



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AKSARAY İLİ IHLARA BÖLGESİ SU KAYNAKLARININ
KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMİNE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlkay Latife YENİAY

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Fatma GÜRBÜZ**

AKSARAY, 2024

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 222301703 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, İlkay Latife YENİAY tarafından hazırlanan “**AKSARAY İLİ İHLARA BÖLGESİ SU KAYNAKLARININ KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMİNE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİSİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Fatma GÜRBÜZ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Hatim ELHATİP

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Habib MUHAMMETOĞLU

Akdeniz Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 25.06.2024

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Mehmet Ali HİNİS
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

İlkay Latife YENİAY

TEŞEKKÜR

Tez sürecinde desteğini esirgemeyen, değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, her zaman çözüm odaklı yaklaşımları ile yol gösteren, birlikte çalışmaktan ve öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Fatma GÜRBÜZ'e ve tezimin her aşamasında yardımları ile destekleyen Prof. Dr. Hatim ELHATİP teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her konuda beni destekleyen, yardımcı olan ve yol gösteren annem Zeynep TOMBUL ve kız kardeşim İlayda YENİAY'a teşekkür ederim. Ayrıca tez sürecinde desteğini esirgemeyen, değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Doç. Dr. Alper ALVER'e desteği için teşekkür ederim.

İlkay Latife YENİAY
AKSARAY, 2024

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1 Küresel Isınma ve Etkileri	4
2.1.1 İklim değişikliği projeksiyonlar ve senaryolar	6
2.2 Dünyada ve Türkiye’de Su Kaynaklarının Durumu	7
2.3 İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi	9
2.4 İklim Değişikliği Modelleri	10
2.4.1 HadGEM2 Modeli	11
2.4.2 GFDL-ESM2M Modeli	12
2.4.3 MPI-ESM modeli	13
2.5 Kuraklık Analizi.....	13
2.6 Kuraklık Analizi ve SPI Yöntemi	14
3. MALZEME VE YÖNTEM	16
3.1 Veri Kaynağı Oluşturma	16
3.2 Arazi Çalışması	17
3.3 İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzeri Etkisinin İncelenmesi	19
3.4 Kuraklık Analizi.....	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1 Kuraklık Analizi.....	21
4.2 Aylık Ortalama, Standart Sapma ve SPI Hesaplamaları.....	22
4.3 Yağış Debi Verileri ile Kuraklık Analizinin Karşılaştırılması	24
4.4 2023 Yılı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişimin Yorumlanması.....	27
4.5 İhlara Bölgesinde İklim Modellerinin Senaryolara Göre Karşılaştırılması ve Yorumlanması	28
4.5.1 HadGEM2-ES modeli	29
4.5.1.1 RCP4.5 senaryosu	29
4.5.1.2 RCP8.5 senaryosu	34
4.5.2 GFDL-ESM2M modeli	43
4.5.2.1 RCP4.5 senaryosu	43
4.5.2.2 RCP8.5 senaryosu	53
4.5.3 MPI-ESM modeli	67
4.5.3.1 RCP4.5 senaryosu	67
4.5.3.2 RCP8.5 senaryosu	80
5. SONUÇ	90
KAYNAKLAR	94
ÖZGEÇMİŞ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AKSARAY İLİ İHLARA BÖLGESİ SU KAYNAKLARININ KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMİNE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİSİ

İlkay Latife YENİAY

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fatma GÜRBÜZ

ÖZET

Son yıllarda gözlemlenen küresel ısınma ile yağış rejimlerinin, yoğunluklarının ve sıklıklarının değişmesi, kar örtüsünün azalması, toprak nemi, yeraltı suyu akış rejimi ve miktarı hidrolojik döngüde değişimler ile ilişkilendirilmiştir. Bu değişimler sonucu yalnızca kıyı bölgelerindeki tatlı su kaynaklarını etkilememekte aynı zamanda yeraltı sularının da tuzlanmasına sebep olabilmektedir. Küresel ölçekte, tatlı su kaynakları yaşam ve yaşamımızın her alanında ihtiyaç duyduğumuz en önemli kaynaklardır. Dünya üzerindeki 35 milyon km³ tatlı suyun sadece %0,3'ü ekosistem ve insani tüketime uygun tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır.

Giderek artan iklim değişiklikleri, tatlı su kaynaklarının miktarının ve kalitesinin azalmasına ve gelecek nesiller için tehdit oluşturmaya sebep olmaktadır.

Çalışma kapsamında iklim değişikliğinin Dünya'da ve Türkiye'de yarattığı sonuçlar irdelenip, seçilen bölge için geriye dönük meteorolojik, yağış verileri ve güncel veriler eşliğinde modeller ile çalışılmıştır. Kullanılan iklim senaryolarından biri, HadGEM2-ES dir. Ekosistem ve hidrolojik süreçler de dahil olmak üzere iklimin yüzyıl ölçeğindeki evrimini tamamen tutarlı bir şekilde simüle etmek ve anlamak için özel bir amaç için tasarlanmıştır. Diğer model GFDL-ESM2M küresel dolaşım modelidir. Bu model, küresel ölçekte iklim sistemlerindeki karmaşık etkileşimleri ve madde döngülerini simüle etmek için kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. MPI-ESM-MR modeli ise, atmosfer, okyanus, deniz buzları ve karasal sistemleri entegre eden birçok bileşenden oluşan kapsamlı bir iklim modelidir. Bu model, iklim değişikliği ve çevresel etkileri anlamak için bilim insanları tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, kuraklık analizi meteoroloji 17192-Aksaray istasyonuna ait (2010-2022) veri seti ile SPI indisi kullanılarak kuraklık analizi yapılmış ve bu veriler ile HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M ve MPI-ESM-MR modellerinin RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarının 2023-2098 periyodu bölgesel iklim değişikliği ve kuraklık senaryoları irdelenmiştir. Aksaray İli İhlara bölgesinin günümüze kadar kuraklık kategorisine göre orta derece ve şiddetli kuraklık yaşadığı ileriye dönük projeksiyonlar incelendiğinde sıcaklığın artacağı ve yağış miktarının azalacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim senaryoları, HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M, MPI-ESM-MR, Kuraklık analizi.

Haziran, 2024; 99 sayfa

M.Sc. THESIS

THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON THE CHANGE IN THE QUALITY OF WATER RESOURCES IN IHLARA REGION OF AKSARAY PROVINCE

İlkay Latife YENİAY

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Fatma GÜRBÜZ

ABSTRACT

Global warming observed in recent years has been associated with large-scale changes in the hydrological cycle, such as changes in precipitation regimes, densities and frequencies, reduced snow cover, and changes in soil moisture and runoff. As a result of these changes in the hydrological cycle, it not only affects freshwater resources in coastal areas, but can also cause salinization of groundwater. Globally, freshwater resources are the most important resources we need in all areas of life and lifes. Only 0.3% of the 35 million km³ of fresh water on Earth consists of freshwater resources suitable for ecosystem and human consumption. The most important effects of climate change are the disruption of the water cycle and the change of water quality. Increasing climate changes causing the quantity and quality of freshwater resources to decrease and pose a threat to future generations.

Within the scope of the study, the consequences of climate change in Ihlara Province, in Turkey were examined by models with backdated meteorological precipitation and current data for the selected region. One of the climate scenarios used in this study, HadGEM2-ES, is designed for the specific purpose of simulating and understanding the century-scale evolution of climate, including ecosystems and hydrological processes, in a completely consistent way. The other model is the GFDL-ESM2M global circulation model. The MPI-ESM-MR model, on the other hand, is a comprehensive climate model consisting of many components that integrate the atmosphere, ocean, sea ice, and terrestrial systems.

In this work, drought analysis was carried out utilizing meteorological 17192-Aksaray station data (2010–2022) and the SPI index. Using these data, the 2023–2098 regional climate change and drought scenarios of the HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M, and MPI-ESM-MR models were analyzed.

It is anticipated that temperatures will rise and precipitation levels will fall in the Ihlara region of Aksaray when forward-looking estimates show that the region has experienced moderate to severe drought up to this point.

Keywords: Climate change, HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M, MPI-ESM-MR, Drought analysis.

June, 2024; 99 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Örnekleme noktası.....	18
Şekil 4.1.	2010-2023 Yılları arasındaki yağışların aylık ortalama ve standart sapma değerleri	22
Şekil 4.2.	2010-2023 Yılları arasındaki hesaplanan SPI değerleri	23
Şekil 4.3.	2010-2023 Yılları arasındaki yağış eksikliğinin yüzey sularına etkisi....	24
Şekil 4.4.	2010-2022 Yılları arasındaki debi değerleri	25
Şekil 4.5.	2010-2022 yılları arası arasındaki debi ve SPI indisinin karşılaştırması.	25
Şekil 4.6.	HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomali verileri.	29
Şekil 4.7.	HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu buhar anomali verileri.	31
Şekil 4.8.	HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu yağış anomali verileri	33
Şekil 4.9.	HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomali verileri	34
Şekil 4.10.	HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu buhar anomali verileri	36
Şekil 4.11.	HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu yağış anomali verileri	38
Şekil 4.12.	GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomali verileri	43
Şekil 4.13.	GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu buhar anomali verileri	46
Şekil 4.14.	GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu yağış anomali verileri	50
Şekil 4.15.	GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomalisi verileri	53
Şekil 4.16.	GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu buhar anomalisi verileri.....	58
Şekil 4.17.	GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu yağış anomalisi verileri.....	62
Şekil 4.18.	MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomalisi verileri	67
Şekil 4.19.	MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu buhar anomalisi verileri.....	72
Şekil 4.20.	MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu yağış anomalisi verileri.....	77
Şekil 4.21.	MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomalisi verileri	80
Şekil 4.22.	MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu buhar anomalisi verileri.....	83
Şekil 4.23.	MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu yağış anomalisi verileri.....	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Örnekleme noktası	17
Çizelge 3.2. Kuraklık sınıflandırması.	20
Çizelge 4.1. Aksaray/1792 no’lu istasyonundan alınan yağış verileri.	21
Çizelge 4.2. 2023 yılı Melendiz Çayında ölçülen kış verileri.....	27
Çizelge 4.3. 2023 yılı Melendiz Çayında ölçülen yaz verileri.....	27



SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
BM	Birleşmiş Milletler
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CO₂	Karbondioksit
DSİ	Devlet Su İşleri
HFC₅	Hidroflorür karbonlar
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
m³	Metreküp
mm	Milimetre
CO₂	Karbondioksit
CO₃	Karbonat
mg/L	Miligram/Litre
N₂O	Diazot monoksit
ppm	Milyonda bir
ppb	Milyarda bir
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
µm	Mikrometre
µg/L	Mikrogram/Litre
DSİ	Devler Su İşleri Genel Müdürlüğü
SPI	Standartlaştırılmış Yağış İndisi
°C	Santigrat derece

1. GİRİŞ

Belirli zaman diliminde doğal hava olayları ile beşerî faaliyetlerin küresel atmosferde sebep olduğu değişiklikler ve denge kayıpları iklim değişikliği olarak tanımlanmaktadır [1]. Doğal süreçte iklim değişikliği çok yavaş olsa da değişmektedir, fakat insan nüfusu artışı ve buna bağlı arazi örtüsünün değişimi (örneğin, ormansızlaşma) ve fosil yakıtların yakılması, sera gazlarının (CO_2 , CH_4 , N_2O , vb.) artışı önemli ölçüde bu etkiyi hızlandırmıştır. Antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan yüksek CO_2 konsantrasyonları, diğer sera gazları ve radyasyon kaynaklı etkileri küresel iklimin değişimine neden olmuştur [2].

Bilim insanları tarafından, yeryüzündeki binlerce noktada ölçülen yüzey ve atmosferik sıcaklık değerlerine ve uydu verilerine dayanarak küresel ortalama sıcaklığın 1880 yılından bu yana $0,9\text{ }^\circ\text{C}$ arttığı belirlenmiştir [3]. CO_2 oranı sanayi devrimi öncesi döneme kıyasla %47'lik bir artış göstererek 278 ppm'den 410 ppm'e ulaşmıştır [4]. En yüksek CO_2 emisyonuna neden olan yakıt türleri sırasıyla kömür, petrol ve doğal gazdır. Bu CO_2 emisyonundaki artış, iklim modellerinin öngördüğünden daha hızlı gerçekleşmektedir. Küresel ısınma, atmosferik su buharı içeriğinin artmasına, yağış modellerinin ve yoğunluklarının değişmesine, kar örtüsünün azalmasına ve buzulların erimesine neden olmaktadır [5].

İklim değişikliğinin bu hızla devam etmesi hidrolojik döngüde önemli değişikliklere yol açarak su kaynaklarının dağılımını ve miktarını etkilemektedir. IPCC'nin güncel raporlarına göre, mevcut hızda devam etmesi durumunda 2030-2052 yılları arasında küresel ortalama sıcaklık artışının $1,5\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye ulaşacağı öngörülmektedir. Dünya Bankası ise CO_2 emisyonlarının şu andaki artış hızıyla devam etmesi durumunda 2060 yılında ortalama sıcaklıklardaki artışın $4\text{ }^\circ\text{C}$ 'yi bulabileceği uyarısını yapmaktadır [6]. Özellikle sera gazlarının yüksek konsantrasyonlarının sonucunda, uzay-zamansal dağılımdaki ve yağış büyüklüğündeki değişiklikler olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur [7].

Örneğin, Labat ve ark. (2004), küresel ısınma ile hidrolojik döngünün küresel ölçekte yoğunlaşması arasında istatistiksel dalgacıklara dayalı bir yöntem kullanarak bir bağlantı tespit etmişlerdir [8]. Son yıllarda gözlemlenen küresel ısınma, atmosferik su buharı içeriğinin artması, yağış modellerinin, yoğunluklarının ve sıklıklarının değişmesi, kar

örtüsünün azalması, buzulların geniş çapta erimesi ve toprak nemi ve akışındaki değişimler gibi hidrolojik döngüde büyük ölçekli birçok değişimle ilişkilendirilmiştir [9].

Deniz suyu seviyesinin artışlarına neden olan hidrolojik döngüdeki bu değişimler, aynı zamanda kıyı bölgelerindeki tatlı su kaynaklarını etkileyerek yeraltı sularının da tuzlanmasına yol açabilmektedir [10]. Ulusal ve uluslararası bağlamda (örn., Gündem 21. Dünya Su Forumları), tatlı su kaynakları yaşam ve yaşamımızın her alanında ihtiyaç duyduğumuz en önemli kaynaklardır [11]. Tatlı su, tüm yaşam formları için gerekli olup, hemen hemen tüm insan faaliyetlerinde de büyük miktarlarda gereklidir [12]. Dünyadaki 35 milyon km³ tatlı su rezervinin sadece %0,3'ü insani tüketime kullanmaya uygun tatlı su kaynaklarını oluşturmaktadır [13]. İklim, özellikle su kaynaklarıyla doğrudan etkisi olduğu için, giderek artan iklim değişiklikleri, tatlı su kaynaklarının miktarının ve kullanım kalitesinin azalmasına ve gelecek nesiller için tehdit oluşturmaya sebep olmaktadır [14].

Su kaynaklarının yaklaşık %70'i tarım amaçlı kullanılmaktayken %19 sanayi ve %11'i evsel kullanımdır [15]. Su kullanımı birçok farklı faktör (demografik, teknolojik, ekonomik ve kültürel değerler gibi) tarafından yönlendirilmekte ve sonuç olarak mevcut ve gelecek su ihtiyaç planları bu değişimler doğrultusunda yapılmaktadır. Mevcut iklim değişikliği politikaları, su temini ve mevcudiyetine orantısız bir şekilde vurgu yapma eğilimindedir [16].

Su kalitesi, insan sağlığını tehlikeye sokan, gıda üretimini kısıtlayan, ekolojik hizmetleri azaltan ve ekonomik ilerlemeyi engelleyen 21. yüzyılın en acil sorunlarından biridir [17]. Kirlenmiş su, direkt veya dolaylı olarak insan sağlığı üzerine ters etkilere neden olduğundan, gelecekteki iklimle bağlantılı bir su kalitesi yönetim stratejisinin geliştirilmesi kritik öneme sahiptir. Artan sıcaklıklar ve aşırı iklim koşullarıyla birlikte, biyojeokimyasal döngülerdeki değişiklikler nedeniyle, artan kirlilik yükleri (örneğin nitratlar, patojenler, toplam askıda katı maddeler ve çözünmüş iyonlar) ile su kalitesindeki bozulma daha da kötüleşir. Bu da su kalitesi ve su ekosistemleri üzerinde artan strese neden olmaktadır [18]. Yapılan su modellemesi sonucuna göre yüzeysel suyun yaklaşık %10'unun 2030 yılına kadar azalacağı tahmin edilmektedir. Bu rakam, 2050 yılı itibarıyla %20'e ve 2100 yılı itibarıyla de %45'e çıkacaktır. Azalan yüzeysel su potansiyeli, başta tarımsal, evsel ve endüstriyel amaçlı su kullanımında ciddi sorunlar doğuracaktır. Ayrıca, sıcaklıkların artmasına bağlı olarak artacak olan potansiyel ürün

evapotranspirasyonu (2030 ve 2100 yılları için sırasıyla %10 ve %54'e kadar) sulama suyu ihtiyacını büyük ölçüde arttıracaktır [19].



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Küresel Isınma ve Etkileri

İklim değişikliği, küresel atmosferde doğal hava olayları ile insan faaliyetlerinin sebep olduğu değişiklikler ve denge kayıplarını ifade etmektedir [14]. Bu değişiklikler, doğal süreçte çok yavaş ilerlerken, insan nüfusunun artışı ve buna bağlı arazi örtüsünün değişimi (örneğin, ormansızlaşma) ile fosil yakıtların yakılması gibi etkenler, sera gazlarının (CO_2 , CH_4 , N_2O , vb.) atmosferdeki artışını hızlandırmaktadır [20]. Antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan yüksek CO_2 konsantrasyonları, diğer sera gazları ve radyasyon kaynaklı etkileri küresel iklimin değişimine neden olmaktadır [21].

Özellikle fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve sanayi süreçleri gibi çeşitli insan etkinlikleri sonucu atmosfere salınan sera gazlarının atmosferde hızlı artışına bağlı olarak gelişen ve şehirleşmenin de katkısıyla ortaya çıkan sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucu, yeryüzü ve atmosferin alt bölümlerindeki sıcaklık artışına küresel ısınma adı verilmektedir [20]. Küresel ısınma; kuraklık, hidrolojik döngünün değişmesi, su kaynaklarının hacminde ve kalitesinde azalma, temiz su kaynaklarının azalması gibi başlıca sorunları oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra deniz seviyesinin yükselmesi, kar ve buzulların erimesi, aşırı buharlaşma, meteorolojik felaketlerde artış, yağış miktarı ve rejiminde değişiklikler, yangınlar gibi sorunları da oluşturmaktadır [22]. Sera gazlarının konsantrasyonu arttıkça atmosferin sıcaklığı da artar ve iklim değişikliği sıcaklığı artırır [23]. Sonuçta kasırgalar, siklonlar, tsunamiler, seller, kuraklıklar, yükselen deniz seviyeleri ve okyanus asitlenmesi gibi yıkıcı doğa olayları oluşumu ile kendini göstermektedir [24].

Küresel ısınma, küresel ortalama deniz seviyesinin iki şekilde artmasına neden olmaktadır. Birincisi, dünya çapındaki buzullar ve buz tabakaları eriyor ve okyanuslara su katıyor. İkincisi, su ısındıkça okyanusun hacmi genişliyor. Deniz seviyesindeki yükselişe çok daha az katkıda bulunan üçüncü faktör ise karadaki sıvı su miktarındaki (akiferler, göller ve rezervuarlar, nehirler, toprak nemi) azalmadır. Sıvı suyun karadan okyanusa kayması büyük ölçüde insanların yer altı suyunu tüketmesinden kaynaklanmaktadır [25]. Dünya çapındaki buz tabakaları ve buzullar kütle kaybetmiştir. 2006 ve 2015 yılları arasında Grönland Buz Tabakası ortalama 278

$\pm 11 \text{ Gt yıl}^{-1}$ oranında buz kütlesi kaybı (küresel deniz seviyesi artışının $0,77 \pm 0,03 \text{ mm yıl}^{-1}$ 'ine eşdeğer) çoğunlukla yüzey erimesinden dolayı (IPCC, 2019). 2006–2015'te, Antarktika Buz Tabakası ortalama $155 \pm 19 \text{ Gt yıl}^{-1}$ ($0,43 \pm 0,05 \text{ mm yıl}^{-1}$) oranında kütle kaybetti; bunun nedeni çoğunlukla Batı Antarktika Buz Tabakasını kurutan ana çıkış buzullarının hızla incilmesi ve geri çekilmesi idi. Grönland ve Antarktika dışındaki dünya çapındaki buzullar, 2006-2015'te ortalama $220 \pm 30 \text{ Gt yıl}^{-1}$ ($0,61 \pm 0,08 \text{ mm yıl}^{-1}$ deniz seviyesi artışına eşdeğer) oranında kütle kaybetti [26].

Isınma, okyanus asitlenmesi, mevsimsel deniz buzunun azalması ve çok yıllık deniz buzunun devam eden kaybının, habitatlar, popülasyonlar ve bunların yaşayabilirliği üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yoluyla kutupsal deniz ekosistemlerini etkileyeceği tahmin edilmektedir. Okyanusun ısınması, oksijen kaybı, asitlenme ve organik karbonun yüzeyden derin okyanusa akışındaki azalmanın, kısmen kalsifikasyonun azalması. Geçtiğimiz yüzyılda bazı bitki ve hayvan türlerinin bolluğu arttı, yayılış alanları değişti ve buzullar geriledikçe ve karsız mevsim uzadıkça yeni alanlara yerleştiler. Isınmayla birlikte bu değişiklikler, alçak rakımlı türlerin yokuş yukarı doğru göç etmesiyle yüksek dağlardaki türlerin sayısını yerel olarak artırdı. Soğuğa uyum sağlayan veya kara bağımlı bazı türlerin sayıca azalması, özellikle dağ zirvelerinde neslinin tükenmesi riskini arttırdı. Kutup ve dağlık bölgelerde pek çok tür, özellikle kış sonlarında ve ilkbaharda mevsimsel aktivitelerini değiştirmiştir [26].

İklim değişikliğinin Türkiye'de neden olabileceği çevresel ve sosyo-ekonomik sorunlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- İklim kuşaklarının kuzeye kayması sonucu Türkiye, daha sıcak ve kurak iklim koşullarının etkisinde kalabilir.
- Türkiye'nin mevcut su kaynakları sorununa yeni sorunlar eklenir ve içme ve kullanma suyunda büyük sıkıntılar yaşanır.
- Tarımsal üretim potansiyeli değişebilir.
- Karasal ekosistemler ve tarımsal üretim sistemleri, zararlılardaki ve hastalıklardaki artıştan zarar görebilir.
- Sıcaklıktaki artış insan ve hayvan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olur.
- Mevsimlik kar ve kalıcı kar-buz örtüsünün kapladığı alanlarda, erimelere bağlı olarak kar çığları, sel ve taşkın olaylarında artış olabilir.

- Denizlerde sıcaklık artışlarıyla oluşacak değişimler, deniz ekosistemleri üzerinde olumsuz etkiler yaratacak, deniz ürünleri azalır.

Küresel iklim değişikliği, buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, ekosistem değişimleri gibi birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Bu etkiler, insan sağlığı, tarım, su kaynakları, doğal afetler ve biyoçeşitlilik üzerinde ciddi sonuçlar doğurmaktadır. İklim değişikliği ile mücadele etmek için uluslararası sözleşmeler, protokoller, mevzuatlar ve programlar geliştirilmektedir. Ancak, sera gazı emisyonlarının azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması gibi kapsamlı önlemler alınması gerekmektedir [27].

2.1.1 İklim değişikliği projeksiyonlar ve senaryolar

IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli), iklim değişikliği konusunda en kapsamlı ve güvenilir bilgileri sunan kurumdur. IPCC, düzenli olarak yayınladığı raporlarda iklim değişikliğinin geleceğe yönelik projeksiyonlarını ve senaryolarını ortaya koymaktadır [28-30].

IPCC'nin ilk olarak kullandığı senaryo seti SRES (Özel Rapor Emisyon Senaryoları) idi. SRES senaryoları, 2000-2100 yılları arasındaki dönem için sera gazı emisyonlarının ve diğer iklim zorlayıcılarının olası yörüngelerini temsil ediyordu [28]. Bu senaryolar, ekonomik kalkınma, nüfus, teknoloji ve enerji kullanımı gibi faktörlerdeki değişimleri dikkate alıyordu.

Daha sonra IPCC, RCP (Temsili Konsantrasyon Yolları) senaryolarına geçti. RCP senaryoları, 2100 yılına kadar radyatif zorlama değerlerini ($W m^{-2}$) temel alıyordu. RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5 olmak üzere dört senaryo kullanılmaktaydı [29]. Bu senaryolar, iklim değişikliğinin etkilerini değerlendirmek ve azaltım/uyum stratejilerini belirlemek için kullanılmıştır.

En son olarak IPCC, SSP (Ortak Sosyo-Ekonomik Yollar) senaryolarını geliştirmiştir. SSP senaryoları, sosyo-ekonomik gelişmeleri ve sera gazı emisyonlarını bir arada ele almaktadır [29]. Bu senaryolar, RCP senaryolarından daha kapsamlı olup, iklim değişikliğinin etkileri ve uyum/azaltım stratejileri için daha ayrıntılı bilgiler sunmaktadır.

IPCC'nin küresel projeksiyonlarına ek olarak, Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü de Türkiye özelinde iklim değişikliği projeksiyonları yayınlamaktadır [29]. Bu projeksiyonlar, Türkiye'nin farklı bölgeleri ve havzaları için sıcaklık, yağış, deniz seviyesi yükselmesi, ekstrem hava olayları gibi değişkenlerdeki gelecekteki değişimleri içermektedir.

Türkiye için hazırlanan projeksiyonlar, IPCC'nin RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre hazırlanmaktadır. RCP4.5, orta derecede sera gazı emisyonu azaltımı senaryosunu, RCP8.5 ise yüksek emisyon senaryosunu temsil etmektedir [29]. Bu senaryolar, Türkiye'nin iklim değişikliğine uyum stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Ayrıca, Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım, enerji, ulaşım, sağlık gibi sektörlerdeki etkileri de araştırılmıştır [30]. Bu çalışmalar, sektörel uyum ve azaltım stratejilerinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

IPCC'nin senaryolarına ek olarak, akademik çalışmalarda ve diğer kuruluşlarca da farklı iklim değişikliği senaryoları geliştirilmektedir. Örneğin, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) kendi enerji ve emisyon senaryolarını yayınlamaktadır. Dünya Bankası da iklim değişikliğinin ekonomik etkilerini değerlendiren senaryolar üretmektedir.

Bu senaryolar, iklim değişikliğinin farklı boyutlarını ele almakta ve politika yapıcılara daha kapsamlı bilgiler sunmaktadır. Örneğin, IEA'nın senaryoları enerji sektörüne odaklanırken, Dünya Bankası'nın senaryoları ekonomik etkilere yoğunlaşmaktadır.

İklim değişikliği projeksiyonları ve senaryoları, geleceğe yönelik risklerin ve fırsatların değerlendirilmesine, uyum ve azaltım stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Farklı kurum ve kuruluşlarca üretilen senaryolar, konunun çok yönlü ele alınmasına imkân vermektedir [30].

2.2 Dünyada ve Türkiye’de Su Kaynaklarının Durumu

Küresel ortalama deniz seviyesi, buzullardan ve buz tabakalarından eriyen suyun yanı sıra ısındıkça deniz suyunun termal genişmesi gibi faktörlerin birleşimi nedeniyle yıllar içinde istikrarlı bir şekilde yükselmektedir. Deniz seviyesi 1880'den bu yana yaklaşık 8-9 inç (21-24 santimetre) yükselmiş olup, yükselme hızı son yıllarda önemli ölçüde artmıştır [31]. 2022 yılında küresel ortalama deniz seviyesi 1993 seviyesinin

101,2 milimetre (4 inç) üzerindeydi ve uydu kayıtlarındaki en yüksek yıllık ortalamaya işaret ediyordu. Projeksiyonlar, yüzyılın sonuna kadar küresel ortalama deniz seviyesinin, nispeten düşük sera gazı emisyonlarıyla bile 2000 seviyelerinin en az bir ayak (0,3 metre) üzerine çıkabileceğini göstermektedir [32]. Bölgesel farklılıklar mevcut olup, bazı okyanus havzalarında daha yüksek deniz seviyesi artışları yaşanmaktadır. Sera gazı emisyonları gibi antropojenik faktörler, küresel olarak ve Avrupa bölgesel denizlerinde deniz seviyesinin yükselmesini hızlandıran birincil neden olarak tanımlanmıştır [32]. Küresel ortalama deniz seviyesinin gelecekteki yükselişinin çok düşük emisyon senaryosu için 0,28-0,55 m arasında olacağı ve kutup buz tabakalarının potansiyel parçalanması göz önüne alındığında yüksek emisyon senaryoları altında 2150 yılına kadar 5 m'ye kadar çıkacağı tahmin edilmektedir [32].

Küresel ortalama deniz seviyesinin (GMSL) yükselmesi, iklim değişikliği nedeniyle önemli bir endişe kaynağıdır. Çalışmalar, 2100 ve 2300 yıllarına kadar GMSL yükselmesi için farklı tahminler öngörmektedir. Temsili Konsantrasyon Yolu (RCP) senaryoları kapsamında uzmanlar, 2100 yılına kadar 0,30-1,32 m ve 2300 yılına kadar 0,54-5,61 m GMSL yükselmesi öngörmektedir. Yükselme hızı hızlanmış olup, 1900 yılından bu yana yaklaşık 21 cm yükselen GMSL 2022 yılında en yüksek değerine ulaşmıştır. Farklı emisyon senaryoları altındaki GMSL projeksiyonları, deniz seviyesindeki yükselmenin azaltılması ve adaptasyonu için bilinçli kararların önemini vurgulamaktadır [32]. Hızlı buz tabakası parçalanması olasılığı da dahil olmak üzere üst düzey senaryoların dikkate alınması, özellikle yoğun nüfuslu kıyı bölgelerinde uzun vadeli kıyı risk yönetimi için çok önemlidir [32].

Türkiye'de yüzey sularının toplam 95 milyar m³'ün %9'luk kısmı kullanılmakta olup bunun ise %79'u sulamada, %14'ü içme suyunda, %10'u ise sanayide kullanılmaktadır [13]. Toplam kullanılabilir su potansiyeli, bu potansiyelin ve sektörel su taleplerinin bölgesel/havza düzeyinde dağılımındaki dengesizlik, nüfus ve su talebindeki hızlı artış, kirlenme ve iklim değişiminin su kaynakları üzerindeki baskısı yanında, toplam su potansiyelimizin yaklaşık %40'ını oluşturan bölümünün "Sınır aşan veya Sınır oluşturan", yani "Uluslararası Sular" niteliğinde olması nedeniyle, Türkiye su stresi altında olan bir ülke konumundadır. Türkiye'de bir kişinin kullandığı su miktarı su ayak izi hesaplaması yapıldığında da 5,416 litreye kadar çıkmaktadır. İklimsel değişkenlik gerçekleşmese bile, öngörülen nüfus artışı sebebiyle 2050 yılında ülkemizde kişi başına düşen su miktarının yılda 1.200 m³ civarında olacağı

öngörülmektedir. Başka bir ifade ile iklimsel değişkenlikler ve hızlı nüfus artışı dikkate alındığında ülkemiz 2050 yılında su fakiri ülkeler arasında yer alacağı öngörülmektedir [13]. Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı (2011-2023) kapsamında enerji, bina, sanayi, ulaştırma, atık, tarım, arazi kullanımı ve ormancılık sektörlerinde gerçekleştirecek faaliyetler ile iklim değişikliğine uyum sağlanması hedeflenmektedir. Söz konusu eylemlerin gerçekleşmesi ve etkin su kaynakları yönetimi ile iklim değişikliğinin havzadaki olası etkilerine karşı önlemler alınması önemlidir [33].

2.3 İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi

İklim değişikliği, su kaynakları üzerinde önemli ve karmaşık etkilere sahip bir fenomendir [34]. Son yıllarda yapılan araştırmalar, iklim değişikliğinin su kaynaklarına olan etkilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır [35]. Bu etkiler, küresel ve bölgesel düzeyde farklılık göstermekte ve su döngüsünün birçok bileşenini etkilemektedir [36].

Birincil etkilerden biri, iklim değişikliğinin yağış rejimlerindeki değişikliklerdir [37]. Bazı bölgelerde yağış miktarında artış gözlemlenirken, diğer bölgelerde azalma yaşanmaktadır. Bu durum, su kaynaklarının dağılımını ve mevcudiyetini etkileyerek, su stresi ve kuraklık riskini artırmaktadır. Özellikle, bazı bölgelerdeki kuraklık süreleri ve yoğun yağışlar arasındaki dönemlerdeki uzun süreli kuraklık riski artmaktadır [38].

Buzul ve kar tabakalarının erimesi de iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkilerinden biridir. Küresel ortalama sıcaklıklardaki artış, kutuplardaki buzulların ve yüksek dağlardaki kar tabakalarının erimesine neden olmaktadır. Bu durum, buzullardan ve kar tabakalarından gelen suyun akarsulara ve göllere eklenmesiyle su rejimlerinde değişikliklere yol açmaktadır. Ayrıca, buzul ve kar tabakalarının azalması, mevsimsel olarak kar erimesine dayalı su kaynaklarının azalmasına ve su tedarikindeki dalgalanmalara neden olmaktadır [39].

Deniz seviyesindeki yükselme de iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkilerinden biridir [40]. Küresel ortalama deniz seviyesinin artması, kıyı bölgelerinde tuzlu su baskınlarına, kıyı erozyonuna ve tatlı su kaynaklarının tuzlanmasına neden olmaktadır. Bu durum, özellikle düşük rakımlı ve adalar gibi kıyı bölgelerinde yaşayan topluluklar için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır [41].

İklim değışikliğı ayrıca su kalitesini de etkilemektedir [42]. Artan sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değışiklikler, su kaynaklarında kirliliğı ve su kalitesinde bozulmayı tetiklemektedir. Bu durum, içme suyu kaynaklarının kirlenmesine ve suyun insan sağlığına zarar veren maddelerle kontamine olmasına neden olabilmektedir.

Son olarak, iklim değışikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri ekosistemlere de yansımaktadır [43]. Su rejimlerindeki değışiklikler, suya bağımlı ekosistemlerin yapısını ve işlevselliğini etkilemektedir. Özellikle sulak alanlar, göller, nehirler ve sulak ormanlar gibi ekosistemler, iklim değışikliğinin su kaynaklarına etkilerinden doğrudan etkilenmektedir.

Bu bağlamda, iklim değışikliğinin su kaynaklarına etkilerini anlamak ve bu etkilere uyum sağlamak için bilimsel araştırmaların önemi büyüktür. Bu araştırmalar, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve su kaynaklarına erişimin korunması için temel bilgiler sağlamak ve iklim değışikliğinin su kaynakları üzerindeki potansiyel etkilerini azaltmak için stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır [44].

2.4 İklim Değışikliğı Modelleri

İklim değışikliğı, gezegenimizin karşı karşıya olduğu en büyük çevresel zorluklardan biridir ve giderek artan bir endişe kaynağı haline gelmektedir [44].

İklim değışikliğı modelleri, atmosfer, denizler, buzullar, bitki örtüsü ve diğer faktörler arasındaki karmaşık etkileşimleri simüle eder. Bu modeller, geçmiş verilerden elde edilen bilgilere dayanarak gelecekteki iklim koşullarını tahmin etmeye çalışmaktadır.

İklim değışikliğı modelleri genellikle Genel Sirkülasyon Modelleri (GCM'ler) veya İklim Sistem Modelleri (ESM'ler) olarak adlandırılmaktadır. Bu modeller, dünya çapında iklim değışikliğini anlamak için kullanılan en temel araçlardan biridir. Özellikle, Hadley Centre for Climate Prediction and Research tarafından geliştirilen HadGEM2 modeli ve NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory tarafından geliştirilen GFDL-ESM2M modeli, bu alanda öne çıkan modeller arasındadır [45].

GCM'ler, atmosfer, okyanus, deniz buzu ve diğer bileşenleri bir araya getirerek karmaşık iklim sistemlerini simüle eder. ESM'ler ise ekosistemler, biyokimya ve diğer faktörlerin de dahil olduğu daha kapsamlı bir modelleme yaklaşımı sunmaktadır [46].

