

T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ (SYİ) İLE ERGENE HAVZASI'NIN
HİDROLOJİK KURAKLIK ANALİZİ VE İKLİM ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEMANUR AKBULUT

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. SERPİL MENTEŞE

BİLECİK, 2024

10425503

T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ (SYİ) İLE ERGENE HAVZASI'NIN
HİDROLOJİK KURAKLIK ANALİZİ VE İKLİM ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEMANUR AKBULUT

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. SERPİL MENTEŞE

BİLECİK, 2024

10425503

BEYAN

Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) ile Ergene Havzası'nın Hidrolojik Kuraklık Analizi ve İklim Özellikleri adlı yüksek lisans tezi hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR		DESTEK ALINMAMIŞTIR	
		X	
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:	/.....	

Semanur AKBULUT

Tarih

.....

İmza

.....

ÖN SÖZ

“Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) ile Ergene Havzası'nın Hidrolojik Kuraklık Analizi ve İklim Özellikleri” adlı bu çalışma Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tez çalışması olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın esas amacı Ergene Havzası'nda meydana gelen hidrolojik kuraklığı tespit etmek ve iklim özelliklerini gözlemlemektir.

Bu tez çalışmasının yazılmasında çalışmamı takip eden, çalışmanın her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle katkıda bulunan, değerli zamanını ayırıp her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan ve akademik hayatıma yön verirken her daim desteğini gördüğüm çok kıymetli danışmanım Sayın Doç. Dr. Serpil MENTEŞE'ye değerli katkı ve emekleri için teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Yıllar boyunca bilgi, emek ve tecrübeleri ile beni bugünlere getiren Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Coğrafya Bölümü hocalarıma, çalışmanın yöntem kısmında yaptığı öneriler ve verdiği destek için kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Harun TUNÇEL'e ve çalışmanın yöntem kısmında yaptığı değerli katkılardan dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat KARAER'e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Son olarak bugünlere ulaşmamda emeklerinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim kıymetli aileme ve dostlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Semanur AKBULUT

2024

ÖZET

STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİ (SYİ) İLE ERGENE HAVZASI'NIN HİDROLOJİK KURAKLIK ANALİZİ VE İKLİM ÖZELLİKLERİ

Kuraklık çeşitli çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlara neden olan doğal bir afettir. Yarı kurak bir bölgede yer alan Türkiye sıklıkla kuraklık sorunuyla karşı karşıya kalmaktadır. Dolayısıyla kuraklığın zamanının, süresinin ve şiddetinin tespiti olası zararları en alt seviyeye düşürmektedir. Bu tez çalışmasında Ergene Havzası'nın iklim özellikleri ortaya konularak kuraklık tespiti yapmak amaçlanmıştır. İklim özelliklerinin tespiti için Thornthwaite iklim sınıflandırması yöntemi ile Erinç iklim sınıflandırması yöntemleri, kuraklık durumunun tespiti için ise Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) yöntemi kullanılmıştır. Havzanın genellikle yarı kurak-az nemli ve yarı nemli iklim özelliği gösterdiği anlaşılmaktadır. Çalışma kapsamında ilk olarak farklı zaman ölçeklerinde SYİ serileri ile meteorolojik kuraklık analizleri yapılmış sonrasında ise sahayı daha detaylı incelemek ve yeraltı su seviyelerindeki eksiklikleri tespit etmek için hidrolojik kuraklık analizleri yapılmıştır. Buna göre meteorolojik kuraklık analizlerinde uzun süreli kurak periyot tespit edilmemiştir. SYİ-1 değerlerinde artma eğilimi, SYİ-3 değerlerinde ise daha az artma gözlemlenmektedir. Ayrıca hidrolojik kuraklık analizlerinde ise havzanın kuzeyinde ve iç kesimlerinde bulunan Kırklareli, Edirne ve Uzunköprü istasyonlarında son yıllarda nemlilik artışı, Lüleburgaz-Tigem ve Çorlu istasyonlarında kuraklık eğilimi, havzanın güneyinde bulunan İpsala ve Malkara istasyonlarında ise kuraklık olduğu tespit edilmektedir. Son yıllarda yağışların azalması ve sonbahar-kış kuraklıklarının yaşanması kuraklıkların şiddetini artırmaktadır. Dolayısıyla araştırma sahasına özgü çalışma yapılması kuraklıkların önlenmesi veya etkisinin azaltılması için önem teşkil etmektedir. Nitekim bu çalışma Ergene Havzası'nda kuraklığın tespiti için önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Meteorolojik Kuraklık, Hidrolojik Kuraklık, Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ), İklim, Thornthwaite İklim Sınıflandırması, Ergene Havzası.

ABSTRACT

HYDROLOGICAL DROUGHT ANALYSIS AND CLIMATE CHARACTERISTICS OF ERGENE BASIN WITH STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI)

Drought is a natural disaster that causes a variety of environmental, social and economic problems. Turkey, which is located in a semi-arid region, often faces the problem of drought. Therefore, determining the time duration and severity of the drought minimizes the possible damages. In this thesis, it is aimed to determine the drought by revealing the climatic characteristics of the Ergene Basin. Thornthwaite climate classification method was used to determine climatic characteristics and Standardized Precipitation Index (SPI) method was used to determine drought status. It is understood that the basin generally shows semi-arid less humid and semi-humid climate characteristics. Within the scope of the study firstly meteorological drought analyzes were carried out with SPI series at different time scales and then hydrological drought analyzes were carried out to examine the field in more detail and to detect deficiencies in groundwater levels. Accordingly, no long-term dry period was detected in meteorological drought analyses. There is an upward trend in SPI-1 values while a smaller increase is observed in SPI-3 values. There is an upward trend in SPI-1 values while a lesser increase is observed in SPI-3 values. In addition in the hydrological drought analysis it is determined that there has been an increase in humidity in Kırklareli, Edirne and Uzunköprü stations in the north and inner parts of the basin in recent years drought tendency in Lüleburgaz-Tigem and Çorlu stations and drought in İpsala and Malkara stations in the South of the basin. In recent years the decrease in precipitation and autumn-winter droughts increase the severity of droughts. Therefore conducting research site-specific studies is important for preventing or reducing the impact of droughts. As a matter of fact this study is important for the determination of drought in the Ergene Basin.

Keywords: Meteorological Drought, Hydrological Drought, Standardized Precipitation Index (SPI), Climate, Thornthwaite Climate Classification, Ergene Basin

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
GRAFİKLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	xiii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1. Giriş.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Araştırma Soruları.....	3
1.2. Hipotez.....	4
1.3. Sınırlılıklar	4
1.4. Bilimsel Katkı.....	4
1.5. Tezin Önemi.....	5
1.6. Literatür Özeti.....	5

İKİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2. Kavramsal Çerçeve.....	9
2.1. Kuraklık	9
2.2. Kuraklık Türleri.....	9
2.3. Kuraklığı Etkileyen Faktörler.....	11
2.4. Çöl ve Çölleşme.....	11

2.5. El Nino ve La Niña Olayları.....	12
2.6. Türkiye İklimini Etkileyen Faötörler	13
2.7. Dünyada Kuraklık.....	16
2.8. Türkiye’de Kuraklık.....	18

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3. Materyal ve Yöntem.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Kuraklık İndisleri.....	20
3.2.1.1. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ).....	21
3.2.1.2. Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI).....	22
3.2.1.3. Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI).....	23
3.2.1.4. Aydeniz Metodu.....	24
3.2.2. İklim Sınıflandırmaları.....	25
3.2.2.1. Köppen İklim Sınıflandırması.....	26
3.2.2.2. De Martonne İklim Sınıflandırması.....	31
3.2.2.3. Trewartha İklim Sınıflandırması.....	32
3.2.2.4. Aydeniz İklim Sınıflandırması.....	35
3.2.2.5. Erinç İklim Sınıflandırması.....	36
3.2.2.6. Thornthwaite İklim Sınıflandırması.....	40
3.2.2.6.1. Yağış Tesirlilik İndisi.....	40
3.2.2.6.2. Sıcaklık Tesirlilik İndisi.....	40
3.2.2.6.3. Yağış Rejimine Göre Ortaya Konan İndisler.....	41
3.2.2.6.4. PE’un 3 Yaz Ayına Nisbet İndisi.....	42

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BAŞLICA COĞRAFİ ÖZELLİKLER

4. Başlıca Coğrafi Özellikler.....	44
4.1. Ergene Havzası'nın Coğrafi Konumu ve Sınırları.....	44
4.2. Jeolojik ve Topografik Özellikleri.....	45
4.3. İklim Özellikleri.....	49
4.3.1. İklimi Etkileyen Faktörler.....	49
4.3.1.1. Planeter Faktörler.....	50
4.3.1.2. Coğrafi Faktörler.....	52
4.4. Hidrografya Özellikleri.....	67
4.5. Toprak Özellikleri.....	72
4.6. Bitki Örtüsü.....	75
4.7. Beşerî ve Ekonomik Özellikler.....	76

BEŞİNCİ BÖLÜM

BULGULAR

5. Bulgular ve Tartışma.....	79
5.1. Ergene Havzası'nın İklim Özellikleri.....	79
5.2. Ergene Havzası'nda Kuraklık.....	93
5.2.1. Ergene Havzası'nda Meteorolojik Kuraklık.....	94
5.2.2. Ergene Havzası'nda Hidrolojik Kuraklık	106

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ

6. SONUÇ.....	119
KAYNAKÇA.....	121

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. İstasyon Bilgileri.....	19
Tablo 3.2. SYİ Değerlerine Göre İndis Değerleri ve Sınıflandırma.....	21
Tablo 3.3. PDSI Değerlerine Göre İndeks Değerleri ve Sınıflandırma.....	22
Tablo 3.4. PNI Değerlerine Göre İndeks Değerleri ve Sınıflandırma.....	23
Tablo 3.5. Aydeniz Metoduna Göre İndeks Değerleri ve Sınıflandırma.....	24
Tablo 3.6. Köppen İklim Sınıflandırması.....	28
Tablo 3.7. Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Dünyadaki Büyük İklim Grupları.....	30
Tablo 3.8. De Martonne İndeks Değerleri ve İklim Özelliği (1923).....	31
Tablo 3.9. De Martonne İndeks Değerleri ve İklim Özelliği (1942).....	32
Tablo 3.10. Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırması.....	33
Tablo 3.11. Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırmasında Açıklamalar.....	34
Tablo 3.12. Aydeniz İndis Değerleri ve Bunların İklim Özellikleri.....	35
Tablo 3.13. Erinç İklim Sınıflandırması.....	36
Tablo 3.14. Thornthwaite İklim Sınıflandırması (1. Harf).....	37
Tablo 3.15. Thornthwaite İklim Sınıflandırması (2. Harf).....	38
Tablo 3.16. Thornthwaite İklim Sınıflandırması (3. Harf).....	38
Tablo 3.17. Thornthwaite İklim Sınıflandırması (4. Harf).....	39
Tablo 3.18. Yağış Tesirlilik İndisi Değerleri ve Harfleri.....	40
Tablo 3.19. Sıcaklık Tesirlilik İndisi Değerleri ve Harfleri.....	40
Tablo 3.20. Yağışlı İklimler Kuraklık İndisi Değerleri ve Harfleri.....	41
Tablo 3.21. Kurak İklimler Nemlilik İndisi Değerleri ve Harfleri.....	42
Tablo 3.22. PE'un 3 Yaz Ayına Nisbet İndisi Değerleri ve Harfleri.....	42
Tablo 4.1. Ortalama Güneşlenme Süresi (saat).....	50

Tablo 4.2. İstasyonların Mevsimlik Sıcaklık (°C) Ortalaması.....	54
Tablo 4.3. İstasyonların Aylık Sıcaklık (°C) Ortalaması.....	55
Tablo 4.4. İstasyonların Aylık Yağış (mm) Ortalaması.....	62
Tablo 5.1. Edirne İstasyonu.....	80
Tablo 5.2. Edirne İstasyonu İklim Tipi.....	80
Tablo 5.3. İpsala İstasyonu.....	82
Tablo 5.4. İpsala İstasyonu İklim Tipi.....	82
Tablo 5.5. Uzunköprü İstasyonu.....	83
Tablo 5.6. Uzunköprü İstasyonu İklim Tipi.....	84
Tablo 5.7. Kırklareli İstasyonu	85
Tablo 5.8. Kırklareli İstasyonu İklim Tipi.....	86
Tablo 5.9. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu.....	87
Tablo 5.10. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu İklim Tipi.....	87
Tablo 5.11. Malkara İstasyonu.....	88
Tablo 5.12. Malkara İstasyonu İklim Tipi.....	89
Tablo 5.13. Çorlu İstasyonu.....	90
Tablo 5.14. Çorlu İstasyonu İklim Tipi.....	91
Tablo 5.15. İstasyonlara Ait Maksimum Yağış ve Ortalama Yağış Değerleri.....	92
Tablo 5.16. Erinç İklim Sınıflandırmasına Göre Ergene Havzası'nın İklim Özelliği.....	93
Tablo 5.17. İstasyonlara Ait Maksimum Yağış ve Ortalama Yağış Değerleri.....	93

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 4.1. Çalışma Alanının Lokasyon Haritası.....	44
Şekil 4.2. Çalışma Alanının Jeoloji Haritası.....	47
Şekil 4.3. Çalışma Alanının Eğim Haritası.....	48
Şekil 4.4. Çalışma Alanının Bakı Haritası.....	49
Şekil 4.5. Meriç-Ergene Havzası Akarsu Ağı Haritası.....	70
Şekil 5.1. Edirne İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü.....	94
Şekil 5.2. Uzunköprü İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	96
Şekil 5.3. İpsala İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	98
Şekil 5.4. Kırklareli İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	100
Şekil 5.5. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	101
Şekil 5.6. Malkara İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	103
Şekil 5.7. Çorlu İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	105
Şekil 5.8. Edirne İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	107
Şekil 5.9. Uzunköprü İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	108
Şekil 5.10. İpsala İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	110
Şekil 5.11. Kırklareli İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	111
Şekil 5.12. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	113
Şekil 5.13. Malkara İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	114
Şekil 5.14. Çorlu İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü	116

GRAFİKLER LİSTESİ

	Sayfa
Grafik 4.1. Çalışma Alanının 1992-2021 Yılları Arası Sıcaklık Ortalamaları.....	56
Grafik 4.2. Edirne İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması.....	56
Grafik 4.3. Çorlu İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması.....	57
Grafik 4.4. Malkara İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması.....	57
Grafik 4.5. Lüleburgaz İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması.....	58
Grafik 4.6. Kırklareli İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması.....	58
Grafik 4.7. Uzunköprü İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması.....	59
Grafik 4.8. İpsala İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması.....	59
Grafik 4.9. Çalışma Alanının 1992-2021 Yılları Arası Toplam Yağış Miktarı Ortalamaları (mm).....	63
Grafik 4.10. Edirne İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması.....	63
Grafik 4.11. Uzunköprü İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması.....	64
Grafik 4.12. İpsala İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması.....	64
Grafik 4.13. Kırklareli İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması.....	65
Grafik 4.14. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması.....	66
Grafik 4.15. Malkara İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması.....	66
Grafik 4.16. Çorlu İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması.....	67
Grafik 5.1. Edirne İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı.....	81
Grafik 5.2. İpsala İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı	83
Grafik 5.3. Uzunköprü İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı	85
Grafik 5.4. Kırklareli İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı	86
Grafik 5.5. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı	88
Grafik 5.6. Malkara İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı	90
Grafik 5.7. Çorlu İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı	91

Grafik 5.8. Edirne İstasyonu SYİ-1 Analizi.....	95
Grafik 5.9. Edirne İstasyonu SYİ-3 Analizi.....	96
Grafik 5.10. Uzunköprü İstasyonu SYİ-1 Analizi.....	97
Grafik 5.11. Uzunköprü İstasyonu SYİ-3 Analizi.....	97
Grafik 5.12. İpsala İstasyonu SYİ-1 Analizi.....	99
Grafik 5.13. İpsala İstasyonu SYİ-3 Analizi.....	99
Grafik 5.14. Kırklareli İstasyonu SYİ-1 Analizi.....	100
Grafik 5.15. Kırklareli İstasyonu SYİ-3 Analizi.....	101
Grafik 5.16. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu SYİ-1 Analizi.....	102
Grafik 5.17. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu SYİ-3 Analizi.....	102
Grafik 5.18. Malkara İstasyonu SYİ-1 Analizi.....	104
Grafik 5.19. Malkara İstasyonu SYİ-3 Analizi.....	104
Grafik 5.20. Çorlu İstasyonu SYİ-1 Analizi.....	105
Grafik 5.21. Çorlu İstasyonu SYİ-3 Analizi.....	106
Grafik 5.22. Edirne İstasyonu SYİ-12 Analizi.....	107
Grafik 5.23. Edirne İstasyonu SYİ-24 Analizi.....	108
Grafik 5.24. Uzunköprü İstasyonu SYİ-12 Analizi.....	109
Grafik 5.25. Uzunköprü İstasyonu SYİ-24 Analizi.....	109
Grafik 5.26. İpsala İstasyonu SYİ-12 Analizi.....	110
Grafik 5.27. İpsala İstasyonu SYİ-24 Analizi.....	111
Grafik 5.28. Kırklareli İstasyonu SYİ-12 Analizi.....	112
Grafik 5.29. Kırklareli İstasyonu SYİ-24 Analizi.....	112
Grafik 5.30. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu SYİ-12 Analizi.....	113
Grafik 5.31. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu SYİ-24 Analizi.....	114
Grafik 5.32. Malkara İstasyonu SYİ-12 Analizi.....	115
Grafik 5.33. Malkara İstasyonu SYİ-24 Analizi.....	115

Grafik 5.34. Çorlu İstasyonu SYİ-12 Analizi.....	116
Grafik 5.35. Çorlu İstasyonu SYİ-24 Analizi.....	117

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

°: Derece

%: Yüzde

°C: Santigrat Derece

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AKİ: Akım Kuraklık İndeksi

CH₄: Metan

cm: Santimetre

CO₂: Karbondioksit

COP: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı

cT: Kontinental Tropikal

cP: Kontinental Polar

DSİ: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

HFCs: Hidroflorokarbonlar

hPa: Hekto Pascal

ICAO: Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü

IPCC: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli

KAS: Kuzey Atlantik Salınımı

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

mm: Milimetre

mT: Maritim Tropikal

mP: Maritim Polar

N₂O: Diazot Monoksit

OMGİ: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu

UNEP: Birleşmiş Milletler Çevre Programı (BMÇP)

UNFCCC: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

WMO: Dünya Meteoroloji Örgütü

PDSI: Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi

PE: Potansiyel Evapotranspirasyon

PFCs: Perflorokarbonlar

PNI: Normalin Yüzdesi İndeksi

SDI: Akarsu Kuraklık İndisi

SF₆: Kükürt Hekzaflorür

SPEI: Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi

SPI: Standardized Precipitation Index

SYİ: Standartlaştırılmış Yağış İndisi

YSA: Yapay Sinir Ağları

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1. GİRİŞ

Yaşamın devamlılığı için su ve kaynakları oldukça önemlidir. Ancak artan nüfus, sanayinin gelişmesi, su kaynaklarının bilinçsiz tüketimi, iklim değişkenliği ve yeraltı su rezervlerindeki düşüş gibi nedenlerle su kıtlığı ve kuraklık ortaya çıkmaktadır. Özellikle yarı kurak ve kurak iklimlerde ülkelerin böyle bir sorundan daha fazla etkilenecekleri düşünülmektedir. Dolayısıyla alanların kendi içinde sahip olduğu özel durumların ve iklim özelliklerinin kuraklık üzerinde etkili olduğu söylenebilmektedir.

Bir ülkenin su potansiyeli; dünya üzerinde bulunduğu konuma, jeolojisine, bitki örtüsüne ve en önemlisi yağışa bağlıdır (Aydın vd., 2017). Dolayısıyla mevcut su potansiyelini tespit ederek buna uygun kullanımı teşvik etmek yarı kurak ve kurak bölge ülkeleri için bilhassa önemli konulardır. Çünkü yarı kurak ve kurak iklimlerin görüldüğü bölgeler iklim değişkenliği karşısında daha hassas bir konumda olup kuraklığın sonuçlarından en fazla etkileneceklerdir. Ortaya çıkan bu etkiler; ani ve çok şiddetli yağışlar, taşkınlar, sıcaklık artışları ve kuraklık olarak sıralanabilir.

Dünyada yaşamın devamlılığı üzerinde etkili olan meteorolojik faktörler iklimi oluşturan temel atmosfer özellikleridir ve coğrafi konuma göre farklılaşmaktadır. Birçok faktörün bir araya gelerek oluşturduğu iklim, çeşitli sebeplerle alansal farklılık göstermektedir. Örneğin enlem derecesine göre belirli bir alanı etkileyen basınç sistemleri, hava kütleleri, rüzgârlar, güneşlenme süreleri, buharlaşma şiddeti, nem ve sıcaklık değerlerinde farklılıklar meydana gelmektedir. Dolayısıyla bir alanda tüm faktörler incelenerek iklimsel tespit yapılması ve çeşitli afetlerin önüne geçmek için stratejik plan geliştirilmesi gerekmektedir.

Dünya, tarih boyunca farklı iklimsel süreçlerden geçmiştir. Özellikle Kuvaternerde çeşitli iklim salınımları meydana gelmiştir. Pleistosen'de meydana gelen bu salınımların yalnızca soğuma değil güçlü bir iklimsel değişim olduğu söylenebilir. Glasiyal ve interglasiyal dönemleri bir döngü halinde yaşayan dünyada, bu süreçler özellikle su kaynakları üzerinde etkili olmuş, yaşanan bu süreçler sonunda ise günümüz iklim kuşakları kendisini göstermeye başlamıştır. Holosen'den itibaren insan faaliyetleri iklim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu etki sanayi devriminden itibaren artış göstermiştir.

Dünya tarihinde sıklıkla meydana gelen iklimsel değişim günümüzde hala devam etmektedir. Özellikle antroposen olarak ifade edilen insan çağında, 18. yüzyıldan itibaren süregelen sanayi devrimi ve sonuçları ile teknolojik gelişmeler çeşitli sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunların başında gelen sera gazı artışının en büyük sebebi karbondioksit yayılımının hızlı bir şekilde artış göstermesidir. Artan sera etkisi ise beraberinde küresel iklim değişikliğini getirmektedir. İklim değişikliği; iklimin ortalama durumunda uzun yıllar süren anlamlı değişikliklerdir ve doğal iç süreçler ve dış zorlama etmenleri ile oluşabilmektedir (Türkeş, 2008). Beşerî faaliyetlerinde etkisinin olduğu iklim değişikliği, son yıllarda giderek etkisini artırmaktadır. İklim değişikliğinin sonuçlarından biri olan kuraklık ise günümüzde önemli bir çevre sorunudur.

Kuraklık aslında doğal bir iklim olayı olup yavaş bir şekilde gelişmektedir. Ancak son yıllarda küresel ölçekte sıcaklık artışları ve azalan yağışlar kuraklık olaylarının sıklığını ve şiddetini artırmaktadır. Bu çevre sorununun sık ve uzun süreli olması çeşitli çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlara neden olmaktadır. Bundan dolayı çeşitli çalışmalar yaparak kuraklık önlemleri almak hedeflenmektedir. Birçok disiplin için araştırma konusu (coğrafya, meteoroloji ve mühendislik) olan kuraklık, bir bölgede yağış eksikliğinin uzun süre devam etmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Çiçek, 1995; Du, 2013). Dünyada kuraklık ile ilgili çalışmalar 19. yüzyıl, Türkiye’de ise 20. yüzyıldan itibaren yoğunlaşmaya başlamıştır. Özellikle 2000’li yıllardan sonra bilim insanları tarafından sıklıkla araştırılan afet konularından (Öztürk ve Ünlü, 2022) birisini teşkil eden kuraklık, meteorolojik veriler aracılığıyla çeşitli yöntemlerle tespit edilmektedir. Dünyada ABD ve Çin başta olmak üzere birçok ülke tarafından küresel ısınma ve artan küresel sıcaklıklar incelenmekte, kuraklık araştırma çalışmalarına önem verilmektedir. Türkiye’de son yıllarda artan çalışmalar ile kuraklıkların süresini, büyüklüğünü, sıklığını, şiddetini tespit etmek ve önlem almak hedeflenmektedir. Ancak gelecekteki iklim görünümü açısından kuraklık özellikleri ve değişimi hakkında küresel ölçekte hala sınırlı bilgi bulunmaktadır (Ndehedehe vd., 2023). Dolayısıyla alana özgü çalışmalar yapmak bu afetten korunmak için gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı Ergene Havzası’nın hidrolojik kuraklığının tespit edilerek havzanın kuraklık durumu ve iklim özelliklerini ayrıntılı bir şekilde incelemektir. Çünkü Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından 1980, 2000 ve 2012 yıllarına ait ortalama akış değerlerine göre Türkiye akarsu havzalarında birim alanda üretilen su miktarı $246.485 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{yıl}$ iken Ergene Havzasında $100.000 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{yıl}$ ortalamanın altında kalmaktadır (Usta, 2016). Thornthwaite iklim analizine göre Türkiye havzalarının yıllık ortalama yağışlarına bakıldığında Ergene Havzası diğer havzalara göre düşük üretime (<100)

sahiptir (Usta, 2016). Ayrıca havzanın akış değerlerinin yıllık ortalama 1,33 km³ olduğu bilinmektedir (Meriç-Ergene ve Marmara Havzaları Kuraklık Yönetim Planı Hazırlanması Projesi, 2023). Dolayısıyla Türkiye’de bulunan 26 havza içinde en düşük ortalamalardan birine sahip olan Ergene Havzasında kuraklık durumunun belirlenmesi gelecek yıllar için önemlidir. Nitekim bu çalışmada Ergene Havzası’nda meydana gelen kuraklığın boyutunun tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Araştırma Soruları

Dünyada meydana gelen doğal afetler incelendiğinde ortaya çıkan afetin şiddeti, süresi, etkilediği alanın büyüklüğü, can kaybı ve ekonomik sonuçları bakımından kuraklığın önem sıralamasında en büyük doğal afetlerden biri olduğu bilinmektedir (Bryant, 2005). Bundan dolayı yarı kurak bir iklim özelliği gösteren Türkiye’de kuraklık çalışmalarının yapılması önemlidir.

İklim değişikliği; hidrolojik çevrim, su kaynakları ve kaynakların küresel yönetimi ile dağıtımını üzerinde daha fazla etkisini göstermektedir (Aktürk, 2017). Ortaya çıkan etkilerin uzun yıllar boyunca devam etmesi ise tespitini önemli kılmaktadır. Dünyanın çeşitli bölgelerinde su kaynaklarında alansal ve mekânsal değişimlerin meydana geldiği görülmektedir (Şen, 2005). Ortaya çıkan değişimlerin bir kısmı meteorolojik olayların sıklığıyla ilgiliyken diğer kısmı ise yıllar arası değişiklikler ve eğilim tipleri ile ilgilidir (Sarış, 2006). Ayrıca özellikle su kaynaklarında meydana gelen etkiler sonucunda kuraklıklar şiddetlenmekte ve çeşitli kuraklık tipleri oluşmaktadır.

Ergene Havzası, Trakya’nın en önemli tarımsal üretim alanlarına sahiptir. Bundan dolayı tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için su oldukça önem arz etmektedir. Ancak plansız sanayileşme, su kirliliği, yanlış tarım uygulamalarının yanı sıra son yıllarda Dünyayı ve Türkiye’yi etkileyen kuraklıklar Ergene Havzası’nı etkilemektedir. Bu etkinin tespitini yapmak havzada meydana gelebilecek sorunların önceden engellenmesi için önemlidir. Bundan dolayı bu çalışmada Ergene Havzası’nda meydana gelen kuraklıkları tespit etmek, bu kuraklıkların süresini ve sıklığını belirlemek amaçlanmaktadır. Çünkü su kaynaklarının doğru bir şekilde yönetiminin yapılabilmesi için kuraklık analizi yapmak su planlamalarının önemli bir bileşenidir (Yetmen, 2013a).

Kuraklık afetine sebep olan unsurlar yalnızca su eksikliği ile sınırlı olmamaktadır. İklimsel özelliklerin yanı sıra atmosferik koşullar, fiziki coğrafya faktörleri, beşerî unsurlar kuraklık sebepleri arasında gösterilebilmektedir. Özellikle Türkiye’nin coğrafi konumu

sebebiyle jeolojik, jeomorfolojik, hidrografik ve topografik koşulları incelemek önem teşkil etmektedir. Bölgesel ya da havza bazında yapılan kuraklık tespitleri, kuraklık etkilerinin azaltılmasına, kaynakların doğru bir şekilde yönetilmesine ve su taleplerinin karşılanabilmesine önemli katkıda bulunmaktadır (Aktürk, 2017). Bu sebeple çalışma alanının fiziki coğrafya özellikleri incelenerek kuraklığa etki eden faktörler tespit edilmektedir. Ayrıca iklimini tespit etmek ve kuraklık analizi ile birlikte iklim özelliklerini de incelemek hedeflenmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın yapılmasını gerektiren araştırma soruları şu şekildedir:

1. Ergene Havzası'nda hidrolojik kuraklık var mıdır?
2. Kuraklık ile yağış arasında bir ilişki var mıdır?
3. Yağış azlığı hidrolojik kuraklığa neden olur mu?
4. Tehlikeyi önlemek için ne gibi uygulamalar yapılabilir?

Araştırma soruları çerçevesinde öncelikle havzada iklim tespiti yapılmıştır. Ardından kuraklık analizi yapılmış ve bulunan sonuçlar tablo, şekil ve grafik haline getirilmiştir. Nitekim araştırma sahasında meydana gelen kuraklıkların şiddeti tespit edilmiştir.

1.2. Hipotez

Araştırma sahasında kuraklığın tespiti ile ilgili önemli bir varsayım ortaya koymak mümkündür. Buna göre hipotez, Ergene Havzası'nda kuraklık vardır şeklinde oluşturulmaktadır.

1.3. Sınırlılıklar

Araştırma sahasında bulunan 45 meteoroloji istasyonunun verileri incelendiğinde pek çoğunun eksik, yanlış (manuel ve otomatik meteoroloji gözlem istasyonları (OMGİ) karşılaştırıldığında ölçümlerin birbirlerinden oldukça farklı olması ve yılların birbirleriyle uyuşmaması vs.) veya en az 30 yıllık veri setinin bulunmaması gibi sebeplerle yalnızca 7 istasyonun verisi kullanılmıştır. Dolayısıyla bu durum araştırmanın sınırlılığını teşkil etmektedir.

1.4. Bilimsel Katkı

Canlı yaşamının devamlılığı için önem teşkil eden su kaynakları, son yıllarda azalmakta ve kuraklık şiddetini artırmaktadır. Bundan dolayı kuraklık sorunu birçok disiplinin araştırma konusudur. Bu doğrultuda coğrafi bir bakış ile kuraklığı insan ve mekân etkileşimi açısından incelemenin önemli olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla bu çalışma, kuraklığın tespiti ve canlı yaşamı üzerine etkisini ortaya çıkarması bakımından önemlidir. Türkiye'nin birçok havzasında

yapılan kuraklık araştırmalarının Ergene Havzası için SYİ yöntemi kullanılarak yapılması yağış ve kuraklık ilişkisinin ortaya konması açısından önem teşkil etmektedir.

1.5. Tezin Önemi

SYİ son yıllarda kuraklıkların tespiti için sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisidir. Kullanım kolaylığının yanında zamansal esnekliğe sahip olmasından dolayı kısa ve uzun süreli analizler yaparak çeşitli kuraklık türleri için analiz imkânı sunmaktadır. Bu tez çalışmasında SYİ metodu ile 1992-2021 yılları arasında 1 ve 3 aylık meteorolojik kuraklık analizleri ile 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hidrolojik kuraklık analizleri yapılmış ve çalışma alanının iklim özellikleri tespit edilmiştir. Kuraklık eğilimlerinin ortaya konması ve mekân ölçeğinde çeşitli yorumlar yapılabilmesine zemin hazırlayan bu araştırma, kuraklıkların şiddetini tespit etmesi ve tarımsal üretimin devamlılığına fikir verebilmesi açısından önemlidir. Havza bazında yapılan kuraklık analizinin literatüre katkı sağlayacağı ve kuraklık hakkında gerekli tedbirlerin alınması için önemli veri tabanı oluşturacağı düşünülmektedir.

1.6. Literatür Özeti

Kuraklıkla ilgili yapılan çalışmalar Yevjevich (1967) tarafından geliştirilen gidişler teorisi ile başlamıştır. Kuraklık özelliklerinin nesnel tanımını için Gidişler Kuramını öneren Yevjevich (Yevjecich, 1967), negatif gidişleri kullanarak kararlı zaman serilerindeki kuraklıkların analitik araştırılması, kararlı stokastik süreçlerin kuraklık özelliklerini tespit etmek için deneysel yaklaşım, deneysel sonuçları ile saptanmış sonuçların analizini, periyodik-stokastik süreçlerin yardımıyla gerçekleştirmiştir (Özfidaner, 2020). Türkiye’de ise kuraklıkla ilgili ilk çalışma Tanoğlu tarafından yapılmıştır. Tanoğlu bu çalışmasında Türkiye’nin kuraklık haritasını çıkarmıştır (Tanoğlu, 1943).

1940’lı yıllardan sonra kuraklık çalışmaları Türkiye’de artış göstermektedir. Özellikle küresel sıcaklık artışları ve kuraklaşma riskinin artış gösterdiği 21. Yüzyılda artarak devam eden bu çalışmalar riskin tespiti için önem teşkil etmektedir. Sıcaklık artışı, yağışların azalması ve buharlaşmanın şiddetlenmesi ile birlikte su kaynaklarının giderek tükendiği son yıllarda havza kuraklık çalışmaları önem kazanmaktadır. Çünkü havzalarda bulunan sular yaşamın devamlılığı için önemlidir. Özkan (2001), Eğirdir Gölü Havzasında meydana gelen kuraklık tehlikesinin tespiti amacıyla yaptığı çalışmasında 1975-1994 yılları arası yıllık ortalama yağış verilerini kullanmıştır. Çeşitli istatistiksel yöntemler ve eş yağış eğrili haritalar kullanılarak elde edilen bulgular tarım ve ormancılık açısından yorumlanmıştır. Yapılan bu yorumlar özellikle canlı yaşamının devamlılığı için gerekli unsurlara dikkat çekmektedir (Özkan, 2001).

Türkiye’de bulunan bazı nehirlerin sınır aşması çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir. Tartışmasız en büyük riskin olduğu Fırat ve Dicle Nehirleri (Ateş, 2016) kuraklıkların önlenmesi ve çıkabilecek çeşitli sorunların önceden tespit edilebilmesi açısından önemlidir. Özellikle Suriye ve Türkiye arası gerilimin terörizm gibi çeşitli sebepleri olmasına rağmen yaşanan su sorununun siyasi bir sonucu olarak terörizmin ortaya çıktığı söylenebilmektedir (Güner, 1997). Gülsever, Dicle Havzasında yaptığı kuraklık tespiti çalışmasında 13 meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık verileri ile 18 meteoroloji istasyonuna ait uzun dönem ortalama aylık yağış verilerini kullanmıştır. İki aşama halinde yapılan çalışmanın ilk bölümünde kurak dönemlerin yağış-sıcaklık değişimleri ve buharlaşma dikkate alınmış, Thornthwaite kuraklık indisi hesaplanmış, kuraklık riski tespit edilmiştir. İkinci bölümünde ise Geliştirilmiş Fournier Yağış İndisi ve Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndisleri kullanılarak yağışların sebep olduğu aşındırıcı güç indisleri hesaplanmıştır. Buna göre havzada kuraklık riskinin en fazla ve en az olduğu yerler tespit edilmiş, kurak dönemler belirlenmiştir (Gülsever, 2006). Yıldız ise Fırat Havzasında yaptığı kuraklık tespit çalışmasında 16 akım gözlem istasyonuna ait verileri kullanarak hidrolojik kuraklık analizi yapmıştır. Yapılan analizde hidrolojik kuraklığın tespiti için Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) yöntemini kullanmıştır. Bunun sonucunda 1990-2011 yılları arasındaki kuraklığın 1968-1989 yılları arasında kuraklıktan fazla olduğunu yani kuraklık eğiliminin artış gösterdiğini tespit etmiştir (Yıldız, 2019). Dicle ve Fırat Nehirlerinin sınır aşan bir su kaynağı olması ve kurak bölgelere akması taşıdığı önemin en büyük göstergesidir. Havzada meydana gelen kuraklıkların canlı yaşamını etkilemesinin yanı sıra gelecek yıllarda siyasi gerginliklere yol açabileceği düşünülmektedir. Bir diğer problemleri su kaynağı ise Gümüş tarafından çalışılan Asi Havzası’dır. Havzada hidrolojik kuraklık tespiti yapan Gümüş, 4 farklı akım gözlem istasyonuna ait verilerden faydalanmıştır. AKİ yöntemini kullandığı çalışmasında 1954-2005 yılları arasındaki verilerini iki periyot halinde inceleyerek nemli ve kurak dönemleri tespit etmiştir. Buna göre 1954-1979 (1. Dönem) ve 1980-2005 (2. Dönem) yılları zaman serilerinde 2. dönemde meydana gelen kuraklıkların ilk döneme göre oldukça fazla olduğunu yani havzada son yıllarda kuraklık artışlarının meydana geldiği tespit etmiştir (Gümüş, 2017).

Havza; insanları, yerleşim alanlarını, sanayi ve iletişim ağlarını, hizmet sektörünü ve rekreasyonel alanları içinde bulunduran sosyal, ekonomik ve biyofiziksel bir sistem bütünüdür (Nations, 1997). Havza alanı ise su ile sınırlandırılan sistemdir (Becerra, 1995). Su kaynakları sisteminin havza boyutu ile tanımlanması ise sistemin bir bütün halinde incelenmesini gerekli hale getirmektedir (Öztürk, 2014). Çünkü havzayı bir bütün halinde incelemek, her türlü etkiyi

ve unsuru gözlemleyerek doğru bir çıkarım yapabilmeyi olası hale getirmektedir. Havza çalışmalarından bir diğeri ise Oğuztürk tarafından Kızılırmak Havzasında yapılmıştır. Oğuztürk bu çalışmada SYİ yöntemini kullanmaktadır. 1950-2007 yılları arası yağış verileri ile SYİ analiz sonuçlarını kullanarak Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemi ile gelecek yıllara yönelik kuraklık tahminleri yapmıştır. Buna göre havzada yağış eksikliğine bağlı olarak çok sık kuraklık yaşandığı ve kuraklıkların mevsimsel farklılık göstermediğini tespit ederken (Oğuztürk, 2010); Arslan, Bilgil ve Veske ise Kızılırmak Havzasında 1973-2013 yılları arasında meydana gelen meteorolojik kuraklığı yine aynı yöntem ile incelemiştir. Buna göre havzada kurak periyot sayılarında artış olduğunu belirlemiştir (Arslan vd., 2016).

Havzalar canlı yaşamı için önemli olmakla birlikte mevsimlerin üzerinde de etki oluşturmaktadır. Örneğin Van Gölü, kıyı kuşağında kış mevsimi üzerinde ılık bir etki meydana getirmektedir (Yetmen, 2013b). Bu etkinin devamlılığı için kuraklık risk oluşturmaktadır. Yetmen (2013b), Van Gölü Havzasının kuraklığını tespit etmek amacıyla yaptığı çalışmada SYİ yöntemini kullanmıştır. 1975-2008 yılları arasında toplam kuraklık olasılığını (% 45) tespit etmiştir. Ayrıca kurak dönemlerin Kuzey Atlantik Salınımı (KAS) indeksleriyle ilgisi Pearson Korelasyon Katsayısıyla belirlenmiştir. Buna göre 3 aylık SYİ değerleri ile aynı ayları kapsayan KAS mevsimlik indeksi arasında negatif ilişki katsayıları bulmuştur (Yetmen, 2013b). Özfidaner, Şapolyo ve Topaloğlu ise Seyhan Havzasında hidrolojik kuraklık tespiti için yaptıkları çalışmada aylık ortalama akım değerlerini kullanarak Akarsu Kuraklık İndisi (SDI) analizi yapmışlardır. İki farklı istasyondan 1967-2007 yılları arasında aylık toplam akım verileri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise 2000 yılından sonra kuraklık değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir (Özfidaner vd., 2018). Akın, Tuz Gölü Havzasında meydana gelen kuraklıkların zamansal ve alansal karakteristiklerini ortaya koymak için yaptığı çalışmada 1975-2016 yılları sıcaklık ve yağış verilerini kullanmıştır. De Martonne Kuraklık İndisi, Erinç Yağış Etkinliği İndisi, Thornthwaite İklim Sınıflandırması metotlarını kullandığı çalışmada son yıllarda sıcaklıkların artış gösterirken yağışların ise azalma eğilimi gösterdiğini bundan dolayı kuraklık şiddetinde artma olabileceğini tespit etmiştir (Akın, 2019). Kumanlıoğlu ve Fıstıkoğlu, Yukarı Gediz Havzasında meydana gelen meteorolojik kuraklığı tespit etmek için yaptıkları çalışmada SYİ yöntemini kullanmışlardır. 1960-2017 yılları arasında ölçülen yağış değerleri ile yaptıkları analizde kış kuraklıklarına dikkat çekerek son dönemde kuraklıkların şiddet ve sürelerinin artış gösterdiğini tespit etmişlerdir (Kumanlıoğlu ve Fıstıkoğlu, 2019). Ilgar ise kış kuraklıklarına Çanakkale’de yaptığı kuraklık çalışmasında değinmektedir. SYİ yöntemini kullanarak 1929-2007 yılları arasını inceleyen Ilgar, çalışma alanında kış mevsimi

kuraklıklarına dikkat çekmekte ve yıllık kuraklık koşullarında da artış olduğunu belirlemektedir (İlgar, 2010). Bakanoğulları, İstanbul Damlıca Deresi Havzasında kuraklık şiddetini tespit etmek amacıyla yaptığı çalışmada 1982-2006 yılları arası verileri kullanarak Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEİ) ve SYİ yöntemlerini kullanmıştır. Buna göre iki farklı indisin analiz sonuçlarını karşılaştırmış ve ortaya çıkan farklılıkları tespit ederek kurak geçen yılları belirtmiştir (Bakanoğulları, 2020). Kale, Akarçay Kapalı Havzası'nda meydana gelen hidrolojik kuraklıkların tespiti amacıyla SDI yöntemi ile 1960-2016 yılları arası kuraklık analizi yapmıştır. Çalışma sonucunda 1980 sonrasında hidrolojik kuraklığın genlik ve süresinin artış gösterdiğini tespit etmiştir (Kale, 2021). Sarış ve Gedik, Konya Kapalı Havzasında meydana gelen kuraklıkların tespiti için SYİ yöntemi ile 1930-2019 yılları arası kuraklık analizi yapmışlardır. Bunun sonucunda havzada kurak dönemlerin istasyon olarak farklılık gösterse de genel olarak yaklaşık onar yıllık aralıklarla tekrar ettiğini ve kurak yıl sayısının en fazla olduğu istasyonların hangileri olduğunu tespit etmişlerdir (Sarış ve Gedik, 2021).

Türkiye'de bulunan 26 ana su havzasının (Garipağaoğlu, 2012) birçoğunda yapılan kuraklık tespit çalışmaları incelendiğinde havzaların son yıllarda kurak ay ve yıl sayılarında artış olduğu sonucuna varılmaktadır. Küresel ısınmanın şiddetini arttırdığı son yıllarda havza kuraklıklarının giderek artacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla havzaların sürdürülebilirliği için spesifik çalışmaların yapılması önem teşkil etmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2. Kavramsal Çerçeve

2.1. Kuraklık

Yüksek sıcaklıkların atmosferdeki nem dengesini etkilemesi, yağışların azalması ve sıcaklıkların artış göstermesi, basınç, enlem ve coğrafi konum gibi çeşitli faktörler kuraklık üzerinde etkili olmaktadır. 19. yüzyılda batıda sanayileşme hareketi ile başlayan kentleşme süreci Türkiye’de 20. yüzyılın ikinci yarısında (Tümertekin, 1973; Doğanay, 1997; Keleş, 2012) başlamıştır. Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artış göstermesi ve bunun sonucunda kırdan kente göçlerin meydana gelmesi, orman tahribatları ve iklim değişimi sonucunda kuraklık, dünya için önemli bir konu haline gelmiştir. Bundan dolayı çeşitli disiplinlerde araştırma konusu (Sırdaş ve Şen, 2003; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004; Mishra ve Singh, 2010; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2010; Türkeş ve Altan, 2012; Öztürk, 2015) olan bu sorunu meteoroloji bilimi; yağış, sıcaklık, nem gibi elemanlar açısından çeşitli mühendislik dalları; akarsu, yer altı suları, su biriktirme hazneleri ve göller açısından, ekonomistler; insanların yaşamı açısından incelemektedir (Sırdaş ve Şen, 2003). Çeşitli yöntem ve teknikler kullanarak yapılan bu araştırmalar kuraklığın tespitinin yapılarak gerekli çalışmalar yapılmasına öncü olmaktadır.

Bir bölgede nem miktarının dengesizliği sonucu ortaya çıkan kuraklık doğal bir iklim olayıdır ve yavaş gelişerek uzunca bir süre etkisini sürdürmektedir. Canlı yaşamını olumsuz etkileyen bu iklim olayı, tespiti en zor felaketlerdendir (Kaplukan, 2013). Mevsimsel olarak farklılık göstermekle birlikte herhangi bir zamanda herhangi bir yerde meydana gelebilmektedir. Bir bölgede meydana gelen kuraklığın tespiti için çeşitli parametreler kullanılmaktadır. Bu parametreler yağış, sıcaklık, toprağın su tutma kapasitesi, güneşlenme süresi, nem miktarı ve buharlaşma şeklinde sıralanabilmektedir.

2.2. Kuraklık Türleri

Küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu olaylardan biri olan kuraklığın (Partigöç ve Soğancı, 2019) birçok çeşidi olmakla birlikte esas olarak 4 belirgin gruba ayrılmaktadır. Bunlar; meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo-ekonomik kuraklıktır (Wilhite ve Glantz, 1985). Subrahmanyam ise kuraklığı 6 farklı türde (meteorolojik, klimatolojik, atmosferik, tarımsal, hidrolojik ve su yönetimi) değerlendirmiştir (Subrahmanyam, 1967). Kuraklığın farklı

disiplinler tarafından çeşitli şekillerde ayrılarak incelenmesi faydalı olsa da bu görüşleri ayıran sınır belirgin değildir.

a) Meteorolojik Kuraklık

Meteorolojik kuraklık, bir bölgede belirli bir periyodun ortalamasına göre yağış miktarının azalması ya da bir zaman periyoduna ait normallerde meydana gelen sapmalar olarak tanımlanmaktadır (Anisfeld, 2010). Nem miktarında meydana gelen azalma meteorolojik kuraklığı belirlemektedir. Ayrıca bu kuraklık çeşidinin tespiti için her ülke farklı yöntemler kullanarak sınır değerler geliştirmektedir. Türkiye 21 günün yağışı, normalin 1/3'ünden az veya yağışsız 15 gün geçmişse bu durumu meteorolojik kuraklık olarak değerlendirmektedir (Türkeş, 1990). Dünya üzerindeki farklı coğrafi koşullar, bölgeler arası yağış-sıcaklık ve diğer tüm faktörlerde kısa mesafelerde büyük farklılıklar olmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla farklı bölgelerde çeşitli şekillerde gelişen coğrafi farklılıklar her bölgede kendine özgü çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir. Neticede kuraklığın tespiti, türünün ve süresinin belirlenmesi araştırma sahaları için önemlidir. Çünkü ortaya çıkan meteorolojik kuraklık ilerleyen dönemlerde diğer kuraklık türlerinin oluşmasına neden olmaktadır.

b) Tarımsal Kuraklık

Tarımsal kuraklık, toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda suyun bulunmamasıdır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Meteorolojik kuraklık oluştuğunda şiddeti ve süresi uzun olursa tarımsal kuraklık ortaya çıkmaktadır. Özellikle bitkinin suya karşı en hassas olduğu dönemlerde toprakta yeterli nem bulunmazsa tarımsal kuraklık oluşmaktadır. Tarımsal kuraklığın ortaya çıkmasında iklimik etkiler (İrcan, 2020) ve pedolojik faktörler önem teşkil etmektedir. Ortaya çıkan bu kuraklık yağış eksikliğinin etkilerini artırması, sıcaklıkların yükselmesi, bağıl nemin düşmesi ve kurutucu rüzgarların etkili olması sonucunda artarak devam etmektedir (Kaplukan, 2023).

c) Hidrolojik Kuraklık

Hidrolojik kuraklık, akarsu akışının veya akiferdeki su seviyesinin normal değerinin altında olduğunu ifade etmektedir (Shukla ve Wood, 2008; Mishra ve Singh, 2011). Yeraltı su kaynakları, yüzey suları ve yağış periyoduyla ilişkili olan bu kuraklık türü meteorolojik kuraklığın uzaması durumunda görülmektedir. Yağış eksikliği ile akarsu rezervuarlarındaki su eksikliği arasında zamana bağlı doğrudan bir ilişki olmasından dolayı hidrolojik ölçümler kuraklığın ilk belirtisi olmamaktadır (Türkeş, 2017). Belli bir bölgede meydana gelen

meteorolojik kuraklık sona erdiğinde, hidrolojik kuraklık bölgede kendini göstermeye devam edebilmektedir. Dolayısıyla farklı kuraklık türlerinin çeşitli süreç ve özelliklerde olduğu söylenebilmektedir.

d) Sosyo-Ekonomik Kuraklık

Yer ve zamana bağlı olarak ortaya çıkan sosyo-ekonomik kuraklık ise yağışlardaki azalmalara bağlı olarak gelişen ve üretimin ihtiyacı karşılayamadığı durumda ortaya çıkan kuraklık türüdür. Meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıkların sonucunda ortaya çıkan bu kuraklık türü, su sıkıntısı ile ortaya çıkan tarımsal üretim sorunu ve gıda krizidir. Neticede sulama yetersizliği ve hidrolojik kuraklıklardan dolayı toprakta su açığının olması, üretimde azalmaya neden olmaktadır. İlerleyen dönemlerde ise kıtlık meydana gelmektedir. Bu durum insan faaliyetlerini ciddi ölçüde etkileyerek, canlı yaşamını tehdit edici bir unsur olmaktadır.

2.3. Kuraklığı Etkileyen Faktörler

Kuraklık üzerinde etkili olan çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerin bazıları; atmosferik koşullar, fiziki coğrafya özellikleri ve çeşitli insan faaliyetleridir. Bu faktörler içinde en önemlisi ise araştırma alanının fiziki coğrafya özellikleridir. Belirli bir sahanın dünya üzerinde bulunduğu konum; enlem, karasallık-denizellik, yükselti, eğim, orografik özellikler, iklim, toprak, hidrografya gibi çeşitli özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır. Tüm bu özellikler ise araştırma sahasının kuraklığı üzerinde etkili olmaktadır. Türkiye; ılıman kuşak ile subtropikal kuşak arasında yer almakta ve bu sayede 4 mevsim yaşanmaktadır. Kısa mesafede değişen şartlar (yükselti, eğim vs.) farklı bölgelerde çeşitli iklimlerin görülmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla Karadeniz daha fazla yağış alırken güneye inildikçe bu yağışlar azalmakta ve yerini yer yer kuraklığa bırakmaktadır. İnsan faaliyetleri ise doğrudan ya da dolaylı bir şekilde kuraklık üzerinde etki yapmaktadır. Çeşitli sanayi faaliyetleri, orman tahribatları, doğal kaynakların bilinçsizce tüketimi ve yenilenemeyen enerji kaynakları bunlardan birkaçını oluşturmaktadır.

2.4. Çöl ve Çölleşme

Çöl; yüksek günlük sıcaklık farkları, yıl içinde büyük değişim gösteren düşük yağış tutarı ve oldukça zayıf bitki örtüsüyle tanımlanan kurak arazilerdir (Türkeş, 2012). Çölleşme ise; ekonomik ve biyolojik olarak üretken olan bir sahanın daha az üretken olması neticesinde meydana gelen ekolojik bozulma sürecidir (Türkeş, 1990). Bir arazide çölleşmenin devam etmesi durumunda çeşitli bozulmaların yanı sıra farklı jeomorfolojik oluşumlar ortaya

çıkılmaktadır. Bu durum gerek fiziki ortamı gerekse canlı yaşamını tehdit edici bir gelişmedir. Küresel iklim değişikliğinin şiddetini artırdığı 21. yüzyılda, çölleşmenin ciddi bir konu hatta sorun olduğu söylenebilmektedir. Çünkü günümüzde çöl ve çölleşmeye meyilli arazilerin varlığı bilinmektedir. Dolayısıyla bu alanlara özel gerekli araştırmaların yapılması önemlidir.

