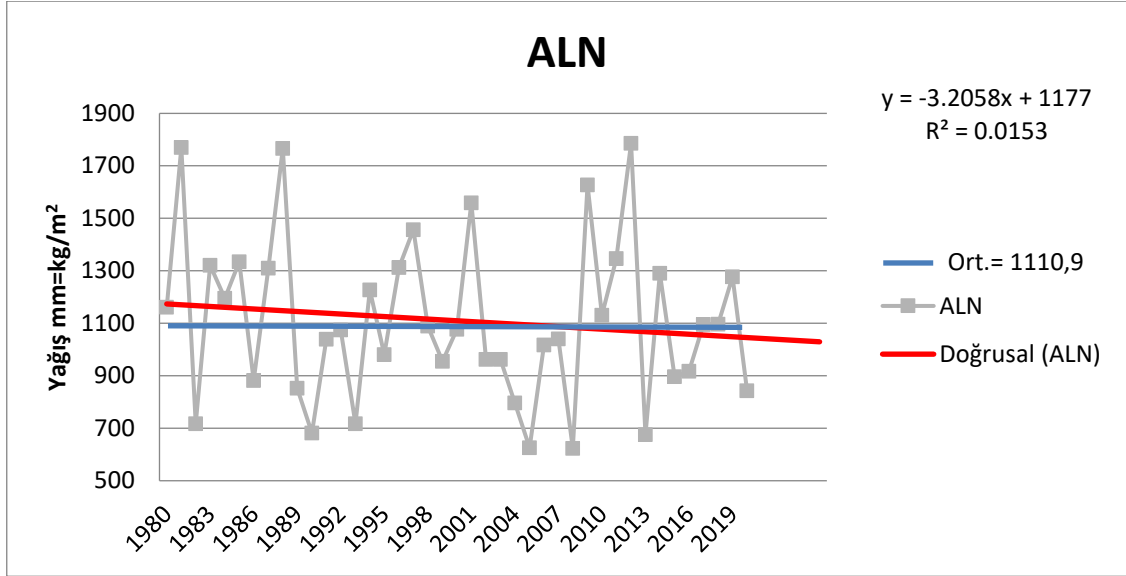


Şekil 4.85. Seydişehir istasyonu sıcaklık lineer regresyon grafiği

Seydişehir istasyonu incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklık minimum 9.6 °C, maksimum ortalama sıcaklık 14.1 °C olduğu görülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 11.9 °C olarak hesaplanmıştır. Eğilim çizgisi artış trendinde olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının lineer regresyon çizgisinden sapmaların olması  $R^2$  değerinin 0.3274 olarak çıkmasının sebebidir. İstasyonun geçiş iklimi bölgesinde kabul edilebilir. Dalganmaların tekrarlandığı görülmektedir. Ortalama sıcaklık farkı 4.5 °C dir.

Lineer regresyon analizi değerleri incelendiğinde, her istasyonda sıcaklık artışı trendi devam edeceği görülmektedir. Alanya'da ve Anamur istasyonlarında trend çizgisi 1998 yılında ortalama değerle eşit iken, Karaman, Konya ve Seydişehir istasyonları 2000 yılında bu seviyeye gelmiştir. 2020 yılı baz alındığında Anamur istasyonu trend çizgisine yaklaşık eşit iken diğer istasyonlarda trendin üzerinde sıcaklık gerçekleşmesinin olduğu görülmüştür. Formülasyon sonucu Alanya 21.6 °C öngörülürken gerçekleşen değer 22.2 °C fark 0.6 °C dir. Anamur istasyonu 20.6 °C hesaplanırken gerçekleşen değer 20.7 °C olup fark 0.1 °C dir. Karaman istasyonu formülasyon sonucu 13.1 °C bulunmuş, ölçülen değerler ortalaması 13.6 °C olarak bulunmuştur. Fark 0.5 °C dir. Konya istasyonu hesaplanan değer 13.7 °C iken gerçekleşen sıcaklık ortalaması 14.7 °C bulunmuş fark 1 °C dir. Seydişehir istasyonu incelendiğinde formülasyon sonucu çıkan değer 12.7 °C iken 13.0 °C ortalama sıcaklık gerçekleşmesi olmuş fark 0.3 °C olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre en az artış Anamur istasyonunda 0.1 °C hesaplanmış iken Konya istasyonunda 1.0 °C artış ile en fazla artış olduğu görülmüştür.

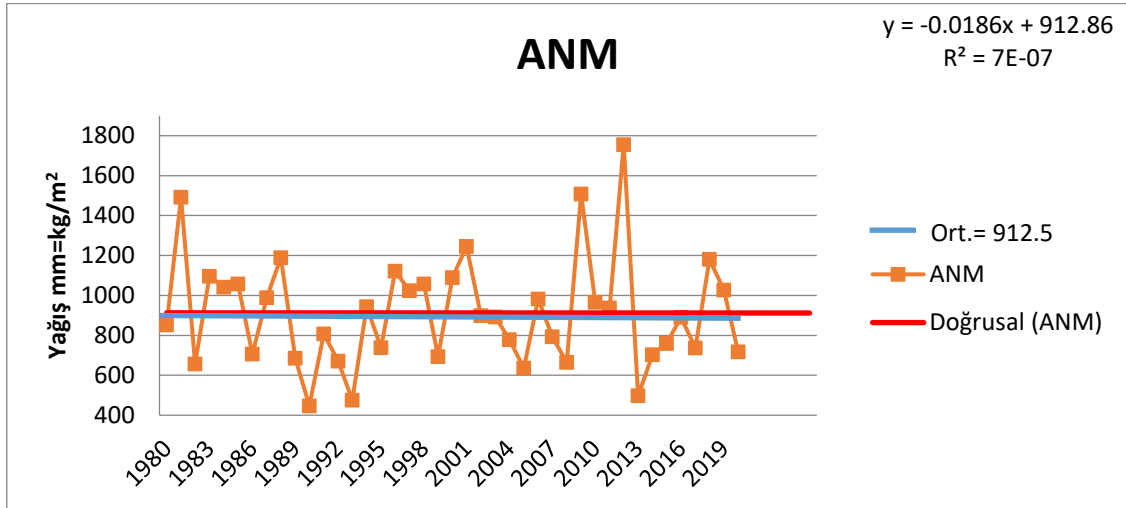
Yağış açısından değerlendirme yapıldığında Alanya istasyonu hazırlanan grafik aşağıdaki gibi oluşmaktadır.



**Şekil 4.86.** Alanya istasyonu yağış lineer regresyon grafiği

Alanya istasyonunda yıllık yağış miktarı minimum 623,5 mm=kg/m<sup>2</sup>, maksimum 1785,6 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 1109,6 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak hesap edilmiştir. İstasyonda yağış verilerinin inişli/ çıkışlı olması sonucu R<sup>2</sup> değeri sıfıra yaklaşmıştır. Ayrıca yağış miktarı azalış trendinde olduğu görülmektedir.

Anamur istasyonu hazırlanan yağış grafik aşağıdaki gibi oluşmaktadır.

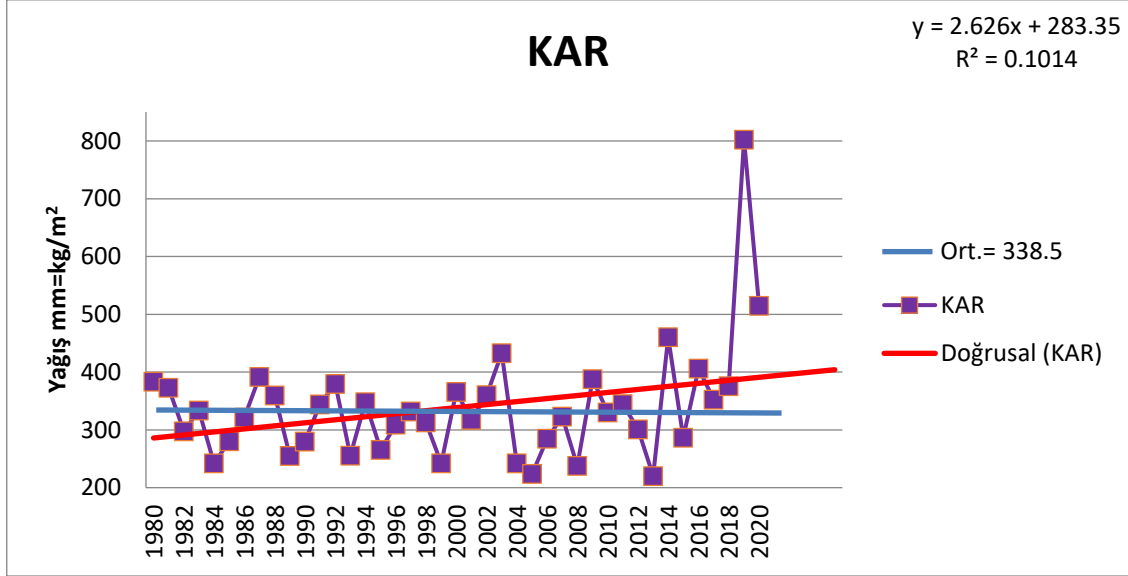


**Şekil 4.87.** Anamur istasyonu yağış lineer regresyon grafiği

Anamur istasyonunda yıllık yağış miktarı minimum 447,1 mm=kg/m<sup>2</sup>, maksimum 1755,1 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 912,5 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak hesap edilmiştir. İstasyonda yağış verilerinin inişli/ çıkışlı olması

sonucu  $R^2$  değeri sıfıra yaklaşmıştır. Ayrıca yağış miktarı çok azda olsa azalış trendinde olduğu görülmektedir.

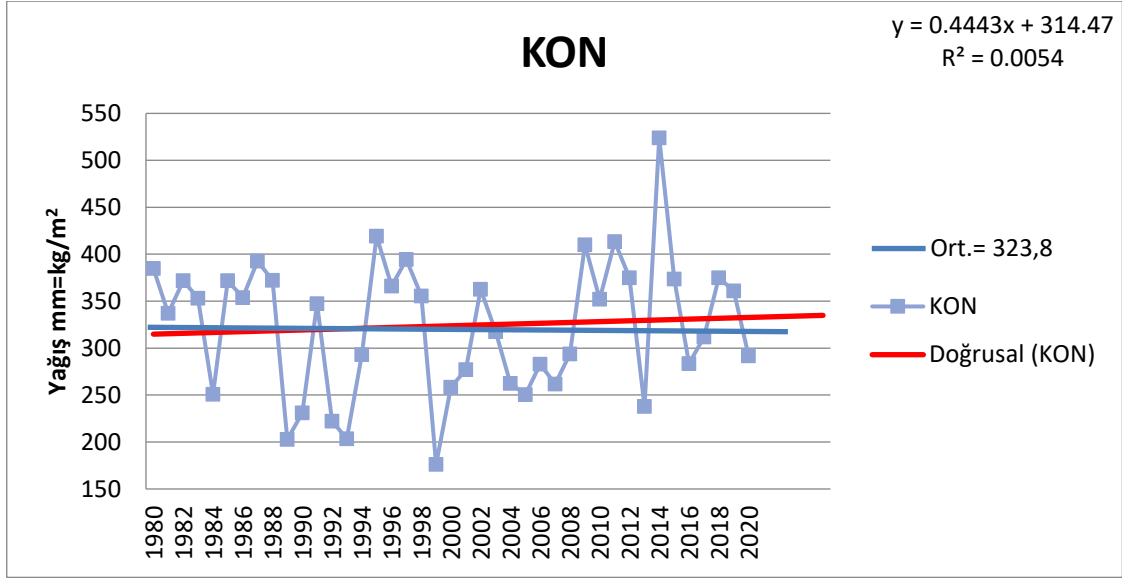
Karaman istasyonu için hazırlanan yağış grafik aşağıdaki gibi oluşmuştur.



Şekil 4.88. Karaman istasyonu yağış lineer regresyon grafiği

Karaman istasyonunda yıllık yağış miktarı minimum 220,3 mm=kg/m<sup>2</sup> , maksimum 802,4 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 338,5 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak hesap edilmiştir. İstasyonda yağış verilerinin Anamur ve Alanya istasyonlarına göre daha az dalgalanmanın olduğu görülmektedir. Lineer regresyon açısından bakıldığında yağış miktarında artış trendinde olduğu görülmektedir.

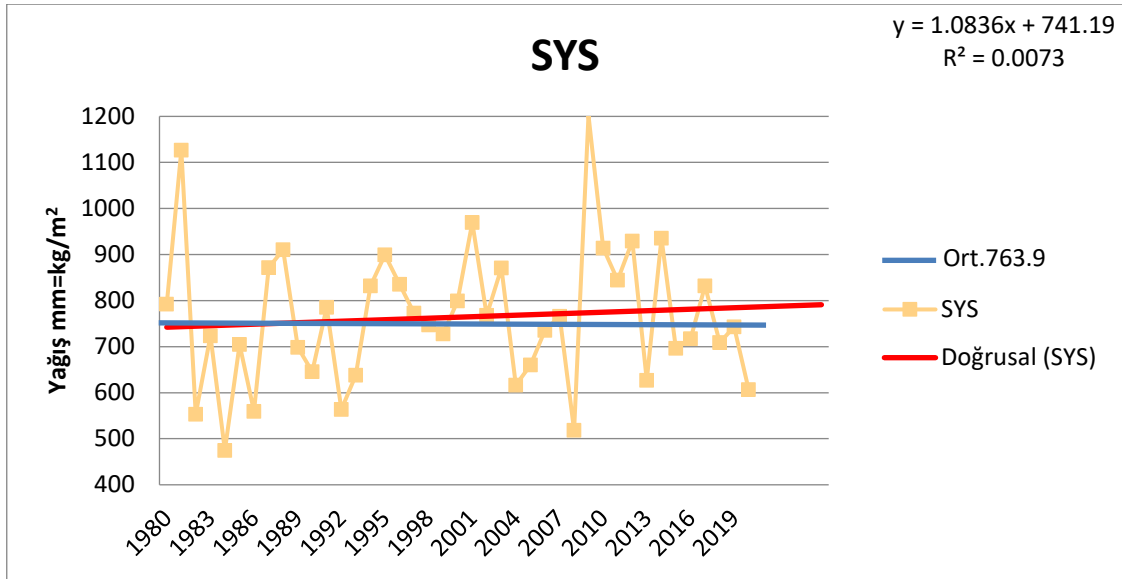
Konya istasyonunu yağış açısından lineer regresyon analizi için incelediğimizde oluşan grafik aşağıdaki gibi olmaktadır.



Şekil 4.89. Konya istasyonu yağış lineer regresyon grafiği

Konya istasyonunda yıllık yağış miktarı minimum 176,1 mm=kg/m<sup>2</sup>, maksimum 523,9 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 323,8 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak hesap edilmiştir. İstasyonda yağış verilerinin Dalgalanmalar nedeniyle R<sup>2</sup> değeri sıfıra yaklaşmaktadır. Lineer regresyon açısından bakıldığında yağış miktarında az da olsa artış trendinde olduğu görülmektedir.

Seydişehir istasyonu için hazırlanan yağış grafik aşağıdaki gibi oluşmuştur. Seydişehir istasyonunda yıllık yağış miktarı minimum 474,9 mm=kg/m<sup>2</sup>, maksimum 1202 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. 40 yıllık verilerin ortalaması 763,9 mm=kg/m<sup>2</sup> olarak hesap edilmiştir. İstasyonda yağış verilerinin Dalgalanmalar nedeniyle R<sup>2</sup> değeri sıfıra yaklaşmaktadır. Lineer regresyon açısından bakıldığında yağış miktarında az da olsa artış trendinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.90. Seydişehir istasyonu yağış lineer regresyon grafiği

Lineer regresyon analizinde karasal iklimin ve geçiş ikliminin bulunduğu bölgelerde yağışlar az da olsa artış trendinde iken akdeniz ikliminin hakim olduğu yerlerde azalış trendindedir. Aylık bazda yağış değişimleri Mann-Kendal analizinde ayrıntılı incelenecektir.

#### 4.3.2 Mann-Kendall analizi

Mann-Kendal ve Sen analizleri ayrı ayrı analizler olmasına rağmen Sen analizlerinde Mann-Kendall analizlerinde hesaplanan S değerinin , Mann- Kendall Testinin istatistiğini, Var(S) de varyasyonunu gösterdiğinden daha önce bahsedilmişti. Söz konusu çalışmada ayrıntılı biçimde analizler yapılmış, aylık, mevsimlik, yıllık ve ortalama değerler üzerinden değerlendirilmiştir.

Alanya istasyonu Mann-Kendall trend analizi 1980-2020 yılları için yapılmış ve değerler excel programı aracılığı ile hesaplanmış, sonuçlar tablo olarak aşağıda gösterilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonunda Haziran ve Temmuz ayları hariç diğer aylarda, mevsim bazında ilkbahar, sonbahar ve kışın sıcaklıklarda bir artış trendinin olduğu, Haziran, Temmuz ayları, yaz mevsimi, genel ve ortalama sıcaklıklarda bir trendin olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 4.13.** Mann-Kendall trend analizi Alanya istasyonu sonuçları

	Alanya			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	195	7908.33	2.18	+
Şubat	196	7366.67	2.27	+
Mart	250	7366.67	2.9	+
Nisan	376	7902.00	4.22	+
Mayıs	192	7366.67	2.23	+
Haziran	65	7365.67	0.75	
Temmuz	88	7366.67	1.01	
Ağustos	173	7366.67	1.97	+
Eylül	183	7366.67	2.11	+
Ekim	220	7366.67	2.55	+
Kasım	254	7366.67	2.95	+
Aralık	335	7907.67	3.76	+
İlkbahar	212	7366.67	2.46	+
Yaz	82	7366.67	0.94	
Sonbahar	228	7366.67	2.64	+
Kış	266	7366.67	3.09	+
Toplam	148	7366.67	1.71	
Ortalama	136	7366.67	1.57	

Anamur istasyonunda yapılan hesap sonucunda oluşan tablo aşağıda gösterilmiştir.

**Çizelge 4.14.** Mann-Kendall trend analizi ve Anamur istasyonu sonuçları

	Anamur			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	117	7890.33	1.31	
Şubat	265	7897.67	2.97	+
Mart	351	7913.00	3.93	+
Nisan	261	7899.67	2.93	+
Mayıs	195	7365.67	2.26	+
Haziran	100	7364.67	1.15	
Temmuz	116	7364.67	1.34	
Ağustos	208	7366.67	2.41	+
Eylül	204	7366.67	2.37	+
Ekim	214	7366.67	2.48	+
Kasım	319	7913.00	3.57	+
Aralık	200	7909.33	2.24	+
İlkbahar	236	7366.67	2.74	+
Yaz	124	7366.67	1.43	
Sonbahar	280	7366.67	3.25	+
Kış	286	7918.00	3.20	+
Toplam	184	7366.67	2.13	+
Ortalama	176	7366.67	2.04	+

Yapılan hesaplamalar sonunda Ocak, Haziran ve Temmuz ayları hariç diğer aylarda, mevsim bazında ilkbahar, sonbahar ve kışın, ortalama ve toplam sıcaklıklarda bir artış trendinin olduğu, Ocak, Haziran, Temmuz ayları ve yaz mevsiminde, sıcaklıklarda bir trendin olmadığı görülmüştür.