GFDL-ESM2M ve HadGEM2 modelleri, Atmosfer-Okyanus Sirkülasyonu Verileri: Her iki model de atmosfer ve okyanus sirkülasyonunu simüle etmek için ilgili verileri kullanmaktadır, Atmosfer Kimyası Verileri: CO₂, NO_x, SO₄, aerosol gibi atmosferik kimyasal bileşenlerin verileri her iki modelde de önemli bir rol oynamaktadır, Karasal Bileşen Verileri: Bitki biyolojisi, yüzey fiziği, hidroloji gibi karasal bileşenlerin verileri her iki modelde de dikkate alınmaktadır, Madde Döngüsü Verileri: Dinamik karbon ve diğer elementlerin birikimlerinin simülasyonu için gerekli veriler her iki modelde de kullanılmaktadır, Hidrolojik Süreç Verileri: Yağış, buharlaşma, akarsu, göl, ırmak, yüzeysel akış gibi hidrolojik süreçlerin verileri her iki modelde de önemlidir ve verilerini kullanmaktadır [46].

İklim değişikliği modelleri, çeşitli senaryolar altında farklı iklim değişkenlerini simüle edebilmektedir. Bu senaryolar, sera gazı emisyonları, atmosferik bileşenlerin değişimi ve diğer faktörler üzerinde değişiklikler içerebilmektedir. Bu modellerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi, iklim değişikliğinin etkilerini daha doğru bir şekilde anlamamıza ve gelecekteki değişikliklere hazırlıklı olmamıza yardımcı olmaktadır [46].

2.4.1 HadGEM2 Modeli

HadGEM2, Met Office Hadley Merkez (MOHC) tarafından geliştirilen bir yeryüzü sistemi modelidir. Bu model, ekosistem ve hidrolojik olayları birleştirerek, yer sistemi içerisinde insan etkisi gibi etkilerin arazi örtüsü değişikliği gibi diğer değişim süreçlerinin de dahil edilmesine izin vermektedir [46].

HadGEM2-ES, ekosistem ve hidrolojik süreçler de dahil olmak üzere iklimin yüzyıl ölçeğindeki evrimini tamamen tutarlı bir şekilde simüle etmek ve anlamak için özel olarak tasarlanmıştır [46-47]. Bu model, akım düzeltmelerine gerek kalmadan çalışan ilk Met Office Hadley Merkez (MOHC) yeryüzü sistemi modelidir [46].

Ekosistem ve hidrolojik etkilerin yer sistemi modeline entegrasyonu, antropojenik arazi örtüsü değişikliği gibi diğer değişim süreçlerinin de dahil edilmesine olanak sağlar [46-48]. Böylece, iklim, ekosistem ve hidrolojik değişiklikler üzerindeki etkiler tutarlı bir şekilde simüle edilebilmektedir.

HadGEM2 ailesi, ortak bir fiziksel çerçeve ile farklı karmaşıklık seviyeleri içeren özel model yapılandırmalarının bir dizisini içermektedir. Bu aile, atmosfer-okyanus yapılandırmasını, dinamik bitki örtüsü, okyanus biyolojisi ve atmosferik kimyasıyla

Dünya-Sistem yapılandırmasını ve iyi bir çözümle stratosferin dâhil olduğu atmosferdeki bir dikey uzantısını içermektedir [46-48].

HadGEM2 ailesi üyeleri, İklim Değişikliği Hükümetlerarası Paneli (IPCC) Beşinci Değerlendirme Raporu'nda (AR5) kullanılmaktadır [46-47]. Standart atmosferik bileşeni, 1.875° boylam ve 1.25° enlem aralığı ile yatay çözünürlüğünden meydana gelen 192 x 145 grid hücrelerinden oluşan küresel bir grid (karelaj) yapısına ve yaklaşık 40km yüksekliğe uzanan 38 seviyeye sahiptir [48].

HadGEM2 modeli, iklim, ekosistem ve hidrolojik süreçlerin etkileşimini tutarlı bir şekilde simüle etmek için geliştirilmiş kapsamlı bir yeryüzü sistemi modelidir. Bu model, iklim değişikliği projeksiyonları ve senaryolarının oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır [48].

2.4.2 GFDL-ESM2M Modeli

GFDL-ESM2M modeli, Amerikan Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA)'ne bağlı Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı (GFDL) tarafından geliştirilmiş bir küresel dolaşım modelidir. Bu model, RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları temelinde oluşturulmuştur. GFDL-ESM2M, madde döngüleri (karbon, su vb.) ile insan aktivitelerinin iklim sistemleri üzerine etkileşimini bir arada incelemek için geliştirilmiştir [49].

Modelin özellikleri arasında birleştirilmiş atmosfer ve okyanus sirkülasyonu, atmosfer kimyası (CO₂, NO_x, SO₄, aerosol vb.), karasal bileşenler (bitki biyolojisi, yüzey fiziği, hidroloji), madde döngüleri (dinamik karbon ve diğer elementlerin birikimleri), ve hidrolojik süreçler (yağış, buharlaşma, akarsu, göl, ırmak, yüzeysel akış) bulunmaktadır [46].

GFDL-ESM2M modeli, iklim değişikliği projeksiyonlarının oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu model, küresel ölçekte iklim sistemlerindeki karmaşık etkileşimleri ve madde döngülerini simüle etmek için kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır [49].

GFDL-ESM2M modeli, RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Türkiye'nin farklı bölgeleri için sıcaklık ve yağış projeksiyonları sunmaktadır. Projeksiyonlara göre,

gelecek yıllarda Türkiye genelinde sıcaklık ve yağış değişimlerinin önemli ölçüde olacağı öngörülmektedir [50].

2.4.3 MPI-ESM modeli

MPI, Max Planck Enstitüsü tarafından geliştirilen karmaşık bir iklim modelidir ve atmosferik ve okyanusal süreçleri simüle etmek için kullanılır. MPI, farklı bileşenlerin etkileşimlerini anlamak ve gelecekteki iklim değişikliklerini tahmin etmek için tasarlanmıştır [51-52].

MPI-ESM, MPI'nin en önemli iklim modelidir. Bu model, atmosfer, okyanus, buz ve biyosfer bileşenlerini entegre eder ve bu bileşenler arasındaki etkileşimleri hesaba katarak kapsamlı bir iklim simülasyonu sunar [53]. Atmosfer ve okyanusun yanı sıra buz ve biyosfer bileşenlerini içermesi, Dünya'nın farklı sistemlerinin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini daha iyi anlamamıza olanak tanır. Örneğin, okyanus sıcaklığındaki değişikliklerin buzullar üzerindeki etkileri veya bitki örtüsündeki değişikliklerin atmosferik koşullar üzerindeki etkileri gibi [54].

MPI-ESM ayrıca, farklı sera gazı senaryolarını ve iklim değişkenlerini dikkate alarak gelecekteki iklim durumlarını tahmin etme yeteneğine sahiptir. (IPCC 2000) [55]. Bu, çeşitli sera gazı emisyon seviyelerinin ve konsantrasyonlarının iklim üzerindeki etkilerini değerlendirmemize ve bu değişikliklerin olası sonuçlarını anlamamıza olanak tanır. Örneğin, farklı emisyon senaryoları altında atmosferik sıcaklık, yağış desenleri, deniz seviyesi yükselmesi gibi iklim değişkenlerinin nasıl değişebileceği gibi bilgiler elde edilebilir [56].

2.5 Kuraklık Analizi

Kuraklık, bir bölgede belirli bir dönem boyunca beklenen yağış miktarının altında kalan bir durumdur. Kuraklık analizi, yağış miktarı, toprak nem içeriği, bitki örtüsü sağlığı ve hidrolojik veriler gibi çeşitli göstergeleri kullanarak kuraklık şiddetini ve süresini belirlemeyi amaçlar [57].

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI): SPI, belirli bir dönemdeki yağış miktarının olasılık dağılımını tanımlayan bir istatistiksel yöntemdir. SPI değerleri, bir dönemde gözlenen yağış miktarının beklenen yağış miktarına oranını gösterir. Pozitif SPI değerleri fazla yağışı, negatif SPI değerleri ise kuraklık koşullarını ifade eder [58].

Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI): PDSI, toprağın nem içeriğini dikkate alarak uzun vadeli kuraklık şiddetini ölçen bir indekstir. PDSI, yağış, buharlaşma ve toprağın su tutma kapasitesi gibi faktörleri değerlendirerek kuraklık derecesini belirler [59].

Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI): SPI'nin geliştirilmiş bir versiyonu olan SPEI, yağış ve buharlaşma verilerini birlikte kullanarak kuraklık analizini daha hassas hale getirir. SPI'nin aksine, SPEI, yağış ve sıcaklık değişikliklerini dikkate alarak kuraklık riskini değerlendirir [60].

SPI, SPEI ve PDSI gibi kuraklık indeksleri, kuraklık analizinde önemli araçlar olarak kullanılmaktadır. Her bir indeksin avantajları ve sınırlamaları bulunmakla birlikte, doğru analiz için uygun indeksin seçilmesi gerekmektedir. SPI'nin özellikle uzun vadeli kuraklık eğilimlerini belirleme konusunda etkili olduğu görülmektedir [61].

Normalleştirilmiş Yağış İndeksi (NYİ), kuraklık belirlemede kullanılan önemli bir araçtır ve yağış eksikliğinin farklı zaman dilimlerindeki değişkenliği dikkate alarak analiz yapar [62].

Bu indeks, 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık dönemlerdeki yağış miktarını içeren verileri kullanarak kuraklık seviyesini belirler.

NYİ'nin önemi, yağışın su kaynaklarına olan etkisinin ne kadar sürede hissedilebileceğini dikkate almasıdır.

NYİ'nin kullanımı, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve kuraklık risklerinin belirlenmesi açısından büyük önem taşır. Bu indeks, çiftçilerin sulama planlarını ve su kaynaklarının yönetimini daha etkin bir şekilde yapmalarına yardımcı olabilir.

NYİ, literatürde sıkça kullanılan bir kuraklık indeksi olarak kabul edilir ve birçok çalışmada başarıyla uygulanmıştır [64]. Bu indeksin kullanımı, kuraklıkla mücadele stratejilerinin geliştirilmesi ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemlidir.

2.6 Kuraklık Analizi ve SPI Yöntemi

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI), kuraklık analizinde yaygın olarak kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. SPI yöntemi, belirli bir coğrafi bölgedeki kuraklık süreçlerini anlamak ve izlemek için kullanılır. Uzun vadeli SPI değerleri, mevsimsel

kuraklık modellerini tanımlamak için kullanılırken, kısa vadeli SPI değerleri ani kuraklık olaylarını analiz etmek için kullanılır. Örneğin, 1 ila 3 aylık zaman dilimindeki toplam yağış eksikliği, toprak nem düzeyine hızla etki ederken, yeraltı su seviyeleri, nehirler ve göller gibi su kaynaklarına daha yavaş bir etki yapar. Diğer yandan, 6 ve 9 aylık dönemlerdeki kuraklık durumu akarsulara ve göllere, 12 ila 24 aylık dönemlerdeki kuraklık ise yeraltı su seviyelerine etki eder [63]. SPI yöntemi, kuraklık analizinde yaygın olarak kullanılan bir araçtır ve iklim değişikliğinin etkilerini dikkate alarak geliştirilen yeni versiyonları, kuraklık riskinin daha iyi anlaşılmasına ve yönetilmesine yardımcı olmaktadır. Kuraklık analizi, su kaynaklarının etkin bir şekilde yönetilmesi ve kuraklık riskinin azaltılması için kritik öneme sahiptir. SPI yöntemi, bu analizlerde önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır ve iklim değişikliği gibi küresel tehditlerle mücadelede önemli bir role sahiptir [65].

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada bölgedeki su kaynaklarının mevcut durumunu ve iklim değişikliğinin etkilerini anlamak için DSI'den alınmış debi ile meteorolojiden alınmış yağış verileriyle kuraklık analizi yapıldı ve iklim modellerinin iklim anomalileri incelenip gelecekteki yağış, sıcaklık ve buharlaşma trendlerini belirlemek için istatistiksel ve grafiksel yöntemler kullanılarak gerçekleştirildi.

Elde edilen veriler 2023 yılında kış ve yaz mevsiminde yapılan suyun kalitesindeki değişim analiziyle debinin kuraklık analizi ile karşılaştırılması ve iklim modeli anomali çıktılarına dayanarak, iklim değişikliğinin İhlara bölgesindeki su kaynakları üzerindeki olası etkileri değerlendirilip; yağış rejimi değişiklikleri, su kaynaklarının zaman içindeki durumu gibi faktörler irdelenmiştir.

3.1 Veri Kaynağı Oluşturma

Literatür taraması ile iklim değişimi ve önemi ortaya konmuştur. Çalışmanın yapılacağı Aksaray İli, İhlara bölgesinde geçmişten günümüze gerçekleşen iklim değişikliğine bağlı su kaynaklarının miktar izlemek için derlenen kayıtlar ilgili makamlardan toplanmıştır. Böylelikle bu bölgede suyun mevsimsel olarak kalitesindeki değişim, yağış rejiminin kuraklığa ve debiye etkisi meteorolojik veriler ile tespit edilmiştir ve iklim modellerinin gelecek anomalileri irdelenmiştir.

Tez çalışmasında kullanılacak verilerin anlamlı olarak yorumlanabilmesi için elde edilen verilen aşağıdaki gibidir.

DSI'den alınmış Melendiz çayının debi verileri ve 2023 yılında yaz ve kış mevsiminde yerinde yapılan su kalitesindeki değişim analizleri (Toplam çözünmüş katı madde, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, pH, sıcaklık).

Meteoroloji'den Yağış Verisi: Bölgedeki yağış miktarı ve değişimleri hakkında bilgi sağlayan veriler.

İklim Modelleri: İklim değişikliğinin bölgedeki etkilerini tahmin etmek için kullanılan modeller. Örneğin, HADGEM2, GFDL-ESM2M ve MPI-ESM gibi modellerin iklim anomalileri verileri.

3.2 Arazi Çalışması

Ihlara Bölgesi, Türkiye'nin merkezi konumunda yer almakta olup, Kapadokya'nın parçası olarak bilinmektedir. Coğrafi yapısı ve doğal özellikleriyle öne çıkan bu bölge, tarihi zenginlikleri ve benzersiz doğal güzellikleri ile turistik açıdan büyük ilgi görmektedir. Ihlara Vadisi, Kapadokya'nın en büyük ve en derin vadilerinden biri olarak dikkat çeker ve yer altı akarsularının oluşturduğu yüksek kayalık duvarları ve vadileriyle ünlüdür.

Su kaynakları bakımından, Ihlara Bölgesi önemli tatlı su kaynaklarına ev sahipliği yapmaktadır. Bu kaynaklar, bölgedeki yer altı suları, yerel akarsular ve doğal kaynaklar aracılığıyla beslenmektedir. Ihlara Vadisi'nde bulunan akarsular, genellikle mevsimsel yağışlar ve yer altı su kaynakları tarafından beslenmektedir.

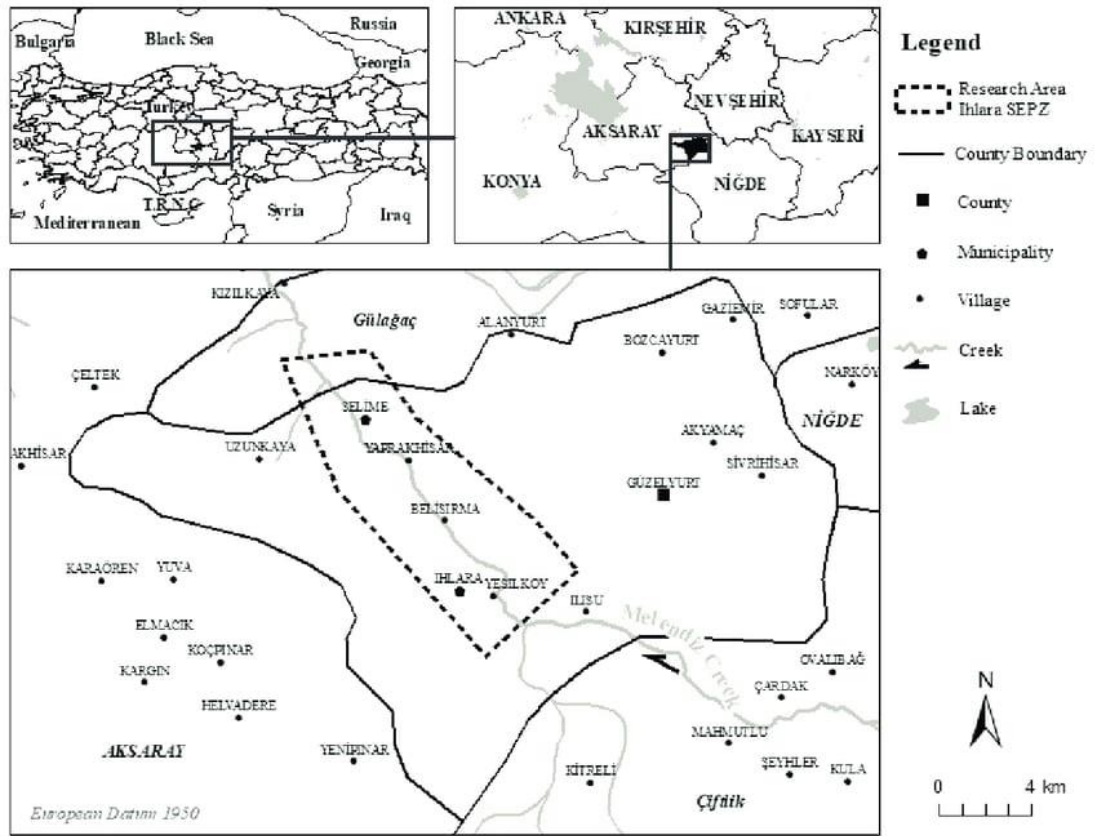
Ihlara Bölgesi'ndeki su kaynakları, çevresel ve ekonomik açıdan büyük öneme sahiptir. Tarım, turizm ve yerel nüfusun su ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynamaktadırlar. Ayrıca, bölgedeki ekosistemlerin sürdürülebilirliği için kritik bir faktördürler.

İklim değişikliği gibi etkenler, su kaynaklarının miktarı ve kalitesi üzerinde olası etkilere sahip olabilir. Artan sıcaklıklar, yağış rejimindeki değişiklikler, erozyon ve kuraklık gibi faktörler, Ihlara Bölgesi'nin su kaynaklarına yönelik potansiyel tehditler oluşturmaktadır. Bu nedenle, su rejimi üzerindeki etkilerin derinlemesine incelenmesi, su kaynaklarının etkili ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için kritik önem taşımaktadır.

Ihlara Bölgesi'nde 2023 yılı Ağustos ayında yaz ve Mart ayı kış mevsimi olmak üzere su kalitesindeki değişimin gözlenmesi için yerinde analiz yapıldığı örnekleme noktası Çizelge 3.1'de ve Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Örnekleme noktası.

Su kaynakları	Mevki (Melendiz Çayı)
Enlem	38,239329
Boylam	34,308166



Şekil 3.1. Örnekleme noktası.

3.3 İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzeri Etkisinin İncelenmesi

Bu çalışma, İhlara bölgesindeki su kaynaklarının miktarı ve kalitesinin iklim değişikliği ile ilişkili risklerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, değişen yağış rejimleri ve buna bağlı kuraklık olasılıklarını belirlemek üzere meteorolojik faktörler incelenmiş ve o yıllarda DSI'den alınan debi ile karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmanın odak noktası, MGM'den sağlanan meteorolojik veriler ile HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M ve MPI-ESM gibi iklim modellerinin iklim anormali verilerini yorumlamaktır.

2010-2023 referans dönemine ait İhlara çevresindeki meteoroloji istasyonundan elde edilen meteorolojik gözlem verileri kullanılmıştır. Ayrıca, kuraklık analizi için Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) modeli ve HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M ve MPI-ESM gibi iklim modellerinden gelen iklim anomalileri verileri incelenmiştir.

İhlara bölgesindeki yağış rejimindeki değişimleri ve kuraklık olasılıklarını belirlemek için SPI modeli kullanılarak elde edilmiştir. Bu verilerle debi karşılaştırması yapılmış ve 2023 yılında su kalitesindeki yaz ve kış mevsimlerindeki değişimler (toplam çözünmüş katı madde, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, pH ve sıcaklık) irdelenmiştir. Ayrıca, HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M ve MPI-ESM gibi iklim modellerinin gelecekteki iklim anomalileri incelenmiş ve bölgedeki su ihtiyacının gelecekteki durumu tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları, IPCC'nin 5. değerlendirme durum raporundan elde edilen RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları ile üretilen iklim modelleriyle uyumlu bulunmuştur. Elde edilen veriler, İhlara bölgesindeki yağış rejimindeki değişimleri ve gelecekteki kuraklık riskini değerlendirmek için önemli bir temel sağlamaktadır.

3.4 Kuraklık Analizi

SPI hesaplamasında sırasıyla veri toplama, olumsuz belirleyici dağılımın elde edilmesi, SPI hesaplama (3.3) ve kuraklık derecesinin belirlenmesi adımları izlenmiştir. Veri toplama: adımı gerektiren yağış verileri toplanmıştır. Olumsuz belirleyici dağılımın elde edilmesi adımı ise veriler belirli bir zaman dilimindeki ortalama (3.1)'e göre ve standart sapma (3.2)'ye göre hesaplanmıştır.

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.1)$$

Burada μ ortalama yağış miktarını, n yıl sayısını (burada 14 yıl), x_i ise i -inci yılın yağış miktarını temsil etmektedir.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2} \quad (3.2)$$

SPI hesaplama adımımda belirli bir dönem için toplanan yağış verileri, belirli bir zaman dilimi için ortalama ve standart sapma kullanılarak standart normal dağılıma göre standartlaştırılmıştır. Bu, her ay için SPI değerlerinin hesaplanması anlamına gelmektedir.

$$SPI = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (3.3)$$

Burada x belirli bir yılın yağış miktarını, μ ortalama yağış miktarını ve σ standart sapmayı temsil etmektedir.

Kuraklık derecesinin belirlenmesi adımımda elde edilen SPI değerleri kuraklık sınıflandırma sistemi kullanılarak kuraklık derecesine dönüştürülmüş ve kuraklık sınıflandırması Çizelge 3.2'ye göre tanımlanmıştır.

Çizelge 3.2. Kuraklık sınıflandırması.

Kuraklık Sınıfı	Kuraklık Kategorisi
Çok şiddetli kuraklık	-2 <
Şiddetli kuraklık	-2 : -1,5
Orta derecede kuraklık	-1,5 : -1
Normale yakın kuraklık	-1 : 0
Normale yakın sulak	0 : 1
Orta derecede sulak	1 : 1,5
Şiddetli sulak	1,5 : 2
Çok şiddetli sulak	2 >

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Kuraklık Analizi

Ihlara Bölgesi Kuraklık Analizleri hesaplamalarında, Ocak 2010-Aralık 2023 tarihleri arasındaki MGM'den alınmış Aksaray/1792 istasyona ait aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır ve Çizelge 4.1'de verilmiştir. Kuraklık hesaplamalarında bu çalışmada Standart Yağış İndeksi (SPI) kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Aksaray/1792 no'lu istasyonundan alınan yağış verileri.

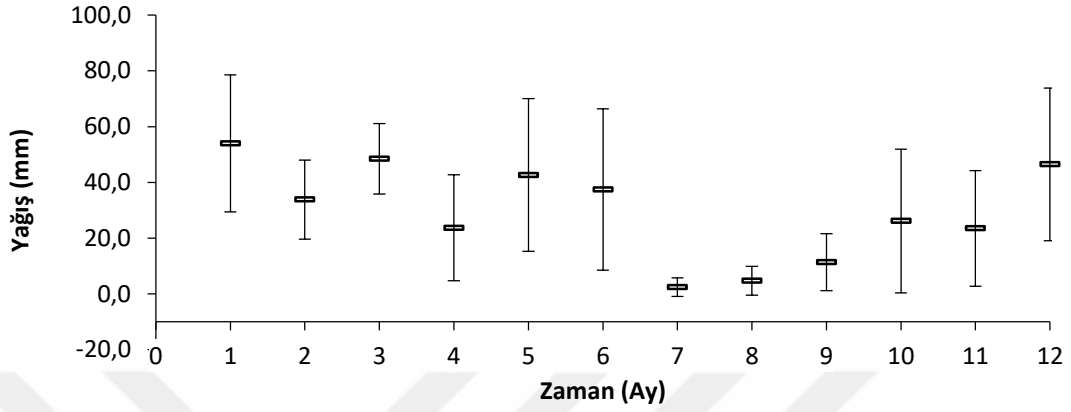
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
2010	75,5	40,2	43,2	48,4	15,1	59,1	0,3	0,3	10,5	93,4	5,3	72,4	463,7
2011	52,5	38,3	62,6	47,4	79,5	14,1	0	5	6,6	13,6	11,3	37,5	368,4
2012	104,5	53	24,9	10,5	50,6	19,3	0,5	1,3	3,1	50,6	44,2	77,9	440,4
2013	41,6	47,6	31,1	33,5	35,2	0,9	9,4	0	0,9	34,2	15,8	23,3	273,5
2014	47,5	24,5	66,0	4	22,8	50,4	0	2,8	23,1	42,7	43,4	35,8	363
2015	33,5	52,4	72,6	10	50,4	119	4,5	10,3	1,5	27,9	2,9	7,3	392,3
2016	59,5	20,9	50,7	16,8	66,6	9,2	0	14	31	2,6	14,1	71,4	356,8
2017	34,4	3	53,1	29,2	23	46,4	0	5,3	0	22,9	71,5	17,9	306,7
2018	51,5	30,6	52,1	14,5	92,9	39,2	1,2	2,4	2,4	39,9	8,9	99	434,6
2019	64,3	31,6	6,1	23,2	20,1	42,8	8	7,2	15,6	13,2	9	57,8	298,9
2020	29,2	47,6	77,2	23,8	84,2	37,4	0,2	0	19	2	27,6	37,4	385,6
2021	63,8	40,6	48,7	9,6	3,4	20,2	0,8	16,4	12,8	0	18	73,2	307,5
2022	91,1	26,8	35,4	11,4	26,8	27,2	7,6	0	30,8	2	14	16	289,1
2023	7,00	15,6	55	74	26,2	39	1,4	0,6	2,4	21,2	44	23,6	310

*Çizelgedeki tüm yağış verileri kg m^{-2} yani mm olarak verilmiştir.

SPI, yağış rejimlerini analiz etmek ve kuraklık derecesini belirlemek için kullanılmıştır. Belirli bir zaman dilimindeki (genellikle 1, 3, 6, 12, 24 aylık) yağış miktarını standartlaştırarak normal dağılımına göre yağış durumunu değerlendirmiştir. Elde edilen SPI değerleri kuraklık sınıflandırma sistemi kullanılarak kuraklık derecesine dönüştürülmüştür. Bu çalışmada kullanılan kuraklık sınıflandırması Çizelge 3.2'de verilmiştir.

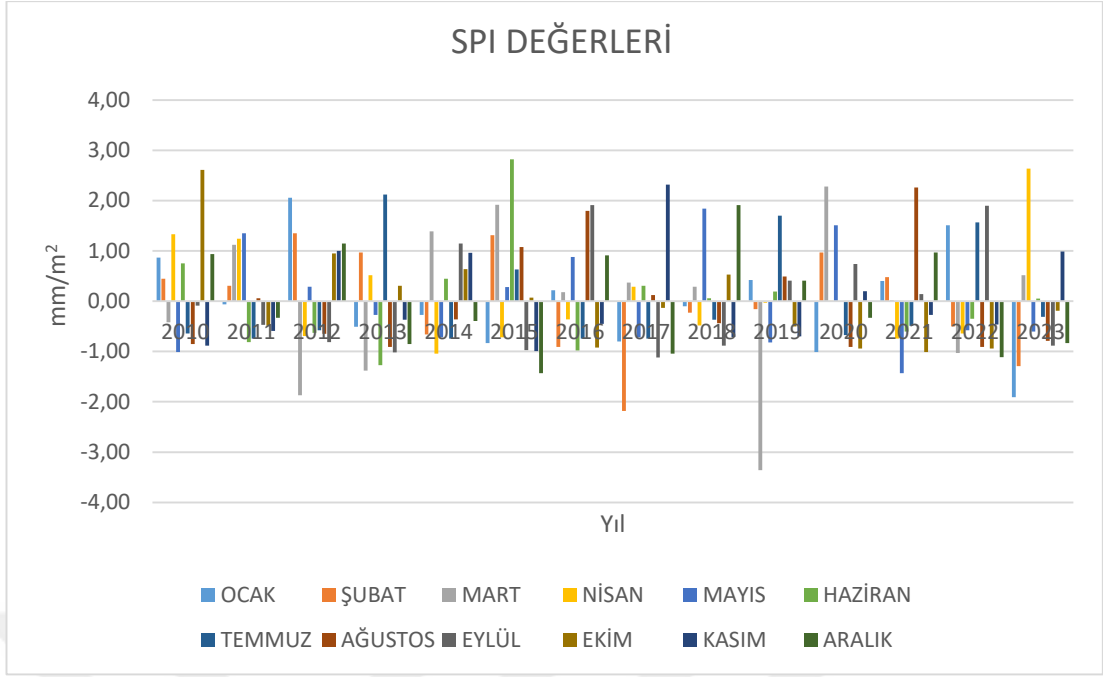
4.2 Aylık Ortalama, Standart Sapma ve SPI Hesaplamaları

SPI hesaplaması için ilk önce yağış verilerinin ortalaması daha sonra standart sapması hesaplanmıştır ve Şekil.4.1 'de verilmiştir.



Şekil 4.1. 2010-2023 Yılları arasındaki yağışların aylık ortalama ve standart sapma değerleri.

Şekil 4.2’de yıllar içinde değişen iklim koşullarını ve aşırı hava olaylarının sıklığını gösterilmiştir. İklim değişikliği etkileri, bazı dönemlerde aşırı yağışa, bazı dönemlerde ise ciddi kuraklığa yol açmaktadır. Bu durum, tarım, su kaynakları ve ekosistemler üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. İklim değişikliği ile mücadele ve adaptasyon stratejileri geliştirmek, bu tür aşırı hava olaylarının etkilerini azaltmak için gereklidir.

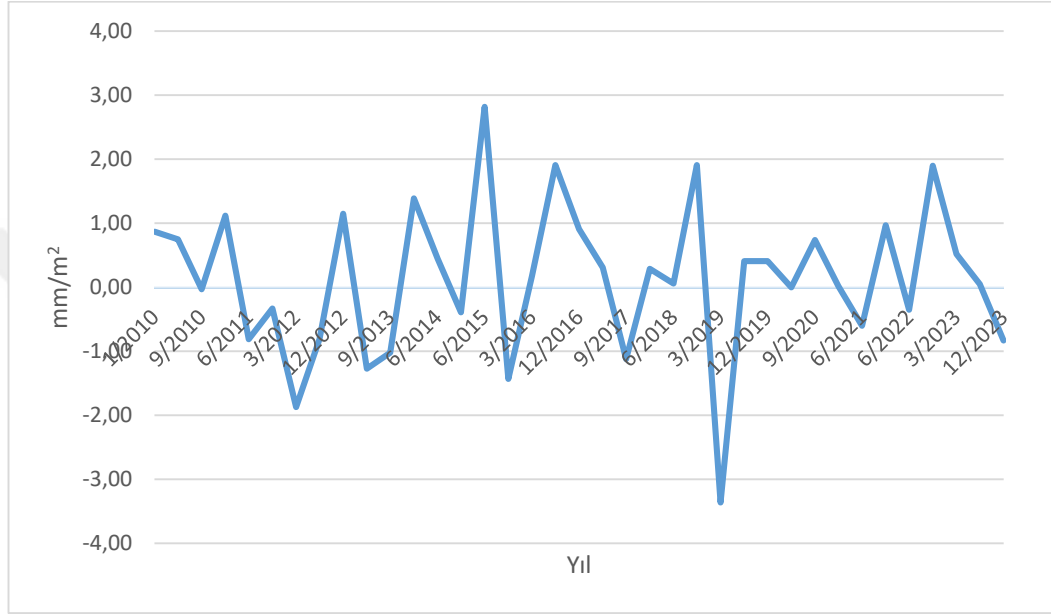


Şekil 4.2. 2010-2023 Yılları arasındaki hesaplanan SPI değerleri.

Şekil 4.2 incelendiğinde, 2010-2023 yılları arasında belirli aylarda pozitif ve negatif SPI değerleri incelenmektedir. 2010 Nisan ve Ekim aylarında pozitif SPI değerleri, fazla yağış olduğunu göstermektedir. 2011'de Mart, Nisan ve Mayıs aylarında fazla yağış gözlemlenmekte, Haziran, Temmuz, Ekim ve Kasım aylarında kuraklık olabileceğini işaret eden negatif değerler görülmektedir. 2012'de Ocak, Şubat ve Aralık aylarında fazla yağış, Mart ayında ise kuraklık dikkat çekmektedir. 2013 Temmuz'unda fazla yağış, Mart, Haziran ve Eylül'de ciddi kuraklık gözlemlenmektedir. 2014'te Mart ve Eylül'de fazla yağış, Nisan'da kuraklık görülmektedir. 2015'te Şubat, Mart ve Haziran'da fazla yağış, Aralık'ta ciddi kuraklık dikkat çekmektedir. 2016'da Ağustos ve Eylül aylarında fazla yağış gözlemlenmektedir. 2017'de Şubat, Eylül ve Aralık'ta ciddi kuraklık, Kasım'da ise fazla yağış görülmektedir. 2018'de Mayıs ve Aralık'ta fazla yağış, yıl içinde genel kuraklık gözlemlenmektedir. 2019 Temmuz'unda fazla yağış, Mart'ta ciddi kuraklık görülmektedir. 2021'de Ağustos'ta fazla yağış, Mayıs ve Ekim'de ciddi kuraklık dikkat çekmektedir. 2022'de Ocak, Temmuz ve Eylül'de fazla yağış, Mart ve Aralık'ta ciddi kuraklık görülmektedir. 2023 Nisan'ında fazla yağış, Ocak ve Şubat'ta ciddi kuraklık dikkat çekmektedir. Bu veriler, iklimdeki değişkenlik ve aşırı hava olaylarının sıklığını göstermektedir. İklim değişikliği, bazı dönemlerde aşırı yağışa, bazı dönemlerde ise

ciddi kuraklığa yol açmaktadır, bu nedenle iklim değişikliği ile mücadele ve adaptasyon stratejileri geliştirmek önem arz etmektedir.

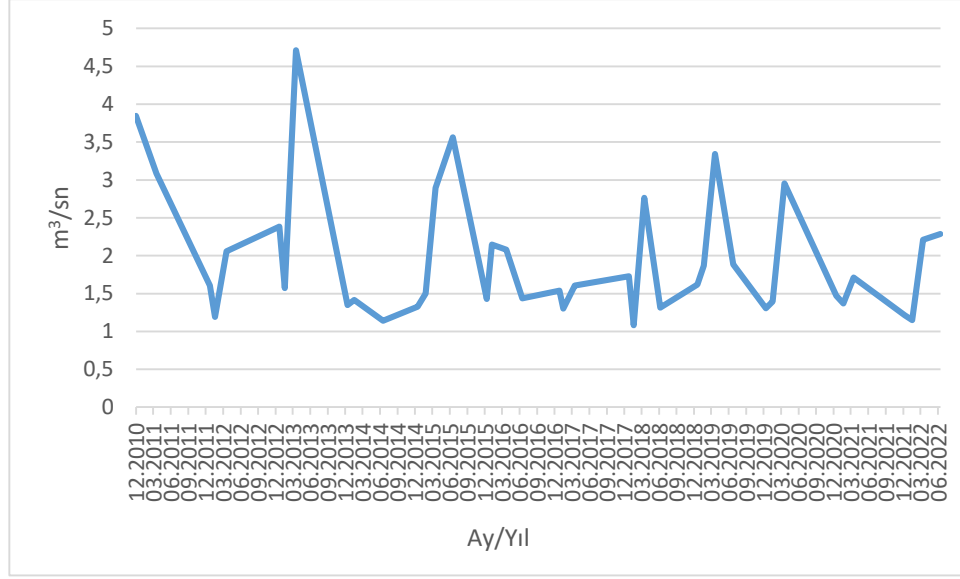
SPI metodu, yağış eksikliğinin farklı zaman dilimleri içerisinde değişkenliği baz alarak hesaplanan kuraklık indeksidir. Yağış eksikliğinin 2010-2023 yılları arasındaki 6 aylık zaman diliminde yüzey sularına etkisinin incelenmesi Şekil 4.3 2010-2023 Yılları arasındaki yağış eksikliğinin yüzey sularına etkisi verilmiştir.



