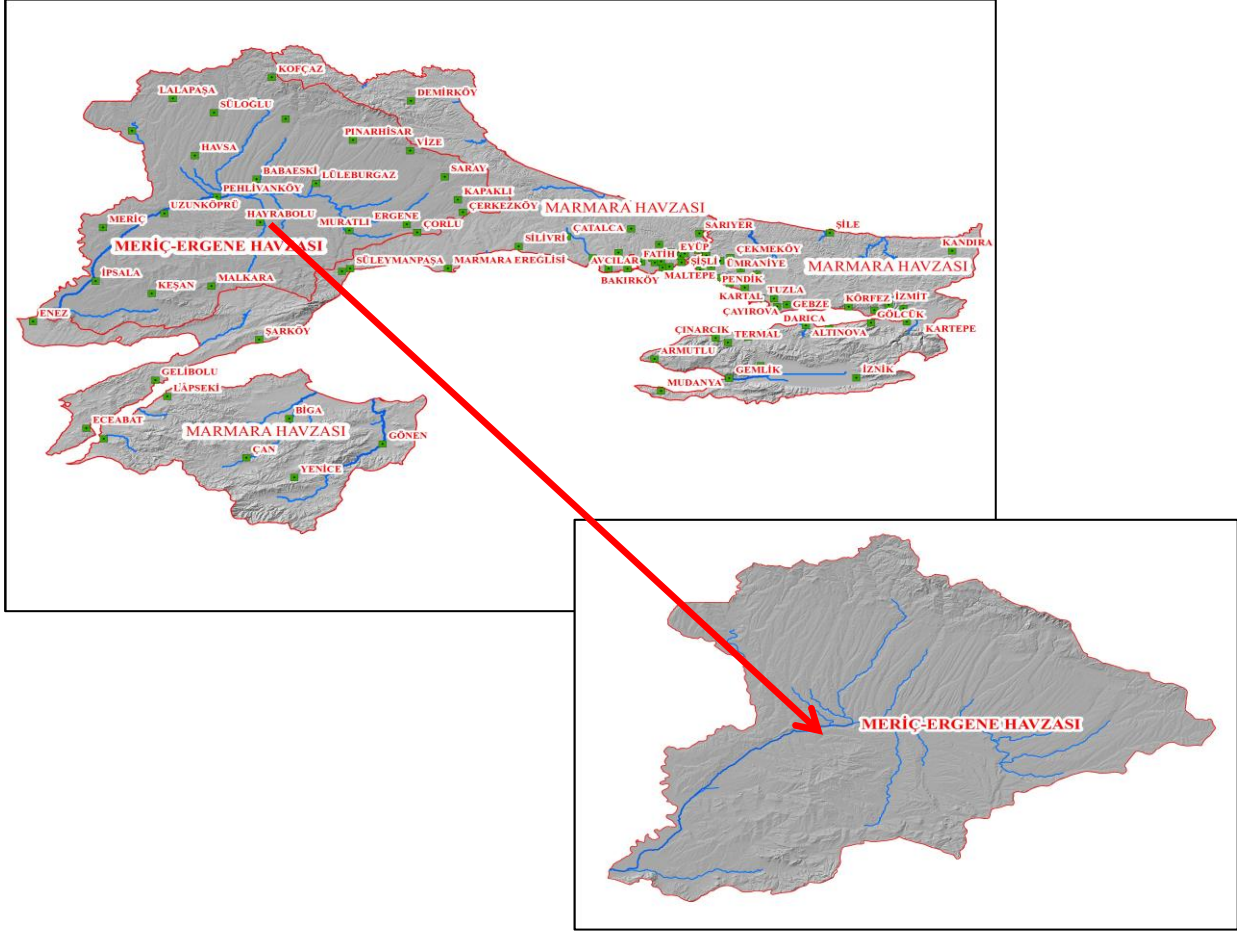




T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



MERİÇ-ERGENE HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI



NIHAİ RAPORU CİLT 1: HAVZANIN TANITIMI VE KURAKLIK ANALİZLERİ

YAŞLIOĞLU
İNŞAAT VE TİCARET Ltd. Şti.

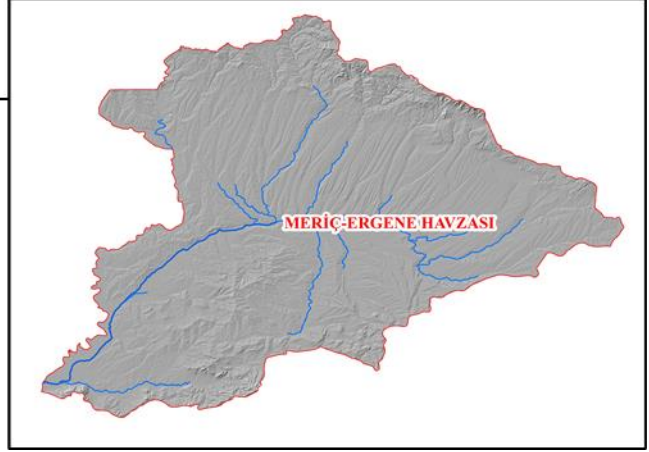
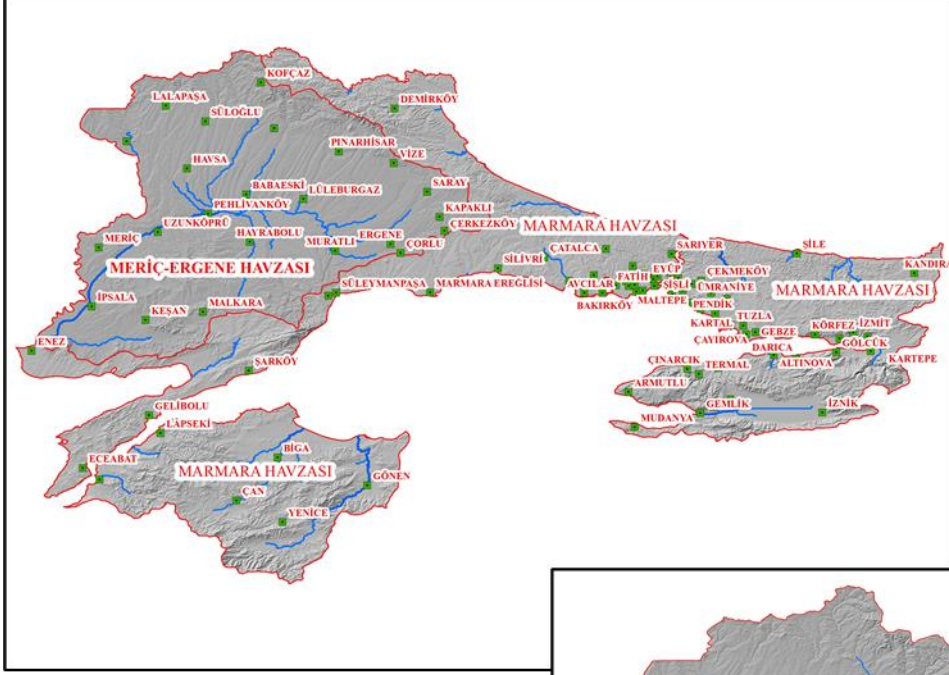
ANKARA / 2023



T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



MERİÇ-ERGENE HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI



NIHAİ RAPORU CİLT 1: HAVZANIN TANITIMI ve KURAKLIK ANALİZLERİ

ANKARA / 2023

Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Yüklenici
YAŞLIOĞLU İNŞ. ve TİC. LTD. ŞTİ. Şirketine hazırlattırılmıştır.

Her hakkı saklıdır.

Bu doküman ve içeriği Su Yönetimi Genel Müdürlüğünün izni alınmadan kullanılamaz ve
çoğaltılamaz.

SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

AFİRE SEVER	Genel Müdür
MARUF ARAS	Genel Müdür Yardımcısı
SATUK BUĞRA FINDIK	Daire Başkanı
AHMET MURAT ÖZALTIN	Çalışma Grubu Sorumlusu
BAHADIR ÖZÇAM	Mühendis
HAFİZE KAYA	Mühendis
YELİZ SARICAN	Uzman
DR. MUSTAFA BERK DUYGU	Uzman
ÇİĞDEM GÜRLER	Uzman
ELİF SÜRÜCÜ	Mühendis
HALDUN AKCENGİZ	Mühendis

YAŞLIOĞLU İNŞ. ve TİC. LTD. ŞTİ.

GÜRKAN URAY	İnş. Yük. Müh. / Proje Müdürü
AYÇİÇEK YAŞLIOĞLU	İnşaat Mühendisi
MUAMMER ERYILDIRIM	Ziraat Mühendisi
SÜLEYMAN TOSYALIOĞLU	Çevre Mühendisi
CENGİZ KUMKAYA	Meteoroloji Mühendisi
MUHAMMET TOKAT	Jeoloji Mühendisi

DANIŞMAN

PROF. DR. OSMAN YILDIZ	Kırıkkale Üniversitesi
PROF. DR. MİKDAT KADIOĞLU	İstanbul Teknik Üniversitesi
DR. ÖĞR. ÜYESİ GAYE AKTÜRK	Kırıkkale Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLO LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xv
KISALTMALAR.....	xxxiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Yetki.....	3
1.2. Maksat	4
1.3. Kapsam.....	5
1.4. Temel İlkeler	6
1.5. Sorumluluk	7
1.6. Hedefler	7
2. KURAKLIK YÖNETİM PLANI UYGULAMA ALANI.....	8
2.1. Meriç-Ergene Havzası.....	8
2.1.1. Yerleşim Yerleri.....	9
2.1.1.1. Edirne	11
2.1.1.2. Kırklareli	12
2.1.1.3. Tekirdağ	12
2.1.2. Coğrafi ve Topografik Durum	13
2.1.2.1. Dağlar.....	14
2.1.2.2. Ovalar.....	14
2.1.3. Genel Jeoloji	15
2.1.4. Toprak Yapısı ve Türleri	16
2.1.4.1. Toprak Etüdü ve Haritalama Çalışmaları.....	17
2.1.4.2. Büyük Toprak Grupları (BTG).....	17
2.2. Demografik Ve Sosyo-Ekonomik Yapı	22
2.2.1. Nüfus	22
2.2.2. Eğitim	24
2.2.3. Sağlık.....	27
2.2.4. Sosyo-Ekonomik Durum	29
2.2.5. Tarım	37
2.2.5.1. Tarım Alanları	38
2.2.5.2. Tarımsal Üretim.....	41
2.2.5.3. Tahıllar	41
2.2.5.4. Sebzeler	43

2.2.5.5.	Meyveler	45
2.2.5.6.	Süs Bitkileri.....	46
2.2.6.	Hayvancılık.....	47
2.2.7.	Madencilik.....	49
2.2.8.	Sanayi.....	53
2.2.8.1.	Edirne.....	54
2.2.8.2.	Tekirdağ.....	55
2.2.8.3.	Kırklareli.....	55
2.2.9.	Kültürel Alanlar ve Turizm.....	56
2.2.10.	Ekosistem.....	58
2.2.10.1.	Flora.....	58
2.2.10.2.	Fauna.....	59
2.2.10.3.	Korunan Alanlar.....	60
2.3.	İklim Ve Su Kaynakları.....	61
2.3.1.	İklim.....	61
2.3.2.	Yağış.....	65
2.3.3.	Sıcaklık.....	66
2.3.4.	Bağıl Nem.....	72
2.3.5.	Rüzgâr.....	75
2.3.6.	Buharlaşma.....	76
2.3.7.	Güneş Radyasyonu.....	77
2.4.	Su Kaynakları.....	78
2.4.1.	Yerüstü Su Kaynakları.....	78
2.4.1.1.	Akarsular.....	78
2.4.2.	Akım Gözlem İstasyonları.....	80
2.4.3.	Göller.....	83
2.4.4.	Depolamalar.....	84
2.4.4.1.	Sultanköy Barajı.....	90
2.4.4.2.	Altınyazı Barajı.....	91
2.4.4.3.	Süloğlu Barajı.....	92
2.4.4.4.	Hamzadere Barajı.....	93
2.4.4.5.	Kırklareli Barajı.....	94
2.4.4.6.	Kayalıköy Barajı.....	95
2.4.4.7.	Karaidemir Barajı.....	96
2.4.4.8.	Kadıköy Barajı.....	97
2.4.5.	Su Transferleri.....	98
2.4.6.	Yeraltı Suları.....	100
2.4.7.	Su Kalitesi.....	102

2.4.8. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi.....	104
2.5. Toprak Ve Su Kaynaklarının Kullanımı	108
2.5.1. Arazi Kullanımı	108
2.5.2. Arazi Kullanım Sınıfları	109
2.5.3. Meriç-Ergene Havzası Arazi Kullanımı	110
2.5.4. Erozyon Durumu.....	113
2.5.5. Havzada Sediment Durumu	115
2.6. Su Kullanımı.....	120
2.6.1. Türkiye Su Potansiyeli ve Kullanımı	120
2.6.2. İçme Kullanma Suyu ve Proses Suyu Kullanımı	123
2.6.3. Bitki Su Kullanımları	125
2.7. Havza Hidrojeolojisi Ve Yeraltı Su Kaynakları	130
2.7.1. Havza Genel Hidrojeolojisi	130
2.7.2. Alt Havzalar Hidrojeolojisi	135
2.7.3. Çorlu Alt Havzası (1/9)	135
2.7.3.1. Genel Jeoloji.....	135
2.7.3.2. Akifer Durumu	135
2.7.4. Vize Alt Havzası (2/9).....	137
2.7.4.1. Genel Jeoloji.....	137
2.7.4.2. Akifer Durumu	137
2.7.5. Lüleburgaz Alt Havzası (3/9)	138
2.7.5.1. Genel Jeoloji.....	138
2.7.5.2. Akifer Durumu	139
2.7.6. Hayrabolu Alt Havzası (4/9).....	140
2.7.6.1. Genel Jeoloji.....	140
2.7.6.2. Akifer Durumu	141
2.7.7. Babaeski Alt Havzası (5/9).....	143
2.7.7.1. Genel Jeoloji.....	143
2.7.7.2. Akifer Durumu	143
2.7.8. Havsa Alt Havzası (6/9)	144
2.7.8.1. Genel Jeoloji.....	145
2.7.8.2. Akifer Durumu	145
2.7.9. Uzunköprü Alt Havzası (7/9).....	146
2.7.9.1. Genel Jeoloji.....	146
2.7.9.2. Akifer Durumu	146
2.7.10. İpsala-Keşan Alt Havzası (8/9).....	148
2.7.10.1. Genel Jeoloji.....	148
2.7.10.2. Akifer Durumu	148
2.7.11. Meriç Alt Havzası (9/9).....	150

2.7.11.1.	Genel Jeoloji.....	150
2.7.11.2.	Akifer Durumu	150
3.	KURAKLIK ANALİZLERİ.....	152
3.1.	Kuraklık Analiz Yöntemleri.....	152
3.1.1.	Meteoroloji ve Hidroloji Verisi Tabanlı İndisler	154
3.1.1.1.	Standart Yağış İndisi (SPI).....	154
3.1.1.2.	Palmer Kuraklık İndisleri.....	158
3.1.1.2.1.	Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (scPDSI).....	159
3.1.1.2.2.	Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndisi (scPHDI)....	163
3.1.1.3.	Standart Yağış-Buharlaşma İndisi (SPEI).....	165
3.1.1.4.	Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI)	167
3.1.1.5.	Keşif Kuraklık İndisi (RDI)	170
3.1.1.6.	Ondalıklar İndisi (Deciles).....	172
3.1.1.7.	Standart Akım İndisi (SRI)	173
3.1.1.8.	Standart Yeraltı Suyu İndisi (SGI)	174
3.1.1.9.	Standart Rezervuar Miktar Suyu İndisi (SRSI).....	175
3.1.2.	Uzaktan Algılama Temelli İndisler	176
3.1.2.1.	Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)	179
3.1.2.2.	Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI).....	181
3.1.2.3.	Bitki Durumu İndeksi (VCI)	182
3.1.3.	Kuraklık Sınıflandırmaları ve Eşik Değerler	183
3.1.4.	Eğilim Analizleri.....	183
3.1.5.	Meteorolojik Eğilim Analizleri.....	184
3.1.5.1.	Yağış Eğilim Analizleri	184
3.1.5.2.	Sıcaklık Eğilim Analizleri.....	188
3.1.5.3.	Potansiyel Buharlaşma-Terleme (Evapotranspirasyon) Eğilim Analizleri	191
3.1.5.4.	Bağıl Nem Eğilim Analizleri.....	196
3.1.6.	Hidrolojik Eğilim Analizleri.....	200
3.1.6.1.	Akım Eğilim Analizleri.....	200
3.1.6.2.	Yeraltı Suyu Eğilim Analizleri.....	204
3.2.	Kuraklık Şiddet Analizleri	208
3.2.1.	Standart Yağış İndisi (SPI).....	212
3.2.1.1.	Havza Bazında SPI Analiz Sonuçları	212
3.2.1.1.1.	SPI-12 Aylık Periyot	213
3.2.2.	Palmer Kuraklık İndisleri	215
3.2.2.1.	Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (scPDSI) 215	
3.2.2.1.1.	Alt Havza Bazında scPDSI Analiz Sonuçları	215
3.2.2.1.2.	Havza Bazında scPDSI Analiz Sonuçları	219

3.2.3. Standart Yağış-Buharlaştırma İndisi (SPEI).....	222
3.2.3.1. İstasyon Bazında SPEI Analiz Sonuçları.....	222
3.2.3.1.1. SPEI-9 Aylık Periyot.....	222
3.2.3.2. Alt Havza Bazında SPEI Analiz Sonuçları.....	225
3.2.3.2.1. SPEI-9 Aylık Periyot.....	226
3.2.3.3. Havza Bazında SPEI Analiz Sonuçları.....	229
3.2.3.3.1. SPEI-9 Aylık Periyot.....	230
3.2.4. Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI).....	232
3.2.4.1. İstasyon Bazında PNPI Analiz Sonuçları.....	232
3.2.4.1.1. PNPI-12 Aylık Periyot.....	232
3.2.4.2. Alt Havza Bazında, a PNPI Analiz Sonuçları.....	235
3.2.4.2.1. PNPI-12 Aylık Periyot.....	236
3.2.4.3. Havza Bazında PNPI Analiz Sonuçları.....	239
3.2.4.3.1. PNPI-12 Aylık Periyot.....	240
3.2.5. Keşif Kuraklık İndisi (RDI).....	242
3.2.5.1. İstasyon Bazında RDI Analiz Sonuçları.....	242
3.2.5.1.1. RDI-12 Aylık Periyot.....	242
3.2.5.2. Alt Havza Bazında RDI Analiz Sonuçları.....	245
3.2.5.2.1. RDI-12 Aylık Periyot.....	246
3.2.5.3. Havza Bazında RDI Analiz Sonuçları.....	249
3.2.5.3.1. RDI-12 Aylık Periyot.....	250
3.2.6. Ondalık İndisi (Deciles).....	252
3.2.6.1. İstasyon Bazında Ondalık İndisi Analiz Sonuçları.....	252
3.2.6.2. Alt Havza Bazında Ondalık İndisi Analiz Sonuçları.....	255
3.2.6.3. Havza Bazında Ondalık İndisi Analiz Sonuçları.....	259
3.2.7. Standart Akım İndisi (SRI).....	262
3.2.8. Standart Yeraltı Suyu İndisi (SGI).....	265
3.2.9. Standart Rezervuar Miktar Suyu İndisi (SRSI).....	271
3.2.10. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI).....	275
3.2.11. Genişletilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI).....	277
3.2.12. Bitki Durumu İndeksi (VCI).....	279
3.2.13. Kuraklık Şiddet Analiz Değerlendirmeleri.....	284
3.2.14. Kuraklık Risk Analizleri.....	288
3.2.15. Standart Yağış İndisi (SPI).....	289
3.2.15.1. İstasyon Bazında SPI Risk Analizleri.....	289
3.2.15.2. Alt Havza Bazında SPI Risk Analizleri.....	290
3.2.16. Palmer Kuraklık İndisleri.....	291
3.2.16.1. Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (scPDSI).....	291
3.2.16.1.1. İstasyon Bazında scPDSI Risk Analizleri.....	291

3.2.16.1.2.	Alt Havza Bazında scPDSI Risk Analizleri	292
3.2.16.2.	Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndisi (scPHDI) 293	
3.2.16.2.1.	İstasyon Bazında scPHDI Risk Analizleri	293
3.2.16.2.2.	Alt Havza Bazında scPHDI Risk Analizleri	294
3.2.17.	Standart Yağış-Buharlaşma İndisi (SPEI)	295
3.2.17.1.	İstasyon Bazında SPEI Risk Analizleri	295
3.2.17.2.	Alt Havza Bazında SPEI Risk Analizleri.....	296
3.2.18.	Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI).....	297
3.2.18.1.	İstasyon Bazında PNPI Risk Analizleri	297
3.2.18.2.	Alt Havza Bazında PNPI Risk Analizleri	298
3.2.19.	Keşif Kuraklık İndisi (RDI).....	299
3.2.19.1.	İstasyon Bazında RDI Risk Analizleri.....	299
3.2.19.2.	Alt Havza Bazında RDI Risk Analizleri.....	300
3.3.	Kurak Dönemlerin Tespiti.....	301
3.4.	Kuraklık Şiddet Haritaları	312
3.4.1.	Meteorolojik Kuraklık Şiddet Haritaları	316
3.4.1.1.	SPI 3 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları.....	316
3.4.1.1.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	316
3.4.1.1.2.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	317
3.4.1.2.	SPEI 3 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları	318
3.4.1.2.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	318
3.4.1.2.2.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	319
3.4.2.	Tarımsal Kuraklık Şiddet Haritaları.....	321
3.4.2.1.	SPI 6 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları.....	321
3.4.2.1.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	321
3.4.2.1.2.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	322
3.4.2.2.	SPEI 6 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları	323
3.4.2.2.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	323
3.4.2.2.2.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	324
3.4.2.3.	SPEI 9 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları	325
3.4.2.3.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	325
3.4.2.3.2.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	326
3.4.2.4.	PNPI 9 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları	328
3.4.2.4.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	328
3.4.2.4.2.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	329
3.4.2.5.	VCI ile Hazırlanmış Kuraklık Şiddet Haritaları.....	330
3.4.2.5.1.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	330
3.4.3.	Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları	331
3.4.3.1.	SPI 24 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları.....	331

3.4.3.1.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	331
3.4.3.1.2.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	332
3.4.3.2.	SPEI 12 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları.....	333
3.4.3.2.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	333
3.4.3.2.2.	78/2019 ile 12/2020 Arası Kurak Dönem	335
3.4.3.3.	scPDSI Kuraklık Şiddet Haritaları	336
3.4.3.3.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	336
3.4.3.3.2.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	337
3.4.3.4.	scPHDI Kuraklık Şiddet Haritaları.....	338
3.4.3.4.1.	08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem	338
3.4.3.4.2.	07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem	339
3.5.	Kuraklık Risk Haritaları.....	340
3.5.1.	Meteorolojik Kuraklık Şiddet Haritaları	341
3.5.1.1.	SPI 3 Aylık Kuraklık Risk Haritaları.....	341
3.5.1.2.	SPEI 3 Aylık Periyot Kuraklık Risk Haritaları	343
3.5.2.	Tarımsal Kuraklık Şiddet Haritaları.....	345
3.5.2.1.	SPI 6 Aylık Kuraklık Risk Haritaları.....	345
3.5.2.2.	SPEI 6 Aylık Kuraklık Risk Haritaları	347
3.5.2.3.	SPEI 9 Aylık Kuraklık Risk Haritaları	349
3.5.2.4.	PNPI 9 Aylık Kuraklık Risk Haritaları.....	351
3.5.3.	Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları	353
3.5.3.1.	SPI 24 Aylık Kuraklık Risk Haritaları.....	353
3.5.3.2.	SPEI 12 Aylık Kuraklık Risk Haritaları	355
3.5.3.3.	scPDSI Kuraklık Risk Haritaları	357
3.5.3.4.	scPHDI Kuraklık Risk Haritaları.....	359
3.6.	Maruziyet İndeksi Hesaplanması.....	361
4.	İKLİM PROJEKSİYONLARI.....	365
4.1.	Projeksiyon Tanımları.....	365
4.1.1.	HadGEM2 – ES	366
4.1.2.	MPI-ESM-MR	367
4.1.3.	CNRM-CM5.1	368
4.1.4.	İklim Senaryoları	369
4.2.	En Kötü Senaryonun Bulunması	373
4.3.	Kullanılan Metodoloji	375
4.4.	Kuraklık Şiddet Analizleri	377
4.4.1.	Standart Yağış İndisi (SPI).....	377
4.4.1.1.	Alt Havza Bazında SPI 3 Aylık Zaman Serisi	378
4.4.1.2.	Havza Bazında SPI 3 Aylık Zaman Serisi	379

4.4.1.3.	Alt Havza Bazında SPI 9 Aylık Zaman Serisi	381
4.4.1.4.	Havza Bazında SPI 9 Aylık Zaman Serisi	382
4.4.1.5.	Alt Havza Bazında SPI 12 Aylık Zaman Serisi	384
4.4.1.6.	Havza Bazında SPI 12 Aylık Zaman Serisi	385
4.4.2.	Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddet İndisi (scPDSI).....	387
4.4.2.1.	Alt Havza Bazında scPDSI Zaman Serisi	387
4.4.2.2.	Havza Bazında scPDSI Zaman Serisi	389
4.5.	Kuraklık Risk Analizleri	390
4.5.1.	SPI 3 Aylık Periyot Bazında Alt Havza Risk Analizleri.....	391
4.5.2.	SPI 9 Aylık Periyot Bazında Alt Havza Risk Analizleri.....	392
4.5.3.	SPI 12 Aylık Periyot Bazında Alt Havza Risk Analizleri.....	392
4.5.4.	scPDSI Bazında Alt Havza Risk Analizleri	393
4.6.	Kurak Dönemlerin Tespiti.....	393
4.7.	Kuraklık Şiddet Haritaları	401
4.7.1.	Meteorolojik Kuraklık Şiddet Haritaları – SPI-3.....	401
4.7.1.1.	01/2083 ile 10/2086 Arası Kurak Dönem	401
4.7.1.2.	07/2097 ile 12/2099 Arası Kurak Dönem	402
4.7.2.	Tarımsal Kuraklık Şiddet Haritaları – SPI-9	403
4.7.2.1.	01/2083 ile 10/2086 Arası Kurak Dönem	403
4.7.2.2.	07/2097 ile 12/2099 arası Kurak Dönem	404
4.7.3.	Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları – SPI-12.....	405
4.7.3.1.	01/2083 ile 10/2086 Arası Kurak Dönem	405
4.7.3.2.	07/2097 ile 12/2099 Arası Kurak Dönem	406
4.7.4.	Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları – scPDSI	407
4.7.4.1.	01/2083 ile 10/2086 Arası Kurak Dönem	407
4.7.4.2.	07/2097 ile 12/2099 Arası Kurak Dönem	408
4.8.	Kuraklık Risk Haritaları.....	409
4.8.1.	SPI 3 Aylık Kuraklık Risk Haritaları	411
4.8.2.	SPI 9 Aylık Kuraklık Risk Haritaları	413
4.8.3.	SPI 12 Aylık Kuraklık Risk Haritaları	415
4.8.4.	scPDSI Kuraklık Risk Haritaları.....	417
4.9.	Maruziyet İndeksi Hesapları	419
4.10.	Kuraklık Frekans Analizleri	427

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Havzada Yer Alan İller ve Havza İçindeki Alanları.....	10
Tablo 2.2 Havza İçinde Yer Alan İlçeler ve Havza İçindeki Yüzdeleri.....	10
Tablo 2.3 Büyük Toprak Gruplarını Tanımlayan Toprakların Öznitelik Tablosu.....	18
Tablo 2.4 Meriç Ergene Havzası Büyük Toprak (BTG) Kategorileri Tablosu	19
Tablo 2.5 Havzada Yer Alan İlçelerin Toplam ve Havza İçi Nüfusları.....	22
Tablo 2.6 Havzadaki illerde Öğretmen, Okul ve Öğrenci Sayısı (TÜİK, 2020)	25
Tablo 2.7 Havzadaki İllerin Hastane ve Yatak Sayıları (TÜİK, 2019)	27
Tablo 2.8 Havzadaki İllerin Sağlık Personeli Sayıları (TÜİK, 2019).....	28
Tablo 2.9 Havza İllerinin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeks Değeri (SEGE, 2017)	30
Tablo 2.10 Havza İllerinin 2020 Yılı Toplam İthalat ve İhracat Değerleri (TÜİK, 2020).....	37
Tablo 2.11 Havzada 15 ve Daha Yukarı Yaştaki Kurumsal Olmayan Nüfusun İşgücü Durumu (TÜİK, 2020).....	37
Tablo 2.12 Havzadaki Tarım Alanları (TÜİK, 2020).....	40
Tablo 2.13 Havza içi tarım alanlarının illere göre dağılımı (TÜİK, 2020)	40
Tablo 2.14 Havzadaki Tahıl Üretimi (TÜİK, 2020).....	41
Tablo 2.15 Havzadaki Sebze Üretimi (TÜİK, 2020)	43
Tablo 2.16 Havzadaki Meyve Üretimi (TÜİK, 2020).....	45
Tablo 2.17 Havzadaki Süs Bitkisi Üretimi (TÜİK, 2020).....	47
Tablo 2.18 Havzadaki küçükbaş ve büyükbaş hayvan sayıları (TÜİK, 2020)	48
Tablo 2.19 Havzadaki kümes hayvanları sayıları (TÜİK, 2020).....	49
Tablo 2.20 2021 yılı turizm tesis istatistikleri (T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021).....	57
Tablo 2.21 Türk mevzuatı uyarınca belirlenmiş çevre koruma alanlarının listesi (sulak alanlar hariç (SYGM, 2018).....	60
Tablo 2.22 Havzada 25 yıl ve üzeri verisi olan MGİ'lerin karakteristikleri.....	62

Tablo 2.23 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Ortalama Yağış Değerleri (mm) (MGİ, 2020)..65	65
Tablo 2.24 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C) (MGİ, 2020)67	67
Tablo 2.25 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Minimum Sıcaklık Değerleri (°C) (MGİ, 2020)	69
Tablo 2.26 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Maksimum Sıcaklık Değerleri (°C) (MGİ, 2020)	71
Tablo 2.27 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Ortalama Nispi Nem Değerleri (MGİ, 2020) ...73	73
Tablo 2.28 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Ortalama Rüzgâr Sürati Değerleri (m/s) (MGİ, 2020).....	75
Tablo 2.29 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Toplam Açık Yüze Buharlaşması Değerleri (mm) (MGİ, 2020)	77
Tablo 2.30 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Toplam Küresel Güneş Radyasyonu Değerleri (kWh/m ²) (MGİ, 2020).....	78
Tablo 2.31 Akım Gözlem İstasyonları.....	81
Tablo 2.32 Havzada Yer Alan Depolamalı Tesislerin Durumu (DSİ, 2021).....	84
Tablo 2.33 Sultanköy Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018).....	90
Tablo 2.34 Altinyazı Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018).....	91
Tablo 2.35 Süloğlu Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)	92
Tablo 2.36 Hamzadere Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018).....	93
Tablo 2.37 Kırklareli Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018).....	94
Tablo 2.38 Kayalıköy Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)	95
Tablo 2.39 Karaidemir Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018).....	96
Tablo 2.40 Kadıköy Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)	97
Tablo 2.41 Meriç Ergene Havzası ile Kuzey Marmara (Trakya kesimi) Havzaları Arasındaki Su Aktarımları (DSİ, 2018)	100
Tablo 2.42 Havzalara Göre Yıllık Yeraltısuyu Potansiyeli (DSİ, 2019).....	101

Tablo 2.43 CORINE Arazi Örtüsü Sınıfları	109
Tablo 2.44 CORINE Türkiye Ek Sınıflandırma.....	110
Tablo 2.45 Meriç-Ergene Havzası CORINE 3. Seviye Arazi Kullanımı	111
Tablo 2.46 Meriç Ergene Havzası Erozyon Durumu Tablosu	114
Tablo 2.47 Türkiye Havzaları Sediment Verimleri ve Miktarları.....	116
Tablo 2.48 Meriç Ergene Havzası Yükseklik Sınıflandırılması Tablosu (SRTM Yükseklik Verisi).....	118
Tablo 2.49 Türkiye Havzaları Su Potansiyelleri Dağılımı (SYGM, 2016)	121
Tablo 2.50 Edirne İli İçme+Kullanma ve Proses Suyu Miktarları (DSİ, 2018)	124
Tablo 2.51 Kırklareli İli İçme+Kullanma ve Proses Suyu Miktarları (DSİ, 2018).....	124
Tablo 2.52 Tekirdağ İli İçme+Kullanma ve Proses Suyu Miktarları (DSİ, 2018).....	124
Tablo 2.53 Meriç Ergene Havzasında Bulunan Yerleşimlerin İçme+Kullanma ve Proses....	125
Tablo 2.54 Meriç Ergene Havzasında Yeraltısuyu Sulama Alanlarında Su Kullanımı (DSİ, 2018).....	126
Tablo 2.55 Meriç Ergene Havzasında Diğer Kurum ve Kuruluşlar Tarafından İnşa Edilen, İşletilen ve Devredilen Gölet Sulamalarında Su Kullanımları (DSİ, 2018).....	127
Tablo 2.56 Meriç Ergene Havzasında Diğer Kurum ve Kuruluşlar Tarafından İnşa Edilen, İşletilen ve Devredilen YÜS Sulamalarında Su Kullanımları (DSİ, 2018).....	129
Tablo 2.57 Meriç Ergene ve Kuzey Marmara (Trakya Kesimi) Havzasında Halk Sulamalarında Su Kullanımı (DSİ, 2018)	129
Tablo 2.58 Çökelme Ortamları (Şengüler vd., 2000).....	134
Tablo 2.59 Meriç-Ergene Havzası'nın Başlıca Nehirleri ve Yan Kolları	134
Tablo 2.60 Çorlu Alt Havzası Yağış Beslenimi	136
Tablo 2.61 Vize Alt Havzası Yağış Beslenimi	138
Tablo 2.62 Lüleburgaz Alt Havzası Yağış Beslenimi	140
Tablo 2.63 Hayrabolu Alt Havzası Yağış Beslenimi	142

Tablo 2.64 Babaeski Alt Havzası Yağış Beslenimi	144
Tablo 2.65 Havsa Alt Havzası Yağış Beslenimi	146
Tablo 2.66 Uzunköprü Alt Havzası Yağış Beslenimi	147
Tablo 2.67 İpsala-Keşan Alt Havzası Yağış Beslenimi	149
Tablo 2.68 Meriç Alt Havzası Yağış Beslenimi	151
Tablo 3.1 Normal Dağılıma göre SPI Kuraklık Sınıflandırması.....	157
Tablo 3.2 SPI Kuraklık Sınıflandırması	157
Tablo 3.3 Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti (scPDSI) İndisi Sınıflandırması	162
Tablo 3.4 Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndisi Sınıflandırması.....	164
Tablo 3.5 Standart Yağış Buharlaştırma İndisi (SPEI) Sınıflandırması	166
Tablo 3.6 Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI) 1-3 Aylık Sınıflandırması	168
Tablo 3.7 Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI) 6 Aylık Sınıflandırması	168
Tablo 3.8 Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI) 9 Aylık Sınıflandırması	169
Tablo 3.9 Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI) 12-24 Aylık Sınıflandırması	169
Tablo 3.10 Keşif Kuraklık İndisi (RDI) Sınıflandırması.....	171
Tablo 3.11 Ondalıklar İndisi Sınıflandırması	172
Tablo 3.12 SRI Kuraklık Sınıflandırması	173
Tablo 3.13 SGI Kuraklık Sınıflandırması.....	175
Tablo 3.14 SRSI Kuraklık Sınıflandırması.....	176
Tablo 3.15 MODIS ve AVHRR Uydu Özellikleri	179
Tablo 3.16 VCI Kuraklık İndisi Sınıflandırması.....	182
Tablo 3.17 Kuraklık Sınıflandırmaları ve Renkleri.....	183
Tablo 3.18 Yağış Verileri İçin Mann-Kendall Eğilim Analizi Sonuçları.....	184
Tablo 3.19 Sıcaklık verileri için Mann-Kendall eğilim analizi sonuçları	189

Tablo 3.20 Potansiyel evapotranspirasyon verileri için Mann-Kendall eğilim analizi sonuçları	192
Tablo 3.21 Bağıl Nem Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Sonuçları	196
Tablo 3.22 Akış verileri için Mann-Kendall eğilim analizi sonuçları.....	200
Tablo 3.23 Yeraltı Suyu Seviyesi Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Sonuçları	204
Tablo 3.24 Havza İçerisinde Kuraklık Analizleri için Kullanılan MGM İstasyonları	209
Tablo 3.25 Havza Dışı Kuraklık Analizleri için Kullanılan MGM İstasyonları.....	210
Tablo 3.26 Havza İçerisinde SRI Analizleri için Kullanılan Akım Gözlem İstasyonları	264
Tablo 3.27 Havza İçerisinde SGI Analizleri için Kullanılan Gözlem Kuyuları	266
Tablo 3.28 Havza İçerisinde SRSI Analizleri İçin Kullanılan Depolama Tesisleri.....	271
Tablo 3.29 Bütünleşik İndis için Hesaplama Durumu	302
Tablo 3.30 SPI-3 İçin 1984 Kurak Dönemi Toplam Şiddet Hesabı.....	303
Tablo 3.31 Havzada 1980-2021 Yılları Arasında Görülen Kurak Dönemler Listesi.....	304
Tablo 3.32 Havzada 1980-2021 Yılları Arasında Görülen Kurak Dönemler Etki Analizi	305
Tablo 3.33 Havza Kapsamında 1980-2021 Arasında Görülen En Kurak Dönemler Listesi ..	312
Tablo 3.34 NDVI ile Diğer İndislerin Korelasyon Durumları.....	313
Tablo 3.35 EVI ile Diğer İndislerin Korelasyon Durumları	314
Tablo 3.36 VCI ile Diğer İndislerin Korelasyon Durumları.....	315
Tablo 3.37 Alt Havzalarda Kurak Geçen Ay Sayıları.....	361
Tablo 3.38 Alt Havzalarda Kurak Geçen Aylardaki İndis Değerleri Toplamları	362
Tablo 3.39 Alt Havzalardaki Normalize Edilmiş İndis Değerleri Toplamları ve Maruziyet İndeksi	363
Tablo 4.1 HadGEM2 Sürümleri ve Bileşenleri.....	366
Tablo 4.2 IPCC Geçmiş İklim Senaryoları ve Raporları (SEI, 2017).....	370
Tablo 4.3 IPCC AR5 RCP İklim Senaryoları (IPCC, 2017).....	371

Tablo 4.4 Bütünleşik İndis için Hesaplama Durumu	394
Tablo 4.5 Havzada 2021-2100 Yılları Arasında Görülen Kurak Dönemler Listesi.....	395
Tablo 4.6 SPI-3 için 2063 Yılı Kurak Dönemi Toplam Şiddet Hesabı.....	396
Tablo 4.7 Havzada 2021-2100 Yılları Arasında Görülen Kurak Dönemler Etki Analizi	397
Tablo 4.8 Havzadaki 2021 ile 2100 yılları arasında görülen en kurak 2 dönem listesi.....	401
Tablo 4.9 Alt Havzalarda Kurak Geçen Ay Sayıları (MPI RCP 8.5 Senaryosu).....	419
Tablo 4.10 Alt Havzalarda Kurak Geçen Aylardaki İndis Toplamları (MPI RCP 8.5 Senaryosu)	420
Tablo 4.11 Alt Havzalardaki Normalize Edilmiş İndis Toplamları ve Maruziyet İndeksi (MPI RCP 8.5 Senaryosu)	421
Tablo 4.12 MPI RCP 8.5 Kapsamında Alt Havzaların Dönemlik Maruziyet İndeksleri	422
Tablo 4.13 Tüm Senaryolar Bazında Alt Havzaların Maruziyet İndeksleri	423

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Kuraklığın Etkileri ve Sıralaması ((Akbaş, 2014) (Wilhite ve Buchanan Smith, 2005) (NDMC, 2012)).....	2
Şekil 1.2 Türkiye üzerinde Meriç-Ergene Havzası	4
Şekil 2.1 Meriç-Ergene Havzası Sınırları İçinde Kalan İller	8
Şekil 2.2 Meriç-Ergene Havzası Alt Havzalar Haritası.....	9
Şekil 2.3 Havzayı Oluşturan İllerin Alansal Dağılımları.....	9
Şekil 2.4 Edirne İli Haritası.....	11
Şekil 2.5 Kırklareli İli Haritası.....	12
Şekil 2.6 Tekirdağ İli Haritası.....	13
Şekil 2.7 Meriç-Ergene Havzası Fiziki Haritası.....	14
Şekil 2.8 Trakya Havzasının Jeoloji Haritası ve Önemli Kömür-Gaz Sahaları (MTA ve TPAO Çalışmalarından Dr. İlker Şengüler tarafından düzenlenmiştir)	16
Şekil 2.9 Kahverengi Toprak Profilleri (Ankara Üni. Ziraat Fak. Toprak Bilimi Ders Notları)	19
Şekil 2.10 Meriç-Ergene Havzası Büyük Toprak Grupları Haritası (Mülga KHGM)	21
Şekil 2.11 İllerin Havza Nüfusundaki Payları.....	23
Şekil 2.12 Havza Nüfus Yoğunluğu Haritası (TÜİK, 2020)	24
Şekil 2.13 Edirne İli Eğitim Durumu.....	26
Şekil 2.14 Kırklareli İli Eğitim Durumu	26
Şekil 2.15 Tekirdağ İli Eğitim Durumu	27
Şekil 2.16 Ülkemiz Gelişmişlik Haritası ve Meriç- Ergene Havzasının Durumu (Veri Kaynağı: SEGE, 2017)	32
Şekil 2.17 Havza İllerinde İstihdamın Sektörlere Göre Dağılımı (TÜİK, 2020).....	33
Şekil 2.18 Meriç- Ergene Havzası Hizmet Sektörü İstihdam Durumu ve Türkiye Ortalaması Haritası (TÜİK, 2020)	34

Şekil 2.19 Meriç- Ergene Havzası Sanayi Sektörü İstihdam Durumu ve Türkiye Ortalaması Haritası (TÜİK, 2020)	35
Şekil 2.20 Meriç- Ergene Havzası Tarım Sektörü İstihdam Durumu ve Türkiye Ortalaması Haritası (TÜİK, 2020)	36
Şekil 2.21 Meriç-Ergene Havzası DSİ Sulama Alanları Haritası (DSİ).....	39
Şekil 2.22 Havzada üretilen tahılların havza içi tahıl üretimindeki üretimdeki yüzdeleri (TÜİK, 2020)	42
Şekil 2.23 Havzada üretilen sebzelerin havza içi sebze üretimindeki üretimdeki yüzdeleri (TÜİK, 2020)	45
Şekil 2.24 Havzada üretilen meyvelerin havza içi meyve üretimindeki üretimdeki yüzdeleri (TÜİK, 2020)	46
Şekil 2.25 Küçükbaş ve büyükbaş hayvan sayılarının oransal dağılımı (TÜİK, 2020)	48
Şekil 2.26 Edirne İli Maden Haritası (MTA, 2021)	50
Şekil 2.27 Kırklareli İli Maden Haritası (MTA, 2021).....	52
Şekil 2.28 Tekirdağ İli Maden Haritası (MTA, 2021).....	53
Şekil 2.29 Edirne İlinde Sanayi İşletmelerinin Sektörel Dağılımı (İlk 10 Sektör)	54
Şekil 2.30 Tekirdağ İlinde Sanayi İşletmelerinin Sektörel Dağılımı (İlk 10 Sektör) (Tekirdağ Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü, 2019)	55
Şekil 2.31 Kırklareli İlinde Sanayi İşletmelerinin Sektörel Dağılımı (İlk 10 Sektör) (Kırklareli Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü, 2019)	56
Şekil 2.32 Selimiye Camii (Edirne İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2021).....	57
Şekil 2.33 2021 yılı turizm tesis istatistikleri illere göre dağılımı (T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021).....	58
Şekil 2.34 Meriç-Ergene Havzası'ndaki Meteoroloji Gözlem İstasyonları.....	63
Şekil 2.35 Meriç-Ergene Havzası 25 yıl ve üzeri verisi olan MGİ'lerin veri süreklilik analizi	64

Şekil 2.36 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Ortalama Toplam Yağış Alansal Dağılımı (MGİ, 2020).....	66
Şekil 2.37 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Ortalama Sıcaklık Alansal Dağılımı (MGİ, 2020).....	68
Şekil 2.38 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Minimum Sıcaklık Alansal Dağılımı (MGİ, 2020).....	70
Şekil 2.39 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Maksimum Sıcaklık Alansal Dağılımı (MGİ, 2020).....	72
Şekil 2.40 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Ortalama Nisbi Nem Alansal Dağılımı (MGİ, 2020).....	74
Şekil 2.41 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Ortalama Rüzgar Sürati Alansal Dağılımı (MGİ, 2020).....	76
Şekil 2.42 Meriç- Ergene Havzası Akarsuları.....	80
Şekil 2.43 Havzadaki Akım Gözlem İstasyonları	83
Şekil 2.44 Havzadaki Baraj ve Göletler	89
Şekil 2.45 Sultanköy Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021).....	90
Şekil 2.46 Altınyazı Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)	91
Şekil 2.47 Süloğlu Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)	92
Şekil 2.48 Hamzadere Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021).....	93
Şekil 2.49 Kırklareli Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)	94
Şekil 2.50 Kayalıköy Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)	95
Şekil 2.51 Karaidemir Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021).....	96
Şekil 2.52 Kadıköy Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)	97
Şekil 2.53 Ergene Havzası İçme Suyu İsale Hatları ve Arıtma Tesisleri Haritası (DSİ, 2021).....	98
Şekil 2.54 Meriç Ergene Havzası ile Kuzey Marmara Havzası Arasındaki Su Aktarımlarının Havzadaki Yerleri (DSİ, 2018).....	99

Şekil 2.55 Meriç-Ergene Havzası YAS beslenim ve rezervleri (DSİ, 2019).....	102
Şekil 2.56 RCP4.5 Senaryosuna göre Modeller Bazında Sıcaklık Anomali DeğerleriMeriç- Ergene Havzası (SYGM, 2016).....	106
Şekil 2.57 RCP8.5 Senaryosuna Göre Modeller Bazında Sıcaklık Anomali Değerleri-Meriç- Ergene Havzası (SYGM, 2016).....	106
Şekil 2.58 RCP4.5 Senaryosuna göre Modeller Bazında Yağış Anomali Değerleri- MeriçErgene Havzası (SYGM, 2016).....	107
Şekil 2.59 RCP8.5 Senaryosuna göre Modeller Bazında Yağış Anomali Değerleri- MeriçErgene Havzası (SYGM, 2016).....	107
Şekil 2.60 Arazi Kullanım Alanlarının Dağılımını Gösteren Detaylı Pay Diyagramı	112
Şekil 2.61 Meriç-Ergene Havzası CORINE 2018 3. Seviye Arazi Kullanım Haritası	113
Şekil 2.62 Meriç Ergene Havzası Erozyon Durumu Haritası	115
Şekil 2.63 Türkiye ve Meriç Ergene Havzası Sediment Verimi ve Miktarı Haritası.....	117
Şekil 2.64 Meriç Ergene Havzası Yükseklik Sınıflandırılması Haritası	119
Şekil 2.65 Türkiye Ortalama Kullanılabilir Su Potansiyeli Haritası (YAS-YÜS) (DSİ)	122
Şekil 2.66 Türkiye Toplam Su Kullanımı 1960-2100 (SYGM, 2016).....	123
Şekil 2.67 İçme ve Kullanma Suyu Şebekesi İçin Çekilen Toplam Su Miktarı (hm ³ /yıl) (TÜİK, 2021).....	125
Şekil 2.68 Meriç Ergene Havzası Hidrojeoloji Haritası (DSİ, 2018).....	130
Şekil 2.69 Meriç Ergene Havzası Hidrojeoloji Haritasının Lejantı	131
Şekil 2.70 Meriç Ergene Havzası Jeolojik Haritası (Perinçek vd., 2015)	132
Şekil 2.71 Meriç-Ergene Havzası ve Yakın Çevresinin Genelleştirilmiş Stratigrafik İstifi (Şentürk vd., 1988).....	133
Şekil 2.72 Çorlu Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası	136
Şekil 2.73 Vize Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası	138
Şekil 2.74 Lüleburgaz Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası.....	140

Şekil 2.75 Hayrabolu Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası	142
Şekil 2.76 Babaeski Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası	144
Şekil 2.77 Havsa Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası.....	145
Şekil 2.78 Uzunköprü Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası.....	147
Şekil 2.79 İpsala-Keşan Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası	149
Şekil 2.80 Meriç Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası	150
Şekil 3.1 Yağışın Gamma Dağılımına Çevrilmesi ve Oradan da SPI İndisine Dönüşümü	156
Şekil 3.2 SPI'nın Standart Normal Dağılım Grafiği	156
Şekil 3.3 ISRIC Veritabanından Hazırlanan Türkiye Kapsamındaki Toprak Su Tutma Kapasite Haritası	159
Şekil 3.4 Uzaktan Algılamada Kullanılan Elektromanyetik Spektrum (Açıköğretim İstanbul Üni., 2021).....	177
Şekil 3.5 Yağış Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı.....	185
Şekil 3.6 643 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri	186
Şekil 3.7 9034 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri	186
Şekil 3.8 17050 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri	186
Şekil 3.9 17052 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri	186
Şekil 3.10 17054 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri	187
Şekil 3.11 17608 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri	187
Şekil 3.12 17631 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri	187
Şekil 3.13 17632 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri	187
Şekil 3.14 17634 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri	187
Şekil 3.15 Sıcaklık verileri için Mann-Kendall eğilim analizi harita çıktısı.....	188
Şekil 3.16 643 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri	189
Şekil 3.17 9034 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri	189

Şekil 3.18 17050 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri	190
Şekil 3.19 17052 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri	190
Şekil 3.20 17054 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri	190
Şekil 3.21 17608 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri	190
Şekil 3.22 17631 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri	190
Şekil 3.23 17632 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri	190
Şekil 3.24 17634 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri	191
Şekil 3.25 Potansiyel Evapotranspirasyon Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı	193
Şekil 3.26 643 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri.....	194
Şekil 3.27 9034 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri.....	194
Şekil 3.28 17050 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri.....	194
Şekil 3.29 17052 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri.....	194
Şekil 3.30 17054 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri.....	194
Şekil 3.31 17608 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri.....	194
Şekil 3.32 17631 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri.....	195
Şekil 3.33 17632 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri.....	195
Şekil 3.34 17634 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri.....	195
Şekil 3.35 Bağıl Nem Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı	197
Şekil 3.36 643 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri	198
Şekil 3.37 9034 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri	198
Şekil 3.38 17050 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri	198
Şekil 3.39 17052 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri	198
Şekil 3.40 17054 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri	198
Şekil 3.41 17608 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri	198

Şekil 3.42 17631 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri	199
Şekil 3.43 17632 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri	199
Şekil 3.44 17634 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri	199
Şekil 3.45 Akış Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı.....	201
Şekil 3.46 D01A003 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri.....	202
Şekil 3.47 D01A008 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri.....	202
Şekil 3.48 D01A020 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri.....	202
Şekil 3.49 D01A026 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri.....	202
Şekil 3.50 E01A001 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri	202
Şekil 3.51 E01A003 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri	202
Şekil 3.52 E01A006 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri	203
Şekil 3.53 E01A012 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri	203
Şekil 3.54 Yeraltı Suyu Seviyesi Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı	205
Şekil 3.55 49869 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	206
Şekil 3.56 49871 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	206
Şekil 3.57 63418 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	206
Şekil 3.58 52280 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	206
Şekil 3.59 52281 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	206
Şekil 3.60 52282 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	206
Şekil 3.61 52283 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	207
Şekil 3.62 52285 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	207
Şekil 3.63 52287 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	207
Şekil 3.64 52288 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	207
Şekil 3.65 59614 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	207
Şekil 3.66 59616 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	207

Şekil 3.67 59617 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi	208
Şekil 3.68 Havza için İçerde ve Dışarda Seçilen MGM İstasyonları Haritası	211
Şekil 3.69 Havza Geneline Ait SPI 12 Aylık Çizgisel Grafik	213
Şekil 3.70 Havza Geneline Ait SPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	213
Şekil 3.71 SPI 12 Aylık En Kurak 4 Aya Ait Haritalar	214
Şekil 3.72 Havza Geneline Ait SPI 12 Aylık Bar Grafiği	214
Şekil 3.73 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait scPDSI Çizgisel Grafiği.....	216
Şekil 3.74 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği.....	216
Şekil 3.75 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait scPDSI Bar Grafiği.....	217
Şekil 3.76 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait scPDSI Çizgisel Grafiği	217
Şekil 3.77 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği	218
Şekil 3.78 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait scPDSI Bar Grafiği	218
Şekil 3.79 Havza Geneline Ait scPDSI Çizgisel Grafiği.....	220
Şekil 3.80 Havza Geneline Ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği.....	220
Şekil 3.81 scPDSI İndisi En Kurak 4 Aya Ait Haritalar.....	221
Şekil 3.82 Havza Geneline Ait scPDSI Bar Grafiği.....	221
Şekil 3.83 Kırklareli İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik	222
Şekil 3.84 Kırklareli İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	223
Şekil 3.85 Kırklareli İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği	223
Şekil 3.86 Malkara İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik	224
Şekil 3.87 Malkara İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	224
Şekil 3.88 Malkara İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği	225
Şekil 3.89 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik.....	226
Şekil 3.90 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	226
Şekil 3.91 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği.....	227

Şekil 3.92 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik	227
Şekil 3.93 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	228
Şekil 3.94 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği.....	228
Şekil 3.95 Havza Geneline Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik.....	230
Şekil 3.96 Havza Geneline Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	230
Şekil 3.97 Havza Geneline Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği.....	231
Şekil 3.98 SPEI 9 Aylık En Kurak 4 Aya Ait Haritalar	231
Şekil 3.99 Kırklareli İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik.....	232
Şekil 3.100 Kırklareli İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	233
Şekil 3.101 Kırklareli İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği.....	233
Şekil 3.102 Malkara İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik	234
Şekil 3.103 Malkara İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	234
Şekil 3.104 Malkara İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği	235
Şekil 3.105 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik.....	236
Şekil 3.106 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	236
Şekil 3.107 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği.....	237
Şekil 3.108 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik.....	237
Şekil 3.109 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	238
Şekil 3.110 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği.....	238
Şekil 3.111 Havza Geneline Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik	240
Şekil 3.112 Havza Geneline Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	240
Şekil 3.113 PNPI 12 Aylık En Kurak 4 Aya Ait Haritalar	241
Şekil 3.114 Havza Geneline Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği	241
Şekil 3.115 Kırklareli İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik.....	242
Şekil 3.116 Kırklareli İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	243

Şekil 3.117 Kırklareli İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği.....	243
Şekil 3.118 Malkara İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik.....	244
Şekil 3.119 Malkara İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	244
Şekil 3.120 Malkara İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği.....	245
Şekil 3.121 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik	246
Şekil 3.122 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	246
Şekil 3.123 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği	247
Şekil 3.124 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik	247
Şekil 3.125 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	248
Şekil 3.126 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği	248
Şekil 3.127 Havza Geneline Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik	250
Şekil 3.128 Havza Geneline Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	250
Şekil 3.129 RDI 12 Aylık En Kurak 4 Aya Ait Haritalar.....	251
Şekil 3.130 Havza Geneline Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği	251
Şekil 3.131 Kırklareli İstasyonuna Ait Ondalıklar İndisi Çizgisel Grafiği.....	252
Şekil 3.132 Kırklareli İstasyonuna Ait Ondalıklar İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği.....	253
Şekil 3.133 Kırklareli İstasyonuna Ait Ondalıklar İndisi Bar Grafiği.....	253
Şekil 3.134 Malkara İstasyonuna Ait Ondalıklar İndisi Çizgisel Grafiği.....	254
Şekil 3.135 Malkara İstasyonuna Ait Ondalıklar İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği.....	254
Şekil 3.136 Malkara İstasyonuna Ait Ondalıklar İndisi Bar Grafiği.....	255
Şekil 3.137 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait Ondalıklar İndisi Çizgisel Grafiği	256
Şekil 3.138 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait Ondalıklar İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği ...	256
Şekil 3.139 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait Ondalıklar İndisi Bar Grafiği	257
Şekil 3.140 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait Ondalıklar İndisi Çizgisel Grafiği	257
Şekil 3.141 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait Ondalıklar İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği ...	258

Şekil 3.142 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait Ondalıklar İndisi Bar Grafiği	258
Şekil 3.143 Havza Geneline Ait Ondalıklar İndisi Çizgisel Grafiği	260
Şekil 3.144 Havza Geneline Ait Ondalıklar İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği	260
Şekil 3.145 Ondalıklar İndisi En Kurak 4 Aya Ait Haritalar	261
Şekil 3.146 Havza Geneline Ait Ondalıklar İndisi Bar Grafiği	261
Şekil 3.147 Havza Kapsamında Seçilen Akım Gözlem İstasyonları (AGİ) Haritası	265
Şekil 3.148 Havza Kapsamında Seçilen Gözlem Kuyuları Haritası	267
Şekil 3.149 49869 Nolu Kuyuya Ait SGI Aylık Bar ve Çizgisel Kuyu Seviyesi Grafiği	268
Şekil 3.150 52281 Nolu Kuyuya Ait SGI Aylık Bar ve Çizgisel Kuyu Seviyesi Grafiği	269
Şekil 3.151 52287 Nolu Kuyuya Ait SGI Aylık Bar ve Çizgisel Kuyu Seviyesi Grafiği	269
Şekil 3.152 59616 Nolu Kuyuya Ait SGI Aylık Bar ve Çizgisel Kuyu Seviyesi Grafiği	270
Şekil 3.153 Havza Kapsamında Seçilen Depolama Tesisleri Haritası	272
Şekil 3.154 Altınyazı Barajına Ait SRSI Aylık Bar ve Çizgisel Hacim Grafiği	273
Şekil 3.155 Kadıköy Barajına Ait SRSI Aylık Bar ve Çizgisel Hacim Grafiği.....	273
Şekil 3.156 Kırklareli Barajına Ait SRSI Aylık Bar ve Çizgisel Hacim Grafiği.....	274
Şekil 3.157 Kayalıköy Barajına Ait SRSI Aylık Bar ve Çizgisel Hacim Grafiği	275
Şekil 3.158 Havza Genel NDVI Aylık Zaman Serisi Grafiği.....	275
Şekil 3.159 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların NDVI Aylık Zaman Serisi Grafiği	276
Şekil 3.160 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların NDVI Aylık Zaman Serisi Grafiği	276
Şekil 3.161 Havza Genel EVI Aylık Zaman Serisi Grafiği.....	277
Şekil 3.162 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların EVI Aylık Zaman Serisi Grafiği	278
Şekil 3.163 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların EVI Aylık Zaman Serisi Grafiği	278
Şekil 3.164 Havza Genel VCI Aylık Zaman Serisi Çizgisel Grafiği	280

Şekil 3.165 Havza Geneli VCI Aylık Zaman Serisi Zamansal Kuraklık Grafiği	280
Şekil 3.166 VCI İndeksi En Kurak 4 Aya Ait Haritalar	281
Şekil 3.167 Havza Geneli VCI Aylık Zaman Serisi Bar Grafiği	281
Şekil 3.168 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Çizgisel Grafiği	282
Şekil 3.169 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Zamansal Kuraklık Grafiği.....	282
Şekil 3.170 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Bar Grafiği....	283
Şekil 3.171 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Çizgisel Grafiği.....	283
Şekil 3.172 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Zamansal Kuraklık Grafiği.....	284
Şekil 3.173 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Bar Grafiği	284
Şekil 3.174 Havza Geneli Meteorolojik Kuraklığı Temsil Eden İndislerin Karşılaştırılması	286
Şekil 3.175 Havza Geneli Tarımsal Kuraklığı Temsil Eden İndislerin Karşılaştırılması.....	287
Şekil 3.176 Havza Geneli Hidrolojik Kuraklığı Temsil Eden İndislerin Karşılaştırılması	288
Şekil 3.177 Havza İçerisindeki İstasyonlarda scPDSI İndisi Kuraklık Oluşma Olasılıkları ..	291
Şekil 3.178 Alt Havzalarda scPDSI İndisi Kuraklık Oluşma Olasılıkları	292
Şekil 3.179 Havza içerisindeki istasyonlarda scPHDI İndisi Kuraklık Oluşma Olasılıkları ..	293
Şekil 3.180 Alt Havzalarda scPHDI İndisi Kuraklık Oluşma Olasılıkları	294
Şekil 3.181 Havza Geneli 1980-1986 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu	306
Şekil 3.182 Havza Geneli 1987-1993 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu	307
Şekil 3.183 Havza Geneli 1994-2000 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu	308

Şekil 3.184 Havza Geneli 2001-2007 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu	309
Şekil 3.185 Havza Geneli 2008-2014 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu	310
Şekil 3.186 Havza Geneli 2015-2021 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu	311
Şekil 3.187 NDVI ile Diğer İndislerin Korelasyon Grafiği	314
Şekil 3.188 EVI ile Diğer İndislerin Korelasyon Grafiği	315
Şekil 3.189 VCI ile Diğer İndislerin Korelasyon Grafiği	316
Şekil 3.190 SPI-3 ile Hesaplanan 09/1993 ile 11/1993 Arası Kuraklık Dağılım Haritası	317
Şekil 3.191 SPI-3 ile Hesaplanan 11/2019 ile 02/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası	318
Şekil 3.192 SPEI-3 ile Hesaplanan 03/1994 ile 05/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	319
Şekil 3.193 SPEI-3 ile Hesaplanan 11/2019 ile 02/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	320
Şekil 3.194 SPI-6 ile Hesaplanan 01/1994 ile 03/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası	322
Şekil 3.195 SPI-6 ile Hesaplanan 11/2019 ile 04/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası	323
Şekil 3.196 SPEI-6 ile Hesaplanan 01/1994 ile 03/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	324
Şekil 3.197 SPEI-6 ile Hesaplanan 11/2019 ile 04/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	325
Şekil 3.198 SPEI-9 ile Hesaplanan 02/1994 ile 06/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	326
Şekil 3.199 SPEI-9 ile Hesaplanan 11/2019 ile 05/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	327
Şekil 3.200 PNPI-9 ile Hesaplanan 02/1994 ile 05/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	328
Şekil 3.201 PNPI-9 ile Hesaplanan 12/2019 ile 05/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	329
Şekil 3.202 VCI ile Hesaplanan 01/2021 ile 02/2021 Arası Kuraklık Dağılım Haritası	330
Şekil 3.203 SPI-24 ile Hesaplanan 10/1993 ile 09/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	332
Şekil 3.204 SPI-24 ile Hesaplanan 07/2020 ile 12/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	333
Şekil 3.205 SPEI-12 ile Hesaplanan 03/1994 ile 11/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası ...	334

Şekil 3.206 SPEI-12 ile Hesaplanan 01/2020 ile 11/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası .	335
Şekil 3.207 scPDSI ile hesaplanan 09/1993 ile 09/1994 arası kuraklık dağılım haritası	336
Şekil 3.208 Scpdsı ile Hesaplanan 12/2019 ile 12/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası	337
Şekil 3.209 Scphdı ile Hesaplanan 09/1993 ile 09/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası....	338
Şekil 3.210 Scphdı ile Hesaplanan 12/2019 ile 12/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası....	339
Şekil 3.211 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası	341
Şekil 3.212 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası.....	341
Şekil 3.213 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	342
Şekil 3.214 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	342
Şekil 3.215 SPEI 3 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası.....	343
Şekil 3.216 SPEI 3 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	343
Şekil 3.217 SPEI 3 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	344
Şekil 3.218 SPEI 3 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	344
Şekil 3.219 SPI 6 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası	345
Şekil 3.220 SPI 6 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası.....	345
Şekil 3.221 SPI 6 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	346
Şekil 3.222 SPI 6 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	346
Şekil 3.223 SPEI 6 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası.....	347
Şekil 3.224 SPEI 6 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	347
Şekil 3.225 SPEI 6 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası.....	348
Şekil 3.226 SPEI 6 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	348
Şekil 3.227 SPEI 9 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası.....	349
Şekil 3.228 SPEI 9 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	349
Şekil 3.229 SPEI 9 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	350
Şekil 3.230 SPEI 9 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	350

Şekil 3.231 PNPI 9 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası	351
Şekil 3.232 PNPI 9 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası.....	351
Şekil 3.233 PNPI 9 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası.....	352
Şekil 3.234 PNPI 9 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası	352
Şekil 3.235 SPI 24 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası	353
Şekil 3.236 SPI 24 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası.....	353
Şekil 3.237 SPI 24 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	354
Şekil 3.238 SPI 24 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası	354
Şekil 3.239 SPEI 12 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası.....	355
Şekil 3.240 SPEI 12 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	355
Şekil 3.241 SPEI 12 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	356
Şekil 3.242 SPEI 12 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	356
Şekil 3.243 scPDSI ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası.....	357
Şekil 3.244 scPDSI ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	357
Şekil 3.245 scPDSI ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	358
Şekil 3.246 scPDSI ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	358
Şekil 3.247 scPHDI ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası	359
Şekil 3.248 scPHDI ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	359
Şekil 3.249 scPHDI ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	360
Şekil 3.250 scPHDI ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası	360
Şekil 3.251 Alt Havza Bazında Geçmiş Dönem Maruziyet İndeksi Tematik Haritası	364
Şekil 4.1 MPI - ESM Modeli Çalışma Şeması (MPI, 2017).....	367
Şekil 4.2 CNRM - CM5.1 Modeli Çalışma Şeması (CNRM, 2017).....	369
Şekil 4.3 RCP Senaryoları ve Işınımsal Zorlama (Radiative Forcing) Eğilimleri (van Vuuren vd., 2011).....	371

Şekil 4.4 Meriç-Ergene Havza Geneli Yıllık Toplam Yağış (mm) Trend Grafiği	374
Şekil 4.5 Meriç-Ergene Havzası Geneli Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C) Trend Grafiği	375
Şekil 4.6 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 3 Aylık Çizgisel Grafik	378
Şekil 4.7 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 3 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	378
Şekil 4.8 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 3 Aylık Bar Grafiği.....	379
Şekil 4.9 Havza Geneline ait SPI 3 Aylık Çizgisel Grafik	379
Şekil 4.10 Havza Geneline ait SPI 3 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	380
Şekil 4.11 Havza Geneline ait SPI 3 Aylık Bar Grafiği	380
Şekil 4.12 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 9 Aylık Çizgisel Grafik	381
Şekil 4.13 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	381
Şekil 4.14 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 9 Aylık Bar Grafiği.....	382
Şekil 4.15 Havza Geneline ait SPI 9 Aylık Çizgisel Grafik	382
Şekil 4.16 Havza Geneline ait SPI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	383
Şekil 4.17 Havza Geneline ait SPI 9 Aylık Bar Grafiği	383
Şekil 4.18 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 12 Aylık Çizgisel Grafik	384
Şekil 4.19 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği.....	384
Şekil 4.20 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 12 Aylık Bar Grafiği	385
Şekil 4.21 Havza Geneline ait SPI 12 Aylık Çizgisel Grafik	385
Şekil 4.22 Havza Geneline ait SPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği	386
Şekil 4.23 Havza Geneline ait SPI 12 Aylık Bar Grafiği	386
Şekil 4.24 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait scPDSI Çizgisel Grafik.....	387
Şekil 4.25 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği.....	388
Şekil 4.26 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait scPDSI Bar Grafiği.....	388
Şekil 4.27 Havza Geneline ait scPDSI Çizgisel Grafik	389
Şekil 4.28 Havza Geneline ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği.....	389

Şekil 4.29 Havza Geneline ait scPDSI Bar Grafiği.....	390
Şekil 4.30 Alt Havzalarda SPI 3 Aylık Kuraklık Oluşma Olasılıkları.....	391
Şekil 4.31 Alt Havzalarda SPI 9 Aylık Kuraklık Oluşma Olasılıkları.....	392
Şekil 4.32 Alt Havzalarda SPI 12 Aylık Kuraklık Oluşma Olasılıkları.....	392
Şekil 4.33 Alt Havzalarda scPDSI Kuraklık Oluşma Olasılıkları.....	393
Şekil 4.34 Havza Geneli 2025-2050 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu	398
Şekil 4.35 Havza Geneli 2051-2075 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu	399
Şekil 4.36 Havza Geneli 2076-2098 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tab	400
Şekil 4.37 SPI-3 ile Hesaplanan 10/2084 ve 07/2085 Arası Kuraklık Dağılım Haritası.....	402
Şekil 4.38 SPI-3 ile Hesaplanan 12/2098 ve 03/2099 Arası Kuraklık Dağılım Haritası.....	403
Şekil 4.39 SPI-9 ile Hesaplanan 10/2084 ve 08/2085 Arası Kuraklık Dağılım Haritası.....	404
Şekil 4.40 SPI-9 ile Hesaplanan 08/2098 ve 09/2099 Arası Kuraklık Dağılım Haritası.....	405
Şekil 4.41 SPI-12 ile Hesaplanan 03/2061 ve 09/2061 Arası Kuraklık Dağılım Haritası.....	406
Şekil 4.42 SPI-12 ile Hesaplanan 08/2098 ve 09/2099 Arası Kuraklık Dağılım Haritası.....	407
Şekil 4.43 scPDSI ile Hesaplanan 12/2084 ve 08/2086 Arası Kuraklık Dağılım Haritası.....	408
Şekil 4.44 scPDSI ile hesaplanan 08/2098 ile 11/2099 arası kuraklık dağılım haritası.....	409
Şekil 4.45 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası	411
Şekil 4.46 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	411
Şekil 4.47 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	412
Şekil 4.48 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	412
Şekil 4.49 SPI 9 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası	413
Şekil 4.50 SPI 9 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	413

Şekil 4.51 SPI 9 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	414
Şekil 4.52 SPI 9 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası	414
Şekil 4.53 SPI 12 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası	415
Şekil 4.54 SPI 12 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası.....	415
Şekil 4.55 SPI 12 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	416
Şekil 4.56 SPI 12 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	416
Şekil 4.57 scPDSI ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası.....	417
Şekil 4.58 scPDSI ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	417
Şekil 4.59 scPDSI ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası	418
Şekil 4.60 scPDSI Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası.....	418
Şekil 4.61 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (MPI RCP 4.5).....	424
Şekil 4.62 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (MPI RCP 8.5).....	424
Şekil 4.63 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (HadGEM RCP 4.5)	425
Şekil 4.64 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (HadGEM RCP 8.5)	425
Şekil 4.65 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (CNRM RCP 4.5).....	426
Şekil 4.66 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (CNRM RCP 8.5).....	426
Şekil 4.67 SPI-12 (MPI 8.5) için Oluşturulan Kuraklık Şiddet-Alan-Frekans Eğrisi	429
Şekil 4.68 SPI-12 (MGM Geçmiş Dönem) için Oluşturulan Kuraklık Şiddet-Alan-Frekans Eğrisi	429
Şekil 4.69 50 Yıllık Dönüş Aralığı için Farklı Modellerin Grafiği.....	430
Şekil 4.70 100 Yıllık Dönüş Aralığı için Farklı Modellerin Grafiği.....	431

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AÇA	Avrupa Çevre Ajansı
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
BM	Birleşmiş Milletler
BTSB	Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CERFACS	Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée
CNRM-CM5.1	Centre National de Recherches Météorologiques Circulation Model
CORINE	Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DSİ	Devlet Su İşleri
HADGEM2	Hadley Centre Global Environment Model version 2
HBV	Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning
HES	Hidroelektrik Santrali
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ITU	İyi Tarım Uygulamaları
İKTM	T.C. İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü
KTB	T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MPI-ESM-MR	Max-Planck-Institute Earth System Model - Medium Resolution
NDVI	Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü Değişim İndeksi
NSE, NASH	Nash - Sutcliffe Efficiency - Nash - Sutcliffe İndeksi
OSİB	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı
PDSI	Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi
PNPI	Normalin Yüzdesi İndeksi
Q	Akım, Akış
RCP	Representative Concentration Pathways
RMSE	Root Mean Square Error - Ortalama Karekök Fark

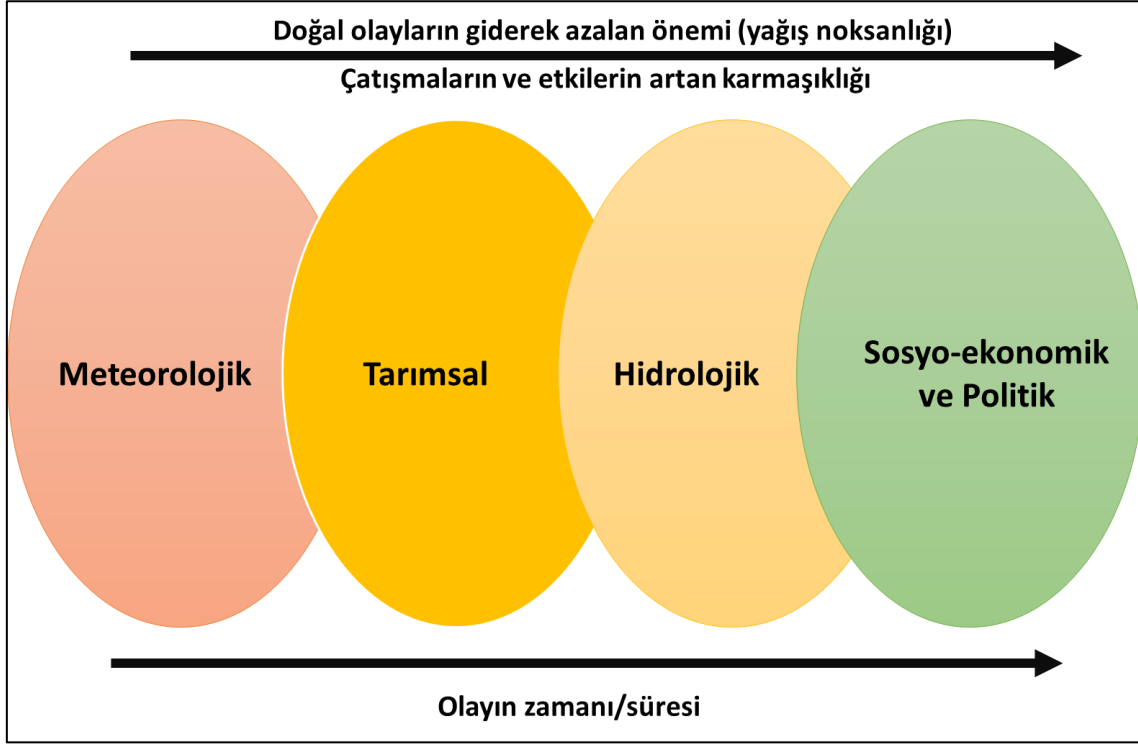
SKGİ	Su Kalite Gözlem İstasyonu
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SPEI	Standart Yağış Buharlaşma ve Terleme İndeksi
SPI	Standart Yağış İndeksi
SRI	Standart Akım İndeksi
SWAT	The Soil and Water Assessment Tool (Toprak ve Su Değerlendirme Aracı)
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
SYİ	Standart Yağış İndisi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WEI	Su Kullanım İndisi (Water Exploitation Index)
WEI+	Su Kullanım İndisi + (Water Exploitation Index +)
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
YAS	Yeraltı Suyu
YSKY	Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
YÜS	Yerüstü Suyu

1. GİRİŞ

Canlı ve cansız tüm bileşenleriyle yeryüzündeki yaşam suya bağlıdır. Bu nedenle tarih boyunca insanlar suyun döngüsünü anlamak istemiş ve hayatlarını daha kolay devam ettirebilmek amacıyla suyun davranışını tahmin etmeye çalışmışlardır. Ancak su döngüsündeki rastgele ve oldukça karmaşık davranış nedeniyle kuraklık en az anlaşılan doğal afet olarak görülebilir (Hagman, 1984). Bunun yanında dünyada etkili olan 31 çeşit doğal afet arasında kuraklık ilk sırada yer almaktadır (Bryant, 1993). Kuraklık olayının etkileri çok sayıda alanda görülür (Şen Z. , 1998). Bu geniş etki alanı ve insanlık üzerindeki büyük etkisi sebebiyle kuraklığın anlaşılması, yönetilmesi ve tahmin yöntemlerinin geliştirilmesi son derece önemlidir. Dünya genelindeki nüfus artışı ile birlikte tarım, enerji ve sanayi gibi suyla ilgili sektörlerdeki gelişmeler tüm dünyada su talebini artırmıştır. İklim değişikliği de son yıllarda sel ve kuraklıkta daha yüksek pikler gözlenmesine sebep olduğundan su kıtlığına katkıda bulunmuştur (Mishra ve Singh, 2010). Kuraklığın içme suyu, tarım ve sanayi gibi sektörler üzerindeki olumsuz etkileri kuraklık çalışmalarını daha da elzem kılmaktadır.

Kuraklığın tek bir tanımını yapmak oldukça zordur çünkü bu doğa olayı farklı alanları farklı şekilde etkilemektedir. Mühendisler, ekonomistler, ziraatçılar ve tüm su kullanıcıları, farklı bakış açılarına ve farklı çalışma koşullarına sahip olduklarından kendi kuraklık tanımlarını yapmışlardır (Yevjevich, 1967). Tanımlanması zor ve bakış açısına bağlı olmasına rağmen tüm kuraklık tanımlarının ortak özelliği normal koşullardan sapma miktarıyla ilişkilendirilmesidir. (Wilhite ve Glantz, 1985) bu bakış açılarından bağımsız evrensel bir kuraklık tanımı yapmak yerine incelenme alanına göre dört gruba ayrılacak alt tanımların daha faydalı olduğunu belirtmiştir. Bu dört kuraklık tipi **meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo-ekonomik** şeklinde sıralanır.

Meteorolojik kuraklık çoğunlukla yağışların uzun dönem ortalamalarından sapmasına odaklanırken, hidrolojik kuraklık yüzey veya yeraltı sularında görülen uzun dönem ortalamalarından sapmalar ile ilgilidir. Tarımsal kuraklık genellikle mahsul büyümesini etkileyen toprak nemi ile tanımlanır. Sosyo-ekonomik kuraklık, ekonomik malların arz ve talep ilişkisi ile ifade edilir. Meteorolojik kuraklık kavramı, daha çok nedenleri yansıtırken, diğerleri daha çok sonuçları açıklayıcıdır (Demuth ve Stahl, 2001). Bir yağış açığı yeterince uzun sürdüğünde, bu yağış açığından kaynaklanan meteorolojik kuraklık, sosyal ve ekonomik sonuçlar doğurabilir ve bir hidrolojik kuraklığa doğru ilerleyebilir (van Loon, 2015) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Kuraklığın Etkileri ve Sıralaması (Akbaş, 2014) (Wilhite ve Buchanan Smith, 2005) (NDMC, 2012))

Küresel iklim değişikliğinin etkileriyle birlikte Türkiye, 21. yüzyılın sonlarında kendi bölgesinde aşırı hava olaylarına en çok maruz kalacak ülkeler listesinde ilk sıralarda gösterilmektedir (Hallegatte, Lecocq ve Perthuis, 2011). İklim değişikliği senaryoları, ortalama sıcaklıklarda görülmesi beklenen birkaç derecelik artışın aşırı hava sıcaklıkları ve şiddetli yağışlarda birkaç kat artışa neden olacağını göstermektedir. Bununla birlikte küresel iklim değişikliğinin ülkemiz üzerindeki etkisi çöl iklimine benzer özelliklerde sıcak ve kuru bir iklimin hakimiyeti şeklinde ortaya çıkmaktadır (Kadıoğlu, 2012).

Mülga Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) iş birliği ile hazırlanan Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi raporuna (Kadıoğlu, 2012) göre, ülkemizin büyük çoğunluğu yarı kurak iklim şartlarının etkisi altındadır. Türkiye’de kurak ve yarı kurak alan miktarı 51 milyon hektardır. Yani, Türkiye’nin yaklaşık %37,3’ünde yarı kurak iklim şartları hüküm sürmektedir. Tarih boyunca bu topraklarda zaten sıklıkla görülen kuraklık afetinin, iklim değişikliğinin etkileri ile birlikte hem şiddet hem süre hem de sayı olarak artması beklenmektedir.

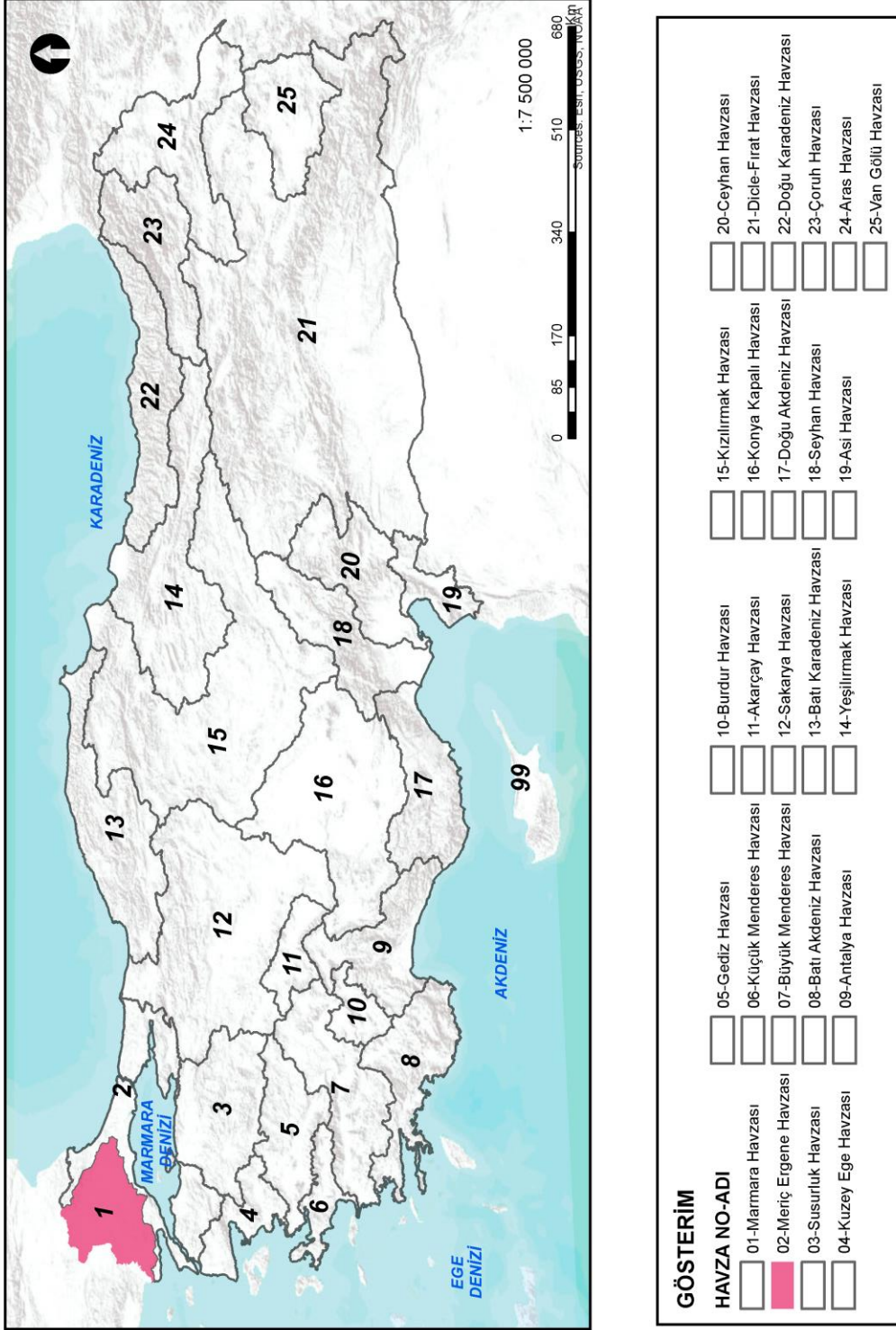
Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) tarafından Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) adına hazırlanan raporda, **kuraklık riski** “iklim arasındaki etkileşimi,

havzanın hidrolojik tepkisini ve buna maruz kalan insanların, ekosistemlerin ve ekonomilerin kırılganlığını yansıtan, insan ve doğal sistemin ortaya çıkan bir özelliği” olarak tanımlanmıştır ve kuraklık riskinin iki bileşeni kuraklık tehlikesinin meydana gelme olasılığı ve ilgili etkilerin büyüklüğü olarak belirtilmiştir (UNESCO ve WWF, 2016). Yine aynı raporda **Stratejik Kuraklık Risk Yönetimi** ise kuraklık risklerinin azaltılması, kontrol edilmesi, kabul edilmesi veya yeniden dağıtılması için kararların alınması, uygulanması ve gözden geçirme seçeneklerinin değerlendirilmesini amaçlayan, risk analizi ve değerlendirmesi içeren veri ve bilgi toplama süreci olarak tanımlanmaktadır. Su kaynakları yönetimi politikalarının ve stratejilerinin önemli bir parçası Kuraklık Risk Yönetimidir. Kuraklık riskinin yönetilmesinde ulusal kuraklık politikaları büyük önem taşımaktadır (Wilhite, Sivakumar ve Pulwarty, 2014).

İklim değişikliği neticesinde Türkiye genelinde daha fazla artması beklenen kuraklık olayları su kaynaklarımızın daha etkin bir şekilde planlanması ve geliştirilmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır (Kadıoğlu, 2012). Bu amaçla T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü bütüncül bir yaklaşımla, Kuraklık Yönetim Planları hazırlayarak muhtemel kuraklık riskleriyle karşılaşıldığında yaşanacak olan olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik olarak kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında alınacak tedbirlerin belirlenmesini amaçlamaktadır.

1.1. Yetki

Bu plan 10/07/2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan “Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi”nin Tarım ve Orman Bakanlığının görev ve teşkilatının tanımlandığı on dördüncü bölümde yer alan 421. maddeye dayanılarak hazırlanmıştır.



Şekil 1.2 Türkiye üzerinde Meriç-Ergene Havzası

1.2. Maksat

Kuraklık Türkiye coğrafyası için yaygın bir afet riski oluşturmaktadır. Meriç-Ergene Havzası da sahip olduğu ekonomik ve doğal önemi gereği bu riskten fazlasıyla etkilenebilecek havzalar arasında yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı; havza sınırları esas alınarak Türkiye'nin 25 nehir havzasından biri olan Meriç-Ergene Havzası için "Kuraklık Yönetim Planı"nın hazırlanmasıdır.

1.3. Kapsam

Meriç-Ergene Havzası Kuraklık Yönetim Planı ile muhtemel kuraklık riskleriyle karşılaşıldığında yaşanacak olan olumsuz etkilerin azaltılması, su kıtlığında alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi ve mümkün olan en kısa sürede kuraklık problemlerinin çözümüne yönelik olarak kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında alınacak tedbirlerin belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda Meriç-Ergene Havzası'nın su bütçesi ve kuraklığa karşı hassasiyeti göz önünde bulundurularak, entegre havza yönetimi yaklaşımı ile kuraklığın ve su kıtlığının üretim kaynaklarına ve sosyoekonomik hayata olumsuz etkilerinin azaltılması, havzadaki kısıtlı su kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması için kuraklık ve su kıtlığı indikatörlerinin ve eşik değerlerinin belirlendiği, buna göre kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında yapılacak çalışmalar ve alınması gereken tedbirlerin ortaya konduğu bir kuraklık yönetim planı oluşturulacaktır.

Bu çalışma kapsamında, yaşanması muhtemel kuraklık sebebiyle meydana gelecek havza yüzey suyu ve yeraltı suyu bütçesindeki değişime bağlı olarak içme kullanma suyunun, tarımsal sulamanın, sanayinin ve ekosistemin ne şekilde etkileneceği belirlenerek alınması gereken tedbirler ortaya konulacaktır.

Meriç-Ergene Havzası Kuraklık Yönetim Planının Hazırlanması Projesi işi kapsamında gerçekleştirilecek çalışmalar şunlardır:

1. Kuraklığın derecelerini (düşük, orta ve şiddetli kuraklık) belirlemek için ulusal ve uluslararası platformda kullanılan indis/indisler ve indikatörler değerlendirilerek havza şartlarına uygun olanların belirlenmesi.
2. Havza şartlarında kullanılması uygun olan kuraklık indisleri kullanılarak havzaya ait kuraklık analizinin yapılması, havzanın kuraklık hassasiyetinin belirlenmesi.
3. Kuraklık şartlarında havzadaki kısıtlı su kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması için havza su bütçesi, iklim değişikliği projeksiyonları, nüfus projeksiyonları, planlanan içme suyu, sanayi, tarım ve turizm yatırımları dikkate alınarak gelecekteki su bütçesindeki değişimin tespit edilmesi.
4. Üretim payı/ekonomik değeri yüksek ve havza için önemli olan sektörler için kuraklık etkilenebilirlik analizinin gerçekleştirilmesi.

5. Sektörel su ihtiyacının ve kuraklık zafiyeti yüksek sektörlerin belirlenerek bu sektörlerin uyum kapasitelerinin ve yaşanması muhtemel kuraklıkların üzerlerinde oluşturacağı potansiyel risklerin tüm alt havzalar için ayrı ayrı tespit edilmesi.
6. Kuraklık durum tespitlerinin yapılmasının ardından, olası kuraklık durumlarının havzada oluşturduğu ve oluşturacağı ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerin belirlenmesi.
7. Havzada tespit edilen kuraklık ve su kıtlığı kaynaklı sorunlar ve etkilerinin çözüm önerileriyle beraber belirtilmesi.
8. İlgili projeksiyonlar (iklim, nüfus, vb.) dikkate alınarak, kuraklık ve su kıtlığının etkilerini azaltmak veya önlemek için; kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında suyun optimum kullanımını ve tasarrufunu sağlayacak, çevresel hedefleri de dikkate alan tedbirlerin belirlenerek eylem planı hazırlanması.
9. Elde edilen veriler yardımıyla, havzada yaşanması muhtemel kurak dönemlerde yapılması gereken çalışmaların ve kuraklık göstergelerinin (Normal Durum, Ön Alarm Durumu, Alarm Durumu ve Acil Durum) yer aldığı Acil Durum Eylem Planı hazırlanması.
10. Sektörel analiz sonuçları göz önüne alınarak, suyun mevcut şartlarda ve değişik derecelerdeki kuraklık ve su kıtlığı şartlarında sürdürülebilir kullanımı hususunda önerilerde bulunulması.
11. Atıksuyun yeniden kullanımı hususu analiz edilerek kuraklık yönetimine etkileri ortaya konması.
12. CBS ortamında katmanlar şeklinde, havzaya ait meteorolojik, tarımsal, hidrolojik kuraklık haritalarının hazırlanması.
13. Kurumsal ve yasal çerçeve göz önüne alınarak, belirlenen tedbirleri uygulayacak ve denetleyecek model yönetim şekli ortaya konması.
14. Proje kapsamında elde edilen çıktıların gösterildiği web-tabanlı Meriç-Ergene Havzası kuraklık veri tabanı hazırlanması.

1.4. Temel İlkeler

Kuraklık yönetiminin ilkeleri:

- Sürdürülebilir bir kuraklık yönetimi için havza bazında yapılacak çoklu tedbirleri içeren çalışmaların bir plan ve program çerçevesinde entegre bir yaklaşımla ele alınması,
- Kuraklığın vermiş olduğu zararları azaltmak için yapısal olan ve yapısal olmayan tedbirlerin alınması,
- Kurak dönemde zarar görme riskini azaltmak amacıyla suyun akılcı ve ekonomik olmayan kullanımını engelleyici stratejiler ile kuraklığın etkilerinin kontrol edilmesi ve azaltılması,
- Kuraklığın havza/alt havza ölçeğinde izlenmesinin sağlanması,
- Kuraklık yönetiminde kurumsal sorumluluklar ve düzenlemeler dahilinde sorumlu kuruluşların kuraklık öncesi, esnası ve sonrasında koordineli bir şekilde birlikte çalışmasıdır.

1.5. Sorumluluk

Bu yönetim planı, 10/07/2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan “Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi”nin Tarım ve Orman Bakanlığının görev ve teşkilatının tanımlandığı on dördüncü bölümde yer alan 421. maddeye dayanılarak hazırlanmıştır.

1.6. Hedefler

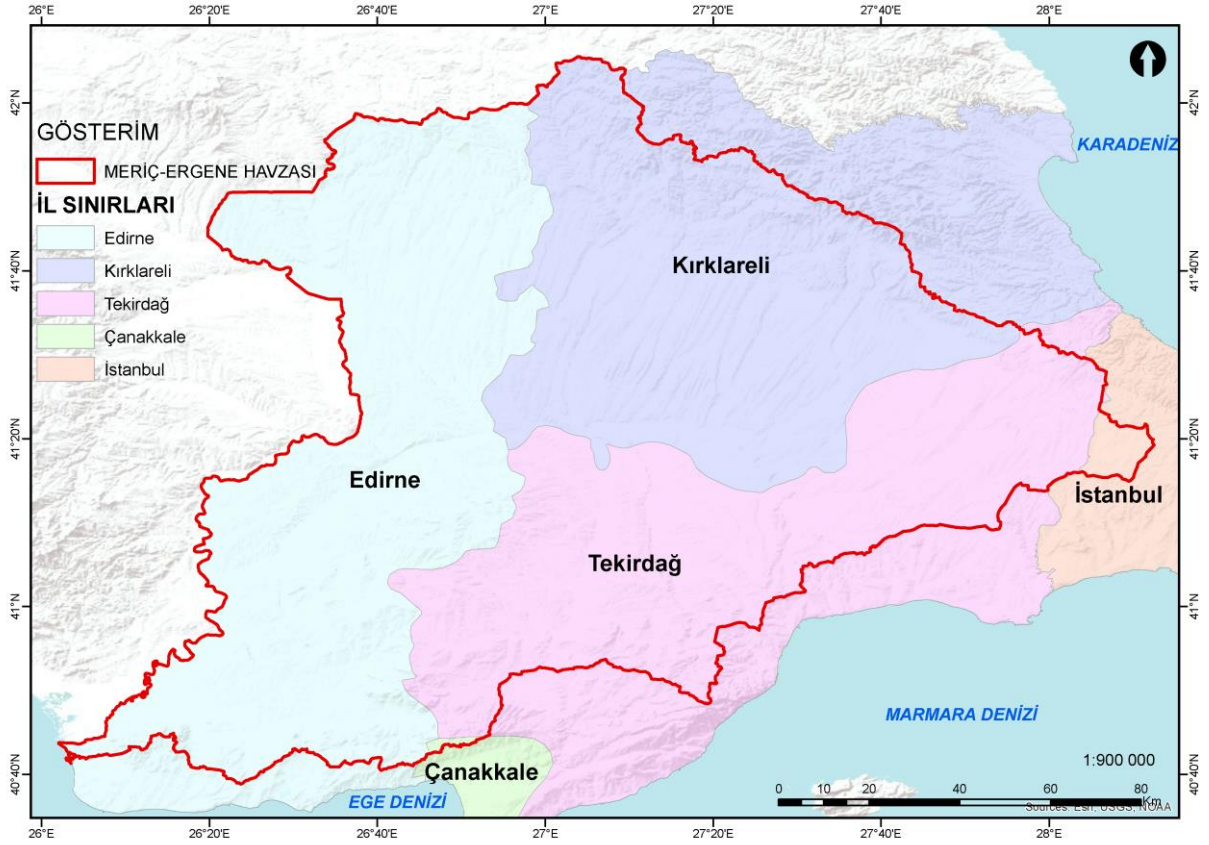
Bu yönetim planının hedefleri:

- Muhtemel kuraklık riskleriyle karşılaşıldığında yaşanacak olan olumsuz etkilerin azaltılması, kuraklık problemlerinin çözüme kavuşturulması,
- Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların izlenmesi ve değerlendirilmesinin belli periyotlarda yapılabilmesi için bir sistematığın ortaya konması,
- Kuraklık yönetiminde kapasite geliştirilmesi, koordinasyonun ve iş birliğinin sağlanması,
- Kuraklığın etkin yönetiminin sağlanması,
- Meriç-Ergene Havzası’nda kuraklık farkındalığının arttırılması,
- İklim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve uyum stratejilerinin geliştirilmesidir.

2. KURAKLIK YÖNETİM PLANI UYGULAMA ALANI

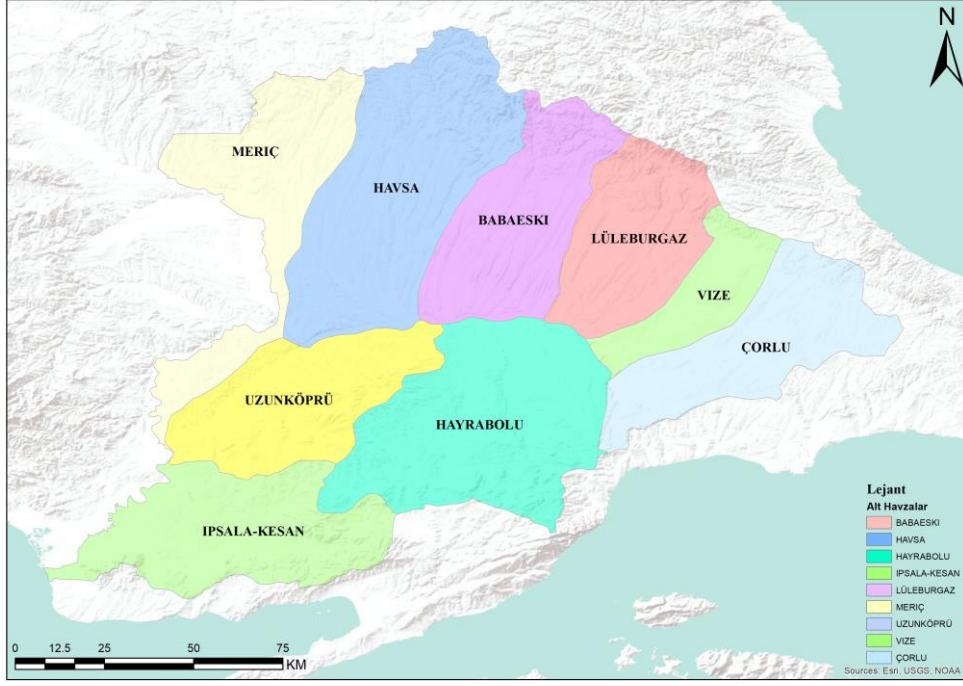
2.1. Meriç-Ergene Havzası

Meriç-Ergene Havzası Türkiye'nin en kuzeybatısında, Trakya'da yer alan, doğuda İstanbul, batıda Bulgaristan ve Yunanistan ülke sınırları ile çevrili havzasıdır. Havza'nın kuzey-batı sınırı aynı zamanda Türkiye-Bulgaristan ve Türkiye-Yunanistan arasındaki uluslararası sınırlardır. Havzanın güneyinde ise Marmara Havzası bulunmaktadır. Havza içinde tamamen veya kısmen bulunan iller Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, İstanbul ve Çanakkale'dir (Şekil 2.1). Havza yeryüzü şekilleri bakımından platolar, ovalar ve dağlarla kaplıdır ancak genel olarak çok yüksek dağlar bulunmamaktadır. Istranca Dağları ve Meriç Deltası havzanın belirleyici yüzey şekilleridir.



Şekil 2.1 Meriç-Ergene Havzası Sınırları İçinde Kalan İller

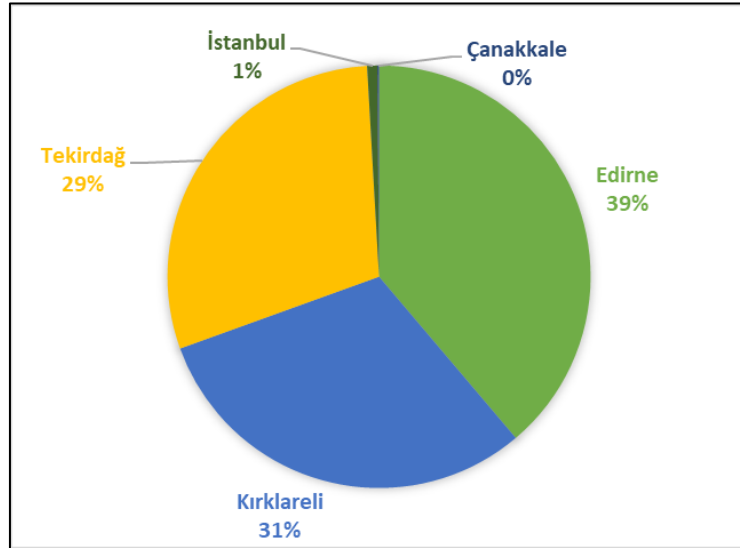
Meriç-Ergene Havzası Kuraklık Yönetim Planı çalışması kapsamında, Şekil 2.2 üzerinde görüldüğü gibi Meriç Ergene Havzası'nda hidrolojik su ayırım çizgileri esas alınarak Çorlu Alt Havzası, Vize Alt Havzası, Lüleburgaz Alt Havzası, Hayrabolu Alt Havzası, Babaeski Alt Havzası, Havsa Alt Havzası, Uzunköprü Alt Havzası, İpsala – Keşan Alt Havzası ve Meriç Alt Havzası olarak toplam 9 alt havza yer almaktadır.



Şekil 2.2 Meriç-Ergene Havzası Alt Havzalar Haritası

2.1.1. Yerleşim Yerleri

Havza sınırlarıyla alanı kesişen 5 il bulunmaktadır. Bunlar Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, İstanbul ve Çanakkale'dir. Alansal olarak havzanın %39'unu Edirne, %31'ini Kırklareli, %29'unu Tekirdağ ve toplamda %1'e yakın bir kısmını İstanbul ve Çanakkale oluşturmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Havzayı Oluşturan İllerin Alansal Dağılımları

Tablo 2.1 Havzada Yer Alan İller ve Havza İçindeki Alanları

İl Adı	Toplam Alan (km ²)	İlin Havza İçindeki Alanı (km ²)	İl Alanının Havzaya Giren Kısmı (%)	Havzanın İllere Göre Dağılımı (%)
Edirne	6.170,5	5.620,0	91,1	38,8
Kırklareli	6.387,8	4.440,7	69,5	30,7
Tekirdağ	6.200,8	4.287,9	69,2	29,6
İstanbul	5.441,6	113,7	2,1	0,8
Çanakkale	9.824,3	17,6	0,2	0,1

Havza içine dahil olan illerden hiçbirinin tamamı havza sınırları içinde değildir. Edirne'nin alansal olarak %91'i ve Kırklareli'nin %69,5'i, Tekirdağ'ın %69'u havza sınırları dahilindedir. Çanakkale ili alanının %0,1'i, İstanbul'un ise %0,8'i havzada yer almaktadır (Tablo 2.1). Havza çok büyük oranda Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'dan meydana gelmektedir.

Havzada yer alan 5 ilin hangi ilçelerinin havzada yer aldığı ve havza içinde kalan alanları Tablo 2.2 ile sunulmaktadır. Buna göre 5 ilden toplam 27 ilçe havza alanına dahil olmaktadır.

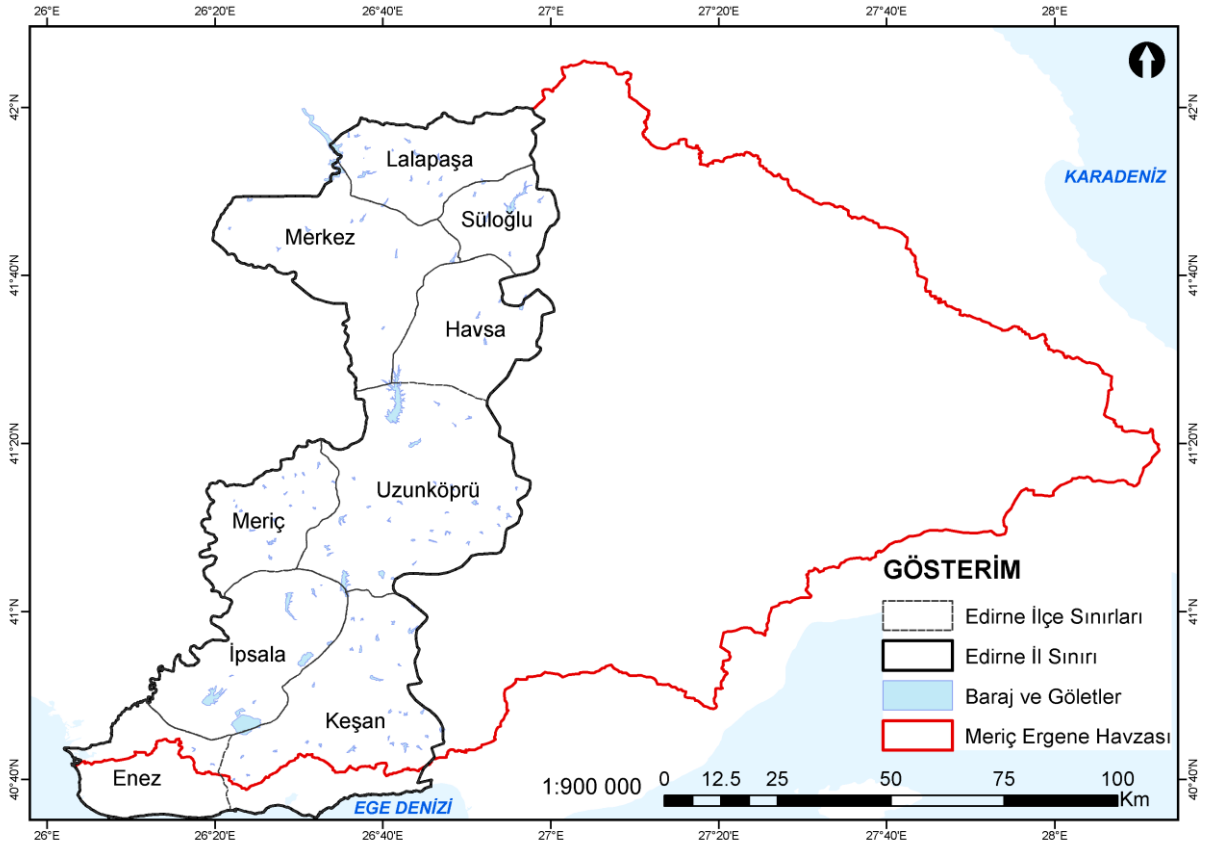
Tablo 2.2 Havza İçinde Yer Alan İlçeler ve Havza İçindeki Yüzdeleri

İl	İlçe	İlçenin Havza İçindeki Alanı (m ²)	İlçenin havza içinde kalan alan yüzdesi
Edirne	Uzunköprü	1.189.976.365	100%
Edirne	Merkez	874.034.505	100%
Edirne	Keşan	853.239.387	78%
Edirne	İpsala	718.370.243	100%
Edirne	Lalapaşa	533.440.089	100%
Edirne	Havsa	532.276.477	100%
Edirne	Meriç	449.615.445	100%
Edirne	Süloğlu	299.325.026	100%
Edirne	Enez	169.722.612	36%
Kırklareli	Merkez	1.337.534.763	100%
Kırklareli	Lüleburgaz	992.217.156	100%
Kırklareli	Babaeski	680.975.355	100%
Kırklareli	Pınarhisar	526.308.480	95%
Kırklareli	Vize	452.560.777	45%
Kırklareli	Koçaz	335.940.094	62%
Kırklareli	Pehlivan köyü	115.188.077	100%
Tekirdağ	Hayrabolu	1.005.843.579	100%
Tekirdağ	Malkara	898.806.529	73%

Tekirdağ	Merkez	638.806.046	73%
Tekirdağ	Saray	577.129.316	85%
Tekirdağ	Çorlu	515.379.593	57%
Tekirdağ	Muratlı	381.352.626	96%
Tekirdağ	Çerkezköy	263.499.593	100%
Tekirdağ	Şarköy	7.095.817	1%
İstanbul	Silivri	77.887.614	9%
İstanbul	Çatalca	35.768.407	3%
Çanakkale	Gelibolu	17.559.323	2%

2.1.1.1. Edirne

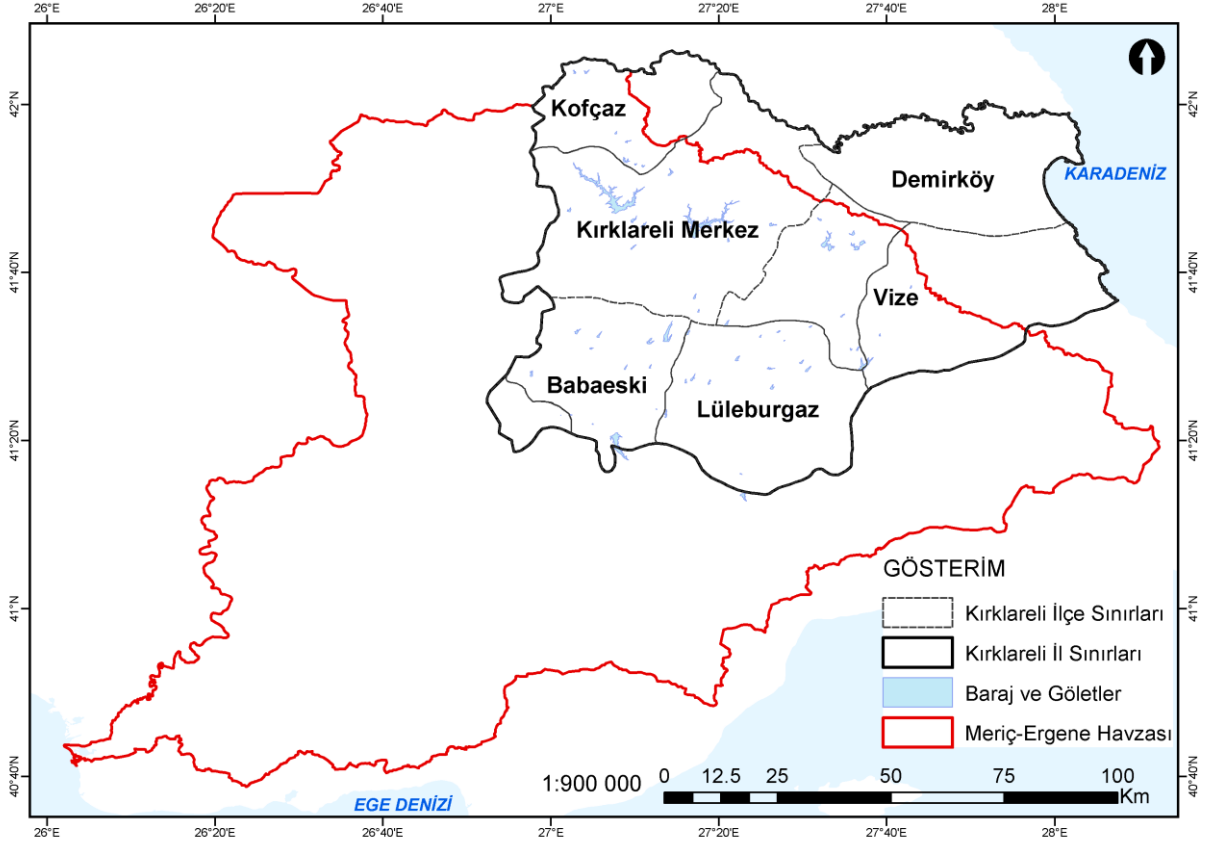
Edirne, Türkiye'nin kuzeybatısında, Trakya kesiminde yer alan, doğuda Kırklareli ve Tekirdağ, güneyde Çanakkale, batıda Yunanistan ve kuzeyde Bulgaristan ile komşu olan ildir (Şekil 2.4). İli %91,1'i havzada yer almakta ve il havzının 38,8'ini oluşturmaktadır (Tablo 2.1).



Şekil 2.4 Edirne İli Haritası

2.1.1.2. Kırklareli

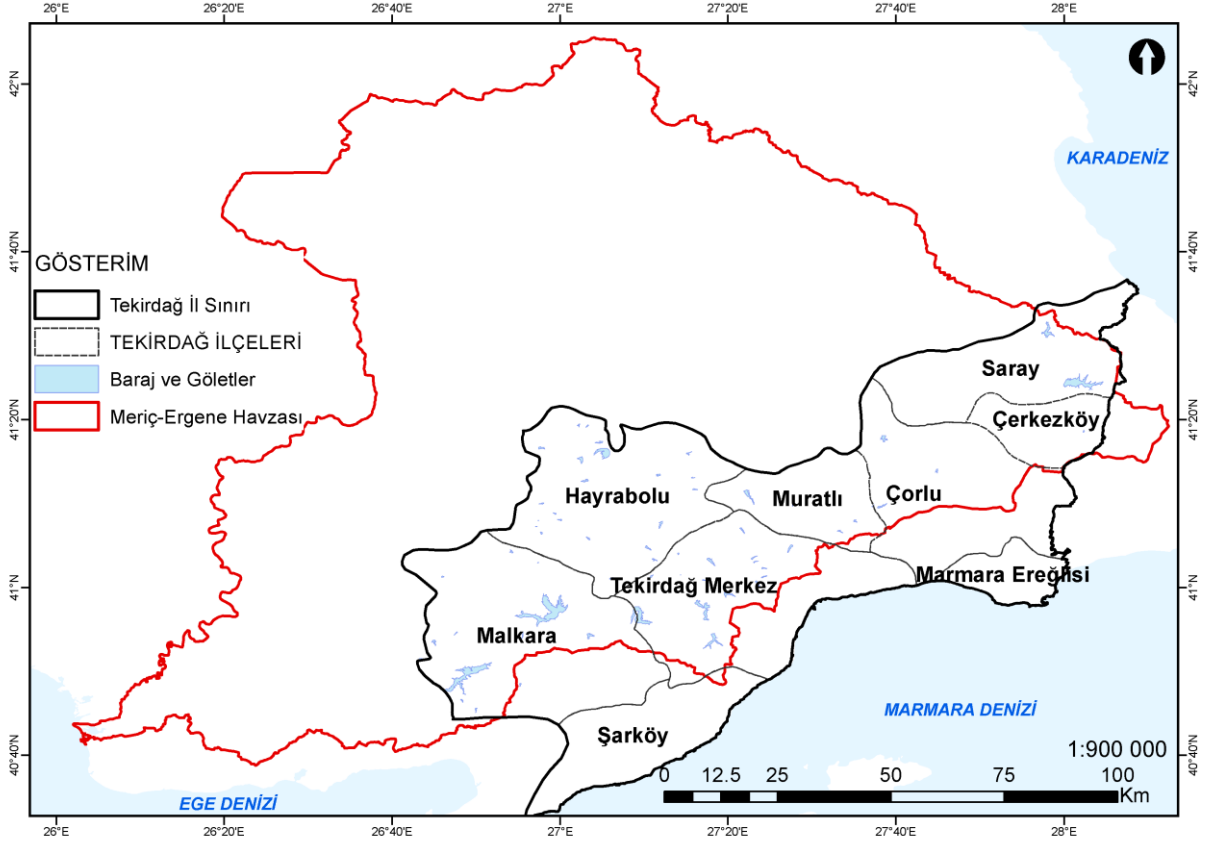
Kırklareli, Türkiye'nin Kuzeybatısında yer alan, Karadeniz'e kıyısı ve Bulgaristan'a sınırı olan şehridir. Tekirdağ ve Edirne'ye komşudur. İlin havzaya giren kısmı kuzeydoğusu ve Karadeniz kıyı bölümüdür (Şekil 2.5). Kırklareli'nin alansal olarak %30,4'ü havzada bulunurken, havza alanının %8,4'ünü oluşturmaktadır.



Şekil 2.5 Kırklareli İli Haritası

2.1.1.3. Tekirdağ

Tekirdağ, Marmara Denizi'nin kuzeybatısı boyunca uzanan, İstanbul, Çanakkale, Edirne ve Kırklareli ile komşu olan ve Karadeniz'e kısa bir kıyısı olan bir ildir (Şekil 2.6). İlin %30,8'i havzaya girmekte ve havzanın %8,3'ünü oluşturmaktadır.

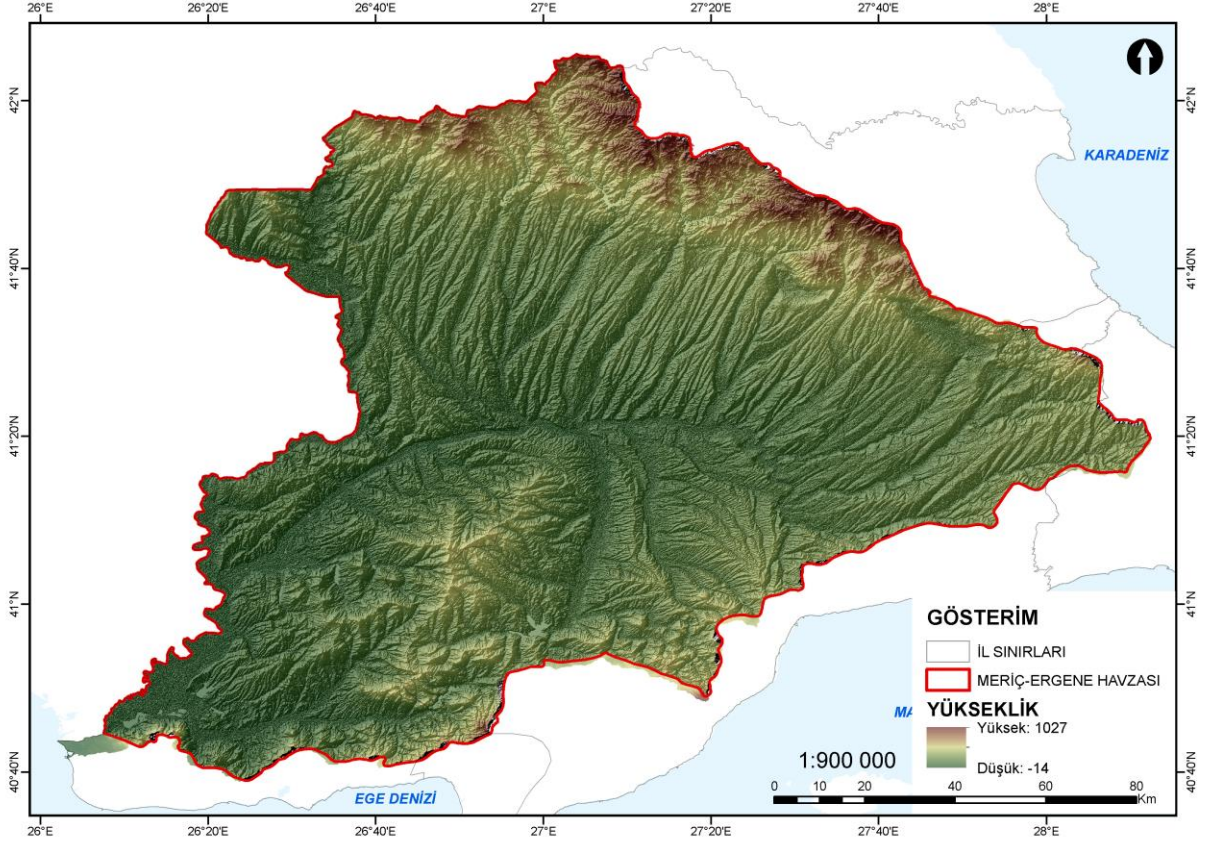


Şekil 2.6 Tekirdağ İli Haritası

2.1.2. Coğrafi ve Topografik Durum

Meriç-Ergene Havzası'nın da yer aldığı Marmara Bölgesi Türkiye'nin yükseltisi en az olan bölgesidir. Ergene Nehri ve Ergene ovası, kollarının taşıdığı alüvyonlarla meydana gelen ovalar ile çevresinde plato ve yer yer dağlarla kaplıdır. Genel olarak çok yüksek olmayan havzanın kuzeydoğusu havzanın en yüksek bölümüdür (Şekil 2.7). Havza'da tarım arazileri çoğunluktadır. Özellikle Edirne ilinde tarım alanlarının kapladığı alan Türkiye ortalamasının çok üzerindedir.

Ergene Havzası'nın doğu-batı uzunluğu yaklaşık 160 km, kuzey-güney uzunluğu yaklaşık 140 km olup, Havza toplam alanı 14.486 km²'dir. (DSİ, 2018).



Şekil 2.7 Meriç-Ergene Havzası Fiziki Haritası

2.1.2.1. Dağlar

Meriç-Ergene Havzası'nın en önemli dağları Istranca (Yıldız) Dağları ve Kuru Dağları'dır. Bunlar haricinde yükseltisi az olan Çandır Dağları ve Uzunköprü Dağları da havza içindedir.

Istranca Dağları havzanın kuzeydoğusunda Karadeniz kıyısı boyunca Bulgaristan sınırına doğru uzanır ve İstanbul- Bulgaristan arasında yaklaşık 150 km uzunluğunca devam etmektedir. Istranca Dağları en yüksek yeri olan Kırklareli ile Demirköy arasında, Mahya Dağı olarak isimlendirilen zirvede bile yaklaşık 1.000 m civarındadır. Yıldız Dağları'ndan gelen suların Ergene'ye ulaşan kolları dağların parçalı görünümünü oluşturur.

Kuru Dağları, havzanın güneybatısında Saroz Körfezi'ne doğru sokulan dağlardır. Ergene Havzası'nın yükseltisi 150-200 m'yi geçmeyen güney bölümünü bu dağlar sonlandırır. En yüksek noktası Yerli Su Tepe'dir ve 725 m civarındadır. Dağların Saros Körfezi'ne bakan yönü dik yamaçlarla kaplıdır.

2.1.2.2. Ovalar

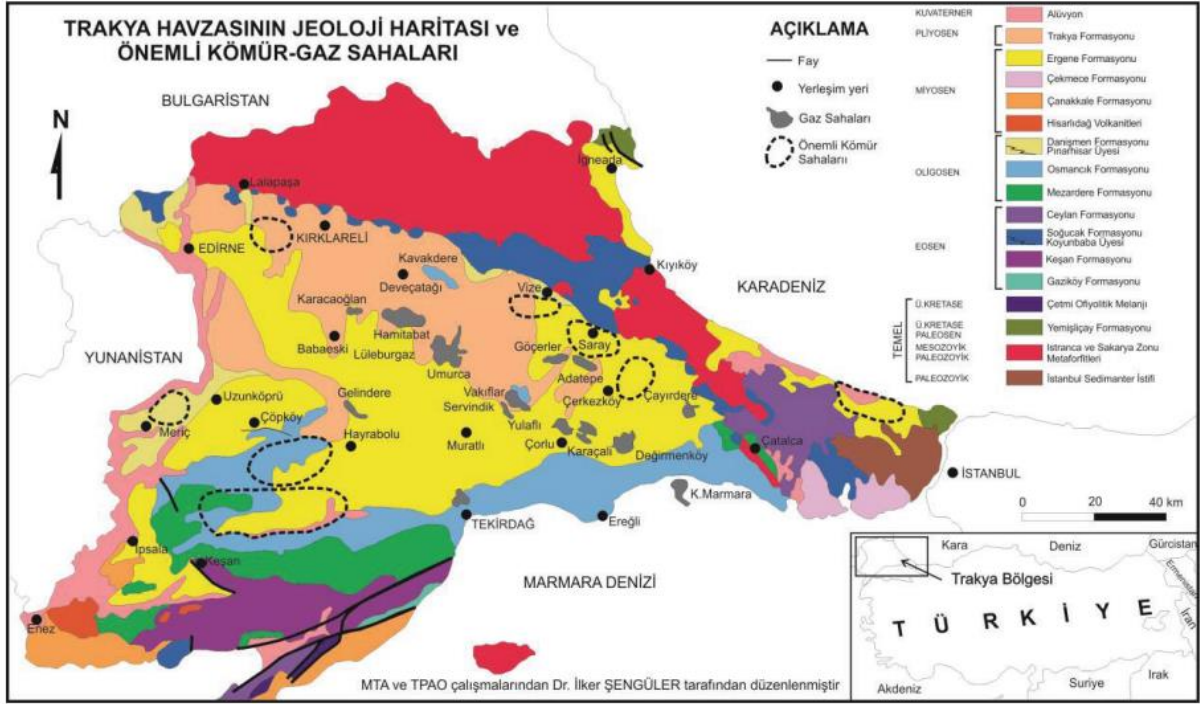
Meriç Ergene Havzası'nda bulunan önemli ovalar Ergene Ovası, İpsala Ovası, Tunca Ovası'dır.

Ergene Ovası, denizden yüksekliği yaklaşık 25 m civarında olan, Çerkezköy'den başlayarak batı yönünde Ergene yatağı boyunca giderek genişleyen ve Ergene Vadisi'nin tümünü Uzunköprü ve Meriç ilçe topraklarının ise bir bölümünü kaplayan çok verimli bir ovadır.

İpsala Ovası, Meriç Vadisi'ni kaplayarak Enez'e dek uzanan ve alüvyal toprakların yoğunlukta olduğu bir ovadır. Tarıma elverişli verimli bir ovadır.

2.1.3. Genel Jeoloji

Meriç-Ergene Havzası Master Plan Raporu (DSİ, 2018) kapsamında yapılan incelemeye göre, Edirne İlinin jeolojik yapısını tersiyer ve kuvarterner yaşlı birimler oluşturmaktadır. Bunlar yaşlıdan gence doğru Oligosene ait Yenimuhacir Formasyonu, Üst Oligosen devrine ait Danişment Formasyonu, Pliyosene ait Ergene Formasyonu ve Kuvarternere ait Genç Çökeller yani Alüvyonlar olarak sıralanırlar. Tekirdağ İlinde jeolojik yapı gençtir. Tekirdağ'da kuzeydoğuda Palezoik yaşlı metamorfikler, güneydoğuda ise Üst Kretase yaşlı Yeniköy Karışığı yüzeylenmektedir. Bu temel kayalar üzerine Orta Eosenden günümüze değin benzer özellikler sunan çökel kayalar yüzeylenmektedir. Kırklareli arazileri, genel olarak paleozoik ve IV mesozoik döneme ait Yıldız Masifi'nin çekirdek ve örtü kayaları ile tersiyere ait sedimanter, metamorfik, magmatik kayalardan oluşmuştur. Ergene yöresinde ise eosen kireçtaşları dik bir yamaç meydana getirir. Bu yamacın eteğinde suyu bol kaynaklar, önünde ise miosen ve pliosen killi, kumlu, kireçli Mermer kristalize kalker ve dolomit dolgu katmanları yer yer alüvyonlarla örtülüdür (DSİ, 2018).



Şekil 2.8 Trakya Havzasının Jeoloji Haritası ve Önemli Kömür-Gaz Sahaları (MTA ve TPAO Çalışmalarından Dr. İlker Şengüler tarafından düzenlenmiştir)

2.1.4. Toprak Yapısı ve Türleri

Toprak yapısı, toprakların en önemli fiziksel özelliklerinden biridir. Toprak struktürünü; Primer toprak taneciklerinin, sekonder parçacıklar halinde belli modeller içerisinde dizilip gruplaşmaları, şeklinde tarif etmek mümkündür. Agregal struktürün oluşumunda (Agregasyonda) etkili olan birçok maddeler ve faktörler vardır. Bunlar; 1) Kimyasal ve Fiziko-Kimyasal, 2) Biyolojik, 3) Fiziksel ve 4) İklimsel, esaslara dayanmaktadır. İklimsel etkenler, agregasyondaki etkileri yönünden Fiziko-Kimyasal etkenler arasındadır (Bahtiyar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Struktürü, Oluşumu ve Önemi Ders Notu, b.t.).

Büyük Toprak Grupları (BTG), Büyük Toprak Grupları ve Toprak Özellikleri Kombinasyonları: Eğim-Derinlik (EDK), Drenaj-Bünye (DBK), Drenaj-Tuz-Alkali (DTABK), Eğim-Bünye-Derinlik Kombinasyonu (EBDK), Tuz-Alkali ve Bünye (TABK) ile Bünye ve Birimler (BBK); Diğer Toprak Özellikleri (DTO), Su ve Rüzgar Erozyon Dereceleri (ERZ), Arazi Kullanım Kabiliyetleri (AKK), Arazi Kullanım Kabiliyeti Alt Sınıfı (ATS), Arazi Eğimleri (EGM) ve Arazi Derinlikleri (DER) ile Şimdiki Arazi Kullanımı (SAK) haritaları incelenmiş ve analizlerde gerekli görülenler dikkate alınmıştır.

2.1.4.1. Toprak Etüdü ve Haritalama Çalışmaları

İlk olarak 1950 yılında 1:1 000000 ölçekli istikşafi düzeyde ülkenin tümünde, toprak rengi esas alınarak ülke toprakları on bir sınıfa ayrılarak “Türkiye Topraklarının Toprak Sınıflaması” çalışması hazırlanmıştır.

1: 800000 ölçekli Türkiye Umumi Toprak Haritası, 1952-1954 yılları arasından Harvey Oakes ve Türk uzmanlar tarafından tamamlanmıştır.

1966 – 1971 yılları arasında 1: 25000 ve 1: 100000 ölçekli Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası her il için “İl Arazi Varlığı” adı altında TOPRAKSU uzmanları tarafından hazırlanmıştır.

Meriç Ergene Havzası’ndaki arazi varlığı ve buna bağlı olarak özellikle tarım yapılan alanlardaki toprak yapısı değerlendirilmiştir. TOPRAKSU kurumu tarafından 1966-1971 yılları arasında yapılan toprak etütleri verileri kullanılmıştır. 1982-1984 yılları arasında Mülga (kapatılarak İl Özel İdaresi bünyesine katılmış) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli toprak haritalarının günümüz teknolojisine uyum sağlaması amacıyla sayısallaştırılması ile oluşturulan Ulusal Toprak Veri Tabanı hazırlanmıştır.

Bu rapor kapsamında, Ulusal Toprak Veri Tabanı’nda bulunan Büyük Toprak Grupları (BTG) veritabanı esas alınarak haritalandırılmıştır.

2.1.4.2. Büyük Toprak Grupları (BTG)

Büyük Toprak Grupları tanımlaması ilk olarak Baldwin, Kellogg ve Thorp, 1938 yılında Sıbrtsev’in zonal toprak sınıflandırma kavramını dikkate alarak yeni bir toprak sınıflandırma sistemi geliştirmişler; zonal, intrazonal, azonal topraklara ait kategorilerini oluşturmuşlardır. Söz konusu bu yeni sistem 1938’de ABD’nin tarım yıllığında yayınlanmıştır. 1938 Amerikan toprak sınıflandırma sistemi olarak isimlendirilen ve 1949 yılında gözden geçirilerek yeni büyük toprak grupları sınıflandırılmasına katılan bu sistem hali hazırda dünyanın birçok bölgesinde yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Büyük toprak gruplarıyla çalışırken göz önünde bulundurulacak konular: İklim yağış, Bitki örtüsü, Ana materyal, Toprak oluşumunu sağlayan olaylar ve sonuçları, Profil özellikleri, Horizonların sembolleri ve kalınlıkları, Horizonlarda: Kalınlık, renk, tekstür, strüktür, organik madde yüzdesi, baz doygunluğu, pH, kireç birikme zonu, jips, diğer tuz birikme zonları ve özellikleri, vb., Doğal verimlilikler ve yayıldıkları alanlar (Bayramin, Toprak Oluşumu, Sınıflandırma ve Haritalama, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, b.t.).

Türkiye, toprak tipleri yönünden oldukça zengindir. Türkiye’de topraklar genel olarak zonal, azonal ve intrazonal topraklar olmak üzere üç ana grupta ele alınır. Zonal topraklar iklim ve bitki örtüsüne bağlı olarak zonlaşma gösterecek şekilde yayılırlar. İntrazonal topraklar anakaya yapısına, jeomorfolojik şartlara ve drenaja bağlı olarak oluşurlar. Azonal topraklar ise horizonlaşma göstermeyen dış etkenler ile taşınmış alüvyon, kil ve moren depoları gibi dolgu maddelerinden meydana gelmiş topraklardır.

Türkiye’de haritalanmış büyük toprak gruplarının kapladıkları alanlar incelendiğinde; en geniş yayılışa kahverengi orman toprakları sahiptir. Bu toprakların toplamdaki payı %20’nin biraz üzerindedir (%20,73). Kahverengi orman topraklarını, kahverengi topraklar ile kireçsiz kahverengi orman toprakları %15’e yakın paylarıyla izlemektedir (sırasıyla %14,57 ve %14,04). Kestane rengi toprakların payı ise %10’a yakındır (%9,38). Toplamdaki payları %5 dolayında olan topraklar kırmızımsı kahverengi topraklar (%6,50), kireçsiz kahverengi topraklar (%6,22), alüvyal topraklar (%6,34), litosoller (%4,66) ve kolüvyal topraklar (%4,0) iken, diğer toprakların payı daha azdır. Büyük Toprak Gruplarını tanımlayan toprakların öznitelikleri Tablo 2.3 ile sunulmaktadır.

Tablo 2.3 Büyük Toprak Gruplarını Tanımlayan Toprakların Öznitelik Tablosu

Sembol	Büyük Toprak Grubu	Sembol	Büyük Toprak Grubu
A	Alüvyal Topraklar	T	Kırmızı Akdeniz Toprakları
CE	Kestane Rengi Topraklar	U	Kireçsiz Kahverengi Topraklar
E	Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	V	Vertisoller
F	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	O	Organik Topraklar
H	Hidromorfik Topraklar	C	Tuzlu-Alkali ve Tuzlu-Alkali Karışığı Toprakları
K	Kolüvyal Topraklar	Y	Yüksek Dağ Çayır Topraklar
L	Regoseller	X	Bazaltik Topraklar
M	Kahverengi Orman Toprakları	Z	Sierozemler
N	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	B	Kahverengi Topraklar

P	Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar	D	Kırmızımsız Kestane rengi Topraklar
R	Rendzinalar	G	Gri Kahverengi Podzolik Topraklar
S	Alüvyal Sahil Topraklar		

Bu bilgilere DSİ tarafından yapılan gölet ve barajlar ile yerleşim alanları ayrı bir kategoride incelenerek ilave edilmiştir. Meriç Ergene Havzası'nda en geniş yer kaplayan toprak grubu %33,07 ile "Kireçsiz Kahverengi Topraklar"dır. ABC profilli topraklardır. Doğal bitki örtüsü ot, ot-çalı karışımıdır. A1 horizonu kahverengi veya grimsi kahverengi 10-15 cm kalınlığında ve granüler yapıdadır. B horizonu açık kahverenginden koyu kahverengine değişir ve kaba yuvarlak köşeli blok yapıdadır. Kireçsiz Kahverengi Toprakları Profillerin resimleri Şekil 2.9 ile verilmektedir.

Meriç Ergene Havzası içerisine giren illerin, shp (shapefile) formatındaki vektör verileri birleştirilerek havza bazında kesilmiş veri tabanına entegre edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Meriç Ergene Havzası'nda büyük toprak grupları kategorilerine giren alanların

Tablo 2.4 ile verilmiştir.