Karaman istasyonunda yapılan hesap sonucunda oluşan tablo aşağıda gösterilmiştir.

**Çizelge 4.15.** Mann-Kendall trend analizi ve Karaman istasyonu sonuçları

	Karaman			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	29	7921.00	0.31	
Şubat	198	7918.67	2.21	+
Mart	238	7913.33	2.66	+
Nisan	89	7914.33	0.99	
Mayıs	249	7903.00	2.79	+
Haziran	301	7903.00	3.37	+
Temmuz	258	7904.67	2.89	+
Ağustos	264	7916.64	2.96	+
Eylül	227	7912.33	2.54	+
Ekim	192	7915.33	2.15	+
Kasım	137	7915.00	1.53	
Aralık	58	7916.00	0.64	
İlkbahar	314	7922.67	3.52	+
Yaz	266	7366.67	3.09	+
Sonbahar	320	7915.33	3.59	+
Kış	142	7920.00	1.58	
Toplam	278	7366.67	3.23	+
Ortalama	276	7364.67	3.20	+

Yapılan hesaplamalar sonunda Ocak, Nisan, Kasım ve Aralık ayları hariç diğer aylarda, mevsim bazında ilkbahar, yaz, ve sonbaharda, ortalama ve toplam sıcaklıklarda bir artış trendinin olduğu, sonunda Ocak, Nisan, Kasım ve Aralık ayları ve kış mevsiminde, sıcaklıklarda bir trendin olmadığı görülmüştür.

Konya istasyonunda yapılan hesap sonucunda oluşan tablo aşağıda gösterilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonunda Ocak, Nisan, Kasım ve Aralık ayları hariç diğer aylarda, mevsim bazında ilkbahar, yaz, ve sonbaharda, ortalama ve toplam sıcaklıklarda bir artış trendinin olduğu, sonunda Ocak, Nisan, Kasım ve Aralık ayları ve kış mevsiminde, sıcaklıklarda bir trendin olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 4.16.** Mann-Kendall trend analizi ve Konya istasyonu sonuçları

	Konya			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	-8	7920.00	-0.08	
Şubat	179	7908.33	2.00	+
Mart	196	7920.00	2.19	+
Nisan	65	7919.33	0.72	
Mayıs	195	7909.00	2.18	+
Haziran	230	7916.67	2.57	+
Temmuz	278	7914.00	3.11	+
Ağustos	331	7913.00	3.71	+
Eylül	210	7912.00	2.35	+
Ekim	190	7909.33	2.13	+
Kasım	170	7910.67	1.90	
Aralık	59	7912.33	0.65	
İlkbahar	244	7924.67	2.73	+
Yaz	232	7366.67	2.69	+
Sonbahar	313	7921.67	3.51	+
Kış	134	7924.67	1.49	
Toplam	214	7366.67	2.48	+
Ortalama	211	7365.67	2.45	+

Seydişehir istasyonunda yapılan hesap sonucunda oluşan tablo aşağıda gösterilmiştir.

**Çizelge 4.17.** Mann-Kendall trend analizi ve Seydişehir istasyonu sonuçları

	Seydişehir			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	-4	7920.00	-0.03	
Şubat	153	7915.00	1.71	
Mart	210	7920.67	2.35	+
Nisan	89	7908.33	0.99	
Mayıs	170	7910.67	1.90	
Haziran	149	7892.33	1.67	
Temmuz	239	7365.67	2.67	+
Ağustos	266	7916.00	2.98	+
Eylül	125	7898.33	1.40	
Ekim	107	7909.67	1.19	
Kasım	143	7896.33	1.60	
Aralık	78	7915.33	0.87	
İlkbahar	268	7917.33	3.00	+
Yaz	220	7366.67	2.55	+
Sonbahar	255	7920.00	2.82	+
Kış	144	7924.67	1.67	
Toplam	348	7926.67	3.90	+
Ortalama	350	7900.00	3.93	+

Yapılan hesaplamalar sonunda Mart, Temmuz ve Ağustos aylarında, mevsim bazında ilkbahar,yaz, ve sonbaharda, ortalama ve toplam sıcaklıklarda bir artış trendinin olduğu, diğer aylarda ve kış mevsiminde, sıcaklıklarda bir trendin olmadığı görülmüştür.

Tüm istasyonlara genel olarak bakıldığında aylık, mevsimlik, ortalama ve yıllık toplam sıcaklıklarında bir artış trendinin olduğu görülmektedir. Konya ve Karaman istasyonları özellik olarak aynı değerleri taşımaktadır.

Yağış verileri açısından Mann-Kendall Trend Analizi incelendiğinde;

Alanya istasyonunda sadece Eylül ayı yağışlarında pozitif bir trendin olduğu, diğer aylarda, mevsimsel değerlendirmelerde, ortalama ve toplam yağış verilerinde her hangi bit trendin olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 4.18.** Mann-Kendall trend analizi Alanya istasyonu (yağış) sonuçları

	Alanya			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	19	7925.67	0.20	
Şubat	-22	7926.67	-0.24	
Mart	-49	7925.67	-0.54	
Nisan	18	7926.67	0.19	
Mayıs	25	7925.67	0.27	
Haziran	-44	7860.00	-0.49	
Temmuz	-114	7624.67	-1.51	
Ağustos	42	5864.67	0.54	
Eylül	304	7832.67	3.42	+
Ekim	76	7926.67	0.84	
Kasım	-158	7926.67	-1.76	
Aralık	-16	7926.67	-0.17	
İlkbahar	-9	7925.67	-0.09	
Yaz	-102	7920.00	-1.13	
Sonbahar	13	7925.67	0.13	
Kış	28	7926.67	0.30	
Toplam	-29	7925.67	-0.31	
Ortalama	-29	7925.67	-0.31	

Anamur istasyonu sadece Eylül ayı yağışlarında pozitif bir trendin olduğu, diğer aylarda, mevsimsel değerlendirmelerde, ortalama ve toplam yağış verilerinde her hangi bit trendin olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.19. Mann-Kendall trend analizi Anamur istasyonu (yağış) sonuçları

	Anamur			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	61	7925.67	0.67	
Şubat	22	7926.67	0.24	
Mart	-73	7925.67	-0.81	
Nisan	15	7925.67	0.16	
Mayıs	111	7912.33	1.24	
Haziran	-65	7654.33	-0.73	
Temmuz	27	4780.33	0.38	
Ağustos	67	4783.00	0.95	
Eylül	223	7432.33	2.58	+
Ekim	-89	7925.67	-0.99	
Kasım	-83	7925.67	-0.92	
Aralık	34	7926.67	0.37	
İlkbahar	-44	7926.67	-0.48	
Yaz	-31	7858.33	-0.34	
Sonbahar	-64	7926.67	-0.71	
Kış	154	7366.67	1.78	
Toplam	-32	7926.67	-0.35	
Ortalama	-32	7926.67	-0.35	

Karaman istasyonunun da artan yada azalan bir trend tespit edilmemiştir .

Çizelge 4.20. Mann-Kendall trend analizi Karaman istasyonu (yağış) sonuçları

	Karaman			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	166	7924.67	1.85	
Şubat	-3	7923.67	-0.02	
Mart	-32	7924.67	-0.35	
Nisan	-62	7924.67	-0.69	
Mayıs	-113	7923.67	-1.26	
Haziran	156	7922.67	1.74	
Temmuz	-112	7752.00	-1.26	
Ağustos	-78	7517.33	-0.20	
Eylül	126	7832.67	1.41	
Ekim	18	7922.00	0.19	
Kasım	-27	7925.67	-0.29	
Aralık	48	7926.67	0.53	
İlkbahar	-88	7924.67	-0.98	
Yaz	97	7925.67	1.08	
Sonbahar	44	7926.67	0.48	
Kış	105	7925.67	1.17	
Toplam	37	7925.67	0.40	
Ortalama	37	7921.00	0.40	

Konya istasyonunda sadece Eylül ayı yağışlarında pozitif bir trendin olduğu, diğer aylarda, mevsimsel değerlendirmelerde, ortalama ve toplam yağış verilerinde herhangi bir trendin olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 4.21.** Mann-Kendall trend analizi Konya istasyonu (yağış) sonuçları

	Konya			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	151	7925.67	1.68	
Şubat	-46	7924.67	-0.51	
Mart	12	7926.67	0.12	
Nisan	-94	7926.67	-1.04	
Mayıs	-104	7926.67	-1.16	
Haziran	99	7925.67	1.10	
Temmuz	-12	7890.00	-0.12	
Ağustos	38	7756.67	0.42	
Eylül	223	7907.00	2.50	+
Ekim	-34	7924.67	-0.37	
Kasım	-79	7925.67	-0.88	
Aralık	48	7926.67	0.53	
İlkbahar	-91	7925.67	-1.01	
Yaz	83	7925.67	0.92	
Sonbahar	-68	7926.67	-0.75	
Kış	62	7926.67	0.69	
Toplam	38	7926.67	0.42	
Ortalama	35	7921.00	0.38	

Seydişehir istasyonunda sadece Eylül ayı yağışlarında pozitif bir trendin olduğu, diğer aylarda, mevsimsel değerlendirmelerde, ortalama ve toplam yağış verilerinde herhangi bir trendin olmadığı görülmüştür.

Yağışların günlere göre ortalama yağmasının haricinde anlık ve kuvvetli bir şekilde olması sel ve taşkın olaylarını tetiklediği görülmektedir.

**Çizelge 4.22.** Mann-Kendall trend analizi Seydişehir istasyonu (yağış) sonuçları

	Seydişehir			
	S	VAR	Z	TREND
Ocak	140	7926.67	1.56	
Şubat	12	7926.67	0.12	
Mart	24	7926.67	0.26	
Nisan	-13	7925.67	-0.13	
Mayıs	50	7926.67	0.55	
Haziran	130	7926.67	1.45	
Temmuz	-37	7860.33	-0.41	
Ağustos	17	7882.33	0.18	
Eylül	177	7917.00	1.98	+
Ekim	38	7926.67	0.42	
Kasım	-136	7926.67	-1.52	
Aralık	-14	7926.67	-0.15	
İlkbahar	7	7925.67	0.07	
Yaz	94	7926.67	1.04	
Sonbahar	5	7925.67	0.04	
Kış	34	7926.67	0.37	
Toplam	34	7926.67	0.37	
Ortalama	33	7925.67	0.36	

#### 4.4. Sıcaklık, nem ve yağış verilerinin karşılaştırılması

Ermenek Barajı gölü hacmi yaklaşık 4.5 Milyar m<sup>3</sup> suya sahip olan barajın çevreye etkisinin olması kaçınılmazdır. Baraj yapılamadan ortalama sıcaklık ile baraj yapımı sonrasında ki ortalama sıcaklık değerlerinde bir artmanın olduğu görülmüştür. Baraj yapımı öncesi ve sonrasında gösterir değerler çizelge 4.22' de verilmiştir.

**Çizelge 4.23 :** Baraj öncesi ve sonrası ortalama sıcaklık tablosu

	OCK	ŞBT	MRT	NSN	MYS	HZN	TMZ	AĞS	EYL	EKM	KSM	ARK	YILLIK
Baraj Öncesi (1965-2004)	3.6	3.7	6.3	10.2	14.2	19.7	22.9	22.8	19.3	14.2	8.1	4.6	12.4
Baraj Sonrası (2013-2018)	4.0	4.3	8.6	10.8	15.0	20.6	23.7	23.3	19.9	15.1	9.3	4.2	13.0

Her ne kadar ortalama sıcaklıkta artış görünse de baraj yapımı öncesi 40 yıllık bir veri varken, yapım sonrası veriseti aralığı 5 yıldır. Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri dünya genelinde olan bir olgu olduğunda düşünüldüğünde bu artışın baraja bağlanması şu an için yanlış olacağı düşünülmektedir. Sıcaklık üzerinde etkinin araştırılmaya devam edilmelidir.

Barajların iklime etkisi öncelikle nem üzerinde görülebilir. Yapılan çalışmalar bunu destekler niteliktedir. Ayrıca arazi çalışmaları sırasında barajların ilk yılında bile nemde bir değişiklik olduğu yöre insanları tarafından dile getirilmektedir. Ancak bu psikolojik bir inanıştır. Ermenek Barajı nem açısından incelendiğinde ilk nem ölçülerinin 1975 yılında başladığı görülmektedir. Ölçümler meteoroloji istasyonu kapanana kadar (Temmuz-2004) devam etmiş, 2012 yılı Aralık ayında istasyonun açılması ile tekrar başlamıştır. Nem oranı en çok kış aylarında artmıştır. Nem verisine ait baraj öncesi ve sonrası gösterir tablo çizelge 4.23 de verilmiştir.

**Çizelge 4.24.** Baraj öncesi ve sonrası ortalama nem değerleri tablosu

	OCK	ŞBT	MRT	NSN	MYS	HZN	TMZ	AĞS	EYL	EKM	KSM	ARLK	YILLIK
Baraj Öncesi (1975-2004)	58	57	52	47	44	38	32	33	37	43	53	57	46
Baraj Sonrası (2013-2018)	70	64	56	49	52	47	35	38	41	50	56	64	52

Nem değerlerinin yükselmesi ile baraj çevresinde bulunan tarım kültürü değişmeye başlamış, zeytin bahçeleri artmış, nadasa bırakılan arazi miktarı ise azalmıştır.

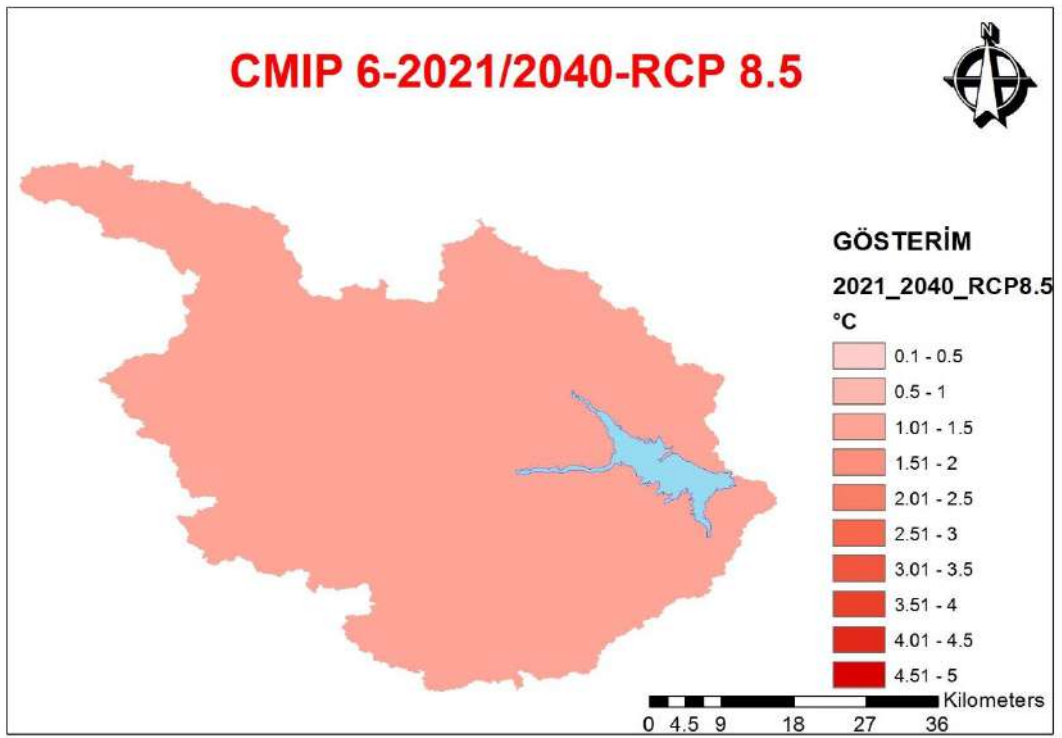
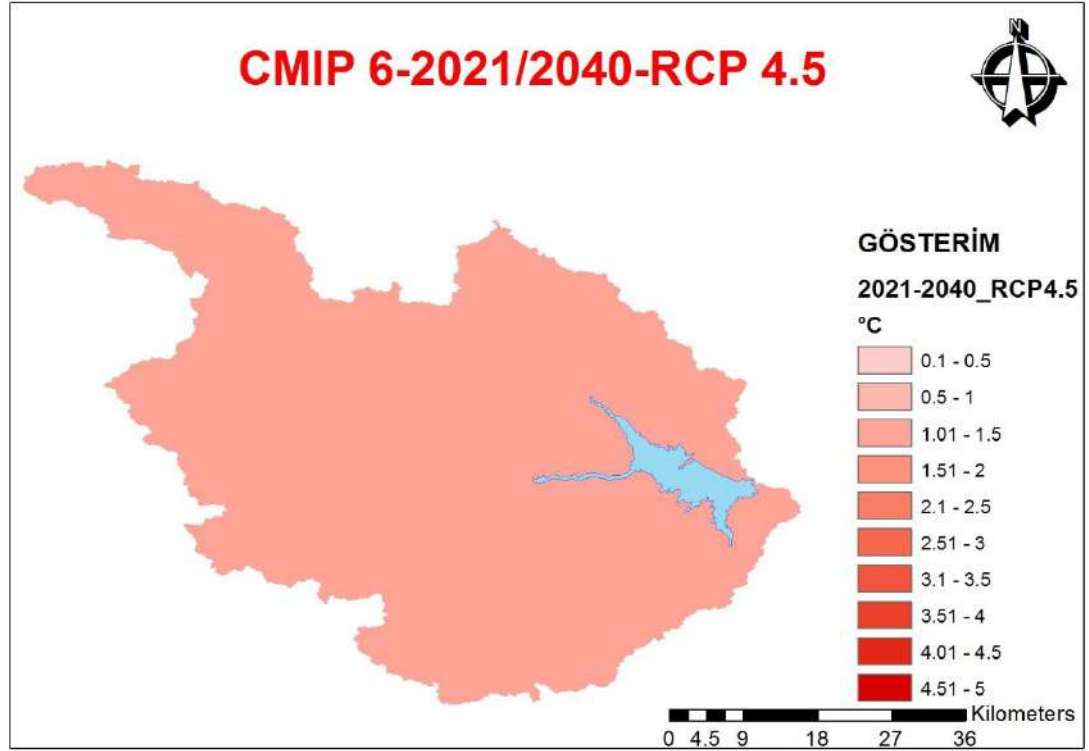
Yağış verilerinin normal şartlarda artması gerekirken baraj yapımı sonrası azaldığı görülmektedir. Ancak bunu baraj gölüne bağlamak yanlış olur. Baraj yapımı öncesi 54 yıllık veri ortalaması kullanılırken baraj yapımı sonrası 5 yıllık bir seti bulunmaktadır. Ayrıca Ermenek istasyonuna en yakın Alanya ve Anamur istasyonlarının SPI ve SPEI indekslerinin 24 Ay verileri incelendiğinde kurak dönemde bulunduğu görülmektedir. Yağış verisine ait baraj öncesi ve sonrası gösterir tablo çizelge 4.24 de verilmiştir.