Şekil 4.3. 2010-2023 Yılları arasındaki yağış eksikliğinin yüzey sularına etkisi.

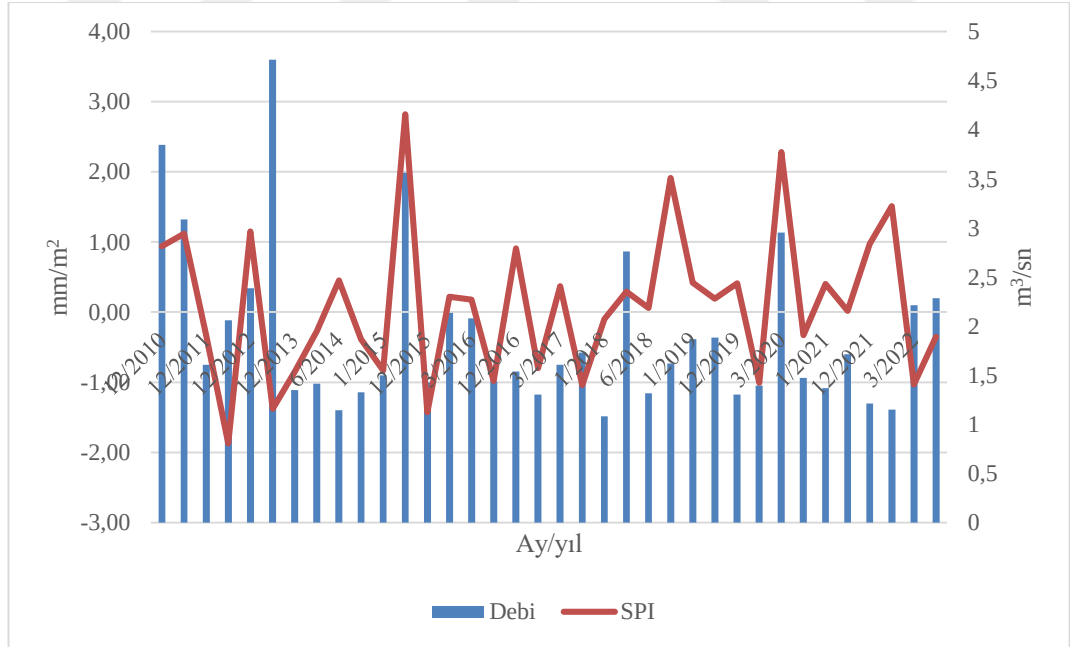
4.3 Yağış Debi Verileri ile Kuraklık Analizinin Karşılaştırılması

DSİ'den 2010-2022 yılları arasında belirli aylarda ölçülen debi değerleri Şekil 4.4 2010-2022 Yılları arasındaki debi değerleri de verilmiştir.



Şekil 4.4. 2010-2022 Yılları arasındaki debi değerleri.

Şekil 4.4 2010-2022 Yılları arasındaki debi değerleri ile Şekil 4.3 2010-2023 Yılları arasındaki yağış eksikliğinin yüzey sularına etkisindeki yağış eksikliğinin yüzey sularına etkisinin karşılaştırılması Şekil 4.5 2010-2022 yılları arasındaki debi ve SPI indisinin karşılaştırmasında verilmiştir.



Şekil 4.5. 2010-2022 yılları arasındaki debi ve SPI indisinin karşılaştırması.

Şekil 4.5 2010-2022 yılları arasındaki debi ve SPI indisinin karşılaştırılmasındaki veriler incelendiğinde hesaplanan 6 aylık zaman dilimindeki SPI indisi metodu ile kuraklık analizinin yüzey sularına etkisinin debi ile örtüştüğü görülmektedir.



4.4 2023 Yılı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişimin Yorumlanması

Ihlara Bölgesi Melendiz çayında 2023 yılında yerinde yapılan analizleri hesaplamalarında, Mart ayında ölçülen kış verileri Çizelge 4.2 2023 yılı Melendiz Çayında ölçülen kış verileri ve Ağustos ayında ölçülen yaz verileri Çizelge 4.3 2023 yılı Melendiz Çayında ölçülen yaz verileri de verilmiştir.

Çizelge 4.2. 2023 yılı Melendiz Çayında ölçülen kış verileri.

Yapılan ölçümler	Ölçüm verileri
Toplam Çözünmüş Katı Madde (mg/L)	163
Elektriksel İletkenlik (µs/cm)	315
Tuzluluk (mg/L)	0,58
pH	7,05
Sıcaklık (°C)	14

Çizelge 4.3. 2023 yılı Melendiz Çayında ölçülen yaz verileri.

Yapılan ölçümle	Ölçüm veriler
Toplam Çözünmüş Katı Madde (mg/L)	172
Elektriksel İletkenlik (µs/cm)	265
Tuzluluk (mg/L)	131
pH	6,82
Sıcaklık (°C)	24

Çizelge 4.2 2023 yılı Melendiz Çayında ölçülen kış verilerindeki kış verileri ile Çizelge 4.3 2023 yılı Melendiz Çayında ölçülen yaz verilerindeki yaz verileri karşılaştırıldığında toplam çözünmüş katı madde miktarında yaz dönemindeki artış yaz aylarında sıcaklıkla birlikte sudaki buharlaşmanın artması ve sudaki çözünmüş katı madde miktarının artmasını göstermiştir. Bu artış suda bulunan istenmeyen maddenin varlığına işaret etmekle birlikte bulanıklığa sebebiyet vermektedir.

Elektriksel iletkenlikte kış dönemine göre yaz döneminde düşme gözlemlenirken su sıcaklığında 10°C derecelik artma görülmüştür. Sıcaklık artmasına rağmen elektriksel iletkenlik azalmıştır. Kış döneminde elektriksel iletkenliğin artması kışın düşük sıcaklıklar nedeniyle toprak ve kayalardan suya karışan minerallerin çözünmesinin hızlanmasından veya su kaynaklarının verimsiz kullanımından kaynaklanabilir.

Yaz döneminde tuzluluk miktarındaki artış yaz aylarında buharlaşmanın artması ve suyun yoğunlaşmasıyla tuz konsantrasyonunun artmasından kaynaklanabilir.

Suda pH 7 nötr bir değerdir. Yaz döneminde pH'ın 7'nin altına düşmesi suyun daha asidik hale geldiğini gösterir. Yaz aylarında suyun pH'ının düşmesi toplam çözünmüş katı maddenin artmasıyla örtüşmektedir.

Yaz aylarında sıcaklığın ve buharlaşmanın artmasıyla suyun sıcaklığı, tuzluluk, çözünmüş katı madde miktarındaki artış ve pH değeri ile elektriksel iletkenlikte azalma gözlenmesi, çözünmüş iyonların kompozisyonunda farklılıklar olduğunu göstermektedir.

4.5 İhlara Bölgesinde İklim Modellerinin Senaryolara Göre Karşılaştırılması ve Yorumlanması

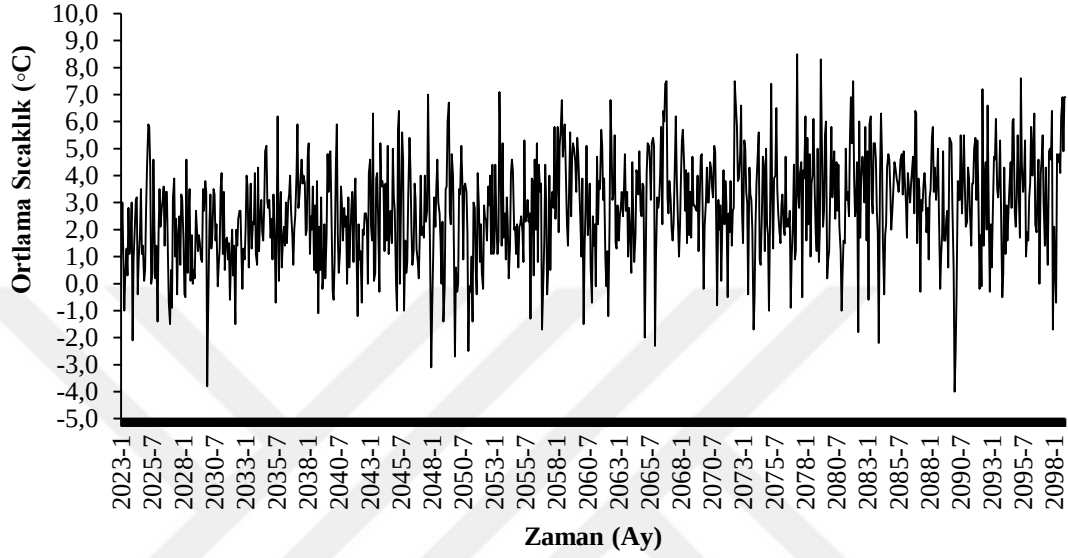
Bu çalışmada HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M ve MPI-ESM gibi iklim modellerinden gelen iklim anomalileri verileri incelenmiştir. İklim değişikliği modelleri çeşitli senaryolar altında farklı iklim değişkenliklerini simüle etmektedir.

IPCC, RCP (Temsili Konsantrasyon Yolları) senaryoları, 2100 yılına kadar radyatif zorlama değerlerini ($W m^{-2}$) temel almaktadır. Bu çalışmada RCP4.5 (iyimser) ve RCP8.5 (kötümser) senaryoların yorumlanması yapılmıştır.

4.5.1 HadGEM2-ES modeli

4.5.1.1 RCP4.5 senaryosu

HadGEM2-ES modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP4.5 senaryosuna göre türetilen ortalama sıcaklık anomali verileri verilmiştir.



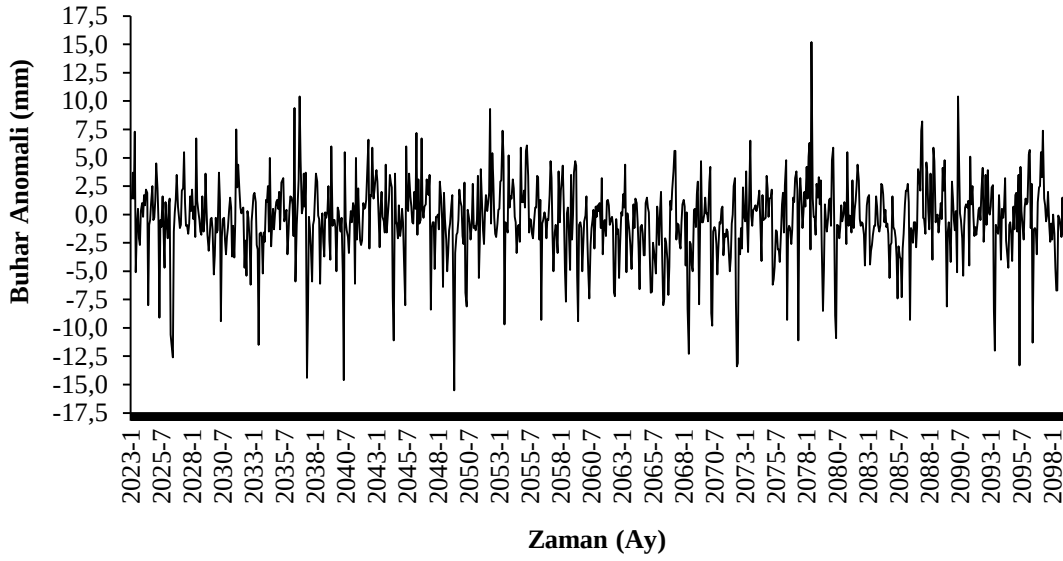
Şekil 4.6. HadGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomali verileri.

Şekil 4.6'ya göre, yüksek sıcaklık anomalilerinin yaz aylarında gözlemlendiği ve özellikle 2030'larda artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, iklim değişikliğinin etkisiyle yaz aylarında daha yüksek sıcaklık değerlerinin yaşandığını veya sıcaklık artışının devam ettiğini düşündürebilir. Özellikle 2048 yılında başlayan dönemde, yaz aylarında belirgin bir sıcaklık artışı görülmektedir. Yaz aylarında artan sıcaklık, 2048-2060 arasında nispeten istikrarlı bir şekilde devam etmektedir. Özellikle Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık anomalileri belirgin şekilde yüksek seviyelerdedir. 2055 ve 2066 yılları, bu dönemdeki en yüksek sıcaklık anomalilerine işaret etmektedir. Ancak, 2060'lardan itibaren sıcaklık eğilimlerinde bir azalma gözlemlenmektedir. 2065 ve 2070 yılları, bu azalma eğiliminin belirgin olduğu yıllardır. Bu dönemde, ortalama sıcaklık anomalileri hala yüksek seviyelerde olsa da, artış oranı azalmıştır. Bununla birlikte, dikkate değer bir şekilde düşük sıcaklık anomalileri de kaydedilmiştir. Özellikle 2065 yılındaki Şubat ayı ve 2071 yılında Kasım ayı, düşük sıcaklık anomalilerinin en belirgin olduğu dönemlerdir. 2073 yılında başlayan dönemde ortalama sıcaklık anomalileri yüksek seviyelerde seyretmektedir.

Özellikle Mart ve Nisan aylarında yüksek sıcaklık anomalileri gözlenirken, Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Temmuz ayında ise sıcaklık anomalilerinde tekrar bir artış gözlenmektedir. 2074-2075 yılları arasında, ortalama sıcaklık anomalilerinde dalgalanmalar mevcuttur. 2075 yılında Mayıs ayında önemli bir sıcaklık artışı gözlenirken, Haziran ayında ani bir düşüş yaşanmıştır. 2076-2078 yılları arasında, sıcaklık anomalileri nispeten istikrarlı bir seyir izlemiştir. Bu dönemde belirgin bir artış veya azalma eğilimi gözlenmemektedir. 2079-2080 yılları arasında, sıcaklık anomalilerinde tekrar artış gözlenmektedir. Özellikle Nisan ve Mayıs aylarında yüksek sıcaklık anomalileri dikkat çekmektedir. 2081-2082 yılları arasında, ortalama sıcaklık anomalilerinde bir düşüş eğilimi görülmektedir. Ancak, Haziran ayında tekrar bir artış yaşanmıştır. 2083-2085 yılları arasında, sıcaklık anomalilerinde nispeten istikrarlı bir seyir izlenmektedir. Bu dönemde belirgin bir artış veya azalma eğilimi gözlenmemektedir. 2086-2087 yılları arasında, sıcaklık anomalilerinde artış gözlenmektedir. Özellikle Kasım ayında yüksek sıcaklık anomalileri dikkat çekmektedir. 2088-2098 yılları arasında, ortalama sıcaklık anomalilerinde bir artış eğilimi gözlenmektedir. Bu dönemde, sıcaklık anomalileri genellikle yüksek seviyelerde seyretmektedir.

Sıcaklık anomali, bir referans dönemi için ortalamadan sapmayı ifade etmektedir. Pozitif anomali, referans dönemi ortalama sıcaklığının üzerinde olduğunu, negatif anomali ise altında olduğunu göstermektedir. RCP4.5 senaryosu altında, genelde pozitif anomalilerin hâkim olduğu gözlemlenmektedir. Bu, uzun vadede genel bir ısınma eğilimine işaret etmektedir. Ancak, bazı aylarda negatif anomaliler de görülmektedir, bu da iklim sisteminde kısa vadeli soğuma olaylarının da meydana gelebileceğini göstermektedir.

HaDGEM2-ES modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP4.5 senaryosuna göre türetilen buhar anomali verileri Şekil 4.7 HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu buhar anomali verileri verilmiştir.

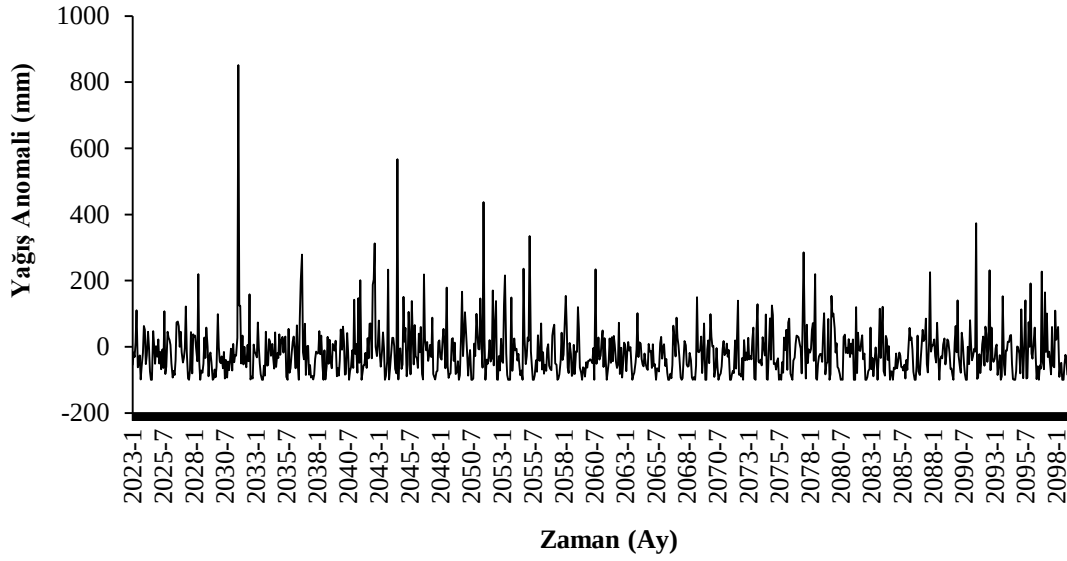


Şekil 4.7. HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu buhar anomali verileri.

Şekil 4.7'deki verilere göre, HadGEM iklim modelindeki buharlaşma anomalileri çeşitli eğilimler sergilemektedir. 2023 yılının Mayıs ayında büyük bir artış görülmektedir, 2046 yılının Nisan ayında da benzer bir artış yaşanmaktadır. Bu tür ani artışlar genellikle mevsimsel değişiklikler veya diğer iklim değişkenlerindeki olağandışı durumlarla ilişkilendirilmektedir. 2025 ve 2026 yıllarında gözlenen buharlaşma anomalilerindeki ani düşüşler dikkat çekmektedir. Bu tür düşüşler genellikle atmosferik koşullardaki değişiklikler veya yerel iklim olaylarıyla ilişkilendirilmektedir. Bazı yıllarda, uzun vadeli eğilimler gözlemlenmektedir. Örneğin, 2040 ve sonrasında buharlaşma anomalilerinde genellikle düşüş eğilimi gözlenmektedir. 2049 ve 2050 yıllarında Mayıs ayında önemli düşüşler yaşanmaktadır. 2051 yılında Temmuz ayında büyük bir artış görülmektedir, Kasım ayında belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. Bu tür aylık değişimler, mevsimsel faktörlerin yanı sıra yerel iklim olaylarından da etkilenmektedir. 2052 yılında Nisan ayında büyük bir artış ve Haziran ayında belirgin bir düşüş gözlenmektedir. 2053-2055 yılları arasında zıt yönlü değişimler görülmektedir. Bu tür zıt yönlü değişimler, bölgesel iklim sistemlerinin karmaşıklığını yansıtmaktadır. Belirli bir bölgedeki hava akımları veya okyanus akıntıları gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. 2074 yılında Haziran ve Ekim aylarında belirgin artışlar gözlenmektedir, 2075 yılında Nisan ve Mayıs aylarında büyük düşüşler yaşanmaktadır. 2076 yılında, Mayıs ayında büyük bir düşüş yaşanırken, Aralık ayında önemli bir artış görülmektedir. Bu dönemde buharlaşma oranlarında mevsimsel değişkenliklerin yanı sıra belirgin bir dalgalanma

yaşanmaktadır. 2077 yılında Nisan ve Mayıs aylarında büyük düşüşler yaşanırken, Temmuz ayında belirgin bir artış meydana gelmektedir. Bu, belki de yaz aylarında sıcaklıklardaki artışın buharlaşma üzerindeki etkisinin görüldüğü bir örnektir. 2078 yılında Nisan ve Mayıs aylarında önemli artışlar görülmektedir, Temmuz ayında da bir artış yaşanmaktadır. Bu dönemde, belki de yağış miktarındaki azalma veya sıcaklık artışı gibi faktörlerin buharlaşma üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. 2079 yılında Mayıs ayında büyük bir düşüş yaşanırken, Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin artışlar görülmektedir. Bu dönemdeki değişkenlikler, mevsimsel faktörlerin yanı sıra belki de bölgesel iklim olaylarının etkisi altında gerçekleşmektedir. 2080 yılında, Ocak ve Şubat aylarında belirgin düşüşler yaşanmaktadır. Ancak Temmuz ayında tekrar bir artış gözlenmektedir. Bu dönemdeki değişkenlikler, muhtemelen bölgesel iklim olayları veya yerel meteorolojik faktörler gibi çeşitli nedenlerle tetiklenmektedir. 2081 yılında, Mart ve Nisan aylarında artışlar gözlenirken, Ekim ve Kasım aylarında düşüşler yaşanmaktadır. Benzer şekilde, 2082 yılında da Ocak ve Şubat aylarında artışlar görülmektedir, Kasım ayında önemli bir düşüş meydana gelmektedir. 2083 ve 2084 yıllarında, Haziran ve Temmuz aylarında belirgin düşüşler yaşanmaktadır. 2085 yılından sonra da benzer değişkenlikler devam etmektedir. Örneğin, 2085 yılında büyük bir düşüş yaşanırken, 2086 yılında artışlar gözlenmektedir. Ancak 2087 yılında tekrar bir düşüş yaşanmaktadır. 2088-2098 yılları arasında gözlenen buharlaşma anomalilerindeki ani düşüşler dikkat çekmektedir. Bu tür düşüşler genellikle atmosferik koşullardaki değişiklikler veya yerel iklim olaylarıyla ilişkilendirilmektedir.

HaDGEM2-ES modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP4.5 senaryosuna göre türetilen yağış anomali verileri Şekil 4.8’de verilmiştir.



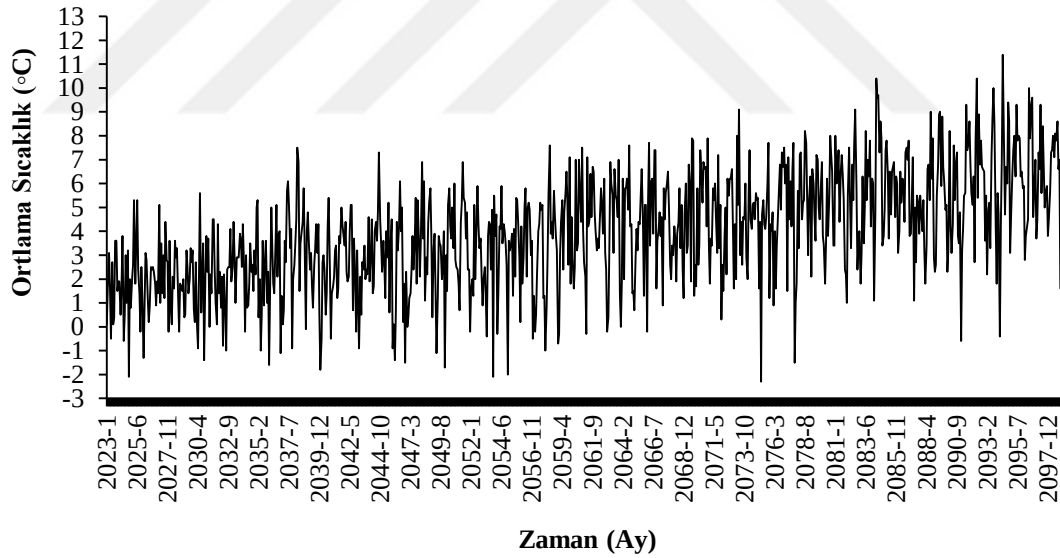
Şekil 4.8. HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu yağış anomali verileri.

Şekil 4.8'e göre, tüm yılları içeren bu veri seti, yağış anormalliklerini yıllara ve aylara göre detaylı bir şekilde göstermektedir. İklim değişikliğinin etkilerini anlamak ve gelecekteki iklim örüntülerini tahmin etmek için önemli bir kaynak olmaktadır. Bazı yıllar belirli aylarda sürekli olarak yağış fazlalığı veya eksikliği göstermektedir. Örneğin, 2023 ve 2025 yılları, belirli aylarda anormal yağış anomalisi miktarları ile dikkat çekmektedir. 2026-2028 yılları arasında da dikkat çeken yağış anomalisi eksiklikleri dikkat çekmektedir. 2029 yılı Ocak ve Mart aylarında dikkat çeken yağış eksiklikleri yaşanacağı, ancak Aralık ayında büyük bir yağış artışı yaşanacağı öngörülmektedir. 2030 yılında Şubat ve Mart aylarında beklenmedik derecede düşük yağış anomalisi gözlenmiştir. 2032-2037 yıllarında ciddi yağış eksiklikleri gözlenmiş ancak 2035 ve 2036 yılı Ağustos ayında yüksek yağış miktarları yaşanacağına dikkat çekmektedir. 2038-2039 yıllarında yağış anomalisinde yükselme olacağı görülmektedir. 2040 yılı Haziran ayında ciddi yağış eksiklikleri gözlenmektedir. Temmuz ve Ağustos aylarında ise beklenmedik derecede yüksek yağış meydana gelebileceğini göstermektedir. 2041-2042 beklenmedik derecede yağış anomalisinde artış olduğu gözlenmektedir. 2043 yılında Ekim ayında ciddi yağış eksiklikleri gözlenmektedir. Kasım ayında ise beklenmedik derecede yüksek yağış meydana gelebileceği gözlenmektedir. 2044-2047 yıllarında ciddi yağış eksiklikleri gözlenmektedir. 2048 yılı verilerinde Temmuz ayında beklenmedik derecede yüksek yağış miktarları gözlenmiş, ancak Ağustos ayında ciddi yağış eksiklikleri meydana gelebileceğini göstermektedir. 2049-2050 yıllarında yağış yok denecek kadar az

gözlenmektedir. 2051, 2053, 2060, 2062, 2064, 2074, 2079 ve 2083 yıllarında önemli dalgalanmaların olduğunu görebiliriz. Bu yıllarda büyük ölçekli değişimler yaşanacak gibi görünmektedir. Uzun vadeli yağış anomalilerindeki değişiklikler, iklim değişikliğinin belirtileri olabilmektedir. Özellikle, uzun süreli eğilimlerdeki artış veya azalışlar, bölgesel veya küresel iklim değişikliklerinin bir göstergesi olabilmektedir. Yağış, su kaynaklarının sürdürülebilirliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. 2023-2098 yılları arasında yapılan gözlemler, belirli dönemlerde önemli yağış dalgalanmalarının meydana geldiğini göstermektedir. Örneğin, 2049, 2050 ve 2071 yıllarında yağış miktarında önemli artışlar gözlenirken, 2052, 2055 ve 2060 yıllarında belirgin azalmalar meydana gelmiştir. Bu dalgalanmalar, su kaynaklarının yönetimi açısından önemli sorunlara işaret etmektedir.

4.5.1.2 RCP8.5 senaryosu

HaDGEM2-ES modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP8.5 senaryosuna göre türetilen ortalama sıcaklık anomaly verileri Şekil 4.9’da verilmiştir.



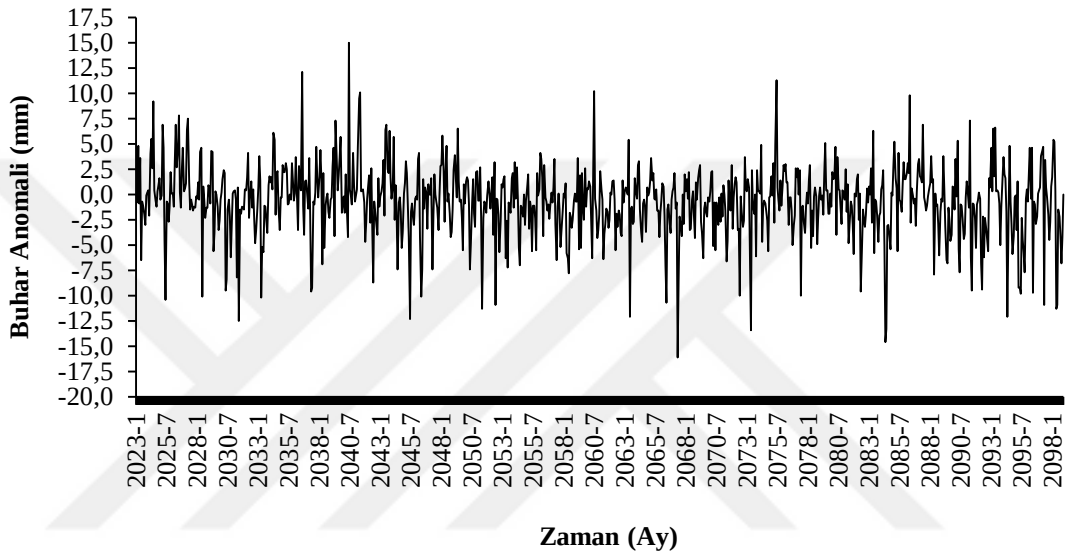
Şekil 4.9. HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomaly verileri.

Şekil 4.9 incelendiğinde, 2023 yılında sıcaklık artışlarının başladığı görülmektedir. Özellikle ilkbahar ve sonbaharda belirgin bir artış gözlenmektedir. 2024 ve 2025 yıllarında artışlar devam etmektedir, yaz aylarında özellikle yüksek sıcaklık değerleri dikkat çekmektedir. 2026-2029 yıllarında ise sıcaklık artışı devam etmektedir ancak bazı dalgalanmalar da görülmektedir. Özellikle 2027 ve 2028 yıllarında artışlar

belirgin hale gelmektedir. 2030 yılında artışlar devam etmektedir, yaz aylarında sıcaklık anomalilerinde artış gözlenmektedir. 2031-2035 yılları arasında sıcaklık artışları istikrarlı bir şekilde devam etmektedir. Özellikle 2032 ve 2034 yıllarında belirgin artışlar görülmektedir. Ancak, 2036 yılında bazı aylarda artışlar düşük seviyelerde seyretmektedir. 2037 yılında artışlar devam etmektedir, yaz aylarında sıcaklık anomalileri belirgin hale gelmektedir. 2038-2042 yılları arasında sıcaklık artışı devam etmektedir, özellikle 2040 yılında artışlar daha yüksek seviyelere çıkmaktadır. Ancak, 2043 yılında bazı aylarda artışlar düşük seviyelere gerilemektedir. 2044 yılında sıcaklık artışları devam etmektedir, yaz aylarında belirgin bir artış gözlenmektedir. 2045-2046 yılları arasında artışlar istikrarlı bir şekilde devam etmektedir. Ancak, 2047 yılında bazı aylarda artışlar düşük seviyelere gerilemektedir. 2048-2049 yıllarında sıcaklık artışı başlamaktadır. Özellikle 2049'un sonlarına doğru, ısınma eğilimi artmış gibi görünmektedir. 2050-2051 yıllarında sıcaklık artışı hızlanmış gibi görünmektedir, özellikle 2051'de belirgin bir yükseliş vardır. 2052-2053 yılları arasında sıcaklıkta bir miktar dalgalanma olsa da, genel eğilim yükseliş yönünde devam etmektedir. 2054 yılında bir düşüş gözlemlenmektedir ancak 2055 yılında tekrar artışa geçilmektedir. 2056-2057 yıllarında yine bir dalgalanma dönemi mevcut, ancak sıcaklık artışı devam etmektedir. 2058-2059 yıllarında sıcaklıklar genel olarak yükseliş eğilimindedir, 2059 özellikle ısınma açısından belirgin bir yıl gibi görünmektedir. 2060-2061 yıllarında sıcaklık artışı hızlanmış gibi görünmektedir, özellikle 2061'de yüksek bir artış vardır. 2062-2063 yıllarında bir miktar dalgalanma olsa da, genel eğilim ısınma yönünde devam etmektedir. 2064-2065 yılları arasında sıcaklık artışı devam etmektedir. 2066 yılında bir düşüş olsa da, 2067'de artış yeniden başlamaktadır. 2068-2069 yıllarında sıcaklık artışı devam etmektedir, özellikle 2069'da belirgin bir artış var gibi görünmektedir. 2070-2073 yılları arasında sıcaklık artışı devam etmektedir, özellikle 2073'te yüksek bir artış vardır. Genel olarak, veriler yıllık bazda dalgalanmalar göstermektedir, uzun vadeli eğilim sıcaklıkta artış yönündedir. Özellikle 2050'lerin sonlarından itibaren ve 2060'ların başlarından itibaren ısınma hızlanmış gibi görünmektedir. 2074-2075 yılları arasında sıcaklık artışı devam etmektedir, ancak 2075'te bir düşüş yaşanmaktadır. 2076-2077 yılları arasında sıcaklıkta artışa geçiş gözlemlenmektedir. 2078-2079 yılları arasında sıcaklıkta genel bir artış vardır, özellikle 2078 yılı belirgin bir artış göstermektedir. 2080-2087 yılları arasında sıcaklık yüksek seviyelerde istikrarlı bir şekilde seyretmektedir. 2088-2089 yıllarında sıcaklıkta dalgalanmalar gözlemlense de, genel eğilim artış yönünde olduğu

gözlenmektedir. 2090-2091 yılları arasında sıcaklıkta bir miktar dalgalanma yaşanmaktadır. 2092-2098 yıllarında sıcaklıkta artış eğilimi devam etmektedir. Genel olarak, veriler yıllık bazda dalgalanmalar göstermektedir, uzun vadeli eğilim sıcaklıkta artış yönündedir. Bu, iklim değişikliğinin etkilerinin gelecekte daha da belirgin hale gelebileceğini düşündürmektedir.

HaDGEM2-ES modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP8.5 senaryosuna göre türetilen buhar anomali verileri Şekil 4.10'da verilmiştir.



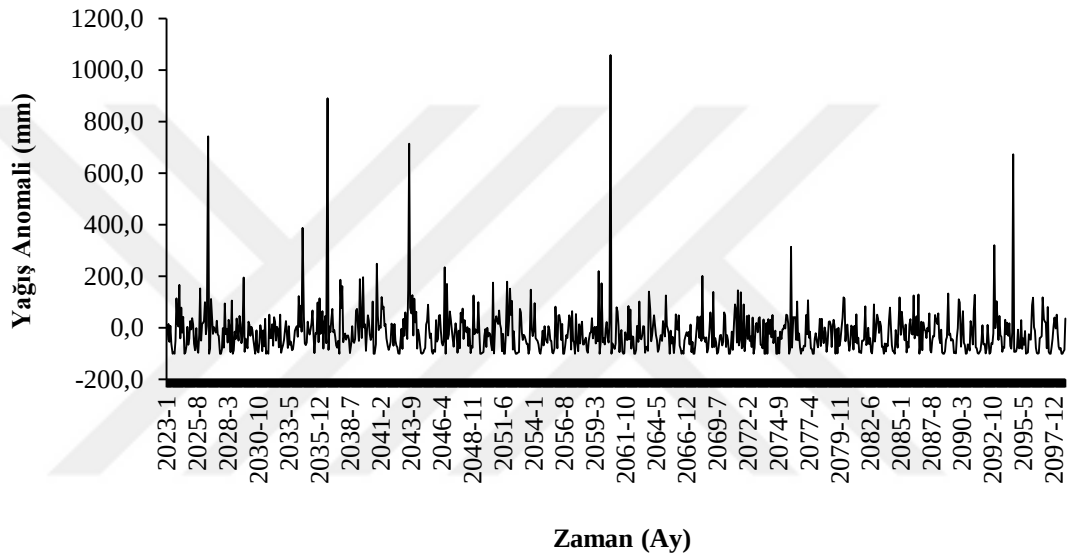
Şekil 4.10. HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu buhar anomali verileri.