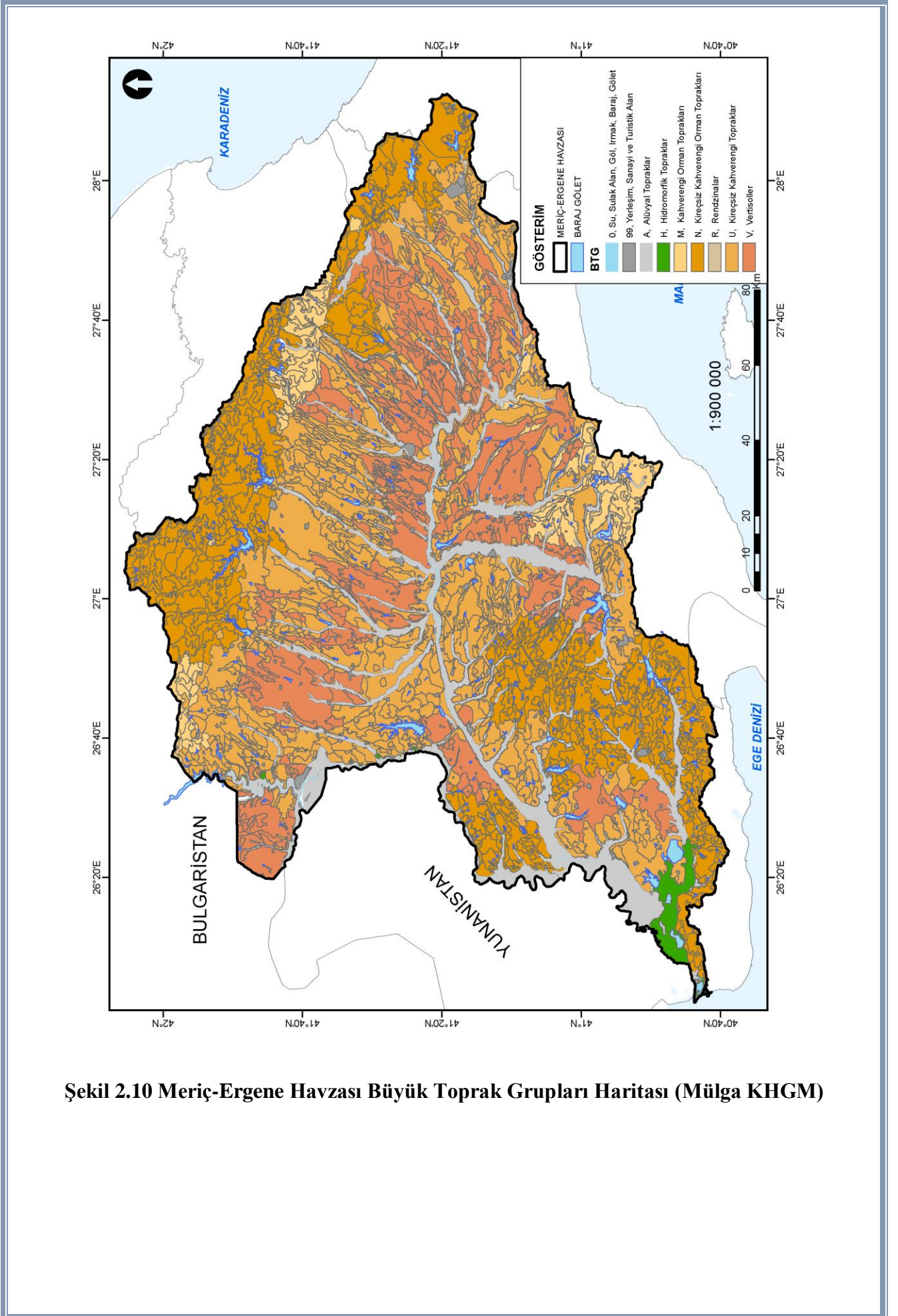
Şekil 2.9 Kahverengi Toprak Profilleri (Ankara Üni. Ziraat Fak. Toprak Bilimi Ders Notları)

Tablo 2.4 Meriç Ergene Havzası Büyük Toprak (BTG) Kategorileri Tablosu

MERİÇ ERGENE HAVZASI BÜYÜK TOPRAK GRUBU			
Kısaltma	Sembol		Alan (ha)
Kireçsiz Kahverengi Topraklar	U	479 332.54	33.07
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	N	382 639.96	26.40

Vertisoller	V	308 333.39	21.27
Alüvyal Topraklar	A	152 663.57	10.53
Kahverengi Orman Toprakları	M	77 414.42	5.34
Hidromorfik Topraklar	H	13 665.11	0.94
Rendzinalar	R	0 213.53	0.01
DİĞER ALANLAR			
99, Yerleşim, Sanayi ve Turistik Alan		26 309.21	1.82
0, Su, Sulak Alan, Göl, Irmak, Baraj, Gölet		7 959.15	0.55
Genel Toplam		1 449 391.74	100

BTG verileri esas alınarak, kabul görmüş sembololoji metotları ile hazırlanan havza bazında “Meriç Ergene Havzası Büyük Toprak Grupları Haritası” Şekil 2.10 ile verilmektedir.



Şekil 2.10 Meriç-Ergene Havzası Büyük Toprak Grupları Haritası (Mülga KHGM)

2.2. Demografik Ve Sosyo-Ekonomik Yapı

Bu bölümde, havzanın demografik ve sosyoekonomik yapısının incelenmesi amacıyla, nüfus, eğitim, sağlık, sosyoekonomik durum, tarım, hayvancılık, madencilik, sanayi, kültür ve turizm ile ekosistem konuları incelenmektedir.

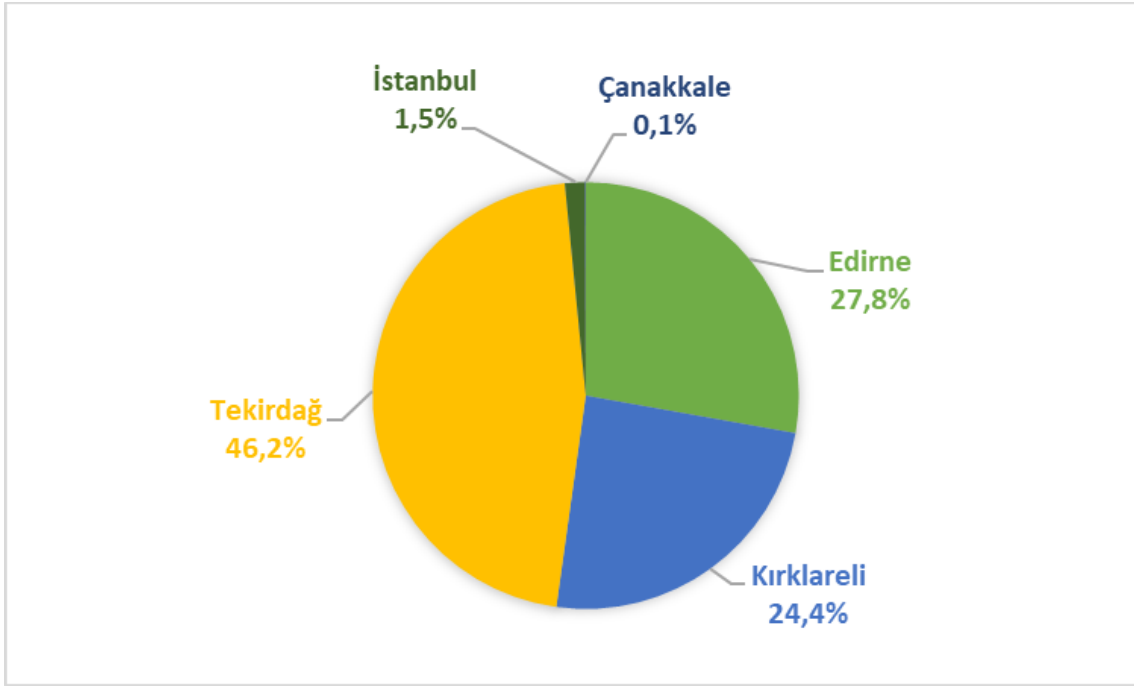
2.2.1. Nüfus

Havza nüfusu hesaplanırken, havza sınırlarına dahil olan tüm ilçelerin 2020 nüfusları (TÜİK, 2020) üzerinden elde edilmiş ve alansal olarak havzaya girme oranlarıyla oranlanmıştır. Bu hesaplama sonucunda havzanın toplam nüfusu 1.374.511 olarak belirlenmiştir (Tablo 2.5).

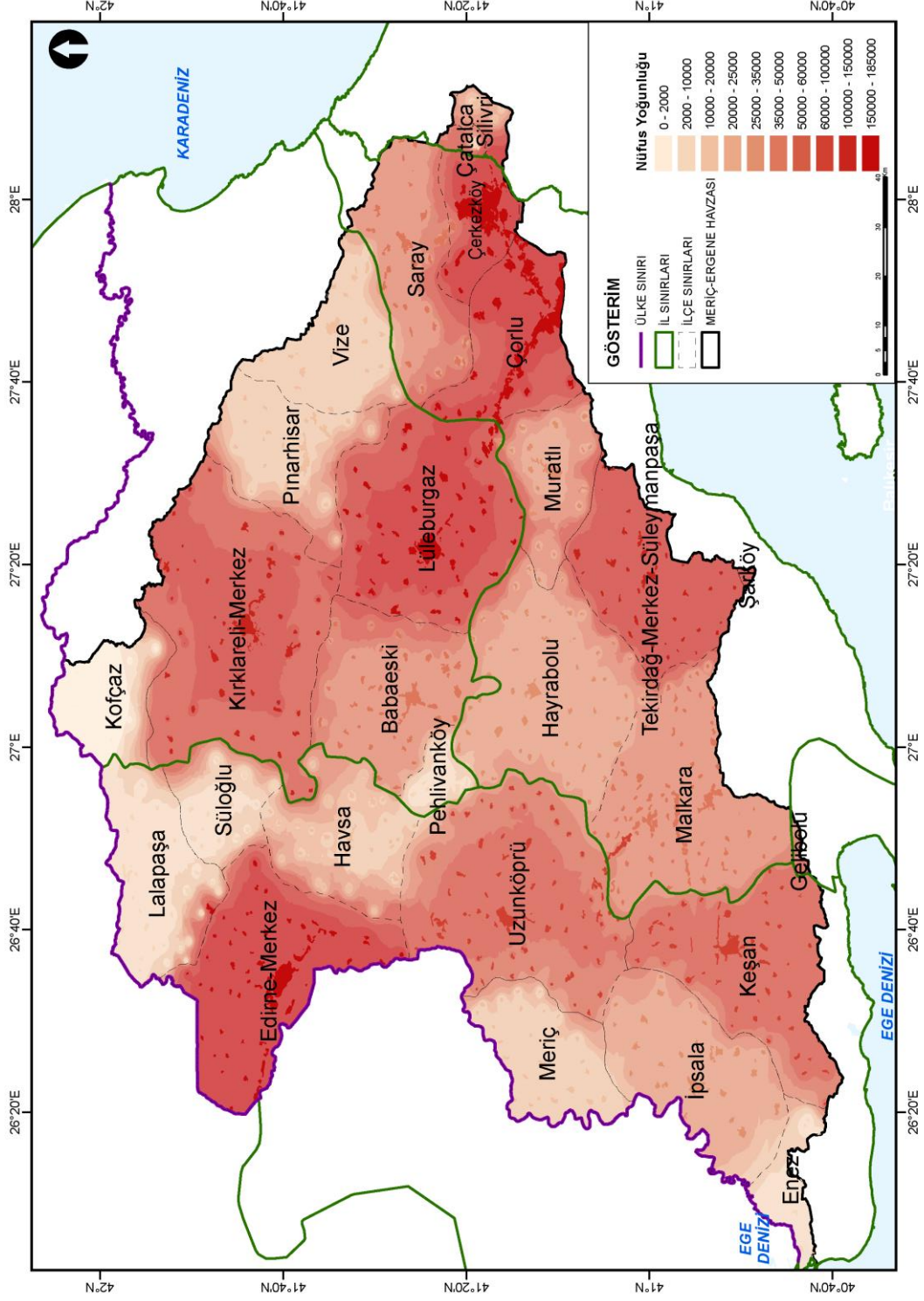
Tablo 2.5 Havzada Yer Alan İlçelerin Toplam ve Havza İçi Nüfusları

Havza içindeki il ve ilçeler		İlçenin havza içinde kalan alan yüzdesi	İlçenin Toplam Nüfusu (TÜİK, 2020)	İlçenin Havza İçi Nüfusu (2020)
İl	İlçe			
Çanakkale	Gelibolu	%2.12	43 581	925
Edirne	Edirne-Merkez	%100	180 901	180 901
Edirne	Enez	%35,67	10 667	3 805
Edirne	Havsa	%100	18 564	18 564
Edirne	İpsala	%100	26 796	26 796
Edirne	Keşan	%77,73	83 399	64 827
Edirne	Lalapaşa	%100	6 442	6 442
Edirne	Meriç	%100	13 535	13 535
Edirne	Süloğlu	%100	6 851	6 851
Edirne	Uzunköprü	%100	60 608	60 608
İstanbul	Çatalca	%3.39	74 975	2 541
İstanbul	Silivri	%9.04	200 215	18 095
Kırklareli	Babaeski	%100	47 065	47 065
Kırklareli	Kırklareli-Merkez	%100	101 451	101 451
Kırklareli	Kofçaz	61.68	2 282	1 407
Kırklareli	Lüleburgaz	%100	152 192	152 192
Kırklareli	Pehlivanköy	%100	3 484	3 484
Kırklareli	Pınarhisar	%94,67	17 828	16 878
Kırklareli	Vize	%44,64	28 606	12 771
Tekirdağ	Çerkezköy	%99,60	185 234	184 488
Tekirdağ	Çorlu	%57,47	279 251	160 491
Tekirdağ	Hayrabolu	%100	31 574	31 574
Tekirdağ	Malkara	%73,36	52 101	38 223
Tekirdağ	Muratlı	%95,94	29 892	28 679
Tekirdağ	Saray	%84,92	50 248	42 668
Tekirdağ	Şarköy	%1.32	32 658	431
Tekirdağ	Tekirdağ-Merkez-Süleymanpaşa	%73.09	203 617	148 818
			TOPLAM	1 374 511

İllerin havza içinde kalan nüfusları detaylı incelendiğinde, havza nüfusunun %46'sını, havza alanının %29'unu kaplayan Tekirdağ ilinin oluşturduğu görülmektedir (Şekil 2.11). Alansal olarak havzada en çok payı olan Edirne, nüfus olarak %28 ile havza iller arasında ikinci sıradadır. Havza nüfusunun %24'ünü ise Kırklareli ili oluşturmaktadır. Bu paylaşımı coğrafi olarak değerlendirmek üzere oluşturulan ve Şekil 2.12 ile verilen nüfus yoğunluğu haritasında nüfusun yoğunlaştığı bölgeler görülmektedir.



Şekil 2.11 İllerin Havza Nüfusundaki Payları



Şekil 2.12 Havza Nüfus Yoğunluğu Haritası (TÜİK, 2020)

2.2.2. Eğitim

Havzanın eğitim durumunun ortaya konması için TÜİK 2020 verilerinden havza illerindeki ilkökul, ortaokul ve ortaöğretim düzeyindeki öğretmen, okul ve öğrenci sayıları derlenmiş ve

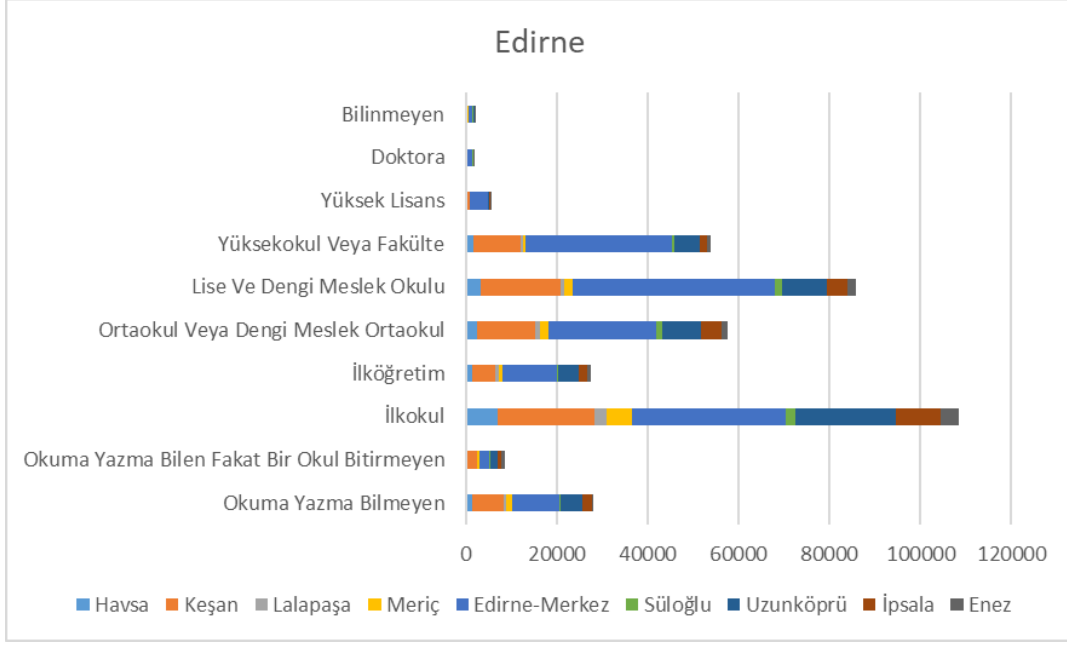
Tablo 2.6 ile sunulmuştur. Buna göre nüfusla da orantılı olarak tüm seviyelerde en büyük sayılar Tekirdağ'da görülmektedir.

Tablo 2.6 Havzadaki illerde Öğretmen, Okul ve Öğrenci Sayısı (TÜİK, 2020)

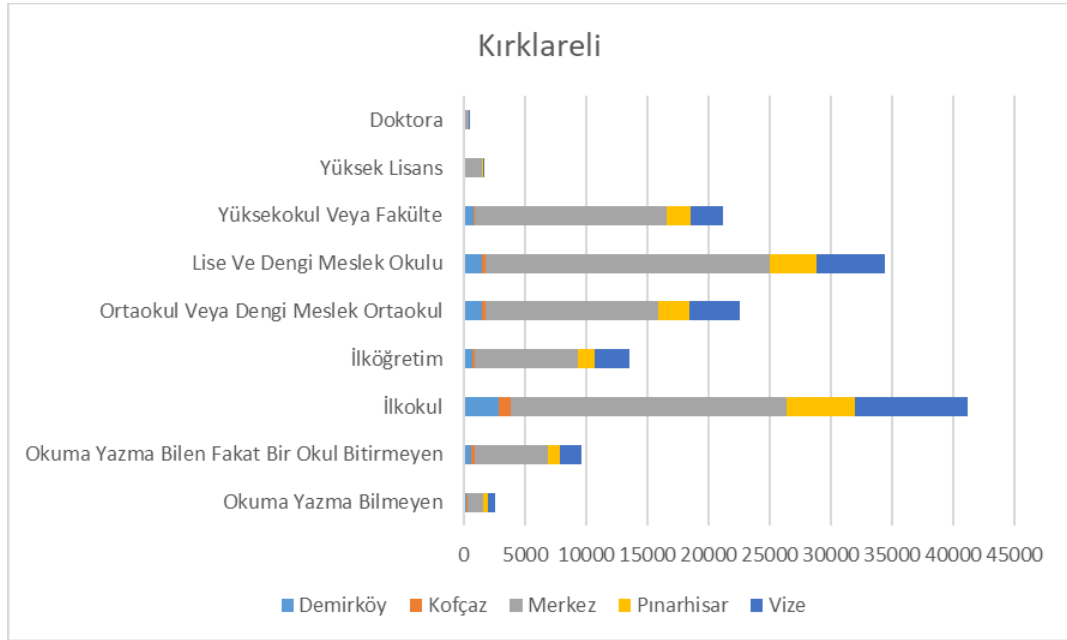
		Edirne	Kırklareli	Tekirdağ
İlkokul	Öğretmen Sayısı	1.268	942	3.192
	Okul Sayısı	107	81	179
	Öğrenci Sayısı	16.519	14462	60.107
Ortaokul	Öğretmen Sayısı	1.500	1153	3.539
	Okul Sayısı	97	74	180
	Öğrenci Sayısı	17.618	15978	63.657
Ortaöğretim	Öğretmen Sayısı	1.873	1356	4.216
	Okul Sayısı	75	59	147
	Öğrenci Sayısı	18.140	17215	64.880

Havza illerindeki eğitim durumunun incelenmesi için yine TÜİK 2020 verilerinden yararlanılmıştır. Buna göre Edirne ili eğitim durumu incelendiğinde ilde en fazla ilkokul mezunlarının bulunduğu görülmektedir (Şekil 2.13). İlkokul mezunlarından sonra sırasıyla lise, ortaokul ve üniversite mezunları bulunmaktadır.

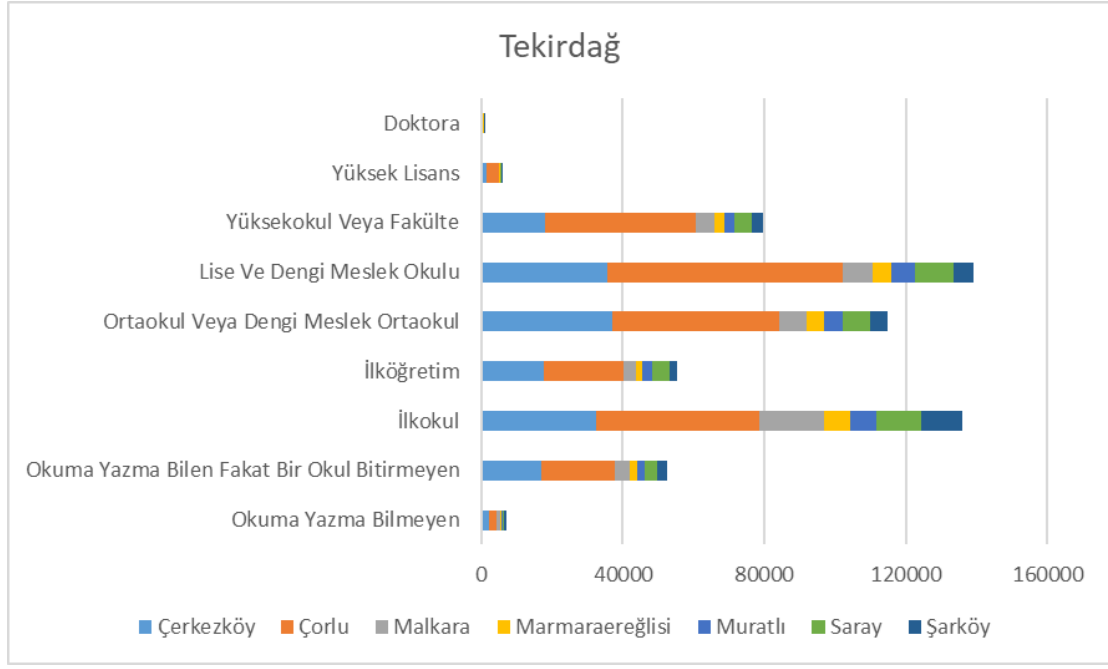
Aynı veriler Kırklareli ili için incelendiğinde eğitim durumu sıralaması ilkokul, lise, ortaokul ve üniversite şeklindeyken (Şekil 2.14) Tekirdağ'da ise lise, ilkokul, ortaokul ve üniversite şeklindedir (Şekil 2.15).



Şekil 2.13 Edirne İli Eğitim Durumu



Şekil 2.14 Kırklareli İli Eğitim Durumu



Şekil 2.15 Tekirdağ İli Eğitim Durumu

2.2.3. Sağlık

Havzadaki illerin sağlık sektöründeki durumlarının ortaya konması için TÜİK tarafından yayımlanan son veriler olan 2019 verileri kullanılmıştır. Tablo 2.7 ile görüldüğü üzere, Tekirdağ'da Sağlık Bakanlığına bağlı hastaneler, Üniversite hastaneleri ve özel hastaneler olmak üzere toplamda 19 hastane ve bu hastaneler dahilinde 2748 yatak bulunmaktadır. Tekirdağ'ı 11 hastane ve 1936 yatak ile Edirne takip etmektedir. 2019 yılı itibariyle Kırklareli'de ise toplam 10 hastane ve 912 yatak bulunmaktadır.

Havzadaki illerin sağlık personeli sayıları ise Tablo 2.8 ile incelenmiştir. 2019 TÜİK verileri ile hazırlanan tabloda pratisyen hekim, uzman hekim, asistan hekim, diş hekimi, hemşire, ebe, eczacı ve diğer sağlık personeli sayıları iller bazında sunulmuştur.

Tablo 2.7 Havzadaki İllerin Hastane ve Yatak Sayıları (TÜİK, 2019)

İl	Tür	Hastane Sayısı (2019)	Yatak Sayısı (2019)
Edirne	Toplam	11	1936
	<i>Sağlık Bakanlığı</i>	7	830
	<i>Üniversite</i>	1	942
	<i>Özel</i>	3	164
Kırklareli	Toplam	10	912
	<i>Sağlık Bakanlığı</i>	6	637

	Üniversite	-	-
	Özel	4	275
	Toplam	19	2748
Tekirdağ	<i>Sağlık Bakanlığı</i>	10	1511
	Üniversite	1	366
	Özel	8	871

Tablo 2.8 Havzadaki İllerin Sağlık Personeli Sayıları (TÜİK, 2019)

Sağlık Personeli	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ
Pratisyen hekim			
<i>Sağlık Bakanlığı</i>	241	221	479
Üniversite	1	0	1
Özel	15	14	42
<i>Toplam</i>	257	235	522
Uzman hekim			
<i>Sağlık Bakanlığı</i>	255	177	406
Üniversite	212	0	104
Özel	85	107	294
<i>Toplam</i>	552	284	804
Toplam hekim			
<i>Sağlık Bakanlığı</i>	501	399	895
Üniversite	638	0	321
Özel	100	121	336
<i>Toplam</i>	1239	520	1552
Asistan hekim			
<i>Sağlık Bakanlığı</i>	5	1	10
Üniversite	425	0	216
Özel	-	0	0
<i>Toplam</i>	430	1	226
Diş Hekimi			
<i>Sağlık Bakanlığı</i>	67	55	181
Üniversite	50	0	0
Özel	65	68	178
<i>Toplam</i>	182	123	359
Hemşire			

<i>Sağlık Bakanlığı</i>	721	579	1255
<i>Üniversite</i>	605	0	319
<i>Özel</i>	86	145	378
<i>Toplam</i>	1412	724	1952
Ebe			
<i>Sağlık Bakanlığı</i>	343	308	556
<i>Üniversite</i>	34	0	11
<i>Özel</i>	16	20	32
<i>Toplam</i>	393	328	599
Eczacı			
<i>Sağlık Bakanlığı</i>	18	19	36
<i>Üniversite</i>	14	0	4
<i>Özel</i>	166	143	314
<i>Toplam</i>	198	162	354
Diğer sağlık personeli			
<i>Sağlık Bakanlığı</i>	717	607	1231
<i>Üniversite</i>	234	0	91
<i>Özel</i>	178	175	482
<i>Toplam</i>	1129	782	1804

2.2.4. Sosyo-Ekonomik Durum

Meriç Ergene Havzası'nın büyük çoğunluğunu içinde bulunduran Marmara Bölgesi, bu ana başlık içindeki diğer bölümlerde de detaylı olarak incelendiğinde, ülkemizin nüfus yoğunluğu ve sanayi üretiminin yoğun olduğu bölge olduğu görülür. TÜİK tarafından Haziran 2021'de yayınlanan Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması 2020 yılı sonuçlarına göre, Türkiye'de yıllık ortalama eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert geliri 2020 yılında 33 bin 428 TL iken, İBBS 1. Düzey bölgeleri itibarıyla yüksek olduğu bölgelerden, 35 bin 235 TL ile TR21 (Tekirdağ, Edirne, Kırklareli) bölgesidir. Bu sonuçlar bir önceki takvim yılı olan 2019 yılını referans almakla birlikte, gelir hesaplamalarında, hanehalkı gelirleri hanehalkı büyüklüğü ve kompozisyonu dikkate alınmıştır (TÜİK, 2021).

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü tarafından 2017'de yayınlanan raporda sosyal ve ekonomik gelişmişliğin farklı boyutlarını temsil eden değişkenler kullanılarak yapılan çalışmada bölgelerin gelişmişlik düzeylerini ve eğilimlerini tespit etmek

amaçlanmıştır. Bu rapora göre, Meriç Ergene Havzası içinde bulunan üç ilin SEGE değerleri bulunmaktadır. Havzada en fazla alana sahip Edirne ili, 2.kademe gelişmişliğe sahip olup 21. Sıradadır. Tekirdağ 1. Kademe gelişmişliğe sahip olup 9. Sırada, Kırklareli ise 2. Kademe ve 18. sıradadır. (SEGE, 2017). Bu değerlendirmeye göre Meriç Ergene Havzası'nın ülkemizin gelişmiş havzalarından olduğu ifade edilebilir. Havza illerinin sosyo-ekonomik gelişmişlik endeks değerleri ve 2017 sıraları Tablo 2.9 ile sunulmaktadır.

Tablo 2.9 Havza İllerinin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeks Değeri (SEGE, 2017)

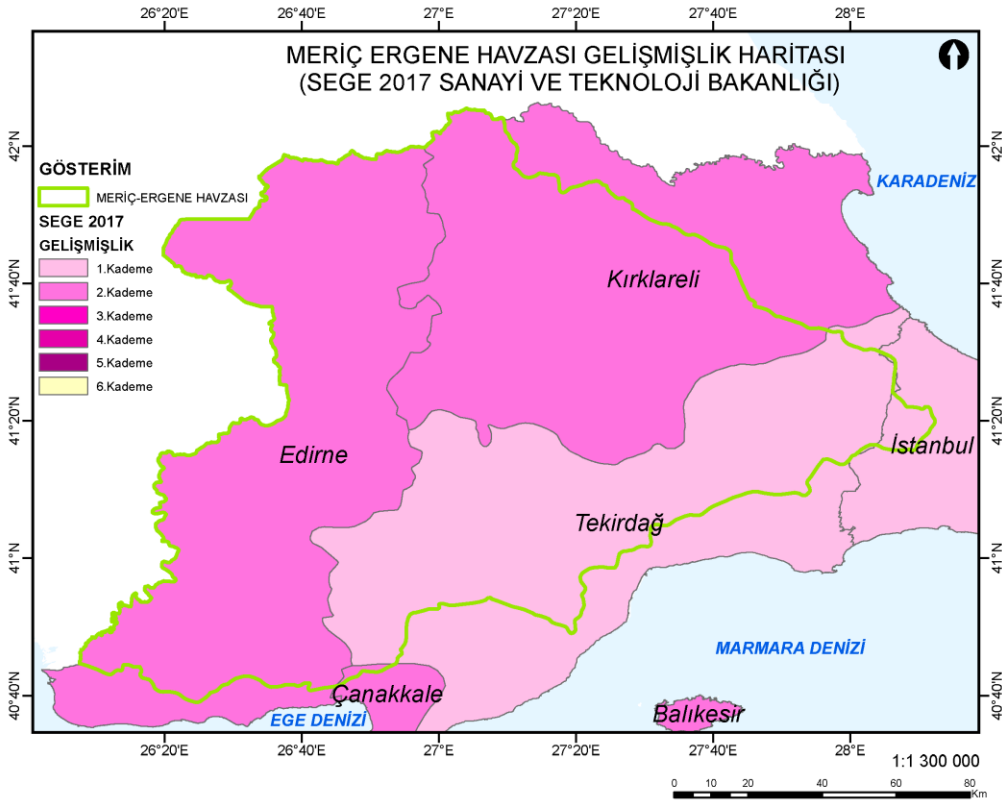
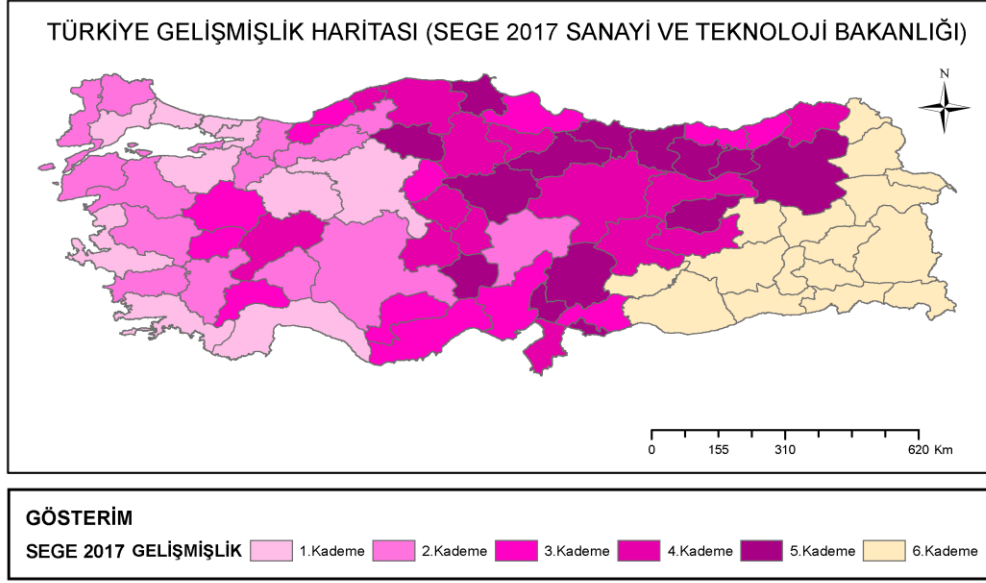
İller	SEGE-2017 Sırası	Endeks Değeri
Edirne	21	0,534
Kırklareli	18	0,557
Tekirdağ	9	1,014

Yine bu çalışmaya göre İstanbul ülkenin hem sanayi ve üretim hem de finans merkezine yakındır. Türkiye değerinin binde 65 olduğu yaşa özel doğurganlık oranında binde 43,8'le en düşük üçüncü il olan Kırklareli, çalışma çağındaki nüfus değişkeninde de (%72,1) Türkiye ortalamasının (yüzde 67,8) çok üzerinde kalarak bu değişkende en yüksek ikinci il konumundadır. Kırklareli ile aynı Düzey-2 bölgesinde bulunan Edirne de bu değişkenlerde sırasıyla binde 41,6'lık derecesiyle birinci ve yüzde 72'lik derecesiyle üçüncü konumdadır. Kırklareli ve Edirne'nin bu değişkenlerde iyi konumda İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması olması il nüfusunun önemli bir bölümünün işgücü içerisinde yer alabileceğini göstermektedir. Edirne, özellikle erişilebilirlik ile rekabetçi ve yenilikçi kapasite değişkenlerinde genel sıralamalarının altında yer almaktadır.

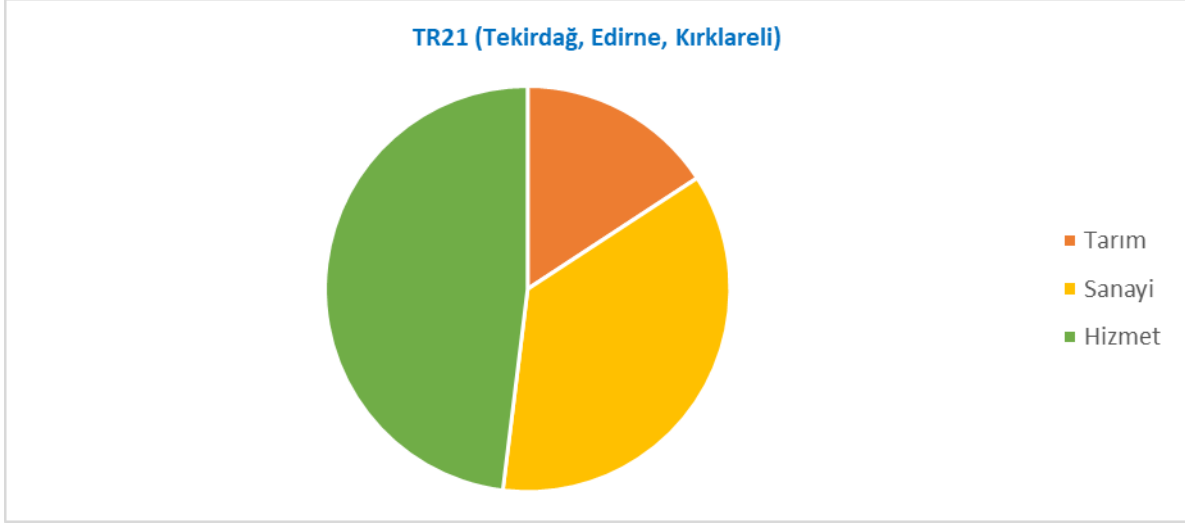
Yapılan değerlendirmede endeks değeri 1'in üzerinde kalan dokuz ilden biri olan Tekirdağ, birinci gelişmişlik kademesinde yer almaktadır. Çalışmada kullanılan değişkenlerin önemli bir kısmında en yüksek değerlere sahip olan Tekirdağ'ın da içinde bulunduğu bu dokuz il; ülkemizin sanayi, üretim, ihracat, eğitim ve turizm merkezleri olarak öne çıkmaktadır. Tekirdağ, imalat sanayi istihdamının sigortalı istihdam içindeki oranı değişkeninde ilk sırada, kişi başı sanayi elektrik tüketimi değişkeninde de ikinci sırada bulunmaktadır. İmalat sanayii istihdamının sigortalı istihdam içindeki oranında Türkiye ortalaması yüzde 27,1 iken Tekirdağ'da bu oran yüzde 55,9'dur (Şekil 2.16) (SEGE, 2017). Çerkezköy Organize Sanayi

Bölgesi (ÇOSB); 1273 ha alanı ile Türkiye'nin en büyük ve en köklü sanayi bölgelerinden birisi olup, 77 000 kişi istihdam edilmektedir.

Havza illerini içeren bölgelerde istihdamın sektörlere göre dağılımı incelendiğinde (Şekil 2.17) tarım sektöründe istihdamın %16 ile en düşük, hizmet sektörü istihdamının %48 ile en yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Havzadaki Sanayi sektörü ise istihdamın %36'sını oluşturmaktadır. Şehirleşmenin ve nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bu bölge için tarımda istihdamın daha düşük, hizmet sektöründe istidamın ise çok yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Havzadaki büyük nüfusunun istihdamının yaklaşık 3'te 1'inin sanayi sektöründe çalışması ise sanayi üretiminde oynadığı rolü göstermektedir.

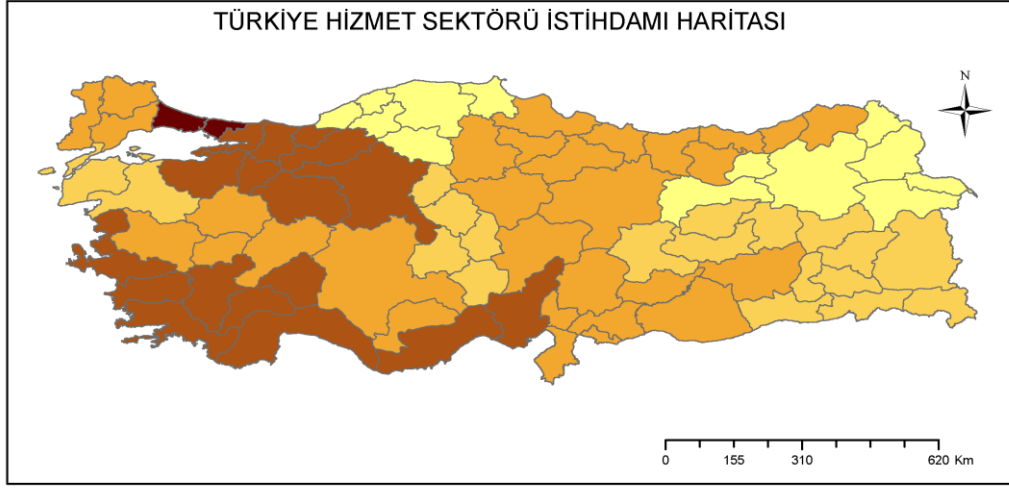


Şekil 2.16 Ülkemiz Gelişmişlik Haritası ve Meriç- Ergene Havzasının Durumu (Veri Kaynağı: SEGE, 2017)

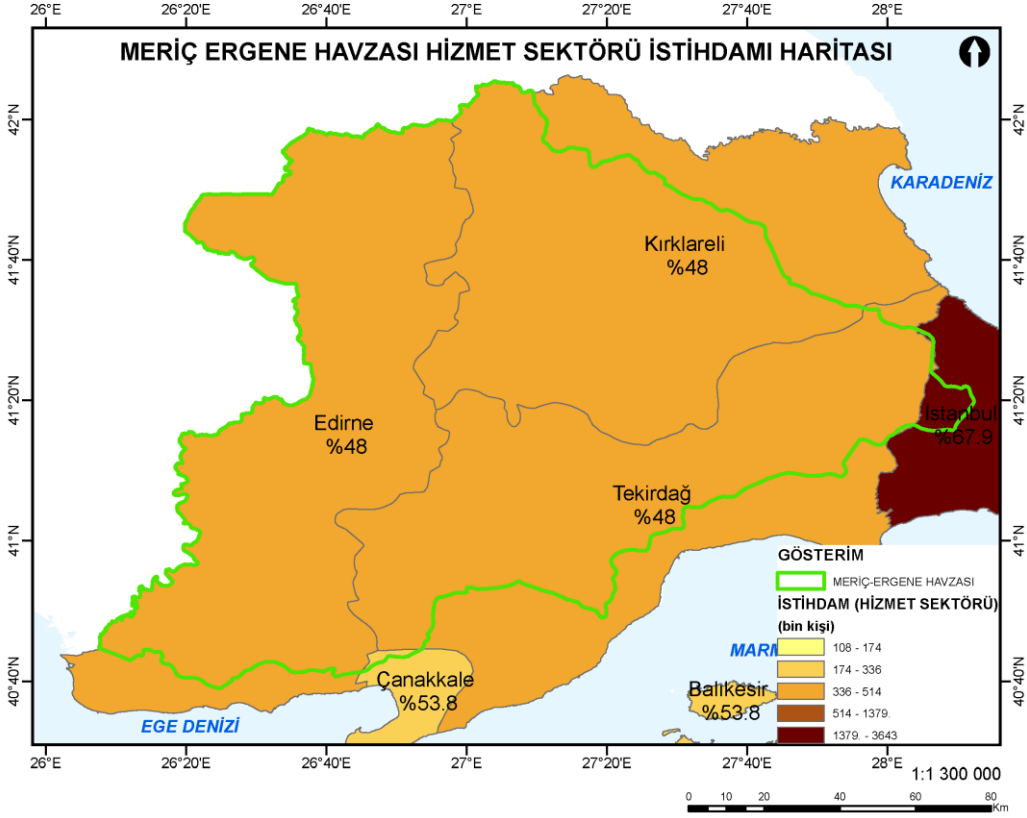


Şekil 2.17 Havza İllerinde İstihdamın Sektörlere Göre Dağılımı (TÜİK, 2020)

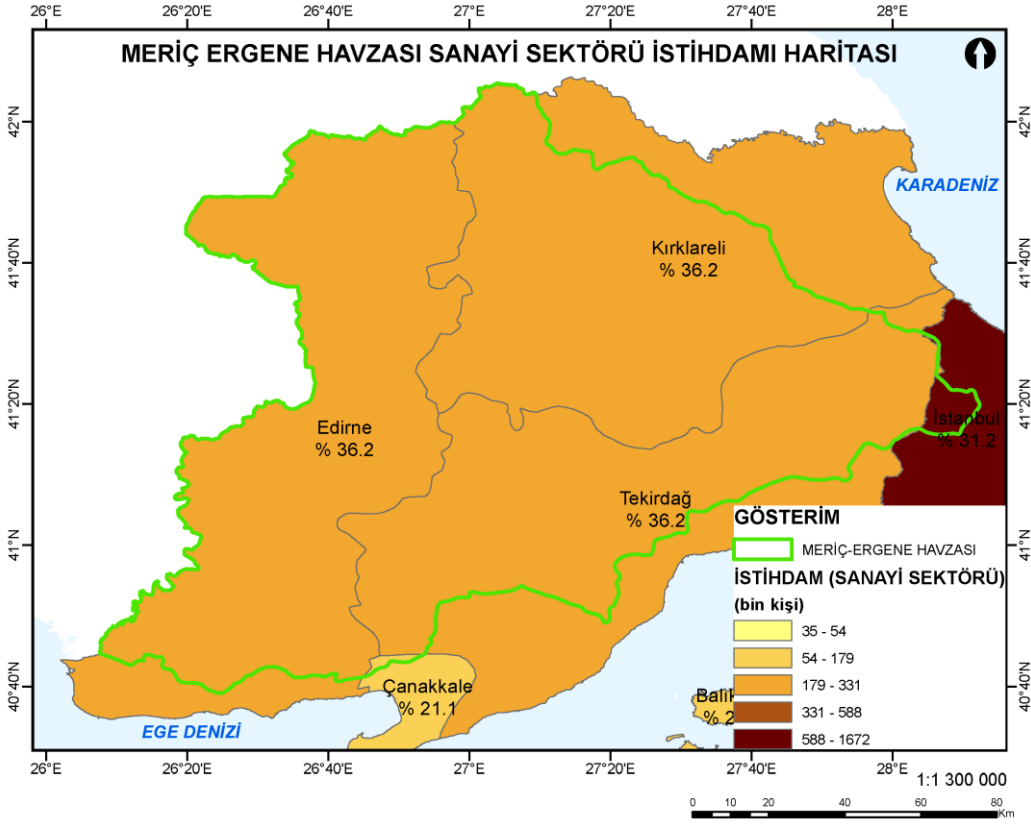
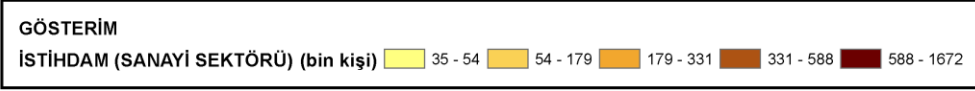
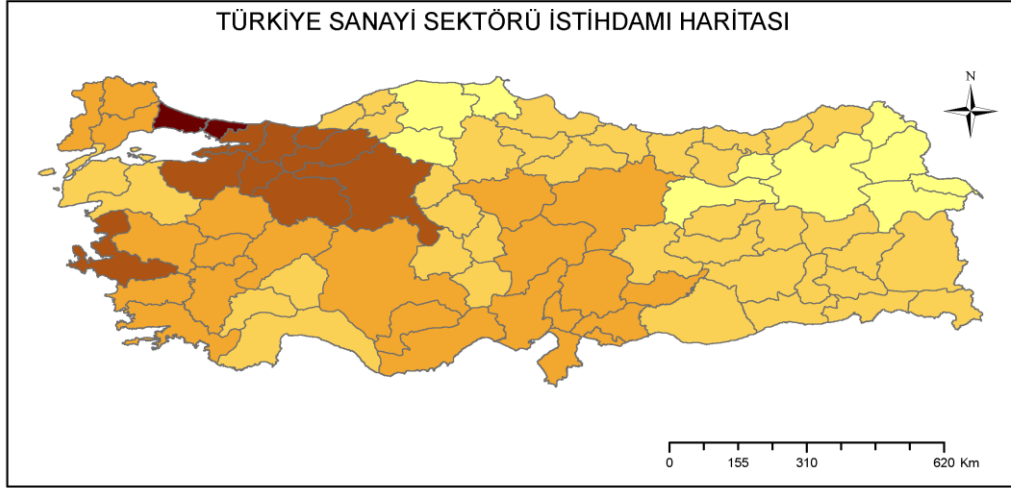
Havzanın illeri, Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli TÜİK tarafından 26 bölge düzeyinde TR21 olarak birlikte değerlendirilmiştir. Bu bölgede istihdamın %48'i hizmet (Şekil 2.18), %36'sı sanayi (Şekil 2.19) ve %16'sı tarım (Şekil 2.20) sektöründedir. İstihdamın tarım sektöründen, hizmet sektörüne kaydığı görülmektedir. Şekillerde her bir sektörün Türkiye'deki durumları resmedildiğinden, havzanın istihdam özellikleri daha net anlaşılmaktadır.



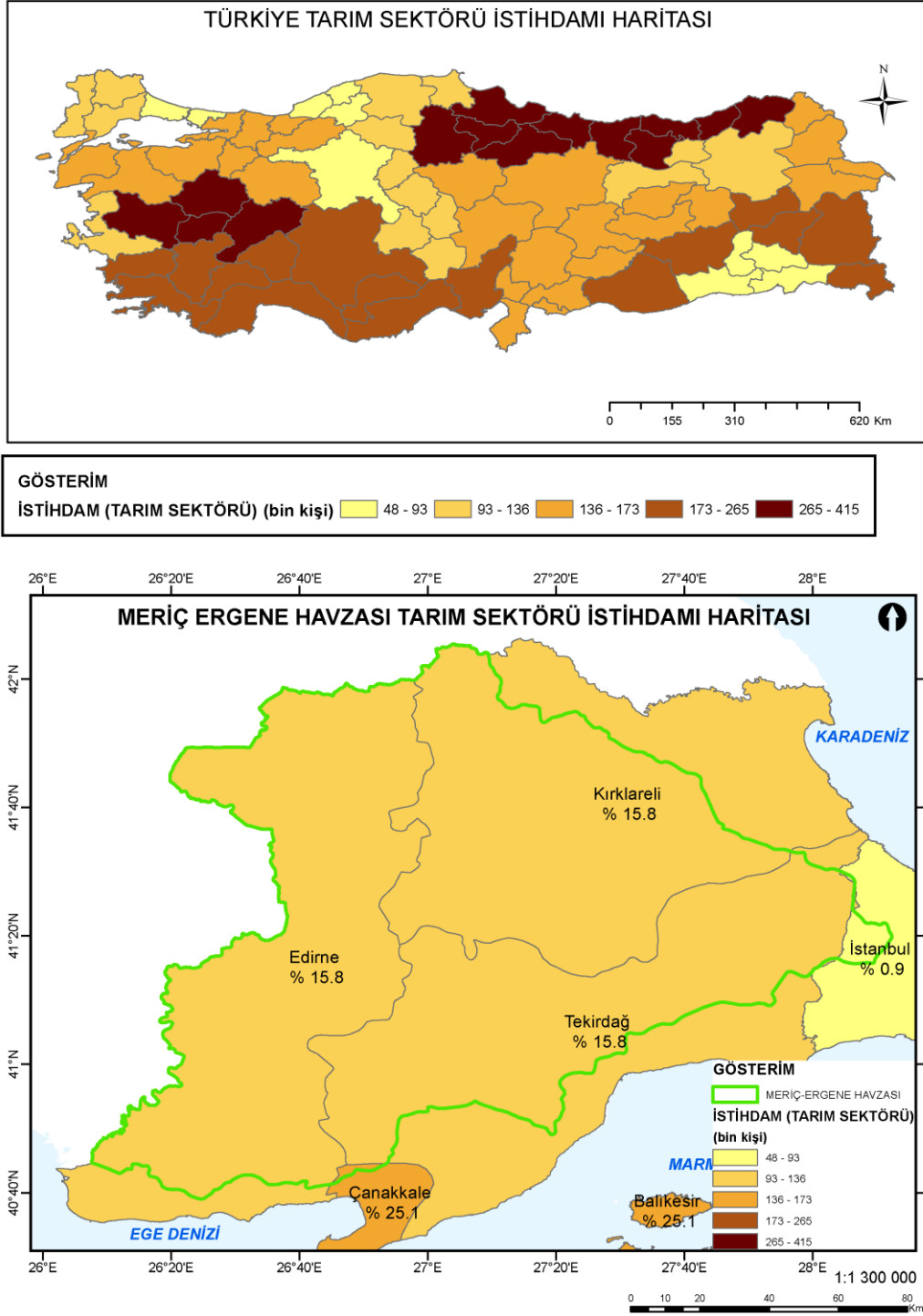
GÖSTERİM
İSTİHDAM (HİZMET SEKTÖRÜ) (bin kişi) 108 - 174 174 - 336 336 - 514 514 - 1379 1379 - 3643



Şekil 2.18 Meriç- Ergene Havzası Hizmet Sektörü İstihdam Durumu ve Türkiye Ortalaması Haritası (TÜİK, 2020)



Şekil 2.19 Meriç- Ergene Havzası Sanayi Sektörü İstihdam Durumu ve Türkiye Ortalaması Haritası (TÜİK, 2020)



Şekil 2.20 Meriç- Ergene Havzası Tarım Sektörü İstihdam Durumu ve Türkiye Ortalaması Haritası (TÜİK, 2020)

2020 yılı toplam ithalat ve ihracat verilerine (TÜİK, 2020) bakıldığında (Tablo 2.10) Tekirdağ'ın hem ithalat hem ihracatta diğer illerden çok önde olduğu göze çarpmaktadır. Ardından Kırklareli ve Edirne gelmektedir. İstanbul ili her ne kadar yüksek ithalat ve ihracat

değerlerine sahip olsa da havza içerisinde %0,7 gibi az orana sahip olduğu için havzaya katkısı fazla değildir. Meriç Ergene Havzasında, Çanakkale ilinin topraklarının %0,12'si bulunmakta olup hem ithalat hem ihracatta havzadaki diğer iller arasında sonuncudur.

Tablo 2.10 Havza İllerinin 2020 Yılı Toplam İthalat ve İhracat Değerleri (TÜİK, 2020)

İller	Toplam ithalat (bin \$)	Toplam ihracat (bin \$)
Tekirdağ	1,123,750	1,288,866
Edirne	106.870	67.879
Kırklareli	165.287	182.476

2020 yılı TÜİK verilerine göre havzadaki illerin içinde bulunduğu bölgeler için 15 ve daha yukarı yaştaki kurumsal olmayan nüfusun işgücü durumu Tablo 2.11 ile gösterilmektedir.

Tablo 2.11 Havzada 15 ve Daha Yukarı Yaştaki Kurumsal Olmayan Nüfusun İşgücü Durumu (TÜİK, 2020)

Bölge Kodu	Bölge Adı	15 ve daha yukarı yaştaki nüfus	İşgücü	İstihdam	İşsiz	İşgücüne dahil olmayan nüfus	İşgücüne katılma oranı (%)	İşsizlik oranı (%)	Tarım dışı işsizlik oranı (%)	İstihdam oranı (%)
TR2	Batı Marmara	2.877.000	1.493.000	1.366.000	126.000	1.384.000	51.9	8.5	10.3	47.5
TR21	(Tekirdağ, Edirne, Kırklareli)	1.456.000	815.000	741.000	73.000	642.000	55.9	9	10.4	50.9

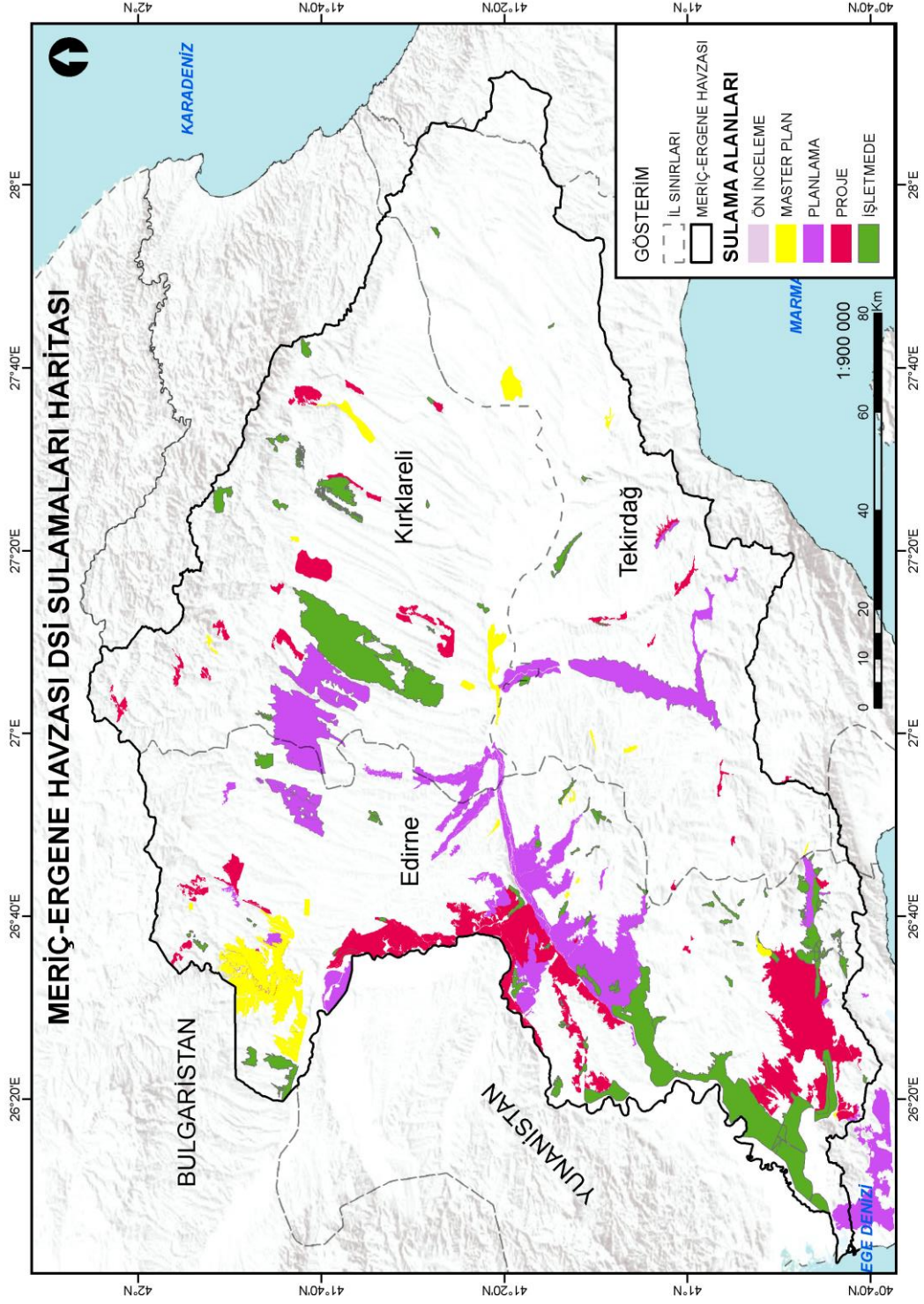
2.2.5. Tarım

Meriç-Ergene Havzası'nın %38,8'i, en fazla alan oranına sahip olan Edirne ilinde sınırlarındadır. Bu ildeki tarım alanlarının, havzadaki toplam tarım alanına oranı ise %3'tir. Edirne'de yüksek oranda tarım üretimi yapılmaktadır. Havzada kapladığı alanı birbirine yakın olan Tekirdağ ve Kırklareli gibi sanayi üretiminin yüksek olduğu iki ilde birbirine yakın miktarda tarım alanı bulunmaktadır. Bu bölümde TÜİK veritabanından elde edilen bitkisel

üretim verileri, Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul ve en az oranda Çanakkale illerinin havza içinde kalan ilçeleri göz önünde bulundurularak incelenmiştir.

2.2.5.1. Tarım Alanları

Havzadaki tarım alanları belirlenirken, 2020 yılına ait TÜİK bitkisel üretim istatistikleri (TÜİK, 2020) kullanılmıştır. Edirne ili, havzada en çok alana sahip ildir. Tekirdağ (%34) ve Kırklareli (%28) oranında alan kaplamaktadır, İstanbul iline ait, Çatalca ve Silivri ilçeleri havza alanının %1'i, Çanakkale ilinin Gelibolu ilçesi de havzada %0,1 oranında alan kaplamaktadır. Bu illerin havza içerisinde kalan ilçeleri, kapladıkları alan oranında hesaplamalara dahil edilmiştir. Havza içinde bulunan ilçelerin tarım alanları, o ilçenin havza içinde kalan yüzdesi ile çarpılarak elde edilmiştir. Buna göre Meriç Ergene Havzası'nda toplam tarım alanları 774.340 hektardır (Tablo 2.12). Bu alana en büyük katkının 289.715 hektarının Edirne tarım alanlarından kaynaklandığı ve bunun havzadaki toplam tarım alanının %37'si olduğu Tablo 2.13'te görülmektedir. Edirne'yi Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul ve Çanakkale takip etmektedir.



Şekil 2.21 Meriç-Ergene Havzası DSİ Sulama Alanları Haritası (DSİ)

Tablo 2.12 Havzadaki Tarım Alanları (TÜİK, 2020)

İl	İlçe	Tarım Alanı (hektar)	İlçenin havza içinde kalan alan yüzdesi	Oranlanmış tarım alanı (hektar)
Edirne	Enez	13,561	36%	4,837
	Havsa	35,619	100%	35,619
	Keşan	55,947	78%	43,488
	Lalapaşa	22,255	100%	22,255
	Meriç	20,237	100%	20,237
	Edirne-Merkez	50,135	100%	50,135
	Süloğlu	11,243	100%	11,243
	Uzunköprü	55,059	100%	55,059
	İpsala	46,843	100%	46,843
Tekirdağ	Hayrabolu	75,901	100%	75,901
	Malkara	75,059	73%	55,066
	Muratlı	32,469	96%	31,151
	Saray	31,781	85%	26,987
	Tekirdağ-Merkez-Süleymanpaşa	71,573	73%	52,311
	Çerkezköy	4,869	100%	4,849
	Çorlu	29,793	57%	17,122
	Şarköy	15,987	1%	211
Kırklareli	Babaeski	49,475	100%	49,475
	Kofçaz	8,420	62%	5,193
	Lüleburgaz	77,199	100%	77,199
	Kırklareli-Merkez	51,642	100%	51,642
	Pehlivan köyü	8,003	100%	8,003
	Pınarhisar	16,383	95%	15,510
	Vize	19,991	45%	8,925
İstanbul	Silivri	41,535	9%	3,754
	Çatalca	14,816	3%	502
Çanakkale	Gelibolu	38,875	2%	825
Havzadaki Toplam Tarım Alanı (dekar) (2020)				774,340

Tablo 2.13 Havza içi tarım alanlarının illere göre dağılımı (TÜİK, 2020)

İl	Havza içinde yer alan tarım alanı (hektar)	İllerin havza tarım alanına katkısı (yüzde)
Edirne	289.715	37%
Tekirdağ	263.597	34%
Kırklareli	215.947	28%

İstanbul	4.256	1%
Çanakkale	825	0,1%
TOPLAM	774.340	

2.2.5.2. Tarımsal Üretim

Havzadaki tarımsal üretimi incelemek amacıyla, her bir bitkisel üretim kategorisi ve ürün için üretimin yapıldığı alan ve üretim miktarı havzadaki ilçeler için elde edilmiştir. Bu değerler ilçelerin havzada kalma oranları ile çarpılarak havza toplamları hesaplanmıştır. Rapor içinde havza toplamları, ekte ise her ilçe için sonuçlar sunulmuştur.

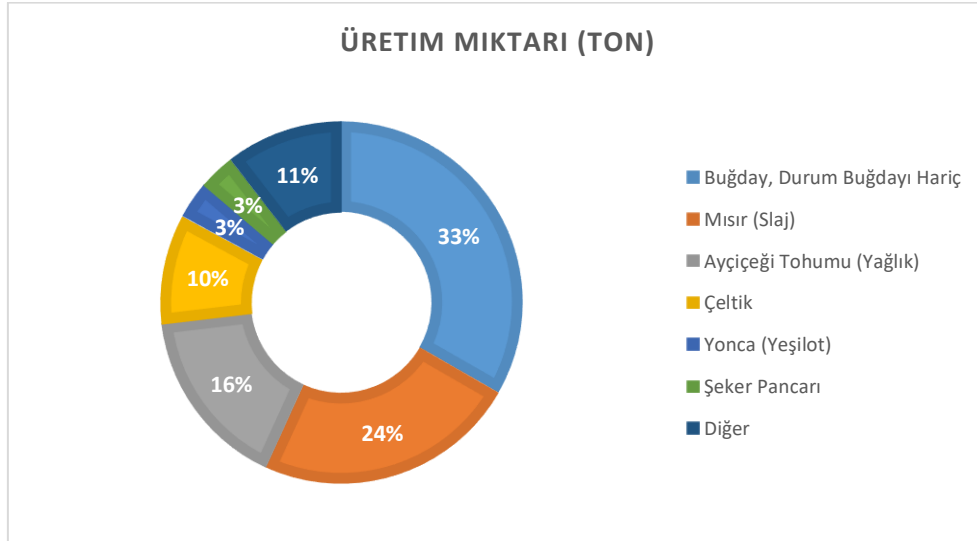
2.2.5.3. Tahıllar

TÜİK istatistiklerine göre (TÜİK, 2020) 2020 yılında havzada 768 532 ha alanda tahıl tarımı yapılmış olup, 4 225 632 ton ürün elde edilmiştir. Havzadaki tahıl hasadı yapılan alan ve üretim miktarları Tablo 2.14 ile sunulmuştur. Havza toplamına ulaşmak için havzada yer alan ilçelere ait veriler ilçenin havzaya giren alanı oranında hesaba dahil edilmiştir. Her ilçenin toplam ve havzaya dahil üretimi EK-1 ile sunulmaktadır. Şekil 2.22 üzerinde görüldüğü gibi havza genelinde tahıllar arasında en fazla olarak üretiminin %33'ünü Buğday oluşturmaktadır. İkinci olarak, %23.52'ini Slajlık Mısır, bunu %16 ile Yağlık Ayçiçeği Tohumu takip etmektedir. Dördüncü olarak %9,7 ile Çeltik, %3 ile Yeşilot Yonca ve %3 ile Şeker Pancarı, %10,48 ile diğer ürünler bulunmaktadır (TÜİK, 2020). Küçük oranlara sahip 40 adet ürün Şekil 2.22'de Havzada üretilen tahılların havza içi tahıl üretimindeki üretimdeki yüzdeleri grafiğinde diğer başlığı altındadır.

Tablo 2.14 Havzadaki Tahıl Üretimi (TÜİK, 2020)

Ürünler	Hasat Edilen Alan (hektar)	Üretim Miktarı (ton)
Adaçayı	1	1
Arpa (Biralık)	2	9
Arpa (Diğer)	18.683	69.929
Arpa (Yeşilot)	123	1.005
Aspir Tohumu	6	10
Ayçiçeği Tohumu (Yağlık)	258.757	688.357
Bakla (Kuru İnsan Tüketimi İçin)	1	1
Bakla (Kuru, Yemlik)	2	7
Bezelye (Kuru)	0	1
Bezelye, Yemlik	2.730	53.883
Börülce (Kuru)	1	1
Buğday, Durum Buğdayı Hariç	372.091	1.408.210
Buğday, Hasıl/Yeşilot	1.727	20.164

Çavdar	308	1.341
Çavdar (Yeşilot)	158	1.808
Çayır Otu (Yeşilot)	451	13.417
Çeltik	51.533	412.961
Darı	1	4
Durum Buğdayı	20	75
Fasulye (Kuru)	319	531
Fiğ Macar (Yeşil Ot)	4.667	84.227
Fiğ, Adi, Yeşil Ot	137	1.749
Fiğ, diğer (Yeşil Ot)	4	63
Hayvan Pancarı	15	745
İtalyan Çimi, Yemlik	871	23.329
Kanola veya Kolza Tohumu	18.058	62.640
Korunga (Yeşilot)	87	963
Kuş Yemi	3	4
Lavanta	129	140
Mercimek (Kuru, Yeşil)	16	25
Mısır	2.430	21.339
Mısır (Slaj)	19.532	993.341
Nohut (Kuru)	295	420
Patates, Tatlı Patates Hariç	102	2.368
Sorgum (Yeşilot)	76	2.500
Soya Fasulyesi	23	128
Susam Tohumu	10	7
Şeker Pancarı	1.556	139.103
Triticale	2.960	12.226
Triticale (Yeşilot)	1.238	14.909
Tütün (İşlenmemiş)	20	50
Yem Şalgamı	181	8.399
Yerfıstığı (Kabuklu)	239	602
Yonca (Yeşilot)	4.219	140.940
Yulaf	2.316	8.474
Yulaf (Yeşilot)	2.433	35.226



Şekil 2.22 Havzada üretilen tahılların havza içi tahıl üretimindeki üretimdeki yüzdeleri (TÜİK, 2020)

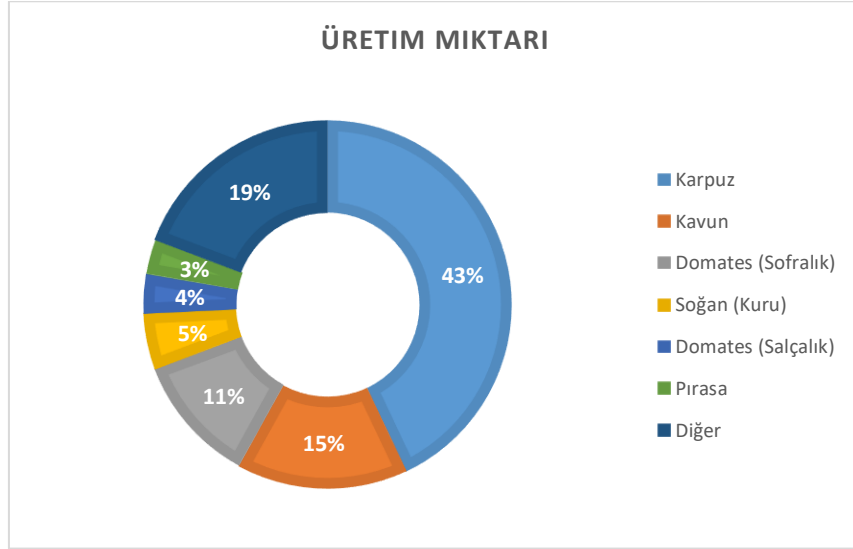
2.2.5.4. Sebzeler

TÜİK istatistiklerine göre 2020 yılında havzada toplamda 7888 ha alanda sebze tarımı yapılmış olup, 216 949 ton ürün elde edilmiştir. Havzadaki sebze ekilen alan ve üretim miktarları Tablo 2.15 ile sunulmuştur. Havza toplamına ulaşmak için havzada yer alan ilçelere ait veriler ilçenin havzaya giren alanı oranında hesaba dahil edilmiştir. Her ilçenin toplam ve havzaya dahil üretimi EK-1 ile sunulmaktadır. Havza genelinde sebzeler arasında üretiminin %43'ünü karpuz oluşturmaktadır. Bunu %15 ile kavun ve %11 ile sofralık domates takip etmektedir. Dördüncü olarak %5 kuru soğan, ardından salçalık domates %3,4, pırsa %3 oranında üretimi bulunmaktadır. Sıralamada daha gerilerde olan ve düşük orana sahip olan 44 adet diğer ürünler %19,23 oranındadır (Şekil 2.23). TÜİK kayıtlarına göre Meriç-Ergene Havzasında 60 ha alanda örtü altı sebze yetiştiriciliği yapılmakta olup, toplam ürün 3 732 ton ürün elde edilmiştir.

Tablo 2.15 Havzadaki Sebze Üretimi (TÜİK, 2020)

Ürün	Ekilen/Dikilen Alan (hektar)	Üretim Miktarı (ton)
Bakla, (Taze)	47	347
Bal Kabağı	105	3 026
Bamya	100	491
Barbunya (Taze)	37	181
Bezelye, (Taze)	131	1 011
Biber (Çarliston)	91	956
Biber (Dolmalık)	135	1 500
Biber (Salçalık, Kapyra)	230	5 055
Biber (Sivri)	294	3 755
Börülce, (Taze)	0.8	7
Brokoli	3	47
Dereotu	1	6
Domates (Salçalık)	222	7 546
Domates (Sofralık)	669	24 594
Enginar	0	1
Fasulye (Taze)	187	1 680
Havuç	15	236
Hıyar Sofralık	138	4 922
Hıyar Turşuluk	18	371
Ispanak	213	2 527
Kabak (Çerezlik)	174	186
Kabak (Sakız)	44	678

Karnabahar	64	954
Karpuz	2080	93 276
Kavun	1170	32 519
Kereviz (Kök)	3	64
Kuşkonmaz	0.8	2
Lahana (Beyaz)	144	3 868
Lahana (Brüksel)	0.4	4
Lahana (Kara Yaprak)	0.8	11
Lahana (Kırmızı)	17	251
Mantar (Kültür)	0	10
Marul (Göbekli)	29	321
Marul (İceberg)	1	28
Marul (Kıvırcık)	119	1 969
Maydanoz	9	118
Nane	1	4
Patlıcan	161	2 582
Pazı	0.7	10
Pırasa	205	6 634
Roka	3	31
Sarımsak (Kuru)	162	1 034
Sarımsak (Taze)	57	491
Semizotu	2	45
Soğan (Kuru)	599	10 664
Soğan (Taze)	180	2 711
Tere	0	0
Turp (Bayır)	7	89
Turp (Beyaz)	4	19
Turp (Kırmızı)	11	115



Şekil 2.23 Havzada üretilen sebzelerin havza içi sebze üretimindeki üretimdeki yüzdeleri (TÜİK, 2020)

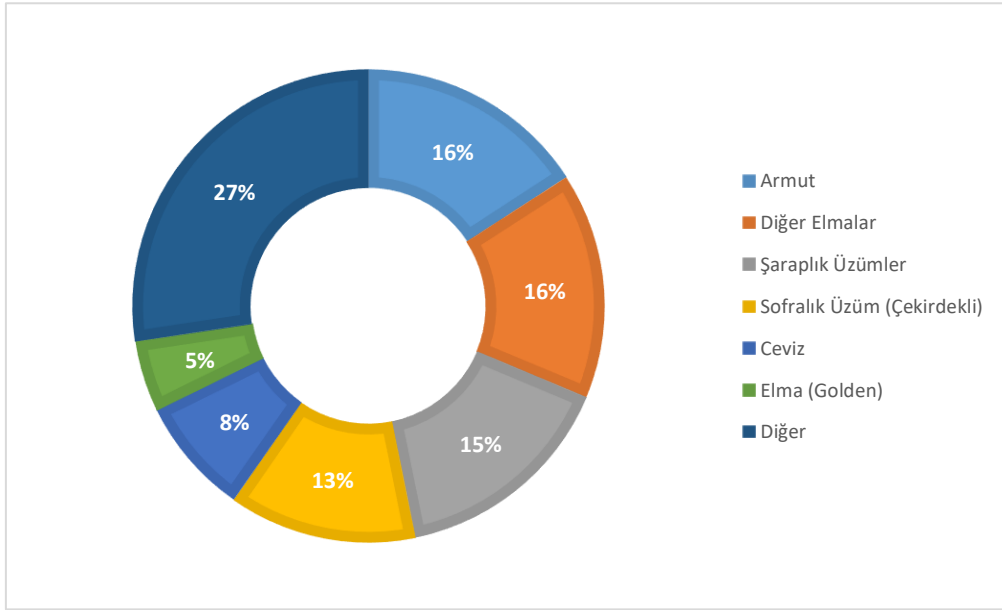
2.2.5.5. Meyveler

Havzadaki meyveliklerin alanı ve üretim miktarları Tablo 2.16 ile sunulmuştur. Havza toplamına ulaşmak için havzada yer alan ilçelere ait veriler, ilçenin havzaya giren alanı oranında hesaba dahil edilmiştir. Her ilçenin toplam ve havzaya dahil üretimi EK-1 ile sunulmaktadır. Havza genelinde meyveler arasında üretiminin ilk sırasında %15,82 ile armut, %15,51 ile diğer elma türleri, %15,47 şaraplık üzümler, %12,89 Sofralık Üzüm (Çekirdekli), %8,06 ceviz, %4,89 oranı ile elma (golden) bulunmaktadır. Her biri küçük orana sahip olan 27 adet meyve gruplanmış olup listesi aşağıda bulunan diğer meyveler, %27,36 oranına sahiptir (Şekil 2.34).

Tablo 2.16 Havzadaki Meyve Üretimi (TÜİK, 2020)

Ürün	Toplu Meyveliklerin Alanı (dekar)	Üretim Miktarı (ton)
Armut	656	9,535
Ayva	36	1,508
Badem	789	1,988
Ceviz	4,985	4,857
Çilek	7	156
Diğer Elmalar	410	9,343
Dut	3	488
Elma (Amasya)	0	34
Elma (Golden)	77	2,945
Elma (Granny Smith)	111	2,114
Elma (Starking)	60	1,113
Erik	92	2,577
Fındık	5	4
Hünnap	5	0
İğde	0	17
İncir (Yaş)	2	159
Kapari (İşlenmemiş)	0	0

Kayısı	24	664
Kestane	1	0
Kızılcık	1	104
Kiraz	272	2,663
Muşmula	2	57
Nar	3	50
Nektarin	34	417
Sofralık Üzüm (Çekirdekli)	659	7,769
Sofralık Zeytinler	65	126
Süpürge Otu (İşlenmemiş)	166	243
Şaraplık Üzümler	760	9,325
Şeftali	101	1,653
Trabzon Hurması (Cennet Elması)	7	24
Vişne	6	271
Yağlık Zeytinler (Zeytinyağı Üretimi İçin)	2	8
Zerdali	0	49



Şekil 2.24 Havzada üretilen meyvelerin havza içi meyve üretimindeki üretimdeki yüzdeleri (TÜİK, 2020)

2.2.5.6. Süs Bitkileri

Havzadaki süs bitkileri alanı (metrekare cinsinden) ve üretim miktarları Tablo 2.17 ile sunulmuştur. 3 ilde 6 adet ilçeden süs bitkileri tarımı yapılmaktadır. Edirne İpsala, Tekirdağ Malkara, Merkez Süleymanpaşa ve Çorlu ilçeleri, İstanbul Silivri ve Çatalca İlçelerinde süs bitkileri tarımı yapılmaktadır. Havza toplamına ulaşmak için havzada yer alan ilçelere ait veriler ilçenin havzaya giren alanı oranında hesaba dahil edilmiştir. Her ilçenin toplam ve havzaya dahil üretimi EK-1 ile sunulmaktadır. Buna göre havzadaki süs bitkisi üretiminin büyük kısmı, %95 oranı ile dış mekân süs bitkilerinden oluşmaktadır. Havza alanına giren İstanbul Silivri ve

Çatalca ilçelerinde, örtü altı yetiştiriciliği yapılmakla beraber, havza içindeki oranı çok düşük 0,1 civarında olduğu için ayrıca incelenmemiştir.

Tablo 2.17 Havzadaki Süs Bitkisi Üretimi (TÜİK, 2020)

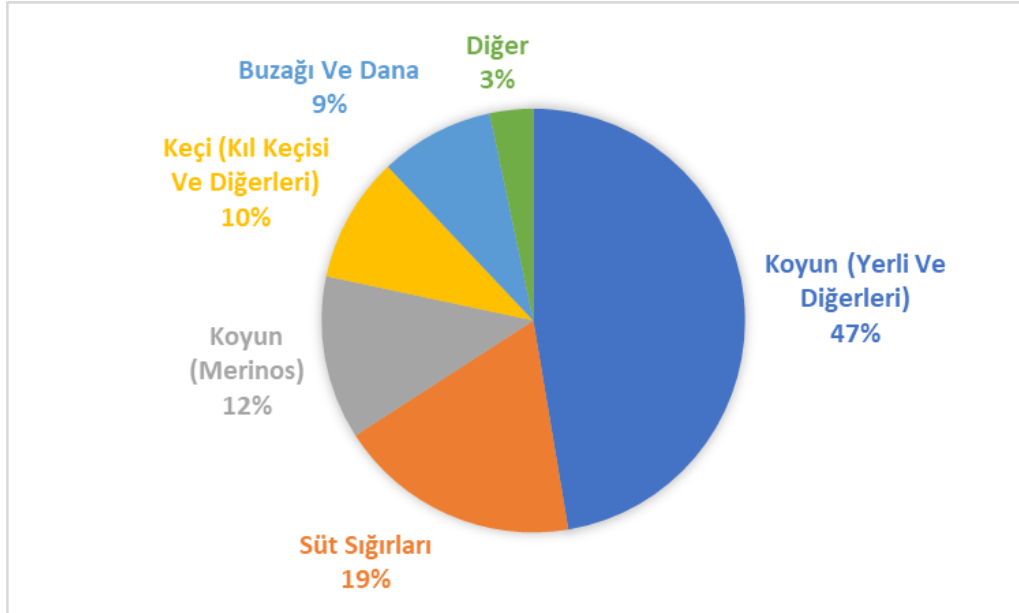
Ürün	Ekilen/Dikilen Alan (metrekare)	Üretim Miktarı (adet)
Dış Mekân Süs Bitkileri	2 574 487	3 001 215
İç Mekân Süs Bitkileri (Oda Bitkileri)	271	45 189
İris (Kesme)	271	21 691
Lale (Kesme)	90	6 778
Nergis (Kesme)	633	31 633
Sümbül (Kesme)	904	45 189

2.2.6. Hayvancılık

Meriç-Ergene Havzası'nın hayvancılık sektöründeki durumunun anlaşılması için TÜİK 2020 yılı verileri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken havzadaki ilçelerdeki toplam hayvan sayıları, havzaya girme yüzdeleri oranında toplama dahil edilmiştir ve havza içindeki hayvan sayıları Tablo 2.18 ile sunulmaktadır. İlçe bazlı detaylı hayvan sayıları ise EK-2 ile sunulmuştur. Buna göre havzada en fazla bulunan hayvan koyundur. Bunu süt sığırları ve merinos koyunları izlemektedir. Ardından ise kıl keçisi ve dana bulunmaktadır. Hayvan sayılarının havza içindeki oranları incelendiğinde (Şekil 2.25) havzadaki hayvanların %47'sini koyun (yerli ve diğerleri) türünün oluşturduğu görülmektedir. Bunu %19 ile süt sığırları ve %12 ile merinos koyunları takip etmektedir. %10 kıl keçisi ve %9 buzağı ve dana, %3 de diğer hayvanların oranıdır.

Tablo 2.18 Havzadaki küçükbaş ve büyükbaş hayvan sayıları (TÜİK, 2020)

Hayvan Türleri	Havzadaki Hayvan Sayısı (baş)
Koyun (Yerli ve Diğerleri)	583.875
Süt Sığırları	228.397
Koyun (Merinos)	153.911
Keçi (Kıl Keçisi ve Diğerleri)	118.197
Buzağı ve Dana	107.764
Saf Kültür Sığırları	29.417
Melez Sığırlar	7.163
At	1.481
Eşek	1.165
Manda Yavrusu	844
Manda	644
Yerli Sığırlar	93
Katır	24
Deve ve Deveğiller	1
Domuz	-
Keçi (Tiftik)	-



Şekil 2.25 Küçükbaş ve büyükbaş hayvan sayılarının oransal dağılımı (TÜİK, 2020)

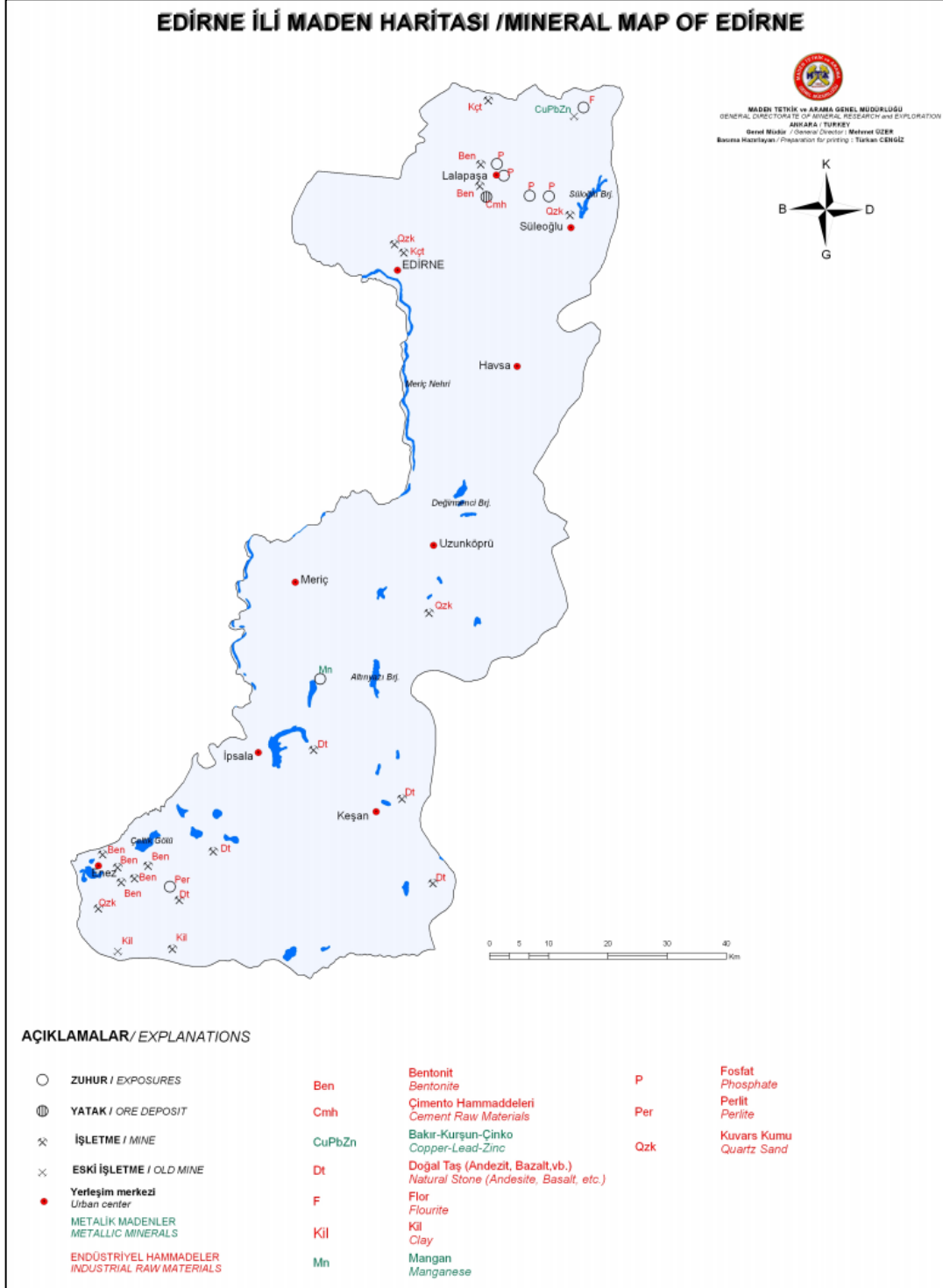
Tablo 2.19 Havzadaki kümes hayvanları sayıları (TÜİK, 2020)

Kanatlı Hayvan Türü	Havzadaki Sayısı (2020)
Yumurta Tavuğu	682.068
Et Tavuğu	501.980
Kaz	19.585
Ördek ve Beç Tavuğu	19.155
Hindi	18.570

Havzadaki kümes hayvanları sayıları da yine TÜİK 2020 yılı verilerinin ilçelerin havzaya girme yüzdeleri oranında toplama dahil edilmesiyle hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 3.15 ile sunulmaktadır. Buna göre havzadaki kanatlı hayvanlarının büyük çoğunluğunu 682.068 adet olmak üzere yumurta tavuğu oluşturmaktadır. Bunu 501.980 adet ile et tavuğu ardından da kaz, ördek ve hindi takip etmektedir.

2.2.7. Madencilik

MTA'nın Edirne İli Maden ve Enerji Kaynakları üzerine yaptığı çalışmaya (MTA, 2021) göre Edirne ilinin büyük bir bölümü Neojen yaşlı genç çökel kayalardan oluşmuştur. Bu nedenle maden kaynakları açısından çeşitliliği sınırlıdır. Enez İlçesi doğusunda Çavuşköy, Yenice ve Hisarlı yörelerinde bentonit (ağartma toprağı) yatakları işletilmektedir. Lalapaşa İlçesinin güneyinde çimento hammaddesi olarak kullanılabilir kalitede kireçtaşı ve kil rezervi mevcuttur. Yine Lalapaşa İlçesi'nde Veysel Köyü civarında kurşun cevherleşmeleri ile beraber florit oluşumları ile, Lalapaşa-Mezarlık Sırtı ve Domurcalı yörelerinde ekonomik boyutlu olmayan fosfat zuhurları saptanmıştır. Bunların dışında, İpsala İlçesi kuzeyinde manganez zuhuru saptanmıştır. Ayrıca ilin büyük bir bölümünde linyit yatakları ortaya çıkartılmıştır. Edirne ili maden haritası Şekil 2.26 ile sunulmuştur.

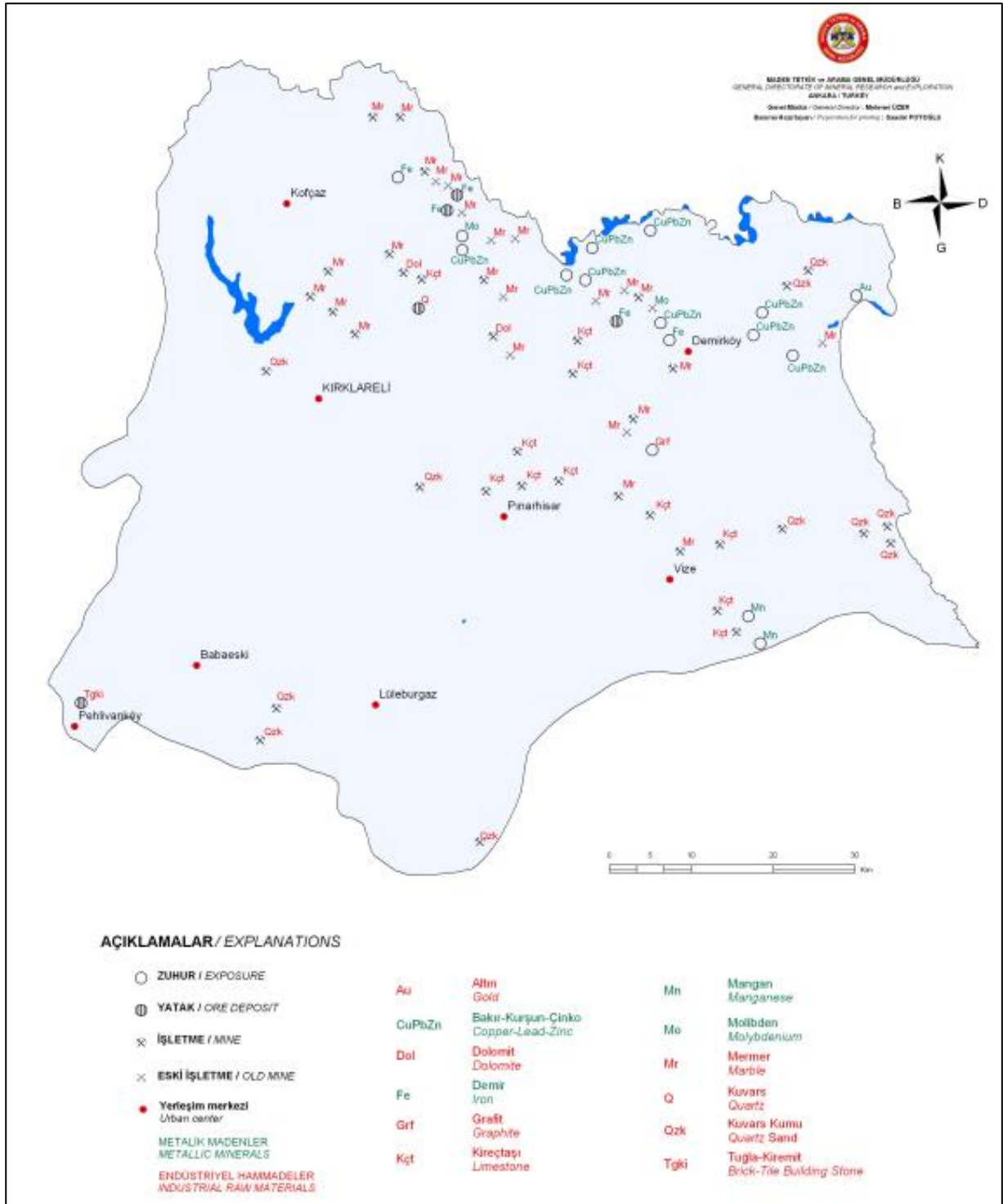


Şekil 2.26 Edirne İli Maden Haritası (MTA, 2021)

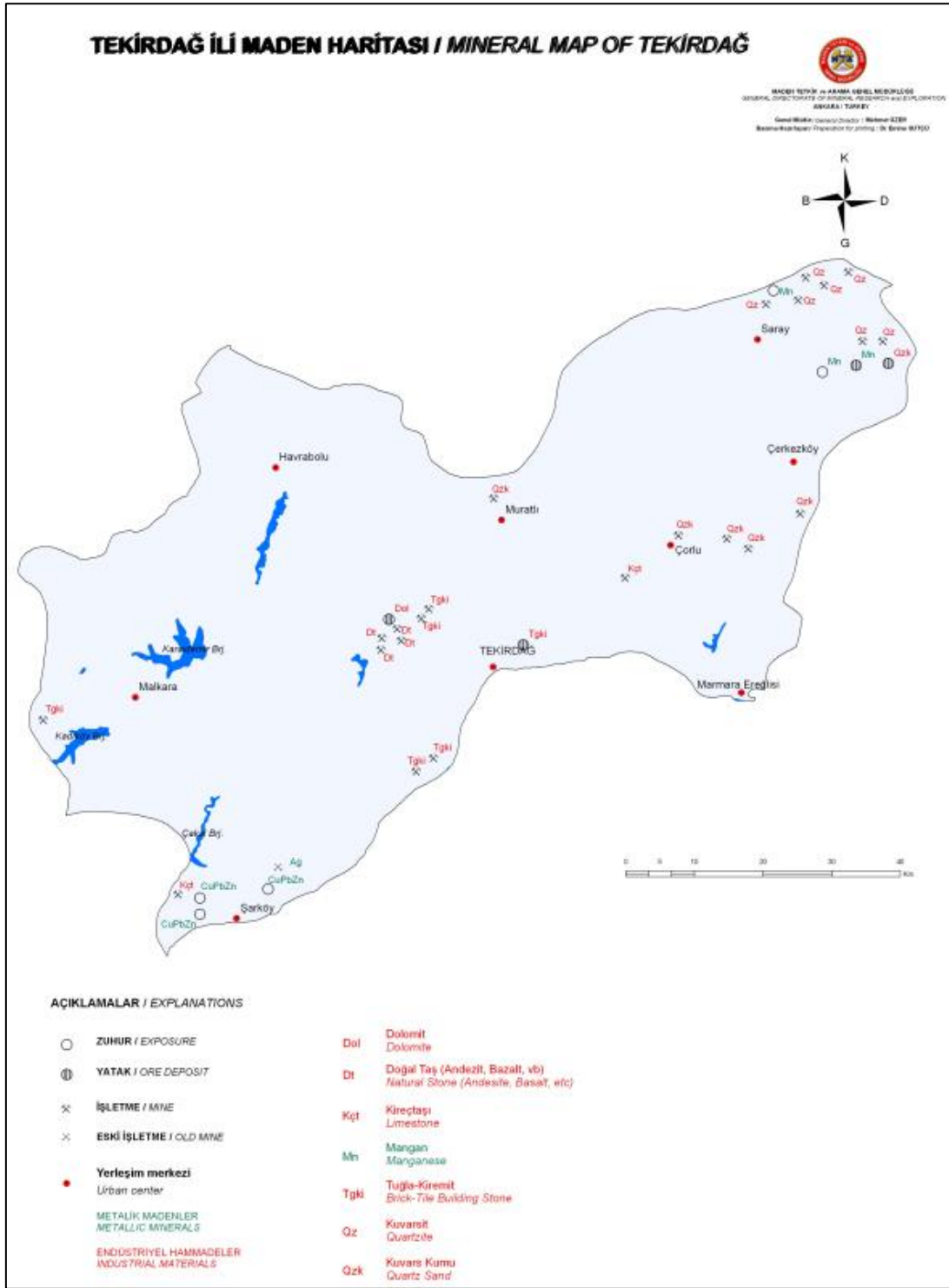
Alansal olarak %70 kadarı havzada bulunan Kırklareli ili için (MTA, 2021) tarafından yapılmış Kırklareli İli Maden ve Enerji Kaynakları çalışmasına göre bölgede metalik ve endüstriyel hammadde açısından maden çeşitliliği mevcuttur. Metalik maden yatakları olarak bazıları

geçmişte işletilmiş, başta bakır-molibden-wolfram olmak üzere demir, manganez ve altın cevherleşmeleri mevcuttur. Kırklareli ili endüstriyel hammaddeler bakımından daha zengindir. Büyük çoğunluğu yine Istranca masifi içerisinde yer alan dolomit, feldispat, kuvars, mermer ve tuğla-kiremit hammaddeleri mevcuttur. Kırklareli'ndeki mermer sahaları zaman zaman işletilmekte ve piyasada kendi isimleriyle bilinmektedir. Bir diğer endüstriyel hammadde zenginliği feldispattır. Üsküp-Ahmetçe, Yündalan sahasında feldispat rezervi bilinmektedir. Dereköy-Kapaklı Köyü sahası ise bilinen kuvars sahasıdır. Ergene Tersiyer havzası içerisinde yer alan endüstriyel hammadde kaynağı ise, MerkezPehlivan Köyü-Mercan Dere-Koca Tepe tuğla-kiremit sahalarıdır. Sözü edilen madenler dışında ilde bilinen linyit oluşumları ise Vize-Topçuköy sahasında yer almaktadır. Kırklareli ili maden haritası Şekil 2.27 üzerinde görülmektedir.

Havza'da topraklarının %69'u yer alan Tekirdağ ili ve çevresinde (MTA, 2021) tarafından yapılmış Tekirdağ İli Maden ve Enerji Kaynakları çalışmasına göre çok önemli bir maden yatağı bulunmamaktadır. Bölge genelinde başlıca yer altı zenginliği linyittir. Bu linyit oluşumları Saray ve Malkara ilçelerinde bulunmaktadır. Saray ilçesindeki Küçükkyoncalı, Safaalan ve Edirköy linyit sahalarında termik santral ve teshin amaçlı kullanılmaya elverişli linyitlerin mevcuttur. Malkara ilçesinde de Ahmetpaşa, Evrenbey-Karamurat sahalarında teshin amaçlı kullanılmaya elverişli muhtemel rezerv mevcuttur. Tekirdağ ili maden haritası Şekil 2.28 üzerinde görülmektedir.



Şekil 2.27 Kırklareli İli Maden Haritası (MTA, 2021)



Şekil 2.28 Tekirdağ İli Maden Haritası (MTA, 2021)

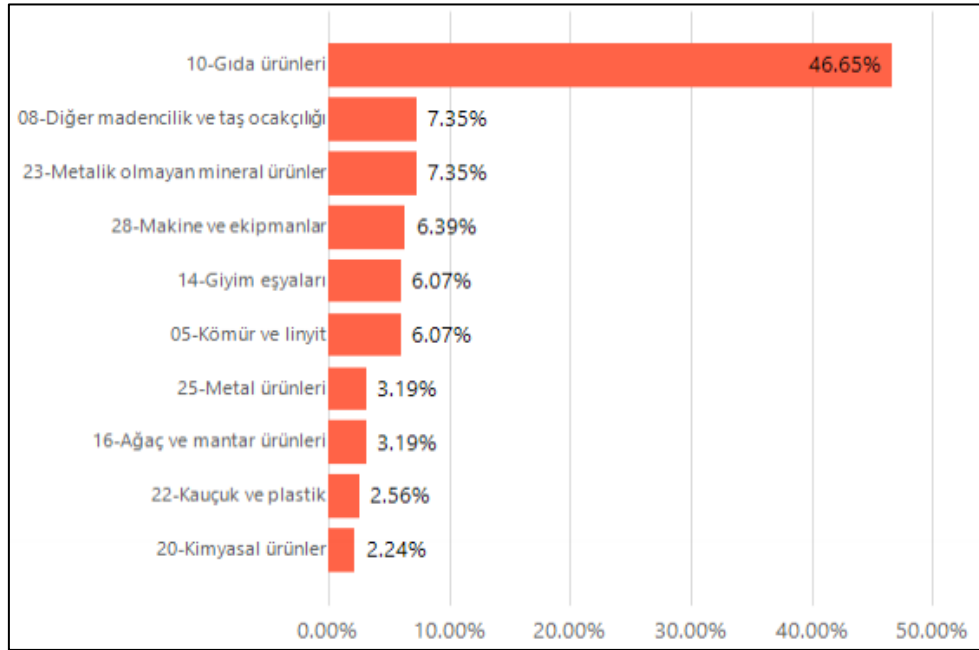
2.2.8. Sanayi

Meriç-Ergene Havzası ve içinde bulunduğu Marmara Bölgesi, Türkiye'nin sanayi merkezidir. Özellikle komşu havzada yer alan İstanbul ve Kocaeli'de yoğunlaşmış olan sanayi aktiviteleri havza illerinde de önemli durumdadır. Havzadaki illerin sanayi durumlarının anlaşılması için

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın il müdürlükleri tarafından hazırlanan 2019 yılı İl Sanayi Durum Raporları (STB, 2019) incelenmiş ve iller bazında sunulmuştur.

2.2.8.1. Edirne

Havzanın %39'luk alanını kaplayan Edirne ili verimli topraklarıyla önemli bir tarım kentidir. Buna bağlı olarak, İl sanayi tarıma dayalı olarak gelişmiştir (Şekil 2.29). Sanayi Siciline kayıtlı 435 işletmenin 39'u pirinç üretimi, 18'i süt ve süt ürünleri üretimi, 13'ü un üretimi ve 12'si ham ve rafine yağ üretimi yapmaktadır. Tarıma dayalı sanayi işletmeleri dışında ilde gelişen diğer bir sektör tekstil sektörüdür ve ilde 41 tekstil işletmesi vardır. Ayrıca sanayide çalışanların, %51,29'u giyim eşyası imalatı, %15,98'i gıda ürünleri ve içecek imalatı, %6,44'ü kömür madenciliği sektöründe istihdam edilmektedir.

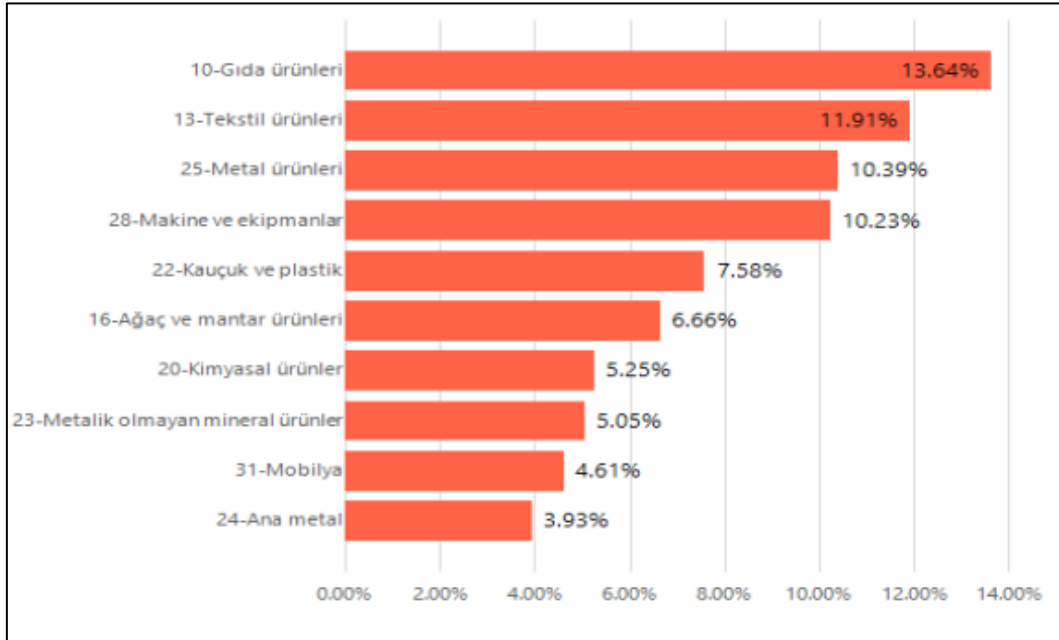


Şekil 2.29 Edirne İlinde Sanayi İşletmelerinin Sektörel Dağılımı (İlk 10 Sektör)

Edirne ilinde 2 adet sicil almış OSB'den Edirne Organize Sanayi Bölgesi altyapı inşaatı tamamlanmış, Keşan Gıda İhtisas Organize Sanayi Bölgesi müteşebbis heyet kurma çalışmaları devam etmektedir. İlde ayrıca toplam 1904 işyeri kapasiteli 8 adet küçük sanayi sitesi ve 1 teknoloji geliştirme bölgesi bulunmaktadır.

2.2.8.2. Tekirdağ

Bir bölümü havzaya dahil olan diğer illerden Tekirdağ ilinin ülke genelinde gerçekleştirilen toplam katma değere katkısı %4'tür ve bu oran ile Türkiye genelinde 6. sırada yer almaktadır. İlde elektrikli ev aletleri, traktör, tekstil makinaları, kimyasallar, ilaç gibi yüksek teknoloji ve katma değeri yüksek ürünler üretmektedir. İlde toplamda 14 OSB bulunmaktadır. Bu OSB'lere alansal ve sayısal büyüklük açısından bakıldığında Tekirdağ Türkiye'nin en fazla OSB alanına ve en fazla OSB'ye sahip olan 2. ili durumundadır. Tekirdağ ilindeki sanayi işletmelerinin sektörel dağılımı incelendiğinde; ilk sırada %13,64 ile gıda ürünleri, ikinci sırada %11,91 ile tekstil ürünleri, üçüncü sırada ise %10,39 ile metal ürünleri sektörlerinin yer aldığı görülmektedir (Şekil 2.30) (Tekirdağ Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü, 2019).

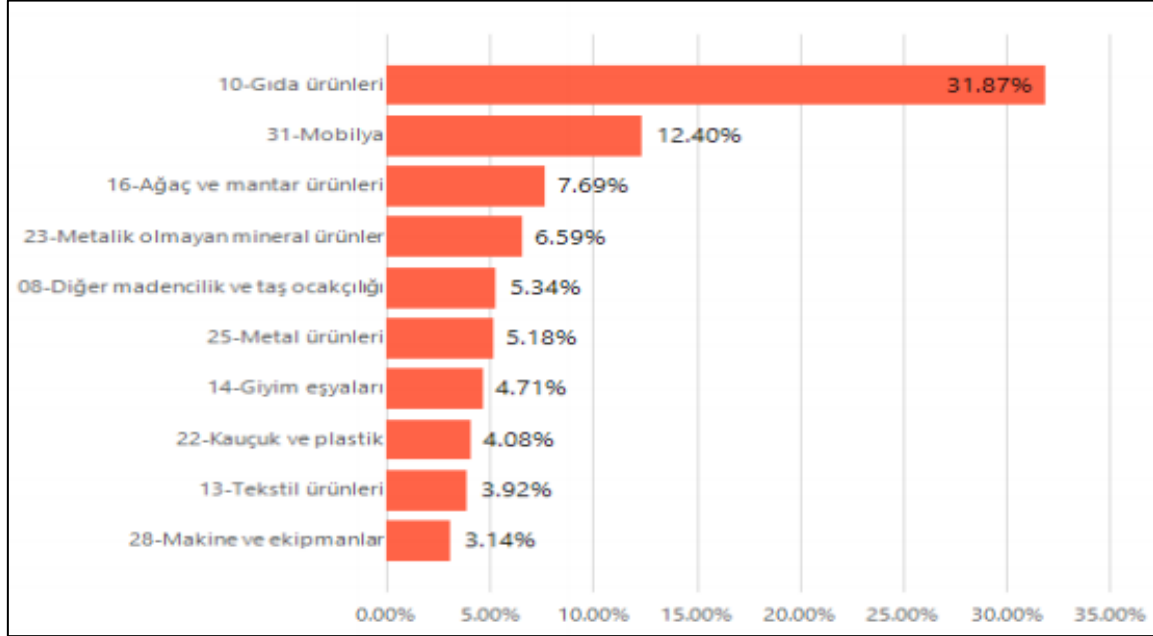


Şekil 2.30 Tekirdağ İlinde Sanayi İşletmelerinin Sektörel Dağılımı (İlk 10 Sektör)
(Tekirdağ Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü, 2019)

2.2.8.3. Kırklareli

Havzada bulunan illerden Kırklareli'de cam, gıda, tekstil, tıbbi ilaç alanında önemli tesisler bulunmaktadır. İldeki sanayi çoğunlukla Lüleburgaz ilçesinde yoğunlaşmıştır. Kırklareli'nde 262'si gıda, 62'si tekstil, 160'ı ağaç ürünleri, 60'ı metalden kapı ve pencere, 12'si basım ve yayım, 67'si metalik olmayan mineral ürünler, 29'u kimya-plastik, 12'si enerji, 16'sı makine, 46'sı taş ocağı ve 41'i de diğer sektörlerde olmak üzere toplam 767 sanayi tesisi faaliyet göstermektedir. Kırklareli ilindeki sanayi işletmelerinin sektörel dağılımı incelendiğinde; ilk sırada %31,87 ile gıda ürünleri, ikinci sırada %12,40 mobilya, üçüncü sırada ise %7,69 ile ağaç

ve mantar ürünleri sektörlerinin yer aldığı görülmektedir (Şekil 2.31). İlde 4 adet sicil almış OSB bulunmaktadır. Bunlar Kırklareli OSB, Lüleburgaz-Büyükkarıştıran OSB, Lüleburgaz-Evrensekiz OSB, Vize-PAGDER Aslan Plastikçiler İhtisas Özel OSB'dir. Ayrıca toplam 972 işyeri bulunan 3 adet sanayi sitesi de ilde yer almaktadır (Kırklareli Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü, 2019).



Şekil 2.31 Kırklareli İlinde Sanayi İşletmelerinin Sektörel Dağılımı (İlk 10 Sektör)
(Kırklareli Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü, 2019)

2.2.9. Kültürel Alanlar ve Turizm

Havza ülkemizin zengin kültürel mirasında önemli bir yer teşkil etmekte ve doğal güzelliklerine rağmen, havzada turizm sektörü çok gelişmiş durumda değildir. Şarköy, İğneada, Kıyıköy, Enez ve Edirne Merkez gibi bölgelerde turizm kısmen faaldir.

Tarih ve kültür varlıkları açısından bölgede çoğunlukla Osmanlı dönemine ait eserler bulunmaktadır.

Edirne'de Arkeoloji ve Etnografya Müzesi, Türk İslam Eserleri Müzesi, Sultan II. Bayezid Külliyesi Sağlık Müzesi, Selimiye Vakıf Müzesi, Millî Mücadele ve Lozan Müzesi, İhan Koman Heykel ve Resim Müzesi, Edirne Kent Müzesi, Prof. Dr. Osman İnci Müzesi, Hıdırlık Tabya Balkan Tarihi Müzesi, Uzunköprü Kent Müzesi bulunmaktadır. Ayrıca Selimiye Camii,

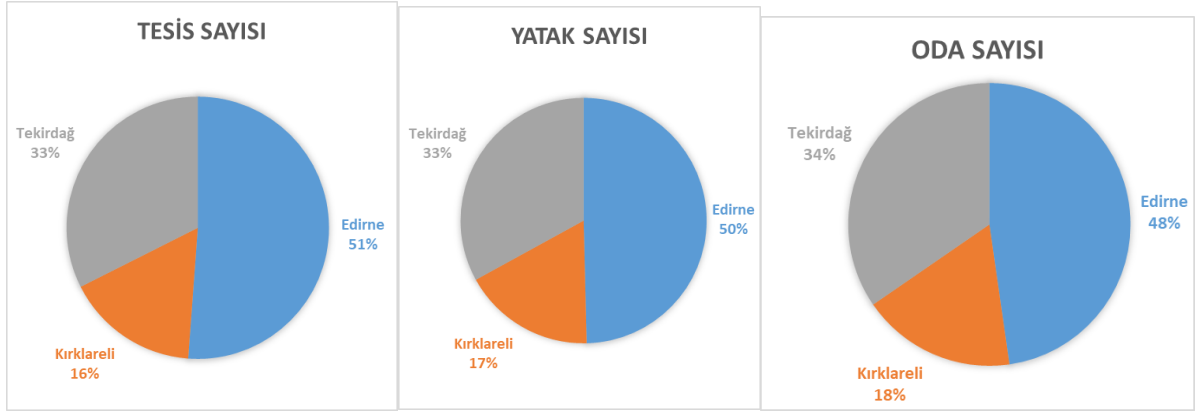
Uzunköprü, Bedesten Çarşısı, Rüstem Paşa Kervansarayı ve Meriç Köprüsü ilin önemli turistik noktalarıdır.



Şekil 2.32 Selimiye Camii (Edirne İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2021)

Tablo 2.20 2021 yılı turizm tesis istatistikleri (T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021)

09.07.2021 TARİHİ İTİBARIYLA BAKANLIK BELGELİ KONAKLAMA TESİSİ İSTATİSTİKLERİ							09.07.2021 TARİHİ İTİBARIYLA BELEDİYE BELGELİ KONAKLAMA TESİSİ İSTATİSTİKLERİ		
Şehir	İşletme Belgeli Tesis Sayısı	İşletme Belgeli Oda Sayısı	İşletme Belgeli Yatak Sayısı	Yatırım Belgeli Tesis Sayısı	Yatırım Belgeli Oda Sayısı	Yatırım Belgeli Yatak Sayısı	Belediye Belgeli Tesis Sayısı	Belediye Belgeli Oda Sayısı	Belediye Belgeli Yatak Sayısı
Edirne	28	1.269	2.499	5	715	1.568	98	2.704	6.208
Kırklareli	9	593	1.181	8	480	1.114	25	664	1.307
Tekirdağ	26	1.712	3.397	5	401	862	52	1.284	2.576



Şekil 2.33 2021 yılı turizm tesis istatistikleri illere göre dağılımı (T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021)

Havzadaki illerin turizm tesis istatistiklerine bakıldığında (T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021), tesis, oda ve yatak sayıları Tablo 3.16 ile sunulmuştur. Hem bakanlık belgeli hem belediye belgeli tesisler dikkate alındığında tesis sayılarının %51'inin, yatak sayılarının %50'sinin ve oda sayılarının %48'inin Edirne'de olduğu görülmektedir (Şekil 2.33).

2.2.10. Ekosistem

Havzanın flora ve faunası incelenirken Meriç-Ergene Havzası Master Planı (DSİ, 2018) kapsamında yapılan çalışmadan yararlanılmıştır.

2.2.10.1. Flora

Trakya bölgesi, coğrafi özelliklerine bağlı olarak, oldukça çeşitli habitata ev sahipliği yapmaktadır. Bölgede 4 çeşit vejetasyon vardır. Bunlar Orman vejetasyonları, Sucul vejetasyon, Çalı vejetasyonu ve Çayır vejetasyonudur. Bölgenin iç kesimleri, antropojen step karakterindedir. Bu bölgede, daha ziyade İrano-Turanien fitocoğrafik bölgenin bitkileri bulunmaktadır.

En sık bulunan bitkiler *Chrysopogon gryllus*, *Rumex acetocella* (kuzukulağı), *Trifolium campestre* (üçgül), *Trifolium repens*, *Poa bulbosa*, *Festuca callieri* (fiğ), *Achillea millefolium* ssp. *Pannonica* (civanperçemi), *Scleranthus perennis*, *Mentha aquatica* (yabani nane), *Digitalis lanete* (yüzük otu), *Ropippa sylvestre*, *Vicia villosa* V. *Cracca* ssp. *Stenophylla* (yabani bakla), *Hordeum marinum* var *Marinum* (yabani arpa) *Orobanche minor* (canavar otu)'dur. Bölgenin Güney ve Güneybatı kısımlarındaki dağ ve kıyı bölgelerinde, genellikle Akdeniz elementleri bulunmaktadır. Bu bitkiler; *Pinus nigra* ssp. *Pallasiana* (karaçam), *Arbutus anedo* (koca yemiş),

Phlirea latifolia (Katırtırnağı), Erica arborea (Funda), Everticillata, Cistus villisus, C. tauricus, C. salviifolius, Juniperus oxycedrus (Ardıç), Calluna vulgaris şeklindedir.

Bölgenin Kuzeydoğusunda yer alan Yıldız Dağları silsilesi (Istranca Dağları) ise orman vejetasyonu ile kaplıdır. Nemli kuzey yamaçlarında Fagus orientalis ormanları ve çalılıklar yer alır. Bölgenin Güneybatısında yer alan Kuru Dağı Pinus brutia ormanları ve maki vejetasyonu ile tipik Doğu Akdeniz vejetasyonu gösterir.

300'den fazla nadir ve endemik bitki çeşidine ev sahipliği yapan Trakya 50 kadar türün dünyadaki en zengin popülasyonlarına sahiptir. Doğa koruma açısından ulusal ve uluslararası öneme sahip çeşitli habitatlar bölgede yer alır (DSİ, 2018).

2.2.10.2. Fauna

Bölge'nin faunası da florası gibi iklimik açıdan ve yeryüzü şekilleri bakımından çeşitlilik olması sebebiyle için farklı türlere sahiptir. Biyoçeşitlilik ve ekosistem zenginliği ile diğer bölgeler arasında öne çıkan bölgede, endemik birçok hayvan türüne rastlamak mümkündür. Özellikle ormanlarının bulunduğu Kırklareli ve çevresindeki coğrafyada çeşitliliğin fazla olduğu söylenebilir. Araştırmacıların Kırklareli ve çevresinde (Longoz Ormanları Faunası) yapmış olduğu bilimsel çalışmalar sonucunda memeliler, kuşlar, sürüngenler, iki yaşamlılar ve balıklara ait toplam 326 omurgalı türünün ve 311 omurgasız (böcekler ve kelebekler) türünün bölgede varlığı tespit edilmiştir. Tüm faunal veriler değerlendirildiğinde omurgalı ve omurgasızların toplam tür sayısı 484 gibi yüksek rakamlarda olması bölgenin faunal açısından hayli yüksek öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Longoz Ormanlarında flora ve fauna çeşitliliği Bern Sözleşmesi ile koruma altına alınmıştır. Koruma altına alınan nadir türler arasında balıklar (Dere Hamsisi, Deniz İğnesi, Tatlı Kayabalığı, Kurt Balığı, Noktalı İnci Balığı, Acı Balık, Taş Yiyen Balık, Karaburun Balığı, Kırmızı Benekli Alabalık, Gümüş Balığı, Trakya Levreği), böcekler (Büyük Teke Böceği, Benekli Bakır Kelebeği, Yusufçuk, Kız Böceği, Leş Böceği), Kuşlar (Cüce Karabatak, Akkuyruklu Kartal, Küçük Kerkenez, Yeşil Ağaçkakan, Örümcek Kuşu, Tepeli Pelikan, Küçük Karabatak, Sessiz Kuğu, Ötücü Kuş, Suna Ördeği, Balıkçı, Kaşıkçı, Balaban, Dik Kuyruk, Balık Kartalı, Hazer Sumrusu, Yalı Çapkını, Mahmuzlu Kız Kuşu, Gri Balıkçıl), memeliler (Geyik, Karaca, Yaban Domuzu, Kurt, Tilki, Çakal, Yaban Kedisi, Sansar, Porsuk, Yarasa, Su Samuru), Sürüngen İki Yaşamlılar (Gece Kurbağası, Pürtüklü Semender, Oluklu Kertenkele, Yeşil Kertenkele, İnce Kertenkele, Yılan Türleri ve Kaplumbağa) bulunmaktadır (DSİ, 2018).

2.2.10.3. Korunan Alanlar

Meriç-Ergene Havzası genelinde içme suyu korunan alanları olarak belirlenen yerüstü suyu kütleleri Kırklareli Barajı, Beğendik Gölü, Kadıköy Barajı, Süloğlu Barajı, Üsküp Gölü, Kadıköy Gölü, Çamlıca Gölü, Kavakdere Gölü'dür.

Tablo 2.21, Türk mevzuatı kapsamında Meriç-Ergene Havzası'nda belirlenmiş çevresel olarak korunan alanlarını göstermektedir.

Tablo 2.21 Türk mevzuatı uyarınca belirlenmiş çevre koruma alanlarının listesi (sulak alanlar hariç (SYGM, 2018))

Alt-tip	İsim	Alan(ha)
Milli Park	GALA Gölü	6,041
Tabiat Parkı	Kavaklımeşe Korusu Tabiat Parkı	36
Sulak Alanlar	Meriç Deltası	11,274
Yaban Hayatı	İstanbul Çatalca Çilingöz	321

Gala Gölü Milli Parkı, Edirne ili, Enez ve İpsala ilçelerinde bulunan, 2005 yılında Bakanlar Kurulu Kararıyla Türkiye'nin 36. Milli Park'ı olarak ilan edilmiştir. Sulak alan (Büyük Gala Gölü, Küçük Gala Gölü, Pamuklu Gölü) ve ormanlık alandan (Hisarlı Dağı etekleri) oluşmaktadır. Gala Gölü Milli Parkı'nın ana kaynak değeri içindeki 3 adet göl ve burada bulunan sazlıklarda barınan su kuşlarıdır. Bununla birlikte endemik bitkilerin bulunduğu Hisarlı Dağı ve etekleri de parkın diğer kaynak değerlerini oluşturur. Bu bölgede Fransız Dağ Akçaağacı Gen Koruma Ormanı bulunmaktadır. Gen koruma ormanları mutlak koruma alanları olup hiçbir şekilde müdahalede bulunulmaması gereken alanlardır (Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2016).

Kavaklımeşe Korusu Tabiat Parkı 2011 yılında ilan edilmiştir. İçinde yaygın olarak yaşlı meşe ağaçları bulunmaktadır. Arazide yaygın olarak *Sciurus vulgaris* ve *Spermophilus citellus* gibi sincap türleri ve *Garrulus glandarius*, *Pica pica*, *Pyrrhocorax graculus*, *Corvus monedula*, *Corvus frugilegus*, *Corvus corone pallescens*, *Corvus corax*, *Sturnus vulgaris*, *Passer domesticus* gibi kuş türleri yaygın olarak gözlemlenmektedir (Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2016).

2.3. İklim Ve Su Kaynakları

Kuraklığın birinci dereceden ilişkili olduğu iklim ve su kaynakları bu bölümde incelenmektedir. İklim bölümünde havzadaki meteorolojik değişkenlerin uzun yıllar boyunca ölçümleri ve alansal değişimleri incelenmektedir. Su kaynakları bölümünde ise havzadaki mevcut ve planlanan su tesisleri, yeraltı suları, su kalitesi ve iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi incelenmektedir. Havza bazlı kuraklık planlarının etkin bir biçimde hazırlanabilmesi için havzanın ikliminin ve su kaynaklarının mevcut durumunun anlaşılması önemlidir.

2.3.1. İklim

Meriç Ergene Havzası'nın güney bölümlerinde geçiş iklimi olarak da adlandırılan Marmara iklimi görülmekte, havzanın büyük çoğunluğunda ise karasal iklim görülmektedir. Kış mevsimi sert ve kar yağışlı, yaz mevsimi ise sıcak geçmektedir.

Havza ve çevresinde birçok meteoroloji gözlem istasyonu (MGİ) bulunmaktadır (Şekil 2.34). Ancak bu MGİ'lerin bir kısmı bazı tesis veya projeler için veri toplamak amacıyla açılmış, işlevlerini gördükten sonra kapatılmıştır. Bu nedenle veri ölçüm aralıkları kısadır. İstatistiksel olarak anlamlı olması adına bu proje kapsamında 25 yıldan uzun verisi olan istasyonların verileri kullanılmıştır. Bu MGİ'lerin özellikleri Tablo 2.22 ile verilmiştir.

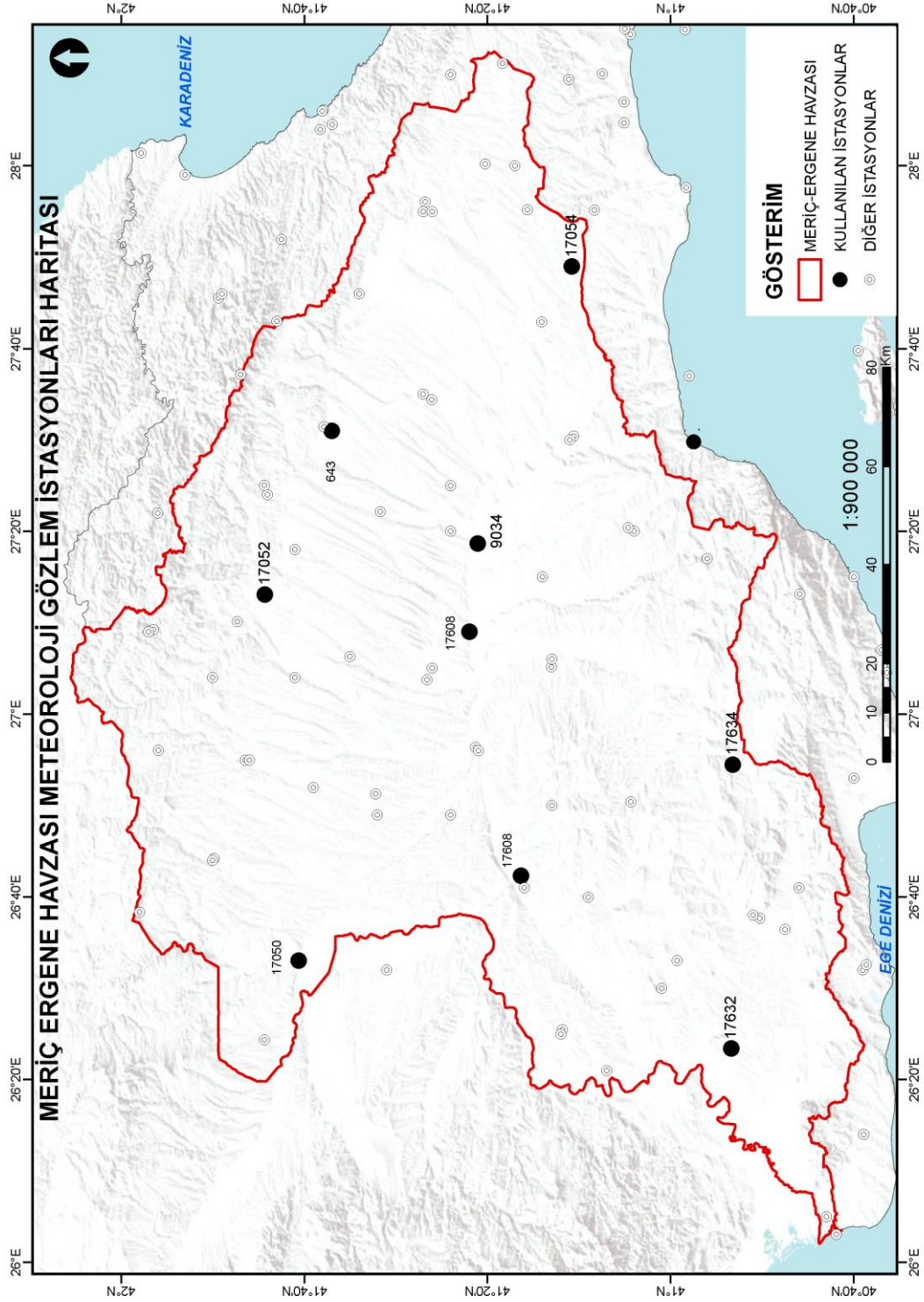
Havza ve çevresindeki tüm istasyonlar, verisi kullanılanlar ayrıca belirtilecek şekilde Şekil 2.34 ile verilen haritada gösterilmiştir. Siyah içi dolu noktalar, kuraklık analizleri için gerekli olan uzun süreli (25 yıllık) verileri bulunan ve proje kapsamında verileri kullanılan meteoroloji istasyonlarının yerlerini göstermektedir. İçi boş halkalar ise, veri uzunluğu kuraklık çalışmaları için yeterli olmayan gözlem istasyonlarının yerlerini göstermektedir.

Havzanın iklim özelliklerini değerlendirmek için açık, kapalı 25 yıl ve üzerinde yağış verisi olan istasyonların ölçüm yılı başından 2021 yılı Nisan ayına kadar uzun yıllık ortalama değerleri kullanılmıştır. Bu istasyonların veri süreklilik analizleri Şekil 2.35 ile verilmiştir.

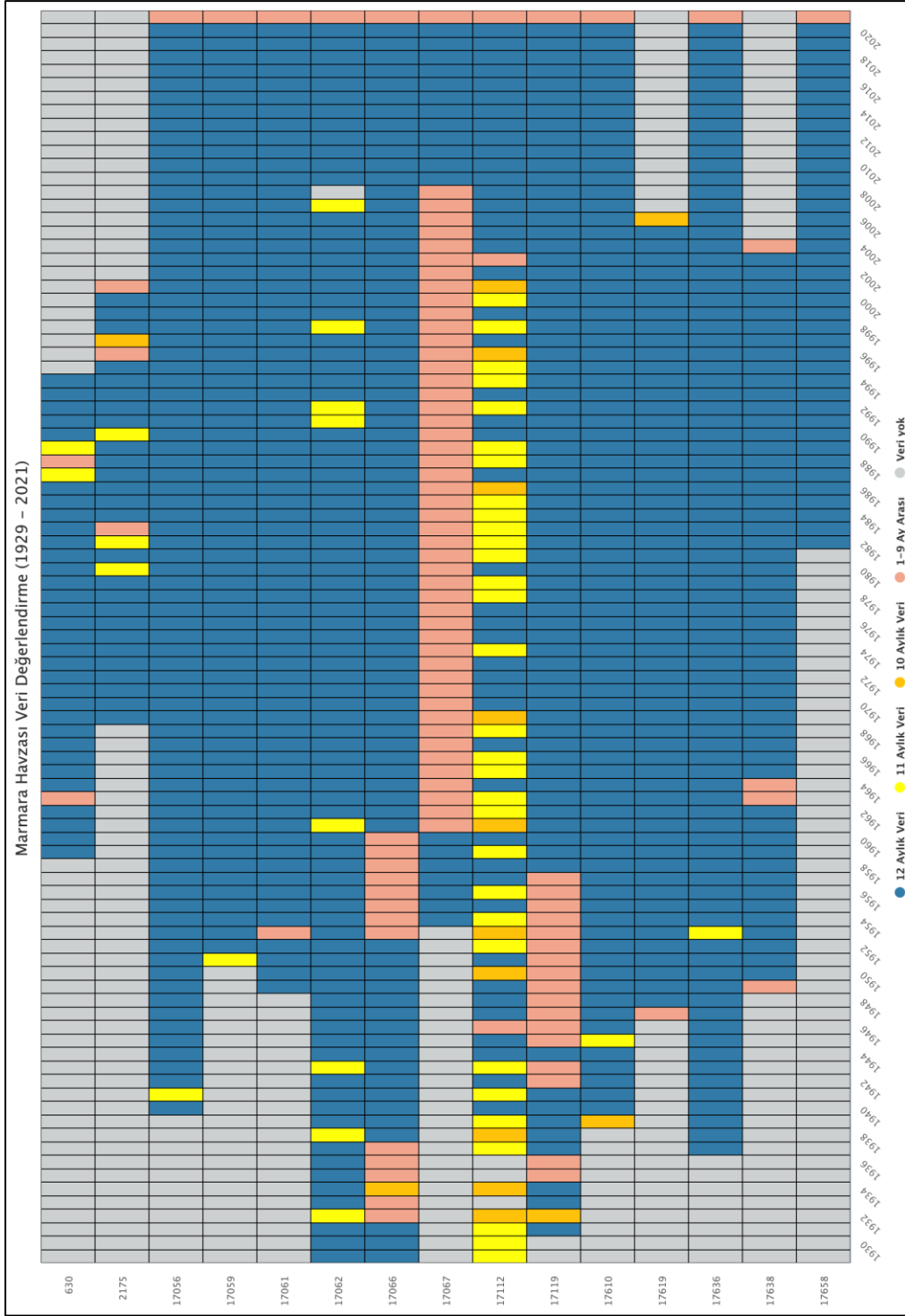
Tablo 2.22 Havzada 25 yıl ve üzeri verisi olan MGI'lerin karakteristikleri

İstasyon No	Adı	Rakım
643	PINARHISAR	190
9034	ALPULLU	70
17050	EDİRNE	51
17052	KIRKLARELİ	232
17054	ÇORLU	145
17608	UZUNKÖPRÜ	45
17631	LÜLEBURGAZ TİGEM	46
17632	İPSALA	81
17634	MALKARA	207

İstasyonlar bazında hesaplanan değerlerin alansal değişimlerini hesaplarırken de Ters Ağırlıklı Mesafe (Inverse Distance Weighting-IDW) metodu kullanılmıştır. IDW Bilinen örnek noktalara ait değerlerin yardımıyla örneklenmeyen noktalara ait hücre değerlerinin belirlenmesi için kullanılan bir enterpolasyon tekniğidir. IDW enterpolasyon tekniği, örneklem nokta verilerinden enterpolasyonla grid üretmede tercih edilen ortak bir yöntemdir. IDW enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzaktaki noktalarda daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayandırılır. Bu teknik ile enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı da azalan, örneklem noktalarının ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey enterpolasyonu yapılmaktadır.



Şekil 2.34 Meriç-Ergene Havzası'ndaki Meteoroloji Gözlem İstasyonları



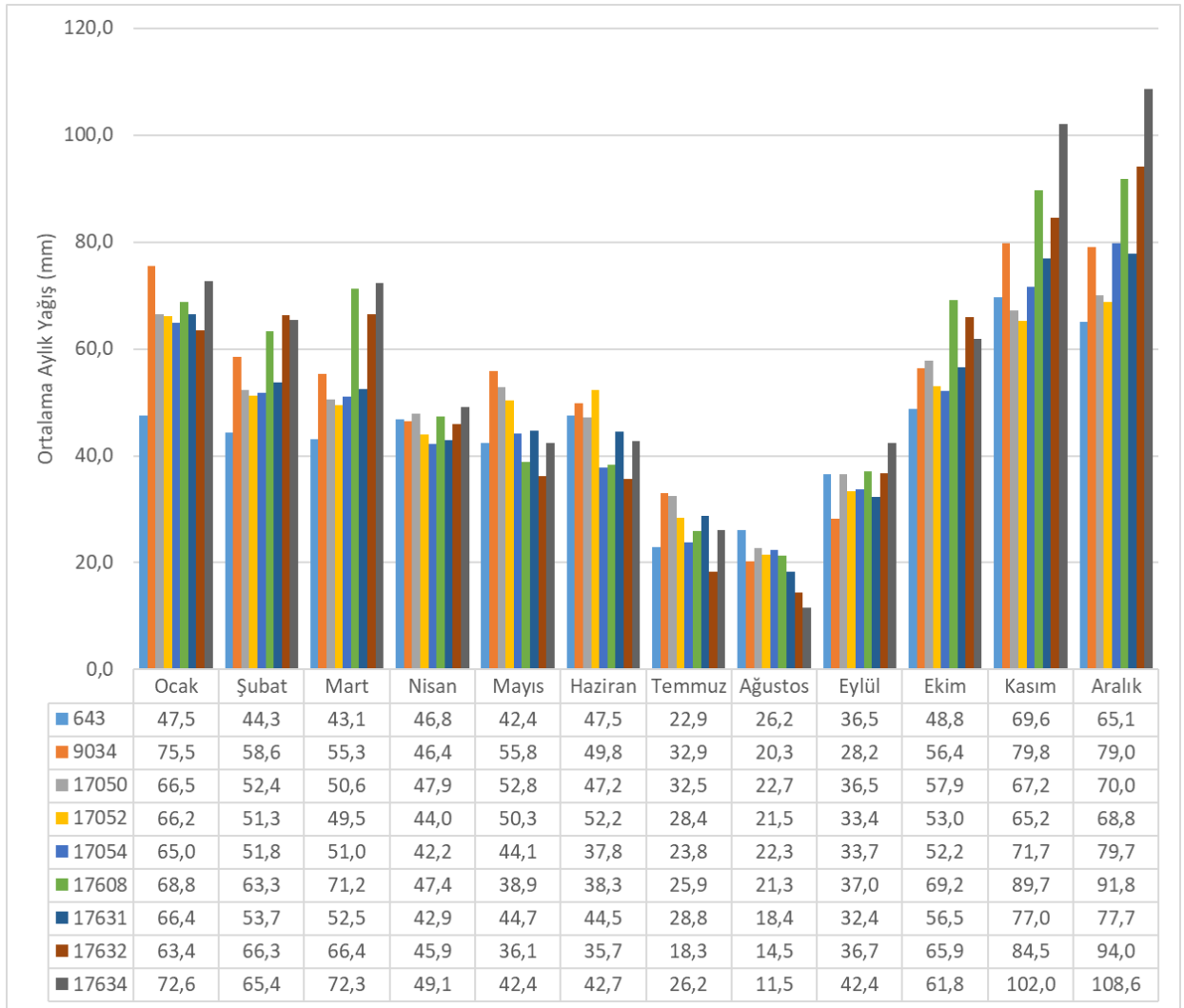
Şekil 2.35 Meriç-Ergene Havzası 25 yıl ve üzeri verisi olan MGI'lerin veri süreklilik analizi

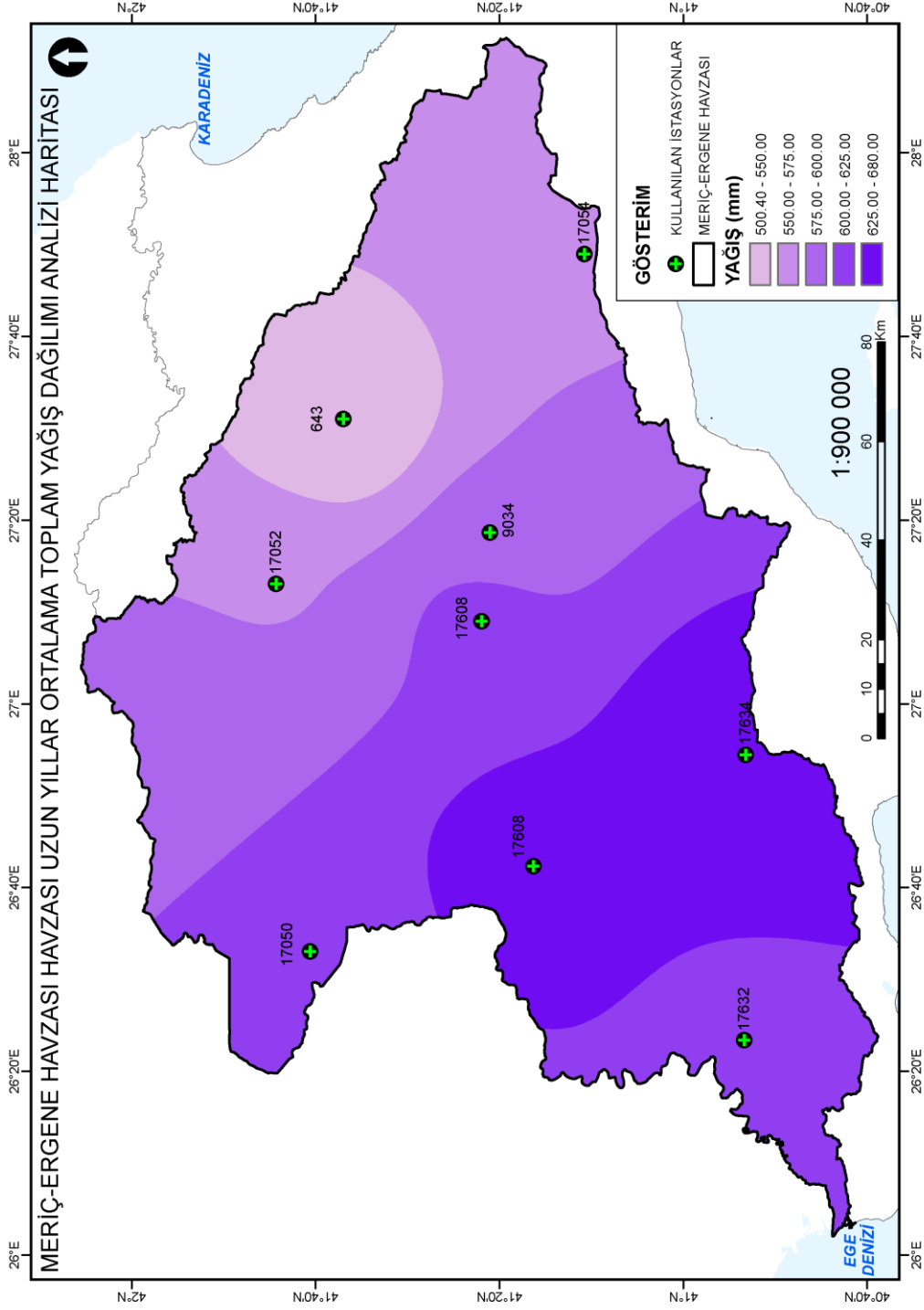
2.3.2. Yağış

Meriç- Ergene Havzası'nda aylık toplam yağışların ortalamalarına bakıldığında kış ve bahar ayları yağışlı, yaz ayları ise daha az yağışlı aylardır. En kuru ay ağustos iken en yağışlı ay aralık ayıdır (Tablo 2.23).