**Çizelge 4.25:** Baraj öncesi ve sonrası ortalama yağış değerleri tablosu

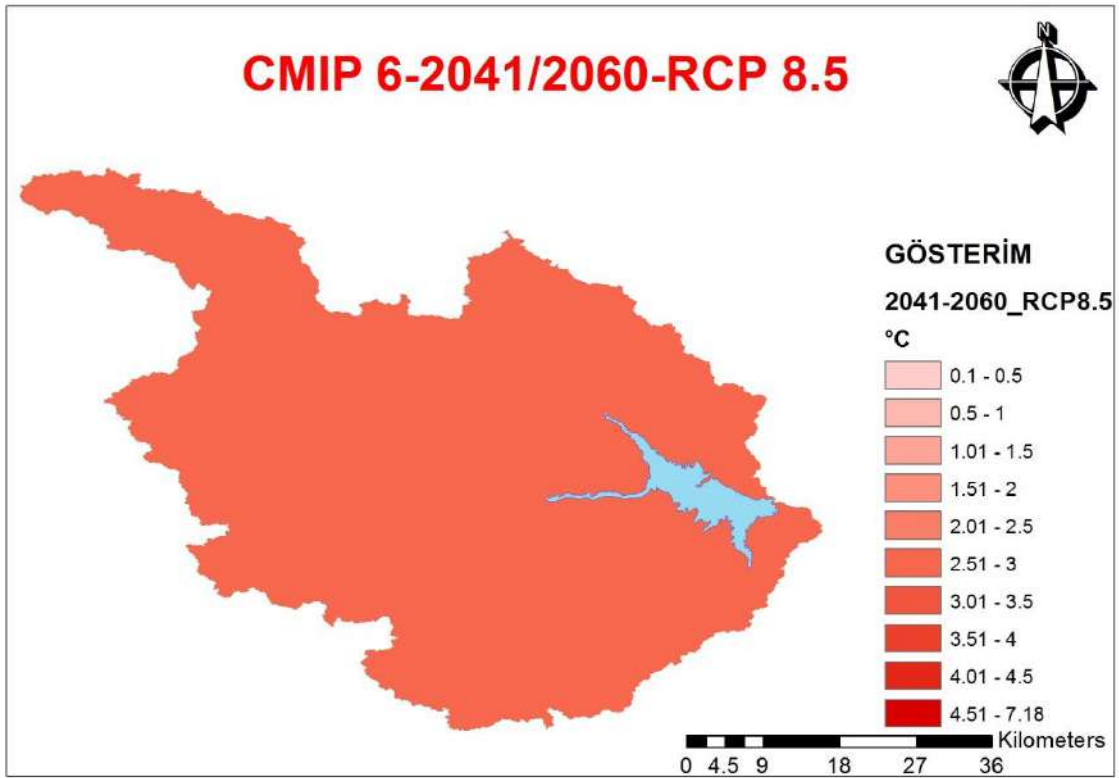
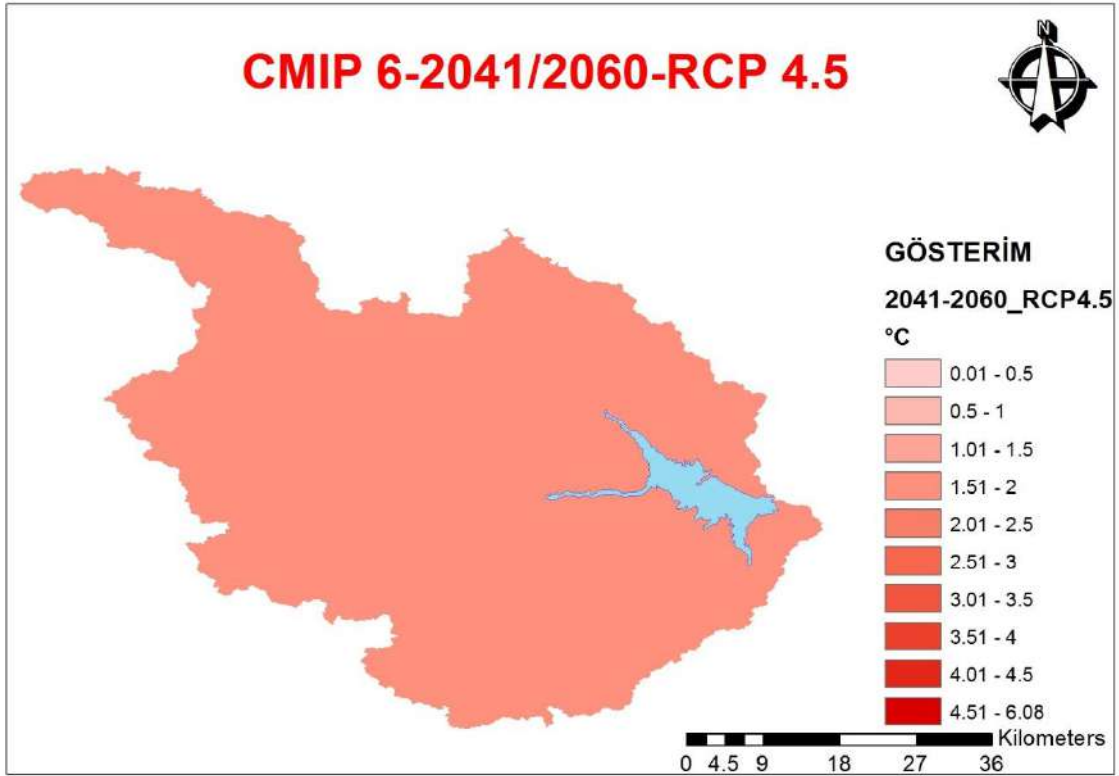
	OCK	ŞBT	MRT	NSN	MYS	HZN	TMZ	AĞS	EYL	EKM	KSM	ARLK	YILLIK
Baraj Öncesi (1950-2004)	90.4	67.4	58.7	36.5	33.2	20.5	13.5	8.4	7.6	34.1	63.0	109.3	527.3
Baraj Sonrası (2013-2018)	75.4	35.8	54.9	22.5	46.7	23.2	2.9	6.9	4.8	40.9	35.6	76.5	425.9

#### 4.5. İklim Değişikliği ve İklim Değişikliği Projeksiyonları

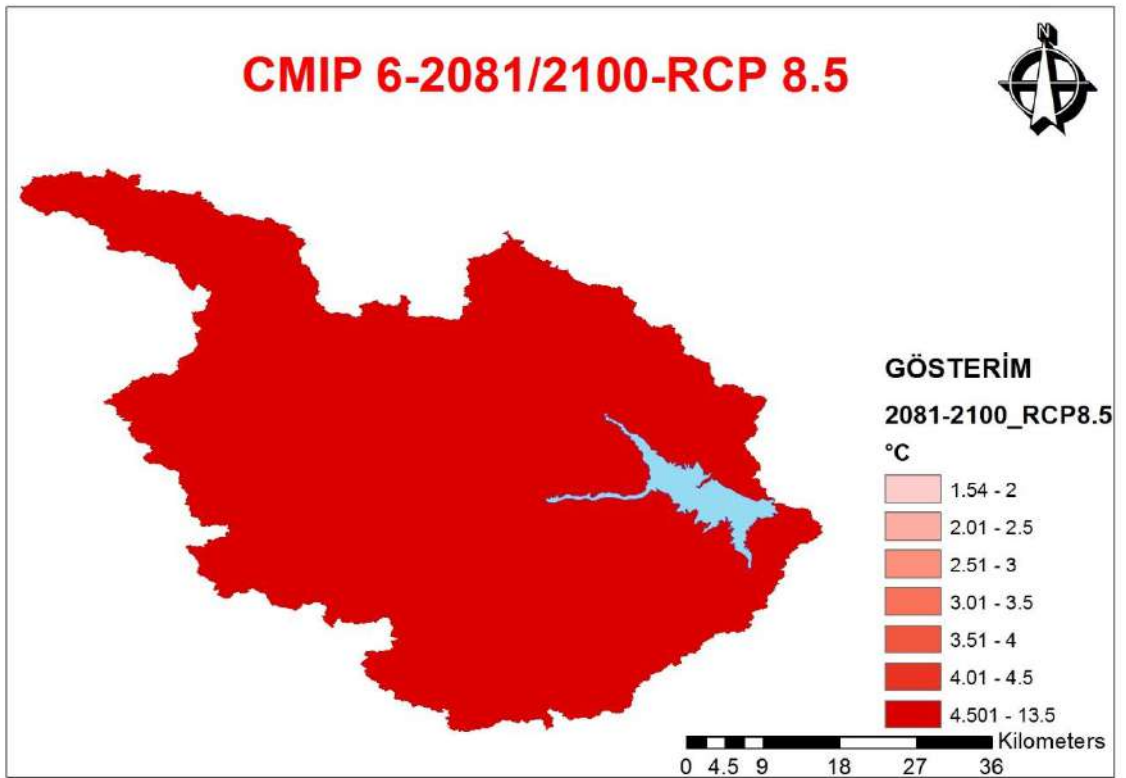
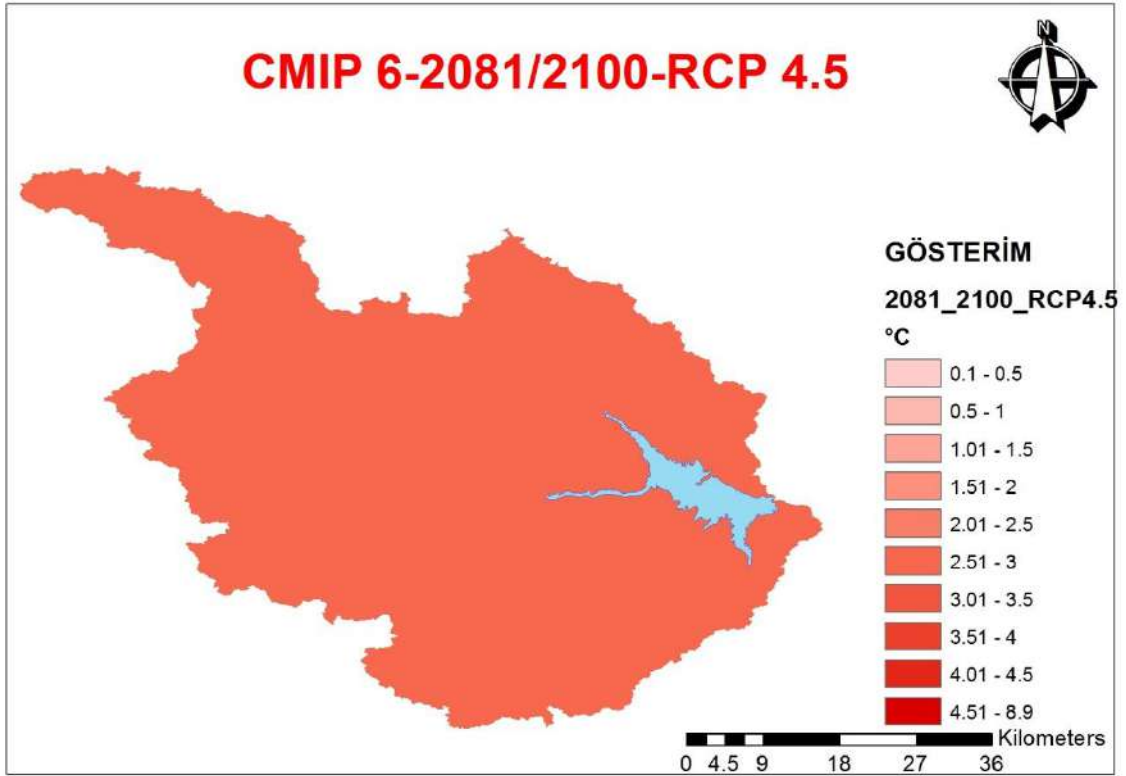
Uygulamada CMIP 6 ve CORDEX verileri kullanılarak 2021-2040, 2041-2060 ve 2081-2100 yılı için sıcaklık ve yağış senaryoları hesaplanmıştır.



Şekil 4.91. CMIP 6 'e göre 2021-2040 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5)



Şekil 4.92. CMIP 6 'e göre 2041-2060 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5)

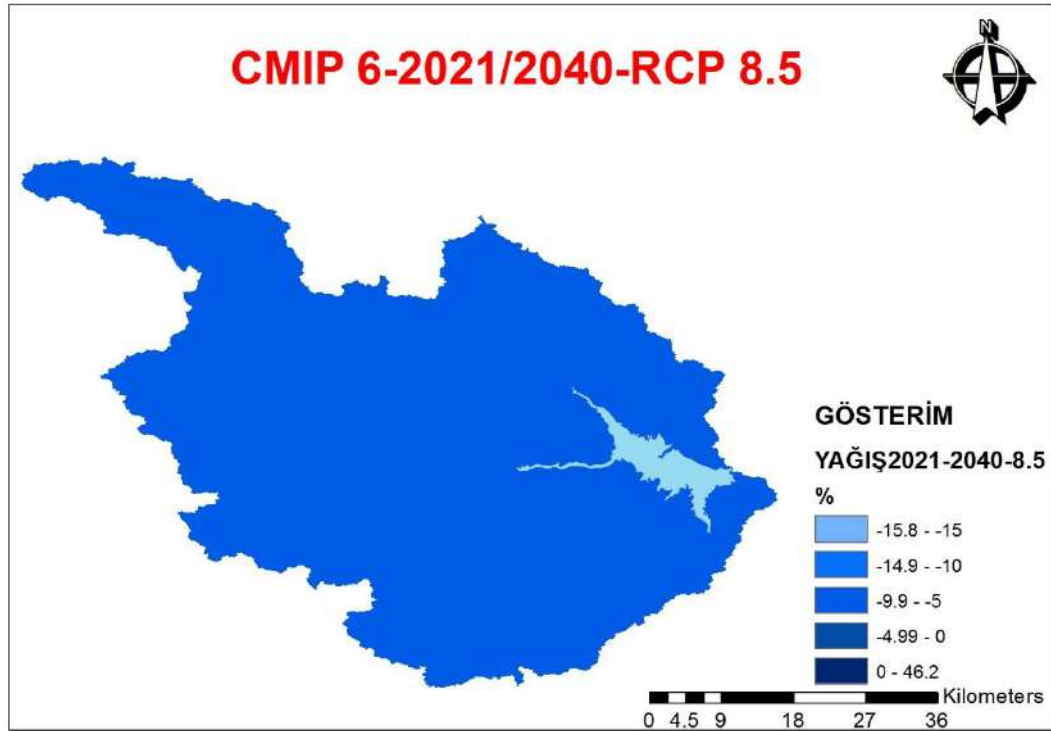
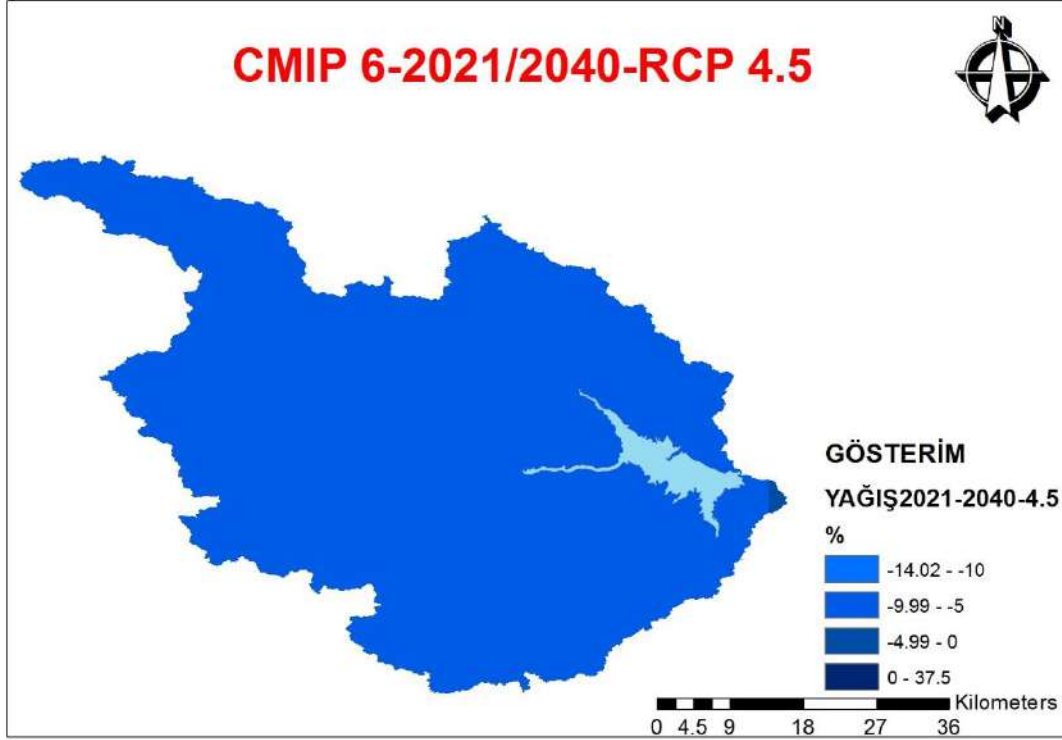