Şekil 4.10'daki HadGEM RCP8.5 senaryosuna göre tahmin edilen buharlaşma anomalilerini yıl yıl göstermektedir. 2023 yılı başında hafif negatif bir buharlaşma anomalisi görülmektedir, ancak Mart ayında önemli bir artış meydana gelmektedir. Ardından Haziran ayında büyük bir düşüş yaşanmaktadır, bu da olağandışı bir azalma olarak dikkat çekmektedir. 2024 yılı boyunca buharlaşma anomalileri dalgalanmaktadır. Şubat ayında negatif bir değer görülürken, Haziran ayında belirgin bir artış meydana gelmektedir. Ancak, Eylül ve Ekim aylarında tekrar negatif değerlere dönüşmektedir. 2025 yılı daha belirgin bir şekilde negatif buharlaşma anomalileri ile karakterize edilmektedir. Mayıs ayında özellikle dikkat çekici bir azalma meydana gelmektedir, bu da kuraklık riskinin artabileceğine işaret etmektedir. 2026 yılında Mart ayında hafif bir artış yaşanmasına rağmen, yılın geri kalanında genellikle negatif buharlaşma anomalileri gözlemlenmektedir. 2027 yılının büyük bir kısmında negatif buharlaşma anomalileri görülmektedir. Haziran ve Temmuz aylarında belirgin bir

düşüş meydana gelmektedir. 2028 yılının Mart ve Nisan aylarında belirgin negatif buharlaşma anomalileri dikkat çekmektedir. Ancak Eylül ayında artış görülmektedir. 2029-2048 yılları arasında genel eğilim, dalgalanmalarla birlikte düşük buharlaşma anomalilerinin devam etmesi yönündedir. Bazı yıllarda belirgin artışlar görülse de, genel olarak negatif eğilim devam etmektedir. 2049-2051 yıllarında genel olarak pozitif buharlaşma anomalileri görülmektedir. Özellikle 2049'da yüksek artışlar ve 2051'de daha ılımlı artışlar dikkat çekmektedir. Bu dönemdeki artışlar, iklim değişikliğinin etkileriyle uyumlu olabilmektedir. 2052-2053 yılları arasında belirgin negatif anomaliler görülmektedir. Özellikle 2052'de oldukça düşük buharlaşma değerleri kaydedilmektedir. Bu dönemdeki ani düşüşler, iklim sistemindeki ani değişikliklere veya yerel faktörlere bağlı olabilmektedir. 2054-2055 yıllarında buharlaşma değerlerinde dalgalanmalar görülmektedir. 2055'te özellikle belirgin bir negatif anomaliden sonra 2056'ya doğru pozitif bir artış gözlenmektedir. 2056-2057 yılları arasında genel olarak negatif buharlaşma anomalileri devam etmektedir. Özellikle 2056'da belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. 2058-2060 yıllarında pozitif buharlaşma anomalileri yeniden ortaya çıkmaktadır. Özellikle 2060'ta belirgin bir artış görülmektedir. 2061-2063 yıllarında genel olarak negatif buharlaşma anomalileri devam etmektedir. Özellikle 2062'de belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. 2064-2070 yılları arasında pozitif ve negatif buharlaşma anomalileri arasında dalgalanmalar görülmektedir. Ancak genel olarak, 2065-2066 gibi yıllarda negatif eğilimler belirgin hale gelmektedir. 2071-2074 yılları arasında buharlaşma değerlerinde dalgalanmalar devam etmektedir. Özellikle 2073'te belirgin bir pozitif artış görülmektedir. 2079-2080 yılları ılıman pozitif buharlaşma anomalileriyle başlamaktadır. Bu artış eğilimi, su buharının atmosferde daha fazla tutulmasıyla ilişkilendirilebilmektedir. İklim değişikliği etkisiyle, buharlaşma oranlarındaki artışın su döngüsündeki değişikliklerle ilgili olduğu düşünülebilmektedir. 2081-2083 yıllarında negatif buharlaşma anomalileri dikkat çekmektedir. Muhtemelen bölgesel ya da mevsimsel değişkenliklerden kaynaklanan bu düşüş, yağış rejimindeki değişikliklerle bağlantılı olabilmektedir. İklim modelleri, bu dönemde bazı bölgelerde kuraklık riskinin artabileceğini öngörebilmektedir. 2084-2085 yıllarında negatif buharlaşma anomalileri devam etmektedir. Bu dönemde özellikle 2084 yılında belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. Bu, su kaynakları yönetimi ve tarımsal üretim gibi alanlarda ciddi zorluklar yaratabilmektedir. 2086-2087 yıllarında pozitif buharlaşma anomalileriyle birlikte bir toparlanma gözlenmektedir. Bu, iklimdeki değişkenliklerin dönemsel

olduğunu ve bazı yıllarda normalin üzerinde buharlaşma olabileceğini göstermektedir. 2088-2098 yıllarında pozitif ve negatif buharlaşma anomalileri arasında dalgalanmalar görülmektedir. Ancak, genel eğilimde negatif değerlerin ağırlıklı olduğu görülmektedir. Bu dönemdeki dalgalanmalar, iklim değişikliğinin karmaşık doğasını yansıtır olabilir ve su kaynakları yönetimi gibi alanlarda planlama yapmayı zorlaştırabilmektedir.

HaDGEM2-ES modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP8.5 senaryosuna göre türetilen yağış anomaly verileri Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. HaDGEM2-ES modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu yağış anomaly verileri.

Şekil 4.11’e göre 2023 yılının Mart ve Nisan aylarında beklenmedik yağış anomalisinde yüksek artış gözlenmektedir. Ancak, Temmuz ve Ağustos aylarında büyük bir düşüş görülmektedir. 2023’ün sonlarına doğru, Kasım ve Aralık aylarında yağış anomalisinin yeniden arttığı, özellikle Kasım’da belirgin bir artış anomalisi gözlenmektedir. 2024’te, Şubat ayında yağış anomalisinde büyük bir artış gözlenmektedir. Ancak, Nisan ayında büyük bir düşüş yaşanmaktadır. 2024’ün ikinci yarısında, Temmuz ve Ağustos aylarında yağış anomalisinde düşüş gözlenmektedir, bu da beklenmedik bir kuraklık dönemine işaret ediyor olabilir. 2025, Mart ayında büyük bir artışla başlamaktadır, ancak Haziran ayında büyük bir düşüş gözlenmektedir. 2025’in sonlarında, Kasım ayında artış dikkat çekmektedir, bu da ani hava olaylarının sıklığını vurgulamaktadır. 2026’da, Nisan ayında yağış anomalisinde düşüş gözlenmekte ancak Haziran ayında beklenmedik bir şekilde çok yüksek bir artış

görülmektedir. 2026'nın ikinci yarısında, Temmuz ayında yaşanan olağanüstü yağış artışı görülmektedir. 2027'nin başlarında, Mart ayında ise büyük bir düşüş gözlenmektedir. Ayrıca, Haziran ayında da önemli bir düşüş görülmektedir. 2027'nin sonlarına doğru, Aralık ayında bir artış gözlenmekte, bu da ani hava değişikliklerinin sık sık gerçekleştiğini göstermektedir. 2028'in başlarında, Ocak ayında büyük bir düşüş yaşanmakta ve bu düşüş trendi Mart ayına kadar devam etmektedir. Haziran ayında, beklenmedik bir şekilde artış yaşanmakta, bu da belki de iklim değişikliği ile ilgili ciddi bir olayı gösteriyor olabilir. 2029'un ilk yarısında, Şubat ve Mart aylarında büyük bir düşüş gözlenmektedir. Temmuz ayında, beklenmedik bir şekilde artış gözlenmektedir. 2030'da, Mart ayında düşüş dikkat çekicidir. Ayrıca, Temmuz ayında da bir düşüş yaşanmaktadır. 2030'a kadar dalgalanmalar olsa da yağış anomalisindeki düşüş trendi, iklim değişikliğinin beklenmedik ve ani etkilerini yansıtıyor olabilir. 2031'in başlarında, Şubat ayında düşüş dikkat çekicidir. Ancak, Temmuz ayında yağış anomalisinde artış gözlenmekte, bu da ani hava olaylarının sıklığını göstermektedir. 2032'de, Nisan ve Haziran aylarında yağış anomalisinde büyük artışlar gözlenmektedir. Ancak, Ağustos ayında büyük bir düşüş yaşanmaktadır. 2033'te, Mart ve Haziran aylarında büyük düşüşler gözlenmektedir. Ancak, Aralık ayında yağış anomalisinde artış gözlenmektedir. 2034'te, Mart ayında artış dikkat çekicidir. Ancak, Ağustos ayında düşüş olduğunu görebiliriz. Aralık ayında artış dikkat çekicidir, bu da ani hava olaylarının sıklığını göstermektedir. 2035'te, Nisan ayında yağış anomalisinde düşüş gözlenmektedir. 2036'da, Haziran ayında artış olduğu, Ağustos ayında yağış anomalisinde düşüş olduğu görülmektedir. 2037'de, Temmuz ayında artış yaşanmaktadır. Ancak, Kasım ayında düşüş, Aralık ayında ise yağış anomalisinde artış gözlenmektedir. 2038-2042 yılları arasında düşüş ve artış şeklinde dalgalanmalar gözlenmektedir. Ancak 2043'te, Nisan, Temmuz ve Aralık aylarında yağış anomalisinde artış meydana gelebileceği görülmektedir. 2044'te, Ocak ayında artış, Haziran ve Temmuz aylarında büyük düşüşler gözlenmektedir. 2045'te, Şubat ayında artış görülmekte, Temmuz ayında düşüş gözlenmektedir. 2046'da, Haziran ayında artış, Ağustos ayında düşüş gözlenmektedir. 2047'de, Kasım ayında artış, Aralık ayında düşüş gözlenmektedir. 2048'de, Ocak ayında artış, Temmuz ayında düşüş görülmektedir. 2041-2048 yılları arasında yağış verileri oldukça çeşitlilik göstermektedir. Özellikle 2042 yılı, belirgin bir yağış azalmasıyla dikkat çekmektedir. Ancak, 2044 ve 2047 gibi yıllarda beklenmedik bir şekilde yüksek yağışlar görülmektedir. Bu, iklim değişikliğinin gelecekteki yağış desenlerini tahmin etmenin

zorluğunu vurgulamaktadır. 2049 yılı boyunca, yağış anomalileri büyük dalgalanmalar göstermektedir. Ocak, Mart, Nisan ve Haziran aylarında yağış miktarlarında negatif anomaliler gözlemlenmektedir. Özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında ciddi kuraklık belirtilmektedir. Mayıs ayında ise belirgin bir yağış artışı mevcuttur. 2050 yılında büyük kısmında özellikle Temmuz ve Eylül aylarında negatif yağış anomalileri görülmektedir. Ağustos ayında ise büyük bir pozitif anomali kaydedilmektedir. Kasım ayında da yağış artışı görülmektedir. 2051 yılında genel olarak dalgalı bir yağış anomalisi mevcuttur. Ocak ve Şubat aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Yaz aylarında ise ciddi kuraklık belirgindir. Ekim ayında büyük bir pozitif anomali gözlenmektedir. 2052 yılında Ocak ve Şubat aylarında yüksek pozitif anomaliler varken, Mart ayında da pozitif bir anomali mevcuttur. Ancak yaz aylarında yine ciddi kuraklık görülmektedir. Kasım ve Aralık aylarında ise pozitif anomaliler kaydedilmektedir. 2053 yılı boyunca negatif yağış anomalileri baskındır. Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında yağış miktarlarında düşüşler gözlemlenmektedir. Ekim ayında ise belirgin bir pozitif anomali vardır. 2054 yılı Şubat ayında pozitif bir anomali gözlemlenmektedir. Ancak yılın geri kalanında genel olarak negatif anomaliler mevcuttur, özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında ciddi kuraklık belirgindir. 2055 yılı Ocak ayında ve Temmuz ayında yağış anomalisinde düşüş görülmektedir. Ancak Kasım ayında pozitif bir anomali görülmektedir. Yılın büyük kısmında negatif anomaliler hakimdir. 2056 yılı boyunca dalgalı bir yağış anomalisi görülmektedir. Mart ve Nisan aylarında pozitif anomaliler mevcuttur. Ancak Temmuz ve Ağustos aylarında ciddi düşüş görülmektedir. Bu da kuraklık olabileceğini göstermektedir. 2057 yılı Ocak ve Şubat aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Yaz aylarında yine ciddi kuraklık belirgindir. Eylül ve Ekim aylarında negatif anomaliler mevcuttur. 2058 yılının büyük kısmında negatif yağış anomalileri gözlemlenmektedir. Mart, Nisan ve Mayıs aylarında negatif anomaliler mevcuttur. Ağustos ayında ciddi kuraklık belirgindir. 2059 yılı Ocak ve Temmuz aylarında büyük pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Ancak Ağustos ve Eylül aylarında ciddi kuraklık belirtilmektedir. 2060 yılı Mart ve Haziran aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Ancak Temmuz ve Ağustos yağış anomalisinde düşüş gözlenmektedir. Kasım ve Aralık aylarında negatif anomaliler mevcuttur. 2061 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında yağış anomalisinde artış gözlemlenmektedir. Ancak yaz aylarında yağış anomalisinde ciddi düşüş belirtilmektedir. Kasım ve Aralık aylarında negatif anomaliler mevcuttur. 2062 yılı Ocak ve Mart aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Ancak yaz

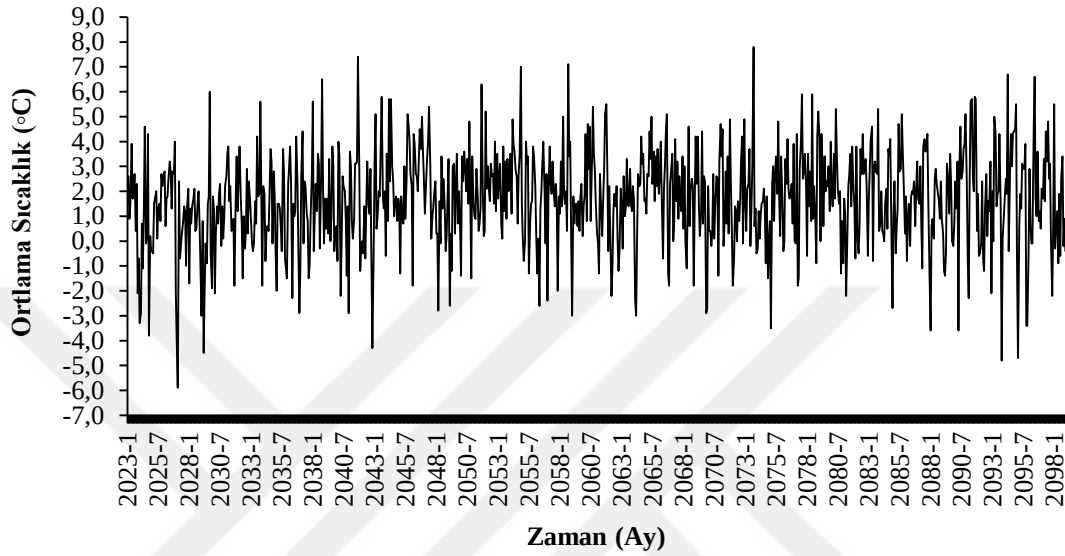
aylarında yağış anomalisinde düşüş gözlenmektedir. Kasım ayında negatif bir anomali mevcuttur. 2063 yılı Mart ve Nisan aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Kasım ve Aralık aylarında negatif anomaliler mevcuttur. 2064 yılı Mart ve Nisan aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Ancak Temmuz ve Ağustos aylarında ciddi kuraklık belirtilmektedir. 2065 yılı Mart ve Ekim aylarında büyük dalgalanmalar gözlemlenmektedir. Temmuz ayında ciddi kuraklık belirtilmektedir. Aralık ayında negatif bir anomali mevcuttur. 2066 yılı Ocak ve Şubat aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Ancak yaz aylarında ciddi kuraklık belirtilmektedir. Kasım ve Aralık aylarında negatif anomaliler mevcuttur. 2067 yılı Mart ve Nisan aylarında büyük dalgalanmalar gözlemlenmektedir. Temmuz ayında yağış anomalisinde ciddi düşüş gözlenmektedir. Kasım ayında pozitif bir anomali mevcuttur. 2068 yılı Ocak ve Şubat aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Ancak yaz aylarında ve Ekim ayında negatif anomaliler mevcuttur. 2069 yılı Ocak ve Eylül aylarında büyük dalgalanmalar gözlemlenmektedir. Kasım ayında negatif bir anomali mevcuttur. 2070 yılı Şubat ve Mart aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Kasım ayında negatif bir anomali mevcuttur. 2071 yılı Ocak ve Şubat aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. 2072 yılı Ocak ve Mart aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Ancak yaz aylarında ciddi kuraklık belirtilmektedir. Kasım ayında pozitif bir anomali mevcuttur. 2073 yılı Ocak ve Şubat aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Ekim ayında pozitif bir anomali mevcuttur. 2074 yılı Ocak ve Mart aylarında pozitif anomaliler gözlemlenmektedir. Kasım ayında negatif bir anomali mevcuttur. 2075 yılı Ocak ve Şubat aylarında yağış anomalisinde artış gözlenmektedir. Yaz döneminde düşüş görülmektedir. Kasım ayında pozitif bir anomali mevcuttur. 2075 yılı, özellikle Mayıs, Haziran ve Ekim aylarında önemli yağış artışları yaşanmaktadır. Ağustos ve Eylül aylarında yağış anomalisinde düşüş gözlemlenmektedir. 2076 yılı Ocak, Şubat ve Nisan aylarında yağış anomalisinde artış gözlemlenirken, yılın geri kalanında yağış anomalisinde düşme gözlenmektedir. 2077 yılı Mart ayında önemli bir yağış artışı yaşanmakta, ancak yılın geri kalanında yağış anomalisinde düşüş gözlenmektedir. 2078 yılı Mart ve Mayıs aylarında pozitif anomali gözlemlenmektedir. 2079 yılı boyunca dalgalı bir yağış eğilimi gözlemlenmektedir. Ocak ve Şubat aylarında yağış artışı görüldü de, Mart ve Temmuz gibi aylarda yağış anomalisinde ciddi düşüşler gözlenmektedir. 2080 yılı genelinde yağışlarda dalgalanmalar devam etmektedir. 2081 yılı boyunca genel olarak kurak bir seyir izlenmektedir. Ocak ve Eylül gibi aylarda yağış anomalisinde azalma

gözlemlenmektedir. 2082 yılı içinde Ağustos ve Eylül aylarında düşük yağış anomalisi gözlenmektedir, Ekim ve Ocak gibi aylarda ise yağış artışı görülmektedir. 2083 yılı genelinde yağış anomalileri dalgalı bir seyir izlemektedir. Ağustos ve Ekim gibi aylarda ciddi düşüş görülmektedir. 2084 yılı genelinde yağış dalgalanmaları yaşanmaktadır. 2085 yılı içinde genel olarak yağış azalışları görülmektedir. 2086 yılında yağışlar yıl boyunca dalgalı bir seyir izlemektedir. Ocak ve Şubat gibi aylarda artışlar gözlemlenmektedir. 2087 yılı genelinde yağışlarda önemli düşüşler yaşanmaktadır. 2088 yılı içinde genel olarak kuraklık hakim olmaktadır. Ağustos ve Eylül gibi aylarda ciddi yağış azalmaları yaşanmaktadır. 2089 yılı boyunca yağışlar dalgalı bir seyir izlemektedir. Ocak ve Aralık gibi aylarda önemli artışlar gözlemlenmektedir. 2090 yılında yağışlar yıl boyunca dalgalı seyretmekte, Mart ve Mayıs gibi aylarda düşüşler yaşanmaktadır. 2091 yılı genelinde yağışlarda önemli düşüşler yaşanmakta, Temmuz ve Ağustos kuraklık olacağı öngörülmektedir. 2092 yılı boyunca yağışlarda düşüş eğilimi hakim olmaktadır. Ocak ve Mart gibi aylarda azalmalar yaşanmaktadır. 2093 yılında yağışlarda genel bir dalgalanma gözlemlenmektedir. Şubat yağış artışı beklenmektedir. 2094 yılı boyunca yağışlarda önemli dalgalanmalar yaşanmaktadır. Temmuz ayında yağış artışı çok ciddi olacağı gözlenmektedir. 2095 yılında yağışlar yıl boyunca genel olarak düşüş göstermektedir. Ocak ve Şubat gibi aylarda azalmalar yaşanmaktadır. 2096 yılı içinde dalgalı yağış eğilimleri görülmektedir. 2097 yılı boyunca yağışlar dalgalı bir seyir izlemektedir. Ocak ve Şubat aylarında yağış anomalisinde artışlar gözlemlenmektedir. 2098 yılı boyunca yağışlarda ciddi dalgalanmalar yaşanmaktadır. 2099-2098 yılları arasında HadGEM iklim modeli RCP8.5 senaryosuna göre yağış anomalileri ciddi dalgalanmalar göstermektedir. Bu dönem boyunca birçok yıl içinde kurak ayların yoğunlukta olduğu, yağış artışlarının ise daha seyrek ve belirli aylarda yoğunlaştığı gözlemlenmektedir. Özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında sık sık kuraklıklar gözlenmekte, bazı yıllarda ise Aralık ve Ocak gibi aylarda yağışlarda ciddi artışlar gözlenmektedir. Bu durum, gelecekte iklim değişikliğinin neden olabileceği aşırı hava olaylarının ve yağış düzensizliklerinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

4.5.2 GFDL-ESM2M modeli

4.5.2.1 RCP4.5 senaryosu

GFDL-ESM2M modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP4.5 senaryosuna göre türetilen ortalama sıcaklık anomali verileri Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomali verileri.

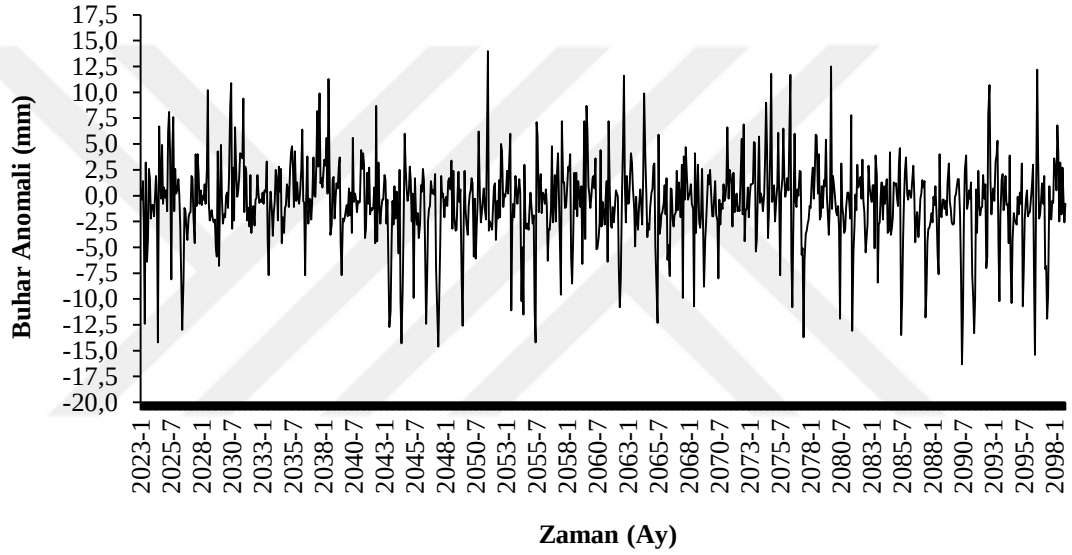
Şekil 4.12’de 2023 yılında sıcaklık anomalisinde hafif artışlar gözlenirken, Kasım ve Aralık aylarında sıcaklıkta bir düşüş yaşanmıştır. 2024 yılında sıcaklıkta dalgalanmalar devam etmektedir. Haziran aylarında belirgin bir artış yaşanırken, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık anomalisinde düşüşler görülmüştür. 2025 yıl sıcaklık anomalisi genel olarak artış eğilimi devam etmektedir. Mayıs ayında biraz daha belirgin bir düşüş varken, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklıklarda artış görülüyor. 2026 yılında Haziran ayında belirgin artışlar yaşanırken, Temmuz ayında beklenmedik bir şekilde büyük bir düşüş yaşanmıştır. Yıl boyunca genellikle sıcak anomalisi yükseliş eğiliminde olduğu gözlenmiştir. 2027 yılında Ocak, Şubat ve Nisan aylarında ortalama sıcaklık anomalisinde düşüş görülürken, Haziran ayında ciddi bir artış gözlenmektedir. 2028 yılında sıcaklık grafiği kararsız bir seyir izliyor. Mart ve Temmuz aylarında belirgin artışlar varken, diğer aylarda iniş çıkışlar görülüyor. 2029 yılı sıcaklıkta dalgalanmalar devam etmektedir. Ocak ve Haziran aylarında belirgin düşüşler gözlenirken, Eylül ayında belirgin bir artış görülmektedir. 2030 yılında sıcaklıkta genel olarak artış eğilimi devam etmektedir. 2031 yılında da sıcaklık grafiği

istikrarlı bir artış eğilimi göstermektedir. Ocak ayında düşüş varken, Şubat ayında belirgin bir artış gözlenmiştir. 2032 yılında sıcaklık grafiği dalgalı bir seyir izliyor. Şubat ve Temmuz aylarında belirgin artışlar varken, Aralık ayında düşüş gözlenmiştir. 2033 Temmuz ve Ekim aylarında yağış anomalisinde belirgin düşüşler gözlenirken, Aralık ayında belirgin bir artış yaşanmıştır. 2034 Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında belirgin artışlar yaşanırken, Kasım aylarında sıcaklıkta düşüş gözlenmiştir. 2035 yılında belirgin düşüşler gözlenirken, Ekim ayından sonra belirgin bir artış yaşanmıştır. 2036 yılı sıcaklık anomalisinde genel olarak artış eğilimi devam etmektedir. Ocak, Şubat, Mart ve Eylül aylarında belirgin artışlar var. Aralık ayında sıcaklıkta düşüş gözlenmiştir. 2037 sıcaklıkta dalgalanmalar devam etmektedir. Mart ve Eylül aylarında belirgin düşüşler gözlenirken, Mart ve Haziran aylarında belirgin artışlar var. 2038 yılında da sıcaklıkta genel olarak artış eğilimi devam etmektedir. Ocak, Haziran ve Temmuz aylarında belirgin artışlar yaşanırken, Aralık ayında sıcaklıkta düşüş gözlenmiştir. 2039 yılı sıcaklık anomalisinde Ağustos ve Eylül aylarında belirgin artışlar varken, Ekim ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2040 Şubat ve Haziran aylarında sıcaklık anomalisinde belirgin artışlar gözlemlenirken, Aralık ayında sıcaklıkta düşüş gözlenmiştir. 2041 yılında Kasım ve Aralık aylarında belirgin düşüşler gözlenirken, Ocak, Şubat, Mart ve Temmuz aylarında belirgin artışlar var. 2042 yılı sıcaklık anomalisi grafiği genellikle düşüş eğilimindedir. Şubat, Mart ve Kasım aylarında belirgin düşüşler vardır. 2043-2045 yıllarında sıcaklık grafiği dalgalı bir seyir izlemektedir. 2046 yılında sıcaklık grafiği istikrarlı bir artış eğilimi göstermektedir. Şubat ayı haricinde sıcak anomalisi verilerinde artış gözlenmiştir. 2047 yılında tüm aylarda belirgin artışlar vardır. 2048 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin artışlar varken, Mart ve Ekim ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2049 yılı genelinde sıcaklık değerleri artış eğilimindedir. 2050 yılın ilk yarısında sıcaklık değerleri artarken Kasım ayında sıcaklıkta bir düşüş görülmüştür. 2051 Nisan, Mayıs ve Ekim aylarında sıcaklık artışı devam etmektedir. 2052-2054 yılları arasında tüm sıcaklık anomalisi verilerinde artış gözlenmektedir. 2055 yılı Şubat ve Temmuz aylarında sıcaklık anomalisi değerlerinde düşüş gözlenmektedir. 2056 yılı Mart ve Mayıs ayında sıcaklık anomalisinde düşüş dikkat çekmektedir. Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklıkta belirgin bir artış vardır. 2057 yılında Mart ve Haziran aylarında sıcaklık artışı devam etmektedir. Kasım ayında sıcaklık anomalisi değerleri düşüş göstermektedir. 2058 yılında tüm yıl boyunca sıcaklık anomalisinde artış gözlenmektedir. Mart ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı devam etmektedir. Genel

olarak, yıllara göre sıcaklık değişimlerinde artış eğilimi dikkat çekmektedir. Belirli aylarda belirgin artışlar ve azalışlar gözlemlense de uzun vadeli eğilim yıllık bazda sıcaklık artışı yönünde olduğu görülmektedir. 2059 yılında Ocak ayı haricinde sıcaklık anomalisinde artış görülmektedir. 2060 yılında tüm yıl boyunca sıcaklık anomalisinde artış gözlenmektedir. 2061 yılında Şubat, Mart ve Aralık ayları haricinde artış gözlenmektedir. 2062 yılında Mayıs ve Aralık ayında sıcaklıkta belirgin bir artış vardır. 2063 Şubat ayı haricinde sıcaklık anomalisindeki artış devam etmektedir. 2064 yılında Mayıs ve Ağustos ayında sıcaklık artışı dikkat çekmektedir. 2065 yılında Mart ve Haziran aylarında sıcaklık değerleri artmaktadır. 2066 Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sıcaklık artışı dikkat çekmektedir. Ekim ayında sıcaklıkta bir düşüş gözlenmektedir. 2067 yılında tüm yıl boyunca sıcaklık anomalisinde artış gözlenmektedir. 2068 Şubat ve Haziran aylarında sıcaklık artışı dikkat çekmektedir. 2069 yılında Mart ve Temmuz aylarında sıcaklık anomalisinde artış gözlenmektedir. 2070 yılında Haziran ayında sıcaklık artışı dikkat çekmektedir. Aralık ayında sıcaklık değerleri artmaktadır. 2071 yılında Nisan ayı haricinde tüm yıl boyunca sıcaklık anomalisinde artış gözlenmektedir. 2072 yılında Ocak, Şubat ve Kasım aylarında sıcaklık anomalisinde düşüş gözlenmektedir. 2073 Haziran ve Aralık ayları haricinde sıcaklık trendinde artış gözlenmektedir. 2074 yılında Nisan ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı devam etmektedir. 2075 yılında Mart ve Temmuz ayında sıcaklık değerleri artmaktadır. 2076 yılında Nisan ve Haziran ayında sıcaklık artışı dikkat çekmektedir. 2077 yılında Mart, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı devam etmektedir. 2078 yılında Mart ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı devam etmektedir. Genel olarak, yıllara göre sıcaklık değişimlerinde artış eğilimi dikkat çekmektedir. Belirli aylarda belirgin artışlar ve azalışlar gözlemlense de uzun vadeli eğilim yıllık bazda sıcaklık artışı yönünde olduğu görülmektedir. 2079 yılında Ocak, Mart ve Aralık aylarında sıcaklık anomalisi verilerinde artış dikkat çekmektedir. 2080 yılında Mayıs ayında sıcaklıkta büyük bir artış vardır. Ekim ve Aralık aylarında ise sıcaklıkta bir düşüş gözlenmektedir. 2081 yılında Nisan ayında sıcaklık düşüşü göze çarpmaktadır. Temmuz ayında sıcaklıkta artış gözlenirken, Aralık ayında tekrar düşüş gözlenmektedir. 2082 yılında Temmuz ayında sıcaklık anomalisinde büyük bir artış gözlemlenmektedir. Aralık ayında ise sıcaklıkta bir düşüş gözlenmektedir. 2083 yılında Mart, Nisan ve Ekim aylarında sıcaklık artışı dikkat çekmektedir. 2081-2085 yılları arasında sıcaklık anomalileri daha dalgalıdır. Bazı aylarda ortalamanın altında (negatif anomaliler) ve bazı aylarda ortalamanın üzerinde (pozitif anomaliler) görülür.

Özellikle 2081'in ilk aylarında ve 2083'ün sonlarında daha belirgin bir ısınma eğilimi vardır. 2085 yılına doğru ısınma eğilimi devam etmektedir. 2086-2090 yılları arasında ısınma eğilimi devam etmektedir. Ancak, bazı aylarda ortalamanın altında sıcaklık anomalileri de gözlemlenmektedir. Özellikle 2088'in ilk yarısında belirgin bir soğuma dönemi yaşanmaktadır. 2091-2098 yılları arasında sıcaklık anomalileri artış gözlenmektedir. 2098'in sonlarına doğru, sıcaklık anomalilerinde bir düşüş eğilimi görülmektedir.

GFDL-ESM2M modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP4.5 senaryosuna göre türetilen buhar anomali verileri Şekil 4.13'de verilmiştir.



Şekil 4.13. GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu buhar anomali verileri.