2.5. El Niño ve La Niña Olayları

İklim koşullarındaki değişkenliğin ve son yıllarda sıklıkla meydana gelen aşırı hava olaylarının artmasının büyük ölçekli basınç ve rüzgâr sirkülasyonundaki değişimler ve atmosferik salınımlarla ilişkili olduğu düşünülmektedir (Uzun ve Ustaoglu, 2019). Dünyada iklim değişikliklerine neden olan El Nino ve La Nina güneyli salınımları; Pasifik subtropikal yüksek basınç ile Hint Okyanusu boyunca alçak basınç merkezi arasında deniz seviyesinde atmosferik basınçta gözlemlenen dengesizliklerdir (Rasmusson ve Wallace, 1983). El Niño, ekvatorial batı Pasifik Okyanusu'ndan doğuya akan sıcak yüzey sularının Humboldt Akıntısının soğuk sularının yerine geçmesi sonucunda 2-5 yılda bir Güney Amerika'nın batı kıyılarında okyanus akıntılarının yönünde ve yüzey sularının sıcaklığında gözlenen ani değişikliklerdir (Türkeş vd., 2019). El Nino yıllarında alize rüzgarları zayıflar ve bu durum tropikal yağmur fırtınalarını etkiler (Salinger, 2005). La Niña ise Pasifik Okyanusu'nun ekvatorial bölgesinde, Endonezya tarafında olağanüstü sıcak olan okyanus yüzey sıcaklıkları olarak bilinmektedir (Kayhan ve Alan, 2014). La Niña yıllarında Doğu Pasifik'te alizeler güçlenmektedir (Erlat, 2013). Oluşan bu sistem içerisinde El Niño, sıcak; La Niña ise soğuk dönem olarak bilinmektedir.

1990'larda başlayan ve 1998'de etkili olan El Niño olayı, tropikal orta ve doğu Pasifik Okyanusu'nda deniz yüzeyi sıcaklıklarının normalin üzerinde (2-5 C°) seyretmesinin yanı sıra Hint Okyanusu'nun batı ve orta bölümlerinde de beklenmedik ısınmalara neden olurken Ekvatorial Doğu Pasifik'te La Niña'nın etkili olmaya başlamasıyla 1998 yılının sonunda hava normale göre 1-2 C° soğumuştur. Yani 1998 yılında küresel iklim sistemi Güneyli Salınımın hem sıcak (El Niño) hem soğuk (La Niña) olaylarından etkilenmiştir (Türkeş vd., 2000). WMO'nun 2019 yılında hazırlanmış olduğu rapora göre; 2016 yılı El – Niño kasırgasının yaşanmasıyla birlikte en sıcak yıl olmuş ve WMO Küresel İklim Durumu Nihai Raporu'nda 2020 yılı La Niña'nın soğutucu etkisine rağmen yaşanan en sıcak üç yıldan biri olmuştur.

El Niño ve La Niña olaylarının Türkiye üzerinde yaptığı etki değerlendirildiğinde; genellikle şiddetli ve yaygın kuraklık olaylarının kuvvetli El Niño yıllarına ya da bir yıl sonrasında denk geldiği görülmektedir. Ortalama yıllık yağışların; El Niño olaylarından bir

önceki yıl belirgin bir artış, olayların başladığı yıl azalış ve olaylardan bir sonraki yıl artma eğilimi gösterdiği; La Niña'da ise meydana gelmeden önceki yılların yağışlarında zayıf bir artma eğilimi, olayların başladığı yıllarda artış ve olaylardan bir sonraki yıl ise azalma eğilimi görülmektedir (Türkeş, 2000).

2.6. Türkiye İklimini Etkileyen Faktörler

Türkiye 36°-42° kuzey enlemleri ile 26°-45° doğu boylamları arasında yer almaktadır. Matematik konum itibarıyla orta kuşakta olan Türkiye, tipik bir Akdeniz ülkesidir ve yıl boyunca etkili olan batı rüzgarları kuşağında bulunmaktadır. Orta kuşakta olmasının bir sonucu olarak yıl içinde farklı mevsimler belirgin bir şekilde yaşanmaktadır. İklim özelliklerinin ana belirleyicisi olan matematik konumuna göre; kuzey yarımkürede yer alması nedeniyle, güneyden kuzeye çıkıldıkça sıcaklık değerleri düşmekte ve sürekli rüzgarların sağ yönlü sapmasına bağlı olarak oluşan hava hareketleri genel hava dolaşımını şekillendirmektedir (Sağdıç, 2016). Yaz mevsiminde tropikal, kış mevsiminde kutupsal hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Neticede yağış, kuraklık veya sıcaklık bu kütlere bağlı olarak gelişim göstermektedir. Ayrıca Türkiye iklimi matematik konuma bağlı olarak ana basınç merkezlerine ve hava hareketlerine bağlı olarak şekillenmektedir.

Atmosferin sıcaklık ve nem bakımından benzer özelliklere sahip parçalarına hava kütlesi denmektedir (Türkeş, 2016). Oluşum alanı deniz yüzeyindeyse denizel hava kütlesi, kara üzerindeyse karasal hava kütlesi olarak isimlendirilmektedir. Ayrıca bu hava kütleleri kaynak sahalarına göre ekvatorial, tropikal, polar ve arktik-antarktik olarak 4 ayrı tipe ayrılmaktadır. Bir bölgenin iklimini belirleyen ana unsurlardan birini oluşturan bu hava kütleleri dünyanın farklı yerlerinde çeşitli yerlerden kaynaklarını aldıkları için farklı niteliklere sahiptir. Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri ise; maritim polar (mP), kontinental polar (cP), maritim tropikal (mT), kontinental tropikal (cT) ve Akdeniz (med) hava kütleleridir. Bu hava kütlelerine ait cephe karşılaşmalarına bağlı olarak farklı hava olayları görülmektedir (Erol, 1984).

a. Kış Mevsiminde Etkili Olan Hava Kütleleri

a.1. Maritim polar (mP) hava kütlesi

Atlantik kaynaklı bu hava kütlesi, İzlanda'nın güneyinden başlayarak Avrupa'dan geçer ve Anadolu'ya ulaşır (Türkeş, 2016). Uzun bir kol kat eden bu hava, ılık, nemli ve kararsızdır. Ancak kara üzerinde kaldıktan sonra soğur ve kararlı hale gelir.

a.2. Kontinental polar (cP) hava kütlesi

Kaynağını Sibirya'dan alan bu hava kütlesi, en soğuk hava kütlelerinden biridir. Avrupa'nın üzerinden Karadeniz'e ulaşıncaya kadar değişime uğramaktadır (Türkeş, 2016) ve Akdeniz'e ulaştınca alttan ısınarak kararsız hale geçmektedir. Dolayısıyla şiddetli yağışlara neden olur.

a.3. Maritim tropikal (mT) hava kütlesi

Kış mevsiminde Akdeniz ve Avrupa üzerinden Türkiye'ye giren denizel tropikal hava kütlesi, sıcaklığı yükseltici bir etki yapmaktadır. Yağışa neden olmamakla birlikte sis veya pusa yol açabilmektedir.

a.4. Kontinental tropikal (cT) hava kütlesi

Kaynağını Afrika ve Sahra Çölü'nden alan (Türkeş, 2016) bu hava kütlesi, alt katmanlarda nem toplayarak ilerler ve bol yağış getirir.

b. Yaz Mevsiminde Etkili Olan Hava Kütleleri

b.1. Maritim polar (mP) hava kütlesi

Bu hava kütlesi genellikle Kuzey Denizi ve İskandinavya üzerinden kaynaklanarak geniş araziler üzerinden geçer ve Karadeniz havzasına ulaşır (Türkeş, 2016). Yaz aylarında ise bu araziler sıcaktır. Dolayısıyla Karadeniz'e kuru bir biçimde ulaşan hava kütesinin alt katmanları ısınır, nem içeriği artar. Bunun sonucunda ise sağanak yağışlar meydana gelmektedir.

b.2. Kontinental polar (cP) hava kütlesi

Kaynak sahası Doğu Avrupa olan bu hava kütlesi, Türkiye'ye kuzey-kuzeydoğu yönünden yaklaşmaktadır (Türkeş, 2016). İzlediği yol yaz aylarında oldukça sıcak olduğu için Mp havaya benzemektedir (Türkeş, 2016). Nitekim yazın bu alanların sıcak olması ise hava kütesinin kararsızlığını artırarak kuru bir şekilde Karadeniz'e gelmesine neden olmaktadır. Yüze yakın alt katmanlarının gün boyunca ısınması hava tabakasının kararsızlığını artırırken (Türkeş, 2016), konveksiyonel sağanak yağışlara neden olmaktadır. Karadeniz geçişinde nemi artar ve yağışlara neden olur. Ancak yazın Türkiye üzerinde büyük bir etkisi bulunmamaktadır.

b.3. Maritim tropikal (mT) hava kütlesi

Yaz mevsiminde alttan ısınan bu hava kütlesi, kararlı özelliktedir. Karadeniz havzasına ulaştığında sıcak ve kurudur. Karadeniz'i geçişi ise nem oranını yükseltmektedir.

b.4. Kontinental tropikal (cT) hava kütlesi

Kaynak sahasını Afrika ve Asya oluşturmaktadır. Bu sıcak hava kütlesi oldukça kuru, sıcak ve kararsız özelliktedir. Akdeniz ve Karadeniz üzerinde ilerlerken nem içeriği artar ve kararlılık özelliği kazanır (Türkeş, 2016).

Yaz Durumu

Türkiye yaz aylarında genellikle tropikal kökenli hava kütlelerinin etkisi altına girmektedir. Yaz aylarında kutupsal hava kütlelerinin kuzeye çekildiği yani tropikal kökenli sıcak hava kütleleri ile kutupsal kökenli soğuk hava kütlelerinin karşılaşma alanı olan cephesel kuşak Karadeniz'in kuzeyine kayar (Sağdıç, 2016). Dolayısıyla Türkiye genel olarak yaz mevsiminde sıcak ve kuraktır. Ayrıca Türkiye yaz mevsiminde Azor yüksek basınç merkezi ile Basra alçak basınç merkezi arasındaki hava hareketlerinde de etkilenmektedir.

Kış Durumu

Matematik konumundan dolayı genellikle cephe sitemlerinin etkisi altında olan (Sağdıç, 2016) Türkiye'de, kış mevsiminde tropikal hava kütleleri ülkeyi tamamen terk etmez ancak güneye çekilir. Kutupsal hava kütleleri karasal alanların tamamını etkiler. Akdeniz ve Ege kıyılarında ise bol yağış görülür. Ayrıca Sibiryaya üzerinden gelen soğuk hava kütleleri şiddetli soğuklara neden olmaktadır. Yani kutupsal hava kütleleri sadece kışın etkili olurken tropikal hava kütleleri ise yıl boyunca etkili olmaktadır.

Atmosfer bir gaz karışımı olduğu için, atmosferi oluşturan gazların yerçekimi etkisiyle yeryüzündeki ve atmosfer içindeki cisimlerin ya da hava kütlelerinin üzerinde oluşturduğu ağırlık yani kuvvet atmosfer basıncı olarak tanımlanmaktadır (Türkeş, 2016). Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) standart atmosferine göre deniz düzeyinde ortalama basınç 1013.25 hekto Pascal (hPa)'dır (Havacılık Meteorolojisi, 2018).

Yükseklik ve basınç ters orantılıdır. Yani yükseklik arttıkça basınç düşer, yükseklik azaldıkça basınç yükselir. Dolayısıyla dünyanın birçok bölgesinde basınç sistemleri oluşmaktadır. Mevsimlere göre farklı etkiler gösteren (MGM, 2023) bu basınç sistemleri farklı bölgelerde çeşitli hava olaylarının gerçekleşmesine neden olmaktadır. Türkiye Orta kuşakta yer alması nedeniyle subtropikal yüksek basınç kuşağı ile subpolar alçak basınç kuşağı arasında yer almaktadır. Bu iki basınç sistemi Türkiye üzerinde etkili olmaktadır. Sonuçta Türkiye iklimini etkileyen ana basınç merkezleri; dinamik kökenli subtropikal yüksek basınç kuşağında oluşmuş Azor Yüksek Basınç Merkezi ile dinamik kökenli subpolar alçak basınç kuşağında oluşmuş

İzlanda Alçak Basınç Merkezi ve Sibiryaya üzerinde termik nedenlere bağılı olarak oluşmuş Yüksek Basınç Merkezi ile termik nedenlere bağılı olarak oluşmuş Basra Alçak Basınç merkezidir (Sağıdıç, 2016). Azor Dinamik Yüksek Basıncı, Türkiye’de yıl boyunca etkili olur ve yaz aylarında Basra Termik Alçak Basıncı ile birlikte etkili olursa kuraklığa neden olmaktadır. Basra Termik Alçak Basıncı, yaz kuraklıklarını artırıcı etki yapmaktadır. Sibiryaya Termik Yüksek Basıncı, kışın oldukça soğuk ve kuru bir etki yaratırken İzlanda Dinamik Alçak Basıncı ise Sibiryaya’nın etkisini azalttığı dönemde kışların yağışlı ve ılık geçmesine neden olmaktadır. Bu basınç sistemlerinden İzlanda ve Sibiryaya Türkiye’yi kuzeyden etkilerken, Azor ve Basra ise güneyden etkilemektedir.

2.7. Dünyada Kuraklık

İklim değışikliğı Kuvaterner boyunca yaşanan doğal bir olay olmakla birlikte son yıllarda iklimdeki hızlı ve ani değışimin temel nedeninin insan faaliyetleri sonucunda sera gazı emisyonlarında gözlenen artış olduğu bilinmektedir. Küresel ısınma, insanlar tarafından atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması sonucunda sıcaklıkların artış göstermesiyken, aslında bu kavramın dünyanın yaşanabilirliği üzerindeki etkisi göz ardı edilmemelidir. Burada esas sorun sera gazlarının normalin üzerine çıkmasıdır. Temelde dünyayı yaşanabilir bir yer haline getiren bu gazlar son yıllarda insan etkinlikleri ile bilinçsiz bir şekilde atmosferde artırılmış ve küresel ısınmayı tetiklemiştir. Dolayısıyla küresel ısınma ve bunun sonucu olan iklim değışikliğı doğal nedenlerden çok sera gazı salınımı, su, toprak ve diğere kaynakların bilinçsiz bir şekilde aşırı kullanımını sonucu meydana gelmektedir.

Atmosfer bilimcilerin büyük çoğunluğu 20. yüzyıl ortalarına kadar iklimdeki değışimlerin doğal etken ve süreçlerden kaynaklandığını düşünmüşlerdir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2008). Ancak bu düşünce 1960’lardan itibaren yavaş yavaş değışmeye başlamış, insanın çevre üzerindeki etkisi çalışmalara konu edilmiştir.

İlk kez 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından iklim konferansı düzenlenerek (Atamer, 2008) fosil yakıtlardan ve karbondioksit (CO₂) birikiminden kaynaklanan küresel iklim değışikliğı vurgulanmış ve iklim değışikliğinin önlenmesi için hükümetlere çağrı yapılması gerektiğı bildirilmiştir. Bu konferansın ardından 1988 yılında WMO ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından iklim değışikliğı konusunda bilimsel çalışmalar yapmak ve iklim değışikliğı ile mücadele etmek amacıyla Hükümetler Arası İklim Değışikliğı Paneli (IPCC) kurulmuştur. IPCC yayınladığı ilk raporda gezegen sıcaklığının 0,5 °C artış gösterdiğini belirterek (Report, 1990) sera gazı emisyonlarının azaltılması

gerektiğini bildirmiştir. Bu gelişmelerin akabinde 1992 yılında Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı yapılmış, sera gazı emisyonlarının iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemeyi amaçlayan İklim Değişikliği Sözleşmesi imzalanmıştır.

Küresel ısınmaya yönelik ilk çevre sözleşmesi Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) yürürlüğe girdiği tarihten beri düzenlenmektedir. Sözleşmenin amacı sera gazı oranlarını düşürmek ve belli bir seviyede tutmayı sağlamaktır. Bu sözleşme kapsamında 1997’de imzalanan Kyoto Protokolü hedefleri önem teşkil etmektedir. Kyoto Protokolü ile sanayileşmiş ülkelerin 2010 yılına kadar sera gazı emisyonlarını (CO₂, Metan (CH₄), Diazot monoksit (N₂O), Kükürt hekzaflorür (SF₆), Perflorokarbonlar (PFC_s), Hidroflorokarbonlar (HFC_s)) azaltmaları (Binboğa, 2017) gerektiği kabul edilmiştir. Ayrıca sözleşmenin amacı; atmosferdeki sera gazı birikimlerini insan kaynaklı etkiyi önleyecek şekilde durdurmak ve sürdürülebilirliği sağlamaktır.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP) yani kısaca “Taraflar Konferansı” sera gazı salınımını azaltma hedefine yönelik planların takibi ve UNFCCC yönergeleri ile plan yapmak için düzenlenen yıllık toplantıdır. 1997 yılında yapılan Kyoto Protokolü sera gazı emisyonlarını azaltmayı hedeflemektedir. COP3’ün bir sonucu olarak hazırlanan (Kılınçarslan, 2020) bu protokol oldukça önemlidir. 2015 yılında düzenlenen COP21’de ise Paris İklim Anlaşması yapılmıştır (Kılınçarslan, 2020). Buna göre ülkelerin karbon emisyonlarını azaltmaları ve bunları kaydederek raporlaştırmaları gerektiği kabul edilmiştir.

Küresel iklim değişikliği sebebiyle ortaya çıkan olumsuz sonuçların etkilerinin azaltılmasına yönelik yapılan çalışmaların bölgesel değil küresel olması gerekmektedir. Pek çok ülkenin bulunduğu çeşitli protokol, konferans ve anlaşmalarda çeşitli çözüm önerileri sunulmaktadır. Bu doğrultuda her ülkenin bu soruna yönelik alacağı tedbir dünya için önem arz etmektedir. Ayrıca sera gazı seviyelerindeki artışın ana sorumlusu olan enerji sektörü (TEMA, 2013) olduğu gibi çözüm yine sürdürülebilirlik temelinde enerjide yatmaktadır. Çünkü yenilenebilir enerji kullanarak fosil yakıt tüketiminin azaltılması sera gazı salınımını azaltacaktır. Dolayısıyla küresel ısınma için en büyük adım enerji kaynaklarını düzenlemekten geçmektedir.

Dünyada etkili olan birçok doğal afet bulunmaktadır. Meteorolojik ve jeolojik kökenli bu afetlerin ortak özelliklerinden biri canlı yaşamını olumsuz etkilemeleridir. Bryant (1993)

dünyada etkili olan 31 doğal afeti önem sıralarına göre sıralamıştır. Buna göre kuraklık en önemli doğal afettir. Ayrıca yaptığı sıralamaya göre üst sıralarda olan afetlerin çoğu meteorolojik kökenlidir (Bryant, 1993). Ancak yapılan bu sıralama her ülke için farklılık göstermektedir. Türkiye ölçeğinde düşünüldüğünde sel ve deprem en önemli doğal afetlerdendir. Kuraklık tehlikesi ise son yıllarda etkisini göstermektedir.

2.8. Türkiye’de Kuraklık

Türkiye’de en çok görülen meteorolojik kökenli doğal afetler; fırtına, sel, dolu ve taşkınlardır (Ceylan ve Kömüşcü, 2008). Meydana gelen afetlerde % 65 ile fırtına ve seller baskındır (Şen vd., 1999). Türkiye’de iklim elemanlarının çeşitli olduğu ve yağışın zamansal-mekânsal farklılık gösterdiği bilinmektedir. Dolayısıyla bazı bölgeler nemli, bazıları ise kuraktır. Kuraklıkların yalnızca iç ve güney bölgelerle sınırlı kalmadığı günümüzde esas sorun normalde yağış alan yerlerinde yağış eksikliğine bağlı olarak kuraklık belirtileri göstermeye başlamasıdır. Çünkü bu bölgelerde yağışların olmaması hem kuraklıkların tehlikesini artırmakta hem de gıda güvenliği için risk oluşturmaktadır. Kuraklığın sıklıkla tekrar ettiği Konya ve çevresi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde tarım bu tehlike göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Marmara, Ege veya Batı Anadolu’da ise yağış azlığı son yıllarda daha fazla hissedilmektedir. Suyun az olmasına tarım ürünlerinin ve toprağın alışkın olmaması ise çeşitli sorunlara neden olmaktadır. Ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerinden bazıları gıda kıtlığı, yoksulluk artışı, göç, üretimde düşüşe bağlı işsizlik, toprakta su ve rüzgâr erozyonu, bitki alanlarında oluşan zarar, hayvan kalitesinde düşme şeklinde sıralanmaktadır (MGM, 2023).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan iklim verileri Ankara Meteoroloji 9. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bu veriler; aylık ortalama sıcaklık, ortalama maksimum sıcaklık, aylık toplam yağış, günlük toplam yağış, aylık basınç, aylık nispi nem, aylık rüzgâr hızı ve aylık sisli günlerdir.

Tablo 3.1. İstasyon Bilgileri

İstasyon Numarası	İstasyon Adı	Rakım (m)	Gözlem Yılı	Enlem	Boylam
17050	Edirne	51	1992-2021	41.6767	26.5508
17608	Uzunköprü	45	1992-2021	41.2726	26.7056
17632	İpsala	81	1992-2021	40.8900	26.3900
17052	Kırklareli	232	1992-2021	41.7382	27.2178
17631	Lüleburgaz-Tigem	46	1992-2021	41.3513	27.3108
17634	Malkara	207	1992-2021	40.8873	26.9080
17054	Çorlu	145	1992-2021	41.1798	27.8160

Kaynak: (MGM,2022)

Havzada bulunan istasyonlar ve numaraları; (Pınarhisar (643), Vize (700), Çöpköy (931), Çerkezköy (943), Dambaşlar (1045), İbriktepe (1183), Çamlıca (1673), Karakasım (9004), Kırklareli (9026), Edirne (17050), Kırklareli (17052), Çorlu (17054), Uzunköprü (17608), Lüleburgaz-Tigem (17631), İpsala (17632), Malkara (17634), Çerkezköy (17640), Lalapaşa (18096), Havsa (18098), Hayrabolu (18108), Keşan (18393), Meriç (18394), Süloğlu (18395), Pınarhisar (18398), Babaeski (18405), Kofçaz (18406), Pehlivan köyü (18407), Muratlı (18422), Tekirdağ/Saray (18423), İpsala/Hacı Köyü (18790), Lalapaşa/Ömeroba (18791), Silivri/Orman (18793), Babaeski/Yenimahalle (18794), Lüleburgaz/ Ahmetbey Beldesi

(18796), Süleymanpaşa/Banarlı Mahallesi (18804), Malkara/Doğanköy (18805), Lalapaşa/Hamzebeyli Köyü (19106), Edirne/Kemal Köyü (19107), Keşan/Mecidiye Köyü (19108), Lüleburgaz/Celaliye Köyü (19113), Kırklareli/ Üsküp Köyü (19114), Ergene/Vakıflar Beldesi (19121), Kapaklı (19122), Vize (19320), Kırklareli Üniversitesi (19900)) istasyonlarıdır. Birçok istasyon verisi eksikliklerin bulunması ve rasat sürelerinin kısa olması gibi sebeplerle değerlendirme dışında tutulmuştur. Temin edilen verilerde istasyonların birçoğunun yeni kurulmuş olması, veri sürekliliğinin sağlanamamış olması ve iklim çalışmalarında verinin en az 30 yıllık olması gerekliliğinden ötürü 38 istasyon verisi analiz dışı bırakılarak, 7 istasyon verisi ile çalışma sürdürülmüştür. Ayrıca çalışma alanının fiziki coğrafya özelliklerini tanımlamak için sym, eğim, bakı ve hidrografya haritaları ArcGIS 10.5 programı kullanılarak hazırlanmıştır.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada kuraklığın tespiti için SYİ, iklim özelliklerinin belirlenmesi için Thornthwaite ve Erinc İklım Sınıflandırması yöntemleri kullanılmaktadır. Çalışmada bu yöntemler seçilmesine rağmen diğer kuraklık tespit ve iklim belirleme yöntemlerine ayrıntılı bir şekilde değinilmesinin amacı diğer tüm yöntemler içinden SYİ, Thornthwaite ve Erinc yöntemlerinin seçilme nedenlerinin açık ve net bir şekilde ifade edilmek istenmesidir. Dolayısıyla bu bölümde diğer kuraklık indisleri ve iklim sınıflandırma yöntemleri açıklanmaktadır.

3.2.1. Kuraklık İndisleri

Kuraklığın tespit edilmesi için kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Yöntemlerin kullanımı ise kendi içinde pek çok veri gerektirmektedir. Bu yöntemler araştırmacıların hedefleri ve çalışma alanının fonksiyonel özellikleri doğrultusunda seçilmektedir. Örneğin bir çalışma alanında kullanılacak yönteme ilişkin verinin temininin sağlanabilmesi için istasyon mevcut değilse veya istasyonda bu ölçüm yapılmıyorsa araştırmacı başka yöntemi tercih etmek durumundadır. Bu çalışmada SYİ'nin tercih edilmesinin sebepleri; zamansal esneklik, kullanım kolaylığı, pek çok dönem için sonuç elde edebilme, farklı kuraklık türlerinde inceleme yapabilme imkânı şeklinde sıralanabilmektedir. Ayrıca ulusal ve uluslararası çalışmalarda kuraklığın tespiti için kullanılan 63 farklı yöntem bulunmaktadır ve bu yöntemlerin fazla olmasının nedenleri ise veri çeşitliliği ve ulaşılabilirliği, doğruluğun denetlenmesi, zamansal değişimin ve eğilimin ortaya konulması, bölgesel farklılıklar ve farklı bilim alanlarını ilgilendirmesidir (Öztürk ve Ünlü, 2022).

3.2.1.1. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ)

McKee ve arkadaşları tarafından 1993 yılında geliştirilen SYİ yöntemi en az 30 yıllık olmak üzere tercihen 50-60 yıllık yağış verisi (Svoboda vd., 2012) kullanılarak yapılmaktadır. Ancak verilerde bir kesinti olması analiz sonuçlarında güvensizlik oluşturmaktadır. Yöntem en az 30 yıllık olmak üzere kesintisiz yağış verisi ile kuraklık analizi yapmayı mümkün kılmaktadır. Ayrıca farklı zaman ölçeklerinde kuraklık tespiti yapmak için kullanılan bu yöntem kullanım kolaylığı ve zamansal esnekliğinden dolayı sıklıkla tercih edilmektedir. Dahası analiz sonuçlarının kurak dönemleri bildirmesinin yanı sıra nemli dönemleri bildiriyor oluşu önemlidir. SYİ değeri belirli bir zaman diliminde meydana gelen yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilmektedir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.2'ye göre değerlendirilmektedir.

$$SYİ = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma} \quad (3.1)$$

SYİ: Standartlaştırılmış Yağış İndisi,

x_i : Aylık yağış miktarı,

\bar{x}_i : Uzun dönemli yağış ortalaması,

σ : Uzun dönemli yağışlardaki standart sapma

İndis değerlerinin (Tablo 3.2) negatif olduğu (-1 ve daha küçük) dönemler kurak, pozitif olduğu (1 ve daha büyük) dönemler ise nemli olarak sınıflandırılmaktadır (McKee vd., 1993). Bu şekilde kurak ve nemli döngülerin tespiti mümkün olmaktadır.

Tablo 3.2. SYİ Değerlerine Göre İndis Değerleri ve Sınıflandırma

SYİ Değerleri	Kategori
2+	Çok Aşırı Nemli
1.5-1.99	Aşırı Nemli
1.0- 1.49	Orta Derece Nemli
-.99- .99	Normal
-1.0- (-1.49)	Orta Derece Kurak
-1.5- (-1.99)	Aşırı Kurak
-2 ve daha az	Çok Aşırı Kurak

Kaynak: (McKee vd., 1993)

SYİ kuraklık sınıfları standart normal dağılımlı (Gaussian) yağış dizilerinden elde edilirken yağış dizilerinde olasılık dağılım fonksiyonu genellikle normal dağılıma uymamaktadır (Türkeş, 2017).

Yağış eksikliğinin su kaynaklarına olan etkisi ve meydana gelen kurak periyotların tespit edilebilmesi için 1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 48 aylık farklı zaman dilimleri belirlendikten sonra analiz yapılmaktadır (McKee vd., 1993). Kısa dönem periyotları olan 1 aylık ve 3 aylık analiz sonuçlarından meteorolojik kuraklığa dair çıkarımlar yapılırken 6 ve 9 aylık periyotlarda tarımsal kuraklık, 12, 24 ve 48 aylık analiz sonuçlarından ise hidrolojik kuraklık tespiti yapılabilmektedir. Belirli bir dönem için kısa süreli yağış eksikliğine bağlı olarak ortaya çıkan kuraklık yeraltı sularında ani bir düşüşe sebep olmayacağı için kısa süreli analizlerin meteorolojik kuraklığın tespitinde kullanımı daha uygun olmaktadır. Ayrıca kısa süreli analizlerde bulunan kurak periyotlar yerini nemli periyotlara kısa sürede bırakırken uzun süreli analizlerde ise ortaya çıkan kuraklıklar aylar boyunca sürebilmektedir.

3.2.1.2. Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI)

1965 yılında Wayne Palmer tarafından geliştirilen Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI) nem mevcudunda meydana gelen sapmayı bulmak için tercih edilmektedir. Palmer geliştirdiği bu indeksi belirli alanlarda yağış açığını dikkate alarak su dengesi eşitliğinin arz-talep dengesi üzerine inşa etmiştir (Palmer, 1965). Aylık olarak hesaplanan yöntemde yağış, sıcaklık ve toprağın su tutma kapasitesi verileri kullanılmaktadır. Kullanılan bu veriler ile buharlaşma, akış ve nem ile ilgili bilgiler edinilmektedir (MGM, 2023).

$$x_i = x_{i-1} + \frac{z_i}{3} - 0.103 * X_{i-1} \quad (3.2)$$

Z_i : Nem Sapması İndisi

X_i : i 'nci Ayda Tespit Edilen PDSI Değeri

Tablo 3.3. PDSI Değerlerine Göre İndeks Değerleri ve Sınıflandırma

PDSI Değerleri	Kategori
4 veya daha fazla	Aşırı Nemli
3.00- 3.99	Çok Nemli
2.00- 2.99	Orta Nemli
1.00- 1.99	Az Nemli

Tablo 3.3 Devamı

0.50- 0.99	Nemli Devre Başlangıcı
0.49- (-0.49)	Normal Cıvarı
(-0.50)- (-0.99)	Kuru Devre Başlangıcı
(-1.00)- (-1.99)	Hafif Kurak
(-2.00)- (-2.99)	Orta Kurak
(-3.00)- (-3.99)	Şiddetli Kurak
-4.00 veya daha az	Aşırı Kurak

Kaynak: (MGM, 2023)**3.2.1.3. Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)**

Kuraklık indislerinin en basitini teşkil eden ve zaman serisinin 12 ay veya daha az olduğu durumlarda kullanılabilen (Willeke vd., 1994) Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI), belirli bir zaman dilimi içindeki yağış miktarının ortalama yağışa bölünerek yüzdelik haline getirilmesiyle elde edilmektedir (Beden vd., 2020). Tablo 3.4'te verilen PNI sınıflandırmasına göre belirli periyotta gözlenen değerlerin eşik değerinin altına düşmesi kurak dönem olarak sınıflandırılmaktadır. Örneğin eşik değer 1 yıllık periyot için indis değerinin % 85'in altında olması durumudur (Beden vd., 2020).

$$PNI = \frac{(x_i)}{x_i^{ort}} \times 100 \quad (3.3)$$

PNI: Normalin Yüzdesi İndeksi

 x_i : Aktüel Yağış Miktarı x_i^{ort} : Ortalama Yağış Miktarı**Tablo 3.4.** PNI Değerlerine Göre İndeks Değerleri ve Sınıflandırma

Periyot	Normal ve Üzeri	Hafif Kurak	Orta Şiddette Kurak	Şiddetli Kurak
1	> 75	65-75	55-65	<55
3	>75	65-75	55-65	<55
6	>80	70-80	60-70	<60
9	>83.5	73.5-83.5	63.5-73.5	<63.5
12	>85	75-85	65-75	<65

Kaynak: (Willeke vd., 1994)

3.2.1.4. Aydeniz Metodu

Akgün Aydeniz tarafından 1973 yılında geliştirilen bu kuraklık formülü, kurak dönemlerin tespitinde yalnızca sıcaklık ve yağış parametrelerinin yetersiz kaldığını ve daha doğru bir tespit için nem-yağış ve sıcaklık-güneşlenme süresi ilişkisinin de göz önünde bulundurulması gerekliliğini ortaya koymaktadır (MGM, 2023). Sonuçta bu formülde gerekli olan ölçüm değerleri; ortalama sıcaklık, yağış, ortalama nem yüzdesi ve ortalama güneşlenme süresidir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.5'e göre değerlendirilmektedir.

Aylık; (3.4)

$$N_{ks} = \frac{YN12}{SG_s+15}$$
$$K_{ks} = \frac{1}{N_{ks}}$$

Nks: Nemlilik Katsayısı
Y: Aylık Toplam Yağış (cm)
S: Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)
Gs: Güneşlenme Süresi (%)
N: Aylık Ortalama Nem (%)

Yıllık; 15: Sabite (3.5)

$$N_{ks} = \frac{YN}{SG_s+15} Np$$
$$K_{ks} = \frac{1}{N_{ks}}$$

Nks: Nemlilik Katsayısı
Y: Yıllık Toplam Yağış (cm)
S: Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)
Gs: Yıllık Güneşlenme Süresi Yüzdesi
N: Yıllık Ortalama Nem (%)
15: Sabite

Tablo 3.5. Aydeniz Metoduna Göre İndeks Değerleri ve Sınıflandırma

Nks	Kks	İndis
< 0.40	> 2.50	Çöl
0.40 – 0.67	1.50 – 2.50	Çok kurak
0.67 – 1.00	1.00 – 1.50	Kurak
1.00 – 1.33	0.75 – 1.00	Kurakça
1.33 – 2.00	0.50 – 0.75	Nemlice
2.00 – 4.00	0.25 – 0.50	Nemli

Tablo 3.5 Devamı

> 4.00	<0.25	Islak
--------	-------	-------

Kaynak: (Bozkurt, 1996)

3.2.2. İklim Sınıflandırmaları

Belirli bir bölgenin iklimini tespit etmek için birden fazla iklim elemanını incelemek ve bunları bir bütün halinde görmek gerekmektedir. Çünkü iklim yalnızca bir elemanla tespit edilemez. Dünya üzerinde pek çok iklim tipi bulunmaktadır ve iklimlerin oluşmasında çeşitli faktörler ile dünyanın yörünge hareketi etkili olmaktadır. Dolayısıyla farklı yerlerde çeşitli iklim kuşakları ve tipleri oluşmaktadır. İklim kuşakları ve iklim tiplerinin en eski tasnifi coğrafi enlem ve sıcaklık arasındaki ilişkiye dayanarak yapılmıştır (Dönmez, 1984). Bunun akabinde çeşitli sınıflama yolları izlenmiş ve sıcaklık, yağış, bitki örtüsü gibi çeşitli özellikler dikkate alınarak iklim tipleri çeşitlendirilmiştir. Dünya üzerinde klimatik şartların çeşitliliği bir sınıflandırma sisteminin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Dolayısıyla bu zorunluluk farklı sınıflandırma sistemlerinin gelişmesine olanak sağlamıştır.

İklim sınıflandırmaları esas olarak 2 büyük gruba ayrılabilir: genetik sınıflandırmalar ve efektif sınıflandırmalar (Nişancı, 2006). Efektif İklim Sınıflandırmaları: iklim olaylarının sonuçlarını belirtmekte; bu bölümde tespit edilen gerçekler ilk planda tanımlanmakta, bu gerçeklerin açıklanması ikinci planda ele alınmaktadır (Nişancı, 2006). Bununla beraber, gözlenen gerçeklerin değerlendirilmesi ve bunların açıklanması bir bütün oluşturmakta; açıklama olmaksızın iklimin kavranması ise eksik kalmaktadır (Nişancı, 2006). Genetik iklim sınıflandırmaları; kaynağını iklimlerin meydana gelişinden almaktadır (Nişancı, 2006). Bu gruptaki sınıflandırmalar çeşitli iklimlerin oluşumuna neden olan dinamik süreçleri büyük ölçüde kapsarken, yapılan sınıflandırmaların başlangıç noktası her bir iklim elemanı ve görünüşleri değil, bir bütün halindeki karmaşık yapının ayrıntılı bir görünüşünden oluşmaktadır (Nişancı, 2006).

Belirtilen iki büyük grubun hangisinin tercih edilerek sınıflandırma yapılacağı araştırmacı tarafından seçilse dahi belirli bir bölgenin ikliminin tanımlanması ve gerekli açıklamaların yapılması önemlidir. Dolayısıyla iklim sınıflandırmaları ayrıntılı bir şekilde belirli bir ölçek gerektirmektedir. Ölçek alınarak sırasıyla makro klima, rejional klima, yöresel klima, lokal klima ve mikro klima tipleri ayırt edilebilmektedir (Sür, 1980).

1. Makro klima: 1/100-1/2.000.0000 ölçekli dünya haritaları üzerinde belirlenen büyük iklim tipleridir (Erinç, 1969). Örneğin; Akdeniz iklimi bir makro klimadır.
2. Rejional (Bölgesel) klima: 1/5-1/1.000.000 ölçekli haritalar üzerinde belirlenen iklim tipleridir (Erinç, 1969). Örneğin Karadeniz Bölgesi iklimi rejional klima içinde yer almaktadır.
3. Yöresel klima: Bölgesel klima içinde bulunan daha küçük iklim yörelerini ifade etmektedir (Erinç, 1969). Örneğin Bilecik yöresi iklimi ki bu iklim Marmara rejional kliması içinde bulunmaktadır.
4. Lokal klima: Bir yöredeki daha küçük alanların iklim özelliklerini ifade etmektedir (Erinç, 1984). Örneğin İstanbul yöresel kliması içinde Kilyos çevresi bir lokal klimadır.
5. Mikro klima: zeminin doğal ve yapay özelliklerine bağlı olarak oluşan ancak daha detaylı olan değişiklikleri ifade eden terimdir (Erinç, 1969). Mikro klima alanları birkaç metrelik alanlardır (Erinç, 1984).

Yağış etkinliği çalışmalarının kim tarafından nerede başladığının kesin bir şekilde ifade edilmesi oldukça zor bir konudur. Ancak literatüre göre bu konudaki ilk düşünceler 19. yüzyılın ortalarında Veselovski tarafından “*aynı miktarda yağışın vejetasyon üzerinde daima aynı tesiri yapmadığı*” şeklinde ifade edilmiş ve bu durumda yağış miktarından başka buharlaşma ve toprak şartlarının da rol oynadığını söylenmiştir (Erinç, 1965). Bu düşünceyi takiben çeşitli düşünce ve formüller geliştirerek çalışmalar yürütülmüştür. Belirli bir bölgenin iklim tipini tespit etmek ve sınıflandırmak W. Köppen 'in yapmış olduğu yayınlar sayesinde mümkün olmuştur (Erinç, 1984). 1900-1936 yılları arasında klimatoloji alanında yapmış olduğu yayınlar ile bugün dünyada en çok tutulan (Erinç, 1984) iklim sınıflandırmasının sahibi olan Köppen pek çok parametre kullanarak iklim sınıflandırması yapmıştır.

3.2.2.1. Köppen İklim Sınıflandırması

İklim sınıflandırma yöntemleri içinde ilk sınıflandırmalardan (Bölük, 2016) biri olan Köppen İklim sınıflandırması, Wladimir Köppen tarafından önerilmiştir. Köppen önce iklim bölgelerini tanımlamayı ve bitki örtüsünün dağılımı için sınır belirlemeyi ve ardından sınırlar için sayısal iklim değerleri seçmeyi üstlendiğinde iklim sınıflandırmasında ciddi bir ilerleme kaydetmiştir (Thornthwaite, 1948).

Köppen (1900) Formülü (Erinç, 1965);

$$\frac{r}{sp} \quad (3.6)$$

r : Aylık Yağış Miktarı (cm)

sp : Su Buharı Basıncı

Köppen (1918-1928) formülleri (Erinç, 1965); asıl amacının makroklima tipleri arasındaki sınırları tespit etmekle birlikte ilk önce 1918'de kurak bölge sınırının aşağıdaki denklemin erişildiği yerlerden geçtiğini tespit etmiştir.

Formül (1918) (Erinç, 1965);

$$r = 2t + 20 \quad (3.7)$$

r : Yıllık Yağış Miktarı (cm)

t : Yıllık Sıcaklık (°C)

Formülde yağış rejiminin etkisi dikkate alınmadığı için bu açığı gidermek amacıyla 1922 yılında formüle yeni şeklini vermiştir (Erinç, 1965).

Formül (1922) (Erinç, 1965); (3.8)

Kurak (B) ve nemli (A, C, D) iklimlerinin sınırında:

Kış yağışlı sahalarda..... $r = t + 22$

Yaz yağışlı sahalarda..... $r = t + 44$

Yağışta devrilik yoksa..... $r = t + 33$

Köppen bu sınır değerlerini 1928 yılında tekrar değiştirmiş ve bu şekli 1936'da ki son eserinde korumuştur (Erinç, 1965). Köppen'in sınır değerleri için uygun bulunduğu (Erinç, 1965) son formül ise;

1- Kurak (BW) ve yarı kurak (BS) iklimlerin sınırında: (3.9)

Kış yağışlı sahalarda..... $r = t$

Yaz yağışlı sahalarda..... $r = t + 14$

Yağışta devrilik yoksa..... $r = t + 7$

2- Yarı kurak (BS) ve nemli (A, C, D) iklimlerin sınırında: (3.10)

Kış yağışlı sahalarda..... $r = 2t$

Yaz yağışlı sahalarda..... $r = 2(t + 14)$

Yağışta devrilik yoksa..... $r = 2(t + 7)$

Köppen'in formüllerinde bulunan eksikliklerden birinin yıllık ortalama sıcaklığın -7 olduğu yerlerde hiçbir zaman kuraklıktan bahsedilemeyeceği ifadesidir (Erinç, 1965). Ancak bu ifadenin doğru olmadığı söylenebilmektedir. Dolayısıyla bulunan bu hata üzerine ilerleyen zamanlarda farklı araştırmacılar tarafından çeşitli formüller önerilmiştir.

Köppen formülü aylık ve yıllık sıcaklık miktarlarına, yıllık yağış miktarlarına, yağışın sene içindeki dağılışına ve yağış ile sıcaklığın bitki örtüsü ile ilişkisine (Ardel vd., 1969) dayanır ve bu yöntemde iklimler 5 ana kuşakta ve 24 tipte toplanmıştır (Dönmez, 1984). Dolayısıyla dünya üzerinde birçok iklim tipi tespit edilmiştir. Bitki topluluklarına göre sınıflandırılan ve ardından iklim tipine göre sembolleştirilen yöntemde (Tablo 3.6) belirli bir bölgenin hangi iklim kuşağı içerisinde yer aldığı tespit edilebilmektedir. Ayrıca bu yöntemde aylık sıcaklık, yıllık sıcaklık ve yağış verileri esas alınarak iklim tipleri belirli harfler ile temsil edilmektedir (Hess ve Finch, 2011).

Tablo 3.6. Köppen İklim Sınıflandırması

İklim Kuşağı	İklim Tipi	Açıklamalar
Tropikal Yağmurlu İklimler Kuşağı	Af	Her mevsim yağışlı, tropikal ve sıcak orman iklimi.
	An	Tüm ayları sıcak ve kurak geçen, 2-3 ay hariç diğer ayların yağışlı geçtiği muson iklimi.
	Aw	Kış veya ilkbaharı kurak, tropikal veya savan iklimi.
Kurak İklimler Kuşağı	BSh	Sıcak step iklimi veya sıcak yarı kurak iklim.
	BSk	Soğuk step iklimi veya soğuk yarı kurak iklim.
	BWh	Sıcak çöl iklimi veya sıcak kurak iklim.
	BWk	Soğuk çöl iklimi veya soğuk kurak iklim.

Tablo 3.6 Devamı

Orta İklimler Kuşağı	Cwa	Kış ı kurak ve ılık, yaz ı çok sıcak muson iklimi.
	Cwb	Kış ı kurak ve ılık, yaz ı sıcak ama kısa süren iklim.
	Csa	Kış ı ılık, yaz ı sıcak ve kurak Akdeniz iklimi.
	Csb	Kış ı ılık, yaz ı sıcak, kurak ve kısa süren iklim.
	Cfa	Kış ı ılık, yaz ı çok sıcak, her mevsim yağışlı iklim.
	Cfb	Kış ı ılık, yaz ı sıcak ve her mevsim yağışlı iklim.
	Cfc	Kış ı ılık, yaz ı serin ve kısa, her mevsim yağışlı iklim.
Soğuk Orman İklim Kuşağı	Dwa	Kış ı şiddetli ve kurak, yaz ı uzun ve sıcak olan iklim.
	Dwb	Kış ı şiddetli ve kurak, yaz ı serin olan iklim.
	Dwc	Kış ı şiddetli ve kurak, yaz ı kısa ve serin olan iklim.
	Dwd	Kış ı çok şiddetli, yaz ı kısa ve nemli olan iklim.
	Dfa	Kış ı şiddetli, yaz ı uzun ve sıcak, her mevsim yağışlı olan iklim.
	Dfb	Kış ı şiddetli, yaz ı kısa ve sıcak, her mevsim yağışlı olan iklim.
	Dfc	Kış ı şiddetli, yaz ı kısa ve serin, her mevsim yağışlı iklim.
	Dfd	Kış ı çok şiddetli, yaz ı kısa, her mevsim yağışlı iklim.
Kutup İklim Kuşağı	ET	Yaz ı çok kısa tundra iklimi.
	EF	Daimî donmuş topraklar.

Kaynak: (Dönmez, 1984)

Köppen sistemini Türkiye'ye ilk uygulayanlardan biri F. Christiansen Weniger'dir (Weniger, 1953). Türkiye'de 18 ayrı iklim tipi tespit eden Weniger'in step ve çöl iklimlerini bu sınıflandırmalara dahil ettiği ancak bu tespitin doğru olmadığı bilinmektedir (Erinç, 1969). Çünkü formüle göre İç Anadolu'da stepin mevcut olmadığı bu sahanın orman bölgesi olduğu gibi yanlış bir sonuç elde edilmektedir (Erinç, 1984). Dolayısıyla Köppen sisteminde sınır aralıklarının geniş tutulması (Erinç, 1984) bir sorun olmaktadır. Sonuç olarak iklim sınıflandırmalarında kullanılan birden fazla yöntem bulunmaktadır ancak en yaygın kullanılan iklim sınıflandırması 1918 yılında Köppen tarafından oluşturulan ve Rudolf Geiger tarafından geliştirilen Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasıdır (Öztürk vd., 2017). Buna göre Köppen ve

Geiger; A, B, C, D ve E harflerini kullanarak büyük iklim gruplarını 5'e ayırmaktadır (Tablo 3.7). Sonrasında gelen harfler ise yağış ve sıcaklık koşullarını ifade etmektedir.

Tablo 3.7. Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Dünya'daki Büyük İklim Grupları

Ana Grup	İklim Tipi	Simge	Özellik
A- Nemli Tropikal İklimler	Tropikal Nemli	Af	Yıl boyunca yağışlı
	Tropikal Muson	Am	Kısa bir kurak mevsimle (kış) birlikte, öteki aylarda (Mayıs- Eylül) bol yağışlı
	Tropikal Savan	Aw	Kurak bir kış mevsimi
B- Kurak İklimler	Subtropikal Çöl	BWh	Alçak enlem (sıcak) çölü
	Subtropikal Step	BSh	Alçak enlem yarı kurak iklim
	Orta Enlem Çöl	BWk	Orta enlem (soğuk) çölü
	Orta Enlem Step	BSk	Orta enlem (soğuk) yarı kurak iklim
C- Nemli Orta Enlem İklimleri (Ilıman)	Akdeniz	Csa	Kurak ve çok sıcak bir yaz
		Csb	Kurak ve sıcak bir yaz
	Nemli Subtropikal	Cfa	Kurak bir mevsim yok, çok sıcak yaz
		Cwa	Kurak kış ve çok sıcak bir yaz
	Denizel Batı Kıyı	Cfb	Kurak bir mevsim yok, sıcak yaz
		Cfc	Kurak bir mevsim yok, serin yaz
D- Nemli Soğuk Orta Enlem İklimleri (Kışları Şiddetli)	Nemli Karasal	Dfa	Soğuk; kurak mevsim yok, çok sıcak yaz
		Dfb	Soğuk; kurak bir mevsim yok, sıcak yaz
		Dsa	Soğuk; yazı kurak ve çok sıcak
		Dsb	Soğuk; yazı kurak ve sıcak
		Dwa	Soğuk; kurak bir kış, çok sıcak bir yaz
	Subarktik	Dwb	Soğuk; kurak kış, sıcak bir yaz
		Dfc	Soğuk; kurak mevsim yok, serin bir yaz
		Dfd	Soğuk; kurak mevsim yok çok soğuk kış
		Dwc	Soğuk; kurak bir kış, serin bir yaz
		Dwd	Soğuk; kışı kurak ve çok soğuk

Tablo 3.7 Devamı

E- Polar İklimler	Tundra	ET	Gerçek bir yaz mevsiminin yaşanmadığı polar tundra iklimi
	Don	EF	Polar buz takkesi

Kaynak: (Türkeş, 2016)

Yani Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasının klimatolojisi, hava kütlelerinin kaynak ve karşılaşma bölgelerine, fiziksel özellik ve kararlılık durumları ile hareketlerine ve yüksek basınç şartlarına dayandığı (Türkeş, 2016) için önem teşkil etmektedir.

3.2.2.2. De Martonne İklim Sınıflandırması

Emmanuel De Martonne tarafından 1923 (Dönmez, 1984) (Eriñç'e göre 1926 ve 1935 çalışmaları) ve 1942 (Türkeş, 2016) yılında geliştirilen bu kuraklık belirleme formülleri sıcaklık ve yağış dikkate alınarak (Ardel vd., 1969) yapılmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerleri ile yıllık kuraklık indisi değeri (I_{DM}) elde edilmektedir.

Formül (1923);

$$I_{DM} = \frac{P}{T+10} \quad (3.11)$$

I_{DM} : Yıllık Kuraklık İndisi

P: Yıllık Toplam Yağış (mm)

T: Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)

Aylık Kuraklık İndis Değerlerinin tespiti için;

$$i = \frac{P}{t+10} \times 12 \quad (3.12)$$

i : Aylık Kuraklık İndisi (I_M)

P: Aylık Yağış Miktarı (mm)

t : Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

formülü kullanılmaktadır. De Martonne formülüne göre hesaplanan I_{DM} ve I_M değerleri için iklim özellikleri Tablo 3.8'de verilmektedir.

Tablo 3.8. De Martonne İndeks Değerleri ve İklim Özelliği (1923)

I_{DM}	İklim Özelliği
10 ve altı	Çöl

Tablo 3.8 Devamı

10-20	Yarı Kurak
20-30	Yarı Kurak- Nemli Arası
30 ve üzeri	Nemli

Kaynak: (Dönmez, 1984)

De Martonne ve Gottmann 1923 formülünü geliştirerek 1942 yılında yeni bir yıllık kuraklık indisi formülü geliştirmişlerdir. Ortaya çıkan yeni formül yıllık ortalama sıcaklık ile yıllık yağış tutarı arasındaki ilişkiye dayandığı gibi 1923 formülünden farklı olarak en kurak ayın yağışı ile en kurak ayın sıcaklığı arasındaki ilişkiyi de dikkate almaktadır (Dönmez, 1984).