**Şekil 4.93.** CMIP 6 'e göre 2081-2100 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5)

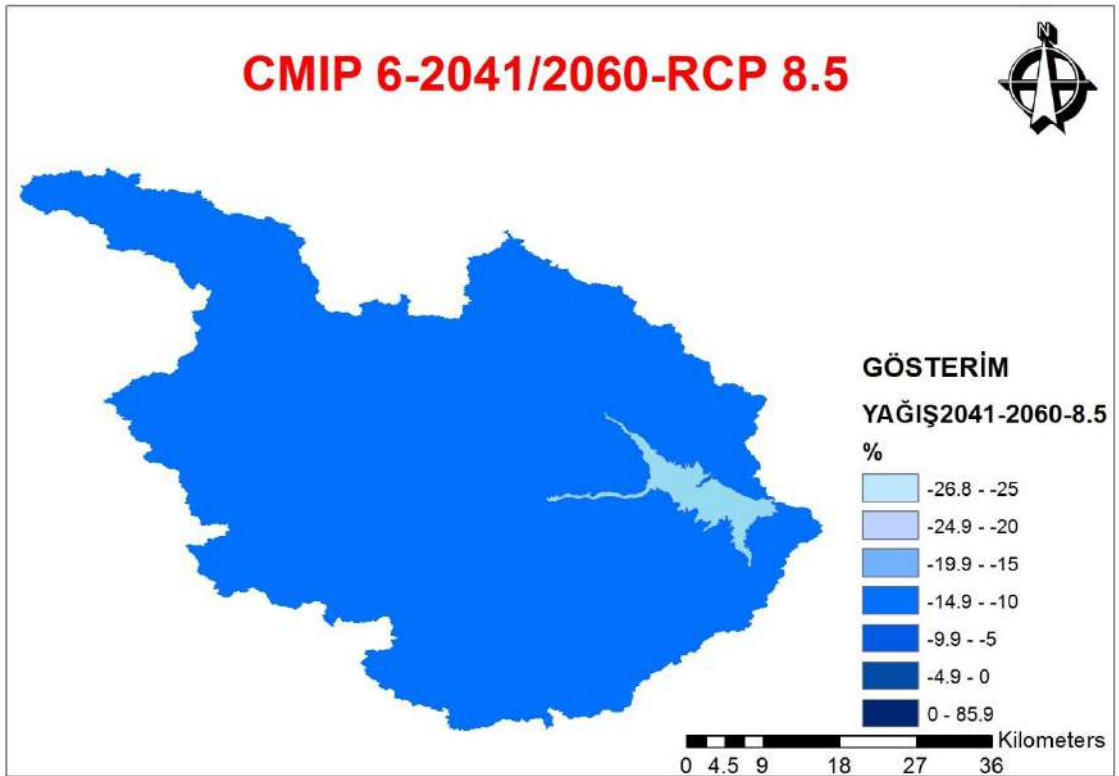
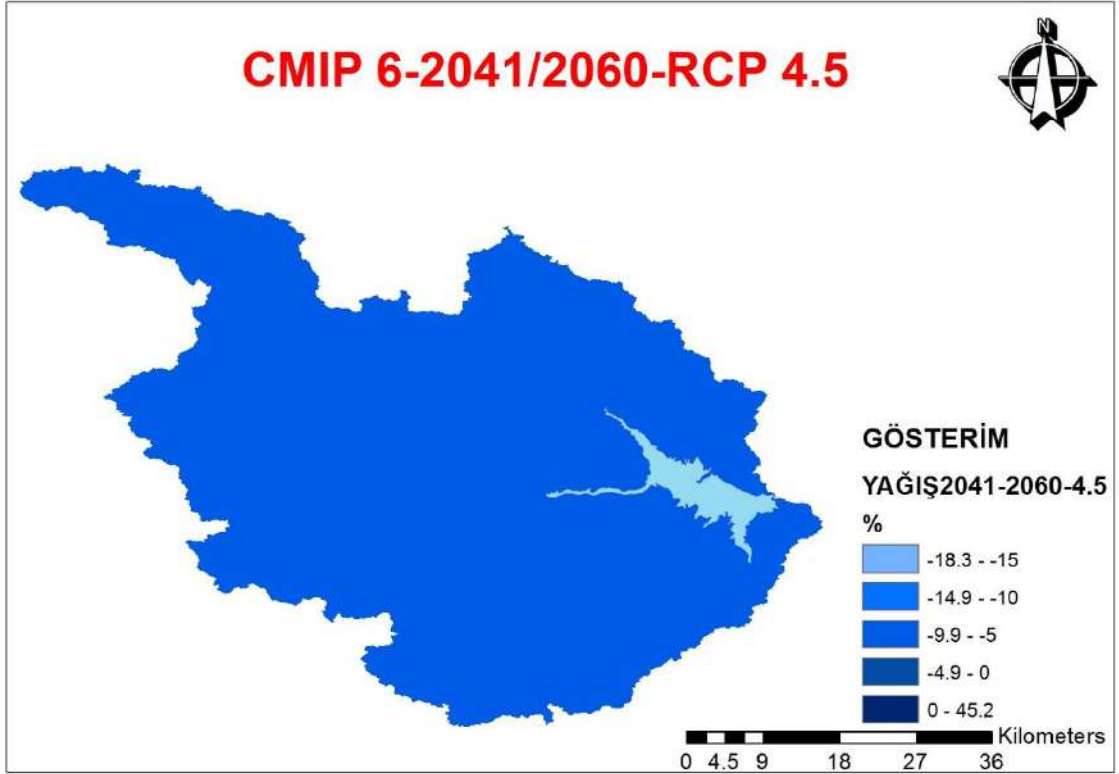
Yapılan çalışma sonunda CMIP verilerine göre yapılan hesapta 2021-2040 yıllarında her iki senaryoda da (RCP4.5,RCP 8.5) 1.5 °C artış, 2041-2060 yıllarında RCP

4.5 e göre 2 °C , RCP 8.5 e göre 2.6 °C artış, 2081-2100 yıllarında RCP 4.5 te 2.9 °C, RCP 8.5 e göre 5.3 °C artış beklenmektedir.

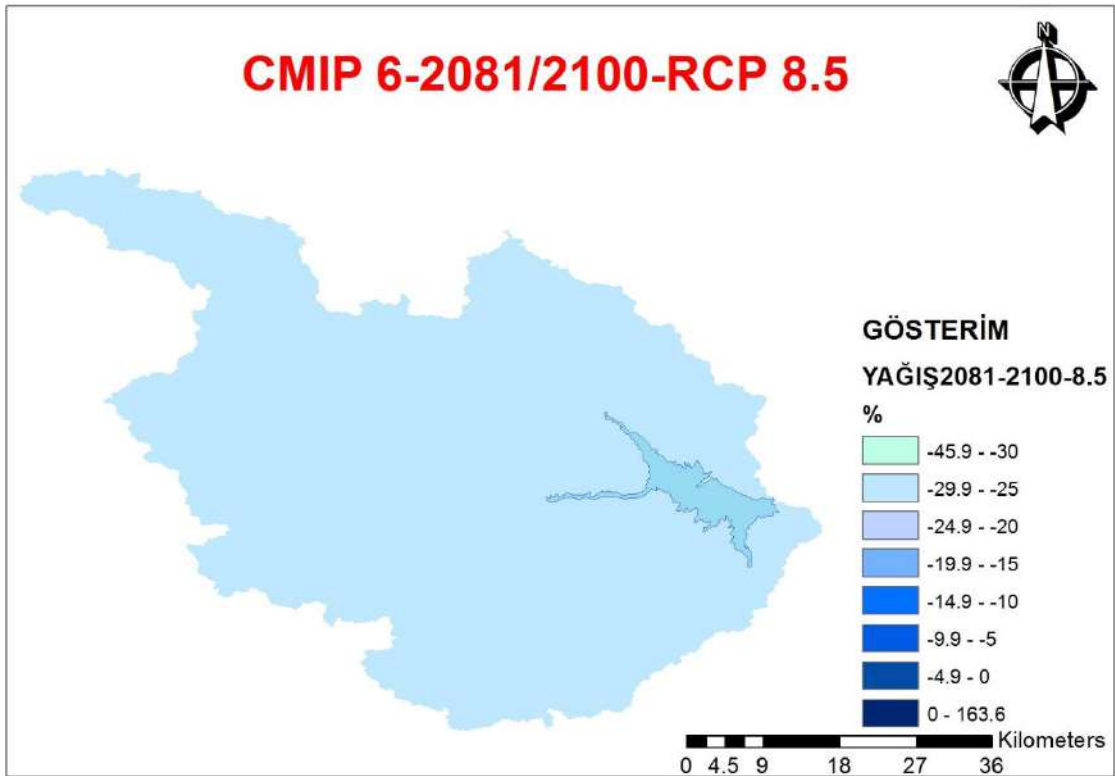
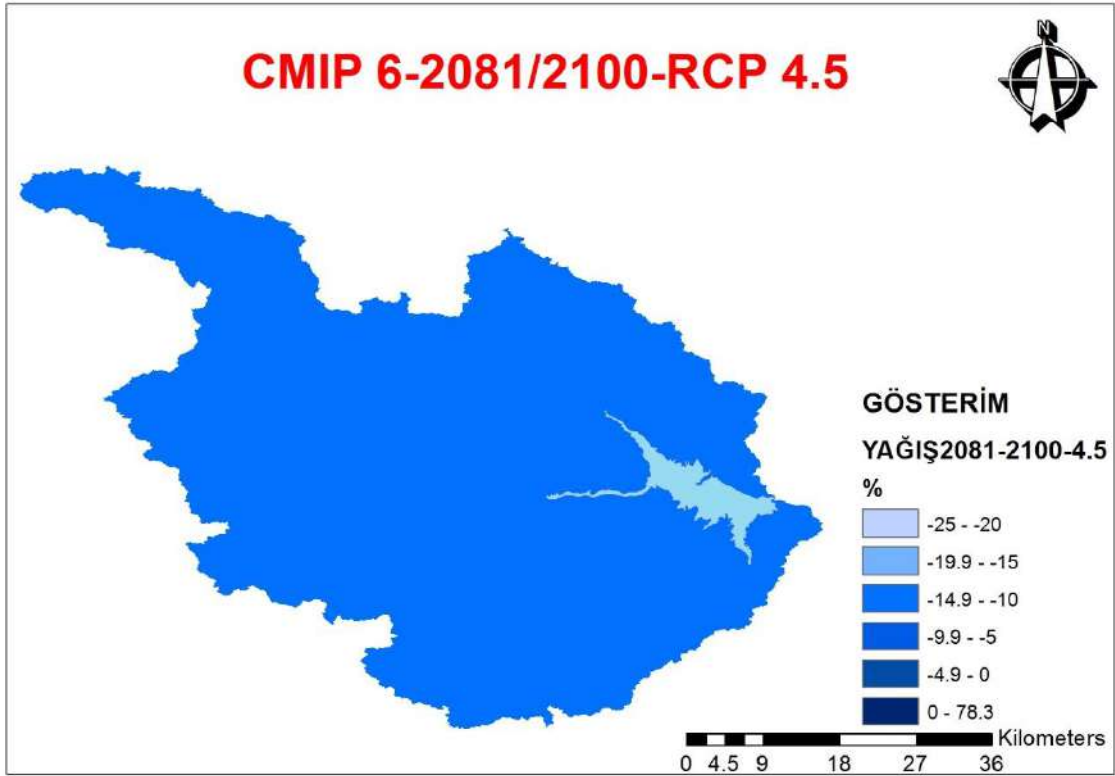
Yağış verilerine göre yapılan hesaplamaların sonucunda;



Şekil 4.94. CMIP 6 'e göre 2021-2040 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5)



Şekil 4.95. CMIP 6 'e göre 2041-2060 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5)

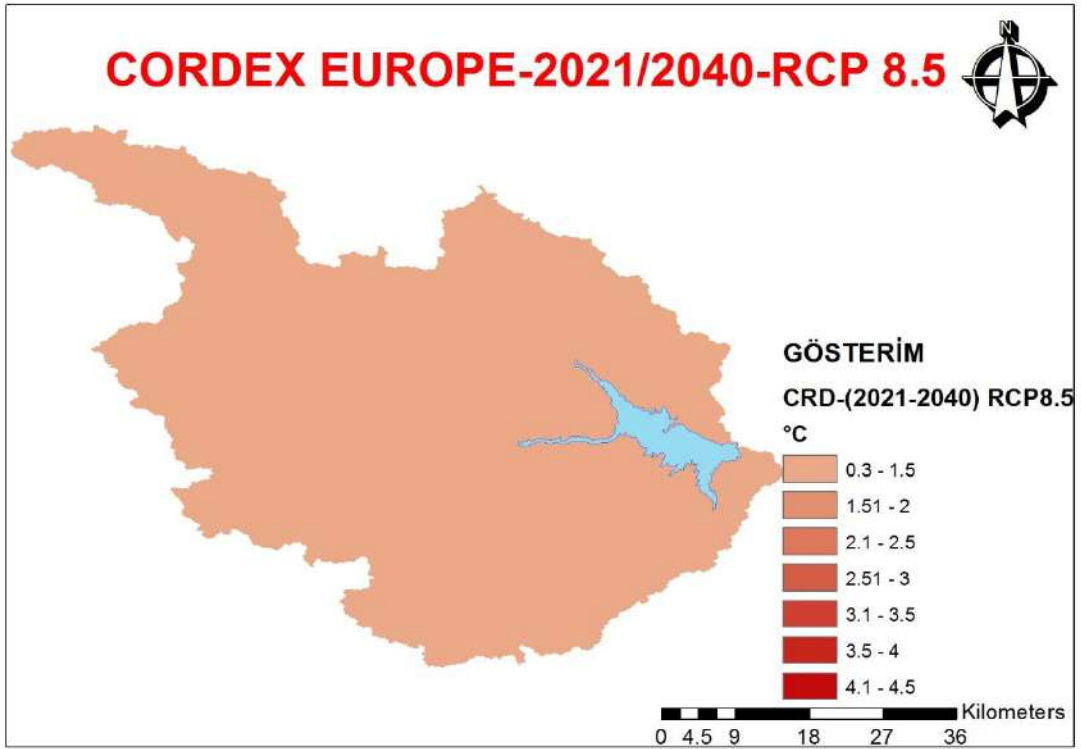
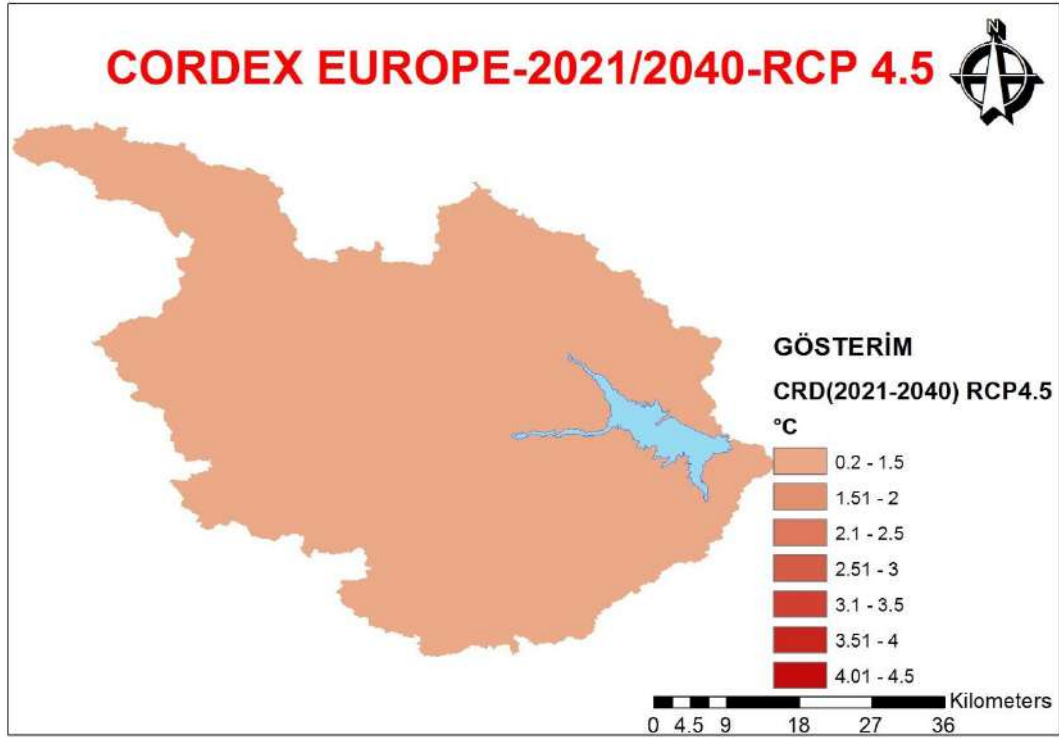


Şekil 4.96. CMIP 6 'e göre 2081-2100 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5)

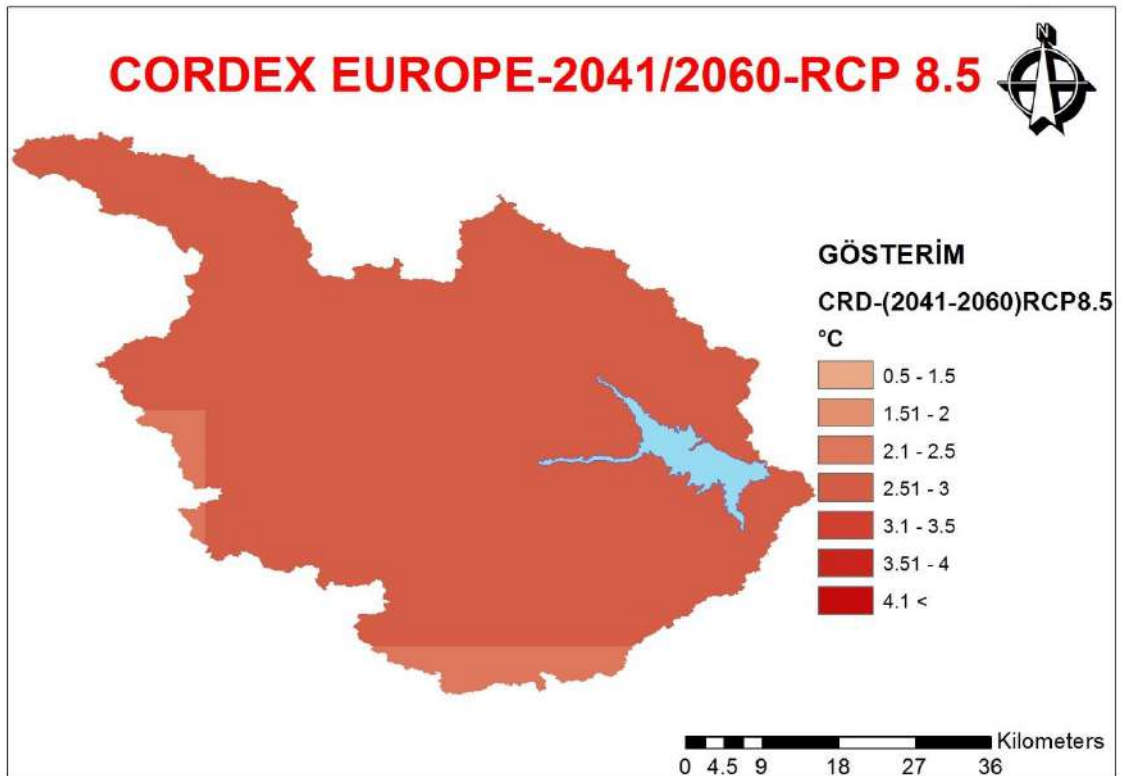
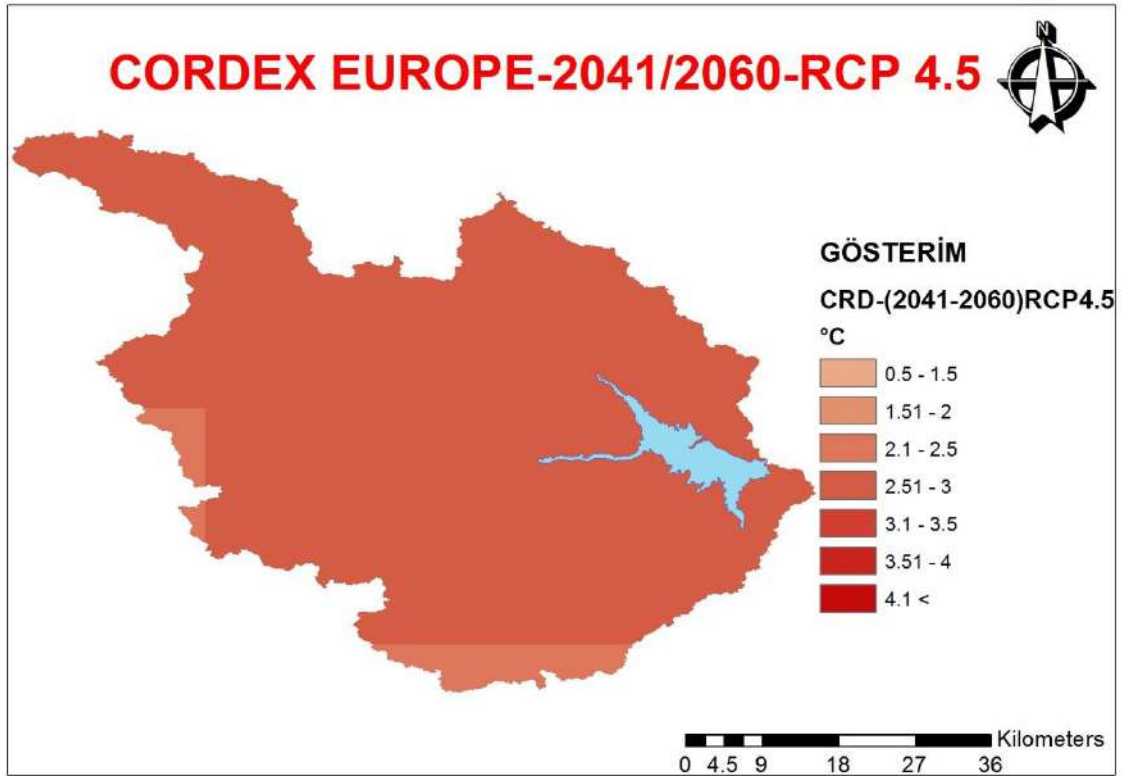
Yapılan çalışma sonunda CMIP verilerine göre yapılan hesapta 2021-2040 yıllarında RCP4.5 e göre % 5 ,RCP 8.5 e göre %6.7 azalış, 2041-2060 yıllarında RCP 4.5

e göre %8.2 , RCP 8.5 e göre %13 azalış, 2081-2100 yıllarında RCP 4.5 te %11, RCP 8.5 e göre %25.6 azalış beklenmektedir.