İstasyonların yağışlarının uzun yıllar ortalamasının alansal değişimine bakıldığında (Şekil 2.36) havzanın doğusunda yağışın daha fazla, batısında daha az olduğu görülmektedir.

Tablo 2.23 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Ortalama Yağış Değerleri (mm) (MGİ, 2020)





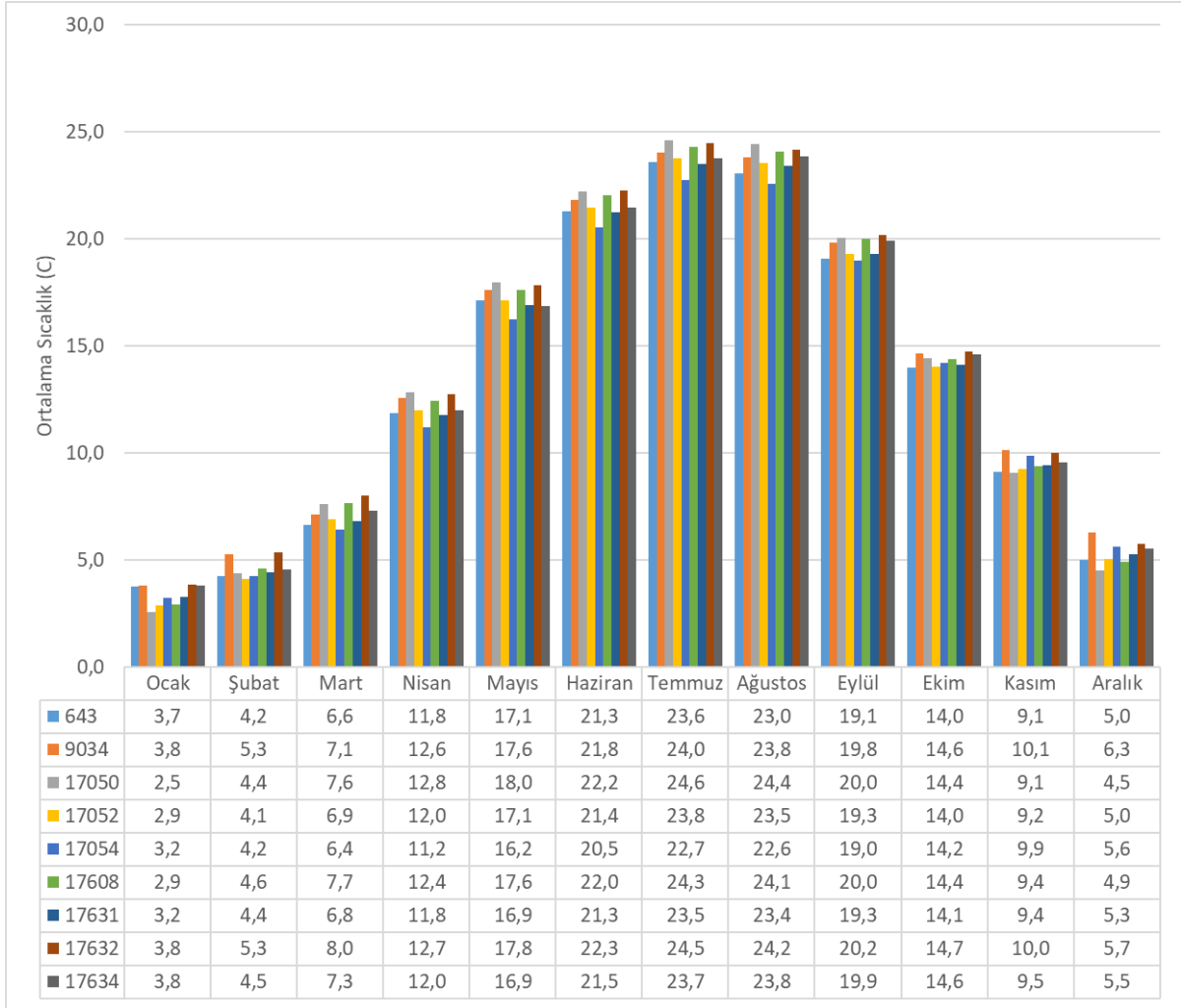
Şekil 2.36 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Ortalama Toplam Yağış Alansal Dağılımı (MGİ, 2020)

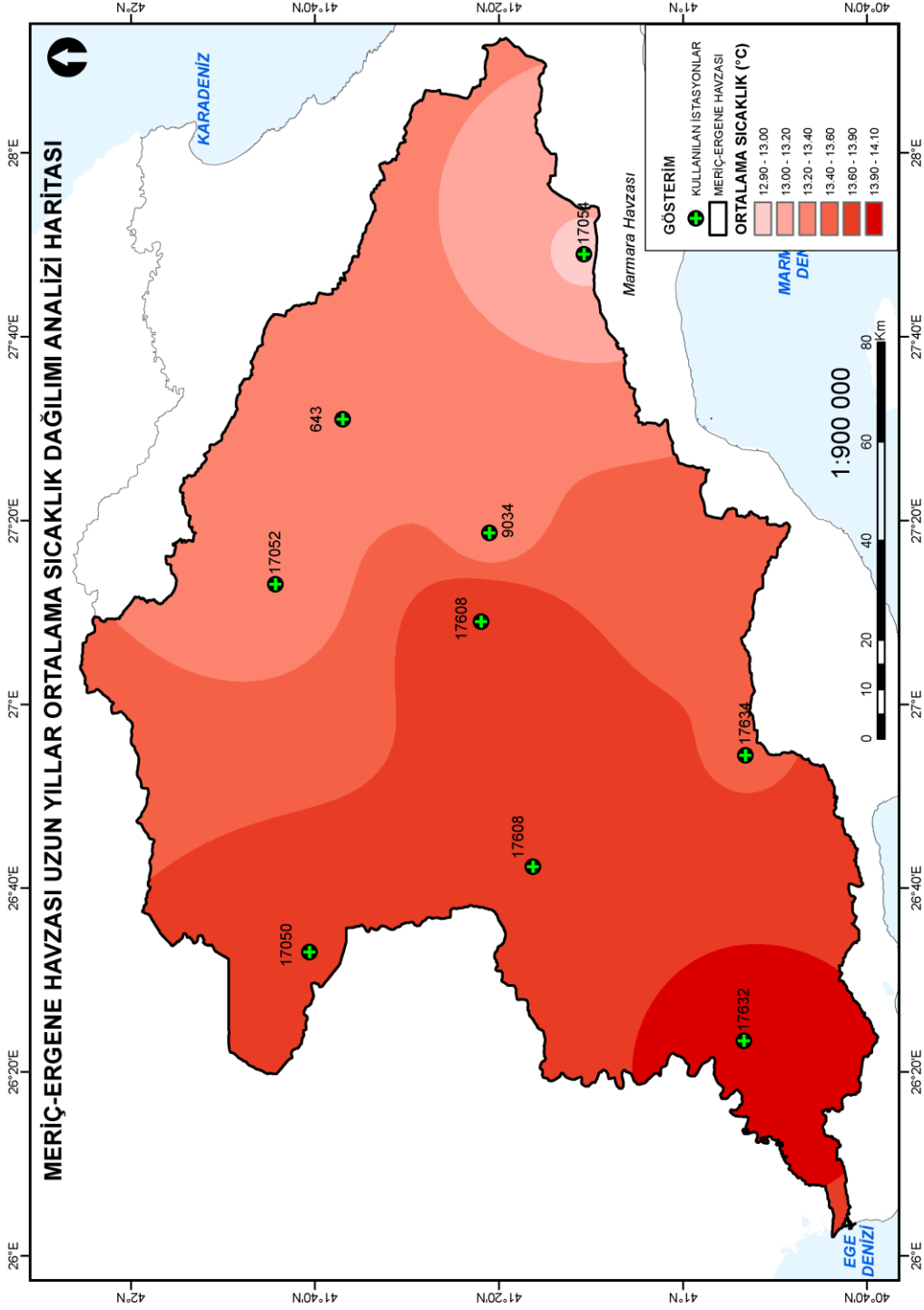
2.3.3. Sıcaklık

Havzadaki istasyonların uzun yıllar aylık sıcaklık ortalamaları Tablo 2.24 ile sunulmuştur. Buna göre havzada en sıcak aylar temmuz ve ağustos aylarıdır. Yıllık ortalama sıcaklıkların alansal

dağılımları ise Şekil 2.37 ile verilmiştir. Buna göre sıcaklıklar havzanın batısından doğusuna gittikçe azalmaktadır.

Tablo 2.24 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C) (MGİ, 2020)



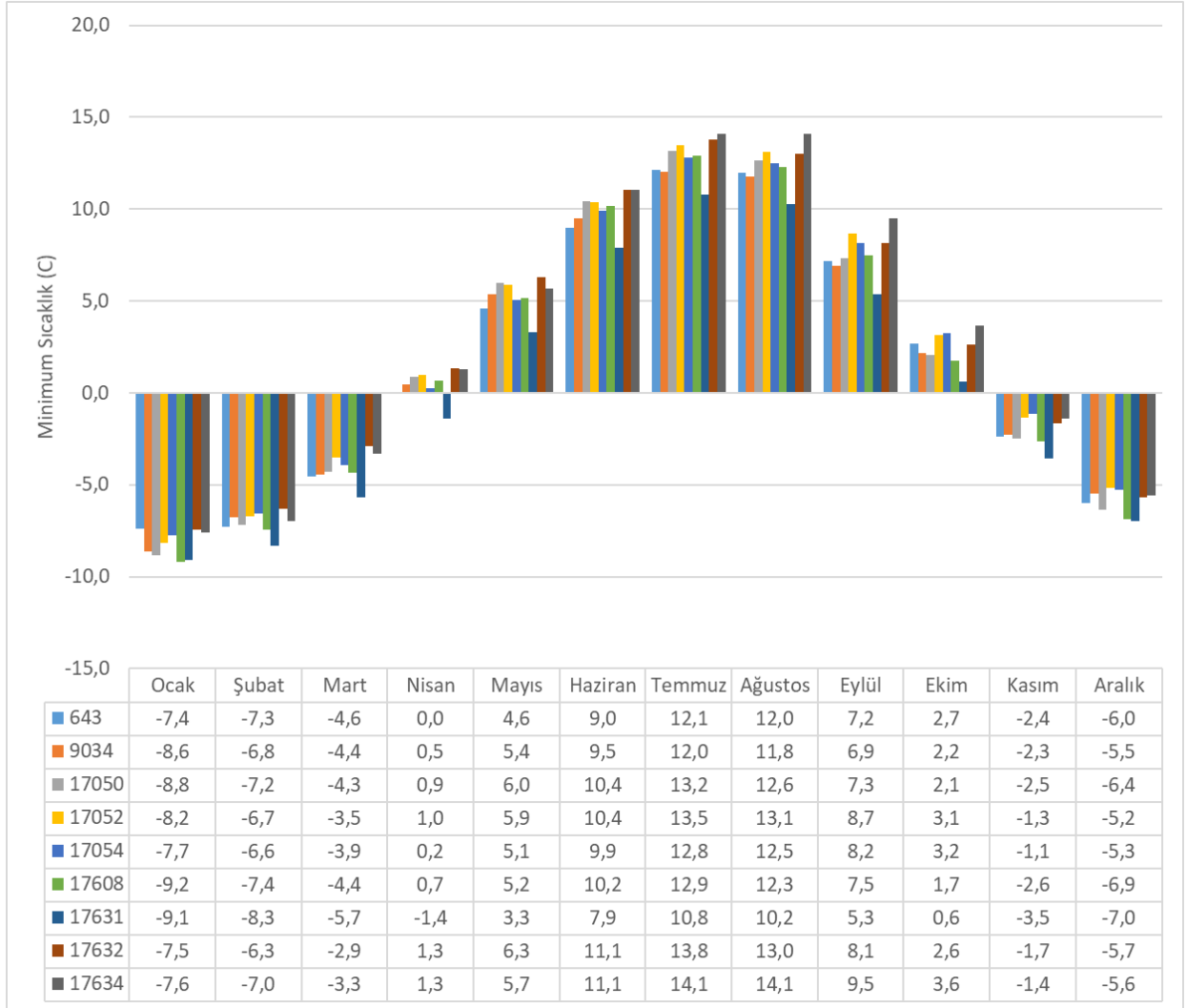


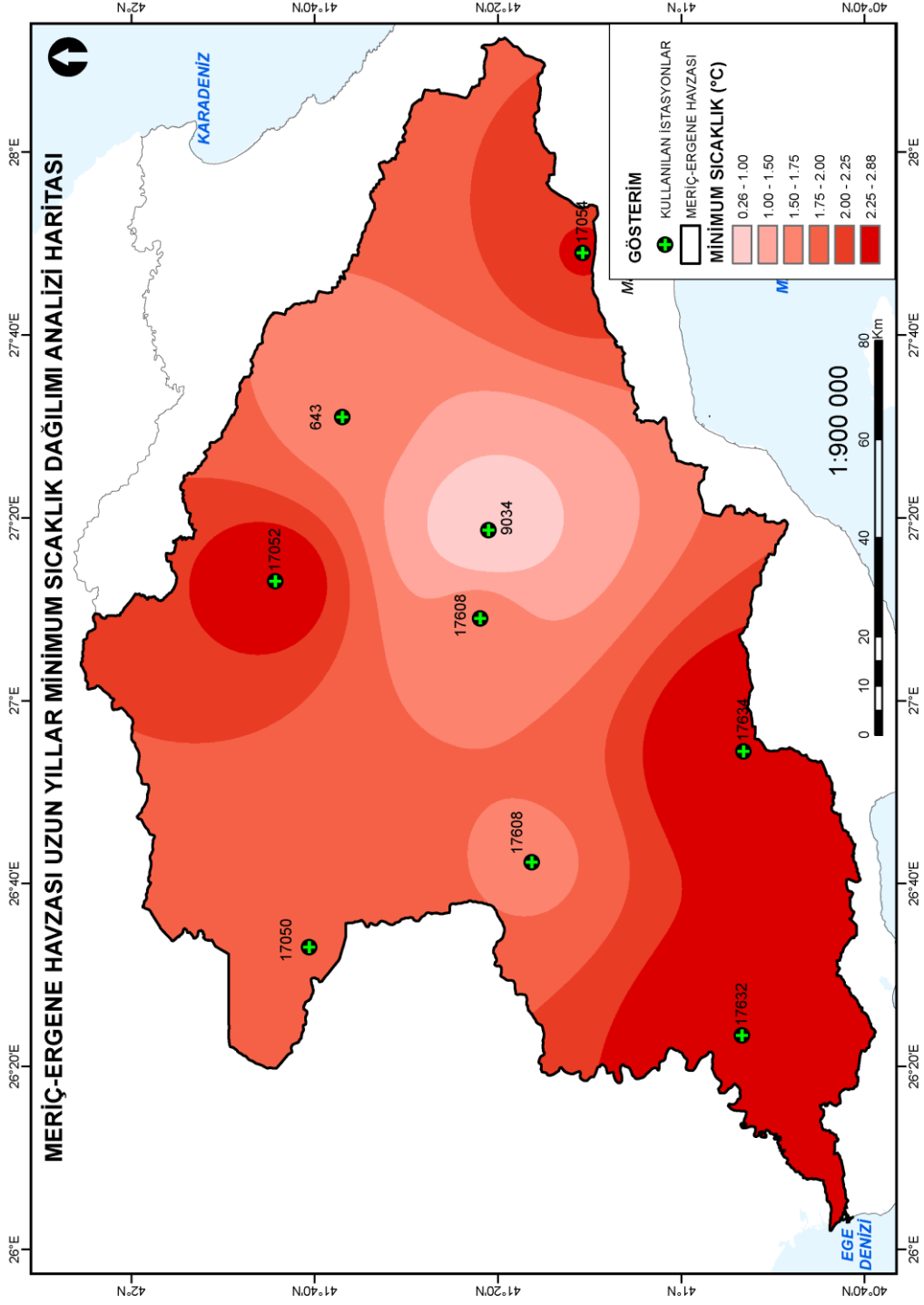
Şekil 2.37 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Ortalama Sıcaklık Alanısal Dağılımı (MGİ, 2020)

Havzada istasyon bazlı uzun yıllar aylık minimum sıcaklık değerleri Tablo 2.25 ile sunulmuştur. Buna göre minimum sıcaklıklar kasım ayından nisan ayına kadar sıfırın altında görülebilmektedir. Yaz aylarında da 15 derecelerin altındadır. Minimum sıcaklıkların alanısal

dağılımı Şekil 2.38 ile verilmiştir. Buna göre minimum sıcaklıklar en düşük değerlerini havzanın orta bölümlerinde almaktadır.

Tablo 2.25 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Minimum Sıcaklık Değerleri (°C) (MGİ, 2020)

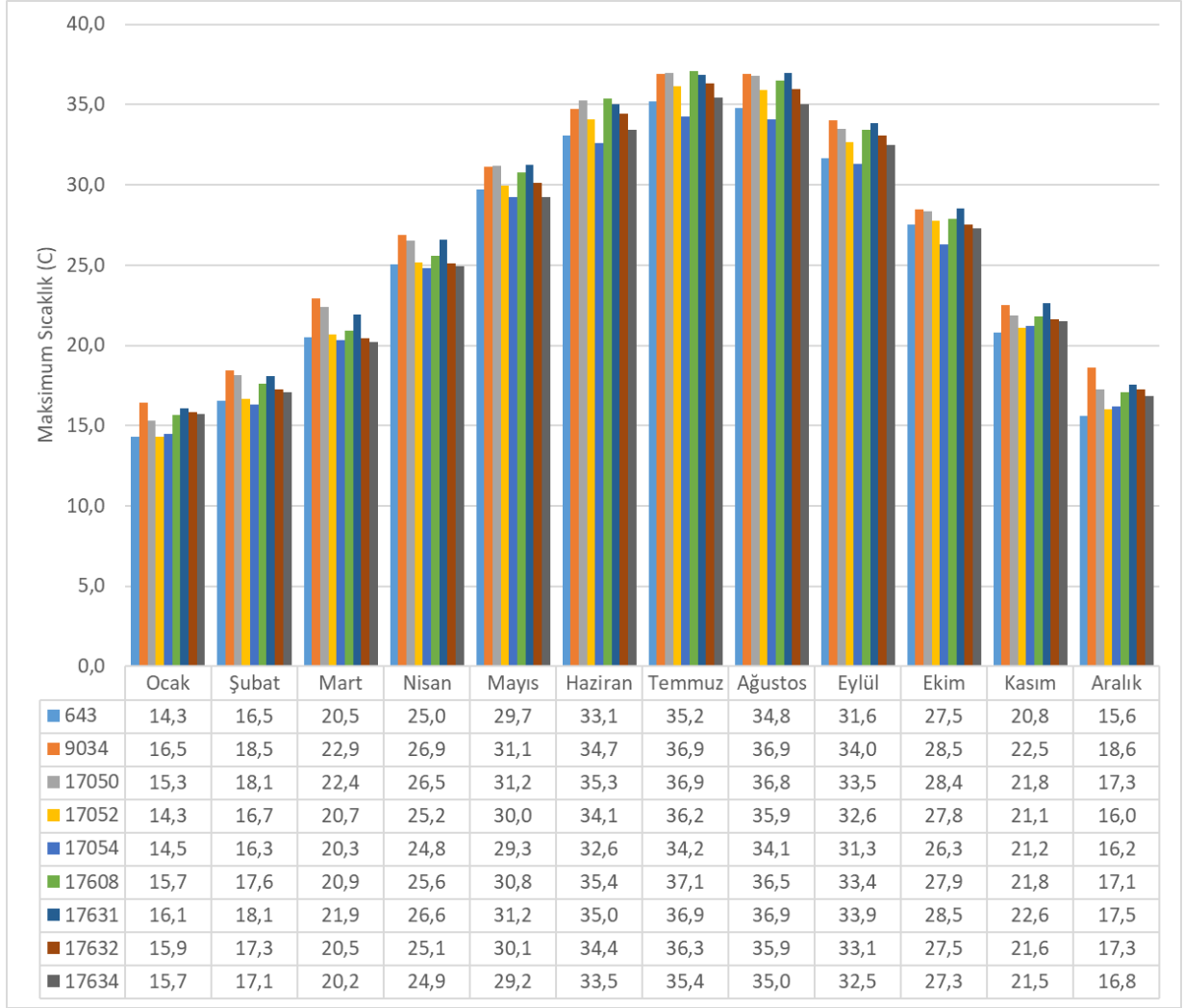


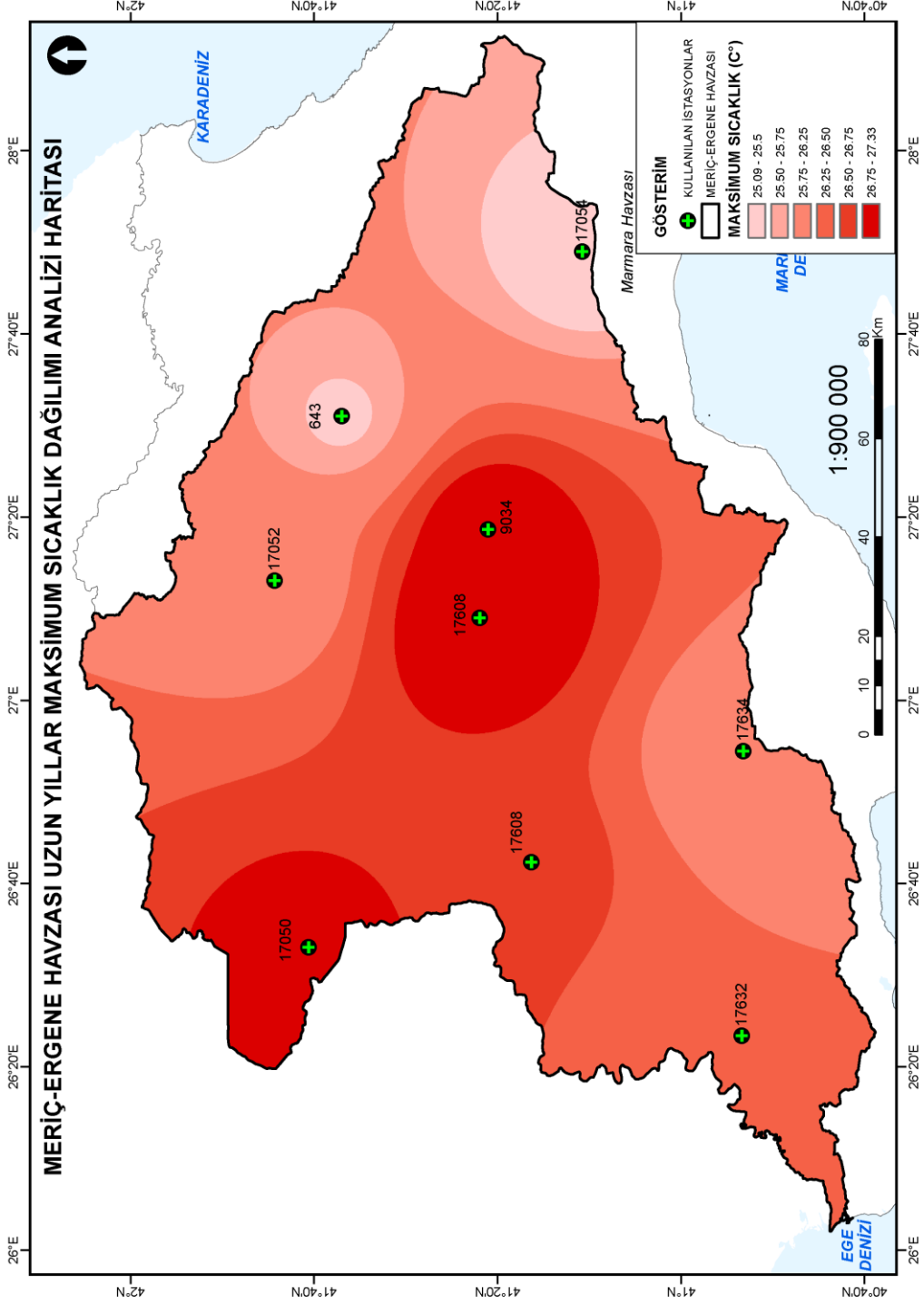


Şekil 2.38 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Minimum Sıcaklık Alanal Dağılımı (MGİ, 2020)

Havzada istasyon bazlı uzun yıllar aylık maksimum sıcaklık değerleri Tablo 2.26 ile sunulmuştur. Buna göre kış aylarında en yüksek sıcaklıklar 15-20 derece arasında görünürken yazın ise 35 derecenin üstündedir. Alanal olarak karasallığın görüldüğü orta kesimlerde maksimum sıcaklıklar da en yüksek değerlerini alır (Şekil 2.39).

Tablo 2.26 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Maksimum Sıcaklık Değerleri (°C) (MGI, 2020)





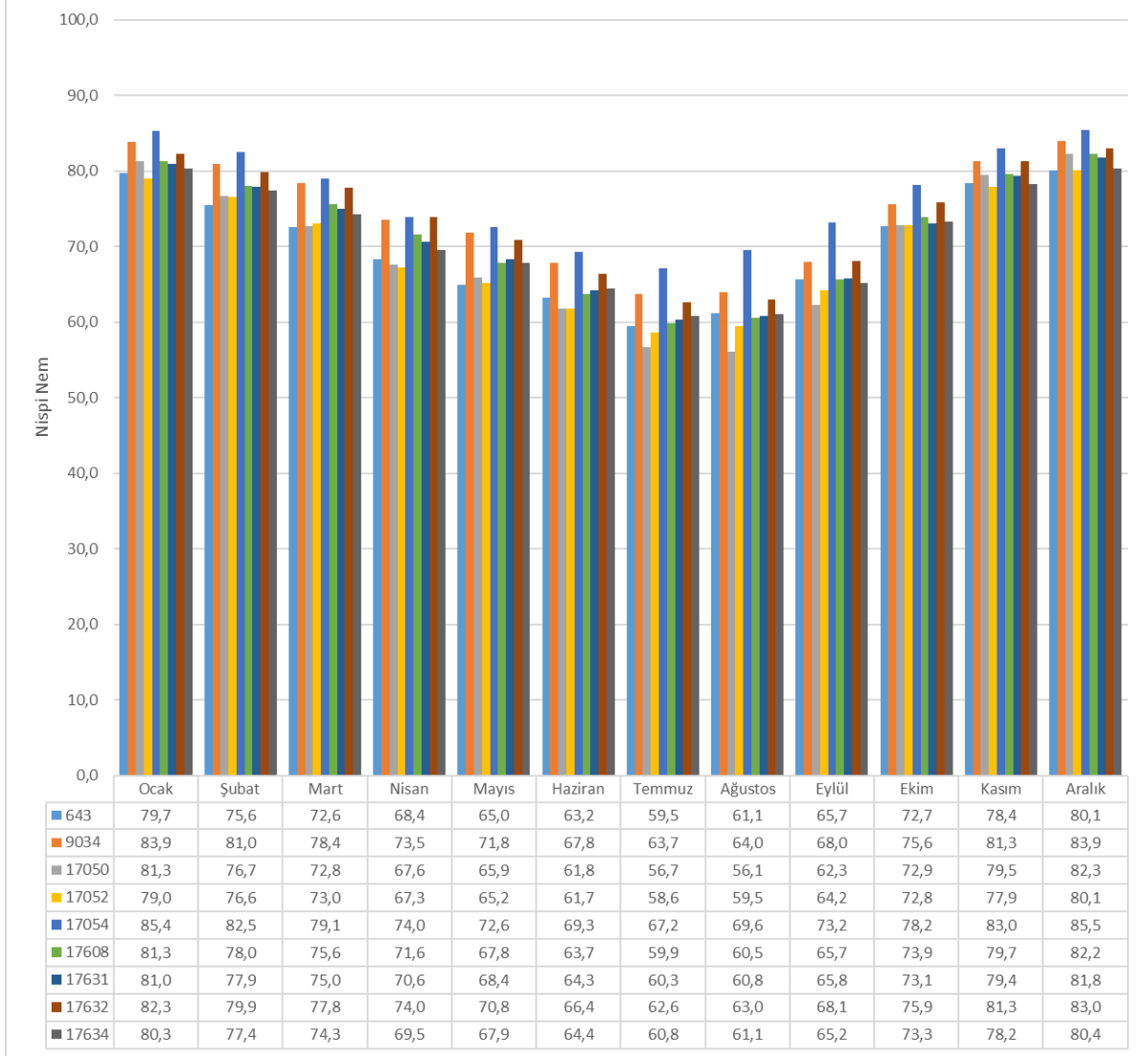
Şekil 2.39 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Maksimum Sıcaklık Alanal Dağılımı (MGİ, 2020)

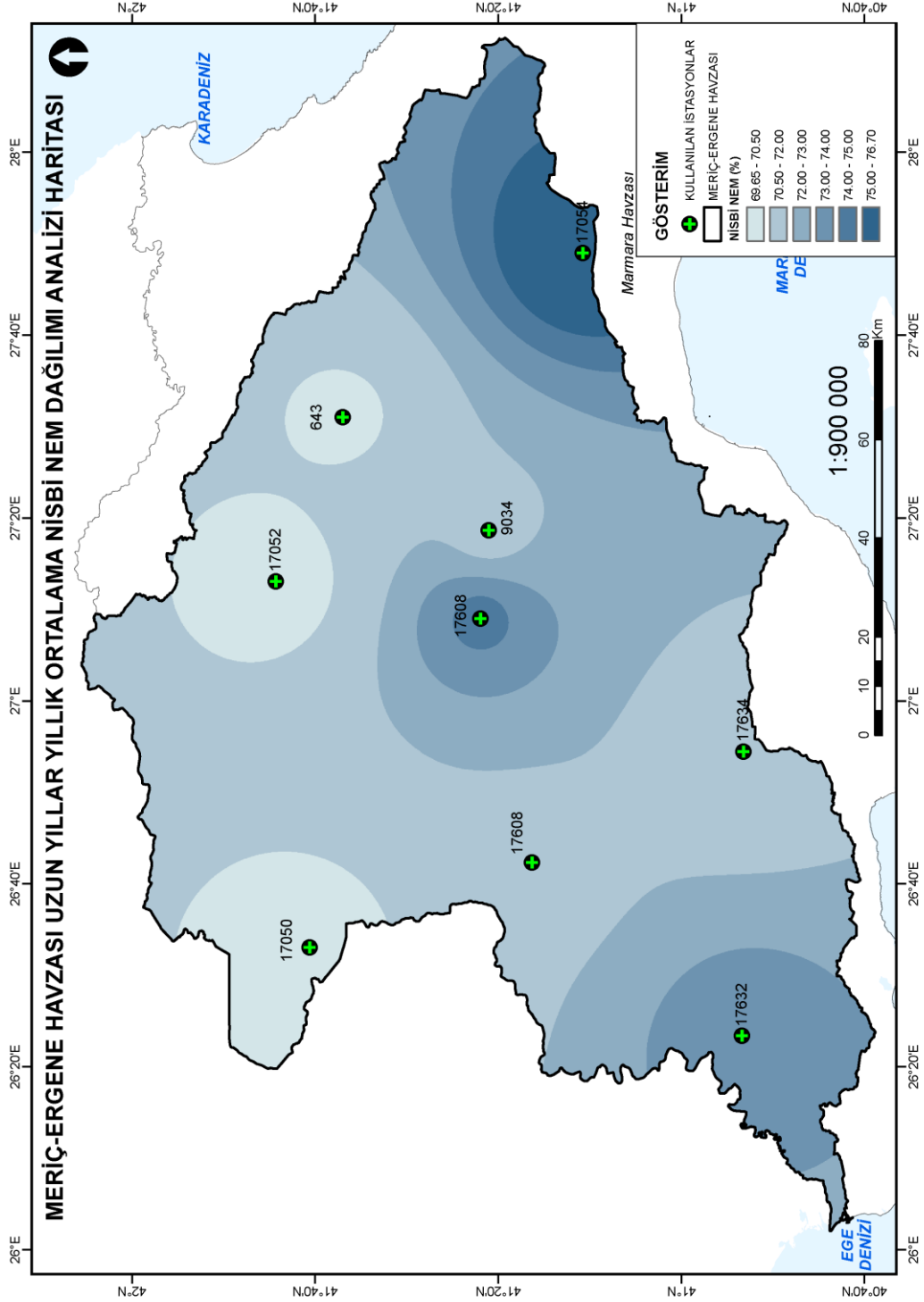
2.3.4. Bağlı Nem

Havzadaki istasyonlarını uzun yıllar aylık ortalama nispi nem değerleri Tablo 2.27 ile verilmektedir. Nispi nem değerlerinin temmuz-ağustos aylarında belirgin şekilde düşük olduğu, kışın ise daha yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 2.40 ile verilen alansal dağılım, havzanın

İstanbul sınırı ve Ege Denizi'ne yakın bölgelerinin kısmen daha nemli olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.27 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Ortalama Nispi Nem Değerleri (MGİ, 2020)



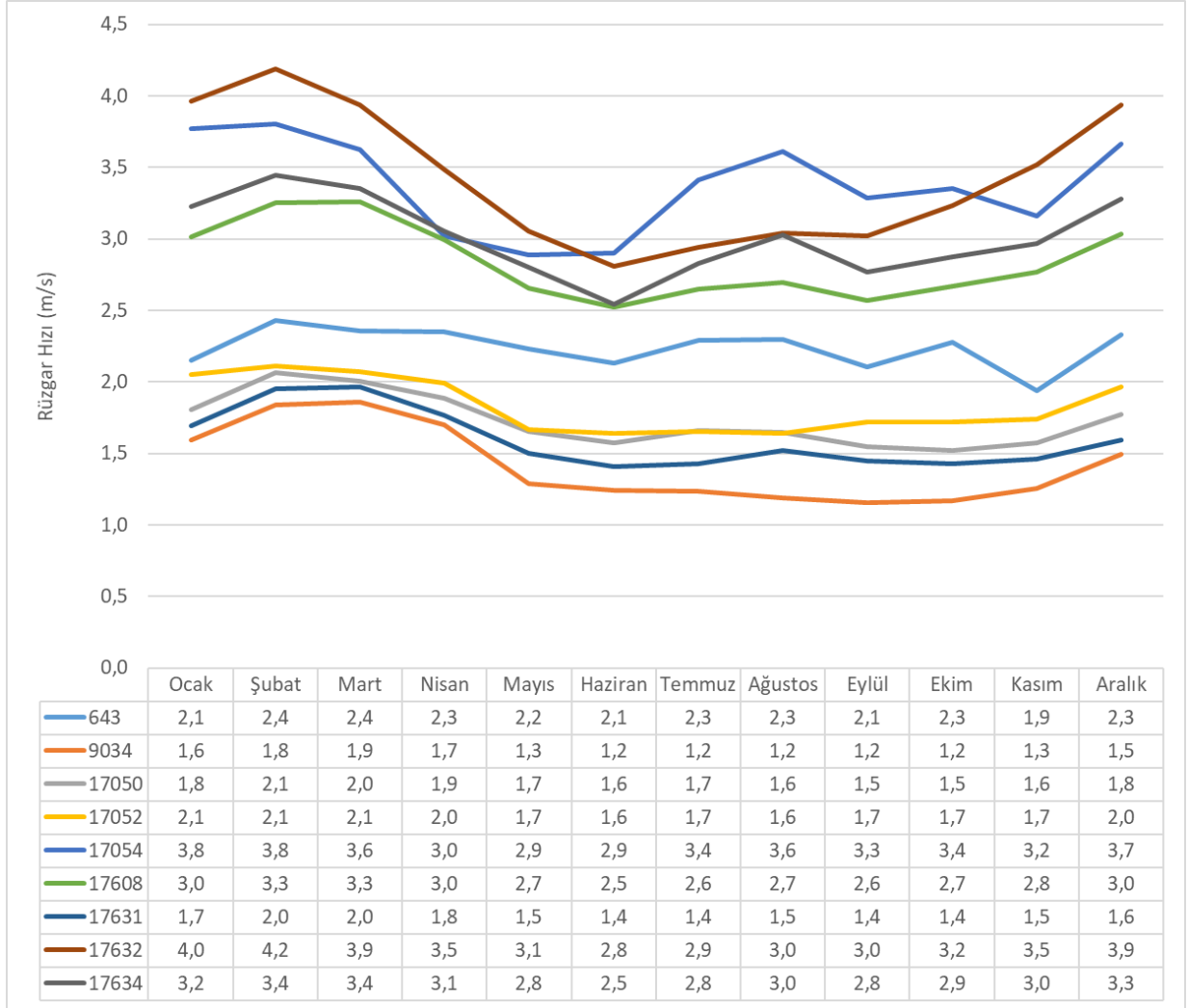


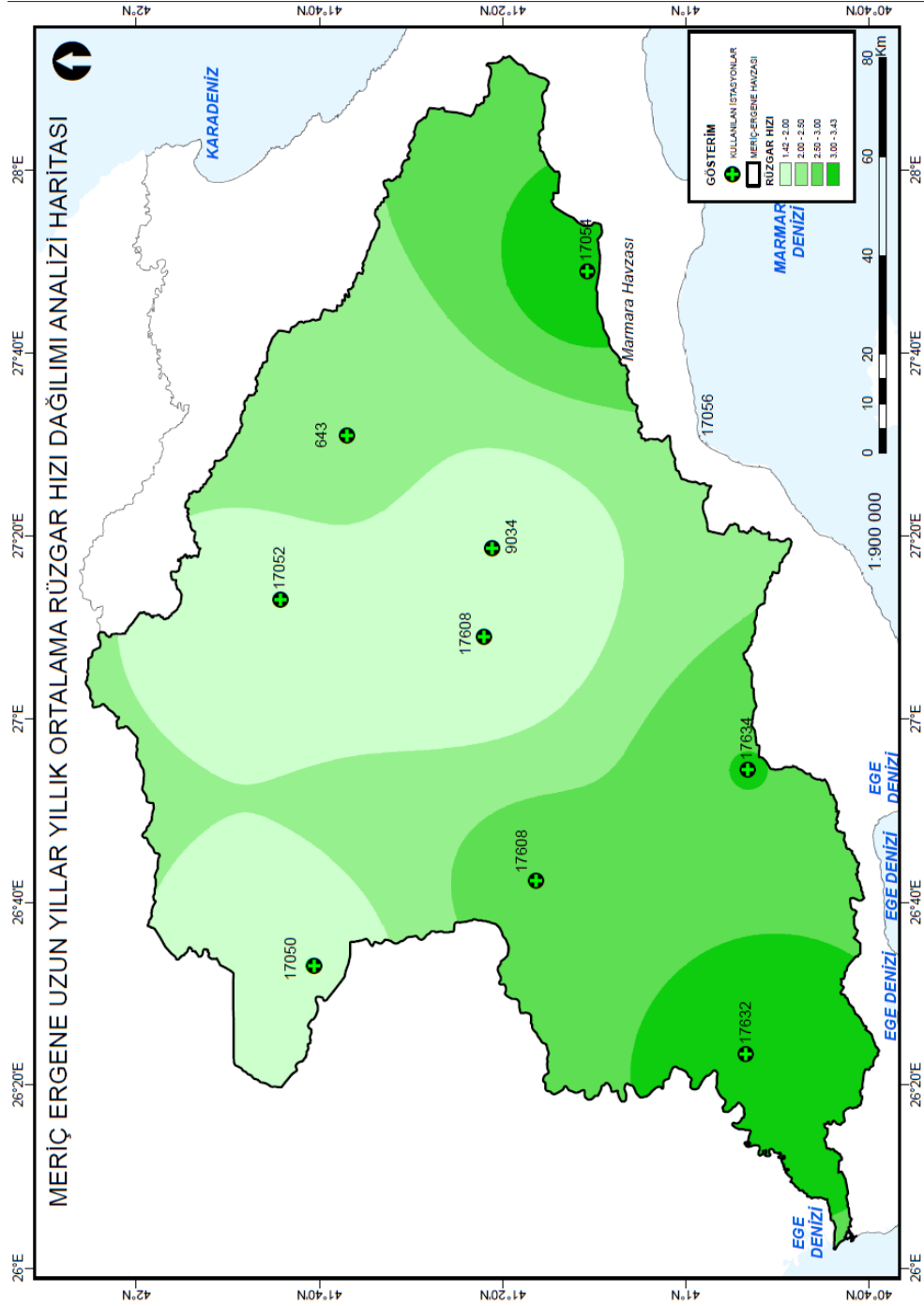
Şekil 2.40 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Ortalama Nisbi Nem Alansal Dağılımı (MGİ, 2020)

2.3.5. Rüzgâr

Havzadaki MGİ'lerde ölçülen aylık ortalama rüzgâr süratlerinin kış aylarında en yüksek olduğu ve bunu yaz aylarının takip ettiği Tablo 2.28 ile görülmektedir. Alansal olarak havzanın güneyinde daha yüksek süratli ortalama rüzgarlar görüldüğü anlaşılmaktadır (Şekil 2.41).

**Tablo 2.28 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Ortalama Rüzgâr Sürati Değerleri (m/s)
(MGİ, 2020)**





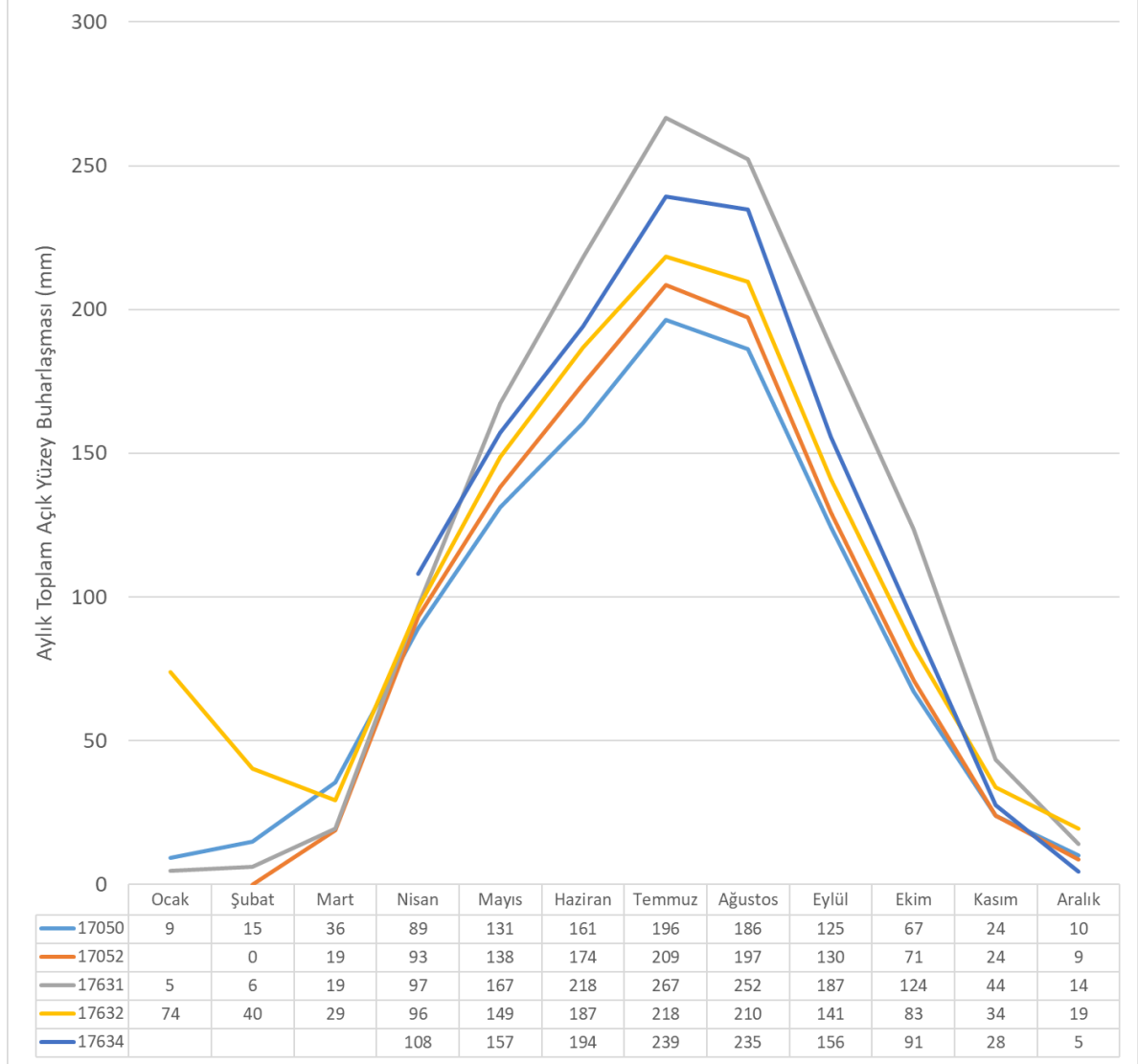
Şekil 2.41 Meriç-Ergene Havzası Uzun Yıllar Ortalama Rüzgar Sürati Alansal Dağılımı (MGİ, 2020)

2.3.6. Buharlaşma

Ergene Havzası'nda buharlaşma ölçümlerinin yapıldığı beş istasyon için uzun yıllar aylık toplam açık yüzey buharlaşması değerleri Tablo 2.29 ile sunulmuştur. İstasyonların tamamında

en yüksek buharlaşma değerleri temmuz ayında görülmüştür. En düşük buharlaşma değerleri ise beklendiği üzere kış aylarında görülmektedir. Tabloda bazı ayların boş olarak görünmesinin sebebi o aylarda ölçüm yapılmamış olmasıdır.

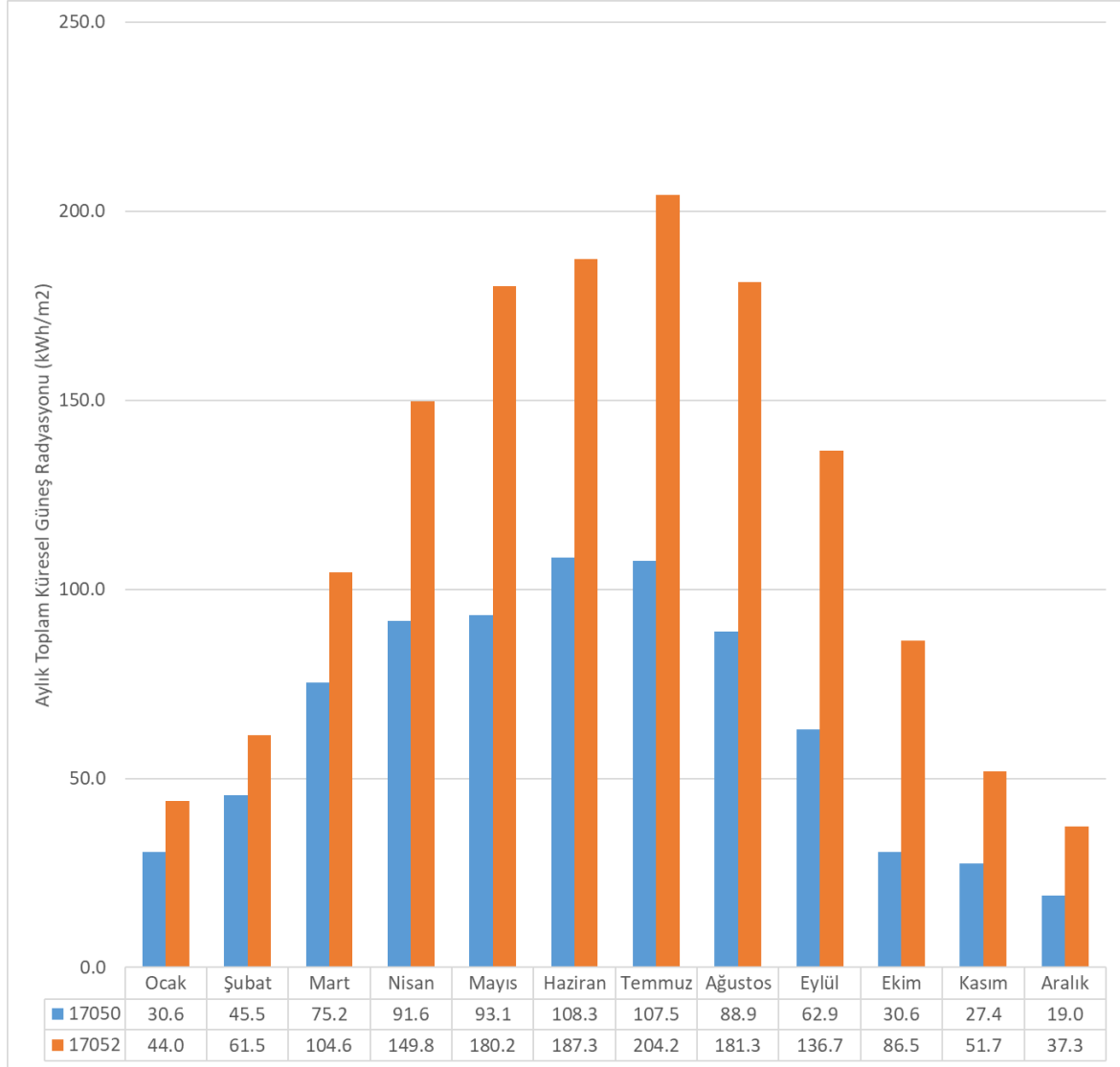
Tablo 2.29 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Toplam Açık Yüzey Buharlaşması Değerleri (mm) (MGİ, 2020)



2.3.7. Güneş Radyasyonu

Ergene Havzası'nda istasyon bazlı toplam küresel güneş radyasyon değerleri, ölçüm yapılan iki istasyon için Tablo 2.30 ile sunulmuştur. Mevsimsel olarak değişen radyasyon değerleri en yüksek değerlerini haziran ve temmuz aylarında, en düşük değerlerini ise aralık ayında almıştır.

Tablo 2.30 İstasyon Bazlı Uzun Yıllar Aylık Toplam Küresel Güneş Radyasyonu Değerleri (kWh/m²) (MGİ, 2020)



2.4. Su Kaynakları

2.4.1. Yerüstü Su Kaynakları

2.4.1.1. Akarsular

Meriç-Ergene Havzası'nın en önemli akarsuları ismini de aldığı Meriç ve Ergene Nehirleri ve bunların kollarıdır.

Ülkemizin sınır aşan sularında biri olan Meriç Nehri ise Bulgaristan'da Rodop dağları üzerinde, Rila Tepesi'nden doğar. Bulgaristan'da önemli yerleşim ve sanayi bölgelerinden geçerek yaklaşık 200 kilometre yol kat eder ve Edirne yakınlarında, Karaağaç istasyonunun kuzeyinde kalan Maraş Köprüsü'nde Türkiye topraklarına girer. İlk olarak Edirne'nin kuzeyinde Arda

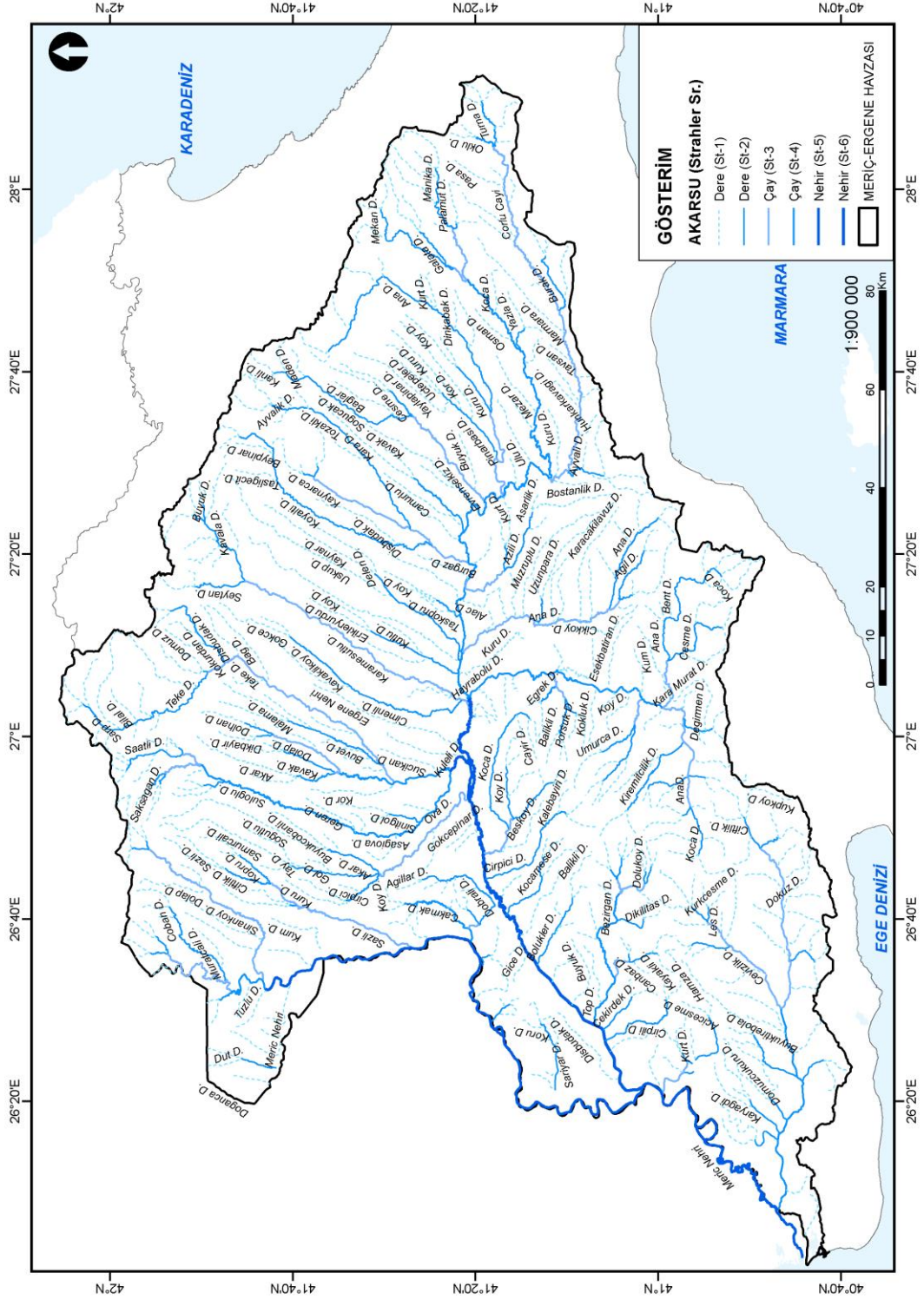
Nehri ile karışır ve bundan sonra Edirne güneyinde Tunca Nehri ile birleşir. Uzun bir süre Türk Yunan sınırı boyunca akan Meriç Nehri'ne İpsala İlçesi yakınlarında Ergene Nehri karışır. Meriç Nehri İpsala'nın güneyinde iki kola ayrılır. Birinci kol Türk sınırını terk ederek Yunanistan'a geçer ve Saros Körfezi'ne dökülür. Diğer kol ise bataklıklar oluşturarak Gala Gölü gibi göllenmeler yaparak Türk Topraklarından Enez yakınlarında Saros Körfezi'ne dökülür (DSİ, 2018).

Ergene Nehri, Tekirdağ Saray İlçesi'nin kuzeyinde Yıldız (Istranca) Dağları'ndan doğar ve güneybatı yönünde akar. İnanlı yakınlarında Çorlu Deresi ile birleşerek kuzeybatıya döner. Uzunköprü İlçesi'nin Adasarhanlı köyü yakınlarında Meriç Nehri ile birleşir. Ergene Nehri, uluslararası su olan Meriç Nehri'nin en önemli kolu durumundadır. Ergene Nehri'nin en önemli kolları Çorlu Deresi, Soğucak Deresi, Lüleburgaz Deresi, Şeytan Dere, Teke Dere, Ana Dere ve Hayrabolu Deresi'dir.

Çorlu Deresi, Istranca dağlarının doğu yamaçlarından beslenir. Birçok mevsimlik dereyi kendine bağlar. Muratlı İlçesi yakınlarında Ergene çayı ile birleşerek Uzunköprü İlçesi civarında Meriç Nehrine dökülür. Vize'nin Soğucak Köyü yakınlarında doğan Soğucak Deresi su toplama alanının küçüklüğü nedeni ile yaz aylarında kurumaktadır. Lüleburgaz Deresi, Yıldız Dağları'nın güney yamaçlarından doğup Lüleburgaz'ın kuzeyinde Poyralı, Laleliye, Kaynarca Dereleri ile birleştikten sonra, Ergeneye karışmaktadır. Bu dere de yaz aylarında kurumaktadır. Yıldız Dağları'nın batısından doğan Teke Deresi de yaz aylarında kurumaktadır. Kırklareli yakınlarında doğan ve Babaeski'de Ergene'ye karışan Babaeski Deresi (Şeytan Dere) ise suları yaz mevsiminde azalmakla beraber kurumaz.

Rodop'lardaki en büyük nehir olup Trakya'nın önemli akarsularından biri olan Arda Nehri, Güney Bulgaristan'dan doğar. Pazarkule sınır kapısından Türkiye topraklarına giren Arda ırmağı, 1 kilometre sonra Ardakule mevkiinde Yunanistan topraklarında Meriç nehri ile birleşir ve Meriç ismi altında doğuya doğru akarak ileride Tunca'yı da içine alır. 241 km'si Bulgaristan'da, 49 km'si Yunanistan'da olmak üzere toplam uzunluğu 290 km'dir. Arda'nın Türkiye sınırları içindeki uzunluğu ise yaklaşık 1 km'dir.

Trakya'nın önemli akarsularından ve Meriç Nehri'nin önemli kollarından biri olan Tunca Nehri, Bulgaristan'daki Karadağ'dan doğar. Toplam uzunluğu 48 km olan Tunca Irmağı'nın 12 km'lik bölümü Türkiye-Bulgaristan sınırını oluşturur. Edirne'nin Kirişhane mevkiinde Meriç Nehri ile birleşir.



Şekil 2.42 Meriç- Ergene Havzası Akarsuları

2.4.2. Akım Gözlem İstasyonları

Havzadaki akım gözlemleri ve bu akım gözlem istasyonlarına dair istasyon numarası, üzerinde bulunduğu akarsu adı, açılış ve kapanış tarihleri, kot ve yağış alanı bilgileri Tablo 2.31 ile

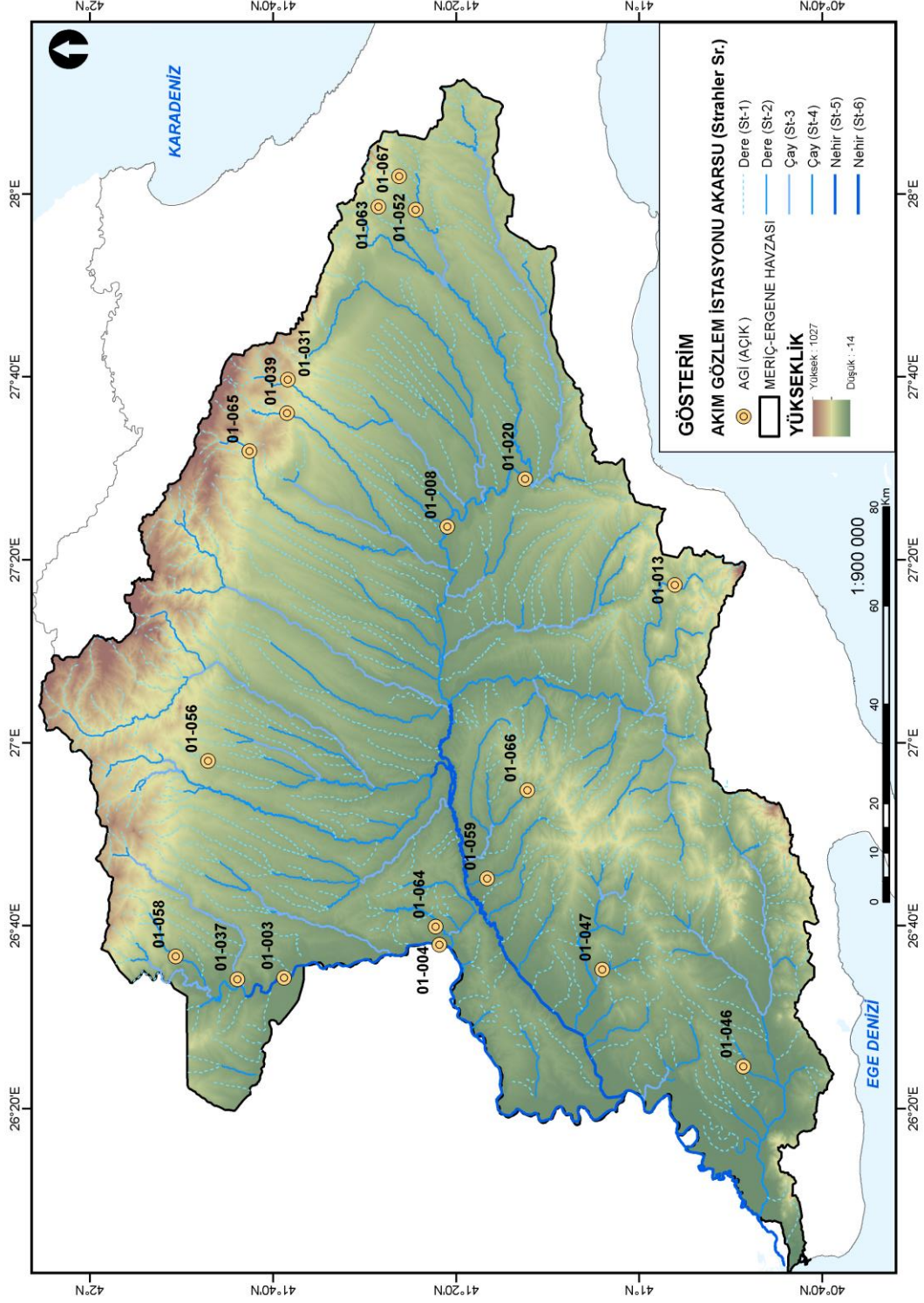
sunulmaktadır (DSİ, 2018). Havzadaki açık durumdaki akım gözlem istasyonları Şekil 2.43 ile gösterilmiştir.

Tablo 2.31 Akım Gözlem İstasyonları

İstasyon No	İstasyon Adı	Akarsu Adı	Durum	Açılma Tarihi	Kapanma Tarihi	Kot (m)	Yağış Alanı (km ²)
D01A001	Kapıkule	Meriç Nehri	Açık	2002-10-18		39	24300
D01A002	Meriç Köprüsü	Meriç Nehri	Kapalı	1958-01-01	1969-01-01	31	26490
D01A003	Kirişhane	Meriç Nehri	Açık	1950-02-02		30	34990
D01A004	Eskiköy	Meriç Nehri	Açık	1956-06-26		18	37471
D01A005	Suakacağı	Tunca Nehri	Kapalı	1950-04-01	1968-01-01	48	7855
D01A006	Gazimihal Köprüsü	Tunca Nehri	Kapalı	1957-01-01	1964-01-01	36	8500
D01A007	Uzunhacılı	Ergene Nehri	Kapalı	1959-09-01	1966-07-01	112	395,5
D01A008	Lüleburgaz	Ergene Nehri	Açık	1948-06-03		38	2794
D01A009	Uzunköprü	Ergene Nehri	Kapalı	1952-05-01	1968-12-12	18	10124
D01A011	Servisinanlı	Anadere	Kapalı	1959-09-03	1972-12-01	100	273,5
D01A012	Lüleburgaz	Lüleburgaz Çayı	Kapalı	1957-05-25	1978-07-31	55	633
D01A013	İncik	Hayrabolu Deresi	Kapalı	1952-11-01	2007-01-01	146	92,18
D01A014	Kazankaya	Şeytan Dere	Kapalı	1953-11-01	1985-10-04	158	304,3
D01A015	Eskipolos	Teke Dere	Kapalı	1957-11-01	1966-06-24	212	368
D01A016	Kadıköy (Tekkeköy)	Doğanca Dere	Kapalı	1952-11-01	1969-01-01	55	184,8
D01A019	Süloğlu	Süloğlu Deresi	Kapalı	1961-08-21	1971-09-30	141	222,2
D01A020	İnanlı	Ergene Nehri	Açık	1961-08-22		58	1415
D01A021	Velimeşe	Çorlu Çayı	Kapalı	1961-08-23	1966-07-01	75	718
D01A022	Hayrabolu Hacılar	Ana Dere	Kapalı	1961-08-19	1968-01-01	106	1405
D01A023	Kuştepe	Teke Deresi	Açık	2013-05-02		30	1679
D01A024	Çeneköy	Beşiktepe Deresi	Kapalı	1961-08-31	1973-05-31	52	397,4
D01A025	Balaban	Basamaklar Dere	Kapalı	1961-10-01	1968-01-01	13	341,6
D01A026	İpsala Gümrük Köprüsü	Meriç Nehri	Açık	1962-06-08		1	50030
D01A027	Yancıklar	Kaynarca Deresi	Kapalı	1961-11-01	1966-06-25	136	117,7
D01A028	Harala	Harola Dere	Kapalı	1963-03-19	1966-06-25	20	85,6
D01A029	Keşan	Muzalı Dere	Kapalı	1963-03-21	1977-02-28	30	204,6
D01A031	Soğucak	Soğucak Deresi	Açık	1964-07-09		270	71,3
D01A032	Karaidemir	Poğaca Dere	Kapalı	1964-07-30	1975-07-01	78	387,9
D01A033	Güneşkaya	Ergene Nehri	Açık	1964-07-18		149	59,2
D01A035	Bedre	Teke Dere	Kapalı	1964-08-12	1969-01-01	107	519
D01A036	Değirmenciköy	Dobralı Dere	Kapalı	1964-07-28	1969-11-01	28	76,6
D01A037	Taşocakları	Serin Dere (Pravadi)	Kapalı	1964-07-23	1969-11-01	44	241,2
D01A038	Dedecik	Çimendere	Kapalı	1965-09-04	1969-11-01	95	107,2
D01A039	Poyralı	Poyralı Deresi	Açık	1965-10-01		250	96,4
D01A041	Kayaboğazı	Süloğlu Deresi (Vaysal Deresi)	Kapalı	1968-08-20	1975-02-28	160	206,9
D01A042	Yerlisu	Dokuzdere	Kapalı	1969-10-01	1975-02-28	41	33,53
D01A044	Giriş	Cambaz Dere	Kapalı	1970-11-01	1974-07-01	41	39,7
D01A046	Kocahıdır	Hamzadere	Kapalı	1970-11-16	2007-01-01	11	69,9
D01A052	Küçük Yoncalı	Manika Deresi	Açık	1976-03-19		135	118,3
D01A055	Hasanağa	Pravadi Dere	Kapalı	1982-09-21	2007-01-01	55	198,3
D01A056	Keramettin	Kocadere	Kapalı	1982-09-01	1986-11-30	163	42,3
D01A057	Ferre Küpürü	Meriç Nehri	Açık	1985-10-09		1	50140

*Meriç Ergene ve Marmara Havzaları
Kuraklık Yönetim Planının Hazırlanması Projesi*

İstasyon No	İstasyon Adı	Akarsu Adı	Durum	Açılma Tarihi	Kapanma Tarihi	Kot (m)	Yağış Alanı (km ²)
D01A058	Çömlekköy	Çömlek Dere	Kapalı	1985-09-17	2011-02-14	89	65,5
D01A060	Kavacık	Mese Dere	Kapalı	1986-10-20	1992-08-25	38	32,5
D01A061	Ahmetbey	Ahmetbey Deresi	Kapalı	2000-09-28	2007-01-01	120	52,02
D01A062	Büyük İsmailce	Fisine Dere	Kapalı	1988-01-01	2011-10-01	55	136
D01A063	Ayvacık	Ayvacık Deresi	Kapalı	1987-10-01	2016-10-01	182	25,8
D01A064	Çakmak	Çakmak Deresi	Kapalı	1989-10-01	2011-10-01	28	85
D01A065	Çayırdereköy	Çayır Dere	Kapalı	1989-10-01	2011-02-14	243	50,5
D01A066	Gazimehmet	Gazi Mehmet Dere	Kapalı	1989-04-18	2004-02-10	87	13,67
D01A067	Küçük Yoncalı	Kocadere	Kapalı	1996-01-11	2004-02-10	141	19,6
D01A069	İslambeyli	Dolapdere	Kapalı	2002-11-22	2017-01-01	345	10,7
D01A074	Yenice	Degirmendere	Kapalı	2004-11-30	2014-10-23	389	5,97
D01A076	Yünlüce	Çobandere	Açık	2007-06-01		131	24,2
D01A077	Lalapaşa	Kocadere	Kapalı	2007-12-25	2018-01-01	144	73,4
D01A078	Değirmenyeni	Tunca Nehri	Açık	2009-08-20		35	8099
D01A079	Suakacağı	Tunca Nehri	Açık	2009-08-21		43	7928
D01A080	Süvari Geçidi	Meriç Nehri	Açık	2009-09-11		29	34988
D01A081	Çerkezköy	Ambardere	Açık	2011-11-24		149	123
D01A082	Sazlımalkoç	Ova dere	Kapalı	2013-02-05	2017-01-01	22	454
D02A153	Panayır İskelesi	Ekşielma Dere	Açık	2006-08-01		14	9,4
E01A001	Babaeski	Şeytan Dere	Açık	1957-09-06		50	478,4
E01A003	Meriç Köprüsü	Meriç Nehri	Açık	1968-10-01		31	27250,8
E01A006	Hayrabolu	Hayrabolu Dere	Açık	1969-01-01		46	1381,2
E01A011	Misinli	Anaçay	Açık	1988-06-01		72	379,2
E01A012	Yenice Görece	Ergene Nehri	Açık	2012-10-01		5	10508
E01A013	Suakacağı	Tunca Nehri	Açık	1995-10-01		41	7623
E01A018	Bakırca	Ergene Nehri	Açık	2005-10-11		419	101



Şekil 2.43 Havzadaki Akım Gözlem İstasyonları

2.4.3. Göller

Meriç-Ergene Havzası'nda çok fazla doğal göl bulunmamaktadır. Havza'nın Edirne ili sınırlarındaki bölümünde birkaç göl bulunmakta olup, bunların en önemlisi Gala Gölü'dür. Aynı bölgede, başka göllerin yanı sıra Pamuklu Göl de bulunmaktadır (SYGM, 2018).

Gala Gölü Enez ilçesinde yer alan, göl ayağı aracılığı ile Meriç Nehri ve denize bağlantılı, en derin yerinde taban kotu -1,20 m olan bir alüvyon set gölüdür. Göl tamamen sazlarla kaplıdır. Pamuklu Göl Hisarlık Dağı eteklerindedir. Derinliği ortalama 70 santimetre olup çevresi bataklık ve sazlıktır. Kışın soğuk günlerde donar. Havzadaki diğer küçük ve sığ göller ise Dalyan Gölü, Tuzla Gölleri, Bücürmene Gölü ve Sığırcık Gölü'dür.

2.4.4. Depolamalar

Havzanın ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yapılmış olan depolamalı tesislerin durumları Tablo 2.32 ile amaç ve aşamalarıyla birlikte verilmiştir. Havzada işletmede bulunan barajların karakteristikleri EK-4'te verilmiştir.

Havzadaki göletler çoğunlukla sulama amaçlı kullanılmakta olup ayrıca hayvan içme suyu ve balıkçılık için de kullanılırlar.

Tablo 2.32 Havzada Yer Alan Depolamalı Tesislerin Durumu (DSİ, 2021)

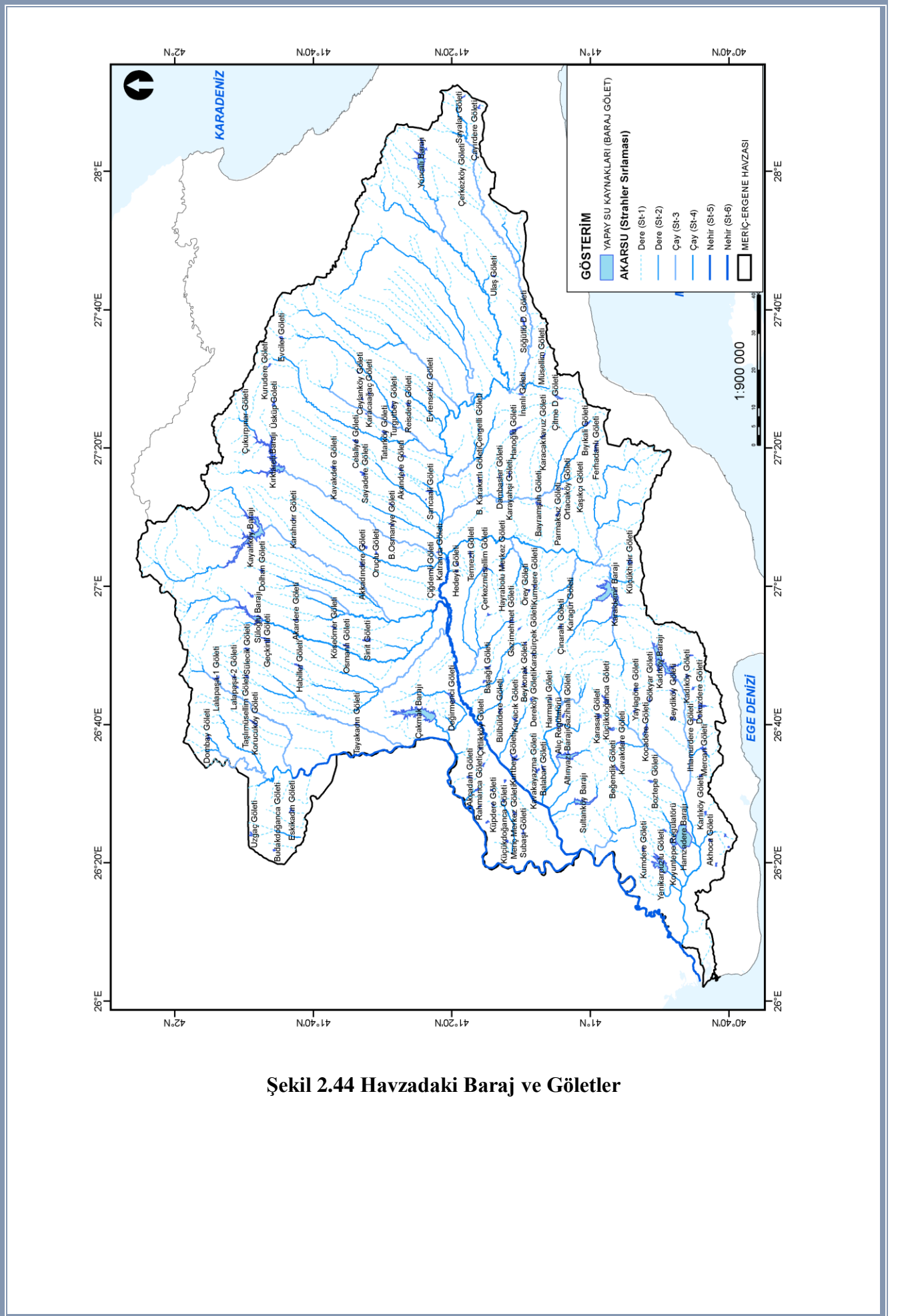
Depolama Adı	Aşaması	Amacı	Akarsu Adı
Kocadere Göleti	İşletmede	S+T	Kocadere
Ulaş Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Aytepe Deresi
Dolhan Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Cihanlar (Saraçlarkuyusu) Deresi
Kartalkaya Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kartalkaya Deresi
Şükrüköy Göleti	Proje	S (Sulama)	Çınarlık Deresi
Sofular Göleti	Proje	S (Sulama)	Ayazma Deresi
Tuğlalık Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Pamukluk Deresi
Karlıköy Göleti	İşletmede	S+T	Anadere
Mahmutköy Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Manastır Dere
Mercan Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Çınar Deresi
Beykonak Göleti	İşletmede	S+T	Kocadere
Keramettin Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Kocadere
Çayırdere Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Çayırdere
Çerkezköy Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Karaahmetgölü Deresi
Lalapaşa Göleti	İşletmede	S (Sulama)	
Kırklareli Barajı	İşletmede	S+I+T	Şeytandere
Sultanköy Barajı	İşletmede	S (Sulama)	Manastır Deresi
İnanlı Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Ulaş Deresi
Sofuhallil Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Korudere
Kavaklı Göleti	İşletmede	S+T	Karanlık Dere
Karaidemir Barajı	İşletmede	S (Sulama)	Poğaç (Karaidemir) Deresi
Kavakdere Göleti	İşletmede	S+T	Kavakdere
Sarıcaali Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Taşköprü Deresi
Gazimehmet Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Ana Dere
Budakdoğanca Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Karaağaç Deresi
Çamlıca Göleti	İşletmede	S+T	Gözlüklüdere
Osmanlı-3 Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Damlarca Deresi
Tayakadın Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Paşadere
Söğütlüdere Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Söğütlüdere

Teteköy Göleti	Planlama	S (Sulama)	Kaynarcalar Dere
Gazihalil Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Gazihalil Deresi
Kadıköy Göleti	İşletmede	S+T	Sığır Eğreği Deresi
Korucuköy Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Korucuköy Deresi
Karabürçek Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Sarımeşe Ve Göller Deresi
Mandadere Göleti	İnşa Halinde	S+I	Manda Deresi
Başağıl Göleti	İşletmede	S+T	Anadere
Kumdere Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Kandemir Deresi
Değirmenci Göleti	İşletmede	S+T	Dobralidere
Küçükdoğanca Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Ağıl Dere
Kavacık Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Pınarcık Dere
İslambeyli Göleti	Planlama	S (Sulama)	Büyük Dere
Kavakayazma Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Büyükdere
Dokuzdere Göleti	İşletmede	S+T	Dokuzdere
Kurtbey Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Karacaorman Deresi
Karaağaç Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Dağ Deresi
Temrezli Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Suluca Deresi
Eriklice Göleti	Proje	S (Sulama)	Kavakdere
Gönence Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Beşyatak Deresi
Kumrular Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kumrular Deresi
Osmanlı-1 Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kokarca Dere
Maltepe Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Lalacık Ve Çalılık Derelei
Erikler Göleti	Proje	S+I	Erikler Deresi
Osmanlı-4 Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Çengel Deresi
Uzunbayır Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Karaağaç Deresi
Küçükaltıağaç Göleti	Proje	S (Sulama)	Pınar Deresi
Kavakdere Göleti	Proje	S+I	Kavakdere
Balabanlı Göleti	Planlama	S (Sulama)	Sarp Dere
İnecik-1 Barajı	Proje	S+I+T	İnecik Deresi
Lalacık Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Tuzla Deresi
Yoncalı Barajı	İşletmede	I (İcme)	Yoncalı Dere
Küçükdoğanca Göleti	İşletmede	S+T	Yılanlı Dere
Kadıköy Barajı	İşletmede	S (Sulama)	Doğanca Dere
Kayalıköy Barajı	İşletmede	S+I+T	Teke Deresi
Çayırdere Barajı	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kocadere
Altıntaş Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kanlıkavak Deresi
Uzgaç Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Söğütlük Dere
İhlamurdere Göleti	İşletmede	S (Sulama)	İhlamurdere
Yağmurca Göleti	İşletmede	S+T	Kömürocakları Deresi
Dedecik Barajı	Proje	S+I+T	Ana Dere
Işıklı Göleti	Planlama	S (Sulama)	Kara Dere Ve Derinkara Dere
Beğendik Göleti	İşletmede	S+I	Kayalıdere
Boztepe Göleti	İşletmede	S+T	Kocadere
Doğanköy Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Çoban Deresi
Eskikadın Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Kürt Dere
Elmalı Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Kalebayırı Deresi
Bıyıklı Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Değirmenler Deresi
Çiftlikköy Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Beyderesi
Altıyazı Barajı	İşletmede	S+T	Basamaklar Deresi, Büyük Dere
Kurudere Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Beypınar Deresi
Ferhadanlı Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Güveçlisuvatlar Deresi
Lalapaşa-2 Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Sırkadere

Çakmak Barajı	İşletmede	S (Sulama)	Çakmak Dere
Ayvacık Göleti	İnşa Halinde	I (Icme)	Mekan Dere
Korucuköy Barajı	Proje	S (Sulama)	Meriç Nehri-Gölbaşı Deresi
Lalapaşa-1 Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Kocadere
Beyci-2(Malkoçlar) Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Hemenli Dere
Yaylaköy Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Yaylaköy Deresi
Avarız Göleti	Proje	S (Sulama)	Deveciköprü Deresi
Ahmedikli Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Çatalak Deresi
Beyci-1 Göleti	İnşa Halinde	S+I	Mile Dere
Buzağacı Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Paspal Deresi
Emiryakup Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	
Osmanlı-2 Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kabacalar Deresi
Aydınlar Göleti	Planlama	S (Sulama)	Zafirin Deresi
Karahisar Göleti	Planlama	S (Sulama)	Şeytan Deresi
Hasköy Göleti	Planlama	S (Sulama)	
Rahmanca Göleti	Proje	S (Sulama)	Yerlisu Deresi
Çengelli Göleti	Planlama	S (Sulama)	Karakuş Deresi
Tatarlar Göleti	Proje	S (Sulama)	Teke Deresi
Elmacık-2 Göleti	Planlama	S (Sulama)	Bağlık Deresi
Dombay Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Köprüler Deresi
Küpdere Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Gıcırık Deresi
Meriç Merkez Göleti	İşletmede	S+T	Saatağacı Deresi
Hamzadere Barajı	İşletmede	S (Sulama)	Meriç Nehrinden Pompaj, Hamzadere
Süloğlu Barajı	İşletmede	S+I+T	Süloğlu Deresi
Bahçeköy Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Cevizlik Dere
Yenikarpuzlu Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Meriç Nehrinden Pompaj
Bülbüldere Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Bülbüldere
Osmanlı Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Bostanlı Dere
Turgutbey Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Sarpça Dere
Üsküp Göleti	İşletmede	S+I	Kırmızı Toprak Deresi
Bayramşah Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Sinekli Deresi
Kadıköy Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kokurdan Deresi
Karasatı Göleti	İşletmede	S+T	Kurtgeçidi Deresi
Muzalıdere Göleti	İşletmede	S+T	Muzalıdere
Büyüköğünlü Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Dolap Deresi
Salarlı Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kurşun Deresi
Umurca Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Topraklı Deresi
Gözsüz Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Balkanaltı Deresi
Elmacık-1 Göleti	Planlama	S (Sulama)	Domuz Dere
Büyükmandıra Barajı	Planlama	S (Sulama)	Yerlikaya Deresi
Koçaz-1 Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Karşıtepe Deresi
Koçaz-2 Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kanara Deresi
Yenice (Pınarhisar) Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Dolap Deresi
Çıkrıkçı Barajı	Proje	S (Sulama)	Kumluca
Değirmenyanı Göleti	İnşa Halinde	S (Sulama)	Çılğan Deresi
Seydiköy Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Teslimdeğirmen Deresi
Çömlekköy Barajı	İnşa Halinde	S (Sulama)	Tunca Nehri
Harmanlı Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Ketenlik Deresi
Kırkkavak Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Ayvalı Deresi
Gökyar Göleti	İşletmede	S+I	Gökyar Deresi
Sarıcaali Göleti	İşletmede	-	
Çengelli Göleti	İşletmede	-	

Ertuğrul Göleti	İşletmede	-	
Akkadındere Göleti	İşletmede	-	
Deveçatağı Göleti	İşletmede	-	
Geçkinli Göleti	İşletmede	-	
Akardere Göleti	İşletmede	-	
Köseömer Göleti	İşletmede	-	
Malkoç Göleti	İşletmede	-	
Paşayenice Göleti	İşletmede	-	
Rahmanca Göleti	İşletmede	-	
Akçadam Göleti	İşletmede	S (Sulama)	
Sinit Göleti	İşletmede	-	
Katranca Göleti	İşletmede	-	
Turnacı Göleti	İşletmede	-	
Karayusuflu Göleti	İşletmede	-	
Hasırcıarnavut Göleti	İşletmede	-	
Taşlımüsellim Göleti	İşletmede	S (Sulama)	
Balaban Göleti	İşletmede	-	
Sülecik Göleti	İşletmede	-	
Şabandere Göleti	İşletmede	-	
Hacıçeşmedere Gölet	İşletmede	-	
Habiller Göleti	İşletmede	-	
Hasanpınar Göleti	İşletmede	-	
Kocahıdır Göleti	İşletmede	-	
Sütçüler Göleti	İşletmede	-	
Olacak Göleti	İşletmede	-	
Dereköy Göleti	İşletmede	-	
Akhoca Göleti	İşletmede	-	
Subaşı Göleti	İşletmede	-	
Karayayla Göleti	İşletmede	-	
Karacakılavuz Göleti	İşletmede	-	
Karakavak Göleti	İşletmede	-	
Müsellim Göleti	İşletmede	-	
Yaylagöne Göleti	İşletmede	-	
Parmaksız Göleti	İşletmede	-	
Söğütlü D. Göleti	İşletmede	-	
Çitme D. Göleti	İşletmede	-	
Kumdere Göleti	İşletmede	-	
Hedeyli Göleti	İşletmede	-	
Ortacaköy Göleti	İşletmede	-	
Küçükıdır Göleti	İşletmede	-	
Çınaraltı Göleti	İşletmede	-	
Karayahşi Göleti	İşletmede	-	
Karacağağaç Göleti	İşletmede	-	
Oruçlu Göleti	İşletmede	-	
Ayvalı Göleti	İşletmede	-	
Kırıkköy Göleti	İşletmede	-	
Akardere Göleti	İşletmede	-	
Kavakdere Göleti	İşletmede	-	
Karacaoğlan Göleti	İşletmede	-	
Reisdere Göleti	İşletmede	-	
Çiğdemli Göleti	İşletmede	-	
Karagür Göleti	İşletmede	-	

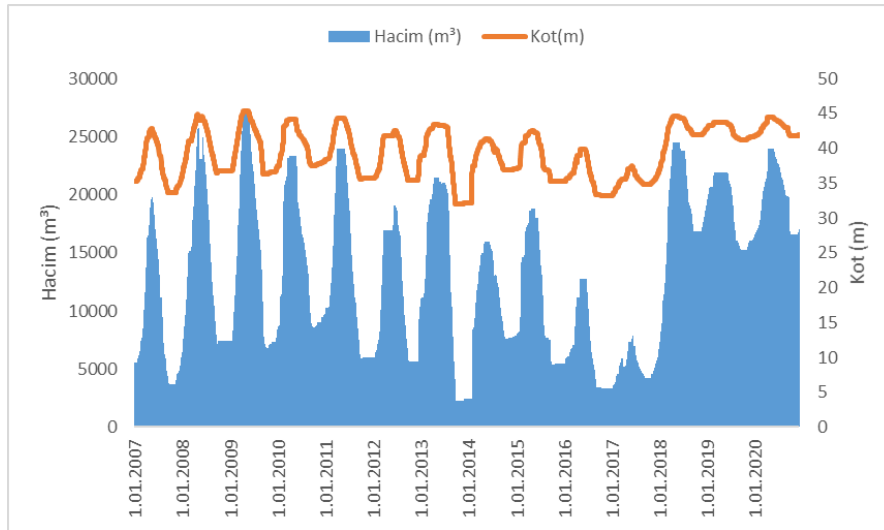
Dambaslar Göleti	İşletmede	-	
B. Karakarlı Göleti	İşletmede	-	
Kırkkepenekli Göleti	İşletmede	-	
Hayrabolu Merkez Göleti	İşletmede	-	
Örey Göleti	İşletmede	-	
Yenidibek Göleti	İşletmede	-	
Kaşıkçı Göleti	İşletmede	-	
Çerkezmüsellim Göleti	İşletmede	-	
Celaliye Göleti	İşletmede	-	
Ceylanköy Göleti	İşletmede	-	
Karahıdır Göleti	İşletmede	-	
Tatarköy Göleti	İşletmede	-	
Sakızköy Göleti	İşletmede	-	
B.Osmaniye Göleti	İşletmede	-	
Hamzabey Göleti	İşletmede	-	
Sayadere Göleti	İşletmede	-	
Çukurpınar Göleti	İşletmede	-	
Evrensekiz Göleti	İşletmede	-	
Kuzgun Deresi Kapama Seddesi	İnşa Halinde	S (Sulama)	Kuzgun Dersi
Koyuntepe Regülatörü	İşletmede	T (Taskin Onleme)	Geren Dere
Şükrüköy-2 Göleti	Proje	S (Sulama)	Sütlüce Ören Deresi
Süpürgelik Deresi Kapama Seddesi	İnşa Halinde	S (Sulama)	Süpergelik Deresi
Yündalan Göleti	Planlama	S (Sulama)	Çocuklar Deresi
Aslıhan Göleti	Proje	S (Sulama)	Kaynaklar Deresi
Çöpköy Göleti	Proje	S (Sulama)	Kapaklı Deresi
Hasanpınar Göleti	Proje	S (Sulama)	Balıklı Dere
Alıç Regülatörü	İşletmede	S+T	Basamaklar Deresi
İnecik-2 Barajı	Proje	S+I+T	Ana Dere
Menekşesofular Göleti	Proje	S (Sulama)	Kavak Deresi
Sipahi Göleti	Planlama	S (Sulama)	Dam Dere Ve Ana Dere
Taptık Göleti	Proje	S (Sulama)	Çayır Deresi
Ahmetbey Göleti	İnşa Halinde	S+I	Çeşme Dere
Yenimuhacir Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Kunkçeşme Deresi
Misinli Göleti	Planlama	S (Sulama)	Lokatka Deresi
Hasköy Regülatörü-2	Planlama	S (Sulama)	
Hasköy Regülatörü-1	Planlama	S (Sulama)	
Evciler Göleti	İşletmede	S (Sulama)	
Ambardere Göleti		I (Icme)	
Sayalar Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Gakçı Deresi
Hanoğlu Göleti	İşletmede	S (Sulama)	Yamaklık Deresi
Karayusuf Göleti	Planlama	S (Sulama)	Karayusuf Deresi
Demirköy Göleti	Planlama	S (Sulama)	
Başdere Göleti	Planlama	S (Sulama)	Başdere
Dombay HİS Göleti	Planlama	S (Sulama)	Ayazma Kavak Deresi



2.4.4.1. Sultanköy Barajı

Tablo 2.33 Sultanköy Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)

BARAJ/GÖLET ADI	SULTANKÖY BARAJI					
BÖLGESİ	DSİ 11. BÖLGE/114.ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ					
HAVZASI	MERİÇ-ERGENE					
AKARSUYUN ADI	MANASTIR DERESİ					
TİPİ	HOMOJEN TOPRAK DOLGU					
AMACI	SULAMA					
İŞLEMeye AÇILIŞ TARİHİ	1995		SULAMA ALANI (Planlanan)		7773	ha
YAĞIŞ ALANI	49,80	km ²	SULAMA ALANI (Net)		6576	ha
YILLIK ORTALAMA AKIM	27,02	hm ³	İÇME VE KULLANMA SUYU		0	hm ³ / yıl
YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	631	mm/yıl	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Plan)		0	Gwh/yıl
AKTİF HACİM	25,92	hm ³	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Fili)		0	Gwh/yıl
MAX. İŞLEME KOTU	46,91	m	KURULU GÜÇ		0	MW
MİN. İŞLEME KOTU	30,10	m	TÜRBİN ADEDİ		0	adet
MAX. İŞLEME HACMİ	27,24	hm ³	SANTRAL KAPASİTESİ		0	m ³ / s
MİN. İŞLEME HACMİ	1,13	hm ³	TAŞKINDAN KORUNAN ALAN		8444	ha
DOLUSAVAK KAPAK ADEDİ	Kontrolsiz	adet	MAX. FEYEZAN KOTU		46,91	m
DOLUSAVAK MAX. KAPASİTESİ	35,58	m ³ / s	MAX. YATAK KAPASİTESİ		14,18	m ³ / s
DOLUSAVAK EŞİK KOTU	45,30	m	TAŞKIN TEKERRÜR PİKLERİ (m ³ /s)			
DOLUSAVAK KRET KOTU	48,91	m	Q ₅	0	Q ₁₀₀	54,21
DİPSAVAK KAPASİTESİ	6,71	m ³ / s	Q ₁₀	26,35	Q ₁₀₀₀	0
DİPSAVAK ÇIKIŞ KOTU	24,78	m	Q ₂₅	36,74	Q ₅₀₀₀	0
SULAMA MODÜLÜ (Planlama)	0,95	l/s/ha	Q ₅₀	44,56	Q ₁₀₀₀₀	0
						319,27

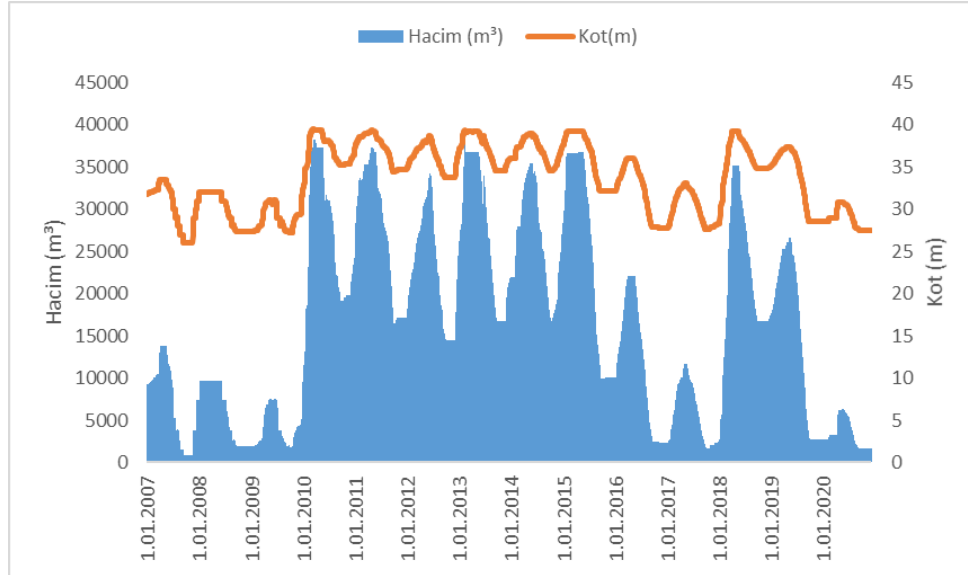


Şekil 2.45 Sultanköy Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)

2.4.4.2. Altınyazı Barajı

Tablo 2.34 Altınyazı Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)

BARAJ/GÖLET ADI	ALTINYAZI BARAJI				
BÖLGESİ	DSİ 11. BÖLGE /114.ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ				
HAVZASI	MERİÇ-ERGENE				
AKARSUYUN ADI	BASAMAKLAR DERESİ				
TİPİ	TOPRAK DOLGU				
AMACI	SULAMA VE TAŞKIN KORUMA				
İŞLEMEYE AÇILIŞ TARİHİ	1972	SULAMA ALANI (Planlanan)			7583 ha
YAĞIŞ ALANI	86 km ²	SULAMA ALANI (Net)			6550 ha
YILLIK ORTALAMA AKIM	29,3 hm ³	İÇME VE KULLANMA SUYU			0 hm ³ / yıl
YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	536 mm/yıl	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Plan)			0 Gwh/yıl
AKTİF HACİM	34,68 hm ³	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Fili)			0 Gwh/yıl
MAX. İŞLEME KOTU	39,20 m	KURULU GÜÇ			0 MW
MİN. İŞLEME KOTU	27,50 m	TÜRBİN ADEDİ			0 adet
MAX. İŞLEME HACMİ	36,76 hm ³	SANTRAL KAPASİTESİ			0 m ³ / s
MİN. İŞLEME HACMİ	2,08 hm ³	TAŞKINDAN KORUNAN ALAN			1490 ha
DOLUSAVAK KAPAK ADEDİ	Kontrolsüz adet	MAX. FEYZAN KOTU			40,99 m
DOLUSAVAK MAX. KAPASİTESİ	170 m ³ / s	MAX. YATAK KAPASİTESİ			28 m ³ / s
DOLUSAVAK EŞİK KOTU	39,2 m	TAŞKIN TEKERRÜR PİKLERİ (m ³ /s)			
DOLUSAVAK KRET KOTU	42,5 m	Q ₅	0	Q ₁₀₀	218,0 Q _{kad}
DİPSAVAK KAPASİTESİ	5,6 m ³ / s	Q ₁₀	86,5	Q ₁₀₀₀	0
DİPSAVAK ÇIKIŞ KOTU	19,6 m	Q ₂₅	0	Q ₅₀₀₀	0
SULAMA MODÜLÜ(Planlama)	0,94 l/s/ha	Q ₅₀	172,0	Q ₁₀₀₀₀	0
					986,0

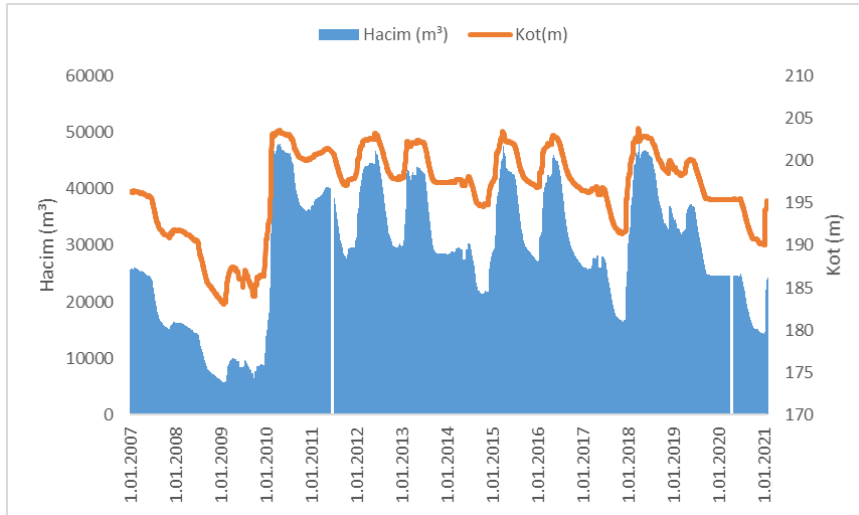


Şekil 2.46 Altınyazı Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)

2.4.4.3. Süloğlu Barajı

Tablo 2.35 Süloğlu Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)

BARAJ/GÖLET ADI	SÜLOĞLU BARAJI					
BÖLGESİ	DSİ 11. BÖLGE/111.ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ					
HAVZASI	MERİÇ-ERGENE					
AKARSUYUN ADI	SÜLOĞLU DERESİ					
TİPİ	TOPRAK KAYA DOLGU					
AMACI	İÇME SUYU + SULAMA + TAŞKIN					
İŞLEMEYE AÇILIŞ TARİHİ	1981	SULAMA ALANI (Planlanan)			4009	ha
YAĞIŞ ALANI	207,00	km ²	SULAMA ALANI (Net)			3500 ha
YILLIK ORTALAMA AKIM	21,85	hm ³	İÇME VE KULLANMA SUYU			8,20 hm ³ /yıl
YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	516,7	mm/yıl	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Plan)			0 Gwh/yıl
AKTİF HACİM	43,00	hm ³	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Fiili)			0 Gwh/yıl
MAX. İŞLEME KO TU	202,77	m	KURULU GÜÇ			0 MW
MİN. İŞLEME KO TU	177,00	m	TÜRBİN ADEDİ			0 adet
MAX. İŞLEME HAC Mİ	45,22	hm ³	SANTRAL KAPASİTESİ			0 m ³ /s
MİN. İŞLEME HAC Mİ	2,22	hm ³	TAŞKINDAN KORUNAN ALAN (Net)			900 ha
DOLUSAVAK KAPAK ADEDİ	10	adet	MAX. FEYEZAN KO TU			202,77 m
DOLUSAVAK MAX. KAPASİTESİ	960,00	m ³ /s	MAX. YATAK KAPASİTESİ			2,41 m ³ /s
DOLUSAVAK EŞİK KO TU	197,80	m	TAŞKIN TEKERRÜR PİKLERİ (m ³ /s)			
DOLUSAVAK KRET KO TU	199,20	m	Q ₅	0	Q ₁₀₀	250
DİPSAVAK KAPASİTESİ	2,41	m ³ /s	Q ₁₀	93	Q ₁₀₀₀	0
DİPSAVAK ÇIKIŞ KO TU	161,00	m	Q ₂₅	0	Q ₅₀₀₀	0
SULAMA MODÜLÜ(Planlama)	0,82	l/s/ha	Q ₅₀	193	Q ₁₀₀₀₀	0
						1152

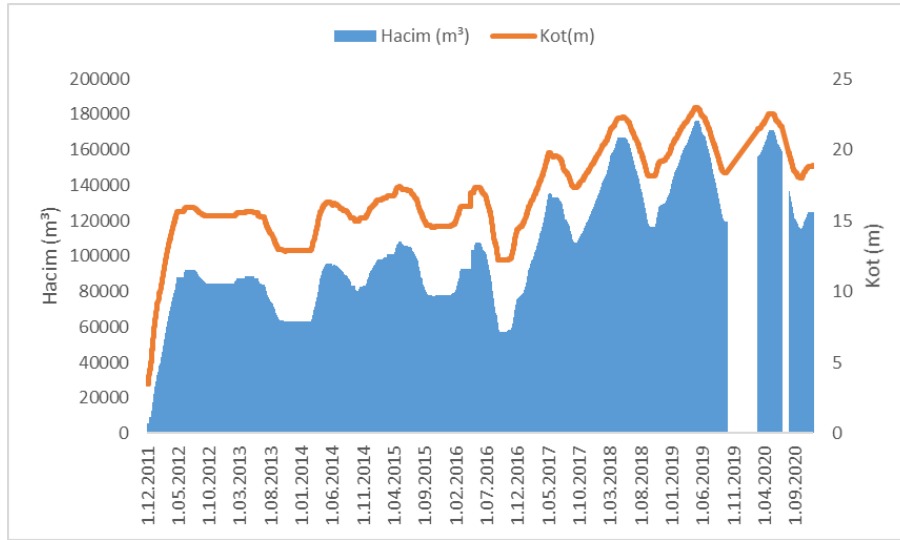


Şekil 2.47 Süloğlu Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)

2.4.4.4. Hamzadere Barajı

Tablo 2.36 Hamzadere Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)

BARAJ/GÖLET ADI	HAMZADERE BARAJI					
BÖLGESİ	DSİ 11. BÖLGE/114.ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ					
HAVZASI	MERİÇ-ERGENE					
AKARSUYUN ADI	HAMZADERE +meriç nehrinden pompaj					
TİPİ	HOMOJEN TOPRAK DOLGU					
AMACI	SULAMA+Taşkın Koruma					
İŞLETMEYE AÇILIŞ TARİHİ	2011	SULAMA ALANI (Planlanan)			33 564 ha	
YAĞIŞ ALANI	14,87 km ²	SULAMA ALANI (Net)			32 221 ha	
YILLIK ORTALAMA AKIM	210,1 hm ³	İÇME VE KULLANMA SUYU			0 hm ³ /yıl	
YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	584,2 mm/yıl	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Plan)			0 Gwh/yıl	
AKTİF HACİM	196,4 hm ³	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Fili)			0 Gwh/yıl	
MAX. İŞLEME KOTU	25,5 m	KURULU GÜÇ			0 MW	
MİN. İŞLEME KOTU	5,00 m	TÜRBİN ADEDİ			0 adet	
MAX. İŞLEME HACMİ	211,0 hm ³	SANTRAL KAPASİTESİ			0 m ³ /s	
MİN. İŞLEME HACMİ	11,0 hm ³	TAŞKINDAN KORUNAN ALAN (Net)			613 ha	
DOLUSAVAK KAPAK ADEDİ	Off-Stream	adet	MAX. FEYEZAN KOTU			m
DOLUSAVAK MAX. KAPASİTESİ	15,00 m ³ /s	MAX. YATAK KAPASİTESİ			m ³ /s	
DOLUSAVAK EŞİK KOTU	25,30 m	TAŞKIN TEKERRÜR PİKLERİ (m ³ /s)				
DOLUSAVAK KRET KOTU	27,10 m	Q ₅	35,11	Q ₁₀₀	84,03	
DİPSAVAK KAPASİTESİ	5,00 m ³ /s	Q ₁₀	46,19	Q ₅₀₀	110,22	
DİPSAVAK ÇIKIŞ KOTU	15,00 m	Q ₂₅	60,88	Q ₅₀₀₀	0	
SULAMA MODÜLÜ(Planlama)	1,36 l/s/ha	Q ₅₀	72,3	Q ₁₀₀₀₀	0	

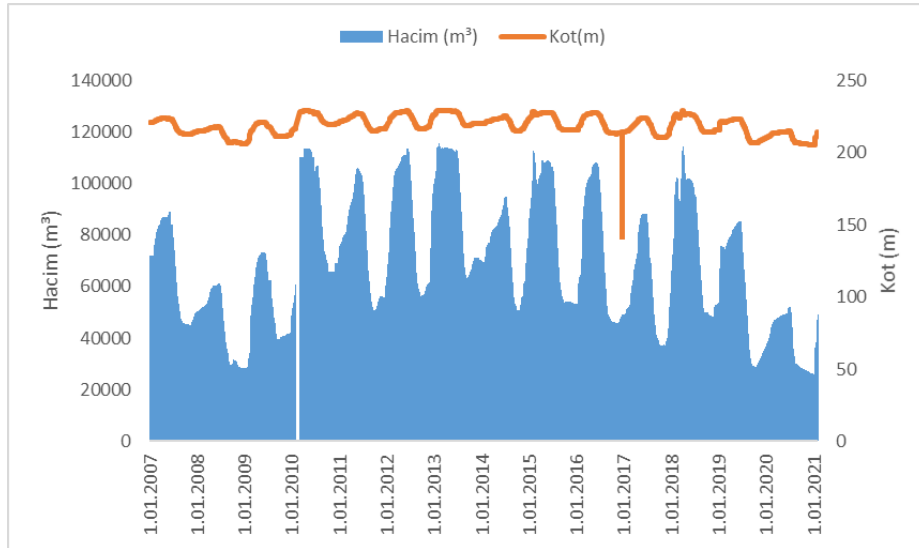


Şekil 2.48 Hamzadere Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)

2.4.4.5. Kırklareli Barajı

Tablo 2.37 Kırklareli Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)

BARAJ/GÖLET ADI	KIRKLARELİ BARAJI				
BÖLGESİ	DSİ 11. BÖLGE/112.ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ				
HAVZASI	MERİÇ-ERGENE				
AKARSUYUN ADI	ŞEYTANDERE				
TİPİ	KİL ÇEKİRDEK KAYA DOLGU				
AMACI	SULAMA, İÇME SUYU VE ENDÜSTRİ SUYU, TALİ OLARAK TAŞKIN KORUMA				
İŞLEMEYE AÇILIŞ TARİHİ	1999		SULAMA ALANI (Planlanan)	13679	ha
YAĞIŞ ALANI	294,50	km ²	SULAMA ALANI (Net)	11891	ha
YILLIK ORTALAMA AKIM	76,00	hm ³	İÇME VE KULLANMA SUYU	10,70	hm ³ /yıl
YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	600	mm/yıl	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Plan)	0	Gwh/yıl
AKTİF HACİM	107,90	hm ³	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Fili)	0	Gwh/yıl
MAX. İŞLEME KOTU	228,60	m	KURULU GÜÇ	0	MW
MİN. İŞLEME KOTU	186,29	m	TÜRBİN ADEDİ	0	adet
MAX. İŞLEME HACMİ	113,31	hm ³	SANTRAL KAPASİTESİ	0	m ³ /s
MİN. İŞLEME HACMİ	4,42	hm ³	TAŞKINDAN KORUNAN ALAN	626	ha
DOLUSAVAK KAPAK ADEDİ	Kontrolsüz	adet	MAX. FEYEZAN KOTU	234,5	m
DOLUSAVAK MAX. KAPASİTESİ	1830	m ³ /s	MAX. YATAK KAPASİTESİ	222	m ³ /s
DOLUSAVAK EŞİK KOTU	228,60	m	TAŞKIN TEKERRÜR PİKLERİ (m ³ /s)		
DOLUSAVAK KRET KOTU	100	m	Q ₅	0	Q ₁₀₀ 396,0
DİPSAVAK KAPASİTESİ	13,18	m ³ /s	Q ₁₀	222,0	Q ₁₀₀₀ 0
DİPSAVAK ÇIKIŞ KOTU	170,9	m	Q ₂₅	0	Q ₅₀₀₀ 0
SULAMA MODÜLÜ(Planlama)	1,03	l/s/ha	Q ₅₀	343,0	Q ₁₀₀₀₀ 0

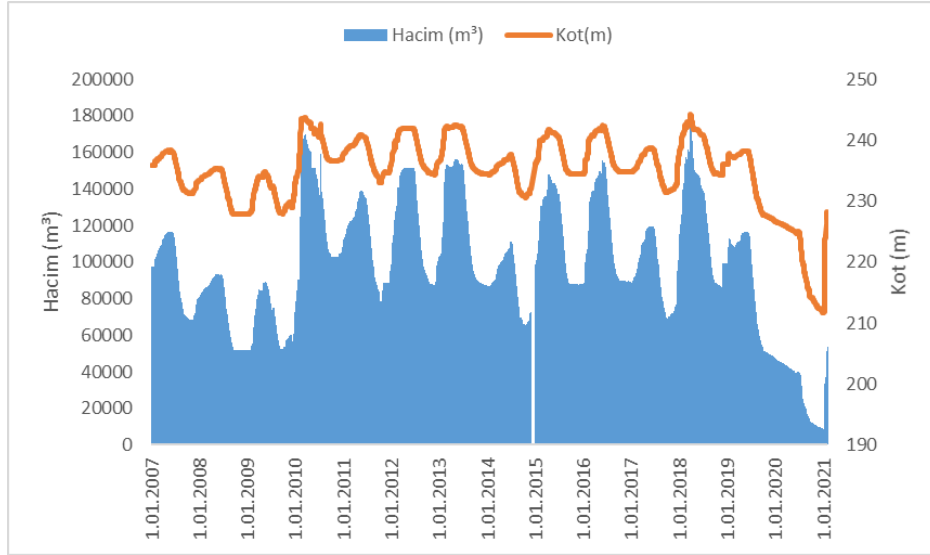


Şekil 2.49 Kırklareli Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)

2.4.4.6. Kayalıköy Barajı

Tablo 2.38 Kayalıköy Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)

BARAJ/GÖLET ADI	KAYALIKÖY BARAJI				
BÖLGESİ	DSİ 11.BÖLGE/112.ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ				
HAVZASI	MERİÇ-ERGENE				
AKARSUYUN ADI	TEKE DERESİ				
TİPİ	TOPRAK KAYA DOLGU				
AMACI	SULAMA, İÇME SUYU VE TAŞKIN KORUMA				
İŞLEMEYE AÇILIŞ TARİHİ	1986		SULAMA ALANI (Planlanan)	15957	ha
YAĞIŞ ALANI	497,00	km ²	SULAMA ALANI (Net)	13497	ha
YILLIK ORTALAMA AKIM	98,21	hm ³	İÇME VE KULLANMA SUYU	-0,32)=-6,45	hm ³ / yıl
YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	800	mm/yıl	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ	0	Gwh/yıl
AKTİF HACİM	144,18	hm ³	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ	0	Gwh/yıl
MAX. İŞLEME KOTU	247,35	m	KURULU GÜÇ	0	MW
MİN. İŞLEME KOTU	209,00	m	TÜRBİN ADEDİ	0	adet
MAX. İŞLEME HACMİ	214,43	hm ³	SANTRAL KAPASİTESİ	0	m ³ / s
MİN. İŞLEME HACMİ	5,68	hm ³	TAŞKINDAN KORUNAN ALAN	1200	ha
DOLUSAVAK KAPAK ADEDİ	Kontrolsüz	adet	MAX. FEYEZAN KOTU	247,35	m
DOLUSAVAK MAX. KAPASİTESİ	2165	m ³ / s	MAX. YATAK KAPASİTESİ	406	m ³ / s
DOLUSAVAK EŞİK KOTU	241,86	m	ŞKİN TEKERRÜR PİKLERİ (m)		
DOLUSAVAK KRET KOTU	244,31	m	Q ₅	0	Q ₁₀₀ 864,58
DİPSAVAK KAPASİTESİ	11,81	m ³ / s	Q ₁₀	406,85	Q ₁₀₀₀ 0
DİPSAVAK ÇIKIŞ KOTU	205,61	m	Q ₂₅	586,00	Q ₅₀₀₀ 0
SULAMA MODÜLÜ(Planlama)	1,17	l/s/ha	Q ₅₀	732,00	Q ₁₀₀₀₀ 0

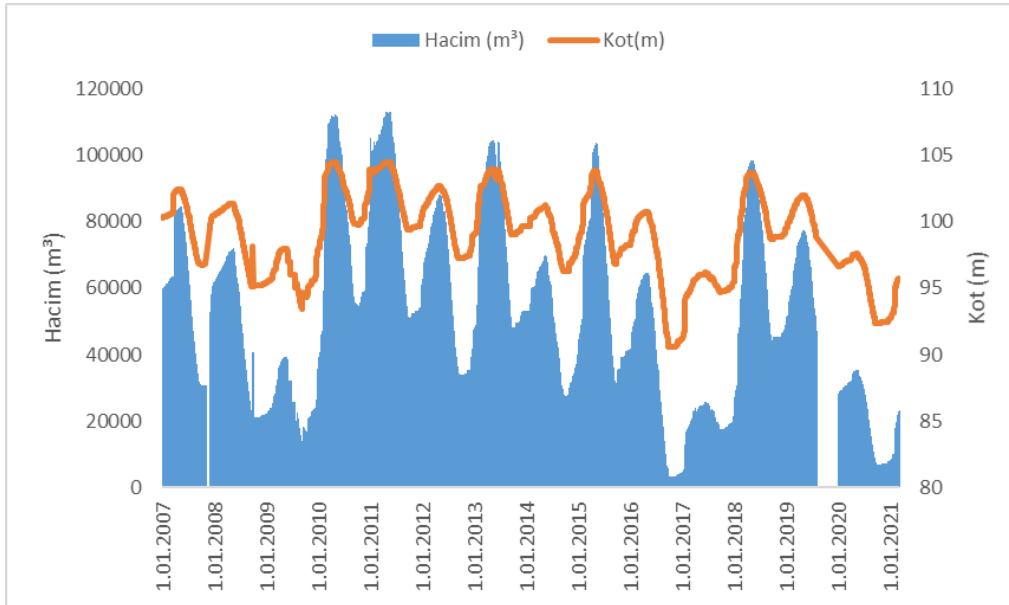


Şekil 2.50 Kayalıköy Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)

2.4.4.7. Karaidemir Barajı

Tablo 2.39 Karaidemir Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)

BARAJ/GÖLET ADI	KARAIDEMİR BARAJI				
BÖLGESİ	DSİ 11. BÖLGE/113.ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ				
HAVZASI	MERİÇ-ERGENE				
AKARSUYUN ADI	POĞAÇA DERESİ				
TİPİ	HOMOJEN TOPRAK DOLGU				
AMACI	SULAMA+Taşkın Koruma				
İŞLETMEYE AÇILIŞ TARİHİ	1983	SULAMA ALANI (Planlanan)			8923 ha
YAĞIŞ ALANI	403 km ²	SULAMA ALANI (Net)			7720 ha
YILLIK ORTALAMA AKIM	83,89 hm ³	İÇME VE KULLANMA SUYU			0 hm ³ /yıl
YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	599,6 mm/yıl	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Plan)			0 Gwh/yıl
AKTİF HACİM	107,83 hm ³	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Fıili)			0 Gwh/yıl
MAX. İŞLETME KOTU	104,40 m	KURULU GÜÇ			0 MW
MİN. İŞLETME KOTU	90,80 m	TÜRBİN ADEDİ			0 adet
MAX. İŞLETME HACMİ	111,61 hm ³	SANTRAL KAPASİTESİ			0 m ³ /s
MİN. İŞLETME HACMİ	3,78 hm ³	TAŞKINDAN KORUNAN ALAN			4050 ha
DOLUSAVAK KAPAK ADEDİ	5 adet	MAX. FEYZAN KOTU			107,42 m
DOLUSAVAK MAX. KAPASİTESİ	1154 m ³ /s	MAX. YATAK KAPASİTESİ			277-395 m ³ /s
DOLUSAVAK EŞİK KOTU	98,45 m	TAŞKIN TEKERRÜR PİKLERİ (m ³ /s)			
DOLUSAVAK KRET KOTU	99,65 m	Q ₅	243,2	Q ₁₀₀	Q _{lad}
DİPSAVAK KAPASİTESİ	8,70 m ³ /s	Q ₁₀	277,0	Q ₁₀₀₀	
DİPSAVAK ÇIKIŞ KOTU	86,5 m	Q ₂₅		Q ₅₀₀₀	2030,2
SULAMA MODÜLÜ (Planlama)	0,85 l/s/ha	Q ₅₀	395,0	Q ₁₀₀₀₀	

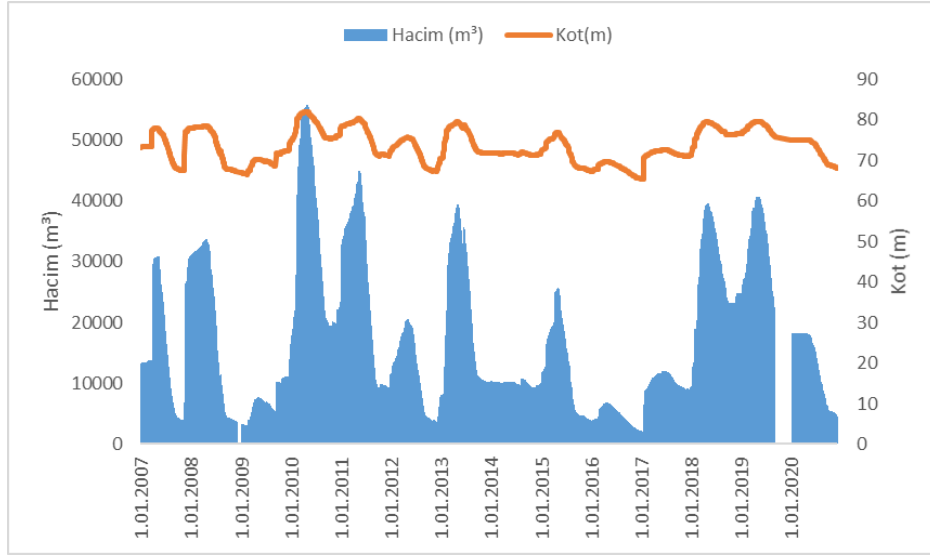


Şekil 2.51 Karaidemir Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)

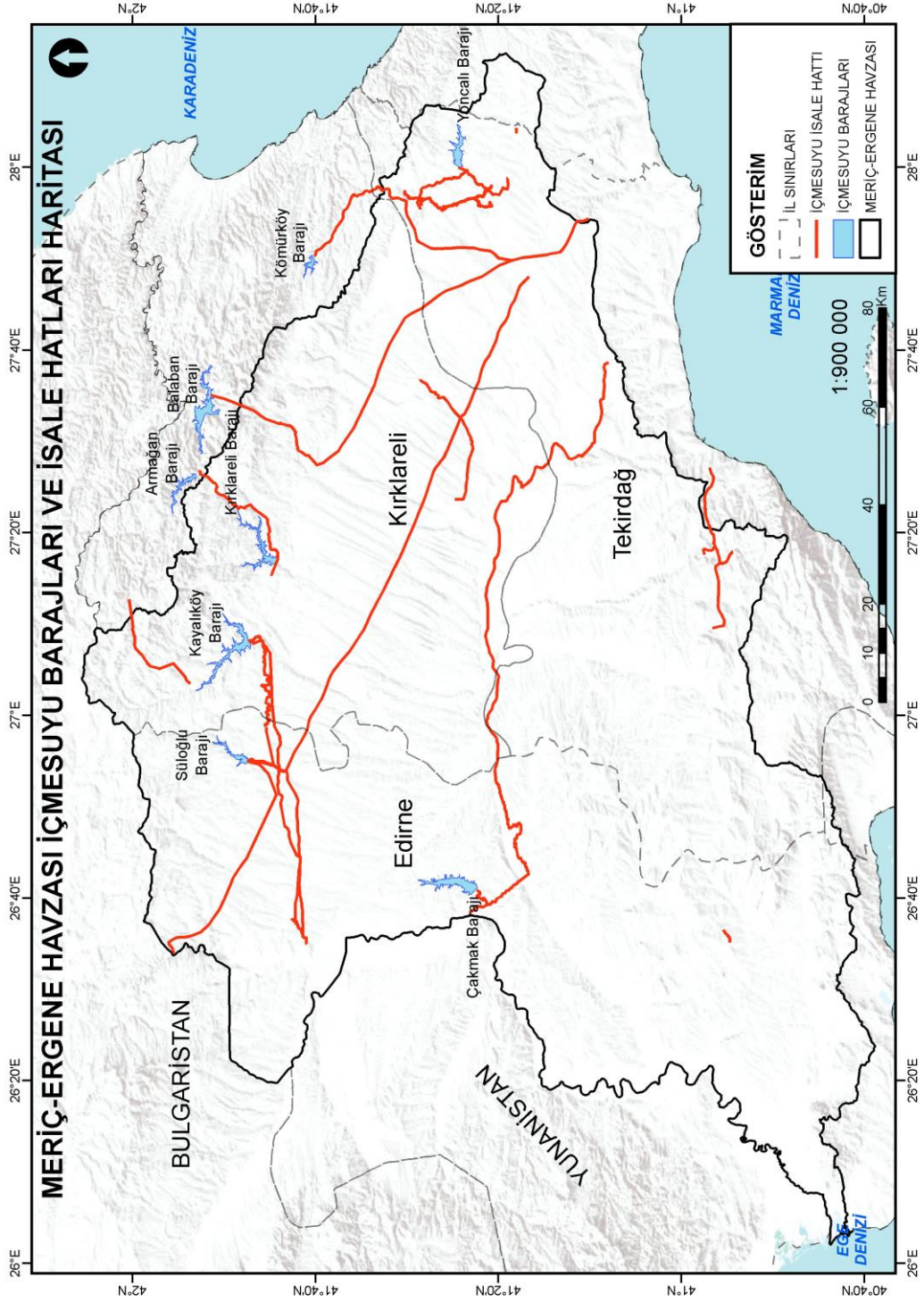
2.4.4.8. Kadıköy Barajı

Tablo 2.40 Kadıköy Barajı Karakteristikleri (DSİ, 2018)

BARAJ/GÖLET ADI	KADIKÖY BARAJI					
BÖLGESİ	DSİ 11. BÖLGE/114.ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ					
HAVZASI	MERİÇ-ERGENE					
AKARSUYUN ADI	DOĞANCA-DERVENT DERESİ					
TİPİ	TOPRAK DOLGU					
AMACI	SULAMA VE İÇME SUYU					
İŞLEMEYE AÇILIŞ TARİHİ	1973		SULAMA ALANI (Planlanan)		4551	ha
YAĞIŞ ALANI	185,00	km ²	SULAMA ALANI (Net)		3750	ha
YILLIK ORTALAMA AKIM	37,25	hm ³	İÇME VE KULLANMA SUYU		5,0	hm ³ /yıl
YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	616,4	mm/yıl	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Plan)		0	Gwh/yıl
AKTİF HACİM	54,99	hm ³	YILLIK ORT. ENERJİ ÜRETİMİ (Fıili)		0	Gwh/yıl
MAX. İŞLEME KO TU	82,00	m	KURULU GÜÇ		0	MW
MİN. İŞLEME KO TU	64,45	m	TÜRBİN ADEDİ		0	adet
MAX. İŞLEME HACMİ	56,50	hm ³	SANTRAL KAPASİTESİ		0	m ³ /s
MİN. İŞLEME HACMİ	1,54	hm ³	TAŞKINDAN KORUNAN ALAN		5393	ha
DOLUSAVAK KAPAK ADEDİ	3	adet	MAX. FEYZAN KO TU		83,22	m
DOLUSAVAK MAX. KAPASİTESİ	176,00	m ³ /s	MAX. YATAK KAPASİTESİ		120	m ³ /s
DOLUSAVAK EŞİK KO TU	0	m	TAŞKIN TEKERRÜR PİKLERİ (m ³ /s)			
DOLUSAVAK KRET KO TU	76,40	m	Q ₅	0	Q ₁₀₀	350,0
DİPSAVAK KAPASİTESİ	4,06	m ³ /s	Q ₁₀	0	Q ₁₀₀₀	0
DİPSAVAK ÇIKIŞ KO TU	53,75	m	Q ₂₅	0	Q ₅₀₀₀	0
SULAMA MODÜLÜ(Planlama)	1,06	l/s/ha	Q ₅₀	275,0	Q ₁₀₀₀₀	0



Şekil 2.52 Kadıköy Barajı Kot-Hacim Grafiği (DSİ, 2021)

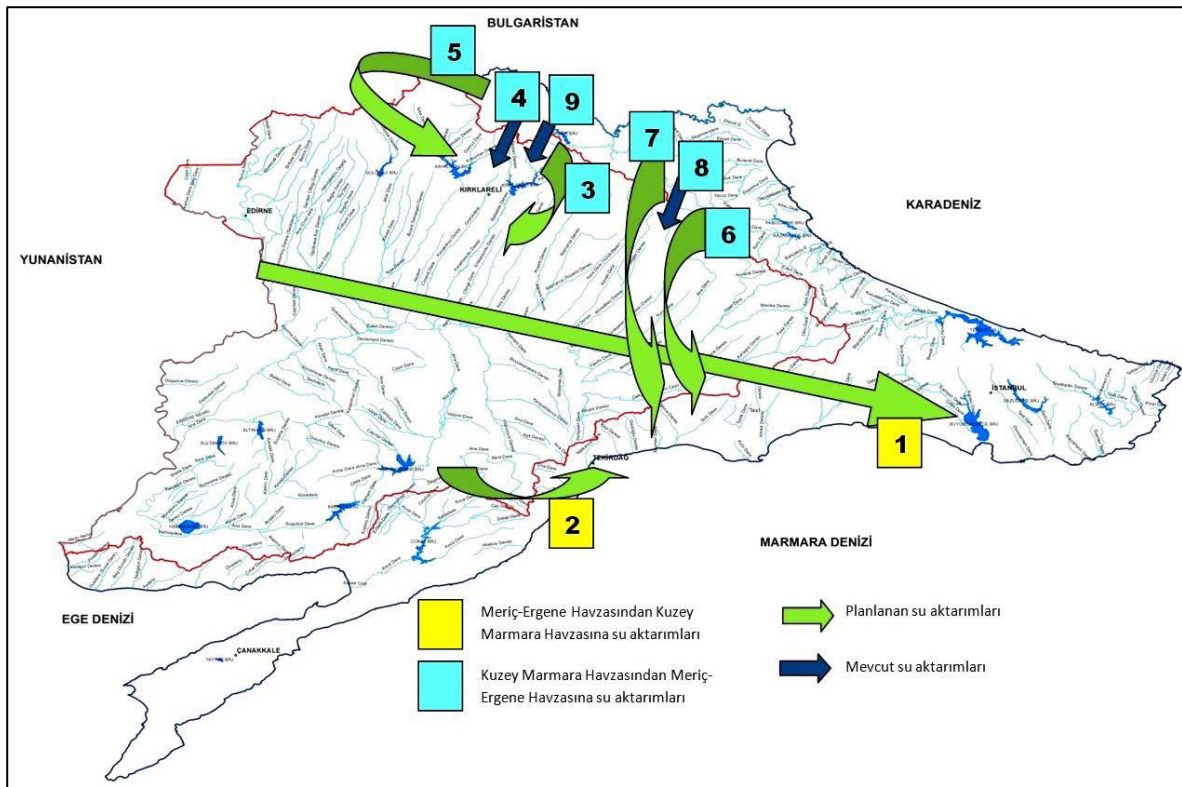


Şekil 2.53 Ergene Havzası İçme Suyu İsale Hatları ve Arıtma Tesisleri Haritası (DSİ, 2021)

2.4.5. Su Transferleri

Meriç-Ergene Havzası ile Marmara havzası arasında su aktarımları mevcuttur ve DSİ Master Plan (DSİ, 2018) kapsamında yeni aktarımlar da öngörülmüştür. Meriç Ergene Havzası'ndan Marmara Havzası'na yapılan ve yapılması planlanan aktarımlar Master Plan kapsamında Tablo

2.41 üzerinde sunulduğu gibi özetlenmiştir. Buna göre Meriç Ergene havzasından Kuzey Marmara havzasına toplam olarak yılda 175,524 hm³ su aktarılması öngörülmüştür. Kuzey Marmara havzasından Meriç Ergene havzasına da toplam olarak yılda 185,938 hm³ su aktarılması planlanmıştır. Sonuç olarak iki havza su aktarımları arasındaki fark, Kuzey Marmara Trakya Kesiminden Meriç Ergene havzasına doğru yılda 10,414 hm³ suyun aktarıldığı şeklindedir. Amaçlarına göre su aktarımları gruplandırıldığında en büyük değer 305,157 hm³/yıl ile içme suyuna aittir. İkinci olarak 48,500 hm³/yıl değeri ile sulama+içme suyu bir arada olan aktarımlar ve sonuncu olarak da 7,805 hm³/yıl değeri ile sulama suyu aktarımları gelmektedir (DSİ, 2018).



Şekil 2.54 Meriç Ergene Havzası ile Kuzey Marmara Havzası Arasındaki Su Aktarımlarının Havzadaki Yerleri (DSİ, 2018)

Tablo 2.41 Meriç Ergene Havzası ile Kuzey Marmara (Trakya kesimi) Havzaları Arasındaki Su Aktarımları (DSİ, 2018)

Sıra no	Aşaması	Proje Adı	Suyu Veren Havza Adı	Suyu Alan Havza Adı	Aktarılan Su Miktarı (hm ³ /yıl)	Amacı
1	Master Plan	Meriç Nehrinden Büyükkılıçlı Barajına	Meriç-Ergene	Kuzey Marmara	156,384	İçmesuyu
2	Proje	İncecik göleti, İncecik Barajı ve Dedicik Barajından Tekirdağ içme suyuna	Meriç-Ergene	Kuzey Marmara	19,140	İçmesuyu
MERİÇ-ERGENE HAVZASINDAN KUZAY MARMARA (TRAKYA KESİMİ) HAVZASINA AKTARILAN TOPLAM SU						
3	İnşaat	Armağan barajından Kızılıkdere sulamasına	Kuzey Marmara	Meriç-Ergene	4,900	Sulama
4	İnşaat	Armağan barajından Kırklareli barajına	Kuzey Marmara	Meriç-Ergene	13,000	İçmesuyu
5	Proje	Kula-1 ve Kula-2 regülatörleri ve Çağlayık barajından Kayalıköy barajına	Kuzey Marmara	Meriç-Ergene	48,500	Sulama ve İçmesuyu
6	Planlama	Kızılağaç ve Kömürköy barajlarından Çortu-Çerkezköy ilçeleri içme suyu	Kuzey Marmara	Meriç-Ergene	27,183	İçmesuyu
7	Planlama	Balaban barajından Çortu-Çerkezköy ilçeleri içme suyu	Kuzey Marmara	Meriç-Ergene	89,450	İçmesuyu
8	Mevcut	Sergen göletinden Sergen göleti sulamasına	Kuzey Marmara	Meriç-Ergene	0,980	Sulama
9	Mevcut	Armağan barajından Çukurpınar sulamasına	Kuzey Marmara	Meriç-Ergene	1,925	Sulama
KUZAY MARMARA (TRAKYA KESİMİ) HAVZASINDAN MERİÇ-ERGENE HAVZASINA AKTARILAN TOPLAM SU					185,938	-
İKİ HAVZA SU AKTARIMLARI ARASINDAKİ FARK (Kuzey Marmara(Trakya Kesimi) Havzasından Meriç-Ergene Havzasına Aktarılan Toplam Su Miktarı)					10,414	-

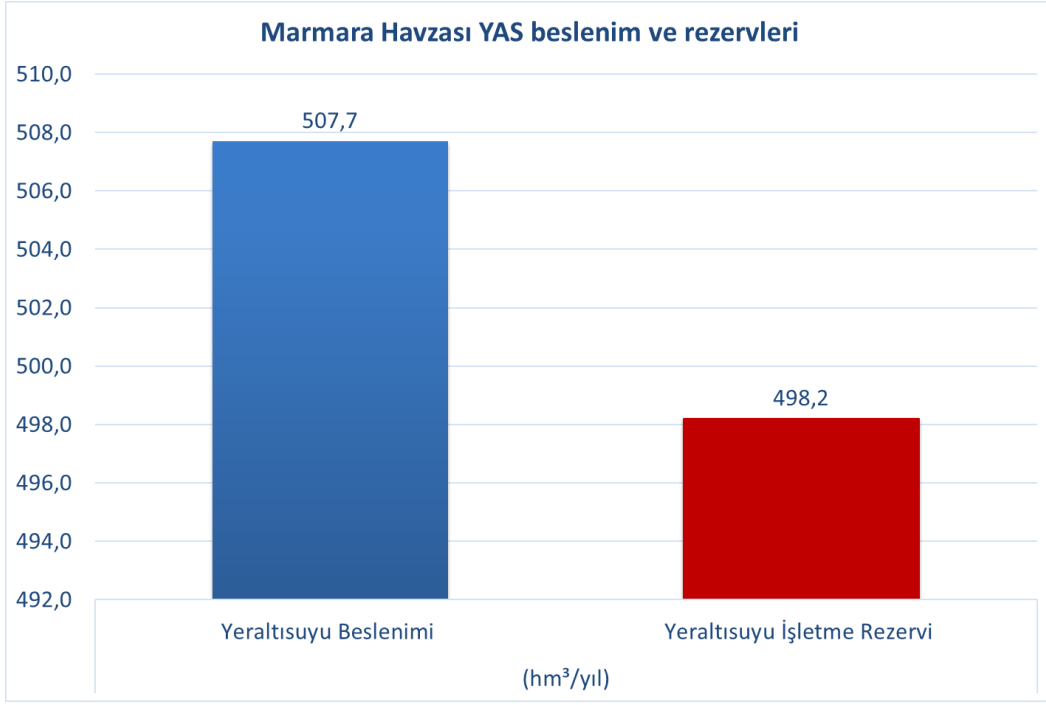
2.4.6. Yeraltı Suları

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı DSİ 2019 Yılı Resmî Su Kaynakları İstatistikleri (DSİ, 2019) kapsamında yayınlanan Havzalara Göre Yıllık Yeraltısu Potansiyelleri tablosu Tablo 2.42 ile verilmektedir. Buna göre Türkiye'nin toplam 23.032,3

hm³/yıllık yeraltı suyu besleniminin 507,7 hm³/yıl kadarı Meriç-Ergene Havzası'ndan oluşmaktadır. Türkiye'nin 17.815,3 hm³/yıllık yeraltı suyu işletme rezervinin ise 498,2 hm³/yıllık kısmı Meriç-Ergene Havzası'ndandır (Şekil 2.55).