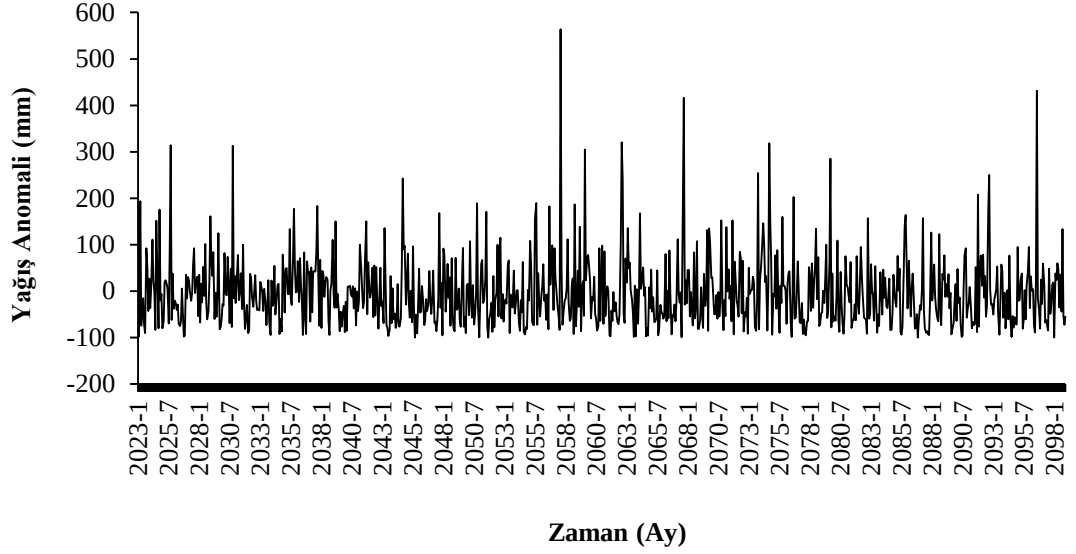
Şekil 4.13'de 2023 yılı buharlaşma anomalisinde belirgin bir artış var, özellikle Mart ve Haziran aylarında dikkate değer bir yükseliş gözleniyor. 2024 yılında buharlaşma anomalileri önemli ölçüde düşüş gösteriyor, özellikle Haziran ayında büyük bir azalma var. 2025 yılında buharlaşma anomalisinde belirgin bir artış var, özellikle Nisan ve Mayıs aylarında dikkate değer bir yükseliş var. 2026 yılında buharlaşma anomalisinde büyük bir düşüş var, özellikle Mayıs ve Haziran aylarında belirgin bir azalma var. 2027 yılında buharlaşma anomalisinde dalgalanmalar var, ancak genel olarak bir artış trendi var. Özellikle Mart ayında belirgin bir yükseliş gözlenmektedir. 2028 Temmuz ayında belirgin bir azalma var. 2029 yılında buharlaşma anomalilerinde büyük bir düşüş var, özellikle Mart ve Nisan aylarında belirgin bir azalma gözlenmiştir. Bu beklenmedik değişimler, çeşitli çevresel faktörlere veya iklim değişikliğine bağlı olabilir. 2030 yılı

buharlaşma anomalisinde belirgin bir artış var, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında dikkate değer bir yükseliş var. 2031 yılı Haziran ve Temmuz aylarında belirgin bir yükseliş var. 2032 yılı buharlaşma anomalisinde bir düşüş var, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında belirgin bir azalma var. 2033 yılında buharlaşma anomalisinde dalgalanmalar var, ancak genel olarak bir düşüş eğilimi var. 2034 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında buharlaşma anomalisinde belirgin bir azalma var. 2035 yılı Haziran ve Temmuz aylarında belirgin bir yükseliş gözlenmiştir. 2036 yılı buharlaşma anomalisinde bir düşüş var, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında belirgin bir azalma var. 2037 yılı Mayıs ve Haziran aylarında buharlaşma anomalisinde belirgin bir azalma var. 2038 yılında buharlaşma anomalisinde belirgin bir artış var, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında dikkate değer bir yükseliş var. Bu dönemdeki ani artışlar, iklim değişikliğinin etkileri olabilir. 2039 yılı Haziran ve Temmuz aylarında buharlaşma anomalisinde belirgin bir azalma var. 2040 yılı Mart ve Nisan aylarında belirgin bir azalma var. 2041 yılı buharlaşma anomalisinde bir artış var, özellikle Şubat ve Mart aylarında belirgin bir yükseliş var. 2042 yılı Mayıs ve Haziran aylarında belirgin bir azalma var. 2043 yılı buharlaşma anomalisinde bir düşüş var, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında belirgin bir azalma var. 2044 yılı Haziran ve Temmuz aylarında buharlaşma anomalisinde belirgin bir azalma var. 2045 yılı Mayıs ve Haziran aylarında belirgin bir azalma gözlenmiştir. 2046 yılı Mayıs ve Haziran aylarında belirgin bir azalma var. 2047 yılı Mayıs ve Haziran aylarında belirgin bir azalma gözlenmiştir. 2048 yılı buharlaşma anomalisinde bir düşüş var, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında belirgin bir azalma var. 2049 yılı Mayıs ve Haziran aylarında belirgin buharlaşma anomalisinde bir düşüş gözlenmiştir. 2050 yılın başlarında buharlaşma miktarında bir artış gözlenmektedir, ancak Haziran ayında tekrar düşüş yaşanmıştır. 2051 yılı buharlaşma anomalisinde Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2052 yılı başlarında bir miktar artış gözlenirken, Nisan ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2053 genel olarak düşük buharlaşma miktarı gözlenmektedir. Haziran ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2054 yılı başlarında bir miktar artış görülürken, Nisan ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2055 yılı buharlaşma anomalisi verilerinde dalgalanmalar gözlenmektedir. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2056 yılı başlarında bir miktar artış gözlenirken, Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2057 yılı buharlaşma anomalisi verilerinde dalgalanmalar görölmektedir. Mart ve Mayıs aylarında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2058 yılı genel olarak düşük buharlaşma miktarı gözlenmektedir. Temmuz ve Ağustos aylarında

belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2059 yılı başlarında bir miktar artış görülürken, Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2060 yılı Nisan ve Haziran aylarında buharlaşma anomalisinde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2061 yılı genel olarak düşük buharlaşma miktarı gözlenmektedir. Mayıs ayında belirgin bir artış dikkat çekmektedir. 2062 yılı başlarında bir miktar artış görülürken, Nisan ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2063 yılı buharlaşma anomalisinde dalgalanmalar gözlenmektedir. Mayıs ve Haziran aylarında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2064 yılı başlarında bir miktar artış görülürken, Mayıs ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2065 yılı genel olarak düşük buharlaşma miktarı gözlenmektedir. Temmuz ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2066 yılı başlarında bir miktar artış görülürken, Nisan ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2067 yılı buharlaşma anomalisi verilerinde dalgalanmalar gözlenmektedir. Haziran ve Ağustos aylarında belirgin bir düşüş görülmüştür. 2068 yılı Haziran ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2069 yılı başlarında bir miktar artış görülürken, Temmuz ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2070 yılında buharlaşma anomalisi verilerinde dalgalanmalar gözlenmektedir. Mayıs ve Haziran aylarında belirgin bir düşüş görülmüştür. 2071: Bu yılın başlarında bir miktar artış görülürken, Nisan ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2072 buharlaşma miktarında dalgalanmalar gözlenmektedir. Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2073 yılın başlarında bir miktar artış görülürken, Mayıs ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2074 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında buharlaşmada belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2075 yılı başlarında bir miktar artış görülürken, Haziran ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2076 yılı buharlaşma anomalisinde dalgalanmalar gözlenmektedir. 2077 yılı başlarında buhar anomalisinde bir miktar artış görülürken, Mayıs ayında belirgin bir düşüş yaşanmıştır. 2078 yılı Mart ve Haziran aylarında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2079 yılında, buharlaşma miktarı yıl boyunca değişkenlik göstermektedir. Özellikle Eylül ayında belirgin bir artış ve Temmuz ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2080 yılında, buharlaşma genel olarak azalmaktadır. Haziran ayında büyük bir düşüş gözlenmektedir. 2081 yılında Mayıs ayında belirgin bir artış ve Haziran ayında büyük bir düşüş dikkat çekmektedir. 2082 yılında, buharlaşma miktarı genellikle düşüş eğilimindedir. Eylül ayında belirgin bir düşüş gözlenmektedir. 2083 yılında, buharlaşma miktarı yıl boyunca değişkenlik göstermektedir. Nisan ayında belirgin bir düşüş ve Temmuz ayında büyük bir düşüş dikkat çekmektedir. 2084 yılında, buharlaşma miktarı genellikle düşüş eğilimindedir. Haziran ayında belirgin bir artış gözlenmektedir. 2085 yılında, buharlaşma miktarı

genellikle düşüş eğilimindedir. Haziran ve Temmuz ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2086 yılında, buharlaşma miktarı genellikle düşüş eğilimindedir. Haziran ayında belirgin bir artış ve Ağustos ayında büyük bir düşüş gözlenmektedir. 2087 yılında, buharlaşma miktarı genellikle düşüş eğilimindedir. Mayıs ayında belirgin bir artış ve Haziran ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2088 yılı Haziran ayında belirgin bir düşüş ve Ağustos ayında belirgin bir artış dikkat çekmektedir. 2089 yılında, buharlaşma miktarı genellikle düşüş eğilimindedir. Temmuz ayında belirgin bir düşüş ve Kasım ayında belirgin bir artış görülmüştür. 2090 yılında, buharlaşma miktarı genellikle düşüş eğilimindedir. Haziran ayında büyük bir düşüş ve Temmuz ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2091 yılında, buharlaşma miktarı genellikle düşüş eğilimindedir. Nisan ayında belirgin bir düşüş ve Haziran ayında büyük bir düşüş görülmüştür. 2092 yılı Temmuz ayında belirgin bir artış ve Kasım ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2093 yılında, buharlaşma miktarı genellikle değişkenlik göstermektedir. Mayıs ayında belirgin bir artış ve Haziran ayında büyük bir düşüş dikkat çekmektedir. 2094 yılında, buharlaşma miktarı genellikle düşüş eğilimindedir. Nisan ayında belirgin bir düşüş ve Haziran ayında büyük bir düşüş dikkat çekmektedir. 2095 yılı Mayıs ayında belirgin bir artış ve Haziran ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2096 yılında, buharlaşma miktarı genellikle düşüş eğilimindedir. Mayıs ayında belirgin bir artış ve Haziran ayında büyük bir düşüş dikkat çekmektedir. 2097 yılı Nisan ayında belirgin bir düşüş ve Haziran ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2098 yılında, buharlaşma miktarı genellikle değişkenlik göstermektedir. Nisan ayında belirgin bir artış ve Haziran ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir.

GFDL-ESM2M modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP4.5 senaryosuna göre türetilen yağış anomali verileri Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14. GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu yağış anomali verileri.

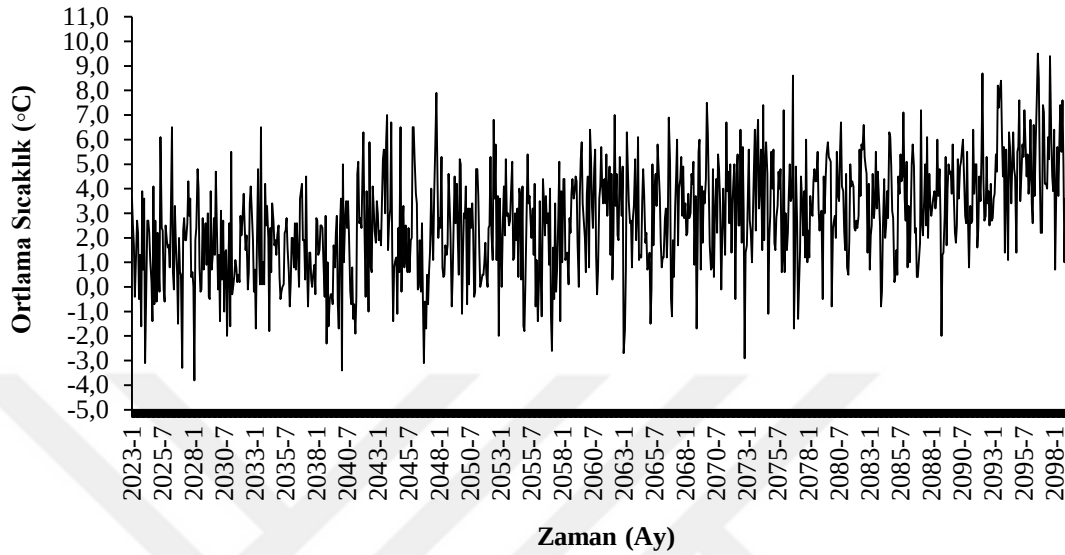
Şekil 4.14 incelendiğinde 2023 yılında, yağış miktarı oldukça değişken bir seyir izlediği görülmektedir. Özellikle Mart ayında büyük bir artış ve Temmuz ayında büyük bir düşüş dikkat çekmektedir. 2024 yılında, yağış miktarı genellikle artış eğilimindedir. Temmuz ayında belirgin bir artış gözlenmektedir. 2025 yılında, yağış miktarı genellikle değişkenlik göstermektedir. Eylül ayında belirgin bir artış ve Ekim ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2026 yılında, yağış miktarı genellikle azalmaktadır. Temmuz ayında belirgin bir düşüş gözlenmektedir. 2027 yılında, yağış miktarı genellikle değişkenlik göstermektedir. Ağustos ayında belirgin bir artış ve Kasım ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2028 yılı Aralık ayında belirgin bir artış gözlenmektedir. 2029 yılında, yağış miktarı genellikle değişkenlik göstermektedir. Eylül ayında belirgin bir artış ve Ekim ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2030 yılı Ekim ayında büyük bir artış ve Kasım ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2031 yılı Aralık ayında belirgin bir artış gözlenmektedir. 2032 yılında, yağış miktarı genellikle azalmaktadır. Aralık ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2033 yılında, yağış miktarı genellikle değişkenlik göstermektedir. 2034 yılında, yağış miktarı genellikle azalmaktadır. Mart ayında belirgin bir artış ve Aralık ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2035 yılında, yağış miktarı genellikle artış eğilimindedir. Haziran ve Ekim ayında belirgin bir artış dikkat çekmektedir. 2036 yılında, yağış miktarı genellikle değişkenlik göstermektedir. Şubat ve Aralık ayında belirgin bir artış dikkat çekmektedir. 2037 yılında Eylül ayında belirgin bir artış ve Kasım ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2038 yılında, yağış miktarı

genellikle azalmaktadır. Aralık ayında belirgin bir artış gözlenmektedir. 2039 yılında, yağış miktarı genellikle azalmaktadır. Mart ayında belirgin bir artış ve Aralık ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2040 yılı Şubat ayında belirgin bir artış ve Ekim ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2041 yılı Mart ayında belirgin bir artış ve Ekim ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2042 yılında, yağış miktarı genellikle değişkenlik göstermektedir. Mart ayında belirgin bir artış ve Mayıs ayında belirgin bir düşüş gözlenmektedir. 2043 yılında, yağış miktarı genellikle azalmaktadır. 2044 yılında, yağış miktarı genellikle değişkenlik göstermektedir. Eylül ayında belirgin bir artış ve Kasım ayında belirgin bir artış dikkat çekmektedir. 2045 yılında, yağış miktarı genellikle azalmaktadır. 2046 yılında, yağış miktarı genellikle azalmaktadır. Ocak ayında belirgin bir artış ve Kasım ayında belirgin bir artış dikkat çekmektedir. 2047 yılında, yağış miktarı genellikle azalmaktadır. Mart ayında belirgin bir artış ve Aralık ayında belirgin bir düşüş gözlenmektedir. 2048 yılı Ocak ayında belirgin bir artış ve Mayıs ayında belirgin bir artış dikkat çekmektedir. 2050, 2051 ve 2055 yıllarında art arda üç yıl boyunca belirgin artışlar yaşanıyor. Özellikle 2055 yılında, Temmuz ayında belirgin bir artış dikkat çekiyor. 2061 ve 2062 yıllarında da yağış miktarında artışlar gözleniyor. 2063 yılında, Haziran ayında belirgin bir azalma gözlenmiştir. 2064 yılında, Mart ayında belirgin bir azalma gözleniyor. 2067 yılında, Eylül ayında muazzam bir artış dikkat çekiyor. Bu, ani ve belirgin iklim değişikliklerinin gerçekleşebileceğini gösteriyor. 2070 yılında, Ekim ayında belirgin bir artış gözlenmektedir. 2074 yılında, Mart ve Nisan aylarında dikkate değer artışlar dikkat çekmektedir. 2076 yılında, Mart ayında belirgin bir artış ve Haziran ayında belirgin bir düşüş gözlenmektedir. 2077 yılında, Aralık ayında belirgin bir artış ve Haziran ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2078 yılında, Temmuz ayında büyük bir artış ve Eylül ayında belirgin bir artış gözlenmektedir. Genel olarak, senaryoya göre yağış verileri yıl boyunca dalgalanmaktadır ve belirli aylarda önemli artışlar veya düşüşler yaşanmaktadır. Bu dalgalanmalar, iklim değişikliğinin karmaşıklığını ve değişkenliğini yansıtmaktadır. Özellikle 2079, 2080 ve 2081 yıllarında, ardışık aylarda büyük değişimler görülüyor. Bu ani değişimler, iklim değişikliğinin etkileri olarak yorumlanabilir. 2080 yılı Nisan ayında yüksek bir yağış anomalisi, Haziran ayında ise büyük bir yağış azalması gözlenmiştir. 2081 yılı Mayıs ayında belirgin bir yağış artışı görülüyor. Kasım ayında da yüksek bir yağış miktarı gözlemleniyor ancak bu, seller ve toprak erozyonu gibi risklerin artmasına neden olabilir. 2082 yılı Mart ayında yüksek bir yağış miktarı kaydediliyor. Ekim ayında ise, belirgin bir yağış artışı

gözlemleniyor. 2083 yılı Mayıs ayında yüksek bir yağış miktarı görülüyor ancak Haziran ayında ciddi bir yağış azalması gözlenmiştir. Ekim ayında da yağış anomalisinde azalma gözlenmiştir. 2084 Ocak ayında belirgin bir yağış artışı, Temmuz ayında ise büyük bir yağış azalması gözlenmiştir. 2085 yılı Mart ayında yüksek bir yağış miktarı görülüyor ancak Haziran ve Temmuz aylarında büyük yağış azalmaları meydana geldiğini göstermektedir. 2086 yılı Nisan ayında belirgin bir yağış artışı gözlemlenirken Kasım ayında ise çok büyük bir yağış azalması gözlenmiştir. 2087 yılı Nisan ve Aralık ayında yüksek yağış anomalisi görülmüştür. 2088 yılı Mart ayında yüksek bir yağış miktarı, Temmuz ayında ise çok büyük bir yağış azalması görülüyor. 2089 yılı Ocak ayında yüksek bir yağış miktarı var ancak Haziran ayında büyük bir yağış azalması gözlenmiştir. 2090 yılı Şubat ayında yüksek bir yağış miktarı kaydediliyor, ancak Haziran ve Temmuz aylarında çok büyük yağış azalmaları görülüyor. 2091 yılı Temmuz ayında yüksek bir yağış miktarı var ancak Aralık ayında da belirgin bir yağış azalması gözlenmiştir. 2092 yılı Mayıs ayında yüksek bir yağış miktarı kaydediliyor Temmuz ayında ise belirgin bir yağış azalması gözlenmiştir. 2093 yılı Mayıs ayında belirgin bir yağış artışı var ancak Temmuz ayında büyük bir yağış azalması gözlenmiştir. 2094 yılı Mayıs ayında belirgin bir yağış artışı görülüyor ancak Temmuz ayında büyük bir yağış azalması dikkat çekiyor. 2095 yılı Ocak ayında yüksek bir yağış miktarı kaydediliyor ancak Haziran ayında büyük bir yağış azalması gözlenmiştir. 2096 Temmuz ayında yüksek bir yağış miktarı görülüyor ancak Ağustos ayında ciddi bir yağış azalması gözlenmiştir. Aralık ayında ise bir artış dikkat çekmektedir ancak bu su kaynakları üzerinde büyük bir etkiye sahip olmayabilir. 2097 yılı Şubat ayında belirgin bir yağış artışı ve Nisan ayında büyük bir yağış azalması gözlenmiştir. 2098 yılı Mart ayında belirgin bir yağış artışı ve Ağustos ayında büyük bir yağış azalması dikkat çekmektedir.

4.5.2.2 RCP8.5 senaryosu

GFDL-ESM2M modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP8.5 senaryosuna göre türetilen ortalama sıcaklık anomali verileri Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomalisi verileri.

Şekil 4.15’e bakıldığında 2023 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında sıcaklık artışı var, bu normalde kış aylarında beklenmeyen bir durum olarak dikkat çekmektedir. Mayıs ayında ise sıcaklıkta hafif bir düşüş gözlenmiştir. 2024 yılı Şubat ayında belirgin bir sıcaklık düşüşü var, bu ani bir değişimi temsil edebilir. Ekim ayında da sıcaklıkta bir düşüş var, ancak Kasım ayında tekrar bir artış gözlenmiştir. 2025 yılı Mayıs ayında belirgin bir sıcaklık artışı kaydediliyor, bu dönemde beklenen mevsimsel değişimlerden daha yüksek bir sıcaklık artışı olabilir. 2026 yılı Nisan ayında belirgin bir sıcaklık artışı var, ancak Haziran ayında bir düşüş var. Kasım ayında da bir artış gözlenmiştir. 2027 yılı Temmuz ayında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında bir düşüş var. 2028 yılı Mayıs ayında belirgin bir sıcaklık artışı var, ancak Temmuz ayında bir düşüş var. Ekim ayında da bir artış dikkat çekmektedir. 2029 yılı Nisan ayında belirgin bir sıcaklık artışı var, ancak Haziran ayında sıcaklık anomalisinde düşme gözlenmiştir. 2030 Mart ayında belirgin bir sıcaklık artışı var, ancak Temmuz ayında bir düşüş var. Aralık ayında da bir artış gözlenmiştir. 2031 yılı Şubat ayında sıcaklık artışı var, ancak Temmuz ayında bir düşüş dikkat çekmektedir. 2032 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında sıcaklık artışı var, ancak Haziran ayında bir düşüş var. 2033 yılı Temmuz ayında

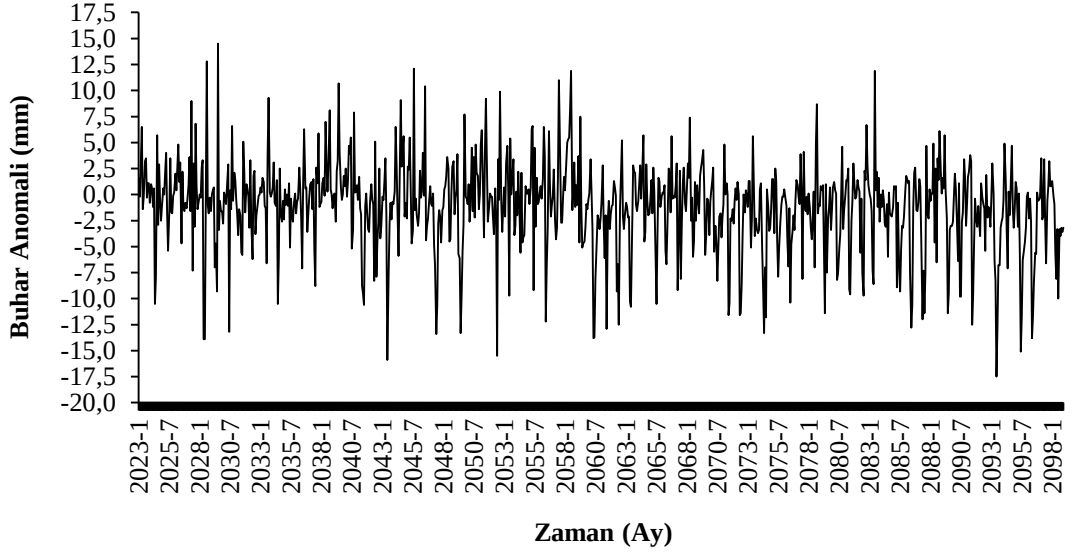
sıcaklık artışı var, ancak Kasım ayında bir düşüş var. Aralık ayında ise sıcaklık artışı var, bu dönemde beklenen mevsimsel değişimlerden daha yüksek bir sıcaklık artışı olabilir. 2034 yılı Ocak, Mart ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı var, ancak Mayıs ayında bir düşüş gözlenmiştir. 2035 yılı Ocak ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı var, ancak Kasım ayında bir düşüş gözlenmiştir. 2036 yılı Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında bir düşüş gözlenmiştir. 2037 yılı Mart ve Mayıs aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2038 yılı Ocak, Şubat, Haziran ve Eylül aylarında sıcaklık artışı var, ancak Kasım ayında bir düşüş gözlenmiştir. 2039 yılı Mart ve Nisan aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2040 yılı Ocak, Mayıs ve Haziran aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında bir düşüş gözlenmiştir. 2041 yılı Mart, Nisan, Haziran ve Ekim aylarında sıcaklık artışı var, ancak Kasım ayında bir düşüş gözlenmiştir. 2042 yılı Ocak, Şubat, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında bir düşüş gözlenmiştir. 2043 yılı Mart, Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında belirgin sıcaklık anomalisinde düşüş gözlenmiştir. 2044 yılı Ocak, Şubat, Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında sıcaklık artışı var, ancak Kasım ayında bir düşüş dikkat çekmektedir. 2045 yılı Ocak, Şubat, Nisan, Temmuz, Ağustos ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında bir düşüş var. 2046 yılı Ocak, Şubat, Mart, Haziran ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında bir düşüş var. 2047 yılı Mart, Mayıs ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ayında bir düşüş var. 2048 yılı Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Temmuz ve Ekim aylarında sıcaklık artışı var, ancak Aralık ayında bir düşüş var. Bu dönemde genel olarak yüksek sıcaklık artışları gözlemlenmektedir. 2049 yılı Mart, Nisan, Haziran, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında sıcaklık artışı var, bu dönemde yüksek sıcaklık artışları gözlemleniyor. Kasım ayında bir düşüş var, ancak yıl genelinde sıcaklık artışı devam ediyor. 2050 yılı Ocak, Şubat, Mart, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı var, ancak Nisan ve Ekim aylarında bir düşüş var. Bu dönemde genel olarak yüksek sıcaklık artışları devam ediyor. 2051 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı var, ancak Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş gözlenmiştir. 2052 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı var, ancak Kasım ayında bir düşüş var. 2053 yılı Ocak, Mart, Nisan, Haziran, Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var. 2054 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ekim ve

Aralık aylarında bir düşüş var. 2055 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Aralık ayında bir düşüş var. Bu dönemde genel olarak yüksek sıcaklık artışları gözlemleniyor. 2056 yılı Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak ve Aralık aylarında bir düşüş gözlenmiştir. 2057 yılı Ocak, Nisan, Haziran, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Şubat ve Kasım aylarında bir düşüş var. 2058 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Aralık ayında bir düşüş var. 2059 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Temmuz, Ağustos ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Mayıs ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2060 yılı Ocak, Şubat, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Mart ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2061 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var. Bu dönemde genel olarak yüksek sıcaklık artışları gözlemleniyor. 2062 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak ve Şubat aylarında bir düşüş var. 2063 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak ve Şubat aylarında bir düşüş var. 2064 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat ve Kasım aylarında bir düşüş var. 2065 yılı Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2066 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Temmuz, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2067 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat ve Kasım aylarında bir düşüş var. 2068 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Şubat, Nisan ve Aralık aylarında bir düşüş gözlenmiştir. 2069 yılı Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Nisan aylarında bir düşüş var. 2070 yılı Ocak, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Şubat, Mart ve Ekim aylarında bir düşüş var. 2071 yılı Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Şubat ve Kasım aylarında bir düşüş gözlenmiştir. 2072 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Şubat, Nisan ve Kasım

aylarında bir düşüş var. 2073 yılı Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Aralık aylarında bir düşüş var. 2074 yılı Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Nisan ayında bir düşüş var. 2075 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Haziran ayında bir düşüş var. 2076 yılı Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, ve Ekim aylarında sıcaklık artışı var, ancak Şubat, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2077 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, ve Ekim aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2078 yılı Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artışı var, ancak Şubat ve Kasım aylarında bir düşüş var. Genel olarak, tabloda belirtilen verilere dayanarak, zamanla ortalama sıcaklıkta artış olduğu ve bu artışın mevsimsel dalgalanmalarla birlikte devam ettiği gözlemlenmektedir. Bu, iklim değişikliğiyle ilişkilendirilebilecek bir eğilimdir. 2079 yılı Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Mart ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2080 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, ve Kasım aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Ekim ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2081 yılı Mart, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Mayıs, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2082 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı var, ancak Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2083 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. Genel olarak, veriler, 2079'dan 2083'e kadar olan dönemde ortalama sıcaklıklarda artış olduğunu gösteriyor. Ancak, bazı aylarda düşüşler de gözlemlenmektedir. Bu, iklim değişikliği ve çeşitli doğal etmenlerin karmaşık etkileşimlerinin sonucudur. 2084 yılı Mart, Nisan, Mayıs, ve Haziran aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2085 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2086 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2087 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, ve Temmuz aylarında

sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2088 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı var, ancak Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. Bu veriler, RCP85 senaryosunun sıcaklık anomalilerinin gelecekteki yıllarda artış eğiliminde olduğunu gösteriyor. 2089 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı gözlemlenirken, Ocak, Şubat, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise bir düşüş var. 2090 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık artışı devam ediyor, ancak Ocak, Şubat, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2091 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı gözlemlenirken, Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2092 yılı Mart, Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı gözlemlenirken, Ocak, Şubat, Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2093 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı gözlemlenirken, Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. Bu verilere göre, RCP85 senaryosu altında sıcaklık artışı eğilimi devam ediyor ve bu, gelecek yıllarda iklim değişikliği ile mücadele etmenin önemini vurguluyor. 2094 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı gözlemlenirken, Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2095 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı devam ederken, Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2096 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı gözlemlenirken, Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2097 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı devam ederken, Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. 2098 yılı Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artışı gözlemlenirken, Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında bir düşüş var. Bu verilere göre, RCP85 senaryosuna göre ortalama sıcaklıklarda devam eden bir artış trendi gözlemleniyor.

GFDL-ESM2M modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP8.5 senaryosuna göre türetilen buhar anomali verileri Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu buhar anomalisi verileri.

Şekil 4.16'da GFDL modeli RCP85 senaryosuna göre buharlaşma verilerini yıllara göre incelemesi yapılmıştır. 2023 yılı Mart, Nisan, Temmuz ve Ağustos aylarında buharlaşma artıyor. Mayıs, Haziran, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında ise bir düşüş var. 2024 yılı Mayıs ve Haziran aylarında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma anomalisinin artış eğiliminde olduğu gözlenmektedir. 2025 yılı Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2026 yılı Temmuz ayında buhar anomalisinde büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2027 yılı Mayıs ve Haziran aylarında büyük bir artış var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak düştüğü dikkat çekmektedir. 2028 yılı Mayıs ayında buhar anomalisinde büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2029 yılı Temmuz ayında büyük bir artış var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak düşüyor. 2030 yılı Haziran ayında büyük bir düşüş gözlenmektedir. 2031 yılı Temmuz ayında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma anomalisinin arttığı gözlenmektedir. 2032 yılı Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2033 yılı Temmuz ayında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak dikkat çekmektedir. 2034 yılı Mayıs ve Haziran aylarında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2035 yılı Mayıs ayında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2036 yılı Haziran ayında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2037 yılı Mayıs ve Haziran aylarında büyük bir düşüş var. Diğer

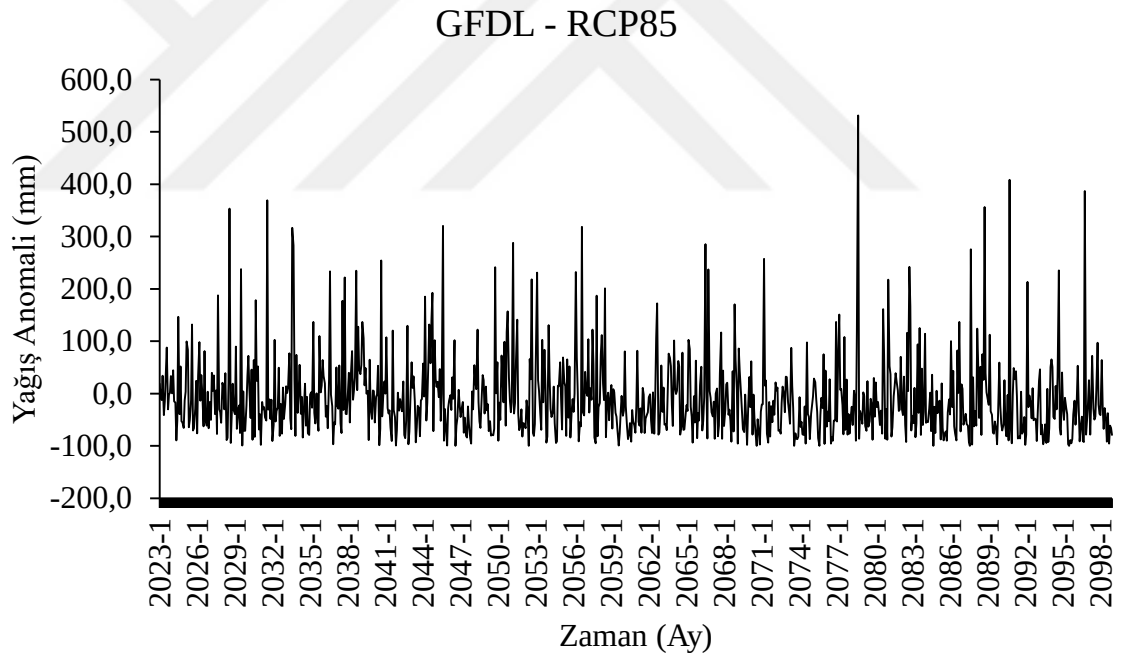
aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2038 yılı Mayıs ayında büyük bir artış var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak düşüyor. 2039 yılı Mayıs ve Haziran aylarında büyük bir artış var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak düşüyor. 2040 yılı Haziran ayında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2041 yılı Haziran ve Temmuz aylarında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2042 yılı Mayıs ayında büyük bir artış var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak düşüyor. 2043 yılı Mayıs ve Temmuz aylarında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2044 yılı Temmuz ayında büyük bir artış var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak düşüyor. 2045 yılı Ağustos ayında büyük bir artış var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak düşüyor. 2046 yılı Temmuz ayında büyük bir artış var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak düşüyor. 2047 yılı Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında büyük bir düşüş var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak artıyor. 2048 yılı Mayıs ve Ağustos aylarında büyük bir artış var. Diğer aylarda ise buharlaşma genel olarak düşüyor. Bu verilere göre, buharlaşma oranlarında her yıl dalgalanmalar olsa da uzun vadede bir artış eğilimi gözlenmektedir. Bu durum, iklim değişikliğinin etkilerinden biri olarak düşünülebilir. 2049 yılı başlangıçta negatif bir eğilim gösteriyor, ancak Mart ayından itibaren buharlaşma anomalisi yükselmesi gözleniyor. 2050 yılı Ocak ayında hafif bir düşüşle başlıyor ve Mart ayında pozitif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında dalgalı bir seyir izliyor, Temmuz ayında en düşük değerine ulaşıyor. Sonbahar ve kış aylarında artış gösteriyor. 2051 yılı boyunca artan bir eğilim gösteriyor. Özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir artış var. Sonbahar aylarında da artış devam ediyor. 2052 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında oldukça düşük değerler görülüyor. Eylül ayından itibaren artış gösteriyor. 2053 yılı boyunca buharlaşma anomalisi dalgalı bir seyir izliyor. Yaz aylarında bir düşüş var ancak sonbahar ve kış aylarında tekrar artış gösteriyor. 2054 yılı Mart ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında en düşük değerine ulaşıyor. Sonbahar aylarında ise artış gösteriyor. 2055 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak artan bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında bir düşüş var ancak sonbahar aylarında artış devam ediyor. 2056 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında ise artış gösteriyor. 2057 yılı Mart ayından itibaren genel olarak artan bir eğilim gösteriyor. Temmuz ayında belirgin bir artış var. Sonbahar aylarında da artış devam ediyor. 2058 yılı boyunca genel olarak artan bir eğilim gösteriyor. Temmuz ayında belirgin bir artış var. Sonbahar aylarında artış

devam ediyor. 2059 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında ise artış gösteriyor. 2060 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ve Temmuz aylarında en düşük değerlere ulaşıyor. Sonbahar aylarında artış gösteriyor. 2061 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında ise artış gösteriyor. 2062 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında artış gösteriyor. 2063 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında artış gösteriyor. 2064 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Yaz aylarında bir artış var ancak sonbahar aylarında tekrar düşüşe geçiyor. 2065 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında ise artış gösteriyor. 2066 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Yaz aylarında bir artış var ancak sonbahar aylarında tekrar düşüşe geçiyor. 2067 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında artış gösteriyor. 2068 yılı Mart ayından itibaren genel olarak artan bir eğilim gösteriyor. Temmuz ayında belirgin bir artış var. Sonbahar aylarında artış devam ediyor. 2069 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Yaz aylarında bir artış var ancak sonbahar aylarında tekrar düşüşe geçiyor. 2070 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında ise artış gösteriyor. 2071 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında artış gösteriyor. 2072 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında artış gösteriyor. 2073 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında artış gösteriyor. 2074 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Yaz aylarında bir artış var ancak sonbahar aylarında tekrar düşüşe geçiyor. 2075 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Yaz aylarında bir artış var ancak sonbahar aylarında tekrar düşüşe geçiyor. 2076 yılı Mart ayından itibaren negatif bir eğilim gösteriyor. Yaz aylarında düşüş devam ediyor. Sonbahar aylarında ise artış gösteriyor. 2077 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Mayıs ayında belirgin bir artış var. Sonbahar aylarında ise tekrar düşüşe geçiyor. 2078 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Temmuz ayında belirgin bir artış var. Sonbahar aylarında ise tekrar düşüşe geçiyor. Genel olarak, verilerde yıllık dalgalanmalar ve dönemsel trendler görülüyor.

Bazı yıllar artış gösterirken diğer yıllar düşüş yaşıyor. Ancak uzun vadede, bir trend izleniyor. Buharlaşma eğilimi genellikle artıyor veya düşük değerlerde seyrediyor. Bu, iklim değişikliği ve atmosferik koşullardaki değişikliklerle ilgili yorumlanabilir. 2079 yılı Ocak ve şubat aylarında hafif bir artış var, ancak mart ayında belirgin bir artış gözleniyor. Nisan ve mayıs aylarında ise hızlı bir düşüş yaşıyor. Haziran ayında yeniden bir artış var, ancak temmuz ve ağustos aylarında tekrar düşüşe geçiyor. Sonbahar aylarında ise nispeten istikrarlı bir seyir izleniyor. 2080 yılı Ocak ayında hafif bir artış var. Mart ayından itibaren belirgin bir düşüş gözleniyor. Haziran ve temmuz aylarında düşüş devam ediyor, ancak ekim ayında tekrar bir artış var. 2081 yılı Ocak ayından itibaren artış gösteriyor, ancak nisan ayında hızlı bir düşüş yaşıyor. Haziran ayında yeniden artış var. Ekim ve kasım aylarında ise tekrar düşüş gözleniyor. 2082 yılı Ocak ayında hafif bir artış var. Mart ayından itibaren belirgin bir düşüş yaşıyor. Ağustos ayında yeniden artış var, sonbahar aylarında ise istikrarlı bir seyir izleniyor. 2083 yılı Mart ayından itibaren artış gösteriyor, ancak mayıs ayında hızlı bir düşüş yaşıyor. Haziran ayında yeniden artış var. Sonbahar aylarında ise nispeten istikrarlı bir seyir izleniyor. 2084 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında hafif bir artış var, ancak sonbahar aylarında tekrar düşüş gözleniyor. 2085 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Mayıs ayında belirgin bir düşüş yaşıyor. Sonbahar aylarında ise istikrarlı bir seyir izleniyor. 2086 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Mayıs ve haziran aylarında belirgin bir düşüş yaşıyor. Sonbahar aylarında ise artış görülüyor. 2087 yılı Mart ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Temmuz ayında belirgin bir düşüş yaşıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. 2088 yılı Nisan ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. 2089 yılı Ocak ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. 2090 yılı Mart ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. 2091 yılı Mart ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. 2092 yılı Haziran ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Ekim ayında belirgin bir düşüş yaşıyor. 2093 yılı Şubat ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. 2094 yılı Mart ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var.