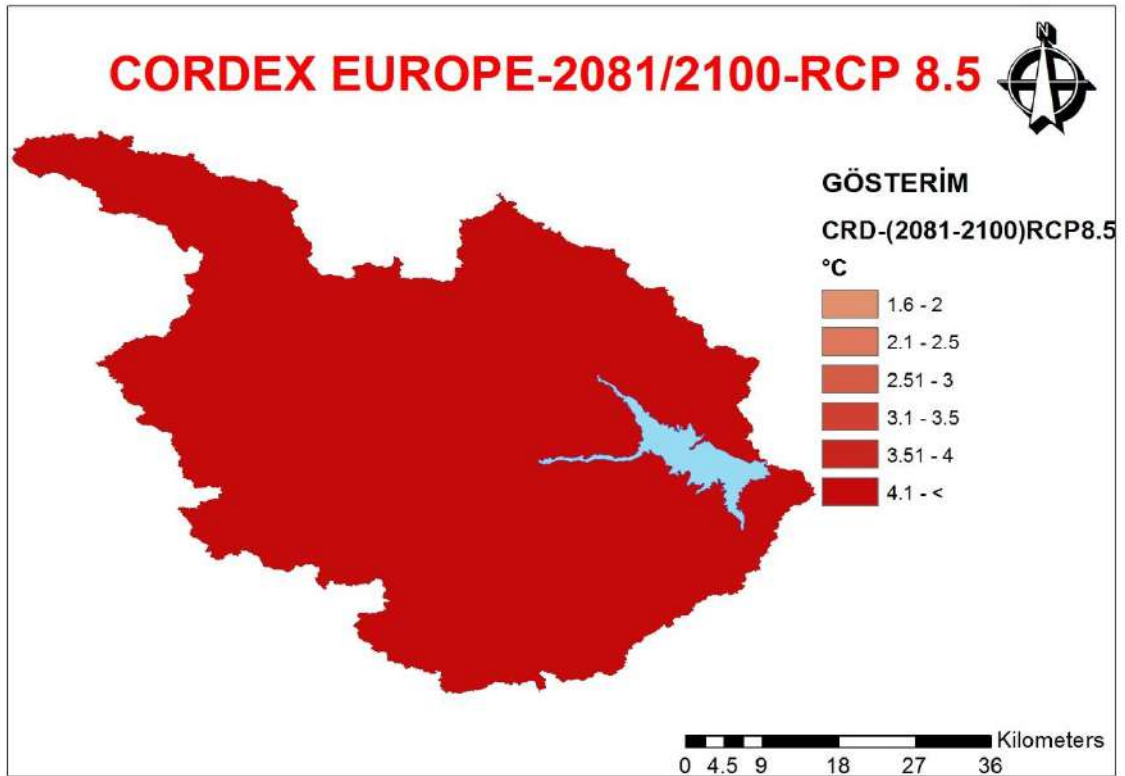
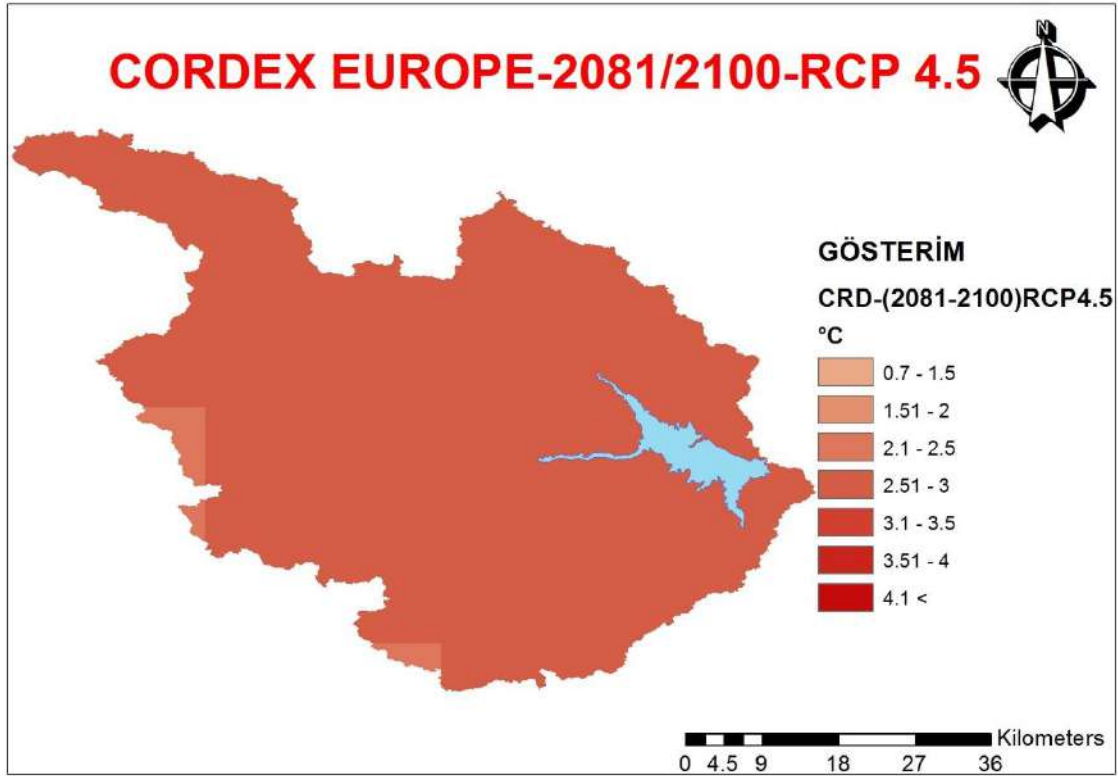
CORDEX Avrupa verileri üzerinden yapılan çalışmaya göre ise;



**Şekil 4.97.** CORDEX EUROPE'a göre 2021-2040 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5)



Şekil 4.98. CORDEX EUROPE'a göre 2041-2060 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5)

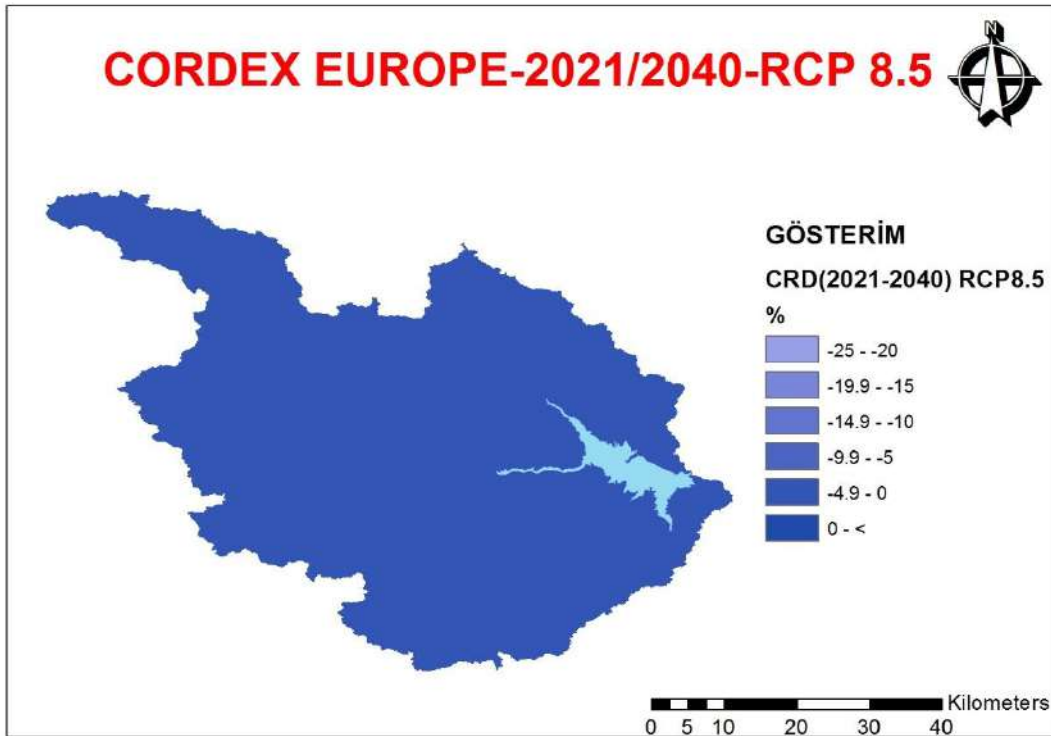
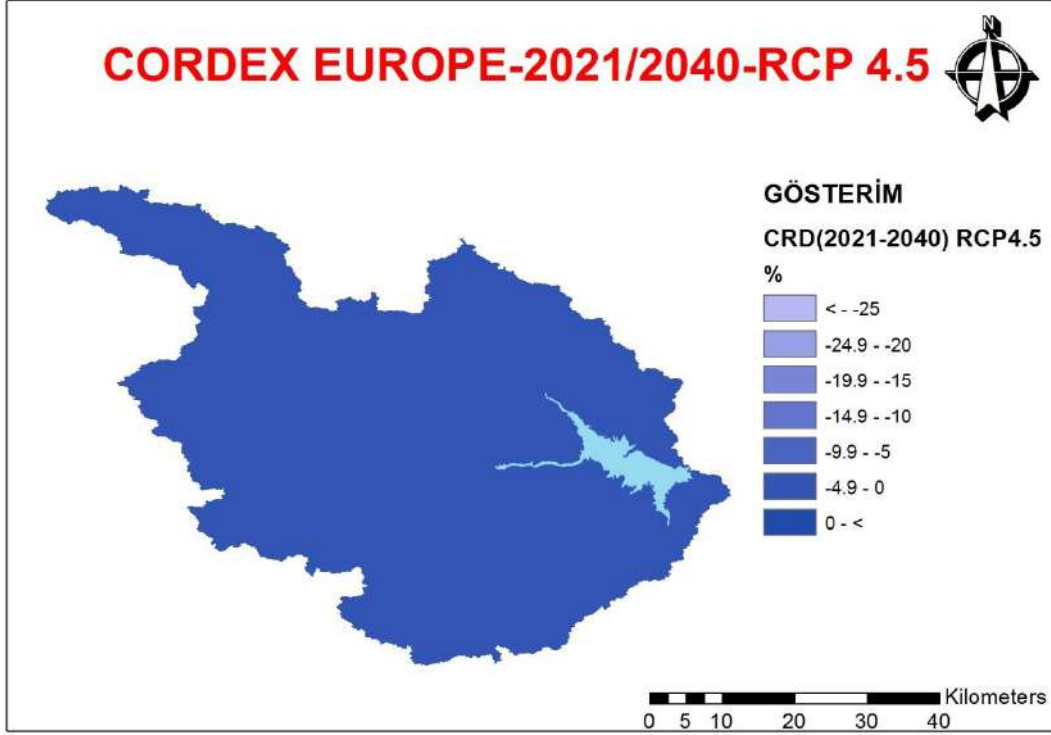


Şekil 4.99. CORDEX EUROPE'a göre 2081-2100 yılları sıcaklık değişimleri (RCP 4.5-8.5)

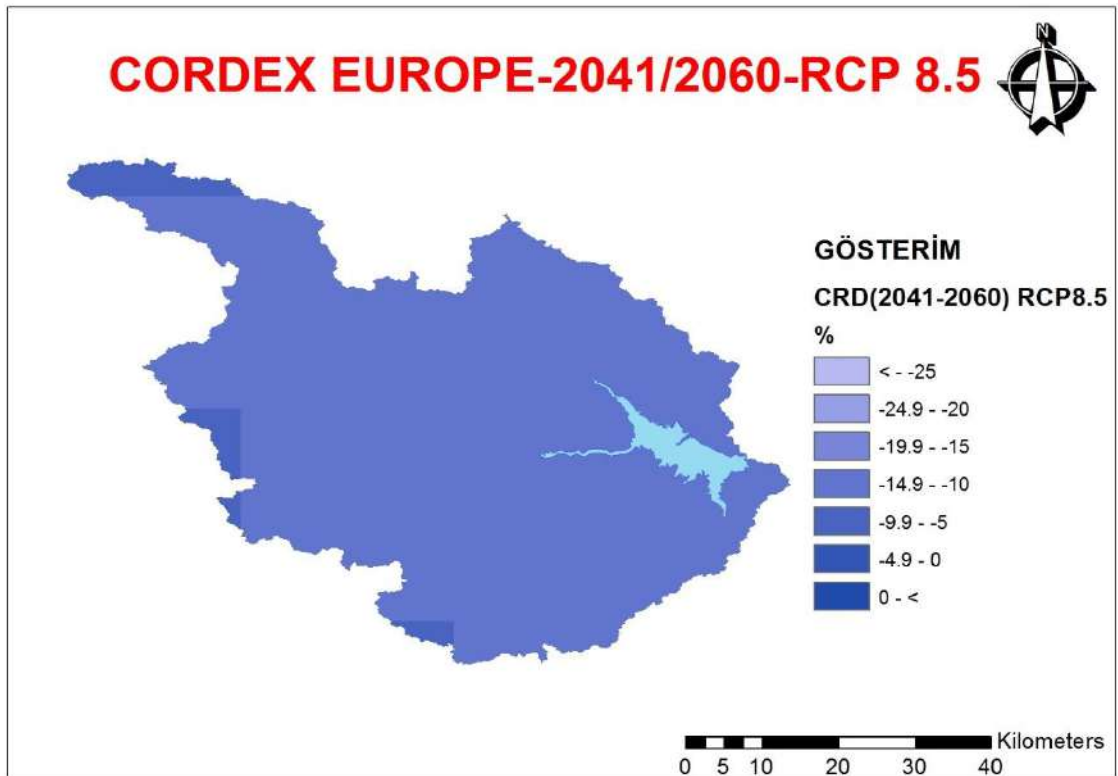
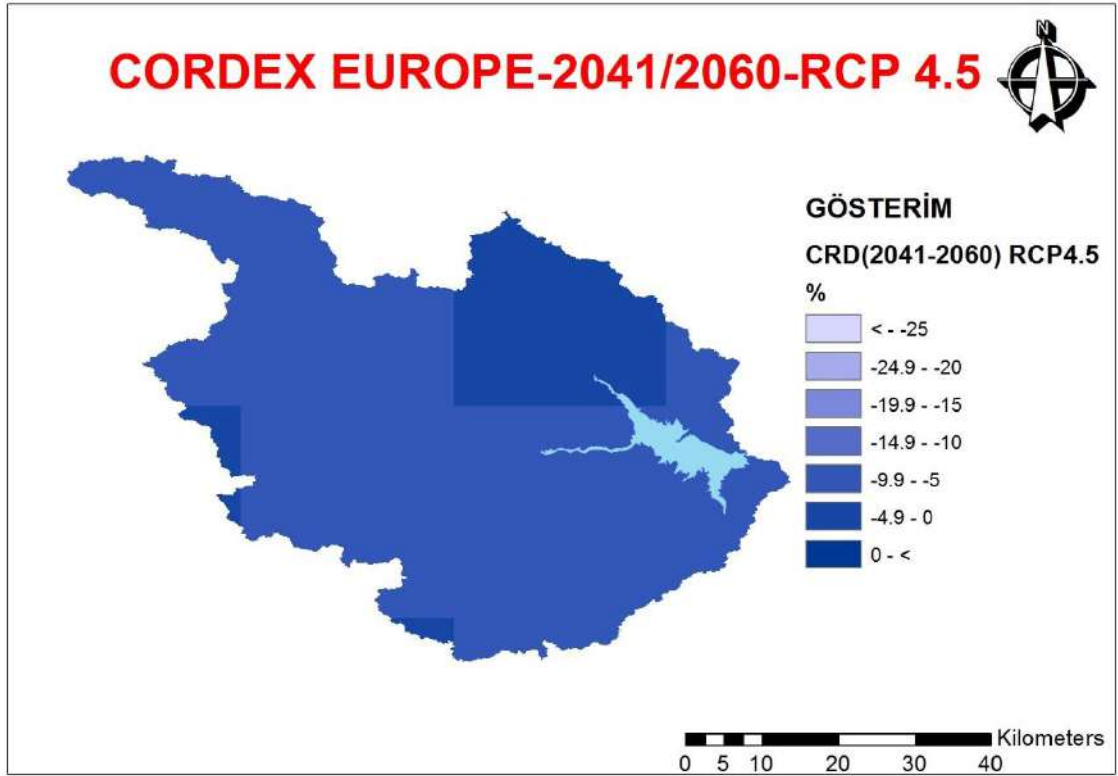
Yapılan çalışma sonunda CORDEX verilerine göre yapılan hesapta 2021-2040 yıllarında RCP4.5 e göre 1.2 °C, RCP 8.5 e göre 1.36-1.44 °C artış, 2041-2060 yıllarında

RCP 4.5 e göre 2.26-2.68 °C , RCP 8.5 e göre 2.5-3 °C artış, 2081-2100 yıllarında RCP 4.5 te 2.4- 2.9 °C, RCP 8.5 e göre 5.1-5.6 °C artış beklenmektedir.