Tablo 2.42 Havzalara Göre Yıllık Yeraltısu Potansiyeli (DSİ, 2019)

Havza No	Havza Adı	(hm ³ /yıl)	
		Yeraltısu Beslenimi	Yeraltısu İşletme Rezervi
1	Meriç - Ergene	507,7	498,2
2	Marmara	241,7	210,7
3	Susurluk	780,4	585,9
4	Kuzey Ege	289,4	212,9
5	Gediz	1155,9	866,9
6	Küçük Menderes	179,2	179,2
7	Büyük Menderes	1045,4	761,5
8	Batı Akdeniz	473,2	316,7
9	Antalya	1164,7	576,3
10	Burdur Göller	106,4	89,5
11	Akarçay	345,4	345,4
12	Sakarya	2197,1	1545,2
13	Batı Karadeniz	641,2	607,6
14	Yeşilirmak	907,2	872,8
15	Kızılırmak	2003,1	1762,9
16	Konya Kapalı	2597,0	2023,0
17	Doğu Akdeniz	96,5	70,5
18	Seyhan	838,8	749,9
19	Asi	393,2	289,5
20	Ceyhan	985,3	533,5
21	Fırat - Dicle	4994,8	3763,7
22	Doğu Karadeniz	490,9	490,9
23	Çoruh	30,0	20,0
24	Aras	388,5	294,4
25	Van Gölü	179,2	148,2
Toplam		23032,3	17815,3



Şekil 2.55 Meriç-Ergene Havzası YAS beslenme ve rezervleri (DSİ, 2019)

DSİ Master Plan (DSİ, 2018) kapsamında yapılan hidrojeoloji çalışmaları sonucunda ise Meriç-Ergene Havzası yeraltı suyu potansiyeli 573 hm³ olarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda yeraltı suları alt havzalara ayrılarak çalışılmıştır. Ergene alt havzası için kuyuların debi değerleri değerlendirilerek havzadaki toplam yeraltı suyu çekim miktarı sanayi, sulama, kullanma amaçlı olarak hesaplanmış, yeraltı suyundan yılda 314.5×10^6 m³ çekim yapıldığı tespit edilmiştir. Meriç alt havzasında yapılan tespit ve değerlendirmelere göre içme ve kullanma amaçlı yapılmış olan tahsis miktarı toplamı 20.95 hm³, sanayi suyu amaçlı yapılmış olan tahsis miktarı toplamı 11.72 hm³, sulama suyu amaçlı yapılmış olan tahsis miktarı toplamı ise 64.04 hm³ olup genel tahsis toplamı 96.71 hm³ su kullanılmıştır. Karadeniz alt havzasındaki toplam yeraltısuyu çekim miktarı ise sanayi, sulama, kullanma amaçlı olarak değerlendirildiğinde yıllık toplam 9.91×10^6 m³ olarak hesaplanmıştır (DSİ, 2018).

2.4.7. Su Kalitesi

Meriç-Ergene Havza Master Planı (DSİ, 2018) kapsamında DSİ Genel Müdürlüğü tarafından havzadaki su kalitesinin tespiti ve izlenmesi amacıyla su kalitesinin yürürlükteki mevzuat uyarınca değerlendirilebilmesi için DSİ Bölge Müdürlüklerince yapılan su analizlerinin

sonuçları kullanılarak su kalite sınıfları belirlenmiştir. Bu projenin Ön Raporu kapsamında, Su Kalitesi bölümü için bu analizlerin sonuçlarına göre yapılan değerlendirmeler özetlenmektedir.

Meriç-Ergene Havzası'nın hem yerüstü ve hem de yeraltısuyu kütleleri noktasal ve yayılı çeşitli baskılara maruz kalmaktadır ve bu baskıların sonucunda su kalitesi bozulmaktadır. Master Plan kapsamında havzada su kaynaklarını tehdit eden başlıca noktasal kaynaklı baskılar evsel ve endüstriyel atıksular ile sızıntı suları olarak gruplanmıştır. Su kalitesi açısından havzadaki en ciddi sorunlar, arıtılmadan akarsulara deşarj edilen evsel atıksuların yanı sıra, sanayi tesislerinden gelen atıksuların yarattığı sorunlar olarak görülmüştür. En önemli kirlilik kaynakları evsel ve endüstriyel atıksular olan havzada bu yükler il bazında karşılaştırıldığı zaman Edirne ve Kırklareli illerinden kaynaklanan evsel kirlilik yükünün ve Tekirdağ ilinden kaynaklanan endüstriyel kirlilik yükünün fazla olduğu görülmüştür. Bölgedeki su kirliliği özellikle sanayileşmenin artışıyla baş göstermiş olup, tekstil endüstrisi sektörel açıdan yoğun bir sanayi grubudur. Gıda, kimya, deri ve maden sektörleri de bölgede aktiftir. Bunların yanı sıra, foseptik çukurlarının sağlıklı şekilde inşa edilmemesi ve vidanjörle çekilen foseptik atıklarının gelişigüzel yerlere boşaltılması, bilinçsiz şekilde kullanılan gübre ve tarım ilaçları, katı atıkların büyük kısmının vahşi depolamalarda toplanması havzada kirlenmeye yol açan diğer nedenlerdir.

Havzadaki endüstriler bölgeye yaygın bir şekilde dağılmışlardır. Havzadaki sanayinin en yoğun olduğu ve buna paralel olarak kirlenmenin en yoğun olduğu bölgeler Tekirdağ ilindeki Çorlu, Çerkezköy, Lüleburgaz ve Muratlı bölgeleridir.

Meriç-Ergene Havzasının önemli hidrolojik özelliklerinden biri akarsularının düzensiz rejime sahip olmasıdır. Yılın belli zamanlarında kuruyan bu akarsulara yapılan deşarjların, akarsuların bu özellikleri dikkate alınarak yönetilmesi son derece önemlidir. Su kalitesinin iyileştirilebilmesi için, evsel ve endüstriyel atıksu arıtımlarının Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'ne göre yapılması ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen deşarj standartlarına uyulması gerekmektedir. Ancak, Ergene Nehri ve kollarına yılın büyük bir bölümünde günlük doğal debilerinin 2-3 katı kadar atıksu deşarjı yapılmaktadır. Havzadaki nehir ve derelerin debilerinin, sanayi debilerine göre oldukça düşük olması ve o bölgedeki yerleşimlerin evsel atıksuyunun alıcı ortamlara boşaltılması yüzünden, havzadaki tesisler atıksularını deşarj standartlarına uygun olarak arıtsalar dahi, akarsuların atık özümleme kapasiteleri aşılmış olduğundan, akarsular, özellikle tatlı su akışının çok düşük olduğu yaz dönemlerinde IV. sınıf su kalitesinde olmaktadır.

Ergene havzası kalite gözlem istasyonlarında TKN, amonyak azotu, nitrit azotu parametrelerinin konsantrasyonlarında görülen yükseklik, Master Plan çalışması kapsamında özellikle bahar aylarında kullanılan amonyum nitrat, üre ve amonyum fosfat gibi yüksek çözünürlükteki gübrelere yağışlarla suda çözünerek su kaynaklarına karışması biçiminde açıklanmıştır. Bu da hem gübrenin kullanılmadan yok olması hem de sularının kirlenmesi olarak yorumlanmıştır. Aynı dönemde pestisit, insektisit ve herbisit tipi kimyasalların da suya karışması da ihtimal dahilinde görülmüştür.

Meriç- Ergene Havzasında YAS kütleleri tarım, endüstriyel faaliyetler, katı atık depolama alanlarından olabilecek sızıntılar, yeraltı suyunun aşırı çekimi, çevredeki kirlenmiş suların kaynaklanabilecek kirletici maddeler gibi çeşitli baskılara maruz kaldığı Master Plan kapsamında tespit edilmiştir. Buna göre havzadaki endüstriyel aktiviteler ve nüfus artışı sonucunda yeraltısuyunda aşırı çekimler ve atık suların deşarjı artmıştır. Bunlar da yeraltısuyu miktarının ve kalitesinin azalmasına sebep olmaktadır. Havzada yeraltısuyu çekimlerine bağlı olarak belirli yörelerde büyük ölçüde seviye düşmeleri tespit edilmiştir. Havza genelinde sulu tarım alanlarının genişlemesine ve sanayinin artan su ihtiyacına bağlı olarak açılan kuyular akiferlerin özelliklerinin bozulmasına, temiz ve kirli akiferlerin sularının birbirine karışmasına ve bunun sonucunu olarak da su kirliliğine neden olabilmektedir.

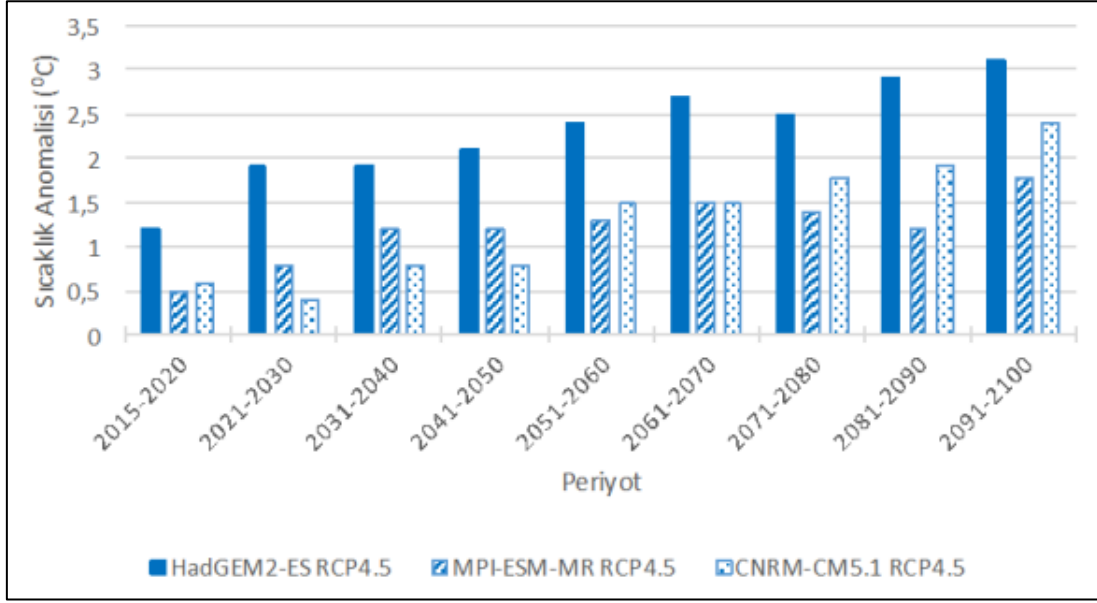
Meriç-Ergene Havzası Master Plan raporuna göre YAS kütlelerinin kalitesiyle ilgili olarak havzadaki bir diğer önemli konu da Trakya bölgesinde bulunan doğalgazın çıkarılması için açılan veya açılacak olan kuyuların çevre üzerindeki olumsuz etkileridir. Doğalgaz sondajlarında yeraltına enjekte edilen sıvının içinde kanserojenik ve toksik olanlar da dahil çok sayıda kimyasal bulunmaktadır. Pek çok durumda yeraltısuyu, yeraltına enjekte edilen sıvının yüzeyden sızmalar veya dökülmeleri ile kirlenmektedir. Bu nedenle YAS kalitesi takibi oldukça önemlidir.

2.4.8. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi

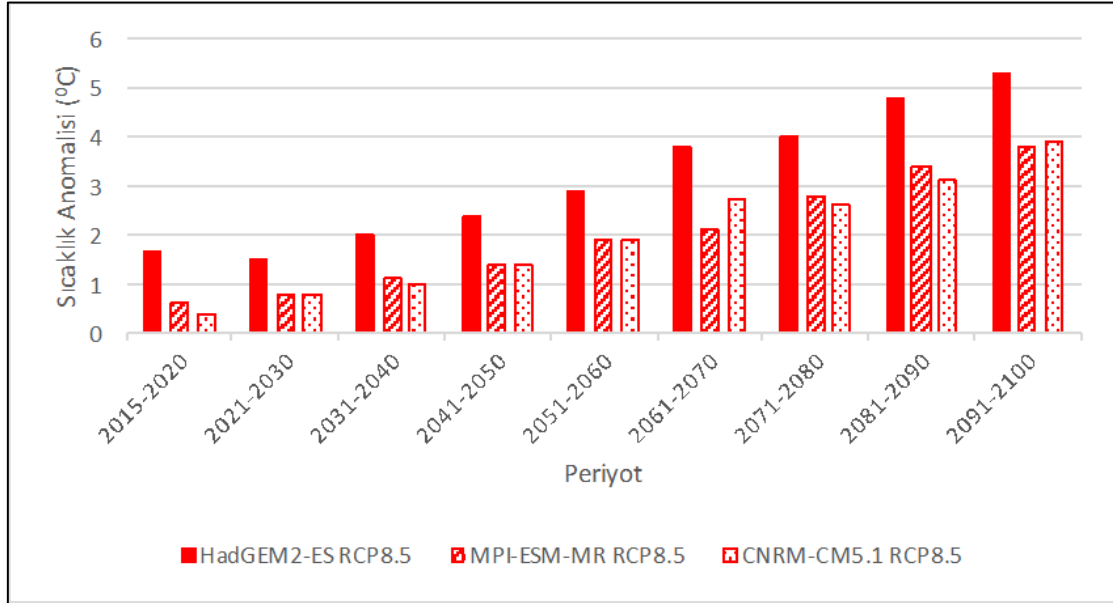
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (SYGM, 2016) kapsamında Meriç-Ergene Havzası için yapılan çalışmada iklim değişikliği projeksiyonları ve söz konusu değişikliğin havzadaki su kaynakları üzerine etkileri değerlendirilmiştir. HADGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1 iklim modelleri ile RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları kullanılarak 2015-2100 periyodu için gerçekleştirilen iklim projeksiyonları kullanılarak başta sıcaklık, yağış, kar ve bağıl nem olmak üzere pek çok değişkenin 10x10 km ölçekteki değişimleri elde edilmiştir. Başta sıcaklık ve yağış

projeksiyonları kullanılarak havzadaki tespit edilen drenaj alanları ölçeğinde hidrolojik değişkenler 2100 yılına kadar projekte edilmiştir. Yüzeysel akış, zemin nemi ve evapotranspirasyon hidrolojik model tarafından üretilen başlıca değerler olup, bu veriler kullanılarak havzanın yeraltı ve yüzeysel su potansiyeli hesaplanmıştır. Ayrıca hidrojeolojik çalışmalar kapsamında havzada bulunan statik ve hidrojeolojik rezerv miktarları belirlenmiştir. Havzadaki sektörlerin su kullanımlarındaki değişimler de 85 yıllık projeksiyon dönemi boyunca elde edilmiş ve söz konusu değerler havzadaki hidrolojik değişkenler ile birlikte değerlendirilerek havzalardaki yıllık toplam su ihtiyacı projeksiyonu yapılmıştır. Hidrolojik model tarafından üretilen akış değerleri hidrolik modelleme çalışmaları ile havzanın belirleyici nehir sistemi boyunca debi ve su seviyesi değerlerine dönüştürülmüştür.

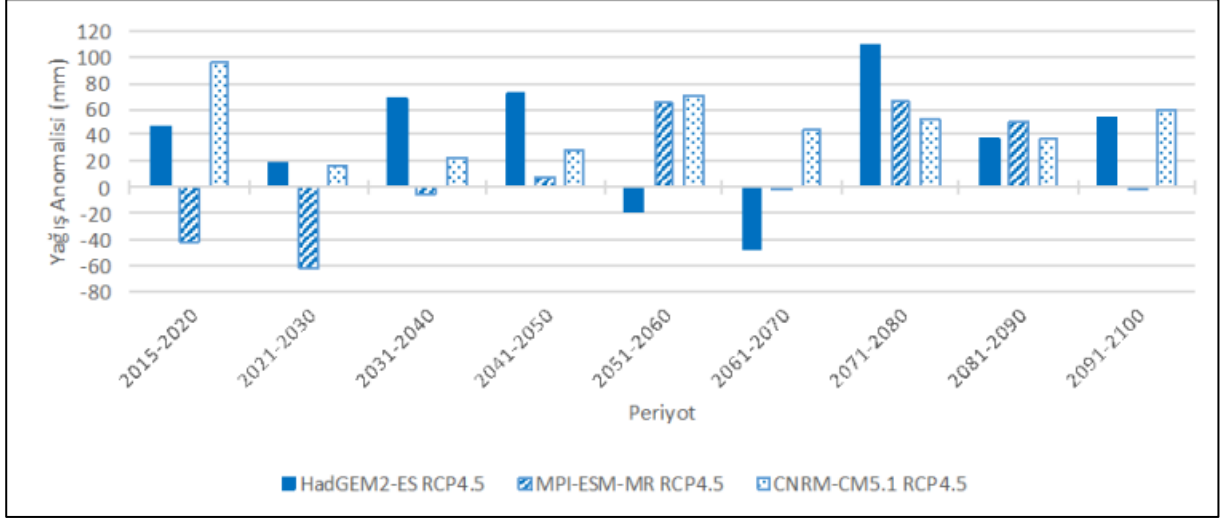
Ergene Havzası bazında yapılan iklim değişikliği projeksiyon sonuçlarına göre ortalama sıcaklık değerleri üç küresel model ve her iki senaryo sonucuna göre de artma eğiliminde olup, bu artış en yüksek değerleri HadGEM2-ES modeli için ve en düşük değerlerini MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1 modelleri için almaktadır. 10 yıllık ortalamalar bazında sıcaklık artış değerleri projeksiyon döneminin sonuna kadar, RCP4.5 senaryosu için 1,8-3,1°C ve RCP8.5 senaryosu için ise 3,8-5,3°C seviyelerine dek artmaktadır. Her üç model sonucuna göre de sıcaklıktaki artış değerleri 2060 periyodundan itibaren ivmelenmekte, 2080 sonrası en yüksek seviyelere ulaşmakta ve referans dönemine göre 5,3°C'ye varan farklar beklenmektedir. Artış değerleri havzanın orta ve doğu kesimlerinde bir miktar daha fazla olacaktır. Aynı eğilim 30 yıllık ortalamalar için de geçerlidir. Şekil 2.57 ile Meriç-Ergene Havzası için RCP8.5 senaryosuna göre ortalama sıcaklık anomali değerleri projeksiyon sonuçları verilmiştir.



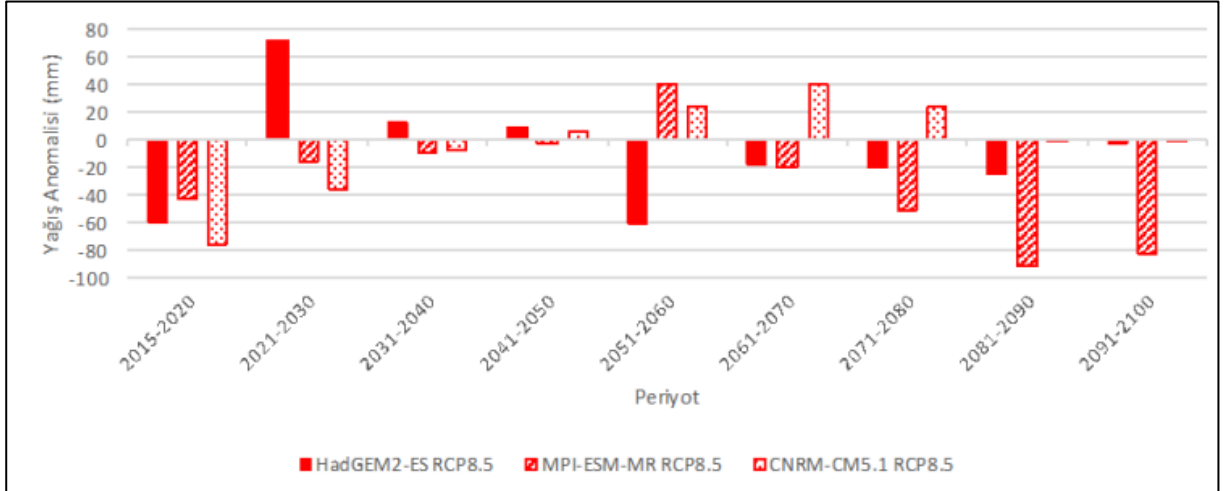
Şekil 2.56 RCP4.5 Senaryosuna göre Modeller Bazında Sıcaklık Anomali Değerleri Meriç-Ergene Havzası (SYGM, 2016)



Şekil 2.57 RCP8.5 Senaryosuna Göre Modeller Bazında Sıcaklık Anomali Değerleri- Meriç-Ergene Havzası (SYGM, 2016)



Şekil 2.58 RCP4.5 Senaryosuna göre Modeller Bazında Yağış Anomali Değerleri-
MeriçErgene Havzası (SYGM, 2016)



Şekil 2.59 RCP8.5 Senaryosuna göre Modeller Bazında Yağış Anomali Değerleri-
MeriçErgene Havzası (SYGM, 2016)

Havzada yıllık toplam yağışta öngörülen RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları sonuçlarına göre her iki projeksiyon sonucuna göre de 2020-2050 dönemi boyunca pozitif yağış anomalileri hâkim iken, yine her iki senaryo bazında 2050-2070 döneminde düşük şiddette negatif anomalilerin etkili olması beklenmektedir. Her üç model için toplam yağış anomali değerlerinin sayısal ve oransal değerlerinin 10 yıllık değişimine göre yağışta artışı en fazla öngören model HadGEM2-ES modeli RCP4.5 senaryosu olup yağış artışı 105 mm'yi geçen değer almıştır. Yağış artışının süreklilik gösterdiği model CNRM-CM5.1 modelidir ve bu modelin RCP4.5 senaryosuna göre projeksiyon dönemi boyunca bazı 10 yıllar 60 mm'nin üzerinde artış değerleri mevcuttur. En

düşük artış değerleri ise MPI-ESM-MR modeli için öngörülmüştür. Havza için projeksiyon sonuçlarına dayanarak toplam yağış ile ilgili model, senaryo ve 10 yıllar bazında farklı artış ve azalış eğilimleri bulunmaktadır ve genel bir eğilimden bahsetmek mümkün değildir. Bunun yanında, Meriç Ergene Havzası için referans dönemine göre %15'e varan yağış azalmalarının ve %20'ye varan yağış artışlarının yaşanacağı dönemler beklenmektedir.

İklim projeksiyonu model sonuçları ile çalıştırılan hidrolojik model sonuçlarına göre; brüt ve net su potansiyelleri, tüm model ve senaryo sonuçları, projeksiyon dönemi boyunca referans dönemi değerlerinin altında seyretmektedir. Projeksiyon sonuçlarına göre havzada projeksiyon dönemi sonuna kadar su ihtiyacının büyük ölçüde sağlanamaması ve su açığının tüm dönemler boyunca hissedilir bir şekilde devam etmesi beklenmektedir. Proje çıktılarına göre havzalar arası su transferleri de dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde su açığının projeksiyon dönemi boyunca görüleceği ve en yüksek su açığının beklendiği 2051-2060 döneminde havzanın toplam su ihtiyacının yaklaşık %18'inin karşılanabileceği öngörülmektedir.

Proje çıktılarının Meriç-Ergene Havzası sonuçları özetlenirse, iklim projeksiyonları model sonuçlarına göre havzadaki sıcaklık değerlerinin tüm küresel iklim modelleri ve senaryoları için artış göstermesi beklenmektedir. Bununla beraber, yıllık toplam yağışın genel olarak artması, ancak 10'ar yıllık periyodlar bazında zaman zaman azalması öngörülmüştür. İklim değişikliğinin etkisine bağlı olarak havzadaki su potansiyeli referans dönemle kıyaslandığında yıllar boyunca önemli değişkenlik göstermemektedir. Havzada yeraltı suyu potansiyelinin de projeksiyon dönemi başlangıcından itibaren genel olarak azalacağı öngörülmesine rağmen, havzanın birim alanındaki yeraltı suyu mümkün rezervinin Türkiye ortalamasının oldukça üzerinde olduğu söylenmiştir (SYGM, 2016).

2.5. Toprak Ve Su Kaynaklarının Kullanımı

2.5.1. Arazi Kullanımı

Arazi kullanımına ait bilgiler CORINE Arazi Sınıflandırma Sistemi kullanılarak hazırlanmıştır. CORINE Sınıflandırma Sistemi, Coordination of Information on the Environment (Çevresel Bilginin Koordinasyonu) Projesi kapsamında 1985 yılında Avrupa Birliği tarafından başlatılmış olup, 1990 yılından itibaren tüm AB üye ülkelerde kullanılmaya başlanmıştır. Avrupa'nın neredeyse bütün alanını kapsayan CORINE sistemi 1:100,000'lik ölçekte 44 arazi sınıflandırması yapabilmektedir. Ülkemizde ise projenin uygulanmasına 1998 yılında Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından başlanmıştır. 2006 yılı Landsat uydu

görüntüleri kullanılarak yapılan ilk çalışma 2008 yılı ortalarında tamamlanmıştır. Daha sonra 2012 ve 2018 yıllarında CORINE arazi kullanım verileri güncellenmiştir. Bu raporda 2018 yılı verileri kullanılmıştır.

2.5.2. Arazi Kullanım Sınıfları

CORINE Arazi Örtüsü Sınıflandırma Sistemi, Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen birbirini kapsayan üç seviyeden meydana gelmektedir. Birinci seviyede;

- Yapay Bölgeler,
- Tarım Alanları,
- Orman ve Yarı Doğal Alanlar,
- Sulak Alanlar,
- Su Kütleleri

olmak üzere 5 ana grup, ikinci seviyede 15 ve üçüncü seviyede kullanılması zorunlu olan 44 alt sınıf mevcuttur. Üçüncü hiyerarşik seviyede ilave ulusal sınıflar kullanılabileceği, ancak bunun Avrupa veri standardının bütünlüğü açısından üçüncü seviyeye ilave edilmesi gerektiği CORINE Teknik Kılavuzu'nda belirtilmektedir. Bu kapsamda ülkemizdeki arazi yapısının çeşitliliğine bağlı olarak 44 sınıfa ilave olarak 12 sınıf daha eklenmiştir. CORINE Arazi Örtüsü Sınıflandırması Tablo 2.43 üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 2.43 CORINE Arazi Örtüsü Sınıfları

<i>Sınıf</i>	<i>Arazi Kullanımı</i>	<i>Sınıf</i>	<i>Arazi Kullanımı</i>
1	Yapay Bölgeler	3	Orman ve Yarı Doğal Alanlar
11	Şehir Yapısı	31	Orman
111	Sürekli Şehir Yapısı	311	Geniş Yapraklı Ormanlar
112	Kesikli Şehir Yapısı	312	İğne Yapraklı Ormanlar
12	Endüstri Ticaret ve Ulaşım Birimleri	313	Karışık Ormanlar
121	Endüstriyel veya Ticari Alanlar	32	Maki veya Otsu Bitkiler
122	Kara/Demiryolları ve ilgili alanlar	321	Doğal Çayırliklar
123	Limanlar	322	Fundalıklar
124	Havaalanları	323	Sklerofil Bitki Örtüsü
13	Maden, Boşaltım, İnşaat Sahaları	324	Bitki Değişim Alanları
131	Maden Çıkarım Sahaları	33	Bitki Örtüsü az /Olmayan Alanlar
132	Boşaltım Sahaları	331	Sahil, Kumsal, Kumluk

133	İnşaat Sahaları	332	Çıplak Kayalıklar
14	Yapay Tarımsal Olmayan Yeşil Alan	333	Seyrek Bitki Alanları
141	Yeşil Şehir Alanları	334	Yanmış Alanlar
142	Spor ve Eğlence Alan	4	Sulak Alanlar
2	Tarımsal Alanlar	41	Karasal Bataklık
21	Ekilebilir Alanlar	411	Bataklıklar
211	Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	412	Turbalıklar
212	Sürekli Sulanan Alanlar	42	Denize Yakın Sulak Alanlar
213	Pirinç Tarlaları	421	Tuz Bataklığı
22	Sürekli Ürünler	422	Tuzlalar
221	Üzüm Bağları	423	Gel-git ile Oluşan Düzlükler
222	Meyve Bahçeleri	5	Su Yapıları
223	Zeytinlikler	51	Karasal Sular
23	Meralar	511	Su Yolları
231	Meralar	512	Su Kütleleri
24	Karışıklarım Alanları	52	Deniz Suları
242	Karışıklarım Alanları	521	Kıyı Lagünleri
243	Doğal Bitki Örtüsü ile Bulunan Tarım Alanı	522	Nehir Ağızları
		523	Nehir ve Okyanus

Tablo 2.44 CORINE Türkiye Ek Sınıflandırma

<i>Kod</i>	<i>Sınıf Adı</i>	<i>Kod</i>	<i>Sınıf Adı</i>
1121	Kesikli Şehir Yapısı	2221	Sulanmayan Meyve Bahçesi
1122	Kesikli Kırsal Yapı	2222	Sürekli Sulanan Meyve Bahçesi
2111	Sulanmayan Ekilebilir Alan	2421	Sulanmayan Karışık Tarım
2112	Sulanmayan Sera	2422	Sürekli Sulanan Karışık tarım
2121	Sulanmayan Alan	3321	Çıplak Kaya
2122	Sürekli Sulanan Ekilebilir Alan, sera	3322	Çok Yukarılarda Çıplak Kaya

2.5.3. Meriç-Ergene Havzası Arazi Kullanımı

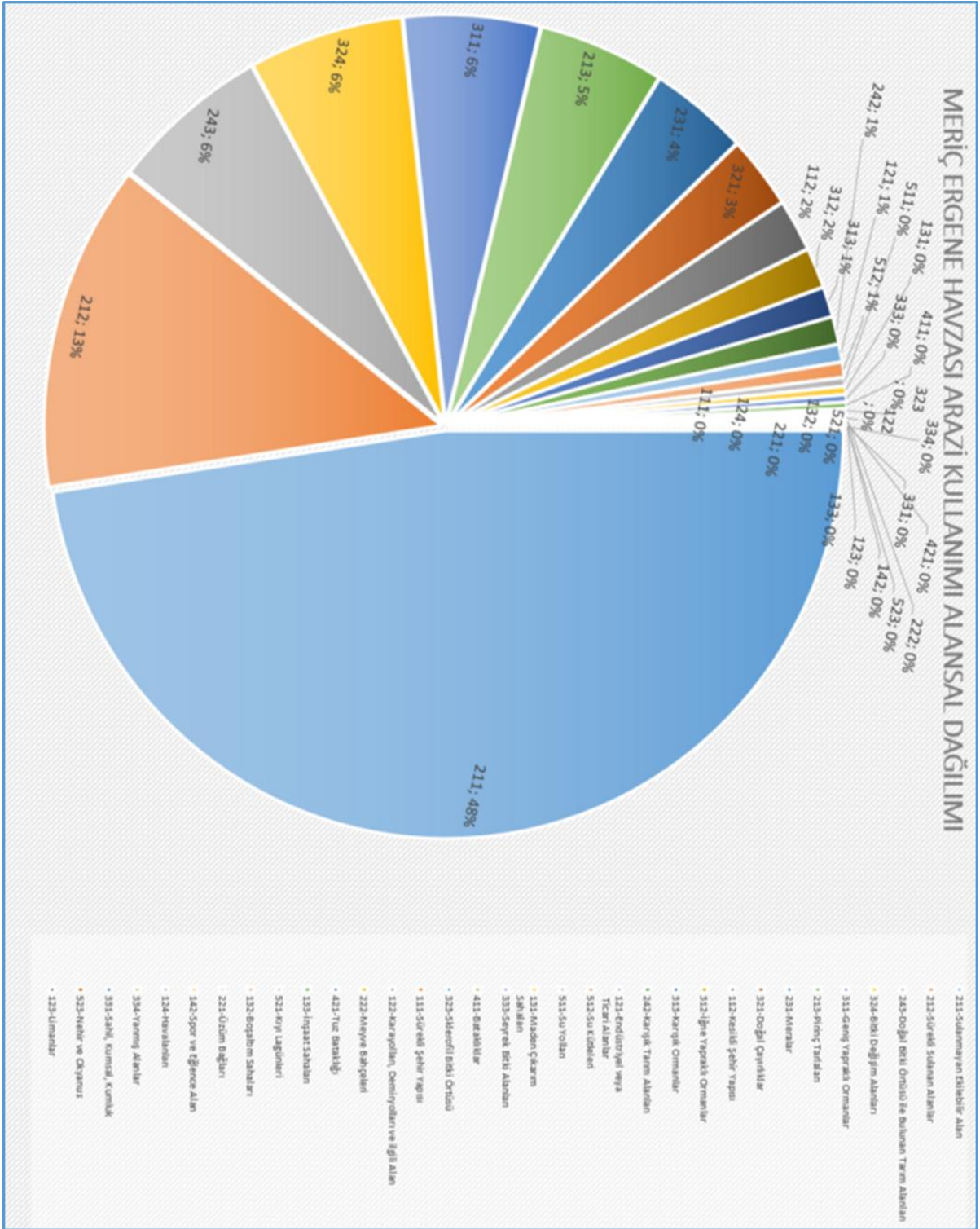
Corine 2018 sınıflandırmasına göre yapılan, Meriç Ergene Havzası'na ait 3. seviye arazi kullanımı Tablo 2.45'te gösterilmiştir. Meriç-Ergene Havzası arazi kullanımı 33 farklı sınıfta gruplanmıştır. Bu tabloda en büyük alan 689.086,69 ha alan kaplayan, tüm havzaya oranı

%47,59 olan “Sulanmayan Ekilebilir Alan”, ikinci olarak 188 016.42 ha alan kaplayan, tüm havzaya oranı %12,98 olan “Sürekli Sulanan Alanlar” bulunmakta, üçüncü olarak 93 092.63 ha alan kaplayan tüm havzaya oranı %6.43 olan “Doğal Bitki Örtüsü ile Bulunan Tarım Alanları”dır.

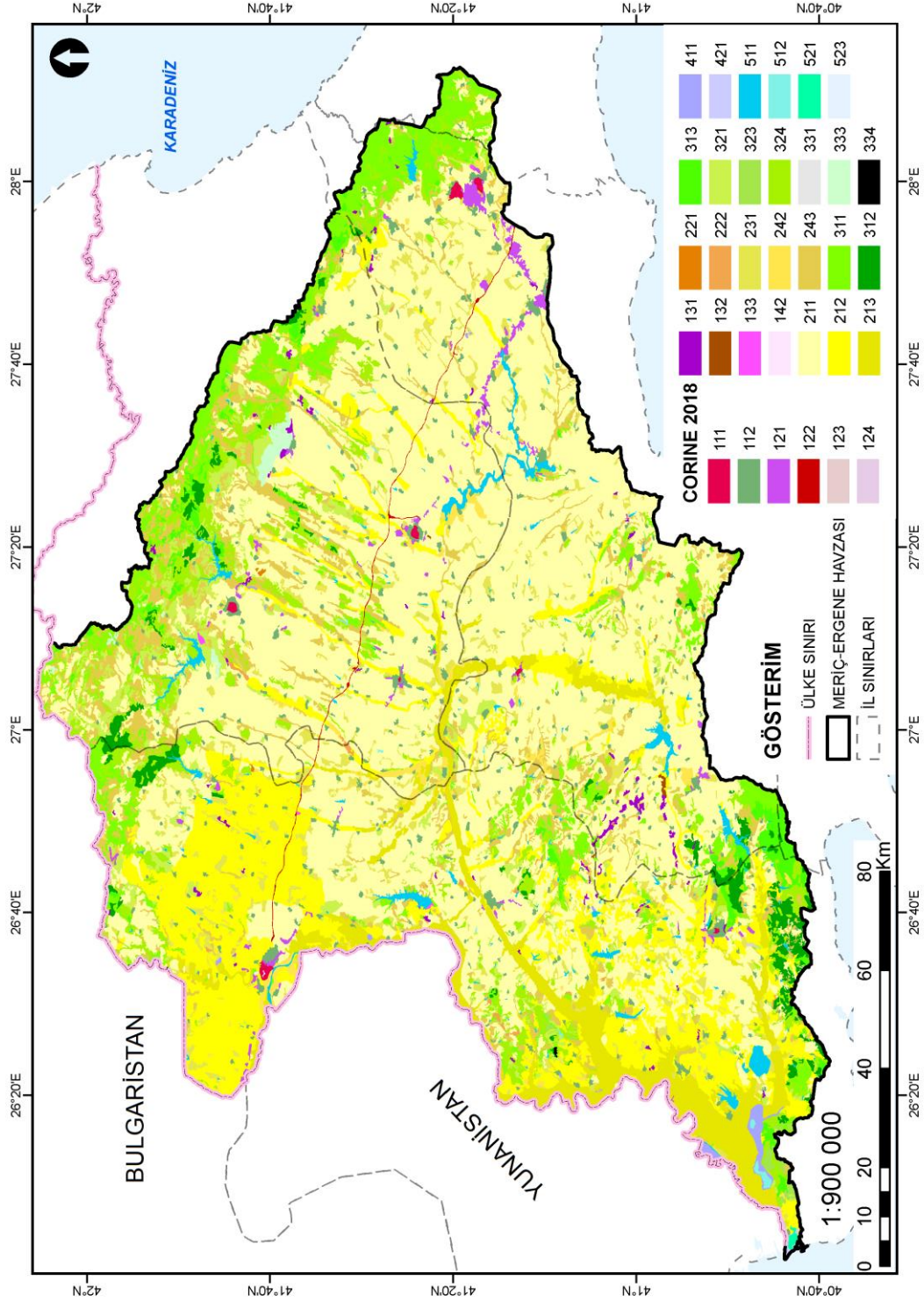
Bölgedeki arazi kullanım alanlarının dağılımını gösteren 3. seviye sınıflandırmaya ait detaylı pay diyagramı Şekil 2.60 üzerinde gösterilmiştir. Bu arazi kullanımının havza içerisindeki dağılımını gösteren harita ise Şekil 2.61 üzerinde verilmiştir.

Tablo 2.45 Meriç-Ergene Havzası CORINE 3. Seviye Arazi Kullanımı

SINIF	KOD	ALAN (ha)	Yüzde (%)
Sulanmayan Ekilebilir Alan	211	689.086,70	47,59
Sürekli Sulanan Alanlar	212	188.016,42	12,98
Doğal Bitki Örtüsü ile Bulunan Tarım Alanları	243	93.092,64	6,43
Bitki Değişim Alanları	324	91.027,55	6,29
Geniş Yapraklı Ormanlar	311	80.142,24	5,53
Pirinç Tarlaları	213	74.174,25	5,12
Meralar	231	57.808,31	3,99
Doğal Çayırliklar	321	41.924,91	2,90
Kesikli Şehir Yapısı	112	30.003,20	2,07
İğne Yapraklı Ormanlar	312	23.033,15	1,59
Karışık Ormanlar	313	17.309,82	1,20
Karışık Tarım Alanları	242	15.823,53	1,09
Endüstriyel veya Ticari Alanlar	121	10.186,44	0,70
Su Kütleleri	512	8.709,50	0,60
Su Yolları	511	5.020,75	0,35
Maden Çıkarım Sahaları	131	4.666,83	0,32
Seyrek Bitki Alanları	333	4.181,37	0,29
Bataklıklar	411	3.762,46	0,26
Sklerofil Bitki Örtüsü	323	2.116,94	0,15
Sürekli Şehir Yapısı	111	1.980,31	0,14
Karayolları, Demiryolları ve ilgili Alan	122	1.807,82	0,12
Meyve Bahçeleri	222	1.732,15	0,12
Tuz Bataklığı	421	496,94	0,03
İnşaat Sahaları	133	494,06	0,03
Kıyı Lagünleri	521	434,01	0,03
Boşaltım Sahaları	132	355,31	0,02
Üzüm Bağları	221	264,12	0,02
Spor ve Eğlence Alan	142	89,05	0,01
Havaalanları	124	83,01	0,01
Yanmış Alanlar	334	79,96	0,01
Sahil, Kumsal, Kumluk	331	53,75	0,004
Nehir ve Okyanus	523	19,42	0,001
Limanlar	123	8,47	0,001
Genel Toplam		1.447.985.35	100,00



Şekil 2.60 Arazi Kullanım Alanlarının Dağılımını Gösteren Detaylı Pay Diyagramı



Şekil 2.61 Meriç-Ergene Havzası CORINE 2018 3. Seviye Arazi Kullanım Haritası

2.5.4. Erozyon Durumu

Meriç Ergene havzasında erozyon normal, havza sediment verimi de Türkiye ortalamasının oldukça altındadır. Meriç Ergene havzasında yoğun bir hayvancılık görülmektedir. Ahır hayvancılığına önem verilmekle birlikte mera hayvancılığı ağırlığını korumaktadır. Hayvan

otlatması yapılan alanlarda köylüler ve ilgili kuruluşlarca hayvan içme suyu amaçlı küçük göletler yapılmıştır. Bu tesisler küçük dere havzalarında sediment veriminin azaltılmasında önemli işlev görebilmektedir. Ancak havzada bu tesisler yetersiz kalmakta otlatılan hayvanların sulanmak amacıyla bir noktaya yönlendirildiği durumlarda hayvan yürüyüş yollarında erozyon şiddetlenmektedir.

Meriç Ergene Havzası, mera alanlarında yer değiştiren toprak sıralamasında, 680 bin ton değeri ile en az toprağın harekete geçtiği havzadır.

Havza alanının yarısından fazlasının tarım alanından oluşmaktadır. Tarım arazileri genelde düşük eğimli yamaç arazilerde ve düzlüklerde bulunmaktadır. Bu nedenle erozyon genelde normal erozyon olarak karşımıza çıkmaktadır.

Havza tarım arazilerinde büyük oranda “normal erozyon” görülmektedir. Toprak işlemede çiftçilerce eş yükselti eğrileri paralel sürüme özen gösterilmektedir. Ancak tarlaların büyüklük, şekil ve yön olarak uygun olmaması tekniğine uygun toprak işleme yapılmasına imkân vermemektedir.

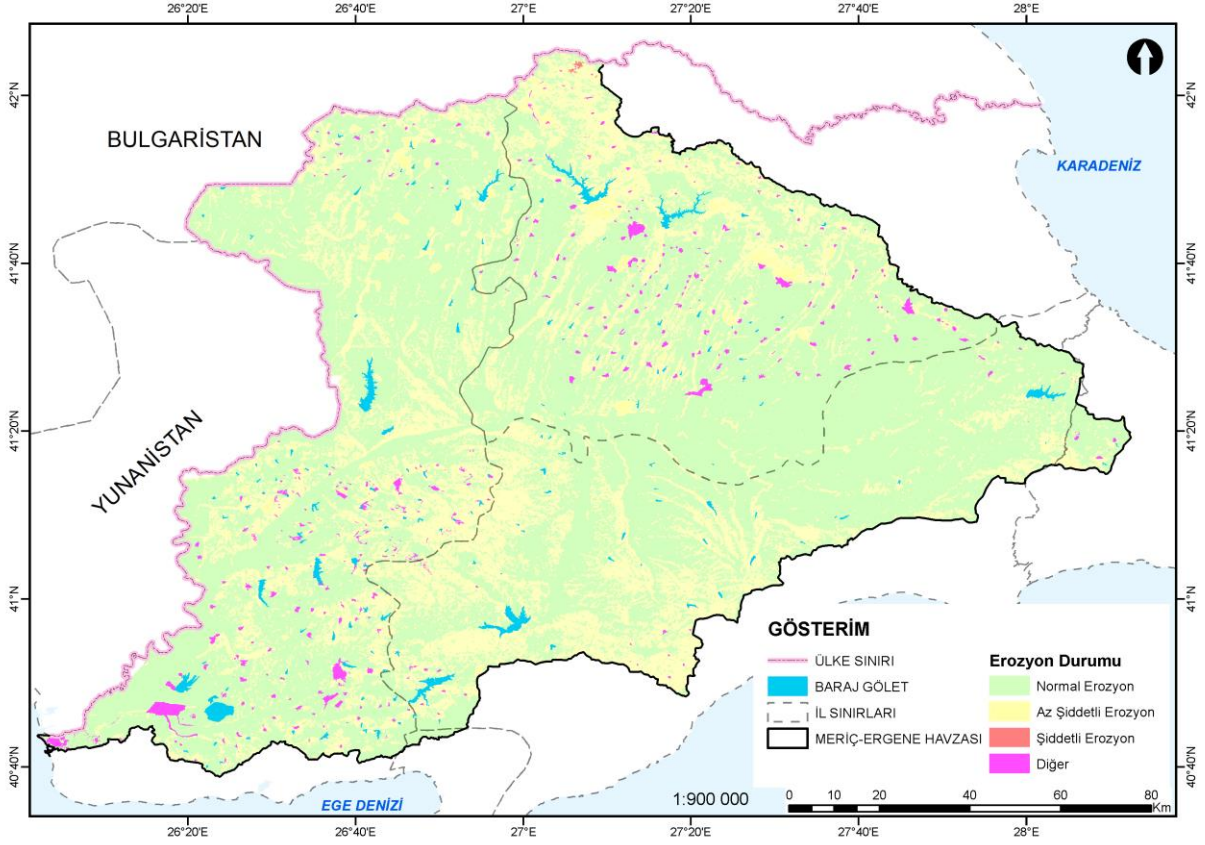
Havza içerisinde bulunan tarım arazilerinin bir bölümünde tarla sürüş yönlerindeki hatalar bulunmaktadır.

DSİ tarafından 2017 yılında tamamlanan Havza master Planı raporu çerçevesinde, Kuzey Marmara Alt Havzasının Meriç Ergene Havzası bünyesinde ele alınmasından mütevellit, bu raporumuzda paralellik arz etmeyen hususlar ortaya çıkacaktır.

Meriç Ergene Havzası erozyon durumu, Tablo 2.46 ile verilmektedir. Buna göre 4 sınıfa ayrılarak yapılan erozyon durumu değerlendirmesinde, havzanın %92 oran ile “Normal Erozyon” olduğu Şekil 2.62 üzründe havza haritasında belirgin olarak görülmektedir.

Tablo 2.46 Meriç Ergene Havzası Erozyon Durumu Tablosu

Erozyon Durumu	Alan (ha)	Oranı (%)
Normal Erozyon	1.334.875	0,92
Az Şiddetli Erozyon	88.053	0,06
Diğer	21.503	0,01
Şiddetli Erozyon	220	-
GENEL TOPLAM	1.444.652	



Şekil 2.62 Meriç Ergene Havzası Erozyon Durumu Haritası

2.5.5. Havzada Sediment Durumu

Meriç Ergene Havzası Türkiye'deki havzalar içerisinde sediment verimi ve taşınımı en az olan havzalardandır. Meriç Ergene Havzasındaki belli başlı rüsubat kaynakları;

- Yamaç tarım, mera, fundalık ve çıplak arazilerindeki yüzey erozyonu,
- Kayalık alanlardaki fiziki ayrışma, yamaç arazide bulunan taşlık alanlardaki akımlar,
- Dere yataklarında bulunan tarihi rüsubat konileri,
- Dere yataklarına atılan moloz, çöp, pasa ve hayvansal atıklar,
- Yan derelerdeki yamaç göçmeleri, kıyı ve mecra oyulmaları ile heyelanlar,
- Kum ocağı ve maden işletmeleri olarak sıralayabiliriz

Türkiye İçin Geliştirilen Sediment Anahtar Eğrisi Denklemine Göre Akarsu Havzalarının Sediment Verimleri ve Miktarları ($Os=6,1817 A1,3047$) Tablo 2.47 ile verilmektedir. Bir havzada sediment verimi kadar sedimentin problem olup olmadığı ve sedimentin gelecekte tesisin fonksiyonunu olumsuz etkileyip etkilemeyeceği önemlidir. Dolayısıyla incelenen

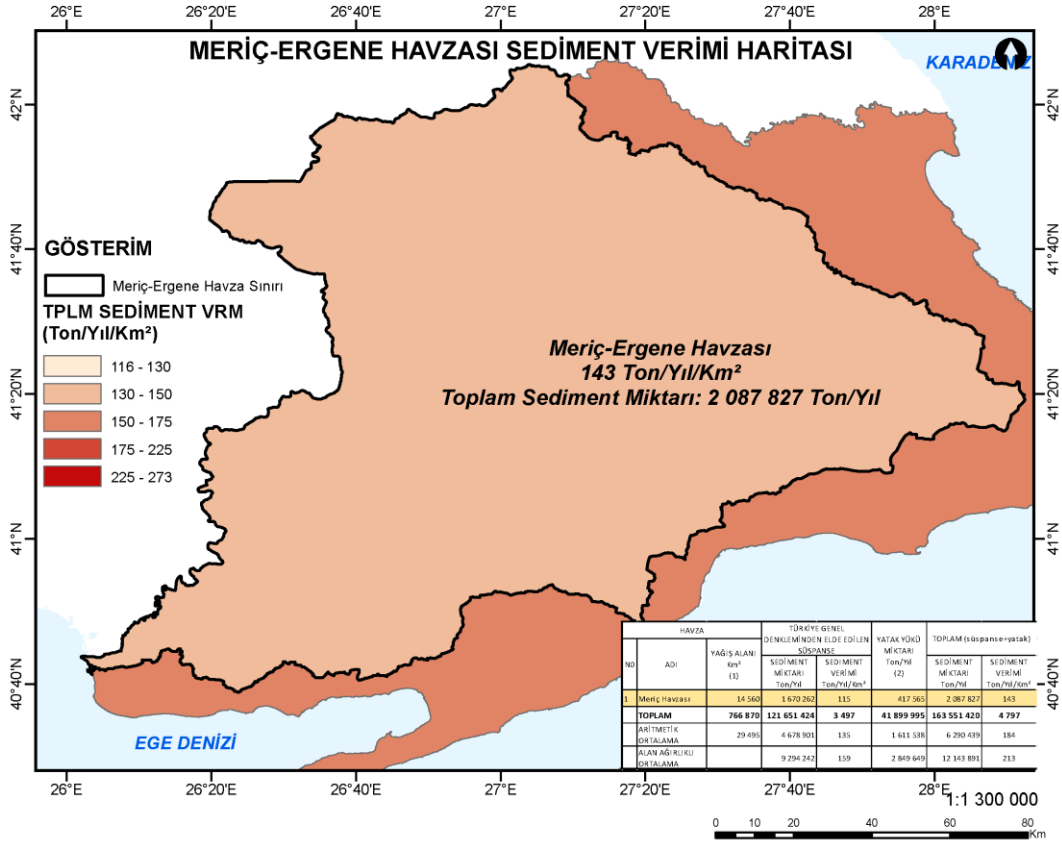
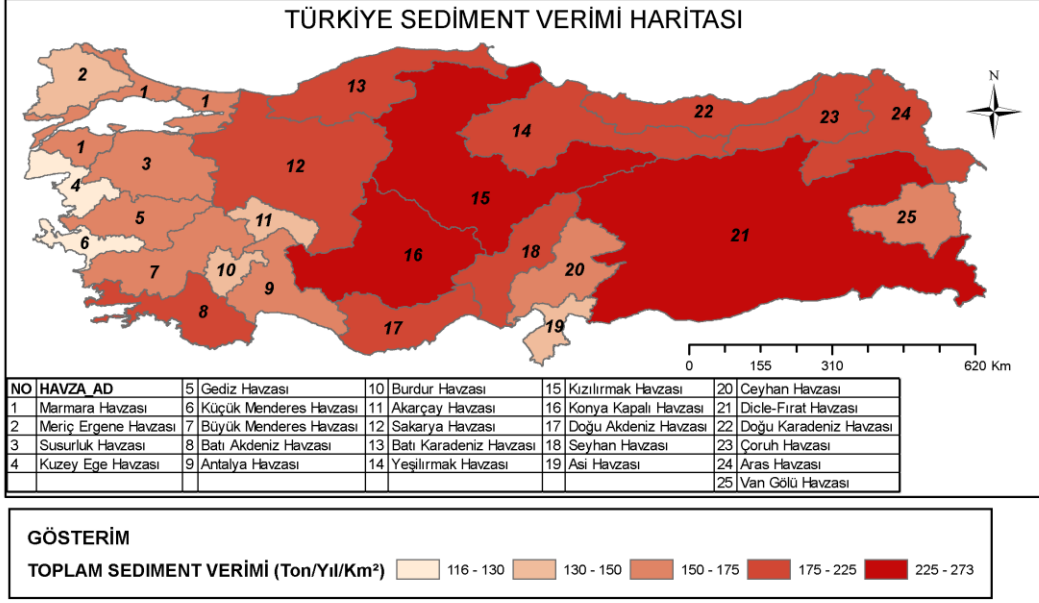
konularda havza yamaç arazi özellikleri (topografya, bitki örtüsü, erozyon durumu vb.) mecra karakteristikleri (kıyı ve mecra oyulmaları, rüsubat hareketleri, hafriyatlar vb.) gözlemlenerek erozyon, rüsubat ve taşkın kontrolü tesislerinde rüsubat sorunu olup olmadığı gözlemlenmelidir.

Tablo 2.47’de Meriç Ergene Havzasında ölçüm sonuçları verilen sediment verimleri yan derelerde ölçüm yapılmadığından kaynaklı mansaba taşınan sedimenti tam olarak yansıtmamaktadır.

Havzadaki sel ve taşkın problemi daha çok yan dere boğaz bölümleri ve mansabında kurulmuş olan köy ve beldelerde olmaktadır. Bu gibi konular münferit olarak ele alınarak detaylı olarak incelenmelidir. Bu kapsamda DSİ tarafında, alt havzalarda bulunan yan derelerde oldukça fazla etüt yapılarak raporları hazırlanmış ve uygulama çalışmaları yapılmıştır.

Tablo 2.47 Türkiye Havzaları Sediment Verimleri ve Miktarları

NO	HAVZA ADI	YAĞIŞ ALANI Km ² (1)	TÜRKİYE GENEL DENKLEMİNDEN ELDE EDİLEN SÜSPANSE		YATAK YÜKÜ MİKTARI Ton/Yıl (2)	TOPLAM (süspanse+yatak)	
			SEDİMENT MİKTARI Ton/Yıl	SEDİMENT VERİMİ Ton/Yıl/Km ²		SEDİMENT MİKTARI Ton/Yıl	SEDİMENT VERİMİ Ton/Yıl/Km ²
1	Meriç Havzası	14 560	1 670 262	115	417 565	2 087 827	143
2	Marmara Havzası	24 100	3 223 484	134	805 871	4 029 355	167
3	Susurluk Havzası	23 765	3 165 148	133	791 287	3 956 435	166
4	Kuzey Ege Havzası	9 032	895 817	99	223 954	1 119 771	124
5	Gediz Havzası	17 110	2 061 718	120	515 429	2 577 147	151
6	K.Menderes Havzası	7 165	662 229	92	165 557	827 787	116
7	B Menderes Havzası	24 903	3 364 321	135	841 080	4 205 402	169
8	Batı Akdeniz Havzası	22 615	2 966 806	131	1 483 403	4 450 209	197
9	Antalya Havzası	14 518	1 663 979	115	831 989	2 495 968	172
10	Burdur Göller Havzası	8 764	861 295	98	430 647	1 291 942	147
11	Akarçay Havzası	8 377	812 010	97	406 005	1 218 015	145
12	Sakarya Havzası	56 504	9 798 185	173	2 449 546	12 247 732	217
13	Batı Karadeniz Havzası	29 682	4 230 286	143	2 115 143	6 345 429	214
14	Yeşilirmak Havzası	36 129	5 466 918	151	1 366 730	6 833 648	189
15	Kızılırmak Havzası	78 646	15 083 330	192	3 770 833	18 854 163	240
16	Konya Kapalı Havzası	56 554	9 809 499	173	4 904 750	14 714 249	260
17	Doğu Akdeniz Havzası	22 484	2 944 404	131	1 472 202	4 416 606	196
18	Seyhan Havzası	20 731	2 648 515	128	1 324 257	3 972 772	192
19	Asi Havzası	10 885	1 142 768	105	285 692	1 428 460	131
20	Ceyhan Havzası	21 222	2 730 650	129	682 662	3 413 312	161
21	Fırat Havzası	120 917	26 438 036	219	6 609 509	33 047 545	273
22	Doğu Karadeniz Havzası	24 022	3 209 879	134	1 604 940	4 814 819	200
23	Çoruh Havzası	19 894	2 509 867	126	1 254 933	3 764 800	189
24	Araç Havzası	27 548	3 837 898	139	1 918 949	5 756 847	209
25	Van Kapalı Havzası	15 254	1 774 879	116	887 439	2 662 318	175
26	Dicle Havzası	51 489	8 679 242	169	4 339 621	13 018 862	253
	TOPLAM	766 870	121 651 424	3 497	41 899 995	163 551 420	4 797



Şekil 2.63 Türkiye ve Meriç Ergene Havzası Sediment Verimi ve Miktarı Haritası

Havzada bulunan önemli derelerin, tekerrür debileri gözden geçirilerek, üzerindeki Taşkın Rüşbat Kontrolü (TRK) tesislerinin envanterinin çıkarılması, raporun ileriki aşamalarında karar vermede belirleyici rol üstlenecektir.

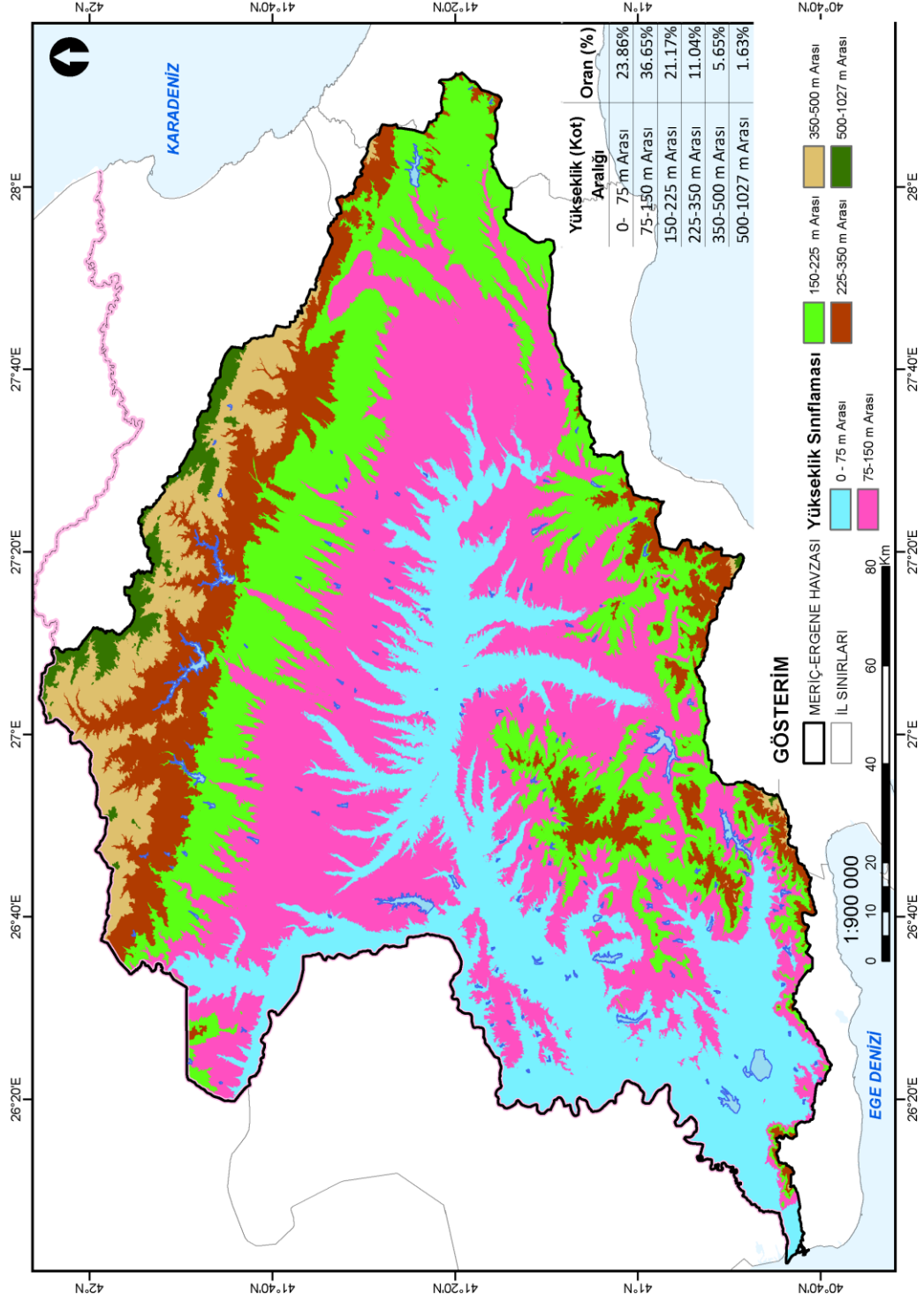
Havzada erozyon, sediment ve taşkın probleminin önlenmesinde, tek başına teknik önlemler yeterli olmamaktadır. Bu nedenle teknik ve idari önlemler birlikte uygulanmalıdır. Havzada bulunan tarım, orman ve mera arazilerinde bitki, toprak ve suyu koruyucu ve geliştirici, teknik ve idari önlemlerin uygulanması için DSİ, OGM, ÇEM, Tarım İl Müdürlüğü, Belediye Başkanlıkları ve Köy Tüzel Kişilikleri arasında yapılacak işbirliği konusunda bölgesince girişimlerde bulunulmalıdır.

Erozyon durumunda önemli bir fonksiyona sahip olan topoğrafik açıdan ele alındığında, Meriç Ergene Havzasının ortalama yüksekliği 153 m'dir. En yüksek kot değeri ise 1 027 m'dir. 0-75 m aralığı yükseklik %23,86, 75-150 m aralığını ise havzanın %36,65'ini kaplamaktadır.

Tablo 2.48 ile havzanın kot dağılımı gösterilmektedir

Tablo 2.48 Meriç Ergene Havzası Yükseklik Sınıflandırılması Tablosu (SRTM Yükseklik Verisi)

Yükseklik (Kot) Aralığı	Oran (%)
0- 75 m Arası	23,86
75-150 m Arası	36,65
150-225 m Arası	21,17
225-350 m Arası	11,04
350-500 m Arası	5,65
500-1027 m Arası	1,63



Şekil 2.64 Meriç Ergene Havzası Yükseklik Sınıflandırılması Haritası

2.6. Su Kullanımı

2.6.1. Türkiye Su Potansiyeli ve Kullanımı

Türkiye Su Bütçesinin Belirlenmesi Çalıştayı kapsamında sunulan, DSİ Genel Müdürlüğü adına (Özdemir ve Erkuş, 2015) tarafından ve 1981-2010 arası verilerin kullanılmasıyla yapılan hesaplamalara göre Türkiye üzerinde yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup yıllık su hacmi 501 milyar m³'e denk gelmektedir. Bu suyun 274 milyar m³'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³'lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m³'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular aracılığıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden Türkiye'ye gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Böylece Türkiye brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m³ olmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m³ de dikkate alındığında, Türkiye'nin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m³ olarak hesaplanmıştır. Günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelerden Türkiye'ye gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere, yılda ortalama toplam 98 milyar m³'tür. 14,7 milyar m³ olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte Türkiye'nin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³'tür. Su tüketimlerine bakıldığında 44 milyar m³ su kullanılmaktadır. Yüzey suyunun ekonomik olarak kullanılmasının uygun olmadığı veya yetersiz olduğu alanlarda sulama suyu talebini yeraltı suyundan karşılamaktır. Ülkemizde 14,7 milyar m³ yeraltı suyu rezervi bulunmakta olup mevcut rezervin 13,6 milyar m³/yıl tahsisi yapılmıştır (DSİ, 2014).

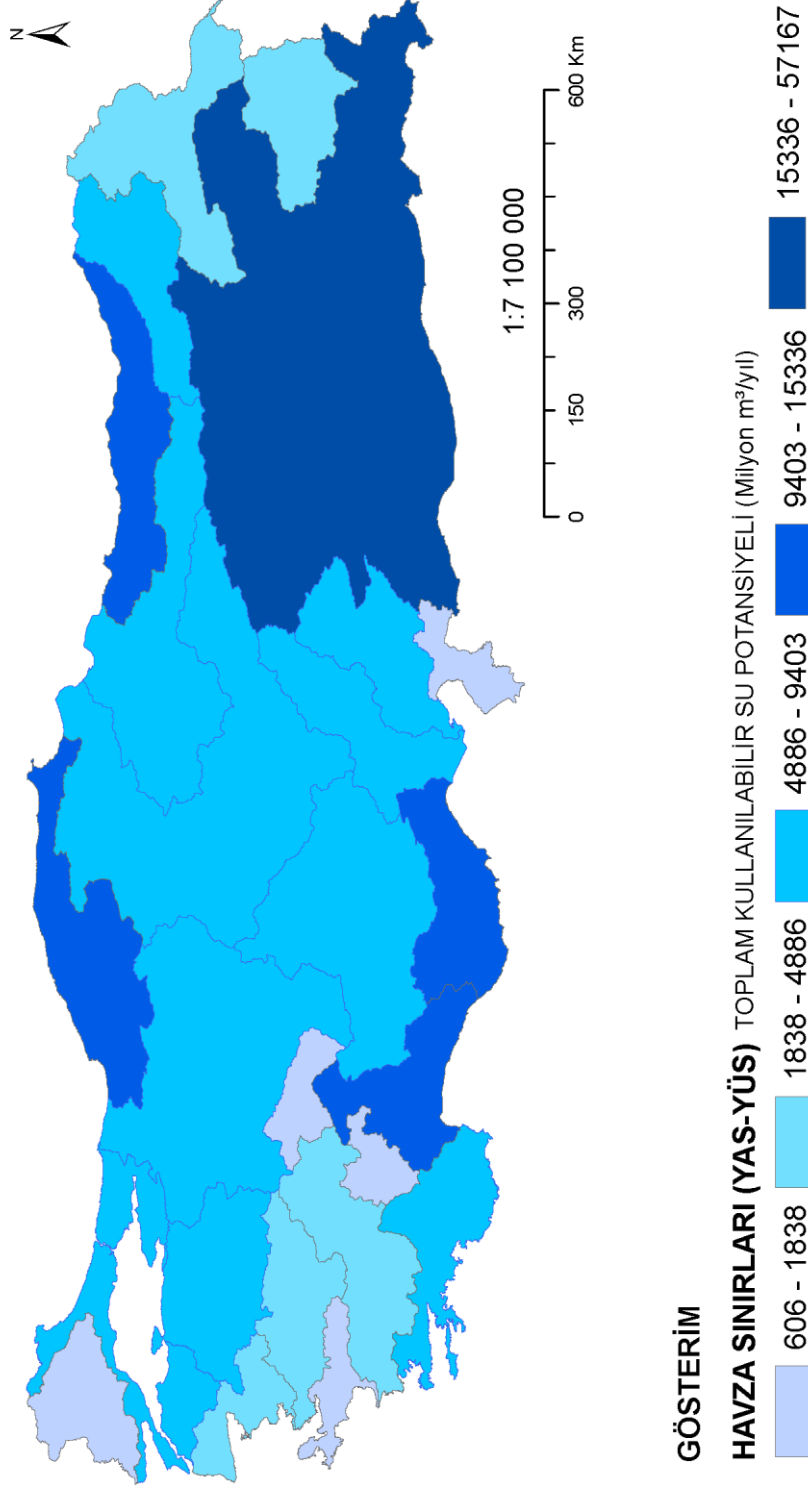
Yapılan diğer bir çalışmada; SYGM tarafından hazırlanan İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (SYGM, 2016) kapsamında Türkiye'nin yüzeysel su potansiyeli 205,5 milyar m³ olarak belirlenmiş ve havzalara göre dağılımı Tablo 2.49'da verilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılabilir su potansiyeli yaklaşık 108,5 milyar m³ hesaplanmıştır (SYGM, 2016).

Tablo 2.49 Türkiye Havzaları Su Potansiyelleri Dağılımı (SYGM, 2016)

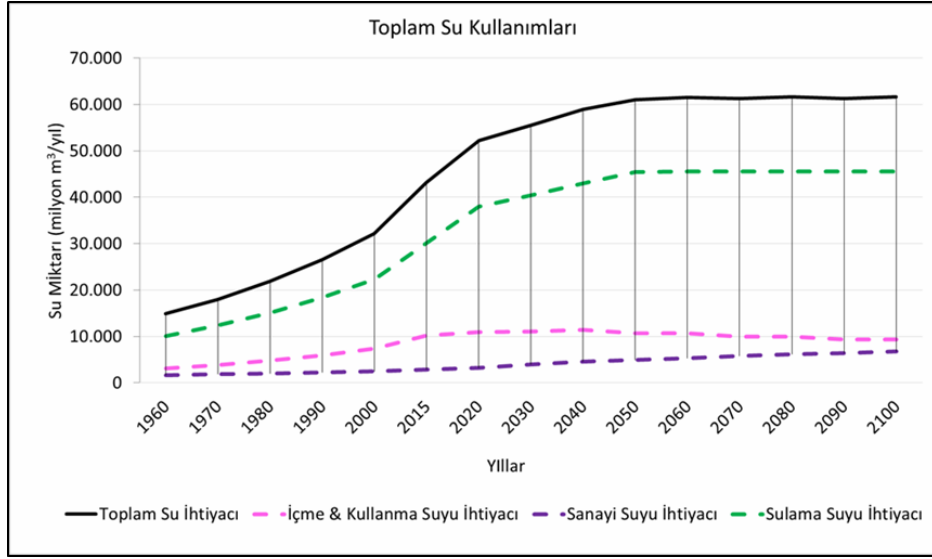
HAVZA NO	HAVZA ADI	YÜZEYSEL SU			YERALTI SUYU			TOPLAM		
		YILLIK ORTALAMA AKIŞ	ORTALAMA KULLANILABİLİR YÜZEYSEL SU MİKTARI	KULLANIM / POTANSİYEL	YERALTI SUYU POTANSİYELİ	YERALTI SUYU İŞLETME REZERVİ	YAS REZERVİ / POTANSİYEL	TOPLAM SU POTANSİYELİ	TOPLAM KULLANILABİLİR SU POTANSİYELİ	KULLANIM / POTANSİYEL
		(milyon m ³ /yıl)	(milyon m ³ /yıl)	(%)	(milyon m ³ /yıl)	(milyon m ³ /yıl)	(%)	(milyon m ³ /yıl)	(milyon m ³ /yıl)	(%)
1	AKARÇAY	490	245	50	188	182	97	678	427	63
2	ANTALYA	11.060	5.530	50	1.093	526	48	12.153	6.056	50
3	ARAS	4.630	2.315	50	256	204	80	4.886	2.519	52
4	ASİ	1.170	585	50	402	305	76	1.572	890	57
5	BATI AKDENİZ	8.930	4.465	50	473	317	67	9.403	4.782	51
6	BATI KARADENİZ	9.930	4.965	50	416	412	99	10.346	5.377	52
7	BURDUR	500	250	50	106	90	84	606	340	56
8	BÜYÜK MENDERES	3.030	1.970	65	998	729	73	4.028	2.698	67
9	CEYHAN	7.180	3.590	50	985	533	54	8.165	4.123	50
10	ÇORUH	6.300	3.150	50	30	20	67	6.330	3.170	50
11	DOĞU AKDENİZ	11.070	5.535	50	97	71	73	11.167	5.606	50
12	DOĞU KARADENİZ	14.900	7.450	50	436	436	100	15.336	7.886	51
13	ERGENE	1.330	665	50	508	498	98	1.838	1.163	63
14	FIRAT - DİCLE	52.940	26.470	50	4.227	2.779	66	57.167	29.249	51
15	GEDİZ	1.950	975	50	555	248	45	2.505	1.223	49
16	KIZILIRMAK	6.480	3.240	50	1.531	1.332	87	8.011	4.572	57
17	KONYA KAPALI	4.520	2.260	50	2.012	2.005	100	6.532	4.265	65
18	KUZEY EGE	2.090	1.045	50	289	213	74	2.379	1.258	53
19	KÜÇÜK MENDERES	1.190	595	50	179	179	100	1.369	774	57
20	MARMARA	8.330	4.165	50	236	205	87	8.566	4.370	51
21	SAKARYA	6.400	3.200	50	2.192	1.519	69	8.592	4.719	55
22	SEYHAN	8.010	4.005	50	701	652	93	8.711	4.657	53
23	SUSURLUK	5.430	2.715	50	727	575	79	6.157	3.290	53
24	VAN GÖLÜ	2.390	1.195	50	179	148	83	2.569	1.343	52
25	YEŞİLIRMAK	5.800	2.900	50	632	579	92	6.432	3.479	54
TOPLAM		186.050	93.480	50,2	19.447	14.757	75,9	205.497	108.237	52,7

İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (SYGM, 2016) kapsamında aynı zamanda detaylı su kullanımı projeksiyonları çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Geçmiş yıllardaki veriler kullanılarak 2100 yılına kadar yapılan projeksiyonlarda içme-kullanma suyu, sanayi suyu ve sulama suyu kullanımları detaylı olarak incelenmiştir ve bu kullanımlara ait özet toplam kullanım miktarları Şekil 2.66 ile verilmiştir.

TÜRKİYE TOPLAM KULLANILABİLİR SU POTANSİYELİ (YAS-YÜS) HARİTASI



Şekil 2.65 Türkiye Ortalama Kullanılabilir Su Potansiyeli Haritası (YAS-YÜS) (DSİ)



Şekil 2.66 Türkiye Toplam Su Kullanımı 1960-2100 (SYGM, 2016)

2.6.2. İçme Kullanma Suyu ve Proses Suyu Kullanımı

Havzanın içme kullanma ve proses suyu kullanımlarının incelenmesi için Ön Rapor kapsamında Meriç-Ergene Havzası Master Planı (DSİ, 2018) kapsamında yapılan çalışmadan yararlanılmıştır. Master Plan kapsamında içme suyu kullanımları hesaplanırken havza içindeki tüm yerleşimlerin nüfus projeksiyonları ve içme suyu ihtiyaç hesapları yapılmıştır. Sanayi kuruluşlarında tüketim proses sularının genelde şehir kullanım suyu niteliğinde olmasından dolayı proses suyu içme kullanma suyuyla birlikte değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerin sonuçları illere göre Tablo 2.50 - Tablo 2.53 ile verilmiştir.

Buna göre havzanın Edirne İli içindeki yerleşimlerindeki toplam içme kullanma suyu miktarı yılda 41,6 hm³, proses suyu miktarı 3,4 hm³ kadardır. Kırklareli'ndeki yerleşimlerde içme kullanma suyu yılda 29,1 hm³ ve proses suyu yılda 7,1 hm³ kadardır. Tekirdağ iline bağlı yerleşimlerde ise içme- kullanma suyu yılda 57,9 hm³ ve proses suyu 50,4 hm³'tür. Bu bilgiler ışığında havzadaki toplam içme-kullanma suyu ihtiyacı yıllık 128,6 hm³ ve proses suyu ihtiyacı 61 hm³ kadardır (Tablo 2.53).

Tablo 2.50 Edirne İli İçme+Kullanma ve Proses Suyu Miktarları (DSİ, 2018)

Yerleşim Adı	Mevcut İçme+Kullanma Suyu Miktarı	Mevcut Proses Suyu Miktarı	Toplam
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
Merkez	16,41	2,86	19,27
Havsa	1,87	-	1,87
İpsala	2,55	-	2,55
Keşan	10,35	-	10,35
Lalapaşa	0,88	-	0,88
Meriç	1,12	-	1,12
Süloğlu	0,76	-	0,76
Uzunköprü	5,97	0,26	6,23
TOPLAM	41,63	3,37	45,00

Tablo 2.51 Kırklareli İli İçme+Kullanma ve Proses Suyu Miktarları (DSİ, 2018)

Yerleşim Adı	Mevcut İçme +Kullanma Suyu	Mevcut Proses Suyu Miktarı	Toplam
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
Merkez ilçe	9,22	2,92	12,14
Babaeski	3,33		3,33
Kofçaz	0,67		0,67
Lüleburgaz	11,60	3,30	14,9
Pehlivan köyü	0,38		0,38
Pınarhisar	1,75		1,75
Vize	2,15	0,9	3,05
TOPLAM	29,09	7,12	36,21

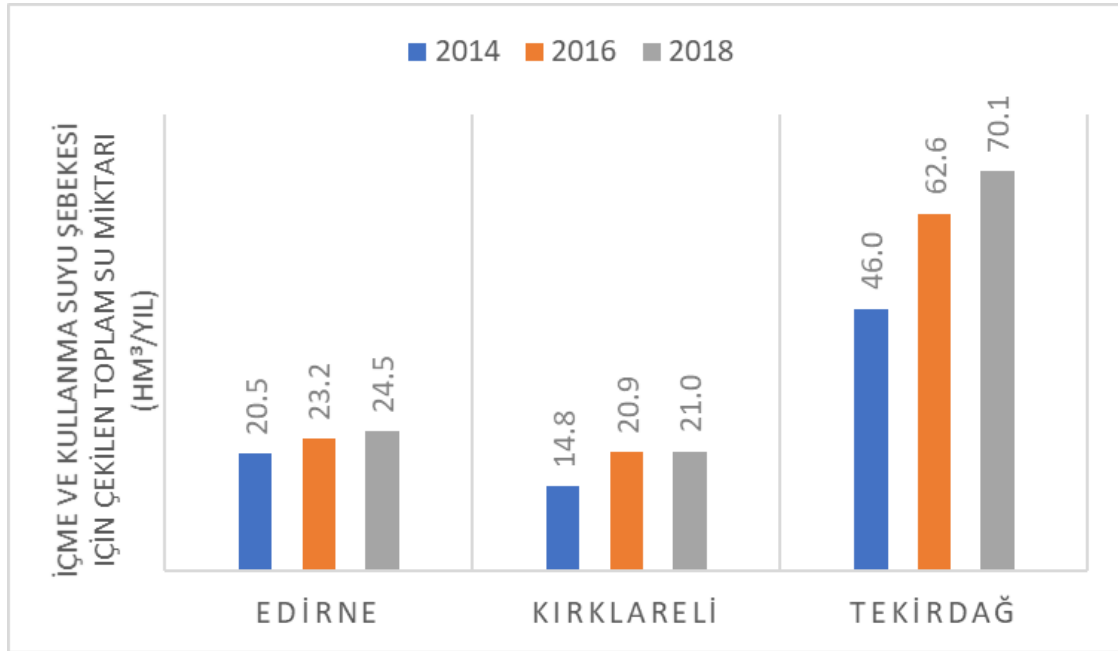
Tablo 2.52 Tekirdağ İli İçme+Kullanma ve Proses Suyu Miktarları (DSİ, 2018)

Yerleşim Adı	Mevcut İçme +Kullanma Suyu	Mevcut Proses Suyu Miktarı	Toplam
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
Çerkezköy	28,02	19,68	47,70
Ergene	5,12	19,00	24,12
Hayrabolu	3,38	1,30	4,68
Kapaklı	9,25	2,60	11,85
Malkara	6,62	1,76	8,38
Muratlı	1,84	6,10	7,94
Saray	3,65	0	3,65
TOPLAM	57,87	50,44	108,32

Tablo 2.53 Meriç Ergene Havzasında Bulunan Yerleşimlerin İçme+Kullanma ve Proses Suyu İhtiyaçları (hm³/yıl) (DSİ, 2018)

Yerleşim Adı	Mevcut İçme +Kullanma Suyu	Mevcut Proses Suyu Miktarı	Toplam
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
Edirne İline Bağlı Yerleşimler	41,63	3,37	45,00
Kırklareli İline Bağlı Yerleşimler	29,09	7,12	36,21
Tekirdağ İline Bağlı Yerleşimler	57,87	50,44	108,31
TOPLAM	128,60	60,93	189,52

TÜİK Belediye Su İstatistikleri'ne göre (TÜİK, 2021) havzada yer alan illerde içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su miktarları, yayınlanan son üç dönem olan 2014, 2016, 2018 yılları için Şekil 2.67 ile sunulmaktadır. Buna göre şebekeden çekilen içme-kullanma suyu miktarlarının Tekirdağ'da en yüksek olduğu ve kullanılan su miktarının tüm illerde yıllar içinde arttığı görülmektedir.



Şekil 2.67 İçme ve Kullanma Suyu Şebekesi İçin Çekilen Toplam Su Miktarı (hm³/yıl) (TÜİK, 2021)

2.6.3. Bitki Su Kullanımları

Ön Rapor kapsamında havzanın tarımsal su kullanımlarının incelenmesi için Meriç-Ergene Havzası Master Planı (DSİ, 2018) kapsamında yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Toprak Su, Mülga KHGM ve İl Özel İdaresi Su Kullanımlarının mevcut kullanımları kategorisi altında, YAS Sulamaları, diğer kurum ve kuruluşlar tarafından inşa edilen, işletilen ve devredilen göletler ve YÜS Sulamaları incelenmiştir. YAS sulamalarında mevcut fiilen sulanan alan (ha) ve toplam su kullanımı (hm³/yıl) olarak Tablo 2.54 ile verilmiştir. Diğer kurum ve kuruluşlar tarafından inşa edilen, işletilen ve devredilen gölet sulamalarında mevcut fiilen sulanan alan (ha) ve toplam su kullanımı (hm³/yıl) olarak Tablo 2.55 ile verilmiştir.

Tablo 2.54 Meriç Ergene Havzasında Yeraltısuyu Sulama Alanlarında Su Kullanımı (DSİ, 2018)

Sulama Adı	Mevcut Fiilen Sulanan Alan (ha)	Mevcut Toplam Su İhtiyacı	
		Klasik Yöntemle TOPLAM Su İhtiyacı (m ³ /yıl)	Basınçlı Yöntemle TOPLAM Su İhtiyacı (m ³ /yıl)
MERİÇ ERGENE HAVZASI			
Edime Mrk İlçe ve Köyleri YAS Salma Sulama-Edime Dahil	1477	21253572,13	0,00
Edime Mrk İlçe ve Köyleri YAS Basınçlı Sulama-Edime Dahil	25	0,00	164626,75
Edime Mrk İlçe ve Köyleri YAS Basınçlı Sulama-Edime Hariç	40	0,00	163498,00
Edime Lalapaşa ve Süloğlu İlçe ve Köyleri YAS Basınçlı Sulama	195	0,00	694722,60
Edime Havsa İlçe ve Köyleri YAS Salma Sulama	633	8555108,94	0,00
Edime Havsa İlçe ve Köyleri YAS Basınçlı Sulama	638	0,00	2760708,94
Edime Uzunköprü İlçe ve Köyleri YAS Salma Sulama	572	7286742,32	0,00
Edime Uzunköprü İlçe ve Köyleri YAS Basınçlı Sulama	25	0,00	100663,50
Edime Meriç, Ipsala İlçe ve Köyleri YAS Salma Sulama	30	420380,40	0,00
Edime Meriç, Ipsala İlçe ve Köyleri YAS Basınçlı Sulama	40	0,00	167928,40
Kırklareli Babaeski İlçe ve Köyleri YAS Salma Sulama	25	360194,75	
Kırklareli Babaeski İlçe ve Köyleri YAS Basınçlı Sulama	10		69101,60
Kırklareli Lüleburgaz İlçe ve Köyleri YAS Salma Sulama	450	3677454,00	0,00
Kırklareli Lüleburgaz İlçe ve Köyleri YAS Basınçlı Sulama	93	0,00	362406,12
Kırklareli Pehlivanköy İlçe ve Köyleri YAS Salma Sulama	540	6351345,00	0,00
Kırklareli Vize İlçe ve Köyleri YAS (Henüz sulama yapılmamış)		0,00	0,00
Tekirdağ İli Ergene İlçe ve Köyleri YAS Salma Sulama	290	0,00	1636574,40
Tekirdağ İli Hayrabolu İlçe ve Köyleri YAS Salma Sulama	53,3	0,00	281737,94

Tablo 2.55 Meriç Ergene Havzasında Diğer Kurum ve Kuruluşlar Tarafından İnşa Edilen, İşletilen ve Devredilen Gölet Sulamalarında Su Kullanımları (DSİ, 2018)

Sulama Adı	Mevcut Fiilen Sulanan Alan (ha)	Mevcut Toplam Su İhtiyacı	
		Klasik Yöntemle TOPLAM Su İhtiyacı (m ³ /yıl)	Basınçlı Yöntemle TOPLAM Su İhtiyacı (m ³ /yıl)
MERİÇ ERGENE HAVZASI			
Edime Merkez Tayakadın Göleti			
Edime Lalapaşa Merkez Göleti			
Edime Lalapaşa Taşlımüsellim Göleti Ve Sulaması	70,00	0,00	258457,50
Edime Süloğlu Sülecik Göleti Ve Sulaması	165,00	0,00	613973,25
Edime Süloğlu Geçkinli Göleti Ve Sulaması	40,00	0,00	179258,00
Edime Süloğlu Akardere Göleti			
Edime Havsa Habiller Göleti Ve Sulaması	50,00	352958,00	0,00
Edime Havsa Köseömer Göleti Ve Sulaması	65,80	267219,72	0,00
Edime Havsa Sinit Göleti Ve Sulaması	20,00	303091,80	0,00
Edime Uzunköprü Dereköy Göleti Ve Sulaması	150,00	0,00	727743,00
Edime Uzunköprü Hasanpınar Göleti Ve Sulaması	100,00	0,00	433693,00
Edime Uzunköprü Çöpköy Göleti Ve Sulaması	15,00	121020,90	0,00
Edime Uzunköprü Kiremitçisalih Göl. Ve Sulaması	50,00	414201,50	0,00
Edime Uzunköprü Malkoç Göleti Ve Sulaması	5,00	32645,90	0,00
Edime Uzunköprü Turnacı Göleti Ve Sulaması	25,00	238935,25	0,00
Edime Uzunköprü Balabanköy Göleti Ve Sulaması	60,00	802263,00	0,00
Edime Uzunköprü Karayayla Göleti Ve Sulaması	30,00	203907,00	0,00
Edime Meriç Olacak Göleti Ve Sulaması	53,20	547132,21	0,00
Edime Meriç Subaşı Göleti Ve Sulaması	54,00	788241,78	0,00
Edime Meriç Küçükaltıtağaç Göleti Ve Sulaması	265,00	3859974,10	0,00
Edime Meriç Karayusuflu Göleti Ve Sulaması	78,00	0,00	244595,52
Edime Meriç Hasirciamavut Göleti Ve Sulaması	50,00	299559,50	0,00
Edime Meriç Rahmanca Göleti Ve Sulaması	80,00	1042859,20	0,00
Edime Meriç Akçadam Göleti Ve Sulaması	40,00	422571,60	0,00
Edime Meriç Paşayenice Göleti Ve Sulaması	46,00	645394,26	0,00
Edime Keşan Şabanmera Göleti Ve Sulaması	45,00	291246,75	0,00
Edime Keşan Akhoca Göleti Ve Sulaması	40,00	268112,80	0,00
Edime Keşan Orhaniye Göleti Ve Sulaması	60,00	416910,60	0,00
Edime Enez Sütçüler Göleti Ve Sulaması	51,00	0,00	319141,17
Edime Ipsala Kocahıdır Göleti Ve Sulaması	47,00	0,00	256714,47
Kırklareli Merkez Kavakdere Göleti Ve Sulaması	52,50	238731,15	0,00
Kırklareli Merkez Deveçatağı Göleti Ve Sulaması	30,00	0,00	140696,70
Kırklareli Babaeski Çavuşköy Göleti ve Sulaması	160,00	898515,20	0,00
Kırklareli Babaeski Terzili Göleti Ve Sulaması	100,00	0,00	381949,00
Kırklareli Babaeski Oruçlu Göleti ve Sulaması	48,00	300842,88	0,00
Kırklareli Babaeski Karacaoğlan Göl. Ve Sulaması	160,00	0,00	1043555,20
Kırklareli Babaeski Çengerli Göleti ve Sulaması		0,00	0,00
Kırklareli Babaeski Büyükosmaniye Göl. ve Sul.	85,00	0,00	611334,45
Kırklareli Lüleburgaz Umurca Göleti Ve Sulaması	10,00	58682,30	0,00
Kırklareli Lüleburgaz Tatarköy Göleti Ve Sulaması	218,00	0,00	752754,00
Kırklareli Lüleburgaz Sakızköy(Tirtandere) Göl Ve Sul	80,00	630695,20	0,00

Kırklareli Lüleburgaz Sakızköy (Karadere)Göl. Ve Sul.	50,00	432520,50	0,00
Kırklareli Lüleburgaz Karaağaç Göleti Ve Sulaması	10,00	0,00	58468,10
Kırklareli Lüleburgaz Hamzabey Göleti Ve Sulaması	5,00	0,00	23051,55
Kırklareli Lüleburgaz Ertuğrul Göleti Ve Sulaması	50,00	389774,50	0,00
Kırklareli Lüleburgaz Çeşmekolu Göleti Ve Sulaması	160,00	0,00	547132,80
Kırklareli Lüleburgaz Ceylanköy Göleti Ve Sulaması	60,00	314818,80	0,00
Kırklareli Lüleburgaz Celaliye (Delen Dere) Göleti	50,00	0,00	206357,00
Kırklareli Lüleburgaz Ayvalı (Pelitayazma) Göleti	30,00	0,00	125605,20
Kırklareli Lüleburgaz Ayvalı(Akandere) Göleti ve Sul.	40,00	0,00	194568,40
Kırklareli Lüleburgaz Kırıkköy Göleti Ve Sulaması	7,00	53569,53	0,00
Kırklareli Pınarhisar Evciler Göleti Ve Sulaması	215,00	1430465,95	0,00
Kırklareli Pınarhisar Sütlüce(Bağlardere) Göl. Ve Sul.	10,00	101369,00	0,00
Kırklareli Pınarhisar Sütlüce(Mandıradere) Göl. ve Sul	5,00	37441,10	0,00
Kırklareli Pınarhisar Tozaklı Göleti Ve Sulaması	22,50	0,00	148745,25
Kırklareli Vize Topçuköy Göleti Ve Sulaması	5,00	39191,50	0,00
Tekirdağ Merkez Karacakılavuz Göleti Ve Sulaması	166,00	0,00	691990,92
Tekirdağ Merkez Kaşıkçı Göleti			
Tekirdağ Merkez Ortaca Göleti Ve Sulaması	50,00	0,00	171175,50
Tekirdağ Merkez Kazandere Göleti Ve Sulaması	27,00	150431,58	0,00
Tekirdağ Hayrabolu Dambaslar Göleti Ve Sulaması	3,00	20138,85	0,00
Tekirdağ Hayrabolu Büyükkarakarlı Göl. Ve Sulaması	80,00	552815,20	0,00
Tekirdağ Hayrabolu Susuzmüsellim Göl. Ve sulaması	25,50	0,00	93037,01
Tekirdağ Hayrabolu Merkez Göleti Ve Sulaması	27,00	191367,90	0,00
Tekirdağ Hayrabolu Karakavak Göleti Ve Sulaması	20,00	0,00	141104,80
Tekirdağ Hayrabolu Soylu Göleti			
Tekirdağ Hayrabolu Örey Göleti Ve Sulaması	10,00	49238,10	0,00
Tekirdağ Hayrabolu Parmaksız Göleti Ve Sulaması	120,00	573327,60	0,00
Tekirdağ Hayrabolu Çerkezmüsellim Göleti Ve Sul.	130,00	1563838,90	0,00
Tekirdağ Hayrabolu Hedeyli Göleti Ve Sulaması	35,00	0,00	293953,80
Tekirdağ Hayrabolu Ovenler Göleti ve Sulaması	105,00	1367693,25	0,00
Tekirdağ Hayrabolu Karayahşi Göleti Ve Sulaması	72,00	0,00	257519,52
Tekirdağ Hayrabolu Karababa Göleti Ve Sulaması	50,00	0,00	213810,50
Tekirdağ Malkara Doluköy Göleti			
Tekirdağ Malkara Karacağür Göleti			
Tekirdağ Malkara Yenidibek Göleti Ve Sulaması	155,00	0,00	1518973,65
Tekirdağ Malkara Yaylagöne Göleti Ve Sulaması	80,00	0,00	591748,80
Tekirdağ Malkara Küçükhıdır Göleti Ve Sulaması	260,00	0,00	1598854,40
Tekirdağ Malkara Çınaraltı Göleti Ve Sulaması	110,00	708649,70	0,00
Tekirdağ Muratlı Kırkkepenekli(Sarılar) Göleti Ve Sul.	50,00	397131,50	0,00
Tekirdağ Muratlı Yeşilsirt Göleti Ve Sulaması	40,00	0,00	143850,00
Tekirdağ Muratlı Müsellim Göleti Ve Sulaması	22,00	0,00	68851,42
Tekirdağ Erzene Sağlık Göleti Ve Sulaması			

Diğer kurum ve kuruluşlar tarafından inşa edilen, işletilen ve devredilen YÜS sulamalarında mevcut fiilen sulanan alan (ha) ve toplam su kullanımı (hm³/yıl) Tablo 2.56 ile verilmiştir.

Tablo 2.56 Meriç Ergene Havzasında Diğer Kurum ve Kuruluşlar Tarafından İnşa Edilen, İşletilen ve Devredilen YÜS Sulamalarında Su Kullanımları (DSİ, 2018)

No	Sulama Adı	Sulanan Alan (ha)	Su Kullanımı (hm ³ /yıl)
MERİÇ ERGENE HAVZASI			
1	Edirne Merkez ilçe ve Köyleri YÜS Sulamaları	2.179	12.779.887
2	Edirne Uzunköprü ilçe ve Köyleri YÜS Sulamaları	3.378	19.357.837
3	Edirne Meriç ilçe ve Köyleri YÜS Sulamaları	3.852	24.499.048
4	Kırklareli Pınarhisar ilçe ve Köyleri YÜS Sulamaları	818	2.382.984
5	Kırklareli Vize ilçe ve Köyleri YÜS Sulamaları	1.087	3.663.919
6	Tekirdağ Ergene ilçe ve Köyleri YÜS Sulamaları	400	1.162.202

Proje sahasındaki Halk Sulamalarında fiilen sulanan alan (ha) ve mevcut toplam su kullanımı (hm³/yıl) Tablo 2.57 ile verilmiştir.

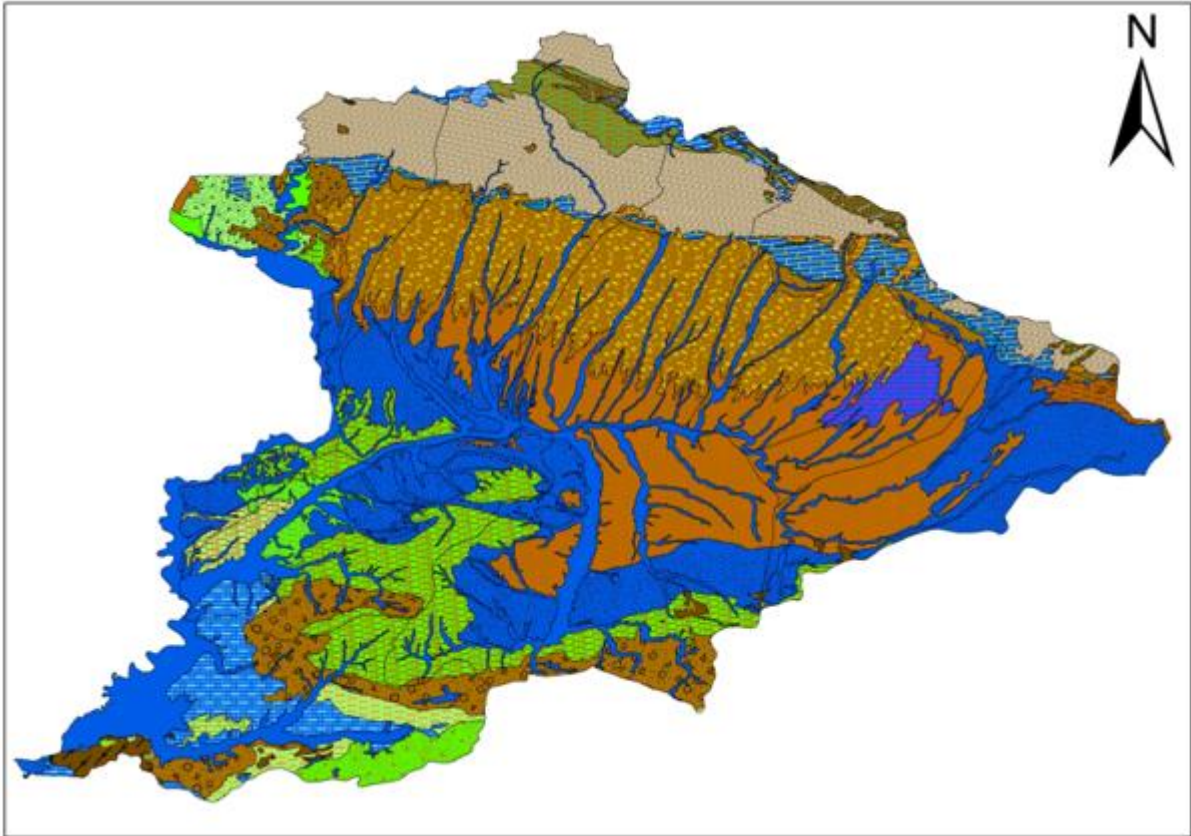
Tablo 2.57 Meriç Ergene ve Kuzey Marmara (Trakya Kesimi) Havzasında Halk Sulamalarında Su Kullanımı (DSİ, 2018)

Sulama Adı	Projeli Net Alan (ha)	Mevcut Su İhtiyacı		Mevcut Toplam Su İhtiyacı		TOPLAM su ihtiyacı (Klasik+Basınçlı) (m ³ /yıl)
		Klasik yöntemle su ihtiyacı (m ³ /ha/yıl)	Basınçlı yöntemle su ihtiyacı (m ³ /ha/yıl)	Klasik yöntemle TOPLAM su ihtiyacı (m ³ /yıl)	Basınçlı yöntemle TOPLAM su ihtiyacı (m ³ /yıl)	
1 Kısım Halk Sulamaları (Cazibe)	1375,00	16265,09		22364498,75	0,00	22364498,75
1 Kısım Halk Sulamaları (Basınçlı)	591,00		4759,71	0,00	2812988,61	2812988,61
2.Kısım Halk Sulamaları (Cazibe)	2052,00	14510,64		29775833,28	0,00	29775833,28
2.Kısım Halk Sulamaları (Basınçlı)	790,00		3673,38	0,00	2901970,20	2901970,20
3. Kısım Halk Sulamaları(Cazibe)	1218,00	9707,46		11823686,28	0,00	11823686,28
3. Kısım Halk Sulamaları (Basınçlı)	138,00		4433,35	0,00	611802,30	611802,30
4. Kısım Halk Sulamaları(Cazibe)	4770,50	15267,17		72832034,49	0,00	72832034,49
4. Kısım Halk Sulamaları (Basınçlı)	144,00		5436,37	0,00	782837,28	782837,28
5. Kısım Halk Sulamaları(Cazibe)	8739,00	17877,67		156232958,13	0,00	156232958,13
5. Kısım Halk Sulamaları (Basınçlı)	45,00		9094,69	0,00	409261,05	409261,05
6. Kısım Halk Sulamaları(Cazibe)	2077,00	9345,68		19410977,36	0,00	19410977,36
6. Kısım Halk Sulamaları (Basınçlı)	1706,50		3641,82	0,00	6214765,83	6214765,83
7. Kısım Halk Sulamaları(Cazibe)	512,00	12306,62		6300989,44	0,00	6300989,44
7. Kısım Halk Sulamaları (Basınçlı)	794,00		3422,10	0,00	2717147,40	2717147,40
8. Kısım Halk Sulamaları(Cazibe)	495,00	11181,00		5534595,00	0,00	5534595,00
8. Kısım Halk Sulamaları (Basınçlı)	1535,00		3863,70	0,00	5930779,50	5930779,50
9.Kısım Halk Sulamaları (Basınçlı)	1360,00		6691,64		9100630,40	9100630,40
TOPLAM	28342,00			324275572,73	31482182,57	355757755,30

2.7. Havza Hidrojeolojisi Ve Yeraltı Su Kaynakları

2.7.1. Havza Genel Hidrojeolojisi

Çalışma alanında Kuvaterner Alüvyon, Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu ve Oligosen yaşlı Danişmen Formasyonu yüzeylemektedir. Çalışmaya konu olan kömür, Danişmen Formasyonu içerisinde Oligosen yaşlıdır. Kömür, sahanın güneyinde yüzeylemekte olup, güneydeki kömür rezervleri, uzun yıllardır açık madencilik şeklinde işletilmektedir. Danişmen Formasyonu bölgede kuzeye doğru dalımlıdır. Kömürlü seviyeler çalışma sahasının güneyinde yüzeylemekte iken, kuzeyinde 1.000 m derinliklere kadar dalmaktadır. Danişmen Formasyonunun üzerinde Ergene Formasyonu bulunmaktadır. Yer yer Kuvaterner alüvyon fazla bir kalınlık göstermeksizin Ergene Formasyonunun üzerinde dere yatakları boyunca yüzeylemektedir (Şekil 2.68 - Şekil 2.71; Tablo 2.58).



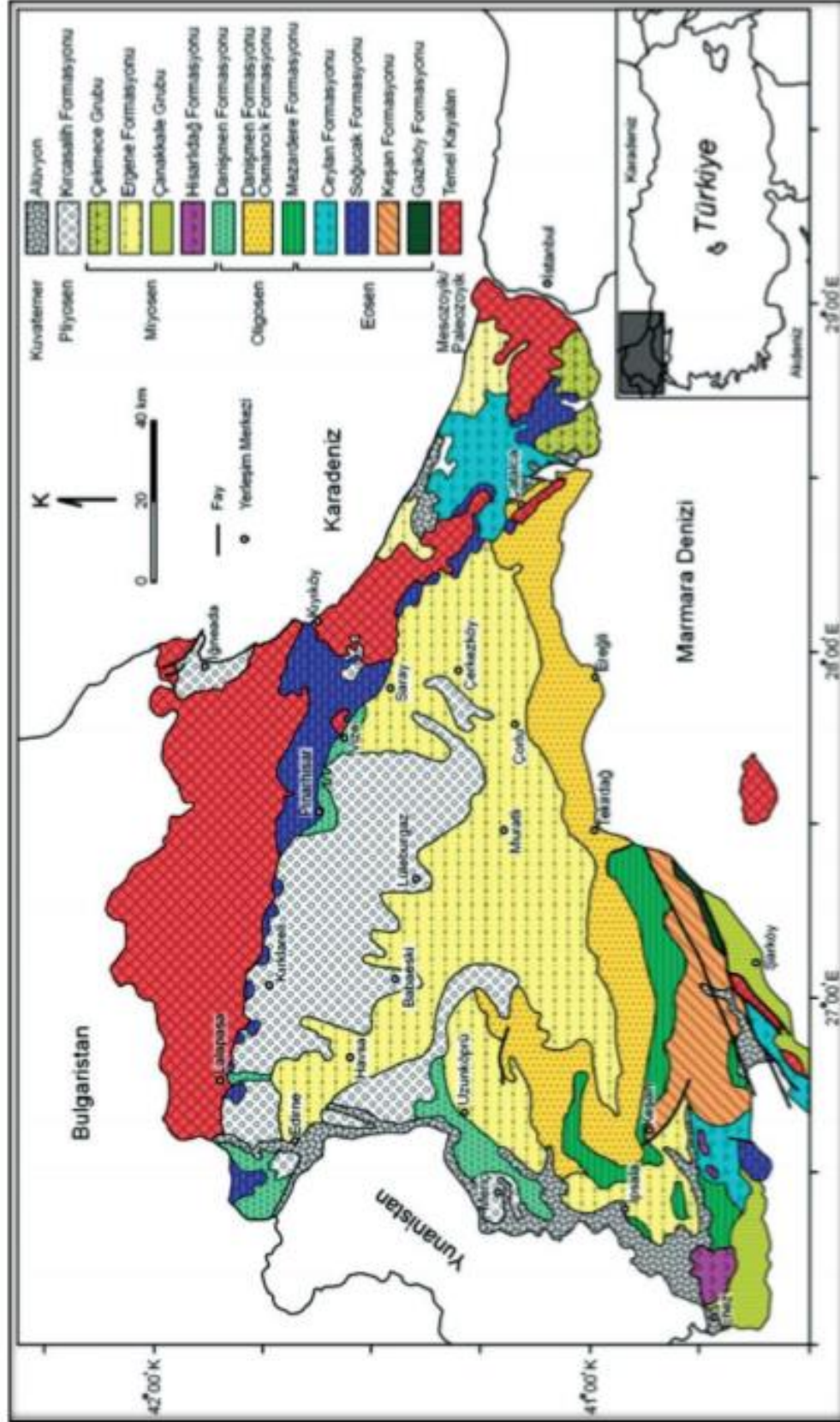
Şekil 2.68 Meriç Ergene Havzası Hidrojeoloji Haritası (DSİ, 2018)

Lejant

Birim, Formasyon, Litoloji

	Qal;Kuvaterner,Alüvyon,Akifer
	Qk;Kuvaterner,Yer Kayması,Akifüj
	Qd;Kuvaterner,Denizel seki,Akitard
	Qas;Kuvaterner,Akarsu sekisi,Akifüj
	Qtr;Kuvaterner,Traverten,,Akifer
	Qy;Kuvaterner,Yamaç molozu,Akitard
	Qeal;Kuvaterner,Eski Alüvyon,Akitard
	Pli;İnce Formasyonu,Çakıltası, kumtaşı, kiltası,Akiklöd
	Tplb;Bayramiç Formasyonu,Çakıltası, kumtaşı,kiltası,silttaşı,Akiklöd
	B;Bazalt, Olivin bazalt,Akifüj
	Plp;Pınarbaşı Formasyonu,Akifer
	TPb;Babaeski Formasyonu,Siltli kil, kahverengi - sarı kil,Akiklöd
	TPc;Çorlu Formasyonu,Kumlu kil alterasyonlu, çakıl,ince kumtaşı, iri kumtaşı,Akifer
	Tnt;Trakya Formasyonu,Sarımsı kahve,kırmızı,beyaz tutturulmamış çakıl kum çamurtaşı,Akiklöd
	Tm;Çöpköy - Süleymaniye Formasyonu,Silttaşı, Kiltası, killi kumtaşı, kumlu seyler,ince kumtaşı,Akitard
	Tme,Ergene Formasyonu,Silttaşı, Kiltası, killi kumtaşı
	Tme,Ergene Formasyonu,Silttaşı, Kiltası, killi kumtaşı, limanlı kiltası,;Akiklöd
	Tms;Sinanlı Formasyonu,Beyaz, sarımsı beyaz, gri renkli çamurtaşı,gösel kireçtaşı,Akifer
	Tmpb;Belgrad Formasyonu,Çamurtaşlı kum ve çakıl,Akitard
	Tmç;Akifüj
	Tmçk;Çantaköy Tüfiti,Kiltası, Silttaşı, kumtaşı ara seviyeli tüfit,Akifer
	Tmçk;Akitard
	Tmg;Güngören FormasyonuKireçtaşı, kumtaşı, kiltası, marn,Akifer
	Teoi;.İhsaniye Formasyonu,Tüf ara seviyeli, İnce killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kiltası,Akiklöd
	Tos;Süloğlu Formasyonu,Sarı,kahverengi,yer yer kömür bantlı,kum,kil,silt arıdalanması,Akiklöd
	Toç;Çakıl Formasyonu,Kırmızı, kahverenkli, killi - kumlu çakıltası,kumtaşı,çamurtaşı,Akifer
	Toç;Çakıl Formasyonu,Kırmızı, kahverenkli, killi - kumlu çakıltası,kumtaşı,çamurtaşı,Akitard
	Top;Pınarhisar Formasyonu,Kireçtaşı, tüfit, kum, kil, marn ara seviyeli kireçtaşı,Akifer
	TOy;Kumbağ -Yenimuhacir Formasyonu,Fliş, .ince taneli kumtaşı-şeyl,çakıltası,killi kçt,kçt ara katkılı,Akiklöd
	Tod;Akitard
	Tod;Danışment Formasyonu,Kumtaşı, kiltası arıdalanması, miltası,çakıltası, linyit yataklı,Akitard
	Th;Akifüj
	Techisarlıdağ Volkanitleri,Andezit, riyodasit, bazalt, ignimbrit, tüf, aglomera,;Akitard
	Tkş;Keşan Formasyonu,Kumtaşı, Kiltası, volkanit,Akitard
	Tko;Korudağ Formasyonu,Eosen.Kumtaşı, Kiltası,Akitard
	TEK;Kırklareli Formasyonu,klastik aratabakalı biyojenik resifal ince tabakalı kireçtaşı,Akifer
	Ts;Soğucak Formasyonu,Kireçtaşı,Akifer
	Tej;.İhsanbeyli Formasyonu
	Kpl;Lört Formasyonu,Kumlu kireçtaşı, pelajik kireçtaşı,Akifer
	Ky;Yeniköy Karmaşığ,ıSerpantin, fillit, mavisit, diyorit, dolerit,Akifüj
	Kir;Revze Formasyonu,Gri, açık gri aglomera, tüf ara katkılı, rekristalize kireçtaşı,Akiklöd
	Jdk;Kapanlı Formasyonu
	Js;Sivriiler metagranitoyidi,Gnays, kuvarsporfir, Granit,Akifüj
	Trr;Rampara kuvarsit şisti,Kuvarsitler,Akifüj
	Trm;Mahya şistleri,Şist,Akifüj
	PTrk;Kocabayır Metakumtaşı üyesi,Metakumtaşı, şeyl, metaçakıltası,Akiklöd
	Pzt;Teke Grubu,Granit, gnays, şist, amfibolit, kalkışit,Akifüj
	Ct;Trakya Formasyonu,Türbiditik kumtaşı, şeyl, kireçtaşı,Akifüj
	DCd;Ayrılmamış denizliköy grubu,,Akifüj
	Göl;Göl;

Şekil 2.69 Meriç Ergene Havzası Hidrojeoloji Haritasının Lejantı



Şekil 2.70 Meriç Ergene Havzası Jeolojik Haritası (Perinçek vd., 2015)

Trakya Tersiyer havzasında Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Ganos segmenti kuzeyinde en altta Gaziköy Formasyonu ile başlayan ve sırasıyla Korudağ, Keşan, Yenimuhacir, Danişmen, Hisarlıdağ, Ergene Formasyonları ile alüvyal çökellerden oluşan stratigrafik dizilim, çalışma sahası için litolojik olarak değerlendirmeye alınmıştır.

SİSTEM		KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR		
SERİ	KAT				
TERSEYER	KUVATERNER	MIYOSEN	Ergene	Alıvyon	Kum, çakıl, mil
				Canakkale	Çakıl, kum, mil
	Eosen	OLİGOSEN	Orta Oligosen	Hisarlı dağ	Kireçtaşı, kumtaşı, miltaşı
					Kireçtaşı
				Danişmen	Riyodasit, riyolit, tüf, andezit, andezit tüf
					bazalt, aglomera, ignimbrit
		En Üst Eosen	Yenimuhacir	Kumtaşı	Linyit
					Kumtaşı
					Miltaşı
					Kumtaşı, miltaşı, kumtaşı
Üst Eosen	Keşan	Kumtaşı, kiltası, çakıltaşı	Teslim üyesi		
			Korudağ	Kumtaşı, kiltası	
					Gaziköy

Şekil 2.71 Meriç-Ergene Havzası ve Yakın Çevresinin Genelleştirilmiş Stratigrafik İstifi (Şentürk vd., 1988)

Tablo 2.58 Çökeltme Ortamları (Şengüler vd., 2000)

YAŞ	ÇÖKELME ORTAMI
KUVATERNER	Güncel
PLİYOSEN	Akarsu ve alüvyon yelpazesi
MİYOSEN	Acı sulu göl ve akarsu
	Akarsu ve göl
	Akarsu, göl, lagün, kıyı ve kıyı ötesi
	Kaletepe erüpsiyonu (?)
OLİGOSEN	Akarsu
	Delta bataklığı
	Delta
	Delta, akarsu ve göl
	Delta ve sahil yakını
EOSEN	Açık deniz ve türbiditik
	Şelf ve paleoyükselim
	Akarsu-göl, delta ve türbiditik (litoral-neritik)
	Türbiditik ve derin denizel

Meriç-Ergene Havzası'nda yer alan başlıca akarsular, Ergene Nehri ve yan kollarıdır. Ergene Nehri Trakya'nın kuzey doğusunda Istranca Dağları'ndaki Ergene kaynaklarından doğmakta ve Ergene Deresi adıyla kuzeydoğu-güneybatı istikametinde akmaktadır. Daha sonra İnanlı köyü yakınlarında doğudan gelen Çorlu Çayı ile birleşerek Ergene Nehri adını almaktadır.

Ergene Nehri kuzeyden Ana Dere ve Soğucak Dere ile Poyralı Dere ve Celaliye Dere birleşimi olan Lüleburgaz Çayı, Şeytan Dere, Çimenli Dere ve Süloğlu Dere, güneyden ise Çengelli Dere, Beşiktepe Dere, Hayrabolu Dere ve Bayramlı Dere gibi büyük yan kollar olarak doğu-batı istikametinde akmaktadır. Ardından Adasarhanlı köyü güneyinde Meriç Nehri ile birleşmektedir (Tablo 2.59).

Tablo 2.59 Meriç-Ergene Havzası'nın Başlıca Nehirleri ve Yan Kolları

Nehir Adı	Yan Kollar
Meriç Nehri	Tunca Nehri
	Ergene Nehri
Ergene Nehri	Ana Dere
	Lüleburgaz Çayı
	Şeytan Dere
	Çimenli Dere
	Süloğlu Dere

	Çengelli Dere
	Beşiktepe Dere
	Hayrabolu Dere
	Bayramlı Dere
Çorlu Çayı	

2.7.2. Alt Havzalar Hidrojeolojisi

Meriç Ergene Havzası'nda alt havzalara ait genel jeoloji ve akifer durumları, havza için daha önceki çalışmalarda hazırlanan jeolojik ve hidrojeolojik haritalardan faydalanılarak değerlendirilmiştir.

2.7.3. Çorlu Alt Havzası (1/9)

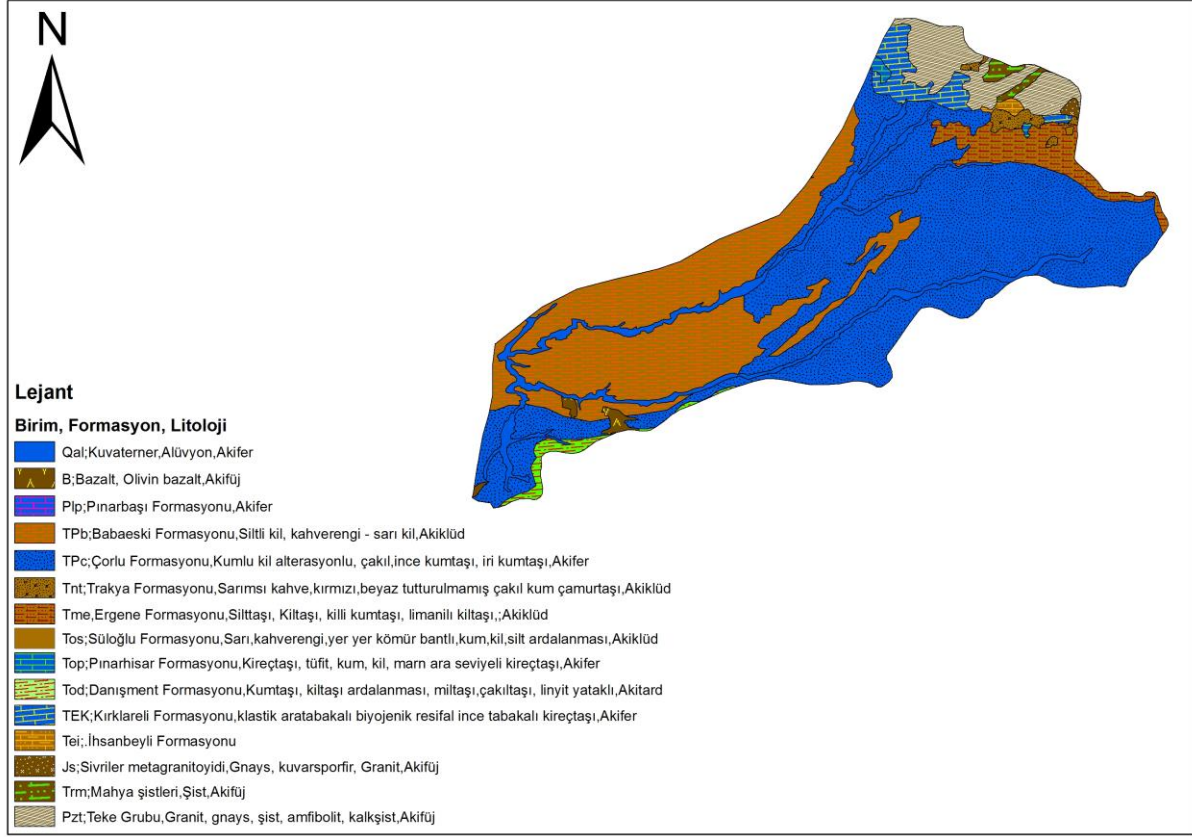
2.7.3.1. Genel Jeoloji

Çorlu Alt Havzası sınırları içerisinde kalan bölgede genel olarak Kuvaterner, Eosen, Oligosen, Oligosen-Eosen ve Pliyosen yaşlı birimler yer almaktadır. Istranca masifinin temelini oluşturan Paleozoik yaşlı Tekedere grubu amfibolit şistleri ve Kızılağaç metagranitleri en yaşlı kayalardır. Bu kayaların üzerine Senozoik yaşlı sedimenter kayalar uyumsuzlukla gelir. Sedimenter kayalar en altta tersiyer yaşlı İslambeyli Formasyonu ile başlar. İslambeyli Formasyonu üzerine, Eosen yaşlı Kırklareli Kireçtaşları uyumlu olarak gelir. Konjeryalı kireçtaşından oluşan Pınarhisar Formasyonu ve eş yaşlı güneyde gözlenen kumtaşı kiltası ardalanmalı Danişmen Formasyonu uyumlu olarak Kırklareli kireçtaşlarının üzerinde yer alır. Bu formasyonların üzerine uyumsuzlukla, tutturulmamış kum ve çakıldan oluşan Ergene Formasyonu gelir. Ergene Formasyonu içerisinde geçişli bulunan Kurtdere üyesi ve Sinanlı Formasyonlarının üzerine Trakya Formasyonu uyumsuz olarak gelir. Kuvaterner yaşlı Bazaltlar ise güneyde tüm birimleri, topografyanın yükseldiği iki belirgin tepe de uyumsuz olarak üstler.

2.7.3.2. Akifer Durumu

Çorlu Alt Havzası'nda yer alan jeolojik birimler litolojik, yapısal ve hidrojeolojik yönden değerlendirilmiş, geçirimsizlik ve akifer özellikleri açısından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu alt havzada genel olarak Kuvaterner, Eosen, Oligosen, Oligosen-Eosen ve Pliyosen akifer birimleri yer almaktadır (DSİ, 2018). Şekil 2.72 DSİ haritalarından faydalanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritasını göstermektedir.

Çorlu alt havzasının YAS potansiyeli, havza yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır. Akiferlerin litolojik ve yapısal özellikleri Tablo 2.60'ta sunulmuştur.



Şekil 2.72 Çorlu Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası

Tablo 2.60 Çorlu Alt Havzası Yağış Beslenimi

Litoloji	Ortalama Yağış (mm)	Akifer Alanı (km ²)	Litolojik Süzülme Katsayısı	Yağışlardan Beslenme (hm ³ /yıl)
Plp	569	0,01	0,02	0,00
Qal	569	97,08	0,20	11,05
TEK	569	40,20	0,07	1,61
Tod	569	15,00	0,01	0,09
Top	569	4,17	0,01	0,02
TPc	569	701,83	0,20	79,87
Toplam Beslenme				92,64

2.7.4. Vize Alt Havzası (2/9)

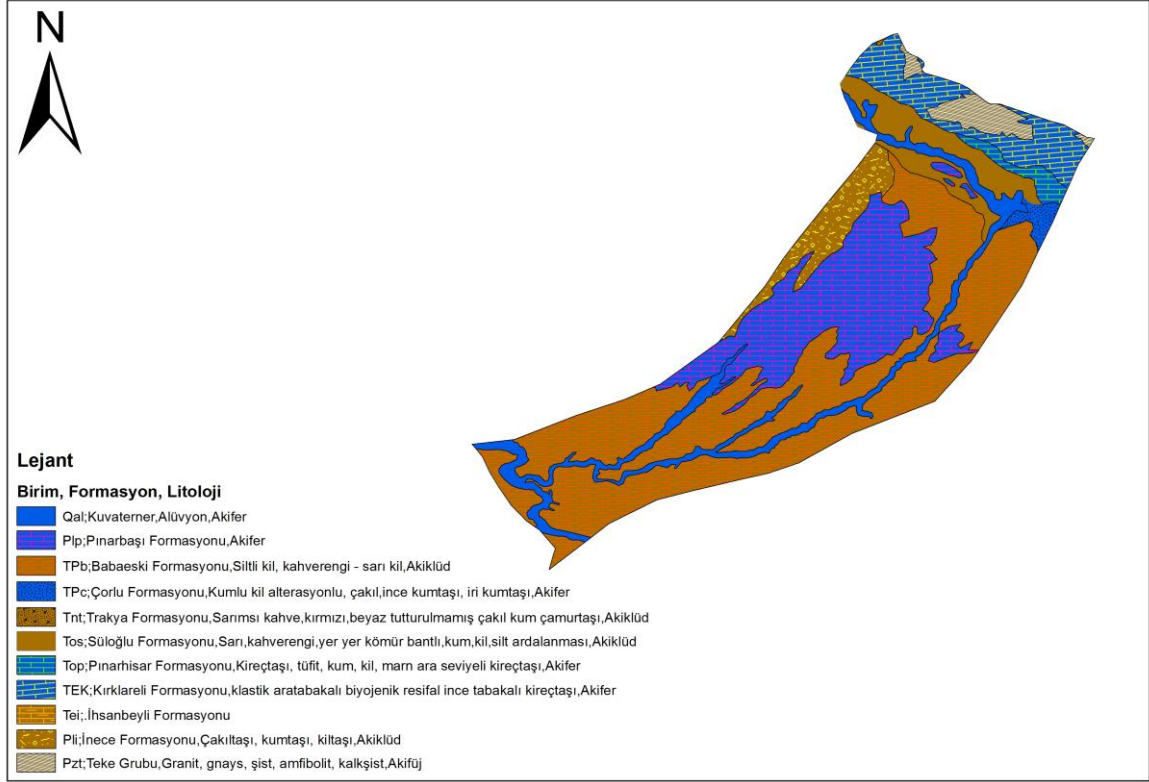
2.7.4.1. Genel Jeoloji

Orta-Eosen Pliyosen yaşlı birimlerin yer aldığı, üçgen şekilli, dağ arası bir Tersiyer havzasıdır (Keskin, 1974). Havzada sedimantasyon muhtemelen Erken Eosen esnasında transgresif bir istifle başlamıştır (Keskin, 1974, Doust ve Arıkan, 1974, Turgut vd., 1983, Saner, 1985). Sedimantasyon, kesiklikler ve aşınmalar göz ardı edilirse, yakın zamanımıza kadar devam etmiştir. Havzanın temelini metamorfik karmaşık oluşturur. Istranca Dağları güney eteklerinden başlayarak mostra veren ve hemen hemen Trakya'nın tamamını kapsayan Tersiyer istifi 9000 metre kalınlığı geçmektedir. Havza Tersiyer birimleri genellikle klastiklerden oluşmakta, şelf alanlarında ve havza ortası sırt ve yükseklerde ise karbonatları da içermektedir. Bu birimler, aralarında önemli yükselme ve aşınma evreleri olan havzalarda ve yedi ayrı zaman aralığında çökelmiştir. Havzanın orta kesimlerde sedimantasyon kısmen devamlıdır, bazı kesimlerde ise zaman zaman kesikliklerin ve aşınma evrelerinin olduğu görülür. Havza oldukça hızlı çöken ve çöktükçe dolan bir evrim geçirmiştir

2.7.4.2. Akifer Durumu

Vize Alt Havzası'nda yer alan jeolojik birimler litolojik, yapısal ve hidrojeolojik yönden değerlendirilmiş, geçirimsizlik ve akifer özellikleri açısından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu alt havzada genel olarak Kuvaterner, Eosen, Oligosen, Oligosen-Eosen ve Pliyosen akifer birimleri yer almaktadır (DSİ, 2018). Şekil 2.73 DSİ haritalarından faydalanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritasını göstermektedir.

Vize alt havzasının YAS potansiyeli, havza yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır. Akiferlerin litolojik ve yapısal özellikleri Tablo 2.61'de sunulmuştur.



Şekil 2.73 Vize Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası

Tablo 2.61 Vize Alt Havzası Yağış Beslenimi

Litoloji	Ortalama Yağış (mm)	Akifer Alanı (km ²)	Litolojik Süzülme Katsayısı	Yağışlardan Beslenim (hm ³ /yıl)
Plp	571	147,85	0,10	8,44
Qal	571	62,46	0,25	8,92
TEK	571	52,83	0,07	2,12
Top	571	10,21	0,01	0,06
TPc	571	7,21	0,20	0,82
Toplam Beslenim				20,36

2.7.5. Lüleburgaz Alt Havzası (3/9)

2.7.5.1. Genel Jeoloji

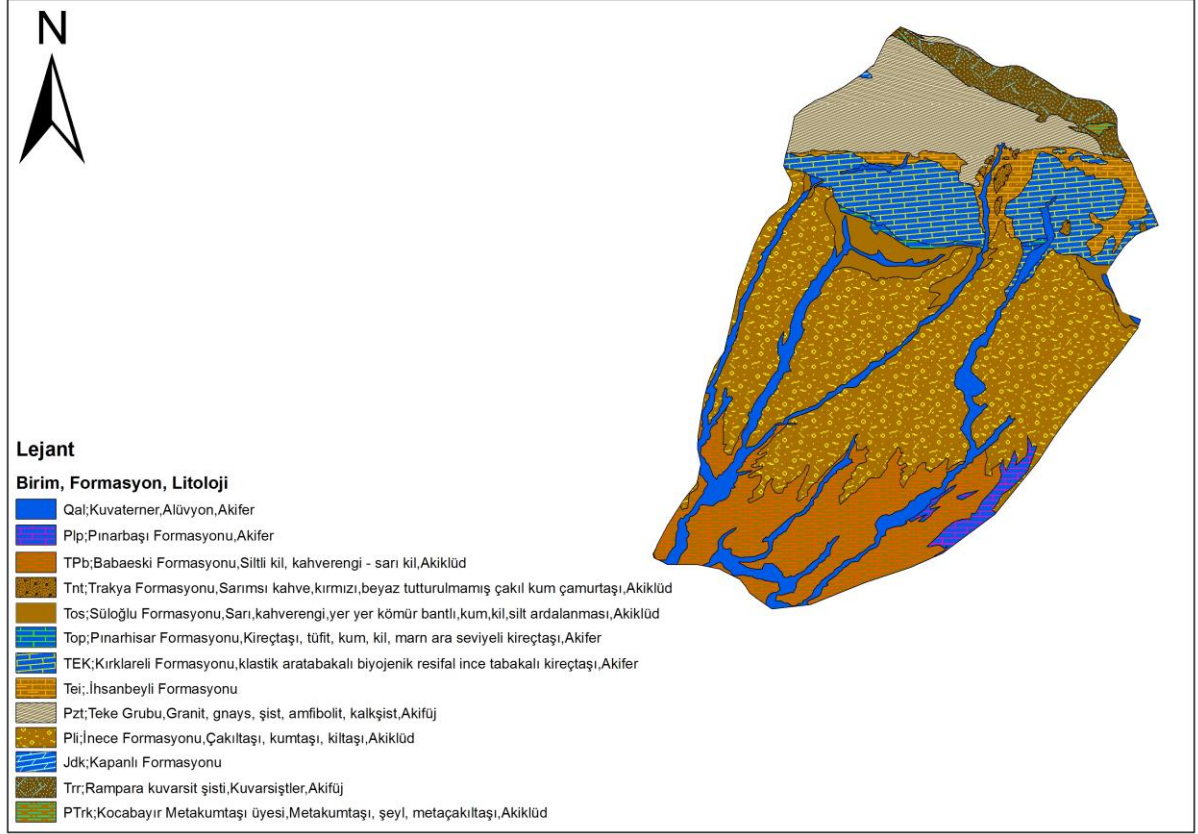
Havzada Orta-Geç Eosen'in başlarında başlayan sedimantasyon güneybatıdan kuzey-kuzeydoğu yönünde gelişen transgresif bir denizin etkisiyle oluşmuştur. Hızla çöken ve bol miktarda klastik malzeme (8.000-9.000 m'lik bir sediman istifi) ile beslenen havzada Orta-Geç

Eosen’de ince ve kaba taneli klastiklerden oluşan filiş türü kalın bir istif çökelmiştir. Fakat çökel istifin karakteri her yerde aynı olmamıştır. Çökelme öncesi havzada mevcut paleoyükselimler, basamak faylar ve havzayı çevreleyen kristalin masifler sedimantasyon karakterini büyük ölçüde etkilemişlerdir. Platform alanlarının şelf yamaçlarında ve paleoyükselimlerde yer yer resifler (biyojenik kireçtaşı) oluşmuştur. Havzada Orta-Geç Eosen süresince görülen aktif bir volkanizma, çökellerin yer yer tuf aratabakaları ile ardalanmasını sağlamıştır. Erken Oligosen sonlarına doğru transgresif dönem sona ermiş havzada genel bir regresif çökelme evresi başlamıştır. Eosen boyunca havzada hâkim olan çökme ve çökelme sona ermiş, temeli etkileyen tektonizma da etkisini yitirmiştir. Regresif dönemde çevredeki tektonizmanın etkinliğini kaybetmesi, havzanın kaba klastiklerle beslenmesini önlemiş, havzada daha çok kalın gölsel şeyl, marn ve kireçtaşları ile kömür ve flüvyal (akarsu oluşuğu) karakterde kumtaşı ve silttaşlarından oluşan bir çökel istif gelişmiştir. Bu dönemde delta ve göl çökelleri izlenmiştir. Erken Oligosen-Erken Miyosen aralığında havzanın dolmasını sağlayan, prodeltadelta, göl-bataklık ortamlarında çökelen regresif bir istif gelişmiştir (Kasar, 1987). Miyosen sonlarında havzanın büyük bir kısmı karasal ortama dönüşerek çakıltası, silttaşı ve kömürlerden oluşan kalın bir istif çökelmiştir. Trakya havzasında kömür taşıyan karasal sedimanlar Erken-Orta Miyosen’de deniz seviyesi düşmesi ile ifade edilen gölsel ortamda depolanmıştır.

2.7.5.2. Akifer Durumu

Lüleburgaz Alt Havzası’nda yer alan jeolojik birimler litolojik, yapısal ve hidrojeolojik yönden değerlendirilmiş, geçirimsizlik ve akifer özellikleri açısından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu alt havzada genel olarak Kuvaterner, Jura, Oligosen, Oligosen-Eosen ve Pliyosen akifer birimleri yer almaktadır (DSİ, 2018). Şekil 2.74 DSİ haritalarından faydalanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritasını göstermektedir.

Lüleburgaz alt havzasının YAS potansiyeli, havza yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır. Akiferlerin litolojik ve yapısal özellikleri Tablo 2.62’de sunulmuştur.



Şekil 2.74 Lüleburgaz Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası

Tablo 2.62 Lüleburgaz Alt Havzası Yağış Beslenimi

Litoloji	Ortalama Yağış (mm)	Akifer Alanı (km ²)	Litolojik Süzülme Katsayısı	Yağışlardan Beslenme (hm ³ /yıl)
Jdk	570	0,48	0,03	0,01
Plp	570	17,41	0,02	0,18
Qal	570	120,81	0,25	17,22
TEK	570	139,28	0,10	7,94
Top	570	6,03	0,01	0,03
Toplam Beslenme				25,37

2.7.6. Hayrabolu Alt Havzası (4/9)

2.7.6.1. Genel Jeoloji

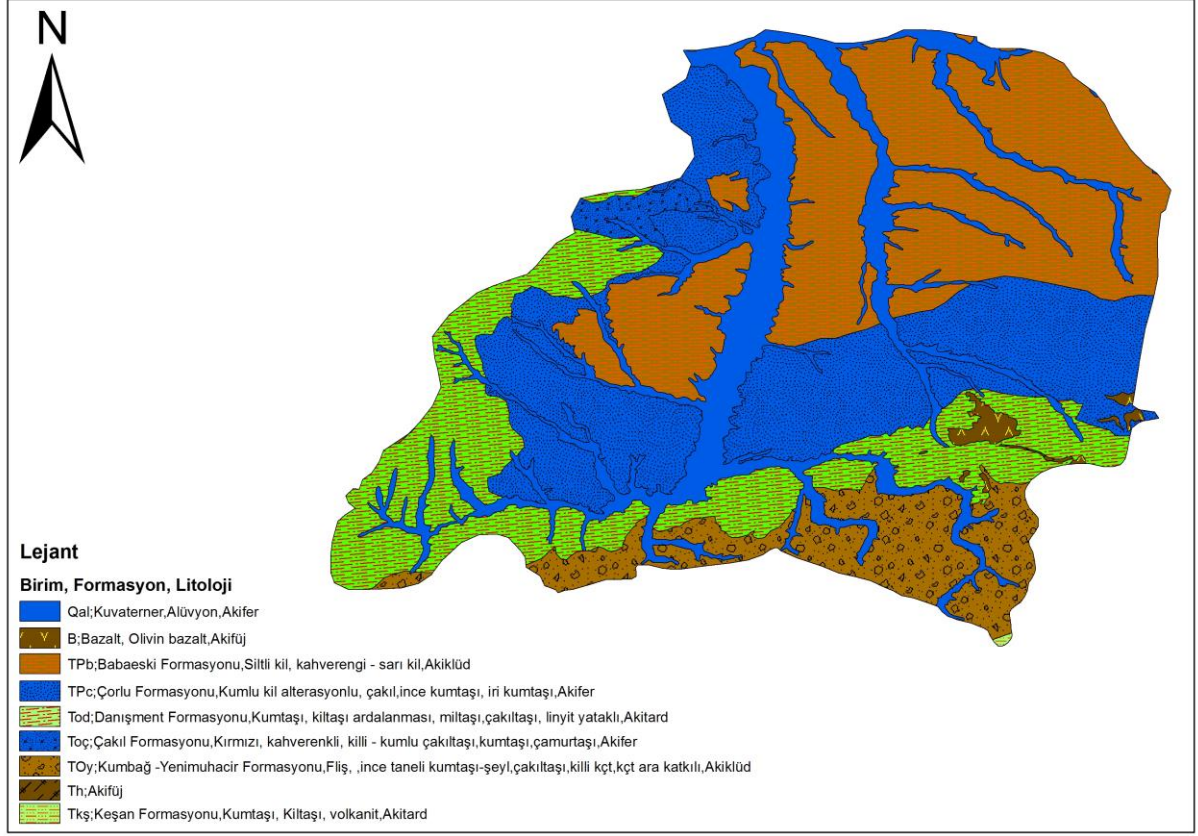
Çalışma alanında en altta kıltaşı ve kumtaşı ar dalanmasından oluşan Muhacir Formasyonu (Ty) yer alır. Aralarında çakıltaşı bantları ve kalın kireçtaşı seviyeleri ile değişik düzeylerde linyit

bantları içeren kumtaşlarından oluşan Oligosen yaşlı Danişmen Formasyonu (Tod) Muhacir Formasyonunun üzerinde yer alır. Bu birimin üzerine taneleri çeşitli boyda iyi yuvarlanmış çakıltası, kumtaşı ve yer yer killerden oluşan Çakıl Formasyonu (Toc) gelir. Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu (Tme) kil ve çakıl mercekli gevşek tutturulmuş kumlardan oluşur ve çalışma sahasında geniş bir alanda gözlenir. Ergene Formasyonu üzerine çakıl, kum, kil ve çamurtaşlarından oluşan Trakya Formasyonu (Tnt) gelir. Koyu gri, siyah renkli sütun bazaltlardan oluşan ve Trakya Formasyonunu kesen Pleyistosen yaşlı Karatepe Bazaltı (Qk) çalışma alanının güney doğusunda küçük bir alanda gözlenir. Hayrabolu Nehri ve kollarında çakıl, kum, silt ve kil boyutlu malzemeler alüvyon (Qa) olarak adlandırılmıştır.

2.7.6.2. Akifer Durumu

Hayrabolu Alt Havzası'nda yer alan jeolojik birimler litolojik, yapısal ve hidrojeolojik yönden değerlendirilmiş, geçirimsizlik ve akifer özellikleri açısından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu alt havzada genel olarak Kuvaterner, Oligosen ve Pliyosen akifer birimleri yer almaktadır (DSİ, 2018). Şekil 2.75 DSİ haritalarından faydalanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritasını göstermektedir.

Hayrabolu alt havzasının YAS potansiyeli, havza yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır. Akiferlerin litolojik ve yapısal özellikleri Tablo 2.63'te sunulmuştur.