Formül (1942);

$$I = \frac{P}{\frac{T+10}{2} + \frac{12p}{t+10}} \quad (3.13)$$

P: Yıllık yağış tutarı (mm)

p: En kurak ayın yağışı

T: Yıllık ortalama sıcaklık (°C)

t: En kurak ayın ortalama sıcaklığı

10: Değerlerin eksi çıkmaması için kullanılan sabit sayı

Tablo 3.9. De Martonne İndeks Değerleri ve İklim Özelliği (1942)

I	İklim Özelliği
5 ve altı	Çöl
5-10	Step (Yarı Kurak)
10-20	Yarı Kurak-Nemli Arası
20 ve üzeri	Nemli

Kaynak: (Dönmez, 1984)

3.2.2.3. Trewartha İklim Sınıflandırması

Köppen yönteminin yapılan yeni çalışmalar sonucunda yenilenmesi ile birlikte Köppen-Trewartha ve Köppen-Geiger (Trewartha, 1968; Trewartha ve Horn, 1980) yöntemleri ortaya çıkmıştır. Yani Trewartha yöntemi Köppen iklim sınıflandırması yönteminin değiştirilmiş halidir. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırması olarak bilinen bu yöntemde 6 ana iklim grubu (MGM, 2018) bulunmaktadır. Trewartha 'ya göre temel termal bölgeler olan ana iklim grupları;

A (Tropikal İklimler), B (Kurak İklimler), C (Subtropikal İklimler), D (Ilıman İklimler), E (Kuzey İklimleri) ve F (Kutup İklimleri) gruplarıdır. Ayrıca bu iklim sınıflandırma yönteminde ana iklim grupları vejetasyon bölgelerine yakınlığı açısından yeniden tanımlanmaktadır (MGM, 2023). Köppen iklim sınıflandırması ile Köppen-Trewartha iklim sınıflandırması yöntemi karşılaştırıldığında yeni iklim tipi gruplarının (C, D, E) olduğu, ayrıca nemli ve kurak iklimleri ayıran eşiklerin farklılaştığı söylenebilmektedir.

Tablo 3.10. Köppen- Trewartha İklim Sınıflandırması

Sınıf	Tür	Tanım	Kural
A		Tropikal İklimler	Tsoğuk $\geq 18^{\circ}\text{C}$
	Ar	Tropikal, Yağmur Ormanı İklimi	10-12 ay yağışlı, geri kalan aylar kurak
	Aw	Tropikal Savan İklimi	Kış ayları 2 ve daha fazla ay kurak
	As	Tropikal Savan İklimi	Yaz ayları kurak (Nadir)
B		Kurak İklimler	P limit değerden küçükse ® $R = 2.3 * T - 0.64 * P_w + 41$ R: Limit Değer T: Yıllık Ortalama Sıcaklık P _w : Kışın meydana gelen yıllık yağış yüzdesi
	BS	Yarı Kurak-Step İklim	P limitin yarısından büyükse
	BW	Kurak veya Çöl İklimi	P limitin yarısına eşit veya küçükse

Tablo 3.10 Devamı

C	Subtropikal İklimler	8-12 ay > 10°C ve Tsoğuk < 18 °C
Cs	Subtropikal kuru yaz iklimi, Akdeniz iklimi	8-12 ay > 10 °C ve P ≤ 89 cm ve Psmin < 3 cm ve Psmin < Pwmax/3
Cw	Subtropikal kuru kış iklimi	8-12 ay > 10°C ve P ≤ 89 cm ve Psmax > Pwmin *10
Cf	Subtropikal nemli İklim	Pmin > 3 cm
D	Ilıman İklimler	4-7 ay > 10°C
Do	Ilıman Denizsel	Tsoğuk ≥ 2°C
Dc	Ilıman Karasal	Tsoğuk < 2°C
E	Kuzey İklimleri	1-3 ay > 10°C
Eo	Kutup Altı Denizsel İklim	Tsoğuk > -10°C
Ec	Kutup altı Karasal İklim	Tsoğuk ≤ -10°C
F	Kutup İklimleri	Tüm Aylar < 10°C
Ft	Tundra İklimi	Tsıcak > 0°C
Fi	Buz İklimi	Tsıcak ≤ 0°C

Tablo Açıklaması: T: Yıllık Ortalama Sıcaklık, P: Yıllık Toplam Yağış, R: Limit Değer, Tsoğuk: En Soğuk Ay Ortalama Sıcaklık, Tsıcak: En Sıcak Ay Ortalama Sıcaklık, Ps (Yaz Ayları): Nisan-Eylül 6 ay, Pw (Kış Ayları): Ekim-Mart 6 ay, Psmin: Yaz Aylarındaki En Düşük Yağış, Pwmin: Kış Aylarındaki En Düşük Yağış, Psmax: Yaz Aylarındaki En Yüksek Yağış, Pwmax: Kış Aylarındaki En Yüksek Yağış, Pmin: En Kurak Ay Yağışı.

Kaynak: (MGM, 2018)

Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasında diğer harflerin tespit edilebilmesi için en sıcak ve en soğuk ayların ortalama sıcaklıklarına bakılmaktadır.

Tablo 3.11. Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırmasında Açıklamalar (3. ve 4. harf)

İndis	İklim Özelliği	Aylık Ortalama Sıcaklık
i	Şiddetli Sıcak	≥ 35°C
h	Çok Sıcak	28°C ile 34.9°C
a	Sıcak	23°C ile 27.9°C
b	Ilık	18°C ile 22.9°C

Tablo 3.11 Devamı

l	Ilıman	10°C ile 17.9 °C
k	Serin	0.1°C ile 9.9°C
o	Soğuk	-9.9°C ile 0°C
c	Çok Soğuk	-24.9°C ile -10°C
d	Şiddetli Soğuk	-39.9°C ile -25°C
e	Aşırı Soğuk	≤ -40°C

Kaynak: (MGM, 2018)**3.2.2.4. Aydeniz İklim Sınıflandırması**

Akgün Aydeniz tarafından iklimin sınıflandırılması için geliştirilmiş olan bu yöntemde yağış, sıcaklık, nispi nem ve güneşlenme süresi verileri kullanılmaktadır (DMİ, 1988).

Yıllık;

$$N_{ks} = \frac{Y \times N_n}{S \times G_s + 15} \times N_p \quad (3.14)$$

$$\text{Kuraklık Katsayısı} = Kks = \frac{1}{Nks}$$

Nks: Nemlilik Katsayısı

Y: Yağış (cm)

Nn: Nispi Nem

S: Sıcaklık (°C)

Gs: Gerçek Güneşlenme Süresinin O Enlemdaki Teorik Güneşlenme Süresine Oranı (%)

Np: Nemli Periyot Yüzdesi.

Nks değeri 0.40'dan fazla olan ay sayısı 12'ye bölünerek bulunur.

Aylık hesaplamalarda Np yerine 12 koyarak, 1/Nks ile Kuraklık Katsayısı (Kks) bulunmaktadır (MGM, 2023). Buna göre Aydeniz indis değerlerine göre 7 grup (Tablo 3.12) tanımlamıştır.

Tablo 3.12. Aydeniz İndis Değerleri ve Bunların İklim Özellikleri

Nks	Kks	İklim
0.40'dan az	2.50'den fazla	Çöl
0.40-0.67	1.50- 2.50	Çok Kurak

Tablo 3.12 Devamı

0.67-1.00	1.00- 1.50	Kurak
1.00- 1.33	0.75- 1.00	Yarı Kurak
1.33- 2.00	0.50- 0.75	Yarı Nemli
2.00- 4.00	0.25- 0.50	Nemli
4.00'dan fazla	0.25'den az	Çok Nemli

Kaynak: (MGM, 2023)**3.2.2.5. Erinç İklim Sınıflandırması**

Erinç (1965) tarafından önerilen bu yöntem yağış ile sıcaklık ilişkisine dayanmaktadır (Koç, 2001). Aylık ve yıllık olarak kullanım sunan bu yöntemde karasal bölgelerde gerçekte olduğundan daha nemli bir durumun ortaya çıkması indisin hesaplanmasında ortalama sıcaklık yerine ortalama maksimum sıcaklığın alınmasına (MGM, 2023) neden olmuştur.

Yağış Etkinlik İndisi (Erinç, 1965);

$$Im = \frac{P}{Tom} \quad (3.15)$$

P: Yıllık Toplam Yağış (mm)*T_{om}*: Yıllık Ortalama Maksimum Sıcaklık**Tablo 3.13.** Erinç İklim Sınıflandırması

<i>I_m</i>	Sınıf	Bitki Örtüsü
8'den küçük	Tam Kurak	Çöl
8-15	Kurak	Çölümsü Step
15-23	Yarı Kurak	Step
23-40	Yarı Nemli	Park Görünümlü Kuru Orman
40-55	Nemli	Nemli Orman
55'den büyük	Çok Nemli	Çok Nemli Orman

Kaynak: (Erinç, 1965)

Bu formülün herhangi bir süre veya mevsim için kullanılabilirliği (Erinç, 1965) önemlidir. Çünkü belirli bir zaman veya mekân kısıtlamasının olmaması kullanım kolaylığı sunmaktadır.

3.2.2.6. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Amerikalı iklim bilimci C. Warren Thornthwaite tarafından ilk önce 1931 yılında, daha sonra 1948'de geliştirilmiş haliyle sunulan (Erinç, 1984) bu yöntem potansiyel evapotranspirasyon (PE) kavramını esas almaktadır. Thornthwaite İklim Sınıflandırması, yağışla evapotranspirasyon ve sıcaklıkla evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye dayanmaktadır (Dönmez, 1984). Thornthwaite'e göre yağışın buharlaşmadan sürekli bir şekilde fazla olduğu yerlerde toprak doymuş haldedir ve burada su fazlası bulunmaktadır yani iklim nemlidir (Dönmez, 1984). Sonuçta bitkiler topraktan su ihtiyacını karşılayabilmektedir. Bunun tersine eğer yağış buharlaşmadan az ise toprakta su bulunmadığından kuraklık belirmektedir. Dolayısıyla iklimi kuraktır. Bitki örtüsü de buna göre şekillenmektedir. Yapılan sınıflandırmanın temel amacının kuraklık tespiti olduğu bilinse dahi uygulamada tarım, hidrojeoloji, su kaynaklarının geliştirilmesi gibi konularda evapotranspirasyonun doğrudan hesaplanmadığı yerlerde geniş bir kullanım alanı sunması ve dolayısıyla su bilançosu aracılığıyla iklim tipinin belirlenebilmesidir (Birsoy ve Ölgün, 1992). Yöntem kullanılırken bölgenin enlem ve sıcaklık değerlerinin bilinmesi yeterli olmaktadır. Bu durum yöntemin kullanımını kolaylaştırmakta ve kullanım yaygınlığında artışa neden olmaktadır. Kullanım yaygınlığının bir başka sebebi ise su fazlası ve su ihtiyacı hakkında bilgi edinimini sağlamasıdır. Thornthwaite iklimleri yağış ve evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye göre nemli ve kurak olarak 2 büyük gruba ayırdıktan sonra nemli iklimleri nemlilik derecelerine göre 6 iklim tipine, kurak iklimleri de kuraklık derecelerine göre 3 iklim tipine ayırmıştır (Dönmez, 1984). Buna göre Tablo 3.14'te Thornthwaite iklim sınıflandırmaları gösterilmektedir.

Tablo 3.14. Thornthwaite İklim Sınıflandırması (1. Harf)

İklim	Harf	Açıklama
Nemli İklimler	A	Çok Nemli
	B ₄	Nemli
	B ₃	Nemli
	B ₂	Nemli
	B ₁	Nemli
	C ₂	Yarı Nemli

Tablo 3.14 Devamı

Kurak İklimler	C ₁	Kurak-Az Nemli
	D	Yarı Kurak
	E	Kurak (Çöl)

Kaynak: (Dönmez, 1984)

Thorntwaite bu 9 iklim tipinin sıcaklık karakterlerini, sıcaklıkla evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye göre ayırarak harflendirmiştir.

Tablo 3.15. Thorntwaite İklim Sınıflandırması (2. Harf)

Harf	Açıklama
A'	Megatermal (Yüksek Sıcaklıktaki İklimler)
B' ₄	Mezotermal (Orta Sıcaklıktaki İklimler)
B' ₃	
B' ₂	
B' ₁	
C' ₂	Mikrotermal (Düşük Sıcaklıktaki İklimler)
C' ₁	
D'	Tundra (Çok Düşük Sıcaklıktaki İklimler)
E'	Don (Çok Düşük Sıcaklıktaki İklimler)

Kaynak: (Dönmez, 1984)

Thorntwaite iklim sınıflandırmasının birinci ve ikinci harfleri verilen tablolarda tespit edildikten sonra yağışın mevsimlere göre dağılışının tespiti için;

Tablo 3.16. Thorntwaite İklim Sınıflandırması (3. Harf)

İklim Tipi	Harf	Açıklama
A, B ₄ , B ₃ , B ₂ , B ₁ ve C ₂	r	Su noksanı olmayan veya az olan tali iklim tipi
	s	Su noksanı yaz mevsiminde ve orta derece olan tali iklim tipi
	w	Su noksanı kış mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim tipi
	s ₂	Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan tali iklim tipi
	w ₂	Su noksanı kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan tali iklim tipi

Tablo 3.16 Devamı

C ₁ , D ve E	d	Su fazlası olmayan veya az olan tali iklim tipi
	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim tipi
	w	Su fazlası yaz mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim tipi
	s ₂	Su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan tali iklim tipi
	w ₂	Su fazlası yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan tali iklim tipi

Kaynak: (Dönmez, 1984)

Son olarak bu sınıflandırma yönteminde sıcaklık rejimine göre belirlenen harfler neticesinde o yerin deniz (oseanik) veya kara (kontinental) etkisinden hangisinde olduğunu anlamak için Tablo 3.17 kullanılmaktadır. a' tam deniz iklimi şartlarını temsil ederken d' ise tam kara iklimi şartlarının etkili olduğu yerleri göstermektedir.

Tablo 3.17. Thornthwaite İklim Sınıflandırması (4. Harf)

Etki	Harf
Deniz Tesiri	a' (Tam deniz iklimi şartları)
	b' ₄
	b' ₃
	b' ₂
Kara Tesiri	b' ₁
	c' ₂
	c' ₁
	d' (Tam kara iklimi şartları)

Kaynak: (Dönmez, 1984)

Sonuç olarak bir istasyonun 4 farklı indis değeri bulunarak iklim tipi tespit edilmektedir. Thornthwaite iklimin tespiti için önerdiği bu yöntemde başlangıçta su bilançosu tablosunun hazırlanması gerektiğini bunun akabinde elde edilen tablodaki sonuçların çalışma alanında hüküm süren iklimin anlaşılabilmesi için önem teşkil ettiğini belirtmektedir. Yöntemin kullanımı için harf tespitinin yapılması ve ardından 4 indise göre ilerlenmesi gerekmektedir. Bu indisler sırasıyla; yağış tesirlilik indisi, sıcaklık tesirlilik indisi, yağış rejimine göre ortaya konan indisler ve potansiyel evapotranspirasyonun 3 yaz ayına nispet indisi şeklinde sıralanabilmektedir (Dönmez, 1984).

3.2.2.6.1. Yağış Tesirlilik İndisi

Belirli istasyona göre hazırlanan su bilançosu tablosuna göre yıllık su fazlası, yıllık su noksanı ve yıllık potansiyel evapotranspirasyon değerleri ile bir istasyonun yağış tesirlilik indisi (Dönmez, 1984) için;

$$I_m = \frac{100s-60d}{n} \quad (3.16)$$

I_m = Yağış Tesirlilik İndisi

s = Yıllık Su Fazlası

d = Yıllık Su Noksanı

n = Yıllık Potansiyel Evapotranspirasyon

Elde edilen değerlerin ifade ettiği harfin tespiti için;

Tablo 3.18. Yağış Tesirlilik İndisi Değerleri ve Harfleri

Yağış Tesirlilik İndisi	İfade Edildiği Harf
100'den çok	A
80 ile 100	B ₄
60 ile 80	B ₃
40 ile 60	B ₂
20 ile 40	B ₁
0 ile 20	C ₂
-20 ile 0	C ₁
-40 ile -20	D
-40'dan az	E

Kaynak: (Dönmez, 1984)

3.2.2.6.2. Sıcaklık Tesirlilik İndisi

Herhangi bir istasyonun sıcaklık tesirlilik indisinin hesabı için yıllık PE değeri esas alınarak (Dönmez, 1984) Tablo 3.19'den harf tespiti yapılmaktadır.

Tablo 3.19. Sıcaklık Tesirlilik İndisi Değerleri ve Harfleri

Yıllık PE (mm)	İfade Edildiği Harf
142 ve daha az	E'

Tablo 3.19 Devamı

142 ile 285	D'
285 ile 427	C' ₁
427 ile 570	C' ₂
570 ile 712	B' ₁
712 ile 855	B' ₂
855 ile 997	B' ₃
997 ile 1140	B' ₄
1140 ve daha fazla	A'

Kaynak: (Dönmez, 1984)

3.2.2.6.3. Yağış Rejimine Göre Ortaya Konan İndisler

Herhangi bir istasyonun yağış rejimine göre ortaya konan indislerini bulmak için iki farklı gruptan faydalanılmaktadır. Çalışma yapılan yer, yağışlı iklimler içindeyse kuraklık indisine; kurak iklimler içinde ise nemlilik indisine bakılmaktadır (Dönmez, 1984).

a) Yağışlı iklimler (A₁, B ve C₂) için;

$$I_a = \frac{100d}{n} \quad (3.17)$$

d: Yıllık Su Noksanı

n: Yıllık PE

Buna göre hesaplanan indis Tablo 3.20'ye göre değerlendirilmektedir.

Tablo 3.20. Yağışlı İklimlerin Kuraklık İndisi Değerleri ve Harfleri

Kuraklık İndisi	İfade Edildiği Harf
0 ile 16,7	r
16,7 ile 33,3	s
16,7 ile 33,3	w
33,3 ve daha fazlası	s ₂
33,3 ve daha fazlası	w ₂

Kaynak: (Dönmez, 1984)

b) Kurak İklimler (C₁, D ve E) için;

$$I_h = \frac{100s}{n} \quad (3.18)$$

s: Yıllık Su Fazlası

n: Yıllık PE

formülü kullanılmaktadır. Buna göre hesaplanan indis Tablo 3.21'e göre değerlendirilmektedir.

Tablo 3.21. Kurak İklimler Nemlilik İndisi Değerleri ve Harfleri

Nemlilik İndisi	İfade Edildiği Harf
0 ile 10	d
10 ile 20	s
10 ile 20	w
20 ve daha fazlası	s ₂
20 ve daha fazlası	w ₂

Kaynak: (Dönmez, 1984)

3.2.2.6.4. PE'un Üç Yaz Ayına Nisbet İndisi

Herhangi bir istasyonun en sıcak üç yaz ayının aylık PE toplamalarının alınması ve yıllık PE'ye oranlanmasıdır. Sıcaklık rejimine göre ortaya konan PE'nin en sıcak üç yaz ayına ait indisleri ve ifade edildiği harfler;

Tablo 3.22. PE'nin 3 Yaz Ayına Nisbet İndisi Değerleri ve Harfleri

%	İfade Edildiği Harf
48'den küçük	a'
48 ile 51,9	b' ₄
51,9 ile 56,3	b' ₃
56,3 ile 61,6	b' ₂
61,6 ile 68,0	b' ₁
68,0 ile 76,3	c' ₂
76,3 ile 88,0	c' ₁
88'den büyük	d'

Kaynak: (Dönmez, 1984)

Sonuç olarak 4 farklı indise göre yapılan indis hesaplamaları ile tespit edilen harfler ile çalışma alanının iklimini tespit etmek mümkün olmaktadır.

İklimin belirlenmesi ve araştırma sahasında ortaya çıkan kuraklıkların muhtemel durumlarının incelenmesi üzerine hazırlanan çalışmanın bu bölümünde halihazırda literatürde bulunan pek çok yönteme değinilmiş ve kullanımları açık bir şekilde irdelenmiştir. Bu yöntemler içinde araştırma sahası için en uygun olan yöntemler tercih edilerek çalışma yürütülmüştür.

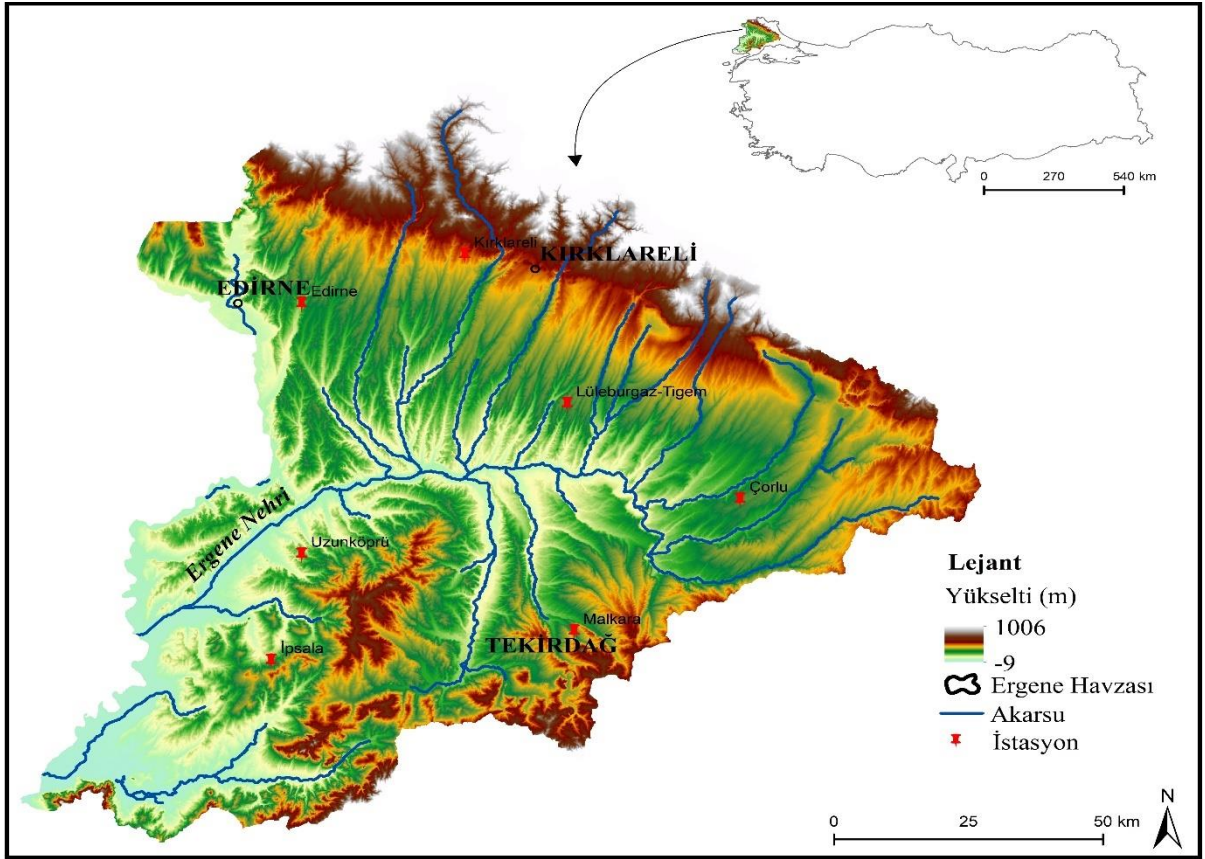
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BAŞLICA COĞRAFİ ÖZELLİKLER

4. Başlıca Coğrafi Özellikler

4.1. Ergene Havzası'nın Coğrafi Konumu ve Sınırları

Çalışma sahasını oluşturan Ergene Havzası (26°24'- 27°54' Doğu ve 40°59'- 41°42' Kuzey (Turoğlu ve Aykut, 2019)), kuzeyden Yıldız (Istranca) Dağları, güneyden Kuru Dağı ve Işıklar Dağı ile çevrili durumda olup, nispeten arızalı bir topografyada bulunmaktadır. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ il topraklarının da yer aldığı havza Karadeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi ile çevrilidir. Türkiye'nin kuzeybatısında ve Marmara Bölgesi'nde kalan havza Yunanistan ve Bulgaristan sınırlarına oldukça yakın bir konumdadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çalışma Alanının Lokasyon Haritası

Dolayısıyla çalışma alanında birden fazla faktörden bahsetmek gerekmektedir. Nitekim bölgede jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik ve iklimsel olarak çeşitlilik meydana geldiği için çalışmada tüm bu özellikler ayrı ayrı incelenmektedir. Ayrıca havza, Ergene Nehri ve kollarıyla bir hidrolojik havza özelliği göstermektedir (Balcı Akova, 2002).

Sahanın morfolojik, tektonik ve hidrolojik çeşitlilik göstermesi coğrafi açıdan dikkat çekerken, beşerî faaliyetler üzerinde etki oluşturmaktadır. Tarih boyunca yerleşim yerlerinden (araştırma sahasında yer alan höyükler vs.) birini oluşturan havza, günümüzde sunduğu coğrafi şartlarla tarım, hayvancılık, sanayi gibi çeşitli faaliyetlerin sürdürülmesinde etkin rol oynamaktadır. Ayrıca ortalama sıcaklık değerlerinin 13,3 °C ile 14,1°C arasında, ortalama yağış miktarlarının ise yıllık 580 mm ile 602 mm arasında olması havzayı çeşitli faaliyetler için avantajlı konuma getirmektedir.

Ergene Nehri ve kollarının bir ağ gibi sardığı çalışma alanı su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Ancak son yıllarda yaşanan kuraklıklar su seviyelerinde ciddi azalmalar meydana getirirken bazı kolların ise kurumasına neden olmaktadır. Dolayısıyla bu su sıkıntılarının önüne geçecek, verimliliği yükseltecek ve sürdürülebilirliği sağlayacak çalışmaların yapılması çalışma sahası için önemlidir. Bu doğrultuda havzada baraj, gölet ve yeraltı suyu işletmeleri kurularak, su kaynaklarını koruma, kullanma, devamlılık esasına dayalı çözümler geliştirilmelidir.

Ayrıca araştırma sahasında eski göl ve alüvyon depolarının geniş bir alan kapladığı (Balcı Akova, 2002), eğim değerlerinin ise çeşitlilik gösterdiği söylenebilmektedir. Eğim değerlerinin çeşitlilik göstermesi ekonomik faaliyetlerde de farklılaşmaya yol açmaktadır. Havzadaki coğrafi imkanların yani kullanılabilir su kaynakları ve verimli toprakların uygun olması fiziki, beşerî, ekonomik ve sosyal çeşitliliklere neden olmaktadır. Bundan dolayı Ergene Havzası'nda mevcut yerel coğrafi kaynakların iyi bir şekilde değerlendirilmesi ve yapılan her türlü çalışmanın sürdürülebilirlik çerçevesinde yürütülmesi havza sürdürülebilirliği için önemli bir konudur.

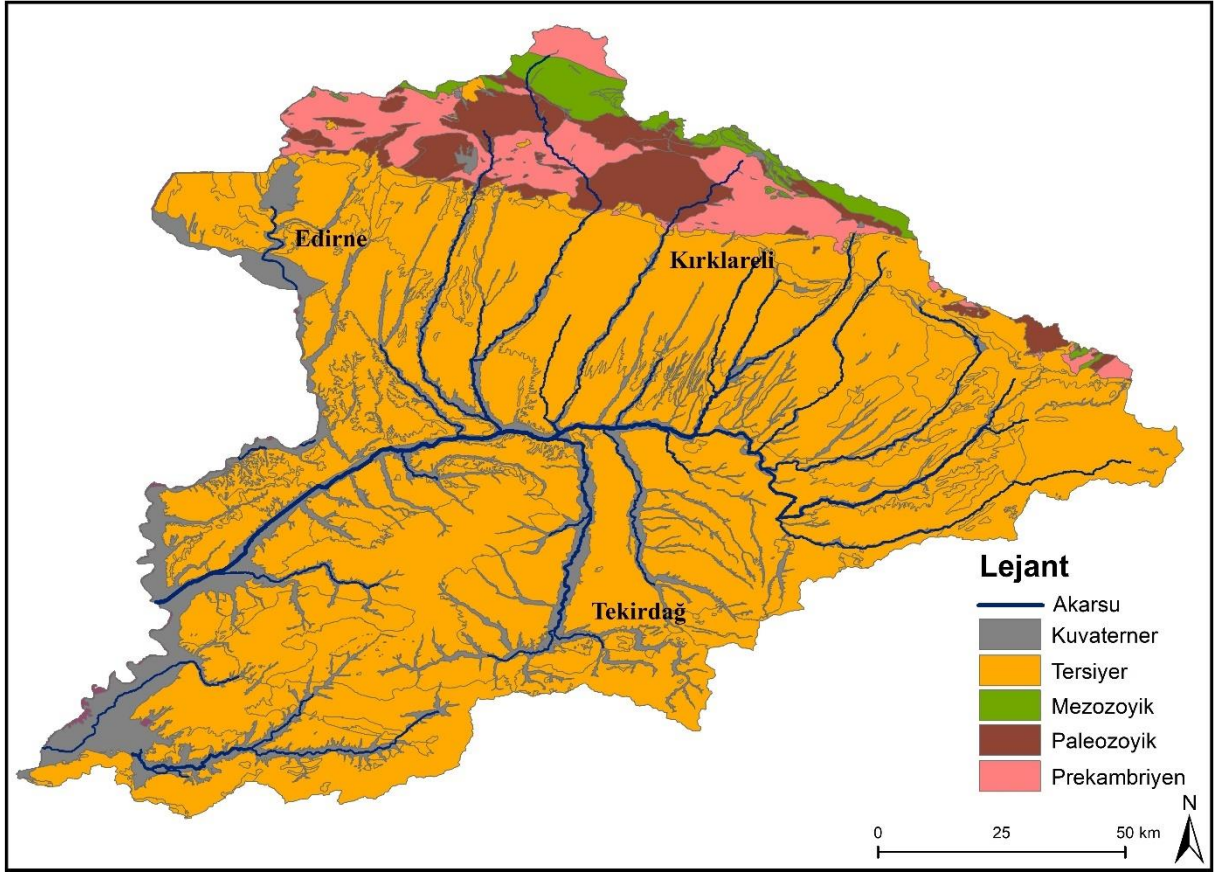
4.2. Jeolojik ve Topografik Özellikleri

Çalışma alanını oluşturan Ergene Havzası, Türkiye'nin kuzeybatısında, Trakya Bölümünde yer almaktadır. Kuzeyden Yıldız, güneyden Kuru ve Işıklar dağlık kütleleriyle çevrili olan alan, dalgalı bir görüntüye sahip olup, sahanın çevresinde basamaklar halinde çok yüksek olmayan platolar yer almaktadır. Bu alçak sahayı çevreleyen akarsuların oluşturduğu su bölümü hattı, havzanın doğal sınırını oluşturarak, havzayı gerisindeki morfolojik ünitelerden ayırmaktadır (Balcı Akova, 2002). Havza farklı yönlerden dağlarla sınırlanmakta ve bir çanak görünümü almaktadır. Ayrıca havza batıda Rodop dağlık kütlelerine doğru yükselirken, Meriç Vadisi boyunca alçalmaktadır (Balcı Akova, 2002). Yıldız Dağları'ndan doğan ve havzaya gelen akarsular ile havzanın güneyinden gelen akarsular, havzanın ortasında birleşerek Ergene

Nehri'ni oluşturmaktadır. Batıda Meriç Nehri aracılığıyla Ege Denizi'ne dökülen akarsu sistemi, Ergene Hidrolojik Havzası'nı meydana getirmektedir. Ayrıca çalışma sahasında bulunan akarsular sularını denize ulaştırdıkları için alan açık havza niteliğindedir. Havza tabanında dördüncü zamana ait alüvyonlar ve bu alüvyonları çevreleyen Miyosen, Pliyosen ve Oligosen'e ait kalker, marn, kum, çakıl ve konglomeraların yanı sıra özellikle bunları kuzeyden çevreleyen eosene ait kalkerler bulunmaktadır (Balcı Akova, 2002). Bu özellikler ise neticede çalışma alanına jeolojik havza özelliği katmaktadır.

Ergene Havzası'nın kuzeyinde plato karakterine sahip olan Istranca Masifi, Karadeniz'e bakan yüksek eğimli yamaçlara karşın Ergene Havzası'na doğru hafif bir eğimle uzanır ve bu yayvan sırtlar eosen kalkerlerle örtülü halde bulunmaktadır (Balcı Akova, 2002). Eosen kalkerlerinden oluşan yayla (Ardel, 1957), bir şerit halinde uzanmaktadır. Ayrıca çalışma alanı gözlemlendiğinde Istranca masifinden Ergene Havzası'na geçiş açıkça ortadadır. Gerek yüzey şekilleri gerekse bitki örtüsündeki farklılaşma sebebiyle bu ayrım dikkat çekmektedir. Havza kuzeydoğu-güneybatı yönlü akarsular tarafından açılan vadilerle yarılmıştır ve kalker üzerinde oluşan platolarda dik yamaçlı ve dar vadiler oluşurken yumuşak neojen arazisindeki yamaçlar daha kolay aşındırıldığı için buradaki vadiler daha geniş tabanlıdır (Balcı Akova, 2002). Vadi tabanlarında alüvyonlar yer alırken bunların kalınlığı plato kısmında daha az, Ergene Havzası'nda ise daha fazladır (Balcı Akova, 2002). Havzanın asıl deposunu meydana getiren dolgu malzemeleri ise; kalker, greli kalker ve marndır (Balcı Akova, 2002).

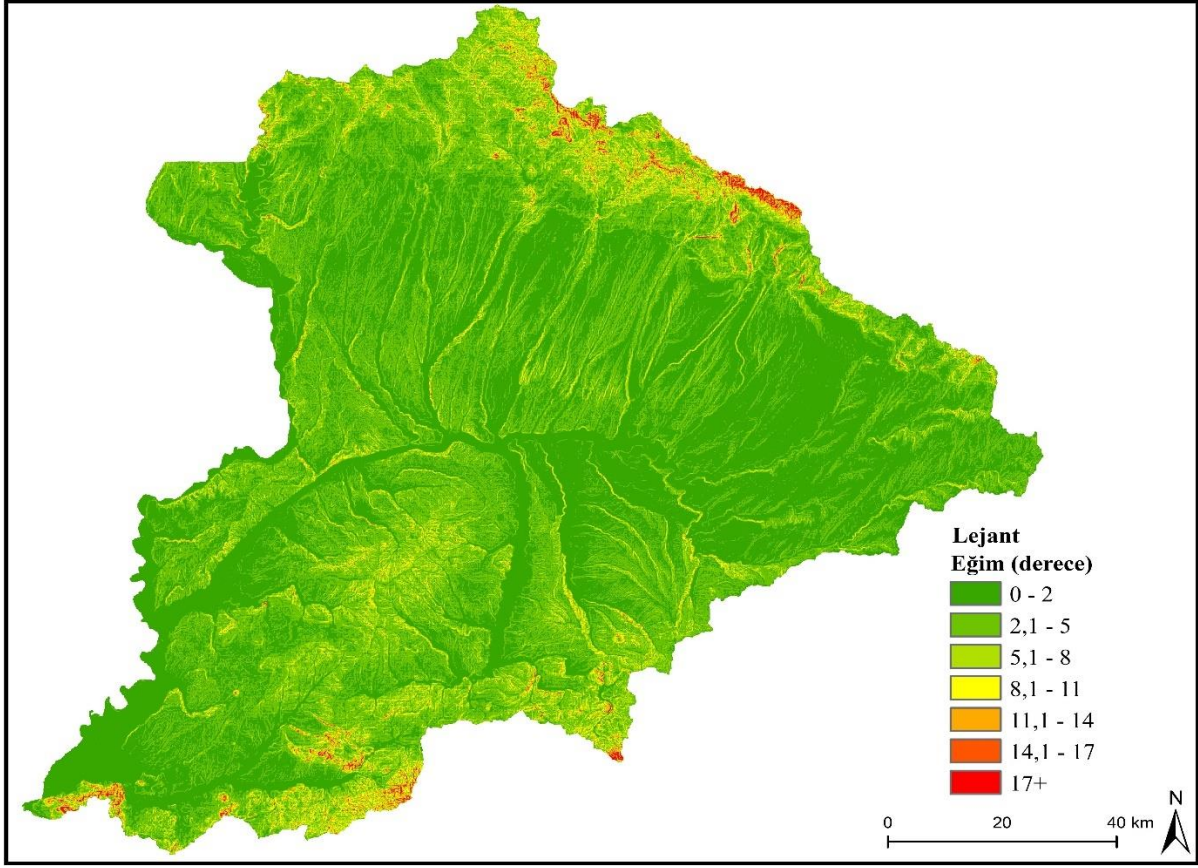
Jeolojik yapısı itibariyle karasal Miyosen ve karasal Pliyosen (Neojen-Tersiyer) arazilerinin geniş yer tuttuğu (Şekil 4.2) havza güneyden Oligosen (Paleojen-Tersiyer) serilerle sınırlanmakta, Oligosen denizel kömürlü seriler İbriktepe-Malkara ekseninden kuzeye, Pliyosen içine doğru sokulmaktadır (Balcı Akova, 2002). Bu alanlar ise linyit yatakları bakımından zengin olduğu için havzada çok sayıda kömür işletmesi bulunmaktadır. Havzada karasal Pliyosen; 100 metreden fazla kalınlıkta kum, çakıl ve marnlardan oluşmaktadır (Balcı Akova, 2002). Ayrıca havzanın ortasında bulunan iri çakıl, kum ve kil diğer önemli oluşumlardır (Balcı Akova, 2002). Holosen'e ait araziler yani yeni oluşan alüvyonlar ise vadi tabanlarını örten ovaları teşkil eder ve bu alanlar tarım faaliyetleri için elverişlidir (Balcı Akova, 2002). Havzanın kuzeyinde ise linyitler genellikle Istranca Masifi boyunca uzanmaktadır (Şengüler, 2022).



Şekil 4.2. Çalışma Alanının Jeoloji Haritası

Neticede havzanın kuzeyinde ve güneyindeki bu linyitler, havzanın ortasına doğru derinleşmekte ve orta kesimlerde 10.000 m'ye ulaşan çökel istif içinde 600 m'den daha fazla derinlikte bulunmaktadır (Şengüler, 2022).

Araştırma sahasında Yıldız Dağları'nın bulunduğu kuzey kesimleri ile Kuru ve Işıklar Dağı'nın bulunduğu güney kesiminde eğim değerlerinin artış gösterdiği (% 17+) yamaçlar tespit edilmektedir (Şekil 4.3). Orta kısımlarda çukurlaşmanın olması sebebiyle eğimin daha az olduğu görülmektedir. Nitekim havzanın genel eğimi kuzeyde Yıldız Dağlarından güneye doğru, güneyde ise Kuru ve Işıklar Dağı'ndan kuzeye doğrudur (Turoğlu ve Aykut, 2019). Ergene çanağında ise genel eğim doğudan batıya doğru ve Uzunköprü'de ise kuzeydoğudan güneybatıya doğrudur (Turoğlu ve Aykut, 2019). Dolayısıyla Ergene Nehri ve kolları bu eğim doğrultusunda gelişme göstermiştir.



Şekil 4.3. Çalışma Alanının Eğim Haritası

Çalışma alanı olan Ergene Havzası morfolojik bakımdan iki kısımda incelenebilmektedir. İlk kısım alüvyon tabanlı geniş vadiler iken ikinci kısım ise bu vadiler arasında kalan sırtlardır (Erel, 1969). Dolayısıyla çalışma alanında bulunan çeşitli yükseltiler morfolojik anlamda önem teşkil etmektedir. Havzada bulunan en önemli dağlar çalışma alanının kuzeyinde yer alan Yıldız Dağları ve güneyinde bulunan Koru Dağları'dır. Bu dağlar haricinde Çandır ve Uzunköprü Dağları da yine havzada bulunmaktadır. Alanda bulunan dağların yükseltisi ise fazla değildir ve kuzey uçta en yüksek nokta Mahya Dağı Zirvesi (1000 m), güneyde ise Yerli Su Tepe (725 m)'dir. Ergene, İpsala ve Tunca Ovaları ise tarım için oldukça verimli ovalardır.

Araştırma sahasında bakı tespiti için hazırlanan Şekil 4.4'e göre; havzanın dik yamaçların bulunduğu kuzey ve güney kesimlerinde bakı yönlerinin sıklıkla yer değiştirdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca araştırma sahasında bulunan hidrolojik sistemin çevresinde bakı yönünün çeşitlilik gösterdiği tespit edilmektedir.

4.3.1.1. Planeter Faktörler

Çalışma alanının mutlak konumuna bağlı olarak ortaya çıkan durumları ifade eden planeter faktörler; hava kütleleri, güneşlenme süresi ve genel sirkülasyonu içermektedir.

Güneşlenme Süresi

Yeryüzüne gelen güneş ışınları, güneş ışınımının şiddeti ve güneşlenme süresi olarak ölçülmektedir (Türkeş, 2016). Yani daha genel bir ifadeyle; belirli bir zaman diliminde birim alana düşen güneş radyasyonudur. Türkiye'nin matematik konumundan dolayı güneşlenme süresi açısından önde gelen ülkeler arasında olduğu ve yıllık ortalama güneşlenme süresi değerinin 7,5 saat olduğu (Taşova, 2018) bilinmektedir. Bölgesel ölçekte düşünüldüğünde ise güneşlenme süresi güneyden kuzeye doğru azalmaktadır. Çalışma alanının bulunduğu Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Trakya'da; Edirne (1930-2022) ortalama güneşlenme süresi 6,0 (saat), Kırklareli (1959-2022) ortalama güneşlenme süresi 4,8 (saat) ve Tekirdağ (1940-2022) ortalama güneşlenme süresi 5,6 (saat) (MGM, 2023) olduğu ve bu değerlerin Türkiye ortalamasına yakın olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4.1. Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)

İl	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Edirne (1930- 2022)	2,4	3,6	4,5	6,2	8,0	9,2	10,3	9,8	7,5	5,2	3,2	2,2	6,0
Kırklareli (1959- 2022)	2,1	2,7	3,8	4,9	6,6	7,1	7,8	7,8	5,8	4,0	2,8	1,9	4,8
Tekirdağ (1940- 2022)	2,7	3,3	4,1	5,9	7,4	8,7	9,5	8,5	6,9	4,7	3,2	2,6	5,6

Kaynak: (MGM, 2023)

Genel Atmosfer Dolaşımı

Atmosferde meydana gelen hava hareketlerinin basınç farklılıklarının yanında başka sebeplerden kaynaklandığı ve genel atmosfer dolaşımı hakkındaki görüşlerin teknolojinin gelişmesi ile birlikte değiştiği ve geliştiği bilinmektedir. Bu doğrultuda genel atmosfer dolaşımı hakkında iki temel görüşten bahsetmek mümkündür.

a) Klasik Görüşe Göre Genel Atmosfer Dolaşımı

Dünyanın şekline bağlı olarak Güneş ışınlarının Ekvator ve çevresini fazla ısınması buna karşılık kutuplar çevresinin ise aşırı soğuması; ekvator çevresinde termik alçak basınç kuşağı, kutuplar çevresinde termik yüksek basınç kuşağı oluşmasına neden olmaktadır (Eken,

vd., 2005). Bu basınç farklılıkları ise beraberinde çeşitli hava hareketlerini getirmektedir. İki bölge arasındaki sıcaklık farkı kuzey-güney yönlü hareketlerle giderilirken bu hareket klasik teorinin temelini teşkil etmektedir (Eken vd., 2005).

b) Modern Görüşe Göre Genel Atmosfer Dolaşımı

Bu görüşe göre genel atmosfer dolaşımının temel sebebi kutupların fazla soğumasına karşın tropiklerin ise fazla ısınmasıdır. Bu iki bölge arasındaki sıcaklık farkı yatay hava hareketlerinin doğmasına ve bu hareketlerin ekvator ile kutuplara doğru gelişmesine neden olmaktadır (Eken vd., 2005). Yani kutupların soğuk havası ekvatora doğru, tropiklerin sıcak havası kutuplara doğru taşınmaktadır. Sonuçta her iki bölge arasında yatay bir enerji taşınması meydana gelmektedir. Genel olarak; klasik kuramda dikey yönlü, modern kuramda ise hem dikey hem de yatay yönlü bir sistemin meydana getirdiği hava dolaşımı belirli sistemler oluşturmaktadır (Eken vd., 2005).

Bir bölgenin iklimini etkileyen pek çok faktör olmakla beraber Dünya üzerinde bulunduğu konum en önemli faktörü teşkil etmektedir. Türkiye matematiksel konuma bağlı olarak (36°- 42° Kuzey Paralelleri) subtropikal yüksek basınç sistemi ile polar cephe sistemlerinin geçiş alanında yer almaktadır (Koç, 2001). Sıcak dönemlerde subtropikal yüksek basınç (Azor YB), soğuk dönemlerde etkisini artıran polar cephe ve ona bağlı gezici depresyonların (İzlanda AB ve Akdeniz AB) etkinlikleri Türkiye ikliminin ana karakterini teşkil etmektedir (Koç, 2001). Kuzeyde batı rüzgârları sistemi etkisinde olan Türkiye, Batı Avrupa'nın yağışlı-ılıman iklimi ile Doğu Avrupa'nın karasal iklimi ve güneyde Subtropikal Yüksek Basınç Sistemi etkisinde olan (Koçman, 1993) bölgeler arasında bulunmaktadır. Türkiye'de kışın alçak basınç merkezleri güneyden doğuya doğru hareket eğilimi gösterirken (Halis ve Gönençgil, 2022), bunun temelinde kışın Akdeniz'in alçak basınç merkezi haline gelmesi ve Doğu Avrupa'nın soğuyarak basıncın yükselmesi vardır (Erinç, 1984). Yani Akdeniz kuzeyden kütleleri kendine çeken bir yapı gösterirken bu hava kütleleri güneyden gelen sıcak tropikal hava kütleleri ile birleşerek batıdan doğuya doğru alçak basınçların geçişini başlatarak Doğu Akdeniz Havzası'nda dolaşım tipi meydana getirmektedir (Koçman, 1993). Ortaya çıkan bu dolaşım tipi ülkenin batısında ve kıyı bölgelerinde yağışa neden olmaktadır. Doğusunda ve iç kesimlerde ise kuzeydoğudan kaynaklanan soğuk hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır (Halis ve Gönençgil, 2022). Sonuçta; yazın kuzeye çekilmiş olan hava kütleleri güneye inmektedir. Türkiye'nin yağışlı bir kış mevsimi geçirmesinde etkili olan sistemler İzlanda Alçak Basınç Merkezi ve Akdeniz Alçak Basınç Merkezleridir. Akdeniz

üzerinde hava kütlelerinin karşılaşması ılık, nemli ve yağışlı bir havayı beraberinde getirmektedir. Sibiryaya'dan gelerek Karadeniz ve Hazar Denizi üzerinden ülkemizi etkileyen bir diğer hava kütlesi ise Sibiryaya Yüksek Basınç Merkezi'dir. Soğuk ve kuru bir etki yapan bu hava kütlesi bölgede kurak günlerin yaşanmasına neden olur. Yaz döneminde ise kış aylarında etkisini gösteren sistem kuzeye çekilir, Azor Yüksek Basıncı Atlas Okyanusu üzerinde kuzeye ilerleyerek Akdeniz Havzası tropikal hava kütlesi etkisi altına girmektedir (Halis ve Gönençgil, 2022). Eş zamanlı olarak Muson Alçak Basınç Sistemi ile Azor Yüksek Basınç Sistemi arasında kuzeybatı-güneydoğu yönlü dolaşım sistemi gelişir. Güneyden gelen hava kütlelerinin kuru olmasına karşın Atlas Okyanusundan gelen hava kütlesi ise alttan ısınır ve nem miktarında azalma meydana gelmektedir (Erinç, 1984). Neticede; yaz mevsiminde kutupsal hava kütleleri Avrupa'nın kuzeyine çekildiği için tropikal hava kütleleri etkili olmaya başlamaktadır. Azor antisiklonu Karadeniz Bölgesi'nde yağışlara neden olduktan sonra diğer bölgelerde serin ve kuru bir etki bırakmaktadır. Buna karşın Basra Alçak Basınç Merkezi ise güneyden sıcak ve kuru tropikal havayı taşımaktadır. Yaz mevsimi boyunca Basra Alçak Basınç Merkezi etkili olursa sıcak ve kuru, Azor Yüksek Basıncı etkili olmuşsa serin ve bazı bölgelerde yağışlı günler yaşanmaktadır.

Çalışma sahasının bulunduğu Türkiye'nin kuzeybatısında ise Türkiye genelinde olduğu gibi yaz ve kış aylarında farklı karakterdeki hava kütleleri etkili olmaktadır. Saha kuzeyden polar, güneyden tropikal hava kütlelerinin etki alanında yer almaktadır. Çalışma sahasının ikliminin oluşumunda hem planeter hem de coğrafi faktörler etkin rol oynamaktadır. Kış mevsiminde karasal polar (cPK) ve denizel polar (mP) hava kütleleri etkilemektedir (Balcı Akova, 2002). Bu mevsimde Akdeniz'de Alçak Basınç alanı oluşurken, Azor Yüksek Basıncı ise güneye kaymaktadır. Kuzeydoğu yönünden karasal polar (cPK), Kuzeybatı yönünden denizel polar (mPW) hava kütleleri etkin olmaktadır (Balcı Akova, 2002). Yaz mevsiminde ise tropikal hava kütlelerinin etkili olmasıyla denizel ve karasal polar hava kütleleri kuzeye çekilerek yerini tropikal hava kütlelerine bırakmaktadır (Balcı Akova, 2002). Nitekim Ergene'de batı ve kuzeybatıdan tropikal hava kütleleri, zaman zaman polar hava kütleleri etkili olurken güney ve güneydoğudan ise karasal tropikal hava kütleleri etkili olmaktadır (Balcı Akova, 2002).

4.3.1.2. Coğrafi Faktörler

Planeter faktörlere bağlı olarak meydana gelen makroklima şartlarında bölgesel ve lokal ölçüde değişiklikler meydana getiren coğrafi faktörler (Farımaç, 1990), çalışma alanının fiziki

özelliklerine bağılı olarak ortaya çıkan unsurları içermektedir. Havzanın kuzey ve güneyinde yer alan dağların yükseltilerinin fazla olmaması rüzgarların iç kesimlere sokulmasını tamamen engellememektedir. Dolayısıyla Balkanlar üzerinden gelen soğuk havanın veya güneyden gelen nemli havanın iç kesimlere kadar sokulması, havzada ılıman ve zaman zaman karasal etki oluşturmaktadır. Yağış özellikleri bakımından geçiş tipinde olan havzada yaz ve ilkbahar yağışları Akdeniz iklimine göre daha yüksektir. Böylece havza daha çok karasal özellikler göstermektedir. Buna karşın kuzeyden Karadeniz etkisi zaman zaman hissedilmektedir. Genellikle karasal iklimin etkisi altında olan havzanın kuzeyinde yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve sert iken güneyinde ise daha çok Akdeniz iklimi tesiri hâkim olup yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Nitekim Ege ve Karadeniz arasında bulunmasına ve yükseltinin az olmasına rağmen havzanın dağ kütleleri ile çevrili olması karasal özellik göstermesinin esas nedenini oluşturmaktadır. Ergene Havzası'nda topografya alçak olmakla birlikte drenaj ağı ise oldukça gelişmiştir (Pelen vd., 2013). Ayrıca çeşitli yükselti drenaj ağının farklılaşmasına neden olmuştur.

İklim Elemanları

Belirli bir yerin iklimi uzun yıllar boyunca elde edilen iklim elemanları (sıcaklık, basınç, rüzgâr, nem ve yağış) ile onları kontrol ederek etkileyen iklim faktörleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. İklim elemanı iklimi oluşturan meteorolojik verilerdir (Akkuş, 1998). Dolayısıyla bir yerin ikliminin anlaşılabilmesi için hem iklim elemanlarının hem de iklim faktörlerinin bilinmesi önem teşkil etmektedir.

a) Sıcaklık

İklim elemanları içinde sıcaklık hava olaylarını ve diğer iklim elemanlarını etkilemesi açısından önemlidir. Yağışın oluşmasından basınçta meydana gelen değişikliklere kadar her türlü hava olayı sıcaklıkla ilişkilendirilebilir. Sıcaklığın temel kaynağı ise güneştir. Güneşten gelerek yeryüzüne ulaşan enerji cisimler tarafından emilir ve ısı enerjisi haline dönüşür. Atmosfer ise doğrudan gelen ışınlardan çok yeryüzünden atmosfere ulaşan enerjiyle ısınır. Sıcaklığın yeryüzünde dağılışı çeşitli nedenlere bağılı olarak değişmektedir. Bu nedenler ise yerin şekli, eksen eğikliği, yükselti, bakı, kara ve denizlerin dağılışı, deniz akıntıları, rüzgarlar ve bitki örtüsü şeklinde sıralanabilir. Bu sıcaklık etmenlerine bağılı olarak belirli bir bölgenin sıcaklığı hakkında yorum yapılabilir. Yeryüzünde sıcaklığın dağılışının gösterildiği izoterm haritalarında kullanılan sıcaklık eğrileri bu yorumları yaparken kullanılmaktadır.