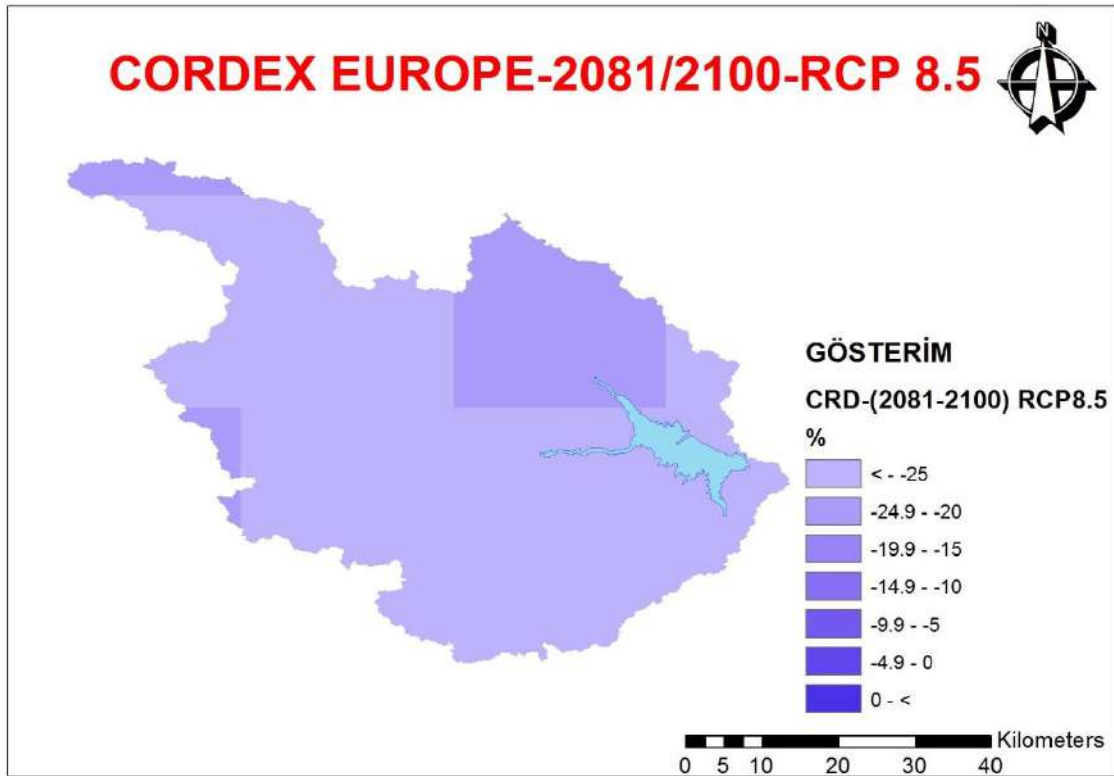
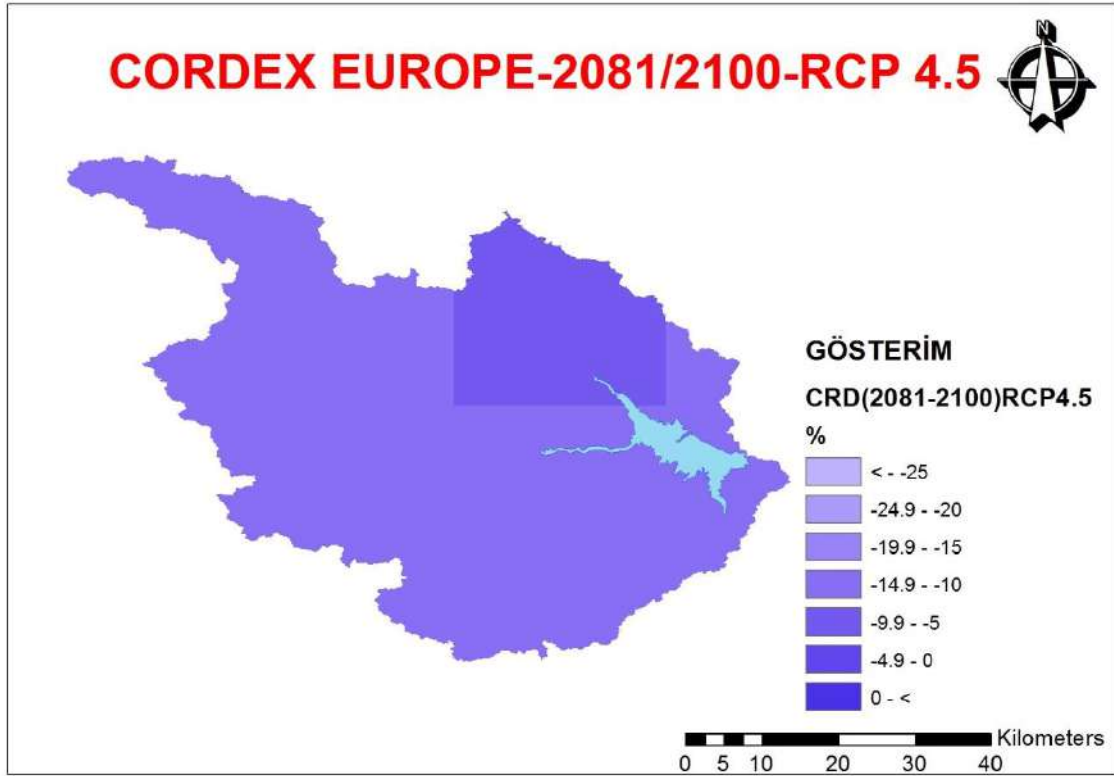
CORDEX Yağış verilerine göre yapılan çalışmaya göre;



Şekil 4.100. CORDEX EUROPE'a göre 2021-2040 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5)



Şekil 4.101. CORDEX EUROPE'a göre 2041-2060 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5)



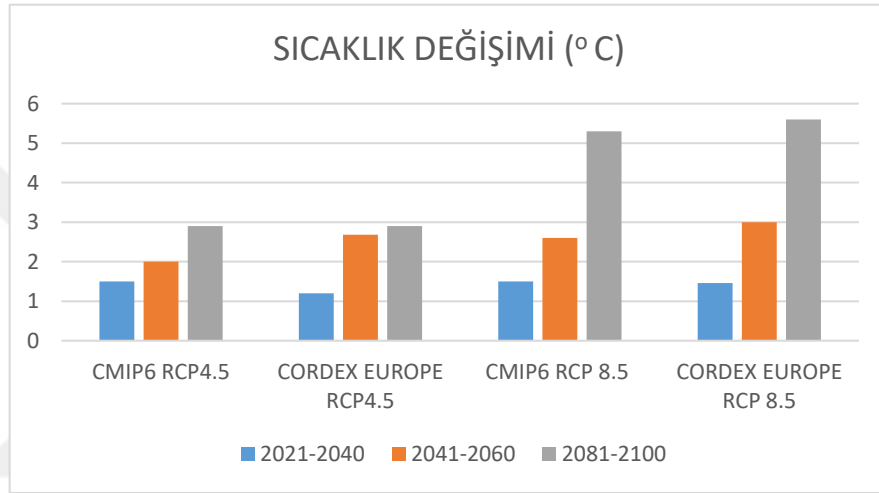
**Şekil 4.102.** CORDEX EUROPE'a göre 2081-2100 yılları yağış değişimleri (RCP 4.5-8.5)

Yapılan çalışma sonunda CORDEX verilerine göre yapılan hesapta 2021-2040 yıllarında RCP4.5 e göre % 2.4 - 4.5 ,RCP 8.5 e göre % 4.5 azalış, 2041-2060 yıllarında

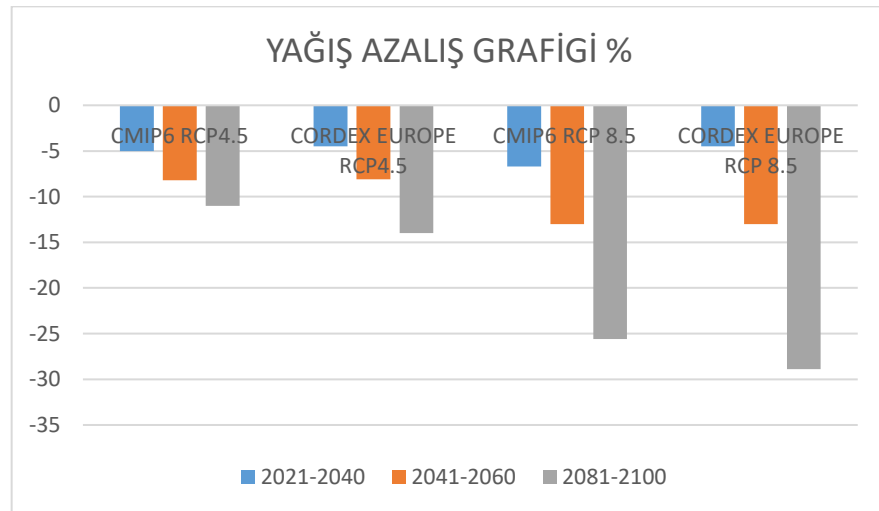
RCP 4.5 e göre % 3.5 - 8.1 , RCP 8.5 e göre % 8 - 13 azalış, 2081-2100 yıllarında RCP 4.5 te %10-14, RCP 8.5 e göre %23.4-28.9 azalış beklenmektedir.

**Çizelge 4.26.** CMIP 6 ve CORDEX sonuçları tablosu

Senaryo	2021-2040		2041-2060		2081-2100		
	CMIP 6	CORDEX	CMIP 6	CORDEX	CMIP 6	CORDEX	
Sıcaklık	RCP 4.5	1.5 °C	1.2 °C	2 °C	2.26-2.68 °C	2.9 °C	2.4-2.9 °C
	RCP 8.5	1.5 °C	1.33-1.46 °C	2.6 °C	2.5-3 °C	5.3 °C	5.1-5.6 °C
Yağış	RCP 4.5	-5%	-2.4%,-4.5%	-8.20%	-3.5%,-8.1%	-11%	-10%,-14%
	RCP 8.5	-6.70%	-4.50%	-13%	-8%,-13%	-25.60%	-23.4%,-28.9%



**Şekil 4.103.** Sıcaklık değişim grafiği



**Şekil 4.104.** Yağış değişim grafiği

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında Ermenek Barajının iklime olan etkilerinin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak irdelenmiştir. Proje başlangıcında çalışma Ermenek ilçesi idari sınırları ile başlanılmış, ilerleyen süreçte etkileşimin havza bazlı olacağı tespit edilerek sınırlar havza bazlı olarak değiştirilmiştir. Çalışma alanı 2576,915 km<sup>2</sup> alan baz alınarak yapılmıştır.

Çalışmada arazi kullanımı/ arazi örtüsünde olan değişimi tespit edebilmek amacıyla 1990- 2000- 2010- 2019 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri ve CORINE verilerinden yararlanılmıştır. Kontrollü sınıflandırma yapılırken 18 farklı tabaka oluşturulmuş, uydu görüntülerin çözünürlüğünün az olması, bazı piksellerin yansıma değerinin birbirine yakın olması nedeniyle doğruluk oranı istenilenden uzak kalmıştır. Bu nedenle tekrar sınıflandırmaya gidilmiş ve sınıflar "Şehir Yapıları", "Ormanlar", "Tarım Alanları", " Bitki Geçiş Alanları (Skrolofil Alanlar), " Kayalık" ve "Su Kütleleri" olarak belirlenmiştir. Bu sınıflandırma sonrası doğruluk oranı % 78, kappa değeri % 77,22 olarak gerçekleşmiştir. 1990-2019 yılları arasındaki değişim;

"Şehir Yapısı" için yaklaşık % 40 lık bir artışla 484,90 ha dan 678,61 ha a yükselmiştir. Her ne kadar bazı köyler sular altında kalsa da baraj gölü nedeniyle şehirleşme artmış, su sporları, park ve yürüyüş yolları vb. yatırımlar da bu değerlerin yükselmesine sebep olmuştur. Ancak bu artış 257.691,50 ha havza alanında % 1 e bile karşılık gelmemektedir. Önümüzdeki yıllarda baraj gölü nedeniyle yapılaşmanın göl kenarında artacağı tahmin edilmektedir.

"Ormanlar" katmanında yapılan incelemede 33.928 ha alan 46.805 ha a yükselmiş, 29 yıllık periyotta yaklaşık % 38, havza bazlı alanda % 5 artış göstermiştir. Bölgenin dağlık olması, daha önceden yangın ile yok olan yerlerde tekrar ağaçlandırma çalışmalarının yapılması, yöre halkında orman bilincinin bulunması, baraj sayesinde nemliliğin artması da orman alanını artırdığı düşünülmektedir. Ayrıca bölgede yapılan arıcılık faaliyetleri insanların ormanlara bakış açısını değiştirdiği düşünülmektedir. Sınıflandırma içinde en fazla artış ormanlarda olmuştur.

"Tarım Alanları" açısından baraj öncesinde tarım yapılan bazı alanlar su altında kalsa da baraj gölü ve çevrede yapılan yeni göletler nedeniyle %11,5 artmıştır. Baraj

öncesi yaklaşık 43.210 ha olan tarım alanları 2019 yılı verilerine göre yaklaşık 48.200 ha a yükselmiştir. Havza bazlı değerlendirildiğinde değişim % 1,94 olarak hesaplanmıştır. Sulamalar sayesinde nadasa bırakılan arazi miktarlarında da azalma olduğu görülmektedir. Ancak sulamadan faydalanamayan yerleşim birimleri nedeniyle nadasa bırakılan alanların hala % 20 civarında olduğu sonucu çıkarılmaktadır.

"Bitki Geçiş Alanları" bir kısmının tarım alanlarına çevrilmesi ve bir kısmının da sular altında kalması ile en çok alan kaybının olduğu tabakadır. Yaklaşık 164.250 ha olan sklorofil alan 2019 yılında 146.512 ha düşmüştür. Alansal bazda bu düşüş %11,8 iken havza bazında % 6,89 dur. Tarım alanı olarak çevrilen alanlar ekili tarımdan çok dikili tarım olduğu görülmüştür.

"Kayalık Alanlar" ı incelediğimizde barajda su tutulması ile alanda azalmalar başlamıştır. Yaklaşık 15.650 ha olan alan 2000 yılına kadar değişmemiş, 2010 yılında 12.268 ha a, 2019 yılında 9.471 ha a düşmüştür. Barajın 2009 yılında su tutması ve göl alanının dolması bu düşüşün ana nedeni olduğu düşünülmektedir. Bu düşüş kendi içinde % 39,5 ye karşılık gelmekte iken havza bazında % 2,4 gibi bir değer hesaplanmıştır. Bazı canlıların yaşam alanı daralmışken yeni habitatlar ortaya çıkmasına sebep olduğu görülmüştür.

"Su Kütleleri" değişimlerin temelini oluşturduğu tespit edilmiştir. Ermenek Barajının yapılması su kütlelerinde artışı en çok etkileyen yapıdır. Daha önceleri yaklaşık 178 ha alan kaplayan "Su Kütleleri" barajın yapılması ile birlikte 6000 ha ın üzerine çıkmıştır. Değişim kendi içinde % 3.378,77 iken havza bazında % 2,27 gibi bir değere karşılık gelmektedir. Bu değişimle birlikte bölgede bir mikro klima oluşacağı tahmin edilmektedir. Göl alanının neredeyse Beyşehir Gölü kadar su bulunması nedeniyle su sporları, geziler ve balıkçılık faaliyetlerinin artıracığı, sucul bitkilerin yeni yaşam formlarına neden olacağı, suya bağlı hastalıklarında artabileceği düşünülmektedir.

Kuraklık analizi için Alanya, Anamur, Ermenek, Karaman ve Mut istasyonları seçilmiş, Ermenek istasyonunun 2004 yılında kapanması, Mut istasyonunda 1986-1993 yılları arasında veri eksikliği olması nedeniyle analiz çalışmalarından çıkarılmış, yerine Konya ve Isparta istasyonları alınmış, Isparta istasyonunda çalışma alanına uzak olması sebebiyle çıkarılmış yerine Seydişehir istasyonu eklenmiştir. Ermenek ilçesinde Akdeniz İklimi etkileri görülsede havza bazlı yaklaşımla bakıldığında karasal iklime geçiş

özellikleri mevcuttur . Kuraklık analizinde SPI ve SPEI yöntemleri kullanılmıştır. Her iki yöntemde de istasyonlar 1980 Ocak-2021 Haziran verileri analiz edilmiş, ağırlıklı olarak "Normal"- "Normale Yakın Kuraklık" sınıf aralıklarında kaldığı görülmüştür. SPI yöntemiyle yapılan incelemede 2000 yılı sonrası verilerde sadece Alanya istasyonunun kurak periyodun arttığı, diğer istasyonlarda ise 2000 yılı öncesi kurak olan dönemin 2000 yılı sonrası yağışlı döneme bıraktığı görülmüştür. SPEI yöntemiyle milenyum öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında tüm istasyonların yağışlı dönemden kurak döneme girdiği görülmektedir. Hesaplamalar göstermiştir ki "çok şiddetli yağış"- "şiddetli yağış" ile "çok şiddetli kuraklık"- " şiddetli kuraklık" değerlerinde artış vardır. Havza son değerlendirmelere göre kuraklığa eğilimli bir trende girdiği düşünülmektedir. SPI ve SPEI aralarında 24 aylık korelasyon katsayısı incelendiğinde, korelasyon katsayının yüksek olduğu istasyonlar akdeniz ikliminin hakim olduğu Anamur ( 93,5) ve Alanya (89,0) istasyonları olduğu görülmüştür. Karasal iklimin hakim olduğu istasyonlarda Karaman (66,1), Konya (61,4) ve Seydişehir (60,2) korelasyon katsayısı düşük çıkmıştır (Okka ve Durduran,2022) . Yağışlı ve kurak dönemler istasyonlar arasında farklı zamanlarda ve farklı şiddetlerde gerçekleştiği görülmüştür. SPEI verileri SPI verilerine oranla daha kullanışlı olduğu görülmüş, SPEI indisinin farklı dönemlere ait analizleri ile florada ekilen bitkilerin ortalama sıcaklığın üzerinde olduğu dönemlere göre kuraklık incelemelerinin yapılması gerçeğe yakın sonuçlar vereceği düşünülmektedir (Bakanoğulları, 2020, Okka ve Durduran ,2022).