Şekil 2.75 Hayrabolu Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası

Tablo 2.63 Hayrabolu Alt Havzası Yağış Beslenimi

Litoloji	Ortalama Yağış (mm)	Akifer Alanı (km ²)	Litolojik Süzülme Katsayısı	Yağışlardan Beslenme (hm ³ /yıl)
Qal	559	399,28	0,20	44,64
Tkş	559	0,91	0,05	0,03
Toç	559	31,44	0,01	0,18
Tod	559	423,54	0,02	4,74
TPc	559	598,06	0,20	66,86
Toplam Beslenme				116,44

2.7.7. Babaeski Alt Havzası (5/9)

2.7.7.1. Genel Jeoloji

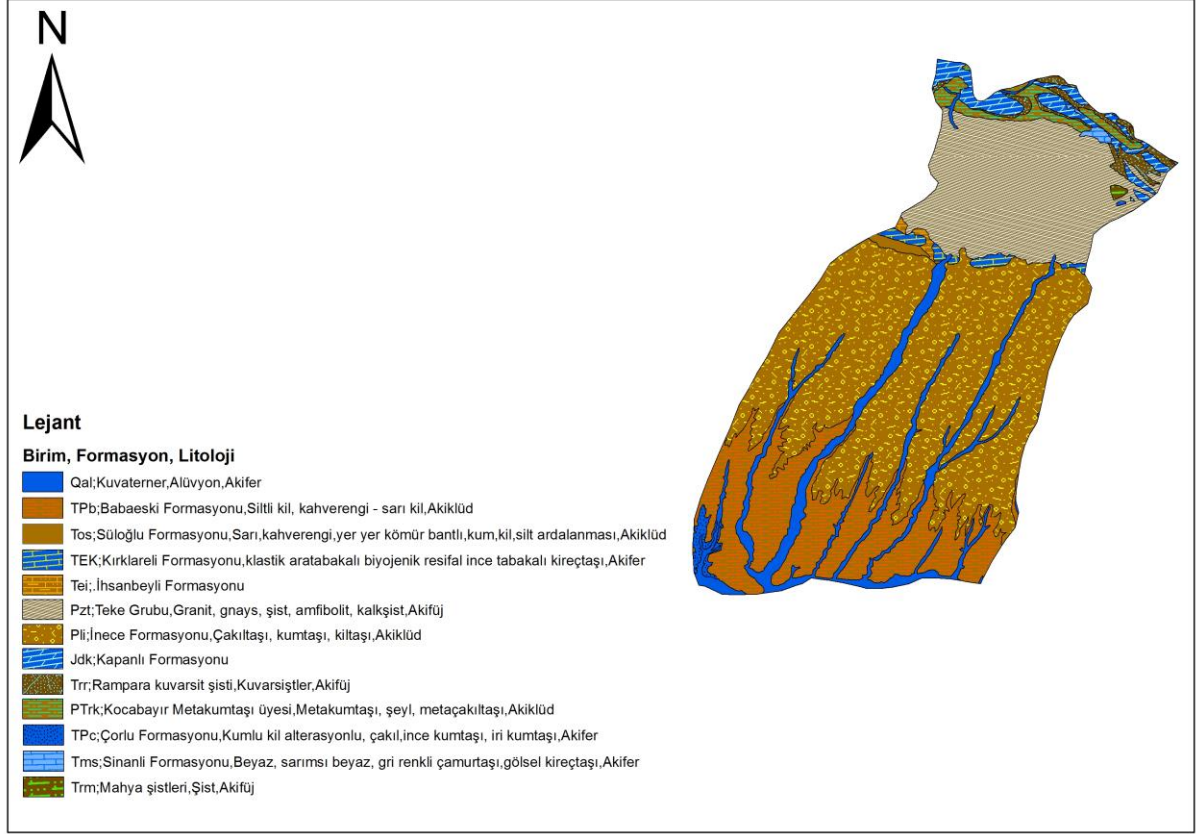
Çalışma alanı (Çorlu-Babaeski-Lüleburgaz-Silivri) ve dolayındaki temel, Istranca metagranitinden oluşmaktadır. Bu temel Paleojen çökelleri tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür.

Miyosen ve daha sonraki birimler Orta ve Kuzey Trakya'daki Eosen-Oligosen istifini örter. Öztunalı ve Üşümezsoy (1979), 1983'te Taner ve Çağatay'ın, Istranca Masifi'nin güney yamacında granit kayaları çalıştığını belirtmiştir. Siyako (2006b), Trakya Havzası'nın litostratigrafik çatısının Güney Trakya, Gökçeada, Bozcaada ve Gelibolu Yarımadası'ndan elde edilen veriler ile Kuzey Trakya'daki sismik kesit ve araştırma sondajlarından elde edilebileceğini belirtti. Armutlu Yarımadası'ndaki Trakya Havzası'nın (Akartuna, 1968), Güney'deki Eosen-Oligosen çökellerine, Biga yarımadasında Marmara Denizi'nin güneyinde Trakya Havzasının sınırını çizen Mudanya ile Trilye arasındaki tortularına ait net bir açıklama henüz yapılmamıştır (Siyako vd., 1989).

2.7.7.2. Akifer Durumu

Babaeski Alt Havzası'nda yer alan jeolojik birimler litolojik, yapısal ve hidrojeolojik yönden değerlendirilmiş, geçirimsizlik ve akifer özellikleri açısından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu alt havzada genel olarak Kuvaterner, Jura, Eosen, Miyosen ve Pliyosen akifer birimleri yer almaktadır (DSİ, 2018). Şekil 2.76 DSİ haritalarından faydalanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritasını göstermektedir.

Babaeski alt havzasının YAS potansiyeli, havza yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır. Akiferlerin litolojik ve yapısal özellikleri Tablo 2.64'te sunulmuştur.



Şekil 2.76 Babaeski Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası

Tablo 2.64 Babaeski Alt Havzası Yağış Beslenimi

Litoloji	Ortalama Yağış (mm)	Akifer Alanı (km ²)	Litolojik Süzülme Katsayısı	Yağışlardan Beslenme (hm ³ /yıl)
Jdk	570	41,77	0,03	0,60
Qal	570	128,64	0,25	18,33
TEK	570	14,00	0,07	0,56
Tms	570	3,60	0,01	0,02
TPc	570	9,98	0,20	1,14
Toplam Beslenme				20,65

2.7.8. Havsa Alt Havzası (6/9)

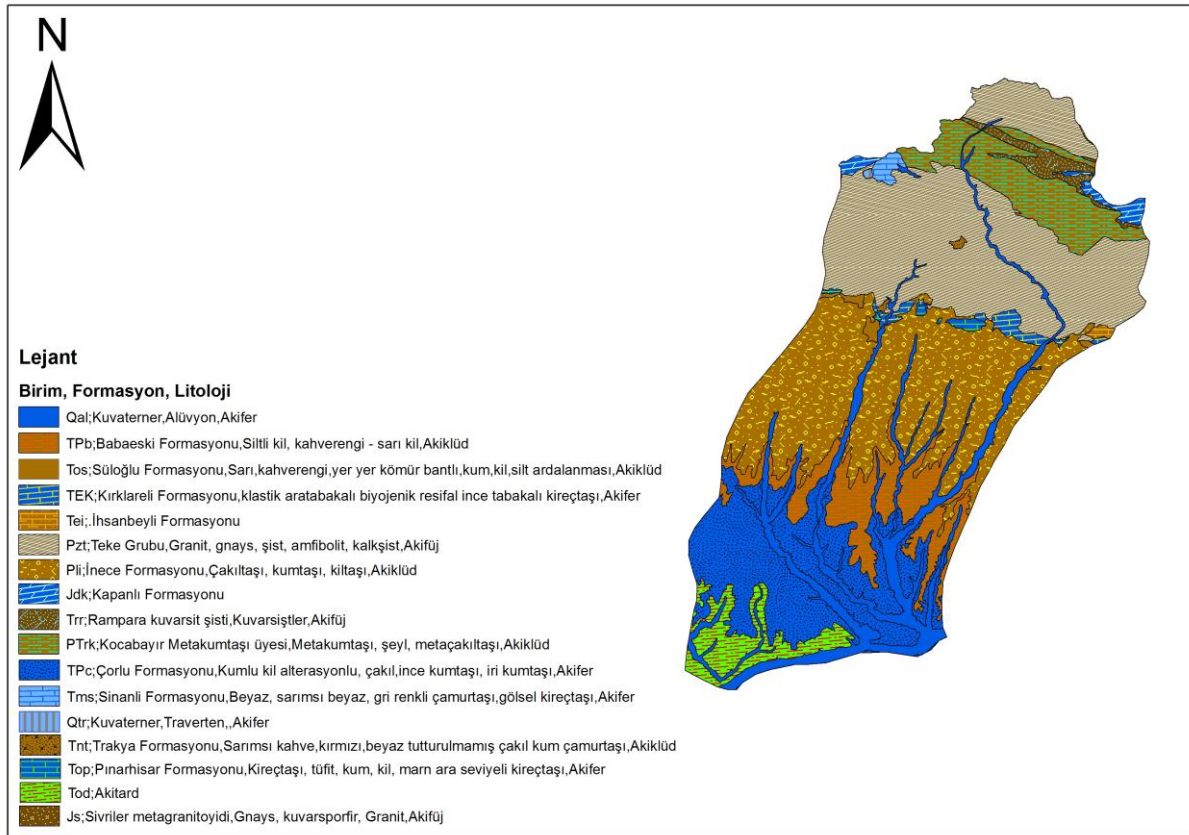
2.7.8.1. Genel Jeoloji

Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı Trakya Formasyonu' na ait tutturulmamış – az tutturumlu iri taneli seviyeler ile altta Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu'na ait tutturulmamış – az tutturumlu ince-iri taneli birimlerle temsil edilmektedir.

2.7.8.2. Akifer Durumu

Havsa Alt Havzası'nda yer alan jeolojik birimler litolojik, yapısal ve hidrojeolojik yönden değerlendirilmiş, geçirimsizlik ve akifer özellikleri açısından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu alt havzada genel olarak Kuvaterner, Jura, Eosen, Oligosen – Eosen, Miyosen ve Pliyosen akifer birimleri yer almaktadır (DSİ, 2018). Şekil 2.77 DSİ haritalarından faydalanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritasını göstermektedir.

Havsa alt havzasının YAS potansiyeli, havza yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır. Akiferlerin litolojik ve yapısal özellikleri Tablo 2.65'te sunulmuştur.



Şekil 2.77 Havsa Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası

Tablo 2.65 Havsa Alt Havzası Yağış Beslenimi

Litoloji	Ortalama Yağış (mm)	Akifer Alanı (km ²)	Litolojik Süzülme Katsayısı	Yağışlardan Beslenme (hm ³ /yıl)
Jdk	597	23,00	0,03	0,35
Qal	597	235,20	0,20	28,08
Qtr	597	1,24	0,01	0,01
TEK	597	24,05	0,07	1,01
Tms	597	10,85	0,01	0,06
Tod	597	94,22	0,01	0,56
Top	597	9,49	0,01	0,06
TPc	597	375,16	0,20	44,79
Toplam Beslenme				74,93

2.7.9. Uzunköprü Alt Havzası (7/9)

2.7.9.1. Genel Jeoloji

Stratigrafik tabaka serisi Korudağ'ın kuzey yamacında Keşan formasyonunun kumtaşlarının üzerinde olan Muhacir formasyonunun marnları ile başlamaktadır. Bunun üzerinde konkordan olarak kumtaşlarından oluşan kalın bir seri yer almakta ve bu seri kalınlığı fazla olmayan marn arakatkıları, çakıl ve konglomera horizonları, araya girmiş volkanik tüfler ve tüm sahanın orta kısmında arazide sürekli şekilde takip edilebilmiş olan en aşağı on linyit damarı kapsamaktadır.

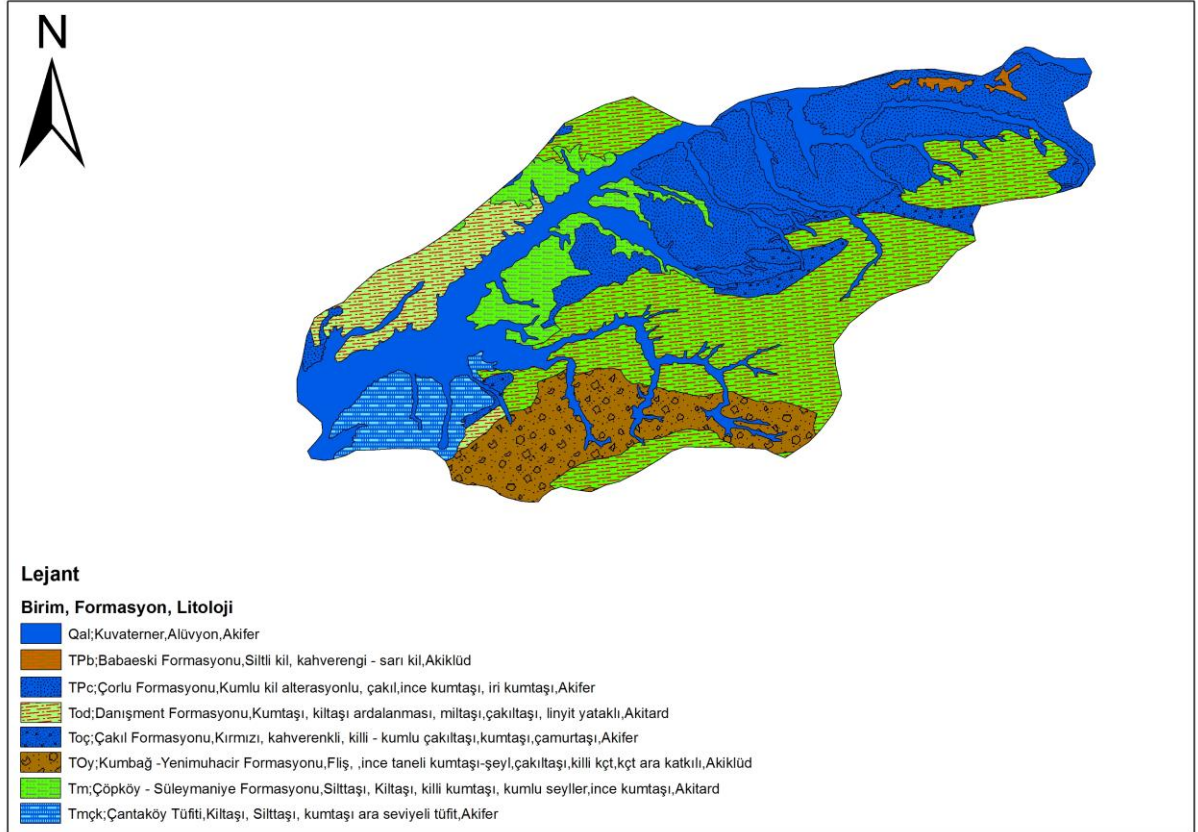
Çakıl formasyonunun konglomeraları linyitli kumtaşı formasyonunun sonunu teşkil etmektedir. Kuzeybatıda ve batıda bunu transgresif olarak ve mevcut bir morfolojiye uymak suretiyle Ferrai formasyonu takip ettiği halde, güneydoğuda Tekirdağ'ın kuzeyinde fasiyes yönünden farklı olan Demirli formasyonu görünüşe göre konkordan olarak linyitli kumtaşı formasyonunun üzerinde yer almaktadır. Hepsinin üstünde bulunan ve Trakya katı denilen çok genç bir çakıl ve kum örtüsü, stratigrafik tabaka serisinin nihaî bitimini teşkil etmektedir. Çoğunlukla bacalar halinde olan bazaltlar yaş bakımından Pliyosen olarak kabul edilebilir. Fakat İncecik dolaylarındaki Kale tepe dasit bacasının çok daha eski olması muhtemeldir.

2.7.9.2. Akifer Durumu

Uzunköprü Alt Havzası'nda yer alan jeolojik birimler litolojik, yapısal ve hidrojeolojik yönden değerlendirilmiş, geçirimsizlik ve akifer özellikleri açısından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu alt havzada genel olarak Kuvaterner, Oligosen ve Pliyosen akifer birimleri yer almaktadır (DSİ,

2018). Şekil 2.78 DSİ haritalarından faydalanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritasını göstermektedir.

Uzunköprü alt havzasının YAS potansiyeli, havza yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır. Akiferlerin litolojik ve yapısal özellikleri Tablo 2.66'da sunulmuştur.



Şekil 2.78 Uzunköprü Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası

Tablo 2.66 Uzunköprü Alt Havzası Yağış Beslenimi

Litoloji	Ortalama Yağış (mm)	Akifer Alanı (km ²)	Litolojik Süzülme Katsayısı	Yağışlardan Beslenim (hm ³ /yıl)
Qal	641	295,79	0,20	37,92
Tm	641	88,04	0,01	0,70
Tmçk	641	63,80	0,01	0,55
Toç	641	42,86	0,01	0,27
Tod	641	494,32	0,01	3,17
TPc	641	328,61	0,20	42,13
Toplam Beslenim				84,75

2.7.10. İpsala-Keşan Alt Havzası (8/9)

2.7.10.1. Genel Jeoloji

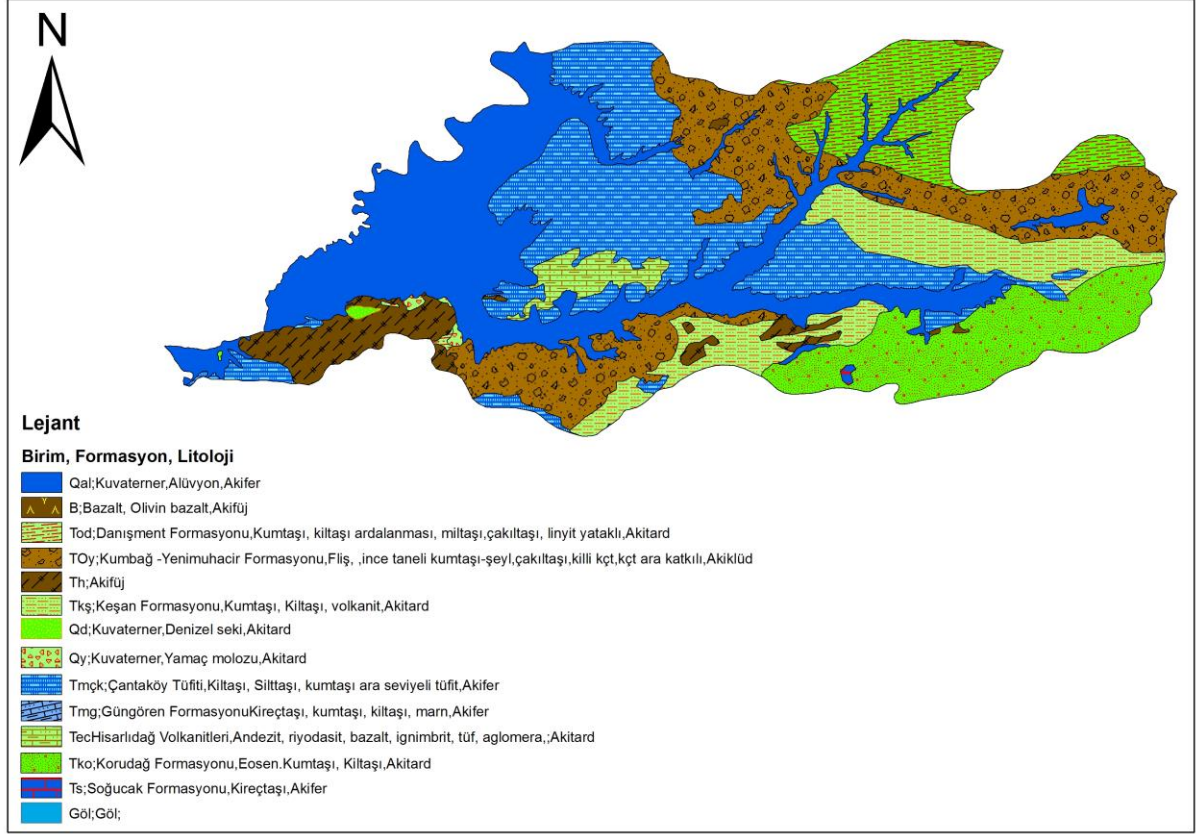
Temel kayaçlarının en üstünde yer alan Çetmi Ofiyolitik Melanji üzerine Eosen çökellerinin tabanını oluşturan ince kumtaşı, silttaşı ve silisifiye tuf içeren koyu gri renkli şeyllerden oluşan Gaziköy Formasyonu gelir. Daha üstte sırasıyla; genellikle kumtaşından oluşan Keşan formasyonu, gri-bej renkli mikritik kireçtaşı ve resifal kireçtaşından oluşan Soğucak Formasyonu, tuf ara katkılı gri renkli şeyl, kumtaşı ve killi kireçtaşından oluşan Ceylan Formasyonu yer alır.

Oligosen çökelleri tabanda yeşil gri renkli şeyl, marn ve tüflerden oluşan Mezardere Formasyonu ile başlar. Üzerinde kumtaşı, şeyl, yer yer çakıltaşı, kireçtaşı ve ince linyit bantları içeren Osmancık Formasyonu ile gri yeşil renkli kiltası, kumtaşı, çakıltaşı, tuf ve linyit içeren Danişmen Formasyonu yer alır. Danişmen Formasyonu bölgede yapılan ilk çalışmalarda linyitli kumtaşları olarak adlandırılmıştır

2.7.10.2. Akifer Durumu

İpsala-Keşan Alt Havzası'nda yer alan jeolojik birimler litolojik, yapısal ve hidrojeolojik yönden değerlendirilmiş, geçirimsizlik ve akifer özellikleri açısından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu alt havzada genel olarak Kuvaterner, Orta – Üst misosen ve Eosen akifer birimleri yer almaktadır (DSİ, 2018). Şekil 2.79 DSİ haritalarından faydalanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritasını göstermektedir.

Uzunköprü alt havzasının YAS potansiyeli, havza yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır. Akiferlerin litolojik ve yapısal özellikleri Tablo 2.67'de sunulmuştur.



Şekil 2.79 İpsala-Keşan Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası

Tablo 2.67 İpsala-Keşan Alt Havzası Yağış Beslenimi

Litoloji	Ortalama Yağış (mm)	Akifer Alanı (km ²)	Litolojik Süzülme Katsayısı	Yağışlardan Beslenim (hm ³ /yıl)
Qal	585	452,30	0,20	52,92
Qd	585	2,29	0,01	0,01
Qy	585	3,98	0,01	0,02
Tec	585	33,33	0,02	0,31
Tko	585	173,17	0,03	2,94
Tkş	585	167,77	0,05	5,05
Tmçk	585	361,17	0,01	2,86
Tmg	585	0,00	0,02	0,00
Tod	585	144,79	0,01	0,85
Ts	585	1,44	0,01	0,01
Toplam Beslenim				64,96

2.7.11. Meriç Alt Havzası (9/9)

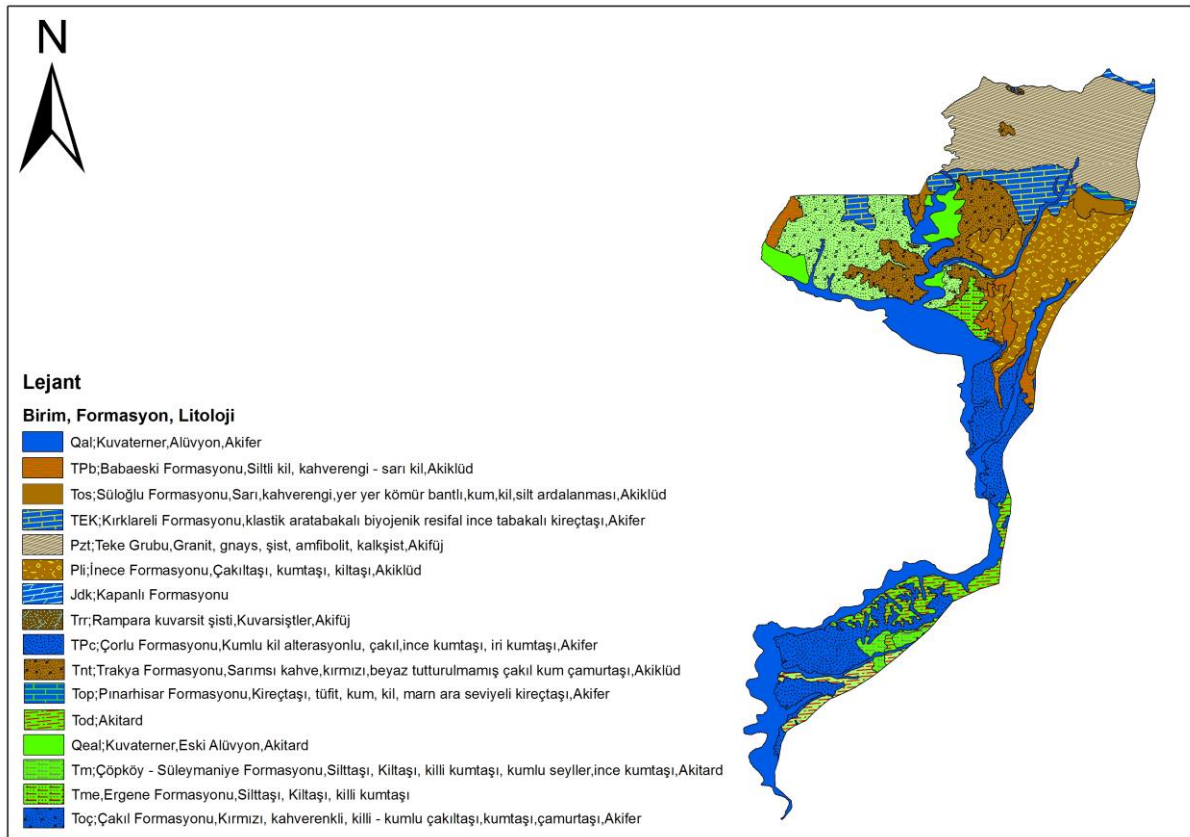
2.7.11.1. Genel Jeoloji

Meriç Alt Havzası'nda yer alan jeolojik birimler litolojik, yapısal ve hidrojeolojik yönden değerlendirilmiş, geçirimsizlik ve akifer özellikleri açısından incelenerek sınıflandırılmıştır. Bu alt havzada genel olarak Kuvaterner, Oligosen, Oligosen – Eosen, Jura, Pliyosen ve Eosen akifer birimleri yer almaktadır (DSİ, 2018).

2.7.11.2. Akifer Durumu

Şekil 2.80 DSİ haritalarından faydalanılarak hazırlanan hidrojeoloji haritasını göstermektedir.

Meriç alt havzasının YAS potansiyeli, havza yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır. Akiferlerin litolojik ve yapısal özellikleri Tablo 2.68'de sunulmuştur.



Şekil 2.80 Meriç Alt Havzası Hidrojeoloji Haritası

Tablo 2.68 Meriç Alt Havzası Yağış Beslenimi

Litoloji	Ortalama Yağış (mm)	Akifer Alanı (km²)	Litolojik Süzülme Katsayısı	Yağışlardan Beslenim (hm³/yıl)
Jdk	599	6,17	0,03	0,09
Qal	599	280,17	0,20	33,56
Qeal	599	40,08	0,01	0,14
TEK	599	73,15	0,07	3,08
Tm	599	16,20	0,01	0,12
Toç	599	153,78	0,01	0,92
Tod	599	78,79	0,01	0,47
Top	599	5,82	0,01	0,03
TPc	599	185,45	0,20	22,22
Toplam Beslenim				60,65

3. KURAKLIK ANALİZLERİ

3.1. Kuraklık Analiz Yöntemleri

Bu raporun 1 nolu bölümünde bahsedildiği gibi kuraklık tahmin edilmesi zor bir afettir. Ancak, literatürdeki farklı kuraklık indisleri yardımıyla kuraklık sayısal olarak ifade edilebilmektedir. Burada bahsi geçen kuraklık indisleri arasından aşağıdakiler tercih edilmiş olup bunların havzadaki kuraklıkları meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik olarak temsil etmede yeterli oldukları bilinmektedir.

Standart Yağış İndisi (SPI)

Palmer Kuraklık İndisleri (scPDSI ve scPHDI)

Standart Yağış-Buharlaştırma İndisi (SPEI)

Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI)

Keşif Kuraklık İndisi (RDI)

Ondalıklar İndisi (Deciles)

Standart Akım İndisi (SRI)

Standart Yeraltı Suyu İndisi (SGI)

Standart Rezervuar Miktar İndisi (SRSI)

Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

Genişletilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI)

Bitki Durumu İndeksi (VCI)

Yukarıda yazılı olan bu indisler öncelikli olarak tanımlamaları ile açıklanarak ifade edilmiş, sonraki süreçte ise istasyon bazında başlayarak gerekli hesaplamaları yapılmıştır. Havza içinde ve dışında bulunan bu istasyonlardaki yağış, sıcaklık, akım, kuyu seviyesi ya da baraj hacmi gibi veriler kullanılarak yapılan bu hesaplamalar ile tüm veriler indis olarak nitelendirdiğimiz ve karşılaştırma yapabildiğimiz bir formata çevrilmiştir. Bu verilerden meteoroloji istasyonlarını interpolasyon teknikleri ile alt havza ve havza bazına yayabilirken; akım, yeraltı suyu ve rezervuar ile ilgili istasyonları ise daha çok tekil olarak değerlendirmenin uygun olduğuna karar verilmiştir. NDVI ve EVI ise uydu görüntülerinden piksel bazında hesaplandığı için tüm alt havza ve havza bazında hesaplamalarda kullanılabilir durumdadır. VCI ise

NDVI'dan türetilen normalleştirilmiş NDVI olarak da görülen bir indis türü olup kuraklık için NDVI'a göre daha iyi bir gösterim sağladığı bilinmektedir.

Meteoroloji istasyonu bazındaki kuraklık indisleri ile alt havza ve havza bazında analiz yapabilmek için SGYM tarafından 2016 yılında tamamlanan "İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi" projesi kapsamında tüm Türkiye için belirlenen 10x10 Km'lik gridler kullanılarak tüm havzaya interpolasyon yöntemleri (IDW) ile dağıtılarak tüm havza bazında 10 Km'lik aralıklarda istasyonlar bulunuyor gibi hesap yapabilmek imkânı doğmuştur. Bu gridlerin ortalamaları alt havza ve havza bazında alınarak da ilgili indisin o zaman dönemindeki alt havza ya da havza değeri bulunmaktadır. Böylelikle tekil istasyonlardaki indis değerleri tüm havzaya dağıtılarak farklı analizlerin yapılabilmesine imkân verilmektedir.

İndis hesapları sonrası SYGM tarafından belirlenen 4 aralığa göre (Normal, Hafif Kurak, Orta Şiddetli Kurak ve Şiddetli Kurak) istasyon bazında kuraklık oluşma olasılıkları (riskler) hesaplanmıştır. Sonrasında yukarıdaki grid hesaplama yöntemi ile olasılıklar da alt havzalara ve havzasına dağıtılmıştır.

İndis ve risk hesaplamaları sonrası ilgili bölümde de anlatıldığı üzere kurak dönemlerin bulunması aşamasına geçilmiştir. Burada kuraklığın şiddeti ve süresi önem arz etmekte olup bu değerlere göre kurak dönemler tespit edilmiştir. Kurak dönem tespitinden sonra ilgili dönemlerdeki kuraklık şiddet haritaları indislerin ilgili aylardaki ortalamaları alınarak tek bir harita şeklinde sunulmuştur. Rapor kapsamında sadece en önemli kurak dönemlerin gösterilmesi sağlanmıştır.

Şiddet haritaları sonrası tüm havzanın risk haritaları da ilgili indisler kapsamında yapılmış olup, risk aralıklarına göre farklı çıktılar ile sunulmuştur.

Yukarıda bahsi geçen tüm hesaplamalar sonrası genel değerlendirme kısmına geçilerek havza ve kurak dönemler ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Özellikle alt havza bazında kuraklıktan etkilenebilirliği bulmak adına maruziyet indeksleri hesaplanmış olup bunlar ile ilgili tablo ve haritalar da hazırlanarak görsel bir sunum sağlanmıştır.

Son olarak ülkemizde yaşanan kurak dönemlerin tüm havzaları aynı şekilde etkilemediğini göstermek amacıyla seçilen bir dönem için tüm Türkiye'deki havzalarda bir maruziyet indisi hesaplanarak havzanın durumu ortaya konulmuştur.

3.1.1. Meteoroloji ve Hidroloji Verisi Tabanlı İndisler

3.1.1.1. Standart Yağış İndisi (SPI)

Standart Yağış İndisi (SPI) dünya genelinde kuraklığı karakterize etmek amacıyla farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan ve tüm dünyada standart olarak kabul edilen indislerden bir tanesidir. (NCAR, 2021) 1993 yılında T.B. McKee, N.J. Doesken, ve J. Kleist tarafından geliştirilen bu indis sadece yağış üzerine kurgulanmıştır (McKee vd., 1993). Kısa zaman kesitlerinde toprak nemi ile ilişkisi daha çok görülürken uzun zaman kesitlerinde yer altı suyu ve rezervuar seviyeleri ile daha çok ilişkili olduğu görülmüştür. Genel olarak 1 ile 36 ay arasındaki zaman periyotlarında indis hazırlanabildiği gibi farklı senaryolar için 48 ve üzeri aylık periyotlarda da hazırlanabilmektedir. Uzun dönem hidrolojik kuraklığı takip etmek amacıyla uzun dönem periyotlar tercih edilebilmektedir.

SPI'nin tüm dünyada yaygın olarak kullanılmasının en önemli sebebi farklı iklim ortamlarında karşılaştırma yapılabilmesine imkân vermesidir. Bu sebeple Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) 2009 yılında SPI'nin tüm dünya için kuraklık takibinde kullanılmasını önermiştir.

SPI indisinin kullanılması için en az 30 yıllık veri ile kullanılması tavsiye edilmektedir. Her ne kadar ilgili algoritma daha düşük yıl verileri ile çalışabilse de kuraklık gibi uzun dönemde gerçekleşen bir afetin akademik çalışmalar sonucunda en az 30 yıllık veri ile hesaplanmasının tutarlı sonuçlar vermesi açısından uygun olduğu görülmektedir. Hesaplama yapılırken tüm verilerin tam olması tavsiye edilse de geçmiş yıllarda teknolojik imkanların bu kadar iyi olmamasından dolayı veri kayıpları yaşanmıştır ve bu veri kayıpları “boş” olarak geçilerek hesaplamalar yapılabilmektedir. Böylelikle mevcut veri ile interpolasyon ya da veri doldurma gibi tekniklere girmeden analiz yapılabilmektedir. Bu özelliği ile de SPI diğer kuraklık indislerine göre kolay hesaplanabilirliği ile tercih edilmektedir.

SPI indisi genel olarak aylık periyotlarda hesaplanabildiği gibi haftalık veya günlük olarak da hesaplanabilmektedir. Fakat kuraklık gibi sürecin yavaş işlediği bir afet olayında birçok ülke ve kurum aylık bazda hesaplama yapmayı tercih etmektedir.

SPI indisinin hesaplaması ise verilen bir zaman ortalaması süresinde SPI'in değeri o yağışın bu zaman süresi boyunca olan aritmetik ortalamasından, \bar{X} , olan farkının aynı zaman aralığındaki standart sapmaya, S_x , bölümünden ibarettir. Bu istatistikte zaman serilerinin standartlaştırılması

işleminin aynısıdır. Verilen bir X_i yağış dizisi için (X_1, X_2, \dots, X_n) SPI aşağıdaki denklemle (Denklem 3.1) tanımlanır (Şen, 2009).

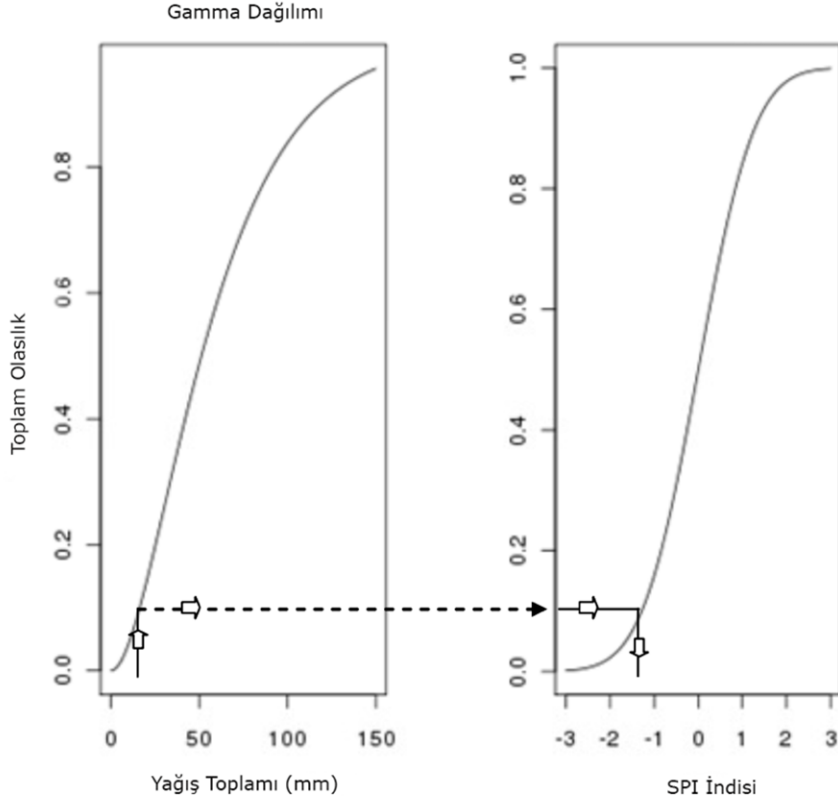
$$x_i = \frac{x_i - \bar{X}}{s_x} \quad (3.1)$$

Bu tür bir standartlaştırmanın aşağıdaki faydaları vardır:

- Standartlaştırılmış dizinin, x_i , aritmetik ortalaması 0'dır.
- Standartlaştırılmış dizinin standart sapması 1'e eşittir.
- Ortaya çıkan standart dizi 0 etrafında salınım yapan oldukça küçük artı ve eksi işaretlerden meydana gelen bir sapmalar topluluğunu gösterir. Pozitif değerler nemli dönemleri, negatif dönemler ise kurak dönemleri temsil etmektedirler.
- Standartlaşmış dizinin boyutu yoktur.

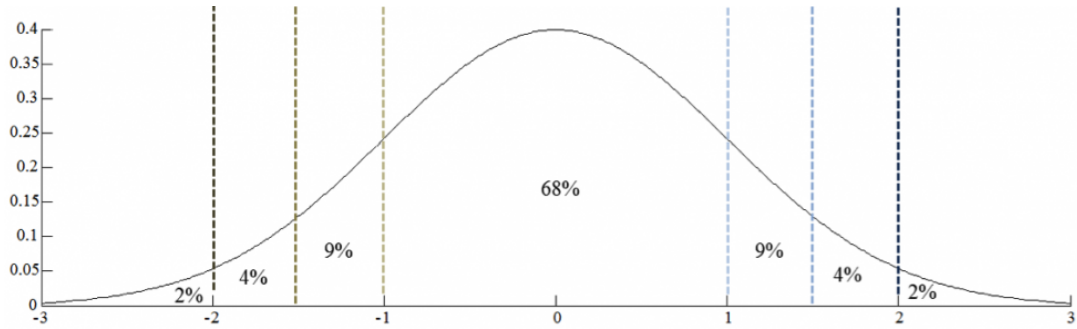
Yapılan çalışmalarda yağış değerlerinin Gauss dağılımından ziyade "Gamma" ya da "Pearson Type III" dağılımına daha iyi uyduğu görülmüştür. Bu sebeple SPI hesaplamasının temelinde yağış dizisini bu dağılımlara oturtmak bulunmaktadır. Şekil 3.1'den de görüleceği üzere yağışın önce "Gamma" dağılımına çevrilmesi ve sonrasında da SPI indisinin elde edilmesi görülmektedir (Joint Research Centre, 2020).

Rapor kapsamında hesaplaması yapılan SPI indisleri 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık periodlar için hesaplanmıştır.



Şekil 3.1 Yağışın Gamma Dağılımına Çevrilmesi ve Oradan da SPI İndisine Dönüşümü

Bu hesaplamaların sonucu ortaya çıkan değerler normal dağılım grafiğine (Şekil 3.2) uymaktadır. Bu grafiğe göre kuraklık sınıflandırması Tablo 3.1’de görünmektedir.



Şekil 3.2 SPI'nin Standart Normal Dağılım Grafiği

Tablo 3.1 Normal Dağılıma göre SPI Kuraklık Sınıflandırması

SPI Değeri	Kuraklık Sınıfı	Dağılım Yüzdesi
0,00 ile -0,99 arası	Hafif	% 34,1
-1 ile -1,49 arası	Orta	% 9,2
-1,50 ile -1,99 arası	Şiddetli	% 4,4
-2,00'den küçük	Çok Şiddetli	% 2,3

Yukarıda da bahsedildiği üzere negatif değerler kuraklığı ifade ediyor olsa da SPI indisi için literatürde 9 farklı aralıkla Tablo 3.2'de belirtilen bir skala kullanılmaktadır. Fakat bu rapor kapsamında diğer indislerle karşılaştırma yapabilmek adına 9 aralık rapor için standart olarak 4 aralığa indirgenmiştir. Bu 4 aralığa da Tablo 3.2'de gösterilmiştir (MGM, 2021).

Tablo 3.2 SPI Kuraklık Sınıflandırması

SPI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
2 ve üzeri		Aşırı nemli	-0,99 ve üzeri	Normal / Nemli Durum
1,50 – 1,99		Çok nemli		
1,00 – 1,49		Orta Düzeyde Nemli		
0,50 – 0,99		Normale Yakın Nemli		
-0,49 – 0,49		Normal		
-0,50 – -0,99		Normale Yakın Kurak		
-1,00 – -1,49		Orta Düzeyde Kurak	-1,00 – -1,49	Hafif Kuraklık
-1,50 – -1,99		Şiddetli Kurak	-1,50 – -1,99	Orta Şiddetli Kuraklık
-2 ve altı		Aşırı Kurak	-2 ve altı	Şiddetli Kuraklık

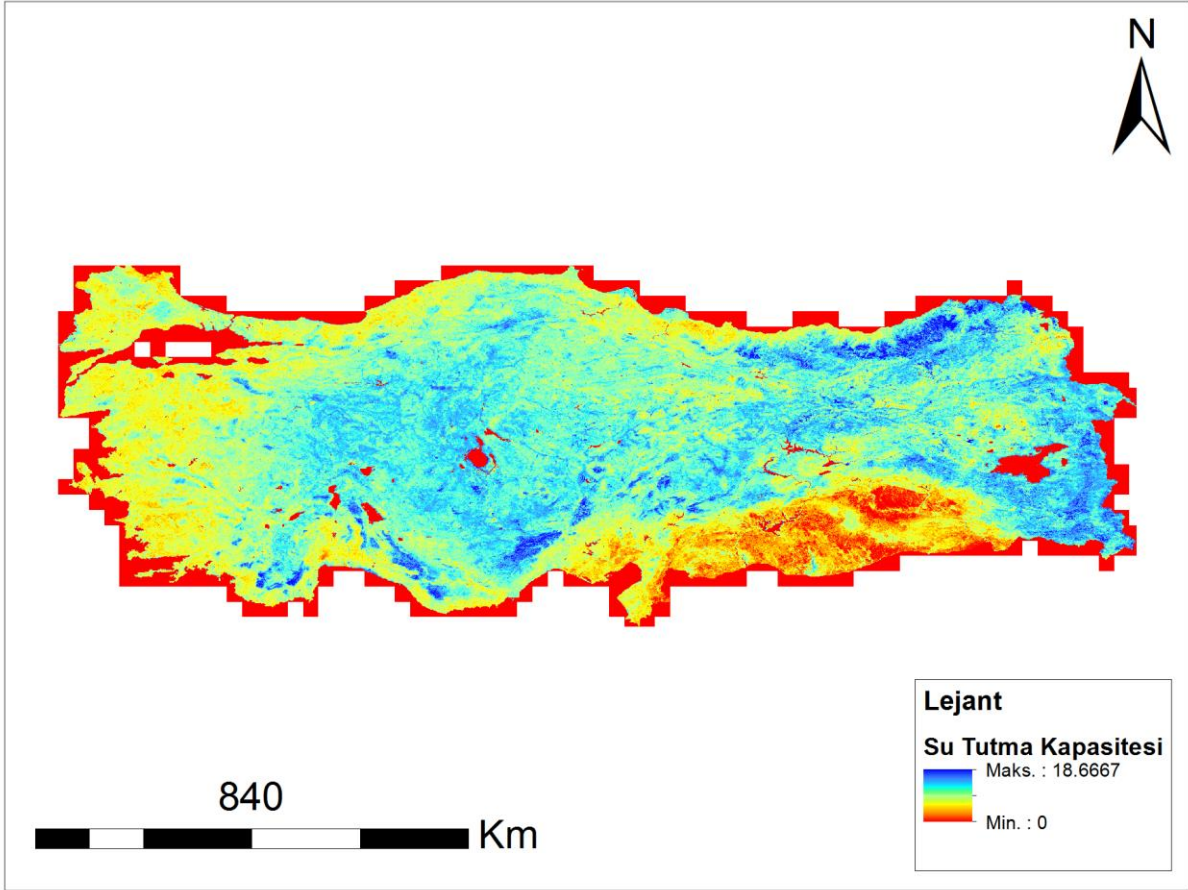
3.1.1.2. Palmer Kuraklık İndisleri

Wayne C. Palmer tarafından 1965 yılında yayınlanan bir makale ile tanıtılan ve altında farklı indisleri barındıran “Palmer” Kuraklık indisleri Standart Yağış İndisi (SPI)’in yanında farklı kuraklık durumlarını göstermek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Palmer, 1965).

SPI’ın aksine yağışa ek olarak sıcaklık ve toprağın su tutma kapasitesi parametrelerini de girdi olarak alan Palmer indisleri temel olarak toprak su/nem dengesi üzerine kurgulanmıştır. Palmer yöntemi, uzun süreli yağış azlığı ve buna bağlı toprak nem eksikliği ile nitelenen meteorolojik kuraklıkları belirlemek, nitelemek ve izlemek için geliştirilmiştir (TÜRKEŞ vd., 2009).

Palmer yönteminin hesaplama süreci, su dengesi ile başlar. Su dengesi hesapları için toprağın su tutma kapasitesi de gerekmektedir. Bu rapor kapsamındaki toprak su tutma kapasiteleri ISRIC (*International Soil Reference and Information Centre*) tarafından 2014 yılında sunulan çalışmadan alınmıştır (ISRIC, 2021). Bu çalışma kapsamında toprak ile ilgili, organik karbon, pH, bünye (kum, silt, kil, iri taneli malzeme yüzdeleri), ana kaya derinliği gibi parametrelerin yanı sıra hacimsel tarla su tutma kapasitesi 250 m uzaysal çözünürlükle; 0m, 0.15m, 0.30m, 0.60m, 1.00m ve 2.00m toprak derinlikleri için ayrı ayrı belirtilmektedir. NOAA’da çalışan akademisyenler yaptıkları çalışma için ihtiyaç duydukları maksimum toprak suyu içeriği verisi için ISRIC veritabanını kullanmışlardır. Bu kapsamda hacimsel tarla su tutma kapasitesi verisi için solma noktası alt limit olarak kabul edilmiş ($pF=4.2$), üst limit ise üç farklı basınç durumu ($pF=2.0$, $pF=2.3$, $pF=2.5$) için göz önüne alınarak üç farklı basınç türünde üç farklı hacimsel tarla su tutma kapasitesi hesaplanmış ve bitki kökü derinliği 1,00 m olarak kabul edilerek, her istasyon için üç basınç durumunda sunulan hacimsel tarla su tutma kapasitelerinin aritmetik ortalaması alınmıştır.

Rapor kapsamında tüm Türkiye’nin 1,00 m’lik ISRIC veri seti 3 farklı basınç seviyesi (2, 2,3 ve 2,5) için web sitelerinden indirilmiştir. Veri seti tüm dünya kapsamında olduğu için öncelikle Türkiye ülke sınırı itibarıyla kesilerek ülkemiz ölçeğine indirgenmiştir. Bu aşama sonrasında elimizde 3 adet farklı basınç seviyesi için 3 adet GeoTiff raster veri seti oluşmuştur. Bu 3 GeoTiff raster veri seti CBS masaüstü yazılımındaki “Raster Calculator” aracı yardımıyla her pikselin ortalaması alınarak Şekil 3.3’te gösterilen yeni tek bir GeoTiff raster görüntü oluşturulmuştur. Rapor kapsamında kullanılan istasyonların koordinatları ile bu harita keşiştirilerek ilgili noktadaki piksel değeri o istasyon için su tutma kapasitesi olarak alınmıştır.



Şekil 3.3 ISRIC Veritabanından Hazırlanan Türkiye Kapsamındaki Toprak Su Tutma Kapasite Haritası

3.1.1.2.1. Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (scPDSI)

Bölüm 3.1.1.2’de de belirtildiği üzere “Palmer” yönteminin hesaplama süreci, su dengesi ile başlar. Su dengesi, genel olarak aylık toplam yağış (P) ve aylık ortalama sıcaklık (T) verilerine dayanır. Çalışmada gerek duyulan potansiyel evapotranspirasyon (PE) değerleri, Thornthwaite yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır (Thornthwaite, 1948). Bunun için önce, Thornthwaite yaklaşımı ile istasyonların aylık ısı indisi (heat index, I) aşağıdaki formülle hesaplanır (Denklem 3.2):

$$I = \left(\frac{12}{XN}\right) * \sum_{n=1}^{12} [T(I)/5]^{1.514} \quad (3.2)$$

Burada, T(I), aylık ortalama sıcaklığı (°C); XN, dengenin olduğu ay sayısını gösterir. Ampirik olarak elde edilen (A) değişkeni, aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$A = \left(\frac{6.75}{10^7}\right) * I^3 - \left(\frac{7.71}{10^5}\right) * I^2 + \left(\frac{1.79}{10^2}\right) * I + 0.49 \quad (3.3)$$

Düzeltilmemiş potansiyel evapotranspirasyon (UPE), T(I)'nin, ısı indisinin (I) ve A'nın bir fonksiyonu olarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

$$UPE(I) = 16. * \left(\frac{10.T(I)}{I} \right)^A \quad (3.4)$$

T(I) ≥ 26.5 °C olduğu zaman, PE(I) aşağıdaki yaklaşım ile hesaplanır:

$$PE = -415.85 + (32.24 * T(I)) - (0.43 * T(I)^2) \quad (3.5)$$

Bulunan UPE değeri için ya hesaplama yoluyla ya da Thornthwaite'in gün ve ay uzunluklarına göre değişimi içeren düzeltme tablosu (Thornthwaite, 1948) kullanılarak, düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon (APE) değeri elde edilir. Toprakten evapotranspirasyon ile nem kaybı, APE aylık toplam yağıştan (P) büyükse olur. Üst toprak tabakasında nem kaybı (L_s) ya da (PE-P) ve alt tabakadan nem kaybı (L_u), aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$L_s = S'_s \text{ veya } (PE - P) \quad (3.6)$$

Hangisi daha küçükse ve L_u ≤ S_u' ise,

$$L_u = (PE - P - L_s) * \frac{S'_u}{AWC} \quad (3.7)$$

Burada, S_s' , başlangıçta yüzey tabakadaki kullanılabilir su tutarı; PE, o aya ait potansiyel evapotranspirasyon; P, aynı aya ait aylık toplam yağış tutarı; S_u' , ayın başlangıcında alt toprak tabakasında depolanan kullanılabilir su tutarı ve AWC, her iki tabakadaki toplam kullanılabilir su tutarıdır.

Palmer yaklaşımında, su dengesi için hesaplanmış birkaç parametreye gereksinim vardır. Bunlar; potansiyel yeniden dolun (PR); potansiyel kayıp (PL) ve potansiyel yüzey akışıdır (PRO). Potansiyel yeniden dolun, toprağı tarla kapasitesine getirmek için istenen su tutarıdır ve Denklem 3.8 ile hesaplanır:

$$PR = AWC - S' \quad (3.8)$$

Burada, S', ayın başlangıcında toprağın her iki tabakasında da bulunan kullanılabilir su tutarıdır. Potansiyel kayıp (PL), hiç yağış olmadığında topraktan kaybedilebilecek olan su tutarıdır ve Denklem 3.9 temel alınarak hesaplanır:

$$PL = PL_s + PL_u \quad (3.9)$$

$PL_s = PE$ ya da S_s' olduğu yerde, hangisi daha küçükse,

$$PL_u = (PE - PL_s) * \frac{S_u'}{AWC} \quad (3.10)$$

(Palmer, 1965) potansiyel yüzey akışını topraktaki kullanılabilir su tutarının bir fonksiyonu olarak tanımlamıştır. Bu fonksiyon basit olarak şöyle yazılabilir:

$$PRO = AWC - PR = S' \quad (3.11)$$

Buraya kadar elde edilen dört hesaplanmış potansiyel değeri (PE, PR, PL ve PRO), iklimsel analizin yapılması için gerekli olan dört katsayıyı hesaplamak için kullanılır. Bunlar:

Evapotranspirasyon katsayısı için, α ,

$$\alpha_j = \overline{ET} / \overline{PE} \quad (3.12)$$

Yeniden dolun katsayısı için, β ,

$$\beta_j = \overline{R}_j / \overline{PR} \quad (3.13)$$

Yüzey akış katsayısı için, γ ,

$$\gamma_j = \overline{RO} / \overline{PRO} = \overline{RO} / \overline{S'} \quad (3.14)$$

Kaydedilen nem katsayısı için, δ ,

$$\delta_j = \overline{L} / \overline{PL}_j, j = 1, 2, 3, \dots, 12 \quad (3.15)$$

Bu katsayılar kullanılarak her ay için d olarak adlandırılan nemlilik anomalisi hesaplanır. Bu değer kullanılarak da ağırlık faktörü olan K hesaplanmaktadır. d ve K değerleri ile Palmer indisi sonuçlarından birisi olan “Z İndisi” elde edilmektedir. Aylık olarak hesaplanan Z , nemli ve kurak devrelerin başlangıcını, bitişini ve şiddetini belirleyen parametrelerin hesaplanması için kullanılır. Sonuç olarak, Palmer kuraklık şiddeti aşağıdaki şekilde yazılır :

$$X_i = X_{i-1} + \frac{Z_i}{3} - 0.103 \cdot X_{i-1} \quad (3.16)$$

Burada X_i , i 'nci ay için hesaplanan PDSI değeridir. Hesaplan PDSI değerleri, Tablo 3.3'te verilen ve temel olarak (Palmer, 1965) tarafından önerilen kuraklık sınıflarına dönüştürülür. Orijinal kuraklık/nemlilik şiddeti sınıflaması (Palmer, 1965) tarafından Amerika Birleşik

Devletleri'nin Iowa merkezinde ve Kansas'ın batısındaki uygulamaları sonucu elde edilmiştir. Bu sebeple PDSI katsayıları daha çok Amerika için kalibre edilmiştir denilebilir. Bunu başka iklim koşulları ile kullanmak için Wells ve arkadaşları tarafından, kendi-kendini kalibre eden PDSI (*sc-PDSI*) olarak adlandırılan yaklaşım önerilmiştir (Wells vd., 2004). **Kendi-kendini kalibre eden PDSI** yaklaşımında, daha önce yukarıda tanımlanan tüm ampirik katsayılar otomatik bir biçimde elde edilebilmektedir. Bu rapor kapsamında da ülkemizdeki durumu daha iyi yansıtmaları açısından *scPDSI* indisi tercih edilmiştir. Bu indis diğer kuraklık indislerinin aksine periyotlarda çalışmayıp tekil olarak kullanılmaktadır.

Tablo 3.3 Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti (*scPDSI*) İndisi Sınıflandırması

scPDSI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
4 ve üzeri		Aşırı nemli	-2,00 ve üzeri	Normal / Nemli Durum
3,00 – 3,99		Çok nemli		
2,00 – 2,99		Orta Düzeyde Nemli		
1,00 – 1,99		Biraz (Hafif) Nemli		
0,50 – 0,99		Başlangıç Evrensindeki Nemli Dönem		
0,49 – -0,49		Normal		
-0,50 – -0,99		Başlangıç Evrensindeki Kurak Dönem	-2,00 – -2,99	Hafif Kuraklık
-1,00 – -1,99		Biraz (Hafif) Kurak		
-2,00 – -2,99		Orta Düzeyde Kurak		
-3,00 – -3,99		Şiddetli Kurak		
-4 ve altı		Aşırı Kurak	-4 ve altı	Şiddetli Kuraklık

3.1.1.2.2. Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndisi (scPHDI)

Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI), orijinal PDSI'dan yola çıkarak elde edilmektedir ki kullanılan programın yan çıktılarında bir tanesi de PHDI hesaplamalarıdır. PDSI'in yer altı suyu, akımlar ve depolamaları etkileyebilecek uzun dönemli kuraklığı değerlendirerek değiştirilmesi ile PHDI elde edilmektedir. PHDI kullanımı su kaynaklarını uzun zaman aralıklarında etkileyebilecek kuraklıkları dikkate alması sebebiyle faydalıdır. PDSI'da olduğu gibi üzerine kurulu olan su dengesi yaklaşımı daha genel bir yaklaşım ile genel su sisteminin değerlendirilmesine imkân vermektedir.

PHDI hesabının da PDSI hesabı gibi en az 30 yıllık veri ile yapılması tavsiye edilse de bazı makalelerde daha iyi bir sonuç için en az 50 yıllık veri ile yapılması önerilmektedir (Guttman, 1991). Her ne kadar PHDI uzun dönem kuraklığı PDSI'a göre daha iyi ifade etse de eksiklikleri yok değildir. WHO'nun 2016 yılında yayınladığı Kuraklık El Kitabına (Brian A. Fuchs & Mark D. Svoboda, 2016) göre

- Frekansların bölgeye ve yılın vaktine (aşırı kuraklığın nadir bir olay olmayabileceği yılın bazı ayları) göre değişmesi.
- İnsan kaynaklı etkilerin (sulama ve yönetim kararları) hesaplamalara dahil edilmemesi

gibi sebepler PHDI'nın en önemli eksikleri olarak görülmektedir.

PHDI da PDSI gibi ABD odaklı olarak geliştirildiği ve PDSI'ın yan çıktısı olduğu için ülkemizde kullanılması için kalibrasyona ihtiyaç duymaktadır. Bunun için scPHDI olarak adlandırılan ve scPDSI'ın yan ürünü olan indis bu rapor kapsamında kullanılmıştır. Böylelikle havza özelindeki iklim koşullarına göre istasyonların katsayı hesaplamaları özel olarak yapılmıştır.

Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (scPHDI) için literatürde kullanılan kuraklık şiddetleri ve eşik değerleri Tablo 3.4'te verilmiştir. Bu indis de scPDSI gibi diğer kuraklık indislerinin aksine periyotlarda çalışmayıp tekil olarak kullanılmaktadır.

Tablo 3.4 Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndisi Sınıflandırması

scPHDI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
4 ve üzeri		Aşırı nemli	-2,00 ve üzeri	Normal / Nemli Durum
3,00 – 3,99		Çok nemli		
2,00 – 2,99		Orta Düzeyde Nemli		
1,00 – 1,99		Biraz (Hafif) Nemli		
0,50 – 0,99		Başlangıç Evrensindeki Nemli Dönem		
0,49 – -0,49		Normal		
-0,50 – -0,99		Başlangıç Evrensindeki Kurak Dönem		
-1,00 – -1,99		Biraz (Hafif) Kurak		
-2,00 – -2,99		Orta Düzeyde Kurak	-2,00 – -2,99	Hafif Kuraklık
-3,00 – -3,99		Şiddetli Kurak	-3,00 – -3,99	Orta Şiddetli Kuraklık
-4 ve altı		Aşırı Kurak	-4 ve altı	Şiddetli Kuraklık

3.1.1.3. Standart Yağış-Buharlaştırma İndisi (SPEI)

Standart Yağış-Buharlaştırma İndisi diğer indislere kıyasla daha güncel bir kuraklık indisi olarak öne çıkmaktadır. SPI sıcaklık, bağıl nem, buharlaştırma, rüzgâr hızı, vs. gibi kuraklık koşullarını belirleyen diğer değişkenleri dikkate almayıp, sadece yağış verisi ile kuraklık analizi yapılmasına izin vermektedir ki bu da SPI'nin en büyük eksikliklerinden birisi olarak görülmektedir (Çamalan vd., 2017). Bu eksikliği gidermek amacıyla temelinde Standart Yağış İndisine (SPI) dayandırılan ve girdi parametrelerinde yağışa ek olarak sıcaklık da eklenerek potansiyel buharlaştırma-terlemeyi de hesaplayan bir indis ortaya çıkmıştır.

SPI, gelecekteki kuraklık koşullarında sıcaklık artışının rolünü ve küresel ısınma senaryolarından bağımsız olarak sıcaklık değişkenliğinin ve sıcak hava dalgalarının rolünü açıklayamamakta, buna karşılık SPEI, sıcaklık değişkenliği ve sıcaklık aşırılıklarının küresel ısınmanın ötesinde olası etkilerini açıklayabilmektedir. SPEI, buharlaştırma isteğindeki değişimlere karşı PDSI'nin duyarlılığına ve SPI'nin doğal alansal dağılımına sahiptir (Çamalan vd., 2017). Kavramsal olarak SPEI indisi farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan basit bir iklimsel su dengesini temsil eder.

SPEI hem yağış hem de Thorntwaite yöntemi ile potansiyel evapotranspirasyon için tam zaman serisi verisi gerektirmektedir. Bu durumdan dolayı eksik verinin bulunduğu yerlerde SPEI hesaplanması olası değildir. Rapor kapsamında da SPEI hesaplarında verisi eksik olan istasyonların verileri, etrafındaki istasyonlardan IDW interpolasyon yöntemi ile tamamlanmıştır. Bu yöntemde en yakın 16 istasyonun ilgili aydaki değerleri mevcut istasyona olan uzaklıkların karesi ile ters orantılı olarak dağıtılarak hesaplanmıştır. Veri olan dönemlerde de kontrol hesaplamaları yapılarak hata değerlerinin %10 ile %15 arasında değiştiği görülmüştür. Diğer indislere olduğu gibi en az 30 yıllık veri ile kullanılması tavsiye edilse de daha uzun veri seti ile daha iyi sonuçların ortaya çıkacağı belirtilmektedir (Brian A. Fuchs & Mark D. Svoboda, 2016).

SPEI hesaplaması yukarıda da bahsedildiği üzere SPI hesabı üzerine kurgulanmış olup aynı mantık ile yapılmaktadır. SPI'daki yağış girdisine ek olarak sıcaklık ile hesaplanan potansiyel buharlaştırma-terleme (PET) de hesaplanarak aralarındaki fark sisteme girdi olarak verilmektedir. Burada PET hesabı için farklı yaklaşımlar kullanılabilirdiği bilinmektedir. Örneğin Penman-Monteith gibi yaklaşımlar özellikle gerektirdiği rüzgâr hızı, sıcaklık, solar radyasyon, bağıl nem gibi temin edilmesi güç veriler gerektirdiği için bu gibi kuraklık hesabında tercih edilmemektedir (Vicente-Serrano vd., 2010a). Bu sebeple PET hesabı için sadece aylık

ortalama sıcaklık verisi gereksinimi ve daha basit bir yaklaşım olan, Palmer indisleri hesabında da kullanılan Thornthwaite yöntemi tercih edilmiştir.

SPEI hesaplamasında özellikle yaz aylarında yağışın az ya da hiç olmaması ve sıcaklığın yüksek olması sebebi ile “yağış – PET” farkının negatif olma durumu ortaya çıkmaktadır. Bu sebepten dolayı SPEI hesabında SPI’da olduğu gibi Gamma dağılımı kullanılması mümkün olmamaktadır. Gamma dağılımı yerine verileri daha iyi ifade eden log-logistic dağılımı kullanılmaktadır.

Standart Yağış Buharlaştırma İndisi (SPEI) için literatürde kullanılan kuraklık şiddetleri ve eşik değerleri SPI’ya benzerlik göstermekte olup Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5 Standart Yağış Buharlaştırma İndisi (SPEI) Sınıflandırması

SPEI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar		
2 ve üzeri		Aşırı nemli	-0,99 ve üzeri	Normal / Nemli Durum		
1,50 – 1,99		Çok nemli				
1,00 – 1,49		Orta Düzeyde Nemli				
0,50 – 0,99		Normale Yakın Nemli				
-0,49 – 0,49		Normal				
-0,50 – -0,99		Normale Yakın Kurak	-1,00 – -1,49	Hafif Kuraklık		
-1,00 – -1,49		Orta Düzeyde Kurak				
-1,50 – -1,99		Şiddetli Kurak			-1,50 – -1,99	Orta Şiddetli Kuraklık
-2 ve altı		Aşırı Kurak				

SPEI da SPI gibi farklı periyotlar için hesaplanabilmektedir. Bu rapor kapsamında hesaplanan SPEI değerleri 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık periyotlar için hesaplanmıştır.

3.1.1.4. Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI)

Normalin yüzdesi indeksi kuraklık indeksleri arasında en basitidir ve esas olarak belirlenen zaman dilimi içinde yağış miktarının ortalamasına bölünmesiyle yüzdelik halinde elde edilir. PNPI'nın hesaplanmasında yağışın 12 ay ve daha az periyotları da kullanılabilir (Şimşek vd., 2008).

$$\overline{PNPI} = \left(\frac{\bar{P}_l}{P_i} \right) * 100 \quad (3.17)$$

Bu denklemde;

PNPI : Normalin Yüzdesi İndeksi

\bar{P}_l : Aktüel yağış miktarı

P_i : Ortalama yağış miktarı

PNPI değerleri dikkate alınarak yapılan bir kuraklık değerlendirmesinde indeksin sürekli olarak eşikten küçük olduğu zaman periyodu kurak dönem olarak tanımlanır. Eşiğin altına ilk düştüğü değer kuraklığın başlangıcı olarak kabul edilirken indeksin eşikten yükseldiği değer ise kuraklığın bitimi olarak değerlendirilir.

PNPI hesabı için diğer indislerde olduğu gibi en az 30 yıllık veriye dayanması tavsiye edilmektedir. Zira normal yağış olarak kabul edilen nokta toplam verinin ortalaması olarak belirlenmektedir. Örneğin 1 Aylık PNPI hesabını ocak ayı için yaptığınız noktada tüm veri setindeki ocak ayına ait yağış değerlerinin ortalaması alınarak orantısal bağlantı kurulmaktadır. 6 Aylık PNPI hesabı için ise ocak ayından geriye doğru 5 ay daha sayarak toplam 6 ayın ortalamasının alınması gerekmektedir. PNPI'nın bu hesaplama mantığı sebebi ile 1 Aylık ve 3 Aylık sonuçları bazen yanlış yorumlara sebep olmaktadır. Zira 1 aydaki anlık fazla bir yağış ya da az bir yağış istatistiksel olarak bir dağılım ya da benzeri bir sisteme oturtulmadığı için diğer değerlere göre daha baskın görünebilmektedir. Bu sebepten dolayı uzun dönem ortalamalarında bu anomaliler dağılım göstereceği için PNPI'nın uzun dönemlerinin daha iyi sonuç verdiği bilinmektedir (Sayari vd., 2013).

PNPI'nin hesaplanması kolay olduğundan tercih edilse de hesaplama mantığı sebebi ile farklı iklimlerde karşılaştırma yapılması pek mümkün değildir. Bu sebeple farklı indisler ile birlikte değerlendirilmesi uygun olacaktır.

PNPI da SPI ve SPEI gibi farklı periyotlar için hesaplanabilmektedir. Bu rapor kapsamında hesaplanan PNPI değerleri 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık periyotlar için hesaplanmıştır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kuraklık Analizleri web sayfasından (MGM, 2021) alınan bilgiye göre PNPI için farklı periyotlarda farklı limit değerler uygulanmaktadır. Bu sebeple kuraklık şiddetleri ve eşik değerlere; 1 ve 3 Aylık Periyotlar için Tablo 3.6'dan, 6 Aylık Periyot için Tablo 3.7'den, 9 Aylık Periyot için Tablo 3.8'den, 12 ve 24 Aylık Periyot için ise Tablo 3.9'dan ulaşılabilir.

Tablo 3.6 Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI) 1-3 Aylık Sınıflandırması

PNPI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
%75 ve üstü		Normal ve üzeri	%75 ve üstü	Normal / Nemli Durum
%65 - %75		Hafif Kurak	%65 - %75	Hafif Kuraklık
%55 - %65		Orta Şiddette Kurak	%55 - %65	Orta Şiddetli Kuraklık
%55 ve altı		Şiddetli Kurak	%55 ve altı	Şiddetli Kuraklık

Tablo 3.7 Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI) 6 Aylık Sınıflandırması

PNPI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
%80 ve üstü		Normal ve üzeri	%80 ve üstü	Normal / Nemli Durum

%70 - %80		Hafif Kurak	%70 - %80	Hafif Kuraklık
%60 - %70		Orta Şiddette Kurak	%60 - %70	Orta Şiddetli Kuraklık
%60 ve altı		Şiddetli Kurak	%60 ve altı	Şiddetli Kuraklık

Tablo 3.8 Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI) 9 Aylık Sınıflandırması

PNPI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
%83,5 ve üstü		Normal ve üzeri	%83,5 ve üstü	Normal / Nemli Durum
%73,5 - %83,5		Hafif Kurak	%73,5 - %83,5	Hafif Kuraklık
%63,5 - %73,5		Orta Şiddette Kurak	%63,5 - %73,5	Orta Şiddetli Kuraklık
%63,5 ve altı		Şiddetli Kurak	%63,5 ve altı	Şiddetli Kuraklık

Tablo 3.9 Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI) 12-24 Aylık Sınıflandırması

PNPI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
%85 ve üstü		Normal ve üzeri	%85 ve üstü	Normal / Nemli Durum
%75- %85		Hafif Kurak	%75 - %85	Hafif Kuraklık
%65 - %75		Orta Şiddette Kurak	%65 - %75	Orta Şiddetli Kuraklık
%65 ve altı		Şiddetli Kurak	%65 ve altı	Şiddetli Kuraklık

3.1.1.5. Keşif Kuraklık İndisi (RDI)

Kuraklık Keşif indeksi (Orijinal terim; Reconnaissance Drought Index - RDI olarak yayımlanmıştır), bir su sisteminde girdi ve çıktılar arasındaki dengeyi dikkate alarak, su eksikliği hakkında nispeten daha doğru bir yaklaşım sunmak için 2003 yılında Yunanistan'da Atina Ulusal Teknik Üniversitesinde geliştirilmiştir (Tsakiris vd., 2007).

Bu yaklaşım, eklenik yağışlar (ölçülen) ve potansiyel evapotranspirasyona (hesaplanan) dayandırılmış olup, başlangıç, normalize edilmiş ve standardize edilmiş değerler olmak üzere üç adet çıktı sunmaktadır. Standardize edilmiş çıktılar, SPI'nın yapısına benzerlik göstermekte ve doğrudan karşılaştırılabilmektedir. Girdi parametreleri, aylık sıcaklıklar ve yağış değerleridir.

Kuraklığın tarım ve su kaynakları üzerindeki etkileri, başlıca ilgi alanıdır. Potansiyel evapotranspirasyonun kullanılması, bir bölgedeki su dengesini, dolayısıyla kuraklığın şiddetini, SPI'a göre daha iyi temsil etmektedir. Fakat potansiyel evapotranspirasyon hesaplamaları, yalnızca sıcaklık değerleri kullanıldığından dolayı bazı hatalara neden olabilmektedir. Ayrıca aylık ölçekler, özellikle hızlı gelişen kuraklık olaylarında hızlı reaksiyon veremeyebilmektedir.

$$\alpha_0^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^{12} P_{ij}}{\sum_{j=1}^{12} PET_{ij}}, i = 1(1)N \text{ ve } j = 1(1)12 \quad (3.18)$$

Eşitlikte P_{ij} ve ET_{0ij} sırasıyla i. yılın j. ayının toplam yağmur ve referans bitki su tüketimini (ET_0) ifade etmektedir. RDI indeksi, seçilmiş bir zaman dilimi (k-referans periyodu) için hesaplanan (α_{ik}) değerleri ile hesaplanan (α_{ik}) değerlerinin ortalama miktarının farkının, hesaplanan (α_{ik}) değerlerinin standart sapmasına bölünmesi ile elde edilir.

$$RDI_{st(k)}^{(i)} = \frac{y_k^{(i)} - y_k}{\sigma_{y_k}} \quad (3.19)$$

μ_0 ve σ_0 , sırasıyla α_k 'nın ortalama ve standart sapmasıdır. Bu ilişkiden RDI değerlerini elde etmek için α_k değerlerinin normal dağılım göstermesi gerekir. α_k değerlerinin genellikle log-normal veya gama dağılımına uyum gösterdiğini, ancak birçok durumda gama dağılımının daha iyi sonuç verdiğini ortaya konmuştur (Tsakiris vd., 2007). Bu nedenle RDI indeksinin hesaplanması için öncelikle α_k değerlerinin frekans dağılımının normalliği test edilmelidir.

Keşif Kuraklık İndisi (RDI) için literatürde kullanılan kuraklık şiddetleri ve eşik değerleri SPI’ya benzerlik göstermekte olup

Tablo 3.10’da verilmiştir.

Tablo 3.10 Keşif Kuraklık İndisi (RDI) Sınıflandırması

RDI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
2 ve üzeri		Aşırı nemli	-0,99 ve üzeri	Normal / Nemli Durum
1,50 – 1,99		Çok nemli		
1,00 – 1,49		Orta Düzeyde Nemli		
0,50 – 0,99		Normale Yakın Nemli		
-0,49 – 0,49		Normal		
-0,50 – -0,99		Normale Yakın Kurak		
-1,00 – -1,49		Orta Düzeyde Kurak	-1,00 – -1,49	Hafif Kuraklık
-1,50 – -1,99		Şiddetli Kurak	-1,50 – -1,99	Orta Şiddetli Kuraklık
-2 ve altı		Aşırı Kurak	-2 ve altı	Şiddetli Kuraklık

RDI da SPI gibi farklı periyotlar için hesaplanabilmektedir. Bu rapor kapsamında hesaplanan RDI değerleri 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık periyotlar için hesaplanmıştır.

3.1.1.6. Ondalıklar İndisi (Deciles)

Avusturalya Meteoroloji Bürosu çalışanlarından Gibbs and Maher isimli 2 kişi tarafından 1967 yılında geliştirilen bu kuraklık indisi temelde basit matematik üzerine kurgulanmıştır. İndisin hesaplanması için gereken tek girdi yağış verisidir.

Temel olarak mevcut yağış verisi aylık bazda küçükten büyüğe doğru sıralanarak 10 farklı gruba ayrılmaktadır. 10 farklı gruba bölünen bu yağış değerlerine sırası ile 1'den 10'a kadar değerler atanarak Ondalıklar indisi oluşturulmaktadır (Şen, 2015).

Ondalıklar indisinin de diğer indislerde olduğu gibi en az 30 senelik veri ile çalıştırılması tavsiye edilmektedir. Hatta Avusturalya'da 100 senelik veri ile çalıştırıldığı bilinmektedir. Diğer indislerde olduğu gibi veri sayısının artması doğal olarak indisin tutarlılığını da arttırmaktadır.

Ondalıklar indisinin aylık bazda olması sebebi ile uzun dönem kuraklık hesaplarında diğer indislerle kıyaslanması uygun görülmesi de alternatif bir indis oluşu ve hesaplanmasının kolay olması sebebi ile farklı ülkelerde kullanılmaktadır. Ondalıklar indisinin en önemli dezavantajı da eşit aralıklarla dağıtım yapıldığı için kuraklık riski hesaplanmasında tüm kuraklık gruplarının aynı olasılık değerini almasıdır.

Rapor kapsamında aylık bazda hesaplanan ondalıklar indisi için literatürde kullanılan kuraklık şiddetleri ve eşik değerleri PNPI'a benzerlik göstermekte olup Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11 Ondalıklar İndisi Sınıflandırması

Ondalıklar – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
9-10		Normalin Çok Üstünde	2,5 ve üstü	Normal / Nemli Durum
7-8		Normalin Üstünde		
5-6		Normal	1,5 – 2,5	Hafif Kuraklık
3-4		Normalin Altında	0,75 – 1,5	Orta Şiddetli Kuraklık
1-2		Normalin Çok Altında	0 – 0,75	Şiddetli Kuraklık

3.1.1.7. Standart Akım İndisi (SRI)

Standart Akım İndisi kuraklığın akışa etkisinin belirlenmesi amacıyla Standart Yağış İndisi (SPI) temel alınmak suretiyle Shukla ve Wood tarafından 2008 yılında geliştirilmiştir (Shukla & Wood, 2008). SRI hesaplama sistemi SPI ile birebir aynı olmakla birlikte SRI hesaplarında aylık yağış verileri yerine girdi parametresi olarak aylık akım verileri kullanılmaktadır (Gürler, 2017).

SPI ve SRI değerlerinin zamana bağlı değişiminde belli bir korelasyona sahip olduğunu gösteren birçok çalışma mevcuttur (Shukla & Wood, 2008). SPI’da olduğu gibi farklı periyotlar için hesaplamalar yapılabilmektedir. Ayrıca eksik veriler ile de indis çalıştırılabilmektedir. SRI ile hidrolojik kuraklığın etkileri daha çok ön plana çıktığı için hidrolojik kuraklık analizlerinde tercih edilmektedir.

SRI hesabında akım gözlem istasyonlarının ölçülen akım değerleri yerine doğallaştırılmış akım değerleri kullanılmaktadır. Zira akarsulara yapılan baraj, regülatör, HES gibi tesisler ile akarsulardan sanayi ve sulama için yapılan çekimler akım değerlerini negatif bir yönde etkilemekte ve havzadaki akışa geçen su potansiyelini az göstermektedir.

SRI da SPI ve SPEI gibi farklı periyotlar için hesaplanabilmektedir. Bu rapor kapsamında hesaplanan SRI değerleri 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık periyotlar için hesaplanmıştır.

SRI için literatürde kullanılan kuraklık şiddetleri ve eşik değerleri SPI’ya benzerlik göstermekte olup Tablo 3.12’de verilmiştir.

Tablo 3.12 SRI Kuraklık Sınıflandırması

SRI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
2 ve üzeri		Aşırı nemli	-0,99 ve üzeri	Normal / Nemli Durum
1,50 – 1,99		Çok nemli		
1,00 – 1,49		Orta Düzeyde Nemli		
0,50 – 0,99		Normale Yakın Nemli		

-0,49 – 0,49		Normal		
-0,50 – -0,99		Normale Yakın Kurak		
-1,00 – -1,49		Orta Düzeyde Kurak	-1,00 – -1,49	Hafif Kuraklık
-1,50 – -1,99		Şiddetli Kurak	-1,50 – -1,99	Orta Şiddetli Kuraklık
-2 ve altı		Aşırı Kurak	-2 ve altı	Şiddetli Kuraklık

3.1.1.8. Standart Yeraltı Suyu İndisi (SGI)

Meteorolojik kuraklık ile başlayıp Tarımsal ve Hidrolojik kuraklık ile devam eden kuraklık olayları zaman içerisinde yer altı su kütlelerini de etkileyerek azalmalara sebep olabilir (Bloomfield ve Marchant, 2013) . Ayrıca yer altı suyu ile bilinçsiz tarımsal sulama yaparak da su kütlelerinin potansiyeli azaltılabilmektedir. Bu gibi durumlarda kuraklığın yer altı su kütlelerine etkisini görmek amacıyla SPI yöntemine benzer olarak Standart Yeraltı Suyu İndisi hesaplanmaktadır.

SGI hesaplaması ise verilen bir zaman ortalaması süresinde SGI'in değeri o kuyu seviyesinin bu zaman süresi boyunca olan aritmetik ortalamasından, \bar{X} , olan farkının aynı zaman aralığındaki standart sapmaya, S_x , bölümünden ibarettir. Bu istatistikte zaman serilerinin standartlaştırılması işleminin aynısıdır. Verilen bir X_i yağış dizisi için (X_1, X_2, \dots, X_n) SGI aşağıdaki denklemle (Denklem 3.20) tanımlanır (Şen, 2009).

$$x_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S_x} \quad (3.20)$$

SRI'da olduğu gibi SGI da SPI benzeri bir temel üzerine kurgulanmış olup girdi olarak rasat kuyularının seviyeleri verilmektedir.

SGI da SPI ve SPEI'dan farklı olarak periyotlar için hesaplanmayıp rapor kapsamında hesaplanan SGI değerleri 1 aylık periyot için hesaplanmıştır.

SGI için literatürde kullanılan kuraklık şiddetleri ve eşik değerleri SPI'a benzerlik göstermekte olup Tablo 3.13'te verilmiştir.

Tablo 3.13 SGI Kuraklık Sınıflandırması

SGI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
2 ve üzeri		Aşırı nemli	-0,99 ve üzeri	Normal / Nemli Durum
1,50 – 1,99		Çok nemli		
1,00 – 1,49		Orta Düzeyde Nemli		
0,50 – 0,99		Normale Yakın Nemli		
-0,49 – 0,49		Normal		
-0,50 – -0,99		Normale Yakın Kurak	-1,00 – -1,49	Hafif Kuraklık
-1,00 – -1,49		Orta Düzeyde Kurak		
-1,50 – -1,99		Şiddetli Kurak		
-2 ve altı		Aşırı Kurak	-2 ve altı	Şiddetli Kuraklık

3.1.1.9. Standart Rezervuar Miktar Suyu İndisi (SRSI)

Bu indis kuraklık koşullarında depolama verilerinin daha sistematik analiz edilebilmesi için Gusyev tarafından Japonya’da geliştirilmiştir (Nawai vd., 2015). Hesaplama mantığı SPI ile aynı olup standartlaştırılmış olasılık dağılımı baz alınmaktadır. İndisin girdisi olarak aylık depolama hacimleri alınmaktadır.

SRSI depolama yönünden kuraklık hesaplamalarında kullanılmakta olup buharlaşmanın hesaba katılmaması indisin dezavantajı olarak görülebilir.

SRSI da SPI ve SPEI’den farklı olarak periyotlar için hesaplanmayıp rapor kapsamında hesaplanan SRSI değerleri 1 aylık periyot için hesaplanmıştır.

SRSI için literatürde kullanılan kuraklık şiddetleri ve eşik değerleri SPI’ya benzerlik göstermekte olup Tablo 3.14’te verilmiştir.

Tablo 3.14 SRSI Kuraklık Sınıflandırması

SRSI – Eşik Değerler	Literatürdeki Renkler	Literatürdeki Sınıflar	Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
2 ve üzeri		Aşırı nemli	-0,99 ve üzeri	Normal / Nemli Durum
1,50 – 1,99		Çok nemli		
1,00 – 1,49		Orta Düzeyde Nemli		
0,50 – 0,99		Normale Yakın Nemli		
-0,49 – 0,49		Normal		
-0,50 – -0,99		Normale Yakın Kurak		
-1,00 – -1,49		Orta Düzeyde Kurak	-1,00 – -1,49	Hafif Kuraklık
-1,50 – -1,99		Şiddetli Kurak	-1,50 – -1,99	Orta Şiddetli Kuraklık
-2 ve altı		Aşırı Kurak	-2 ve altı	Şiddetli Kuraklık

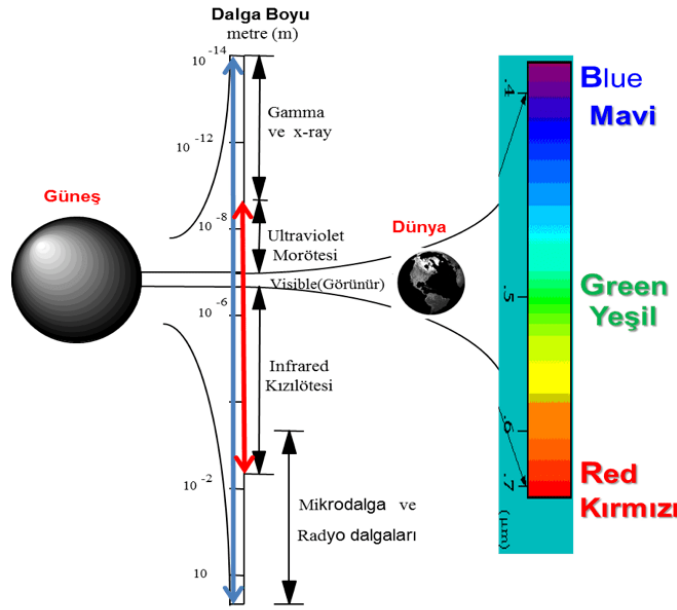
3.1.2. Uzaktan Algılama Temelli İndisler

Uzaktan Algılama, dünyanın ve dünya üzerindeki yer kaynaklarının fiziksel bir temas olmadan uydu, uçak, helikopter ve drone benzeri araçlar ile kaydedilmesi tekniğidir. İnternette sıkça kullanılan Google Maps gibi web uygulamalarında karşımıza çıkan uydu görüntüleri aslında uzaktan algılama yöntemleri ile çekilen görüntülerin birleştirilmesi ile oluşturulmaktadır.

Uzaktan algılamada görüntülerin çekilmesi için öncelikle odaklanılan objelerden yansıyan farklı dalga boylarındaki ışınların yakalanması gerekmektedir. Bu işlem sonrası farklı dalga boylarına göre tasarlanmış olan sensörler ilgili veriyi sisteme kaydeder. Her bir sensörün kaydettiği bu veriler için bant verisi terimi kullanılabilir. Bu kayıt sonrası verileri ister tek bant istenirse de çoklu bantların kombinasyonu olarak kullanarak farklı analizler ya da görselleştirmeler yapılabilir. Örneğin Google Maps'te görüntülenen altlıklar Kırmızı-Yeşil-

Mavi (RGB) bantları olarak adlandırılan ve insan gözünün gördüğü bir dalga aralığında olan kısımda çekilen bantların birleştirilmesi (true-color) ile oluşturulmaktadır (Lavender ve Lavender, 2016).

Elektromanyetik Spektrum olarak adlandırılan dalga boyları aralıkları ile ilgili görsel açıklamalar aşağıdaki grafikte verilmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Uzaktan Algılamada Kullanılan Elektromanyetik Spektrum (Açıköğretim İstanbul Üni., 2021)

Bu grafikten de görüleceği üzere uzaktan algılamada sadece görünür dalgalar değil farklı dalgalar da kullanılarak insan gözünün algıladıkları ötesinde dünya üzerindeki kaynakların farklı kısımları da anlaşılmaya çalışılmaktadır. Örneğin Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü (NDVI) olarak adlandırılan ve rapor içerisinde ilerleyen süreçte detayları verilen indisin hesaplanmasında kullanılan “Yakın Kızılötesi” bandı (0,76-0,90 μm) bitkilerin daha fazla yansıttığı için bitki sağlığını tahmin etmek için kullanılmaktadır. “Yakın Kızılötesi”-Kırmızı ve Yeşil bantları bir araya getirilerek de oluşturulan görüntüye “Yalancı Renk” görünümü olarak adlandırılmaktadır. Bu görüntü de gerçek renk görüntüden farklı olarak orman ve bitki örtüsü kırmızı olarak görüntülenmekte ve kolaylıkla bitkisel alanların diğer alanlardan ayrılması sağlanmaktadır (Uzaktan Algılamaya Giriş, 2021).

Uzaktan algılama teknolojilerinin çok farklı alanlarda uygulamaları olmakla birlikte özellikle iklim değişikliğinin hız kazanması sonrası aşağıdaki alanlarda daha yoğun olarak kullanılmaktadır (Uzaktan Algılamaya Giriş, 2021).

- Sayısal Arazi Modellerinin Üretilmesi
- Su Kaynakları Yönetimi
- Su Kalitesi Analizleri
- Taşkın Haritalaması ve İzleme
- Kuraklık Haritalaması ve İzleme
- Sulak Alanların Haritalanması
- Jeolojik Uygulamalar
- Ormancılık Uygulamaları
- Tarımsal Faaliyetler (Ürün Deseni Bulma, Gelişim ve Rekolte Takibi)
- Yük gemileri ve yasadışı faaliyetlerin takibi

Son dönemdeki teknolojinin hızlı gelişimi ve uzaya erişimin kolaylaşması ile sadece NASA ya da ESA gibi büyük bütçeli araştırmacı kurumlar değil, düşük bütçeli özel sektör firmaları da uzaya uydu ya da cube-sat olarak adlandırılan küçük uyduları rahatlıkla gönderebilmektedirler. Örneğin, Planet firmasının 2021 yılı itibari ile 150 adet küçük uydusu günlük olarak 3 metre çözünürlükte 4 bant görüntü çekebilmektedir. Bu sayede taşkın, kuraklık ya da tarımsal takip günlük olarak yapılabilir.

Uzaktan algılamanın kuraklık tarafındaki en önemli avantajı, meteorolojik gözlemlere göre daha detaylı ve sık veri alınabilmesidir. Örneğin rapor kapsamında kullanılan MODIS uydularının verileri 16 günlük periyotlarda 250 metre çözünürlükte temin edilebilmektedir. Böylelikle özellikle tarımsal kuraklığın takibi, bitki gelişimi ve kuraklığın gelişime etkisi gibi konularda daha detaylı ve hızlı karar verilebilmesine imkân sağlamaktadır. Eğer ülke ya da havza yerine daha küçük bir alanda kuraklık ve tarımsal takip yapılması gerekiyorsa Landsat 8 (30 m) ya da Sentinel 2 (10 m) gibi daha yüksek çözünürlükte görüntü sağlayan ve ücretsiz olan uydular tercih edilebilmektedir.

Rapor kapsamında özellikle tarımsal kuraklığın takibi için tavsiye edilen NDVI, EVI ve VCI indeksleri hesaplanarak rapor kapsamında sunulacaktır. Bu indekslerin her biri bitki durumuna farklı bir şekilde yaklaşarak tarımsal kuraklık konusunda bilgi veriyor olacaktır.

3.1.2.1. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

Üst kısımda bahsedildiği üzere uzaktan algılama teknolojileri son dönemde kuraklık takibini önemli ölçüde kolaylaştırmıştır. Kuraklık takibi için özellikle bitkilerin de takibinde kullanılan “Yakın Kızılötesi” bant ve diğer yardımcı bantlar kullanılmaktadır. “Yakın Kızılötesi” banda sahip ve uzun bir süredir hizmet veren uydular proje kapsamında incelendiğinde, havza genelinde kullanmak amacıyla 2 uydu genel olarak kullanılmaktadır (Peters vd., 2002). MODIS ve AVHRR olarak adlandırılan bu uydulardan farklı tekrarlanma sürelerinde, farklı çözünürlüklerde veri temin edilebilmekte olup, bu detaylara aşağıdaki tablodan (Tablo 3.15) ulaşılabilmektedir.

Tablo 3.15 MODIS ve AVHRR Uydu Özellikleri

Uydu	Kısa Adı	Veri Zaman Aralığı	Çözünürlük	Tekrarlı Çekim Süresi
MODIS (The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)	MOD13Q1 NDVI	2000-2021	250 m	16 Gün
AVHRR (The Advanced Very High Resolution Radiometer)	AVHRR NDVI	1980-2021	4 Km	1 Gün

İlgili tablodan (Tablo 3.15) görüleceği üzere AVHRR uydusunun veri çekim periyodu kısa olsa da çözünürlük bakımından 4 Km olması sebebi ile tercih edilmemiştir. MODIS uydusu 250 m olan çözünürlüğü ve 16 günlük tekrarlı çekim süresi ile mevcut durumda kullandığımız meteorolojik indisler ile daha iyi entegre olabileceği için tercih edilmiştir.

Bitki durumunu gösteren bu “Yakın Kızılötesi” bandı kullanan NDVI ile arazi örtüsü değişim durumu, bitki/ağaç sınıflandırma, kuraklık ve tarımla ilgili çalışmalarda büyük önem arz etmektedir.

NDVI hesabı için uyduların kırmızı ve yakın kızılötesi bantlarının verileri kullanılmaktadır. Bu kapsamda verileri ortak bir aralığa çekerek karşılaştırılmasını sağlamak amacıyla kullanılan 2 bandın farkı alınarak aşağıdaki formül ile normalize edilmektedir.

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} \quad (3.21)$$

NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişmektedir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e doğru yaklaşırken, bulutlar, su ve kar düşük (eksi) NDVI indeks değerlerine sahiptir. Çıplak toprak ve zayıf bitki örtüsü durumunda ise sıfıra yakın NDVI değeri gösterir (Hatfield et al., 1985). Bir NDVI haritasında tarımın yoğun olduğu bölgeler gözlemlendiğinde, düşük NDVI değerlerine sahip alanlar kuraklık, aşırı rutubet, hastalık ve zararlılar gibi çeşitli nedenlerle zayıf bitki gelişiminin olduğu bölgeleri işaret etmektedir. Diğer taraftan yüksek NDVI değerleri ise bitki gelişiminin sağlıklı olduğu yerleri göstermektedir (Yıldız vd., 2012).

NDVI değerleri incelendiği durumda kar, kum veya kaya olan alanlar 0'a yakın değerler vermektedir. Bitki örtüsünün olduğu alanlar ise 0.2 ile başlayarak 0.9'a kadar çıkabilmektedir. Bu aralık bitki örtüsünün durumuna ve yoğunluğuna göre değişebilmektedir.

Üst kısımda bahsedildiği üzere NDVI hesabı için MODIS uyduları verileri kullanılmış olup MODIS verileri NDVI'ı hesaplanmış olarak sunmaktadır. Bu veriler 16 günlük periyotlarda yayınlanmaktadır. 2002 yılından bu yana yayınlanan 16 günlük veriler aylık olarak ortalaması alınıp gruplandırılarak aylık NDVI değerleri hesaplanmış ve rapor içerisinde kullanılmıştır.

3.1.2.2. Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI)

Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (Enhanced Vegetation Index – EVI) da NDVI'a benzer bir indeks olup bitkinin yeşillik oranına odaklanmaktadır. EVI, atmosferik koşullar ve toprak arka planı gibi çevresel faktörlerin olumsuz etkilerini azaltmasına rağmen, ışık kaynağı ve sensör pozisyonundaki bir değişikliğe yanıt olarak yataydan eğimli bir yüzeye yönelim değişikliğine eşlik eden parlaklıktaki değişim olarak tanımlanan topografik etkiyi dikkate almaz. Aslında, topografik etki, muhtemelen, özellikle tepelik alanlarda, kalibrasyonda gürültüye katkıda bulunan önemli bir çevresel faktördür. İyi bilindiği gibi, bir yüzeyin güneş spektrumunun görünür ve yakın kızılötesi kısımlarındaki topografik etkiler karşılaştırılabilir. Bu nedenle, NDVI, RVI, vb. gibi bant oranları olarak ifade edildiğinde topografik etki ortadan kaldırılabilir veya zayıflatılabilir. NDVI'dan farklı olarak, EVI, paydasında sabit bir terim olan toprak ayarlama faktörü L'yi içerir. Bu sabit, EVI'nın bant oranı formatı olmayan bir terimi içermesine izin verir. Bu nedenle, EVI üzerindeki topografik etki, NDVI üzerindeki kadar basit bir şekilde göz ardı edilemez (Matsushita vd., 2007). EVI aşağıda gösterilen yöntem ile hesaplanmakta olup NDVI gibi genel olarak -1 ile +1 arasında bir değer vermektedir.

$$EVI = G * \frac{(NIR-RED)}{(NIR+C1 * RED-C2 * BLUE+L)} \quad (3.22)$$

Bu formülde *G* değeri kazanım faktörü olarak 2.5, *C1* değeri 6, *C2* değeri 7.5 ve *L* değeri de 1 olarak alınmaktadır.

NDVI indeksi klorofile daha duyarlı iken, EVI ise yaprak alan indeksi (LAI), kanopi, bitki fizyonomisi ve kanopi mimarisi dahil olmak üzere kanopi yapısal varyasyonlarına daha duyarlıdır. İki vejetasyon indeksi, küresel vejetasyon çalışmalarında birbirini tamamlar ve vejetasyon değişikliklerinin tespiti ve kanopi biyofiziksel parametrelerinin çıkarılması üzerine gelişir. NDVI ve EVI arasındaki diğer bir fark ise kar varlığında NDVI'nın azalması, EVI'nın artmasıdır (Enhanced vegetation index, 2021).

Üst kısımda bahsedildiği üzere EVI hesabı için MODIS uyduları verileri kullanılmış olup MODIS verileri EVI'ı hesaplanmış olarak sunmaktadır. Bu veriler 16 günlük periyotlarda yayınlanmaktadır. 2002 yılından bu yana yayınlanan 16 günlük veriler aylık olarak ortalaması alınıp gruplandırılarak aylık EVI değerleri hesaplanmış ve rapor içerisinde kullanılmıştır.

3.1.2.3. Bitki Durumu İndeksi (VCI)

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere NDVI indeksi bitki örtüsünün sağlığı ve değişimi ile ilgili en önemli indekslerden birisidir. Fakat NDVI verisi anlık olarak ilgili alanı temsil etmekte ve alanın daha önceki süreçlerdeki durumu ile ilgili karşılaştırma yapmak ya da diğer alanlarla karşılaştırma yapmak amacıyla kullanılması uygun değildir. Bu sebeple kuraklığın bitki örtüsüne olan etkisi, kuraklığın başlangıç ve bitişi ile kuraklığın şiddeti konusunda önemli bilgiler vermektedir (Kogan, 1995). Ayrıca VCI ile kuraklığı daha önce belirlenen 4 aralığa göre sınıflandırmak da mümkün olacağı için meteorolojik indislerle de kıyaslama imkânı ortaya çıkmıştır.

VCI hesaplamasında ilgili alanın (pikselin) maksimum ve minimum değerleri alınarak mevcut değer ile farkı alınarak normalize edilir. Aşağıdaki formül ile NDVI değerlerinin VCI olarak nasıl hesaplandığı gösterilmektedir.

$$VCI_i = \frac{(NDVI_i - NDVI_{min})}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})} * 100 \quad (3.23)$$

Bu hesaplama sonucu 0 ile 100 arası değerlerin çıkması beklenmektedir. Böylelikle bu durum indisi farklı dönemler ya da farklı alanların kıyaslamasında kullanabilir hale getirmiştir. Ayrıca aşağıdaki tabloda (Tablo 3.16) belirtilen sınıflara göre diğer indisler ile de kıyaslama yapılması mümkün hale gelmiştir (Jiao vd., 2016).

Tablo 3.16 VCI Kuraklık İndisi Sınıflandırması

Rapor Kapsamındaki Değerler ve Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
37,5 ve üstü	Normal / Nemli Durum
25 - 37,5	Hafif Kuraklık
12,5 - 25	Orta Şiddetli Kuraklık
0 - 12,5	Şiddetli Kuraklık

3.1.3. Kuraklık Sınıflandırmaları ve Eşik Değerler

Rapor kapsamındaki analiz çalışmalarında ilk etapta tüm indisler literatür çıktılarına göre çalıştırılmışlardır. Fakat indisler arası karşılaştırma yapılmasına imkân verilmesi açısından indis açıklama kısımlarında da belirtildiği üzere 4 farklı sınıf belirlenmiştir. Her indisin açıklama kısmında yer verilen tablolarda hem literatürdeki eşik değerler ve renkler hem de rapor kapsamında kullanılan eşik değerler ve renkler gösterilmektedir.

Raporun ana kısmındaki tüm grafik ve haritalarda bahsi geçen 4 renge göre sınıflandırma yapılmış olup ilgili renk ve açıklamalara Tablo 3.17'den erişilebilmektedir.

Tablo 3.17 Kuraklık Sınıflandırmaları ve Renkleri

Rapor Kapsamındaki Renkler	Rapor Kapsamındaki Sınıflar
Beyaz	Normal / Nemli Durum
Sarı	Hafif Kuraklık
Turuncu	Orta Şiddetli Kuraklık
Kırmızı	Şiddetli Kuraklık

3.1.4. Eğilim Analizleri

Hidrometeorolojik verilerin zaman serilerinde uzun yıllar boyunca anlamlı bir artış veya azalış olup olmadığının araştırılması için eğilim (trend) analizleri yapılır. Stokastik süreçlerde değişken gidişler, yani süreçlerin eğilim gösteren kısımları, zamanla tedrici bir artma veya azalma gösterebileceği gibi ani bir sıçrama da olabilir. Bu gibi değişiklikler, hidrolojide doğal veya insan sebepli değişikliklerden kaynaklanabilir. Yeni bir su yapısının inşası, orman yangınları, göllerin dolması gibi sebepler bu değişikliklere yol açabilir (Bayazıt, 1974). Günümüzde trendlerin en önemli sebeplerinden biri olarak da küresel iklim değişikliği görülmektedir. Bu proje kapsamında, kuraklık analizlerinde kullanılan verilerde zaman içinde bir değişim olup olmadığını belirlemek ve eğer varsa bu değişimin yönünü tespit etmek amacıyla Mann-Kendall trend analizi (Mann, 1945; Kendall, 1975) uygulanmış ve sonuçları sunulmuştur. Mann-Kendall testi, parametrik olmayan bir test olup, verilerin belirli bir dağılıma uyma koşuluna bağlı olmadığı için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

3.1.5. Meteorolojik Eğilim Analizleri

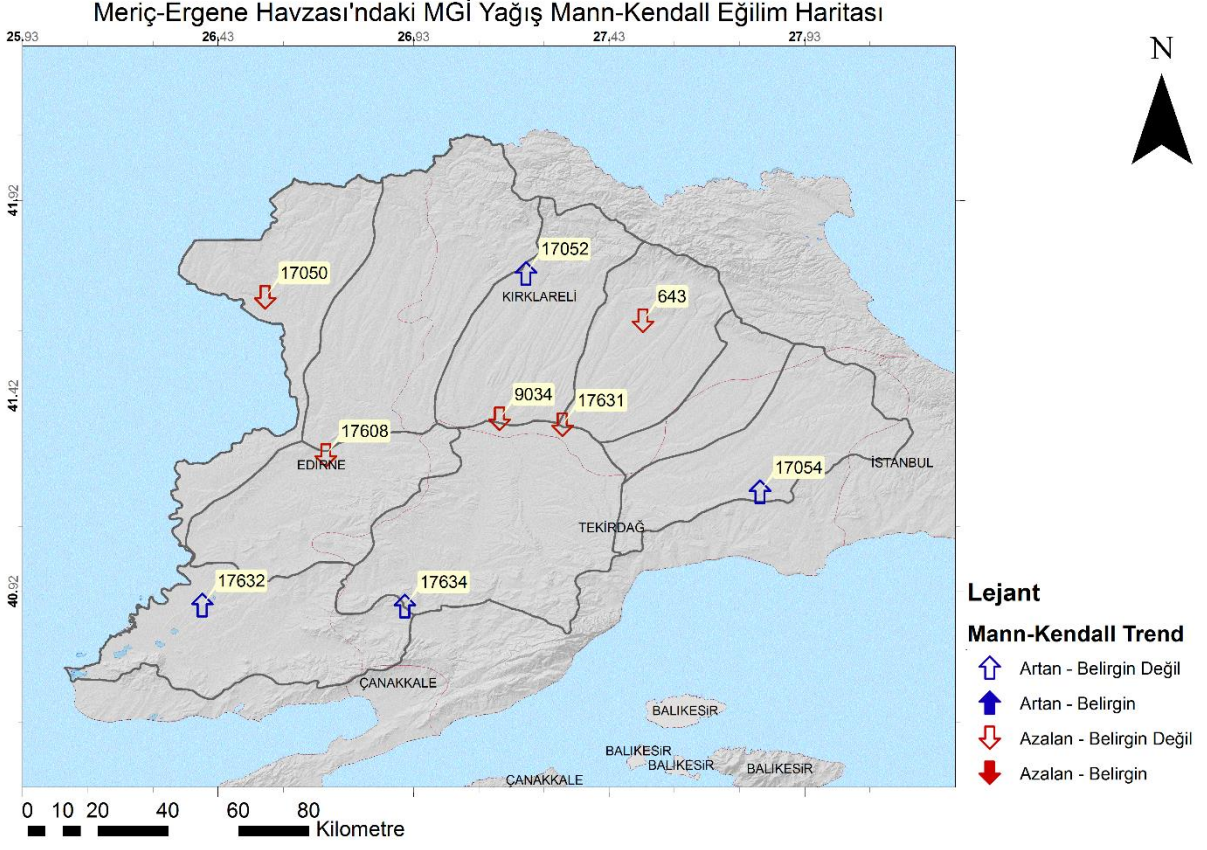
3.1.5.1. Yağış Eğilim Analizleri

Yağış eğilimleri analizleri kapsamında havza kuraklık hesaplarında kullanılan tüm meteoroloji gözlem istasyonlarının yağış verileri incelenmiştir. Veriler ölçüm süreleri boyunca grafikleştirilmiş, grafikler üzerinde hem doğrusal eğilimleri hem de ortalamaları gösterilerek yorumlanmıştır. Trend analizleri istasyonların yıllık toplam yağışlarına Mann-Kendall trend analizi uygulanarak yapılmıştır. Analiz sonuçları, p (anlamlılık seviyesi) ve z (M-K istatistiği) değerleri ile trend durumu ve yönü, %95 güven aralığı için sunulmuştur (Tablo 3.18). Ayrıca Şekil 3.5 üzerinde trendlerin durumu harita üzerinde gösterilmiştir.

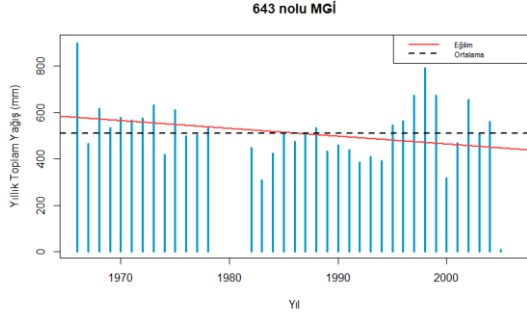
Buna göre, 9 istasyonun hiçbirinde %95 güven düzeyinde anlamlı bir trend görülmemiştir. Bu güven düzeyinde anlamlı olmayan değişimler ise 9 istasyonun 5'inde azalan, 4'ünde artan yöndedir.

Tablo 3.18 Yağış Verileri İçin Mann-Kendall Eğilim Analizi Sonuçları

İstasyon No	Veri Başlangıç Yılı	Veri Bitiş Yılı	p Değeri	z Değeri	Eğilim Belirginliği (%95)	Eğilimin Yönü	
643	1966	2006	0,21	-1,24	Belirgin değil	Azalan	↓
9034	1950	1986	0,07	-1,84	Belirgin değil	Azalan	↓
17050	1930	2021	0,85	-0,18	Belirgin değil	Azalan	↓
17052	1959	2021	0,59	0,53	Belirgin değil	Artan	↑
17054	1940	2011	0,60	0,53	Belirgin değil	Artan	↑
17608	1962	2011	0,17	-1,38	Belirgin değil	Azalan	↓
17631	1928	2011	0,74	-0,33	Belirgin değil	Azalan	↓
17632	1963	2011	0,20	1,28	Belirgin değil	Artan	↑
17634	1980	2011	0,07	1,83	Belirgin değil	Artan	↑

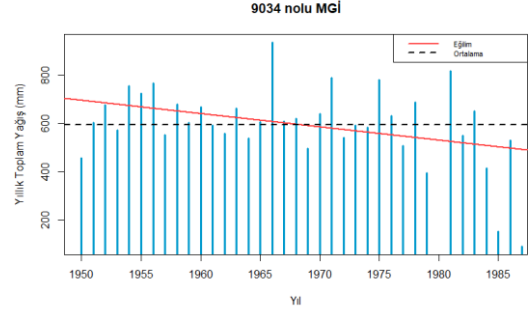


Şekil 3.5 Yağış Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı



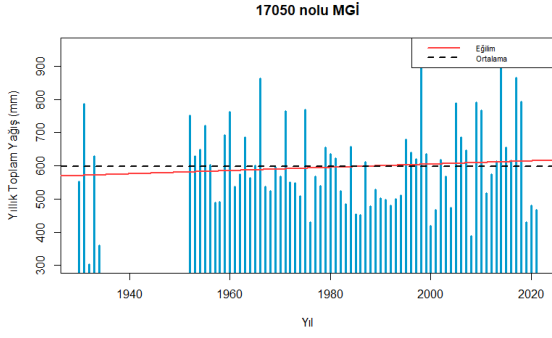
P = 0.21, Azalan (Belirgin Değil)

Şekil 3.6 643 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri



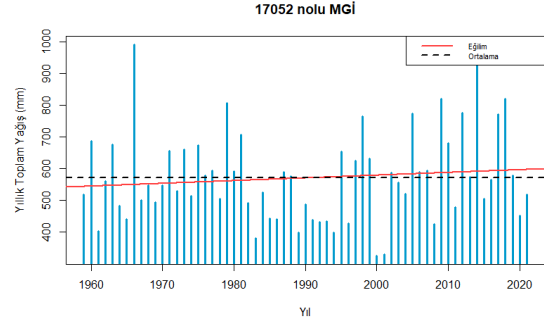
P = 0.07, Azalan (Belirgin Değil)

Şekil 3.7 9034 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri



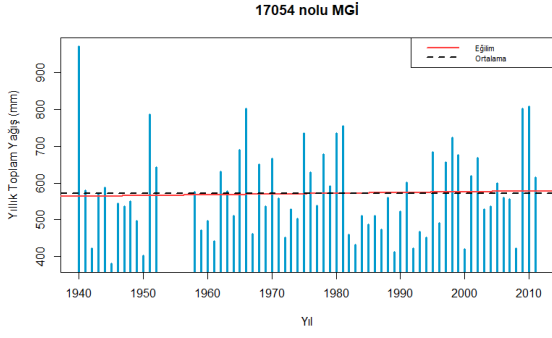
P = 0.85, Azalan (Belirgin Değil)

Şekil 3.8 17050 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri



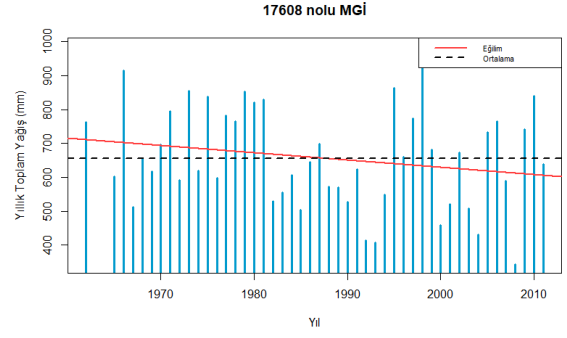
P = 0.59, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.9 17052 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri



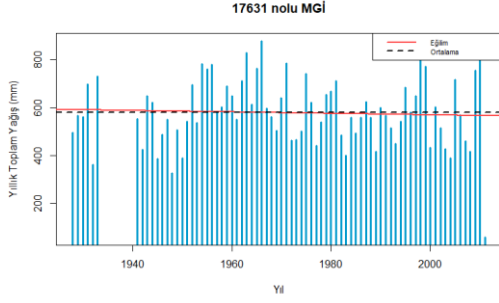
P = 0.60, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.10 17054 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri



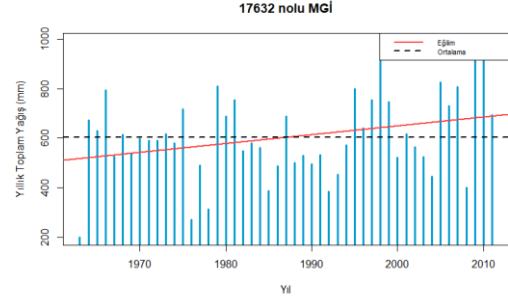
P = 0.17, Azalan (Belirgin Değil)

Şekil 3.11 17608 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri



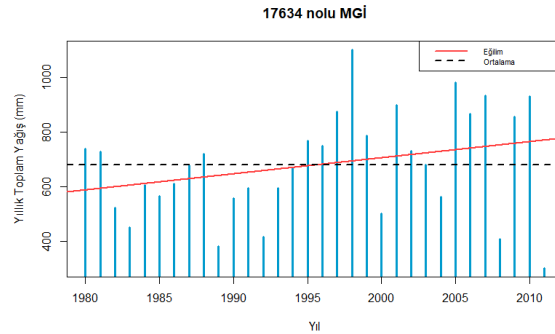
P = 0.74, Azalan (Belirgin Değil)

Şekil 3.12 17631 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri



P = 0.20, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.13 17632 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri



p = 0.07, Artan (Belirgin değil)

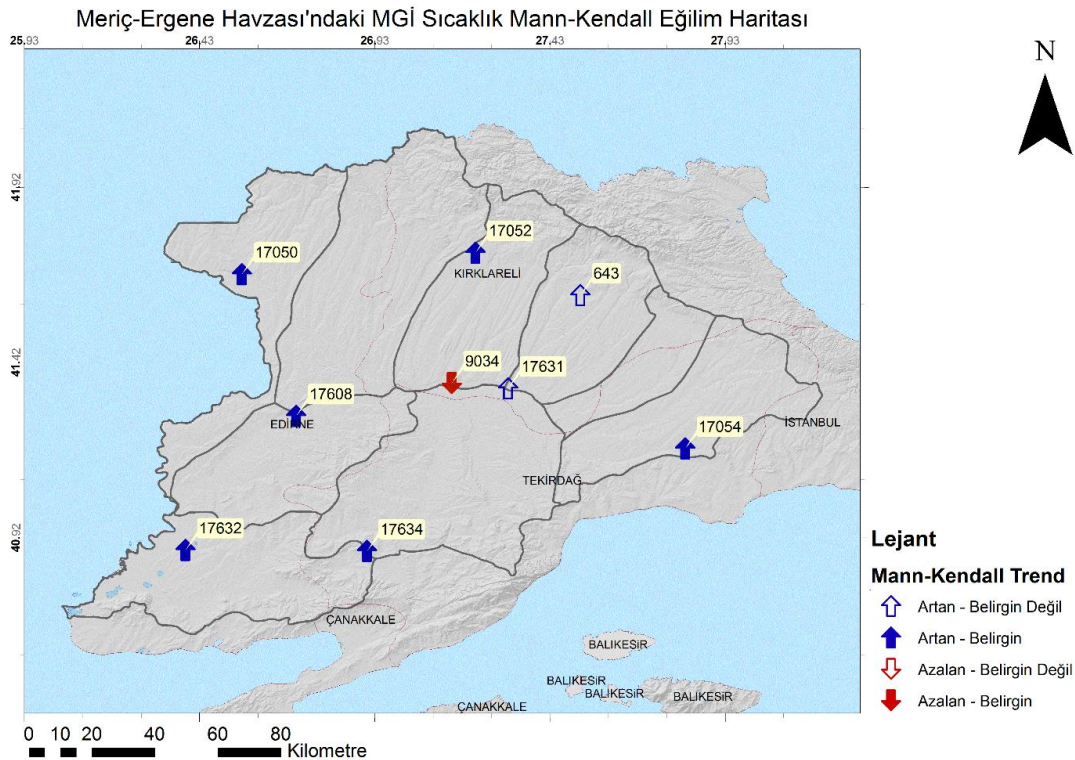
Şekil 3.14 17634 Nolu MGİ Yıllık Toplam Yağış Değerleri

3.1.5.2. Sıcaklık Eğilim Analizleri

Sıcaklık eğilimleri analizleri kapsamında havza kuraklık hesaplarında kullanılan tüm meteoroloji gözlem istasyonlarının sıcaklık verileri incelenmiştir. Veriler ölçüm süreleri boyunca grafikleştirilmiş, grafikler üzerinde hem doğrusal eğilimleri hem de ortalamaları gösterilerek yorumlanmıştır. Trend analizleri istasyonların yıllık ortalama sıcaklık verilerine Mann-Kendall trend analizi uygulanarak yapılmıştır. Analiz sonuçları, p (anlamlılık seviyesi) ve z (M-K istatistiği) değerleri ile trend durumu ve yönü, %95 güven aralığı için sunulmuştur (Tablo 3.19). Ayrıca Şekil 3.15'te trendlerin durumu harita üzerinde gösterilmiştir.

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine uygulanan Mann-Kendall trend testi sonuçlarına göre havzadaki 9 MGİ'nin 7'sinde %95 güven düzeyinde anlamlı bir trend görülmüştür. Bu 7 istasyonun 6'sında bu trendin yönü artış şeklindedir. Anlamlı düzeyde azalma görülen tek MGİ olan 9034 nolu istasyonda ise verinin 1987 yılında bittiği görülmektedir. Anlamlı artış görünen tüm MGİ'lerde ise veriler 2020 yılına kadar devam etmektedir. Buna göre güncel durumda havza genelinde ortalama sıcaklıkların artıyor olduğu rahatlıkla söylenebilir.

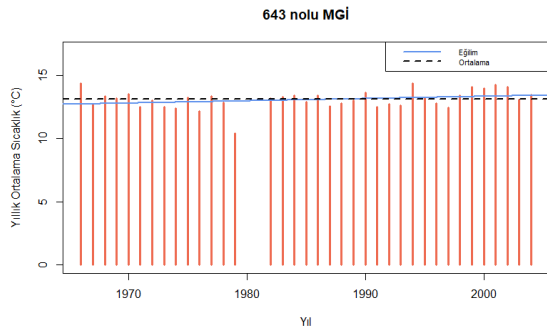
Havzadaki tüm MGİ'lerin ölçüm aralığındaki yıllık ortalama sıcaklık zaman serileri Şekil 3.18 ve Şekil 3.24 arasında sunulmuştur.



Şekil 3.15 Sıcaklık verileri için Mann-Kendall eğilim analizi harita çıktısı

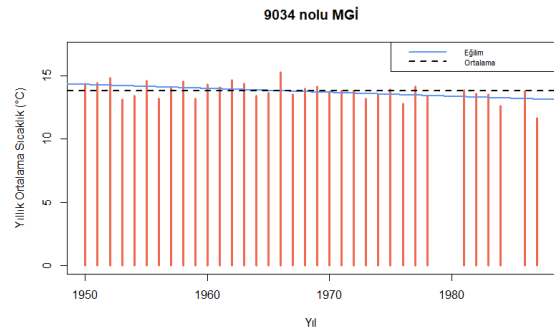
Tablo 3.19 Sıcaklık verileri için Mann-Kendall eğilim analizi sonuçları

İstasyon No	Veri Başlangıç Yılı	Veri Bitiş Yılı	p Değeri	z Değeri	Eğilim Belirginliği (%95)	Eğilimin Yönü
643	1966	2004	0,15	1,44	Belirgin değil	Artan ↑
9034	1950	1987	0,01	-2,44	Belirgin	Azalan ↓
17050	1930	2020	0,00	3,72	Belirgin	Artan ↑
17052	1960	2020	0,00	5,39	Belirgin	Artan ↑
17054	1938	2020	0,00	3,79	Belirgin	Artan ↑
17608	1962	2020	0,00	4,36	Belirgin	Artan ↑
17631	1928	2020	0,25	1,15	Belirgin değil	Artan ↑
17632	1964	2020	0,00	4,87	Belirgin	Artan ↑
17634	1980	2020	0,00	4,82	Belirgin	Artan ↑



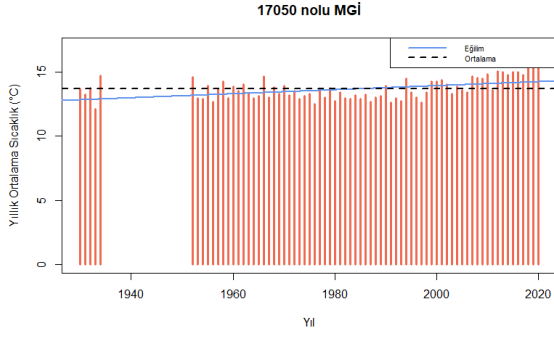
P = 0.15, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.16 643 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri



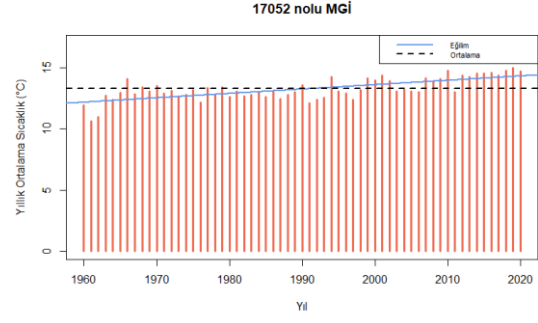
P = 0.01, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.17 9034 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri



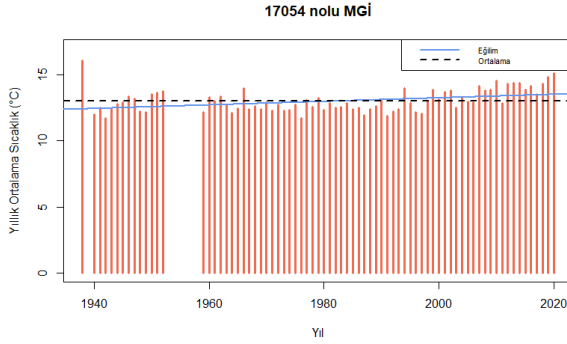
P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.18 17050 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri



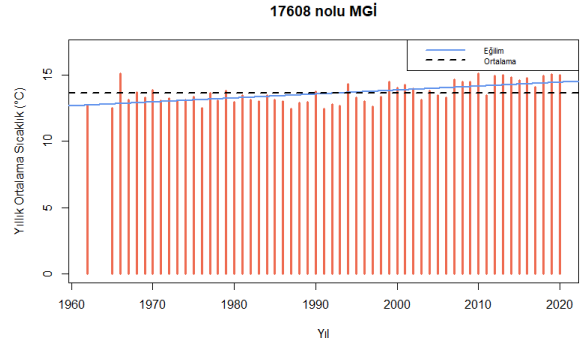
P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.19 17052 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri



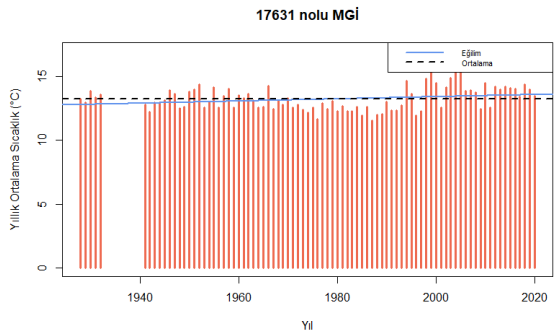
P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.20 17054 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri



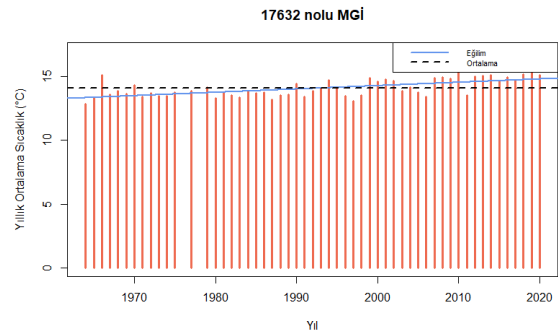
P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.21 17608 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri



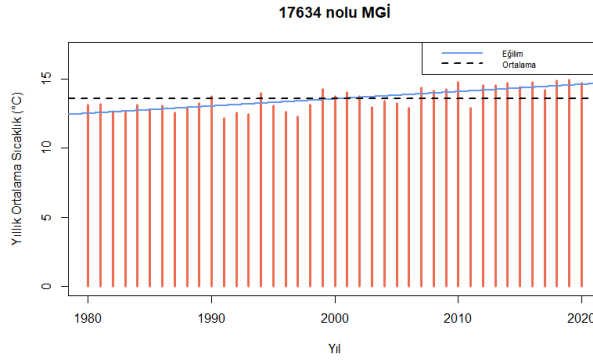
P = 0.25, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.22 17631 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri



P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.23 17632 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri



P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.24 17634 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri

3.1.5.3. Potansiyel Buharlaşma-Terleme (Evapotranspirasyon) Eğilim Analizleri

Potansiyel evapotranspirasyon eğilimleri analizleri kapsamında havza kuraklık hesaplarında kullanılan ve Thornthwaite yöntemi ile hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon verileri kullanılmıştır. Veriler grafikleştirilmiş, grafikler üzerinde hem doğrusal eğilimleri hem de ortalamaları gösterilerek yorumlanmıştır. Trend analizleri Mann-Kendall trend analizi uygulanarak yapılmıştır. Analiz sonuçları, p (anlamlılık seviyesi) ve z (M-K istatistiği) değerleri ile trend durumu ve yönü, %95 güven aralığı için sunulmuştur (Tablo 3.20). Ayrıca Şekil 3.25'te trendlerin durumu harita üzerinde gösterilmiştir.

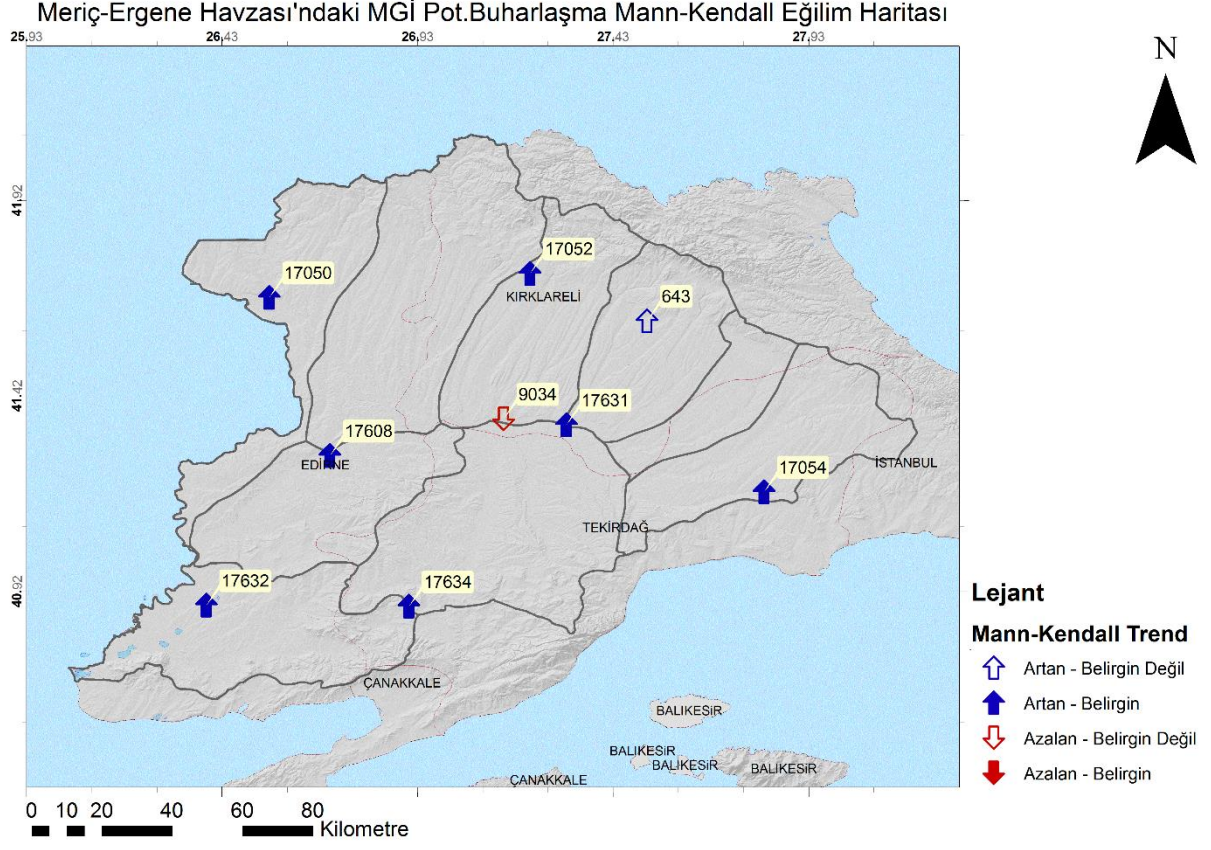
Analiz sonuçlarına göre, hesap yapılan 9 meteoroloji gözlem istasyonunun tamamında eğilim %95 güven düzeyinde anlamlı olarak tespit edilmiştir. Azalan yönlü değişim gösteren tek istasyon olan 9034 nolu istasyonda eğilim anlamlı değildir ve ölçüm 1987 yılına kadardır.

Potansiyel evapotranspirasyon hesabında kullanılan Thornthwaite yöntemi, sıcaklık parametresini girdi olarak kullandığı için bu bölümde elde edilen sonuçlar da sıcaklık eğilim analizlerinde alınan sonuçlara oldukça benzer durumdadır.

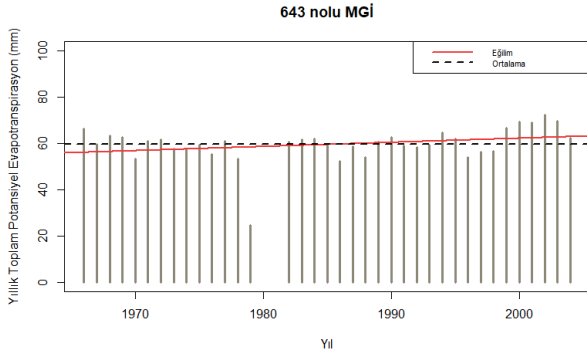
Tablo 3.20 ile sunulan Mann-Kendall trend testi sonuçları ve Şekil 3.26 ve Şekil 3.34 arasında sunulan yıllık toplam potansiyel buharlaşma-terleme değerleri zaman serileri, havza genelinde potansiyel evapotranspirasyonun artmaya meyilli olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.20 Potansiyel evapotranspirasyon verileri için Mann-Kendall eğilim analizi sonuçları

İstasyon No	Veri Başlangıç Yılı	Veri Bitiş Yılı	p Değeri	z Değeri	Eğilim Belirginliği (%95)	Eğilimin Yönü
643	1966	2004	0,17	1,37	Belirgin değil	Artan ↑
9034	1950	1987	0,69	-0,41	Belirgin değil	Azalan ↓
17050	1930	2021	0,00	2,85	Belirgin	Artan ↑
17052	1959	2021	0,00	4,56	Belirgin	Artan ↑
17054	1938	2021	0,00	3,95	Belirgin	Artan ↑
17608	1962	2021	0,00	3,81	Belirgin	Artan ↑
17631	1928	2021	0,02	2,39	Belirgin	Artan ↑
17632	1963	2021	0,00	4,76	Belirgin	Artan ↑
17634	1980	2021	0,00	4,86	Belirgin	Artan ↑

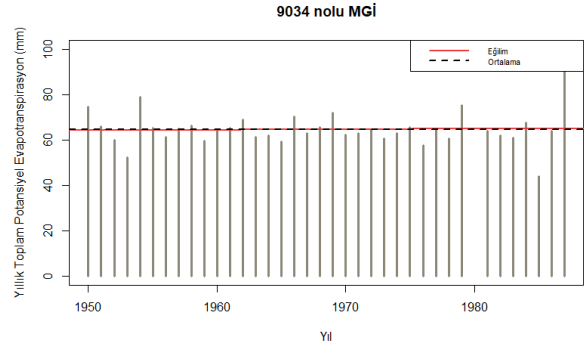


Şekil 3.25 Potansiyel Evapotranspirasyon Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı



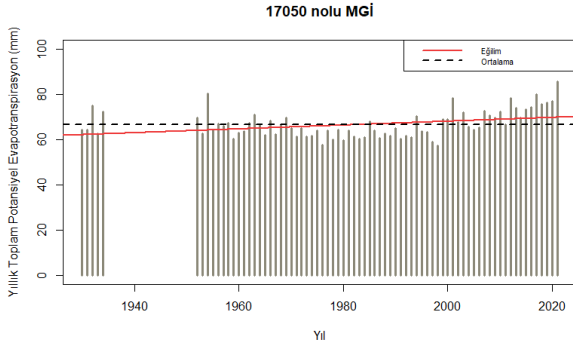
P = 0.17, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.26 643 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri



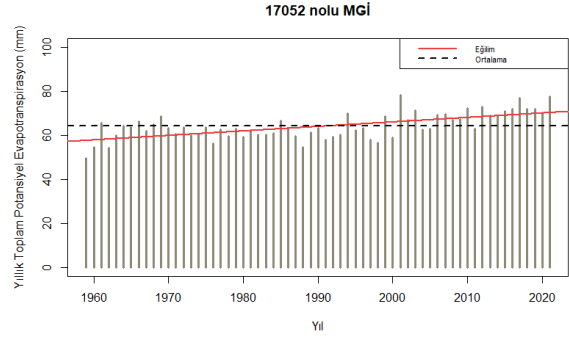
P = 0.69, Azalan (Belirgin Değil)

Şekil 3.27 9034 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri



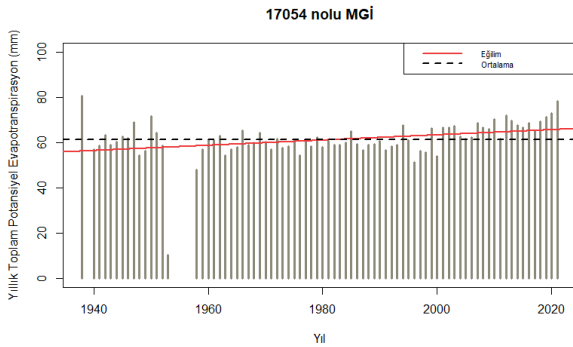
P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.28 17050 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri



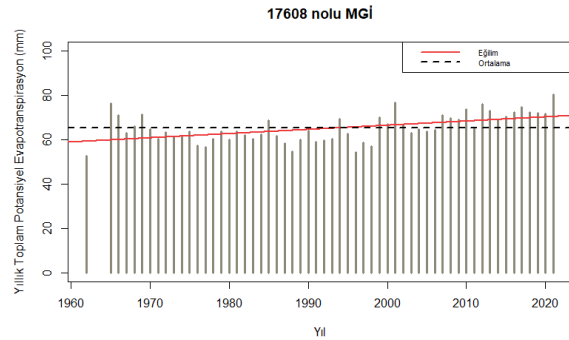
P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.29 17052 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri



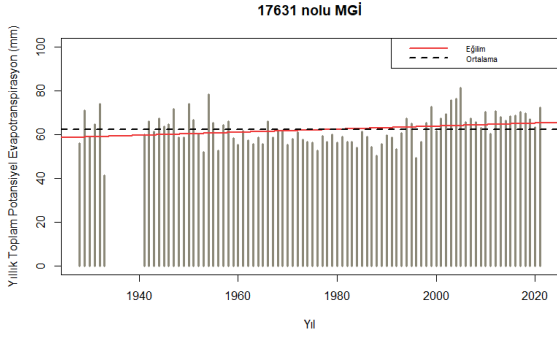
P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.30 17054 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri



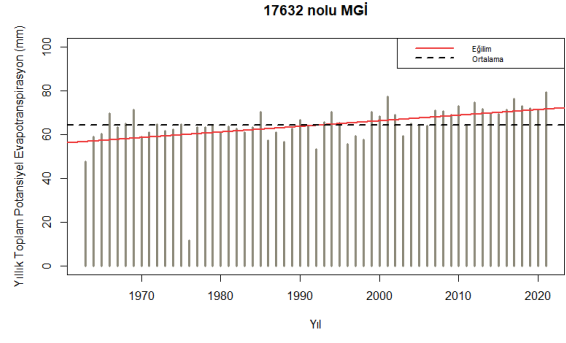
P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.31 17608 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri



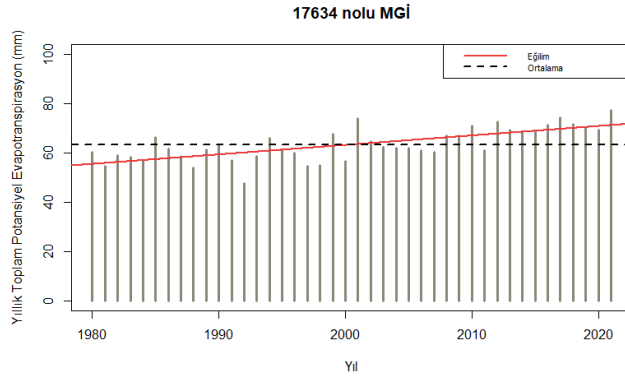
P = 0.02, Artan (Belirgin)

Şekil 3.32 17631 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri



P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.33 17632 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri



P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.34 17634 Nolu MGİ Yıllık Toplam Potansiyel Buharlaşma-Terleme Değerleri

3.1.5.4. Bağlı Nem Eğilim Analizleri

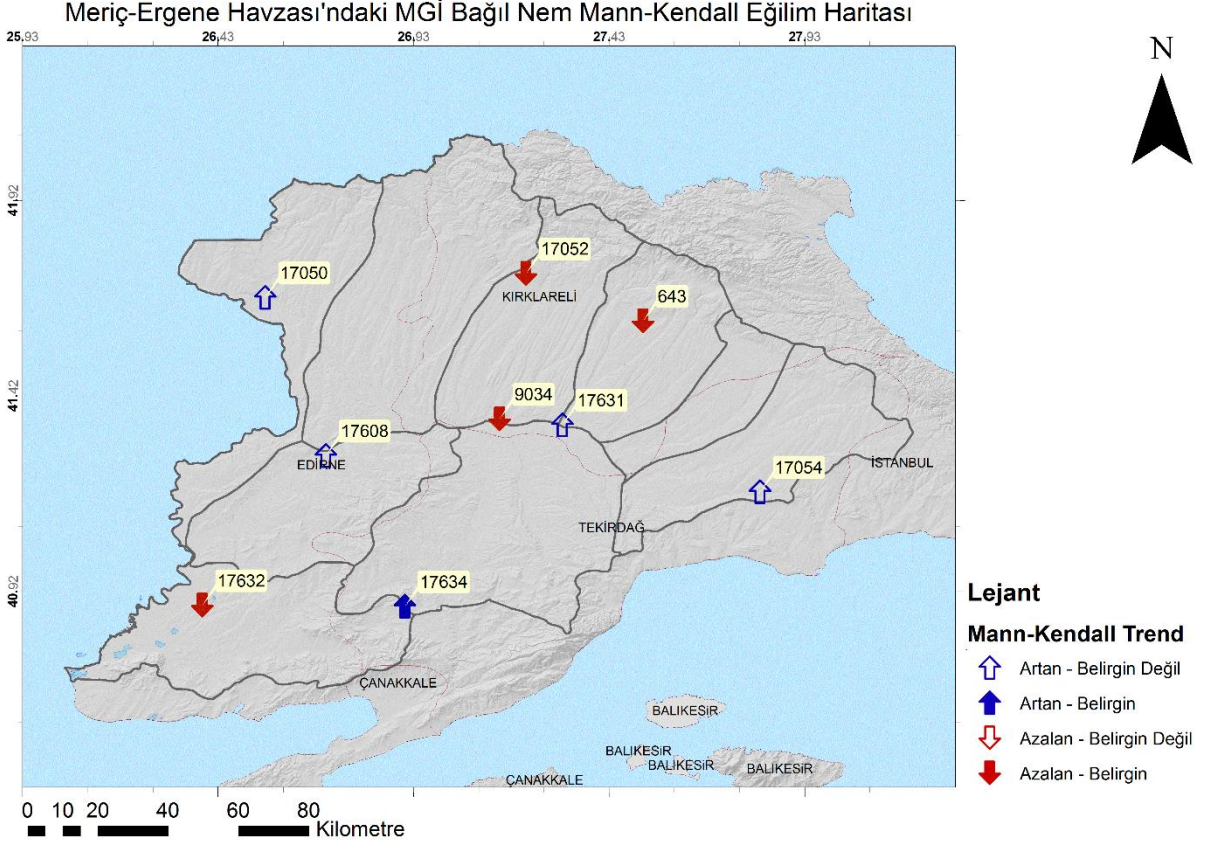
Bağlı nem eğilimleri analizleri kapsamında havza kuraklık hesaplarında kullanılan ve nispi nem ölçümü gerçekleştirilen tüm meteoroloji gözlem istasyonlarının verileri incelenmiştir. Veriler ölçüm süreleri boyunca grafikleştirilmiş, grafikler üzerinde hem doğrusal eğilimleri hem de ortalamaları gösterilerek yorumlanmıştır. Trend analizleri istasyonların yıllık ortalama nispi nem verilerine Mann-Kendall trend analizi uygulanarak yapılmıştır. Analiz sonuçları, p (anlamlılık seviyesi) ve z (M-K istatistiği) değerleri ile trend durumu ve yönü, %95 güven aralığı için sunulmuştur (Tablo 3.21). Ayrıca Şekil 3.35'te trendlerin durumu harita üzerinde gösterilmiştir.