Ortalama Sıcaklık

Günlük ve aylık ortalama sıcaklık olarak ikiye ayrılmaktadır. Günlük ortalama sıcaklık, yerel saat 07:00 ve 14:00'te ölçülen sıcaklık değerleri ile 21:00'de ölçülen sıcaklık değerinin iki katı toplanarak 4'e bölünmesiyle bulunurken aylık ortalama sıcaklık ise ay içindeki günlük ortalama sıcaklıkların toplamının gün sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir (MGM, 2023). Ergene Havzası'nda bulunan 7 istasyonun (Edirne, Çorlu, Malkara, Lüleburgaz-Tigem, Kırklareli, Uzunköprü, İpsala) 30 yıllık ortalama sıcaklıkları değerlendirildiğinde, Edirne 14,3°C, Uzunköprü 14,1°C, İpsala 14,5°C, Kırklareli 13,8°C, Lüleburgaz-Tigem 14,01°C, Çorlu 13,7°C, Malkara 13,8°C olarak tespit edilmektedir (Grafik 4.1). Dolayısıyla havza genelinde sıcaklıklar açısından belirgin farklılıklar gözlemlenmemektedir. Mevsimler açısından sıcaklık farklarının incelendiği Tablo 4.2'ye göre sonbahar ve kış mevsiminde sıcaklık ortalaması en yüksek olan istasyon İpsala iken, ilkbahar ve yaz mevsiminde ise Edirne istasyonudur. İstasyonların konumları ve buldukları iller incelendiğinde 7 istasyon içinden İpsala ve Edirne istasyonlarının çalışma alanında bulunan Edirne ili sınırları içinde yer aldığı ve ayrıca İpsala istasyonunun güneydeki, Edirne istasyonunun ise kuzeydeki son istasyonlardan olduğu tespit edilmektedir. Dolayısıyla mevsimler ölçeğinde düşünüldüğünde; sonbahar ve kış aylarında İpsala istasyonunun denizellik, Edirne istasyonunun ise karasallıktan dolayı sıcaklık değerlerinin farklılaştığı, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ise yine karasallık-denizellik faktörünün yanı sıra coğrafi enlem-sıcaklık etkisinin olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4.2. İstasyonların Mevsimlik Sıcaklık (°C) Ortalaması

İstasyon	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Edirne	4,2	13,4	24,6	24,6
Uzunköprü	4,5	12,9	24,2	14,9
İpsala	5,3	13,2	24,3	15,3
Kırklareli	4,4	12,6	23,8	14,7
Lüleburgaz-Tigem	4,7	12,5	23,8	14,8
Malkara	4,8	12,3	23,4	14,9
Çorlu	4,8	11,9	22,9	14,8

Kaynak: (MGM,2022)

Havzada bulunan istasyonların tamamında en yüksek sıcaklıklar ağustos ayında (Tablo 4.3) gözlemlenirken bu yüksek sıcaklıkları temmuz ayı takip etmektedir. Düşük sıcaklıklar ise daha çok ocak ayında gözlemlenmektedir.

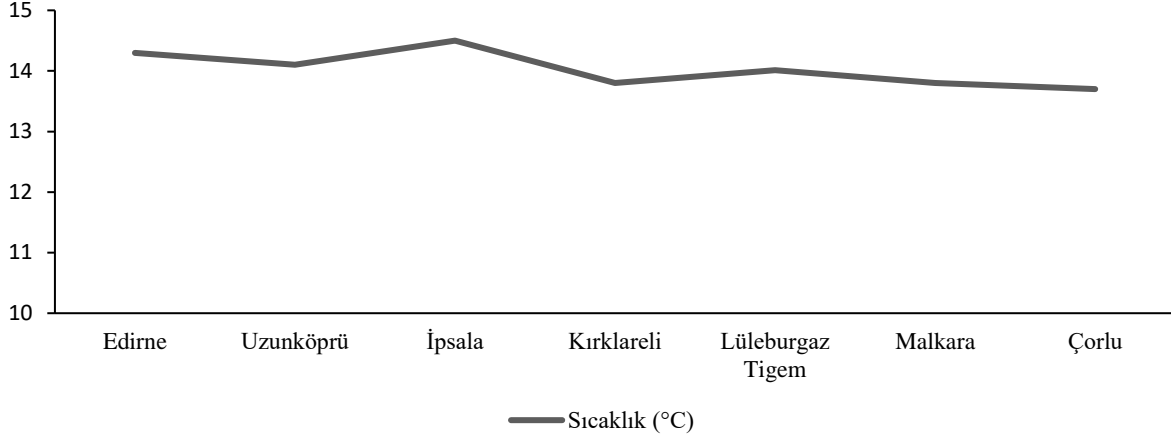
Tablo 4.3. İstasyonların Aylık Sıcaklık (°C) Ortalaması

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Edirne	3,0	4,9	8,3	13,2	18,6	22,9	25,4	25,5	20,6	14,8	9,4	4,6
Uzunköprü	3,3	5,1	8,1	12,6	18,0	22,5	25,0	25,1	20,3	14,7	9,6	5,1
İpsala	4,2	5,8	8,5	12,8	18,2	22,7	25,1	25,1	20,4	15,1	10,3	5,9
Kırklareli	3,4	4,6	7,5	12,4	17,8	22,0	24,6	24,7	19,9	14,6	9,5	5,2
Lüleburgaz-Tigem	3,7	5,2	7,8	12,2	17,6	22,2	24,6	24,6	20,1	14,7	9,7	5,4
Malkara	3,9	4,9	7,6	12,0	17,3	21,7	24,2	24,4	20,0	14,8	9,9	5,6
Çorlu	3,9	4,9	7,3	11,6	16,8	21,3	23,6	23,6	19,5	14,8	10,0	5,7

Kaynak: (MGM,2022)

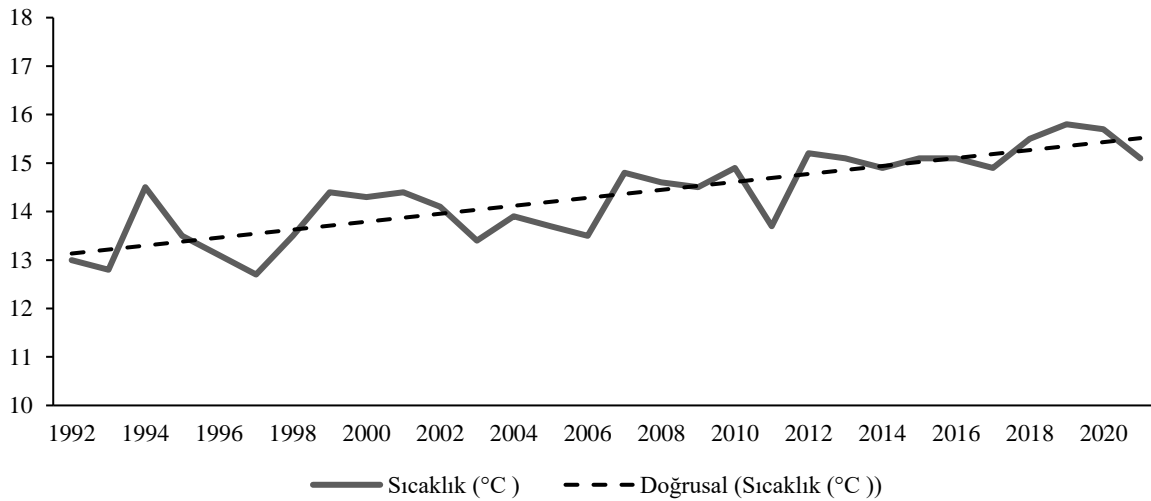
Yıllık Ortalama Sıcaklık

Havzanın ortalama sıcaklıkları üzerinde yükseltinin etkisinin nispeten az olduğu buna karşın enlem ve karasallık-denizellik şartlarının etkin rol oynadığı söylenebilmektedir. Grafik 4.1’de çalışma alanının uzun yıllık ortalama sıcaklıkları gösterilmektedir. Buna göre Edirne ilinde bulunan istasyonların (Edirne, Uzunköprü, İpsala) sıcaklıklarının daha yüksek olduğu söylenebilmektedir. Havzanın topografyası incelendiğinde Istranca Dağları’nın kuzeyden gelen hava kütlelerini kısıtlaması, Karadeniz, Marmara ve Ege Denizlerinin ılıtıcı etkisi ve enlem, sıcaklıklar üzerinde etkin rol oynamaktadır. Havzanın kuzeyinde ve güneyinde denizellik, istasyon sıcaklıklarını artırıcı etki yapmaktadır. Sonuçta havzanın kuzeyinde Karadeniz ikliminin etkisi, güneyinde ise Saroz Körfezinin kıyılarından başlayarak Akdeniz iklimi etkisi, iç kısımlarda ise Step-Akdeniz arası bir geçiş iklimi yaşanmaktadır.



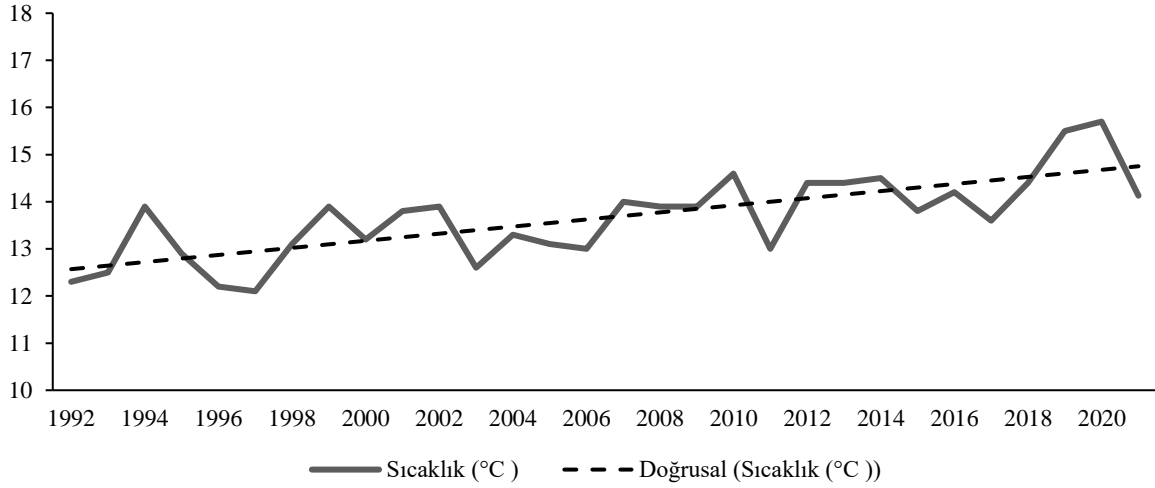
Grafik 4.1. Çalışma Alanının 1992-2021 Yılları Arası Sıcaklık Ortalamaları

Havzada bulunan istasyonlarının uzun yıllık sıcaklık ortalamaları ile hazırlanan grafiklere göre havzada bir sıcaklık artışının olduğu görülmektedir. İpsala istasyonu en yüksek sıcaklık ortalamasına sahip iken, Çorlu istasyonu ise en düşük sıcaklık ortalamasına sahiptir. Karadeniz ve Akdeniz iklim özellikleri havza genelinde yer yer görülürken havzanın genel olarak karasal iklimin tesiri altında olduğu söylenebilir. Araştırma sahasında iklimin oluşmasını sağlayan planeter ve coğrafi şartların oldukça benzerlik göstermesi istasyonlar arasındaki sıcaklık farkını azaltmaktadır. Edirne istasyonu (Grafik 4.2) incelendiğinde sıcaklıkların son yıllarda artış gösterdiği tespit edilmektedir. Ayrıca en yüksek sıcaklık ortalamasının 2019 yılında 15,8 °C olduğu, en düşük sıcaklık ortalamasının ise 1997 yılında 12,7 °C olduğu görülmektedir.



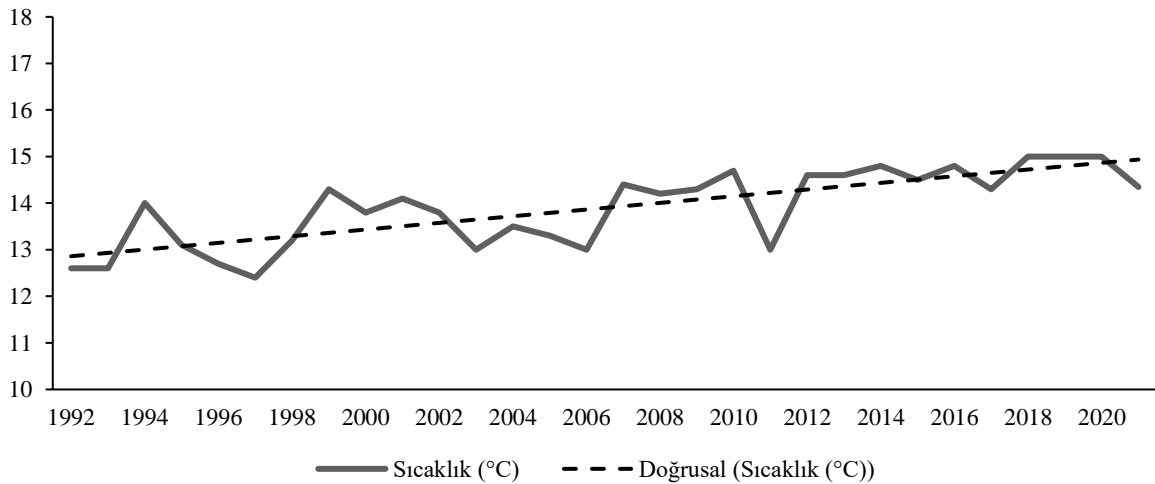
Grafik 4.2. Edirne İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması

Çalışma alanındaki istasyonlar içinde ortalama sıcaklığı en düşük olan Çorlu istasyonunda en yüksek ortalama sıcaklığın 2020 yılında 15,7 °C olduğu, en düşük ortalama sıcaklığın ise 1997 yılında 12,1 °C olduğu tespit edilmektedir. Yıllık sıcaklık ortalamaları incelendiğinde son yıllarda bir artışın olduğu gözlemlenmektedir.



Grafik 4.3. Çorlu İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması

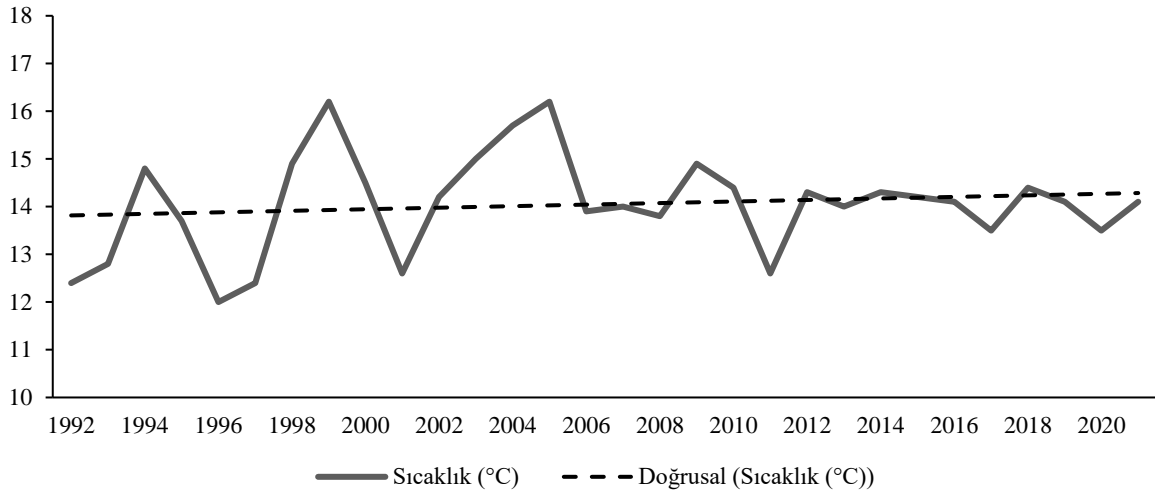
Çalışma alanının güneybatısında yer alan Malkara istasyonunda ortalama sıcaklıkların en yüksek olduğu 2018, 2019 ve 2020 yıllarında 15 °C, en düşük olduğu 1997 yılında ise 12,4 °C olduğu görülmektedir. Ayrıca sıcaklıklar artış eğilimi göstermektedir.



Grafik 4.4. Malkara İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması

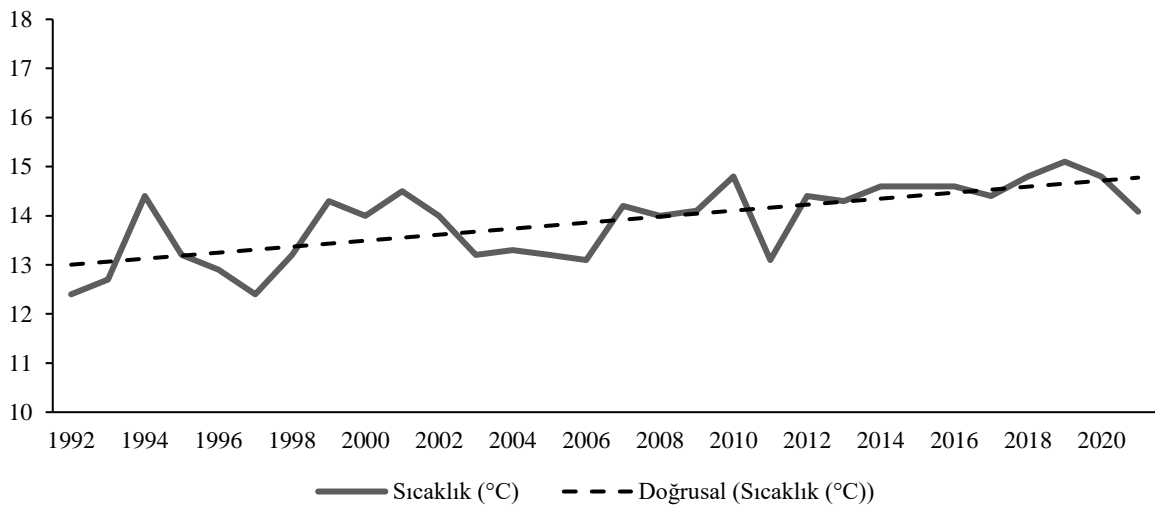
Lüleburgaz-Tigem istasyonu incelendiğinde en yüksek sıcaklıkların 1999 ve 2005 yıllarında 16,2°C olduğu, en düşük sıcaklıkların ise 1996 yılında 12°C olduğu tespit

edilmektedir. Bunun yanı sıra diğer istasyonlarda olduğu gibi Lüleburgaz-Tigem istasyonunda da sıcaklık artışı olduğu anlaşılmaktadır.



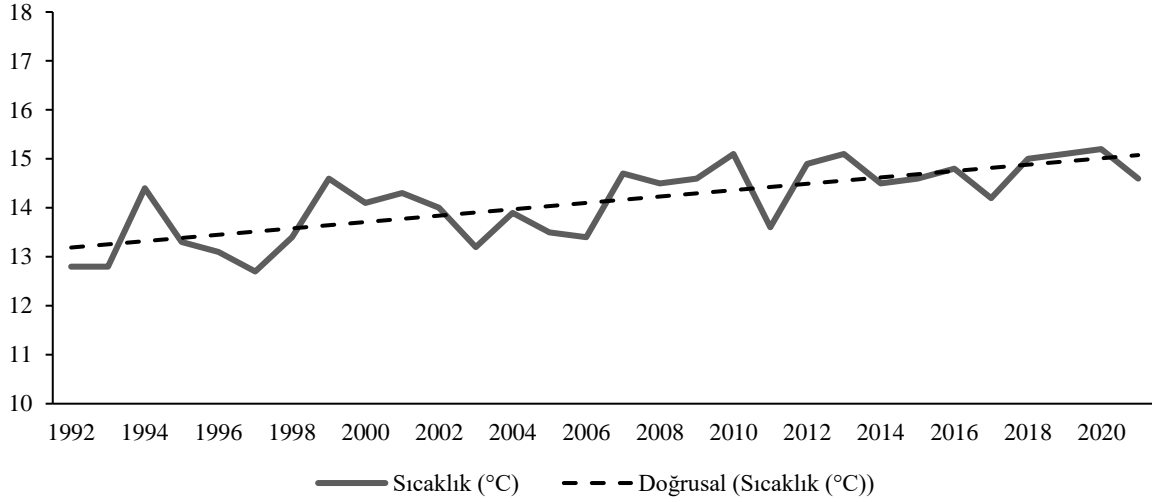
Grafik 4.5. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması

Çalışma sahasında bulunan Kırklareli istasyonu, sıcaklıkları incelendiğinde son yıllarda sürekli bir artışın olduğu anlaşılmaktadır. Havzada bulunan 7 istasyonun en kuzeyinde bulunan bu istasyonda Karadeniz'in ılıtıcı etkisi Yıldız Dağları tarafından kısmen engellenmektedir. Çeşitli hava kütlelerinin ve rüzgârların geçişini engelleyen bu koşul istasyonun karasal özellik göstermesinin esas sebebidir. İstasyondaki sıcaklık değerleri incelendiğinde en yüksek sıcaklık ortalamasının 2019 yılında 15,1°C olduğu, en düşük değer ise 1992 ve 1997 yıllarında 12,4°C olarak ölçüldüğü tespit edilmektedir.



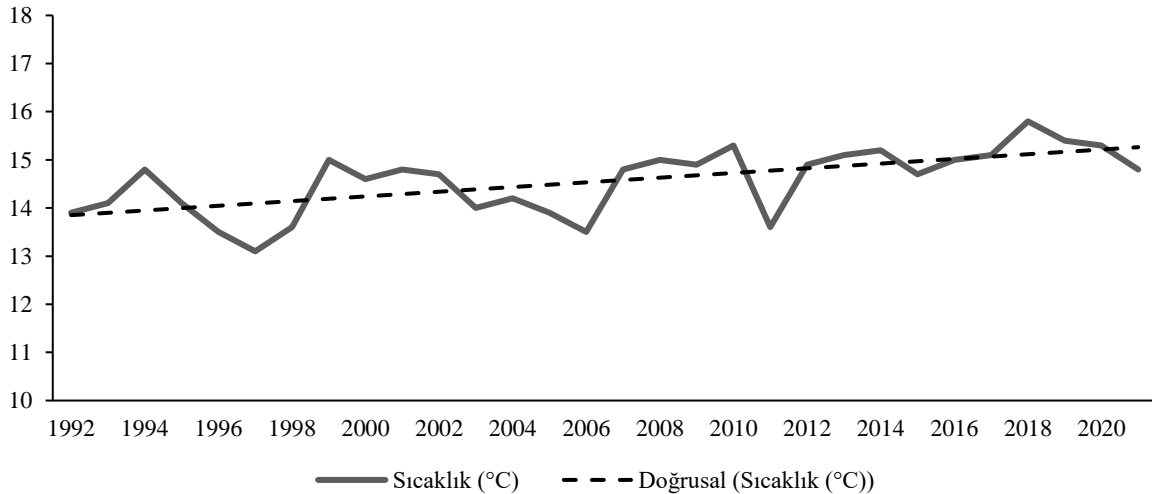
Grafik 4.6. Kırklareli İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması

Havzada bulunan bir diğ er istasyon olan Uzunköprü’de sıcaklık ortalamalarının artış gösterdiği, en yüksek ortalama sıcaklığın 2020 yılında 15,2 °C olduğu, en düşük ortalama sıcaklığın 1997 yılında 12,7 °C olduğu tespit edilmektedir.



Grafik 4.7. Uzunköprü İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması

Havzanın en güneyinde yer alan istasyonlardan biri olan İpsala aynı zamanda en yüksek sıcaklık ortalamasına (14,5°C) sahip istasyondur. Uzun yıllık ortalama sıcaklıkları incelendiğinde en yüksek ortalamanın 2018 yılında 15,8°C olduğu, en düşük ortalamanın ise 1997 yılında 13,1°C olduğu tespit edilmektedir. Diğ er istasyonlarda olduğu gibi İpsala istasyonunda da ortalama sıcaklıklarda artış olduğu tespit edilmektedir.



Grafik 4.8. İpsala İstasyonu Uzun Yıllık Sıcaklık Ortalaması

İstasyonların sıcaklık ortalamaları incelendiğinde araştırma alanı istasyonlarında sıcaklığın sürekli bir artış eğiliminde olduğu söylenebilmektedir. 30 yıllık zaman serisinin ilk yarısında sıcaklık değerleri ortalaması genel ortalamanın altında kalırken ikinci yarısında ise genel ortalamanın üzerine çıkmaktadır. Ortalama sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklıkların yine zaman periyodunun (1992-2021) ilk yarısında toplandığı gözlemlenmektedir. Havza geneline bakıldığında ise istasyonlar arası ortalama yüksek ve ortalama düşük değerler arasında belirgin farklar bulunmamaktadır.

Minimum Sıcaklık

Ergene Havzası'ndaki istasyonlarda ölçülmüş en düşük ortalama sıcaklıklar; Edirne istasyonunda 12,7°C, İpsala istasyonunda 13,1°C, Uzunköprü istasyonunda 12,7°C, Kırklareli istasyonunda 12,4°C, Lüleburgaz-Tigem istasyonunda 12°C, Malkara istasyonunda 12,4°C, Çorlu istasyonunda 12,1°C'dir. Tüm istasyonların ölçülmüş minimum sıcaklıkları incelendiğinde aralık ve ocak aylarında oldukları görülmektedir. 1997 yılı minimum sıcaklıkları tüm istasyonlarda dikkat çekmektedir. Türkiye'de ortalama sıcaklıklar incelendiğinde 1997 yılı, ortalama sıcaklıklardaki artışların başlangıç yılı (Demircan vd., 2015) olarak görülmektedir.

Maksimum Sıcaklık

Ergene Havzası'ndaki istasyonlarda ölçülmüş en yüksek ortalama sıcaklıklar; Edirne istasyonunda 15,8°C, İpsala istasyonunda 15,8°C, Uzunköprü istasyonunda 15,2°C, Kırklareli istasyonunda 15,1°C, Lüleburgaz-Tigem istasyonunda 16,2°C, Malkara istasyonunda 15°C, Çorlu istasyonunda 15,7°C'dir. Tüm istasyonların ölçülmüş maksimum sıcaklıkları incelendiğinde temmuz ve ağustos aylarında olduğu görülmektedir. 30 yıllık veri seti (1992-2021) iki periyot halinde incelenirse, ikinci periyodun daha sıcak olduğu ve son yıllarda sıcaklık ortalamalarında bir artışın meydana geldiğini söylemek mümkündür.

b) Yağış

Atmosferden yeryüzüne düşen sıvı veya katı su, yağış olarak tanımlanır ve yağış plüviyometre ile ölçülür. Yağışlar oluşma biçimlerine göre 3'e ayrılmaktadır.

a) Konvektif Yağışlar

Yükselim yağışları olarak da bilinen konveksiyonel yağışlar, havanın yükselmesi ile başlar. Yükselen hava çevresindeki havadan daha sıcak olduğu sürece bu yükseliş devam eder. Böylece alan üzerinde bir konveksiyon hücresi meydana gelir. Yükselen hava giderek soğur, sıcaklık düşer ve içinde bulunan mutlak nem azalırken bağıl nem ise yükselir. Neticede neme

doygun hale gelince çevresine yağış bırakır. Ekvator çevresinde sıkça rastlanılan bu yağış türü Türkiye’de İç Anadolu’da ilkbahar ve yaz aylarında görülmektedir.

b) Orografik Yağışlar

Yamaç yağışları olarak da bilinen orografik yağışlarda, nemli hava kütlesi bir dağ yamacı boyunca yükselirken sıcaklığın azalmasına bağlı olarak belirli bir yükseltiden itibaren yoğunlaşmaya başlamaktadır. Bu hava kütlesi içindeki nem, yamaç boyunca yağış olarak yeryüzüne düşmektedir. Bu yağışlar kıyı boyunca uzanan sıra dağların denize bakan yamaçlarında görülmektedir. Dolayısıyla Türkiye’de denize paralel sıra dağların denize bakan yamaçlarında oldukça fazla görülmektedir.

c) Cephesel/Siklonik Yağışlar

Sıcak ve soğuk iki hava kütesinin karşılaşma alanlarını oluşturan cephe, bu iki hava kütesinden soğuk olanının cephe boyunca alçalması, sıcak olanın ise cephe boyunca yükselmesi, yükselen hava kütesinin sıcaklığının azalması ve belirli bir yükseltiden sonra yoğunlaşmaya başlaması ile hava kütlesi içindeki nemin yağış halinde düşmesi şeklinde oluşmaktadır. Ortaya çıkan bu yağışların süresi uzun olmakla birlikte geniş bir alanı kaplamaktadır. Türkiye’de meydana gelen yağışların çoğu bu türdedir.

Yağış Rejimi

Belirli bir bölgeye düşen yağışın yıl içindeki farklı dağılımını ifade etmek için kullanılan yağış rejimi, bölgelere, aylara ve mevsimlere göre farklılık göstermektedir. Düzenli yağış rejimi ve düzensiz yağış rejimi olarak 2’ye ayrılan bu terim; yıl boyunca yağış görüldüğünde yağış rejimi bakımından düzenli iken, mevsimler arası yağış farklılıklarının görüldüğü durumlarda ise yağış rejimi düzensizdir. Araştırma sahasındaki istasyonların uzun yıllık yağış ortalamalarına bakıldığında en fazla yağışın kış mevsiminde, en az yağışın da yaz mevsiminde olduğu görülmektedir.

Yıllara Göre Yağış Miktarları

1992-2021 yılları arasındaki yıllık yağış miktarlarının ele alındığı bu bölümde 30 yıllık zaman periyodunun yağış değerleri incelenmektedir. Buna göre yağış miktarlarında son yıllarda bir artış eğilimi olduğu görülmektedir. Ergene Havzası’nda bulunan farklı istasyonların günlük ve yıllık yağış verileri incelendiğinde, en fazla yağışın kasım, aralık ve ocak aylarında olduğu görülmektedir. Yani yağışlı günler sayısı ile uzun yıllar yağış ortalaması değerlerinin birbirine paralel olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca istasyonların aylık yağış ortalamaları ile oluşturulan

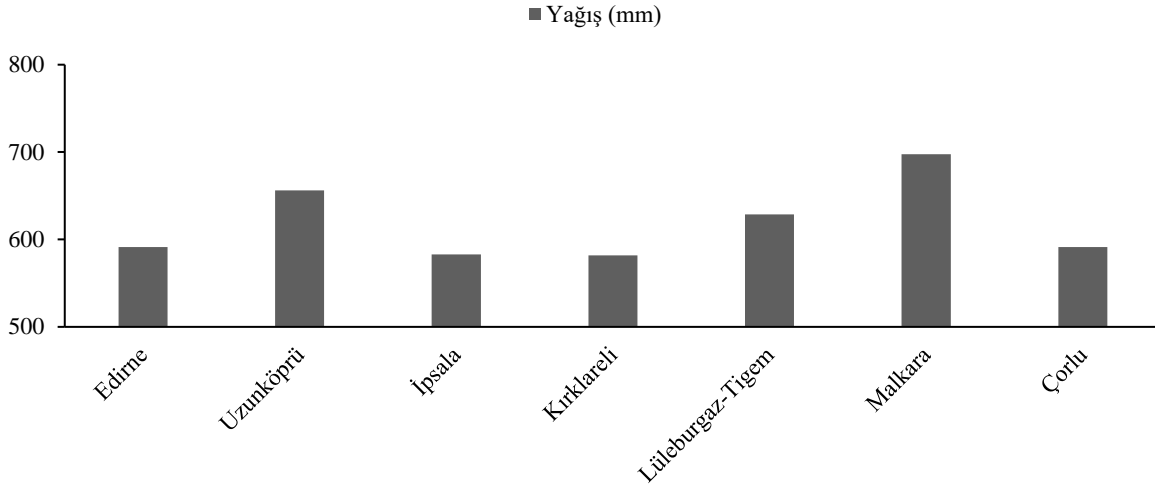
Tablo 4.4'e göre yıllık yağış ortalamasının en yüksek olduğu istasyon Malkara istasyonu, en düşük olduğu istasyon ise Kırklareli istasyonudur.

Tablo 4.4. İstasyonların Aylık Yağış (mm) Ortalaması (1930-2022)

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Edirne	66	47	52	44	53	47	37	21	36	62	64	70	599
Uzunköprü	76	67	75	45	43	39	32	16	37	69	73	88	660
İpsala	66	53	65	40	39	36	21	12	31	65	74	84	586
Kırklareli	65	50	49	40	49	58	32	18	38	56	62	62	579
Lüleburgaz-Tigem	59	52	53	73	65	47	35	13	38	61	56	78	630
Malkara	75	69	72	47	44	52	24	14	52	74	82	100	705
Çorlu	57	57	52	42	46	51	30	19	41	65	63	72	595

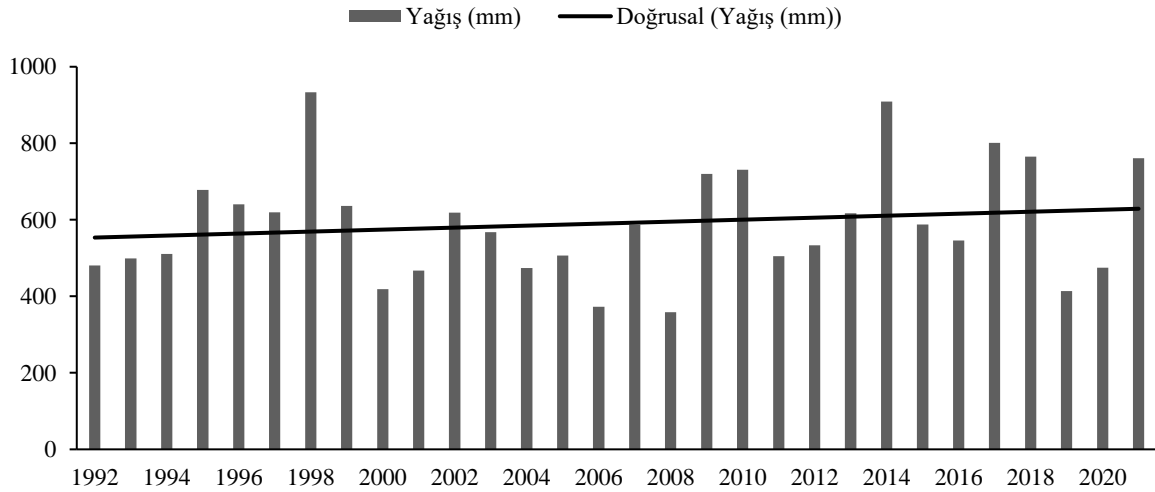
Kaynak: (MGM,2022)

Havzada bulunan istasyonların yıllık toplam yağış miktarları arasındaki farkı daha net bir şekilde gözlemlemek amacıyla hazırlanan grafik 4.9'a göre yağış ortalaması en yüksek olan istasyon yine Malkara istasyonudur. Aylık ve yıllık yağış ortalamalarının verildiği Tablo 4.4 ve grafik 4.9'da zaman periyotları açısından küçük bir farklılık bulunmaktadır. Buna göre 92 yıllık ölçüm değerlerine göre hazırlanan Tablo 4.4'teki istasyonların yıllık ortalamaları ile 30 yıllık (Grafik 4.9) ölçüm değerleri ile hazırlanan grafikteki yağış ortalamaları incelendiğinde her ikisinde de en az yağışın Kırklareli istasyonunda, en fazla yağışın ise Malkara istasyonunda olduğu görülmektedir. Ayrıca iki farklı zaman periyodunda verilen değerler karşılaştırıldığında son yıllarda yağış ortalamalarının düştüğü anlaşılmaktadır. Sıcaklık değerlerinin artış göstermesine karşın yağış ortalamalarının ise azalmaya başlaması üzerinde durulması gereken önemli bir konuyu teşkil etmektedir. Çünkü bu koşullar altında kuraklık kaçınılmaz bir gerçektir.



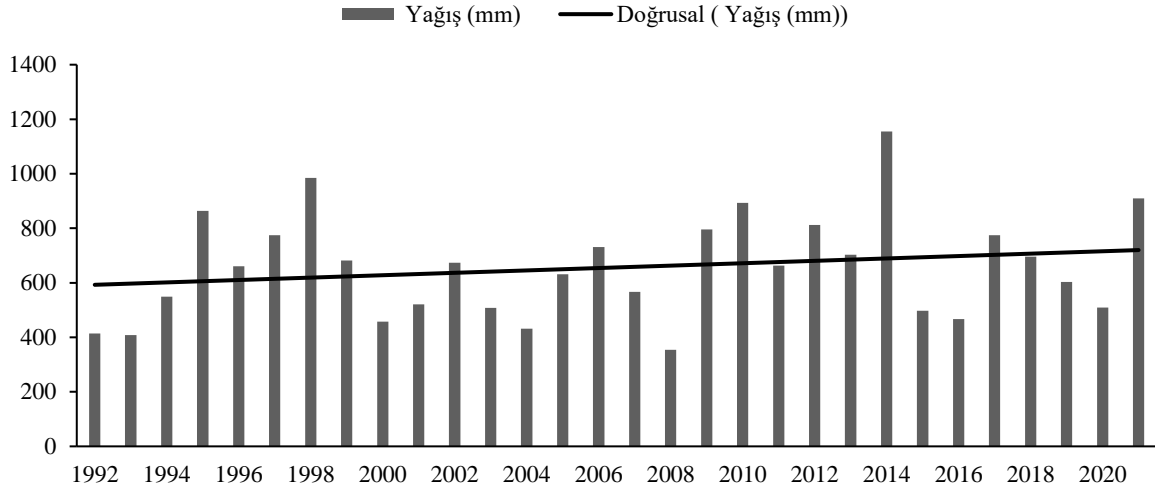
Grafik 4.9. Çalışma Alanının 1992-2021 Yılları Arasındaki Toplam Yağış Miktarı Ortalamaları (mm)

Edirne istasyonu yağış ortalamaları ile oluşturulan grafik 4.10'a göre; 30 yıllık zaman periyodunda yağış ortalaması en yüksek 933 mm ile 1998 yılında, en düşük 359 mm ile 2008 yılı olmuştur. Ayrıca son 10 yıllık veriler incelendiğinde ise yağışlarda bir azalmanın olduğu söylenebilmektedir.



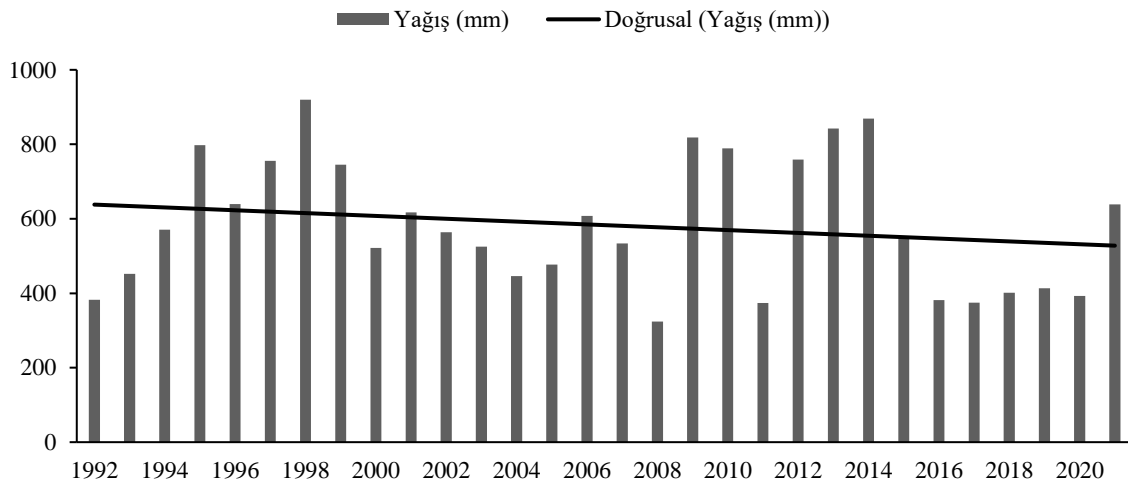
Grafik 4.10. Edirne İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması

Uzunköprü istasyonu için hazırlanan Grafik 4.11'e göre; yağış ortalaması en yüksek 1155 mm ile 2014 yılında, en düşük 355 mm ile 2008 yılındadır. Eğilim çizgisi incelendiğinde yağış ortalamalarında bir artışın olduğu görülmektedir. Ayrıca son 10 yıllık veri detaylı incelendiğinde yağış ortalamalarında bir düşüş meydana geldiği anlaşılmaktadır.



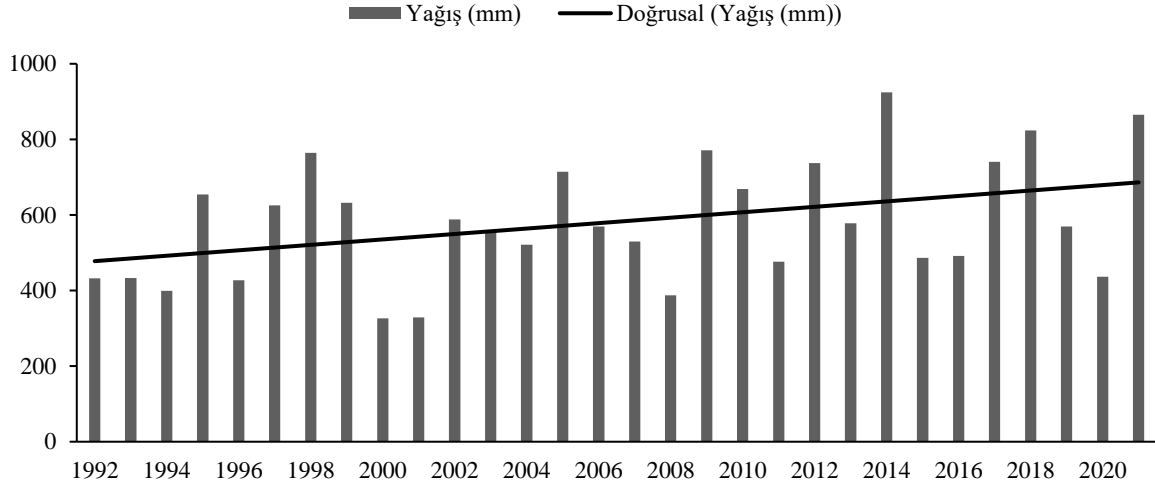
Grafik 4.11. Uzunköprü İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması

İpsala istasyonunun yağış ortalamasının anlaşılır bir şekilde anlatılabilmesi için hazırlanan grafik 4.12'ye göre; yağış ortalaması en yüksek 919,5 mm ile 1998 yılında, en düşük 324 mm ile 2008 yılında tespit edilmiştir. Eğilim çizgisi incelendiğinde yağışlarda düşüş olduğu net bir şekilde ortaya konmaktadır. Araştırma sahası incelenirken seçilen zaman periyodu (1992-2021) iki kısımda incelendiğinde (1992-2006 ile 2007-2021) birinci kısımdaki yağış miktarlarının ikinci kısımdakilere oranla daha yüksek olduğu ve sonuç olarak yağışların ikinci kısımda kayda değer bir şekilde düştüğü anlaşılmaktadır Aynı zamanda bu istasyonun tüm istasyonlar içinde ki sıcaklık ortalaması en yüksek olan istasyon olduğu düşünüldüğünde alana özgü çalışmaların yapılması ve kuraklık tedbirlerinin programlı bir şekilde uygulanması gerektiği ortaya çıkmaktadır.



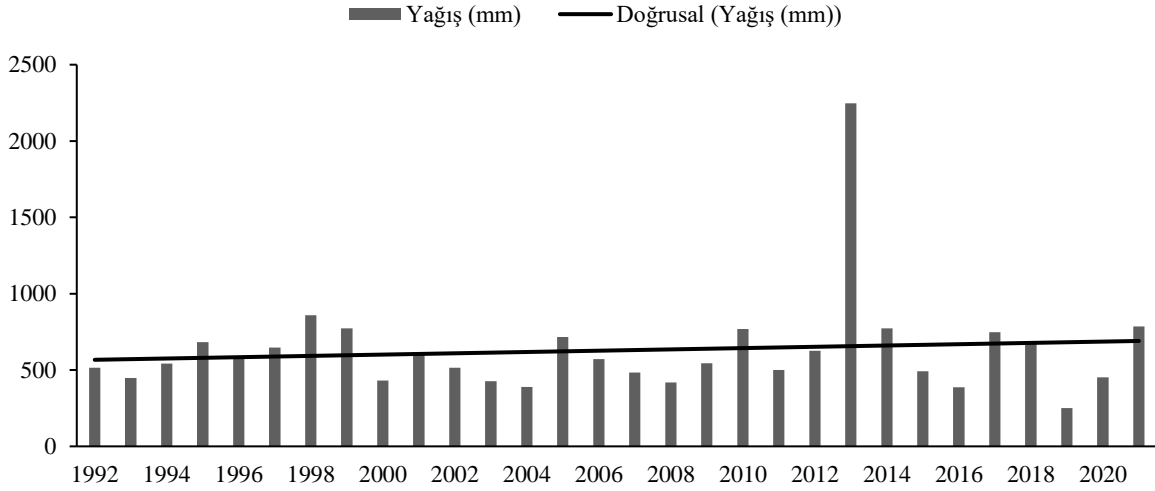
Grafik 4.12. İpsala İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması

Kırklareli istasyonu için hazırlanan grafik 4.13'e göre; yağış ortalaması en yüksek 924 mm ile 2014 yılında, en düşük 326,6 mm ile 2000 yılında tespit edilmiştir. Ayrıca eğilim çizgisi incelendiğinde yağış ortalamalarında bir artışın olduğu görülmektedir. Tüm istasyonlar içinde en düşük yağış ortalamasına sahip olan bu istasyonun hem sıcaklık hem de yağış değerlerinde son yıllarda bir artış eğiliminin olduğu tespit edilmektedir.



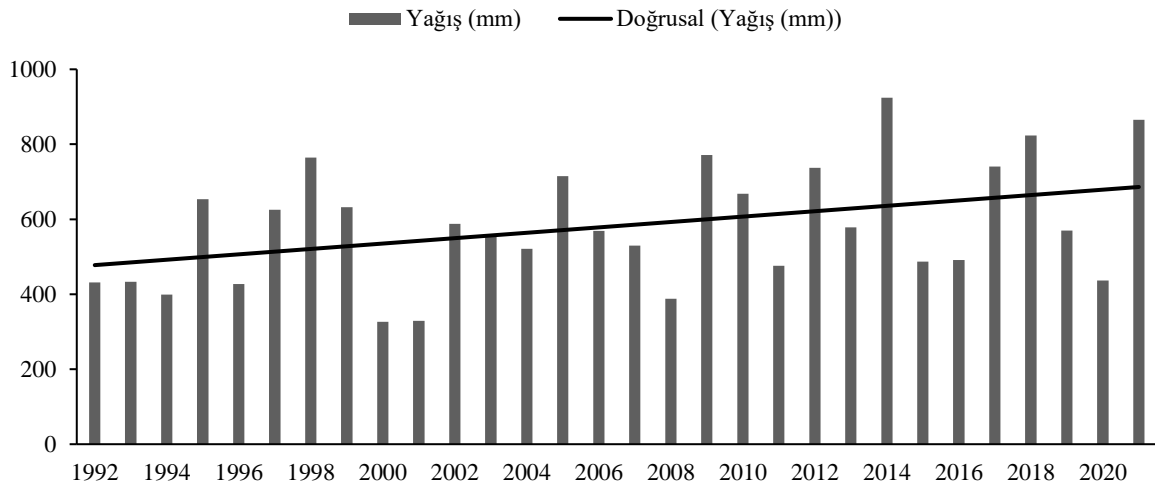
Grafik 4.13. Kırklareli İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması

Lüleburgaz-Tigem istasyonu için hazırlanan grafik 4.14'e göre; yağış ortalamaları en yüksek 2246,2 mm ile 2013 yılında, en düşük 251,4 mm ile 2019 yılında tespit edilmiştir. Ayrıca eğilim çizgisi incelendiğinde yağış ortalamalarında hafif bir artış olduğu ancak son 10 yıl incelendiğinde ortalamalarda düşüş olduğu görülmektedir. Grafik incelendiğinde en yüksek yağışın olduğu 2013 yılı dikkat çekmektedir. Bu yüksek değer sebebi sonbahar ve kış yağışlarının normalin oldukça üzerine çıkması ve nisan ayı yağışının (1059 mm) yüksek olmasıdır.



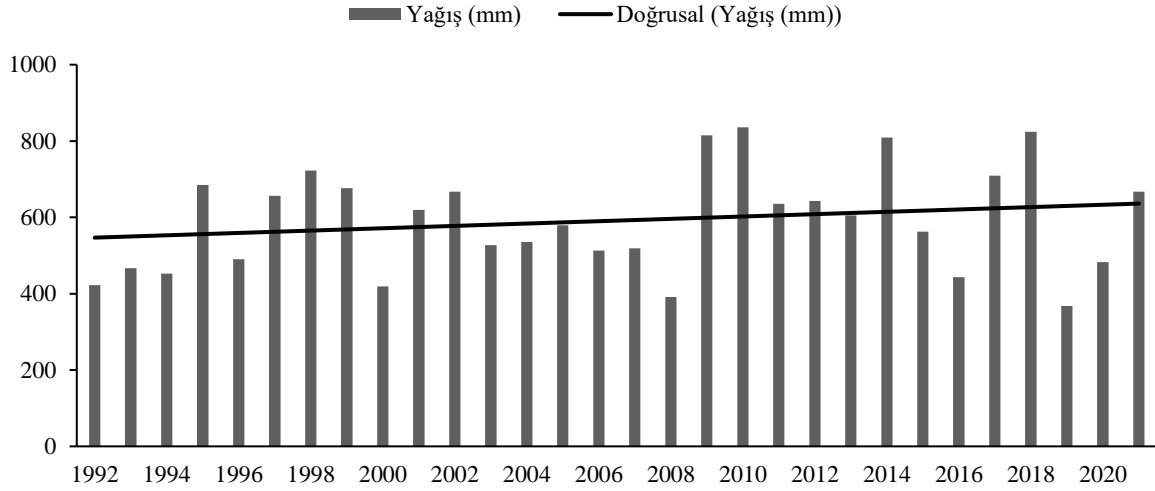
Grafik 4.14. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması

Malkara istasyonu için hazırlanan grafik 4.15'e göre; yağış ortalaması en yüksek 1100 mm ile 1998 yılında, en düşük 393 mm ile 2008 yılında olmuştur. En yüksek yağış ortalamasına sahip olan bu istasyonun yağış ortalamalarında bir düşme eğilimi olduğu anlaşılmaktadır.



Grafik 4.15. Malkara İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması

Çorlu istasyonu için hazırlanan grafik 4.16'ya göre; yağış ortalaması en yüksek 835,6 mm ile 2010 yılında, en düşük 368,2 mm ile 2019 yılında olmuştur. Eğilim çizgisi incelendiğinde yağış ortalamalarında bir artışın söz konusu olduğu görülmektedir. En düşük ortalama sıcaklıklara sahip olan Çorlu istasyonunda sıcaklık ve yağış değerlerinin artış gösterdiği ortaya konmuştur.



Grafik 4.16. Çorlu İstasyonu Uzun Yıllık Yağış Ortalaması

Trakya'nın en az yağış alan yeri olan Ergene Havzası'nda, en yağışlı kesimi kuzeydeki Istranca kütleli ve güneydeki Ganos ve Kuru Dağları oluşturmaktadır (Güngördü, 1999). Dağlık kütlelerin yüksek kısımlarından havzaya doğru inildikçe yağış değerlerinin azaldığı söylenebilir. Araştırma sahasında bulunan bazı istasyonların yağış değerlerinin diğerlerine oranla düşük olmasının nedeni ise bu istasyonların kuzey ve güneyden deniz etkisine kapalı olmasıdır.

4.4. Hidrografiya Özellikleri

Hidrografiya hem yerüstü suları (akarsu, göl, kaynak, okyanus ve deniz) hem de yeraltı sularını inceleyen bilim dalı olduğu için fiziki, beşerî, ekonomik, sosyal ve çevresel pek çok çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Neticede suyun atmosferde yaptığı dolaşım hidrografiyanın konusudur. Bu çalışmada Ergene Havzası incelendiği için daha çok akarsu sistemlerine değinilmektedir. Doğal bir yatak içinde akan su kütlelerine akarsu (Hoşgören, 2015), bir akarsuyun kolları ile birlikte yayılmış olduğu sahaya ise akarsu havzası denmektedir. Akarsuların oluşumunda iklim, zeminin litolojik özelliği, jeomorfolojik özellikler, yeraltı suları ve kaynaklar ile göl gidegenleri etkili olmaktadır.