2095 yılı Mart ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşanıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. 2096 yılı Mart ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşanıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. 2097 yılı Mart ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşanıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. 2098 yılı Mart ayından itibaren genel olarak düşüş eğilimi var. Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşanıyor. Ekim ayında ise hafif bir artış var. Genel olarak, verilerde yıllık dalgalanmalar ve dönemsel trendler görülüyor. Bazı yıllar artış gösterirken diğer yıllar düşüş yaşanıyor. Ancak uzun vadede, bir trend izleniyor: Buharlaştırma eğilimi genellikle artıyor veya düşük değerlerde seyrediyor. Bu, iklim değişikliği ve atmosferik koşullardaki değişikliklerle ilgili yorumlanabilir.

GFDL-ESM2M modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP8.5 senaryosuna göre türetilen buhar anomali verileri Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. GFDL-ESM2M modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu yağış anomalisi verileri.

Şekil 4.17’de 2023 yılı Ocak ayında büyük bir yağış artışı var, ancak ardından Şubat ve Mart aylarında düşüş yaşanıyor. Nisan ayında belirgin bir artış var. Mayıs ve Haziran aylarında büyük düşüşler yaşanıyor. Temmuz ve Ağustos aylarında ise tekrar yükseliş var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2024 yılı Ocak ve Mart

aylarında artışlar var, ancak Şubat ayında belirgin bir düşüş var. Mayıs ve Haziran aylarında büyük düşüşler yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2025 yılı Mart ayında büyük bir artış var, ancak Nisan ayında düşüş yaşanıyor. Mayıs ayında büyük bir düşüş var. Temmuz ve Ağustos aylarında tekrar yükseliş var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2026 yılı Şubat ve Mart aylarında artışlar var, ancak Nisan ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir düşüş var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2027 yılı Mart ayında büyük bir artış var, ancak Nisan ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2028 yılı Ocak ve Mart aylarında artışlar var, ancak Nisan ayında büyük düşüş yaşanıyor. Mayıs ve Haziran aylarında tekrar yükseliş var. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2029 yılı Şubat ayında büyük bir artış var, ancak Mart ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2030 yılı Ocak ve Şubat aylarında artışlar var, ancak Mart ayında düşüş yaşanıyor. Mayıs ve Temmuz aylarında büyük düşüşler yaşanıyor. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2031 yılı Mart ve Temmuz aylarında büyük artışlar var, ancak Nisan ve Haziran aylarında düşüşler yaşanıyor. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2032 yılı Mart ve Temmuz aylarında büyük artışlar var, ancak Nisan ve Haziran aylarında düşüşler yaşanıyor. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. Genel olarak, her yıl önemli dalgalanmalar ve dönemsel trendler görülüyor. Bu, iklim değişikliği ve atmosferik koşullardaki değişikliklerin bir sonucu olarak yorumlanabilir. 2033 yılı Mart ayında büyük bir artış var, ancak Mayıs ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2034 yılı Mart ayında büyük bir artış var, ancak Haziran ayında düşüş yaşanıyor. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2035 yılı Nisan ayında büyük bir artış var, ancak Mayıs ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir düşüş var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2036 yılı Ocak ve Şubat aylarında artışlar var, ancak Mart ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2037 yılı Mayıs ayında büyük bir artış var, ancak Haziran ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2038 yılı Mart ve Mayıs aylarında artışlar var, ancak Haziran ayında büyük düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2039 yılı Mart ayında büyük bir artış var, ancak

Nisan ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2040 yılı Mayıs ve Haziran aylarında büyük düşüşler yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2041 yılı Şubat ve Mart aylarında büyük artışlar var, ancak Nisan ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir düşüş var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2042 yılı Nisan ayında büyük bir artış var, ancak Temmuz ayında düşüş yaşanıyor. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2043 yılı Şubat ayında büyük bir artış var, ancak Mart ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2044 yılı Mart ve Haziran aylarında büyük artışlar var, ancak Mayıs ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında büyük bir artış var. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2045 yılı Ocak, Mart ve Temmuz aylarında büyük artışlar var, ancak Mayıs ve Kasım aylarında düşüşler yaşanıyor. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2046 yılı Temmuz ayında büyük bir artış var, ancak Ocak ve Şubat aylarında düşüş yaşanıyor. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2047 yılı Temmuz ayında büyük bir düşüş var, ancak Mart ve Mayıs aylarında artışlar yaşanıyor. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. 2048 yılı Mayıs ve Temmuz aylarında büyük artışlar var, ancak Haziran ayında düşüş yaşanıyor. Sonbahar aylarında dalgalanmalar devam ediyor. Bu verilere dayanarak, her yıl için yağış anomalisinde önemli dalgalanmaların olduğunu görebiliriz. İklim modelleri, gelecekteki yağış desenlerini tahmin etmekte önemli bir araç olabilir, ancak bu modellerin karmaşıklığı ve belirsizlikleri dikkate almak önemlidir. 2049 yılında Ocak ayında artış var, ancak Şubat ayında ciddi bir düşüş yaşanıyor. Mart, Nisan, ve Mayıs aylarında da düşüşler devam ediyor. Ancak Ekim ayında büyük bir artış var, sonbaharda yağışlar normale dönüyor gibi görünüyor. 2050 yılı Ocak ayında büyük bir düşüş var, ancak Mart ayında artış yeniden başlıyor. Nisan ayında ciddi bir artış var, Temmuz ayında ise nispeten ılımlı bir artış var. 2051 yılı Mart ayında beklenmedik bir artış var, ancak Nisan ayında düşüş yaşanıyor. Haziran ve Temmuz aylarında da artışlar devam ediyor. 2052 yılı Temmuz ayında beklenmedik bir artış var, ancak Eylül ayında büyük bir düşüş var. 2053 yılı Şubat ayında büyük bir artış var, ancak Haziran ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında tekrar artış var. 2054 yılı Ocak ayında büyük bir artış var, ancak Şubat ayında düşüş yaşanıyor. Sonbaharda yağışlar nispeten dengeli görünüyor. 2055 yılı Mart ayında beklenmedik bir artış var, ancak Haziran ayında düşüş yaşanıyor. Eylül ayında yeniden artış var. 2056 yılı Mart ayında

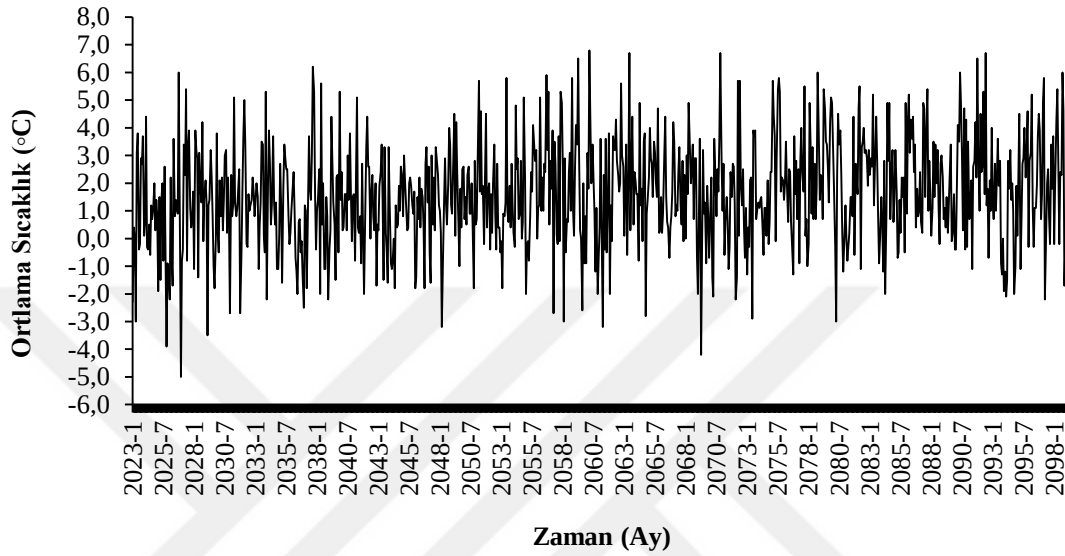
beklenmedik bir artış var, ancak Haziran ayında ciddi bir düşüş yaşanıyor. Eylül ayında büyük bir artış var. 2057 yılı Mart ve Temmuz aylarında beklenmedik artışlar var. Eylül ayında büyük bir düşüş var. 2058 yılı Mart ayında büyük bir artış var, ancak Temmuz ayında düşüş yaşanıyor. Eylül ayında tekrar artış var. 2059 yılı Temmuz ayında beklenmedik bir düşüş var, sonbahar aylarında artış devam ediyor. 2060 yılı Şubat ayında beklenmedik bir artış var, ancak Mart ayında ciddi bir düşüş yaşanıyor. Haziran ayında tekrar artış var. 2061 yılı Mart ayında beklenmedik bir düşüş var, ancak Haziran ayında artış var. Sonbaharda dalgalanmalar devam ediyor. 2062 yılı Ağustos ayında beklenmedik bir artış var, ancak Kasım ayında büyük bir düşüş yaşanıyor. 2063 yılı Ocak ayında büyük bir artış var, ancak Nisan ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında tekrar artış var. 2064 yılı Ocak ayında büyük bir artış var, ancak Nisan ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında tekrar düşüş var. 2065 yılı Mart ayında beklenmedik bir artış var, ancak Haziran ayında ciddi bir düşüş yaşanıyor. Eylül ayında tekrar düşüş var. 2066 yılı Temmuz ayında beklenmedik bir artış var, ancak Ekim ayında büyük bir düşüş yaşanıyor. 2067 yılı Temmuz ve Ekim aylarında beklenmedik düşüşler var, ancak sonbaharda artışlar devam ediyor. 2068 yılı Eylül ayında beklenmedik bir artış var, ancak Kasım ayında ciddi bir düşüş yaşanıyor. Aralık ayında tekrar artış var. 2069 yılı Mart ayında bir artış var, ancak Haziran ayında düşüş yaşanıyor. 2070 yılı Ocak ayında beklenmedik bir artış var, ancak Nisan ayında düşüş yaşanıyor. Temmuz ayında tekrar düşüş var. 2071 yılı Mart ayında beklenmedik bir artış var, ancak Haziran ayında düşüş yaşanıyor. Eylül ayında tekrar düşüş var. 2072 yılı Temmuz ayında beklenmedik bir artış var, ancak Ekim ayında ciddi bir düşüş yaşanıyor. 2073 yılı Ocak ve Temmuz aylarında beklenmedik artışlar var, ancak sonbaharda düşüşler devam ediyor. 2074 yılı Mart ve Mayıs aylarında beklenmedik düşüşler var, ancak sonbaharda artışlar devam ediyor. 2075 yılı Ocak ve Mart aylarında beklenmedik düşüşler var, ancak sonbaharda artışlar devam ediyor. 2076 yılı Ocak ayında beklenmedik bir düşüş var, ancak Haziran ayında artış var. Aralık ayında da büyük bir artış var. 2077 yılı Ocak ve Mart aylarında beklenmedik artışlar var, ancak sonbaharda düşüşler devam ediyor. 2078 yılı Mayıs ayında beklenmedik bir artış var, ancak Temmuz ayında ciddi bir düşüş gözlenmiştir. 2079 yılı Yağış miktarı genellikle düşüş eğilimindedir, özellikle Nisan ayında belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. 2080 yılı Ocak, Mart ve Ağustos aylarında yağışta ciddi bir düşüş gözlemlenmektedir. Mayıs ayında ise beklenmedik bir artış meydana gelmiştir. 2081 yılı Ocak ve Mayıs aylarında yağış miktarında düşüş devam etmektedir. Temmuz ayında ise belirgin bir artış vardır. 2082 yılı Haziran ayında ciddi bir düşüş yaşanırken,

Ekim ayında ani bir artış meydana gelmiştir. 2083 yılı Ocak, Nisan, Mayıs ve Kasım aylarında yağış miktarında düşüş gözlemlenmektedir. 2084 yılı Ocak ve Temmuz aylarında belirgin bir düşüş vardır. Ekim ayında ise beklenmedik bir artış yaşanmıştır. 2085 yılı Ocak, Mart, Haziran ve Temmuz aylarında yağış miktarında düşüş devam etmektedir. 2086 yılı Mart ve Mayıs aylarında belirgin bir düşüş gözlemlenirken, Temmuz ayında ani bir artış vardır. 2087 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında yağış miktarında belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. 2088 yılı Mart ve Nisan aylarında yağış miktarında düşüş devam ederken, Ekim ayında ani bir artış meydana gelmiştir. 2089 yılı Mart, Nisan ve Mayıs aylarında yağış miktarında düşüş devam etmektedir. 2090 yılı Ocak, Şubat, Nisan, Temmuz, Ağustos ve Aralık aylarında yağış miktarında belirgin bir düşüş vardır. Haziran ayında ise beklenmedik bir artış yaşanmıştır. 2091 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında yağış miktarında belirgin bir düşüş gözlemlenmektedir. 2092 yılı Mart, Mayıs, Ağustos ve Aralık aylarında yağış miktarında düşüş devam ederken, Nisan ayında ani bir artış meydana gelmiştir. 2093 yılı Mart ve Haziran aylarında yağış miktarında düşüş devam etmektedir. 2094 yılı Ocak, Mayıs, Haziran, Ağustos ve Aralık aylarında yağış miktarında belirgin bir düşüş vardır. 2095 yılı Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında yağış miktarında belirgin bir düşüş gözlemlenmektedir. 2096 yılı Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yağış miktarında belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. 2097 yılı Mart ve Haziran aylarında yağış miktarında düşüş devam ederken, Eylül ayında ani bir artış meydana gelmiştir. 2098 yılı Mart, Mayıs, Haziran ve Ekim aylarında yağış miktarında düşüş devam etmektedir.

4.5.3 MPI-ESM modeli

4.5.3.1 RCP4.5 senaryosu

MPI-ESM modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP4.5 senaryosuna göre türetilen ortalama sıcaklık anomalisi verileri Şekil 4.18’te verilmiştir.



Şekil 4.18. MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomalisi verileri.

Şekil 4.18’te 2023 Ocak, Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık düşük seviyelerde seyretmektedir. Mayıs ve Ağustos aylarında ise sıcaklık artmıştır. 2024 yılı Şubat, Nisan ve Haziran aylarında sıcaklık artmıştır. Temmuz ve Ekim aylarında ise sıcaklık düşmüştür. 2025 yılı Ocak, Mart, Nisan, Haziran ve Ekim aylarında sıcaklık düşüş gösterirken, Şubat, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında artmıştır. 2026 yılı Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Aralık aylarında sıcaklık düşerken, diğer aylarda artmıştır. 2027 yılı Mart, Haziran, Temmuz ve Ekim aylarında sıcaklık artmıştır. 2028 yılı Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ekim aylarında sıcaklık düşüş gösterirken, diğer aylarda artmıştır. 2029 yılı Şubat, Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında sıcaklık düşerken, diğer aylarda artmıştır. 2030 yılı Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında sıcaklık artmıştır. 2031 yılı Mart, Mayıs, Temmuz ve Ekim aylarında sıcaklık artmıştır. 2032 yılı Ocak, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık düşüş gösterirken, diğer aylarda artmıştır. 2033 yılı Nisan, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artmıştır. 2034 yılı Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında

sıcaklık artmıştır. 2035 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Aralık aylarında sıcaklık artmıştır. 2036 yılı Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık düşerken, diğer aylarda artmıştır. 2037 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında sıcaklık artmıştır. 2038 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Aralık aylarında sıcaklık artmıştır. 2039 yılı Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sıcaklık artmıştır. 2040 yılı Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında sıcaklık artmıştır. 2041 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında sıcaklık artmıştır. 2042 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Haziran, Ağustos ve Eylül aylarında sıcaklık artmıştır. 2043 yılı Ocak, Mart, Nisan, Haziran, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artmıştır. 2044 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında sıcaklık artmıştır. 2045 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artmıştır. 2046 yılı Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında sıcaklık artmıştır. 2047 yılı Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında sıcaklık artmıştır. 2048 yılı Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında sıcaklık artmıştır. 2049 yılı genelinde sıcaklık anomalileri pozitif yönde görünmektedir. Özellikle Mart ve Temmuz aylarında belirgin artışlar gözlemlenmektedir. 2050 yılı Ocak, Mart, Nisan ve Haziran aylarında sıcaklık artışı gözlemlenirken, Ekim ayında sıcaklık anomalisinin negatif olduğu dikkat çekmektedir. 2051 yılı Mart, Mayıs ve Ekim aylarında yüksek sıcaklık anomalileri dikkat çekmektedir. Ayrıca Mart ayında 5,7 derece gibi oldukça yüksek bir sıcaklık artışı görülmektedir. 2052 yılı Ocak ve Haziran aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Aralık ayında ise sıcaklık anomalisi negatif yönde görülmektedir. 2053 yılı Mart ve Haziran aylarında belirgin sıcaklık artışları gözlemlenirken, Eylül ayında da sıcaklık artışı devam etmektedir. 2054 yılı Mart, Nisan ve Kasım aylarında yüksek pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenmektedir. 2055 yılı Ocak ve Şubat aylarında negatif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Haziran ve Temmuz aylarında ise pozitif sıcaklık anomalileri belirgindir. 2056 yılı Mart ve Temmuz aylarında yüksek sıcaklık anomalileri görülürken, Aralık ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2057 yılı Ocak, Mayıs ve Temmuz aylarında belirgin sıcaklık artışları gözlemlenirken, Kasım ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2058 yılı Mart, Haziran ve Ağustos aylarında yüksek pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Aralık ayında negatif bir sıcaklık

anomalisi görülmektedir. 2059 yılı Mart, Nisan ve Mayıs aylarında pozitif sıcaklık anomalileri belirgindir. Ekim ayında ise negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2060 yılı Mart, Nisan ve Temmuz aylarında yüksek sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Kasım ve Aralık aylarında negatif sıcaklık anomalileri dikkat çekmektedir. 2061 yıl Mart, Temmuz ve Aralık aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Mayıs ve Kasım aylarında negatif sıcaklık anomalileri gözlemlenmektedir. 2062 yılı Mart, Nisan, Mayıs ve Ekim aylarında yüksek sıcaklık anomalileri görülürken, Aralık ayında ise negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2063 yılı Mart, Haziran ve Eylül aylarında yüksek sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Kasım ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2064 yılı Nisan, Ağustos, Ekim ve Kasım aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Mart ve Temmuz aylarında negatif sıcaklık anomalileri gözlemlenmektedir. 2065 yılı Şubat, Mart, Haziran ve Ekim aylarında yüksek sıcaklık anomalileri görülürken, Kasım ve Aralık aylarında negatif sıcaklık anomalileri dikkat çekmektedir. 2066 yılı Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Temmuz ve Ağustos aylarında negatif sıcaklık anomalileri gözlemlenmektedir. 2067 yılı Ocak, Şubat, Haziran ve Temmuz aylarında yüksek sıcaklık anomalileri görülürken, Kasım ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2068 yılı Mart, Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Aralık ayında negatif bir sıcaklık anomalisi görülmektedir. 2069 yılı Ocak, Nisan ve Haziran aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Mart, Mayıs ve Temmuz aylarında negatif sıcaklık anomalileri gözlemlenmektedir. 2070 yılı Mart, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında yüksek sıcaklık anomalileri görülürken, Şubat ve Aralık aylarında negatif sıcaklık anomalileri dikkat çekmektedir. 2071 yılı Ocak, Şubat, Mayıs, Temmuz ve Ekim aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Kasım ve Aralık aylarında negatif sıcaklık anomalileri gözlemlenmektedir. 2072 yılı Nisan ve Temmuz aylarında yüksek sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Şubat ve Kasım aylarında negatif sıcaklık anomalileri gözlemlenmektedir. 2073 yılı Mayıs, Temmuz ve Ekim aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Haziran, Ağustos ve Aralık aylarında negatif sıcaklık anomalileri gözlemlenmektedir. 2074 yılı Mart, Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında yüksek sıcaklık anomalileri görülürken, Kasım ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2075 yılı Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Temmuz aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Haziran ve Kasım aylarında negatif sıcaklık

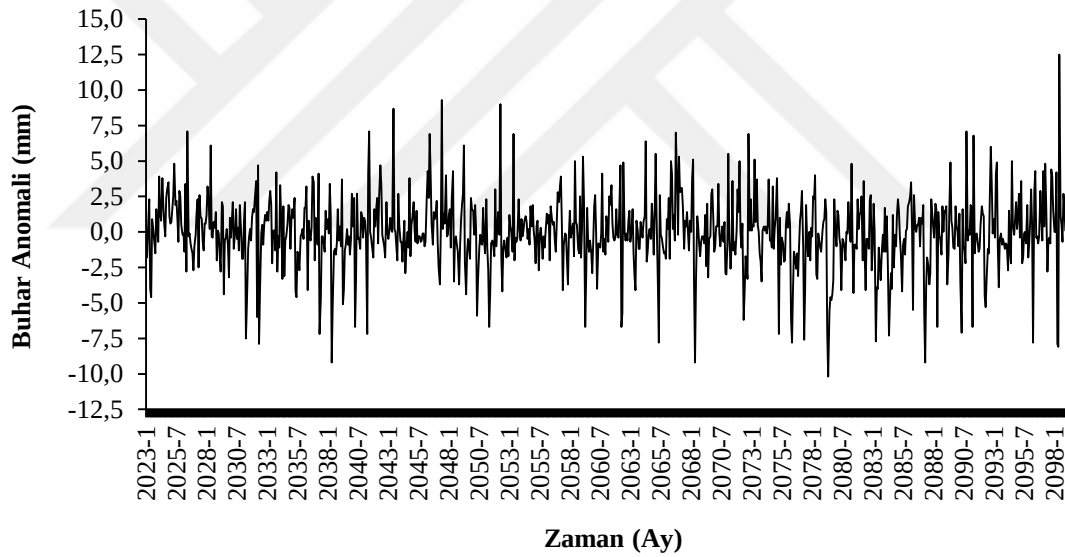
anomalileri gözlemlenmektedir. 2076 yılı Mart, Nisan ve Temmuz aylarında yüksek sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Aralık ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2077 yılı Ocak, Mart, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Aralık ayında negatif sıcaklık anomalileri gözlemlenmektedir. 2078 yılı Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, ve Temmuz aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Kasım ayında negatif bir sıcaklık anomalisi gözlemlenmektedir. 2079 yılı Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Ekim ayında belirgin bir negatif sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2080 yılı İlkbahar aylarında (Mart, Nisan) negatif anomaliler görülmektedir, özellikle Nisan ayında dikkat çeker. Haziran ve Temmuz pozitif anomaliler daha yüksektir. 2081 yılı ilk yarısında (Ocak-Haziran) sıcaklık anomalileri genellikle düşük veya negatif olup, yaz sonuna doğru pozitif değerlere çıkmaktadır. Özellikle Eylül ayında yüksek bir pozitif anomali görülmektedir. 2082 yılı Şubat ve Mart aylarında yüksek pozitif anomaliler dikkat çekmektedir. Yılın geri kalanında da genel olarak pozitif sıcaklık anomalileri hakimdir. 2083 yılı Nisan ve Temmuz aylarında yüksek pozitif anomaliler bulunmaktadır. Ancak Ekim ve Kasım aylarında negatif anomaliler görülmektedir. 2084 yılı Mart, Nisan, Haziran ve Aralık aylarında pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Ekim ayında belirgin bir negatif sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. Genel olarak yıl boyunca pozitif sıcaklık anomalileri hakimdir, özellikle Haziran ve Ağustos aylarında yüksek değerler mevcuttur. Ekim ayında da belirgin bir pozitif anomali görülmektedir. 2085 yılı Mart, Temmuz ve Ekim aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Aralık ayında negatif bir sıcaklık anomalisi görülmektedir. 2085 yıl genelinde pozitif ve negatif anomaliler arasında dalgalanmalar vardır. Aralık ayında yüksek pozitif anomali dikkat çeker. 2086 yılı Mart, Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Aralık ayında negatif bir sıcaklık anomalisi görülmektedir. 2086 Mart ve Mayıs aylarında yüksek pozitif anomaliler bulunmaktadır. Genel olarak yıl boyunca pozitif sıcaklık anomalileri hakimdir. 2087 yılı Mart, Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Temmuz ayında belirgin bir negatif sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2087 yılı Eylül ayında yüksek pozitif anomali dikkat çekmektedir. Diğer aylarda da genellikle pozitif anomaliler görülmektedir. 2088 yılı Mart, Nisan, Temmuz ve Ağustos aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Ocak ve Aralık aylarında negatif sıcaklık anomalileri görülmektedir. 2088 yılı Mart ayında yüksek pozitif anomali, diğer aylarda ise daha

ılımlı pozitif anomaliler mevcuttur. Eylül ve Kasım aylarında belirgin pozitif anomaliler görülmektedir. 2089 yıl genelinde pozitif ve negatif anomaliler arasında dalgalanmalar mevcuttur. Haziran ve Temmuz aylarında pozitif anomaliler, diğer aylarda ise daha düşük değerler bulunmaktadır. 2089: Mart, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Haziran ayında belirgin bir negatif sıcaklık anomalisi görülmektedir. 2090 yılı Mart, Nisan, Haziran ve Aralık aylarında pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Temmuz ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2090 yılı Mayıs ayında ve Eylül ayında yüksek pozitif anomaliler dikkat çeker. Genel olarak yıl boyunca pozitif ve negatif anomaliler arasında dalgalanmalar görülmektedir. 2091 yılı Mart, Temmuz, ve Ağustos aylarında pozitif sıcaklık anomalileri görülürken, Ekim ayında belirgin bir negatif sıcaklık anomalisi gözlemlenmektedir. 2091 yılı Ekim ayında yüksek pozitif anomali dikkat çekmektedir. Diğer aylarda da genellikle pozitif anomaliler hakimdir 2092 yılı Mart, Nisan, Temmuz ve Aralık aylarında pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Ekim ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2092 yılı Haziran ayında ve Mart ayında yüksek pozitif anomaliler bulunmaktadır. Diğer aylarda da genellikle pozitif anomaliler görülmektedir. 2093 yılı Mart, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Aralık ayında negatif bir sıcaklık anomalisi görülmektedir. Bu yılın genel eğilimi sıcaklıkta artıştır. 2093 yılı Yıl genelinde pozitif ve negatif anomaliler arasında dalgalanmalar mevcuttur. Nisan ayında yüksek pozitif anomali dikkat çeker. 2094 yılı Mart, Haziran ve Temmuz aylarında pozitif sıcaklık anomalileri görülürken, Ekim ayında belirgin bir negatif sıcaklık anomalisi gözlemlenmektedir. 2094 yılı İlkbahar aylarında (Nisan, Mayıs) pozitif anomaliler bulunmaktadır. Diğer aylarda ise daha düşük ve negatif anomaliler görülmektedir. 2095 yılı Mart, Nisan, Temmuz ve Ağustos aylarında pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Aralık ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. 2095 yılı Mart ve Kasım aylarında yüksek pozitif anomaliler dikkat çekmektedir. Diğer aylarda da genellikle pozitif ve negatif anomaliler arasında dalgalanmalar görülmektedir. 2096 yılı Mart, Temmuz ve Ekim aylarında pozitif sıcaklık anomalileri görülmektedir. Genel olarak, bu yıl sıcaklıkta artış eğilimindedir. 2096 yılı Ocak ve Ekim aylarında yüksek pozitif anomaliler bulunmaktadır. Genel olarak yıl boyunca pozitif sıcaklık anomalileri hakimdir. 2097 yılı Mart, Nisan ve Ağustos aylarında pozitif sıcaklık anomalileri gözlemlenirken, Ekim ayında negatif bir sıcaklık anomalisi dikkat çekmektedir. Bu yılın genel eğilimi sıcaklıkta bir artış

göstermektedir. 2097 yılı Mart ve Kasım aylarında yüksek pozitif anomaliler dikkat çekmektedir. Diğer aylarda da genellikle pozitif sıcaklık anomalileri hakimdir. 2098 yılı Ocak, Mart, Nisan, ve Haziran ayında pozitif sıcaklık anomalileri dikkat çekerken, Ekim ayında belirgin bir negatif sıcaklık anomalisi görülmektedir. Yıl genelinde sıcaklık değişkenlikleri oldukça büyük bir aralıkta seyretmektedir. 2098 yılı Eylül ve Ekim aylarında yüksek pozitif anomaliler mevcuttur. Genel olarak yıl boyunca pozitif ve negatif anomaliler arasında dalgalanmalar görülmektedir.

Bu veriler, iklim değişikliğinin gelecekte sıcaklık anomalileri üzerinde önemli bir etkisi olacağını göstermektedir. Genel olarak pozitif sıcaklık anomalilerinin artması, gelecekte daha sıcak yılların yaşanacağını işaret etmektedir.

MPI-ESM modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP4.5 senaryosuna göre türetilen buhar anomaly verileri Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19. MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu buhar anomalisi verileri.

Şekil 4.19’da 2023 yılı Mayıs ve Haziran aylarında belirgin negatif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Nisan ve Kasım aylarında pozitif anomaliler gözlenmektedir. 2024 yılı Şubat, Mayıs, Ekim ve Kasım aylarında belirgin pozitif buharlaşma anomalileri görülürken, Temmuz ayında belirgin bir negatif anomaliden bahsedilebilir. 2025 yılı Mayıs ve Haziran aylarında pozitif buharlaşma anomalileri gözlemlenirken, Temmuz ve Aralık aylarında negatif anomaliler dikkat çekmektedir. 2026 yılı Nisan ve Temmuz aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken,

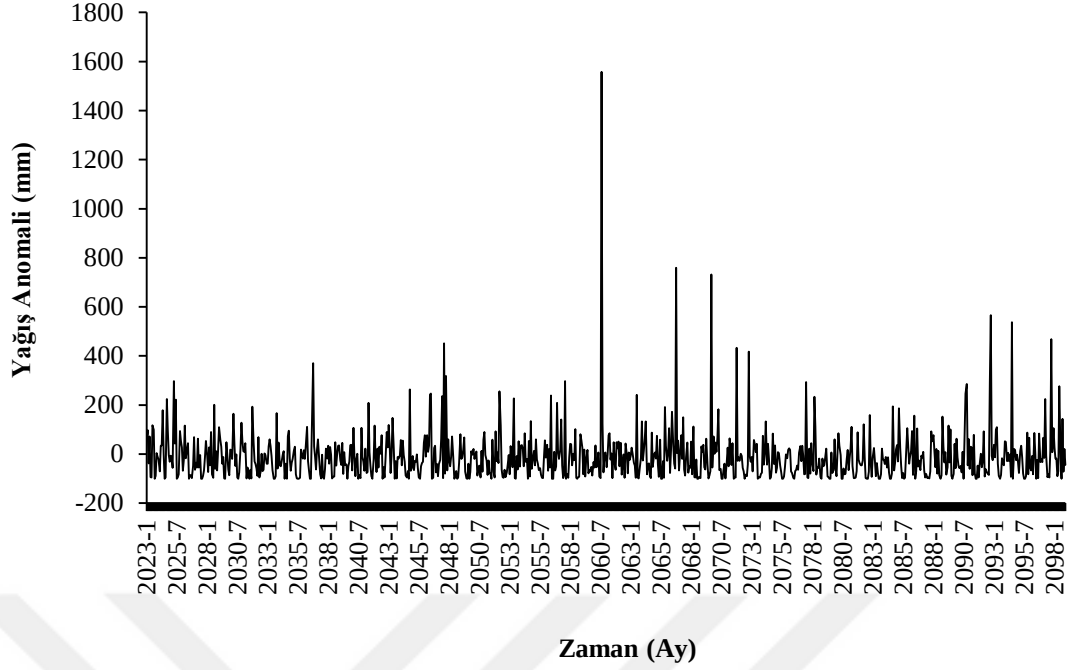
Haziran ve Aralık aylarında belirgin negatif anomaliler görülmektedir. 2027 yılı Mart, Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Mayıs ve Ekim aylarında belirgin negatif anomaliler görülmektedir. 2028 yılı Ocak, Şubat, Mayıs ve Ekim aylarında pozitif buharlaşma anomalileri gözlemlenirken, Kasım ayında belirgin bir negatif anomaliden bahsedilebilir. 2029 yılı Nisan ve Mayıs aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Haziran, Ekim ve Kasım aylarında negatif anomaliler görülmektedir. 2030 yılı Mart ve Mayıs aylarında pozitif buharlaşma anomalileri gözlenirken, Nisan ve Aralık aylarında negatif anomaliler dikkat çekmektedir. 2031 yılı Mart ve Nisan aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Mayıs ve Haziran aylarında belirgin negatif anomaliler görülmektedir. 2032 yılı Mart, Nisan, Temmuz ve Kasım aylarında pozitif buharlaşma anomalileri gözlemlenirken, Haziran ve Ekim aylarında belirgin negatif anomaliler dikkat çekmektedir. Bu veriler, buharlaşma sürecinin yıllık değişkenliklerini ve zaman içindeki trendleri anlamamıza yardımcı olabilir. İklim modelleri, bu tür değişkenlikleri inceleyerek gelecekteki iklim tahminlerini daha hassas hale getirebilir. 2033 yılı Nisan ayında belirgin bir pozitif buharlaşma anomalisi dikkat çekerken, diğer aylarda genellikle düşük seviyelerde anomaliler gözlenmektedir. 2034 yılı Şubat ve Temmuz aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Nisan ve Aralık aylarında negatif anomaliler görülmektedir. 2035 yılı Şubat, Mart ve Nisan aylarında belirgin pozitif buharlaşma anomalileri gözlenirken, Mayıs ve Haziran aylarında negatif anomaliler dikkat çekmektedir. 2036 yılı Nisan, Mayıs ve Ekim aylarında belirgin pozitif buharlaşma anomalileri gözlenirken, Aralık ayında belirgin bir negatif anomaliden bahsedilebilir. 2037 yılı Nisan ayında pozitif buharlaşma anomalisi dikkat çekerken, Haziran ve Temmuz aylarında negatif anomaliler görülmektedir. 2038 yılı Mart ve Ağustos aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Mayıs ve Haziran aylarında negatif anomaliler görülmektedir. 2039 yılı Mart, Nisan ve Temmuz aylarında belirgin pozitif buharlaşma anomalileri gözlenirken, Mayıs ve Aralık aylarında negatif anomaliler dikkat çekmektedir. 2040 yılı Ocak, Mart ve Haziran aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Nisan ve Ekim aylarında negatif anomaliler görülmektedir. 2041 yılı Ocak, Şubat, Mayıs ve Haziran aylarında pozitif buharlaşma anomalileri gözlenirken, Temmuz ve Aralık aylarında negatif anomaliler dikkat çekmektedir. 2042 yılı Mart, Nisan, Mayıs ve Kasım aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Temmuz ve Ağustos aylarında negatif anomaliler görülmektedir. 2043 yılı Mart, Haziran ve Kasım aylarında pozitif

buharlaşma anomalileri gözlenirken, Mayıs ve Ekim aylarında negatif anomaliler dikkat çekmektedir. 2044 yılı Şubat, Nisan ve Ekim aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Temmuz ve Aralık aylarında negatif anomaliler görölmektedir. 2045 yılı Ocak, Şubat ve Mayıs aylarında pozitif buharlaşma anomalileri gözlenirken, Mart ve Temmuz aylarında negatif anomaliler dikkat çekmektedir. 2046 yılı Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Ağustos ve Ekim aylarında negatif anomaliler görölmektedir. 2047 yılı Ocak, Şubat, Mayıs ve Ekim aylarında pozitif buharlaşma anomalileri gözlenirken, Mart ve Temmuz aylarında negatif anomaliler dikkat çekmektedir. 2048 yılı Ocak, Şubat ve Mayıs aylarında pozitif buharlaşma anomalileri dikkat çekerken, Haziran ve Aralık aylarında negatif anomaliler görölmektedir. Bu yıllık buharlaşma anomalileri, su döngüsündeki değişiklikleri ve iklim değişikliklerinin etkilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olabilir. 2049 yılı Nisan ve Kasım aylarında buharlaşma anomalileri artış, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında düşüş gözlenmiştir. 2050 yıl, Ocak ve Kasım aylarında hafif pozitif anomaliler görölmekte, Mayıs ve Haziran aylarında ise ciddi negatif anomaliler yaşanmaktadır. 2051 yılında, Şubat ve Kasım aylarında pozitif anomaliler gözlemlenirken, Mayıs ve Haziran aylarında belirgin negatif anomaliler bulunmaktadır. 2052 yılında Nisan ayında çok yüksek bir pozitif anomali dikkat çekerken, Mayıs ve Haziran aylarında negatif anomaliler yaşanmaktadır. 2053 yılında Mayıs ve Ekim aylarında belirgin pozitif anomaliler varken, Haziran ayında düşük bir negatif anomali mevcuttur. 2054 yılında özellikle Aralık ayında yüksek bir pozitif anomali görölmekte, Temmuz ayında ise hafif negatif anomali dikkat çekmektedir. 2055 yılı genel olarak düşük anomalilere sahipken, Haziran ayında belirgin negatif anomali bulunmaktadır. 2056 yılı Haziran ve Eylül aylarında pozitif anomaliler gözlemlenirken, Kasım ayında belirgin negatif anomali vardır. 2057 yılı, Ocak, Şubat ve Mart aylarında yüksek pozitif anomaliler gösterirken, Kasım ayında negatif bir anomali yaşanmaktadır. 2058 yılı Haziran ve Kasım aylarında yüksek pozitif anomaliler varken, Aralık ayında negatif bir anomali dikkat çekmektedir. 2059 yılı Şubat ve Mart aylarında pozitif anomaliler gözlenirken, Nisan ayında ciddi negatif anomali yaşanmaktadır. 2060 yılı Eylül ayında yüksek pozitif anomali gözlenirken, Nisan ayında belirgin negatif anomali bulunmaktadır. 2061 yılı Haziran ayında yüksek pozitif anomali, Eylül ayında ise düşük negatif anomali gözlemlenmektedir. 2062 yılı Mart ve Haziran aylarında yüksek pozitif anomaliler, Nisan ve Mayıs aylarında ciddi negatif anomaliler dikkat çekmektedir.