Analiz sonuçları havzadaki 9 meteoroloji istasyonunun 5'inde %95 güven düzeyinde anlamlı bir trend olduğunu göstermektedir. Bu 5 istasyonun 4'ünde anlamlı trendin yönü azalma şeklindedir. Belirgin artış gösteren tek istasyon 17634 nolu Malkara MGİ'dir.

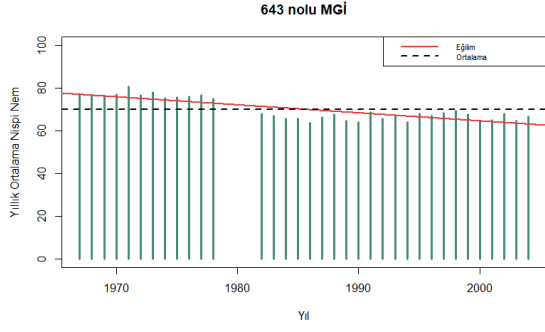
Tüm MGİ'lerin ölçüm aralığındaki yıllık ortalama nispi nem zaman serileri Şekil 3.36 ve Şekil 3.44 arasında sunulmuştur.

Tablo 3.21 Bağlı Nem Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Sonuçları

İstasyon No	Veri Başlangıç Yılı	Veri Bitiş Yılı	p Değeri	z Değeri	Eğilim Belirginliği (%95)	Eğilimin Yönü
643	1967	2004	0,00	-4,00	Belirgin	Azalan ↓
9034	1951	1987	0,01	-2,68	Belirgin	Azalan ↓
17050	1931	2020	0,17	1,37	Belirgin değil	Artan ↑
17052	1963	2020	0,00	-2,91	Belirgin	Azalan ↓
17054	1940	2020	0,20	1,29	Belirgin değil	Artan ↑
17608	1965	2020	0,83	0,21	Belirgin değil	Artan ↑
17631	1929	2020	0,24	1,16	Belirgin değil	Artan ↑
17632	1964	2020	0,00	-3,11	Belirgin	Azalan ↓
17634	1981	2020	0,00	3,40	Belirgin	Artan ↑

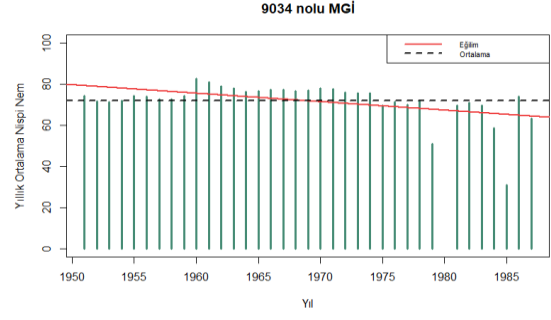


Şekil 3.35 Bağıl Nem Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı



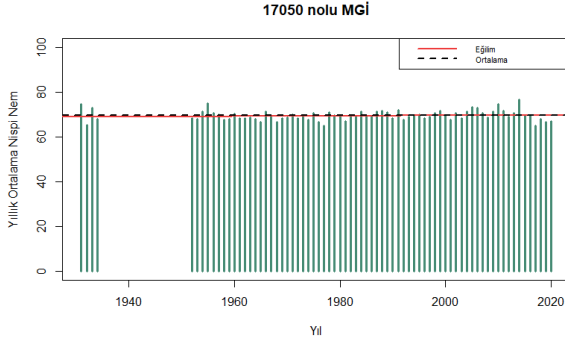
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.36 643 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri



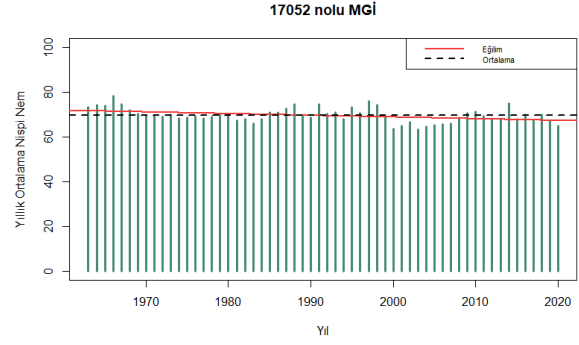
P = 0.01, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.37 9034 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri



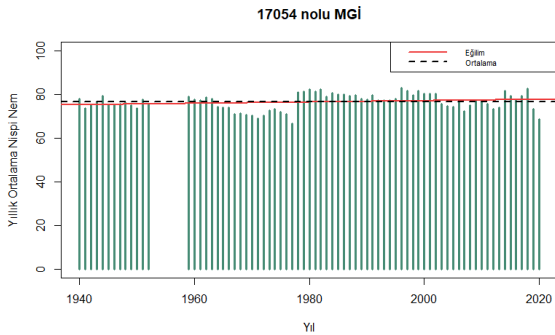
P = 0.17, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.38 17050 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri



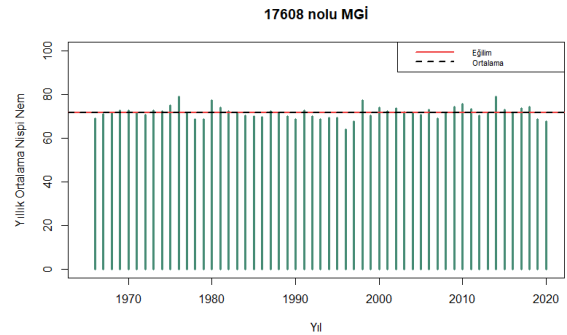
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.39 17052 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri



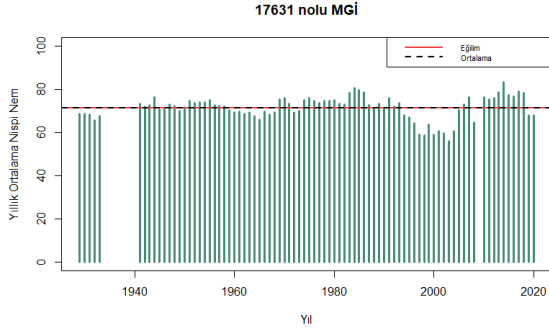
P = 0.20, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.40 17054 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri



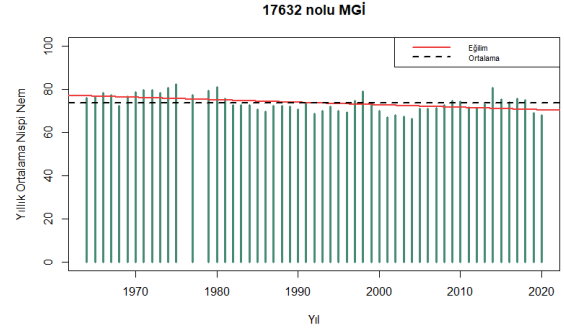
P = 0.83, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.41 17608 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri



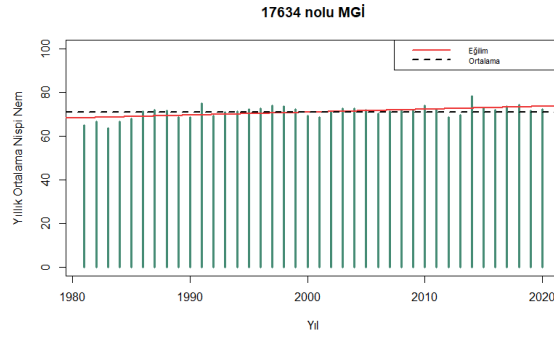
P = 0.24, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.42 17631 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri



P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.43 17632 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri



P = 0.00, Artan (Belirgin)

Şekil 3.44 17634 Nolu MGİ Yıllık Ortalama Nispi Nem Değerleri

3.1.6. Hidrolojik Eğilim Analizleri

3.1.6.1. Akım Eğilim Analizleri

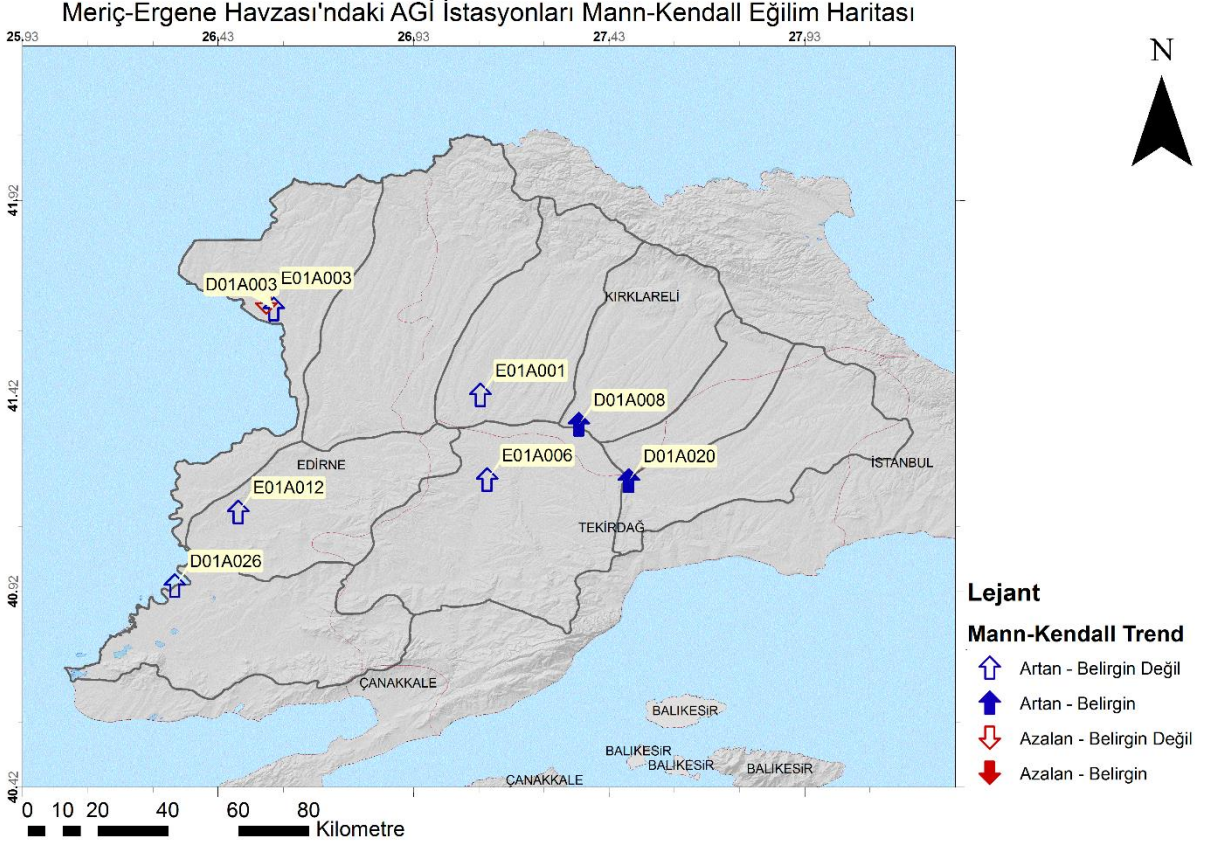
Akım eğilimleri analizleri kapsamında havza kuraklık hesaplarında kullanılan tüm akım gözlem istasyonlarının yıllık toplam doğal akım verileri incelenmiştir. Veriler grafikleştirilmiş, grafikler üzerinde hem doğrusal eğilimleri hem de ortalamaları gösterilerek yorumlanmıştır. Trend analizleri istasyonların yıllık toplam doğal akış hacimlerine Mann-Kendall trend analizi uygulanarak yapılmıştır. Analiz sonuçları, p (anlamlılık seviyesi) ve z (M-K istatistiği) değerleri ile trend durumu ve yönü, %95 güven aralığı için sunulmuştur (Tablo 3.22). Ayrıca Şekil 3.45'te trendlerin durumu harita üzerinde gösterilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, doğal akış hacimleri incelenen 8 akım gözlem istasyonunun yalnızca 2 tanesinde %95 güven düzeyinde anlamlı bir trend tespit edilmiştir. D01A008 ve D01A020 nolu bu AGİ'lerin her ikisinde de trendin yönü artış şeklindedir. Anlamlı olmasa da azalma yönünde bir değişiklik gösteren tek istasyon E01A003 nolu AGİ'dir. Bu AGİ'nin ölçüm süresi diğer istasyonlara göre kısadır ve 2012 yılında sona erer. Bu sonuçlara göre havza genelinde doğal akım hacimlerinde artmaya meyilli bir davranış olduğu söylenebilir. Ancak istasyonların çoğunda trendler, incelenen güven düzeyinde anlamlı değildir.

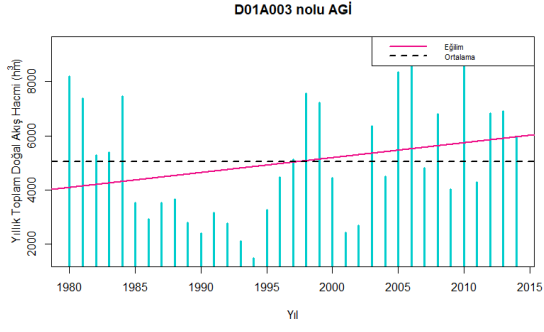
Tüm AGİ'lerin ölçüm aralığındaki yıllık toplam doğal akış hacmi zaman serileri Şekil 3.46 ve Şekil 3.53 arasında sunulmuştur.

Tablo 3.22 Akış verileri için Mann-Kendall eğilim analizi sonuçları

İstasyon No	Veri Başlangıç Yılı	Veri Bitiş Yılı	p Değeri	z Değeri	Eğilim Belirginliği (%95)	Eğilimin Yönü
D01A003	1980	2014	0,22	1,22	Belirgin değil	Artan ↑
D01A008	1980	2014	0,02	2,36	Belirgin	Artan ↑
D01A020	1980	2014	0,02	2,41	Belirgin	Artan ↑
D01A026	1980	2014	0,21	1,25	Belirgin değil	Artan ↑
E01A001	1980	2014	0,59	0,54	Belirgin değil	Artan ↑
E01A003	1969	2012	0,13	-1,51	Belirgin değil	Azalan ↓
E01A006	1970	2014	0,11	1,61	Belirgin değil	Artan ↑
E01A012	1980	2014	0,08	1,73	Belirgin değil	Artan ↑

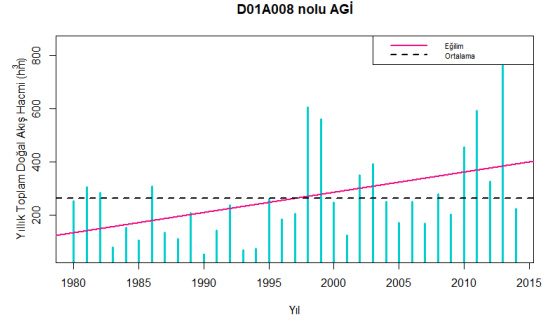


Şekil 3.45 Akış Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı



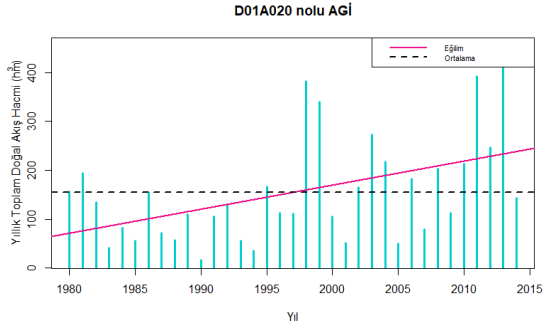
P = 0.22, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.46 D01A003 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri



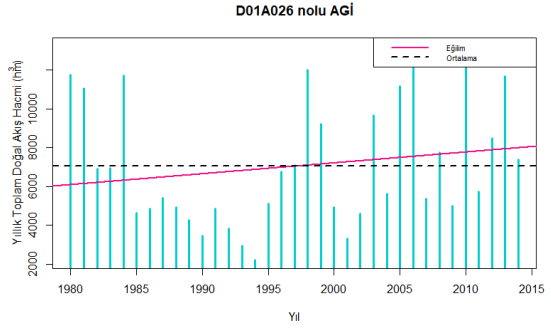
P = 0.02, Artan (Belirgin)

Şekil 3.47 D01A008 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri



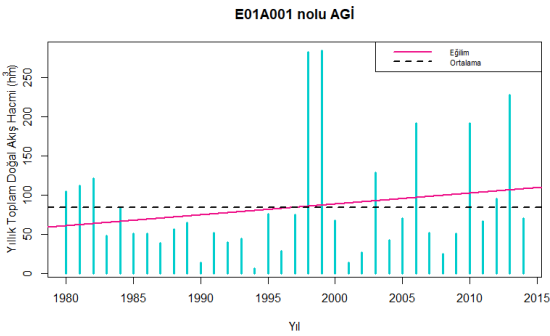
P = 0.02, Artan (Belirgin)

Şekil 3.48 D01A020 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri



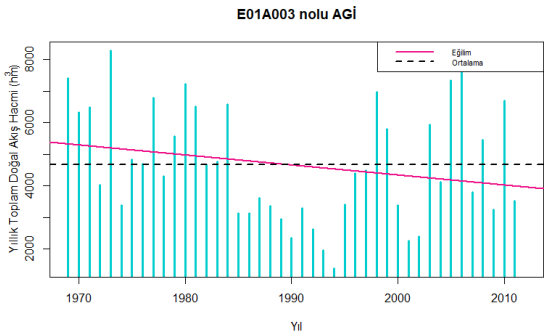
P = 0.21, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.49 D01A026 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri



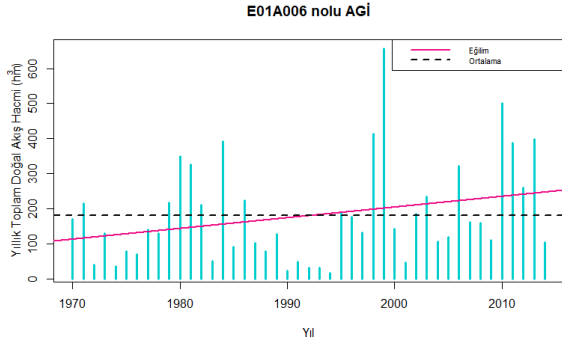
P = 0.59, Artan (Belirgin Değil)

Şekil 3.50 E01A001 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri



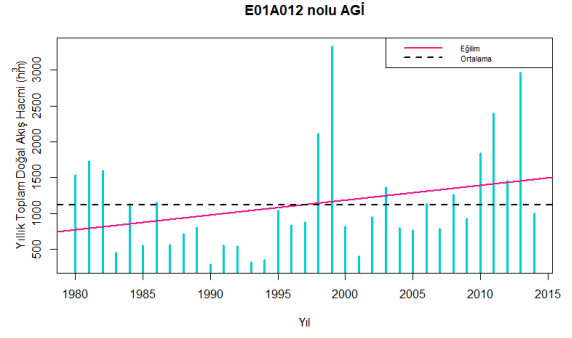
P = 0.13, Azalan (Belirgin Değil)

Şekil 3.51 E01A003 Nolu AGİ Yıllık Toplam Doğal Akım Verileri



P = 0.11, Artan (Belirgin Değil)

**Şekil 3.52 E01A006 Nolu AGİ Yıllık
Toplam Doğal Akım Verileri**



P = 0.08, Artan (Belirgin Değil)

**Şekil 3.53 E01A012 Nolu AGİ Yıllık
Toplam Doğal Akım Verileri**

3.1.6.2. Yeraltı Suyu Eğilim Analizleri

Yeraltı suyu eğilimleri analizleri kapsamında havza kuraklık hesaplarında kullanılan yeraltı suyu rasat kuyularının yıllık ortalama yeraltı suyu seviyesi verileri incelenmiştir. Veriler grafikleştirilmiş, grafikler üzerinde hem doğrusal eğilimleri hem de ortalamaları gösterilerek yorumlanmıştır. Trend analizleri istasyonların yıllık ortalama yeraltı suyu seviyesi verilerine Mann-Kendall trend analizi uygulanarak yapılmıştır. Analiz sonuçları, p (anlamlılık seviyesi) ve z (M-K istatistiği) değerleri ile trend durumu ve yönü, %95 güven aralığı için sunulmuştur (Tablo 3.23). Ayrıca Şekil 3.54'te trendlerin durumu harita üzerinde gösterilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, YAS seviyelerindeki değişimleri incelenen 13 rasat kuyusunun tamamında %95 güven düzeyinde anlamlı bir azalma trend tespit edilmiştir.

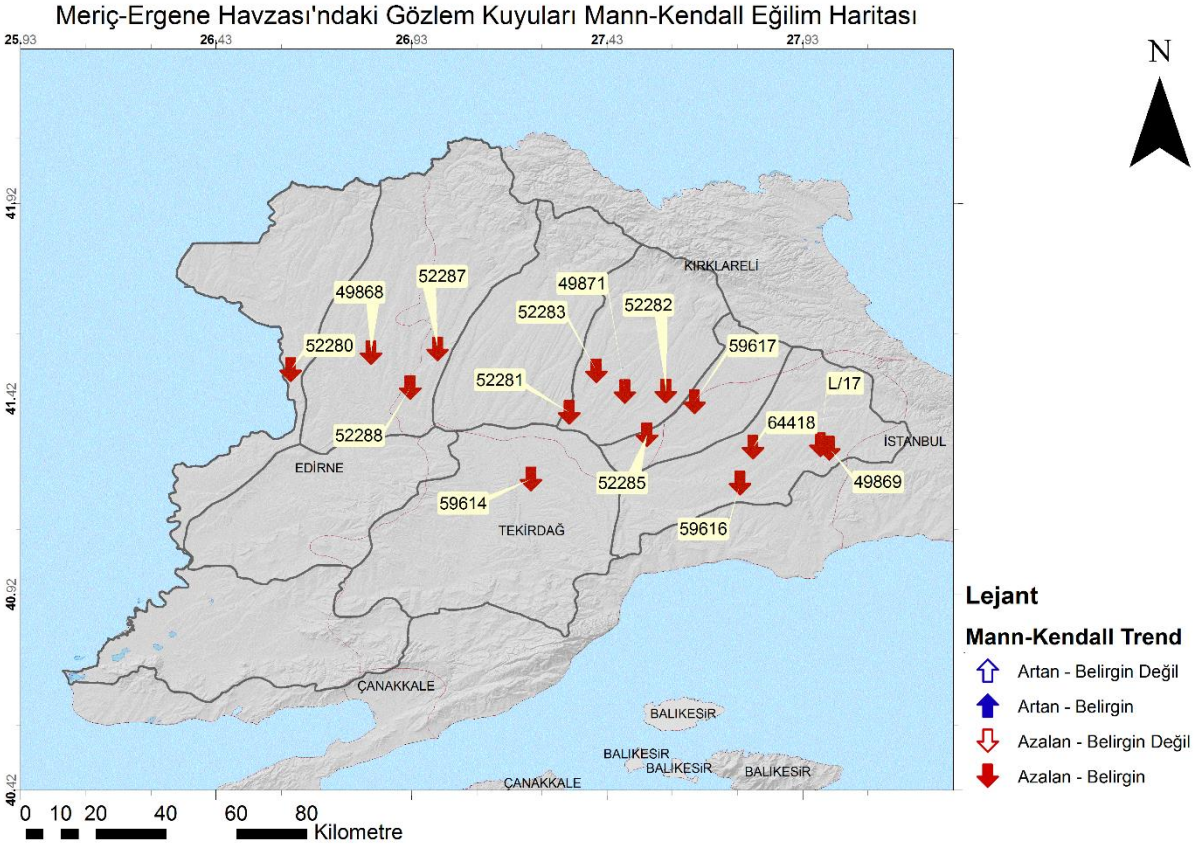
Tüm kuyuların ölçüm aralığındaki yıllık ortalama yeraltı suyu seviyesi zaman serileri Şekil 3.55 ve Şekil 3.67 arasında sunulmuştur

Hem Mann-Kendall eğilim analizi sonuçları hem de zaman serisi grafikleri, havzada yeraltı suyu seviyesindeki ciddi düşüşü göstermektedir. Bu düşüş havzanın her yanında görülmektedir.

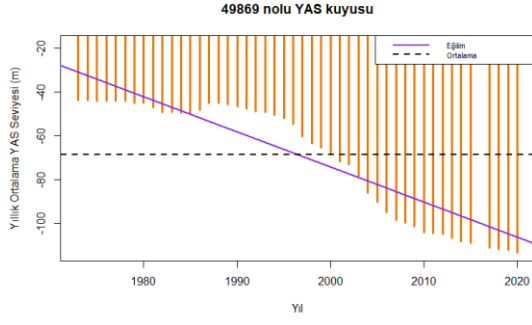
Tablo 3.23 Yeraltı Suyu Seviyesi Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Sonuçları

İstasyon No	Veri Başlangıç Yılı	Veri Bitiş Yılı	p Değeri	z Değeri	Eğilim Belirginliği (%95)	Eğilimin Yönü	
49869	1973	2020	0,00	-8,51	Belirgin	Azalan	↓
49871	1972	2020	0,00	-9,36	Belirgin	Azalan	↓
63418	1975	2020	0,00	-8,42	Belirgin	Azalan	↓
52280	1977	2020	0,00	-3,56	Belirgin	Azalan	↓
52281	1971	2020	0,00	-9,99	Belirgin	Azalan	↓
52282	1966	2020	0,00	-10,15	Belirgin	Azalan	↓
52283	1966	2020	0,00	-10,37	Belirgin	Azalan	↓
52285	1969	2020	0,00	-9,43	Belirgin	Azalan	↓

52287	1968	2020	0,00	-8,81	Belirgin	Azalan	↓
52288	1975	2020	0,00	-6,85	Belirgin	Azalan	↓
59614	1966	2020	0,00	-10,57	Belirgin	Azalan	↓
59616	1969	2020	0,00	-10,20	Belirgin	Azalan	↓
59617	1971	2020	0,00	-8,16	Belirgin	Azalan	↓

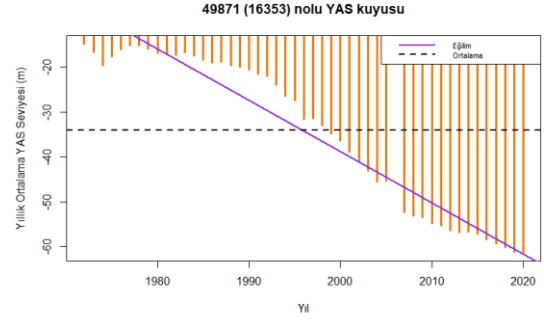


Şekil 3.54 Yeraltı Suyu Seviyesi Verileri için Mann-Kendall Eğilim Analizi Harita Çıktısı



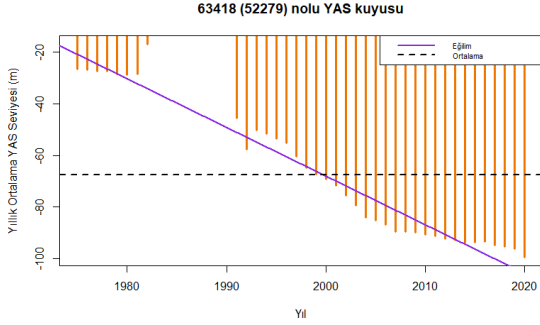
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.55 49869 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



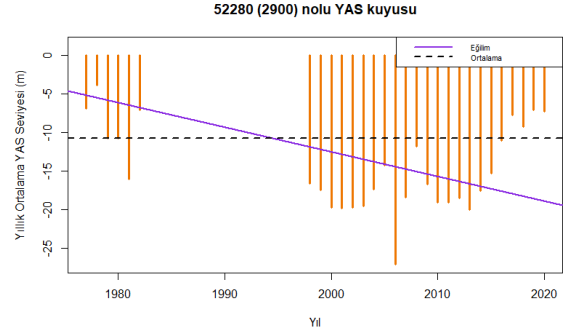
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.56 49871 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



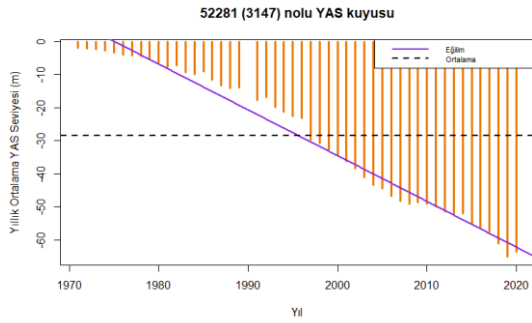
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.57 63418 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



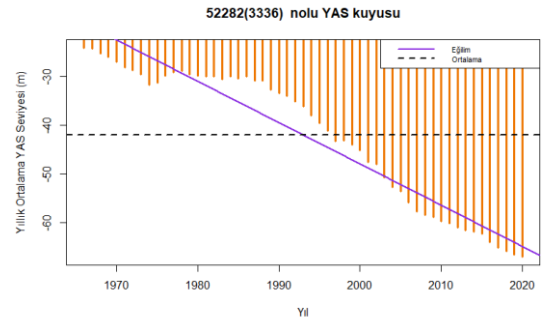
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.58 52280 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



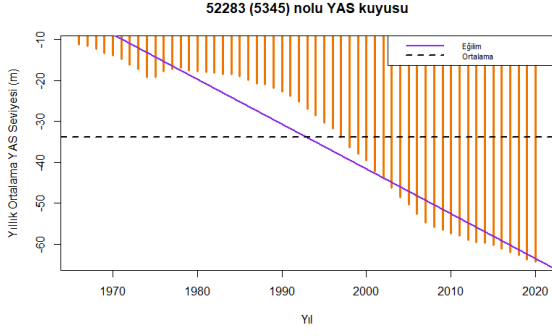
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.59 52281 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



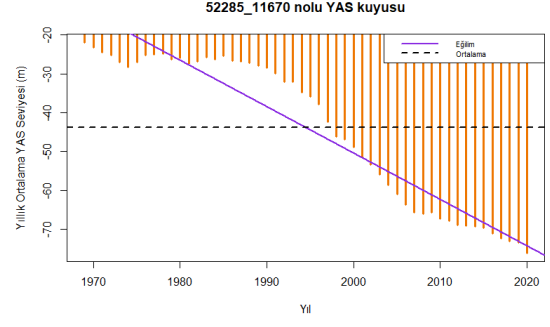
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.60 52282 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



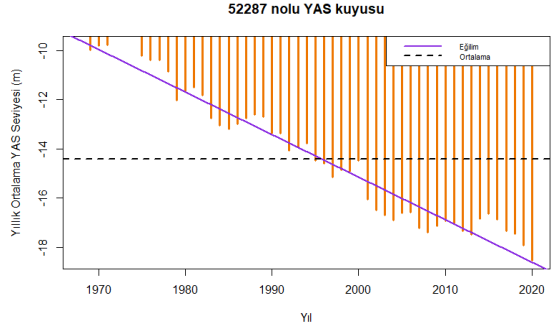
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.61 52283 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



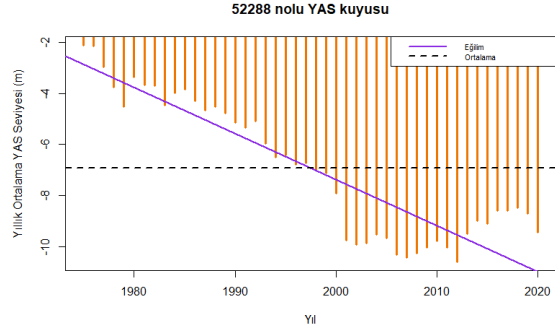
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.62 52285 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



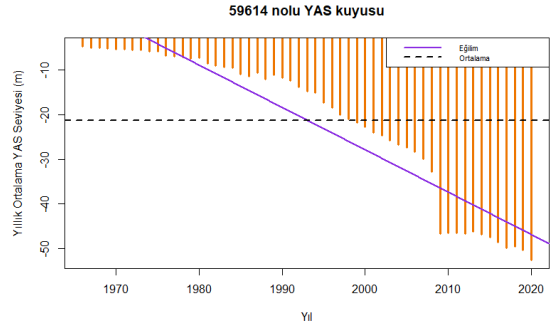
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.63 52287 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



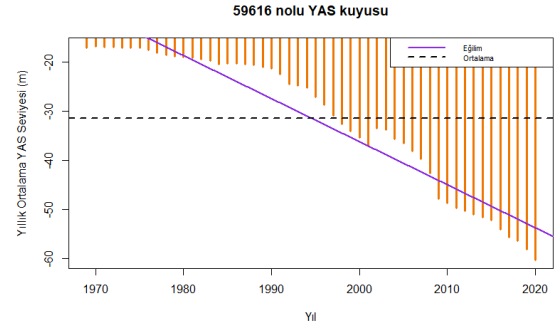
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.64 52288 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



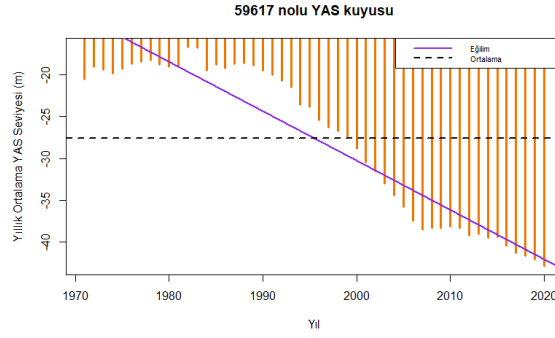
P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.65 59614 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.66 59616 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi



P = 0.00, Azalan (Belirgin)

Şekil 3.67 59617 Nolu YAS Kuyusu Yıllık Ortalama Su Seviyesi Değişimi

3.2. Kuraklık Şiddet Analizleri

Bu kısımda Bölüm 3.1’de detaylı olarak anlatılan indislerin analiz sonuçları yer almaktadır. Kuraklık hesaplamalarında kullanılan meteoroloji istasyonlarının verileri ile hesaplanan SPI, Palmer (scPDSI ve scPHDI), SPEI, PNPI, RDI ve Ondalıklar indisleri istasyon bazında hesaplandığı için öncelikle istasyon bazındaki hesaplamalara yer verilecektir. Sonraki kısımda alt havza ve havza bazındaki ortalamalar ile genel bir yaklaşım izlenecektir. Böylelikle analiz sonuçlarını hem noktasal hem de alansal bazda yorumlama imkanına sahip olunmuştur.

Havzadaki 30 yıllık veriye sahip olan meteoroloji istasyonları filtrelendikten sonra geriye 9 adet istasyon kalmıştır. Bu istasyonlar Tablo 3.24 verilmektedir. Bu istasyonlarda tüm meteorolojik kuraklık indisleri hesaplanmış olup havza genelinde ortak periyotta analiz yapılması amacıyla 1980-2021 arasında tam ya da tama yakın verisi olan 7 adedi (koyu renkli olanlar) dahil edilmiştir. Havza bazında genel analize bu 7 istasyon yeterli olsa da interpolasyon sonuçlarını güçlendirmek amacıyla komşu havzalardan da Tablo 3.25’te verilen 10 adet ek meteoroloji istasyonu seçilmiştir. Seçilen tüm havza içi ve dışı meteoroloji istasyonlarının konumları Şekil 3.68’de gösterilmektedir. Rapor kapsamında istasyon bazında verilen analiz sonuçları daha uzun veri periyotlarına sahip olduğu için havza içinde olan Kırklareli (17052) ve Malkara (17634) olmak üzere 2 adet istasyonun analizleri de raporda bulunmaktadır. Diğer istasyonların analiz sonuçlarına raporun eklerinden ulaşılabilir. Bu istasyonlara ek olarak alt havzalar bazında ve havza bazında analiz sonuçlarına da aşağıdan erişim sağlanabilmektedir. Bütün alt havzaların sonuçlarını vermek yerine istasyonlarda olduğu gibi 2 alt havza seçilerek sonuçları burada irdelenecektir. Diğer alt havzaların analiz sonuçlarına eklerden ulaşılabilir.

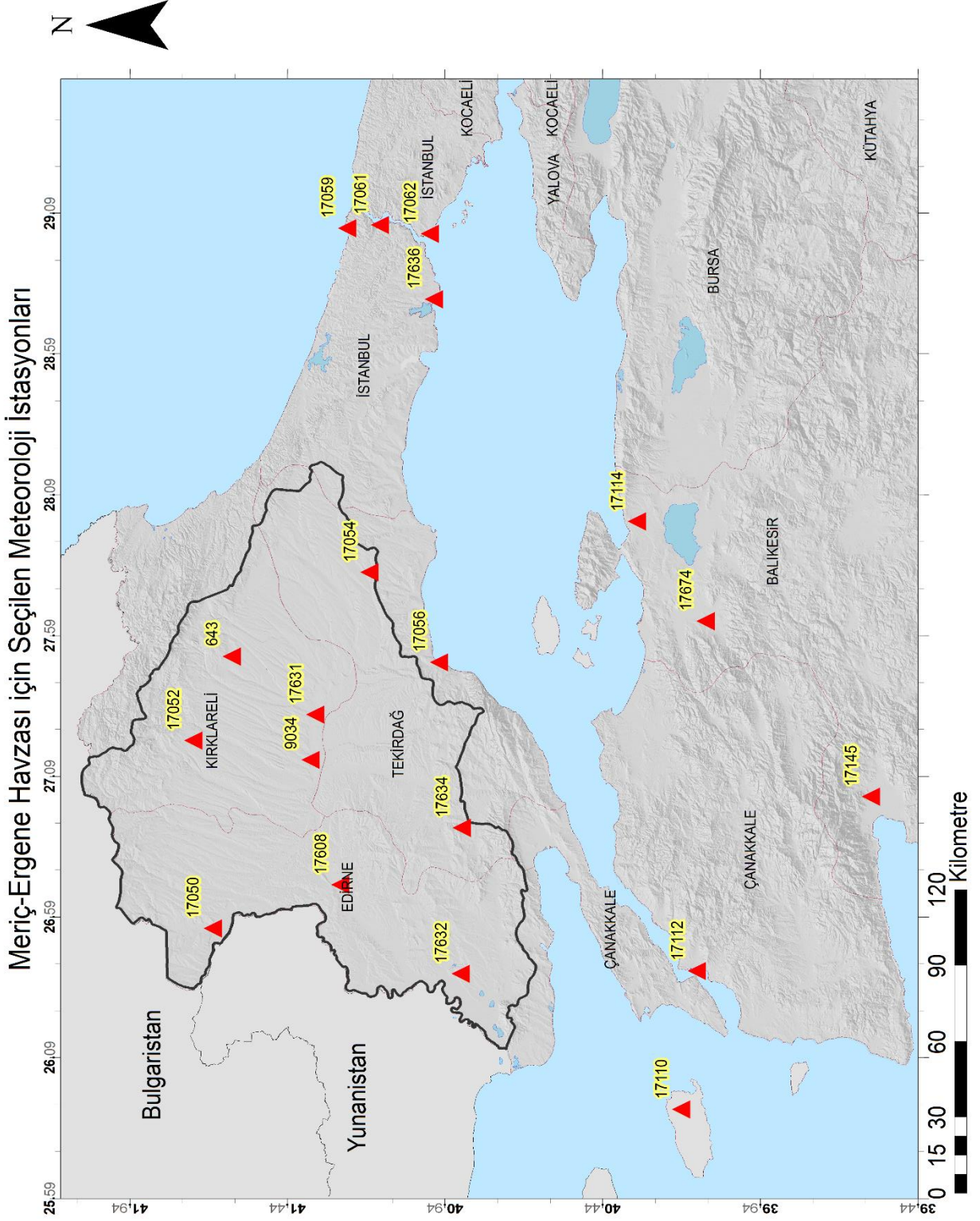
Meteorolojik indisler hem noktasal hem de alansal olarak incelenmiş olup, diğer veriler ile üretilen SRI, SGI ve SRSI indisleri ise alansal dağılıma çok uygun olmadığı için sadece istasyon bazındaki analizleri ile bu kısımda yer alacaktır.

Tablo 3.24 Havza İçerisinde Kuraklık Analizleri için Kullanılan MGM İstasyonları

İstasyon Kodu	Rakım (m)	İstasyon Adı	Veri Aralığı
643	190	PINARHISAR	1966-2005
9034	70	ALPULLU	1950-1987
17050	51	EDİRNE	1952-2021
17052	232	KIRKLARELİ	1959-2021
17054	145	ÇORLU	1940-2021
17608	45	UZUNKÖPRÜ	1965-2021
17631	46	LÜLEBURGAZ TİGEM	1941-2021
17632	81	İPSALA	1963-2021
17634	207	MALKARA	1980-2021

Tablo 3.25 Havza Dışı Kuraklık Analizleri için Kullanılan MGM İstasyonları

İstasyon Kodu	Rakım (m)	İstasyon Adı	Veri Aralığı
17056	4	TEKİRDAĞ	1940-2021
17059	38	SARIYER/KUMKÖY- KİLYOS	1951-2021
17061	59	SARIYER	1949-2021
17062	5	KADIKÖY RIHTIM	1929-2021
17110	79	GÖKÇEADA	1965-2021
17112	6	ÇANAKKALE	1929-2021
17114	63	BANDIRMA	1950-2021
17145	21	EDREMİT	1959-2021
17636	37	FLORYA	1937-2021
17674	37	BALIKESİR/GÖNEN	1967-2021



Şekil 3.68 Havza için İçerde ve Dışarda Seçilen MGM İstasyonları Haritası

3.2.1. Standart Yağış İndisi (SPI)

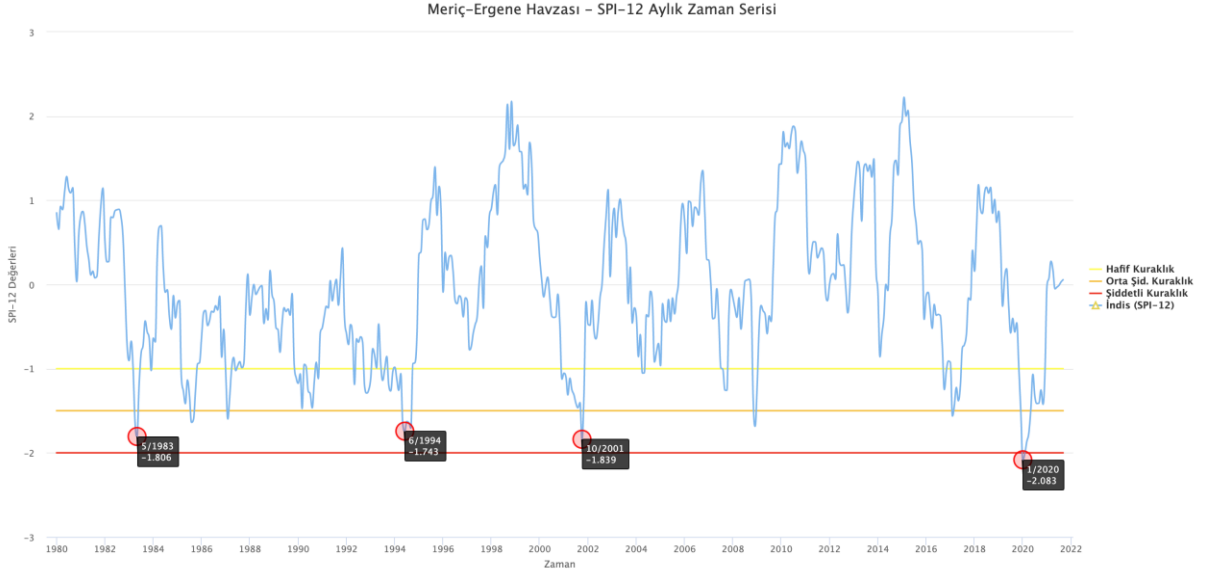
3.2.1.1. Havza Bazında SPI Analiz Sonuçları

Bu çalışma kapsamında havza için SPI analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

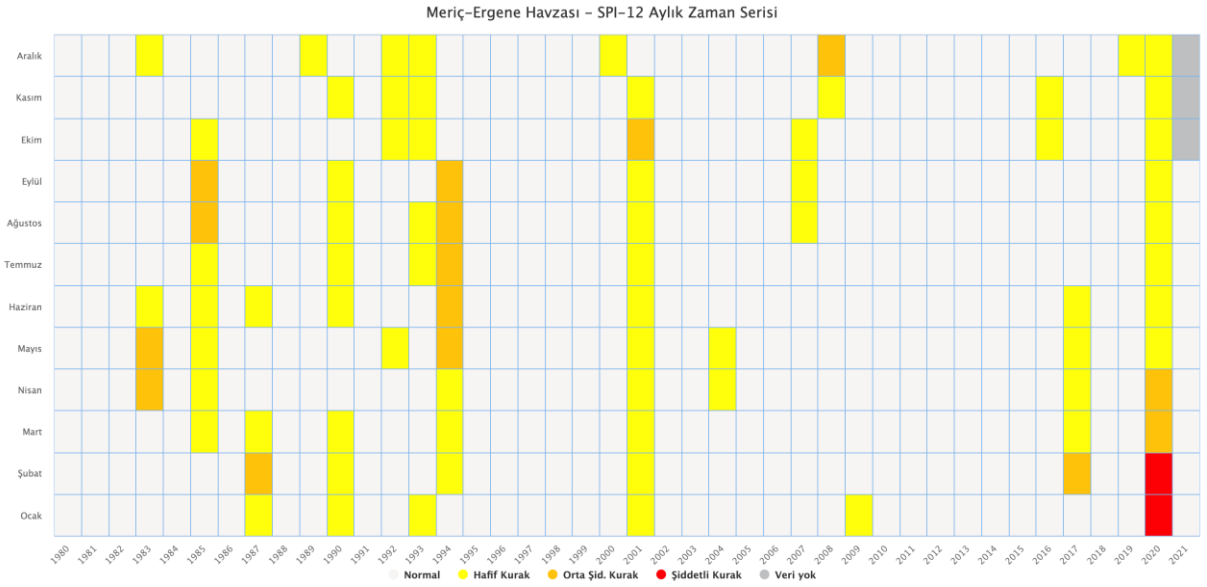
Havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

Ayrıca istasyon ve alt havza bazındaki analiz sonuçlarından farklı olarak havza bazındaki çizgisel grafiklerde en kurak aylar grafik üzerinde gösterilmektedir. Burada en kurak ay tercihi yapılırken aynı yılda birden fazla kurak ay varsa en kurak olan seçilmektedir. Seçilen 4 en kurak aya ilişkin ise grafiğin altında aylık bazdaki kuraklık şiddet haritaları gösterilerek kuraklığın alansal olarak dağılımı gösterilmektedir.

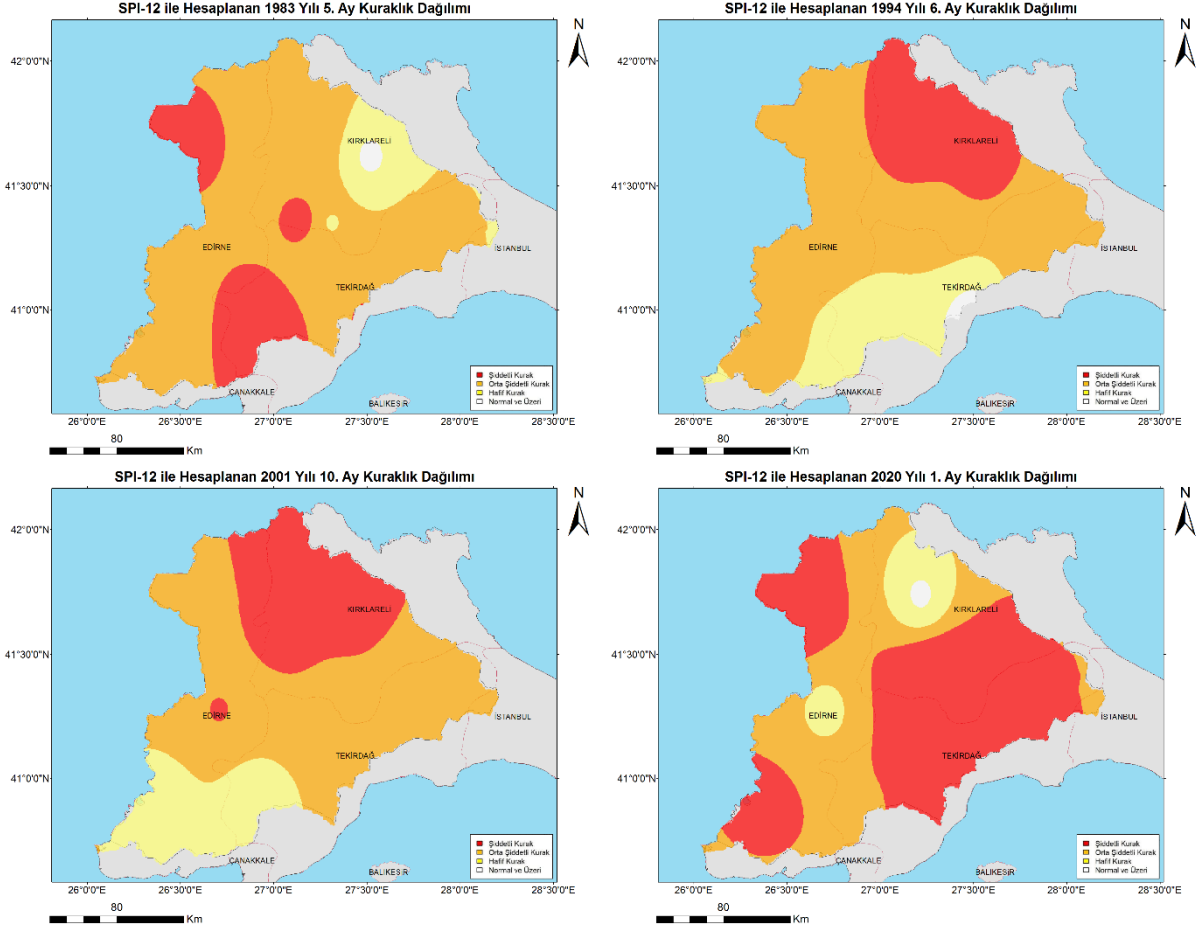
3.2.1.1.1. SPI-12 Aylık Periyot



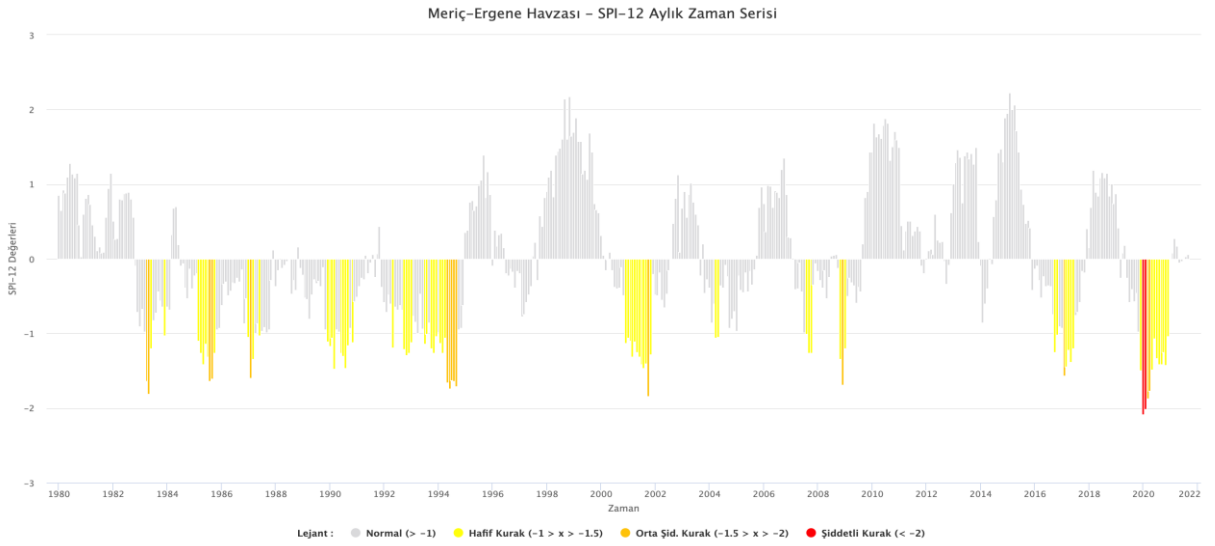
Şekil 3.69 Havza Geneline Ait SPI 12 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.70 Havza Geneline Ait SPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.71 SPI 12 Aylık En Kurak 4 Aya Ait Haritalar



Şekil 3.72 Havza Geneline Ait SPI 12 Aylık Bar Grafiği

3.2.2. Palmer Kuraklık İndisleri

3.2.2.1. Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (scPDSI)

Bu çalışma kapsamında havza içerisinde 9, havza dışında ise 10 adet istasyonun scPDSI analizleri yapılmıştır. Ana rapor kapsamında havzayı temsilen havza içindeki 2 adet istasyonun analizleri paylaşılmaktadır. Diğer istasyonların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

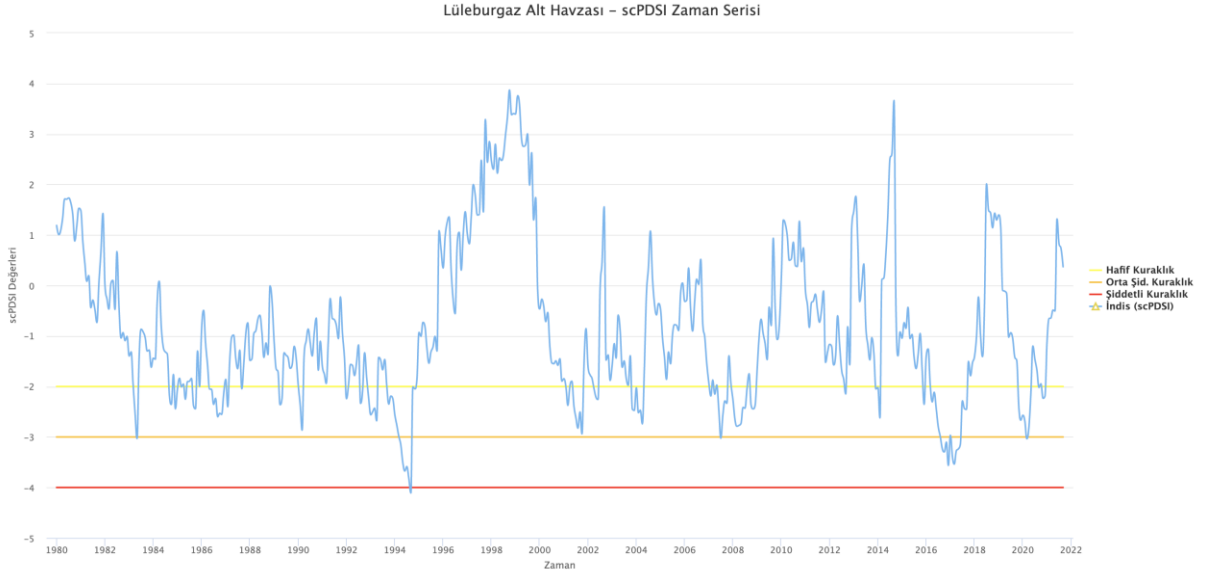
İstasyon bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

3.2.2.1.1. Alt Havza Bazında scPDSI Analiz Sonuçları

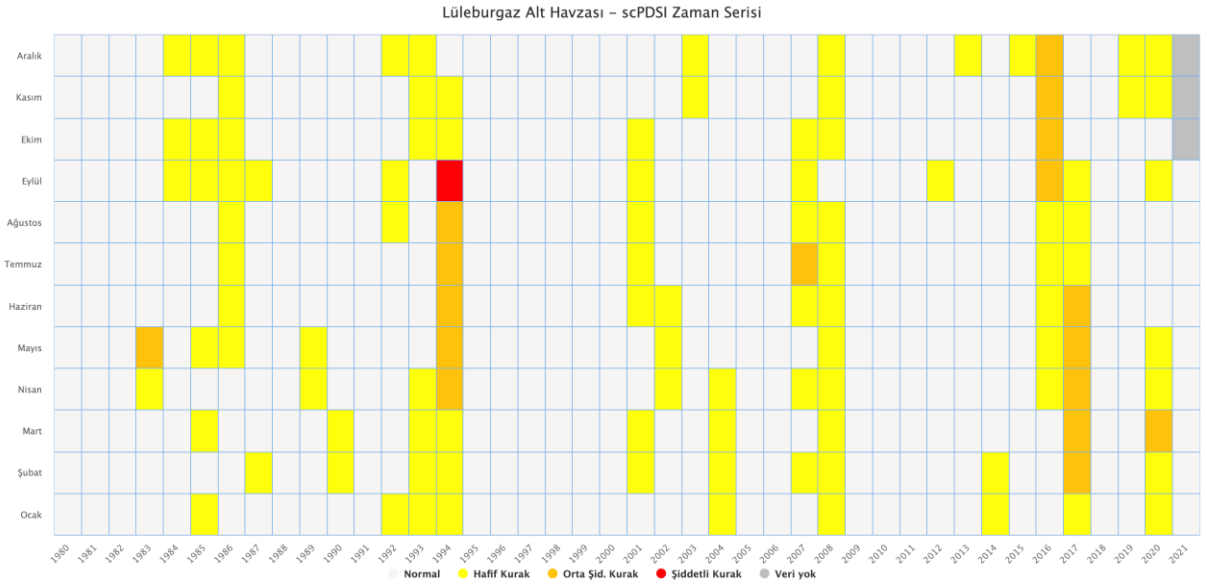
Bu çalışma kapsamında havza içerisinde bulunan tüm alt havzaların scPDSI analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra her alt havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak o alt havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

Ana rapor kapsamında havzayı temsilen 2 büyük alt havzanın (Lüleburgaz ve Uzunköprü alt havzaları) analizleri paylaşılmaktadır. Diğer alt havzaların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

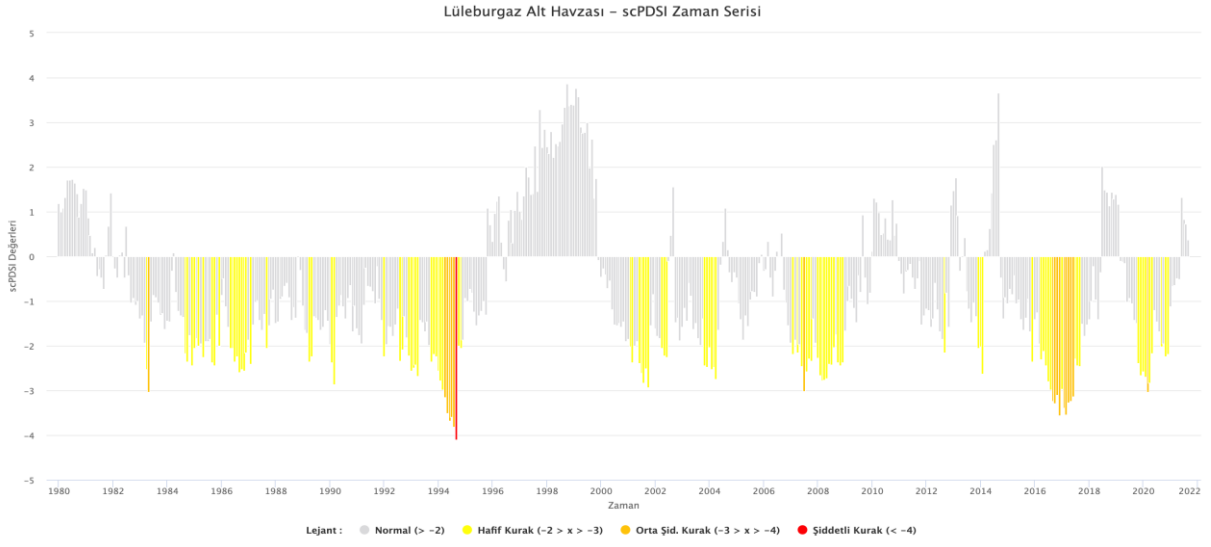
Alt havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.



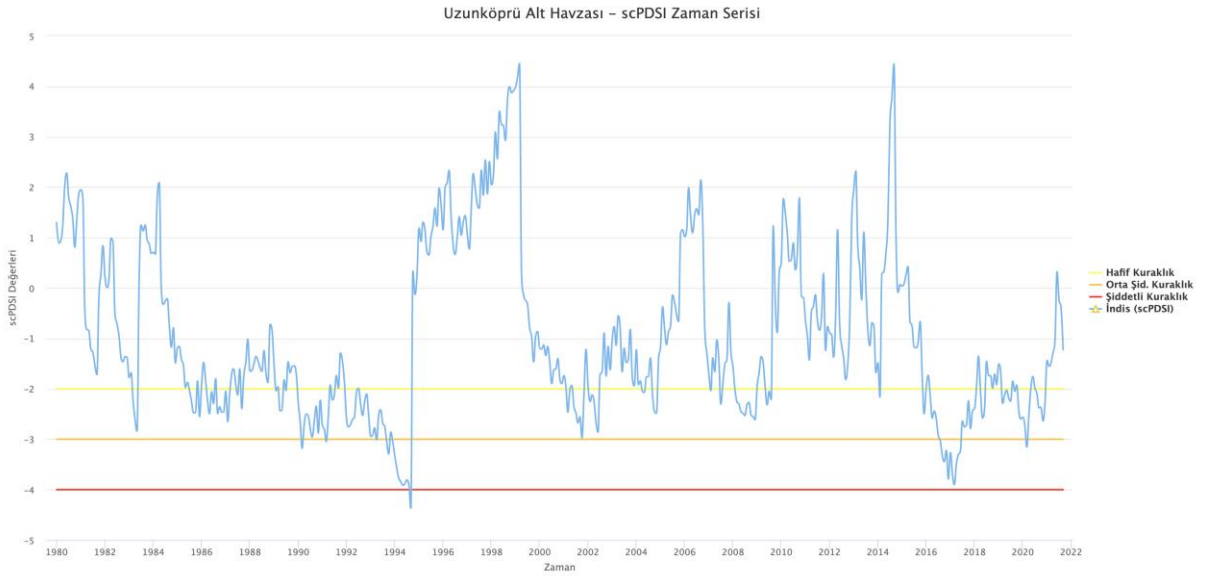
Şekil 3.73 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait scPDSI Çizgisel Grafiği



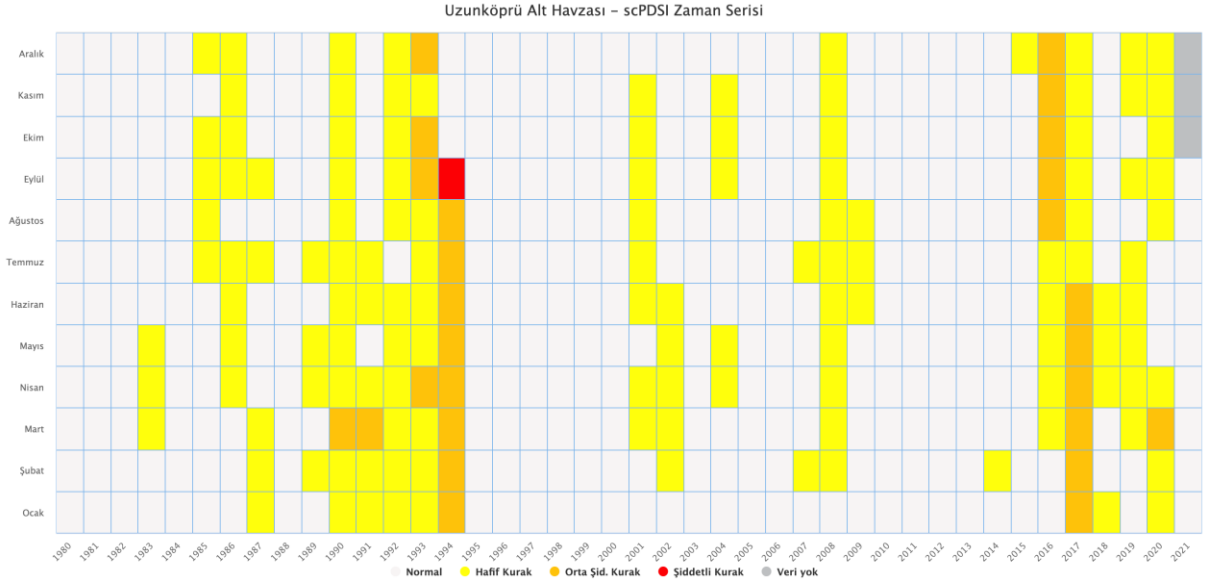
Şekil 3.74 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği



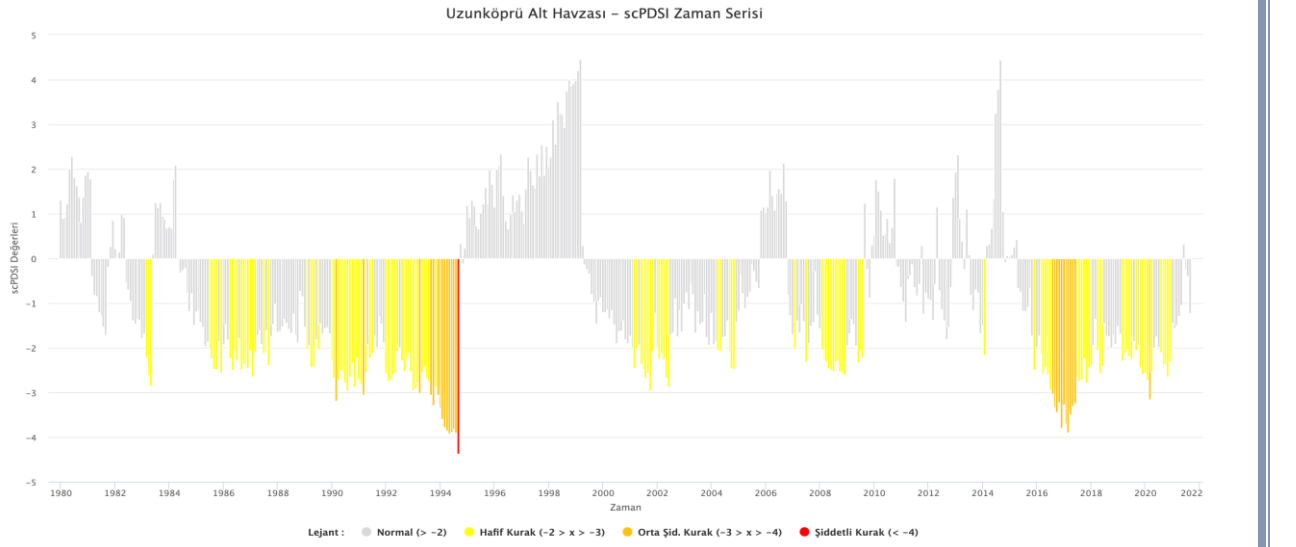
Şekil 3.75 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait scPDSI Bar Grafiği



Şekil 3.76 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait scPDSI Çizgisel Grafiği



Şekil 3.77 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği



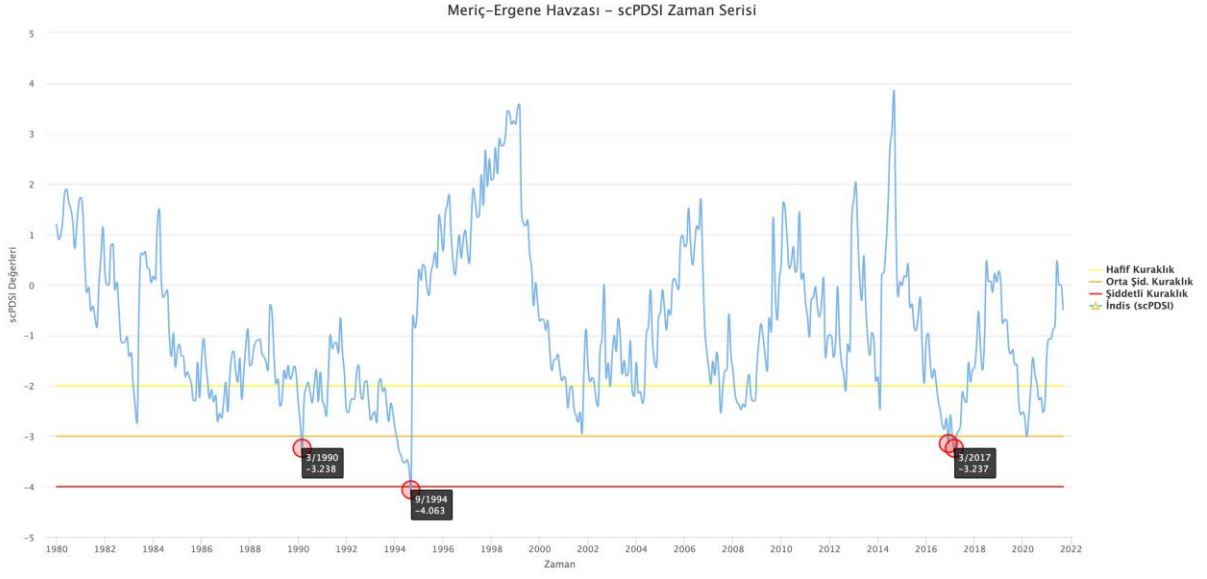
Şekil 3.78 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait scPDSI Bar Grafiği

3.2.2.1.2. Havza Bazında scPDSI Analiz Sonuçları

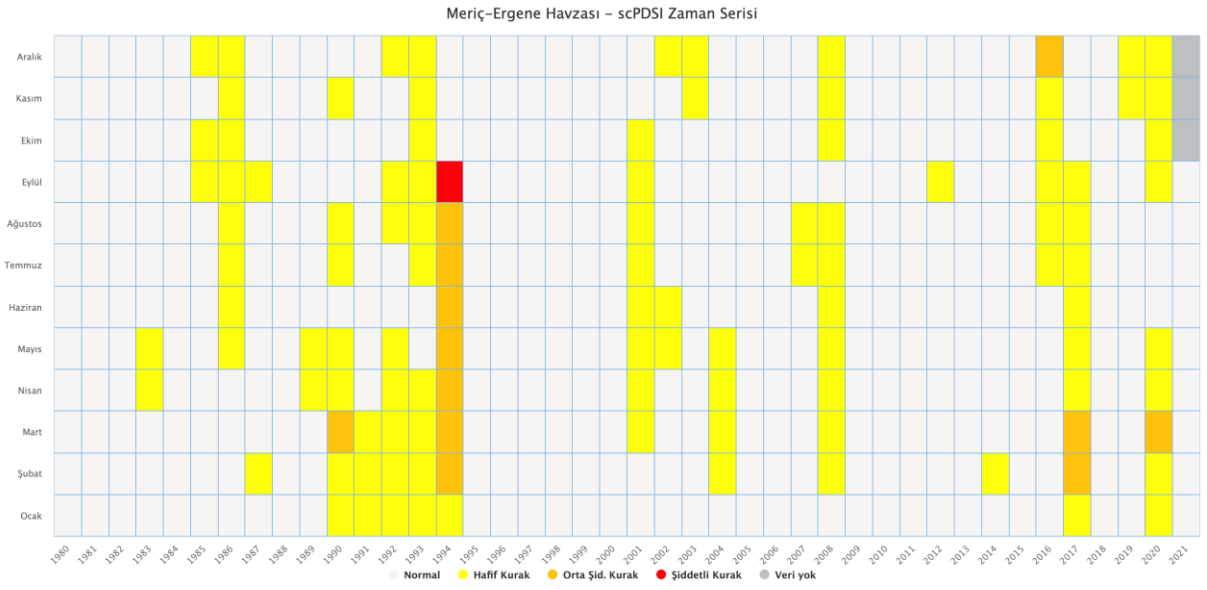
Bu çalışma kapsamında havza için scPDSI analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

Havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

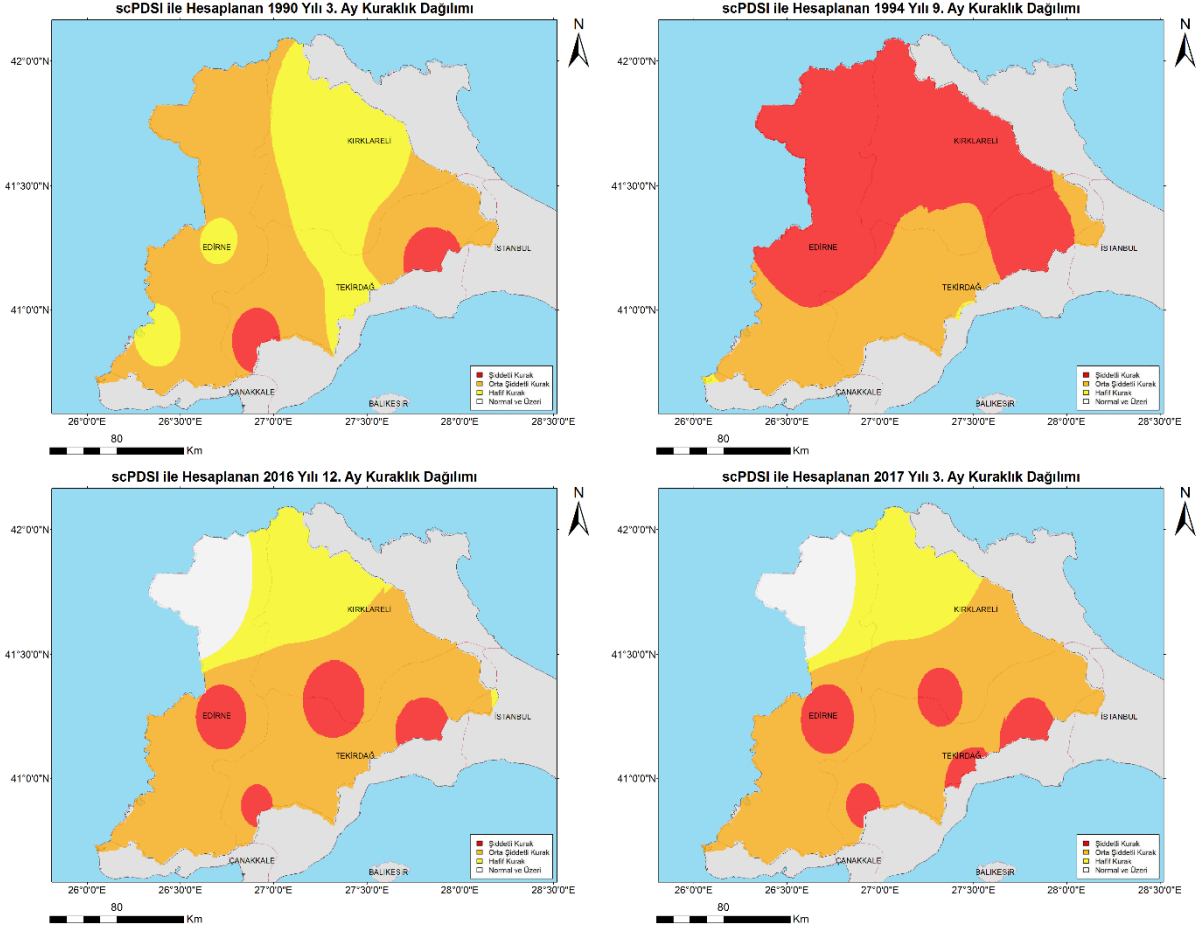
Ayrıca istasyon ve alt havza bazındaki analiz sonuçlarından farklı olarak havza bazındaki çizgisel grafiklerde en kurak aylar grafik üzerinde gösterilmektedir. Burada en kurak ay tercihi yapılırken aynı yılda birden fazla kurak ay varsa en kurak olan seçilmektedir. Seçilen 4 en kurak aya ilişkin ise grafiğin altında aylık bazdaki kuraklık şiddet haritaları gösterilerek kuraklığın alansal olarak dağılımı gösterilmektedir.



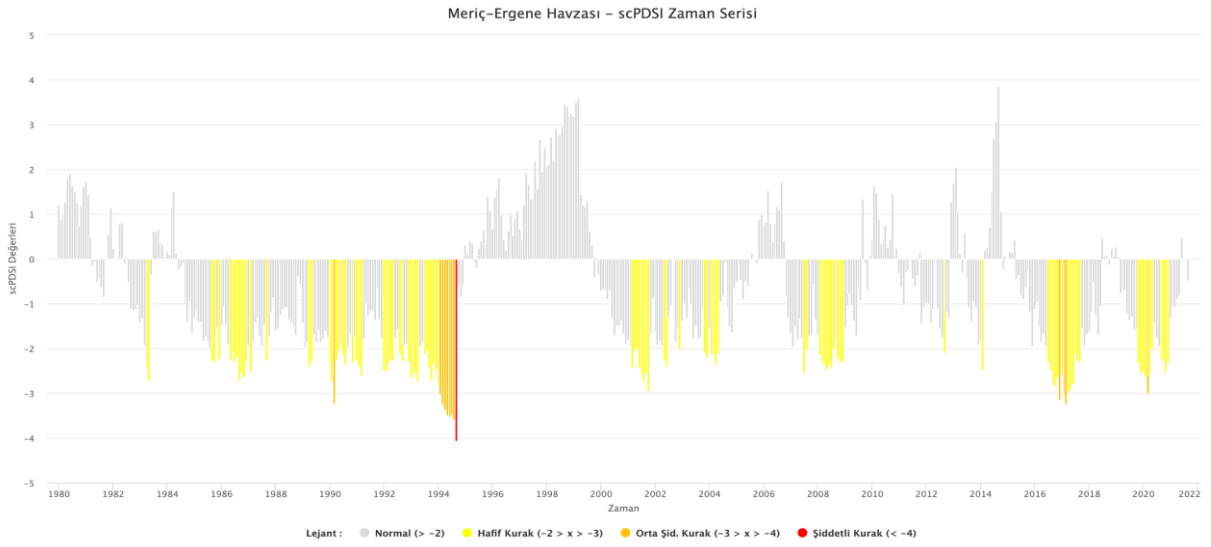
Şekil 3.79 Havza Geneline Ait scPDSI Çizgisel Grafiği



Şekil 3.80 Havza Geneline Ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.81 scPDSI İndisi En Kurak 4 Aya Ait Haritalar



Şekil 3.82 Havza Geneline Ait scPDSI Bar Grafiği

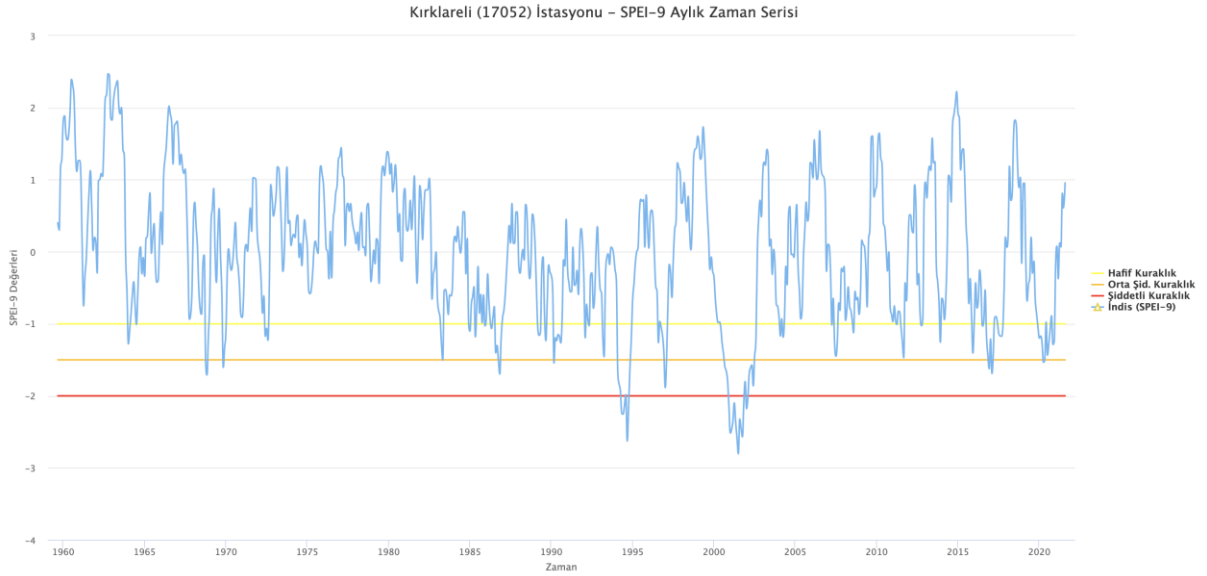
3.2.3. Standart Yağış-Buharlaştırma İndisi (SPEI)

3.2.3.1. İstasyon Bazında SPEI Analiz Sonuçları

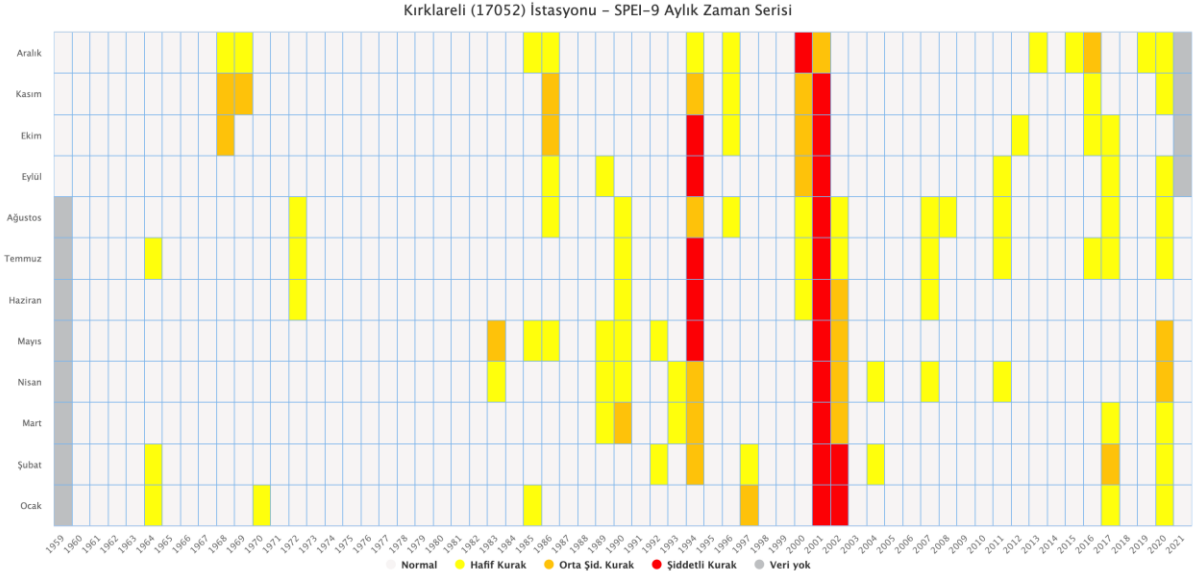
Bu çalışma kapsamında havza içerisinde 9, havza dışında ise 10 adet istasyonun SPEI analizleri yapılmıştır. Ana rapor kapsamında havzayı temsilen havza içindeki 2 adet istasyonun analizleri paylaşılmaktadır. Diğer istasyonların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

İstasyon bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

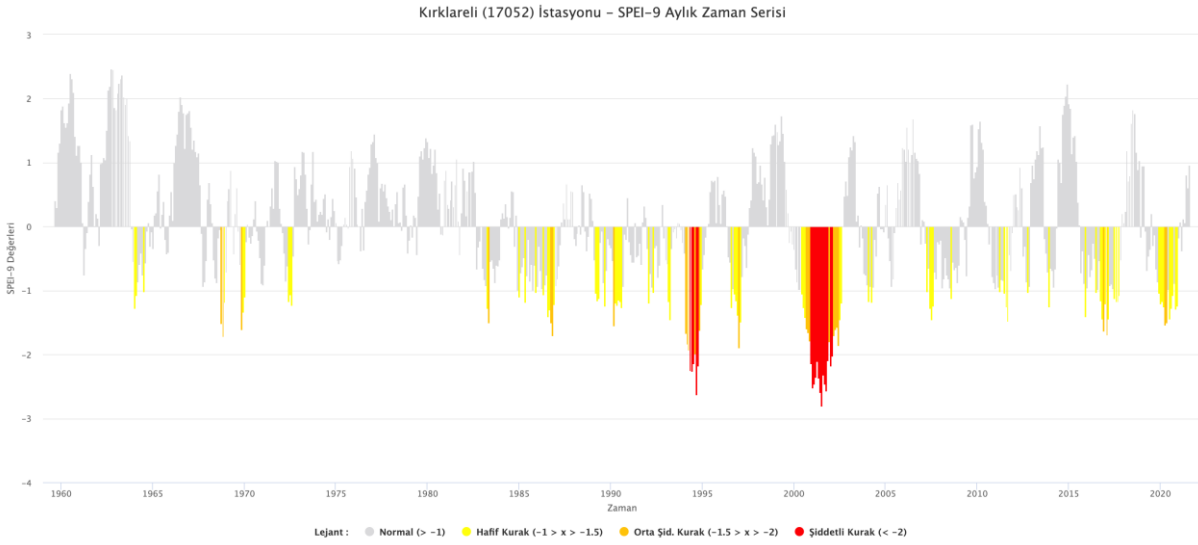
3.2.3.1.1. SPEI-9 Aylık Periyot



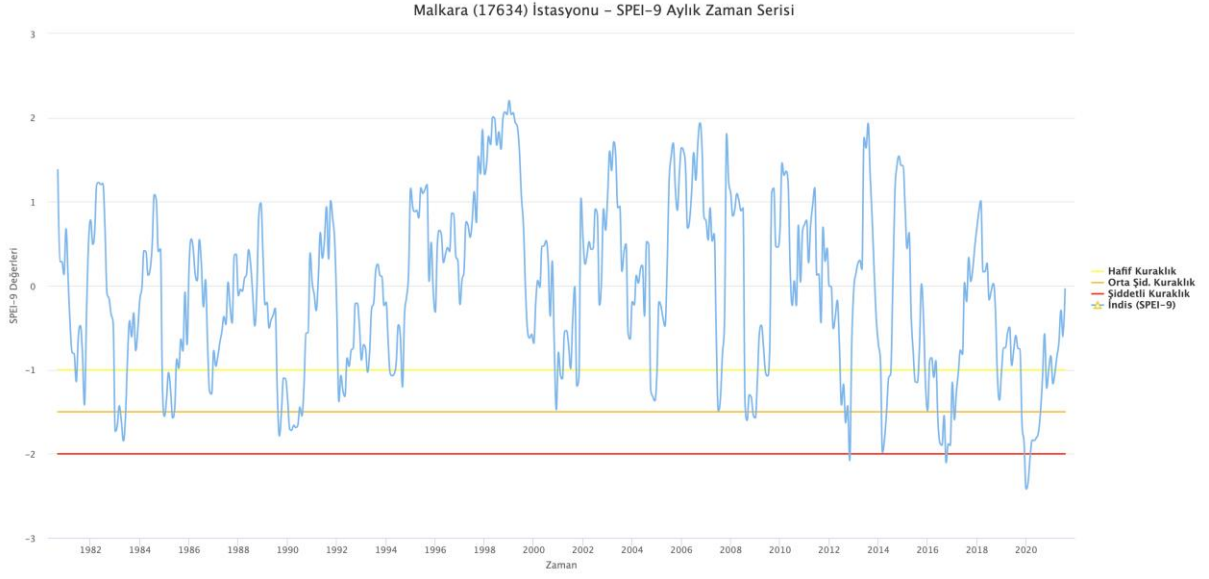
Şekil 3.83 Kırklareli İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik



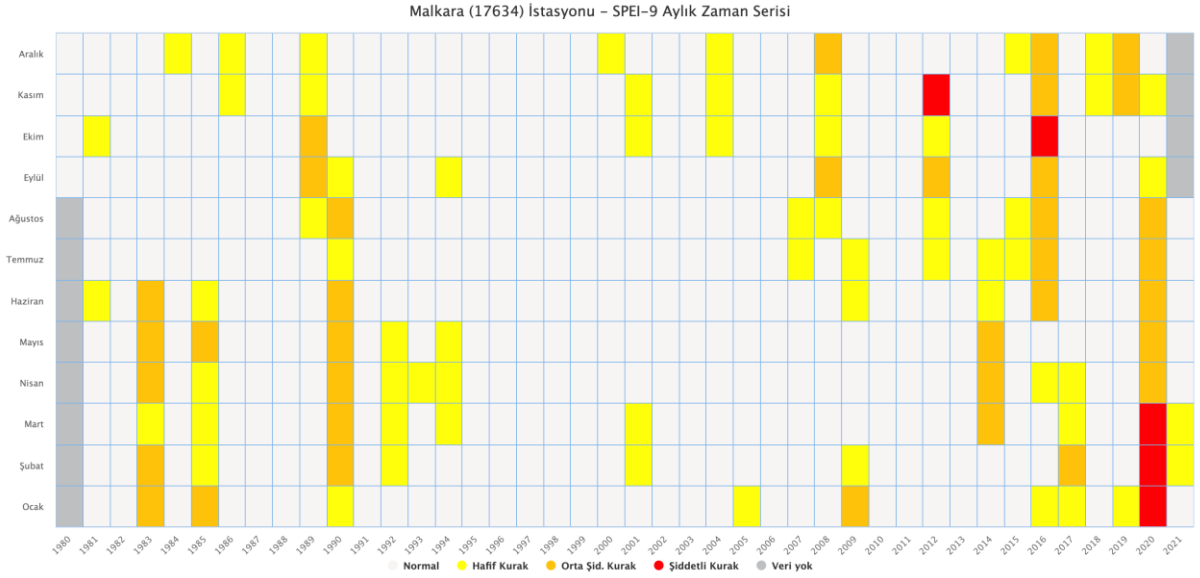
Şekil 3.84 Kırklareli İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



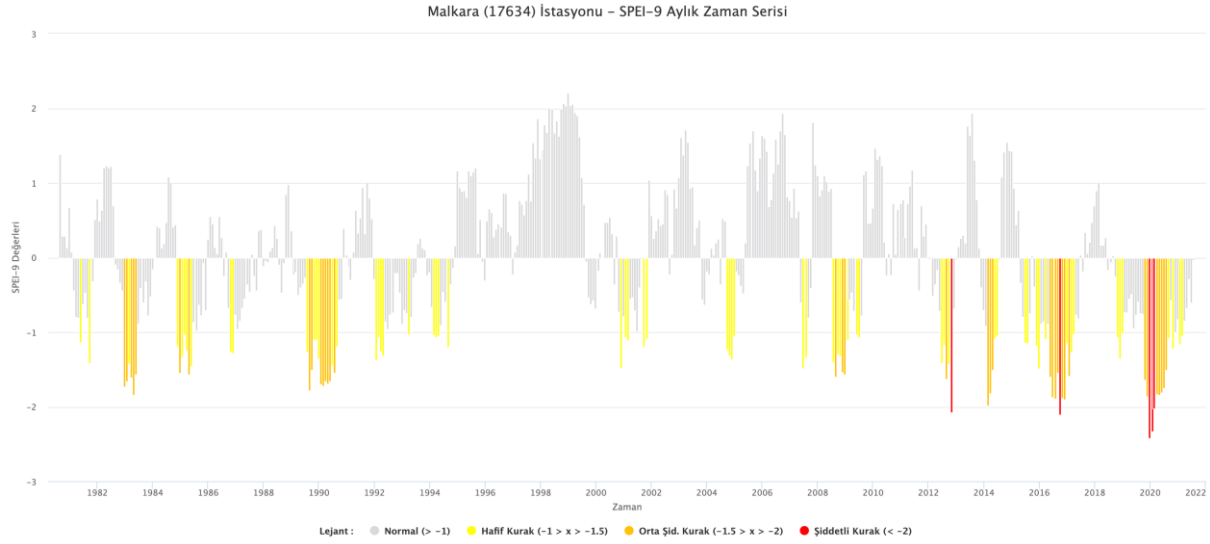
Şekil 3.85 Kırklareli İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği



Şekil 3.86 Malkara İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.87 Malkara İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.88 Malkara İstasyonuna Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği

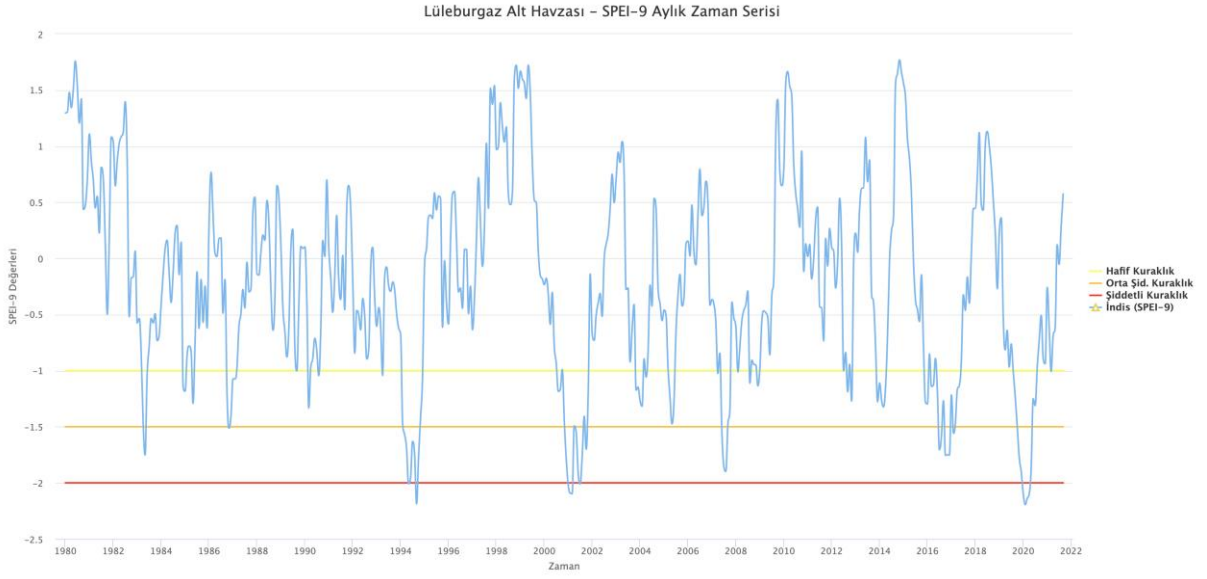
3.2.3.2. Alt Havza Bazında SPEI Analiz Sonuçları

Bu çalışma kapsamında havza içerisinde bulunan tüm alt havzaların SPEI analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra her alt havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak o alt havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

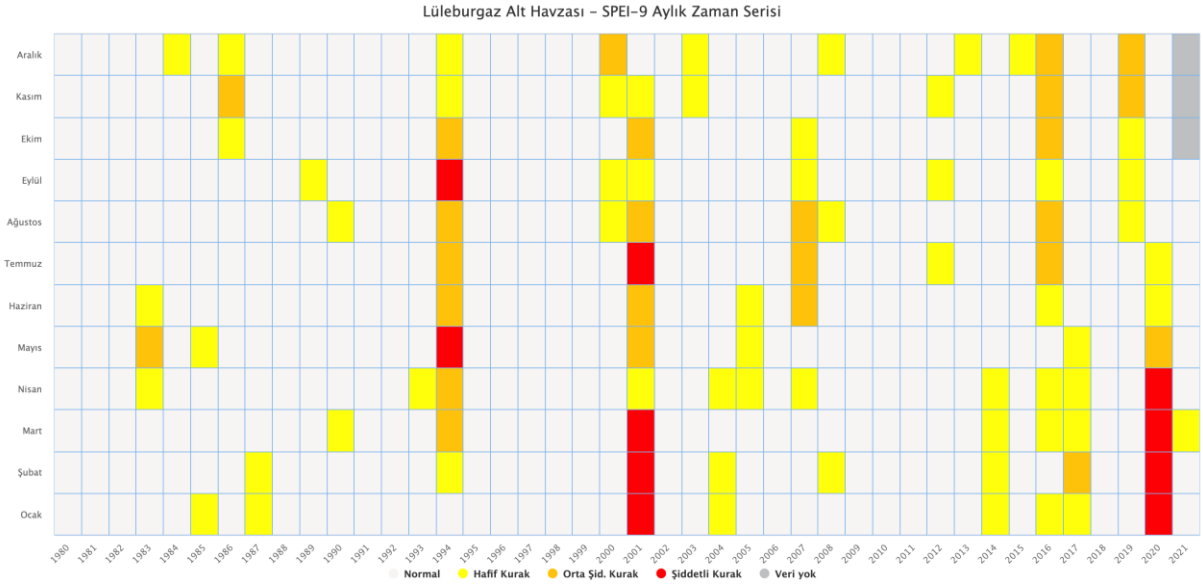
Ana rapor kapsamında havzayı temsilen 2 büyük alt havzanın (Lüleburgaz ve Uzunköprü alt havzaları) analizleri paylaşılmaktadır. Diğer alt havzaların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

Alt havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

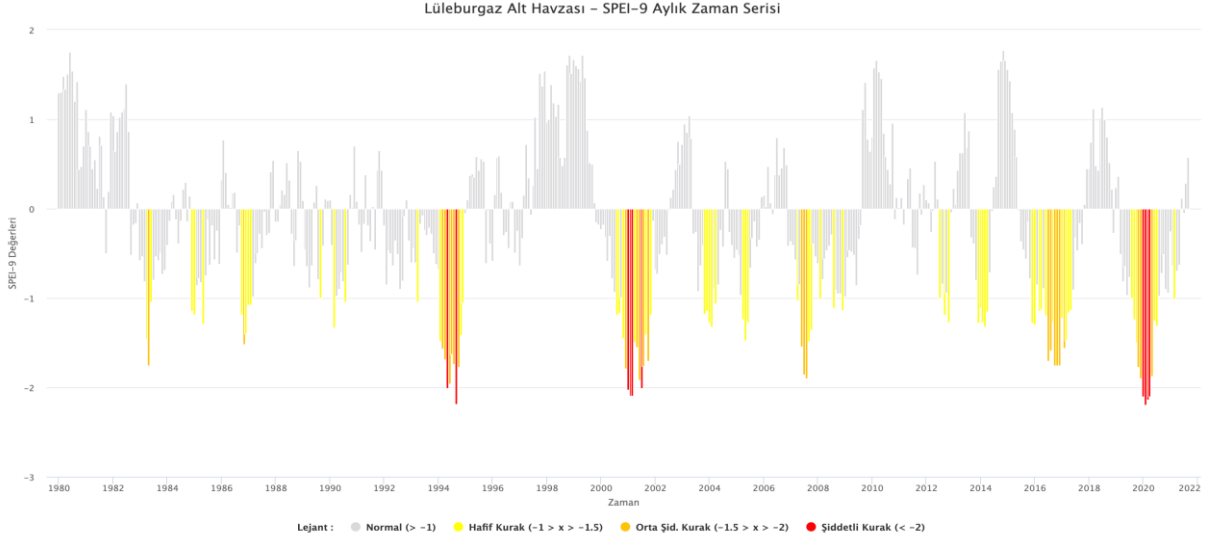
3.2.3.2.1. SPEI-9 Aylık Periyot



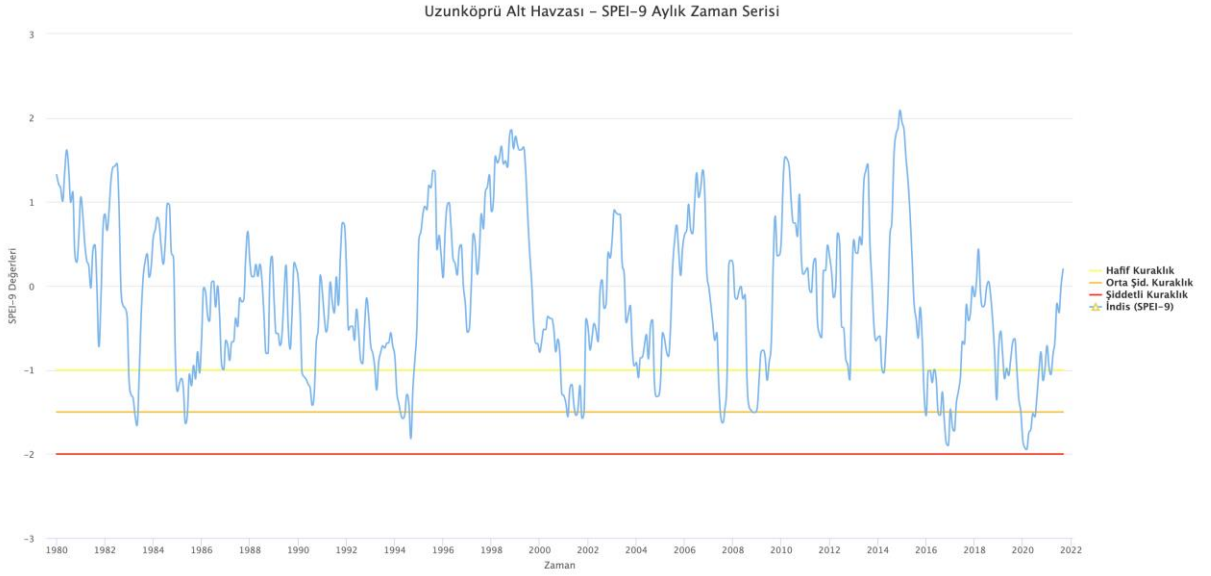
Şekil 3.89 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik



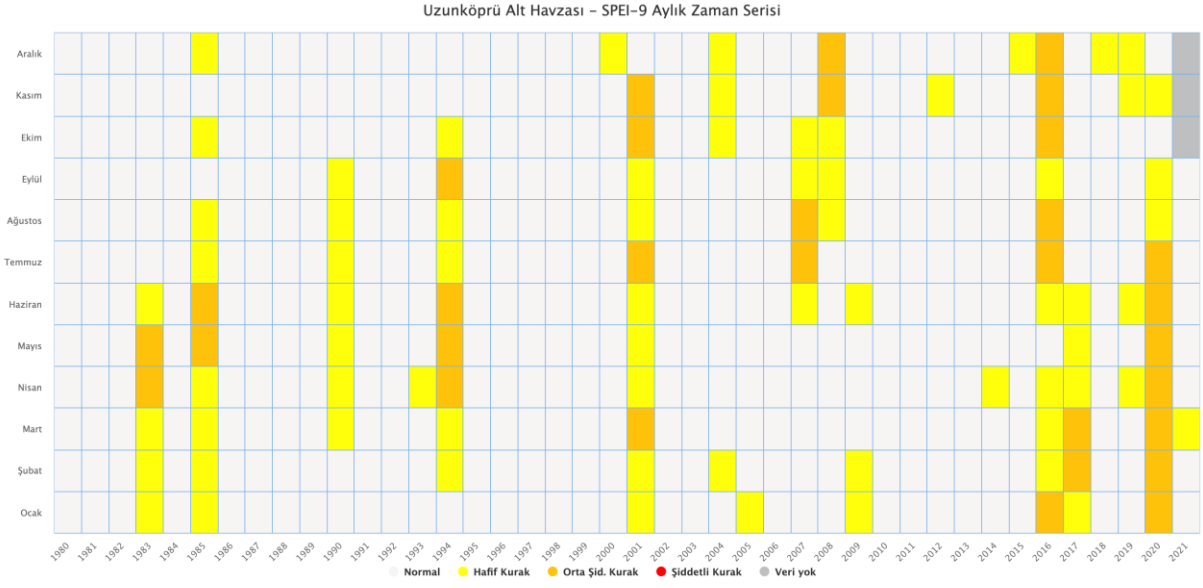
Şekil 3.90 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



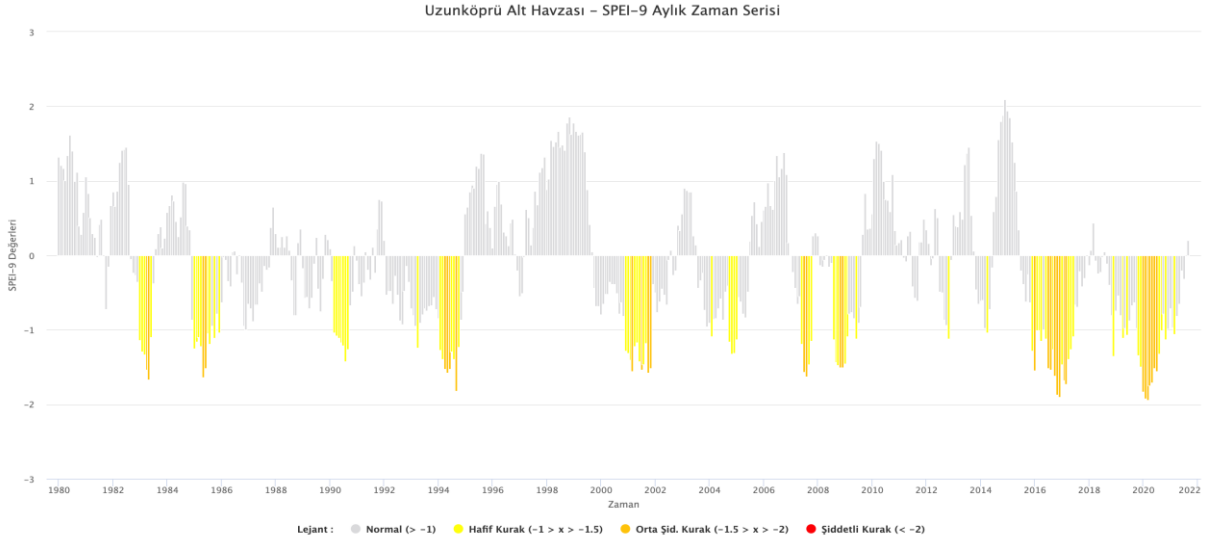
Şekil 3.91 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği



Şekil 3.92 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.93 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.94 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği

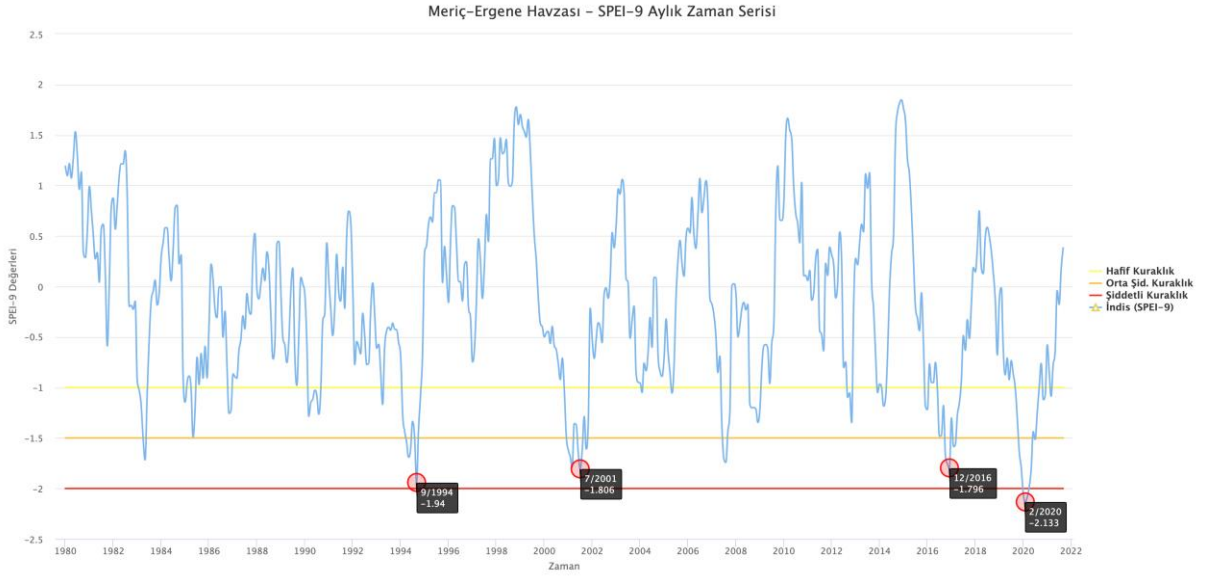
3.2.3.3. Havza Bazında SPEI Analiz Sonuçları

Bu çalışma kapsamında havza için SPEI analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

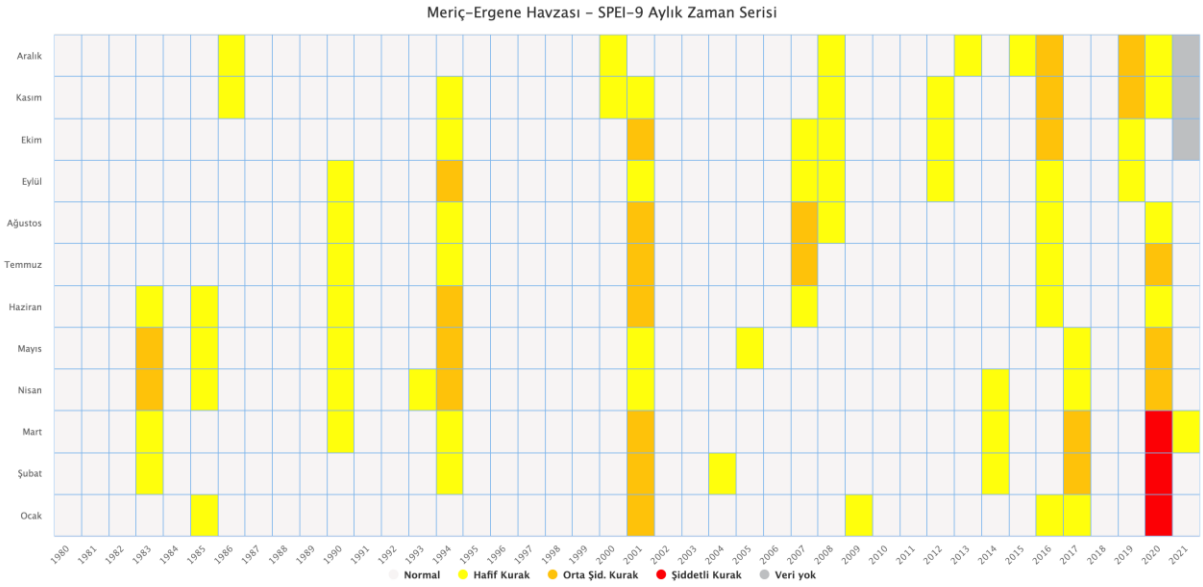
Havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

Ayrıca istasyon ve alt havza bazındaki analiz sonuçlarından farklı olarak havza bazındaki çizgisel grafiklerde en kurak aylar grafik üzerinde gösterilmektedir. Burada en kurak ay tercihi yapılırken aynı yılda birden fazla kurak ay varsa en kurak olan seçilmektedir. Seçilen 4 en kurak aya ilişkin ise grafiğin altında aylık bazdaki kuraklık şiddet haritaları gösterilerek kuraklığın alansal olarak dağılımı gösterilmektedir.

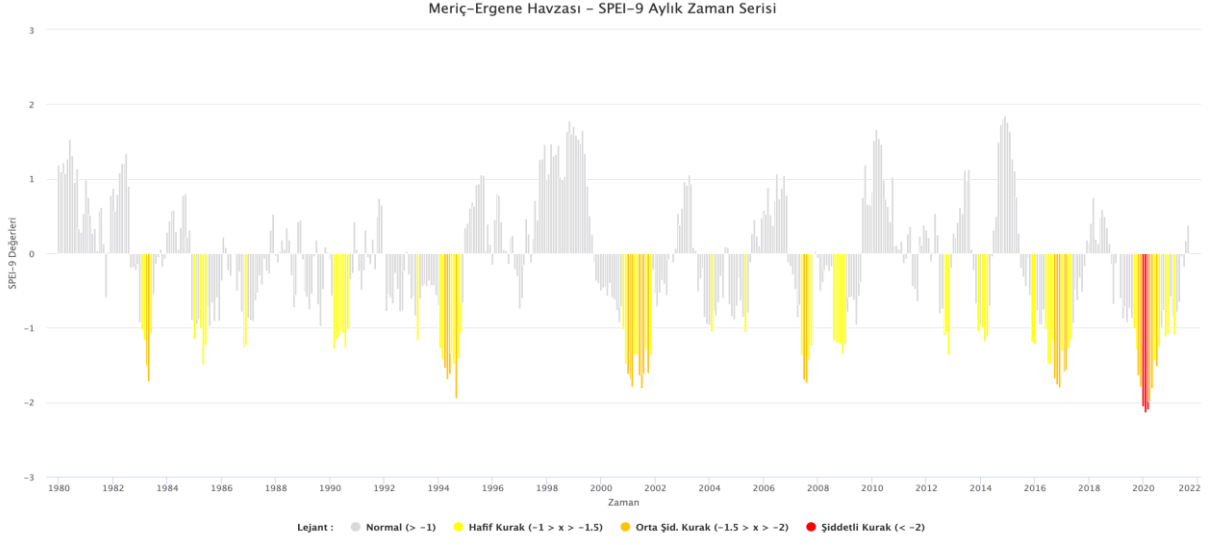
3.2.3.3.1. SPEI-9 Aylık Periyot



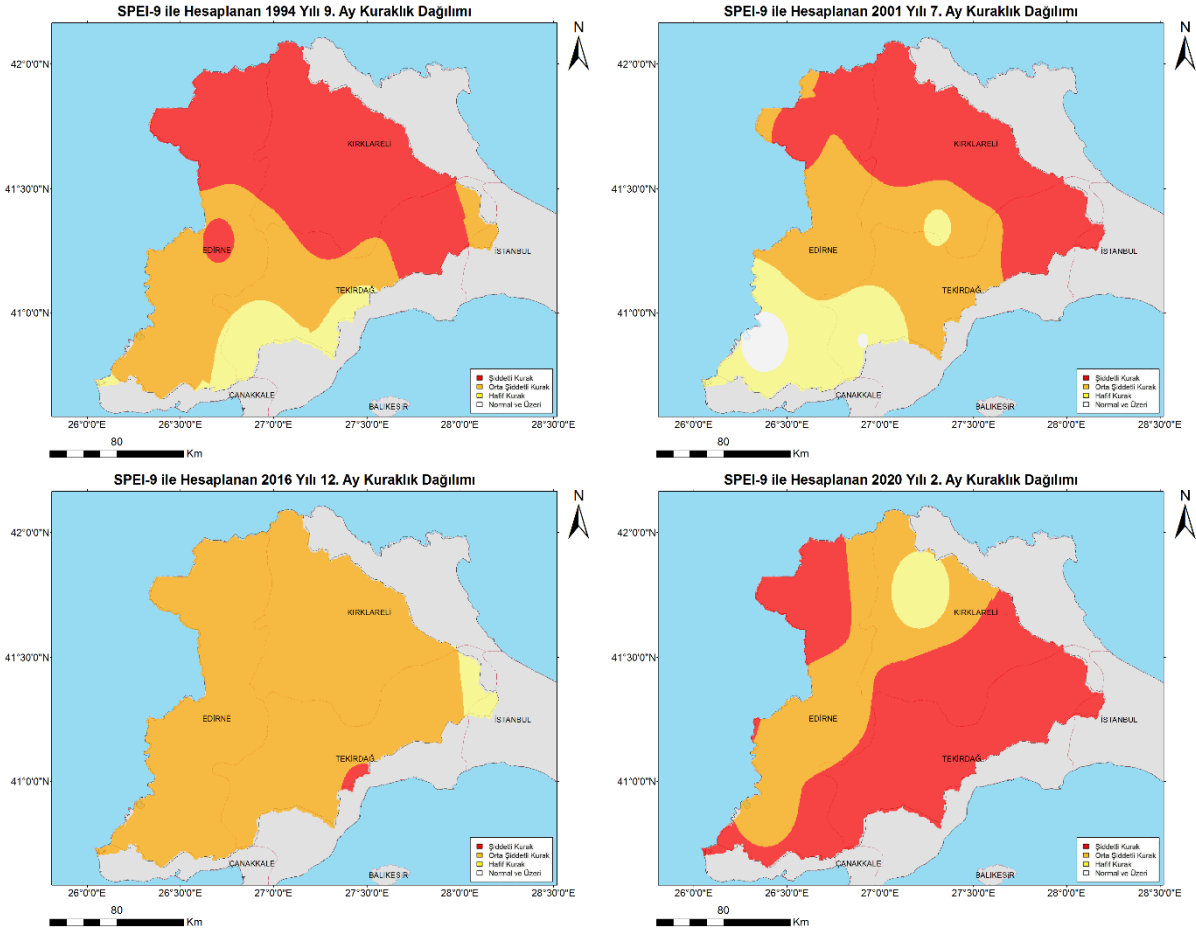
Şekil 3.95 Havza Geneline Ait SPEI 9 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.96 Havza Geneline Ait SPEI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.97 Havza Geneline Ait SPEI 9 Aylık Bar Grafiği



Şekil 3.98 SPEI 9 Aylık En Kurak 4 Aya Ait Haritalar

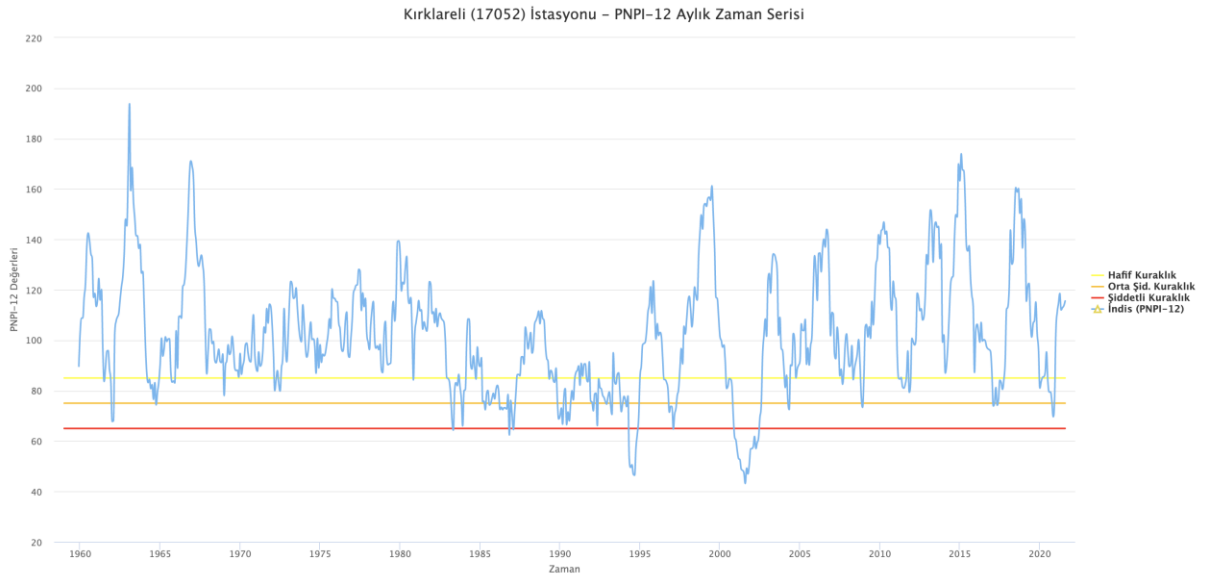
3.2.4. Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI)

3.2.4.1. İstasyon Bazında PNPI Analiz Sonuçları

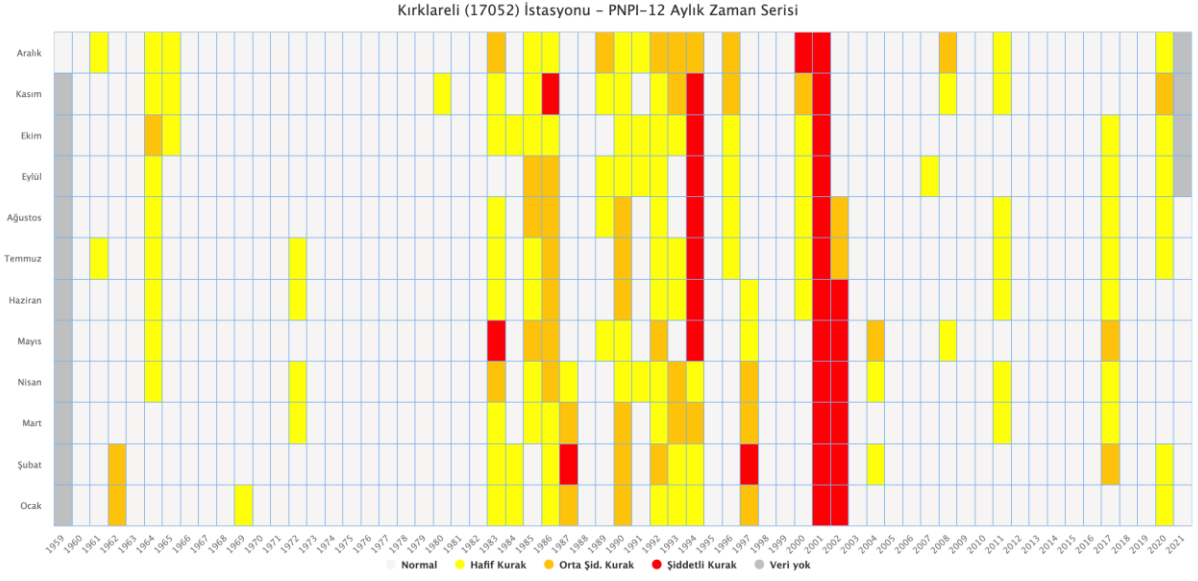
Bu çalışma kapsamında havza içerisinde 9, havza dışında ise 10 adet istasyonun PNPI analizleri yapılmıştır. Ana rapor kapsamında havzayı temsilen havza içindeki 2 adet istasyonun analizleri paylaşılmaktadır. Diğer istasyonların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

İstasyon bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

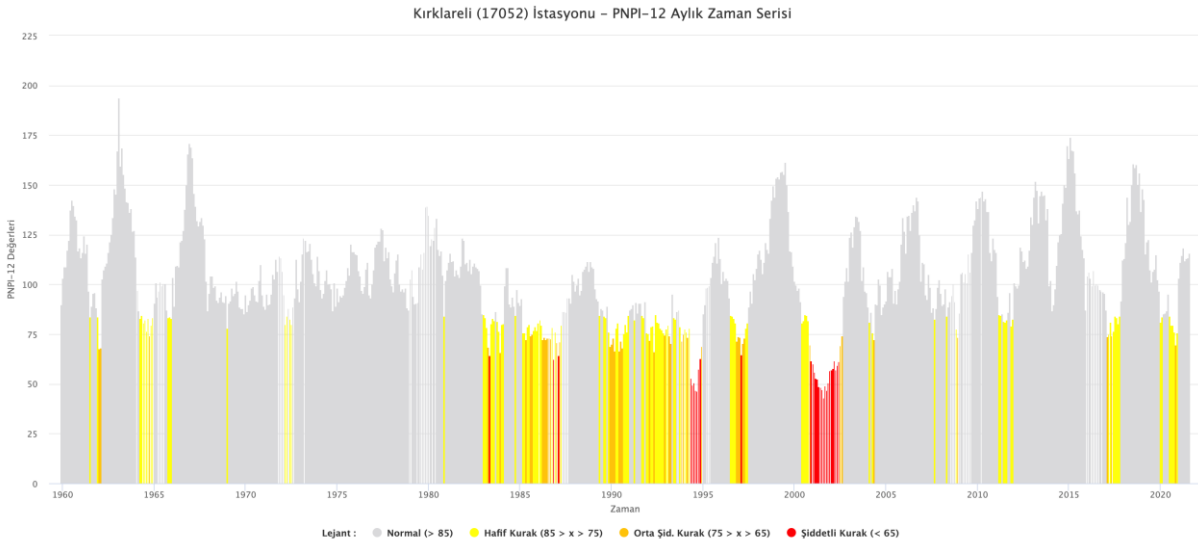
3.2.4.1.1. PNPI-12 Aylık Periyot



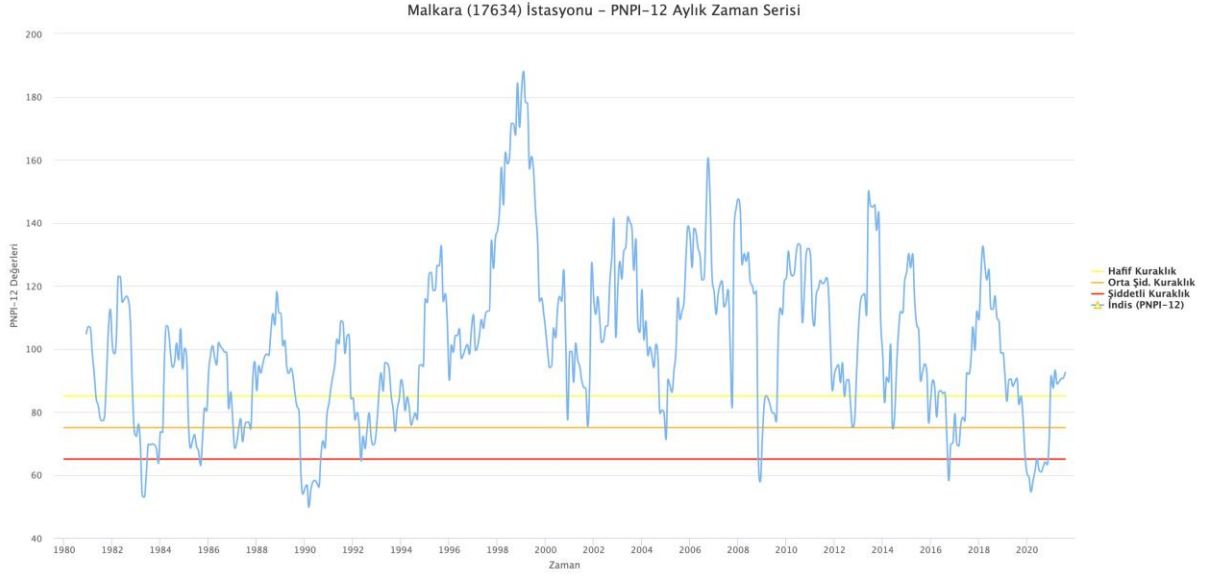
Şekil 3.99 Kırklareli İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik



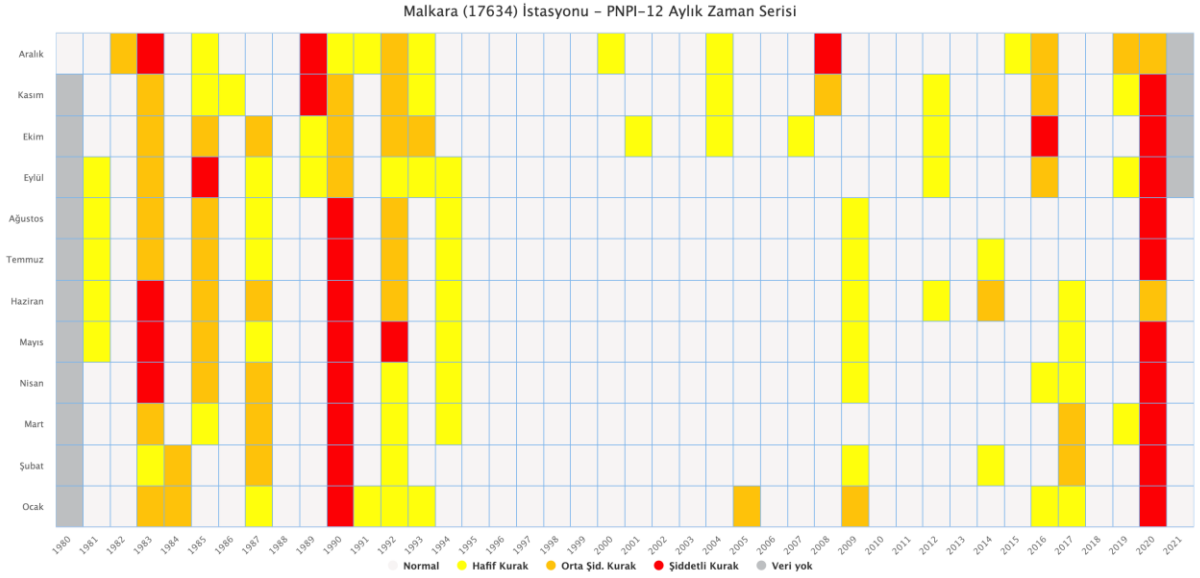
Şekil 3.100 Kırklareli İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



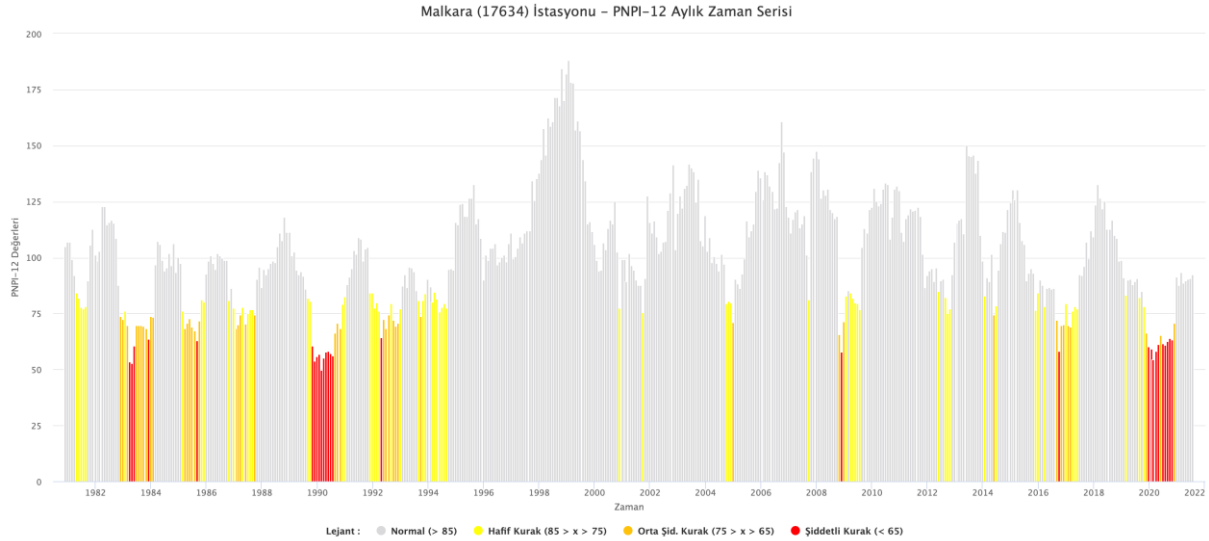
Şekil 3.101 Kırklareli İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği



Şekil 3.102 Malkara İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.103 Malkara İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.104 Malkara İstasyonuna Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği

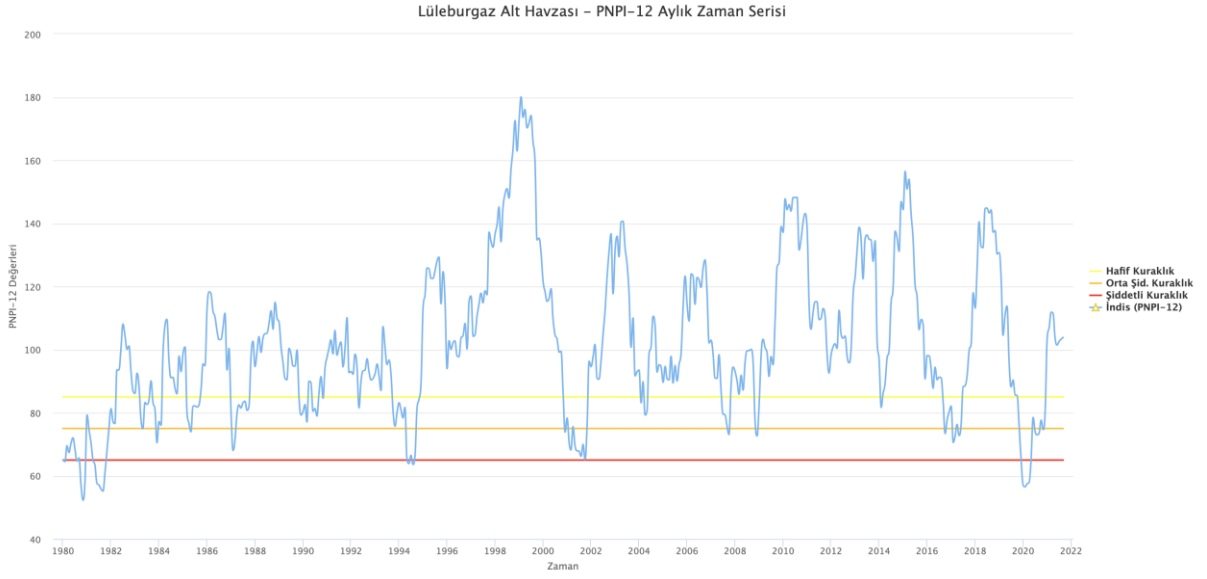
3.2.4.2. Alt Havza Bazında, a PNPI Analiz Sonuçları

Bu çalışma kapsamında havza içerisinde bulunan tüm alt havzaların PNPI analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra her alt havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak o alt havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

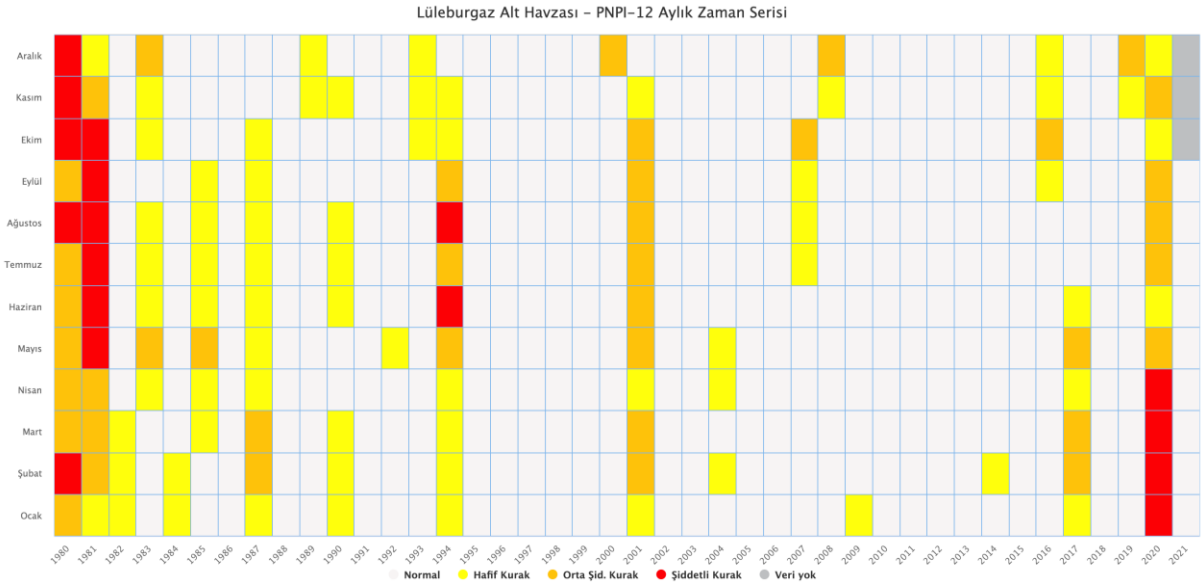
Ana rapor kapsamında havzayı temsilen 2 büyük alt havzanın (Lüleburgaz ve Uzunköprü alt havzaları) analizleri paylaşılmaktadır. Diğer alt havzaların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

Alt havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

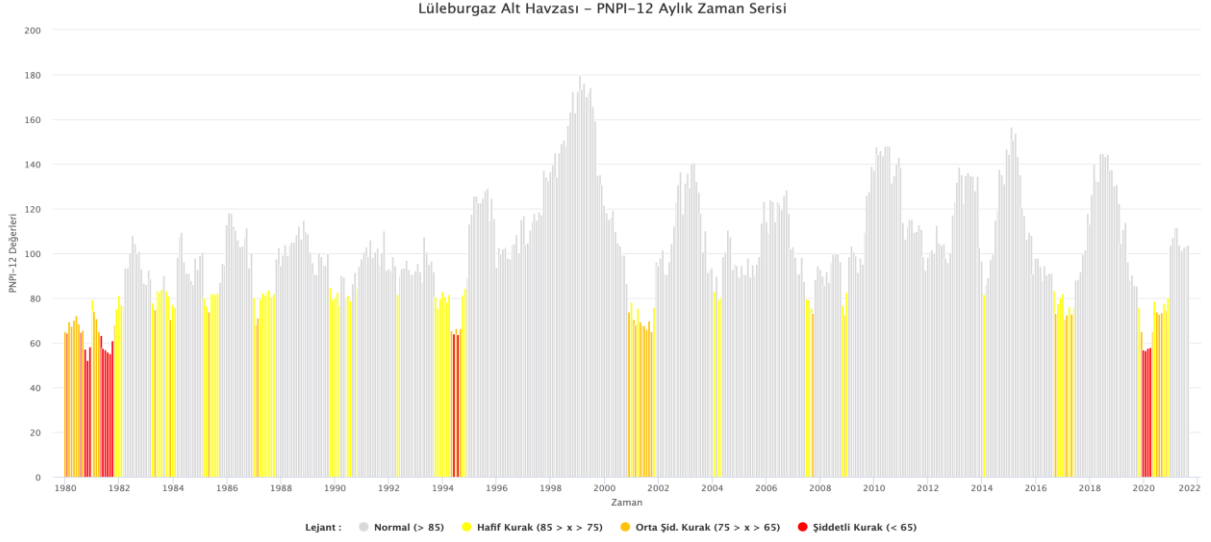
3.2.4.2.1. PNPI-12 Aylık Periyot



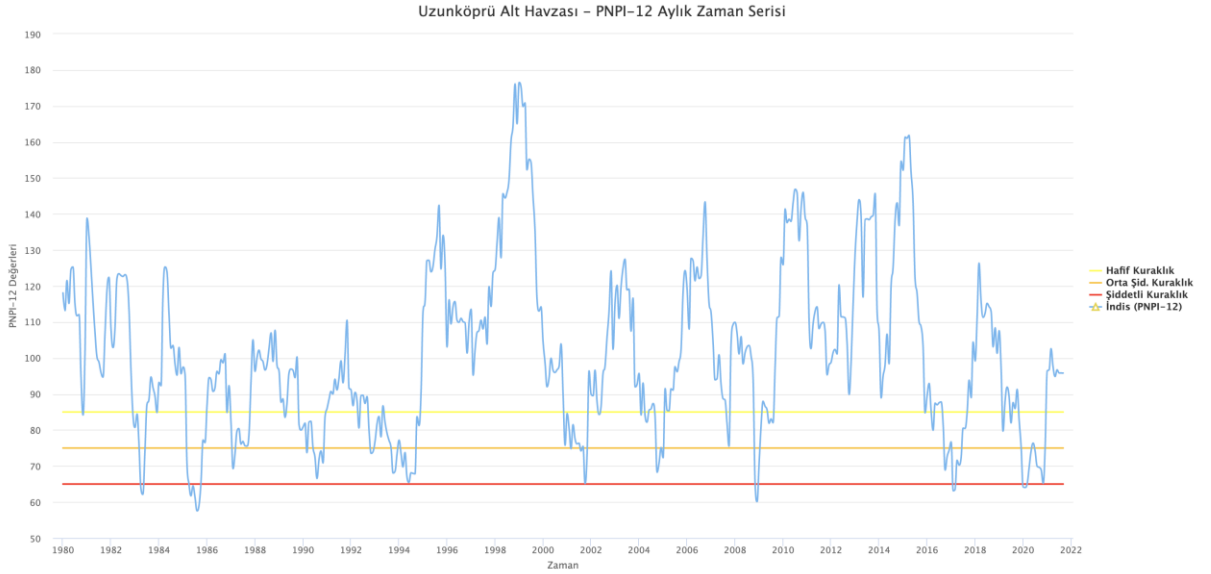
Şekil 3.105 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik



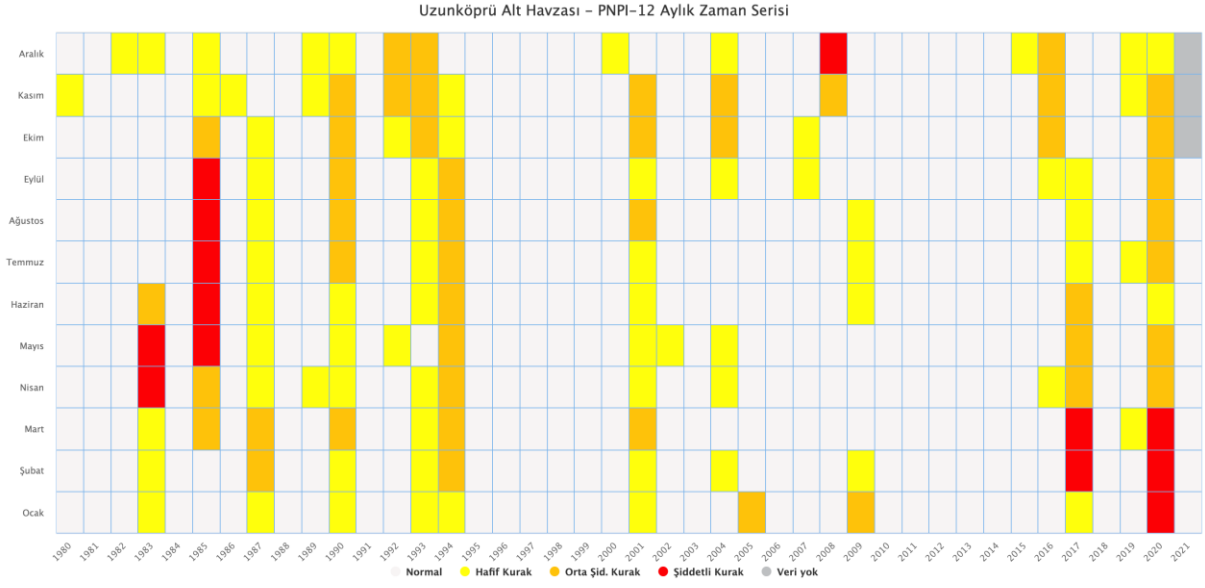
Şekil 3.106 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



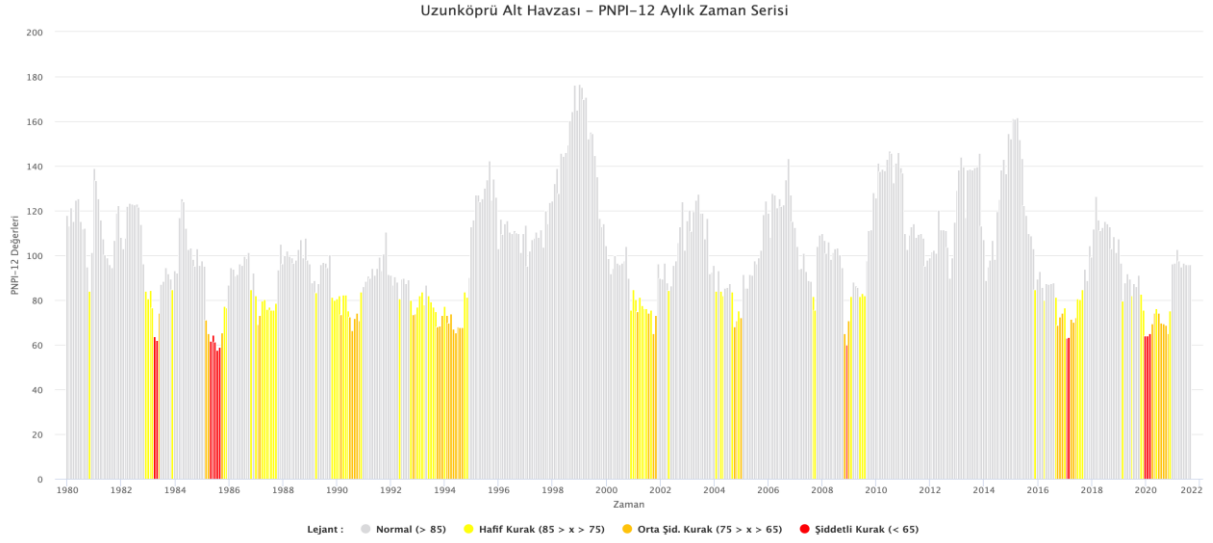
Şekil 3.107 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği



Şekil 3.108 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.109 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.110 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği

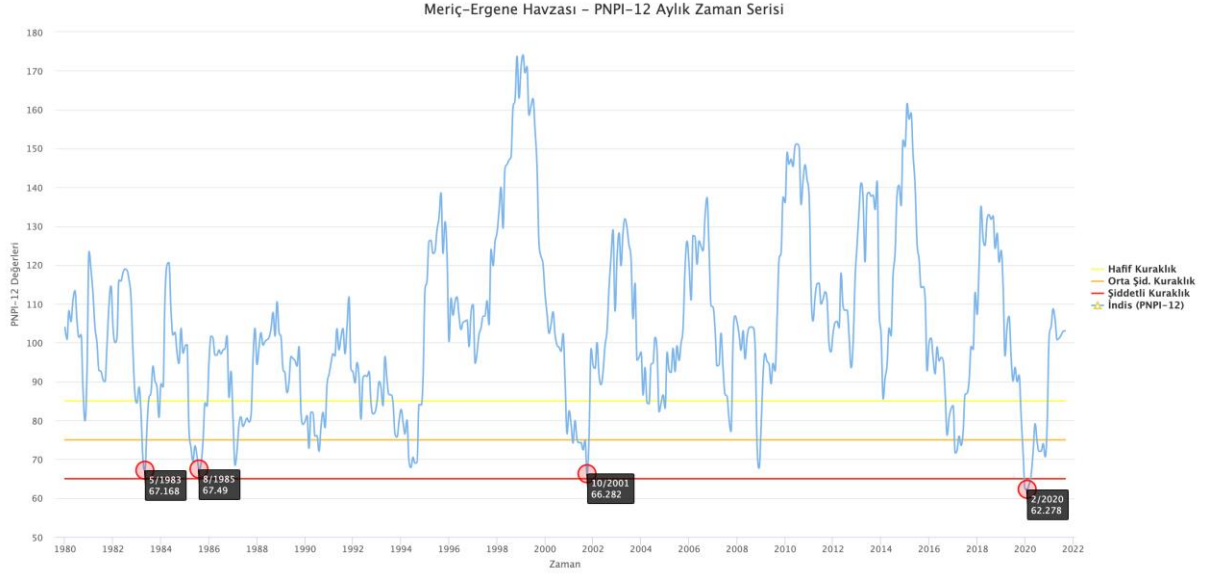
3.2.4.3. Havza Bazında PNPI Analiz Sonuçları

Bu çalışma kapsamında havza için PNPI analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

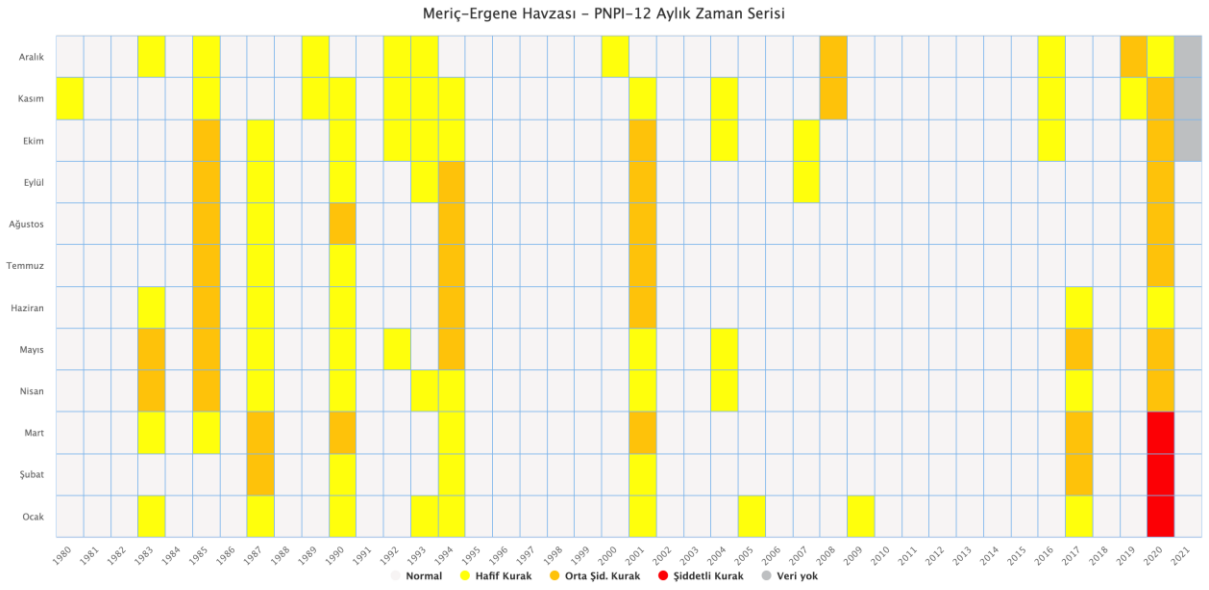
Havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

Ayrıca istasyon ve alt havza bazındaki analiz sonuçlarından farklı olarak havza bazındaki çizgisel grafiklerde en kurak aylar grafik üzerinde gösterilmektedir. Burada en kurak ay tercihi yapılırken aynı yılda birden fazla kurak ay varsa en kurak olan seçilmektedir. Seçilen 4 en kurak aya ilişkin ise grafiğin altında aylık bazdaki kuraklık şiddet haritaları gösterilerek kuraklığın alansal olarak dağılımı gösterilmektedir.