- İklim: İklim elemanlarından biri olan yağış, akarsuların oluşumunda oldukça önemlidir. Akarsuyun oluşumu için gerekli olan suyun temini yağış ile gerçekleşmektedir. Buharlaşma, sızma ve bitki örtüsü tarafından tutulma gibi yollarla kaybolan kısımdan geriye kalan su doğrudan akarsuları beslemektedir (Hoşgören, 2015). Sıcaklık ise buharlaşmanın derecesi ve süresi üzerinde etkin rol oynamaktadır. Sonuçta belirli bir

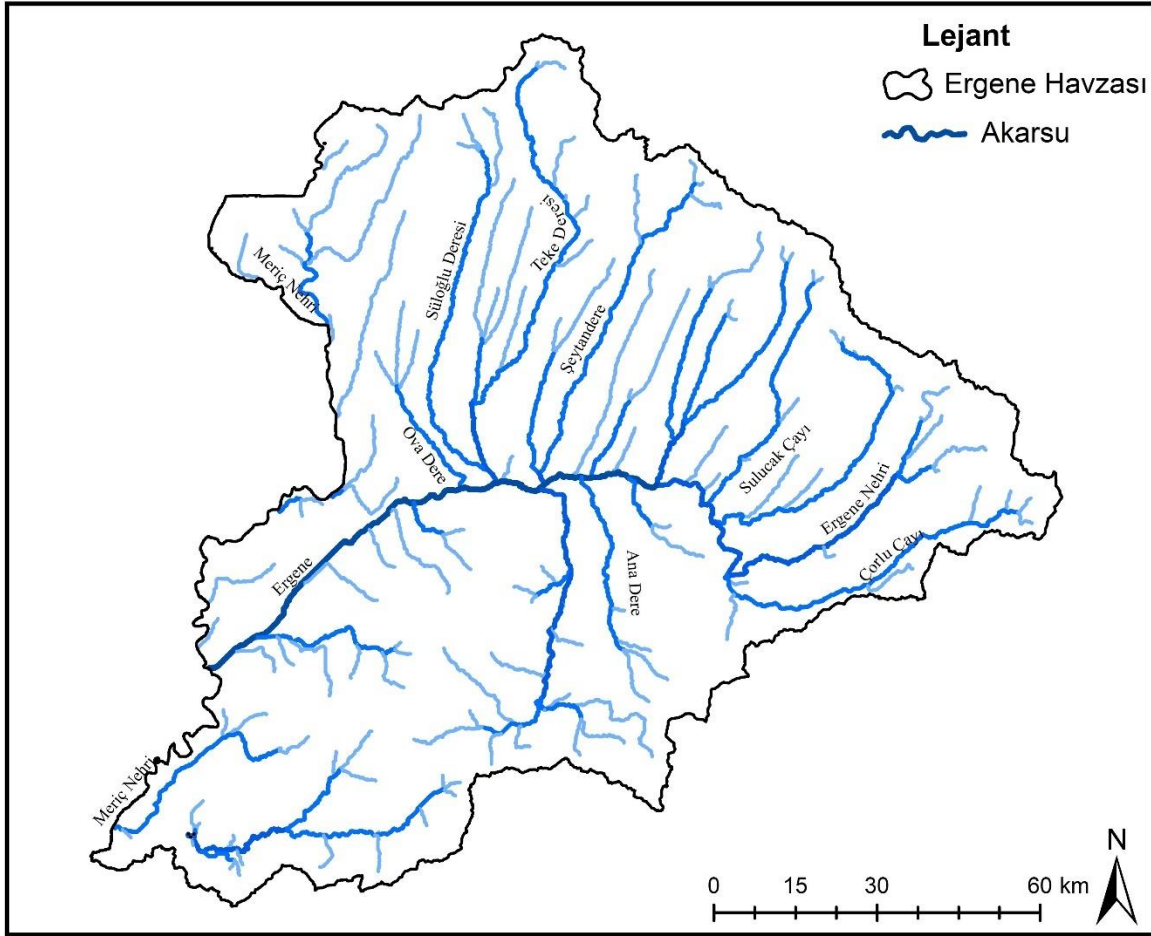
bölgedeki yağışların tamamı akarsuya katılmaz ve bir kısmı buharlaşma, sızma ve tutulma gibi çeşitli faktörler ile kaybolur. Dolayısıyla iklim akarsu oluşumunda önemli bir etkidir.

- b) Zeminin Litolojik Özellikleri: Akarsuyun oluşumunda zeminin litolojisi önemli bir konudur. Çünkü belirli bir bölgede bulunan zemindeki toprak veya kayaç geçirimsiz olduğunda su direkt akarsuya katılır. Ancak geçirimli ise o halde yağışın büyük bir kısmı yeraltına sızar ve akarsu bu sudan faydalanamaz. Kayaçlar içinde bulunan gözeneklerde yine suyun tutulması için önemlidir. Boşluklar ne kadar büyükse geçirimsizlikte o ölçüde artmaktadır.
- c) Jeomorfolojik Özellikler: Akarsu oluşumunda etkili olan jeomorfolojik özellikler eğim, yükselti ve bakıdır. Eğim değeri yüksek olan bir yamaçta yağışla gelen su tutunamaz ve akarsu oluşumu kolaylaşır. Yükselti arttıkça yağış miktarı da artmaktadır. Dolayısıyla tüm şartların aynı olması durumunda yüksek yerlerde akarsu oluşma ihtimali alçak yerlere kıyasla daha yüksek olmaktadır (Hoşgören, 2015). Bakı unsuru ise yağış miktarına etki yaptığı için dolaylı bir etkidir. Örneğin nemli rüzgarlara bakan yamaçlar daha fazla yağış alacakları için akarsu oluşumunda öne çıkmaktadır.
- d) Yeraltı Suları ve Kaynaklar: Yeraltı suyu seviyesinin yeryüzüne yakın olduğu yerlerde sızma yoluyla olan yağış kaybı az olacağı için akarsu oluşumu kolaylaşmaktadır (Hoşgören, 2015). Yeraltı sularının çeşitli sebeplerle yeryüzüne çıkması akarsuları meydana getiren etkenlerdendir.
- e) Göl Gidegenleri: Göllerde bulunan fazla suların taşarak kendilerine yeni bir yatak kazması ve akarsuları oluşturmalarıdır.

Akarsular uzunluklarına, akım miktarlarına, şekillerine ve akış sürelerine göre çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bu şekilde herhangi bir akarsuyun kısa veya uzun, düşük veya yüksek akımlı, düz veya menderesli, sürekli veya süreksiz şeklinde detaylı bir şekilde incelemek mümkün olmaktadır.

Akarsular yukarı havza, orta havza ve aşağı havza (taşkın ovası) olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Türkiye, Meriç Nehri Havzası'nın aşağısında yer almaktadır. Akarsu üzerinde seller yukarı ve orta havzada oluşurken taşkınlar ise aşağı havzada meydana geldiğinden Edirne'de oluşan afetlerin daha çok taşkın karakterli olduğu söylenebilmektedir (Uludağ, 2015). Dehide meydana gelen düzensizliklerin yanında taşkına sebep olan diğer faktör ise baraj kapaklarının açılmasıdır. Bulgaristan'da yapılan barajların kullanım amacı genellikle

Kısaca; Ergene Nehri, Yıldız Dağları'ndan doğar ve Çorlu Deresi ile birleşerek kuzeye ilerler. Daha sonra Uzunköprü'de Meriç Nehri ile birleşir. Meriç Nehri'nin en önemli kolu olan Ergene Nehri'nin önemli kolları ise Çorlu Deresi, Soğucak Deresi, Lüleburgaz Deresi, Şeytan Dere, Hayrabolu Deresi, Ana Dere ve Teke Deresi'dir. Ayrıca Ergene Nehri akışı kuzeydoğu-güneybatı yönlüdür (Şengüler, 2022). Ayrıca yağmur ve kar erime suları ile beslenen Meriç-Ergene Nehri Havzası'nın bulunduğu alanda sıklıkla taşkınlar meydana gelmektedir. Özellikle havzanın üç kolunun birleştiği Edirne bu durumdan olumsuz etkilenmektedir.



Şekil 4.5. Meriç-Ergene Havzası Akarsu Ağı Haritası

4.4.2. Meriç Nehri

Bulgaristan'daki Rila Dağları'ndan (2378 m) kaynağını alıp batıya yönelerek Tunca Nehri ve Arda Nehri ile Edirne'de birleşen Meriç Nehri, Yunanistan ile doğal sınırlarımızı oluşturmaktadır (Ertek, 2016a). Doğudan gelerek Ergene Nehri ile İpsala'nın batısında birleşmektedir. Saroz Körfezi'nden Ege Denizi'ne dökülmektedir.

4.4.3. Çorlu Çayı

Çalışma alanının doğusunda bulunan Çerkezköy'den doğan Çorlu Çayı, birçok kaynağı olarak ilerlemekte ve Ergene Nehri ile birleşmektedir. Havzada bulunan diğer akarsular gibi su potansiyeli düzenli değildir. Yağışlı dönemlerde su seviyesi artış gösterirken kurak aylarda su seviyesi azalmakta hatta yer yer ve dönem dönem kurumaktadır.

4.4.4. Paşaköy Deresi

Ana Çay veya Vize Deresi olarak bilinen bu dere, Yıldız Dağları'ndan doğarak güneye ilerlemekte, birçok kol ile birleşerek Ergene Nehri'ne karışmaktadır. Yağışlı dönemlerde taşkınlar görülürken (Balcı Akova, 2002), yaz aylarında ise debisinde azalmalar görülmektedir.

4.4.5. Sulucak Çayı

Mahya Dağı'nın güneyinden doğan bu çay, pek çok kolla birleşerek Ergene Nehri'ne katılmaktadır. Su toplama alanı geniş değildir ve akışı yıl içinde farklılık göstermektedir (Balcı Akova, 2002). Özellikle diğer pek çok kol gibi Temmuz-Eylül periyodunda kurumaktadır.

4.4.6. Lüleburgaz Çayı

Kaynarlı Dere, Poyrazlı Dere ve daha birçok kaynağı bünyesine katan Lüleburgaz Çayı Ergene Irmağı'na katılmaktadır.

4.4.7. Babaeski Deresi

Şeytan Dere olarak da bilinen Babaeski Deresi Yıldız Dağları'ndan kaynağını aldıktan sonra Ergene'ye karışmaktadır. Su potansiyeli yüksek olan bu derenin dönemsel olarak seviyesinde düşüş yaşandığı (Balcı Akova, 2002), son yıllarda da dönem dönem kuraklık yaşandığı bilinmektedir. Hatta bazı dönemler taşmakta ve çevreye zarar vermektedir.

4.4.8. Teke Deresi

Pek çok yan kol ve geniş bir toplama havzasına sahip olan Teke Deresi, Ergene Nehri'ne Pehlivan köyü'nün doğusunda katılmaktadır. Mevsimlere göre taşıdığı su miktarları değişmekte, kurak devrelerde su seviyesi düşmekte hatta bazen kurumaktadır.

4.4.9. Ova Deresi

Havzanın batısında bulunan Ova Deresi, diğer küçük kollar ile birleşerek Ergene Nehri ile birleşmektedir.

4.4.10. Hayrabolu Deresi

Ergene Nehri'nin en geniş su toplama havzasına sahip kolu olan (Balcı Akova, 2002) Hayrabolu Deresi bünyesine birçok sulu dere katarak Ergene Nehri'ne kavuşmaktadır. Yılın büyük bir bölümünde yatağında su bulunan bu derenin, kurak devrede (temmuz-eylül) suları azalmaktadır.

Hazırlanan akarsu ağı haritasından (Şekil 4.5) görüldüğü üzere çalışma alanı geniş bir akarsu ağı tarafından kuşatılmıştır. Böyle büyük bir potansiyelin ihtiyaçlara binaen doğru bir şekilde kullanılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması oldukça önemlidir. Çünkü son yıllarda şiddetini artıran küresel ısınma su kaynaklarını tehdit etmektedir. Dolayısıyla havzalar üzerinde detaylı incelemeler yaparak, doğa ile uyumlu sistemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

4.5. Toprak Özellikleri

Toprak çeşitli sahalarda farklı disiplinler tarafından birçok şekilde tanımlanmaktadır. Toprağın farklı bilimlerde tanımlamalarının esası ise şu şekilde açıklanabilir; toprağın bitkinin gelişimi için doğal bir ortam sunduğu, üzerinde bitkilerin büyüdüğü mineral ve organik maddeler ile yaşayan organizmalardan oluşan, arz kabuğunun üzerini kaplayan dinamik bir vücuttur (Ergene, 1972). Yani toprak; iklim, rölyef ve organizmanın uzun zaman boyunca karşılıklı etkileşimleri sonucu belirli özellikler kazanan doğal bir ünedir. Nitekim toprağın çeşitli çevre faktörlerinin etkisi altında yeryüzü üzerindeki mineral ve organik maddelerin bir değişim ürünü olup, bitkiler için yetiştirme ortamı, hayvanlar ve insanlar için ise yaşamın temel kaynağı olan, kayaçların ayrışmasından oluşan gevşek ve dağılılabir bir katman (Aydın ve Kılıç, 2013) olduğu söylenebilir. Toprak oluşumunda rol oynayan etmenleri bir formülle açıklamak mümkündür (Erinç, 2000). Buna göre;

$$\text{Toprak} = f(\text{iklim} + \text{kaya yapısı} + \text{topografya} + \text{organizma} + \text{zaman})$$

Toprak oluşumu uzun yıllar boyunca devam eder ve oluşumu üzerinde çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Toprağın oluşmasında rol oynayan faktörler sırasıyla: iklim, canlılar, ana madde, topografya ve zamandır.

- a) İklim: Toprak oluşumunda en etkili faktör iklimdir. İklim elemanlarından olan yağış ve sıcaklık faktörleri kayaçların parçalanması ve ayrışması üzerinde etkin rol oynamaktadır.
- b) Canlılar: Bitki, hayvan ve mikro organizmalar toprak oluşumunda büyük bir etkiye sahiptir. Bunun dışında insanlarda toprak oluşumunda paya sahiptir. Bitkiler; kökleri

sayesinde ana maddeyi parçalar, erozyonu önler, toprağa organik madde kazandırır. Hayvanlar; toprak içerisinde yuva açarak toprağın karışmasını ve havalanmasını sağlarlar. Ayrıca bu toprak canlıları organik madde kaynağıdır. Mikro organizmalar; organik atıkların ayrışmasında ve bitki besin maddelerinin ortaya çıkmasında etkindirler. Son olarak insanlar ise; yaptıkları faaliyetlerle toprağa doğrudan bir etki bırakmaktadırlar. Tarımsal kullanım, orman tahribi, orman yangınları, aşırı sulama gibi çeşitli faaliyetler insanın toprak üzerindeki etkilerinden bazılarıdır.

- c) Ana Kaya: Toprak ana materyalinin birincil kaynağı kayalardır. Bu ana materyal püskürük, tortul veya metamorfik olabileceği gibi çeşitli olaylarla parçalanan ve taşınıp başka yerde depolanan birikmiş yeni materyalde toprak ana materyalini oluşturabilmektedir (Aydın ve Kılıç, 2013).
- d) Topografya: Yer şekli, eğim, yükselti ve bakı toprak oluşumu üzerinde önemlidir. Eğimin fazla olduğu bir alanda oluşan toprak ile düz bir zeminde oluşan toprak arasında derinlik farkı olmaktadır. Eğimli alanda oluşan toprak daha sıkı kalmaktadır. Farklı yükseltilerde farklı iklim özellikleri görüleceği için toprak tipleri ve profilleri de çeşitlilik göstermektedir.
- e) Zaman: Toprak oluşumunda zaman faktörü, diğer oluşum faktörlerinin toprak üzerinde etkili olduğu sürenin boyutunu göstermektedir (Aydın ve Kılıç, 2013).

Bir toprak katmanında horizonlar yukarıdan aşağıya doğru A, B, C ve D harfleri ile gösterilmektedir. A horizonu yıkanma, B horizonu birikme, C horizonu çözülme ve D horizonu ise anakayayı temsil etmektedir. Türkiye bulunduğu coğrafi konum, iklim, jeolojik ve morfolojik özellikler gibi çeşitli nedenlerden dolayı toprak tipleri bakımından zengin bir ülkedir. Nemli tropiklerin ve subtropiklerin topraklarından, serozyomlara kadar pek çok zonal toprak tipinin bulunmasının yanı sıra, kaya tabiatına ve drenaj şartlarına bağlı olarak çeşitli intrazonal ve azonal topraklarda görülmektedir (Ertek, 2016b). Toprak tiplerinin çeşitliliği ve yayılışlarını belirleyen en önemli etken iklimdir. Türkiye topraklarının birçoğunun zonal toprak grubunda olduğu ve bu toprakların gelişimi üzerinde iklimin büyük bir etkisi olduğu söylenebilir. Çünkü iklim bir bölgenin kimyasal ve fiziksel şartlarını etkilediği gibi drenaj sistemi ve topografya üzerinde de etkili olmaktadır. Ayrıca Türkiye'nin jeomorfolojik karakterinin toprak oluşumu ve çeşitliliği üzerine yaptığı etki önemlidir. Topraklar oluşumlarına göre 3 grupta incelenmektedir. İklimle göre oluşanlar zonal topraklar, anakayaya göre oluşan intrazonal topraklar ve taşınan topraklar ise azonal topraklardır.

- a) Zonal Topraklar: Buldukları yerde iklim ve zeminin özelliklerine göre oluşan bu topraklar Türkiye’de oldukça yaygındır. Başlıca zonal topraklar; podzolik topraklar, kahverengi orman toprakları, terra rossa toprakları, kahverengi topraklar, kireçsiz kahverengi topraklar, kestane renkli topraklar, çernezyom ve serozyomdur (Ertek, 2016b).
- b) İntrazonal Topraklar: Ana kaya ve drenaja bağlı olarak bulunduğu yerde oluşan topraklardır. Başlıca intrazonal topraklar; redzinalar, gromusoller, solonçaklar, yüksek dağ çayırı toprakları ve halomorfik topraklardır.
- c) Azonal Topraklar: Bu topraklar, eğimli sahalarda dış etkenlerin yaptığı etki neticesinde ana kayadan kopartılarak taşınması ve bir yerde birikmesi ile oluşmaktadır. Başlıca azonal topraklar; alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar, kumullar, lösler, morenler, turbalı çayır toprakları ve regosollerdir. Coğrafi konumu ve çeşitli özellikleri ile tarımsal potansiyeli yüksek olan araştırma sahasında bulunan topraklar dikkat çekmektedir. Havzada büyük toprak tipleri olarak alüvyal topraklar, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, vertisoller, rendzinalar, kolüvyal topraklar ve hidromorfik alüvyal topraklar görülmektedir (Balcı Akova, 2002).

Alüvyal Topraklar

Tarım için oldukça önemli olan bu topraklar, Ergene Nehri ve kolları boyunca şeritler halinde vadilerde bulunmaktadır. Bu toprakların tekstürü oluşumu itibariyle taşıdıkları materyale göre değişiklik göstermektedir. Yüksek yerlerden gelen akarsuyun kireci aşağıya taşınması alüvyal toprakların kireç bakımından zengin olmasına neden olmaktadır. Genç oluşumlu oldukları için toprak profilleri henüz iyi bir şekilde gelişmemiştir. Çalışma alanında alüvyal topraklar daha çok İpsala ve Uzunköprü’de yoğunlaşmaktadır. Bu topraklar çeltik üretimi için önemlidir.

Kireçsiz Kahverengi Topraklar

Bu toprak türü araştırma sahasında en geniş alan kaplayan toprak türüdür (Balcı Akova, 2002). Zonal topraklar içinde yer alan kireçsiz kahverengi topraklar, havzanın kuzey, kuzeydoğu, doğu ve güneybatısında parçalar halinde bulunmaktadır. Daha çok Çorlu ve Uzunköprü’de olduğu bilinmektedir.

Vertisoller

Ergene Havzası'nda geniş alan kaplayan bu toprak türü intrazonal toprak grubunda yer almaktadır. Yoğun olarak Lüleburgaz ve çevresinde görülen vertisoller, havzanın batısında da yer yer bulunmaktadır.

Rendzinalar

İntrazonal toprak grubunda bulunan rendzinalar, genç topraklardandır. Hafif eğimli alanlarda olur ve buldukları yerde dalgalı bir görünüm oluştururlar (Balcı Akova, 2002). Çalışma alanında az bulunmaktadır.

Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Zonal topraklardan biri olan kireçsiz kahverengi orman toprakları genellikle orman örtüsü ile kaplıdır. Su tutma kapasiteleri yüksek olan bu topraklar yağışın fazla olduğu ancak sıcaklıkların yüksek olmadığı alanlarda görülmektedir. Havzanın genellikle kuzey-kuzeybatısında ve eğimin yüksek olduğu yerlerde bulunmaktadır.

Kahverengi Orman Toprakları

Çok geniş bir yayılım alanına sahip olmayan ve intrazonal topraklar grubunda yer alan bu topraklar orman örtüsü altında ve eğimli bölgelerde bulunmaktadır. Ayrıca yayılış alanına bakıldığında araştırma sahasının güneydoğusunda bulunduğu bilinmektedir.

Kolüvyal Topraklar

Havzada fazla bulunmayan bu topraklar, daha çok vadi ağızlarında ve eğimli alanlarda malzemenin biriktirilmesi sonucunda oluşmaktadır (Balcı Akova, 2002). Bu topraklar eğim ve taşıdıkları materyallere göre verimli topraklardır. Havzada yayılışı oldukça azdır.

4.6. Bitki Örtüsü

Ergene Havzası doğal bitki örtüsü sahanın morfolojik yapısından dolayı çeşitlilik göstermektedir. Havza çevresinin dağlık kütleler ile çevrili olması ve bölgede görülen farklı iklim koşulları bitki örtüsünün farklılaşmasına yol açmaktadır. Bölgenin kuzeyi Avrupa-Sibirya flora bölgesi etkisinde iken güneyi ise Akdeniz florası etkisinde olduğu için farklı bitki toplulukları gelişim göstermektedir. Araştırma sahasının kuzeyinde ve güneyinde bulunan dağlık kütlelerde nemli ormanlar bulunmaktadır. Yıldız Dağları üzerindeki nemli ormanlar doğu kayını (*Fagus orientalis*) ormanları ile karakterize edilmektedir (Adamović, 1909). Bu nemli ormanlar sahasında meşeler, ormangülleri (*Rhododendron*) ve çobanpüskülleri (*Ilax*

aquifolium) de bulunmaktadır (Dönmez, 1990). Ayrıca Yıldız Dağları'nda bulunan nemli ormanlar güneydeki Işıklar Dağları üzerinde gelişenlerden farklıdır. Işıklar Dağları üzerindeki nemli ormanlar karışık orman karakterindeki sapsız meşe (*Quercus dschorochensis*), âdi gürgen (*Carpinus betulus*), ıhlamur (*Tilia tomentosa*) ve kestane (*Castanea sativa*)'dir (Dönmez, 1990). Yıldız Dağları'nın güneyinde ve güney eteklerindeki platolar ile Işıklar Dağları'nın güneyindeki sahalar haricindeki yerlerde zirve ile 300 metre arasında ve bu dağların kuzey eteklerindeki platolarda, bütün Kuru Dağları üzeri ile onun kuzeyindeki platolarda kuru ormanlar yaygın bir şekilde görülmektedir (Erinç, 1965). Yıldız Dağları'nın güneyindeki kuru ormanların kuzey sınırı, kayın ormanları ile meşe ormanları arasındaki sınırdır (Dönmez, 1990). Bu sınır doğal bir sınır olmayıp orman tahribi sonucunda değişikliğe uğramıştır (Eraslan, 1954). Kuru Dağları kuzey eteklerinden Ergene vadisine kadar uzanan plato sahası yine kuru ormanlar sahasıdır (Dönmez, 1990). Ergene Havzası'nda bulunan antropojen step sahası ise doğal oluşumlu olmayıp ormanın insan etkisiyle ortadan kaldırılması sonucunda oluşmuştur (Dönmez, 1990). Çünkü Ergene Havzası klimatik olarak doğal step sahasında değildir. İstanbul ve Edirne arasında yaptığı seyahatte havzayı gözlemleyen Mattfeld; havzanın step sahası olduğunu, yazın yeşil yapraklı meşe ormanlarının yaz kuraklığına dayanamayacaklarını ve Anadolu step sahasının Ergene Havzası'na kadar uzandığını ifade etmiştir (Mattfeld, 1929). Bir step sahası olan Anadolu klimatik şartlar itibariyle Ergene Havzası'ndan oldukça farklıdır. Zednik (Zednik, 1963), Louis (Louis, 1939), Davis (Davis, 1965) ve Eraslan (Eraslan, 1954)'da Ergene Havzası'nı doğal step olarak incelemişlerdir. Ancak bölgenin klimatik koşulları incelendiğinde yağış ortalamalarının hiçbir zaman 580 mm altına düşmediği görülmektedir. Step sahalarına (300-400 mm) göre bu miktar oldukça yüksektir. Ayrıca toprak şartları da ağaç yetiştirmeye elverişlidir. Nitekim antropojen step sahası kuzeyden Yıldız Dağları'nın güneyinde uzanan kuru ormanlar ile güneyden Ergene Nehri güneyindeki platolar üzerinde yaygın olan kuru ormanlar ile sınırlandırılmıştır (Dönmez, 1990). İki orman sahası arasında yer alan havzanın geniş ölçüde tahribe uğradığı anlaşılmaktadır (Dönmez, 1990). Ayrıca araştırma sahasında bitki örtüsü çeşitlilik göstermektedir. Çalışma alanında kısaca orman, çayır-mera ve fundalıkların bulunduğu tespit edilmektedir.

4.7. Beşerî ve Ekonomik Özellikler

Ergene Havzası'nın fiziki yapısı, beşerî ve ekonomik yapısını şekillendirmektedir. İklim şartlarının elverişliliği, yükseltisinin fazla olmaması ve çeşitli topografya özellikleri beşerî yapıyı olumlu bir şekilde etkilemektedir. Havzanın etrafının yüksek dağ kütleleri ile çevrili

olması dolayısıyla deniz etkisinin iç kesimlere sokulamaması, eğimin az olması gibi çeşitli özellikler de yine beşerî yapıyı şekillendiren unsurlardan bazılarıdır. Havza sınırları içinde 3 il (Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli) bulunmaktadır. Ancak bu illerin tamamı havza sınırları içinde değildir. Havzanın batı kesiminde Edirne, doğusunda ise Kırklareli ve Tekirdağ illeri bulunmaktadır. Bölgenin nüfus yapısı incelendiğinde; yükseltinin az olduğu bölgelerde nüfus ve yerleşmenin fazla olduğu buna karşın Yıldız Dağları'nın bulunduğu kuzey kesimde ise yükseltinin artmasına bağlı olarak nüfus ve yerleşmelerde azalmaların (Akkaya, 1994) olduğu görülmektedir. Bölgesel ölçekte değerlendirildiğinde Edirne ve Kırklareli nüfuslarında azalma görülürken Tekirdağ'da ise artma eğilimi mevcuttur (Kahraman ve Özkul, 2018). Dolayısıyla Tekirdağ'ın bu artan nüfusu havza nüfusunun da artmasına neden olmaktadır. Türkiye'de nüfus yoğunluğunun fazla olduğu Marmara Bölgesi'nde bulunan Ergene Havzası, sosyo-ekonomik gelişmişlik endeks değerlerine göre gelişmiş havza niteliğindedir (Meriç-Ergene Havzası Kuraklık Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Taslak Kapsam Belirleme Raporu, 2022). Ayrıca Türkiye'nin sanayi ve finans merkezlerine yakın bir konumda olması havzanın bir başka potansiyelini oluşturmaktadır. Ergene Havzası'nda yükseltinin fazla olmaması yerleşim yerlerinin seçiminde topografyanın etkisini azaltmakta akarsu ve ulaşım faktörleri ön plana çıkmaktadır (Akkaya, 1994). Ayrıca yerleşmeler üzerinde doğal, beşerî, ekonomik ve tarihi faktörlerin büyük bir etkisinin olduğu söylenebilir. Havzanın % 65,03'ünde (Kahraman ve Özkul, 2018) tarımın hâkim olduğu bilinmektedir. Edirne'de tarım üretimi yüksek oranda yapılmaktadır. Tekirdağ ve Kırklareli'nde ise tarım alanları birbirine yakın miktardadır (Meriç-Ergene Havzası Kuraklık Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Taslak Kapsam Belirleme Raporu, 2022). Havza genelinde tahıllar arasında en çok buğday üretilirken (TÜİK, 2020) mısır, ayçiçeği, çeltik, yonca ve şeker pancarı gibi çeşitli sebze, meyve ve süs bitkileri üretimi yapılmaktadır. Türkiye'nin ayçiçeği ve pirinç ihtiyacının bir kısmının üretiminin yapıldığı havza, yalnızca bölge halkı için değil ülkenin tamamı için önemlidir.

TÜİK 2020 yılı verileri incelendiğinde havzada en fazla bulunan hayvan koyundur. Buna göre havzadaki hayvanların % 47'si koyun, % 19'u sığır, % 12'si merinos koyunu, % 10'u kıl keçisi, % 9'u buzağı/dana, % 3 'ü ise diğer hayvanlardır. Ayrıca hayvancılık faaliyetleri son yıllarda mera alanlarının yetersizliği, yoğun otlatma, erozyon, devlet desteklerinin sınırlı olması ve kredi olanaklarının yetersizliği gibi çeşitli nedenlerle olumsuz yönde etkilenmektedir. Tarımsal faaliyetler sürdürülürken diğer taraftan sanayinin gelişmesi ise kentsel nüfusun artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla nüfusun dağılışı ekonomik faaliyetleri etkilemektedir.

Örneğin havzanın alçak kesimlerinde tarımsal faaliyetler sürdürülürken yükseltinin arttığı kesimlerde iklimin değişmesine bağlı olarak hayvancılık ve ormancılık faaliyetleri hâkimdir.

Marmara Bölgesi, Türkiye'nin sanayi merkezidir. İstanbul ve Kocaeli 'de yoğunlaşan sanayi faaliyetleri Ergene Havzası'nda bulunan iller için önemlidir. Havzada bulunan iller detaylı incelendiğinde Edirne; verimli topraklarıyla bir tarım kenti durumundadır. Dolayısıyla burada sanayi tarıma dayalı olarak gelişim göstermektedir. Sanayi siciline kayıtlı olan işletmelerin büyük bir kısmı pirinç üretimi, süt ve süt ürünleri üretimi, un üretimi ve ham-rafine yağ üretimi yapmaktadır (Edirne İl Sanayi Durum Raporu, 2019). Tarıma dayalı sanayi işletmelerinin dışında diğer sektörler ise tekstil, kömür madenciliği ve gıda ürünleri-içecek imalatıdır. Tekirdağ'da sanayi işletmelerinin sektörel dağılımına bakıldığında; gıda ürünleri, tekstil ürünleri ve metal ürünleri sektörlerinin olduğu anlaşılmaktadır (Tekirdağ İl Sanayi Durum Raporu, 2019). Ayrıca Tekirdağ'da elektrikli ev aletleri, traktör, tekstil makinaları, ilaç ve çeşitli kimyasallar gibi katma değeri yüksek ürünler üretilmektedir. Havzada bulunan bir diğer il Kırklareli'de ise cam, tekstil, ilaç, gıda gibi tesisler yoğunlaşmaktadır. İşletmelerin sektörel dağılımları; gıda, mobilya, ağaç ve mantar ürünleri şeklindedir (Kırklareli İl Sanayi Durum Raporu, 2019). Nitekim Ergene Havzası sanayisinde tekstil, kimya, gıda, metal, kâğıt, maden ve cam (Kahraman ve Özkul, 2018) sektörlerinin ön planda olduğu anlaşılmaktadır.

MTA'nın enerji kaynakları üzerine yaptığı araştırma sonucunda Edirne ve Tekirdağ'da maden çeşitliliği sınırlı iken Kırklareli' de ise metalik ve endüstriyel hammadde çeşitliliği bulunmaktadır (MTA, 2021). Havzada genel olarak bakıldığında kireçtaşı, kil, kurşun, linyit, bakır, demir, manganez, dolomit, feldspat, kuvars ve mermer oluşumlarının bulunduğu söylenebilir (Meriç-Ergene Havzası Kuraklık Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Taslak Kapsam Belirleme Raporu, 2022). Ayrıca Ergene Havzası'nda bazı kesimlerin yeraltı kaynakları bakımından zengin olduğu ancak buna rağmen işletilen kaynakların yetersiz kaldığı bilinmektedir (Akkaya, 1994). Ayrıca havza doğal güzellikleri ve zengin kültürel mirasına rağmen turizm sektöründe fazla gelişmemiştir. Bölgede genellikle Osmanlı dönemine ait eserler bulunmaktadır. Sonuç olarak tarım, hayvancılık, ormancılık, sanayi ve madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğü havzada bu sektörlerin tamamının su kaynaklarına ihtiyacı yüksektir. Dolayısıyla olası bir kuraklık afetinde sektörlerin tamamının olumsuz yönde etkileneceği tahmin edilmektedir. Bu yüzden havzanın kuraklık durumunun belirlenmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması önemli bir konudur.

BEŞİNCİ BÖLÜM

BULGULAR

5. Bulgular ve Tartışma

5.1. Ergene Havzası'nın İklim Özellikleri

Çalışma sahası kuzeyden Yıldız Dağları, güneyden Kuru Dağı ve Işıklar Dağı ile çevrilidir. Bundan dolayı Ergene Nehri yüksek kütleler arasında bulunan çanak içine yerleşmiştir ve genellikle düz bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla bu coğrafi koşullar bölge iklimi üzerinde etkilidir. Havzanın bulunduğu konum düşünüldüğünde iklimi hakkında genel bir çerçeve çizmek gerekirse kışları soğuk ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kuraktır. Havzanın iklimini tespit etmek ve yağışların buharlaşma ve terleme ile olan ilişkilerini inceleyerek bölge hakkında detaylı iklimsel bilgi edinmek için araştırma sahasında iklim araştırması yapılmıştır. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre genellikle vejetasyon devresinin ilk ve son aylarında toprakta biriken su, bitkinin su ihtiyacını karşılayarak kurak devreyi kısaltmaktadır. Bu şekilde yağışın buharlaşmadan az olduğu ayların sayısı yaklaşık 5-6 ay olmasına rağmen toprakta bulunan su bitki tarafından kullanıldığı için bu devre kısalmış olur. Birçok istasyonda kurak devreyi oluşturan nisan-eylül arasında yağış miktarı buharlaşmadan azdır. Yani kış aylarında toprakta biriken su nisan-mayıs aylarındaki su yetersizliğini karşılar. Sonuçta su noksanının haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim yıl boyunca su noksanının olduğu aylar 3-4 aydır. Kurak devrenin yaşandığı (nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül) aylar ekim ayında yağış miktarının buharlaşmadan fazla olmasıyla birlikte son bulmaktadır. Böylece ekim ayı bilanço hareket noktasını (su yılı başlangıcı) teşkil etmektedir. Bu çalışmada araştırma sahasında bulunan 7 farklı istasyon için uygulanan bu sınıflandırma yöntemine göre çeşitli tablo ve grafikler oluşturularak açıklamalar yapılmıştır.

Nitekim havzada bulunan tüm istasyonların iklim özelliklerinin birbirlerine yakın olduğu bilinmektedir. İstasyonların genelinde kurak devre nisan-eylül ayları arası olurken, Lüleburgaz-Tigem istasyonunda ise kurak devrenin 1 ay sonra yani mayıs ayında başlayarak eylül ayıyla beraber sonlandığı anlaşılmaktadır. Ayrıca tüm istasyonlarda yağışın buharlaşmadan fazla olduğu ay (su yılı başlangıcı) ekim ayıdır. Araştırma sahasında iklim tespitinde kullanılan iklim elemanlarına göre analiz yapılmıştır. Bu doğrultuda bölgede istasyonlar arası sıcaklık ve yağış farklılıklarının sebeplerinden biri relieftir. Çeşitli yer şekillerinin bulunduğu araştırma sahasında dağlık kütleler ile havza tabanı arasında farklı iklim koşulları oluşsa dahi genellikle birbirine yakın değerler gözlemlenmektedir. En yüksek yağışlar

dağlık kütleler ve çevresinde iken en düşük yağışlar ise havzanın orta kısımlarındadır. Mevsimsel olarak incelendiğinde maksimum yağışlar kış aylarına, minimum yağışlar ise yaz aylarına tekabül etmektedir. Ayrıca araştırma sahasındaki sonbahar yağışları genellikle ilkbahar yağışlarından fazladır. Dolayısıyla tüm bu sıcaklık ve yağış koşulları iklim sınıflandırmasını oluşturmaktadır. Yağışın fazla olduğu kış aylarında su noksanı olmamakta, kurak devre başlamamaktadır. Özellikle su noksanı olan ilkbahar ve yaz aylarında ise kurak devrenin başladığı tespit edilmektedir.

5.1.1. Edirne İstasyonu

Edirne istasyonu Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre (Tablo 5.1; 5.2); C₁, B'₂, s, b'₃ şeklinde ifade edilen kurak-az nemli, ikinci derece mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan, deniz (oseanik) şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

Tablo 5.1. Edirne İstasyonu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Sıcaklık	3	5	8	13	19	23	25	26	21	15	9	5	14,33
Sıcaklık İndisi	0,46	1	2,04	4,25	7,55	10,08	11,44	12,13	8,78	5,28	2,43	1	66,44
Düzeltilmemiş PE	4,7	10,33	21,3	45	80,7	108,3	123,2	130,8	94,2	56,1	25,5	10,4	
Düzeltilmiş PE	3,9	8,6	21,9	49,9	100,0	135,4	156,4	154,4	97,9	53,8	21,2	8,4	811,96
Yağış	66	47	52	44	53	47	37	21	36	62	64	70	599
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi	0	0	0	-5,9	-47,1	-47	0	0	0	8,2	42,8	49	
Birikmiş Su	100	100	100	94,0	47	0	0	0	0	8,2	51	100	
GE	3,9	8,6	21,9	49,9	100	94	37	21	36	53,8	21,2	8,4	455,8
Su Noksanı	0	0	0	0	0	41,4	119,4	133,4	61,9	0	0	0	356,1
Su Fazlası	62,1	38,4	30,1	0	0	0	0	0	0	0	0	12,6	143,14
Akış	37,3	50,2	34,2	15	0	0	0	0	0	0	0	6,3	143,14
Nemlilik Oranı	15,7	4,5	1,4	-0,1	-0,5	-0,6	-0,8	-0,9	-0,6	0,2	2,0	7,4	

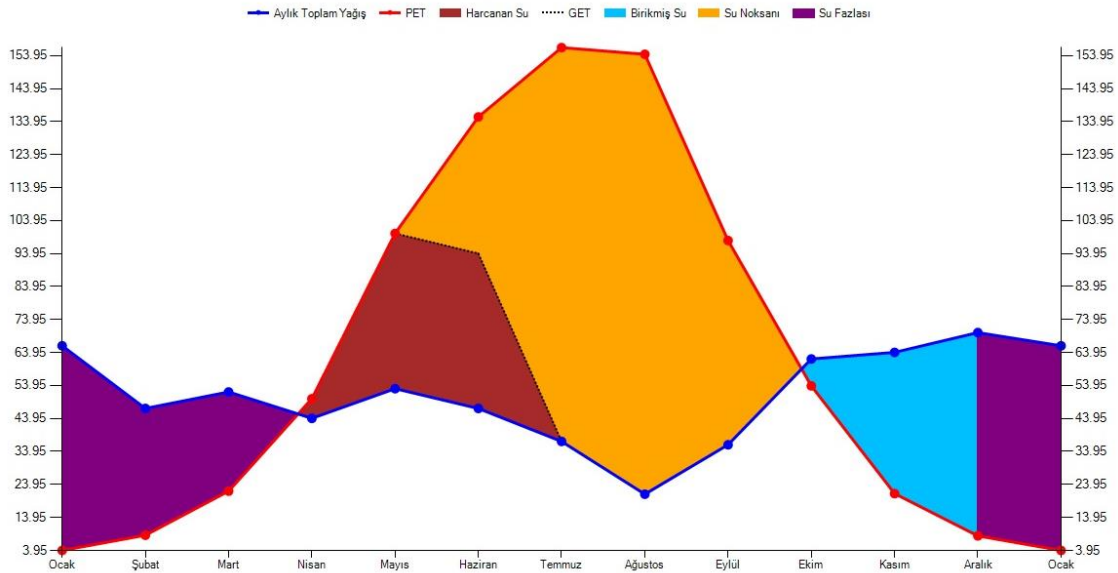
Tablo 5.2. Edirne İstasyonu İklim Tipi

İklim Tipi	Sembol	Açıklama	İndis
Yağış Etkinliği İndisi	C1	Kurak-Az Nemli	-8,69
Sıcaklık Etkinliği İndisi	B'2	Mezotermal	811,96
Nemlilik İndisi	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan	17,63

Tablo 5.2 Devamı

PE'nin Üç Yaz Ayına Oranı	b'3'	Denizel etkili	54,95
---------------------------	------	----------------	-------

Elde edilen bilanço tablosu ile bir diyagram (Grafik 5.1) oluşturulmuştur. Bu diyagrama göre Edirne istasyonunda Ekim ayında yağışlar PE'den fazla olmaya başlamış ve bu aydan itibaren toprakta su birikmiştir. Aralık ayında ise toprak suya doymuş haldedir. Çünkü kasım ayında toprakta birikmiş su olarak 50,97 mm su mevcuttur. Böylelikle aralık ayında yağış PE'den 62 mm fazla olduğundan, bu fazlalığın 49,3 mm'si toprağı doymuş hale getirmeye yetmiş, geriye kalan 12,6 mm ise bu ayın su fazlasını teşkil etmiştir. Oluşan bu su fazlalığı ise mart ayına kadar devam etmiştir. Ayrıca diyagramda nisan ayına kadar su fazlalığı tespit edilmiştir. Nisan ayından itibaren ise bu durum değişmiş ve PE yağıştan fazla olmaya başlamıştır. Ancak toprak mart ayına kadar doymuş halde olduğundan mart, nisan ve mayısta su noksanlığı söz konusu değildir. Mayıs ve haziran aylarındaki yağış azlığı toprakta birikmiş olan sudan karşılanır. Yani bu aylar diyagramda birikmiş suyun harcandığı aylar olarak görülmektedir. Haziran'dan itibaren artık toprakta birikmiş su kalmamıştır. Bu hal ekim ayına yani yağışların PE'den fazla olmaya başladığı ana kadar devam eder ki diyagramda bu aylar, su noksanının mevcut olduğu aylar olarak görülür; çünkü PE yağıştan daima fazladır ve toprakta birikmiş su kalmamıştır.



Grafik 5.1. Edirne İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı

5.1.2. İpsala İstasyonu

İpsala istasyonu Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre (Tablo 5.3; 5.4); C₁, B'₂, s₂, b'₃ şeklinde ifade edilen kurak-az nemli, ikinci derece mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan, deniz (oseanik) şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

Tablo 5.3. İpsala İstasyonu

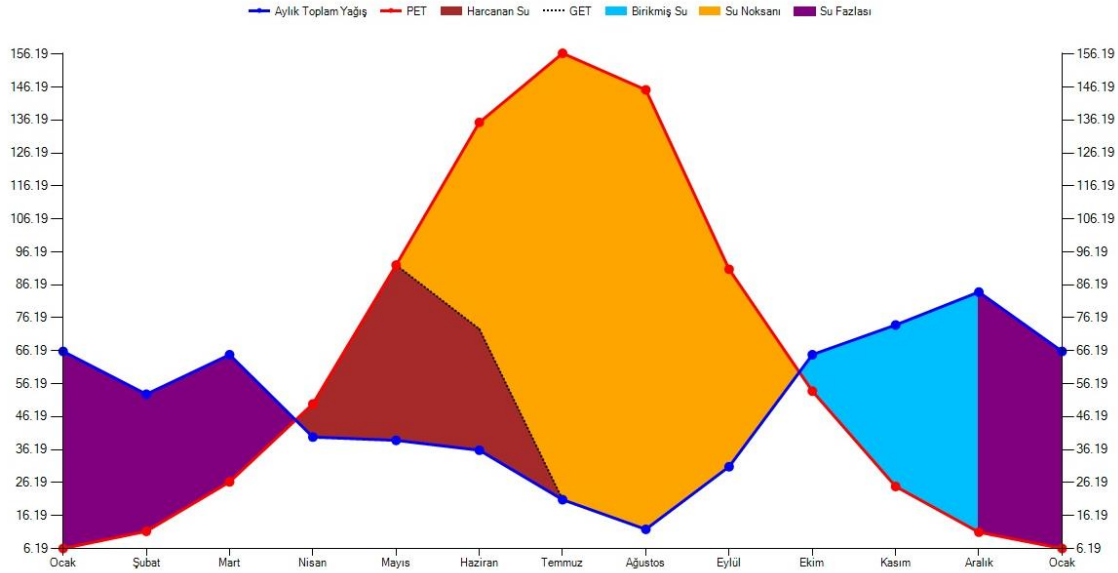
Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Sıcaklık	4	6	9	13	18	23	25	25	20	15	10	6	14,5
Sıcaklık İndisi	0,71	1,32	2,43	4,25	6,95	10,08	11,44	11,44	8,16	5,28	2,86	1,32	66,24
Düzeltilmemiş PE	7,4	13,7	25,6	45,1	74,4	108,4	123,2	123,2	87,4	56,2	30,1	13,7	
Düzeltilmiş PE	6,2	11,4	26,4	50,1	92,2	135,5	156,4	145,4	90,9	53,9	25,0	11,1	804,48
Yağış	66	53	65	40	39	36	21	12	31	65	74	84	586
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi	0	0	0	-10,1	-53,2	-36,8	0	0	0	11,1	49	40	
Birikmiş Su	100	100	100	90	36,8	0	0	0	0	11,1	60,1	100	
GE	6,2	11,4	26,4	50,1	92,2	72,8	21	12	31	53,9	25	11,1	413,07
Su Noksanı	0	0	0	0	0	62,7	135,4	133,4	59,9	0	0	0	391,41
Su Fazlası	59,8	41,6	38,6	0	0	0	0	0	0	0	0	32,9	172,93
Akış	46,4	50,7	40,1	19,3	0	0	0	0	0	0	0	16,5	172,93
Nemlilik Oranı	9,7	3,7	1,5	-0,2	-0,6	-0,7	-0,9	-0,9	-0,7	0,2	2	7	

Tablo 5.4. İpsala İstasyonu İklim Tipi

İklim Tipi	Sembol	Açıklama	İndis
Yağış Etkinliği İndisi	C1	Kurak-Az Nemli	-7,7
Sıcaklık Etkinliği İndisi	B'2	Mezotermal	804,48
Nemlilik İndisi	s2	Su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan	21,5
PE'nin Üç Yaz Ayma Oranı	b'3'	Denizel etkili	54,35

Elde edilen bilanço tablosu ise oluşturulan İpsala istasyonu diyagramına (Grafik 5.2) göre; ekim ayında yağışlar PE'den fazla olmaya başlamış ve bu aydan itibaren toprakta su birikmiştir. Aralık ayında ise toprak suya doymuş haldedir. Çünkü kasım ayında toprakta birikmiş su olarak 60,05 mm su mevcuttur. Böylelikle aralık ayında yağış PE'den 72,8 mm fazla olduğundan bu fazlalığın 39,95 mm'si toprağı doymuş hale getirmeye yetmiş, geriye kalan 32,92 mm ise bu ayın su fazlasını teşkil etmiştir. Oluşan bu su fazlalığı ise mart ayına kadar devam etmiştir. Nisan ayından itibaren PE yağıştan fazla olmaya başlamış ve bu durum ekim

ayına kadar sürmüştür. Toprak ise mart ayına kadar doymuş halde olduğu için mart, nisan ve mayıs aylarında su noksanlığı gözlemlenmemiştir. Haziran ayından itibaren toprakta birikmiş su kalmamıştır. Bu durum ekim ayına kadar devam etmiş ve diyagramda bu aylar su noksanının olduğu aylar olarak tespit edilmiştir. Çünkü PE yağıştan daima fazladır ve toprakta birikmiş su bulunmamaktadır.



Grafik 5.2. İpsala İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı

5.1.3. Uzunköprü İstasyonu

Uzunköprü istasyonu Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre (Tablo 5.5; 5.6); C_2 , B'_2 , s_2 , b'_3 şeklinde ifade edilen yarı nemli, ikinci derece mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan deniz (oseanik) şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

Tablo 5.5. Uzunköprü İstasyonu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Sıcaklık	3	5	8	13	18	23	25	25	20	15	10	5	14,17
Sıcaklık İndisi	0,46	1	2,04	4,25	6,95	10,08	11,44	11,44	8,16	5,28	2,86	1	64,96
Düzeltilmemiş PE	5	10,8	21,9	45,8	75	108,7	123,4	123,4	88	56,9	30,8	10,8	
Düzeltilmiş PE	4,2	8,9	22,6	50,8	93	136	156,7	145,6	91,5	54,6	25,5	8,7	798,03
Yağış	76	67	75	45	43	39	32	16	37	69	73	88	660
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi	0	0	0	-5,8	-50	-44,2	0	0	0	14,4	47,5	38,1	
Birikmiş Su	100	100	100	94,2	44,2	0	0	0	0	14,4	61,9	100	

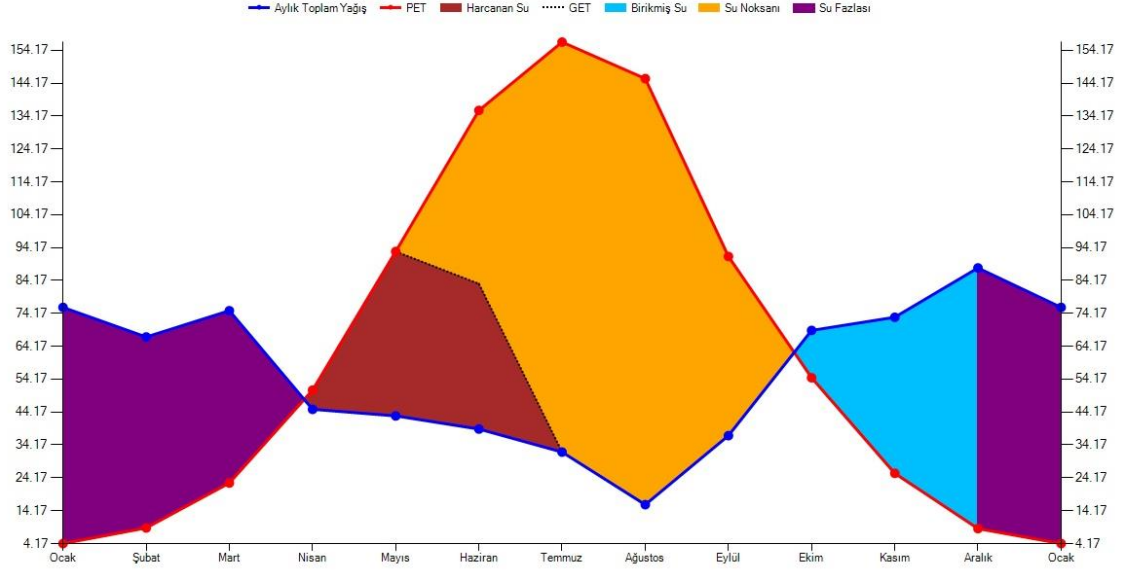
Tablo 5.5 Devamı

GE	4,2	8,9	22,6	50,8	93	83,2	32	16	37	54,6	25,5	8,7	436,56
Su Noksanı	0	0	0	0	0	52,7	124,7	129,6	54,5	0	0	0	361,47
Su Fazlası	71,8	58,1	52	0	0	0	0	0	0	0	0	41,1	223,44
Akış	56,5	64,9	55,2	26,2	0	0	0	0	0	0	0	20,6	223,44
Nemlilik Oranı	17,23	6,5	2,32	-0,11	-0,54	-0,71	-0,8	-0,89	-0,6	0,26	1,86	9,09	

Tablo 5.6. Uzunköprü İstasyonu İklim Tipi

İklim Tipi	Sembol	Açıklama	İndis
Yağış Etkinliği İndisi	C2	Yarı Nemli	0,82
Sıcaklık Etkinliği İndisi	B'2	Mezotermal	798,03
Nemlilik İndisi	s2	Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan	45,3
PE'nin Üç Yaz Ayma Oranı	b'3'	Denizel etkili	54,91

Elde edilen bilanço tablosu ile oluşturulan İpsala istasyonu diyagramına (Grafik 5.3) göre; ekim ayında yağışlar PE'den fazla olmaya başlamış ve bu aydan itibaren toprakta su birikmiştir. Aralık ayında ise toprak suya doymuş haldedir. Çünkü kasım ayında toprakta birikmiş su olarak 61,86 mm su mevcuttur. Böylelikle aralık ayında yağış PE'den 79,3 mm fazla olduğundan bu fazlalığın 38,14 mm'si toprağı doymuş hale getirmeye yetmiş, geriye kalan 41,14 mm ise bu ayın su fazlasını teşkil etmiştir. Oluşan su fazlalığı ise mart ayına kadar sürmüştür. Nisan ayından itibaren PE yağıştan fazla olmaya başlamış ve bu durum ekim ayına kadar devam etmiştir. Toprak ise mart ayına kadar doymuş halde olduğu için mart, nisan ve mayıs aylarında su noksanlığı gözlemlenmemiştir. Haziran ayından itibaren ise toprakta birikmiş su kalmamıştır. Bu durum ekim ayına kadar devam etmiş ve diyagramda bu aylar su noksanının olduğu aylar olarak tespit edilmiştir. Çünkü PE yağıştan daima fazladır ve toprakta birikmiş su bulunmamaktadır.