Trend analizleri incelendiğinde lineer regresyon analizinde tüm istasyonlarda sıcaklık değerlerinin bir artış trendinde olduğu görülmüştür. Analiz sonucunda Anamur istasyonu 0.1 °C ile en az artışın olduğu, Konya istasyonunun ise 1,0 °C ile en fazla artışın olduğu istasyon olarak görülmüştür. Yağış açısından yapılan incelemelerde ise Alanya ve Anamur istasyonlarında azalış, diğer istasyonlarda ise artış trendinde olduğu görülmüştür. Karasal iklimin hüküm sürdüğü istasyonların artış trendinde olması dikkat çekmektedir. Özellikle 2000 yılı sonrasında olan uzun yıllar ortalaması üzerindeki yağışlar nedeniyle bu sonucun çıktığı görülmüştür. Mann-Kendall trend analizinde ayrıntılı çalışmalar sonucu, aylık, mevsimlik, yıllık ortalama, ve toplam sıcaklık değerlerinde pozitif yönde bir trendin olduğu, Karaman ve Konya istasyonlarının aynı özellikleri gösterdiği görülmüştür. Yağış açısından yapılan incelemelerde Karaman istasyonunda herhangi bir trende rastlanılmamışken, diğer istasyonlarda eylül ayı yağışlarında pozitif bir trendin olduğu saptanmıştır. Sıcaklıkların artması, yağış rejimindeki düzensizlikler nedeniyle

havza kuraklık belirtileri göstermeye başladığı söylenilebilir. Yağışların son dönemde miktar olarak aynı kalsa da anlık ve kısa sürede yağması sel ve taşkın olaylarına sebep olabileceği düşünülmektedir.

Barajın bulunduğu bölgede ortalama sıcaklık değerleri istasyonun kapanmadan önceki ve 2013 yılında yeniden açılması ile olan dönemler karşılaştırıldığında bir artışın olduğu görülmüş, ancak veri setinin incelendiğinde baraj öncesi 40 yıllık bir veri aralığına sahip olması, baraj yapımı sonrası ise 5 yıllık bir veri setine sahip olması nedeniyle günümüz için sıcaklık artışının baraja bağlamanın yanlış olacağı düşünülmektedir. Yağış verilerine bakıldığında, çevresinin orman oluşu, nemliliğin artması gibi nedenlerle artış beklenirken baraj yapımı sonrasında azaldığı görülmüştür. Bu azalışı veri setinin dengesiz oluşu, Ermenek'e en yakın olan Alanya ve Anamur istasyonlarının SPI ve SPEI analizlerinde kurak dönemde bulunması, yüksek sıcaklık nedeniyle aşırı buharlaşmanın olması, yağış ve akış verilerinde uzun süreli değişimin olması, baraj kaynaklı mikroklimatik değişikliğin mi sebep olduğu bilinmeden baraj bağlanılmasının yanlış olacağı düşünülmektedir. Sıcaklık ve yağış ile ilgili çalışmaların devam ettirilmelidir. Nemlilik barajlarda en kısa sürede gözlenen değişikliklerdir. Yapılan çalışmada bunu desteklemektedir. 1975-2004 yılları arasında yapılan nem ölçümleri ile 2013-2018 yılları arasında yapılan nem ölçülerinde bir artışın olduğu görülmüş, en çok artışların kış ayları ile Mayıs ve Haziran olduğu tespit edilmiştir. Mayıs ve Haziran ayında nem artışının havalarda ısınması ve dağlarda bulunan karların erimesinin bu tarihlerde bitmesinin olduğu düşünülmektedir.

2021-2100 yılları arasında sıcaklık ve yağış beklentileri küresel ve bölgesel iklim modelleri açısından incelenmiş 2100 yılında küresel iklim modeline göre iyi senaryoya göre sıcaklığın 2,9 °C artış beklenirken yağışlarda % 11 azalış, kötü senaryoya göre sıcaklıkta 5,3 °C artış, yağışlarda % 25,6 azalma beklenmektedir. Bölgesel iklim modellerine göre ise bu değerler iyi senaryo için sıcaklıkta 2,4 °C artış, yağışlarda %10-14 azalış, kötü senaryolar için sıcaklıkta 5,6 °C artış, yağışlarda ise %23,4 ila % 28,9 arasında azalış beklenilmektedir.

3 °C lik bir artışta dünyamızda sıcak hava dalga sayısı günümüze oranla 5 kat artabileceği, kuraklık görülme sıklığı ve şiddetinin artacağı, yeraltı su miktarında ciddi bir azalmanın olacağı, Himalaya Dağı'nda bulunan buzulların yaklaşık % 50 sinin

eriyeceği, aşırı yağış ve sellerin canlıları etkileyeceği, bazı bitki-hayvanlar soylarının tükeneceği öngörülmektedir (IPCC, 2018).



## 6. KAYNAKLAR

- Akın, A., 2007, *Çukurova Deltası Kıyı Alanında Arazi Örtüsü Değişimlerinin Belirlenmesinde Farklı Uzaktan Algılama Yöntemlerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Aksu, G.A. 2012, *Peyzaj değişimlerinin analizi: İstanbul, Sarıyer örneği*, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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.
- Altürk, B., 2017, *Arazi Kullanım/örtüsü Değişikliğinin ve Su Kaynaklarına Etkisinin Belirlenmesi; Ergene Havzası Örneği*, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Tekirdağ
- Arınc, K., 2014, *Doğal, Beşeri, İktisadi ve Siyasal Yönleriyle Akdeniz ve Karadeniz Bölgeleri*, Erzurum Biyosfer Araştırmalar Merkezi, Eser Ofset Matbaacılık
- Arslan, O., 2017, *Akkaya Barajının Niğde İli İklimine Etkisi*, Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, Niğde, 627-633
- Azgın, Ş. T., 2015, *Palas Ovası'nda arazi örtüsü değişimlerinin belirlenmesi ve yayılı kaynaklı kirlenici yüklerinin SWAT ile modellenmesi*, Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Bacanlı, Ü., Tugrul, A., T., 2016, *Baraj göllerinin iklimsel etkisi ve Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpinar baraj gölü örneği*, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Denizli, 154-159
- Bacanlı, Ü. G., ve Çukurluoğlu, S., 2018, *Antalya İlinin Bazı Meteorolojik Verilerinin Trend Analizi*. SETSCI Conference Indexing System, Volume 2, 371-375, Antalya.
- Bakanoğulları, F., 2020, *SPEI ve SPI İndisleri Kullanılarak İstanbul-Damlıca Deresi Havzasında Kuraklık Şiddetlerinin Analizi*, Toprak Su Dergisi, 1-10
- Barsi, J., A., 2014, Lee, K., Kvaran, G., Markham, B., L., Pedelty, J., A., 2014, *The Spectral Response of the Landsat-8 Operational Land Imager*, Remote Sensing, 6, 10232-10251,
- 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.
- BMÇMS, Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi, 1997, Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.

- Bozkaya, A. G., 2013, *İğneada 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.
- Bulut, H.,Yeşilata, B., Yeşilnacar, M., İ.,2006, *Atatürk Baraj Gölünün Bölge İklimi Üzerine Etkisinin Trend Analizleri Yöntemiyle Tespiti*, GAP V. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı,
- Bozkurt, D., 2013, *Climate Change Impacts on The Hydrology of The Euphrates-Tigris Basin*, Doktora Tezi, İ.T.Ü,Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,
- 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.
- Çoban H.,O., 2006, *Uydu verileri ile orman alanlarındaki zamansal değişimlerin belirlenmesi*, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çölkesen, İ., 2009,*Uzaktan Algılamada İleri Sınıflandırma Tekniklerinin Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, GYTE Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze
- Degu, A., M, ve Diğerleri, *The influence of large dams on surrounding climate and precipitation patterns*, Geophysical Research Letters(38), 1-7,
- 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, 453-461.
- Ekercin S., 2007, *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri entegrasyonu ile tuz gölü ve yakın çevresinin zamana bağlı değişim analizi*, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erbay,A.,Y., 2005, *Uydu Görüntüleri Rehber Kitapçığı*, Nik Sistem, İstanbul, 20.
- 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 Şubat 2020].
- Fujihara, Y., ve arkadaşları, 2008, *Assessing the impacts of climate change on the water resources of the Seyhan River Basin in Turkey: Use of dynamically downscaled data for hydrologic simulations*, Journal of Hydrology, Volume 353, Issues 1-2, 33-48
- Geymen, A., 2017, *Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Su Havzalarındaki Arazi Kullanım Değişikliği ve Çevresel Etkilerinin izlenmesi; Elmalı Havzası Örneği*, Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,171-181
- Gibson, P., 2000, *Introductory remote sensing principles and concepts*, Routledge, ISBN 9780415196468, 216

- Gonzalez, R. C. and Woods, R. E., 2007, Digital Image Processing, Prentice Hall, New Jersey.
- Gümüş, M., G., 2022, *İklim değişikliğinin arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimine etkilerinin mekânsal ve istatıksel yöntemlerle analizi: Beyşehir-Kaşaklı alt havzası örneği*, Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Gyau, B., 2001, *Environmental Impacts Of The Akosombo Dam And Effects Of Climate Change On The Lake Levels*, Environment, Development and Sustainability 3, Springer
- Hanedar, A., ve arkadaşları, 2019, *TR 21 Bölgesi İklim Değerlendirmesi, Mevcut Durum ve Projeksiyonlar*, [Online], [http://www.iklimin.org/wp-content/uploads/2018/01/Bo%CC%88lu%CC%88m1\\_Asude\\_Ferat\\_Erdem\\_Fatih\\_Bahad%C4%B1r\\_Selc%CC%A7uk.pdf](http://www.iklimin.org/wp-content/uploads/2018/01/Bo%CC%88lu%CC%88m1_Asude_Ferat_Erdem_Fatih_Bahad%C4%B1r_Selc%CC%A7uk.pdf), [Erişim Tarihi: 15 Eylül 2021]
- IPCC, in *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Theme]*, Pachauri R. K., Reisinger A. (eds). IPCC: Geneva; 104, (2007)
- IPCC, 2018, *Special Report: Global Warming of 1.5 °C*, [Online] <http://ipcc.ch/sr15/> [Erişim Tarihi: 19.12.2022]
- İşlem GIS, 2001, *Uzaktan Algılama*, Ankara, 186
- Kara, F., 2014, *Effects of Climate Change on Water Resources in Ömerli Basin*, Doktora tezi, Orta Doğu Üniversitesi, Doğa ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Ankara,
- Kaya, ř., 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.
- Keleş., B., 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, Konya.
- Kırtıloğlu, E., 2014, *Hotamış gölü çevresinin arazi kullanımının uydu görüntüleri yardımıyla zamansal analizi*, Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kıymaz, S., 2011, *Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Seyfe Gölünün Kuraklık Dönemlerinin Belirlenmesi*, GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011, 28(1), 91-102.
- Kızılelma, Y., Çelik, M., ve Karabulut, M. 2015, *İç Anadolu Bölgesinde Sıcaklık Ve Yağışların Trend Analizi*. Türk Coğrafya Dergisi, (64), 1-10.

- Kosif, K., (2001), *Samsun ilinde iklim trendleri*. DSİ Teknik Bülteni, Cilt 98, Sayfa 3-13. Ankara
- Köylü Ü., 2017, *Arazi Kullanım Değişiminin İklim Olan Etkilerinin Modellenmesi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W. and Chipman, J. W., 2015, *Remote sensing and image interpretation* (7th ed.). New Jersey: Wiley.
- Mambo, İ., K., 2016, *Effects of Climate Change in Zanzibar and Sustainable Land Management*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Doğa ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Mather, P. M., 1987, *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*, John Wiley & Sons Pres, New York, 324.
- Mishra, A. K., ve Desai, V. R., 2005, *Spatial And Temporal Drought Analysis In The Kansabati River Basin*, Hindistan. International Journal of River Basin Management, 3(1), 31-41.
- 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.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2013, *İklim Gözlemlerinin Doğruluğu ile Devamlılığını Etkileyen Faktörler ve Türdeşlik Testleri*, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2014), *İklim Değişikliği*. (Online), [www.mgm.gov.tr/iklimdegisikligi.aspx#sfU](http://www.mgm.gov.tr/iklimdegisikligi.aspx#sfU) [Ziyaret tarihi: 15 Eylül 2021]
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2015, *Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları Ve İklim Değişikliği*, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Moss, R., H., vd., 2010, *The Next Generation Of Scenarios For Climate Change Research and Assesment*, Nature, 2010: Vol 463, Doi: 10.1038/nature08823
- NİK, 2021, *Guide to citing Internet sources* [online], NİK sistem, Görüntü işleme, [http://www.nik.com.tr/content\\_sistem\\_servisler.asp?id=69](http://www.nik.com.tr/content_sistem_servisler.asp?id=69) [Ziyaret Tarihi: 15 Mart 2021].
- Okka, C., T., Durduran, S., Ş., 2022, *Ermenek Barajı Havzasında SPI ve SPEI İndisleri Kullanılarak Kuraklık Analizi Tahmini*, 14th International Conference On Engineering & Natural Sciences, Sivas, 330-342, ISBN: 978-625-7720-81-6
- Orhan, O., Ekercin, S., Dadaser, Çelik, F. 2013, *Use of landsat land surface temperature and vegetation index products for monitoring drought in Salt Lake Basin area*, Turkey, The Scientific World Journal, 2014, 11

- Orhan, O., 2014, *Konya Kapalı Havzası'nda Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri ile İklim Değişikliği ve Kuraklık Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Orhan, O., Ekercin, S., 2015, *Konya Kapalı Havzasında Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri ile İklim Değişikliği ve Kuraklık Analizi*, TUFUAB 8. Teknik Sempozyumu 21-23 Mayıs/Konya
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015, *CORINE Projesi*, (Online), [www.ormansu.gov.tr](http://www.ormansu.gov.tr), [Ziyaret Tarihi: 16 Temmuz 2017]
- Özdoğan, G., 2015, *Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Palas Ovasının Arazi Yüzey Sıcaklığı Değişimlerinin İncelenmesi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Redmond, K. T. 2000. *Integrated climate monitoring for drought detection, in Drought: A Global Assessment, Hazards Disasters Ser., vol. I, edited by D. A. Wilhite*, New York, 145 – 158.
- Sen.,P., K., 1968, Estimates Of The Regression Coefficient Based On Kendall's Tau, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 63, No. 324 (Dec., 1968), pp. 1379-1389 (11 pages)
- Sertel, E., Yay Algan, I., Alp, G., Musaoğlu, N. ve Kaya, Ş., 2017, *Yüksek çözünürlüklü uydu verileri kullanılarak 1:25.000 ölçekli ulusal arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırma sisteminin geliştirilmesi*. Türkiye Ulusal Uzaktan Algılama ve Fotogrametri Birliği, 9. Teknik Sempozyumu, 27-29 Nisan, Afyon.
- Serrano, V., Beguería,S., Sergio, M., Martínez, M.,A., 2010, *A Multiscalar Global Drought Dataset: The Speibase*, American Meteorological Society, Vol.91,No.10, 1351-1354,
- Sesören, A., (1998), *Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar*, Mert Matbaacılık Sanatları, İstanbul
- Sunar, F., Özkan, C. ve Osmanoğlu, B., 2011, *Uzaktan algılama*. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No:2320, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, Eskişehir, 129.
- Şahin,Ü.,Kurnaz, L.,2014, *İklim Değişikliği ve Kuraklık*, İstanbul Politikalar Merkezi, İstanbul, 11.
- Taylan, D., Aydın, T., 2018, *The Trend Analysis of Lakes Region Precipitation Data in Turkey*. Cumhuriyet Science Journal, 39(1), 258-273.
- Tian, J.; Zhu, X.; Wu, J.; Shen, M.; Chen, J., 2020, *Coarse-Resolution Satellite Images Overestimate Urbanization Effects on Vegetation Spring Phenology*. Remote Sens. 12, 117. <https://doi.org/10.3390/rs12010117>

- Tombuş, F. E., 2019, Çorum ili ve yakın çevresinin Uzaktan Algılama yöntemleri ile arazi kullanımının değerlendirilmesi. Doktora tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Toutin, T., 2004, Geometric Processing of Remote Sensing Images: Models, Algorithms and Methods, *International Journal of Remote Sensing*, 25, 1893-1924.
- URL-1, <https://www.kozmosungenetigi.org/uydularin-tarihi-ve-gelisimi>, ( Erişim Tarihi 23.08.2022)
- URL-2, <http://www.ictp.it/>, 2012 ( Erişim Tarihi 23.08.2021)
- URL-3, [http://www.nik.com.tr/content\\_sistem\\_uydu.asp?id=20](http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=20) (Erişim Tarihi 15.03.2020)
- Wilhite, D. and Glantz, M.R., 1987, Understanding the drought phenomenon: the role of definitions, Copyright Boulder, CO: Westview Press, 11-27.
- World Meteorological Organization (WMO), (2016), *Handbook of Drought Indicators and Indices* (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2
- Yasarer, L., 2017, *Assessing The Impacts of Land-Use and Climate Change for Water Resource Management*, Phd. Thesis, Kansas University, USA
- Yavuz, H., 2010, *Türkiye’de Bazı İklim Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Zamansal ve Mekânsal Analizi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Yılmaz, O., 2009, *Gediz Havzası Bütününde Gediz Deltası’nın Uzaktan Algılama Teknikleri Uygulanarak Alan Kullanım Kararları ve Ekosistem Bozunumu İlişkileri Üzerine Araştırmalar*, Doktora tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yener, H., Koç, A., Çoban, O., 2005, *Uzaktan algılama verileri ve teknik özellikleri*, Harita Dergisi, Ankara, 34–38.