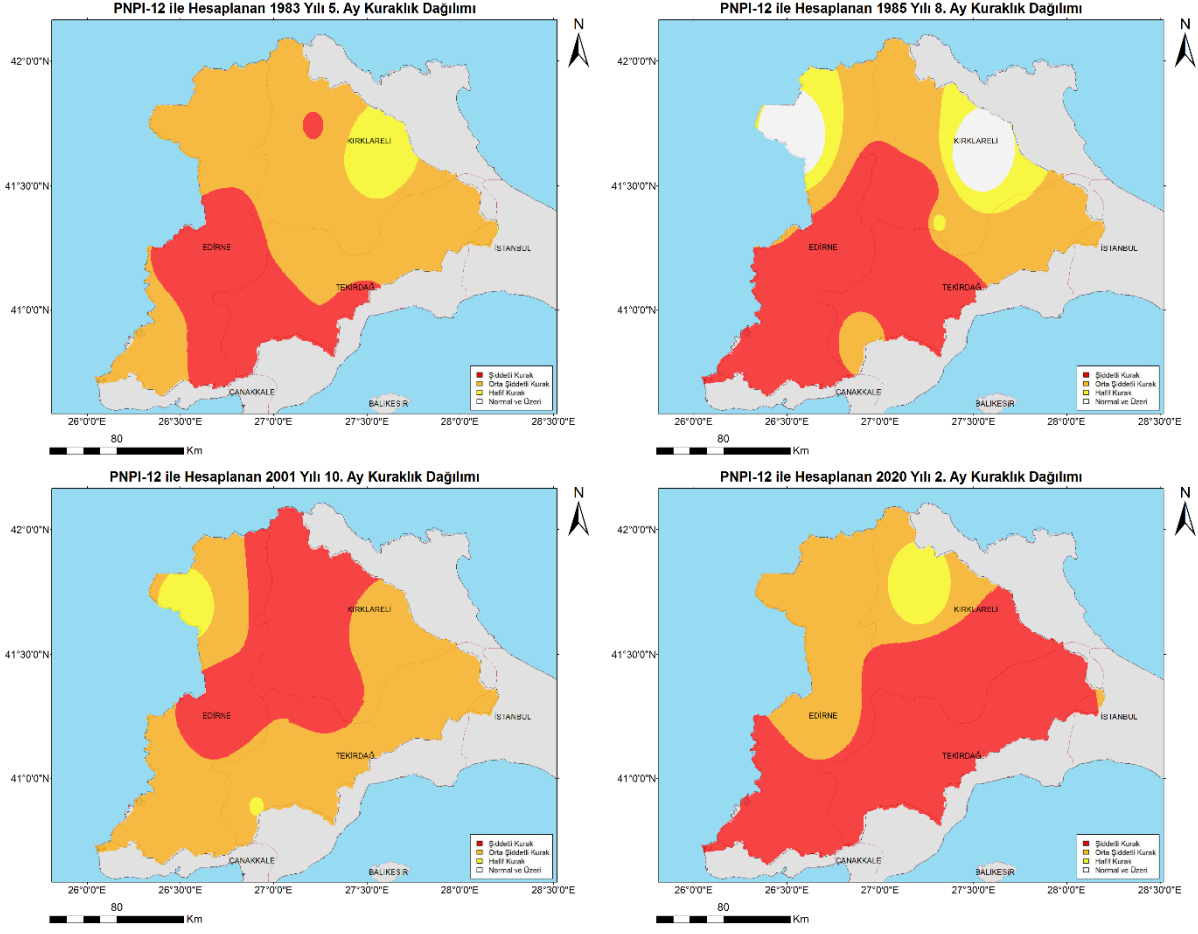
3.2.4.3.1. PNPI-12 Aylık Periyot



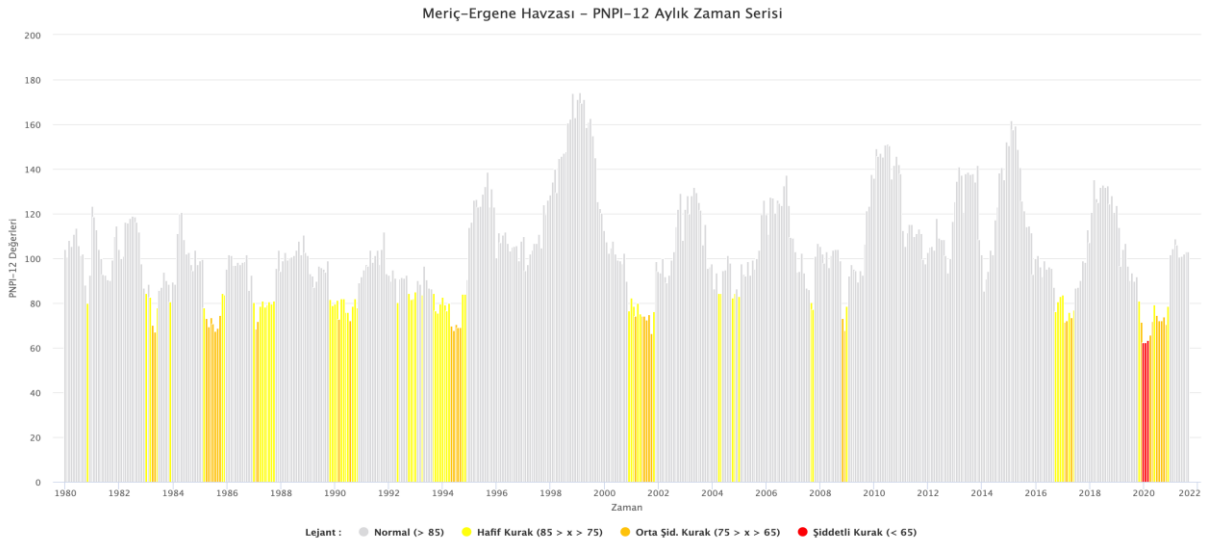
Şekil 3.111 Havza Geneline Ait PNPI 12 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.112 Havza Geneline Ait PNPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.113 PNPI 12 Aylık En Kurak 4 Aya Ait Haritalar



Şekil 3.114 Havza Geneline Ait PNPI 12 Aylık Bar Grafiği

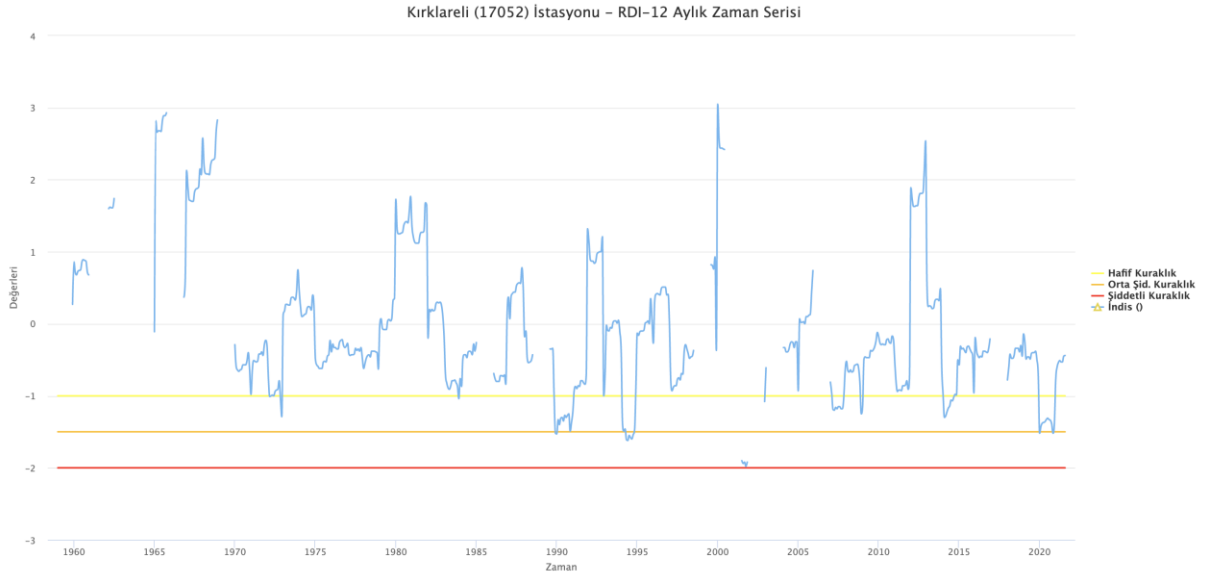
3.2.5. Keşif Kuraklık İndisi (RDI)

3.2.5.1. İstasyon Bazında RDI Analiz Sonuçları

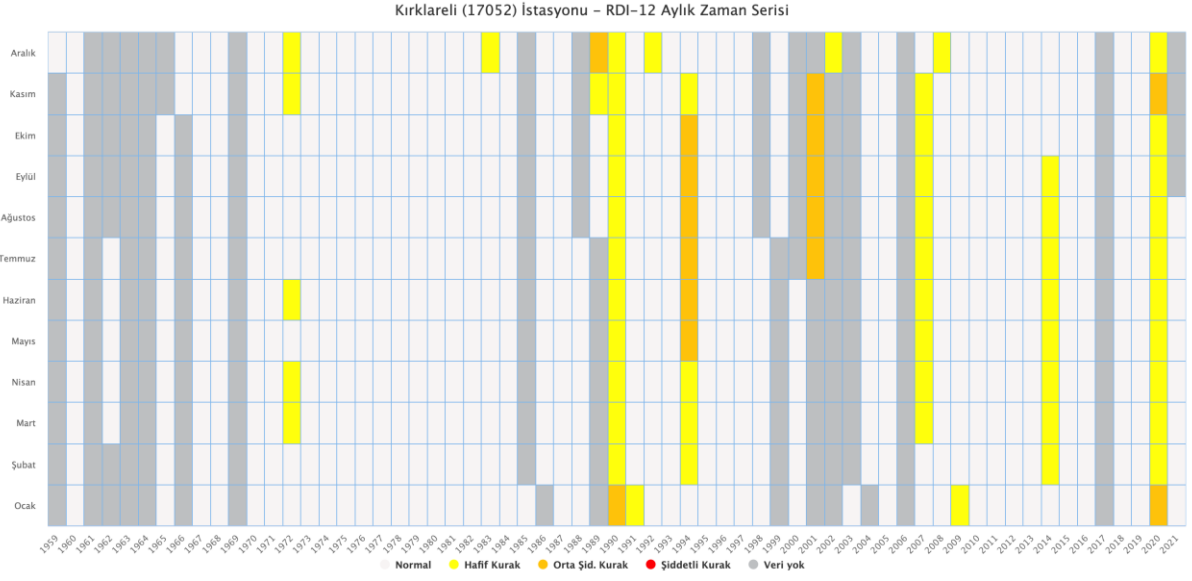
Bu çalışma kapsamında havza içerisinde 9, havza dışında ise 10 adet istasyonun RDI analizleri yapılmıştır. Ana rapor kapsamında havzayı temsilen havza içindeki 2 adet istasyonun analizleri paylaşılmaktadır. Diğer istasyonların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

İstasyon bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

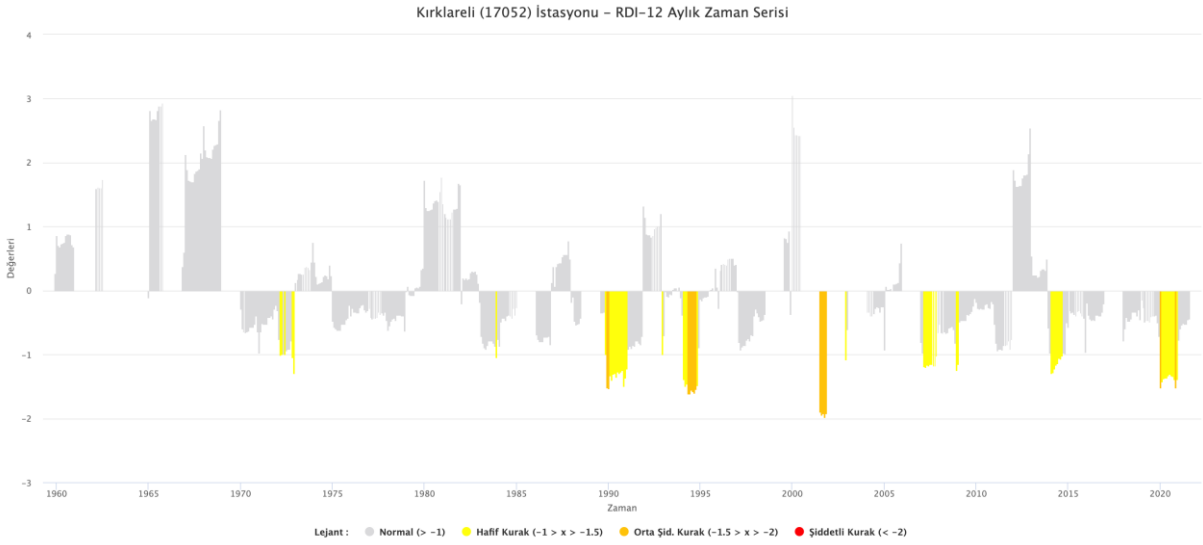
3.2.5.1.1. RDI-12 Aylık Periyot



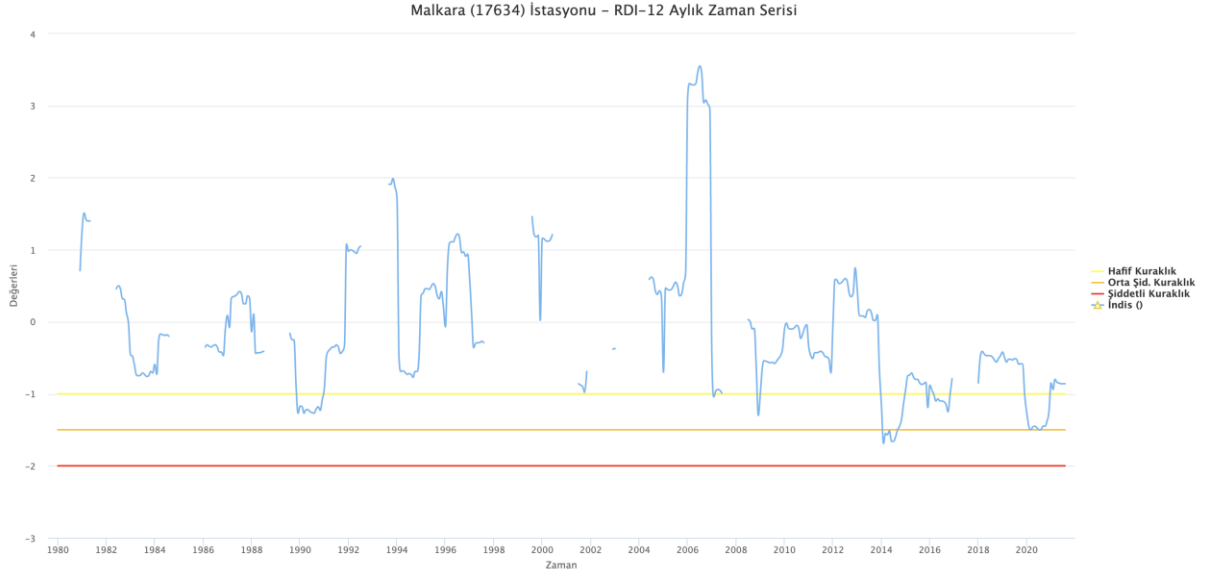
Şekil 3.115 Kırklareli İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik



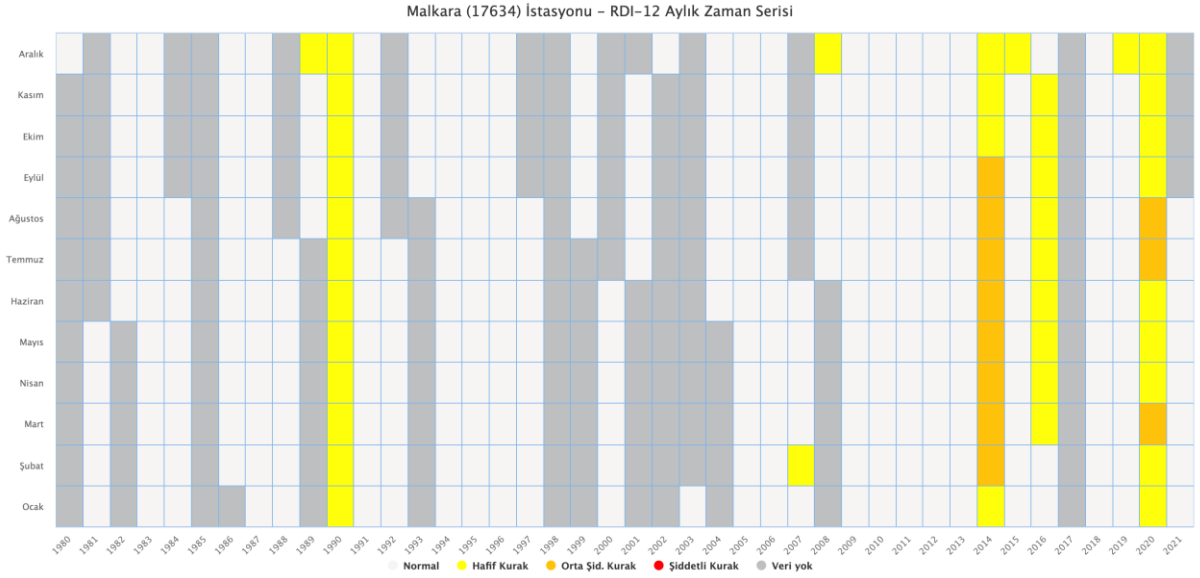
Şekil 3.116 Kırklareli İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



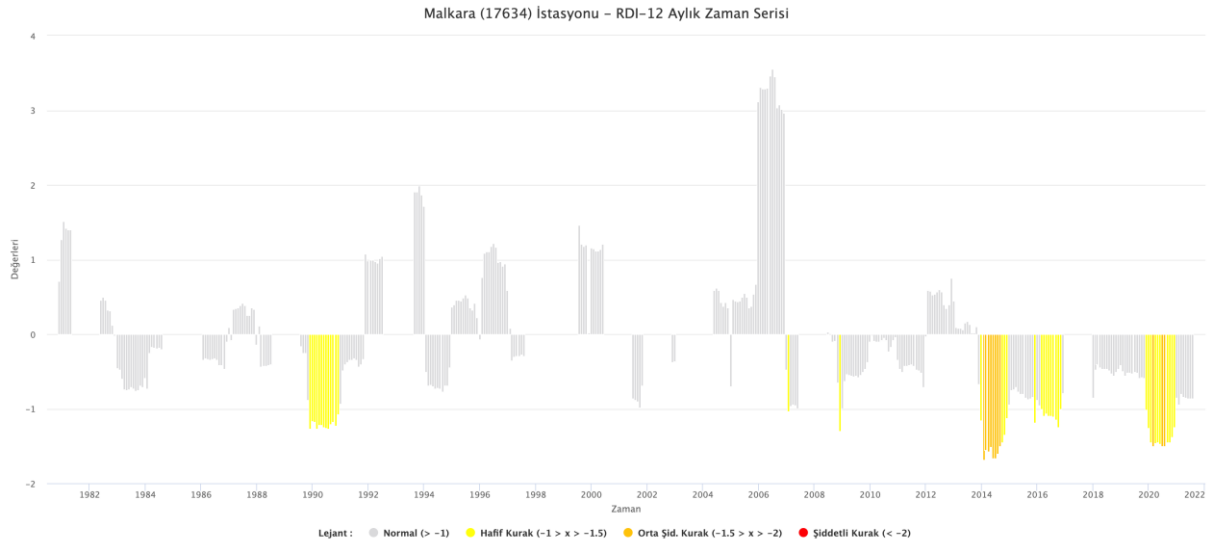
Şekil 3.117 Kırklareli İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği



Şekil 3.118 Malkara İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.119 Malkara İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.120 Malkara İstasyonuna Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği

3.2.5.2. Alt Havza Bazında RDI Analiz Sonuçları

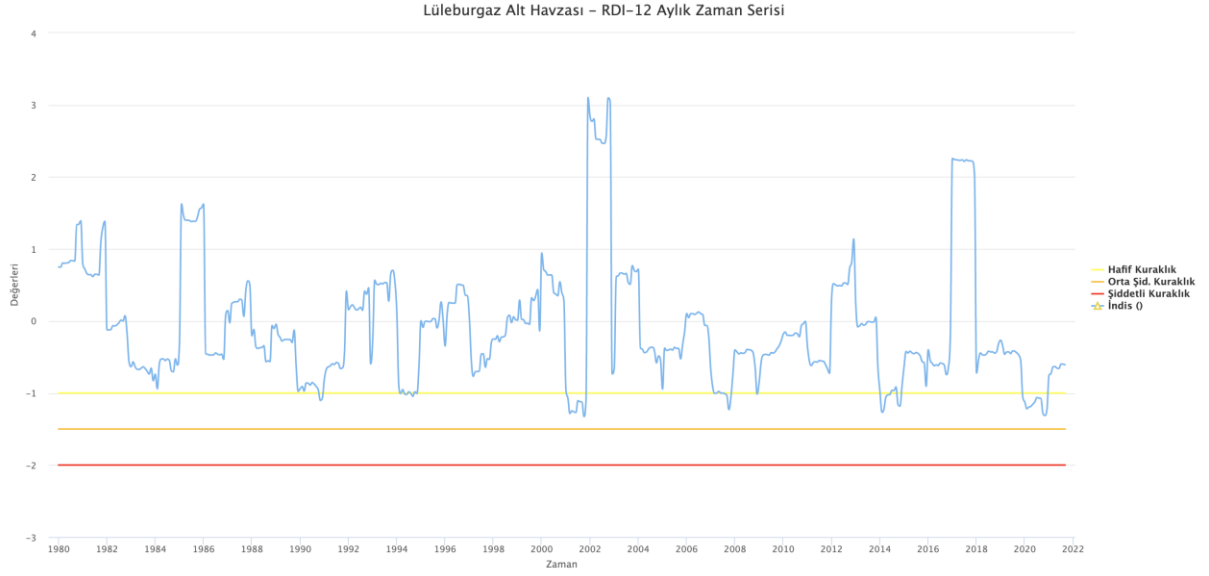
Bu çalışma kapsamında havza içerisinde bulunan tüm alt havzaların RDI analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra her alt havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak o alt havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

Ana rapor kapsamında havzayı temsilen 2 büyük alt havzanın (Lüleburgaz ve Uzunköprü alt havzaları) analizleri paylaşılmaktadır. Diğer alt havzaların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

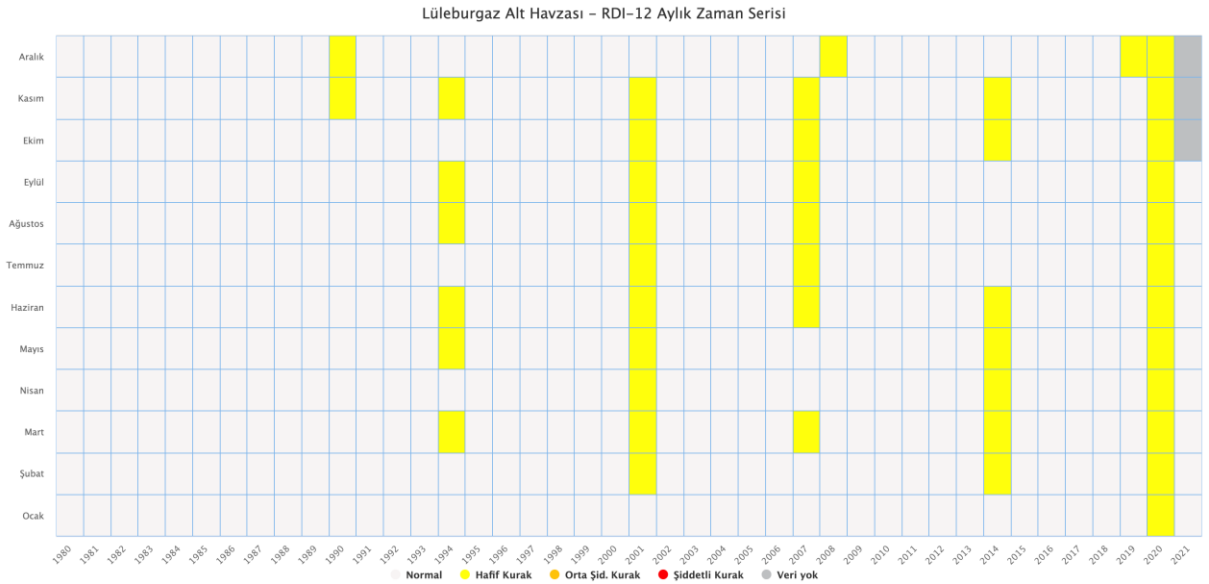
Alt havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır.

Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

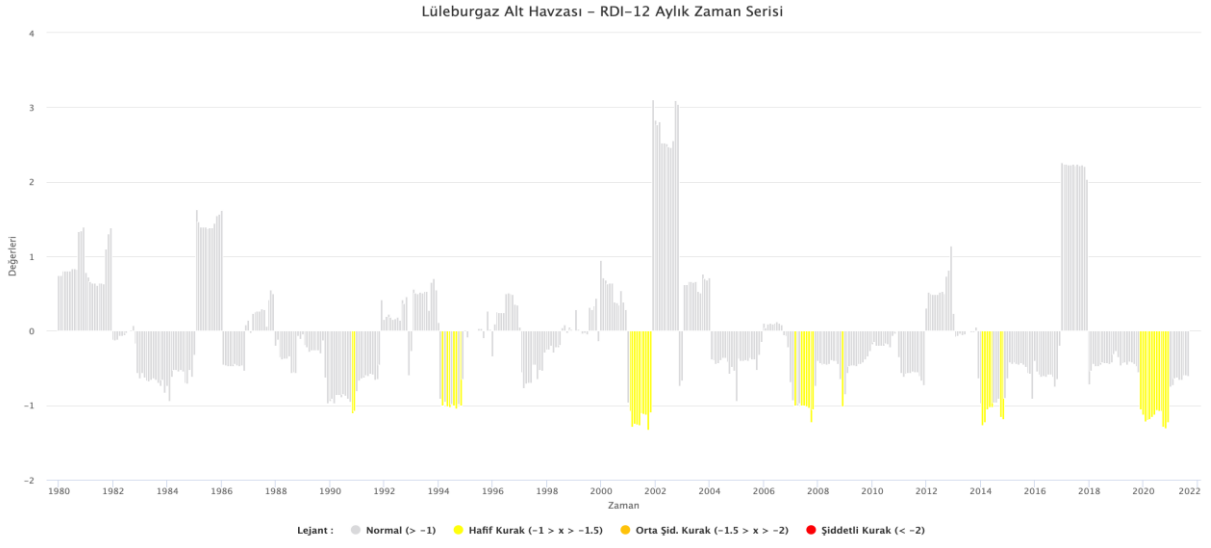
3.2.5.2.1. RDI-12 Aylık Periyot



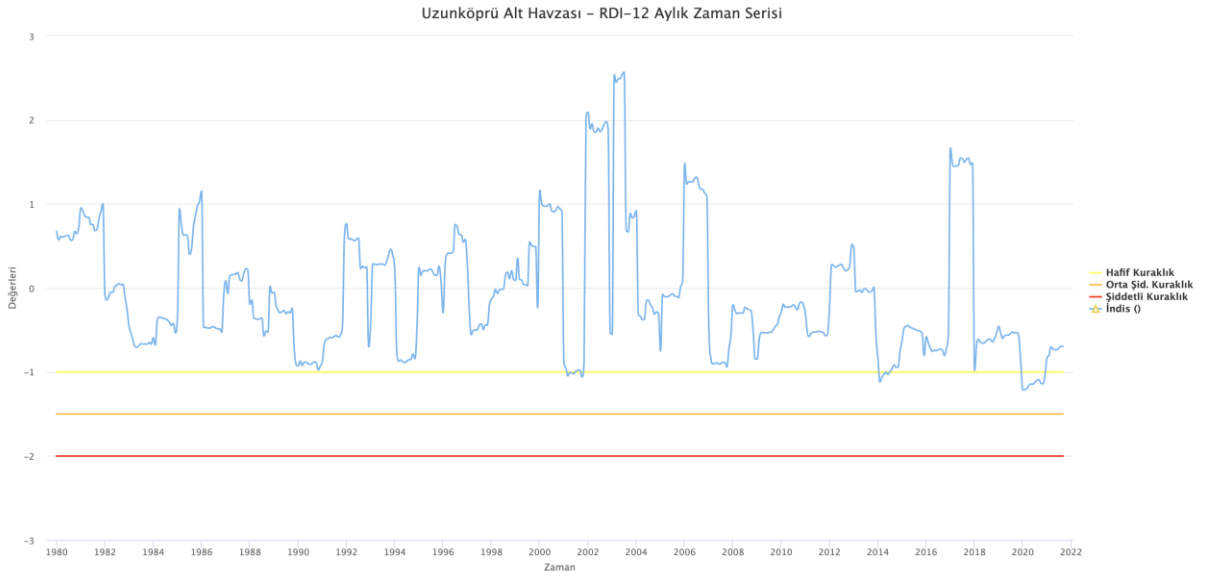
Şekil 3.121 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik



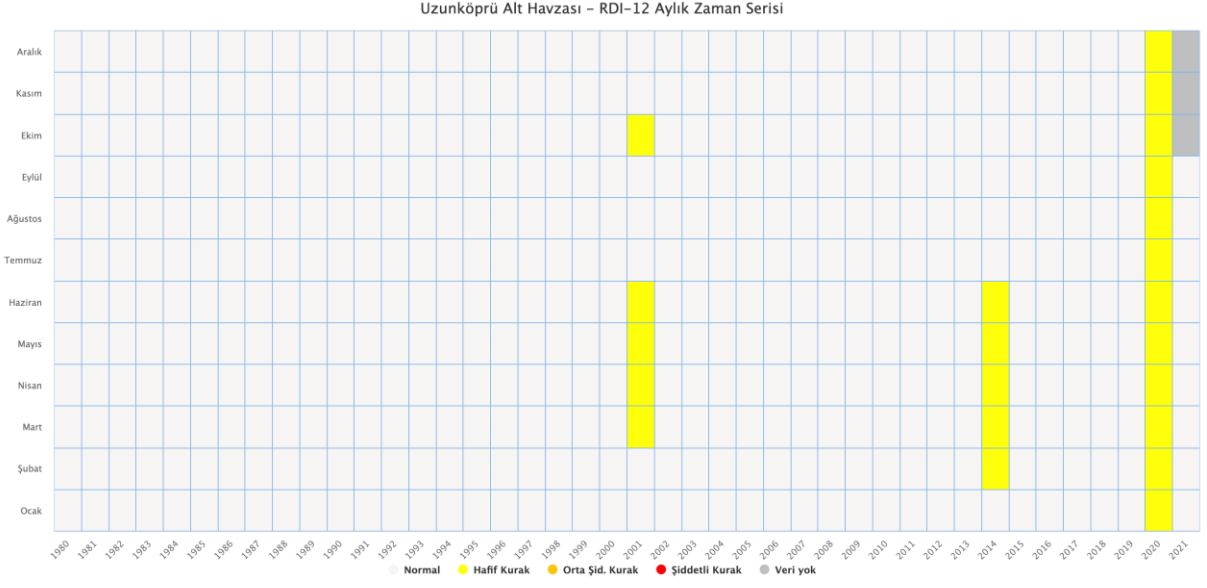
Şekil 3.122 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



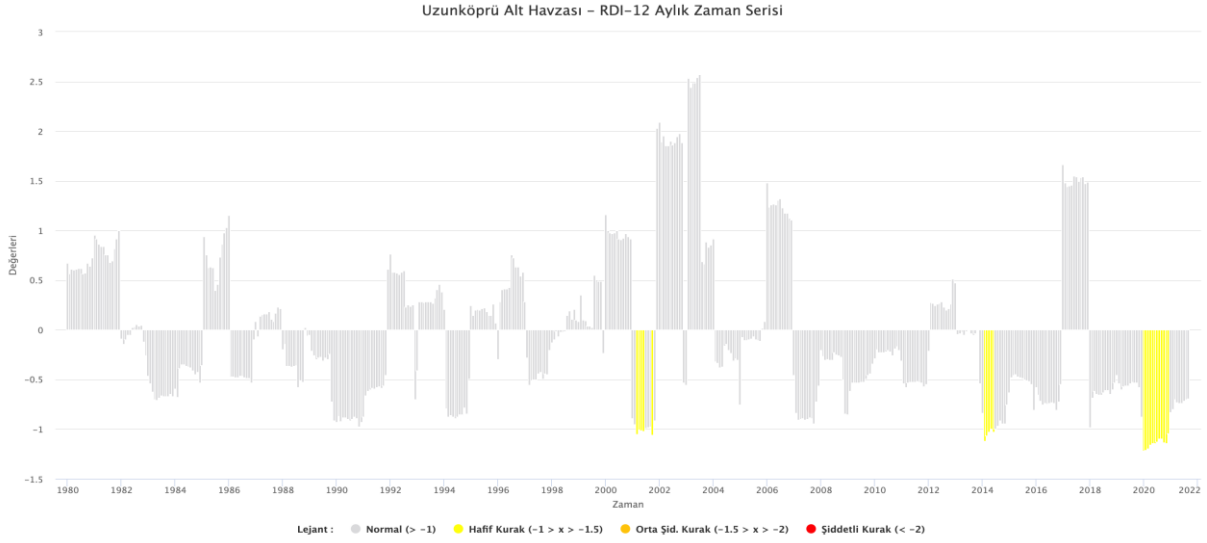
Şekil 3.123 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği



Şekil 3.124 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.125 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.126 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği

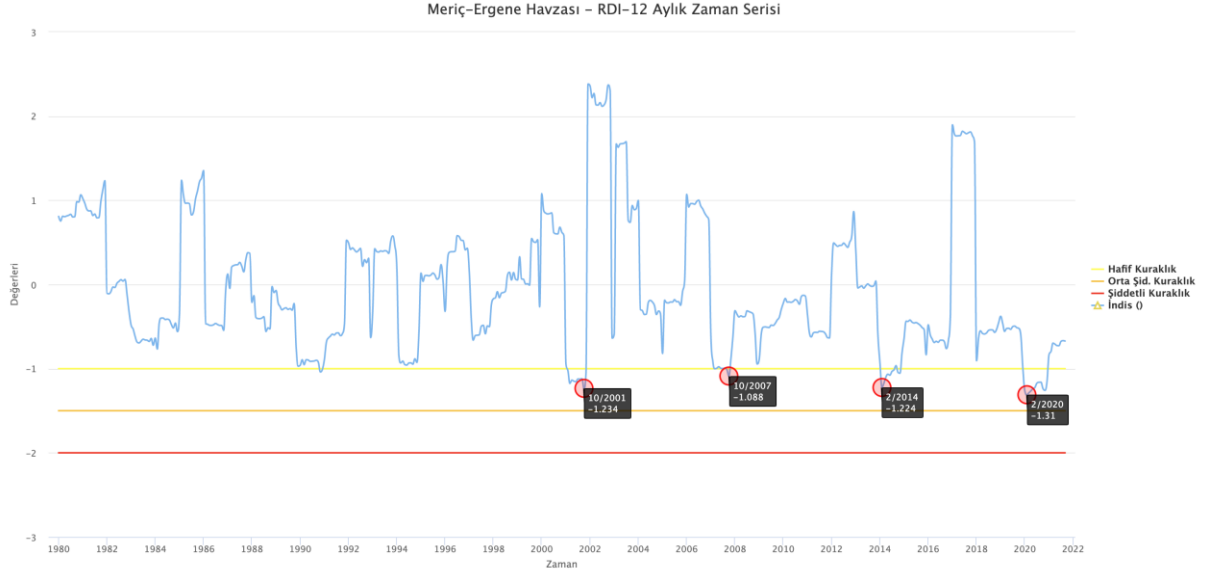
3.2.5.3. Havza Bazında RDI Analiz Sonuçları

Bu çalışma kapsamında havza için RDI analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

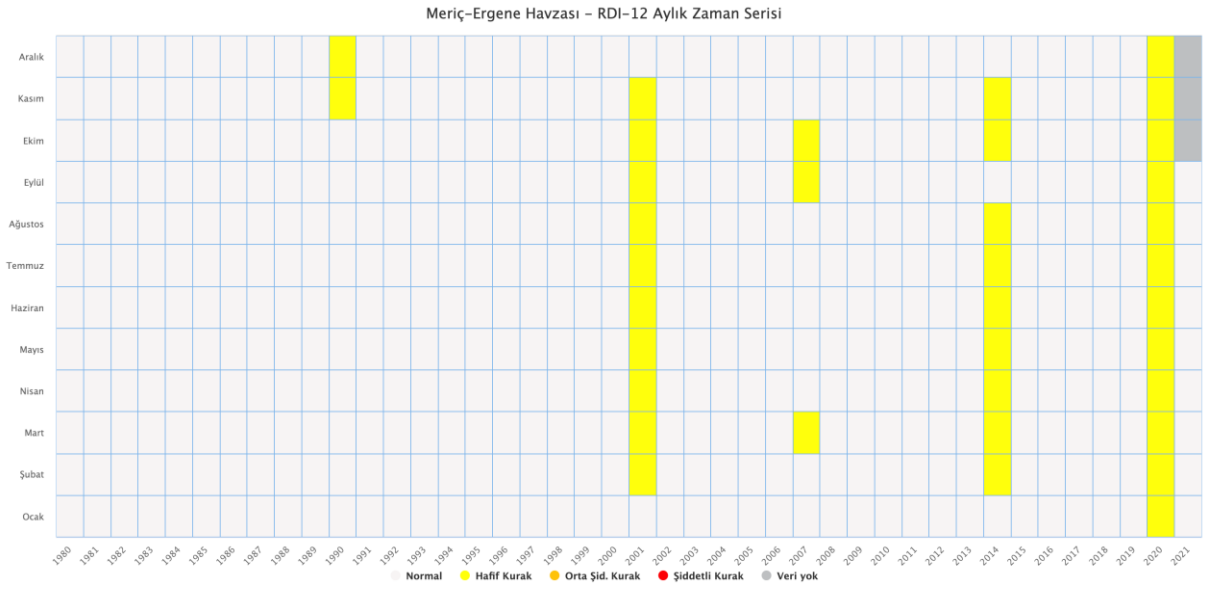
Havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

Ayrıca istasyon ve alt havza bazındaki analiz sonuçlarından farklı olarak havza bazındaki çizgisel grafiklerde en kurak aylar grafik üzerinde gösterilmektedir. Burada en kurak ay tercihi yapılırken aynı yılda birden fazla kurak ay varsa en kurak olan seçilmektedir. Seçilen 4 en kurak aya ilişkin ise grafiğin altında aylık bazdaki kuraklık şiddet haritaları gösterilerek kuraklığın alansal olarak dağılımı gösterilmektedir.

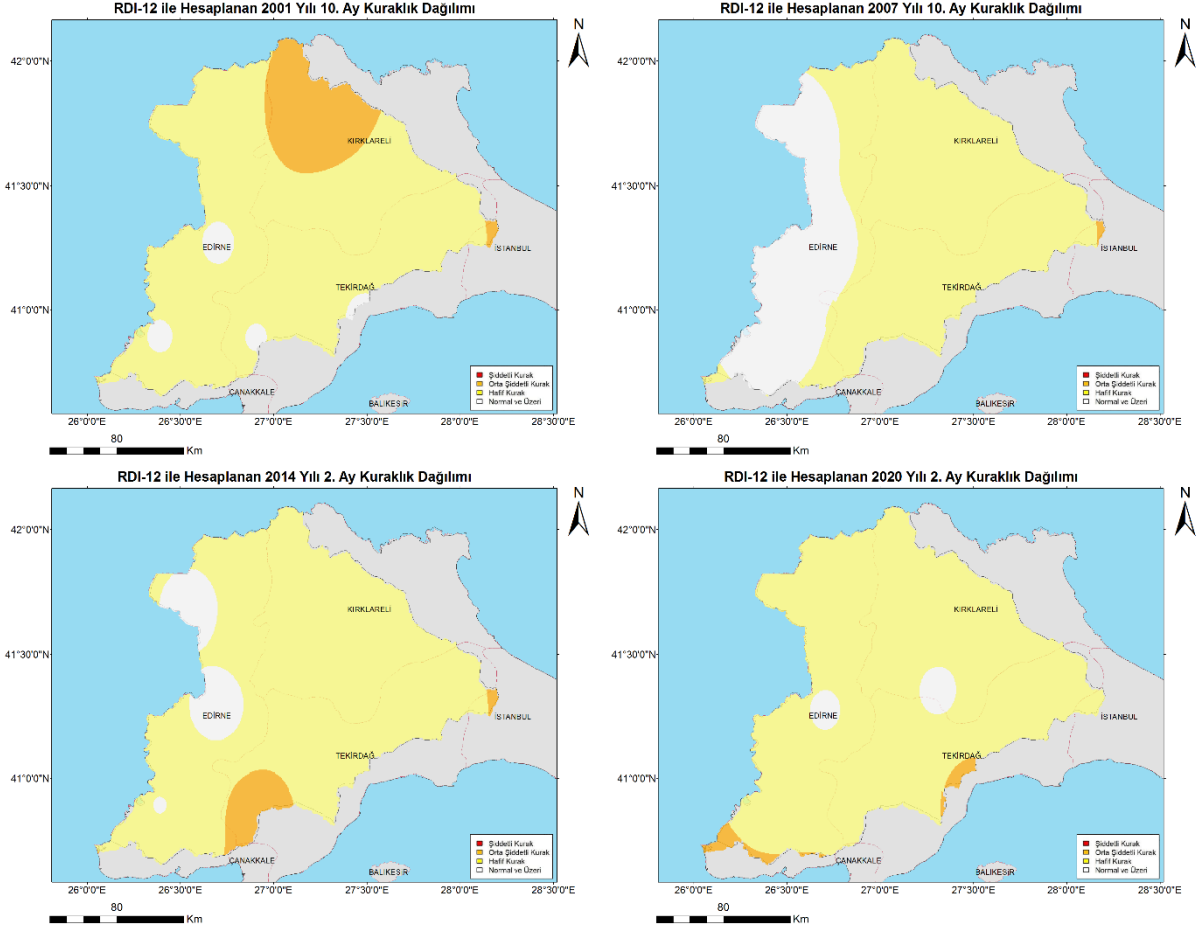
3.2.5.3.1. RDI-12 Aylık Periyot



Şekil 3.127 Havza Geneline Ait RDI 12 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 3.128 Havza Geneline Ait RDI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.129 RDI 12 Aylık En Kurak 4 Aya Ait Haritalar



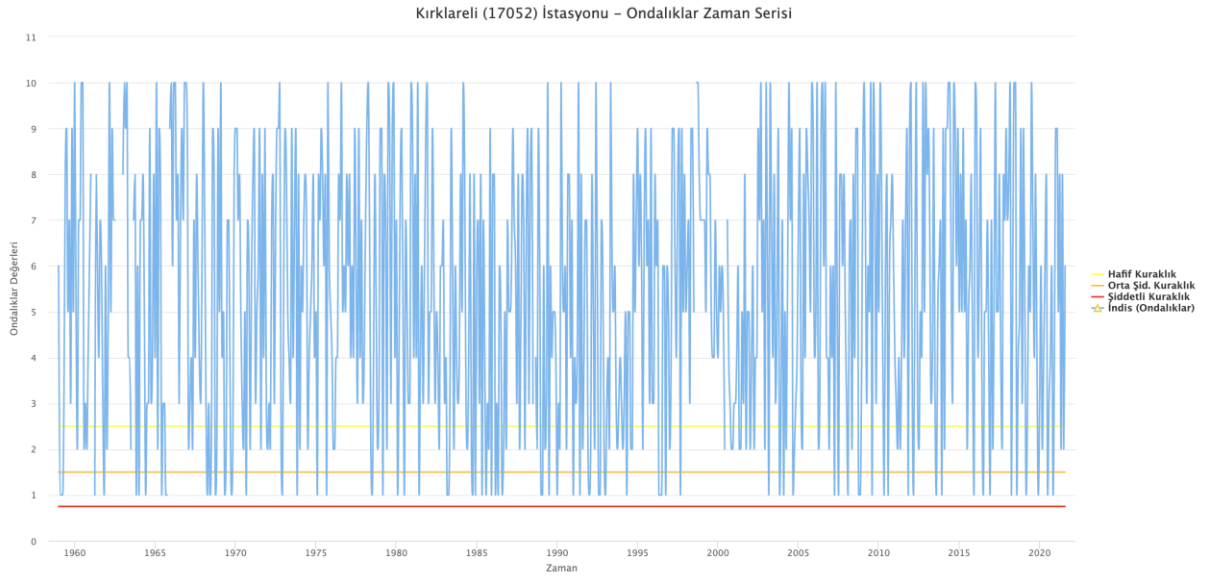
Şekil 3.130 Havza Geneline Ait RDI 12 Aylık Bar Grafiği

3.2.6. Ondalıklar İndisi (Deciles)

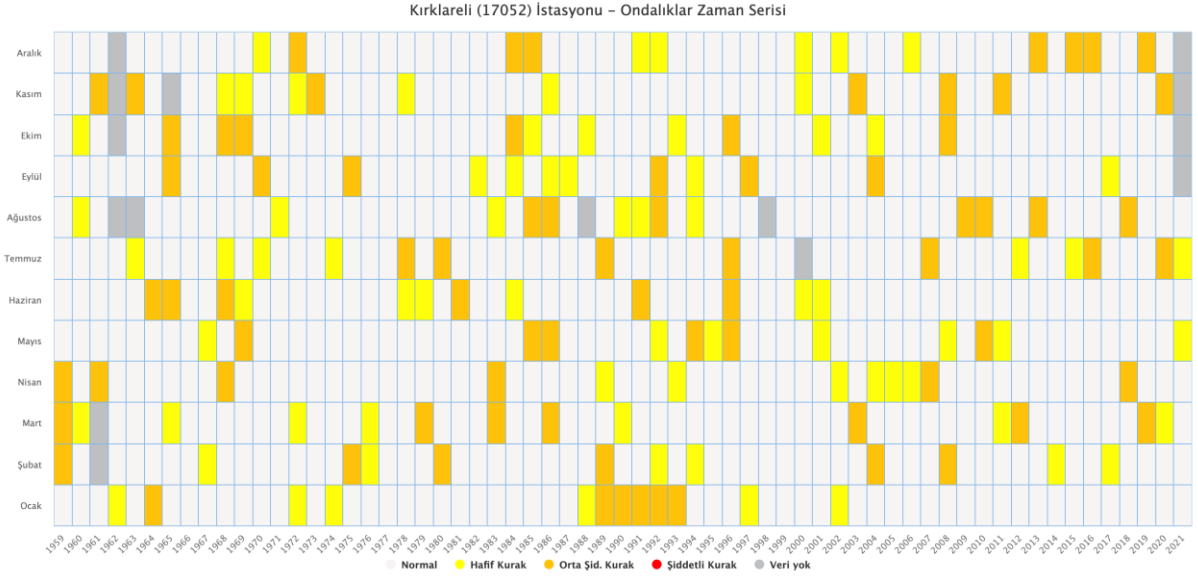
3.2.6.1. İstasyon Bazında Ondalıklar İndisi Analiz Sonuçları

Bu çalışma kapsamında havza içerisinde 9, havza dışında ise 10 adet istasyonun Ondalıklar İndisi analizleri yapılmıştır. Ana rapor kapsamında havzayı temsilen havza içindeki 2 adet istasyonun analizleri paylaşılmaktadır. Diğer istasyonların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

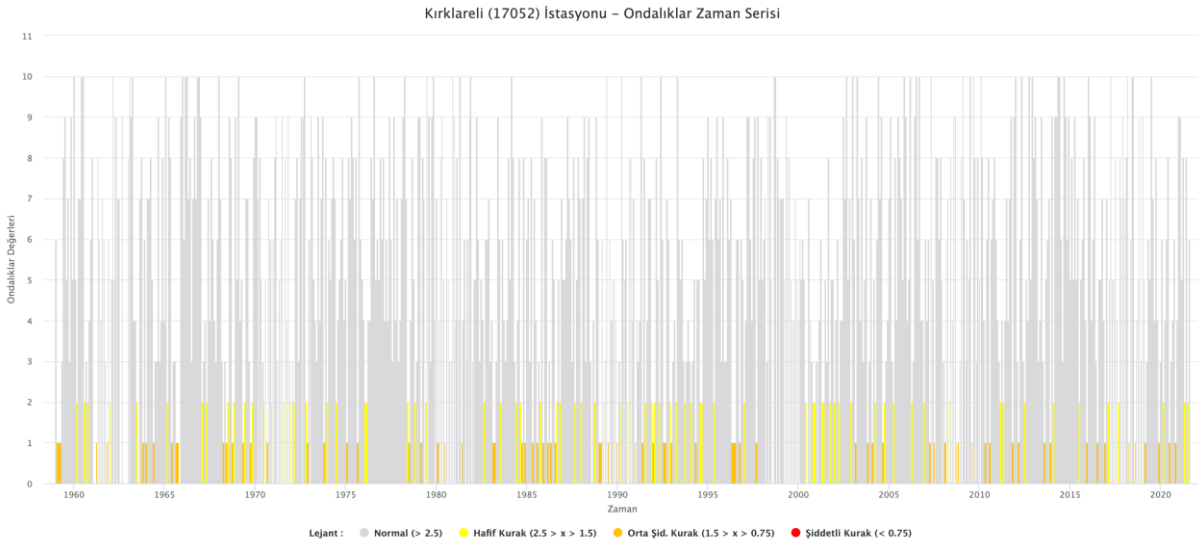
İstasyon bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.



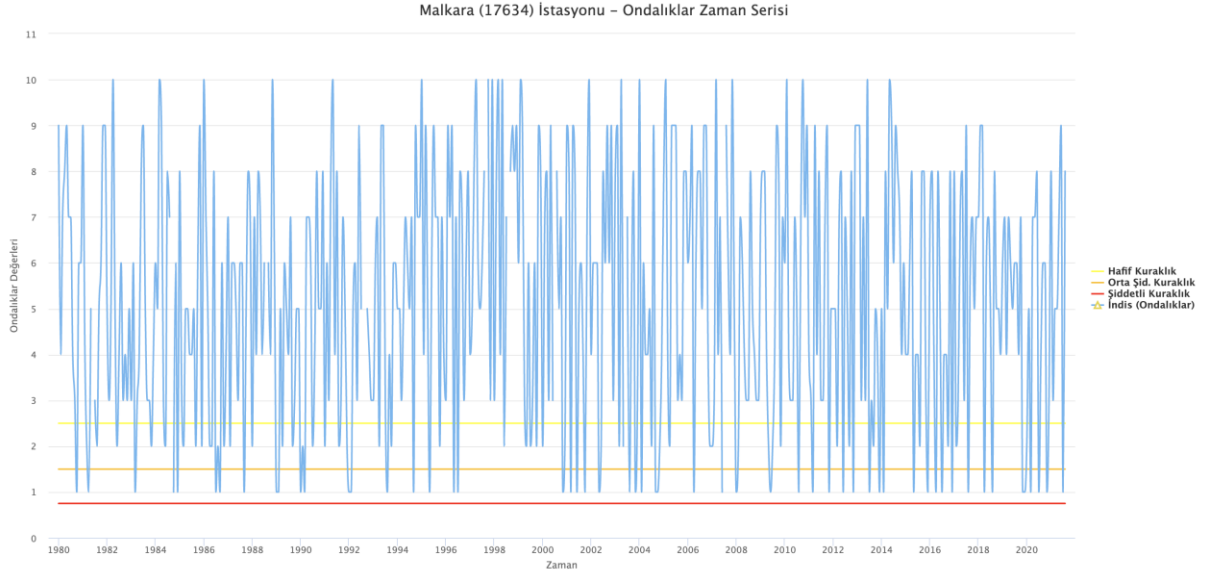
Şekil 3.131 Kırklareli İstasyonuna Ait Ondalıklar İndisi Çizgisel Grafiği



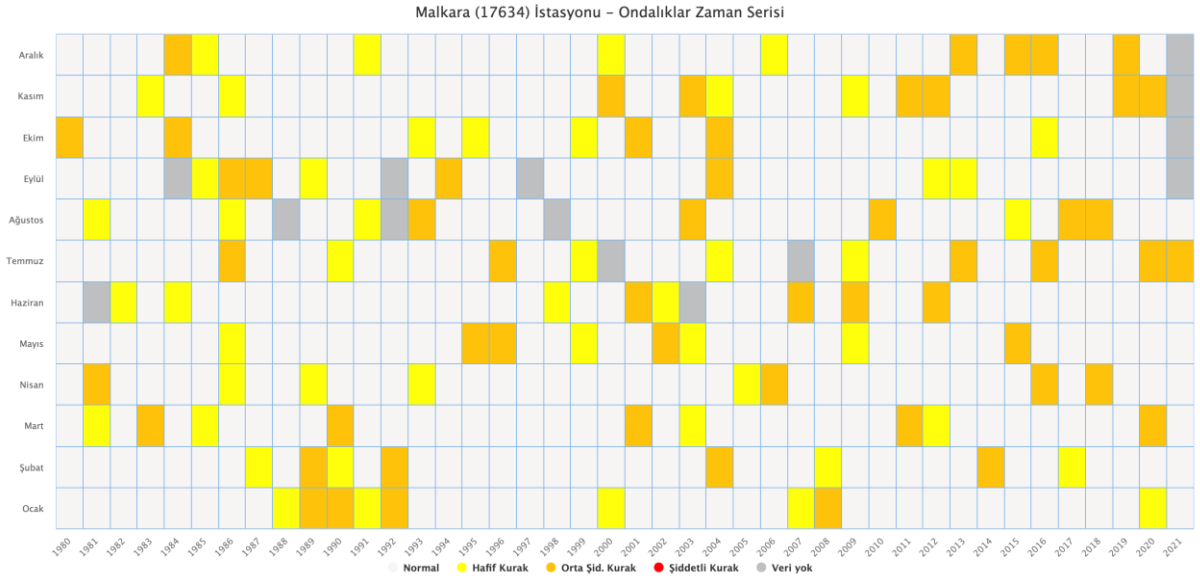
Şekil 3.132 Kırklareli İstasyonuna Ait Ondalık İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği



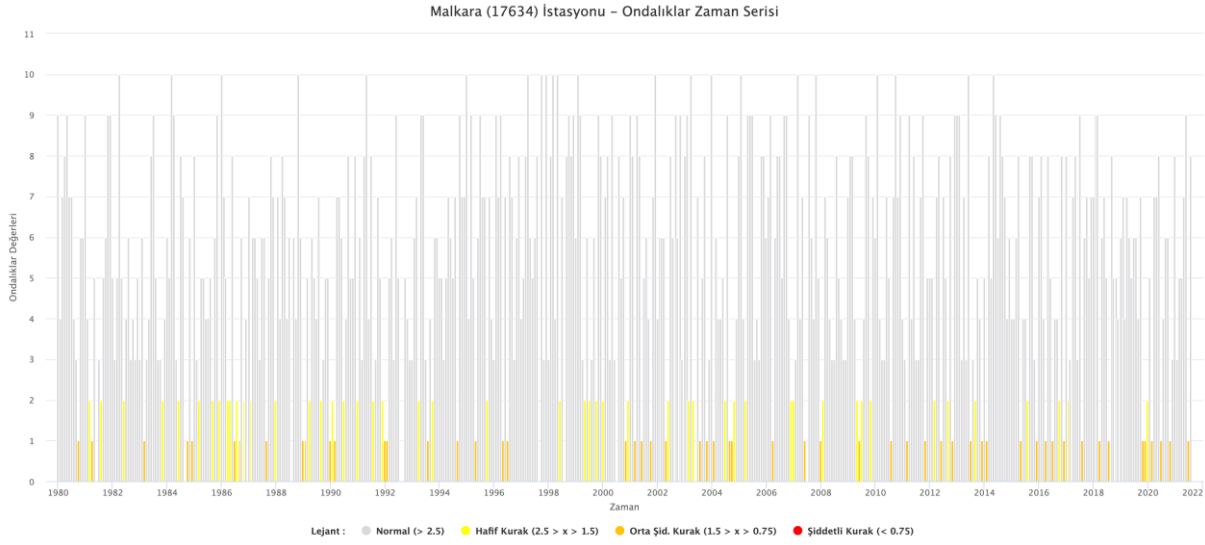
Şekil 3.133 Kırklareli İstasyonuna Ait Ondalık İndisi Bar Grafiği



Şekil 3.134 Malkara İstasyonuna Ait Ondalık İndisi Çizgisel Grafiği



Şekil 3.135 Malkara İstasyonuna Ait Ondalık İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.136 Malkara İstasyonuna Ait Ondalık İndisi Bar Grafiği

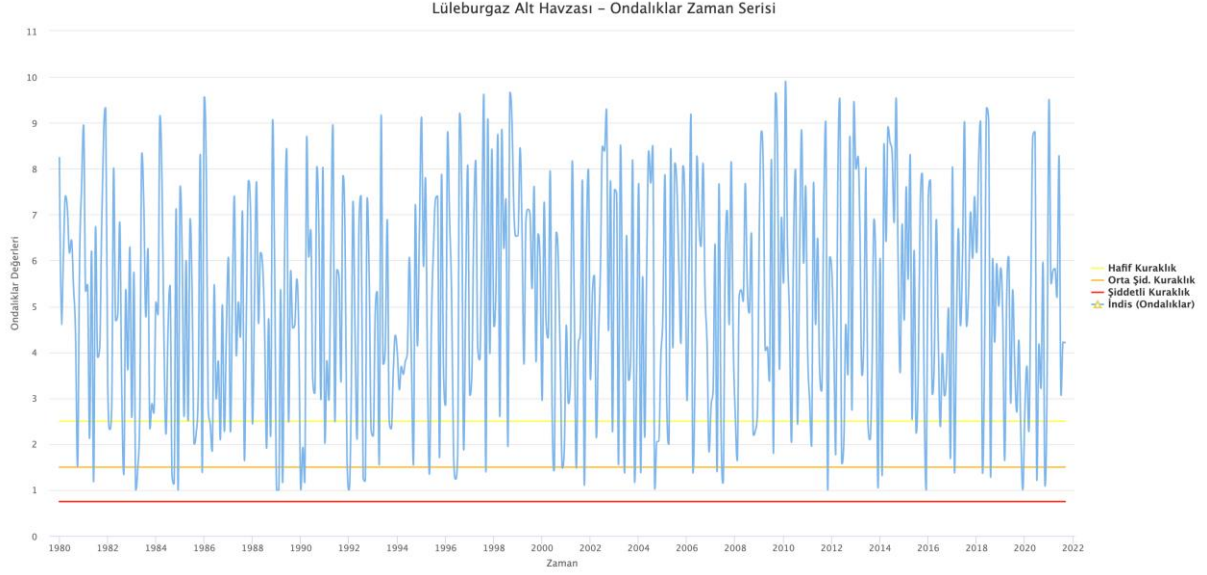
3.2.6.2. Alt Havza Bazında Ondalık İndisi Analiz Sonuçları

Bu çalışma kapsamında havza içerisinde bulunan tüm alt havzaların Ondalık İndisi analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra her alt havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak o alt havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

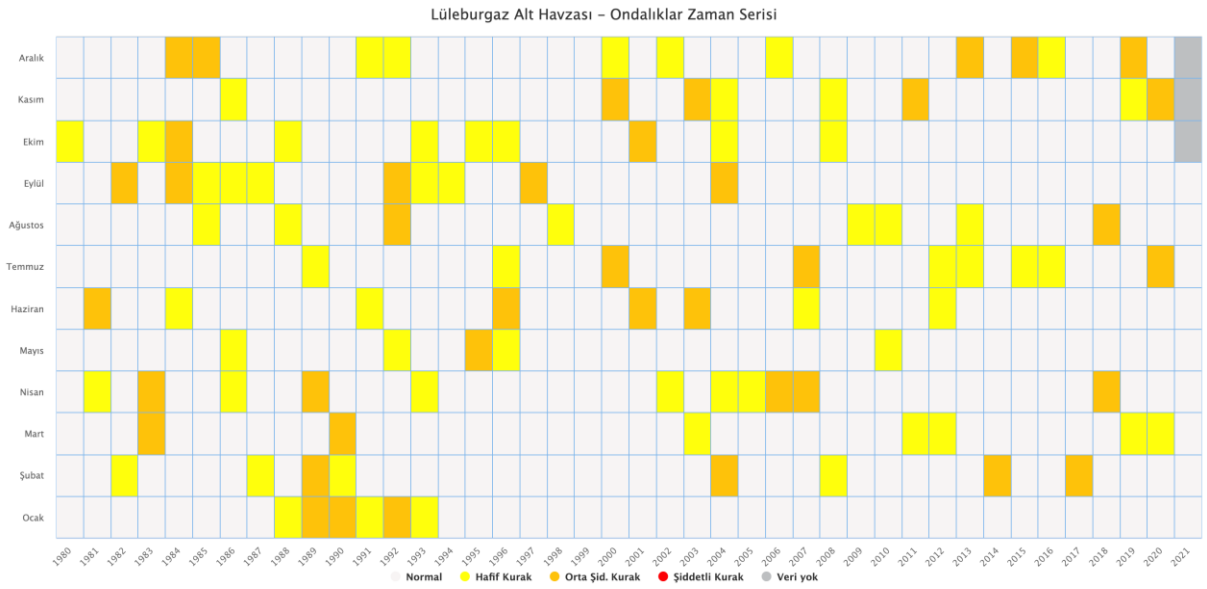
Ana rapor kapsamında havzayı temsilen 2 büyük alt havzanın (Lüleburgaz ve Uzunköprü alt havzaları) analizleri paylaşılmaktadır. Diğer alt havzaların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

Alt havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır.

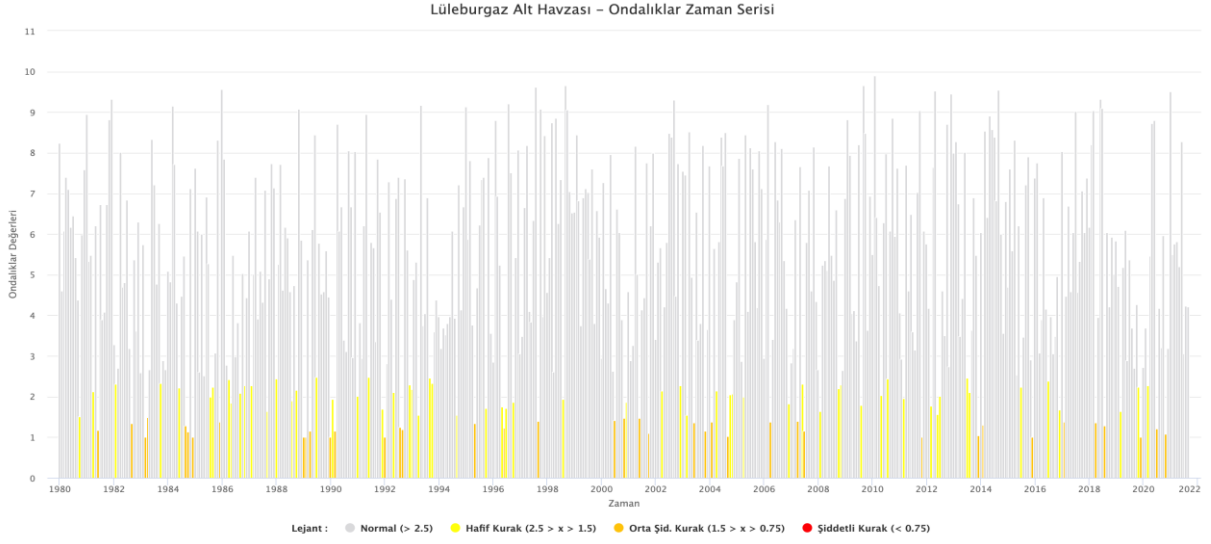
Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.



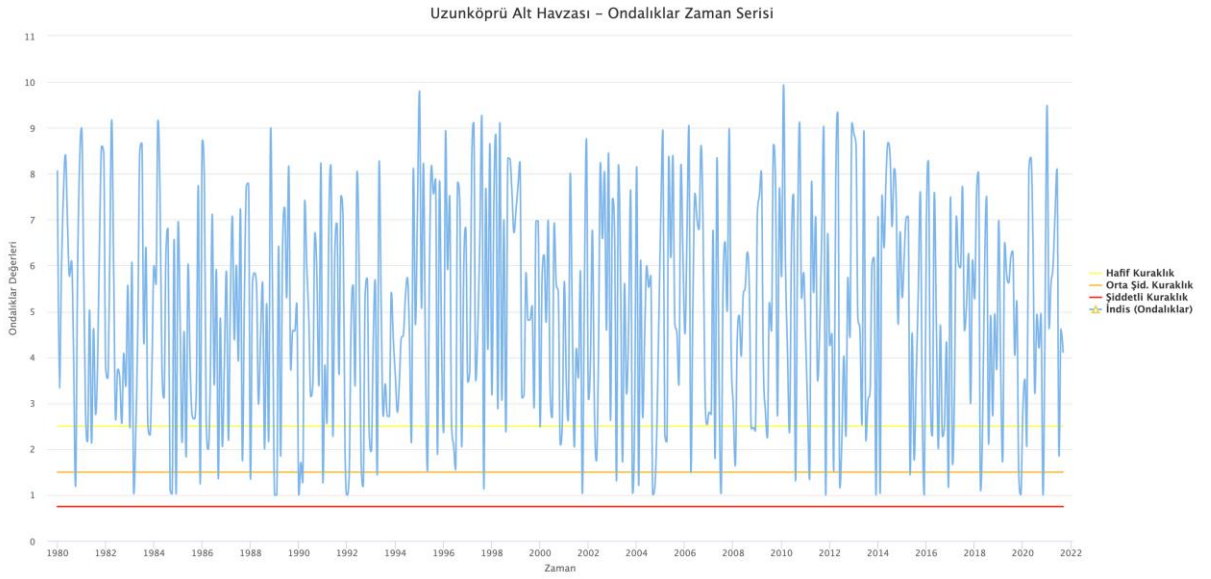
Şekil 3.137 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait Ondalık İndisi Çizgisel Grafiği



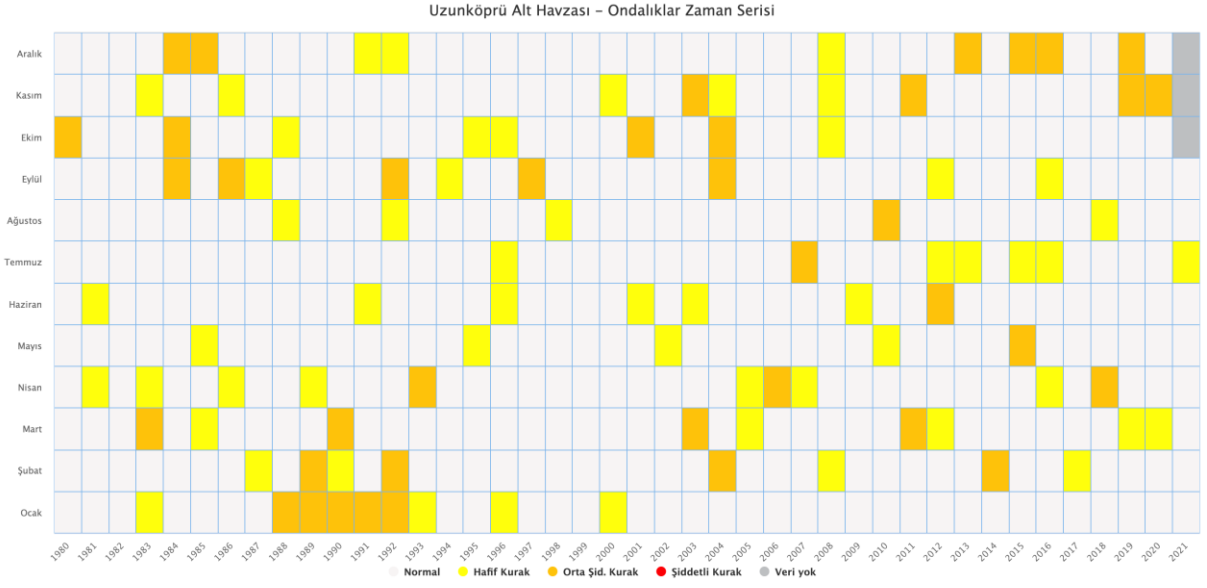
Şekil 3.138 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait Ondalık İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği



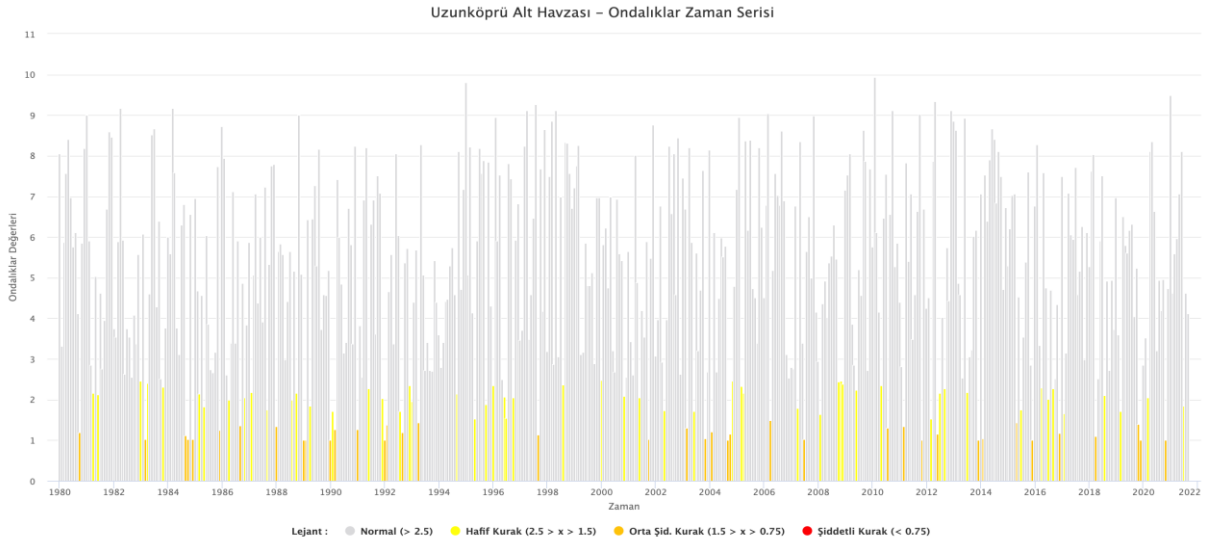
Şekil 3.139 Lüleburgaz Alt Havzası'na Ait Ondalık İndisi Bar Grafiği



Şekil 3.140 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait Ondalık İndisi Çizgisel Grafiği



Şekil 3.141 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait Ondalıklar İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği



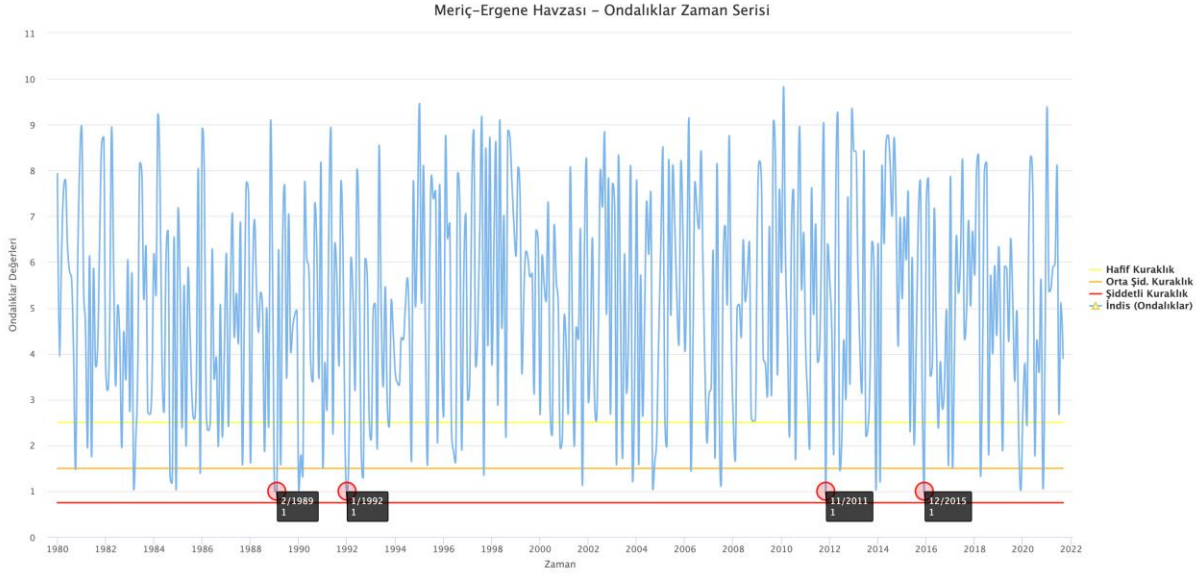
Şekil 3.142 Uzunköprü Alt Havzası'na Ait Ondalıklar İndisi Bar Grafiği

3.2.6.3. Havza Bazında Ondalıklar İndisi Analiz Sonuçları

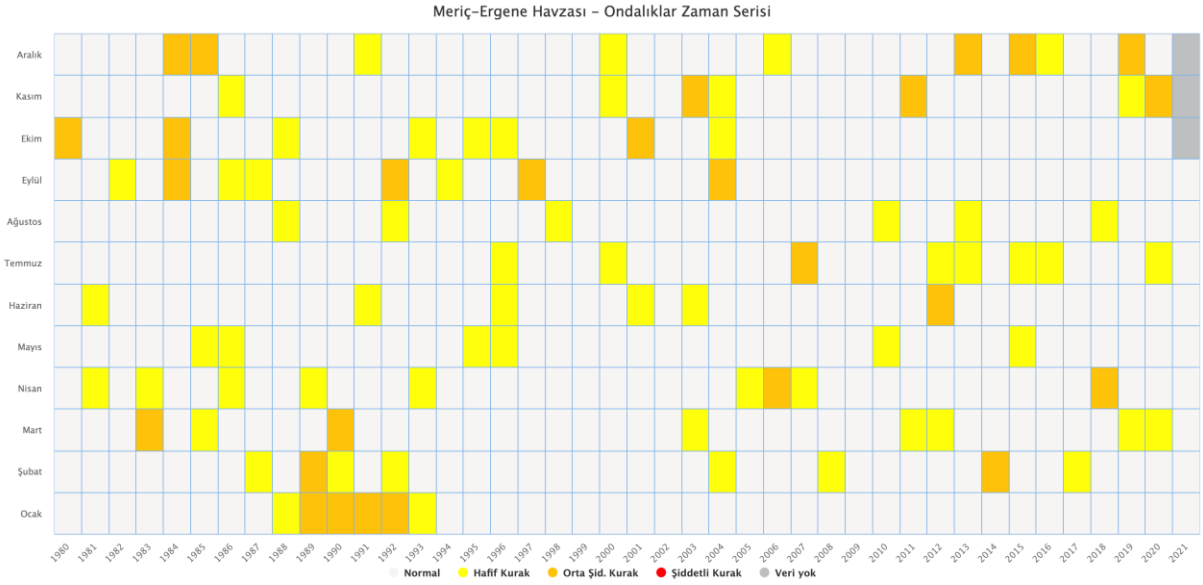
Bu çalışma kapsamında havza için Ondalıklar İndisi analizleri yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle 1980-2021 ortak zaman periyodu seçilerek analizin karşılaştırılmasına imkân verilmiştir. Havza içindeki ortak periyodu olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW yöntemi ile dağıtılarak alansal bazda bir dağılım sağlanmıştır. Daha sonra havza içine düşen gridlerin ortalaması alınarak havza için bir değer oluşturulmuştur. Yapılan bu işlem tüm zaman serisi için tekrarlanarak yeni bir zaman serisi oluşturulmuştur.

Havza bazında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

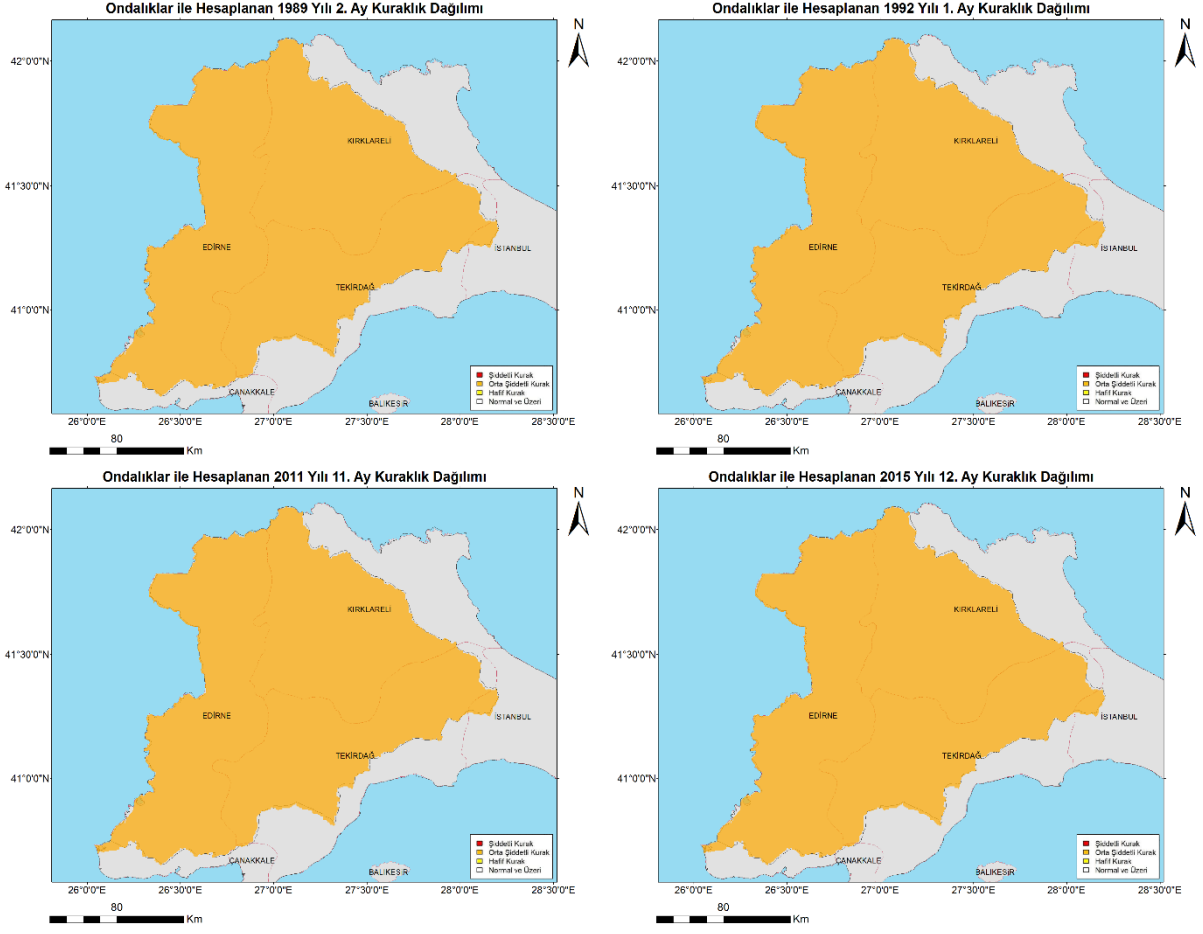
Ayrıca istasyon ve alt havza bazındaki analiz sonuçlarından farklı olarak havza bazındaki çizgisel grafiklerde en kurak aylar grafik üzerinde gösterilmektedir. Burada en kurak ay tercihi yapılırken aynı yılda birden fazla kurak ay varsa en kurak olan seçilmektedir. Seçilen 4 en kurak aya ilişkin ise grafiğin altında aylık bazdaki kuraklık şiddet haritaları gösterilerek kuraklığın alansal olarak dağılımı gösterilmektedir.



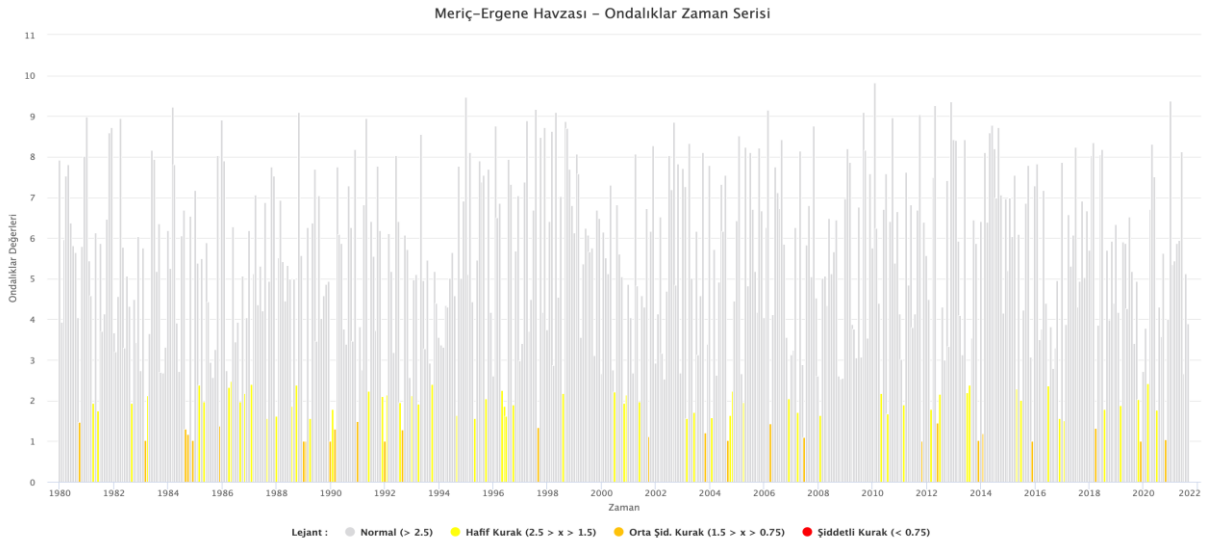
Şekil 3.143 Havza Geneline Ait Ondalıklar İndisi Çizgisel Grafiği



Şekil 3.144 Havza Geneline Ait Ondalıklar İndisi Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.145 Ondalıklar İndisi En Kurak 4 Aya Ait Haritalar



Şekil 3.146 Havza Geneline Ait Ondalıklar İndisi Bar Grafiği

3.2.7. Standart Akım İndisi (SRI)

Bu çalışma kapsamında havza içerisinde bulunan ve verisi uzun dönem olarak elde edilen 8 adet Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) Standart Akım İndisi (SRI) hesapları için kullanılmıştır. Hesaplaması yapılan bu Akım Gözlem İstasyonlarının listesine Tablo 3.26'dan, haritasına ise Şekil 3.147'den erişilebilmektedir.

SRI için diğer benzer indislerde de olduğu gibi 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık periyotlarda hesaplamalar yapılmıştır. SRI analizleri sadece istasyon bazında yapılmakta olup alansal dağılıma uygun olmadığı için haritaları üretilmemektedir.

Ana rapor kapsamında havzayı temsilen 2 adet akım gözlem istasyonunun analizleri paylaşılmaktadır. Diğer istasyonların analizlerine raporun dijital eklerinden ulaşılabilir. Seçilen Akım Gözlem İstasyonları havzada önemli yere sahip nehirlerden (Meriç Nehri ve Ergene Nehri) seçilmiştir.

Öncelikle Ergene Nehrini temsil eden D01A020 istasyonuna ait grafiklere aşağıdan erişilebilmektedir. Bu kapsamda SRI 1 aylık grafik incelendiğinde en kurak ayın 1990 yılına denk geldiği görülmektedir ki rapor kapsamında bulunan kurak dönemlerden en kurağı olan 1992-1994 aralığına çok yakın bir zamandır. 2. en kurak aya bakıldığında 1994 yılına denk geldiği görülmekte bu ayın da 1992-1994 kurak dönemi içerisinde olduğu unutulmamalıdır. Diğer kurak dönemlere bakıldığında ise 1982-1983, 1986-1987, 1989, 2000-2001 ve 2006-2007 kurak dönemleri ile kesiştiği görülmektedir. SRI 3 aylık grafiğe geldiğimizde akımların birleşmesi sonucu daha belirgin kurak dönemler gözlemlenmektedir. Bu kapsamda grafikte görülen kurak dönemlerin rapor kapsamında bulunan kurak dönemlerden 1982-1983, 1986-1987, 1989, 2000-2001 ve 2006-2007 yılları ile kesiştiği görülmektedir.

SRI 6 ve 9 aylık periyotlara gelindiğinde ise kurak dönemlerin daha belirgin hale geldiği ve sürelerin uzadığı görülmektedir. Grafiklerdeki kurak dönemler ile bulunan kurak dönemler karşılaştırıldığında ise SRI hesabının yapıldığı dönem olan 1982-1983, 1984-1985, 1986-1987, 1989, 1992-1994, 2000-2001 ve 2006-2007 kurak dönemleri ile kesişimler görülmektedir. Bu dönemlere ek olarak grafiklerde 1994 yılında görülen bir kurak dönem daha bulunmaktadır. Bu dönemin raporda görünmemesinin sebebi nehrin beslendiği alt havzada yerel bir kurak dönem olabileceği gibi nehre yapılan bir müdahale de olabilmektedir.

SRI 12 ve 24 aylık periyotlarda ise kuraklığın diğer periyotlara göre şiddetini azaltmakla beraber süresini uzattığı gözlemlenmiştir. Her iki grafikte de daha önceki grafiklerde önce çıkan 1982-1983, 1984-1985, 1986-1987, 1989 ve 1992-1994 kurak dönemleri ortak olarak tespit edilmiştir. Sadece SRI 12 aylık periyot grafiğinde 2000-2001 ve 2006-2007 kuraklığı ek olarak görünmesine rağmen aynı dönem SRI 24 aylık periyot grafiğinde bulunmamaktadır. Bunun sebebi de SRI 24 aylık hesaplamada sonraki aylarda kuraklığın bir hayli toparlayarak eski dönemin etkisini azaltması olarak görülebilir.

Meriç Nehri ülkemizin önemli nehirlerinden birisi olup nehir üzerinde çok fazla AGİ bulunmaktadır. E01A003 nolu istasyon ile nehrin bir noktasındaki kuraklığın etkileri analiz edilebilmektedir. İstasyonun veri aralığına bakıldığında diğer istasyondan farklı olarak 1969-2011 yılları arasında zaman serisine sahip olduğu görülmektedir ki bu noktada rapor kapsamında MGM verileri ile bulunan kurak dönemlere ek olarak alternatif veriler olan CRU ve TerraClimate veri setleri ile hesaplanan indislerden (PDSI ve SPEI) de faydalanılacaktır. İstasyonun SRI 1 aylık periyot grafiği incelendiğinde en kurak dönemin 1994 yılında olduğu ve bu yılın rapor kapsamında bulunan en kurak dönem olan 1992-1994 dönemi ile kesiştiği görülmektedir. Bu dönem harici bakıldığında 1984-1985, 1986-1987, 1989, 2000-2001 ve 2008-2009 kurak dönemleri ile grafiğin kesiştiği görülmektedir. SRI 3 aylık grafiğe geldiğimizde akımların birleşmesi sonucu daha belirgin kurak dönemler gözlemlenmektedir. Bu periyoda detaylı olarak bakıldığında önceki periyot ile benzer sonuçlar karşımıza çıkmaktadır. Özellikle grafikte görülen kurak dönemlerden 1992-1994 arası kurak dönem bir hayli yoğun geçmiştir.

SRI 6 ve 9 aylık periyotlara gelindiğinde ise kurak dönemlerin daha belirgin hale geldiği ve sürelerin uzadığı görülmektedir. Grafiklerdeki kurak dönemler ile bulunan kurak dönemler karşılaştırıldığında ise 1984-1985, 1986-1987, 1992-1994, 2000-2001 ve 2008-2009 kurak dönemlerine rastlanılmakla birlikte 1989 ve 2006-2007 kurak dönemlerine rastlanılmamaktadır. Bunun sebebi de bu dönemde Meriç Nehrinin bu kısmını besleyen dere ve çayların alt havzalarında yağışın diğer alt havzalara göre daha fazla olması olabilir. 1980 öncesi döneme bakınca da her iki grafikte de herhangi bir kurak dönem görülmemektedir.

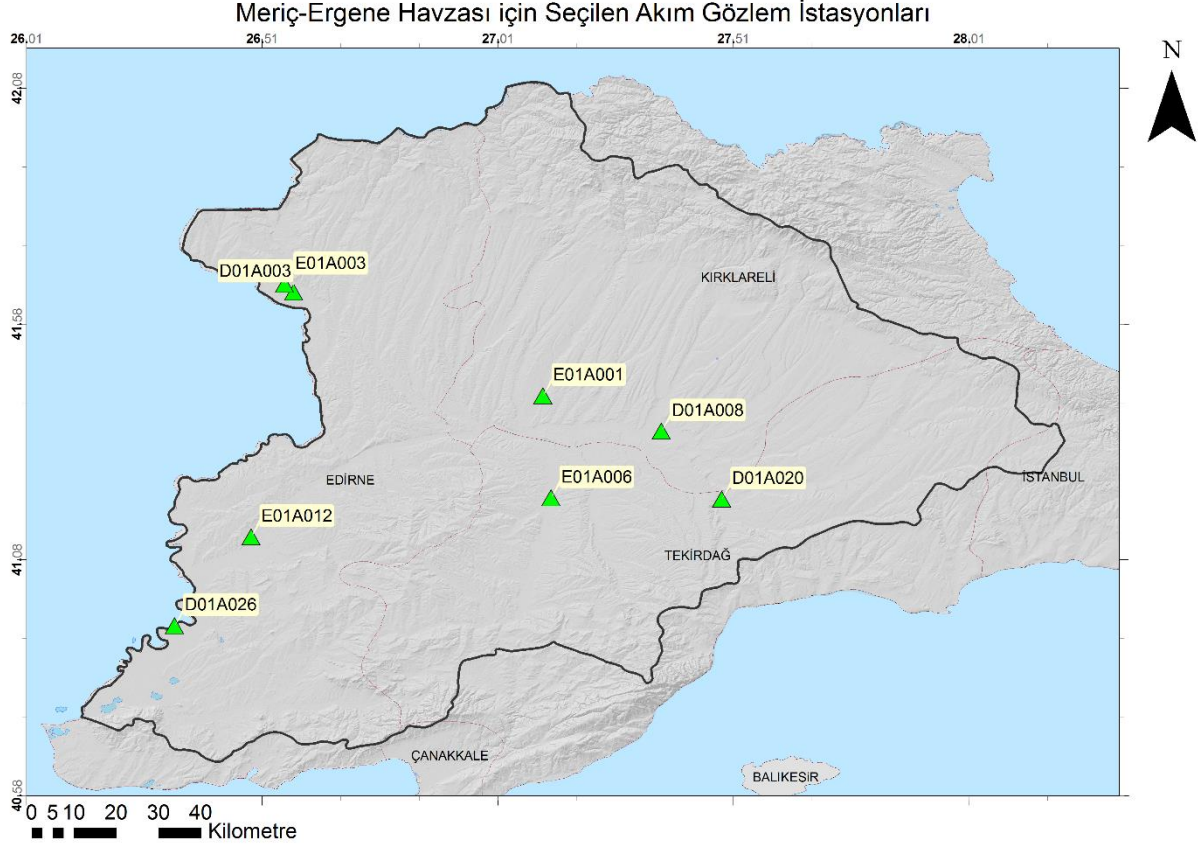
SRI 12 ve 24 aylık periyotlarda ise kuraklık süreleri indisin yapısından dolayı uzamaya başlamış olup daha önceki periyotlardaki süreler ile benzer kurak dönemleri işaret etmektedir. Her iki grafikte de 1986-1987, 1992-1994 ve 2000-2001 yıllarındaki kurak dönemler öne çıkmakta olup, daha önce bulunan 1984-1985 ve 2008-2009 kurak dönemleri ise kaybolmuştur. Kurak

dönemlerin kaybolma sebebi ise SRI 24 aylık hesaplamada sonraki aylarda kuraklığın bir hayli toparlayarak eski dönemin etkisini azaltması olarak görülebilir.

Seçilen bu istasyonlar harici eklerde verilen istasyonlar da analiz edilmiş olup istasyonların 7 adedinde benzer durumlara rastlanılmıştır. Rapor kapsamında bulunan kurak dönemler ile istasyonlardaki kurak dönemler birbiri ile örtüşüyor olarak görülmektedir. Diğer istasyonda ise bazı kurak dönemler görülmemekte ya da 1 sene ötelenmiş olarak görülmektedir. Bunun da sebebi o alt ya da mikro havza kapsamında olabilecek dönemlik yağışın artması ya da akarsu ağına yapılan farklı müdahaleler olabilir. Yağış eksikliğinin hidrolojik sistemlere (nehir akımları, yeraltı suyu ve baraj hazneleri) etkileri değişik zaman periyotlarında ortaya çıkmaktadır. Nehir akımlarına olan etkisi 3-6 ay, yeraltı suyuna etkisi 6-12 ay, baraj haznelerine etkisi ise daha uzun periyotlarda görülmektedir. Bu durum havzanın özelliklerine (alan, hidrojeolojik yapı, nehir ağı vs. gibi) bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla, bazı AGİ'lerde kurak dönemlerin zaman içerisinde ötelenmesi mümkün olabilir. Daha önce bahsedildiği gibihavza özelliklerine bağlı olarak bu öteleme nispeten uzun bir sürede olabilir. (Yıldız, 2009)

Tablo 3.26 Havza İçerisinde SRI Analizleri için Kullanılan Akım Gözlem İstasyonları

İstasyon Kodu	İstasyon Adı	Veri Aralığı
D01A003	Meriç Nehri - Kirişhane	1980-2014
D01A008	Ergene Nehri - DDY Köprüsü	1980-2014
D01A020	Ergene Nehri - İnanlı	1980-2014
D01A026	Meriç Nehri - İpsala Köprüsü	1980-2014
E01A001	Şeytan Deresi - Babaeski	1980-2014
E01A003	Meriç Nehri - Meriç Köprüsü	1969-2011
E01A006	Hayrabolu Deresi - Hayrabolu	1970-2014
E01A012	Meriç Nehri - Y.Görece	1980-2014



Şekil 3.147 Havza Kapsamında Seçilen Akım Gözlem İstasyonları (AGİ) Haritası

3.2.8. Standart Yeraltı Suyu İndisi (SGI)

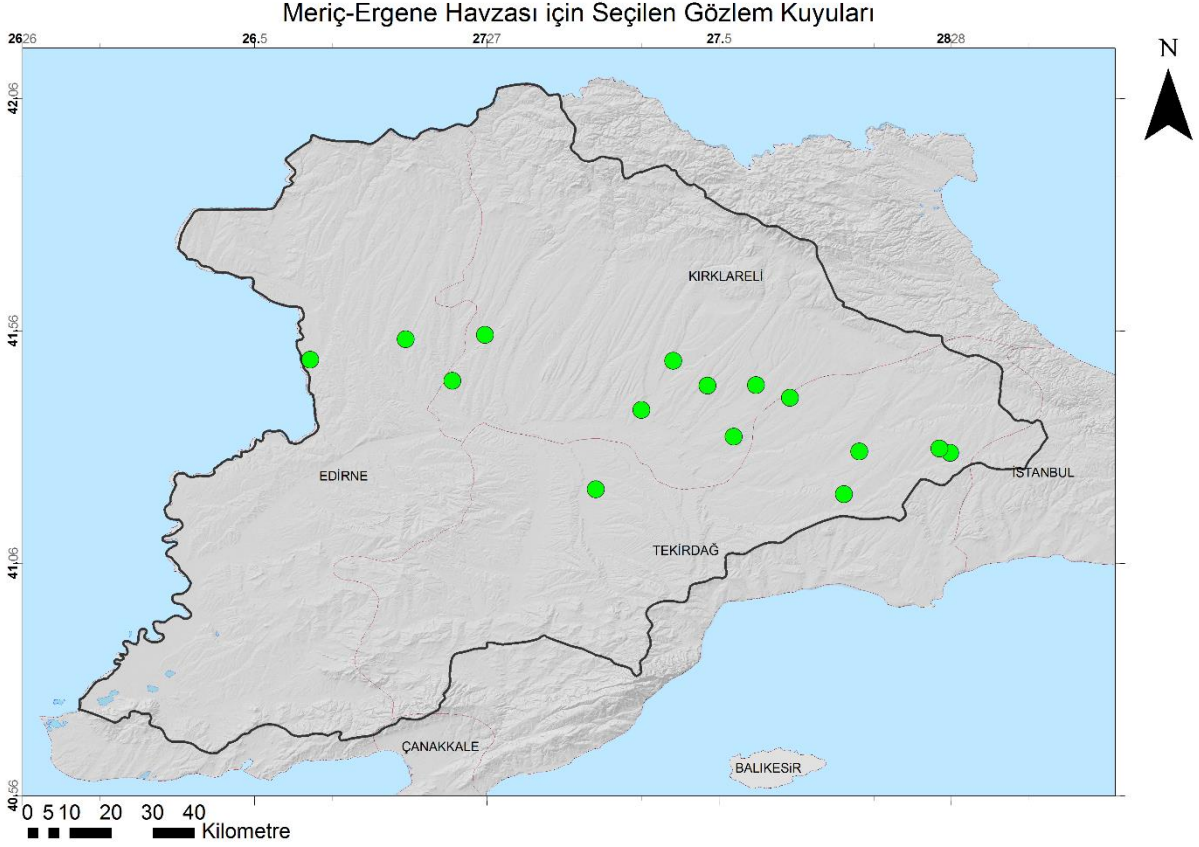
Bu çalışma kapsamında havza içerisinde bulunan ve verisi uzun dönem olarak elde edilen 15 adet gözlem kuyusu için Standart Yeraltı Suyu İndisi (SGI) hesaplanmıştır. Hesaplaması yapılan bu gözlem kuyularının listesine Tablo 3.27'den, haritasına ise Şekil 3.148'den erişilebilmektedir. Rapor kapsamında hesaplaması yapılan gözlem kuyularından 4 tanesi seçilerek grafikleri yorumlanmış olup diğer kuyuların grafiklerine dijital eklerden ulaşılabilir.

SGI için diğer benzer indislerden farklı olarak sadece 1 aylık periyotta hesaplamaları yapılmıştır. İndisin girdisi olarak kuyu seviyeleri alınmaktadır. SGI indisi kuyu seviyesi yönünden kuraklık hesaplamalarında kullanılmakta olup kuyuların bağlı olduğu yeraltı suyunun bazı dönemlerde ekilen bitki türünün değişmesine göre artıp azalması sonucu doğrudan kuraklığın etkisinin hesaplanamaması indisin dezavantajı olarak görülebilir. SGI analizleri sadece istasyon bazında yapılmakta olup alansal dağılıma uygun olmadığı için haritaları üretilmemektedir.

SGI bazında tek tip grafik üretilmiş olup oluşturulan grafiğin adı “Bar Grafik” olarak belirtilmektedir. Bar grafik ile analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmış olup 4 farklı renkte gösterim sağlanarak kuraklık şiddetlerini göstermektedir. Ayrıca grafiklerin alt kısmında kuyu seviyeleri de mavi renkli çizgisel grafikler ile gösterilerek kuyu seviye değişimlerinin indislere olan etkisi gösterilmektedir.

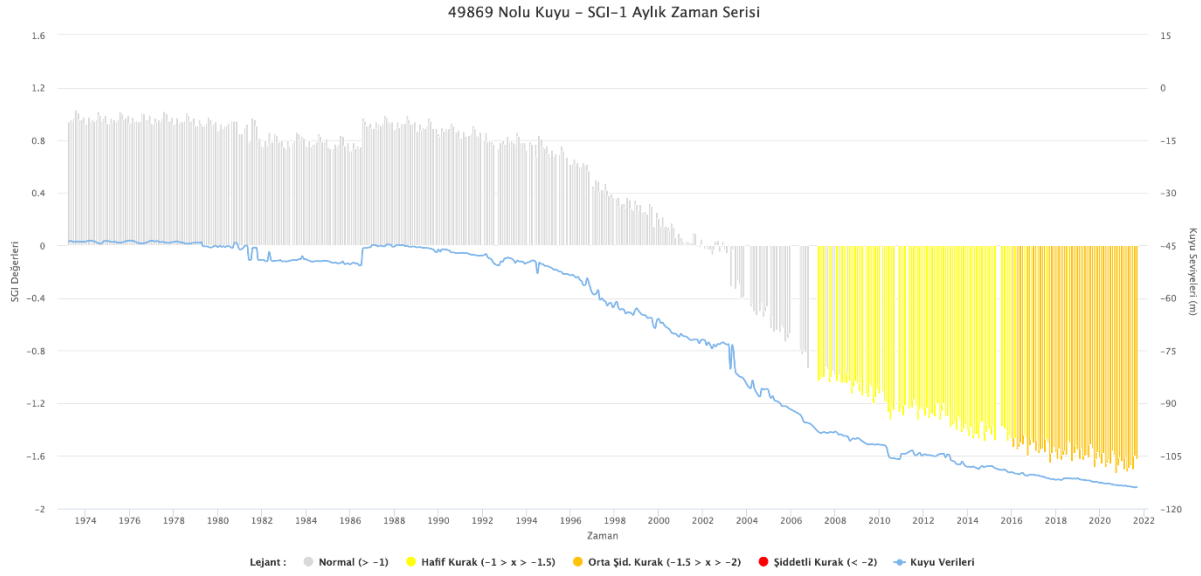
Tablo 3.27 Havza İçerisinde SGI Analizleri için Kullanılan Gözlem Kuyuları

Kuyu No	Veri Aralığı
49868	1975-2021
49869	1973-2021
49871	1972-2021
52280	1966-2021
52281	1971-2021
52282	1966-2021
52283	1966-2021
52285	1969-2021
52287	1969-2021
52288	1975-2021
59614	1966-2021
59616	1969-2021
59617	1971-2021
63418	1975-2021
49868	1975-2021



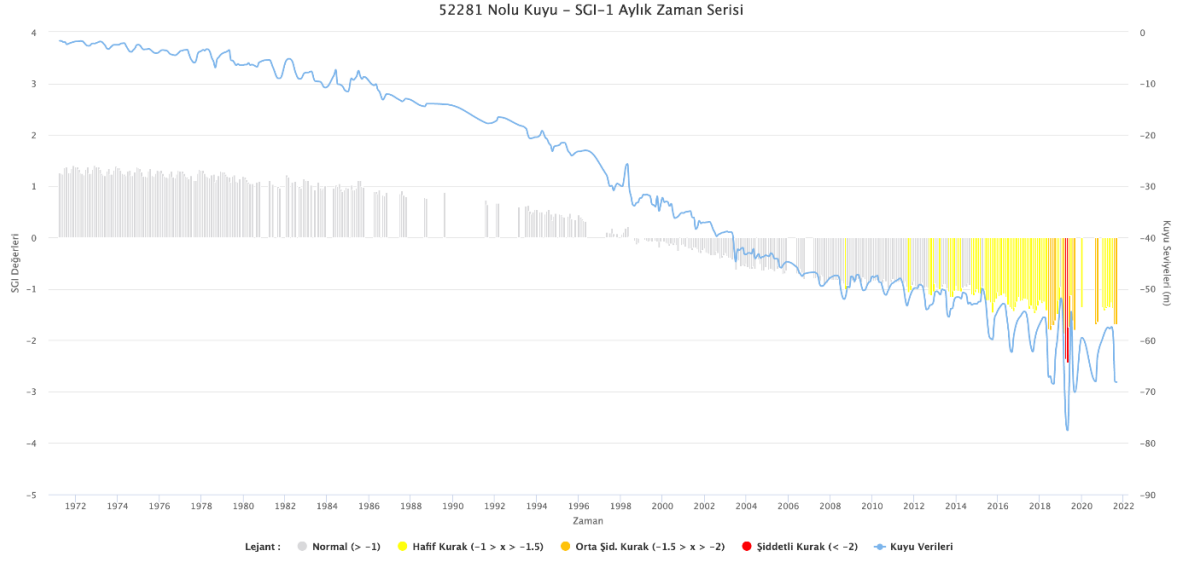
Şekil 3.148 Havza Kapsamında Seçilen Gözlem Kuyuları Haritası

49869 Nolu Kuyunun Şekil 3.149 üzerinde verilen grafiği incelendiğinde 2007 yılına kadar herhangi bir kuraklık durumu olmadığı görülmekle birlikte bu yıldan 2021 yılına kadar süren dönemde sürekli olarak kuraklık durumunda görülmektedir. Bu süre rapor kapsamında bulunan 2006-2007, 2008-2009, 2012, 2016-2017 ve 2019-2020 kurak dönemleri ile kesişimler bulunmaktadır. Bu dönemlere ek olarak kalan tüm süreçte kurak olması sadece kuraklık ile açıklanamaz. Kuyunun çevresinde bu dönemde ekilen bitki türünün bu kuraklık sürecini etkilediği düşünülmektedir. Özellikle son dönem ülkemizde popüler olarak ekilen ve su ihtiyacı bir hayli fazla olan şeker pancarı sebebi ile yeraltı kuyularından su çekimi ülkenin bir çok yerinde artmıştır.



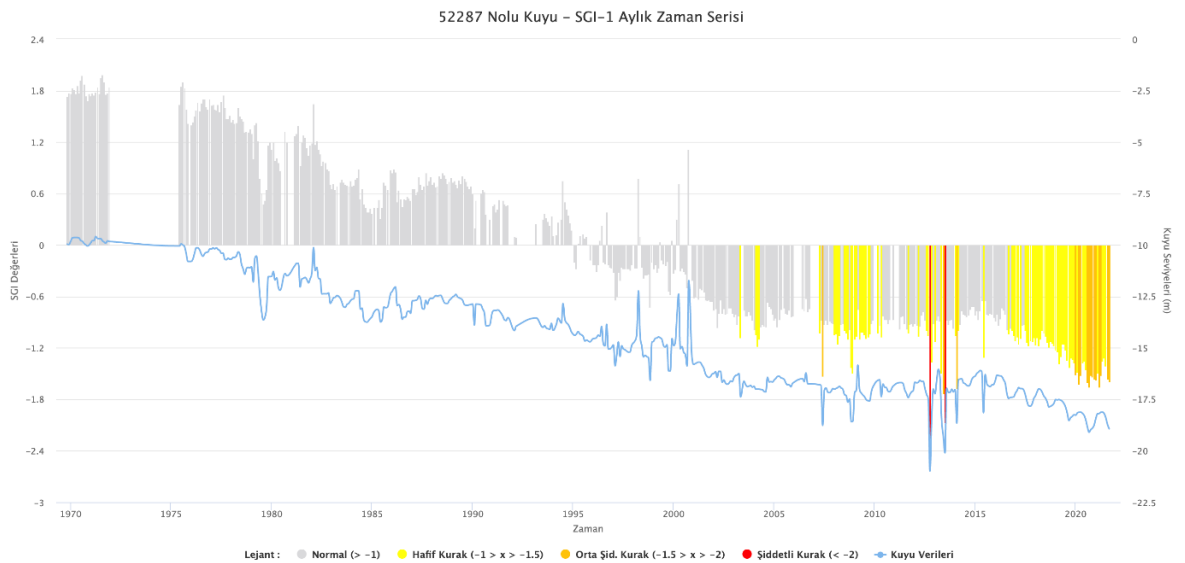
Şekil 3.149 49869 Nolu Kuyuya Ait SGI Aylık Bar ve Çizgisel Kuyu Seviyesi Grafiği

52281 Nolu Kuyunun Şekil 3.150 üzerinde verilen grafiği incelendiğinde 2007 yılına kadar kurak bir dönem görülmemektedir. Bu dönem sonrası 1993'ten 2019 yılına kadar 4 uzun ve 2 kısa kurak dönem ve aylık bazda 2 kurak ay gözükmemektedir. Grafikteki kurak dönemlerin rapor kapsamında bulunan dönemlerle kıyaslaması yapılmış 2012, 2016-2017 ve 2019-2020 kurak dönemlerinde kesişimler bulunmaktadır. Bu dönemlere ek olarak da 2013 ve 2014-2015 yıllarında kurak dönemler öne çıkmaktadır ki bu dönemde yeraltı suyundan çekimin artması sebebi ile bu durumun ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bu çekimin sebebi kuyunun bulunduğu alt havzada süren yerel bir kurak dönem olabileceği gibi ekimi yapılan bitki türünün değişmesi ile de ilgili olabilmektedir.



Şekil 3.150 52281 Nolu Kuyuya Ait SGI Aylık Bar ve Çizgisel Kuyu Seviyesi Grafiği

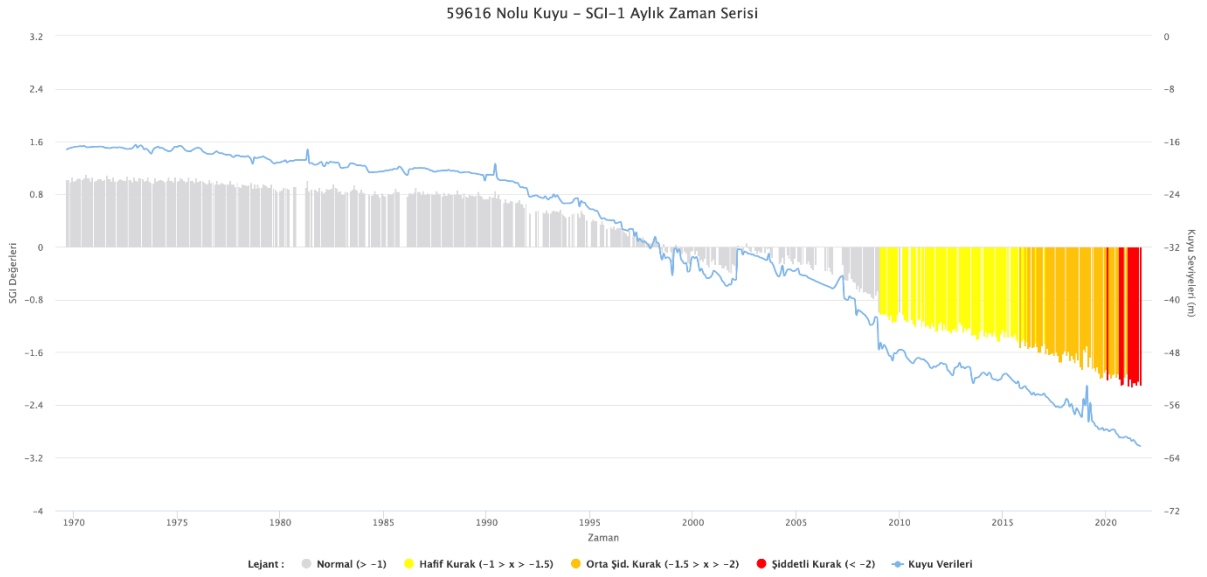
52287 Nolu Kuyunun Şekil 3.151 üzerinde verilen grafiği incelendiğinde 2003 yılına kadar kurak bir döneme rastlanılmamaktadır. Bu yıldan 2021 yılına kadar olan dönemde ise 2 uzun kurak dönem ve 9 adet kısa ya da aylık kurak dönem gözükmemektedir. Bu dönemler incelendiğinde rapor kapsamında bulunan 2006-2007, 2008-2009, 2016-1071 ve 2019-2020 kurak dönemleri ile kesişimler bulunmaktadır. Diğer aylık kuraklık durumları incelendiğinde ise dönem dönem su çekimlerinin artmasından dolayı kuraklığın bazı durumlar şiddetli kurak bile olduğu görülmektedir. Bu grafikten kuyunun bağlı olduğu yeraltı suyu kütesinin belirli bir dönem ekilen bitki türünden dolayı fazlaca kullanıldığı sonrasında ise yapılan bir depolama tesisi ya da benzeri bir yapıdan dolayı kullanımının azalttığı tahmin edilmektedir.



Şekil 3.151 52287 Nolu Kuyuya Ait SGI Aylık Bar ve Çizgisel Kuyu Seviyesi Grafiği

59616 Nolu Kuyunun Şekil 3.152 üzerinde verilen grafiği incelendiğinde 2009 yılına kadar herhangi bir kuraklık durumu olmadığı görülmekle birlikte bu yıldan 2021 yılına kadar süren dönemde sürekli olarak kuraklık durumunda görülmektedir. Bu süre rapor kapsamında bulunan 2006-2007, 2008-2009, 2012, 2016-2017 ve 2019-2020 kurak dönemleri ile kesişimler bulunmaktadır. Bu dönemlere ek olarak kalan tüm süreçte kurak olması sadece kuraklık ile açıklanamaz. Kuyunun çevresinde bu dönemde ekilen bitki türünün bu kuraklık sürecini etkilediği düşünülmektedir. Özellikle son dönem ülkemizde popüler olarak ekilen ve su ihtiyacı bir hayli fazla olan şeker pancarı sebebi ile yeraltı kuyularından su çekimi ülkenin birçok yerinde artmıştır.

Diğer grafiklerin birçoğunda 49869 ve 59616 nolu kuyuların grafiklerine benzer sonuçlar görülmektedir. Bu da havzada bu dönemde ekilen bitki türlerinde bir değişiklik olduğu ve suya daha fazla ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.



Şekil 3.152 59616 Nolu Kuyuya Ait SGI Aylık Bar ve Çizgisel Kuyu Seviyesi Grafiği

3.2.9. Standart Rezervuar Miktar Suyu İndisi (SRSI)

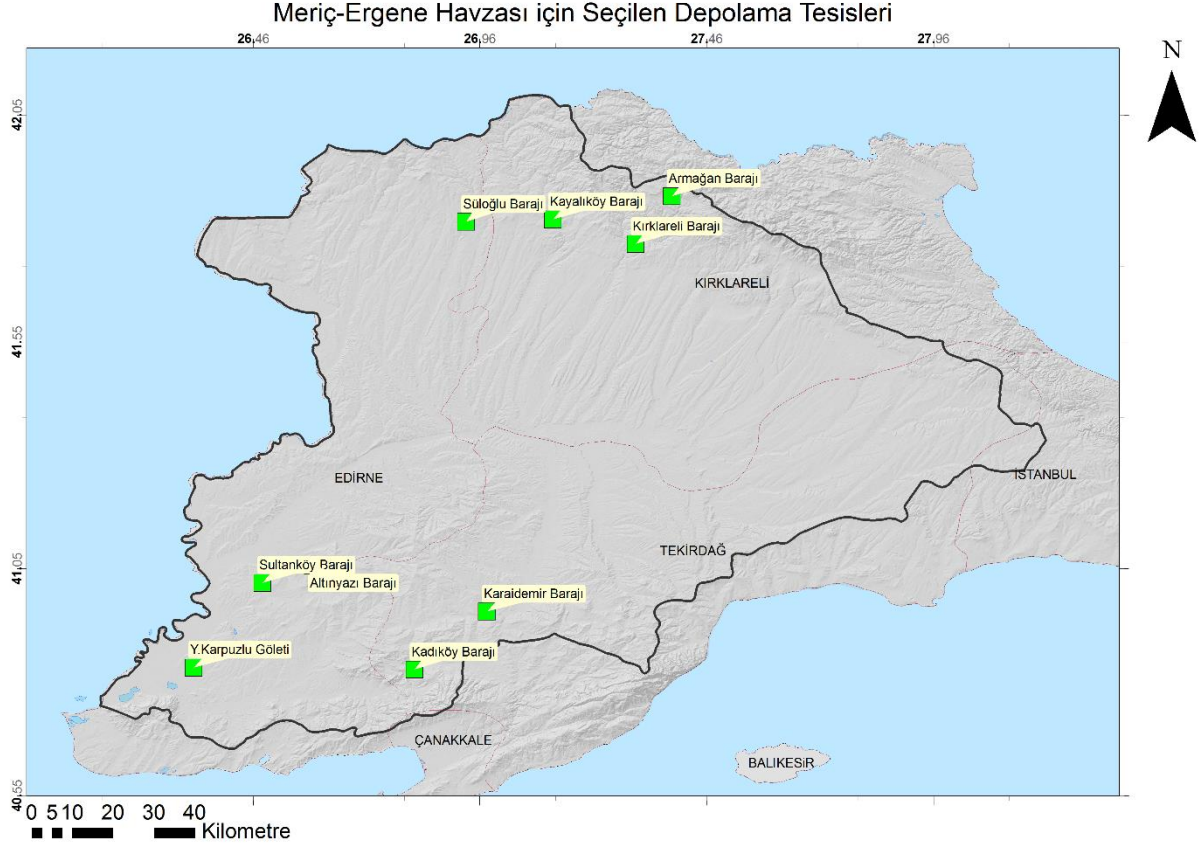
Bu çalışma kapsamında havza içerisinde bulunan ve verisi uzun dönem olarak elde edilen 9 adet depolama tesisi için Standart Rezervuar Miktar Suyu İndisi (SRSI) hesaplanmıştır. Hesaplaması yapılan tesislerin listesine Tablo 3.28'den, haritasına ise Şekil 3.153'ten erişilmektedir. Hesaplaması yapılan bu depolama tesislerinden seçilen 4 adedinin grafik ve yorumları aşağıda yapılmakta olup, diğer tesislere eklerden ulaşılabilir.

SRSI için diğer benzer indislerden farklı olarak sadece 1 aylık periyotta hesaplamaları yapılmıştır. İndisin girdisi olarak aylık depolama hacimleri alınmaktadır. SRSI indisi depolama yönünden kuraklık hesaplamalarında kullanılmakta olup buharlaşmanın hesaba katılmaması indisin dezavantajı olarak görülebilir. SRSI analizleri sadece istasyon bazında yapılmakta olup alansal dağılıma uygun olmadığı için haritaları üretilmemektedir.

SRSI bazında tek tip grafik üretilmiş olup oluşturulan grafiğin adı “Bar Grafik” olarak belirtilmektedir. Bar grafik ile analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmış olup 4 farklı renkte gösterim sağlanarak kuraklık şiddetlerini göstermektedir. Ayrıca grafiklerin alt kısmında depolama hacimleri de mavi renkli çizgisel grafikler ile gösterilerek hacim değişimlerinin indislere olan etkisi gösterilmektedir.

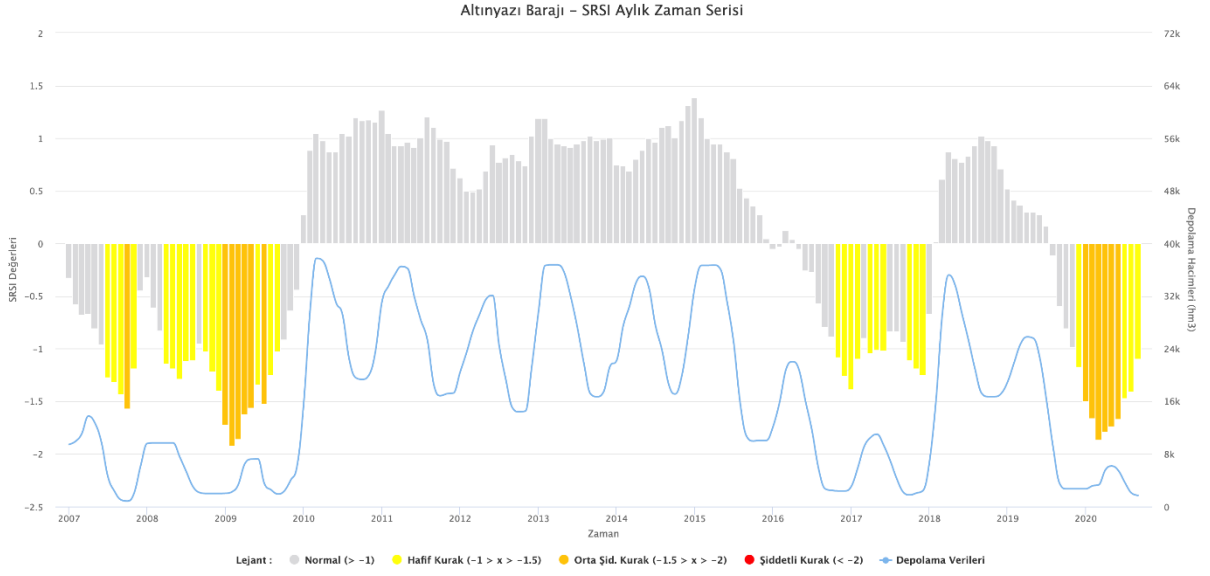
Tablo 3.28 Havza İçerisinde SRSI Analizleri İçin Kullanılan Depolama Tesisleri

Baraj Adı	Veri Aralığı
Altınyazı Barajı	2007-2020
Armağan Barajı	2007-2021
Kadıköy Barajı	2007-2020
Karaidemir Barajı	2007-2021
Kayalıköy Barajı	2007-2020
Kırklareli Barajı	2007-2020
Süloğlu Barajı	2007-2020
Sultanköy Barajı	2007-2020
Y.Karpuzlu Göleti	2009-2020



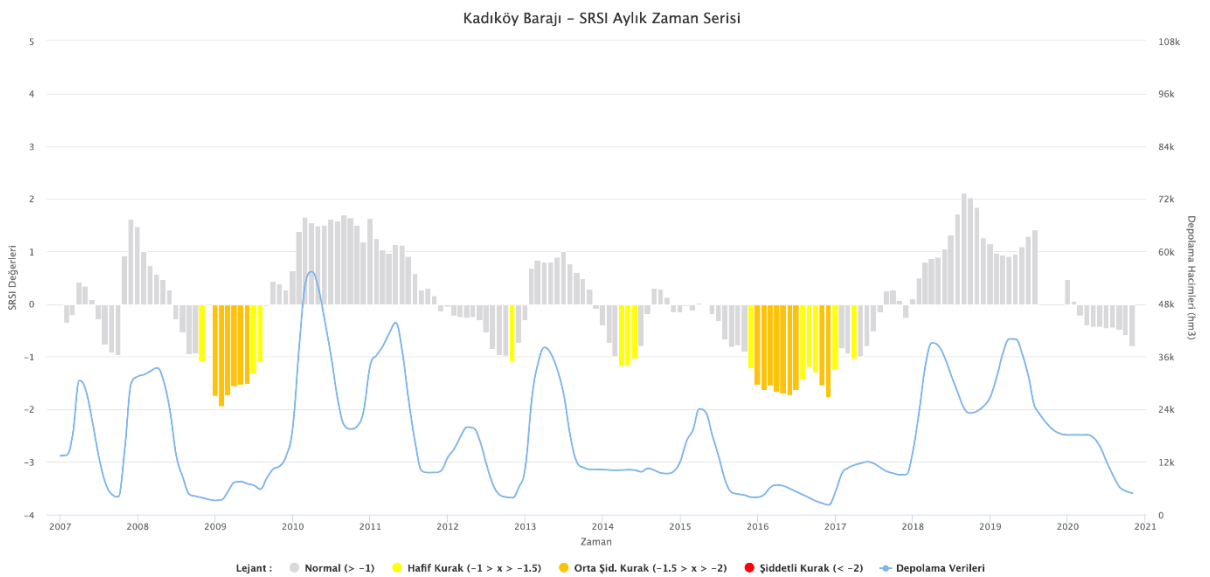
Şekil 3.153 Havza Kapsamında Seçilen Depolama Tesisleri Haritası

Altınyazı Barajının Şekil 3.154’te bulunan grafiği incelendiğinde 3 uzun ve 3 kısa dönem kuraklık görülmektedir. Bu dönemlerde, kuraklık hafif ve orta şiddetli olarak hissedilmiştir. Bu dönemler rapor kapsamında bulunan kurak dönemler ile karşılaştırıldığında 2006-2007, 2008-2009, 2016-2017 ve 2019-2020 kurak dönemleri ile örtüştüğü görülmektedir. Bu dönemler harici ekstra kurak bir dönem bulunmamaktadır. Rapor kapsamında temin edilen veri 2007-2021 arasında olduğundan dolayı en kurak dönem olan 1992-1994 kurak dönemi ile ilgili bir yorum yapılamamakla birlikte 2. en kurak dönem olan 2019-2020 kurak döneminin şiddetli geçtiği grafikten görülmektedir.