2063 yılı Ocak ayında hafif pozitif anomali görülürken, Mayıs ve Haziran aylarında belirgin negatif anomaliler bulunmaktadır. 2064 yılı Nisan ayında yüksek pozitif anomali, Mayıs ayında ise düşük negatif anomali dikkat çekmektedir. 2065 yılı Şubat ayında belirgin pozitif anomali gözlenirken, Mayıs ayında ciddi negatif anomali yaşanmaktadır. 2066 yılı Ekim ayında çok yüksek pozitif anomali, Mayıs ayında ise hafif negatif anomali bulunmaktadır. 2067 yılı Ocak ve Şubat aylarında yüksek pozitif anomaliler, Mayıs ayında ise düşük negatif anomali dikkat çekmektedir. 2068 yılı Şubat ve Mart aylarında yüksek pozitif anomaliler, Mayıs ayında ise ciddi negatif anomali gözlenmektedir. 2069 yılı Eylül ve Ekim aylarında pozitif anomaliler gözlenirken, Nisan ayında negatif bir anomali bulunmaktadır. 2070 yılı Nisan ayında belirgin pozitif anomali gözlenirken, Kasım ve Aralık aylarında ciddi negatif anomaliler yaşanmaktadır. 2071 yılı Şubat ve Kasım aylarında yüksek pozitif anomaliler, Mayıs ayında ise düşük negatif anomali dikkat çekmektedir. 2072 yılı Ekim ayında çok yüksek pozitif anomali, Mayıs ve Haziran aylarında ciddi negatif anomaliler bulunmaktadır. 2073 yılı Nisan ve Haziran aylarında yüksek pozitif anomaliler gözlenirken, Kasım ayında negatif bir anomali bulunmaktadır. 2074 yılı Ekim ayında belirgin pozitif anomali, Kasım ayında ise düşük negatif anomali gözlenmektedir. 2075 yılı Şubat ayında yüksek pozitif anomali, Mayıs ve Haziran aylarında ciddi negatif anomaliler bulunmaktadır. 2076 yılı Şubat ayında hafif pozitif anomali, Mayıs ayında ise ciddi negatif anomali yaşanmaktadır. 2077 yılı Temmuz ayında hafif pozitif anomali, Mayıs ayında ise belirgin negatif anomali gözlenmektedir. 2078 yılı Nisan ayında belirgin pozitif anomali, Mayıs ayında ise hafif negatif anomali bulunmaktadır. Bu dönemde genel olarak belirli aylar arasında pozitif ve negatif anomalilerin sıklığı ve yoğunluğu dikkat çekmekte olup, bu eğilimler bölgesel iklim değişiklikleri ve diğer çevresel faktörlerin etkilerini yansıtabilir. 2079 yılı, Nisan ve Mayıs aylarında yüksek negatif anomalilerle dikkat çekerken, Kasım ayında pozitif bir anomali gözlenmektedir. 2080 yılı, genel olarak düşük negatif anomalilerle dikkat çekmektedir. 2081 Nisan ayında yüksek pozitif anomali ile öne çıkmaktadır. 2082 yılı, Şubat ve Kasım aylarında pozitif anomaliler gözlemlerken, Aralık ve Haziran aylarında negatif anomaliler bulunmaktadır. 2083 yılı, özellikle Nisan ayında çok yüksek bir negatif anomali göstermektedir. 2084 yılı, Mayıs ayında belirgin bir negatif anomali ile dikkat çekmektedir. 2085 yılı, Şubat ve Aralık aylarında pozitif anomaliler gözlenirken, Haziran ve Eylül aylarında negatif anomaliler bulunmaktadır. 2086 yılı, Şubat ve Haziran aylarında pozitif anomaliler gösterirken, Mayıs ayında ciddi bir

negatif anomali gözlenmektedir. 2087 yılı, Nisan ve Mayıs aylarında yüksek negatif anomaliler göstermektedir. 2088 yılı, Ekim ayında pozitif anomali gözlemlerken, Mayıs ayında ciddi bir negatif anomali bulunmaktadır. 2089 yılı, Mayıs ve Haziran aylarında pozitif anomaliler gösterirken, Mart ve Ekim aylarında negatif anomaliler bulunmaktadır. 2090 yılı, Ekim ayında çok yüksek bir pozitif anomali göstermektedir. 2091 yılı, Mayıs ayında yüksek pozitif anomali gösterirken, Nisan ayında ciddi bir negatif anomali bulunmaktadır. 2092 yılı, Kasım ve Ekim aylarında pozitif anomaliler gösterirken, Nisan ve Mayıs aylarında negatif anomaliler bulunmaktadır. 2093 yılı, Mart ve Nisan aylarında yüksek pozitif anomaliler göstermektedir. 2094 yılı, Temmuz ayında yüksek bir pozitif anomali göstermektedir. 2095 yılı, Şubat ve Ekim aylarında pozitif anomaliler gösterirken, Mayıs ve Kasım aylarında negatif anomaliler bulunmaktadır. 2096 yılı, Şubat, Mayıs ve Kasım aylarında pozitif anomaliler gösterirken, Nisan ayında ciddi bir negatif anomali bulunmaktadır. 2097 yılı, Şubat, Ekim ve Kasım aylarında yüksek pozitif anomaliler göstermektedir. 2098 yılı, Haziran ayında çok yüksek bir pozitif anomali, Nisan ve Mayıs aylarında ciddi negatif anomaliler göstermektedir. 2098 yılı Haziran ve Mayıs çok yüksek pozitif ve negatif anomaliler gözlenmiştir. Bu dönemde genel olarak belirli aylar arasında pozitif ve negatif anomalilerin sıklığı ve yoğunluğu dikkat çekmekte olup, bu eğilimler bölgesel iklim değişiklikleri ve diğer çevresel faktörlerin etkilerini yansıtabilir.

MPI-ESM modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP4.5 senaryosuna göre türetilen yağış anomali verileri Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20. MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP4.5 senaryosu yağış anomalisi verileri.

Şekil 4.20’de 2023 yılı Mayıs ve Haziran ayında büyük negatif anomaliler gözlenmiştir. Temmuz ve Ağustos ayında pozitif anomali gözlenmiştir. Eylül ve Ekim ayında büyük negatif yağış anomalileri gözlenmiştir. 2024 yılında Mayıs ayında pozitif anomali gözlenmiştir. Temmuz ve Ağustos aylarında yağış anomalisinde düşün görülmüştür. Eylül ayında yağış anomalisindeki artış dikkat çekmektedir. 2025 yılı Nisan ayında yağış anomalisindeki yüksek artış gözlenmektedir. Temmuz-Ağustos: Büyük negatif anomaliler gözlenmiştir. 2026 yılı Mart ayında Büyük pozitif anomali gözlenmiştir. Temmuz ve Ağustos aylarında yağış anomalisindeki düşüş dikkat çekmektedir. 2027 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında yağış anomalisinde düşüş gözlenmiştir. Yıl boyunca yağış anomalisindeki düşüş gözlenmiştir. Aralık ayında yağış anomalisindeki artış dikkat çekmektedir. 2028 yılında Şubat, Haziran ve Temmuz aylarında yağış anomalisinde düşüş gözlenmekle birlikte Ağustos ayında çok fazla yağış olacağını gösteren yağış anomalisindeki artış dikkat çekmektedir. 2029 Ocak ve Şubat aylarında Pozitif anomaliler gözlenmektedir. Haziran ve Temmuz aylarında yağış anomalisinde düşük gözlenmiştir. 2030 yılı Mart ayında Büyük pozitif anomali, Temmuz-Ağustos aylarında büyük negatif anomaliler gözlenmiştir. 2031 yılında Nisan ayında, Temmuz ve Eylül aylarında büyük negatif anomali görülürken Ekim ayında Büyük pozitif anomali gözlenmiştir. 2032 yılı Mart, Mayıs ve Haziran

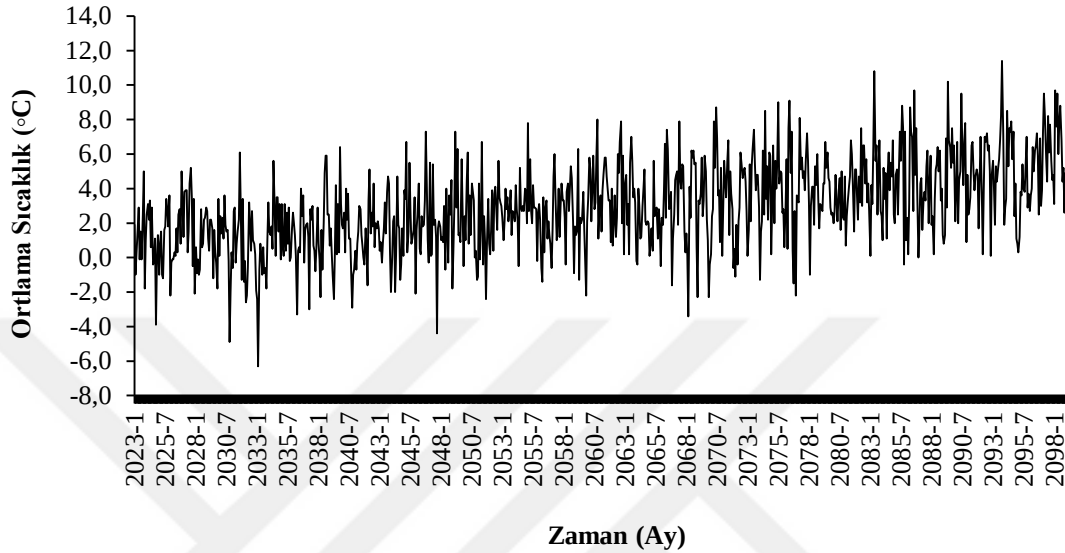
aylarında yağış anomalisinde düşme gözlenmektedir. 2033 yılındaki yağış anomalisinde dalgalanmalar gözlenmiştir. 2034 yılında yağış anomalisi düşüş trendi dikkat çekmektedir. 2035 yılı genelinde düşüş görülse de Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında büyük negatif anomaliler gözlenmiştir. 2036 yılında belli bir trend olmasa da Nisan ayında büyük pozitif anomalisi, Eylül ayında Pozitif anomali ve Ekim ayında büyük pozitif anomali verileri o dönemde olağanüstü yağış durumunu belirtmektedir. Bu tür durumlarda sel ve taşkın politikalarının önceden planlanıp uygulanması bu bağlamda taşkın barajlarının yapılması için önceden planlama yapmak önem taşımaktadır. 2037 yılı boyunca yağış anomalisinde düşüş dikkat çekmektedir. 2038 yılında Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında yağış anomalisinde düşüş dikkat çekmektedir. 2039 yılı genelinde yağış anomalisinde düş trendi görülmüştür. 2040 yılında genel olarak yağış anomalisinde düşüş gözlemlense de Şubat ve Ekim aylarında yağış anomalisinde artış dikkat çekmektedir. 2041 yılı genelinde yağış anomalisinde negatif anomaliler görülse de Mayıs ayında büyük pozitif anomali dikkat çekmiştir. 2042 yılında büyük trendler gözlenmemektedir. 2043 Ocak Mayıs ve Kasım aylarında yağışta artış gözlenmektedir. 2044 yılında yağış trendinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Ancak Ekim ayında Çok büyük pozitif anomali dikkat çekmektedir. 2045 yılı boyunca yağış anomalisinde düşme gözlenmiştir. 2046 yılında yağış anomalisinde sürekli artış olacağı hatta Haziran ve Temmuz aylarında çok büyük pozitif anomaliler gözlenmiştir. 2047 yılı ilk başlarında yağış anomalileri düşme gözlemlenirken Haziran, Ağustos ve Ekim aylarında çok büyük pozitif anomaliler gözlenmiştir. 2048 yılında yağış anomalilerinde ki düşme devam etmektedir. Bu veriler, gelecek yıllarda yağış miktarlarında büyük değişkenlikler yaşanacağını göstermektedir. Büyük negatif anomaliler kuraklık riskine işaret ederken, büyük pozitif anomaliler aşırı yağış ve sel risklerini artırmaktadır. Özellikle 2046 ve 2047 yıllarında gözlemlenen olağanüstü yüksek yağış miktarları, bu yılların aşırı yağış ve sel olayları açısından kritik olabileceğini göstermektedir. Bu tür dalgalanmalar, tarım, su yönetimi ve doğal afetlerle mücadele gibi alanlarda stratejik planlamaların önemini vurgulamaktadır. 2049 yılında yağış anomalisinde Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında belirgin düşüşler gözlenmiştir. 2050 yılında Ocak ayında artış var ancak Mayıs ve Haziran'da yağış anomalilerinde büyük bir düşüş var. Aralık ayında ise belirgin bir artış var. 2051 yılında Mart ayında yağış anomalisinde düşüş görülürken, Kasım ayında pozitif anomali gözlenmektedir. 2052 yılı Mart ayında büyük bir artış görülürken Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında yağış anomalisinde negatif değerler

gözlenmiştir.2053 yılı Mart ayında önemli bir düşüş gözlenmekte, ancak Mayıs ayında büyük bir artış var. 2054 yılı Mart ayında önemli bir artış var, ancak Haziran ve Temmuz aylarında yağış anomalisinde büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2055 yılı Mart ve Kasım aylarında artışlar var, ancak Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında düşüşler var. 2056 yılı Mart ve Haziran aylarında belirgin düşüşler görülürken Aralık ayında ise önemli bir artış gözlenmektedir. 2057 yılı Nisan ve Ağustos aylarında önemli artışlar gözlenmiştir. 2058 yılında Mart ve Nisan aylarında düşüşler var, ancak Kasım ayında önemli bir artış gözlenmiştir. 2059 yılın da Ocak ve Ağustos aylarında negatif anomali sözlenmiştir. 2060 yılı genelinde pozitif anomali gözlenmiştir. 2061 yılında Nisan ve Temmuz aylarında önemli bu artış devam etmektedir. 2062 yılı Temmuz ayında yağış anomalisinde önemli bir düşüş gözlenmektedir. Bu etkinin 2065 yılına kadar devam ettiği gözlenmiştir. 2066 yılı Temmuz ayında önemli pozitif anomali gözlenmiştir 2067 yılında da yağış anomalisinde artışlar dikkat çekmektedir. 2068 yılında Mart ve Mayıs aylarında büyük düşüşler gözlenmiştir. 2069-2071 yılları arasında yağış anomalisinde pozitif artış trendi gözlenmektedir. 2072 yılında Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında belirgin düşüşler var. 2073-2074 yıllarında yağış anomalisinde dalgalanmalar gözlenmiştir. 2075 yılı Mart, Haziran ve Temmuz aylarında belirgin düşüşler dikkat çekmektedir. Aynı etki 2076: Mart ve Mayıs aylarında da gözlenmiştir. 2077 yılında Temmuz ayında belirgin bir artış var. 2078 yılın Mart ve Temmuz aylarında yağış anomalisinde belirgin düşüşler gözlenmektedir. 2079 yılı Mart ayında belirgin bir artış var. 2080 yılı Mart ayında belirgin bir düşüş gözlenmektedir. 2081 yılı Nisan ve Ağustos aylarında yağış anomalisinde pozitif artışlar gözlenmektedir. 2082 yılında ise Mart ve Temmuz aylarında belirgin düşüşler gözlenmiştir. 2083-2088 yılları arasında büyük dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Bu dalgalanmalar, belirli yıllarda normalden çok daha fazla veya çok daha az yağış alınacağını göstermektedir. 2089 yılında Mart, Nisan ve Ağustos aylarında belirgin düşüşler gözlemlenirken 2090 yılı Mart ayında yağış anomalisinde belirgin bir artış gözlenmektedir. 2091-2092 yılların arasında yağış anomalisinde belirgin düşüşler gözlenmektedir.2093 yılı Temmuz ayında belirgin bir artış var. 2094- 2098 yılları arasında yağış anomalisinde düşüş trendi gözlenmiştir.

Anomaliler arasında büyük dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Bu dalgalanmalar, belirli yıllarda normalden çok daha fazla veya çok daha az yağış alınacağını göstermektedir.

4.5.3.2 RCP8.5 senaryosu

RCP8.5 senaryosu MPI-ESM modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP8.5 senaryosuna göre türetilen ortalama sıcaklık anomali verileri Şekil 4.21’de verilmiştir.



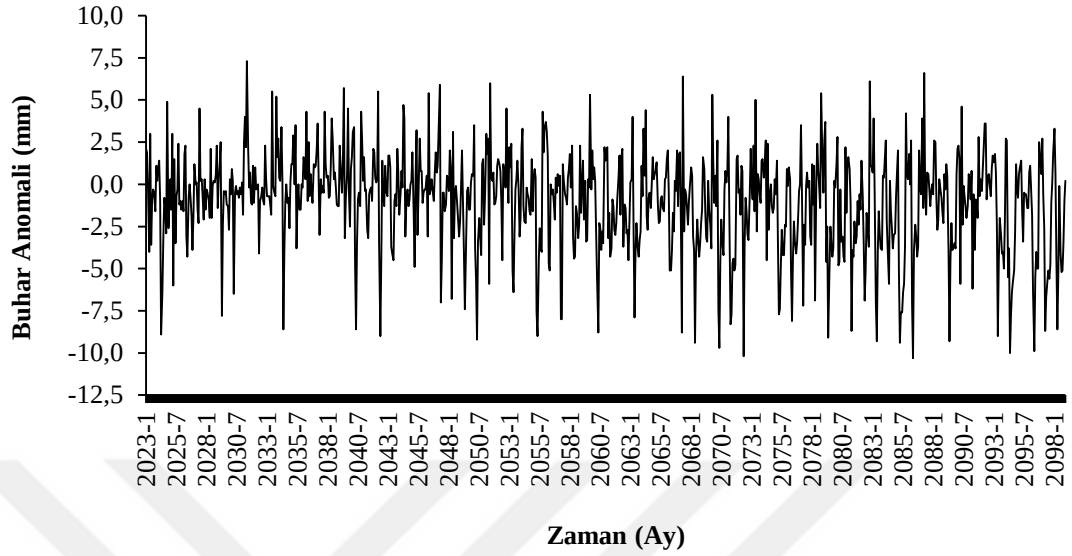
Şekil 4.21. MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu ortalama sıcaklık anomalisi verileri.

Şekil 4.21’de 2023 yılı sıcaklık anomalisi, beklenenden yüksek gözlenmektedir. 2024 yılı Ocak ve Şubat aylarında sıcaklık düşüşü yaşanmış, ancak Mart ve Nisan ayında sıcaklık anomalisi tekrar yükselme göstermiştir. 2025 yılı ilk yarıda sıcaklık düşük seviyelerdeyken, ikinci yarıda artış göstermiştir. 2026 yılında Ocak, Şubat ve Mart aylarında sıcaklık anomalisinde biraz artış görülürken, Haziran ve Temmuz aylarında bir düşüş gözlenmiştir. 2027 yılı Nisan ayından itibaren önemli bir artış gözlemlenmiştir. Yaz aylarında da sıcaklık yüksek seviyelerde olacağı gözlenmiştir. 2028 yılı Eylül ve Ekim aylarında sıcaklık anomalisinde negatif düşüş gözlenmiştir. 2029 yılı yaz aylarında sıcaklık anomalisinde bir düşüş gözlemlenmiştir. 2030 yılında yaz aylarında sıcaklık anomalisinde beklenmedik bir düşüş yaşanmış, ancak sonbahar aylarında tekrar artış gözlemlenmiştir. 2031 yılı Mart ve Nisan aylarında belirgin bir artış gözlenmiştir. 2032 yılı sıcaklık anomalisinde dalgalanmaları gösteren bir yıl olarak dikkat çekmektedir. Ocak ve Mart aylarında artışlar görülürken, sonbaharda bir düşüş gözlenmiştir. 2033 yılı Ocak ve Şubat aylarında önemli bir düşüş gözlemlenmiş, ancak yılın geri kalanında sıcaklık artış göstermiştir. 2034 yılı Mayıs ayında belirgin bir artış yaşanmış ve yaz aylarında sıcaklık anomalisi yüksek seviyelerde gözlemlenmiştir.

2035 yılı Ocak ayında sıcaklıkta artış gözlenmiş, ancak Mart ayında bir düşüş dikkat çekmektedir. 2036 yılı Mart ayından itibaren sıcaklıkta bir düşüş yaşanmış, ancak yaz aylarında bir miktar artış gözlenmiştir. 2037 yılı Mayıs ayından itibaren artan bir sıcaklık eğilimi gözlemlenmiştir. Yaz aylarında önemli bir artış dikkat çekmektedir. 2038 yılı Özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklıkta önemli bir artış gözlenmiştir. 2039 yılı Mart ayında bir düşüş yaşanmış, ancak Nisan ve Mayıs aylarında sıcaklık artış göstermiştir. 2040 yılı Mart ayından itibaren artan bir sıcaklık trendi gözlemlenmiştir. Temmuz ayında sıcaklık yüksek seviyelere ulaştığı dikkat çekmektedir. 2041 yılı Mart ayında bir düşüş yaşanmış ancak yılın geri kalanında artan bir sıcaklık eğilimi gözlemlenmiştir. 2042 Mart ayından itibaren sıcaklık artış göstermiş, özellikle Temmuz ayında önemli bir artış gözlenmiştir. 2043 yılı Şubat ve Mart aylarında sıcaklık artış göstermiş, yaz aylarında da yüksek seviyelerde seyretmiş. 2044 yılı Mart ayında bir düşüş yaşanmış ancak Mayıs ayında tekrar artış gözlenmiştir. 2045 yılı Mart ayında sıcaklık artış göstermiş ve yaz aylarında yüksek seviyelerde seyretmiş. 2046 yılı Mart ayından itibaren artan bir sıcaklık trendi gözlemlenmiştir. 2047 yılı Şubat ve Mart aylarında sıcaklık artış göstermiş ancak sonbahar aylarında bir düşüş dikkat çekmektedir. 2048-2050 yılı Mart ayından itibaren artan bir sıcaklık trendi gözlemlenmiştir. 2050 yılında Ancak Ekim ayında sıcaklıkta bir düşüş gözlenmiştir. 2051 yılı Nisan ayından itibaren artan bir sıcaklık trendi gözlenmiş ancak Eylül ayında bir düşüş yaşanmış. 2052 yılı Mart ayında artan bir sıcaklık anomalisi gözlenmiş ve yaz aylarında da yüksek sıcaklıklar devam edeceği gözlenmiştir. 2053 yılı Ocak ayından itibaren ılıman bir artış gözlenmiş ve yaz aylarında sıcaklık seviyeleri yüksek seviyelerde seyretmiş. 2054 yılı Mart ayında sıcaklıkta artış gözlenmiş, ancak Mayıs ayında bir düşüş dikkat çekmektedir. 2055 yılı Mart ayından itibaren sıcaklık artış göstermiş ve yaz aylarında yüksek seviyelerde seyretmiş. 2056 yılı Nisan ayında bir düşüş yaşanmış ancak Haziran ayında tekrar artış gözlenmiş. 2057-2058 yılı sıcaklık anomalisi artışı devam etmiş. 2059 yılı Mart ayında bir düşüş yaşanmış ancak Mayıs ayında tekrar artış gözlenmiştir. 2060 yılı Mart ayından itibaren sıcaklık artış göstermiş ve yaz aylarında da yüksek seviyelerde seyretmiş. 2061-2062 yılı Mart ayından itibaren sıcaklık anomalisi artış göstermiş ve yaz aylarında da yüksek seviyelerde seyretmiş. 2063 yılı Mart ayında bir düşüş yaşanmış ancak Haziran ayında tekrar artış gözlenmiş. Yaz aylarında sıcaklık anomali seviyeleri yüksek olduğu gözlenmiştir. 2064 yılı Mart ayından itibaren sıcaklık artış göstermiş ve yaz aylarında da yüksek seviyelerde seyretmiş. 2065 yılı Mart ayında bir düşüş yaşanmış ancak

Mayıs ayında tekrar artış gözlenmiştir. 2066 yılı Nisan ayında bir düşüş yaşanmış ancak Haziran ayında tekrar artış gözlenmiştir. 2067 yılı Mart ayından itibaren sıcaklık artış göstermiş ve yaz aylarında da yüksek seviyelerde seyretmiştir. 2068-2069 yılı sıcaklık anomalisinde artış devam etmiş ve yaz aylarında da yüksek sıcaklıklar devam etmiş. 2070 yılı Mart ayında bir düşüş yaşanmış ancak Nisan ayında tekrar artış gözlenmiştir. Yaz aylarında sıcaklık seviyeleri yüksek olduğu gözlenmiştir. 2071: Mart ayından itibaren sıcaklık artış göstermiş ve yaz aylarında da yüksek seviyelerde seyretmiştir. 2072-2081 yılları arasında sıcaklık anomalisinde artış devam etmiş ve yaz aylarında da yüksek sıcaklıklar devam ettiği gözlenmektedir. 2082 yılı yaz aylarında sıcaklık anomalisinde belirgin bir artış gösteriyor, özellikle Nisan ve Haziran aylarında. 2083 yılı Mayıs ayında beklenmedik bir artış var ve yaz aylarında yüksek sıcaklık seviyeleri devam ettiği gözlenmektedir. 2084 yılı Mayıs ayında sıcaklık anomalisinde hafif bir düşüş yaşanıyor ancak Haziran ayında tekrar artış gözleniyor. 2085 yılı yaz aylarında sıcaklık seviyeleri biraz dalgalı ancak genel olarak yüksek olduğu dikkat çekmektedir. 2086 Haziran ayında beklenmedik bir düşüş yaşanıyor ancak Temmuz ayında tekrar artış gözleniyor. 2087 yılı yaz aylarında sıcaklık seviyeleri ortalama seviyelerde seyrediyor. 2088 yılı yaz aylarında sıcaklık seviyeleri genel olarak yüksek ancak Ağustos ayında bir düşüş gözlenmektedir. 2089 yılı yaz aylarında ortalama seviyelerde seyrediyor. 2090 yılı yaz aylarında sıcaklık anomalisinde hafif bir artış var, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında belirginleşiyor. 2091 yılı yaz aylarında sıcaklık seviyeleri genel olarak yüksek, özellikle Haziran ve Temmuz aylarında. 2092 yılı yaz aylarında sıcaklık seviyeleri genel olarak yüksek, Haziran ayında belirgin bir artış var. 2093 yılı Mayıs ve Temmuz aylarında sıcaklık anomalisinde belirgin bir artış var, yaz aylarında yüksek sıcaklık seviyeleri devam ettiği gözlenmektedir. 2094 yılı Mayıs ve Temmuz aylarında sıcaklık anomalisinde belirgin bir artış gözlenmektedir. 2095 yılı Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık anomalisinde belirgin bir artış gözlenmektedir. 2096: Yaz aylarında sıcaklık seviyeleri genel olarak yüksek, Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin bir artış dikkat çekmektedir. 2097 yılı yaz aylarında sıcaklık seviyeleri genel olarak yüksek pozitif anomali göstermektedir. 2098 yılı yaz aylarında sıcaklık seviyeleri genel olarak yüksek, Haziran ve Temmuz aylarında belirgin bir artış gözlenmektedir. Genel olarak, sıcaklık verileri RCP85 senaryosuna dayanarak incelendiğinde, ortalama sıcaklık seviyelerinde artışlar ve mevsimsel dalgalanmaların artış eğiliminde olduğu gözlemleniyor.

MPI-ESM modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP8.5 senaryosuna göre türetilen buhar anomali verileri Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22. MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu buhar anomali verileri.

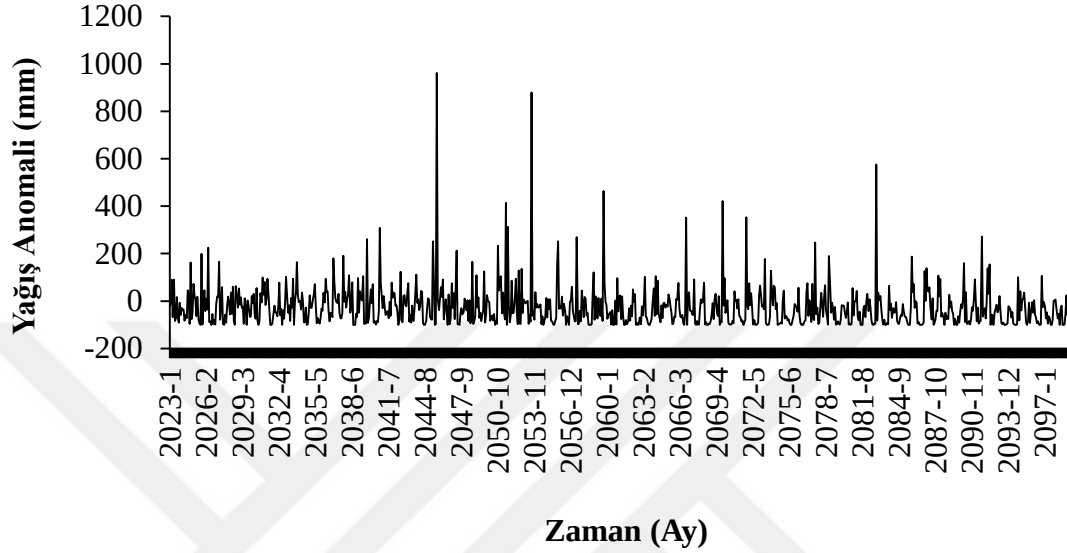
Şekil 4.22’de 2023 yılı Ocak ayında buharlaşma anomali seviyelerinde hafif bir artış var. Mart ve Nisan aylarında ani bir düşüş görülüyor, özellikle Nisan’da bu düşüş belirgin. Temmuz ve Ağustos aylarında ise buharlaşma seviyeleri nispeten istikrarlı. 2024 yılı Ocak ve Şubat aylarında hafif bir artış var. Mart ve Nisan aylarında büyük bir düşüş gözlenmektedir. 2025 yılı Mart ayında buharlaşma anomali seviyeleri belirgin şekilde düşüyor. Haziran ayında bir miktar artış var, ancak yılın geri kalanında dalgalanmalar devam ettiği gözlenmiştir. 2026 yılı Mayıs ve Haziran aylarında belirgin bir düşüş yaşanıyor. Ekim ve Kasım aylarında tekrar bir düşüş var. 2027 yılı Nisan ayında belirgin bir artış var. Haziran ayında da artış devam ediyor. 2028 yılı Mart ve Mayıs aylarında hafif bir artış var. Ekim ve Kasım aylarında tekrar bir düşüş var. 2029 yılı Nisan ayında buharlaşma anomalisinde belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2030 yılı Mart ve Mayıs aylarında buharlaşma seviyelerinde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2031 yılı Nisan ve Mayıs aylarında buharlaşma anomalisinde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Ekim ayında yeniden bir artış görülüyor. 2032 yılı Haziran ayında belirgin bir düşüş yaşanıyor. Kasım ayında ise yeniden bir artış var. 2033 yılında Haziran ayında belirgin bir artış, Ekim ayında tekrar bir düşüş ve Aralık ayında ise artış gözlenmiştir. 2034 yılı Mart ayında buharlaşma anomalisinde belirgin bir artış var. Mayıs ve Haziran aylarında tekrar düşüş gözlenmiştir. 2035 yılı Mart

ayında belirgin bir artış var. Nisan ve Mayıs aylarında düşüş dikkat çekmektedir. 2036 yılı Mayıs ve Temmuz aylarında buharlaşma anomalisinde düşüş, Aralık ayında ise artış gözlenmiştir. 2037 yılı Mart ve Mayıs aylarında belirgin bir artış var. 2038 yılı Mayıs ve Ağustos aylarında düşüş gözlemlenirken Aralık ayında ise artış dikkat çekmektedir. 2039 yılı buharlaşma anomalisinde Ocak ayında belirgin bir artış, Mart ve Haziran aylarında düşüş gözlenmektedir. 2040 yılında Ocak ayında belirgin bir artış var. Nisan ayında düşüş yaşanıyor. 2041-2049 yılları arasında buharlaşma anomalisinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Ancak 2049 yılında Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında art arda büyük düşüşler dikkat çekmektedir. 2050 yılı Şubat ayında belirgin bir artış gözlemleniyor. Mart ayında büyük bir düşüş var. 2051-2052 yıllarında buharlaşma anomalisinde dalgalanmalar gözlenmiştir. 2052 yılı Haziran ayında belirgin bir artış var. Temmuz ayında artış devam ediyor. Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında azalmalar gözlenmektedir. 2053 yılı Mayıs ve Haziran aylarında azalmalar devam ediyor. 2054 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında azalmalar yaşanıyor. Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında artışlar gözlemleniyor. 2055 yılı Şubat ayında buharlaşma anomalisinde artış devam ediyor. Nisan ayında belirgin bir düşüş var. Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında azalmalar gözlemleniyor. 2056 yılı Nisan ve Mayıs aylarında buharlaşma anomalisinde azalma gözlenmektedir. Ağustos ayında belirgin bir artış dikkat çekmektedir. 2057 yılı Nisan ayında artış yaşanıyor. Mayıs ayında hafif bir artış var. Haziran ayında düşüş gözlemleniyor. Ekim, Kasım ve Aralık aylarında azalmalar gözlemleniyor. 2058 yılı Mart ve Temmuz ayında ise belirgin bir artış gözlenmiştir. Ağustos ayında azalma gözlemleniyor. 2059 yılı Nisan ayından itibaren buharlaşma anomalisinde artış gözlemleniyor. Ekim ayından sonra buharlaşma anomalisinde negatiflik gözlenmiştir. 2060-2063 yıllarında dalgalanma gözüke de buharlaşma anomalisinde artış gözlenmektedir. 2064 yılında düşüşler dikkat çekse de Temmuz ayında buharlaşma anomalisinde artış gözükmemektedir. 2065 yılı 2066-2067 yıllarında genel olarak buharlaşma anomalisinde düşüş gözlenmektedir. 2068 yılında buharlaşma anomalisinde mayıs ayından sonra artış gözlenmiştir. 2069 yılı buharlaşma anomalileri Mayıs ayında artış gözlemleniyor. Eylül ayında hafif bir azalma olarak devam etmektedir. 2070-2074 yıllarında buharlaşma anomalilerinde dalgalanmalar gözlenmiştir. 2074 yılında buharlaşma anomalisinde Temmuz ayında artış gözlenirken Ekim ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2075 yılında ise buharlaşma anomalisinde Haziran ayında artış gözlenirken Ekim ayında belirgin bir düşüş dikkat çekmektedir. 2076-2080 yılında çeşitli değişimler görülmektedir. 2080

yılının Şubat ayında meydana gelmiştir, bu da bir önceki yıla göre olumlu bir değişimi temsil etmektedir. Diğer yandan, 2082 yılında Ekim ayında büyük bir artış yaşanmıştır. Bu artış, bölgedeki buharlaşma potansiyelinde mevsimsel olarak önemli bir değişimi işaret etmektedir. Ancak, bu artışın olumsuz yanı, 2083 yılında Mayıs ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2079 yılında Mart ve Haziran aylarında yağış anomalisinde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2080 yılında Şubat ayında artış görülmüş, ancak Ekim ayında yeniden düşüş gözlenmiştir. Bu dalgalanmalar, su döngüsündeki değişimlerin belirtileri olabilir. 2081 yılı Temmuz ayında azalma devam etmiş, ancak Ekim ayında artış gözlenmiştir. Bu dalgalanmalar, bölgedeki iklim değişikliği etkilerinin karmaşıklığını yansıtabilir. 2082 yılı Ekim ayında buharlaşma anomalisinde büyük bir artış gözlenmektedir ancak Aralık ayında yeniden düşüş gözlenmiştir. Bu büyük değişimler, iklim değişikliğinin etkilerinin ani ve belirgin olabileceğini gösteriyor. 2083 yılı Mayıs ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2084 yılı Mart ayında azalma devam etmiş, ancak Haziran ayında artış gözlenmiştir. 2085 yılı Mart ayında buharlaşma anomalisinde büyük bir düşüş yaşanmış, bu durum bölgedeki su kaynaklarının azalmasıyla ilgili olabilir. Ekim ayında ise artış gözlenmiştir. 2086 yılı Ocak ayında buharlaşma anomalisinde artış, ancak Nisan ayında tekrar düşüş gözlenmiştir. 2087 yılı Mayıs ayında artış yaşanmış, ancak Kasım ayında yeniden düşüş gözlenmiştir. 2088 yılı Mart ve Nisan aylarında düşüşler ancak Temmuz ayında artış gözlenmiştir. 2089 yılı Nisan ayında büyük bir düşüş yaşanmış, ancak Aralık ayında artış gözlenmiştir. Bu tür değişimler, su kaynaklarının ve tarımın gelecekteki yönetimi için riskler ve fırsatlar sunabilir. 2090 yılı Mayıs ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir, ancak yıl boyunca dalgalanmalar devam etmiştir. Ekim ayında artış yaşanmıştır. 2091 Mart ayında anomali değerlerinde artış gözlenmiştir, ancak Temmuz ayında yeniden düşüş yaşanmıştır. 2092 Nisan ayında büyük bir artış gözlenmiştir, ancak yıl boyunca dalgalanmalar devam etmiştir. Ekim ayında tekrar artış gözlenmiştir. 2093 yılında Mayıs ayında büyük bir artış yaşanmış, ancak Aralık ayında artış gözlenmiştir. 2094 yılında Mart ayında büyük bir artış yaşanmış, ancak Temmuz ayında tekrar düşüş gözlenmiştir. 2095 yılı Şubat ayında artış gözlenmiş, ancak Ekim ayında düşüş yaşanmıştır. 2096 yılı Ocak ayında artış gözlenmiştir, ancak Mayıs ayında tekrar düşüş yaşanmıştır. Bu tür dalgalanmalar, su kaynaklarının yönetimi ve tarımsal faaliyetler için riskleri ve zorlukları vurgular. 2097 yılı Ocak ayında büyük bir artış yaşanmış, ancak Temmuz ayında tekrar düşüş gözlenmiştir. 2098 yılında Mart ayında artış

gözlenmiştir, ancak Temmuz ayında tekrar düşüş yaşanmıştır. Bu dalgalanmalar, su kaynaklarının yönetimi ve tarımın gelecekteki zorluklarını yansıtır.