**EKLER****EK-1 Alanya İstasyonu Yağış Verileri.**

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980	354.4	195	151.4	20.4	48.1	13.9	0	0	2.1	31.8	119.4	225.3
1981	710.4	254.3	92.7	49.3	18	2	6.5	0	0	58.9	203.3	375
1982	171.5	55.3	128.1	49.5	11.5	12.7	2.1	16.4	5.3	113.7	40.1	111.4
1983	174.9	219.9	189.6	69.1	1.5	5.1	10.3	0	3.1	69.3	341	237.5
1984	318.7	131.8	85.5	229	0	0	58.3	0	0	0	257.4	114.7
1985	410.7	160.5	67.1	32.3	22.6	2.2	0	0	0.8	158.8	393.2	86.4
1986	250.2	118.4	9.1	44.4	39.1	11.7	0	3.5	33.2	1.5	95.3	275.4
1987	285.2	93.2	273.4	69.3	210.5	20.6	27.7	0	0	17.3	102.1	210.2
1988	95	245.3	230.4	130.2	69.7	0.2	3.5	0.7	9.9	284.8	476.4	220.8
1989	148.4	41.2	59.2	0	6.4	0.4	0	0	0	142.4	282.3	172.5
1990	83.8	156.8	95.7	20.7	52.5	18.9	0	15.7	1.5	64.8	25.8	145.3
1991	151.7	72.5	25.4	33.9	37.4	0	1	0	0.3	129.5	117.1	470.6
1992	64.6	96.1	92.9	53.9	89.7	63.9	8.6	0	0	1.3	247.8	355.8
1993	117.5	133.3	125.7	69.2	31	11.6	0	0	0	8.8	142.2	77.4
1994	246	185.3	59.3	22.2	26	3.9	0	0.3	1.8	163.1	351.7	167.3
1995	297.7	122	174	37.1	14.8	0.1	60.9	0	6.6	24.6	158.3	84.7
1996	241.9	119.2	168.1	72.8	8.6	0.7	0	0	42.5	184	156.3	318.2
1997	60.3	148.3	17.9	99.6	41.6	0.2	0	64.7	28.1	196.1	95.6	704.7
1998	78.4	25	176.3	65.4	14.7	0	0	0	5.5	136	213.6	374.7
1999	260.2	306.1	88	50.6	0	11.9	0	0.1	15.5	48.9	32.4	141.4
2000	223.7	132.8	77.7	209.3	44.9	0.5	0	0	2.1	113.6	134.6	138.1
2001	44.6	199.8	32.3	46.2	77.2	0	0	0	15.9	54	487.4	601
2002	222.9	56.4	56.3	200.7	4	4.7	0	1.3	13.3	27.2	125.6	250.1
2003	189.4	148.4	97.8	74.5	24.3	49	0	0	12.4	8.2	138.5	220
2004	250.4	142.9	31.1	24.1	0.2	0.1	0	0	0	26	250.5	70.9
2005	135.1	102.5	55.6	80.4	1	8.3	0	0	20.8	17	143.7	61
2006	148.4	168.1	118	33.8	0.4	0.1	0.5	1.1	70.8	211.5	258.2	6.8
2007	53.7	95.4	104.9	14.3	4.7	0.1	0	0	0	67.1	243.4	457.1
2008	68	92.1	51.3	16.9	6.9	0.7	0	0	85.7	10	199.6	92.3
2009	308.2	237.9	160.2	40.9	55.2	0	0	0	71.8	248.9	254.2	250.3
2010	251.4	154	12.6	20.1	21.1	18.6	0	0.1	26.3	113.2	51.4	462.1
2011	174.8	178.4	65.6	284	80.4	0	0	0.2	122.6	194.7	28.3	218.3
2012	547.3	227.9	201.3	80.5	37.9	19.3	0	0	0	134.3	146.5	390.6
2013	118.2	150.9	17.9	76.8	54.6	0.1	0.1	0	15.9	119.1	72.6	49.5
2014	279.4	83.6	80.5	69.9	114.6	22.9	0	0	94.2	206.7	107.5	231.7
2015	232.2	178	115.2	29.9	9.4	4.3	1.2	5.4	88.8	137.9	78	15.9
2016	195.7	91.9	99.8	11.7	46.4	0	17	0	27.3	14.7	49	364.3
2017	242.2	18.5	111.5	90.9	48.6	3.9	0	6.2	3.8	262.7	170.1	137.3
2018	314.2	127.4	131.1	1.4	3.8	32.7	0	0	30.4	94.5	108	253.7
2019	526.1	159.2	112.9	106.7	0.8	17.3	1.2	0.5	70.6	61.4	100.4	364
2020	283.5	163	87.2	47.2	178.2	0.2	0	0.1	4.8	0.5	88.2	201.2
2021	231.8	39.6	130.4	41.7	0	0.5	□	□	□	□	□	□

EK-2 Alanya İstasyonu 24 Aylık Verilerin Tablosu

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980												
1981												2932.2
1982	2749.3	2609.6	2586.3	2615.4	2578.8	2577.6	2579.7	2596.1	2599.3	2681.2	2601.9	2488
1983	1952.5	1918.1	2015	2034.8	2018.3	2021.4	2025.2	2025.2	2028.3	2038.7	2176.4	2038.9
1984	2186.1	2262.6	2220	2399.5	2388	2375.3	2431.5	2415.1	2409.8	2296.1	2513.4	2516.7
1985	2752.5	2693.1	2570.6	2533.8	2554.9	2552	2541.7	2541.7	2539.4	2628.9	2681.1	2530
1986	2461.5	2448.1	2371.7	2187.1	2226.2	2237.9	2179.6	2183.1	2216.3	2217.8	2055.7	2216.4
1987	2090.9	2023.6	2229.9	2266.9	2454.8	2473.2	2500.9	2500.9	2500.1	2358.6	2067.5	2191.3
1988	2036.1	2163	2384.3	2470.1	2500.7	2489.2	2492.7	2489.9	2466.6	2749.9	3131	3076.4
1989	2939.6	2887.6	2673.4	2604.1	2400	2379.8	2352.1	2352.1	2352.1	2477.2	2657.4	2619.7
1990	2608.5	2520	2385.3	2275.8	2258.6	2277.3	2273.8	2288.8	2280.4	2060.4	1609.8	1534.3
1991	1537.6	1568.9	1535.1	1569	1600	1599.6	1600.6	1600.6	1600.9	1588	1422.8	1720.9
1992	1701.7	1641	1638.2	1671.4	1708.6	1753.6	1762.2	1746.5	1745	1681.5	1903.5	2114
1993	2079.8	2140.6	2240.9	2276.2	2269.8	2281.4	2280.4	2280.4	2280.1	2159.4	2184.5	1791.3
1994	1972.7	2061.9	2028.3	1996.6	1932.9	1872.9	1864.3	1864.6	1866.4	2028.2	2132.1	1943.6
1995	2123.8	2112.5	2160.8	2128.7	2112.5	2101	2161.9	2161.9	2168.5	2184.3	2200.4	2207.7
1996	2203.6	2137.5	2246.3	2296.9	2279.5	2276.3	2276.3	2276	2316.7	2337.6	2142.2	2293.1
1997	2055.7	2082	1925.9	1988.4	2015.2	2015.3	1954.4	2019.1	2040.6	2212.1	2149.4	2769.4
1998	2605.9	2511.7	2519.9	2512.5	2518.6	2517.9	2517.9	2517.9	2480.9	2432.9	2490.2	2546.7
1999	2746.6	2904.4	2974.5	2925.5	2883.9	2895.6	2895.6	2831	2818.4	2671.2	2608	2044.7
2000	2190	2297.8	2199.2	2343.1	2373.3	2373.8	2373.8	2373.8	2370.4	2348	2269	2032.4
2001	1816.8	1710.5	1654.8	1650.4	1727.6	1715.7	1715.7	1715.6	1716	1721.1	2176.1	2635.7
2002	2634.9	2558.5	2537.1	2528.5	2487.6	2491.8	2491.8	2493.1	2504.3	2417.9	2408.9	2520.9
2003	2665.7	2614.3	2679.8	2708.1	2655.2	2704.2	2704.2	2704.2	2700.7	2654.9	2306	1925
2004	1952.5	2039	2013.8	1837.2	1833.4	1828.8	1828.8	1827.5	1814.2	1813	1937.9	1758.7
2005	1704.4	1658.5	1616.3	1622.2	1598.9	1558.2	1558.2	1558.2	1566.6	1575.4	1580.6	1421.6
2006	1319.6	1344.8	1431.7	1441.4	1441.6	1441.6	1442.1	1443.2	1514	1699.5	1707.2	1643.1
2007	1561.7	1554.6	1603.9	1537.8	1541.5	1533.3	1533.3	1533.3	1512.5	1562.6	1662.3	2058.4
2008	1978	1902	1835.3	1818.4	1824.9	1825.5	1825	1823.9	1838.8	1637.3	1578.7	1664.2
2009	1918.7	2061.2	2116.5	2143.1	2193.6	2193.5	2193.5	2193.5	2265.3	2447.1	2457.9	2251.1
2010	2434.5	2496.4	2457.7	2460.9	2475.1	2493	2493	2493.1	2433.7	2536.9	2388.7	2758.5
2011	2625.1	2565.6	2471	2714.1	2739.3	2739.3	2739.3	2739.5	2790.3	2736.1	2510.2	2478.2
2012	2774.1	2848	3036.7	3097.1	3113.9	3114.6	3114.6	3114.5	3088.2	3109.3	3204.4	3132.9
2013	3076.3	3048.8	3001.1	2793.9	2768.1	2768.2	2768.3	2768.1	2661.4	2585.8	2630.1	2461.3
2014	2193.4	2049.1	1928.3	1917.7	1994.4	1998	1998	1998	2092.2	2164.6	2125.6	1966.7
2015	2080.7	2107.8	2205.1	2158.2	2113	2117.2	2118.3	2123.7	2196.6	2215.4	2220.8	2187.2
2016	2103.5	2111.8	2131.1	2072.9	2004.7	1981.8	1998.8	1998.8	1931.9	1739.9	1681.4	1814
2017	1824	1664.5	1660.8	1721.8	1761	1760.6	1759.4	1760.2	1675.2	1800	1892.1	2013.5
2018	2132	2167.5	2198.8	2188.5	2145.9	2178.6	2161.6	2161.6	2164.7	2244.5	2303.5	2192.9
2019	2476.8	2617.5	2618.9	2634.7	2586.9	2600.3	2601.5	2595.8	2662.6	2461.3	2391.6	2618.3
2020	2587.6	2623.2	2579.3	2625.1	2799.5	2767	2767	2767.1	2741.5	2647.5	2627.7	2575.2
2021	2280.9	2161.3	2178.8	2113.8	2113	2096.2						
Ort	2228.3	2222.2	2221.5	2222.0	2224.8	2224.4	2227.6	2227.6	2229.5	2228.7	2225.3	2242.1
Stn.Sp	9	2	6	4	4	6	2	3	1	7	3	3
m	411.61	413.37	407.25	408.14	402.58	406.43	412.28	409.12	403.83	394.47	407.35	418.09

## EK-3 Alanya İstasyonu 24 Aylık SPI Değerleri

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980												
1981												1.65
1982	1.27	0.94	0.90	0.96	0.88	0.87	0.85	0.90	0.92	1.15	0.92	0.59
1983	-0.67	-0.74	-0.51	-0.46	-0.51	-0.50	-0.49	-0.49	-0.50	-0.48	-0.12	-0.49
1984	-0.10	0.10	0.00	0.43	0.41	0.37	0.49	0.46	0.45	0.17	0.71	0.66
1985	1.27	1.14	0.86	0.76	0.82	0.81	0.76	0.77	0.77	1.01	1.12	0.69
1986	0.57	0.55	0.37	-0.09	0.00	0.03	-0.12	-0.11	-0.03	-0.03	-0.42	-0.06
1987	-0.33	-0.48	0.02	0.11	0.57	0.61	0.66	0.67	0.67	0.33	-0.39	-0.12
1988	-0.47	-0.14	0.40	0.61	0.69	0.65	0.64	0.64	0.59	1.32	2.22	2.00
1989	1.73	1.61	1.11	0.94	0.44	0.38	0.30	0.30	0.30	0.63	1.06	0.90
1990	0.92	0.72	0.40	0.13	0.08	0.13	0.11	0.15	0.13	-0.43	-1.51	-1.69
1991	-1.68	-1.58	-1.69	-1.60	-1.55	-1.54	-1.52	-1.53	-1.56	-1.62	-1.97	-1.25
1992	-1.28	-1.41	-1.43	-1.35	-1.28	-1.16	-1.13	-1.18	-1.20	-1.39	-0.79	-0.31
1993	-0.36	-0.20	0.05	0.13	0.11	0.14	0.13	0.13	0.13	-0.18	-0.10	-1.08
1994	-0.62	-0.39	-0.47	-0.55	-0.73	-0.86	-0.88	-0.89	-0.90	-0.51	-0.23	-0.71
1995	-0.25	-0.27	-0.15	-0.23	-0.28	-0.30	-0.16	-0.16	-0.15	-0.11	-0.06	-0.08
1996	-0.06	-0.20	0.06	0.18	0.14	0.13	0.12	0.12	0.22	0.28	-0.20	0.12
1997	-0.42	-0.34	-0.73	-0.57	-0.52	-0.51	-0.66	-0.51	-0.47	-0.04	-0.19	1.26
1998	0.92	0.70	0.73	0.71	0.73	0.72	0.70	0.71	0.62	0.52	0.65	0.73
1999	1.26	1.65	1.85	1.72	1.64	1.65	1.62	1.47	1.46	1.12	0.94	-0.47
2000	-0.09	0.18	-0.05	0.30	0.37	0.37	0.35	0.36	0.35	0.30	0.11	-0.50
2001	-1.00	-1.24	-1.39	-1.40	-1.24	-1.25	-1.24	-1.25	-1.27	-1.29	-0.12	0.94
2002	0.99	0.81	0.77	0.75	0.65	0.66	0.64	0.65	0.68	0.48	0.45	0.67
2003	1.06	0.95	1.13	1.19	1.07	1.18	1.16	1.16	1.17	1.08	0.20	-0.76
2004	-0.67	-0.44	-0.51	-0.94	-0.97	-0.97	-0.97	-0.98	-1.03	-1.05	-0.71	-1.16
2005	-1.27	-1.36	-1.49	-1.47	-1.55	-1.64	-1.62	-1.64	-1.64	-1.66	-1.58	-1.96
2006	-2.21	-2.12	-1.94	-1.91	-1.95	-1.93	-1.91	-1.92	-1.77	-1.34	-1.27	-1.43
2007	-1.62	-1.62	-1.52	-1.68	-1.70	-1.70	-1.68	-1.70	-1.78	-1.69	-1.38	-0.44
2008	-0.61	-0.77	-0.95	-0.99	-0.99	-0.98	-0.98	-0.99	-0.97	-1.50	-1.59	-1.38
2009	-0.75	-0.39	-0.26	-0.19	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	0.09	0.55	0.57	0.02
2010	0.50	0.66	0.58	0.59	0.62	0.66	0.64	0.65	0.51	0.78	0.40	1.24
2011	0.96	0.83	0.61	1.21	1.28	1.27	1.24	1.25	1.39	1.29	0.70	0.56
2012	1.33	1.51	2.00	2.14	2.21	2.19	2.15	2.17	2.13	2.23	2.40	2.13
2013	2.06	2.00	1.91	1.40	1.35	1.34	1.31	1.32	1.07	0.91	0.99	0.52
2014	-0.09	-0.42	-0.72	-0.75	-0.57	-0.56	-0.56	-0.56	-0.34	-0.16	-0.24	-0.66
2015	-0.36	-0.28	-0.04	-0.16	-0.28	-0.26	-0.27	-0.25	-0.08	-0.03	-0.01	-0.13
2016	-0.30	-0.27	-0.22	-0.37	-0.55	-0.60	-0.56	-0.56	-0.74	-1.24	-1.34	-1.02
2017	-0.98	-1.35	-1.38	-1.23	-1.15	-1.14	-1.14	-1.14	-1.37	-1.09	-0.82	-0.55
2018	-0.23	-0.13	-0.06	-0.08	-0.20	-0.11	-0.16	-0.16	-0.16	0.04	0.19	-0.12
2019	0.60	0.96	0.98	1.01	0.90	0.92	0.91	0.90	1.07	0.59	0.41	0.90
2020	0.87	0.97	0.88	0.99	1.43	1.33	1.31	1.32	1.27	1.06	0.99	0.80
2021	0.13	-0.15	-0.10	-0.27	-0.28	-0.32						

**YAYINLAR**

S. Savas Durduran, Ali Erdi, Cafer Tayyar Okka Yerel Yönetimlerde Mekansal Veriye Olan İhtiyaçlar, Karşılaşılan Sorunlar Ve Kent Bilgi Sistemi İçin Önemi , XI. HARİTA TEKNİK KURULTAYI - , Ankara, 2007

S.Savas Durduran, A. Erdi, C.T. Okka Spatial Data Infrastructure Of Local Governments In Turkey, Encountered Problems And Solution Proposals: Konya Case, ,International Symposium Modern Technologies, Education and Proffesional Practice in Geodesy and Releated Fields, Sofia, Bulgaria, 2006

S. Savas Durduran, A. Erdi, C.T. Okka Historical And Cultural Resource Determining And Monitoring With Gis:The Example Of Konya In Turkey , ,INTERNATIONAL CONFERENCE ON CARTOGRAPHY AND GIS, BULGARIA, 1, 1, 124 - 129, 2006

Savas Durduran, Ali Erdi, Cafer Tayyar Okka Tarihi Ve Kültürel Varlıkların Coğrafi Bilgi Sistemi Yöntemiyle Tespiti Ve İzlenmesi: Konya Örneği,,TÜRKİYE ONBİRİNCİ ESRI VE ERDAS KULLANICILARI GRUBU TOPLANTISI, ODTU KÜLTÜR MERKEZİ, ANKARA, 2006

A.Erdi, S.Savas Durduran, C.T. Okka Türkiyede Coğrafi Bilgi Sisteminin Olası Kullanıcıları Üzerine Bir İrdeleme, Ege Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, I. Ulusal Ege CBS Sempozyumu, 1, 2, 111 - 115, 2005, İzmir

A. Erdi, S. Savas Durduran, C.T. Okka, Ö. Altay Yerel Yönetimlerde Bilgi Teknolojisinden Yararlanma Ve Kent Bilgi Sistemi İlişkisi,,TMMOB Harita ve Kadastro Muh. Odası, X. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 2005

S.Savaş DURDURAN, Aslı BOZDAĞ, Tuncay CORA,C.Tayyar OKKA, Konya İli Topraklık Mahallesi Arazi Toplulaştırma Uygulamasının Mekansal ve İşlevsel Olarak Değerlendirilmesi, Özgün Makale - Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi - Doi: 10.28948/ngumuh.444683 ,2018

C.Tayyar OKKA S.Savaş DURDURAN, Aslı BOZDAĞ, Effects on Urban Areas of Mouth, the Case of Konya, II nd International Urban, Environment and Health Congress Özet Bildiri, 2018

S.Savaş DURDURAN, Aslı BOZDAĞ, C.Tayyar OKKA, Tansu ALKAN Monitoring of Groundwater Level Change with Geographical Information System (GIS), The Case of Konya Altnekin Basin, Özgün Makale - Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi - Doi: 10.35414/akufemubid.889321, 2021

Tansu ALKAN, Süleyman Savaş DURDURAN,Cafer Tayyar OKKA. Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimsel Analizi: Konya/Akören/Çatören Mahallesi Örneği. no. 365–375, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2021

Cafer Tayyar OKKA, Süleyman Savaş DURDURAN, Drought Analysis Forecast In Ermenek Dam Basin Using SPI And SPEI Indices, 14 th International Conference on

Engineering and Natural Science, no. 330-342, ISBN: 978-625-7720-81-6, 2022(Tezden  
üretilmiştir)