Grafik 5.3. Uzunköprü İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı

5.1.4. Kırklareli İstasyonu

Kırklareli istasyonu Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre (Tablo 5.7; 5.8); C_1 , B'_2 , s , b'_3 şeklinde ifade edilen kurak- az nemli, ikinci derece mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan, deniz (oseanik) şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

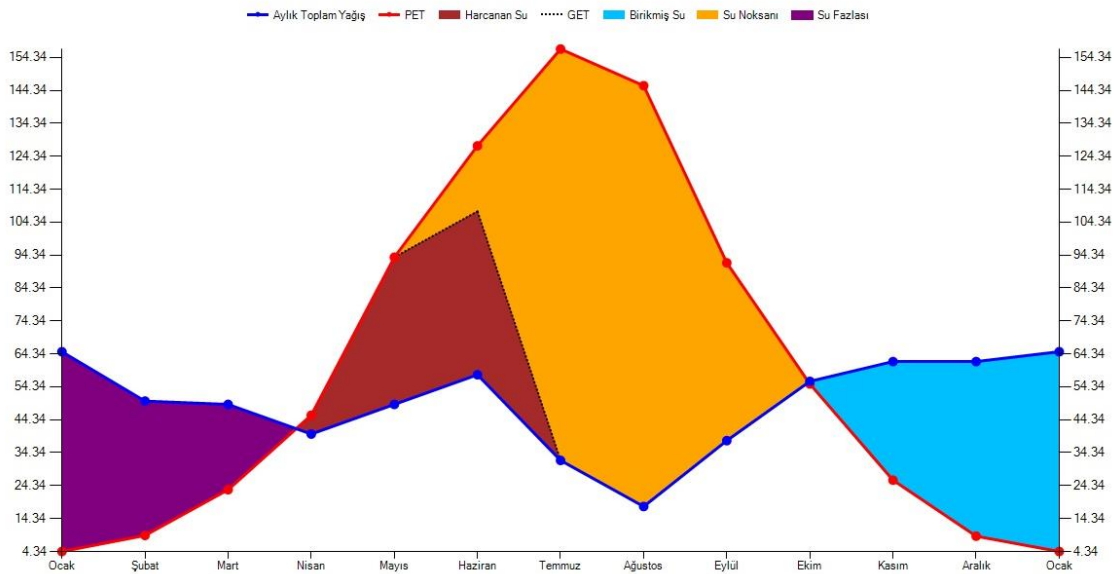
Tablo 5.7. Kırklareli İstasyonu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Sıcaklık	3	5	8	12	18	22	25	25	20	15	10	5	14
Sıcaklık İndisi	0,46	1	2,04	3,76	6,95	9,42	11,44	11,44	8,16	5,28	2,86	1	63,81
Düzeltilmemiş PE	5,2	11,1	22,4	41,2	75,6	102	123,5	123,5	88,5	57,5	31,3	11,1	
Düzeltilmiş PE	4,3	9,2	23,1	45,7	93,7	127,5	156,9	145,8	92	55,2	26,0	9	788,48
Yağış	65	50	49	40	49	58	32	18	38	56	62	62	579
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi	10,2	0	0	-5,7	-44,7	-49,6	0	0	0	0,8	36	53	
Birikmiş Su	100	100	100	94,3	49,6	0	0	0	0	0,8	36,8	89,8	
GE	4,3	9,2	23,1	45,7	93,7	107,6	32	18	38	55,2	26	9	461,89
Su Noksanı	0	0	0	0	0	19,9	125	127,8	54	0	0	0	326,59
Su Fazlası	50,4	40,8	25,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117,11
Akış	25,2	45,6	33,3	12,9	0	0	0	0	0	0	0	0	117,11
Nemlilik Oranı	14	4,4	1,1	-0,1	-0,5	-0,6	-0,8	-0,9	-0,6	0,01	1,4	5,9	

Tablo 5.8. Kırklareli İstasyonu İklim Tipi

İklim Tipi	Sembol	Açıklama	İndis
Yağış Etkinliği İndisi	C1	Kurak-Az Nemli	-10
Sıcaklık Etkinliği İndisi	B'2	Mezotermal	788,48
Nemlilik İndisi	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan	14,85
PE'nin Üç Yaz Ayına Oranı	b'3'	Denizel etkili	54,56

Elde edilen bilanço tablosu ile oluşturulan Kırklareli istasyonu diyagramına (Grafik 5.4) göre; ekim ayında yağışlar PE'den fazla olmaya başlamış ve bu aydan itibaren toprakta su birikmiştir. Ocak ayında ise toprak suya doymuş haldedir. Çünkü aralık ayında toprakta birikmiş su olarak 89,78 mm su mevcuttur. Böylelikle ocak ayında yağış PE'den 60,66 mm fazla olduğundan bu fazlalığın 10,22 mm'si toprağı doymuş hale getirmeye yetmiş, geriye kalan 50,44 mm ise bu ayın su fazlasını teşkil etmiştir. Oluşan bu su fazlalığı ise mart ayına kadar devam etmiştir. Nisan ayından itibaren PE yağıştan fazla olmaya başlamış ve bu durum eylül ayına kadar sürmüştür. Toprak ise mart ayına kadar doymuş halde olduğu için mart, nisan ve mayıs aylarında su noksanlığı gözlemlenmemiştir. Haziran ayından itibaren toprakta birikmiş su kalmamıştır. Bu durum ekim ayına kadar devam etmiş ve diyagramda bu aylar su noksanının olduğu aylar olarak tespit edilmiştir. Çünkü PE yağıştan daima fazladır ve toprakta birikmiş su bulunmamaktadır.

**Grafik 5.4. Kırklareli İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı**

5.1.5. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu

Lüleburgaz- Tigem istasyonu Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre (Tablo 5.9; 5.10); C₁, B'₂, s, b'₃ şeklinde ifade edilen kurak- az nemli, ikinci derece mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan, deniz (oseanik) şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

Tablo 5.9. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu

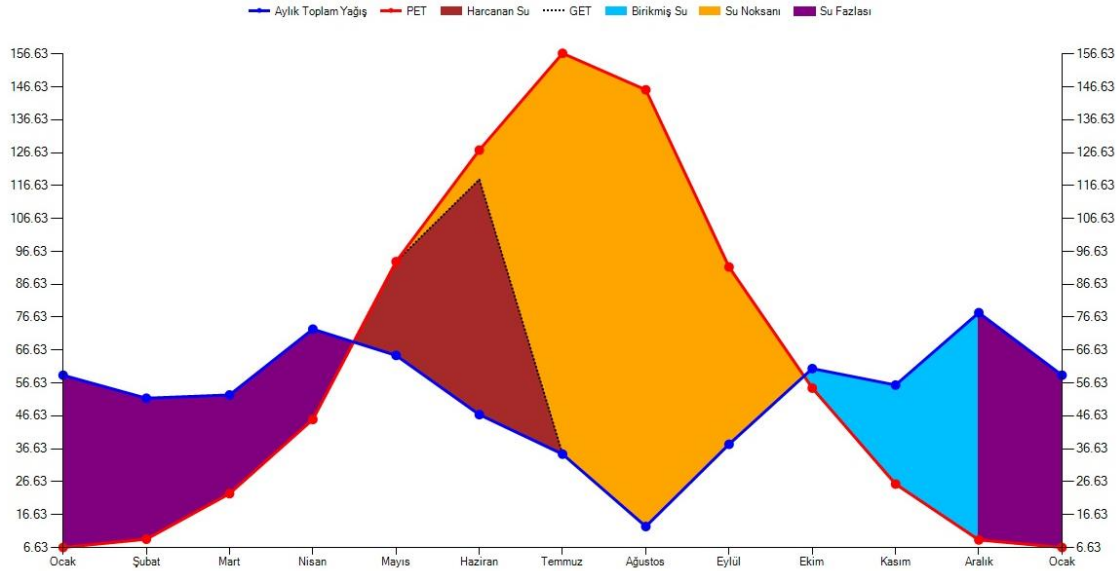
Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Sıcaklık	4	5	8	12	18	22	25	25	20	15	10	5	14,08
Sıcaklık İndisi	0,71	1	2,04	3,76	6,95	9,42	11,44	11,44	8,16	5,28	2,86	1	64,06
Düzeltilmemiş PE	7,9	11	22,3	41	75	101,9	123,5	123,5	88,4	57,4	31,2	11	
Düzeltilmiş PE	6,6	9,2	23	45,5	93,5	127,4	156,8	145,7	91,9	55,1	25,9	8,9	789,65
Yağış	59	52	53	73	65	47	35	13	38	61	56	78	630
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi	0	0	0	0	-28,5	-71,5	0	0	0	5,9	30,1	64	
Birikmiş Su	100	100	100	100	71,5	0	0	0	0	5,9	36	100	
GE	6,6	9,2	23	45,6	93,5	118,5	35	13	38	55,1	25,9	8,9	472,25
Su Noksanı	0	0	0	0	0	9	121,8	132,7	53,9	0	0	0	317,4
Su Fazlası	52,4	42,9	30	27,5	0	0	0	0	0	0	0	5,1	157,75
Akış	28,7	47,6	36,4	28,7	13,7	0	0	0	0	0	0	2,5	157,75
Nemlilik Oranı	7,9	4,7	1,3	0,6	-0,3	-0,6	-0,8	-0,9	-0,6	0,1	1,2	7,7	

Tablo 5.10. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu İklim Tipi

İklim Tipi	Sembol	Açıklama	İndis
Yağış Etkinliği İndisi	C1	Kurak-Az Nemli	-4,14
Sıcaklık Etkinliği İndisi	B'2	Mezotermal	789,65
Nemlilik İndisi	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan	19,98
PE'nin Üç Yaz Ayına Oranı	b'3'	Denizel etkili	54,45

Elde edilen bilanço tablosu ile oluşturulan Lüleburgaz-Tigem istasyonu diyagramına (Grafik 5.5) göre; ekim ayında yağışlar PE'den fazla olmaya başlamış ve bu aydan itibaren toprakta su birikmiştir. Aralık ayında ise toprak suya doymuş haldedir. Çünkü kasım ayında toprakta birikmiş su olarak 36,01 mm su mevcuttur. Böylelikle aralık ayında yağış PE'den 69,07 mm fazla olduğundan bu fazlalığın 63,99 mm'si toprağı doymuş hale getirmeye yetmiş, geriye kalan 5,08 mm ise bu ayın su fazlasını teşkil etmiştir. Oluşan bu su fazlalığı ise nisan

ayına kadar devam etmiştir. Mayıs ayından itibaren PE yağıştan fazla olmaya başlamış ve bu durum ekim ayına kadar sürmüştür. Toprak ise nisan ayına kadar doymuş halde olduğu için nisan ve mayıs aylarında su noksanlığı gözlemlenmemiştir. Haziran ayından itibaren toprakta birikmiş su kalmamıştır. Bu durum ekim ayına kadar devam etmiş ve diyagramda bu aylar su noksanının olduğu aylar olarak tespit edilmiştir. Çünkü PE yağıştan daima fazladır ve toprakta birikmiş su bulunmamaktadır.



Grafik 5.5. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı

5.1.6. Malkara İstasyonu

Malkara istasyonu Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre (Tablo 5.11; 5.12); C₂, B'₂, s₂, b'₃ şeklinde ifade edilen yarı nemli, ikinci derece mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, deniz (oseanik) şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

Tablo 5.11. Malkara İstasyonu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Sıcaklık	4	5	8	12	17	22	24	24	20	15	10	6	13,92
Sıcaklık İndisi	0,71	1	2,04	3,76	6,38	9,42	10,75	10,75	8,16	5,28	2,86	1,32	62,43
Düzeltilmemiş PE	8,3	11,5	23,1	41,9	70,1	102,5	116,5	116,5	89,1	58,3	32,1	15,1	
Düzeltilmiş PE	7,1	9,7	23,8	46,5	86,2	127,1	146,8	137,5	92,6	55,9	26,9	12,4	772,43
Yağış	75	69	72	47	44	52	24	14	52	74	82	100	705
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi	0	0	0	0	-	-57,8	0	0	0	18,1	55,1	26,9	

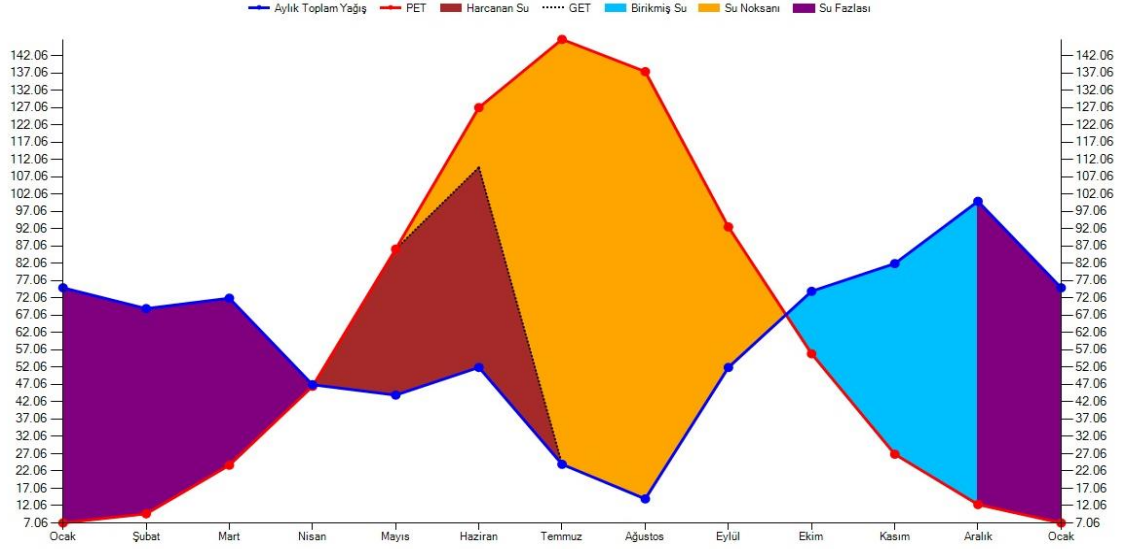
Tablo 5.11 Devamı

Birikmiş Su	100	100	100	100	57,8	0	0	0	0	18,1	73,1	100	
GE	7,1	9,7	23,8	46,5	86,2	109,8	24	14	52	55,9	26,9	12,4	468,27
Su Noksanı	0	0	0	0	0	17,3	122,8	123,5	40,6	0	0	0	304,16
Su Fazlası	67,9	59,3	48,3	0,5	0	0	0	0	0	0	0	60,8	236,73
Akış	64,4	63,6	53,8	24,4	0,2	0	0	0	0	0	0	30,4	236,73
Nemlilik Oranı	9,6	6,1	2	0,01	-0,5	-0,6	-0,8	-0,9	-0,4	0,3	2,1	7,1	

Tablo 5.12. Malkara İstasyonu İklim Tipi

İklim Tipi	Sembol	Açıklama	İndis
Yağış Etkinliği İndisi	C2	Yarı nemli	7,02
Sıcaklık Etkinliği İndisi	B'2	Mezotermal	772,43
Nemlilik İndisi	s2	Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan	39,38
PE'nin Üç Yaz Aya Oranı	b'3'	Denizel etkili	53,26

Elde edilen bilanço tablosu ile oluşturulan Malkara istasyonu diyagramına (Grafik 5.6) göre; ekim ayında yağışlar PE'den fazla olmaya başlamış ve bu aydan itibaren toprakta su birikmiştir. Aralık ayında ise toprak suya doymuş haldedir. Çünkü kasım ayında toprakta birikmiş su olarak 73,14 mm su mevcuttur. Böylelikle aralık ayında yağış PE'den 87,63 mm fazla olduğundan bu fazlalığın 26,86 mm'si toprağı doymuş hale getirmeye yetmiş, geriye kalan 60,77 mm ise bu ayın su fazlasını teşkil etmiştir. Oluşan bu su fazlalığı ise nisan ayına kadar devam etmiştir. Mayıs ayından itibaren PE yağıştan fazla olmaya başlamış ve bu durum ekim ayına kadar sürmüştür. Toprak ise nisan ayına kadar doymuş halde olduğu için nisan ve mayıs aylarında su noksanlığı gözlemlenmemiştir. Haziran ayından itibaren toprakta birikmiş su kalmamıştır. Bu durum ekim ayına kadar devam etmiş ve diyagramda bu aylar su noksanının olduğu aylar olarak tespit edilmiştir. Çünkü PE yağıştan daima fazladır ve toprakta birikmiş su bulunmamaktadır.



Grafik 5.6. Malkara İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı

5.1.7. Çorlu İstasyonu

Çorlu istasyonu Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre (Tablo 5.13; 5.14); C₁, B₂, s, b₃ şeklinde ifade edilen yarı kurak- az nemli, ikinci derece mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan, deniz (oseanik) şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

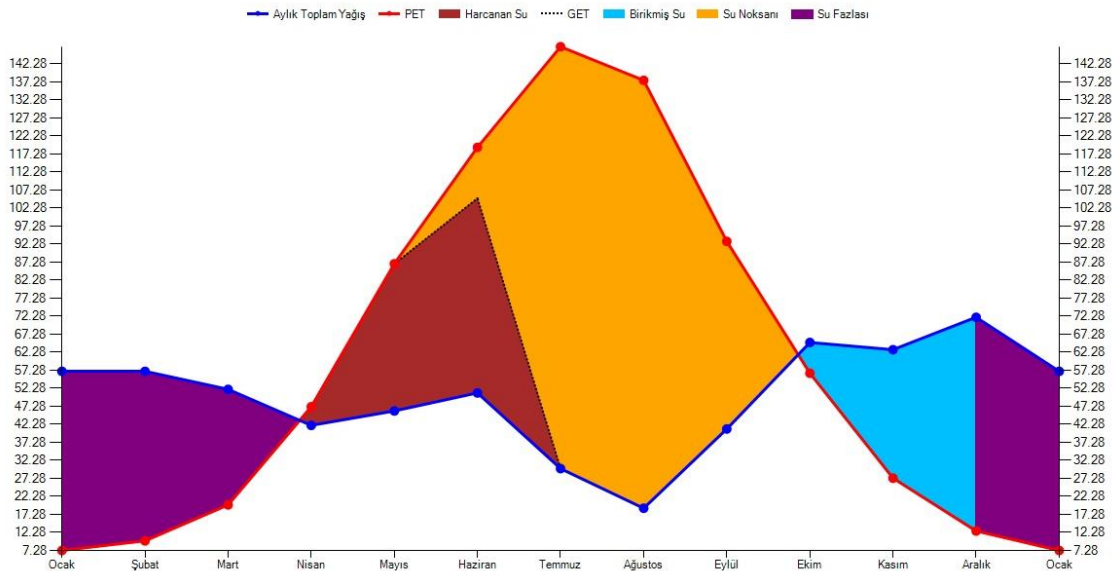
Tablo 5.13. Çorlu İstasyonu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Sıcaklık	4	5	7	12	17	21	24	24	20	15	10	6	13,75
Sıcaklık İndisi	0,71	1	1,66	3,76	6,38	8,78	10,75	10,75	8,16	5,28	2,86	1,32	61,41
Düzeltilmemiş PE	8,6	11,9	19,4	42,5	70,6	96,1	116,7	116,7	89,5	58,8	32,6	15,5	
Düzeltilmiş PE	7,3	10	19,9	47,2	86,8	119,1	147,1	137,7	93,1	56,5	27,4	12,7	764,73
Yağış	57	57	52	42	46	51	30	19	41	65	63	72	595
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi													
Birikmiş Su	100	100	100	94,8	54	0	0	0	0	8,5	44,2	100	
GE	7,3	10	19,9	47,2	86,8	105	30	19	41	56,5	27,4	12,7	462,71
Su Noksanı	0	0	0	0	0	14,1	117,1	118,7	52,1	0	0	0	302,02
Su Fazlası	49,7	47	32,1	0	0	0	0	0	0	0	0	3,5	132,29
Akış		26,6	48,4	39,6	16	0	0	0	0	0	0	1,7	132,29
Nemlilik Oranı	6,8	4,7	1,6	-0,1	-0,5	-0,6	-0,8	-0,9	-0,6	0,2	1,3	4,7	

Tablo 5.14. Çorlu İstasyonu İklim Tipi

İklim Tipi	Sembol	Açıklama	İndis
Yağış Etkinliği İndisi	C1	Kurak-Az Nemli	-6,4
Sıcaklık Etkinliği İndisi	B'2	Mezotermal	764,73
Nemlilik İndisi	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan	17,3
PE'nin Üç Yaz Ayına Oranı	b'3'	Denizel etkili	52,82

Elde edilen bilanço tablosu ile oluşturulan Çorlu istasyonu diyagramına (Grafik 5.7) göre; ekim ayında yağışlar PE'den fazla olmaya başlamış ve bu aydan itibaren toprakta su birikmiştir. Aralık ayında ise toprak suya doymuş haldedir. Çünkü kasım ayında toprakta birikmiş su olarak 44,16 mm su mevcuttur. Böylelikle aralık ayında yağış PE'den 59,31 mm fazla olduğundan bu fazlalığın 55,84 mm'si toprağı doymuş hale getirmeye yetmiş, geriye kalan 3,47 mm ise bu ayın su fazlasını teşkil etmiştir. Oluşan bu su fazlalığı ise mart ayına kadar devam etmiştir. Nisan ayından itibaren PE yağıştan fazla olmaya başlamış ve bu durum ekim ayına kadar sürmüştür. Toprak ise mart ayına kadar doymuş halde olduğu için mart, nisan ve mayıs aylarında su noksanlığı gözlemlenmemiştir. Haziran ayından itibaren toprakta birikmiş su kalmamıştır. Bu durum ekim ayına kadar devam etmiş ve diyagramda bu aylar su noksanının olduğu aylar olarak tespit edilmiştir. Çünkü PE yağıştan daima fazladır ve toprakta birikmiş su bulunmamaktadır.

**Grafik 5.7.** Çorlu İstasyonu Su Bilançosu Diyagramı

Nitekim Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Ergene Havzası'nın genel itibariyle kurak-az nemli iklim grubuna girdiği tespit edilmektedir. Erel (1969), Karbuz (2016), Özşahin (2016), Yılmaz ve Çiçek (2016) Ergene Havzası'nda yaptıkları çalışmalarda meydana gelen nemlilik azalmasına değinmektedirler. Disiplinler arası bir konu olması gerekçesiyle son yıllarda üzerinde fazlaca araştırma yapılan kuraklık sorunu sıcaklık ve yağış ile doğrudan bağlantılı olduğu için hassas bir konu olup ortaya konan tüm veriler ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Ancak herhangi bir sahanın iklim tespitinin yalnızca bir yöntem ile belirlenmesi bazı endişelere sebep olmaktadır. Çünkü iklim tespit edilirken pek çok parametre hesaba katılır ve her yöntem bu parametrelerin tamamının kullanımına elverişli değildir. Bundan dolayı araştırma sahasında iklimin net bir şekilde ortaya konması amacıyla Thornthwaite iklim sınıflandırması yöntemine ilaveten Erinç İklim sınıflandırması yöntemi kullanılmaktadır.

Erinç iklim sınıflandırması yağış ve buharlaşma sebebiyle su kaybına neden olan yıllık ortalama maksimum sıcaklık dikkate alınarak yapılmaktadır. Buna göre araştırma sahasında bulunan istasyonların yağış etkinlik indisinin hesaplanması için yıllık toplam yağış (mm) ve yıllık ortalama maksimum sıcaklık (°C) verileri (Tablo 5.15) temin edilmiştir.

Tablo 5.15. İstasyonların Ortalama Maksimum Sıcaklık ve Yıllık Toplam Yağış Değerleri

İstasyon	Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	Yıllık Toplam Yağış (mm)
Edirne	20,5	598,0
Uzunköprü	20,4	659,2
İpsala	20,1	585,8
Kırklareli	19,4	579,2
Lüleburgaz-Tigem	20,9	628,5
Malkara	19,1	704,7
Çorlu	18,7	594,1

Tablo 5.15'te verilen değerler kullanılarak yapılan Erinç İklim Sınıflandırmasına göre Ergene Havzası yağış etkinlik indisi sonuçları ve iklim özelliği Tablo 5.16'da verilmektedir. Buna göre Ergene Havzası yarı nemli iklim özelliği göstermektedir.

Tablo 5.16. Erineç İklim Sınıflandırmasına Göre Ergene Havzasının İklim Özelliği

İstasyon	Yağış Etkinlik İndisi	İklim Özelliği
Edirne	29,2	Yarı Nemli
Uzunköprü	32,3	Yarı Nemli
İpsala	29,1	Yarı Nemli
Kırklareli	29,8	Yarı Nemli
Lüleburgaz-Tigem	30,1	Yarı Nemli
Malkara	36,9	Yarı Nemli
Çorlu	31,8	Yarı Nemli

Nitekim her iki iklim tespit yönteminde de benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bu durum üzerinde araştırma sahasının sınırlılığı ve diğer coğrafi faktörlerin etkili olduğu söylenebilir.

5.2. Ergene Havzası'nda Kuraklık

Havza'da bulunan 7 istasyonun 1992-2021 yılları arasında maksimum yağış ve ortalama yağış değerleri Tablo 5.17'de gösterilmektedir. Buna göre uzun yıllık ortalama yağışın en az Kırklareli istasyonunda (582 mm), en fazla Malkara istasyonunda (698 mm) olduğu söylenebilir. İstasyonların konumları düşünüldüğünde en az yağışın olduğu istasyon araştırma sahasının kuzeyinde, en fazla yağışın olduğu Malkara istasyonu ise güneyinde yer almaktadır.

Tablo 5.17. İstasyonlara Ait Maksimum Yağış ve Ortalama Yağış Değerleri

İstasyon Adı	Aylık Maksimum Yağış (mm)	Ortalama Yağış (mm)
Edirne	210 (Ocak, 2021)	591
Uzunköprü	270 (Aralık, 2012)	656
İpsala	228 (Aralık, 2012)	583
Kırklareli	213 (Aralık, 2012)	582
Lüleburgaz-Tigem	1059 (Nisan, 2013)	629
Malkara	392 (Kasım,2007)	698
Çorlu	209 (Aralık, 2012)	592

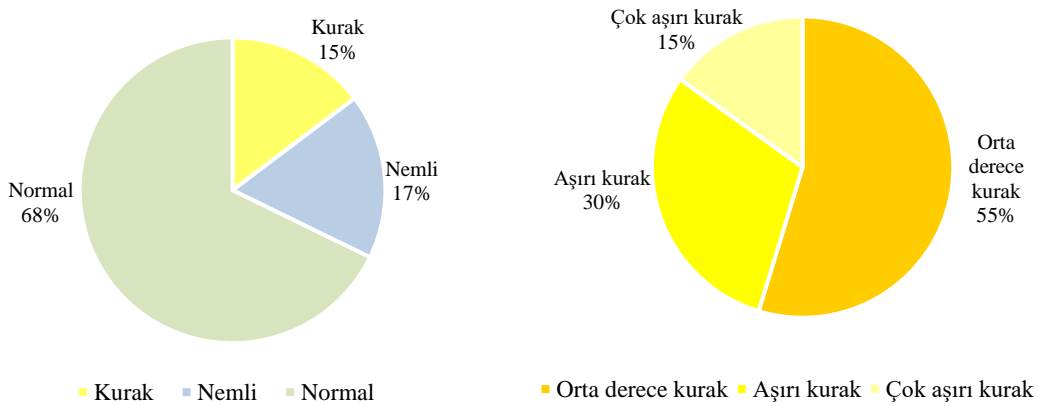
Kaynak: (MGM, 2022)

5.2.1. Ergene Havzası'nda Meteorolojik Kuraklık

Meteorolojik kuraklık belirli bir zaman diliminde (en az 30 yıl) yağışın normal değerlerin altına düşmesi ile ortaya çıkan kuraklık çeşididir. Nem azlığına bağlı olarak ortaya çıkan bu kuraklık türünün etki derecesi ve süresi her bölgede farklılık göstermektedir. Ayrıca meteorolojik kuraklık meydana geldikten sonra nem azlığı devam ederse tarımsal kuraklık ve ardından hidrolojik kuraklık ortaya çıkmaktadır. Bu kuraklık türlerinin alansal tespitinin yapılması için araştırma sahasında SYİ aracılığıyla çeşitli analizler yapılmıştır. Bu amaçla çalışma sahasında yer alan 7 farklı meteoroloji istasyonundan temin edilen ölçümler neticesinde kuraklık analizleri çeşitli grafik ve tablolarla gösterilmiş ve açıklanmıştır.

Edirne Meteorolojik Kuraklık

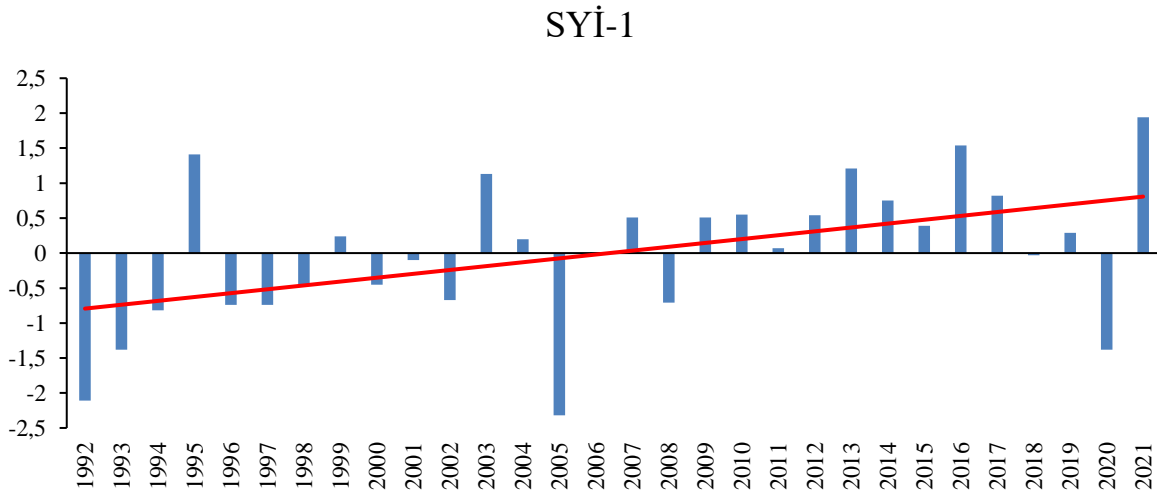
Şekil 5.1 incelendiğinde Edirne; % 68 normal (244 ay), % 17 nemli (63 ay), % 15 kuraktır (53 ay). İkinci grafik kuraklık derecelerinin net bir şekilde ortaya konması için hazırlanmıştır (Şekil 5.1). Buna göre % 15 kuraklık değeri kendi içinde üç alt sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar; % 55 orta derece kurak (29 ay), % 30 aşırı kurak (16 ay) ve % 15 çok aşırı kuraktır (8 ay). Sonuç olarak genel eğilimin normal düzeyde olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 5.1. Edirne İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

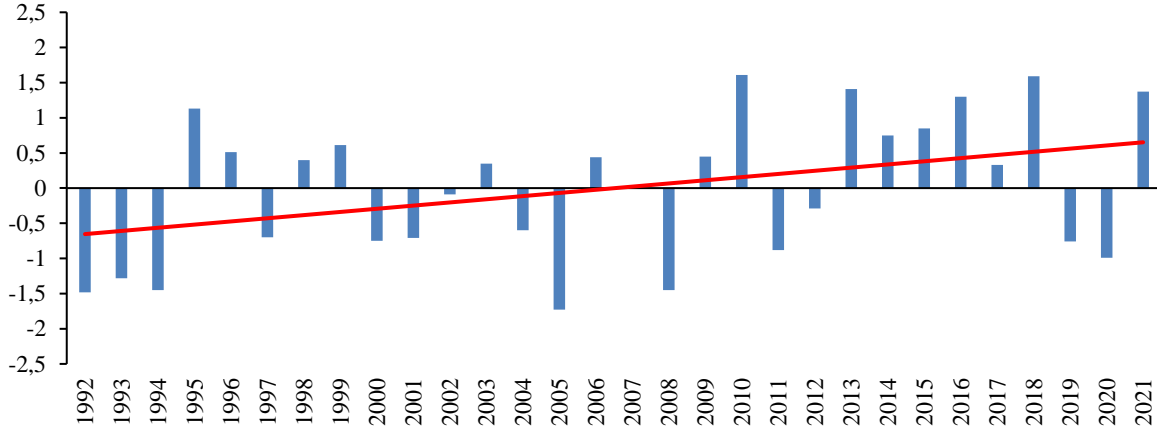
Buna göre 1 ve 3 aylık SYİ değerleri meteorolojik kuraklıkların tespitinde önem teşkil eden periyotlardır. SYİ-1 analiz sonucuna göre Edirne istasyonu 2010 yılı şubat ayı 2,22 indis değeri ile en nemli dönem olarak tespit edilirken, 2018 yılı nisan ayı ise -2,91 değeri ile en kurak dönem olmuştur. SYİ-3 analizinde ise 1998 yılı mayıs ayı 2,40 değeri ile en nemli ve 2016 yılı ekim ayı -3,24 değeri ile en kurak dönem olmuştur. Her iki analiz sonucu incelendiğinde, eğilim çizgisinde bir artış söz konusudur. Buna göre SYİ değerlerinin artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Aylık SYİ değerleri incelendiğinde 1992-2004 arasında kurak

dönem yaşanmazken 2005 yılında değerler oldukça düşmüş ve ‘çok aşırı kurak’ bir yıl yaşandığı belirlenmiştir. Ardından değerler yükselişe geçmiş ve kuraklık yerine ‘normal’ ve ‘orta-aşırı nemli’ değerler tespit edilmiştir. Eğilim çizgisinde de 2005 yılından itibaren bir artışın olduğu hatta 2021 yılında en nemli yılın yaşandığı görülmektedir. Özellikle 2021 yılında ocak (210 mm) ve aralık (146 mm) ayları yağışlarının yüksek olması sonucunda SYİ analizlerinde kurak devreden nemli devreye keskin bir geçiş olmasının temel sebebidir. 2020 kuraklıkları ise yaz yağışlarının olmaması ve bunun üzerine sonbaharda da oldukça düşük yağışların olmasından kaynaklanmaktadır. Yine SYİ-3 değerleri aylık değerler ile paralellik göstermektedir. 1992-2004 yılları arasında hafif seyreden kuraklıklar yaşanmış ve bu kuraklıklar uzun süreli olmamıştır. Araştırma sahasındaki genel eğilimin ‘normal’ olduğu ancak son yıllarda bir nemlilik geçişinin olduğu anlaşılmaktadır. Yağışların ortalamanın üzerinde olması analizlere net bir şekilde yansımaktadır. Ayrıca eğilim çizgisi incelendiğinde burada da bir artışın söz konusu olduğu görülmektedir. Ayrıca SYİ-1 analizinde yaşanan son kuraklık 2020 yılında iken, SYİ-3 analizinde ise 2008 yılındadır. Çünkü aylık kuraklık değerleri eğer kuraklık hızlı bir şekilde biterse 3, 6 veya 12 aylık analizlere yansımamaktadır. Nitekim meteorolojik kuraklığın oluşması ve ortadan kalkması oldukça kolaydır. Dolayısıyla kuraklıkla ilgili genel değerlendirmenin diğer kuraklık türleri için analizler bitince yapılması daha güvenilir bilgi için önem teşkil etmektedir.



Grafik 5.8. Edirne İstasyonu SYİ-1 Analizi

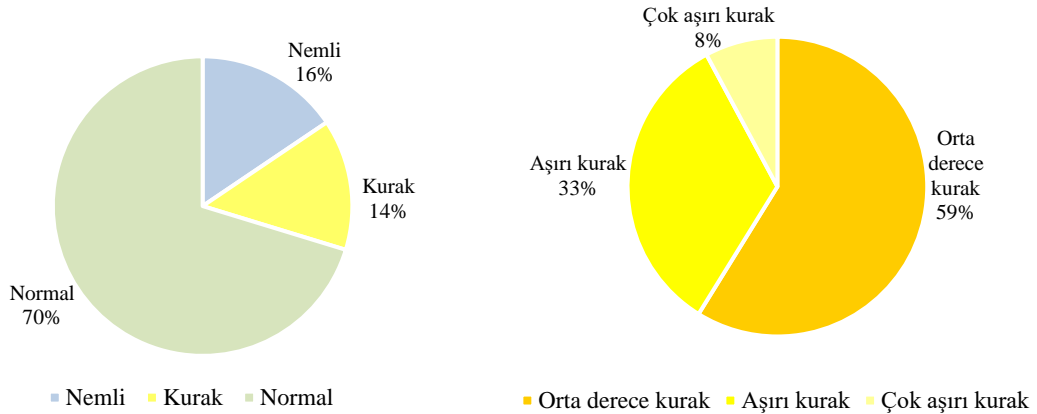
SYİ-3



Grafik 5.9. Edirne İstasyonu SYİ-3 Analizi

Uzunköprü Meteorolojik Kuraklık

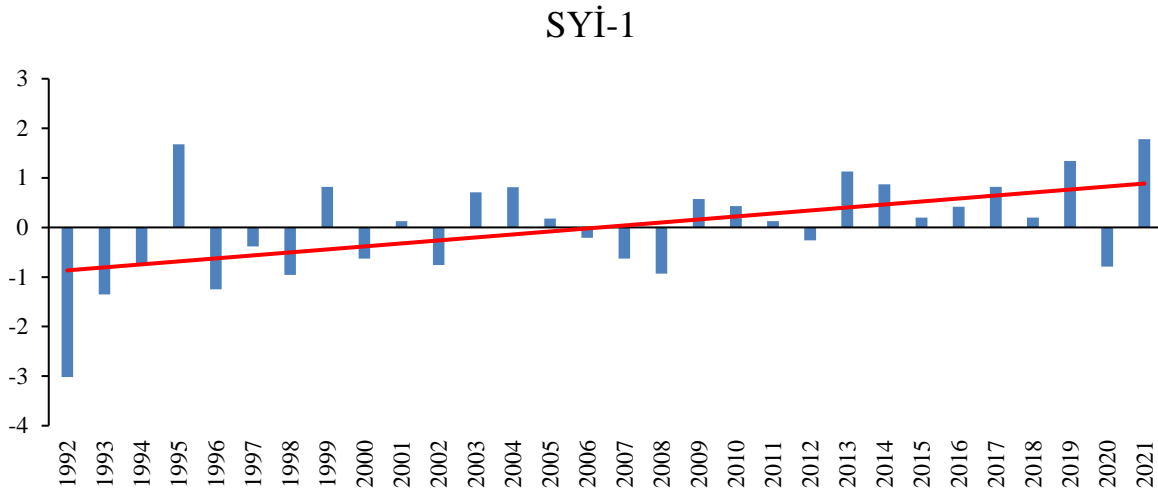
Şekil 5.2 incelendiğinde Uzunköprü; % 70 normal (253 ay), % 16 nemli (56 ay) ve % 14 kuraktır (51 ay). Buna göre % 14 kuraklık değeri kendi içinde; % 59 orta derece kurak (30 ay), % 33 aşırı kurak (17 ay) ve % 8 ise çok aşırı kurak (4 ay) sınıfını temsil etmektedir. Ayrıca genel eğilimin normal olduğu söylenebilmektedir.



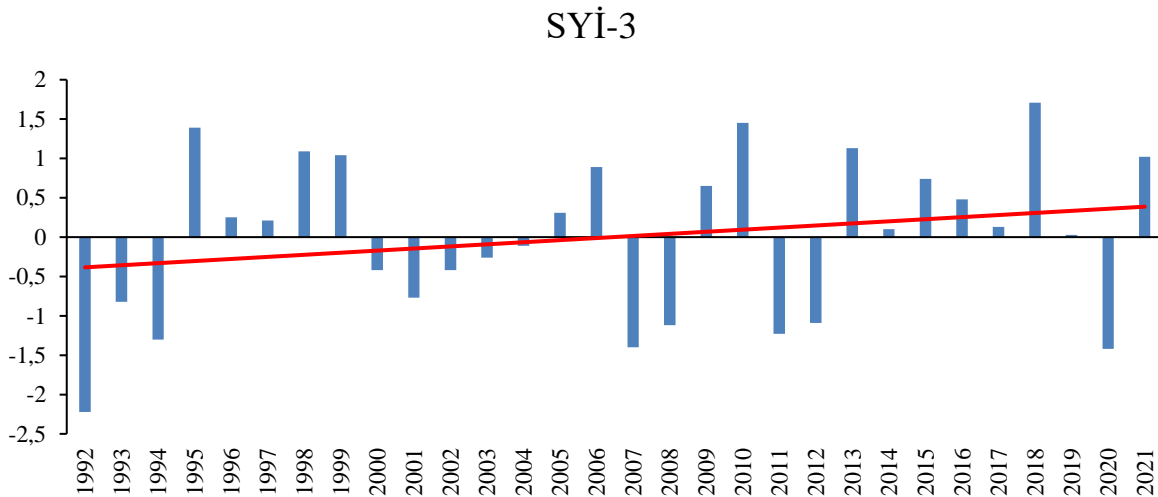
Şekil 5.2. Uzunköprü İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

Aylık zaman ölçeğinde yapılan analize göre; 2012 yılı mayıs ayı 2,74 indis değeri çalışma periyodunun en nemli dönemi olurken, 1992 yılı ocak ayı -3,02 değeri ile en kurak dönemi olmuştur. 3 aylık SYİ analiz değerlerinde ise 2014 yılı temmuz ayında 2,80 indis değeri ile en nemli dönem yaşanırken, 2018 yılı haziran ayında -2,66 değeri ile en kurak dönem yaşanmıştır. Her iki analizde de eğilim çizgisinde bir artışın söz konusu olduğu yani 'normal-nemli' bir geçiş yaşandığı tespit edilmektedir. Ayrıca tüm yıllar içinde en nemli dönem 2021

yılı olurken bunun ocak ayı (192 mm) ve aralık ayı (223 mm) yağışlarının yüksek olmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır.



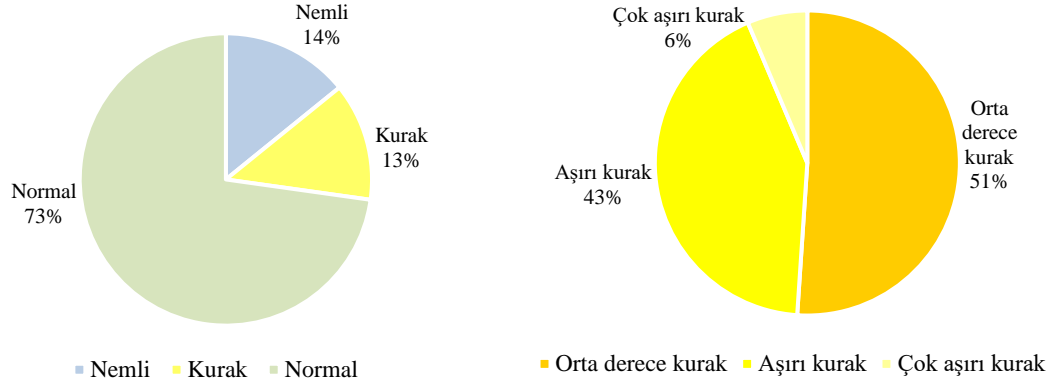
Grafik 5.10. Uzunköprü İstasyonu SYİ-1 Analizi



Grafik 5.11. Uzunköprü İstasyonu SYİ-3 Analizi

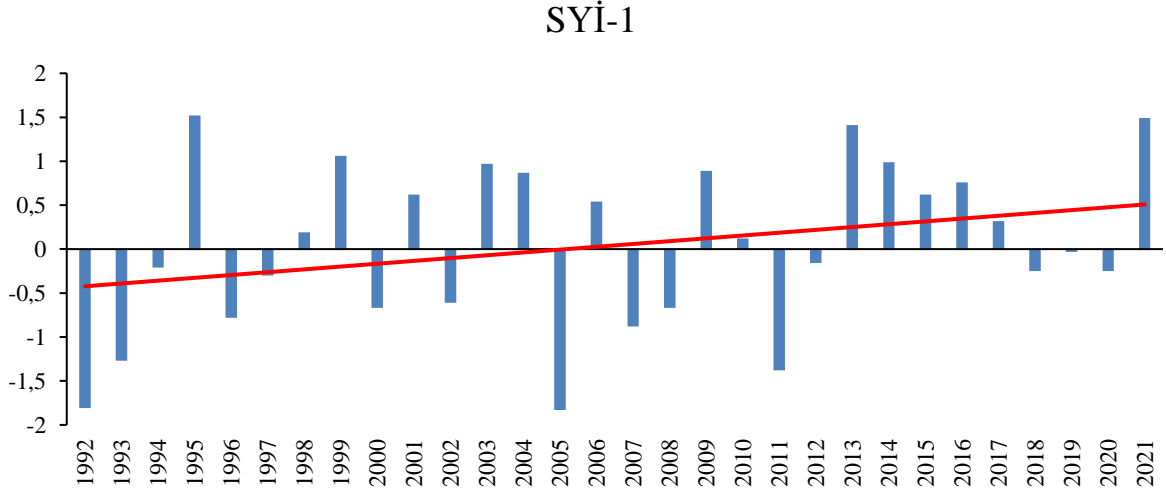
İpsala Meteorolojik Kuraklık

Şekil 5.3 incelendiğinde Ipsala; % 73 normal (262 ay), % 14 nemli (51 ay), ve % 13 kuraktır (47 ay). Buna göre % 13'lük kuraklık değeri kendi içinde 3 alt sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar % 51 orta derece kurak (24 ay), % 43 aşırı kurak (20 ay) ve % 6 çok aşırı kurak (3 ay) olarak sınıflandırılmaktadır. Genel eğilim ise normaldir.

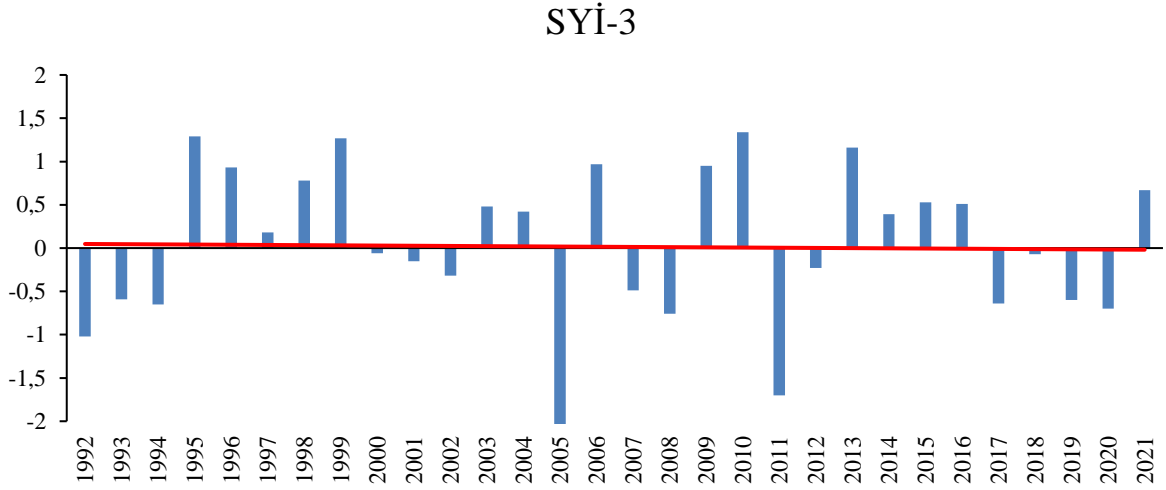


Şekil 5.3. İpsala İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

SYİ-1'e göre İpsala istasyonunda 2013 yılı haziran ayı 2,70 değeri ile en nemli dönem, 2005 yılı mart ayı ise -2,54 değeri ile en kurak dönem olmuştur. Bu değerler 1992-2021 yılları arasında genellikle normal eğilim (% 73) göstermektedir. 3 aylık analiz sonuçları incelendiğinde 2014 yılı ağustos ayı 2,28 indis değeri ile en nemli dönem, 2005 yılı nisan ayı ise -3,61 değeri ile en kurak dönem olmuştur. Aylık SYİ değerleri incelendiğinde 1992-2021 yılları arasında kurak dönemlerin yaşandığı ancak en son 2011 yılında -1,38 değeri ile orta derecede bir kuraklığın meydana geldiği görülmektedir. Bunun yanı sıra son yıllarda bir nemlilik artışı olduğu söylenebilir. SYİ-1 eğilim çizgisinde görülen artış SYİ-3 analizinde görülmemektedir. Bunun nedeni SYİ analizinde ay sayısı arttıkça kuraklığın şiddetinin daha net bir şekilde ortaya çıkmasıdır. Örneğin araştırma sahasında aylık yağış artışı meteorolojik anlamda sahaya nemlilik katar ancak bu kısa süreli nemlilik uzun süreli analizlere yansımadan ortadan kalkarsa analizlerde net bir nemlilik artışı olduğu söylenemez. 2021 yılında meydana gelen hızlı ve ani yağışlar (ocak ayı (157 mm), aralık ayı (146 mm)) SYİ-1 grafiğinde bir artış eğilimine neden olmuştur. Ancak SYİ-1 ve SYİ-3 analizlerinde 2013 yılından itibaren değerlerde bir düşüş yaşandığı için 2021 yağışları yanıltıcı olmamalıdır. Ayrıca 2005 yılında meydana gelen kuraklık kış yağışlarının yeterli olmamasından kaynaklanırken bir sonraki yıl yağışların normale dönmesiyle ortadan kalkmıştır. Yine 2011 yılında yağış eksikliğine bağlı olarak kısa süreli bir kuraklık yaşanmış ama hızlı bir şekilde normale dönmüştür.



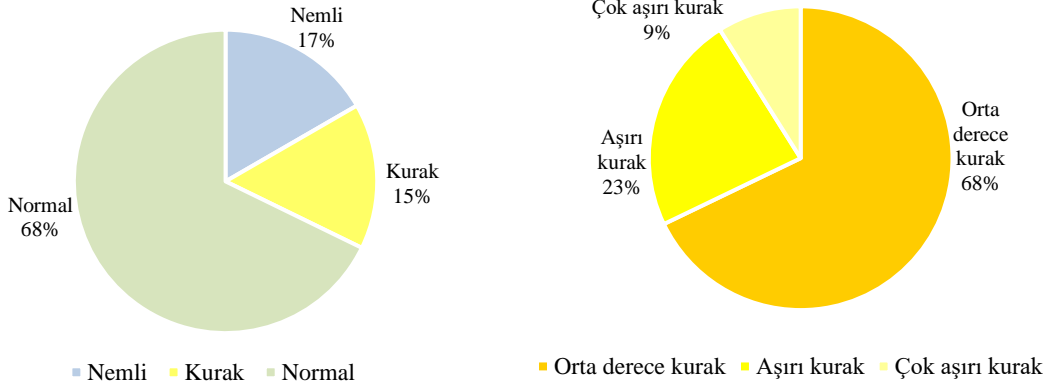
Grafik 5.12. İpsala İstasyonu SYİ-1 Analizi



Grafik 5.13. İpsala İstasyonu SYİ-3 Analizi

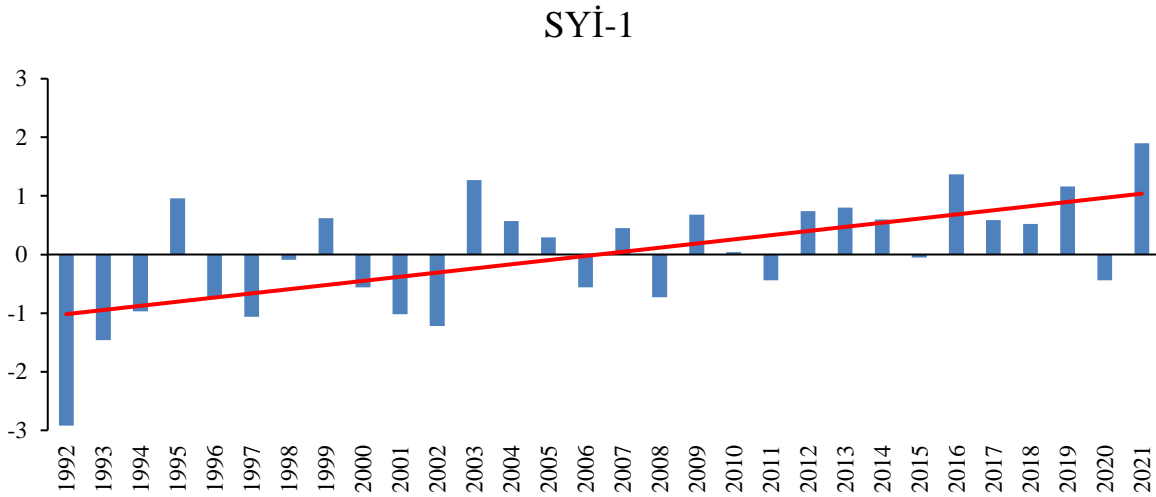
Kırklareli Meteorolojik Kuraklık

Şekil 5.4 incelendiğinde Kırklareli; % 68 normal (244 ay), % 17 nemli (60 ay), % 15 kuraktır (56 ay). Bu kurak ayların alt sınıflandırmaları ise; % 68 orta derece kurak (38 ay), % 23 aşırı kurak (13 ay) ve % 9 çok aşırı kurak (5 ay) olarak ayrılmaktadır. Buna göre % 15 kuraklık değerinin alt sınıfları ise % 68 orta derece kurak (38 ay), % 23 aşırı kurak (13 ay) ve % 9 çok aşırı kurak (5 ay) olarak ayrılmaktadır. Dolayısıyla genel eğilimin normal olduğu tespit edilmektedir.