MPI-ESM modeli kullanılarak 2023-2098 yılları arasındaki RCP8.5 senaryosuna göre türetilen yağış anomali verileri Şekil 4.23’de verilmiştir.



Şekil 4.23. MPI-ESM modeli 2023-2098 yılları RCP8.5 senaryosu yağış anomalisi verileri.

Şekil 4.23’de 2023 yılında Mart ve Mayıs aylarında belirgin yağış artışları gözlenmiştir, ancak Nisan ve Haziran aylarında büyük düşüşler yaşanmıştır. 2024 yılında Mart ayında çok büyük bir yağış düşüşü yaşanmıştır, ancak Ekim ayında büyük bir artış gözlenmiştir. Bu tür aşırı yağış değişimleri, sel riskini artırabilir ve tarımsal faaliyetleri olumsuz etkileyebilir. 2025 yılı Mart ve Temmuz aylarında belirgin yağış artışları yaşanmıştır, ancak Ağustos ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2026 yılı Nisan ayında olağanüstü büyük bir yağış artışı yaşanmıştır, ancak Temmuz ve Ekim aylarında çok büyük düşüşler gözlenmiştir. 2027 yılı Mart ayında büyük bir yağış artışı yaşanmıştır, ancak Ağustos ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. 2028 yılı Mart ve Mayıs aylarında belirgin yağış artışları yaşanmıştır, ancak Temmuz ve Ekim aylarında büyük düşüşler gözlenmiştir. 2029 yılı Mart ve Haziran aylarında belirgin yağış düşüşleri yaşanmıştır, ancak Temmuz ayında büyük bir artış gözlenmiştir. 2030 yılı Mart ve Haziran aylarında önemli yağış düşüşleri yaşanmıştır, ancak Ekim ayında büyük bir artış gözlenmiştir. 2031 yılı Mart ayında büyük bir yağış artışı yaşanmıştır, ancak Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin düşüşler gözlenmiştir. 2032 yılı Mart ve Temmuz aylarında belirgin yağış düşüşleri yaşanmıştır, ancak Kasım ayında büyük bir

artış gözlenmiştir. 2033 yılı Mart ve Haziran aylarında önemli yağış artışları yaşanmıştır, ancak Ekim ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2034 yılı Mart ayında büyük bir yağış düşüşü yaşanmıştır, ancak Temmuz ayında büyük bir artış gözlenmiştir. 2035 yılı Mart ve Nisan aylarında önemli yağış artışları yaşanmıştır, ancak Temmuz ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2036 yılı Mart ayında büyük bir yağış artışı yaşanmıştır, ancak Temmuz ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. Bu tür ani değişiklikler, su kaynaklarının yönetimi ve tarımsal üretkenlik için riskler oluşturabilir. 2037 yılı Mart ve Mayıs aylarında belirgin yağış artışları yaşanmıştır, ancak Temmuz ve Ağustos aylarında büyük düşüşler gözlenmiştir. 2038 yılı Mart ve Haziran aylarında belirgin yağış düşüşleri yaşanmıştır, ancak Ekim ayında büyük bir artış gözlenmiştir. 2039 yılıl Mart ayında büyük bir yağış düşüşü yaşanmıştır, ancak Mayıs ve Haziran aylarında belirgin artışlar gözlenmiştir. 2040 yılı Mart ayında önemli bir yağış artışı yaşanmıştır, ancak Haziran ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2041 yılı Mart ve Mayıs aylarında belirgin yağış artışları yaşanmıştır, ancak Ekim ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2042 yılı Mart ve Temmuz aylarında önemli yağış düşüşleri yaşanmıştır, ancak Ekim ayında büyük bir artış gözlenmiştir. 2043 yılı Mart ve Haziran aylarında belirgin yağış artışları yaşanmıştır, ancak Ağustos ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2044 yılı Mart ayında önemli bir yağış artışı yaşanmıştır, ancak Haziran ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2045 yılı Nisan ve Mayıs aylarında belirgin yağış artışları yaşanmıştır, ancak Temmuz ayında büyük bir düşüş gözlenmiştir. 2046 yılı Şubat ve Kasım aylarında önemli yağış düşüşleri yaşanmıştır, ancak Nisan ayında büyük bir artış gözlenmiştir. 2047 yılı Mart ayında büyük bir yağış artışı yaşanmıştır, ancak Temmuz ve Ağustos aylarında belirgin düşüşler gözlenmiştir. 2051 yılına geldiğimizde, Haziran ayında inanılmaz derecede yüksek bir yağış anormalliği yaşanmış. Bu aylık dalgalanmalar, senaryonun ilerleyen yıllarında da devam ediyor gibi görünüyor. Bazı yıllarda, özellikle 2053 ve 2054 gibi yıllarda belirli aylarda neredeyse hiç yağış olmamış. Ancak diğer yıllarda, örneğin 2055 ve 2056'da, özellikle Mayıs ve Temmuz gibi aylarda aşırı yağışlar kaydedilmiş. 2057 yılı boyunca dalgalı bir yağış deseni görülüyor. Haziran ayında belirgin bir yağış artışı gözlenmektedir. 2058 yılı Nisan ayında yağış anomalisinde belirgin bir artışı gözlenirken, Haziran ve Temmuz aylarında neredeyse hiç yağış olmadığı yorumu yapılabilir. 2059 yılı Eylül ayında oldukça yüksek yağış anomalisi gözlenmiştir. Diğer aylarda genellikle düşük yağış anomalileri gözlenmektedir. 2060 yılı Mart ayında neredeyse hiç yağış olmazken, Kasım ayında oldukça yüksek yağışlar gözlenmektedir.

2061 yılı boyunca dalgalı bir yağış deseni gözleniyor. 2062 yılı Nisan ayında belirgin bir yağış anomalisinde artış gözlenirken, Temmuz ve Ağustos aylarında yağış anomalisinde düşüş gözlenmiştir. 2063 yılı boyunca dalgalı bir yağış deseni görülüyor. Mart ayında oldukça yüksek yağış anomalisi dikkat çekmektedir. 2064 yılı Şubat ayında belirgin bir yağış artışı yaşanırken, Eylül ayında neredeyse hiç yağış gözlenmemektedir. 2065 yılı Mart ayında oldukça yüksek yağış anomalileri dikkat çekmekteyken diğer aylarda genellikle düşük yağışlar anomalisi gözlemlenmiştir. 2066 yılı Haziran ayında belirgin bir yağış artışı yaşanırken, diğer aylarda yağış düşük seviyelerde seyrediyor. 2067 yılı Mayıs ayında belirgin bir yağış artışı var. Diğer aylarda genellikle düşük yağışlar görülüyor. 2068 yılı Mart ayında belirgin bir yağış artışı yaşanırken, Temmuz ve Ağustos aylarında neredeyse hiç yağış olmuyor. 2069 yılı Ekim ayında oldukça yüksek yağışlar var. Diğer aylarda genellikle düşük yağışlar mevcut. 2070 yılı Şubat ayında belirgin bir yağış artışı yaşanırken, Temmuz ve Ağustos aylarında neredeyse hiç yağış olmuyor. 2071 yılı Mayıs ayında belirgin bir yağış artışı yaşanırken, diğer aylarda yağış düşük seviyelerde seyrediyor. 2072 yılı Haziran ayında belirgin bir yağış artışı yaşanırken, diğer aylarda yağış düşük seviyelerde seyrediyor. 2073 yılı Mayıs ayında belirgin bir yağış artışı yaşanırken, Haziran ayında neredeyse hiç yağış olmuyor. 2074 yılı Mart ayında belirgin bir yağış artışı yaşanırken, Temmuz ve Ağustos aylarında yağış anomalilerinde düşme gözlenmiştir. 2075 yılı Mart ayında belirgin bir yağış anomalisinde artışı yaşanırken, diğer aylarda yağış düşük seviyelerde seyrediyor. 2076 yılı Nisan ayında belirgin bir yağış anomalisi artışı yaşanırken, Temmuz ve Ağustos aylarında yağış anomalisi negatif değerde olduğu gözlenmektedir. 2077 yılı Temmuz ayında belirgin bir yağış anomalisi artışı yaşanırken, diğer aylarda yağış düşük seviyelerde seyrediyor. 2078 yılı Mayıs ayında belirgin bir yağış artışı yaşanırken, Haziran ve Temmuz aylarında neredeyse hiç yağış gözlenmemektedir. 2079 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında belirgin negatif anormallikler görülüyor, bu aylarda yağışlar normalden çok daha düşük olduğu gözlenmektedir. 2080 yılı Mart ayı dışında yıl boyunca negatif yağış anormallikleri gözlenmiştir. 2081 yılı Ekim ayında anormal bir şekilde yüksek yağış anomalisi dikkat çekmektedir. 2082 yılı Ekim ayında olağanüstü yüksek bir yağış anormalliği var. Diğer aylarda negatif yağış anormallikleri gözleniyor. 2083 yılı Haziran ayında neredeyse hiç yağış olmuyor. Kasım ayında ise belirgin bir yağış artışı var. 2084 yılı Mayıs ayında anormal bir şekilde düşük yağış miktarı var. Ekim ayında negatif anormallik gözleniyor. 2085 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında yağışlar

neredeyse hiç yok. Ekim ayında anormal bir şekilde yüksek yağış miktarı var. 2086 yılı Haziran ayında neredeyse hiç yağış olmuyor. Kasım ayında belirgin bir yağış anomali artışı gözlenmektedir. 2087 yılı Mayıs ayında anormal bir şekilde düşük yağış miktarı var. 2088 yılı Temmuz ayında yağışlar neredeyse hiç yok. Ekim ayında anormal bir şekilde yüksek yağış anomali dikkat çekiyor. 2089 yılı Mayıs ayında anormal bir şekilde düşük yağış miktarı var. 2090 yılı Mart ayında anormal bir şekilde yüksek yağış anomali gözlenmektedir. 2091 yılında Eylül ayında anormal bir şekilde yüksek yağış miktarı var. 2092 yılı Mayıs ayında anormal bir şekilde yüksek yağış anomali gözlenmektedir. 2093 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında yağışlar neredeyse hiç yok. Ekim ayında negatif anormallik gözleniyor. 2094 yılı Ekim ayında negatif anormallik gözleniyor. 2095 yılı Temmuz ayında yağışlar neredeyse hiç yok. 2096 yılı Ekim ayında anormal bir şekilde yüksek yağış anomali gözlenmektedir. 2097 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında yağışlar neredeyse hiç yok. 2098 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında yağışlar neredeyse hiç yok. Ekim ayında negatif anormallik gözleniyor.

5. SONUÇ

MGM tarafından elde edilen 2010-2023 yılları arasındaki yağış verileri SPI İndisi kullanılarak kuraklık analizi yapılmış ve sonuç olarak İhlara bölgesinin bazı yıllarda genel olarak orta derecede kurak değerlendirildiği görülmüştür.

Kuraklık analizinde 6 aylık zaman dilimindeki değişimlerin yüzey sularına etkisinin analiz değerleriyle DSI'den alınan 2010-2022 yılları arasındaki debi miktarı 2013 yılı mart ayı haricinde örtüşmektedir. Bu örtüşme bize yapılan kuraklık analizindeki orta derece kuraklık değerlendirmesinin dikkate alınması gerektiğini göstermiştir.

2023 yılında su kalitesindeki mevsimsel değişimin incelenmesi için yerinde toplam çözünmüş katı madde, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, pH ve sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Kış ve yaz aylarında su kalitesinde belirgin değişiklikler gözlenmiştir. Yaz aylarında artan sıcaklık, azalan yağış ve buna bağlı buharlaşma oranındaki artış neden olmaktadır. Bu durum, suyun tuzluluk oranı ve çözünmüş katı madde miktarında artışa yol açmaktadır. Kış dönemine kıyasla yaz döneminde suyun elektriksel iletkenliğinde düşüş gözlemlenirken, su sıcaklığında 10°C'lik bir artış kaydedilmiştir. Sıcaklık artmasına rağmen elektriksel iletkenliğin azalması, çözünmüş iyonların kompozisyonundaki değişikliklerden kaynaklanabilir. Bu veri bize tarımsal ilaçlama da kullanılan ilaçlar ve sulama sisteminin kontrol edilmesi gerektiğini göstermektedir. Kış döneminde elektriksel iletkenliğin artması ise düşük sıcaklıklar nedeniyle toprak ve kayalardan suya karışan minerallerin çözünmesinin hızlanmasından veya su kaynaklarının verimsiz kullanımından ileri gelebilir.

Yaz döneminde tuzluluk oranındaki artış, buharlaşmanın yoğunlaşması ve suyun hacminin azalmasıyla tuz konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmaktadır. Nötr bir değer olan pH 7, yaz aylarında 7'nin altına düşerek suyun daha asidik hale geldiğini göstermektedir. Bu durum, toplam çözünmüş katı madde miktarının artmasıyla örtüşmektedir. Yaz aylarında artan sıcaklık ve buharlaşma ile birlikte suyun sıcaklığında, tuzluluk oranında ve çözünmüş katı madde miktarında artış, pH değerinde düşüş ve elektriksel iletkenlikte azalma gözlemlenmesi, suyun kimyasal bileşiminde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu farklılıklar, çözünmüş iyonların kompozisyonundaki değişikliklerden kaynaklanabilir ve bu da su kalitesini ve ekosistem sağlığını önemli ölçüde etkileyebilir.

Artan küresel sıcaklıklar ve değişen yağış rejimleri, suyun sıcaklık, tuzluluk ve kimyasal bileşimi üzerinde doğrudan etkiler yapmaktadır. İklim değişikliği ile birlikte daha sık ve şiddetli kuraklıklar, yaz aylarında su kaynaklarının buharlaşma oranını artırmakta ve suyun hacminin azalmasına neden olmaktadır. Bu durum, suyun tuzluluk oranı ve çözünmüş katı madde miktarının artmasına yol açarak, suyun elektriksel iletkenliğinde değişikliklere neden olmaktadır.

Kış aylarında ise iklim değişikliği, daha değişken ve ekstrem hava koşullarına neden olabilir. Bu durum, toprak ve kayalardan suya karışan minerallerin çözünmesini hızlandırarak suyun elektriksel iletkenliğinde artışa yol açabilir. Ayrıca, iklim değişikliği nedeniyle su kaynaklarının verimsiz kullanımı, su kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. İklim değişikliği, suyun pH değerini de etkileyebilir. Yaz aylarında artan sıcaklık ve buharlaşma, suyun asidik hale gelmesine neden olabilir. Bu durum, suyun kimyasal bileşiminde ve ekosistem sağlığında önemli değişikliklere yol açabilir.

Küresel ölçekte kullanılan ve uzun vadeli çalışmalar sonucunda geliştirilen küresel iklim modelleri, geleceğe dair önemli bir aydınlatma sağlamaktadır. RCP4.5 senaryosu altında, tüm modeller genelde ortalama sıcaklıkta pozitif anomalilerin hâkim olduğunu göstermektedir. Bu durum, uzun vadede genel bir ısınma eğilimine işaret etmektedir. Ancak, bazı aylarda negatif anomaliler de gözlenmektedir, bu da kısa vadeli soğuma olaylarının olabileceğini göstermektedir.

RCP4.5 senaryosu altında yağış anomalileri modeller arasında dalgalanmalar göstermektedir ancak uzun vadeli azalışlar, kuraklık olarak yorumlanabilir. RCP8.5 senaryosunda ise tüm modellerde belirli aylarda belirgin artışlar ve azalışlar gözlemlenmektedir, ancak uzun vadeli eğilim yıllık bazda sıcaklık artışı yönündedir. Özellikle iklim değişikliğinin etkileri daha belirgin ve şiddetli olabilir.

Uzun vadeli yağış anomalilerindeki değişiklikler, iklim değişikliğinin belirtileri olabilir. Özellikle, uzun süreli eğilimlerdeki artış veya azalışlar, bölgesel veya küresel iklim değişikliklerinin bir göstergesi olabilir. Belirli dönemlerde önemli yağış dalgalanmalarının meydana geldiği RCP4.5 senaryosu altında, tüm modellerde yağış trendinde azalma gözlenmektedir. RCP8.5 senaryosunda ise tüm modellerde yağış anomalileri büyük dalgalanmalar göstermektedir, ancak süreklilik gösteren düşüş anomalisi yaz aylarında su kaynaklarının ciddi şekilde azalmasına neden olabilir.

RCP4.5 senaryosu altında, tüm modeller genel olarak, verilerde yıllık dalgalanmalar ve dönemsel trendler görülüyor. Yaz döneminde artış gösterirken kış döneminde düşüş görülmüştür. Ancak uzun vadede, bir trend izleniyor: Buharlaşma eğilimi genellikle artıyor veya düşük değerlerde seyrediyor. RCP8.5 senaryosu altında, tüm modeller genel olarak, verilerde yıllık dalgalanmalar ve dönemsel trendler görülüyor. Bazı yıllar artış gösterirken diğer yıllar düşüş yaşanıyor. Ancak uzun vadede, bir trend izleniyor: Buharlaşma eğilimi genellikle artıyor veya düşük değerlerde seyrediyor.

RCP4.5 senaryosu altında yağış anomalileri modeller arasında dalgalanmalar göstermektedir ancak uzun vadeli azalışlar, kuraklık olarak yorumlanabilir. RCP8.5 senaryosunda ise tüm modellerde belirli aylarda belirgin artışlar ve azalışlar gözlemlenmektedir, ancak uzun vadeli eğilim yıllık bazda sıcaklık artışı yönündedir. Özellikle iklim değişikliğinin etkileri daha belirgin ve şiddetli olabilir.

Yapılan analizler, tüm iklim modellerinin uzun vadede sıcaklık ve buharlaşmanın artışı ve yağışın azalması eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu durum, su rezervlerinin dolmaması ile su kaynaklarında azalma ve kuraklık riskinin artmasıyla sonuçlanabilir. Bu değişimin sadece içme suyunu etkilediği düşünülmemelidir. Artan sıcaklık ve buharlaşma, su sıcaklığını arttırarak birçok ekolojik sistemi ve suyun kimyasal bileşimini olumsuz etkileyebilir. Su kalitesindeki olumsuz değişimler toprak verimini düşürüp tarımsal üretim üzerinde negatif bir etkiye sahip olabilir. Ayrıca, yüksek sıcaklıkların insan sağlığı üzerinde de ciddi sonuçları olabilir. Suyun kalitesini ve miktarını korumak için yağmur suyu hasatı, yapay sulak alanlar ve atıksuyun arıtılarak yeniden kullanılması gibi önlemler alınabilir. Yapay sulak alanlar, doğal su döngüsünü taklit ederek suyu filtreler ve kirliliği azaltır. Bu alanlar, yağmur suyu hasatı, taşkın kontrolü ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından büyük fayda sağlar. Yapay sulak alanların oluşturulması, hem su kalitesini iyileştirir hem de ekosistem hizmetlerini artırır. Bu sistemler, suyun doğal yollarla arıtılmasını sağlayarak hem içme suyu hem de tarımsal sulama için kullanılabilir hale getirir. Yağmur suyu hasatı, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için önemli bir stratejidir. Yağmur suyu, özel olarak tasarlanmış sistemler aracılığıyla toplanarak depolanabilir ve çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Bu yöntem, su kaynaklarının korunmasına katkıda bulunur ve su kıtlığı yaşanan bölgelerde alternatif bir su kaynağı sağlar. Tarımsal sulamada kullanılabilecek yağmur suyu, suyun verimli kullanılmasını sağlar ve yer altı su kaynaklarına olan bağımlılığı azaltır. Atık suyun arıtılarak tarımsal

sulamada yeniden kullanılması, su kaynaklarının korunması açısından büyük önem taşır. Gelişmiş arıtma teknolojileri sayesinde, atık su tarımsal faaliyetlerde güvenle kullanılabilir hale gelir. Bu, hem su israfını önler hem de temiz su kaynaklarının tarımsal kullanım yerine içme suyu ve diğer hayati ihtiyaçlar için saklanması sağlar. Arıtılmış suyun tarımda kullanılması, toprak verimliliğini artırır ve bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyun sürekli olarak sağlanmasını garantiler.

Belirli dönemlerdeki artışlar ve azalmalar, iklim değişikliğinin karmaşık ve değişken doğasını vurguluyor. Yağış anomalisindeki bazı dönemlerdeki aşırı artış taşkınlara ve sellerde sebep olabilir. Taşkın barajları ve drenaj kanalları, aşırı yağış dönemlerinde suyun kontrol altına alınmasına yardımcı olur. Bu yapıların etkin bir şekilde planlanması ve yönetilmesi, taşkın riskini azaltır ve suyun daha verimli kullanılmasını sağlar. Barajlar, yağışlı dönemlerde suyu depolayarak kurak dönemlerde kullanılmak üzere saklar. Drenaj kanalları ise suyun hızlı bir şekilde tahliye edilmesini ve tarım alanlarının su altında kalmasını önler. Olabilmesi muhtemel taşkın ve sellerden korunmak için taşkın önleme barajları, drenaj kanalları gibi önlemler alınması gerekmektedir.

Su kaynaklarının yönetimi ve iklim değişikliğiyle mücadele için uygun stratejilerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bu çalışma, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki potansiyel etkilerini vurgulamaktadır. Su yönetimi politikalarında ve planlamasında, uzun vadeli su rezervlerinin korunması ve sürdürülebilir kullanımı için daha kapsamlı önlemler alınması gerekmektedir. Ayrıca, iklim değişikliği ile mücadelede daha etkili politikaların geliştirilmesi ve uygulanması önemlidir. Sonuç olarak, iklim değişikliğine uyum politikaları belirlenmeli ve su kaynaklarının verimli kullanılması, su kirliliğinin ve kalitesindeki olumsuz değişimlerin engellenmesi, mevcut sulak alanların restorasyonu veya yapay sulak alanlarının oluşturulması gibi önlemler alınmaya başlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Albayrak, M. (2017). Climate Change Adaptation Strategies in Water Management. In J. Filho, W. Leal, & U. Azeiteiro (Eds.), *Climate Change Adaptation in Africa: Fostering Resilience and Capacity to Adapt*, Springer International Publishing, 189–202.
2. Stone, P. H., Sokolov, A., Forest, C. E., Prinn, R., Sarofim, M. C., Webster, M., Paltsev, S., Schlosser, C. A., Kicklighter, D., Dutkiewicz, S., Reilly, J., Wang, C., Felzer, B., & Melillo, J. (2001). The MIT Integrated Global System Model (IGSM) Version 2: Model Description and Baseline Evaluation. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change.
3. NASA. (2018). NASA, NOAA Analyses Reveal 2018 Fourth Warmest Year in Continued Warming Trend. NASA.
4. NASA. (2019). Carbon Dioxide Fertilization Greening Earth, Study Finds. NASA.
5. Wu, H., Liu, S., & Loucks, D. P. (2008). Hydrological Effects of Climate Change in the Yellow River Basin. *Water Resources Research*, 44(7).
6. Aili, T., Linde, J., & Aich, V. (2019). Changes in Precipitation Extremes in Sweden in an Ensemble of Regional Climate Model Simulations. *Climate Dynamics*, 52(7–8), 4431–4444.
7. Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., & Palutikof, J. P. (Eds.). (2008). *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPC Secretariat.
8. Labat, D., Godderis, Y., & Probst, J.-L. (2004). Evidence for Global Runoff Increase Related to Climate Warming. *Advances in Water Resources*, 27(6), 631–642.
9. Wu, L., Zhang, X., & Liu, Z. (2008). Changes in Water Vapor Transport over the Yellow River Basin in China and Its Impact on the Hydrological Cycle. *Advances in Atmospheric Sciences*, 25(2), 282–291.
10. Kubiak, W., Hüttel, R. F., Bytnerowicz, A., & Omernik, J. M. (2020). Decline in Freshwater Resources, Increase in Salinity, and Soil Erosion: Consequences of Climate Change in the Baltic Sea Basin. In W. W. Taylor, B. Grant, & S. E. Lindberg (Eds.), *Climate Change and Environmental Science*, CRC Press, 143–158.
11. Connor, R. (2015). *The Human Right to Water in Latin America: A Theory of Access to and Protection of Water Resources*. Routledge.
12. Ostad-Ahmad-Ghorabi, H. R., Schmid, W., & Ahmadi, A. (2019). Assessment of Water Resources Vulnerability to Climate Change and Human Activities in a Transboundary Watershed. *Science of the Total Environment*, 649, 1030–1041.

- 13.DSİ 2009; SYGM 2017. Water Resources Management in Turkey. Water Resources Research, Albayrak, 2017. İklim değişikliği ve etkileri. Planlama.
- 14.Food and Agriculture Organization (FAO). (2013). AQUASTAT Main Database.
- 15.Gelda, D. S., & Marques, J. (2019). Assessing the Impact of Land Use Changes on Hydrological Response in Two Portuguese Watersheds: Potential Implications for Water Resources Management. Hydrology and Earth System Sciences, 23(3), 1393–1406.
- 16.United Nations-Water (UN-Water). (2016). World Water Development Report 2016: Water and Jobs. UNESCO.
- 17.World Health Organization (WHO). (2017). Guidelines for Drinking-Water Quality: Fourth Edition Incorporating the First Addendum. WHO., C., Hemalatha, K., Lakshmanan, E., & Karuppiyah, R. (2022). Assessment of Water Quality in an Urban Watershed, Chennai, Tamil Nadu, India. Environmental Science and Pollution Research International, 29(2), 1234–1248.
- 18.R. K. MALL, RANJEET S., AKHILESH G., G. SRINIVASANand L. S. RATHORE; Impact of Climate Change on Indian Agriculture: A Review
- 19.Kocaman, G. (2009). Küresel İklim Değişikliği ve Ormancılık. Türkiye Ormancılık Dergisi, 10
- 20.Stone, D. A., ve diğerleri. (2001). Global warming and changes in the probability of concurrent climate extremes: Insights from the 2003 summer heat wave. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(44), 16,428-16,433.
- 21.Küçükklavuz, S. (2009). Küresel ısınma ve etkileri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11(15), 66-74.
22. Rock, M., ve diğerleri. (2020). A new perspective on recent global warming: Asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature. Environmental Research Letters, 15(10), 104063.
- 23.Mandal, M., ve diğerleri. (2021). Climate Change and Its Impact on Life and Ecosystems: A Review. Current World Environment, 16(2), 266-282.
- 24.Rebecca Lindsey. (2022). Ice sheet contributions to future sea-level rise from structured expert judgment. Proceedings of the National Academy of Sciences, 119(12), e2116493119.
- 25.Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Intergovernmental Panel on Climate Change.

- 26.Samsun Tarım ve Orman İl Müdürlüğü. (2022). İklim Değişikliği ve Tarım: Samsun İli Durumu ve Beklentiler. Samsun Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Yayınları.
27. URL-1 < <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level> Erişim tarihi: 13.05.2024.
28. URL-2 < : <https://dkm.org.tr/Calisma/5e7907fb448e0f1bf4f9f7> Erişim tarihi: 13.05.2024.
29. URL-3 < : <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx?s=senaryolar> Erişim tarihi: 13.05.2024.
30. URL-4 < <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/iklimdegisikligiveturkiye> >, Erişim tarihi: 13.06.2024.
- 31.Stone, J., et al. (2001). Global Warming and Its Effects on Natural Disasters. *Journal of Natural Sciences*, 8(4), 112-125.
- 32.IPCC. (2019). Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Retrieved
- 33.Türkiye Cumhuriyeti. (2011). Climate Change Action Plan (2011-2023). Retrieved
- 34.Hassan, T., Marzi, J., Soleimani, M., & Farzad, F. (2020). The Impact of Climate Change on Water Resources: A Case Study of Urmia Lake, Iran. *Water*, 12(6), 1736.
- 35.Gleick, P. H. (2018). Water, drought, climate change, and conflict in Syria. *Weather, Climate, and Society*, 10(2), 331-340.
- 36.Gerten, D., & Rockström, J. (2019). Towards a new generation of scenarios for ecosystem services supply and demand: accounting for impacts of climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 38, 7-16.
37. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- 38.Hirabayashi, Y., Mahendran, R., Koirala, S., Konoshima, L., Yamazaki, D., Watanabe, S., ... & Kanae, S. (2020). Global flood risk under climate change. *Nature Climate Change*, 10(6), 1165-1172.
- 39.Hock, R., Bliss, A., Marzeion, B., Giesen, R. H., Hirabayashi, Y., Huss, M., ... & Wiese, D. N. (2019). GlacierMIP – A model intercomparison of global-scale

- glacier mass-balance models and projections. *Journal of Glaciology*, 65(251), 453-467.
40. Richter, K., & Behrens, J. (2019). A review of the coastal vulnerability assessment methodologies. *Science of the Total Environment*, 655, 1433-1445.
41. Oppenheimer, M., Glavovic, B. C., Hinkel, J., van de Wal, R., Magnan, A. K., Abd-Elgawad, A., ... & Deconto, R. M. (2019). Sea level rise and implications for low-lying islands, coasts and communities. In *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (pp. 279-370).
42. Fischer, L., & Gemmer, M. (2020). Vulnerability to changing water quality in the face of climate change. *Earth System Dynamics*, 11(4), 929-946.
43. Bunn, S. E., Thoms, M. C., Hamilton, S. K., Capon, S. J., & Lobegeiger, J. S. (2019). Climate change alters flow and water quality attributes in Australia. *WIREs Water*, 6(3), e1334.
44. Milman, A., Vaze, J., Teng, J., Vleeshouwer, J., Cuddy, S., Peeters, L., & Thompson, J. R. (2021). A new ensemble-based hydroclimate projection system for seasonal forecasting. *Water Resources Research*, 57(3), e2020WR028130.
45. Hadley Centre for Climate Prediction and Research. (2021). HadGEM: The Hadley Centre Global Environmental Model.
46. URL-5 < <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>
47. URL-6 < https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/editordosya/Turkiye_Iklim_Degisikligi_Altinci_Ulusal_Bildirimi
48. Demir, İ. , 2016. Küresel İklim Değişikliği ve İklim Değişikliği Çalışmaları, 21.Yüzyılda Fen ve Teknik, 3, 5, 11-17
49. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013) *Climate Change 2013, The Physical Science Basis*, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, England.
50. GFDL-ESM2M Modeli temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Türkiye için sıcaklık ve yağış projeksiyonları. (2024, April 27).
51. Max Planck Institute Earth System Model Overview. Max Planck Institute for Meteorology.
52. Taylor, Karl E., et al. "An Overview of CMIP5 and the Experiment Design." *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 93, no. 4, 2012, 485-498.
53. Gutjahr, Oliver, et al. "MPI-ESM: A New Generation of Climate Models." *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, vol. 11, no. 12, 2019, 3803-3825.

54. Schleussner, Carl-Friedrich, et al. "Differential Climate Impacts for Policy-Relevant Limits to Global Warming: The Case of 1.5 °C and 2 °C." *Earth System Dynamics*, vol. 7, no. 2, 2016, 327-351.
55. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Special Report on Emissions Scenarios*. Cambridge University Press, 2000.
56. Stocker, Thomas F. et al. "IPCC AR5: Climate Change 2013: The Physical Science Basis." Cambridge University Press, 2014.
57. Dai, A. (2011). Characteristics and trends in various forms of the Palmer Drought Severity Index (PDSI) during 1900–2008. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 116(D12).
58. McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, Vol. 17, No. 22, 179-183. American Meteorological Society.
59. Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*, 23(7), 1696-1718.
60. Hayes, M. J., Wilhite, D. A., Svoboda, M. D., & Vanyarkho, O. V. (1999). Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(3), 429-438.
61. Keyantash, J. A., & Dracup, J. A. (2002). The quantification of drought: an evaluation of drought indices. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83(8), 1167-1180.
62. Key, J.R., & Nyíri, A. (2005). A technique for measuring drought-related drought. *Journal of Hydrology*, 312(1-4), 239-252.
63. Wilhite, D.A., & Glantz, M.H. (1985). Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Water International*, 10(3), 111-120.
64. Palmer, W.C. (1965). *Meteorological Drought*. Weather Bureau Research Paper, 45(124), 1-58.
65. Boken, V. K., Cracknell, A. P., & Heathcote, R. L. (2005). *Monitoring and Predicting Agricultural Drought: A Global Study*. Oxfordshire, UK: Haworth Press.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : İlkay Latife YENİAY

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 2008-2013

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Anabilim
Dalı, 2021-2024

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Aksaray Üniversitesi/Yaz Stajı

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

1. İ. L. YENİAY, F. GÜRBÜZ, Ş. TULUN ve H. ELHATİP, 2024, Evaluating the Impact of Climate Change on the Water Regime Potential of Freshwater Resources in the Ihlara Region, 11.th International Ecology Symposium, Sinop, Turkey.