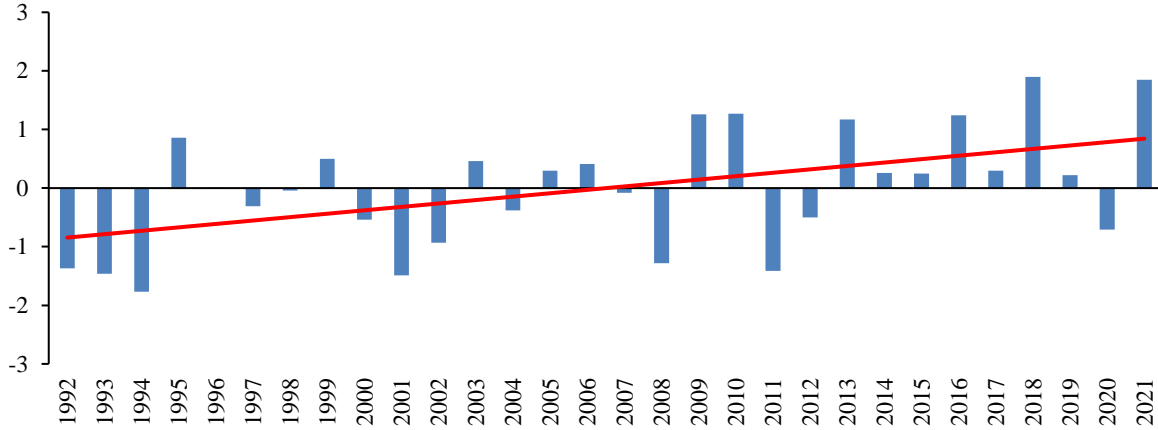
Şekil 5.4. Kırklareli İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

SYİ-1 ve SYİ-3 analizlerine göre Kırklareli istasyonunda bir nemlilik geçişi olduğu görülmektedir. Aylık analizde 2002 yılında -1,22 (orta derece kurak) değeri son kurak dönem olurken 2003 yılından itibaren araştırma sahasında nemlilik söz konusu olmuştur. 2020 yılında 'normal' değer aralığında olan değerler, 2021 yılındaki ani yağışlar neticesinde 'orta derece nemli' sınıf aralığına girmiştir. SYİ-3 analiz değerleri ile aylık analizler birbirine paraleldir. Yine eğilim çizgisinde bir artış olduğu görülmektedir. Son 10 yılda kurak bir dönem yaşanmadığı hatta nemli geçişler olduğu tespit edilmektedir.



Grafik 5.14. Kırklareli İstasyonu SYİ-1 Analizi

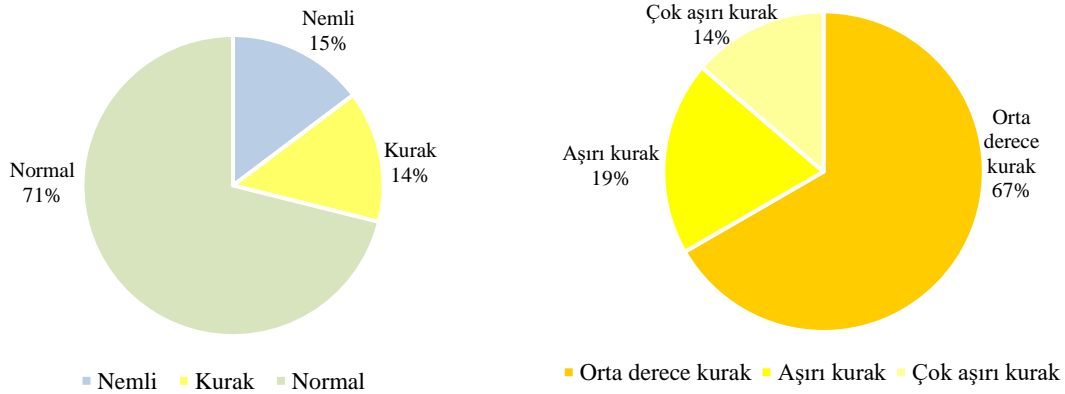
SYİ-3



Grafik 5.15. Kırklareli İstasyonu SYİ-3 Analizi

Lüleburgaz-Tigem İstasyonu

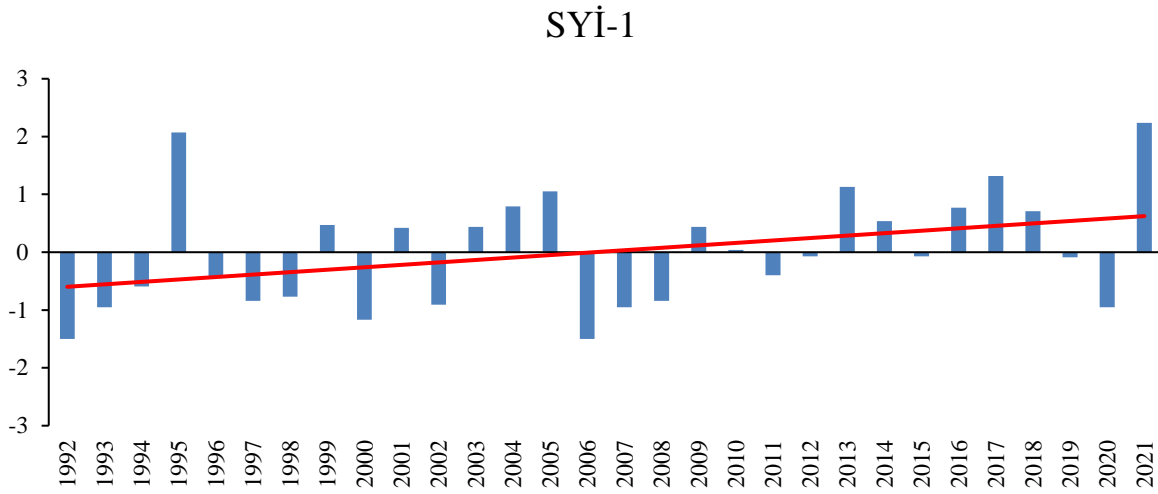
Şekil 5.5 incelendiğinde Lüleburgaz-Tigem; % 71 normal (256 ay), % 15 nemli (53 ay), % 14 kuraktır (51 ay). Neticede kurak ve nemli periyotların birbirine yakın olduğu ancak genel eğilimin ‘normal’ olduğu görülmektedir. Kuraklık değerlerinin alt sınıfları ise % 67 orta derece kurak (34 ay), % 19 aşırı kurak (10 ay), % 14 çok aşırı kurak (7 ay) şeklindedir (Şekil 5.5).



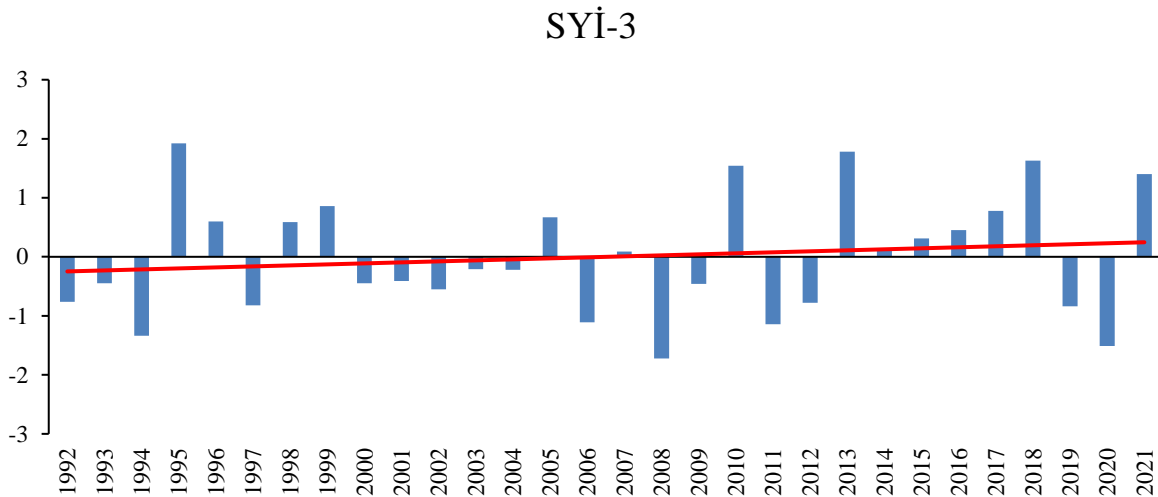
Şekil 5.5. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

Araştırma sahasında kış mevsimi yağış artışları son yıllarda meteorolojik kuraklık oluşmasını engellemektedir. SYİ grafiklerinde en nemli dönemin 2021 yılında olduğu görülmektedir. Bunun dışında genellikle ‘çok aşırı nemli’ bir periyot yaşanmamıştır. Kurak dönemler incelendiğinde ‘çok aşırı kurak’ sınıflandırmasına giren herhangi bir dönem yaşanmadığı ancak bazen kısa süreli kuraklıkların yaşandığı görülmektedir. Ayrıca sahada nemlilik artışı olduğu ancak bunda 2021 yağışlarının etkili olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma

sahasında bulunan bu istasyonda devamlı bir kuraklık veya nemlilik olmadığı, genel eğilimin 'normal' sınıf aralığında olduğu tespit edilmektedir.



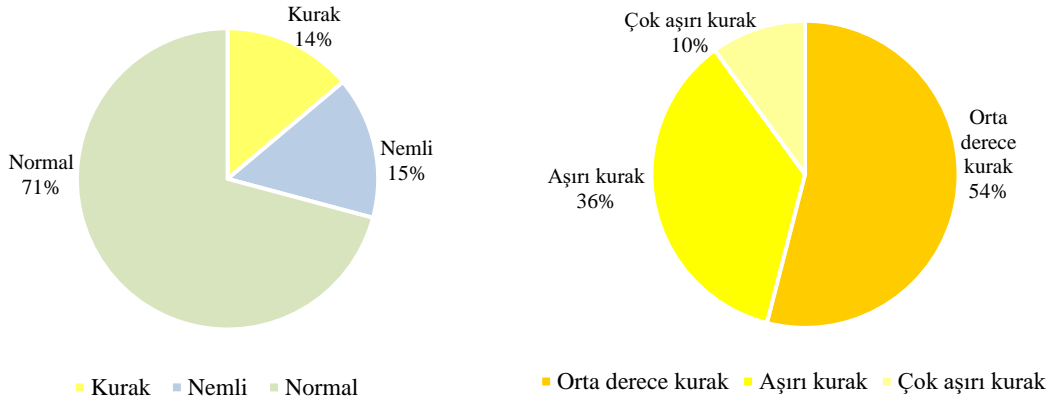
Grafik 5.16. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu SYİ-1 Analizi



Grafik 5.17. Lüleburgaz- Tigem İstasyonu SYİ-3 Analizi

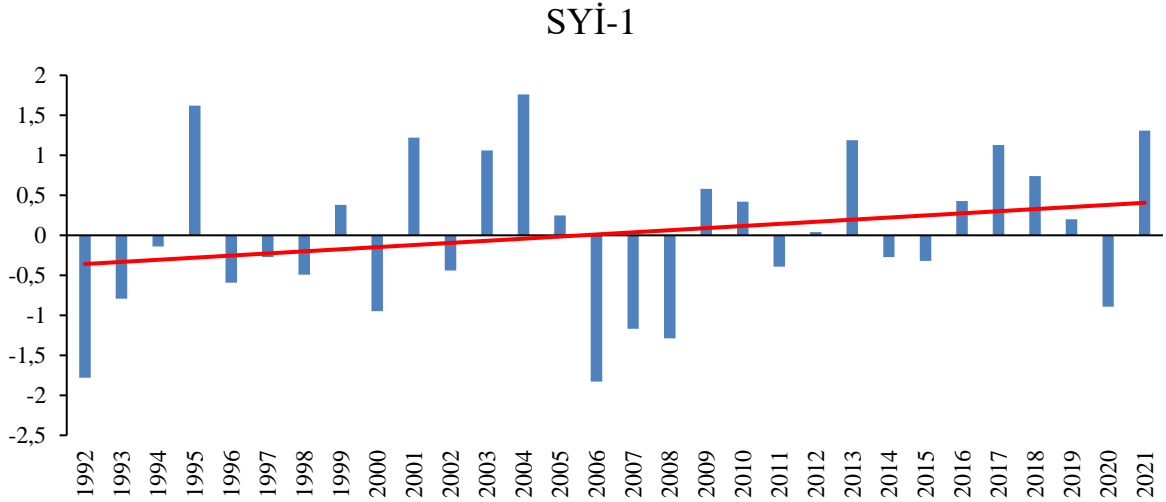
Malkara Meteorolojik Kuraklık

Şekil 5.6 incelendiğinde Malkara; % 71 normal (255 ay), % 15 nemli (55 ay) ve % 14 kuraktır (50 ay). Kurak ayların alt sınıflandırmaları ise % 54 orta derece kurak (27 ay), % 36 aşırı kurak (18 ay), % 10 çok aşırı kurak (5 ay) şeklindedir (Şekil 5.6).

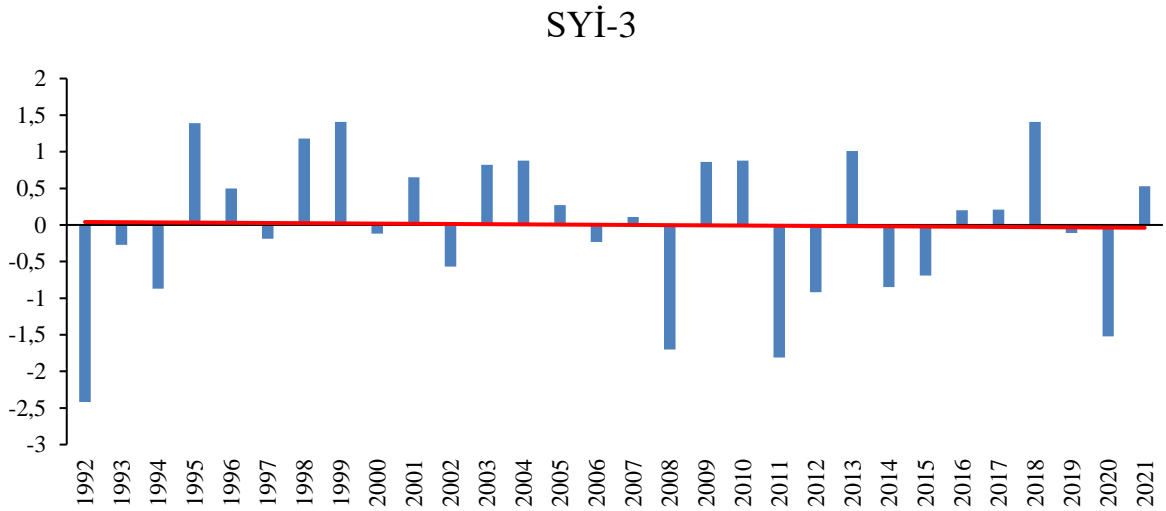


Şekil 5.6. Malkara İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

En yüksek yağış değerlerine sahip olan Malkara istasyonunda, meteorolojik kuraklığın tespiti için yapılan analizler verilmektedir. Bu analizler ile oluşturulan grafiklere göre 1 aylık ve 3 aylık değerler ile grafikler hazırlanmıştır. Aylık analiz (SYİ-1) incelendiğinde araştırma sahasında nemlilik artışı olduğu görülmektedir. SYİ-1 analizine göre son 13 yıldır kuraklık yaşanmazken SYİ-3 analizinde 2020 yılında bir kuraklığın yaşandığı görülmektedir. 2017 yılından itibaren azalan yağışlar 2020 yılında kuraklık görülmesine neden olurken 2021 yılında meydana gelen yağışlar neticesinde bu durum yerini nemli bir sürece bırakmıştır. Ayrıca aylık analiz grafiğinde (Grafik 5.18) eğilim çizgisinde bir artış görülürken 3 aylık analiz grafiğinde (Grafik 5.19) ise bir durağanlık söz konusudur. Bunun nedeni yine meteorolojik kuraklığın hızlı bir şekilde oluşması ve ortadan kalmasıyla ilgilidir. Yani aylık analizde olan artış daha uzun periyotları içeren analizlere her zaman yansımamaktadır.



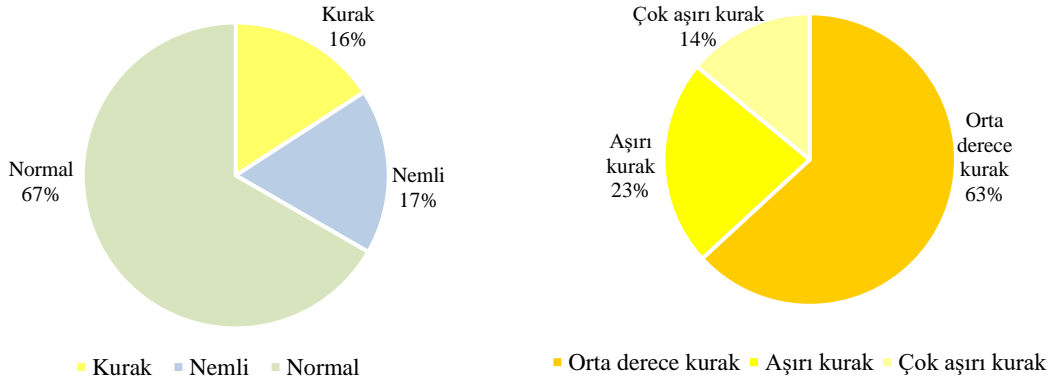
Grafik 5.18. Malkara İstasyonu SYİ-1 Analizi



Grafik 5.19. Malkara İstasyonu SYİ-3 Analizi

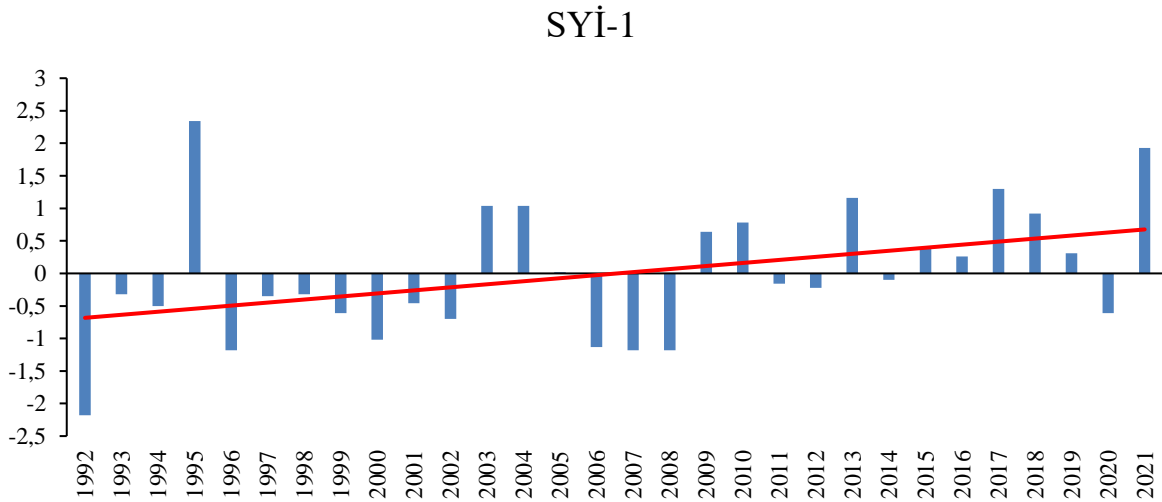
Çorlu Meteorolojik Kuraklık

Şekil 5.7 incelendiğinde Çorlu; % 67 normal (240 ay), % 17 nemli (63 ay), % 16 kuraktır (57 ay). Ayrıca kurak periyotların alt sınıfları ise % 63 orta derece kurak (36 ay), % 23 aşırı kurak (13 ay) ve % 14 çok aşırı kurak (8 ay) şeklindedir (Şekil 5.7).



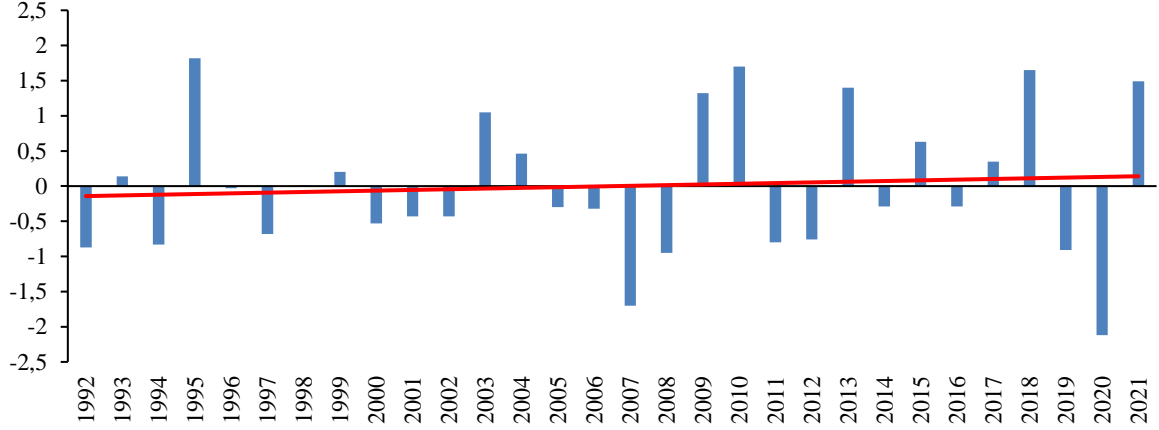
Şekil 5.7. Çorlu İstasyonu Aylık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

En düşük sıcaklık ortalamalarına sahip olan Çorlu istasyonunda son yıllarda sıcaklık ve yağış değerlerinde bir artış görülmektedir. Ancak bu artışın çalışma alanında bir nemlilik meydana getirip getirmediğini anlamak için çeşitli analizler yapılmıştır. Bu doğrultuda hazırlanan SYİ-1 analizinde nemlilik geçişi olduğu görülmektedir. 2008 yılından beri değerlerin genellikle 'normal' olduğu, 2021 yılında ise 'aşırı nemli' bir sürecin olduğu tespit edilmektedir. SYİ-3 analizinde ise eğilim çizgisinde daha az yükselme olduğu görülmektedir. Analize katılan ay sayısı arttıkça analiz değerlerinin düştüğü görülmektedir. Neticede meydana gelen yağışların uzun süreli olmaması ve alansal ölçekte yetersiz kalması analizlerde belirgin şekilde görülmektedir.



Grafik 5.20. Çorlu İstasyonu SYİ-1 Analizi

SYİ-3



Grafik 5.21. Çorlu İstasyonu SYİ-3 Analizi

Nitekim meteorolojik kuraklık tespiti için hazırlanan SYİ-1 ve SYİ-3 analiz grafikleri genellikle 'normal' değer aralığında olup birçok istasyonda nemlilik artışı gözlemlenmektedir. Ancak aylık analiz sonuçlarında daha çok artış görülürken üç aylık analizlerde bu oran azalmaktadır. Bunun nedeni yeryüzüne düşen yağış aylık grafiklere hemen yansırken analize katılan ay sayısı arttıkça etkisinin hızlı bir şekilde ortaya çıkmamasıdır. Yani sahada nemlilik veya kuraklık oluştuğu zaman SYİ-1 analizinde direkt gözlemlenebilirken SYİ-3 analizinde ortaya çıkması daha zordur.

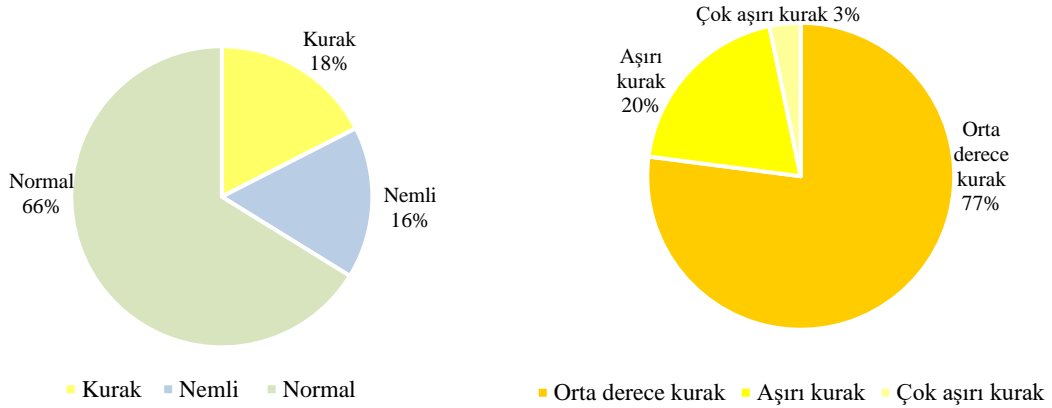
5.2.2. Ergene Havzası'nda Hidrolojik Kuraklık

SYİ analiz sonuçlarında kısa dönemli (1-3 aylık) analizler meteorolojik kuraklık hakkında bilgi verirken, uzun dönemli analizler (12-24 aylık) ise hidrolojik kuraklık hakkında bilgi edinmek için önemlidir. Dolayısıyla araştırma sahasında detaylı bir kuraklık tespiti yapmak ve hidrolojik kuraklığın mevcudiyeti hakkında bilgi edinmek için SYİ-12 ve SYİ-24 analiz sonuçlarına değinilmiştir.

Edirne Hidrolojik Kuraklık

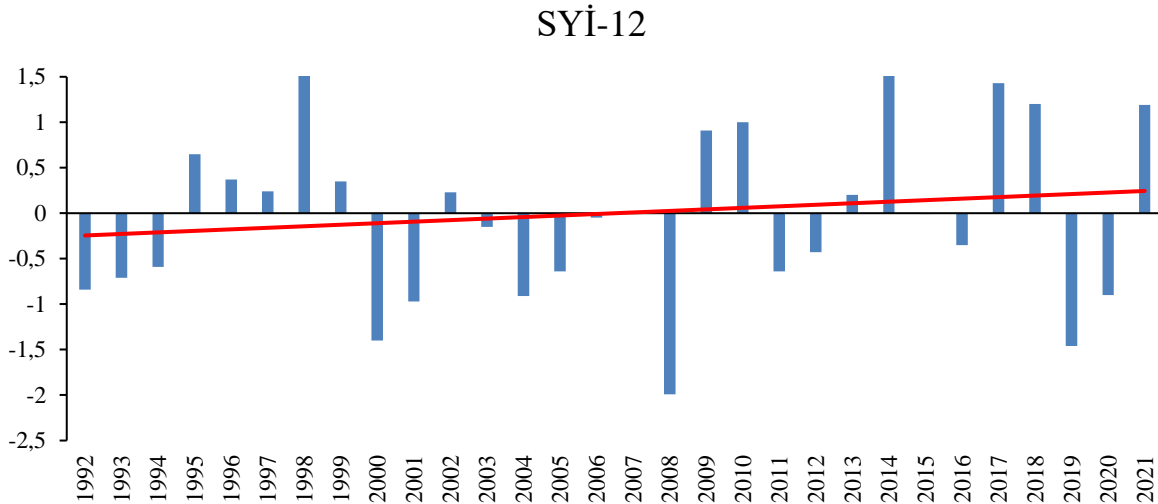
Şekil 5.8 incelendiğinde Edirne; % 66 normal (231 ay), % 18 kurak (61 ay) ve % 16 nemlidir (57 ay). Meteorolojik kuraklık analizlerinde olduğu gibi genel eğilim normal ve kurak-nemli periyotlar birbirine yakındır. Ancak yıllık analizde kuraklıkların artış gösterdiği görülmektedir. Yani araştırma sahasında meydana gelen nemlilik artışı meteorolojik kuraklığın kısa sürede bitmesini sağlarken, yeraltı sularını ilgilendiren hidrolojik kuraklık ise hızlı bir şekilde sonlanmamaktadır. % 18 kurak periyot kendi içinde % 77 orta derece kurak (47 ay), %

20 aşırı kurak (12 ay), % 3 çok aşırı kurak (2 ay) şeklinde ayrılmaktadır. Nitekim kuraklıkların şiddetli olmadığı, hafif seyrettiği görülmektedir.



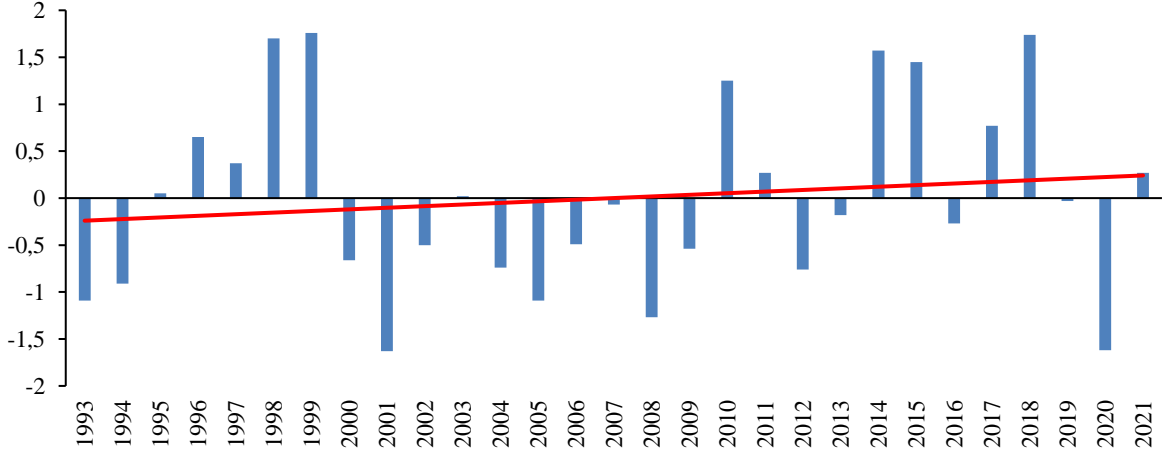
Şekil 5.8. Edirne İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

Ergene Havzası'nda meydana gelen hidrolojik kuraklığın tespiti için yapılan analizler grafik haline getirilerek verilerin net bir şekilde tanımlanması ve gerekli açıklamaların yapılması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda Edirne istasyonu için hazırlanan grafiklere göre; araştırma sahasında bazı dönemler hidrolojik kuraklıklar yaşansa dahi bu kuraklıkların uzun süreli olmadığı anlaşılmaktadır. Özellikle son yıllarda bir nemlilik artışı olduğu görülmektedir. Nitekim ciddi bir kuraklık riski gözlemlenmemektedir.



Grafik 5.22. Edirne İstasyonu SYİ-12 Analizi

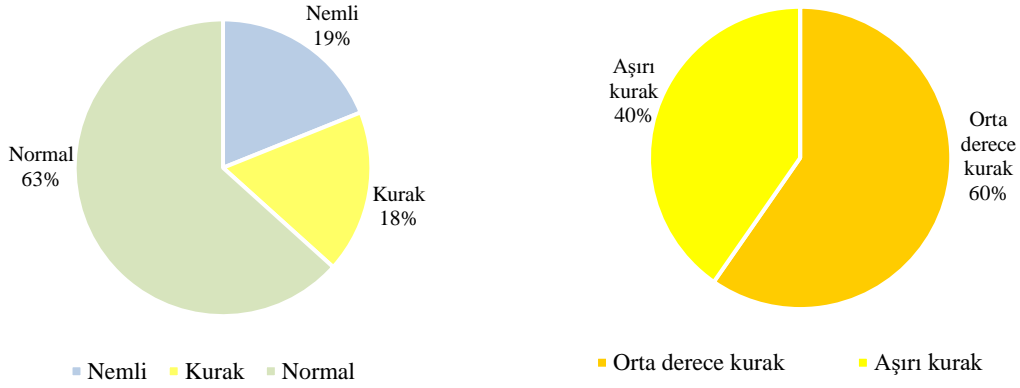
SYİ-24



Grafik 5.23. Edirne İstasyonu SYİ-24 Analizi

Uzunköprü Hidrolojik Kuraklık

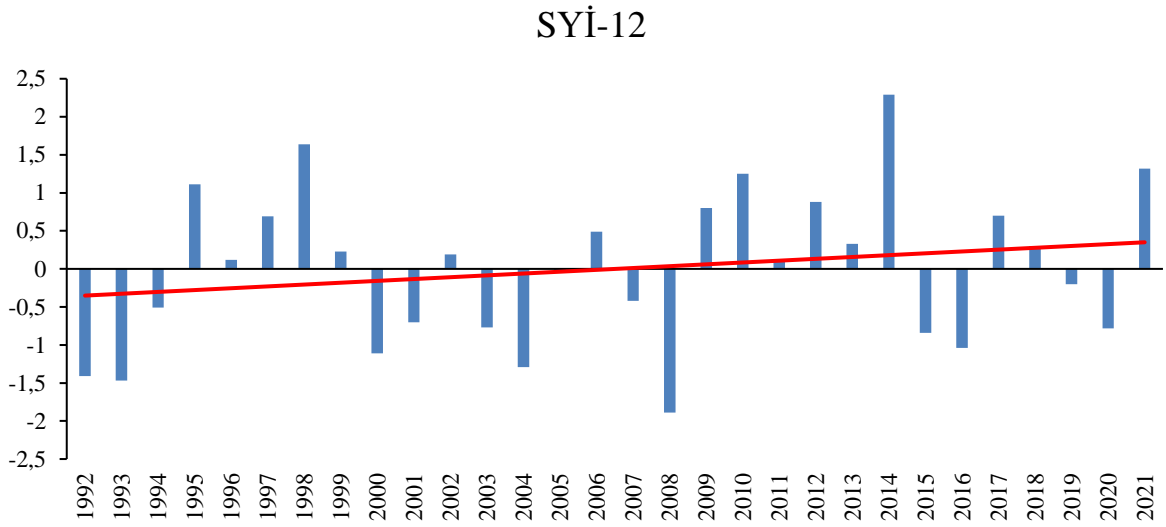
Şekil 5.9 incelendiğinde Uzunköprü; % 63 normal (221 ay), % 19 nemli (66 ay), % 18 kuraktır (62 ay). Bu sınıflandırmada % 18 kuraklık oranı kendi içinde % 60 orta derece kurak (37), % 40 aşırı kurak (25 ay) olarak ayrılmaktadır. Ayrıca Uzunköprü istasyonunda çok aşırı kurak dönem tespit edilmemiştir.



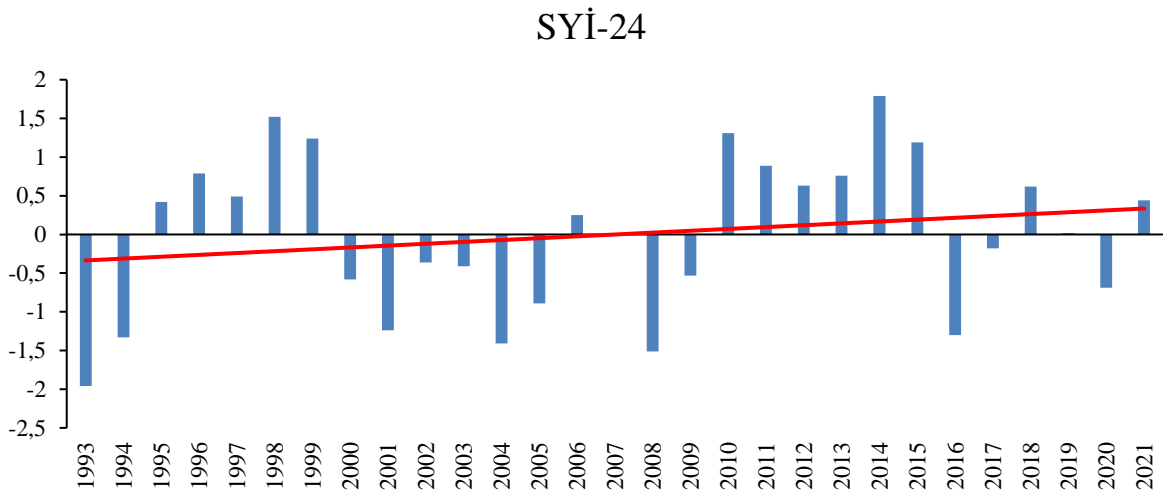
Şekil 5.9. Uzunköprü İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

Uzunköprü istasyonu hidrolojik kuraklık tespiti için hazırlanan grafiklere göre; araştırma sahasında nemli ve kurak dönemler birbirini takip etmiş, devamlı nemlilik veya devamlı kuraklık durumu gelişmemiştir. Analize katılan ay sayısı arttıkça kuraklıkların daha belirgin bir şekilde görüldüğüne daha önce değinilmiştir. SYİ-12 ve SYİ-24 analizleri

karşılaştırıldığında 24 aylık analiz değerlerinin daha yüksek çıktığı ve kurak-nemli periyotların daha belirgin olduğu görülmektedir.



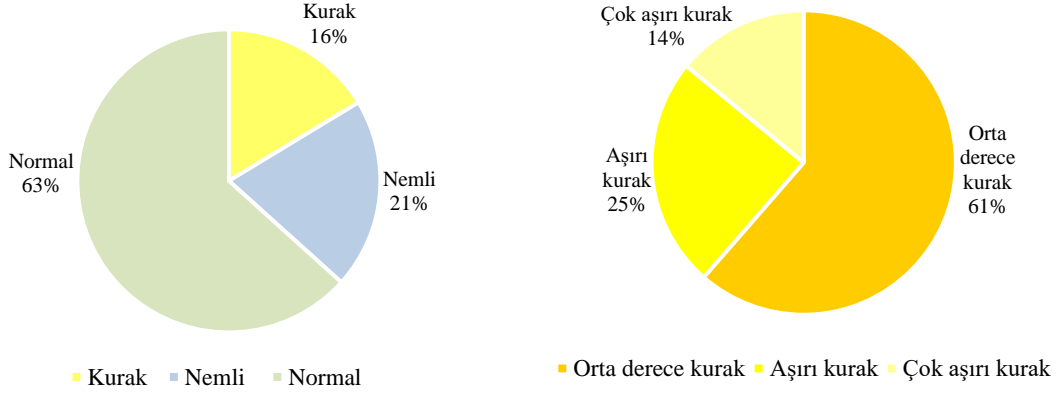
Grafik 5.24. Uzunköprü İstasyonu SYİ-12 Analizi



Grafik 5.25. Uzunköprü İstasyonu SYİ-24 Analizi

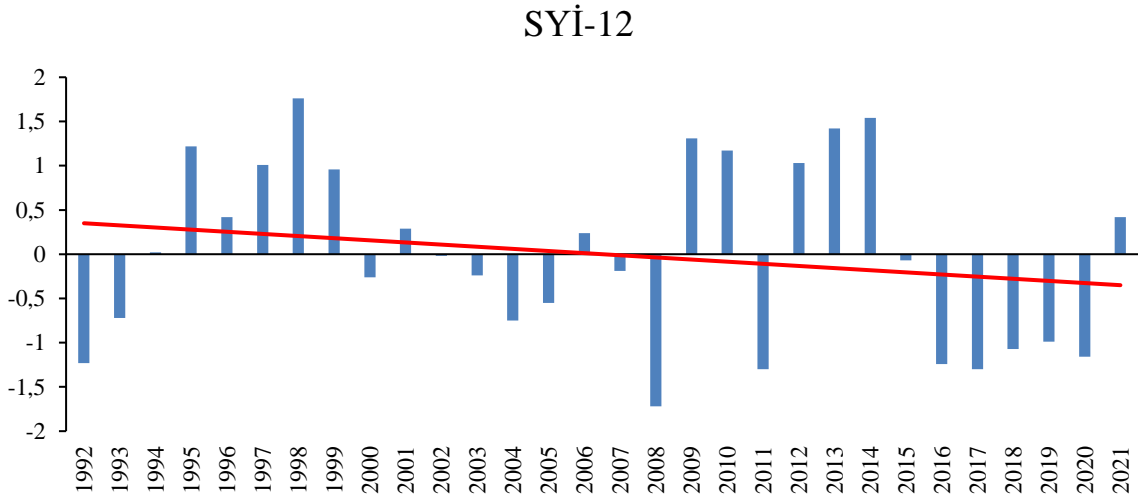
İpsala Hidrolojik Kuraklık

Şekil 5.10 incelendiğinde İpsala; % 63 normal (221 ay), % 21 nemli (71 ay), % 16 kurak (57 ay) olarak sınıflandırılmaktadır. Kurak periyotlar ise % 61 orta derece kurak (35 ay), % 25 aşırı kurak (14 ay), % 14 çok aşırı kurak (8 ay) şeklinde alt sınıflara ayrılmaktadır.



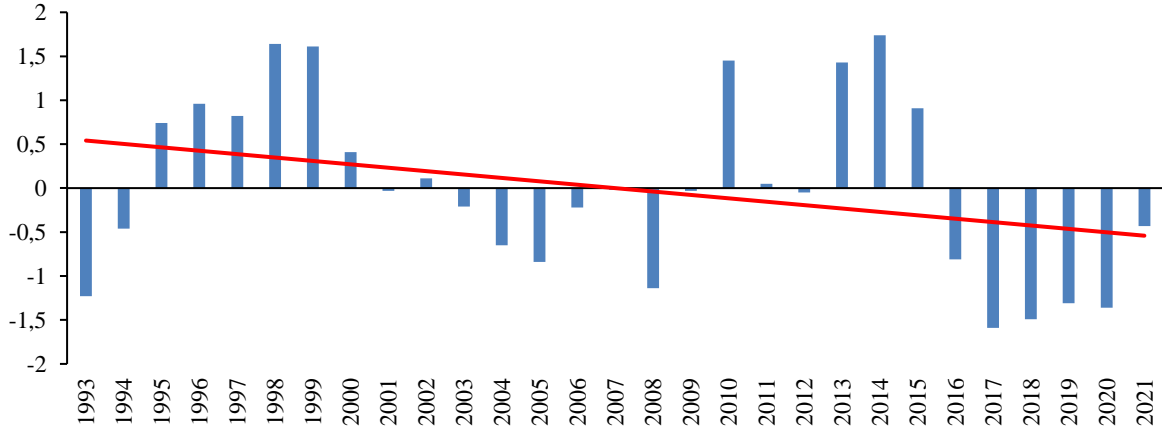
Şekil 5.10. İpsala İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

En yüksek ortalama sıcaklık değerlerine sahip olan İpsala istasyonu hidrolojik kuraklık analizi için hazırlanan grafiğe göre araştırma sahasında hidrolojik kuraklıkların yaşandığı tespit edilmektedir. 2008 yılında yaşanan şiddetli kuraklık 2009 yılında yerini nemli bir döneme bırakmıştır ancak bu nemlilik uzun süreli olmamıştır. Araştırma sahasında özellikle son 5 yıldır şiddetli bir hidrolojik kuraklık yaşanmaktadır.



Grafik 5.26. İpsala İstasyonu SYİ-12 Analizi

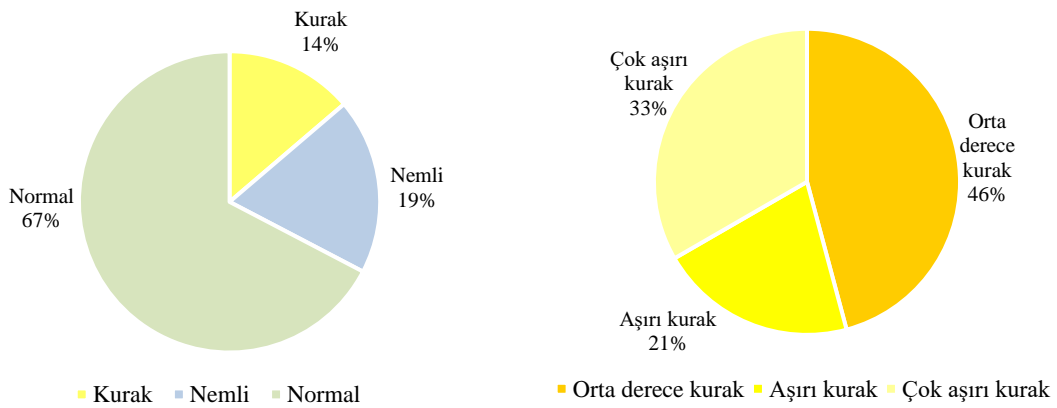
SYİ-24



Grafik 5.27. İpsala İstasyonu SYİ-24 Analizi

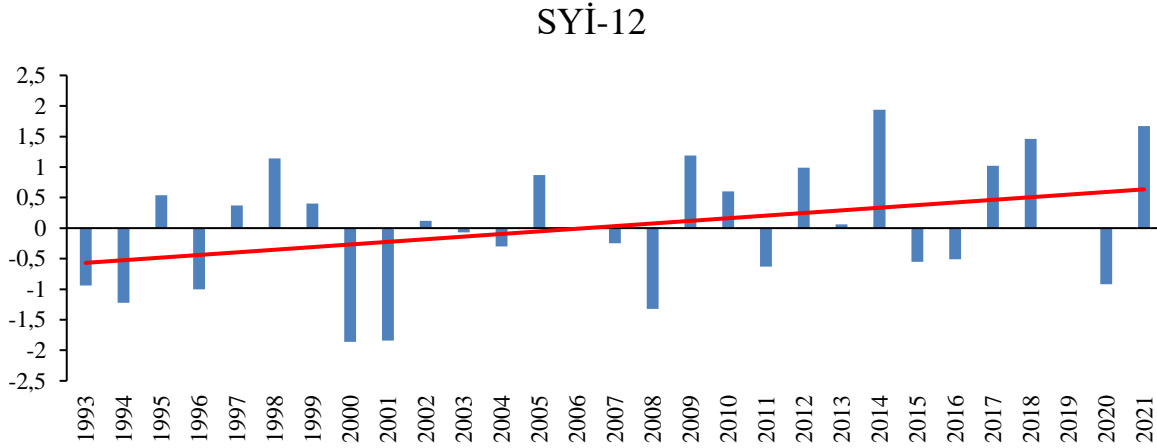
Kırklareli Hidrolojik Kuraklık

Şekil 5.11 incelendiğinde Kırklareli; % 67 normal (235 ay), % 19 nemli (66 ay), % 14 kurak (48 ay) olarak sınıflandırılmıştır. Kırklareli istasyonu araştırma sahasının kuzey ucunda bulunmaktadır. En az yağış ortalamasına sahip olan bu istasyonun sıcaklık ortalamaları da diğer istasyonlara oranla düşüktür. Dolayısıyla kuraklık olasılığı yüksektir. Bu yüzden kurak periyotlar detaylı incelendiğinde; % 46 orta derece kurak (22 ay), % 21 aşırı kurak (10 ay), % 33 çok aşırı kurak (16 ay) olarak ayrıldığı görülmektedir. Buna göre Kırklareli istasyonunda diğer istasyonların tersine ‘çok aşırı kurak’ geçen ay sayısı ‘aşırı kurak’ ay sayısından fazladır. Ayrıca ‘orta derece kurak’ sınıflandırmasına giren ay sayısı yine düşüktür. Dolayısıyla bu istasyonun hidrolojik kuraklık riski diğer istasyonlardan yüksektir.

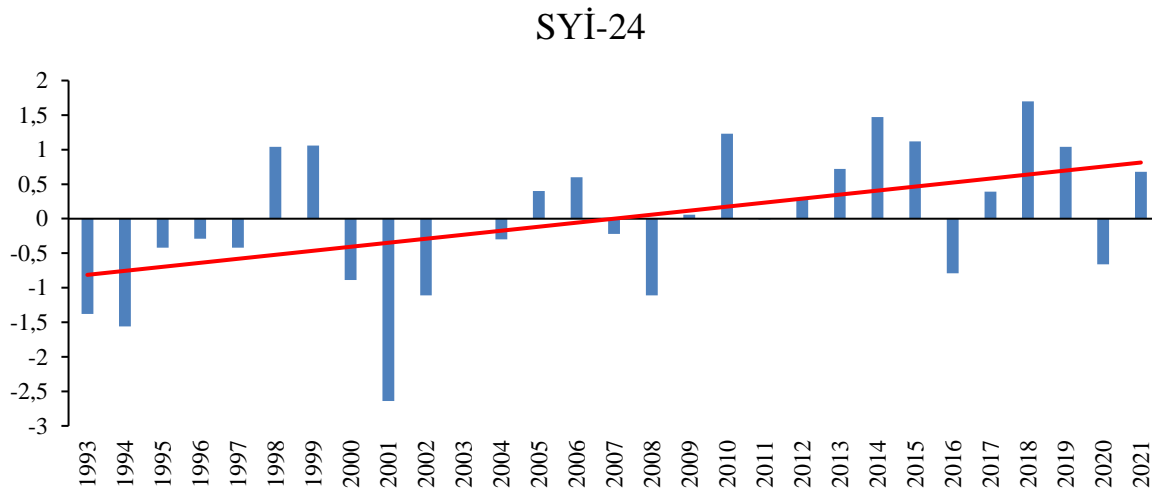


Şekil 5.11. Kırklareli İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

En düşük yağış ortalamalarına sahip olan Kırklareli istasyonu hidrolojik kuraklık grafiklerine göre SYİ değerlerinde bir artış tespit edilmektedir. 30 yıl boyunca kısa süreli kuraklıkların yaşanmış olduğu sahada 2008'den beri herhangi bir hidrolojik kuraklık tespit edilmemektedir. Genel eğilim 'normal' olmakla beraber son yıllarda nemli periyotlarda artış görülmektedir.



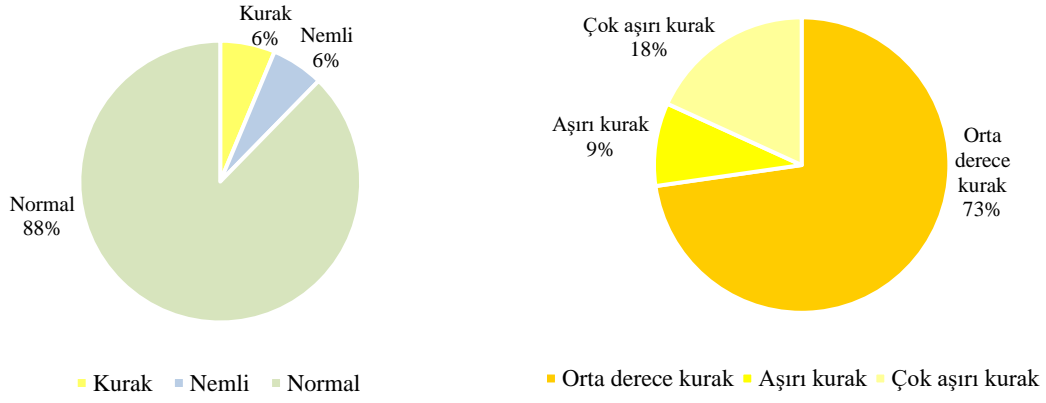
Grafik 5.28. Kırklareli İstasyonu SYİ-12 Analizi



Grafik 5.29. Kırklareli İstasyonu SYİ-24 Analizi

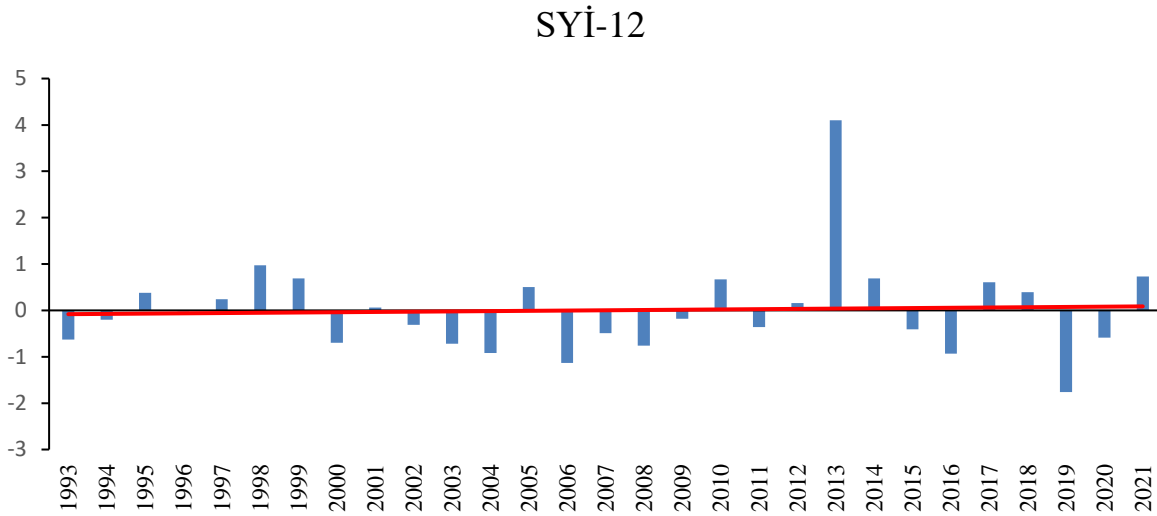
Lüleburgaz-Tigem Hidrolojik Kuraklık

Şekil 5.12 incelendiğinde Lüleburgaz-Tigem; % 88 normal (306 ay), % 6 nemli (21 ay), % 6 kurak (22 ay) olarak sınıflandırılmaktadır. Kuraklık ise; % 73 orta derece kurak (16 ay), % 9 aşırı kurak (2 ay), % 18 çok aşırı kurak (4 ay) olarak ayrılmaktadır. Buna göre istasyonun büyük oranla normal eğilim gösterdiği anlaşılmaktadır. Meydana gelen kuraklıkların ise genellikle normal eğilimli olduğu anlaşılmaktadır.



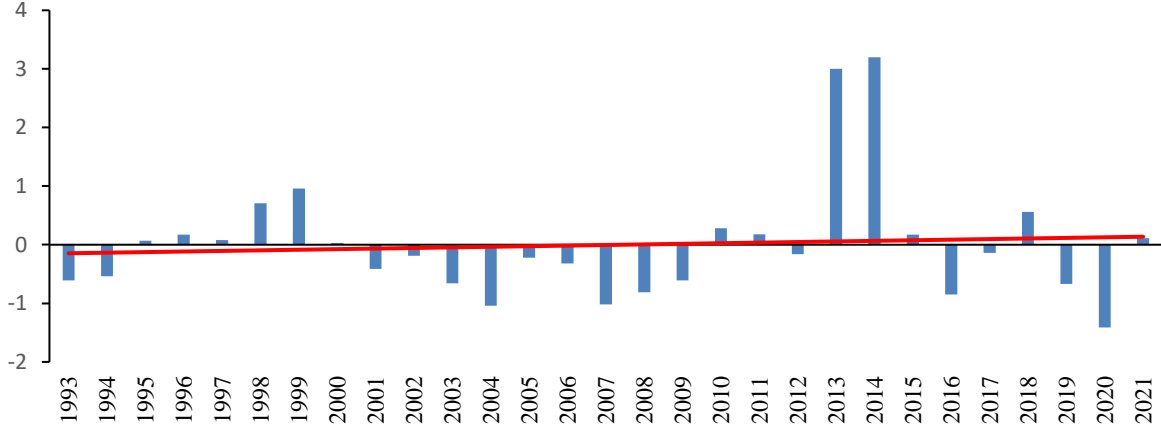
Şekil 5.12. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

Lüleburgaz-Tigem istasyonu hidrolojik kuraklık grafiklerine göre; araştırma sahasında 30 yıl boyunca çoğunlukla değerlerin ‘normal’ aralıkta olduğu, 2013 yılı nisan ayında (1059 mm) meydana gelen ani ve yüksek yağışlar ile yıllık ortalama yağıştaki artışın ise ‘çok aşırı nemli (4,1)’ koşulların oluşmasına neden olduğu tespit edilmektedir. Son yıllarda hafif kuraklıklar oluşmaya başlamıştır ancak bunlar orta derecededir. Bu kuraklığın nedeninin son yıllarda azalan yağışlar olduğu düşünülmektedir.



Grafik 5.30. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu SYİ-12 Analizi

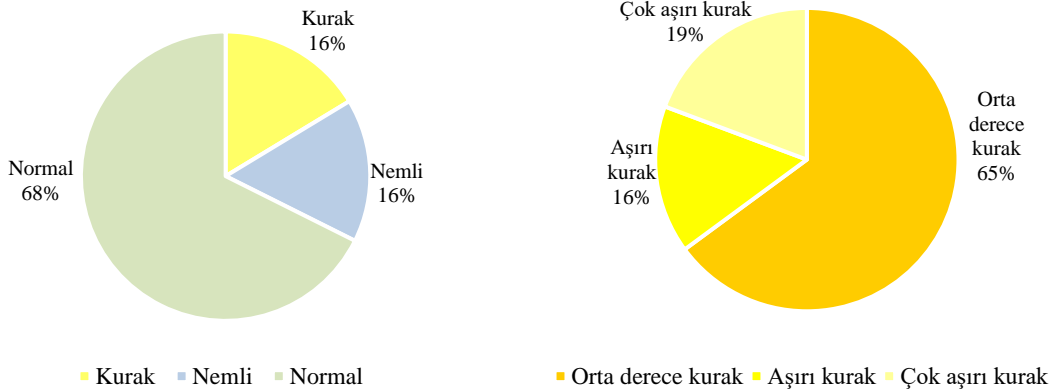
SYİ-24



Grafik 5.31. Lüleburgaz-Tigem İstasyonu SYİ-24 Analizi

Malkara Hidrolojik Kuraklık

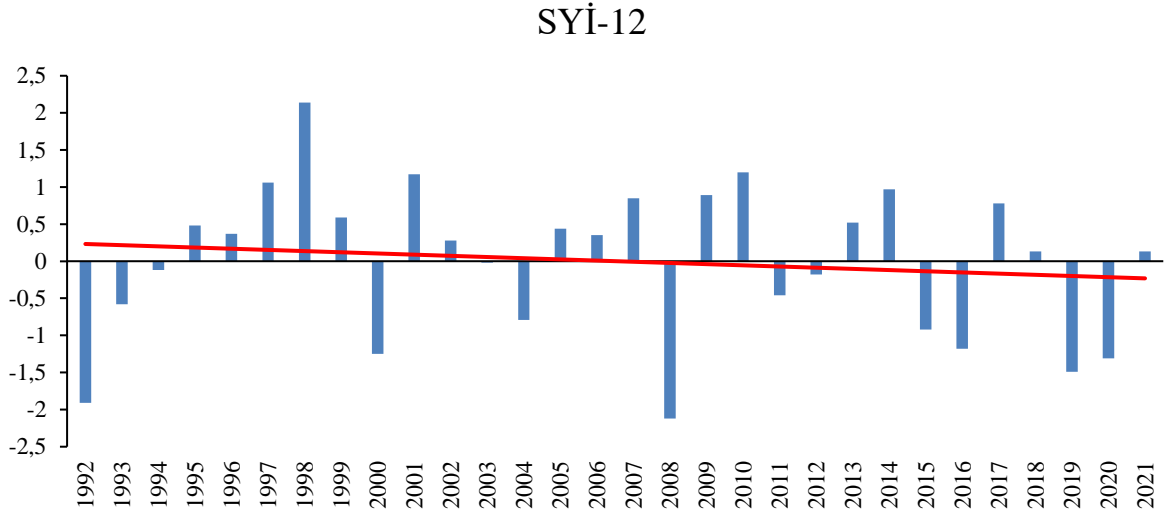
Şekil 5.13 incelendiğinde Malkara; % 68 normal, % 16 nemli, % 16 kurak olduğu tespit edilmektedir. Ayrıca kuraklık oranı % 65 orta derece kurak, % 19 çok aşırı kurak, % 16 aşırı kurak olarak ayrılmaktadır. Nitekim Malkara istasyonunun en yüksek yağış miktarlarına sahip olması genel eğilimin normal olmasını, nemli ve kurak periyotların az ve birbirine yakın olmasını sağlamaktadır.



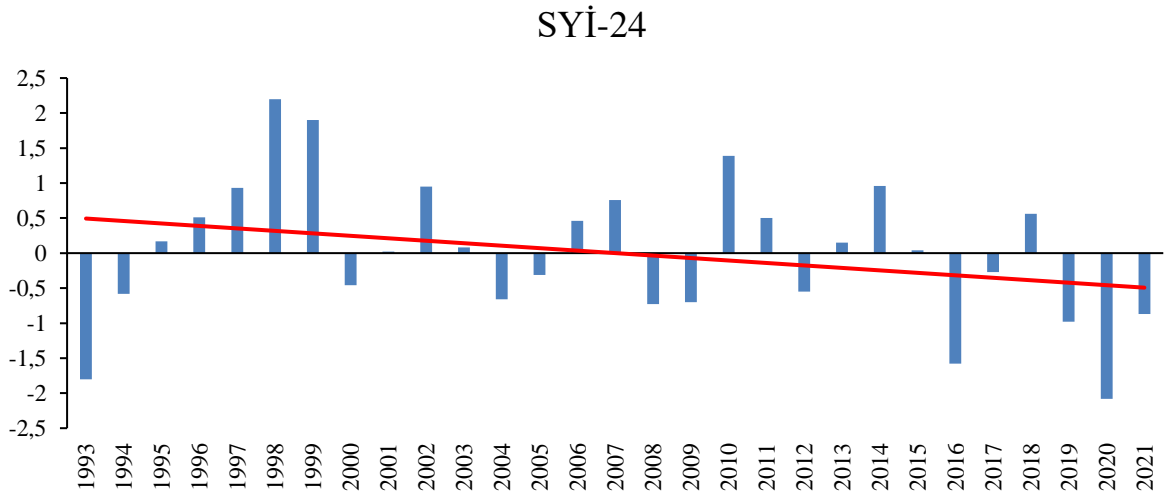
Şekil 5.13. Malkara İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

En yüksek yağış ortalamasına sahip olan Malkara istasyonunda dönemsel kuraklık ve nemlilik geçişleri tespit edilmektedir. Ayrıca uzun süreli kurak veya nemli periyot gözlemlenmemektedir. SYİ-12 ve SYİ-24 analizlerinde eğilim çizgileri incelendiğinde yağış azlığına bağlı olarak bir azalma olduğu dikkat çekmektedir. Yani araştırma sahasında değerler

düşmekte ve kuraklık riski meydana gelmektedir. Son yıllar incelendiğinde ‘aşırı kurak’ ve ‘çok aşırı kurak’ sınıflandırmasına giren değerler olduğu anlaşılmaktadır.



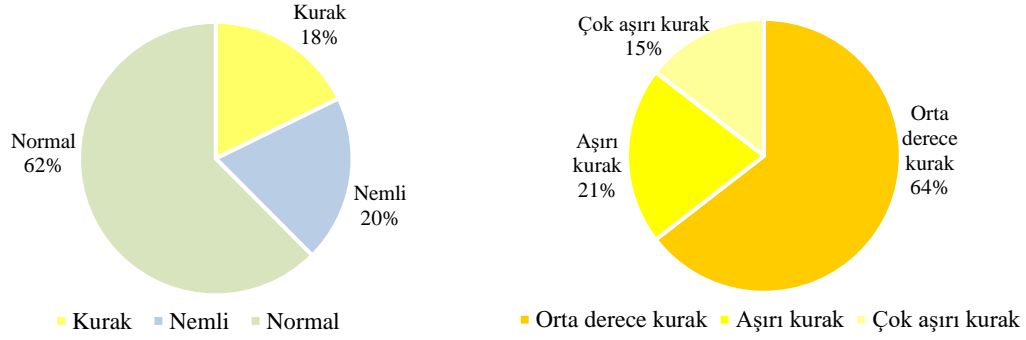
Grafik 5.32. Malkara İstasyonu SYİ-12 Analizi



Grafik 5.33. Malkara İstasyonu SYİ-24 Analizi

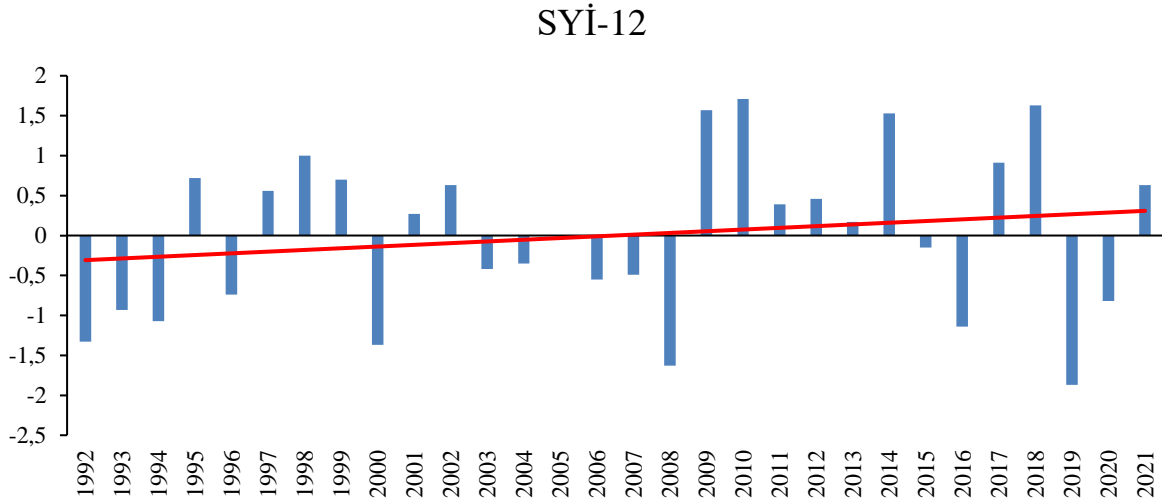
Çorlu Hidrolojik Kuraklık

Şekil 5.14 incelendiğinde Çorlu; % 62 normal (218 ay), % 20 nemli (69 ay), % 18 kuraktır (62 ay). Ayrıca kuraklık alt sınıfları ise; % 64 orta derece kurak (40 ay), % 21 aşırı kurak (13 ay), % 15 çok aşırı kurak (9 ay) olarak ayrılmaktadır. Araştırma sahasının en doğusunda bulunan Çorlu istasyonunda genel eğilimin normal olduğu, nemli ve kurak periyotların birbirine yakın değerler gösterdiği tespit edilmektedir.



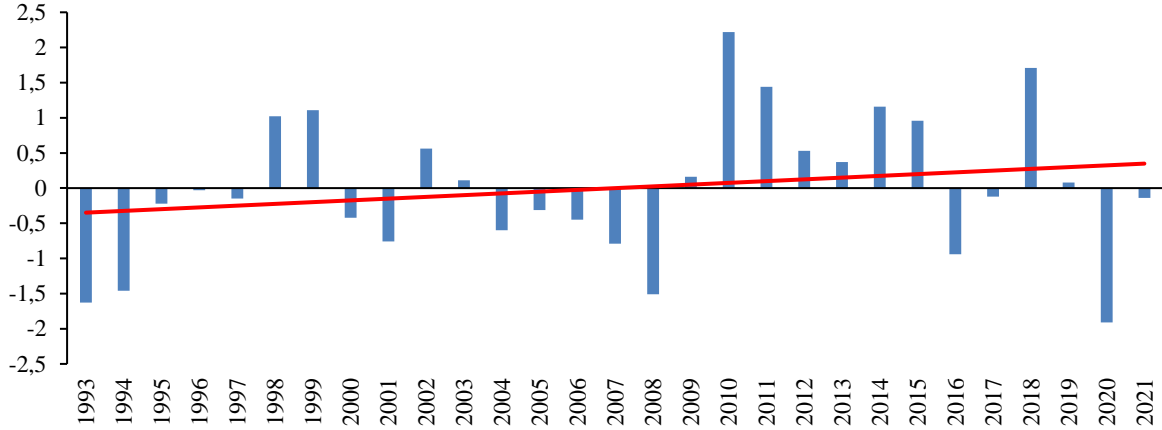
Şekil 5.14. Çorlu İstasyonu Yıllık SYİ Değerlerinin Bölünüşü

En düşük sıcaklık ortalamasına sahip olan Çorlu istasyonunda hidrolojik kuraklık tespiti için yapılan analiz grafiklerine göre araştırma sahasında ilk 15 yıl değerler daha düşüktür. Yani kuraklık oluştuğunda şiddetini artırmamış veya nemli dönemler devamlı olmamış yerini hep normal periyotlara bırakmıştır. Ancak son 15 yılda ise ortaya çıkan her durum (kurak-nemli) oldukça şiddetli yaşanmış ve değerleri yükseltmiştir. Genellikle nemli periyotlar daha uzun süreli iken kurak periyotlar ise uzun süreli olmamıştır. Genel eğilimin artış gösterdiği yani alanda nemlilik artışı olduğu görülmektedir.



Grafik 5.34. Çorlu İstasyonu SYİ-12 Analizi

SYİ-24



Grafik 5.35. Çorlu İstasyonu SYİ-24 Analizi

Araştırma sahasında bulunan tüm istasyonlara SYİ yöntemi ile meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizleri yapılmıştır. Buna göre istasyonlar hakkında çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. Edirne ve Uzunköprü istasyonları sıcaklık-yağış grafikleri incelendiğinde değerlerin artış gösterdiği ancak son yıllarda yağış değerlerinde bir azalma olduğu görülmektedir. Kuraklık analiz grafikleri incelendiğinde analiz değerleri genellikle normal eğilimde olup, nemlilik artışı söz konusudur. Ancak 2016 yılından itibaren düşen değerler 2021 yılında hızlı ve ani yağışlar neticesinde artış gösterdiği için bu nemliliğin uzun süreli olup olmayacağı belirsizliğini korumaktadır. İpsala istasyonu en yüksek sıcaklık ortalamasına sahip istasyon olmakla birlikte sıcaklık artışı devam etmekte ve yağışlarda ise azalma olduğu görülmektedir. Meteorolojik kuraklık analiz (SYİ-1 ve SYİ-3) sonuçlarına göre; 2021 yılı aylık analizde nemliliğe neden olarak eğilim çizgisinde artış meydana getirmiş olsa da 3 aylık analize bu yansımamıştır. Hidrolojik kuraklık analizlerinde ise ciddi bir kuraklaşma olduğu tespit edilmektedir. Nitekim İpsala istasyonunda hidrolojik kuraklık tespit edilmektedir. Lüleburgaz-Tigem istasyonu sıcaklık ve yağış değerleri artış göstermektedir. Ancak SYİ-1 analizinde nemlilik artışı SYİ-3 analizine göre daha belirgindir. Hidrolojik analizlerde ise artış değil durağanlık hakimdir. Dolayısıyla bu istasyonda kuraklaşma riski olduğu anlaşılmaktadır. Kırklareli istasyonunda sıcaklık ve yağışlar artmaktadır. En düşük yağış ortalamasına sahip olan Kırklareli istasyonunda, kuraklık analizlerine göre genellikle normal eğilim olduğu hatta nemlilik artışı meydana geldiği tespit edilmektedir. En yüksek yağış ortalamalarına sahip olan Malkara istasyonunda son yıllarda sıcaklıklar artmakta yağışlar ise azalmaktadır. Kuraklık analizlerinde ise bir azalma tespit edilmektedir. Nitekim bu istasyonda hidrolojik kuraklığın yaşandığı söylenebilmektedir. Son olarak Çorlu istasyonunda sıcaklıklar artarken yağışlarda ise

azalma vardır. Kuraklık analiz değerlerinde bir artış olmakla beraber bunun 2021 yağışlarının etkisi sonucunda olduğu ve alanın kuraklık riski ile karşı karşıya olduğu düşünülmektedir. Araştırma sahasının kuzey ve kuzeybatısında bulunan Kırklareli, Edirne ve Uzunköprü istasyonlarında genel eğilimin normal olduğu, son yıllarda nemlilik artışı yaşandığı tespit edilmektedir. Havzanın merkezinde bulunan Lüleburgaz-Tigem ve doğusundaki Çorlu istasyonları kuraklık riski yaşarken, güneydeki İpsala ve Malkara istasyonları ise kuraktır.

Son yıllarda kar yağışlarının azalması ve kış kuraklıklarının hüküm sürmesi kuraklıkların şiddetini artırmaktadır. Türkiye’de kış yağış miktarlarında azalma eğiliminin olduğu literatürde bulunan pek çok çalışmada yer almaktadır (Topuz vd., 2020; Türkeş vd., 2007). Dolayısıyla küresel iklim değişikliğine karşı hassas bir konumda olan (Kaplukan, 2013) Türkiye’de yaz kuraklıkları son yıllarda artış gösterirken kış kuraklıkları da etkili olmaya başlamıştır. Mevsimsel olarak düşünüldüğünde yazın Türkiye’nin birçok yerinde meydana gelen kuraklıklar alışılmış bir sorun haline gelmiştir. Ancak son yıllarda kış kuraklıklarının yaşanması ve ardından yaz kuraklıklarının meydana gelmesi oldukça tehlikeli bir sorun oluşturmaktadır. Çünkü yağışlı geçmesi beklenen mevsimde oluşan kuraklık, yaz kuraklığından daha tehlikelidir ve tespiti önem teşkil etmektedir (Yetmen vd., 2017). Ayrıca sıcaklık artış gösterirken yağışlarda meydana gelen azalmalar ve buharlaşmanın şiddetini artırması başlangıçta meteorolojik kuraklık oluşturmaktadır. Su eksikliği son bulmadığı takdirde önce tarımsal kuraklık ardından hidrolojik kuraklık meydana gelmektedir. Dolayısıyla araştırma sahasında meydana gelen su noksanlığı havzanın sürdürülebilirliği üzerinde büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Ayrıca Ergene Havzasında meydana gelen kuraklıklar farklı araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. Tüzün (2010), Yılmaz (2020) ve Eroğlu (2021) yaptıkları çalışmalarda Ergene Havzası’nda nemliliğin azaldığına değinmektedir. Türkiye’nin önemli bir hidrolojik havzasını teşkil eden Ergene Nehri ve kolları iklim değişikliğine karşı hassas olduğu için (dönemsel su seviyelerinde düşüş veya taşkınlar) buharlaşmayı azaltma ve yağışları planlı bir şekilde koruma ve kullanmaya yönelik stratejiler geliştirilmesi açısından önem teşkil etmektedir.

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ

6. SONUÇ

Ergene Havzası, kuzeyde Yıldız Dağları ve güneydeki çeşitli platolarla; Işıklar ve Kuru Dağları ile bu kütlelerin etekleri boyunca uzanan plato alanı çevrelenmiş geniş bir çanakta yer almaktadır. Bu çanakta oluşan akarsu sistemi ise geniş vadiler oluşturmuş ve farklı bir topografya gelişmesini sağlamıştır. Ayrıca Ergene Havzası'nın kuzey ve güneyden yüksek kütlelerle çevrili olması daha az yağış almasına neden olmaktadır. Dolayısıyla iç kesimlerde kuraklık riski denize yakın yerlere oranla daha yüksektir.

Bu çalışmada araştırma sahasının iklim özellikleri ve kuraklık durumu çeşitli yöntemlerle tespit edilmiştir. Buna göre araştırma sahasının iklimi ve kuraklığı ile ilgili bazı sonuçlara ulaşılmıştır. Sahada bulunan 7 istasyonun sıcaklık değerleri birbirine yakın olmakla birlikte istasyonların bulunduğu mutlak ve özel konumun yanında rakım değerleri ortalama sıcaklık üzerinde etkili olmaktadır. Çorlu (145 m) ve Kırklareli (232 m) istasyonları araştırma sahasındaki rakımı en yüksek istasyonlardır. Dolayısıyla bu istasyonların sıcaklık değerleri ve yağış miktarları diğer istasyonlara göre daha düşüktür. Ayrıca sahanın topografik yapısı dolayısıyla kuzey ve güneyden yüksek kütleler ile çevrili olması, bu alanların sıcaklık değerlerinin orta kesimlere göre düşük kalmasının sebebidir. Yani araştırma sahasının orta kısımlarında sıcaklıklar kuzey ve güney kesimlere göre daha yüksektir. Sıcaklık ve yağış konusunda dikkat çeken nokta son yıllarda sıcaklıkların artış gösterdiği, yağışların genel itibariyle azalma eğiliminde olduğu ancak bazı dönemlerde ise küresel ısınma ve iklim değişkenliğinin bir sonucu olarak sel ve taşkınların meydana gelmesidir. Nitekim sıcaklık grafikleri incelendiğinde sıcaklıkların doğrusal bir şekilde artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Yağış grafiklerinde özellikle son 7-8 yılda genel itibariyle azalma eğilimi görülmektedir. Ortalama yağışlar incelendiğinde en az yağışın yine araştırma sahasının kuzeyinde bulunan Kırklareli (579 mm) istasyonunda olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim sıcaklık ve yağış üzerinde enlemin etkili olduğu ve bunun yanında diğer faktörlerin de (yükselti, eğim, bakı ve karasallık) rol oynadığı görülmektedir. Kurak geçen dönemlerin genellikle nisan-eylül arasında olduğu ve ekim ayından itibaren yağışların artış göstermesine bağlı olarak oluşan kuraklıkların kısa süreli olduğu belirlenmektedir. Dolayısıyla araştırma sahasının kuraklık riskine açık olduğu anlaşılmaktadır. İklim sınıflandırmasına göre istasyonların yarı kurak-az nemli (Çorlu, Edirne, İpsala, Kırklareli) ve yarı nemli (Uzunköprü, Lüleburgaz-Tigem ve Malkara) özellik gösterdiği

tespit edilmektedir. Yapılan kuraklık analiz sonuçlarına göre havzanın güneyinde hidrolojik kuraklıkların başladığı ve bu kuraklıkların özellikle sonbahar ve kış yağış eksikliklerine bağlı olarak ortaya çıktığı tahmin edilmektedir. Ayrıca küresel ısınmanın etkisini artırması ve sanayileşmenin yoğun olmasının yanında aşırı bir şekilde yeraltı suyu çekiminin yapılması Ergene Havzası'nda hidrolojik kuraklığın şiddetini artırmasına yol açmaktadır.

Yapılan bu çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalar (İlgar, 2010; Arslan vd., 2016; Gümüş, 2017; Özfidaner vd., 2018; Akın, 2019; Kumanlıoğlu ve Fıstıkoğlu, 2019; Yıldız, 2019) ile karşılaştırıldığında benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca son yıllarda meydana gelen kuraklıkların özellikle kış mevsiminde yaşanan yağış azlığına bağlı olduğu çeşitli çalışmalarda da üzerinde durulan önemli bir konuyu teşkil etmektedir. Bu çalışmada özellikle diğer havza çalışmalarında da görüldüğü gibi sıcaklıkların arttığı, yağışların azaldığı ve sonuç olarak kuraklıkların yaşandığı tespit edilmektedir. Bunun nedeninin ise iklim değişkenliği olduğu düşünülmektedir. Elde edilen bulguların ışığında havzanın güneyinin hidrolojik kuraklık sorunuyla karşı karşıya kaldığı, kuzeyinde ise gelecek yıllarda bu sorunun yaşanma ihtimalinin var olduğu tahmin edilmektedir. Araştırma sahasının iklim değişikliğinin etkilerine karşı hassas bir coğrafyada yer alması, olası bir kuraklık afeti karşısında fiziki ve beşerî sistemleri etkileyecek ölçüde problem yaratacağı öngörüsünde bulunmaktadır. Potansiyeli yüksek olan bu havzanın iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı korunması gerekmektedir. Dolayısıyla alana özel araştırma ve geliştirme çalışmaları önem arz etmektedir.

Sonuç olarak Ergene Havzası'nda kuraklık tehlikesi yaşanmaktadır. Henüz ciddi bir boyutta olmamakla birlikte havzanın kuzeyinden güneyine doğru kuraklık riskinde artış olduğu tespit edilmektedir. Kuraklıkların yağış azlığına bağlı olarak başlangıçta meteorolojik kuraklık, yağış azlığının devamı halinde ise tarımsal ve hidrolojik kuraklık olarak ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Olası tehlikeleri önlemek için yapılması tavsiye edilen bazı uygulamalar ise şöyle sıralanabilmektedir; araştırma sahasının coğrafi özellikleri tespit edilerek yapılacak olan planların bu çerçevede hazırlanması, su kaynaklarının doğru bir şekilde kullanımının teşvik edilmesi, havza sürdürülebilirliğinin sağlanması, havadaki nemin artışının sağlanması için ağaç dikiminin artırılması, doğru enerji kullanımının sağlanması, yeşil alanların betonlaştırılmasının engellenmesi, halkla iş birliğinin sağlanması ve geri dönüşüm. Ayrıca su kaynaklarının etkin yönetimi ve havza sürdürülebilirliğinin sağlanması için önem arz eden plan ve projelerin hazırlanması ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin bertaraf edilmesi Ergene Havzası'nın geleceği için oldukça önemlidir.

KAYNAKÇA

- Adamović, L.** (1909). *Die Vegetations Verhältnisse der Balkanländer-Mosische Länder*, Die Vegetation der Erde, Leipzig.
- Akın, B.** (2019). Tuz Gölü Havzasının Kuraklık Analizi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 44-56.
- Akkaya, Y.** (1994). *Ergene Havzasında Fiziki Coğrafya Özelliklerinin Beşerî ve İktisadi Coğrafyaya Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi)*. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Akkuş, A.** (1998). *Genel Fiziki Coğrafya*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Aktürk, G.** (2017). *Türkiye'de Farklı Özelliklere Sahip Havzalarda Yağış Eksikliğinin Çeşitli Hidrolojik Sistemler Üzerine Etkilerinin Araştırılması*, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Alpan Atamer, S.** (2008). İklim Değişikliğine İlişkin Uluslararası Sözleşmeler ve Türkiye. *İklim Değişimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s. 330-350.
- Anisfeld, S.** (2010). *Water Resources*, Island Press, Washington D.C. USA.
- Ardel, A.** (1957). Trakya'nın Jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (17), 152-158.
- Ardel, A., Kurter, A. ve Dönmez, Y.** (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Arslan, O., Bilgil, A. ve Veske, O.** (2016). Standart Yağış İndisi Yöntemi ile Kızılırmak Havzası'nın Meteorolojik Kuraklık Analizi, *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2), 188-194.
- Ateş, H. ve B, Bektaş.** (2016). Ortadoğu'da Su Savaşı İhtimali. *Yeni Türkiye*, 6(82), 392-403.
- Aydın, M. ve Kılıç, Ş.** (2013). *Toprak Bilimi*. Nobel Yayınları.
- Aydın, O., Ünalı, Ü. E., Duman, N., Çiçek, İ. ve Türkoğlu, N.** (2017). Türkiye'de Su Kıtlığının Mekansal Ölçekte Değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 68, 11-18.
- Bakanoğulları, F.** (2020). SPEI ve SPI İndisleri Kullanılarak İstanbul Damlıca Deresi Havzasında Kuraklık Şiddetlerinin Analizi. *Toprak Su Dergisi*, 9(1), 1-10.
- Balcı Akova, S.** (2002). *Ergene Havzası'nın Coğrafi Potansiyeli*, Çantay Kitabevi.
- Bayazıt, M.** (1979). *Hidroloji*. İ.T.Ü. Kütüphanesi, İstanbul.

Becerra, E. H. (1995). *Monitoring and Evaluation of Watershed Management Project Achievements*, FAO Conservation Guide, Roma.

Beden, N., Demir, V. ve Keskin, A. Ü. (2020). Samsun İlinde SPI ve PNI Kuraklık İndekslerinin Eğilim Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 22(64), 107-116.

Binboğa, G. (2017). Sürdürülebilirlik Kapsamında Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Türkiye'nin Durumunun İncelenmesi. *MCBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(4), 207-238.

Birsoy, Y. ve Ölgen, K. (1992). Thornthwaite Yöntemi ile Su Bilançosunun ve İklim Tipinin Belirlenmesinde Bilgisayar Kullanımı. *Ege Coğrafya Dergisi*, 6(1), 153-178.

Bora Kılınçarslan, T. (2020). *İşletmelerin Sosyal Sorumlulukları Bağlamında Sera Gazı Beyanlarının Raporlanması ve Güvence Denetimi: Türkiye'deki Farkındalığın Araştırılması. (Doktora Tezi)*. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Bozkurt, Ö. (1996). *Aydeniz Metodu'nun Türkiye'ye Uyarlanması. (Yüksek Lisans Tezi)*. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Bölük, E. (2016). *Köppen İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*. [Erişim: 8.06.2022, https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf]

Bryant, E. (1993). *Natural Hazards*, Cambridge University Press, England.

Ceylan, A. ve Kömüşçü, A. Ü. (2008). Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Uzun Yıllar ve Mevsimsel Dağılımları. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1),1-10.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı . (2023). *Meriç-Ergene Havzası Taşkın Risk Yönetim Planının Hazırlanması İçin Teknik Yardım Projesi*. [Erişim: 25.04.2024, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/scd/icerikler/mer-c-ve-ergene-havzasi-kapsam-bel-rleme-raporu-20231222094534.pdf>]

Çiçek, İ. (1995). Türkiye'deki Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi (Thornthwaite Metoduna Göre). *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafya Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 4, 77-101.

Davis, P. (1965). *Flora of Turkey and East Aegean Islands*, Edinburg University Press, Edinburg.

Demircan, M., Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Ekici, M. ve Arabacı, H. (2015). Ortalama Sıcaklıklardaki Türdeşlik Kırılmalarının İklim Göstergeleriyle İlişkisi.VII. *Atmospheric Science Symposium*, 1, 129-138.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) (1988). *Aydeniz Metodu ile Türkiye'nin Kuraklık Değerlendirmesi*. Ankara.

Doğanay, H. (1997). *Türkiye Beşeri Coğrafyası*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları: 2982, Bilim ve Kültür Eserleri Dizisi: 877, Eğitim Dizisi:10.

Dönmez, Y. (1984). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*, Güryay Matbaacılık.

Dönmez, Y. (1990). *Trakya'nın Bitki Coğrafyası*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.

Du, L., Tian, Q., Yu, T., Meng, Q., Jancso, T., Udvardy, P. and Huang, Y. (2013). A Comprehensive Drought Monitoring Method Integrating MODIS and TRMM Data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 245-253.

Edirne Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü (2019). *Edirne İl Sanayi Durum Raporu*. [Erişim: 26.03.2024, <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/81-il-sanayi-durum-raporlari/mu2603011628>]

Eken, M., Ceylan, A., Taştekin, A., Şahin, H. ve Şensoy, S. (2005). *Klimatoloji*, DMİ, Ankara.

Eraslan, İ. (1954). *Trakya ve Bilhassa Demirköy Mıntakası Ormanlarının Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar*, Tarım Vekaleti, Orman Umum Müdürlüğü, Ankara.

Erel, E. (1969). *Ergene Havzasının Hidrolojik Bilançosu*. (Mezuniyet Tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Ergene, A. (1972). *Toprak Biliminin Esasları (Genişletilmiş 2. Baskı)*, Atatürk Üniversitesi Basımevi

Eriñç, S. (1965). *Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No.41.

Eriñç, S. (1969). *Klimatoloji ve Metodları*, Taş Matbaası.

Eriñç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metodları*, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.

- Erinç, S.** (2000). *Jeomorfoloji I (5.Basım)*, Der Yay.
- Erlat, E.** (2013). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*, Ege Üniversitesi Basımevi.
- Eroğlu, İ.** (2021). Meriç Nehri Havzasında Sıcaklık ve Yağış Değerlerinin Dönemsel Trend Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 750-760.
- Erol, O.** (1984). *Genel Klimatoloji*, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.
- Ertek, A.** (2016a). Türkiye'nin Hidrografik Özellikleri, Meryem Hayır Kanat (Ed.), *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği*, 71-117.
- Ertek, A.** (2016b). Türkiye'nin Toprak Özellikleri, Meryem Hayır Kanat (Ed.), *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği*. 145-168, Nobel Yayınları.
- Farımaç, N.** (1990). *Ulaş Havzası'nın Fiziki Coğrafyası*. (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Garipağaoğlu, N.** (2012). Havza Planlamalarında Coğrafyanın Rolü ve Türkiye'de Havza Planlamacılığı. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(2), 303-336.
- Gülsever, H.** (2006). *Dicle Havzasında Sıcaklık-Yağış ve Kuraklık Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Gümüş, V.** (2017). Akım Kuraklık İndeksi ile Asi Havzasının Hidrolojik Kuraklık Analizi . *Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 65-71.
- Güner, S.** (1997). The Turkish-Syrian War of Attrition: The Water Dispute. *Studies in Conflict ve Terrorism*, 105-116.
- Güngördü, M.** (1999). *Marmara Bölgesi'nin Bitki Coğrafyası*, İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Halis, O. ve Gönençgil, B.** (2022). Edirne İlinin İklim Özellikleri, T. Ahmet Ertek (Ed.), *Edirne İlinin Coğrafyası*. 65-82, Türk Coğrafya Kurumu.
- Hekimoğlu, B. ve Altındeğer, M.** (2008). *Küresel Isınma ve İklim Değişikliği*, T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Samsun.
- Hess, D. and Finch, R.** (2011). *Mcknight's Physical Geography: A Landscape Appreciation*, Prentice Hall, New Jersey.
- Hoşgören, M.** (2015). *Hidrografya'nın Ana Çizgileri*. Çantay Kitabevi.

- İlgar, R.** (2010). Çanakkale'de Kuraklık Durumu ve Eğilimlerinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi ile Belirlenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 22, 183-204.
- İçel, G. ve Ataol, M.** (2014). Türkiye'de Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ile Yağışlarda Eğilimler ve NAO Arasındaki İlişkileri (1975-2009). *Coğrafya Dergisi*, 28, 55-68.
- İrcan, M. R.** (2020). *Şanlıurfa'nın İklim Özellikleri ve Kuraklık Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çankırı.
- Kahraman, A.C. ve Özkul, M.** (2018). *Ergene Havzası Koruma Eylem Planı Durum Değerlendirme Raporu II*. Marmara Belediyeler Birliği Çevre Yönetimi Koordinatörlüğü, İstanbul.
- Kale, M.** (2021). Akarçay Kapalı Havzası İçin Hidrolojik Kuraklık Analizi. *Coğrafya Dergisi*, 42, 165-180.
- Kalefetoğlu, T. ve Ekmekçi, Y.** (2005). Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri ve Dayanıklılık Mekanizmaları (Derleme). *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4), 723-740.
- Kapluhan, E.** (2013). Türkiye'de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 487-510.
- Karbuç, İ.** (2016). Uzunköprü (Edirne)'nün İklim Özellikleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 49, 359-373.
- Kayhan, M. ve Alan, İ.** (2014). *Havza Bazında Yağışın El Nino ve La Nina ile İlişkisi*. [Erişim: 26.07.2022, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/havze-el.pdf>]
- Keleş, R.** (2012). *Kentleşme Politikası*. İmge Yayınları.
- Kırklareli Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü** (2019). *Kırklareli İl Sanayi Durum Raporu*. [Erişim: 27.03.2024, <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/81-il-sanayi-durum-raporlari/mu2603011650>]
- Koç, T.** (2001). *Kuzeybatı Anadolu'da İklim ve Ortam Sinoptik, İstatistik ve Uygulama Boyutlarıyla*. Çantay Kitapevi.
- Koçman, A.** (1993). *Türkiye İklimi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Kumanlıoğlu, A. ve Fıstıkoğlu, O.** (2019). Yukarı Gediz Havzası Yağışlarının Meteorolojik Kuraklık Analizleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 21(62), 509-523.

- Louis, H.** (1939). *Das Natürliche Pflanzenkleid Anatoliens*. Geographisch Gesehen, Stuttgart.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)** (2021). *İl Maden Potansiyelleri*. [Erişim: 30.07.2022, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/il-maden-potansiyelleri>]
- Mattfeld, J.** (1929). Die Pflanzengeographische Stellung Ost-Thrakiens. *Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz*, 13-14 and 34.
- McKee, T. B., Doesken, N. J. and Kleist, J.** (1993). The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. *Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim*, 17-22 January 1993, 179-184.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)** (2016). *Thorntwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*. Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)** (2018). *Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*. Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)** (2021). *Meteorolojiye Giriş*, [Erişim: 12.02.2023, <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiyegir.aspx>]
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)** (2022). *İklim Sınıflandırmaları*, [Erişim: 12.02.2023, https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yayinlar/iklim_siniflandirmalari.pdf]
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)** (2023). *İllere Ait Mevsim Normalleri*, [Erişim: 12.02.2023, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TEKIRDAG>]
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)** (2023). Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler. [Erişim: 13.07.2022, <https://www.mgm.gov.tr/arastirma/dogal-afetler.aspx?s=kuraklik>]
- Mishra, A. and Singh, V.** (2010). A Review of Drought Concepts. *Journal of Hydrology*, 391, 202-216.
- Mishra, A. and Singh, V.** (2011). Drought Modelling a Review. *J. Hydrol*, 403, 157-175.
- Nations, U.** (1997). *Guidelines and Manual Land-Use Planning and Practices in Watershed Management and Disaster Reduction*, Economic and Social Commission for Asia and The Pacific. New York.

Ndehedehe, C. E., Ferreira, V. G., Oluwafemi, A. E., Correa, F. M., Muhammad, U., Francis, E. O. and Ashraf, D. (2023). Global assessment of drought characteristics in the Anthropocene. *Resources, Environment and Sustainability*, Volume:12.

Nişancı, A. (2006). *Klimatoloji*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları.

Oğuztürk, G. (2010). *Kızılırmak Havzası'nda SYİ ile Kuraklık Analizi ve YSA Yöntemi ile Kuraklık Tahmini*. (Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.

Özfidaner, M. (2020). *Türkiye Ölçeğinde Yağış ve Akım Kuraklık İndeksi ile Kuraklık Analizi ve Kurak Olma Olasılıklarının Belirlenmesi*. (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Özfidaner, M., Şapolyo, D. ve Topaloğlu, F. (2018). Seyhan Havzası Akım Verilerinin Hidrolojik Kuraklık Analizi. *Toprak Su Dergisi*, 7(1), 57-64.

Özkan, K. (2001). Eğirdir Gölü Havzası'nın Kuraklık Etüdü ve Tarım-Ormancılık Açısından Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2(1), 75-96.

Özşahin, E. (2016). Ergene Havzasında (Trakya) Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Değişikliklerinin Erozyon Üzerine Etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 117-126.

Öztürk, S., Ubay Tönük, G. ve Gülgün, B. (2014). Türkiye'de Havza Yönetimi ve Yönetim Planı Yaklaşımları. *Ziraat Mühendisliği*, 361, 59-63.

Öztürk, N. Z. (2015). Bitkilerin Kuraklık Stresine Tepkilerinde Bilinenler ve Yeni Yaklaşımlar. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5), 307-315.

Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G. ve Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri. *Coğrafya Dergisi*, 35, 17-27.

Öztürk, Y. D. ve Ünlü, R. (2022). Türkiye'de Yapılan Kuraklık Analiz Çalışmaları Üzerine Bir Derleme. *Journal of Disaster and Risk*, 5(2), 669-680.

Palmer, W. (1965). Meteorological Drought. *Research Paper*, 45, 1-58.

Partigöç, N. S. ve Soğancı, S. (2019). Küresel İklim Değişikliğinin Kaçınılmaz Sonucu: Kuraklık. *Dirençlilik Dergisi*, 3(2), 287-299.

Pelen, N., İşlek, M. ve Aydın, N. (2013). Ergene Havzası'nda Yağış ve Yeraltısuyu Seviye Verilerinin Değerlendirilmesi. *III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi*. 1-8.

Rasmusson, E. M. and Wallace, J. M. (1983). Meteorological Aspects of the El Niño/Southern Oscillation. *Science*, 222(4629), 1195-1202.

Report, I. F. (1990). *Climate Change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments*. WMO/ UNEP, Canada.

Sağdıç, M. (2016). Türkiye'nin İklimi, Meryem Hayır Kanat (Ed.), *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği*, 49-69.

Salinger, J. (2005). Climate Variability and Change: Past, Present and Future an Overview. *In Increasing Climate Variability and Change*, 9-29.

Sarış, F. (2006). *Türkiye'de Yağış Yoğunluğunun Alansal ve Zamansal Değişimi*. (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Sarış, F. ve Gedik, F. (2021). Konya Kapalı Havzasında Meteorolojik Kuraklık Analizi. *Coğrafya Dergisi*, 42, 295-308.

Shukla, S. and Wood, A. (2008). Use of a Standardized Runoff Index for Characterizing Hydrologic Drought. *Geophys. Res. Lett.*, 1-7.

Sırdaş, S. ve Şen, Z. (2003). Meteorolojik Kuraklık Modellemesi ve Türkiye Uygulaması. *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, 2(2), 95-103.

Subrahmanyam, V. P. (1967). *Incidence and Spread of Continental Drought*. WMO/IHD, Geneva.

Sür, A. (1980). Lokalklima ve Mikroklima. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 9(9), 17-22.

Svoboda, M., Hayes, M. and Wood, D. (2012). *Standardized Precipitation Index*. World Meteorological Organization, Switzerland.

Şen, Z. (2005). *İklim Değişikliği ve Su Kaynaklarına Etkisi*. 22 Mart Dünya Su Günü İklim Değişikliğinin Su ve Enerji Kaynaklarımıza Etkisi Paneli, İstanbul, 1-27.

Şen, Z., Kadioğlu, M., Batur, E., Karaca, Ö., Özdemir, D. A., Özgüler, H. ve Yücel, G. (1999). *Meteoroloji Karakterli Doğal Afetler ve Meteorolojik Önlemler*. Ankara: TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Meteoroloji Karakterli Doğal Afetler Komisyonu Raporu.

Şengüler, İ. (2022). Ergene (Trakya) Havzasının Jeolojisi ve Kömür Potansiyeli. *Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı*, 109-114.

Tanoğlu, A. (1943). Türkiye'nin Kuraklık İndisleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 1, 36-41.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2022). *Marmara Havzası Kuraklık Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Taslak Kapsam Belirleme Raporu*. [Erişim: 21.05.2023, https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Meri%C3%A7%20Marmara%20S%C3%87D%20Taslak/Marmara_Kuraklik_SCD_taslak_Kapsam_Belirleme_Raporu.pdf]

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2022). *Meriç- Ergene Havzası Kuraklık Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Taslak Kapsam Belirleme Raporu*. [Erişim: 01.06.2023, https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Meri%C3%A7%20Marmara%20S%C3%87D%20Taslak/Meric_Ergene_Kuraklik_SCD_taslak_Kapsam_Belirleme_Raporu.pdf]

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022). *Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2023-2027)*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara.

Taşova, M. (2018). Türkiye' nin Güneş Enerjisi Parametre Değerleri ve Güneş Enerjisinden Faydalanma Olanakları. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 7(3), 10-17.

Tavşanoğlu, Ç. ve Gürkan, B. (2004). Akdeniz Havzası'nda Bitkilerin Kuraklık ve Yangına Uyumluluğu. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 11(1), 119-132.

Tekirdağ Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü (2019). *Tekirdağ İl Sanayi Durum Raporu*. [Erişim: 27.03.2024, <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/81-il-sanayi-durum-raporlari/mu2603011673>]

Thorntwaite, C. (1948). An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, 55-94.

Topuz, M., Feidas, H. and Karabulut, M. (2020). Trend Analysis of Precipitation Data in Turkey and Relations to Atmospheric Circulation: (1955–2013). *Italian Journal of Agrometeorology*, 91-107.

Trewartha, G. T. (1968). *An Introduction to Climate*. McGraw-Hill, New York.

Trewartha, G. T. and Horn, L. H. (1980). *Introduction to Climate*. McGraw Hill, New York.

Turoğlu, H. ve Aykut, T. (2019). Ergene Nehri Havzası İçin Hidromorfometrik Analizlerle Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 2, 1-15.

Tümertekin, E. (1973). *Türkiye'de Şehirleşme ve Şehirsal Fonksiyonlar*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.

Türkeş, M. (1990). *Türkiye'de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar*. (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.

Türkeş, M. (2000). El Niño-Güneyli Salınım Ekstremleri ve Türkiye'deki Yağış Anomalileri ile İlişkileri. *Çevre, Bilim ve Teknoloji Teknik Dergi*, 1, 1-13.

Türkeş, M. (2008). Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 26-37.

Türkeş, M. (2012). Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin Ayrıntılı Bir Çözümlemesi. *Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi*, 20(1), 7-55.

Türkeş, M. (2016). *Genel Klimatoloji*. Kriter Yayınevi.

Türkeş, M. (2017). Türkiye'nin İklimsel Değişkenlik ve Sosyo-Ekolojik Göstergeler Açısından Kuraklıktan Etkilenebilirlik ve Risk Çözümlemesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26(2), 47-70.

Türkeş, M. ve Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı Orman Arazilerinde 2008 Yılında Çıkan Yangınların Kuraklık İndisleri ile Çözümlemesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(1), 912-931.

Türkeş, M., Koç, T. ve Sarış, F. (2007). Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 5(1), 57-73.

Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (2000). *Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri*, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, Ankara.

Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Kılıç, G. (2019). *El-Nino-Güneyli Salınım: Küresel Bir Okyanus/Atmosfer Olayı*. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA) (2013). *IPCC 5. Değerlendirme Raporu İklim Değişikliğinin Fiziksel Bilim Temeli Raporu*. [Erişim: 2020, <https://www.tema.org.tr/basin-odasi/basin-bultenleri/hukumetlerarasi-iklim-degisikligi-panelinin-ipcc-5-degerlendirme>].

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2020). *İş Gücü İstatistikleri*. [Erişim: 08.11.2020, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-Ocak-2024-53525>]

- Tüzün, G.** (2010). *Havza Planlama ve Yönetiminde Yöntem Arayışı: Meriç Ergene Havzası Örneği. (Doktora Tezi)*. Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uludağ, M.** (2015). *Edirne Su Taşkınlarına "Bilimsel Bakış"*, DAYKO, Edirne.
- Unat, Y.** (2017). Bilim Tarihinden Örneklerle Genç Bilim İnsanlarına Öneriler. *Üstün Zekalılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 4(1), 13-26.
- United Nations.** (2015). *Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (UNCCD) 12. Taraflar Konferansı-COP1*,. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Usta, A.** (2016). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 1-9.
- Uzun, A. and Ustaoglu, B.** (2019). Impacts of El Nino Southern Oscillation (ENSO) and North Atlantic Oscillation (NAO) on the Olive Yield in the Mediterranean Region, Turkey. *In 2019 8th International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics)* (s. 1-6), IEEE.
- Weniger, F. C.** (1953). *Türkiye Ziraatinin Temelleri*, Köyhocası Matbaası.
- Wilhite, D. A. and Glantz, M. H.** (1985). Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. *Drought Mitigation Center Faculty Publications*, 111-120.
- Willeke, G., Hosking, J., Wallis, J. and Guttman, N.** (1994). *The National Drought Atlas, Institute for Water Resources Report 94-NDS-4*, Army Corps of Engineers, Washington.
- Yetmen, H.** (2013a). *Türkiye'nin Kuraklık Analizi*. Ankara Üniversitesi.
- Yetmen, H.** (2013b). Van Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 2(5), 184-198.
- Yetmen , H., Aytaç, A. S. ve Özcanlı, M.** (2017). Harran Ovası'nın Kuraklık Analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(46), 132-146.
- Yevjevich, V.** (1967). An Objective Approach to Definitions and Investigations of Continental Hydrologic Droughts. *Hydrology Papers*, 23.
- Yıldız, M.** (2019). *Akım Kuraklık İndeksi Yöntemi ile Fırat Havzası'nın Hidrolojik Kuraklık Analizi. (Yüksek Lisans Tezi)*. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Yılmaz, E.** (2020). Türkiye'de Thornthwaite İklim İndislerindeki Eğilimler. *Coğrafya Dergisi*, 40, 163-185.

Yılmaz, E. ve Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite İklim Sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973-3994.

Zednik, F. (1963). Türkiye Ormanları, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Muhtelif Yayınları Serisi, 14.