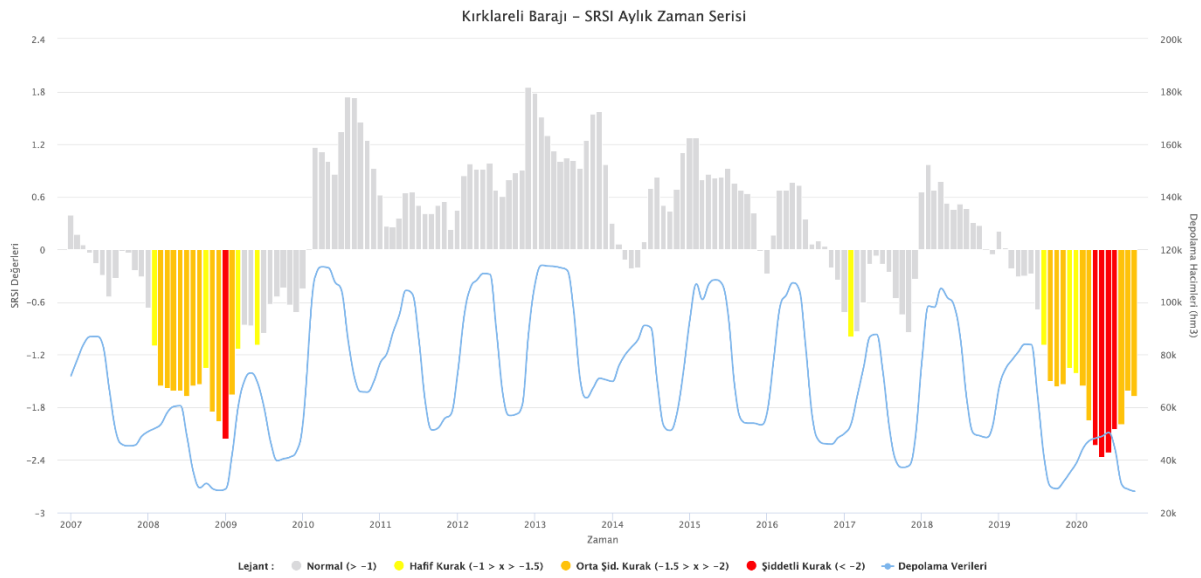
Şekil 3.154 Altınyazı Barajına Ait SRSI Aylık Bar ve Çizgisel Hacim Grafiği

Kadıköy Barajının Şekil 3.155’de verilen grafiği incelendiğinde 2 uzun ve 1 kısa kurak dönem göze çarpmaktadır. Ayrıca 2 tekil ayda da hafif kuraklık görülmektedir. Grafikteki tüm kurak dönemleri rapor kapsamında bulunan kurak dönemler ile kıyaslayınca 2008-2009 ve 2006-2017 dönemleri ile kesişimler dikkat çekmektedir. Bu dönemler harici bazı kurak aylar rapor kapsamında tespit edilen kurak dönemler ile kesişmese de tek ay olması sebebi ile çok önem arz etmemektedir. Fakat 2014 yılında görülen kısa kurak dönem rapor ile kesişmemektedir. Bunun sebebi de kuraklıktan ziyade bu dönem için barajın işletmesinde yapılan bir değişiklik olabilmektedir.



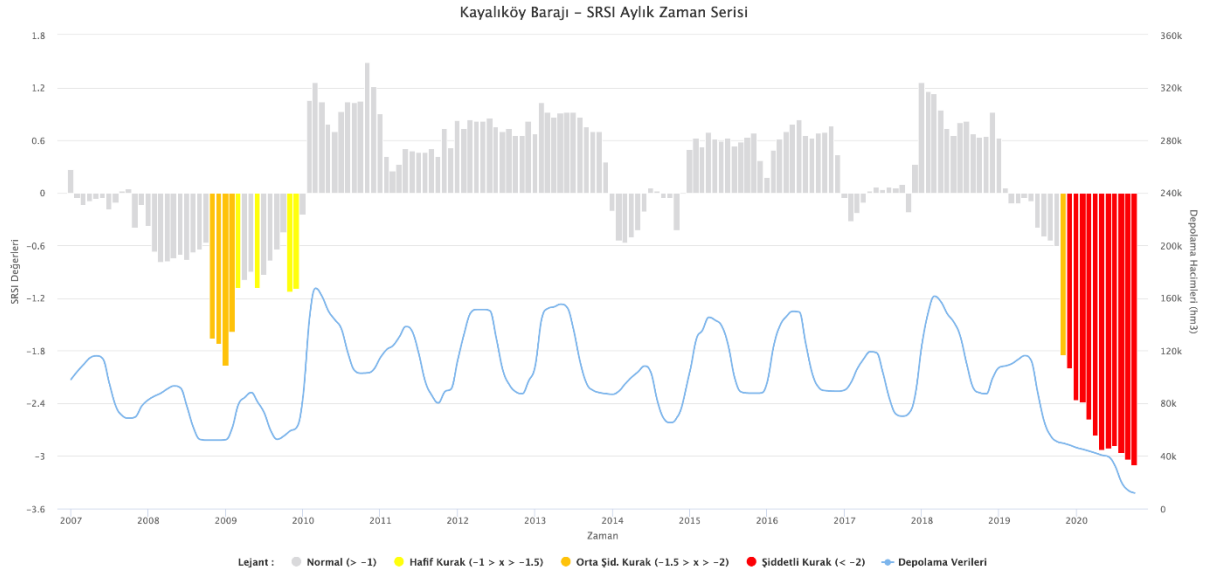
Şekil 3.155 Kadıköy Barajına Ait SRSI Aylık Bar ve Çizgisel Hacim Grafiği

Kırklareli Barajının Şekil 3.156’da verilen SRSI grafiği incelendiğinde 2 uzun kurak dönem ve 2 tekil ay bazında kuraklık göze çarpmaktadır. Grafikteki uzun dönemler rapor kapsamında bulunan kurak dönemler ile karşılaştırılınca 2008-2009 ve 2019-2020 dönemleri ile kesişikleri görülmektedir. Temin edilen veriler 2007-2021 arasını kapsadığı için grafikte en önemli 2. Kurak dönem daha yoğun olarak kuraklığın yaşandığını göstermektedir. Grafikteki tekil aylara bakıldığında ise onların da kurak dönemler ile kesiştiği görülmektedir. Fakat rapor kapsamındaki bazı kurak dönemlerin grafikte olmadığı da dikkat çekmektedir ki bu barajın işletmesi ile ilgili olabilir ya da barajın bulunduğu alt havzada o dönemki kuraklığın etkisi az olabilir.



Şekil 3.156 Kırklareli Barajına Ait SRSI Aylık Bar ve Çizgisel Hacim Grafiği

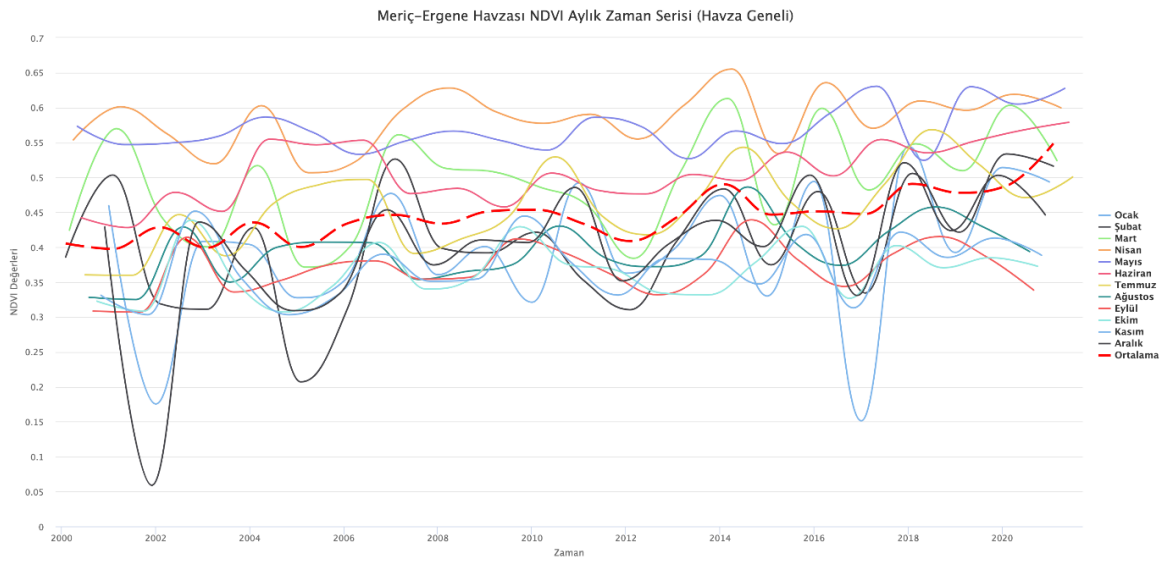
Kayalıköy Barajının Şekil 3.157’de verilen SRSI grafiği incelendiğinde boşluklu olarak da olsa 2 uzun, 1 kısa kurak dönem ve aylık bazda 1 kurak ay göze çarpmaktadır. Grafikteki uzun dönemler rapor kapsamında bulunan kurak dönemler ile karşılaştırılınca 2008-2009 ve 2019-2020 kurak dönemleri ile kesişikleri görülmektedir. Grafikte bu kurak dönem harici aylık bazda tek bir ay kuraklığa rastlanılsa da genel olarak hafif kuraklık mertebesindedir. Ayrıca bu barajda rapor kapsamında tespit edilen 2006-2007, 2012 ve 2016-2017 kurak dönemlerine rastlanılmamıştır ki bunun sebebinin barajın bulunduğu alt havzanın bu dönemlerde diğer alt havzalardan daha az etkilenmesi ya da barajın işletmesi ile ilgili olduğu tahmin edilmektedir.



Şekil 3.157 Kayalıköy Barajına Ait SRSI Aylık Bar ve Çizgisel Hacim Grafiği

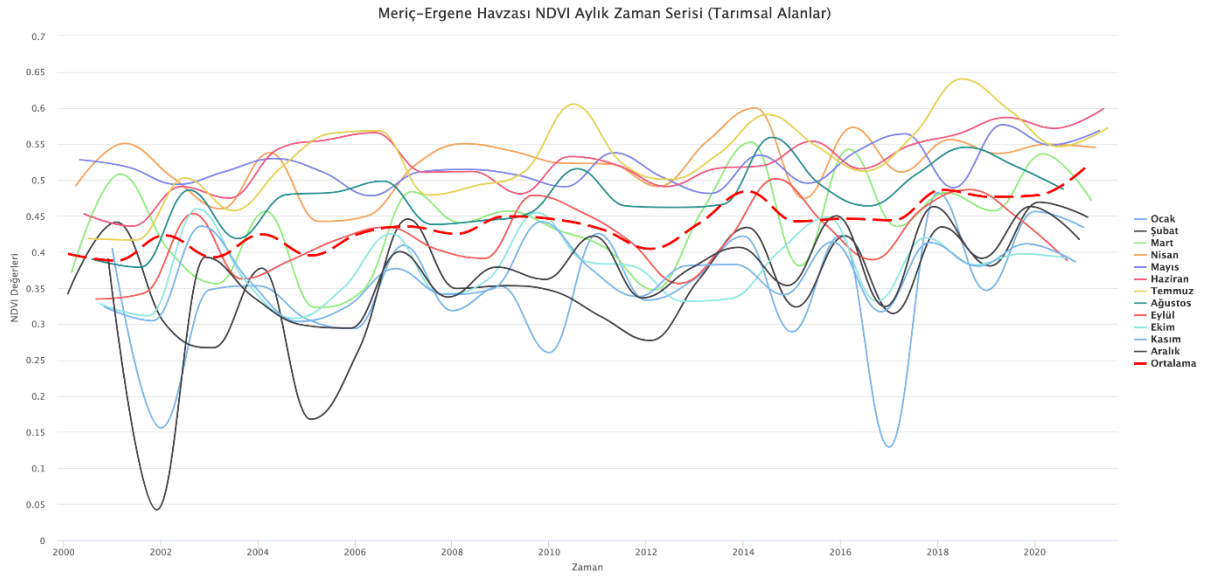
3.2.10. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

MODIS uydusunun verileri kullanılarak elde edilen NDVI verisinin doğrudan kuraklık şiddet analizinde kullanılması uygun olmamakla birlikte VCI ve diğer indislerle olan bağlantısının görülmesi açısından aylık bazda değişim grafikleri bu kısımda paylaşılacaktır. NDVI verisinin grafiksel olarak gösterimi için “Havza Geneli” ve CORINE verisinden oluşturulan “Tarımsal Alanlar” ile “Orman ve Yarı Doğal Alanlar” alt kırılımları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar için ilgili alanın içine düşen piksel değerlerinin ortalaması alınarak alanın NDVI değeri zaman serisi olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan bu grafiklere aşağıdan erişilebilir.

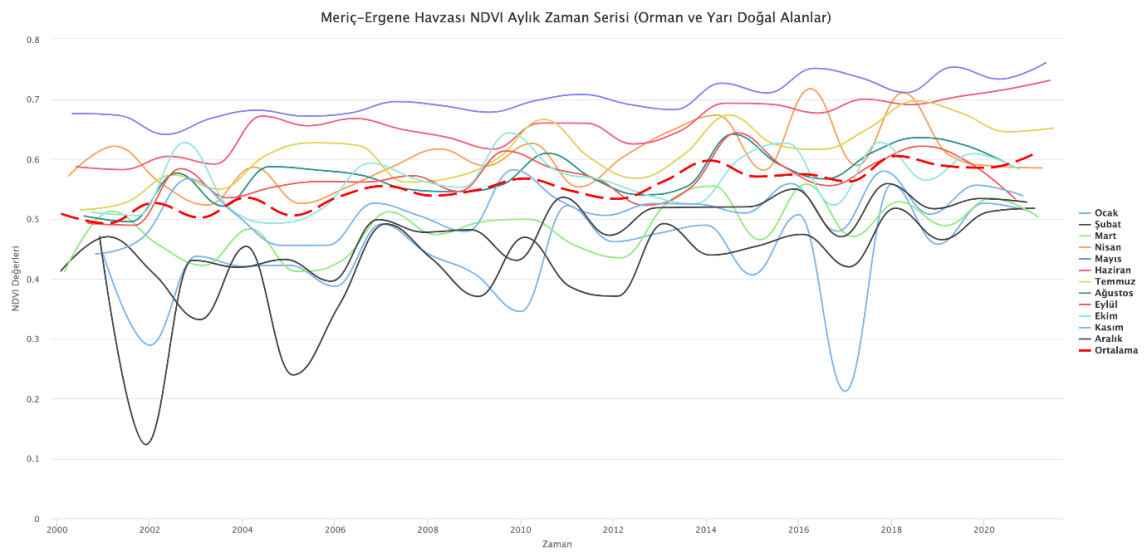


Şekil 3.158 Havza Geneli NDVI Aylık Zaman Serisi Grafiği

Üstteki grafikten (Şekil 3.158) de görüleceği üzere Mayıs , Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları grafiğin en üst kısmında yer almaktadır ki bu bitkilerin en iyi şekilde fark edildiği ayları temsil ettiğinden dolayı beklenen bir sonuçtur. Ocak ve Şubat ayları ortalamaları da beklenen şekilde en düşük aralıkta yer almaktadır. Grafikte kırmızı kesikli çizgi yıllık ortalama NDVI değerini göstermektedir. Bu çizgi incelendiğinde Bölüm 3.3'te 2000-2001, 2006-2007, 2008-2009, 2012, 2016-2017 ve 2019-2020 kurak dönemlerinde minimumda olduğu görülmüş ve kurak dönemleri desteklemiştir. Benzer yaklaşımla Şekil 3.159 ve Şekil 3.160 incelendiğinde de benzer sonuçlar ortaya çıkmaktadır.



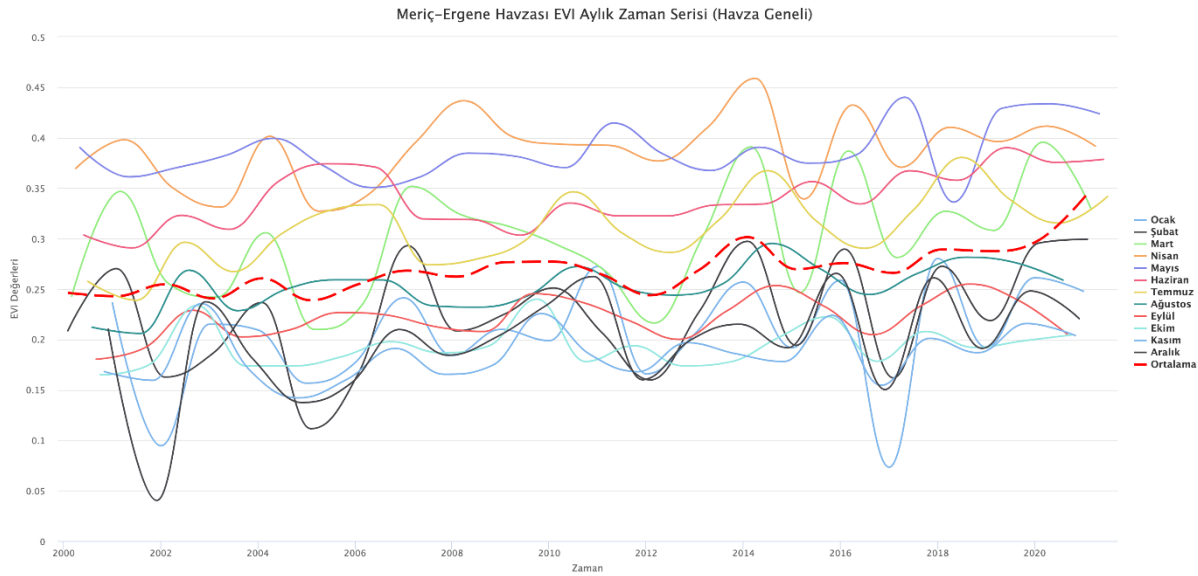
Şekil 3.159 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların NDVI Aylık Zaman Serisi Grafiği



Şekil 3.160 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların NDVI Aylık Zaman Serisi Grafiği

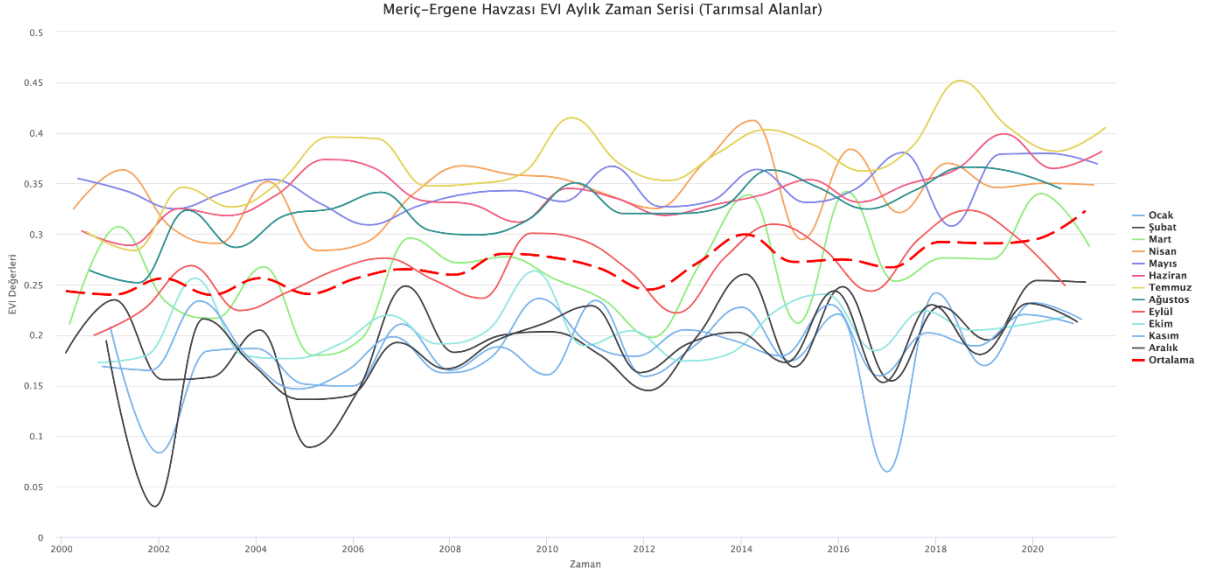
3.2.11. Genişletilmiş Bit,ki Örtüsü İndeksi (EVI)

MODIS uydusunun verileri kullanılarak elde edilen EVI verisinin doğrudan kuraklık şiddet analizinde kullanılması uygun olmamakla birlikte VCI ve diğer indislerle olan bağlantısının görülmesi açısından aylık bazda değişim grafikleri bu kısımda paylaşılacaktır. EVI verisinin grafiksel olarak gösterimi için “Havza Geneli” ve CORINE verisinden oluşturulan “Tarımsal Alanlar” ile “Orman ve Yarı Doğal Alanlar” alt kırılımları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar için ilgili alanın içine düşen piksel değerlerinin ortalaması alınarak alanın EVI değeri zaman serisi olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan bu grafiklere aşağıdan erişilebilir.

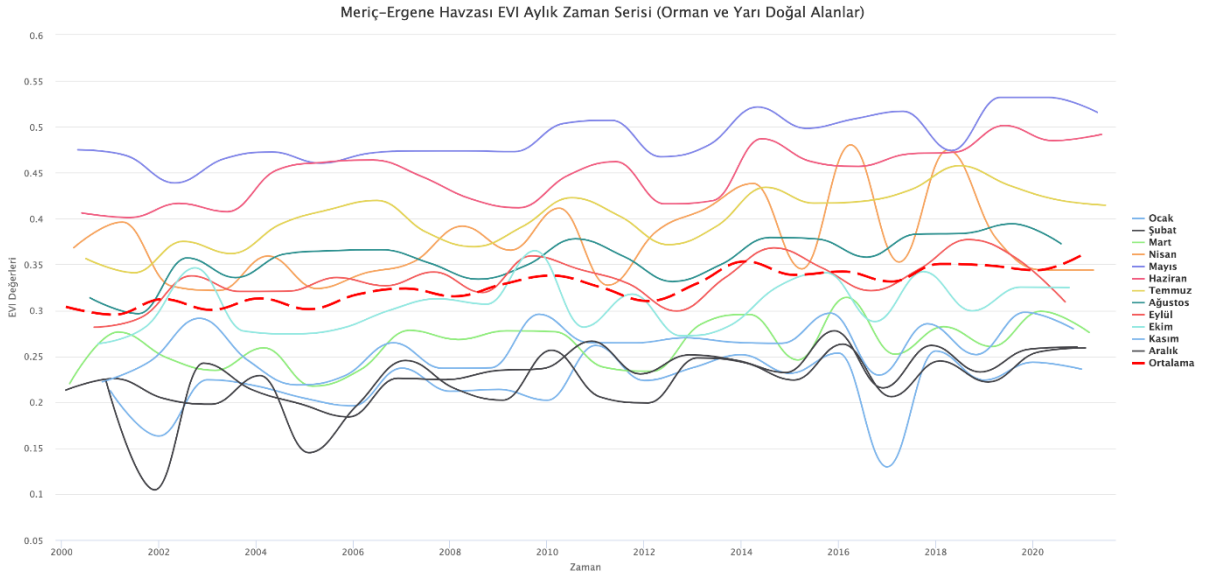


Şekil 3.161 Havza Geneli EVI Aylık Zaman Serisi Grafiği

Üstteki grafikten (Şekil 3.161) de görüleceği üzere Mayıs , Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları grafiğin en üst kısmında yer almaktadır ki bu bitkilerin en iyi şekilde fark edildiği ayları temsil ettiğinden dolayı beklenen bir sonuçtur. Ocak ve Şubat ayları ortalamaları da beklenen şekilde en düşük aralıkta yer almaktadır. Grafikte kırmızı kesikli çizgi yıllık ortalama EVI değerini göstermektedir. Bu çizgi incelendiğinde Bölüm 3.3’te bulunan 2000-2001, 2006-2007, 2008-2009, 2012, 2016-2017 ve 2019-2020 kurak dönemlerinde minimumda olduğu görülmüş ve kurak dönemleri desteklemiştir. Benzer yaklaşımla Şekil 3.162 ve Şekil 3.163 incelendiğinde de benzer sonuçlar ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.162 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların EVI Aylık Zaman Serisi Grafiği



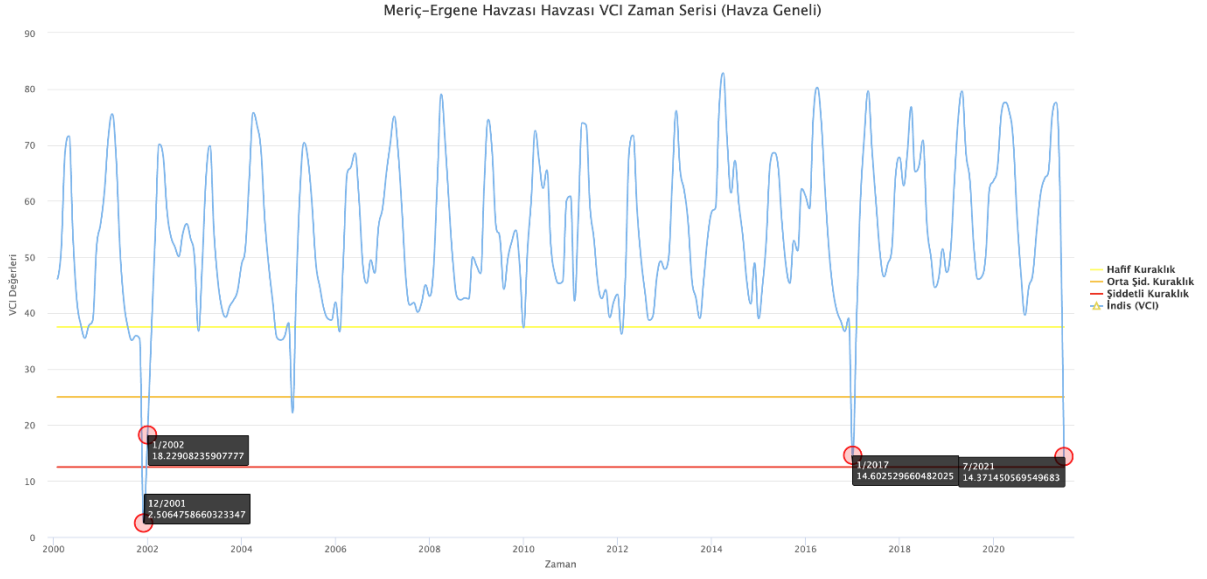
Şekil 3.163 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların EVI Aylık Zaman Serisi Grafiği

3.2.12. Bitki Durumu İndeksi (VCI)

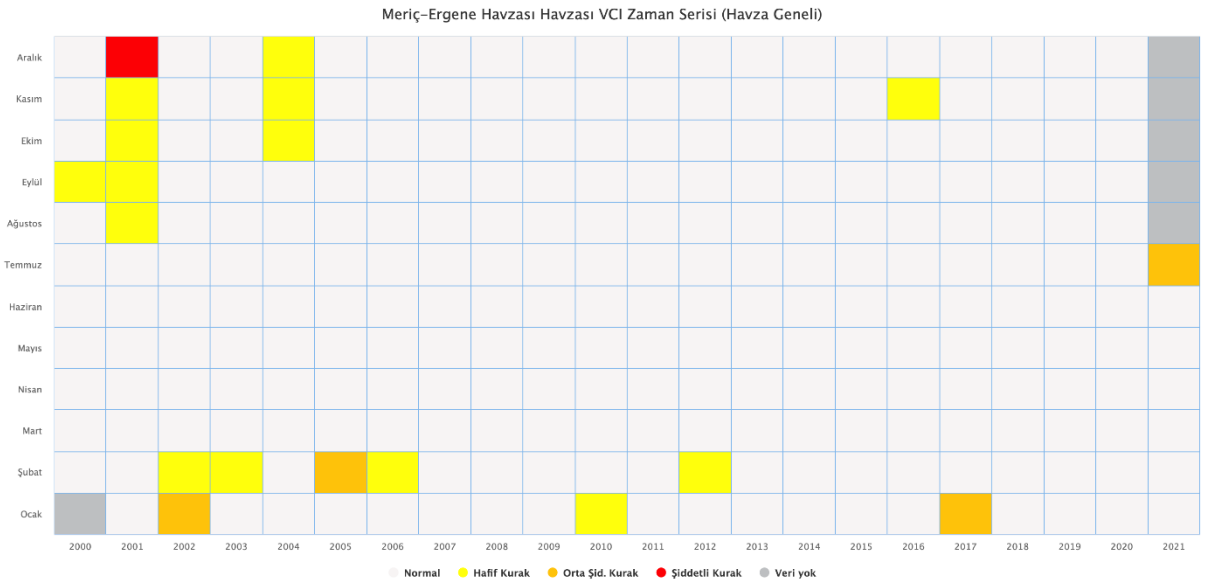
MODIS uydusunun verileri kullanılarak elde edilen NDVI verisinden hesaplanan VCI değerleri doğrudan kuraklık şiddet analizinde kullanılmaktadır. Rapor kapsamında belirlenen 4 aralığa göre de gruplanabilen indeks ile meteorolojik olarak hesaplanan indisler ile uzaktan algılama temelli indeksler karşılaştırılabilir bir hale gelmektedir. VCI için 3 farklı grupta hesaplama yapılmıştır. Daha önce NDVI ve EVI için de kullanılan “Havza Geneli” ile CORINE verisinden oluşturulan “Tarımsal Alanlar” ve “Orman ve Yarı Doğal Alanlar” alt kırılımları VCI için de kullanılmıştır. Bu hesaplamalar için ilgili alanın içine düşen piksel değerlerinin ortalaması alınarak alanın VCI değeri zaman serisi olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan bu grafiklere aşağıdan erişilebilir.

Havza bazında 3 farklı grafiksel gösterim üretilmiş olup her bir grafik, analizi farklı şekillerde ifade etmektedir. Çizgisel grafikler literatürde de sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda kurumun istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

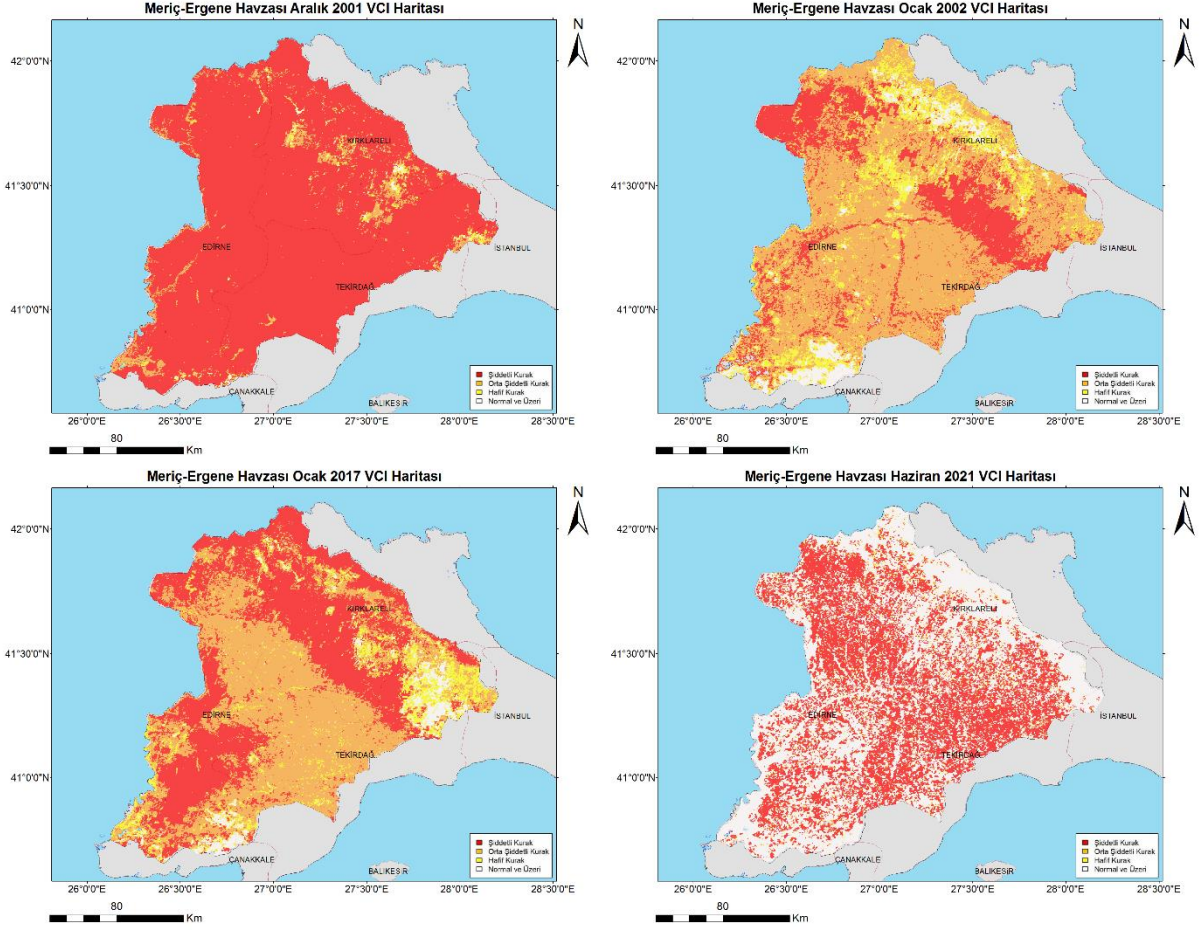
Ayrıca VCI’ın havza bazındaki çizgisel grafiklerde en kurak aylar grafik üzerinde gösterilmektedir. Burada en kurak ay tercihi yapılırken aynı yılda birden fazla kurak ay varsa en kurak olan seçilmektedir. Havza geneli için seçilen 4 en kurak aya ilişkin ise grafiğin altında aylık bazdaki kuraklık şiddet haritaları gösterilerek kuraklığın alansal olarak dağılımı gösterilmektedir.



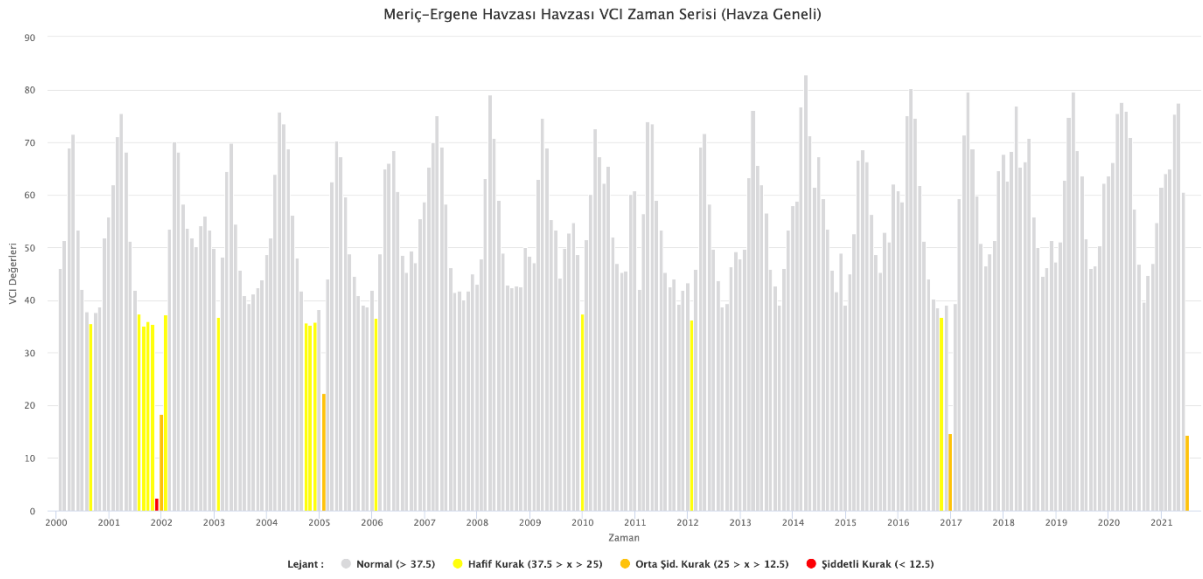
Şekil 3.164 Havza Geneli VCI Aylık Zaman Serisi Çizgisel Grafiği



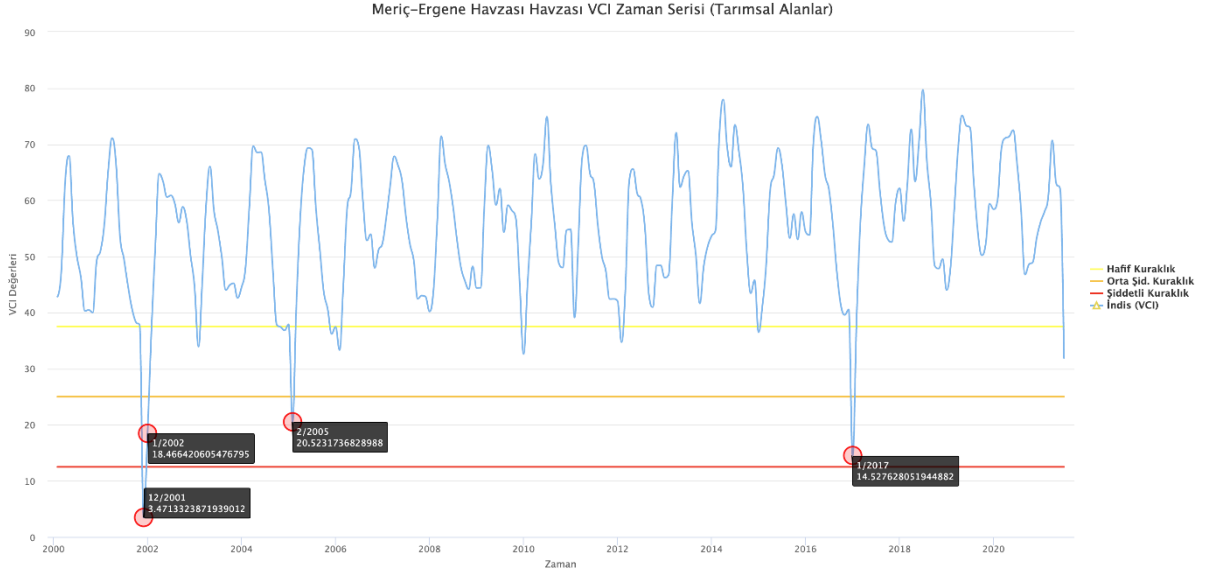
Şekil 3.165 Havza Geneli VCI Aylık Zaman Serisi Zamansal Kuraklık Grafiği



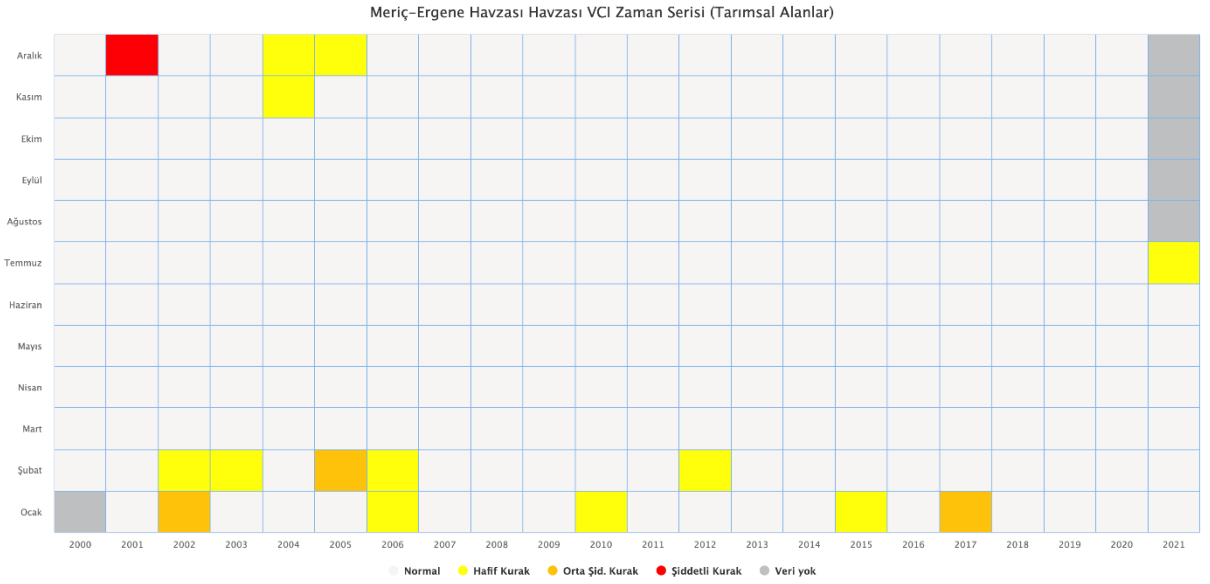
Şekil 3.166 VCI İndeksi En Kurak 4 Aya Ait Haritalar



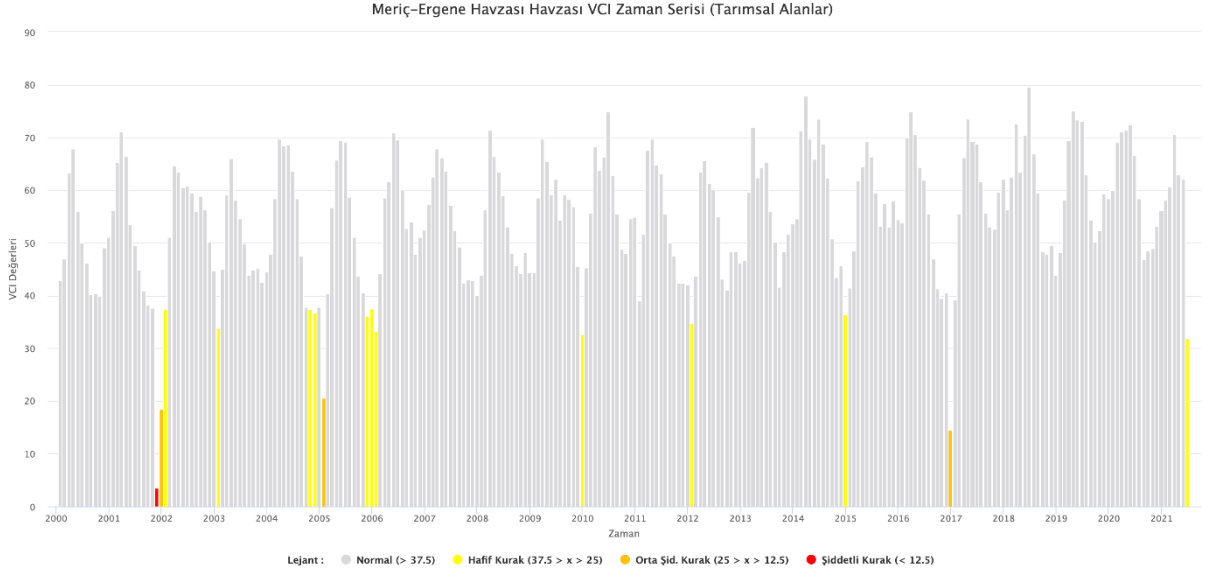
Şekil 3.167 Havza Geneli VCI Aylık Zaman Serisi Bar Grafiği



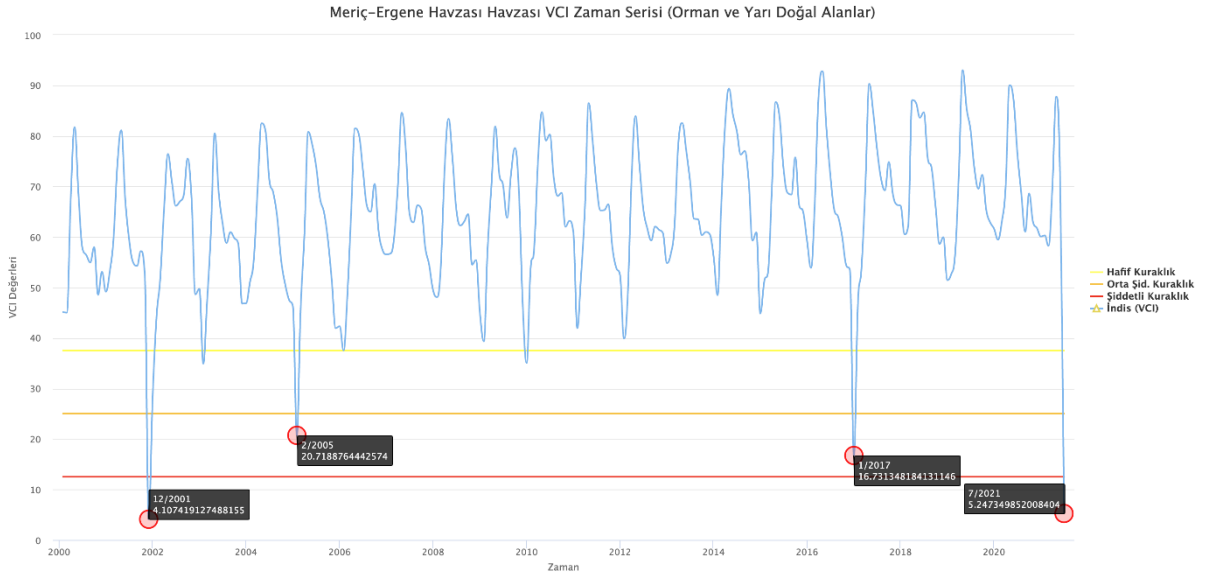
Şekil 3.168 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Çizgisel Grafiği



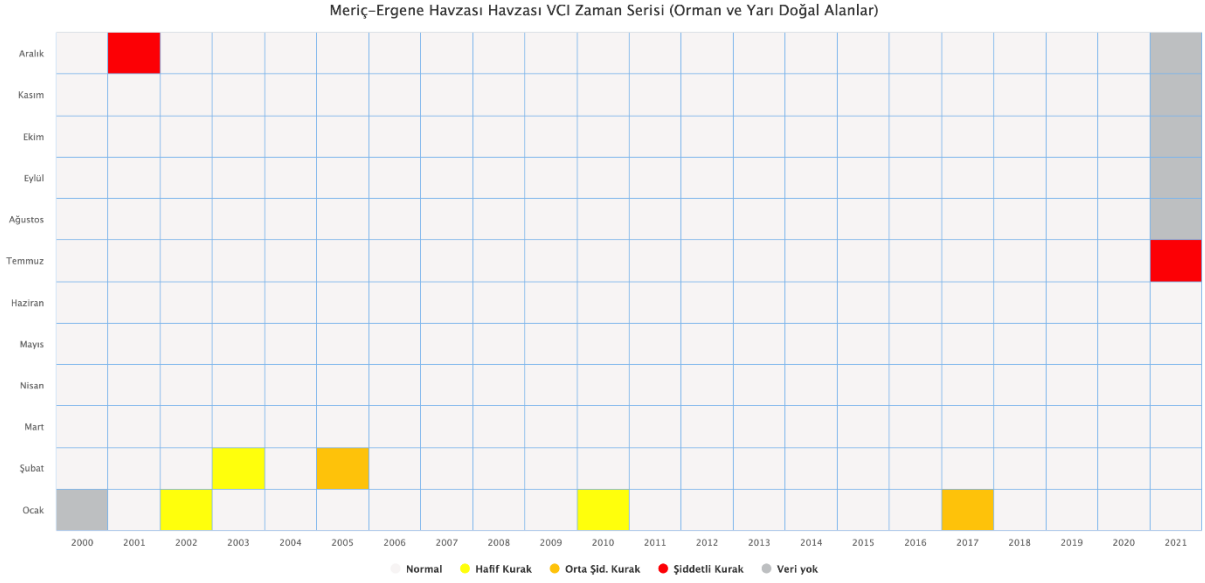
Şekil 3.169 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Zamansal Kuraklık Grafiği



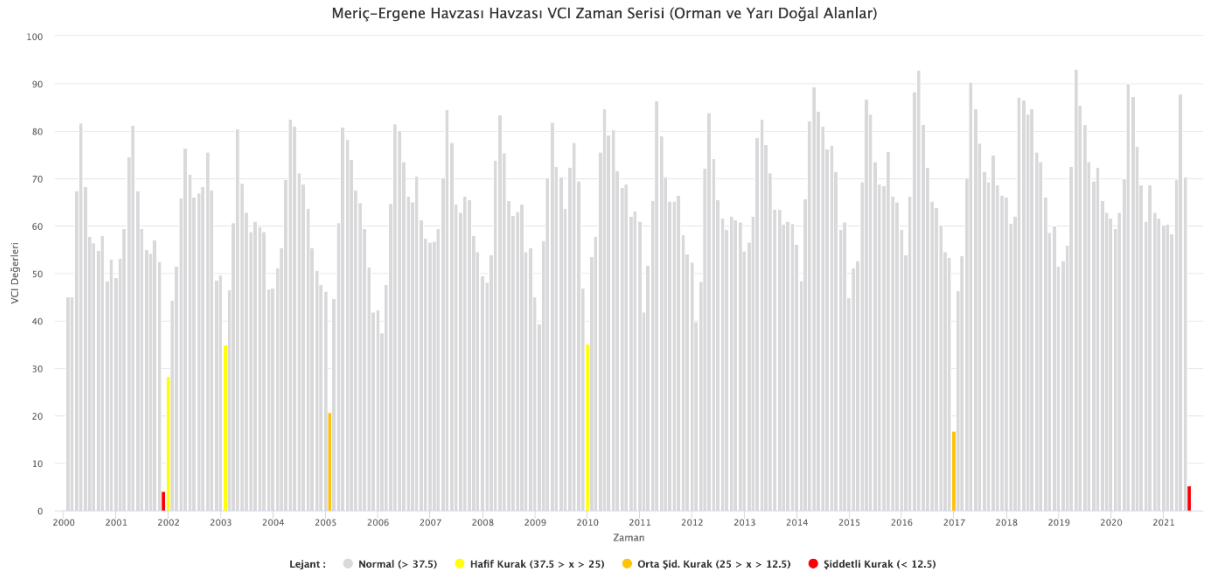
Şekil 3.170 Havza Genelindeki Tarımsal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Bar Grafiği



Şekil 3.171 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Çizgisel Grafiği



Şekil 3.172 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 3.173 Havza Genelindeki Orman ve Yarı Doğal Alanların VCI Aylık Zaman Serisi Bar Grafiği

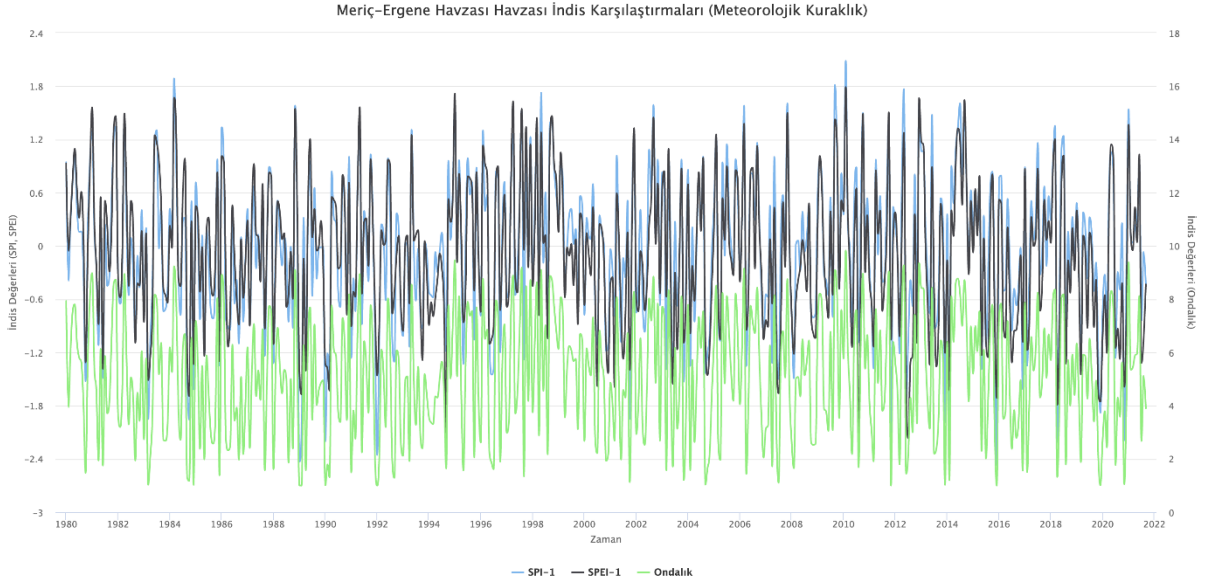
3.2.13. Kuraklık Şiddet Analiz Değerlendirmeleri

Rapor içerisinde 9 meteorolojik/hidrolojik indis ile 3 uzaktan algılama temelli indeks 3. Bölüm kapsamında incelenmiştir. İndislerin bir kısmı 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık periyotlarda

hesaplanarak farklı kuraklık tiplerinde havzanın durumu raporlanmıştır. Tüm indislerin birbiri ile olan korelasyonları bu kapsamda hesaplanarak Şekil 3.187, Şekil 3.188, Şekil 3.189 ve Şekil 3.190'da verilmiştir. Bu korelasyon matrislerinden görüleceği üzere RDI indisi havza kapsamında diğer indisler ile çok iyi bir korelasyon yakalayamamıştır. RDI indisi tüm havza kapsamında hesaplamaları, grafikleri ve haritalamaları yapılmış olup, raporda sadece şiddet ve risk grafikleri olarak paylaşılmıştır. RDI indisine ek olarak uzaktan algılama verileri ile hesaplanan NDVI, EVI ve VCI indekslerinde de korelasyonlar düşük çıkmıştır. Her ne kadar NDVI, EVI ve VCI grafiklerinde rapor kapsamında bulunan kurak dönemlerdeki değerler düşük çıkarak kurak dönemleri onaylıyor gözükse de aylık bazdaki korelasyonlarda düşük değerler vermiştir. Bu sebeple rapor kapsamında kurak dönemlerin tespiti, kuraklık şiddet haritaları, kuraklık risk haritaları ve maruziyet indeksi hesaplamalarında VCI harici NDVI, EVI indeksleri ile RDI indisine yer verilmemiştir.

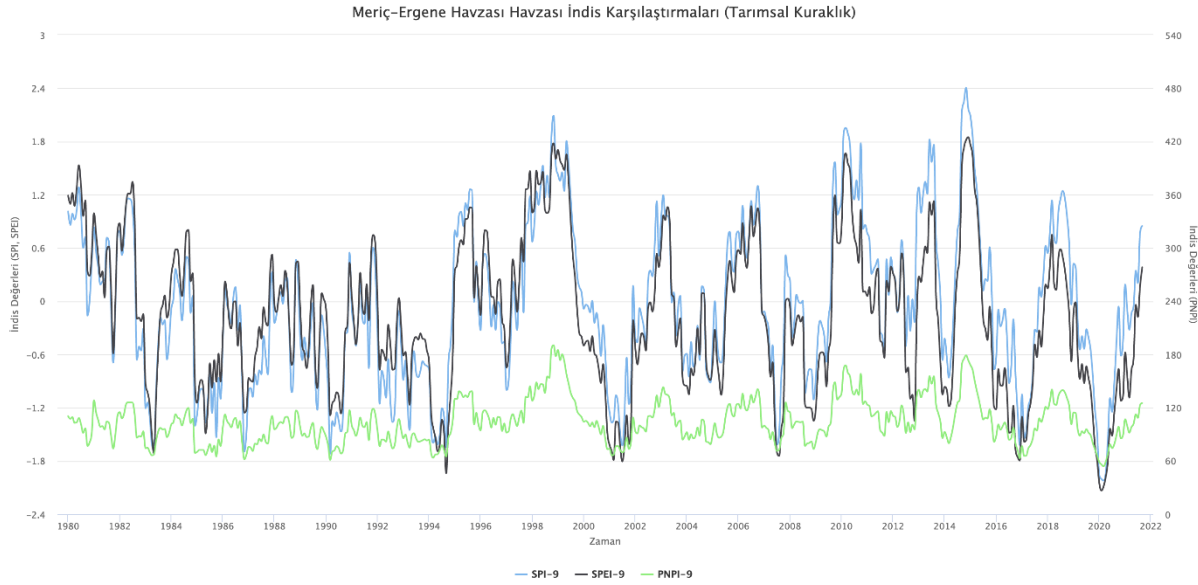
Diğer indislerinin birbiri ile olan korelasyonları özellikle aynı periyotlarda bir hayli yüksek çıkmaktadır. Bunu grafiksel olarak da teyit etmek amacıyla meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık açılarından birbiri ile uyuşan indisler aynı grafiklerde üst üste getirilerek genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Öncelikle meteorolojik kuraklık bakımından bir karşılaştırma yapılmıştır. Bu kapsamda meteorolojik kuraklığı ifade eden SPI 1 aylık, SPEI 1 aylık ve ondalıklar indisi tek bir grafikte havza bazında zaman serisi olarak gösterilmiştir. SPI ve SPEI indislerinin aralığı aynı olduğu için sol ekseninde, ondalıklar ise sağ ekseninde gösterilmektedir (Şekil 3.174). Bu grafikte aynı aralıklara sahip oldukları için SPI 1 aylık periyot ve SPEI 1 aylık periyot indisleri neredeyse birbiri ile aynı salınımda görülmektedir. Ondalık indisi ise farklı aralığa sahip olduğu için daha farklı gibi görünse de grafiğe yaklaşıldığı durumda SPI ve SPEI gibi aynı dönemlerde artıp azalmakta ve aynı dönemlerde yüksek/düşük değerlerini almaktadır. Bu sebeple SPI ve SPEI indisleri ile 0,981 ve 0,922 gibi yüksek korelasyon değerleri almıştır. Grafiklerin genel olarak kurak dönemler ile ilişkisine de bakılacak olursa rapor kapsamında bölüm 3.5 kapsamında bulunan kurak dönemler ile kesişimler görülmektedir. Ayrıca en kurak dönemler olan 1992-1994 ve 2019-2020 dönemlerinde en düşük değerleri de aldıkları görülmektedir.



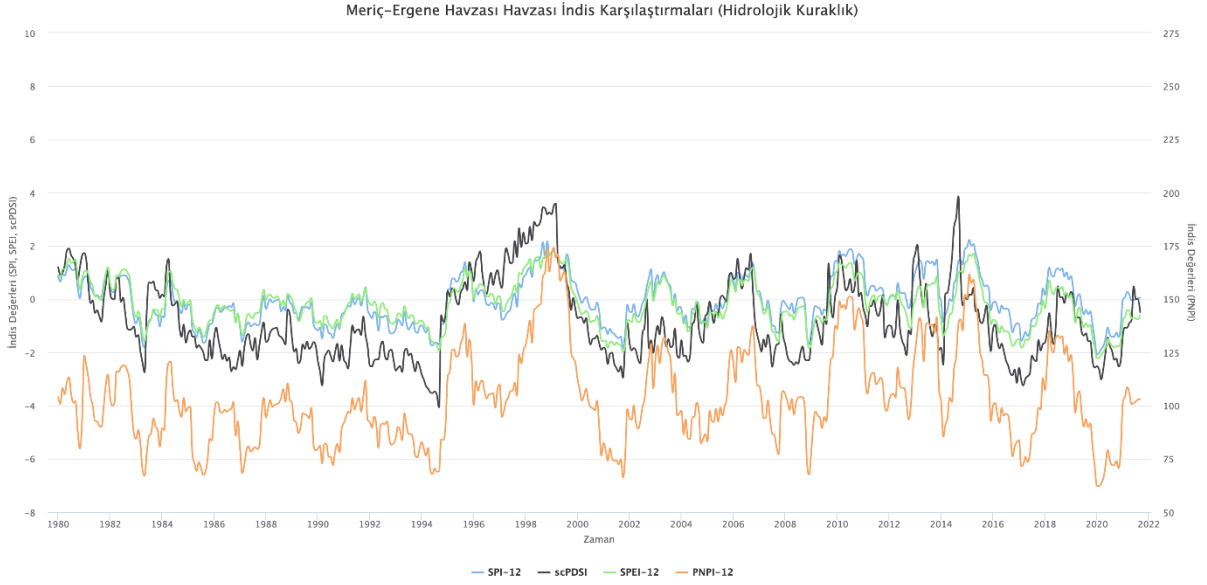
Şekil 3.174 Havza Geneli Meteorolojik Kuraklığı Temsil Eden İndislerin Karşılaştırılması

Tarımsal kuraklık bakımından bakılınca ise SPI 9 aylık, SPEI 9 aylık ve PNPI 9 aylık periyoda sahip indisler seçilmiştir. SPI ve SPEI indislerinin aralığı aynı olduğu için sol ekseninde, PNPI indisi ise sağ ekseninde gösterilmektedir (Şekil 3.175). Bu grafikte aynı aralıklara sahip oldukları için SPI 9 aylık periyot ve SPEI 9 aylık periyot indisleri birbirine benzer salınımlar yapmakla birlikte 9 aylık toplamdaki buharlaşmadan kaynaklı farklar grafikten rahatlıkla görülmektedir. PNPI 9 aylık periyot indisi ise farklı aralığa sahip olduğu için daha farklı gibi görünse de grafiğe yaklaştığı durumda SPI ve SPEI gibi aynı dönemlerde artıp azalmakta ve aynı dönemlerde yüksek/düşük değerlerini almaktadır. Bu sebeple SPI ve SPEI indisleri ile 0,958 ve 0,879 gibi yüksek korelasyon değerleri almıştır. SPEI korelasyonundaki düşüşün sebebi PNPI ve SPI indislerinin sadece yağış verisi ile hesaplanırken, SPEI indisinin yağış ve buharlaşma farkına göre hesaplanmasıdır. Grafiklerin genel olarak kurak dönemler ile ilişkisine de bakılacak olursa rapor kapsamında bölüm 3.5 kapsamında bulunan kurak dönemler ile kesişimler görülmektedir. Ayrıca kurak dönemlerden olan 1992-1994, 2000-2001, 2008-2009, 2016-2017 ve 2019-2020 dönemlerinde en düşük değerleri de aldıkları görülmektedir.



Şekil 3.175 Havza Geneli Tarımsal Kuraklığı Temsil Eden İndislerin Karşılaştırılması

Hidrolojik kuraklık bakımından bakılınca ise SPI 12 aylık periyot, SPEI 12 aylık periyot, PNPI 12 aylık periyot ve scPDSI indisleri seçilmiştir. SPI, SPEI ve scPDSI indislerinin aralıkları benzer olduğu için sol ekseninde, PNPI indisi ise sağ ekseninde gösterilmektedir (Şekil 3.176). Bu grafikte aynı aralıklara sahip oldukları için SPI 12 aylık periyot ve SPEI 12 aylık periyot indisleri birbirine benzer salınımlar yapmakla birlikte 12 aylık toplamdaki buharlaşmadan kaynaklı farklar grafikten rahatlıkla görülmektedir. PNPI 12 aylık periyot indisi ise farklı aralığa sahip olduğu için daha farklı gibi görünse de grafiğe yaklaşıldığı durumda SPI ve SPEI gibi aynı dönemlerde artıp azalmakta ve aynı dönemlerde yüksek/düşük değerlerini almaktadır. Bununla birlikte scPDSI indisi ise genel olarak 12 aylık periyoda benzer bir şekilde hesaplandığı için bu indisler ile birlikte değerlendirilmektedir. Bu kapsamda scPDSI indisi diğer indislere göre benzer kurak dönemleri daha şiddetli göstermektedir. Özellikle 2006-2008 kurak dönemine bakıldığında bu durum net olarak görülmektedir. scPDSI indisinin bu indisler ile olan korelasyonlarına bakıldığında SPI 12 aylık periyot ile 0,732, SPEI 12 aylık periyot ile 0,755 ve PNPI 12 aylık periyot ile 0,712 olarak görülmektedir. Grafiklerin genel olarak kurak dönemler ile ilişkisine de bakılacak olursa rapor kapsamında bölüm 3.5 kapsamında bulunan kurak dönemler ile kesişimler görülmektedir. Ayrıca kurak dönemlerden olan 1992-1994, 2000-2001, 2006-2007, 2016-2017 ve 2019-2020 dönemlerinde en düşük değerleri de aldıkları görülmektedir.



Şekil 3.176 Havza Geneli Hidrolojik Kuraklığı Temsil Eden İndislerin Karşılaştırılması

3.2.14. Kuraklık Risk Analizleri

Kuraklık Risk Analizleri geçmiş dönem indis verilerine göre istatistiksel olarak yapılan bir çalışma olarak tanımlanmaktadır. İstasyon bazında yapılan indis hesapları mevcut durumda kullanılan kuraklık aralıkları ile karşılaştırılarak her bir kuraklık ya da normal durum için oluşma sayısı toplanır ve tüm olayların sayısına bölünür. Böylelikle bir istasyon için yüzdesel olarak hafif kurak, orta şiddetli kurak, şiddetli kurak ya da normal olma durumu ortaya çıkar. Bu analiz ilerleyen süreç için istatistiksel olarak istasyon bazında kuraklık riskini görmemizi sağlamaktadır.

Kuraklık Risk Analizleri de kuraklık şiddetleri benzeri bir yaklaşımla, önce istasyon bazında başlayıp sonrasında SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan grid sistemi vasıtasıyla alt havza bazında da hesaplanarak raporda sunulmuştur. Böylelikle tümevarım yaklaşımı ile tüm havzanın farklı kırımlardaki risk analizi gerçekleştirilmiştir.

Hesaplanan tüm indis ve alt periyotları bu yaklaşım ile incelenerek aşağıda sunulmaktadır.

3.2.15. Standart Yağış İndisi (SPI)

3.2.15.1. İstasyon Bazında SPI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları farklı olan 9 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup rapor kapsamında havza içi istasyonların durumları alt başlıklarda gösterilmektedir.

SPI 1 aylık periyoda bakıldığında Pınarhisar, Lüleburgaz ve Edirne istasyonlarının toplamda en yüksek riske sahip oldukları görünmekle birlikte istasyon ortalamaları alındığı durumda %9.40 oranında hafif kurak, %4.33 oranında orta şiddetli kurak ve %2.44 oranında şiddetli kurak ile normal dağılımın biraz üzerinde dağılım göstermektedirler.

SPI 3 aylık periyoda bakıldığında ise İpsala (%16.9) ve Uzunköprü (%16.6) istasyonları toplamda en yüksek riske sahip istasyonlar olarak öne çıkmaktadır. SPI 6 ve 9 aylık periyot da ise İpsala (%18.7 – %19.3) istasyonu aşırı bir fark ile normal dağılımın dışına çıkmaktadır. SPI 12 aylık periyodunda Malkara istasyonunda şiddetli kurak olma ihtimali orta şiddetli kurak olma ihtimaline bir hayli yaklaşırken, istasyonun toplam risk değeri de %19.7 gibi yüksek bir değere çıkmıştır. Bu periyottaki ortalama değerlere bakında %9.64 oranında hafif kurak, %4.93 oranında orta şiddetli kurak ve %2.22 oranında ise şiddetli kurak olma ihtimali görülmektedir.

SPI 24 aylık periyoda gelindiğinde ise Pınarhisar istasyonunun veri kayıplarının aşırı olması sebebi ile 24 aylık periyotta hesaplama yapılmaması durumu ortaya çıkarak riskleri 0 gibi görülmekle birlikte Malkara istasyonu %24.8'lik bir değer ile kurak olma ihtimali dağılımın bir hayli dışına çıkmıştır. Bu periyotta istasyon ortalamalarına bakılacak olursa da bir hayli yüksek değerler göze çarpmaktadır.

Genel olarak bakıldığında istasyon ortalamaları tüm periyotlar için dağılıma uygun olarak görünse de bazı istasyonların durumları kritik olarak görülmektedir. Ayrıca yukarıda bahsi geçen kritik olarak görülen istasyonların son dönemde kapalı olması sebebi ile günümüz ile net bir karşılaştırma yapılması da mümkün görülmemektedir.

3.2.15.2. Alt Havza Bazında SPI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları aynı olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup, SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtılmıştır. Sonrasında her alt havzaya düşen gridlerin ortalaması alınarak ilgili alt havza için risk hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda havza bünyesindeki tüm alt havzalar için yapılan hesaplamalar aşağıda verilmektedir.

Alt havza bazında sonuçlara bakıldığında tüm periyotlarda tüm alt havzaların bir çoğu birbirine yakın olasılıklar göstermektedir. Zira istasyonlardaki veriler alana IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtıldıktan sonra bazı uç veriler sönmülenererek normal dağılıma daha uygun hale gelmiştir. Bununla birlikte tekil olarak periyotları incelediğimizde, SPI 1 aylık periyot içerisinde Lüleburgaz alt havzası %0.5-1’lik bir farkla diğer alt havzalardan öne çıkmaktadır. Bu periyotta riski en az olan alt havza ise İpsala-Keşan alt havzasıdır. SPI 3 aylık periyoda gelince benzer bir fark ile İpsala-Keşan alt havzaları riskli olarak görülmektedir. Bu periyottaki ortalama değerlere bakacak olursak %8.59 oranında hafif kurak, %4.52 oranında orta şiddetli kurak ve %2.58 oranında ise şiddetli kurak olma ihtimali bulunmaktadır.

SPI 6 ve 9 aylık periyotlar da Uzunköprü ve İpsala-Keşan alt havzaları %0.8’lik bir fark ile ön plana çıkmaktadır. Bu periyotlarda riski en az olan alt havzalar ise SPI 6 aylık periyotta Lüleburgaz alt havzası, SPI 9 aylık periyotta ise Babaeski alt havzası olarak görülmektedir.

SPI 12 ve 24 aylık periyoda geldiğimizde ise İpsala-Keşan alt havzası hala riski olan durumunu korumaktadır. Özellikle SPI 24 aylık periyotta alt havzanın risk durumu %21.07 gibi yüksek bir değer olarak kaydedilmiştir. SPI 24 aylık periyot içerisinde Çorlu, Vize ve Lüleburgaz alt havzalarının şiddetli kuraklık riski %1’in altına düşerek alt havzaların ortalamasının düşmesinde etkili olmuşlardır.

3.2.16. Palmer Kuraklık İndisleri

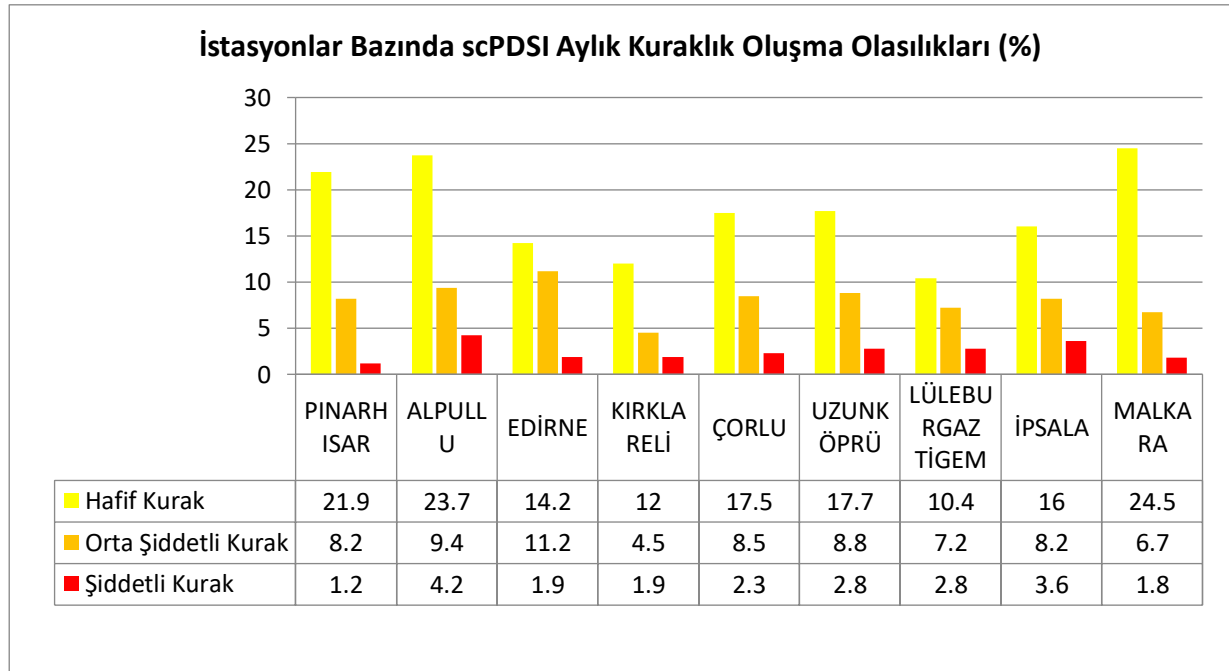
3.2.16.1. Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (scPDSI)

3.2.16.1.1. İstasyon Bazında scPDSI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları farklı olan 9 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup rapor kapsamında havza içi istasyonların durumları alt başlıklarda gösterilmektedir.

scPDSI indisine bakıldığında Alpullu ve Malkara istasyonlarının toplamda en yüksek riske sahip oldukları görülmekle birlikte istasyon ortalamalarının alındığı durumda %17.54 oranında hafif kurak, %8.07 oranında orta şiddetli kurak ve %2.50 oranında ise şiddetli kurak olma durumları görülmektedir. Kırklareli ve Lüleburgaz istasyonları ise en düşük riske sahip olan istasyonlar olarak görülmektedir. Alpullu, Pınarhisar ve Malkara istasyonları hafif kurak olma durumunda %21 ve üzeri değerler olarak dağılımın bir hayli dışına çıkmışlardır.

Genel olarak bakıldığında istasyon ortalamaları tüm periyotlar için dağılıma uygun olarak görülse de bazı istasyonların durumları kritik olarak görülmektedir. Ayrıca yukarıda bahsi geçen ve kritik olarak görünen istasyonların son dönemde kapalı olması sebebi ile günümüz ile net bir karşılaştırma yapılması da mümkün görülmemektedir.

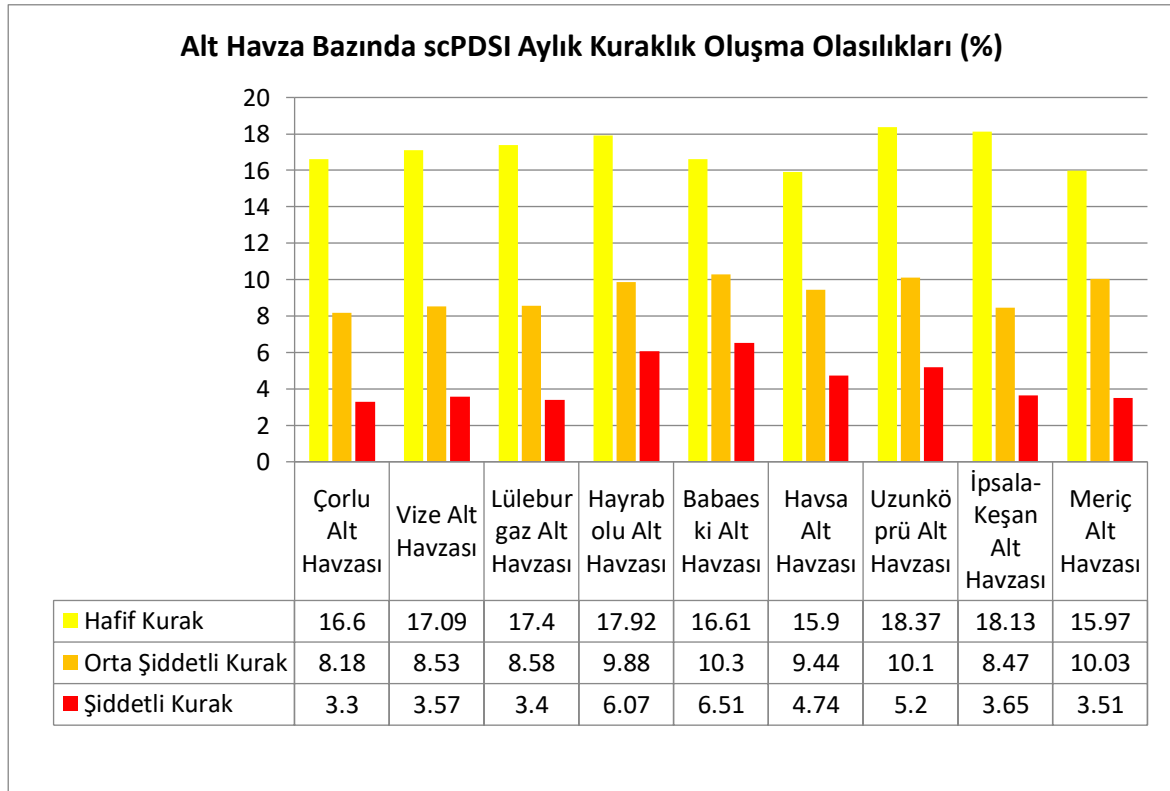


Şekil 3.177 Havza İçerisindeki İstasyonlarda scPDSI İndisi Kuraklık Oluşma Olasılıkları

3.2.16.1.2. Alt Havza Bazında scPDSI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları aynı olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup, SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtılmıştır. Sonrasında her alt havzaya düşen gridlerin ortalaması alınarak ilgili alt havza için risk hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda havza bünyesindeki tüm alt havzalar için yapılan hesaplamalar aşağıda verilmektedir.

Alt havza bazında sonuçlara bakıldığında tüm periyotlarda tüm alt havzaların bir çoğu birbirine yakın olasılıklar göstermektedir. Zira istasyonlardaki veriler alana IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtıldıktan sonra bazı uç veriler sönmülenererek normal dağılıma daha uygun hale gelmiştir. Bununla detaya indiğimizde Hayrabolu ve Uzunköprü alt havzaları %3’lük bir farkla diğer alt havzalardan öne çıkmaktadır. Ortalama değerlere bakıldığında ise %17,11 oranında hafif kurak, %9,28 oranında orta şiddetli kurak ve %4,43 oranında ise şiddetli kurak olma ihtimalleri görülmektedir. Alt havzaların toplam risk durumuna bakıldığında %28 ile %33 arası yüksek riskli değerleri almaktadırlar.



Şekil 3.178 Alt Havzalarda scPDSI İndisi Kuraklık Oluşma Olasılıkları

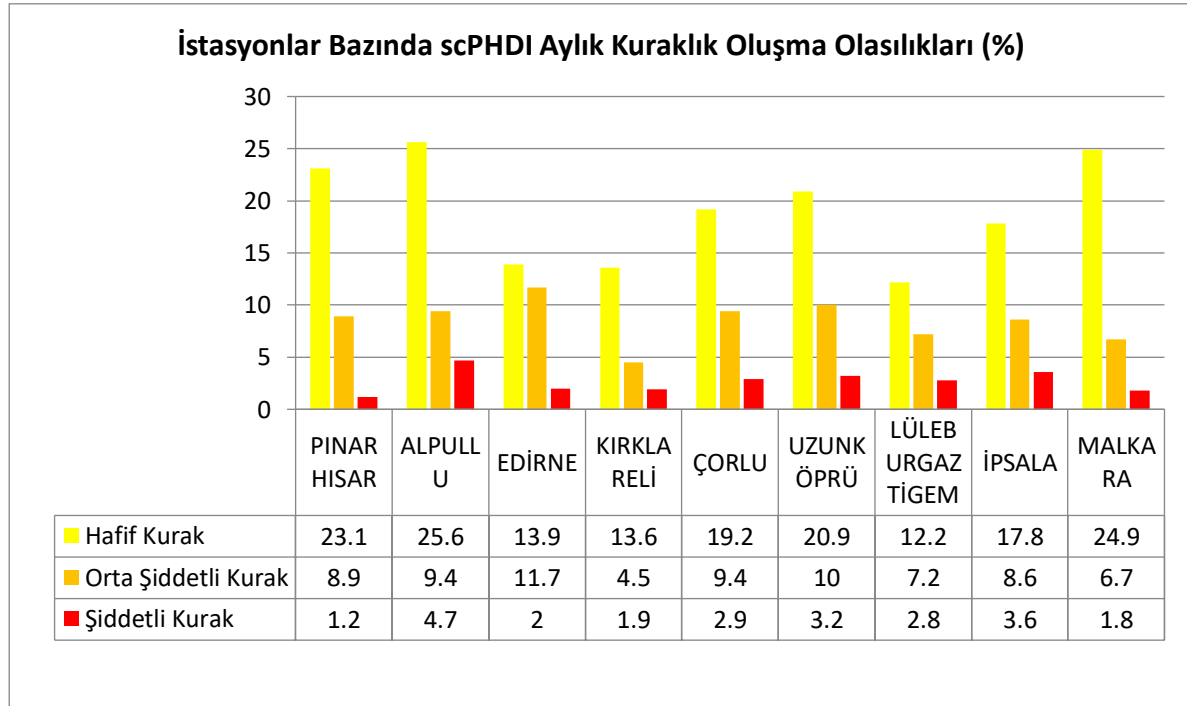
3.2.16.2. Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndisi (scPHDI)

3.2.16.2.1. İstasyon Bazında scPHDI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları farklı olan 9 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup rapor kapsamında havza içi istasyonların durumları alt başlıklarda gösterilmektedir.

scPHDI indisine bakıldığında Alpullu ve Malkara istasyonlarının toplamda en yüksek riske sahip oldukları görülmekle birlikte istasyon ortalamalarının alındığı durumda %19,02 oranında hafif kurak, %8,49 oranında orta şiddetli kurak ve %2,68 oranında ise şiddetli kurak olma durumları görülmektedir. Kırklareli ve Lüleburgaz istasyonları ise en düşük riske sahip olan istasyonlar olarak görülmektedir. Alpullu, Pınarhisar ve Malkara istasyonları hafif kurak olma durumunda %31 ve üzeri değerler olarak dağılımın bir hayli dışına çıkmışlardır.

Genel olarak bakıldığında istasyon ortalamaları tüm periyotlar için dağılıma uygun olarak görülse de bazı istasyonların durumları kritik olarak görülmektedir. Ayrıca yukarıda bahsi geçen ve kritik olarak görünen istasyonların son dönemde kapalı olması sebebi ile günümüz ile net bir karşılaştırma yapılması da mümkün görülmemektedir.

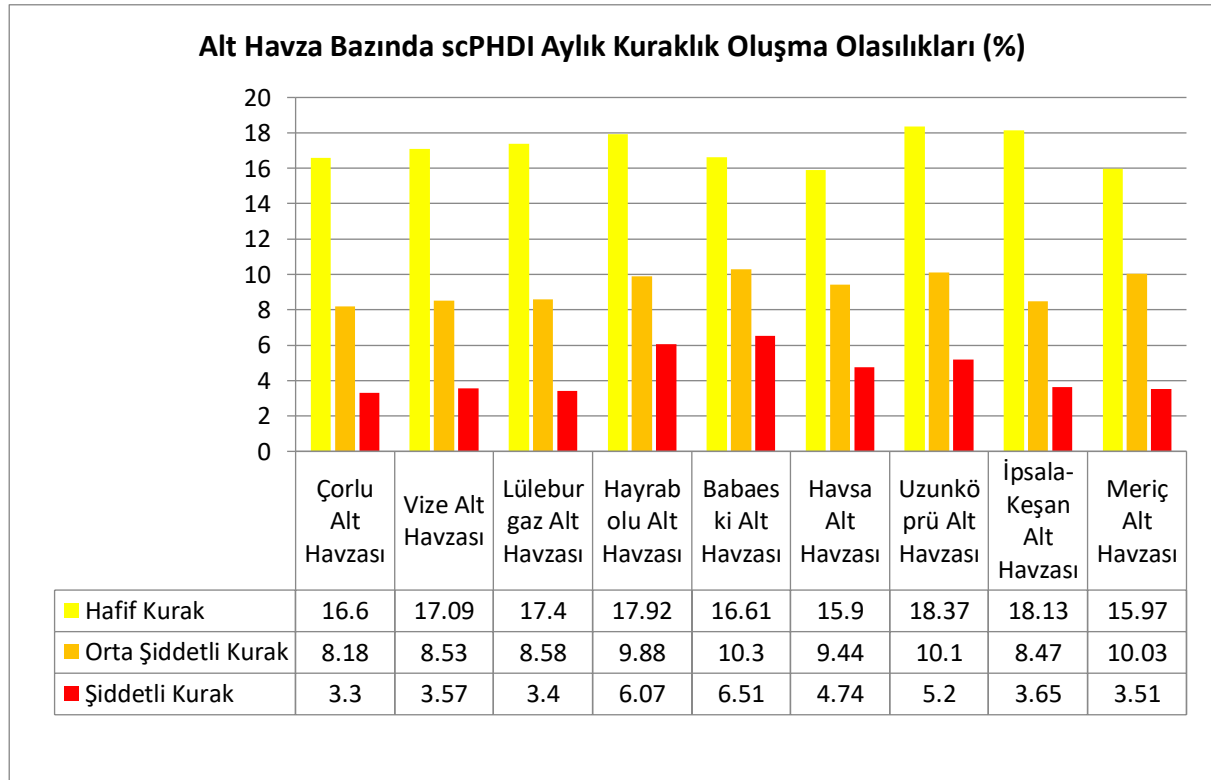


Şekil 3.179 Havza içerisindeki istasyonlarda scPHDI İndisi Kuraklık Oluşma Olasılıkları

3.2.16.2.2. Alt Havza Bazında scPHDI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları aynı olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup, SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtılmıştır. Sonrasında her alt havzaya düşen gridlerin ortalaması alınarak ilgili alt havza için risk hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda havza bünyesindeki tüm alt havzalar için yapılan hesaplamalar aşağıda verilmektedir.

Alt havza bazında sonuçlara bakıldığında tüm periyotlarda tüm alt havzaların bir çoğu birbirine yakın olasılıklar göstermektedir. Zira istasyonlardaki veriler alana IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtıldıktan sonra bazı uç veriler sönmülenererek normal dağılıma daha uygun hale gelmiştir. Bununla detaya indiğimizde Hayrabolu ve Uzunköprü alt havzaları %3’lük bir farkla diğer alt havzalardan öne çıkmaktadır. Ortalama değerlere bakıldığında ise %17,11 oranında hafif kurak, %9,28 oranında orta şiddetli kurak ve %4,44 oranında ise şiddetli kurak olma ihtimalleri görülmektedir. Alt havzaların toplam risk durumuna bakıldığında %28 ile %33 arası yüksek riskli değerleri almaktadırlar.



Şekil 3.180 Alt Havzalarda scPHDI İndisi Kuraklık Oluşma Olasılıkları

3.2.17. Standart Yağış-Buharlaştırma İndisi (SPEI)

3.2.17.1. İstasyon Bazında SPEI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları farklı olan 9 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup rapor kapsamında havza içi istasyonların durumları alt başlıklarda gösterilmektedir.

SPEI 1 aylık periyoda bakıldığında Lüleburgaz, Edirne ve Kırklareli istasyonlarının toplamda en yüksek riske sahip oldukları görülmekle birlikte istasyon ortalamaları alındığı durumda %11,02 oranında hafif kurak, %4,97 oranında orta şiddetli kurak ve %1,08 oranında şiddetli kurak ile normal dağılımın biraz üzerinde dağılım göstermektedir. Özellikle hafif kurak olma riski yüksek iken şiddetli kurak olma riski düşük olarak çıkmıştır.

SPEI 3 aylık periyoda bakıldığında ise İpsala (%18,5) ve Edirne (%18,0) istasyonları toplamda en yüksek riske sahip istasyonlar olarak öne çıkmaktadır. SPEI 6 ve 9 aylık periyotlarda ise İpsala ve Malkara (%18,6 – %21,6) istasyonları aşırı bir fark ile normal dağılımın dışına çıkmaktadır. SPEI 9 aylık periyotta istasyonların ortalama değerlerine bakıldığında ise %10,33 oranında hafif kurak, %6,09 oranında orta şiddetli kurak ve %1,73 oranında şiddetli kurak olma durumları görülmektedir.

SPEI 12 aylık periyodunda Malkara ve İpsala istasyonları riskli olarak görülmektedir. Ayrıca Uzunköprü istasyonunun şiddetli kurak olma durumu %1'in altına düşerek farklı bir durum göstermiştir.

SPEI 24 aylık periyoda gelindiğinde ise İpsala ve Alpullu istasyonları risk durumlarını devam ettirerek en yüksek değerleri almıştır. SPEI 24 aylık periyotta ortalamalar %8,97 oranında hafif kurak, %6,09 oranında orta şiddetli kurak ve %1,78 oranında şiddetli kurak olma durumları saptanmıştır. Ayrıca grafikten de görüleceği üzere Kırklareli ve Malkara istasyonlarında şiddetli kurak olma durumu orta şiddetli kurak olma durumunu geçerek riskli bir duruma gelmiştir.

Genel olarak bakıldığında istasyon ortalamaları tüm periyotlar için dağılıma uygun olarak görülse de bazı istasyonların durumları kritik olarak görülmektedir.

3.2.17.2. Alt Havza Bazında SPEI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları aynı olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup, SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtılmıştır. Sonrasında her alt havzaya düşen gridlerin ortalaması alınarak ilgili alt havza için risk hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda havza bünyesindeki tüm alt havzalar için yapılan hesaplamalar aşağıda verilmektedir.

Alt havza bazında sonuçlara bakıldığında tüm periyotlarda tüm alt havzaların bir çoğu birbirine yakın olasılıklar göstermektedir. Zira istasyonlardaki veriler alana IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtıldıktan sonra bazı uç veriler sönmülenererek normal dağılıma daha uygun hale gelmiştir. Bununla birlikte tekil olarak periyotları incelediğimizde, SPEI 1 aylık periyot içerisinde Meriç ve Lüleburgaz alt havzası %0,1-0,5’lik bir farkla diğer alt havzalardan öne çıkmaktadır. SPEI 3 aylık periyoda gelince benzer bir fark ile İpsala-Keşan ve Meriç alt havzaları riskli olarak görülmektedir. SPEI 6 ve 9 aylık periyotlarda ise İpsala-Keşan ve Uzunköprü alt havzaları % 1-1,5’luk bir fark ile ön plana çıkmaktadır. SPEI 12 ve 24 aylık periyotlara geldiğimizde ise İpsala Keşan ve Uzunköprü alt havzaları diğer alt havzaların önüne geçmektedir. Bu periyotlarda en düşük riske ise Babaeski alt havzasının sahip olduğu görülmektedir. SPEI 24 aylık periyot içerisinde Uzunköprü alt havzası orta şiddetli kurak olma olasılığının normal dağılımın dışına çıktığı da görülmektedir.

3.2.18. Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNPI)

3.2.18.1. İstasyon Bazında PNPI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları farklı olan 9 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup rapor kapsamında havza içi istasyonların durumları alt başlıklarda gösterilmektedir.

İstasyon bazında sonuçlara bakıldığında alt havza risk analizlerine benzer bir sonuç ile karşılaşmaktayız. Özellikle 1 ve 3 aylık periyotlara bakıldığında %30 ile %48 arasında değişen toplam risk oranları görülmektedir. Bu oranlarda da %16 ve %39 ile şiddetli kurak olma olasılığı birinci sırayı almaktadır ki bu normal bir durum olarak görülmemesi gerekir. PNPI 6 aylık periyoda geldiğimizde toplam risk oranı %24 ile %30 arasına düşmekle birlikte hala Edirne, Pınarhisar ve Lüleburgaz istasyonlarında şiddetli kurak olma olasılığı diğer oranlara göre yüksek görülmektedir. Bu periyotların grafikleri bilgi amacıyla aşağıda verilmektedir.

PNPI 9 aylık periyoda geldiğimizde daha normal dağılıma uygun bir sonuç ile karşılaşmaktayız. Bu periyotta riskler birbirine yakın olmakla birlikte İpsala (%31,7) ve Malkara (%28,2) istasyonları riskli olarak öne çıkmaktadır. İstasyonların ortalama değerlerine bakıldığında %10,29 oranında hafif kurak, %6,35 oranında orta şiddetli kurak ve %8,73 oranında şiddetli kurak olma durumları tespit edilmiştir.

PNPI 12 ve 24 aylık periyotlara baktığımızda ise İpsala ve Malkara istasyonları riskli olarak ön planda bulunmaktadır. Bu periyotlarda Pınarhisar ve Edirne istasyonlarında şiddetli kurak olma durumu orta şiddetli olma durumunu geçmektedir. PNPI 24 aylık periyotta ortalama değerlere bakıldığında %10,22 oranında hafif kurak, %3,12 oranında orta şiddetli kurak ve %3,38 oranında şiddetli kurak olma durumları tespit edilmiştir.

3.2.18.2. Alt Havza Bazında PNPI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları aynı olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup, SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtılmıştır. Sonrasında her alt havzaya düşen gridlerin ortalaması alınarak ilgili alt havza için risk hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda havza bünyesindeki tüm alt havzalar için yapılan hesaplamalar aşağıda verilmektedir.

Alt havza bazında sonuçlara bakıldığında istasyon bazındaki risk analizlerine benzer bir sonuç ile karşılaşılmaktadır. Özellikle 1 ve 3 aylık periyotlara bakıldığında %31 ile %47 arasında değişen toplam risk oranları görülmektedir. Bu oranlarda da %18 ve %37 ile şiddetli kurak olma olasılığı birinci sırayı almaktadır ki bu normal bir durum olarak görülmemesi gerekir. PNPI 6 aylık periyoda geldiğimizde toplam risk oranı %26 ile %29 arasına düşmekle birlikte hala İpsala-Keşan ve Uzunköprü alt havzalarında şiddetli kurak olma olasılığı diğer oranlara göre yüksek görülmektedir. Bu periyotların grafikleri bilgi amacıyla aşağıda verilmektedir.

PNPI 9 aylık periyoda geldiğimizde daha normal dağılıma uygun bir sonuç ile karşılaşmaktayız. Bu periyotta riskler birbirine yakın olmakla birlikte İpsala-Keşan (%29,57) ve Uzunköprü (%27,51) alt havzaları riskli olarak öne çıkmaktadır. Alt havzaların ortalama değerlerine bakıldığında %10,60 oranında hafif kurak, %6,61 oranında orta şiddetli kurak ve %9,32 oranında şiddetli kurak olma durumları tespit edilmiştir.

PNPI 12 ve 24 aylık periyotlara baktığımızda da İpsala-Keşan ve Uzunköprü alt havzaları hala riskli olarak ön planda bulunmaktadır. Bu periyotlarda 6 alt havzada şiddetli kurak olma durumu orta şiddetli kurak olma durumunu geçerek riskli bir duruma geçmiştir. PNPI 24 aylık periyotta ortalama değerlere bakıldığında %9,30 oranında hafif kurak, %2,13 oranında orta şiddetli kurak ve %3,68 oranında şiddetli kurak olma durumları tespit edilmiştir. Ortalama değerlere bakılınca her iki periyotta da orta şiddetli kurak olma riski ile şiddetli kurak olma riski birbirine yakın çıkmaktadır ki bu indisin sadece yüzdesel olarak hesaplanması sebebi ile ortaya çıkabilecek bir durumdur.

3.2.19. Keşif Kuraklık İndisi (RDI)

3.2.19.1. İstasyon Bazında RDI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları farklı olan 9 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup rapor kapsamında havza içi istasyonların durumları alt başlıklarda gösterilmektedir.

RDI 1 aylık periyoda bakıldığında İpsala ve Pınarhisar istasyonlarının toplamda en yüksek riske sahip oldukları görülmekle birlikte istasyon ortalamaları alındığı durumda %8,43 oranında hafif kurak, %4,08 oranında orta şiddetli kurak ve %1,60 oranında şiddetli kurak olma durumu ile normal dağılıma bir hayli yakın bir dağılım göstermektedir.

RDI 3 aylık periyoda bakıldığında ise Kırklareli (%14,4) ve Malkara (%14,4) ile toplamda en yüksek riske sahip istasyonlar olarak öne çıkmaktadır. RDI 6 ve 9 aylık periyotlarda ise Malkara ve Kırklareli (%12,7 – %14,6) istasyonları aşırı bir fark ile normal dağılımın dışına çıkmaktadır. RDI 12 aylık periyodunda Malkara istasyonunda toplam kurak olma ihtimali %15,9 gibi ortalamadan yüksek bir değere çıkarken, Lüleburgaz istasyonunda %10,1 ile en düşük değer olarak göze çarpmaktadır.

RDI 24 aylık periyoda gelindiğinde ise Pınarhisar, Malkara ve İpsala istasyonları %15-%17 arası değerler ile beklenenin bir hayli üzerine çıkmışlardır. Uzunköprü istasyonu ise %11,2 gibi bir değerle en düşük olarak raporlanmıştır.

Genel olarak bakıldığında istasyon ortalamaları tüm periyotlar için dağılıma uygun olarak görülse de bazı istasyonların durumları kritik olarak görülmektedir. Ayrıca yukarıda bahsi geçen ve kritik olarak görünen istasyonların son dönemde kapalı olması sebebi ile günümüz ile net bir karşılaştırma yapılması da mümkün görülmemektedir.

3.2.19.2. Alt Havza Bazında RDI Risk Analizleri

Rapor kapsamında havza içindeki periyotları aynı olan 7 adet ve havza dışındaki 10 adet istasyonun risk hesapları yapılmış olup, SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi kapsamında oluşturulan 10x10 Km’lik gridlere IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtılmıştır. Sonrasında her alt havzaya düşen gridlerin ortalaması alınarak ilgili alt havza için risk hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda havza bünyesindeki tüm alt havzalar için yapılan hesaplamalar aşağıda verilmektedir.

Alt havza bazında sonuçlara bakıldığında tüm periyotlarda tüm alt havzaların bir çoğu birbirine yakın olasılıklar göstermektedir. Zira istasyonlardaki veriler alana IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtıldıktan sonra bazı uç veriler sönmülenererek normal dağılıma daha uygun hale gelmiştir. Bununla birlikte tekil olarak periyotları incelediğimizde, RDI 1 aylık periyot içerisinde Lüleburgaz ve Babaeski alt havzaları %0,3’lük bir farkla diğer alt havzalardan öne çıkmaktadır. RDI 3 aylık periyoda gelince benzer bir fark ile Çorlu ve Vize alt havzaları riskli olarak görülmektedir. RDI 6 ve 9 aylık periyotlar da ise İpsala-Keşan alt havzası yaklaşık %2-3’lük bir fark ile ön plana çıkmaktadır. RDI 12 aylık periyoda geldiğimizde ise İpsala-Keşan ve Lüleburgaz alt havzaları diğer alt havzaların önüne geçmekte olup, Meriç alt havzası ise en düşük değere sahip olan alt havza olarak görülmektedir. RDI 24 aylık periyot kapsamında ise İpsala-Keşan ve Lüleburgaz alt havzaları hala en riskli alt havzalar olarak görülmektedir. Bu periyottaki en az riskli alt havza ise Meriç alt havzasıdır. Bu periyottaki ortalama değerlere bakılacak olursa %7,65 oranında hafif kurak, %1,86 oranında orta şiddetli kurak ve %0,82 oranında ise şiddetli kurak olma durumları bulunmaktadır. Bu oranlardan şiddetli kurak olma durumu diğerlerine göre düşük çıkmıştır.

3.3. Kurak Dönemlerin Tespiti

Havza kapsamında yapılan bu çalışma için geçmiş kurak dönemleri tespit etmek amacıyla yenilikçi bir yaklaşım benimsenmiştir. Rapor kapsamında 7 farklı indis ve alt periyotları ile birlikte 27 farklı indis-periyot çıktısı verilmektedir. Hesaplanan 21 farklı indis-periyot ikilisi meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik olmak üzere farklı kuraklık tiplerini göstermektedir. Fakat genel olarak yaklaşıldığında tip farketmeksizin “kurak ya da değil” ayrımının yapılması gerekmektedir. Bu sebeple özellikle Amerika’da kullanılan ABD Kuraklık İzleme sitesinin yaklaşımı benimsenmiştir (U.S. Drought Monitor, 2021). Bu web sitesinde oluşturulan kuraklık şiddet haritalarında 5 farklı girdi kullanılarak tek bir bütünlük indis oluşturulmaktadır. Böylelikle herkesin anlayabileceği bir kuraklık kavramı üzerinden konuşulabilmektedir. Amerika’da kullanılan bu bütünlük indiste PDSI, Toprak Nemi, Akım Verileri, SPI ve gene kendi içinde farklı indislerin dağılımını içeren “Kuraklık Karışımı (Drought Blends)” indisi kullanılmaktadır (Drought Blend Index, 2021)

Amerika’daki yaklaşıma benzer bir yaklaşımla çalışma kapsamında 6 farklı indis temel alınarak bütünlük bir indis oluşturuldu ve bu indise göre kurak dönemler çıkartıldı. Kurak dönemlerin çıkartılması ile ilgili süreç aşağıda verilmektedir.

- a. İlk etapta Meteorolojik Kurak için Ondalıklar ve SPI-3; Tarımsal Kuraklık için PNPI-6 ve SPEI-9; Hidrolojik Kuraklık için ise SPI-12 ve scPDSI indisleri seçilmiştir.
- b. Seçilen bu indislere göre havza bazında bir ortalama bulmak amacıyla istasyon verileri SYGM tarafından yapılan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” Projesi çıktılarında olan 10x10 km’lik gridlere dağıtılmıştır. Burada istasyonlar arası uzaklıkların en az 17 km olmasından dolayı 10 km’lik gridler tercih edilmiştir. Zira bazı durumlarda istasyonlar arası uzaklık 70-80 km’lere kadar çıkabilmektedir. Bu durumda grid boyutunun küçük olması genel dağılımda çok bir fark oluşturmayacaktır. Ayrıca ilerleyen süreçte iklim projeksiyonları ile kıyaslama yapılması durumunda bu hesaplamalar ekstra fayda da sağlayacaktır.
- c. Daha önceden seçilen ortak zaman aralığı olan 1980-2021 yılları arası için seçilen indisler alt alta eklenerek tablosal bir görünüm elde edilmiştir. Bu tablosal görünümün tüm indisler için olan sürümüne Şekil 3.181 ile Şekil 3.186 arasından erişilebilir. Bu tabloda indisleri ortak olarak karşılaştırmak için indis

açıklamalarında belirtilen 4'lü aralık (Normal, Hafif Kurak, Orta Şiddetli Kurak, Şiddetli Kurak) tercih edilmiştir.

- d. Her ay için 6 indisin “Şiddetli Kurak”, “Orta Şiddetli Kurak” ve “Hafif Kurak” olma sayıları toplanmış ve “Şiddetli Kurak” olma sayısı 2 ve daha fazla ise o ay “Şiddetli Kurak”, “Orta Şiddetli Kurak” olma sayısı 2 ve daha büyük veya “Şiddetli Kurak” olma sayısı 1 veya daha büyük ise o ay “Orta Şiddetli Kurak” olarak belirlenmiştir. Eğer “Hafif Kurak” veya “Orta Şiddetli Kurak” olma olasılıkları 1’den büyük ise de o ay “Hafif Kurak” olarak nitelendirilmiştir. Kalan tüm aylar ise “Normal” olarak etiketlenmiştir. Durum ile ilgili detaylı açıklama aşağıda verilen Tablo 3.29’da mevcuttur.

Tablo 3.29 Bütünleşik İndis için Hesaplama Durumu

	Çok Şid. Kurak	Orta Şid. Kurak	Hafif Kurak
Toplam Adet	2 veya daha fazla	2 veya daha fazla	1 veya daha fazla
Alternatif	1 adet ise	1 adet ise	-
Sonuç	Çok Şid. Kurak	Orta Şid. Kurak	Hafif Kurak
Alternatif Sonuç	Orta Şid. Kurak	Hafif Kurak	-

- e. Bu yaklaşım ile farklı indislerin kurak olarak nitelendirdiği ayları tek bir indiste birleştirilmesi hedeflenmiştir. Farklı kuraklık dönemleri (meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik) için seçilen indisler ile genel olarak bir kurak dönem seçimi yapılmıştır. Böylelikle bütünleşik bir indis oluşturulmuştur.
- f. Bütünleşik indis zaman serisi üzerinden ilerleyerek öncelikle arka arkaya 2 ayın “Normal” olma durumuna göre parçalara bölünür. Kalan parçalardan başta ve sonda “Normal” olma durumuna göre tekrar bir filtreleme yapılır. Çünkü kurak dönem incelemesinde SYGM ile çıkartılan metodolojide kurak dönem içerisinde 2 ay ve daha fazla bir süre normal olması kurak dönemin bittiği anlamına gelmektedir.

- g. Kalan listemizde içinde tekil olan “Normal” durumların arasında en az 6 aylık bir kuraklık durumunun olması ve içerisinde en fazla 2 tane “Normal” durum olması filtrelenerek kurak dönem listeleri oluşturulur.
- h. Bu listelerde en az 6 aylık dönemler baz alındığı için kurak dönemler 6 ay ve daha uzun dönemlerden oluşmaktadır.

Yukarıda bahsedilen iş akışı (algoritma) sonucu havza geneli için elde edilen kurak dönemler listesi Tablo 3.31’de verilmiştir.

Tablo 3.31’de kurak dönemlere ek olarak ay bazında toplam süre ve meteorolojik (SPI-3), tarımsal (PNPI-6 ve SPEI-9) ve hidrolojik kuraklık (SPI-12 ve scPDSI) için Zekai Şen tarafından kullanılan metodoloji de uygulanarak kurak dönemin toplam şiddetleri hesaplanmıştır (Şen, 2009). Bu hesaplamada seçilen indislerin kurak dönem içerisinde kalan tüm indis değerleri toplanarak “Toplam Şiddet” değeri bulunmuştur. Bu süreçte hem negatif hem de pozitif (eğer varsa) değerler toplanarak nihai bir değer bulunur. Örneğin SPI-3 için Mayıs 1984 ile Aralık 1984 döneminde yapılan hesaplama tablosu (Tablo 3.30) aşağıdadır. Görüldüğü üzere kurak dönem olarak belirlenen aralıktaki indis değerlerinin hepsi, negatif ya da pozitif olduğuna bakılmaksızın toplanmakta, bu duruma kuraklığın bu dönemdeki toplam şiddetini ortaya koymaktadır. Bu toplam aynı zamanda çizilen grafiğin altında kalan olarak da bilinmektedir.

Tablo 3.30 SPI-3 İçin 1984 Kurak Dönemi Toplam Şiddet Hesabı

Ay	Yıl	SPI-3 Değeri
5	1984	0,613
6	1984	-0,232
7	1984	-1,344
8	1984	-0,394
9	1984	-0,228
10	1984	-2,381
11	1984	-1,304
12	1984	-1,891
Toplam		-7.16

Tablo 3.31’de hesaplanan toplam şiddet değerleri kurak dönemleri birbiri ile karşılaştırmak açısından en uygun çözüm olarak görülmektedir. Zira uzun dönem süren bir kuraklık şiddet açısından az olması sebebi ile etkisi az olmuş olabilir. Diğer yandan kısa sürüp de çok şiddetli olan bir kuraklığın etkisi ise uzun süren başka bir döneme göre daha ağır olabilir. Bu karşılaştırmayı yapmak için hesaplanan toplam şiddet değerleri aynı kolondaki en büyük rakama bölünerek normalize edilmiş ve karşılaştırılabilir olmuştur. Normalizasyon ile farklı aralıklara sahip olabilen bu indisler 0 ile 1 arasındaki ortak bir aralığa çekilerek birbiri ile karşılaştırma fırsatını veriyor olacaktır. Nitekim bu hesaplama ile kurak dönemleri sıralama imkânı ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlara Tablo 3.32’den erişilebilmektedir. İlgili tablolarda koyu sarı olan renk en şiddetli dönemi, açık sarı olan renk ise 2. sıradaki şiddetli dönemi göstermektedir.

Etki analizi tablosundan görüleceği üzere havza genelinde en etkili kurak dönem 08/1992 ile 11/1994 arasındaki 28 aylık uzun bir dönemdir. Gerek tüm indislerin maksimum olması gerekse süresinin uzun olması sebebi ile havzadaki en önemli kurak dönem olarak görülmektedir. Diğer bir önemli kurak dönem ise raporun hazırladığı tarihlere yakın olan 07/2019-12/2020 tarihleri arasındadır. Bu dönem 18 ay sürmüş ve havzada önemli bir kurak dönem olarak tarihe geçmiştir.

Rapor kapsamında bulunan kurak dönemlerden seçilen en önemli 2 kurak dönem ile ilgili kuraklık şiddet haritalarına bir sonraki bölümden detaylı olarak erişebilirsiniz.

Tablo 3.31 Havzada 1980-2021 Yılları Arasında Görülen Kurak Dönemler Listesi

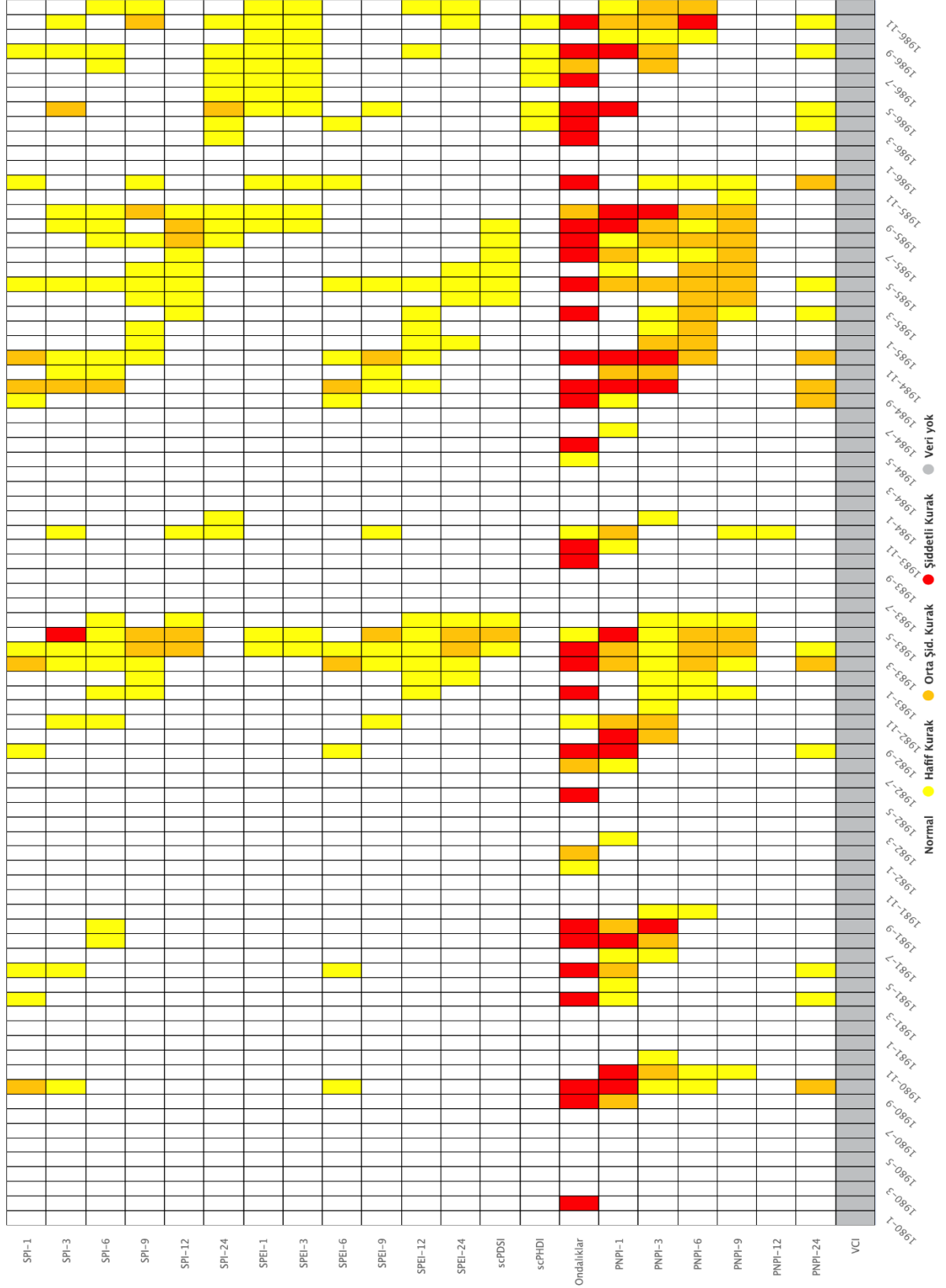
Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Toplam Süre (ay)	Toplam Şiddet (SPI-3)	Toplam Şiddet (PNPI-6)	Toplam Şiddet (SPEI-9)	Toplam Şiddet (SPI-12)	Toplam Şiddet (scPDSI)
4/1981	10/1981	7 Ay	-4,06	595,85	1,39	1,76	-2,62
9/1982	6/1983	10 Ay	-8,5	749,81	-8,18	-6,64	-14,6
9/1984	12/1985	16 Ay	-11,27	1.126,51	-11	-14,47	-26,03
8/1986	7/1987	12 Ay	-5,75	906,08	-8,55	-9,94	-25,06
1/1989	6/1989	6 Ay	-4,24	511,79	-2,51	-2,82	-11,64
8/1992	11/1994	28 Ay	-14,67	2.348,39	-24,34	-31,36	-71,13
11/2000	11/2001	13 Ay	-8,84	948,07	-19,64	-16,15	-28,7

12/2006	10/2007	11 Ay	-6,49	939,68	-10,09	-5,21	-19,3
2/2008	1/2009	12 Ay	-7,24	1.040,47	-9,02	-5,81	-26,24
3/2012	11/2012	9 Ay	-1,85	902,81	-4,35	1,06	-11,61
6/2016	6/2017	13 Ay	-8,04	1.015,46	-18,2	-12,75	-35,72
7/2019	12/2020	18 Ay	-11,57	1.232,63	-23,81	-21,48	-35,05

Tablo 3.32 Havzada 1980-2021 Yılları Arasında Görülen Kurak Dönemler Etki Analizi

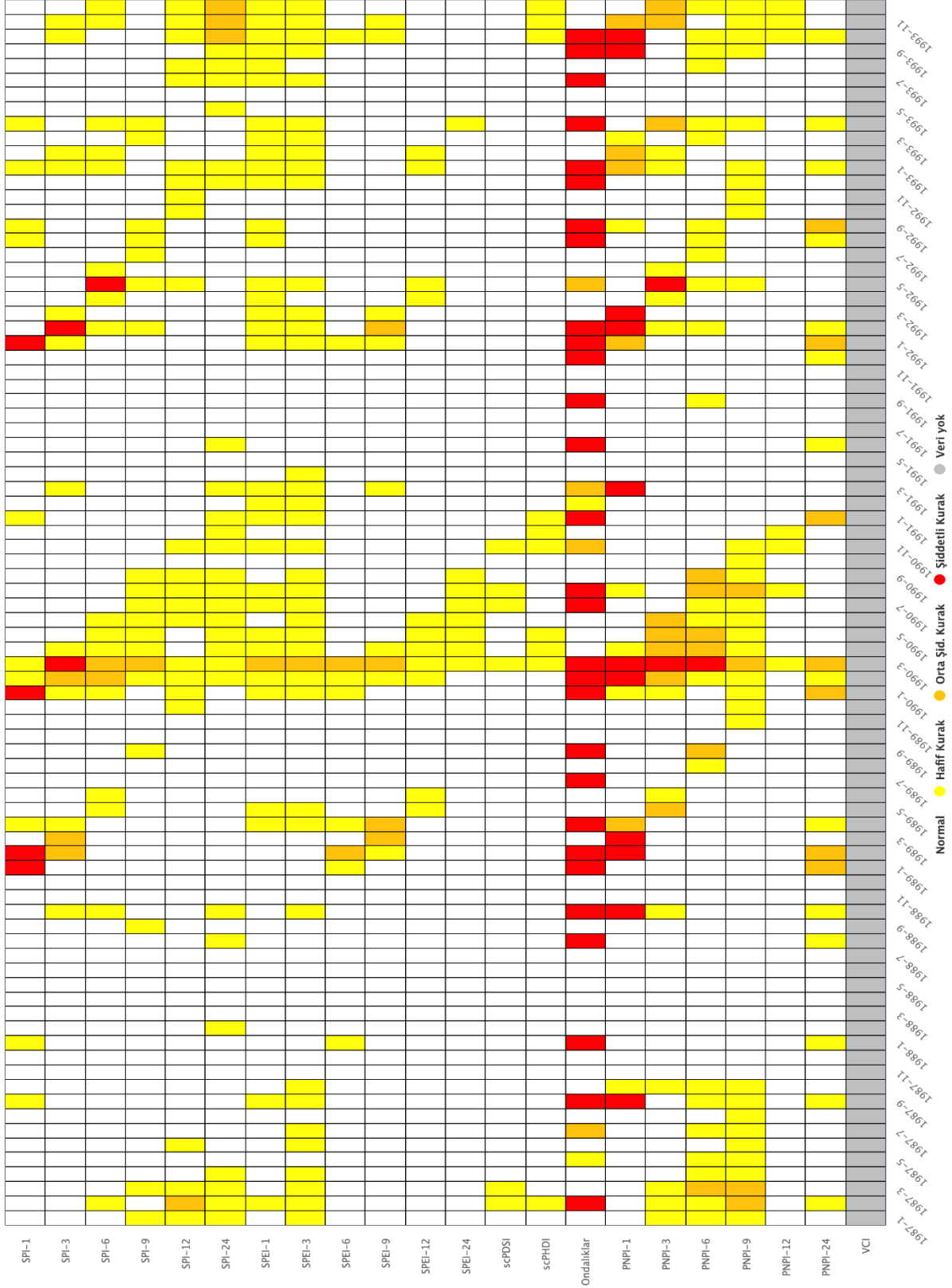
Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Etki (SPI-3)	Etki (PNPI-6)	Etki (SPEI-9)	Etki (SPI-12)	Etki (scPDSI)
4/1981	10/1981	0,28	0,25	0,06	0,06	0,04
9/1982	6/1983	0,58	0,32	0,34	0,21	0,21
9/1984	12/1985	0,77	0,48	0,45	0,46	0,37
8/1986	7/1987	12 Ay	0,48	0,64	0,33	0,44
1/1989	6/1989	0,29	0,22	0,1	0,09	0,16
8/1992	11/1994	1	1	1	1	1
11/2000	11/2001	0,6	0,4	0,81	0,51	0,4
12/2006	10/2007	0,44	0,4	0,41	0,17	0,27
2/2008	1/2009	0,49	0,44	0,37	0,19	0,37
3/2012	11/2012	0,13	0,38	0,18	0,03	0,16
6/2016	6/2017	0,55	0,43	0,75	0,41	0,5
7/2019	12/2020	0,79	0,52	0,98	0,68	0,49

Meriç-Ergene Havzası Kuraklık Değerlendirme (1980 - 1986)

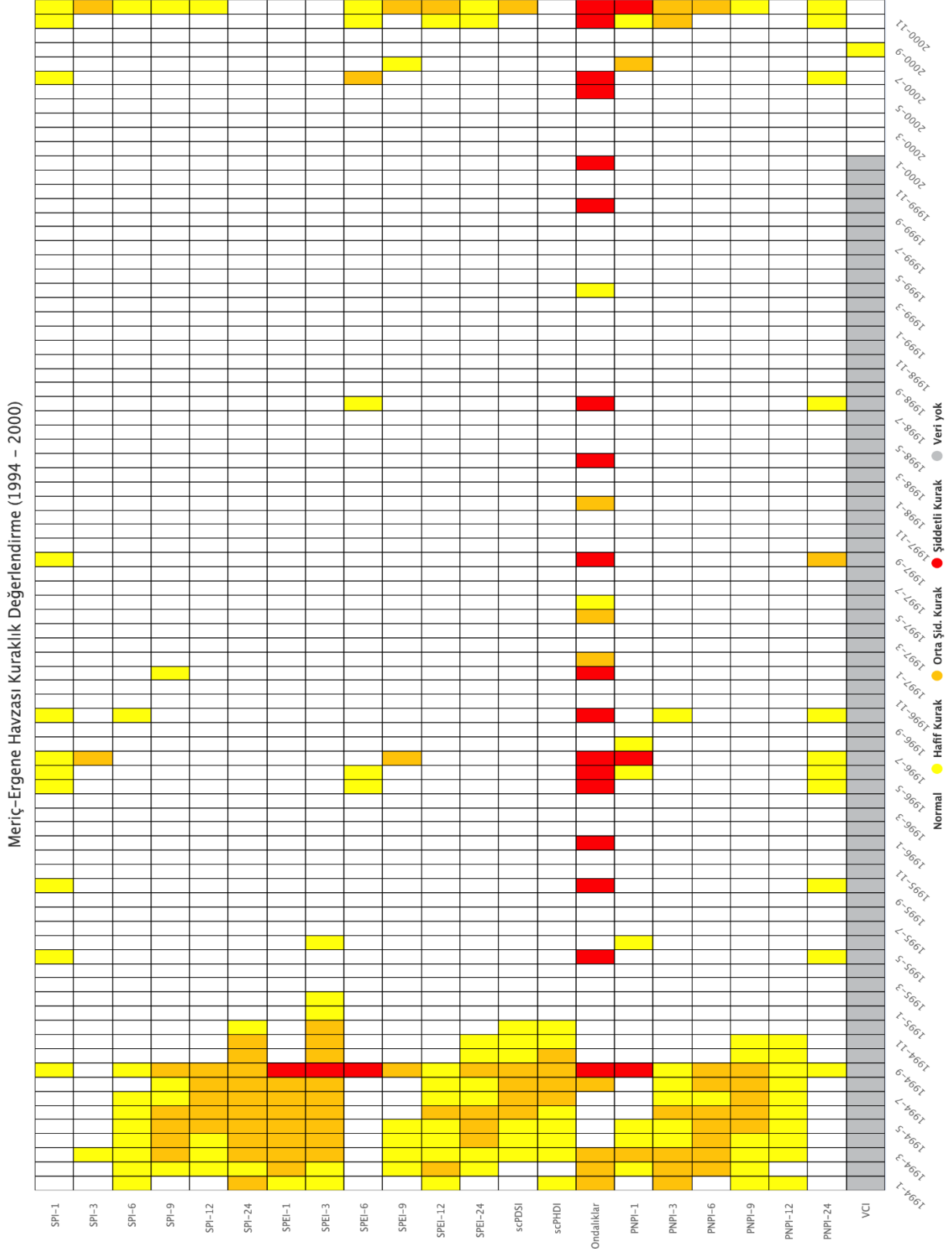


Şekil 3.181 Havza Geneli 1980-1986 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu

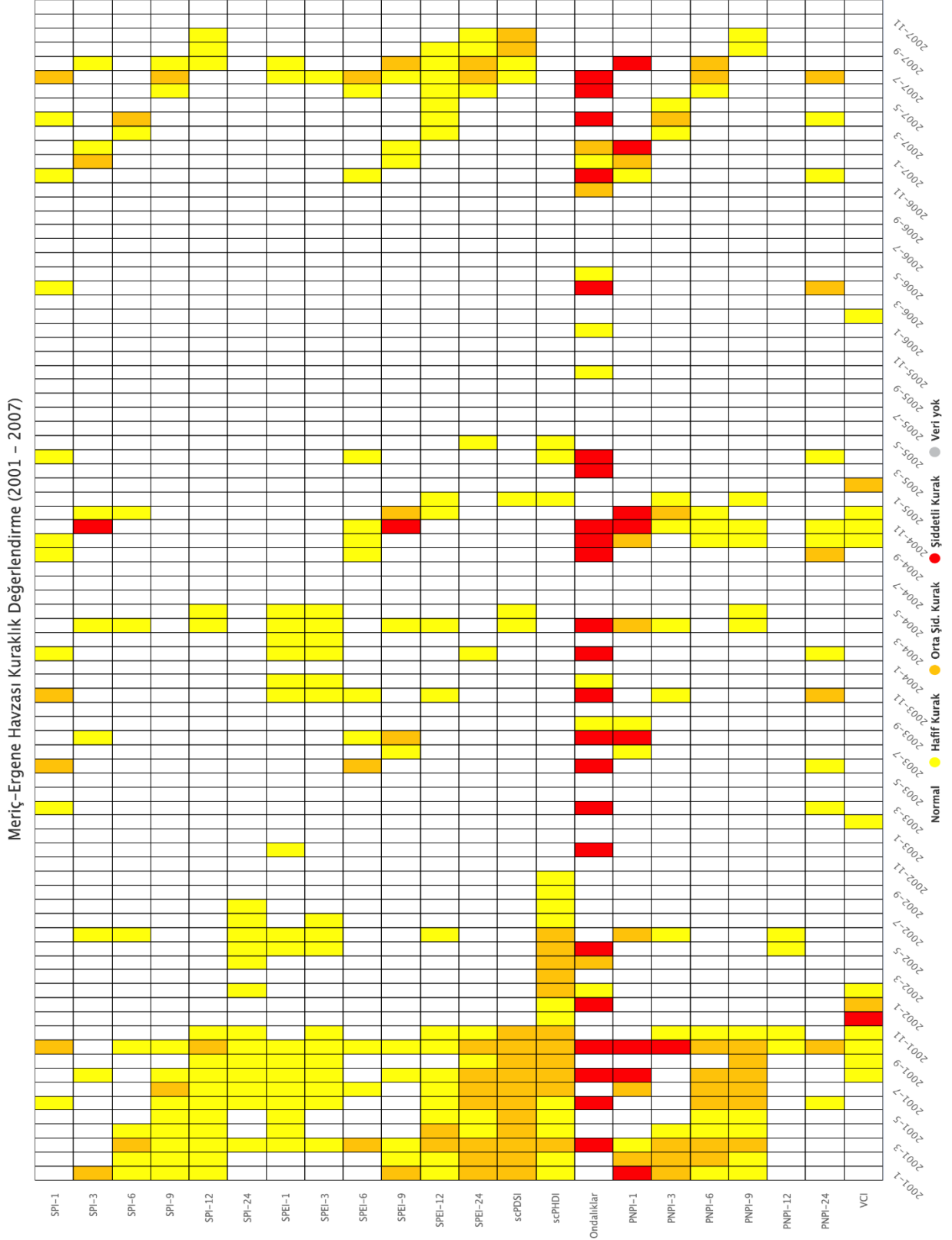
Meriç-Ergene Havzası Kuraklık Değerlendirmesi (1987 - 1993)



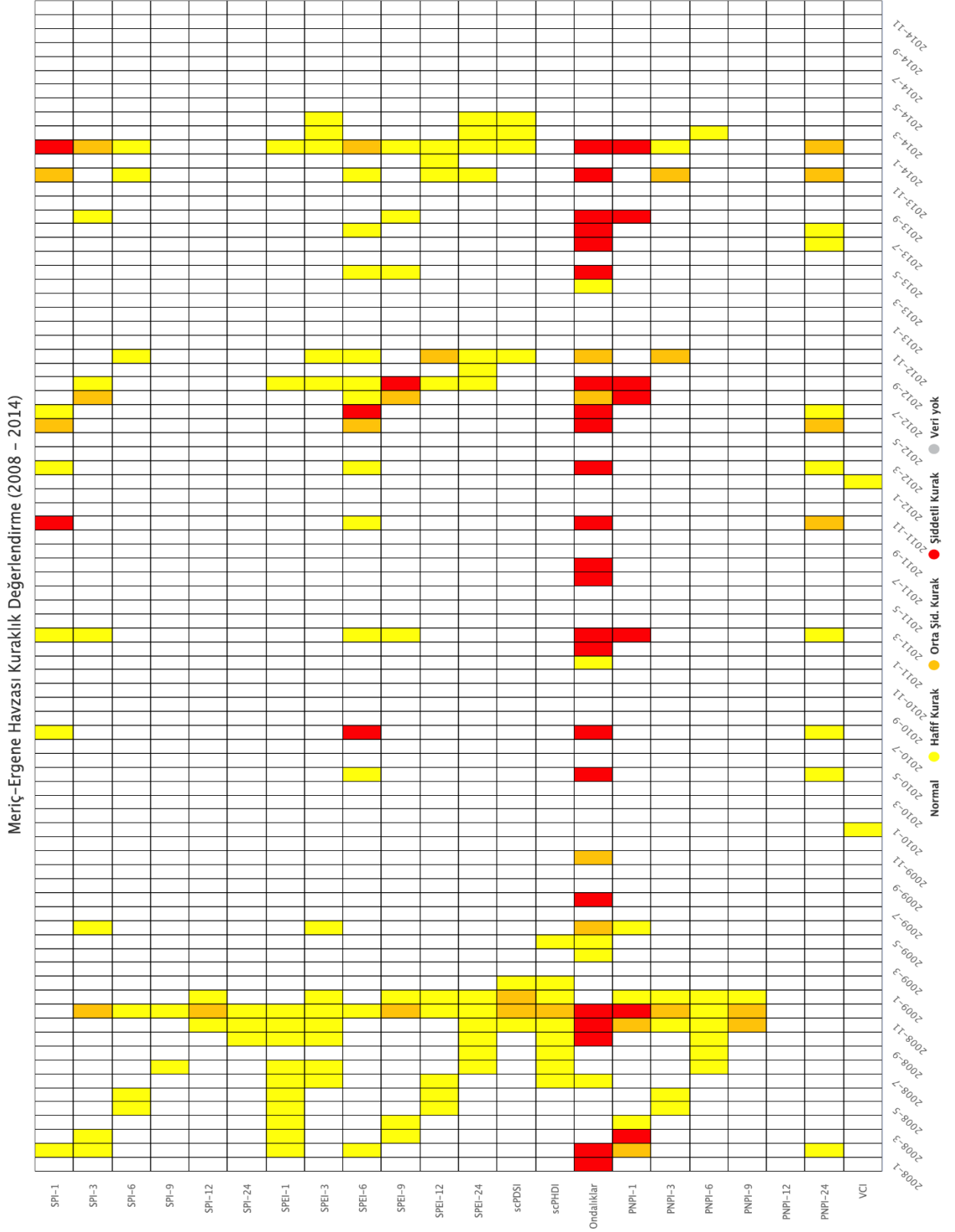
Şekil 3.182 Havza Geneli 1987-1993 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu



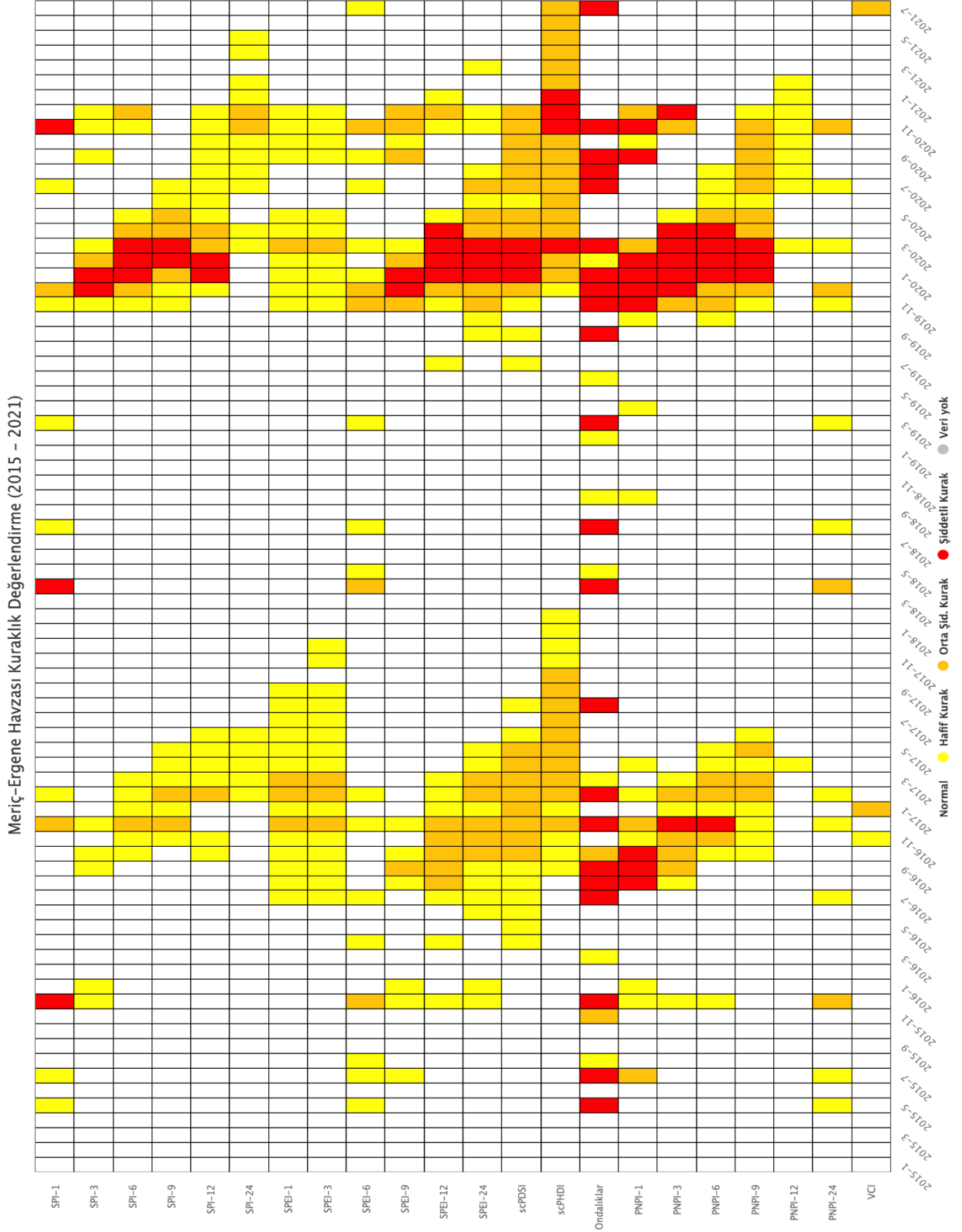
Şekil 3.183 Havza Geneli 1994-2000 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu



Şekil 3.184 Havza Geneli 2001-2007 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu



Şekil 3.185 Havza Geneli 2008-2014 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu



Şekil 3.186 Havza Geneli 2015-2021 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu

3.4. Kuraklık Şiddet Haritaları

Giriş kısmında da belirtildiği üzere kuraklığın gelişim sürecini 3 farklı kısımda inceleyebiliriz. Bu sebeple kuraklık şiddet haritalarını da benzer bir format ile oluşturmanın uygun olacağı öngörülmüştür. Bu kısımda öncelikle “Meteorolojik” kuraklık incelenecektir. Sonrasında ise “Tarımsal” ve “Hidrolojik” kuraklık incelemeleri ile devam edecektir. Her kısmı farklı indisler ile irdeleyerek Bölüm 3.3’te bulunan kurak dönemlerden en şiddetli geçen 2’sini rapor kapsamında incelenecektir. İncelenecek kurak dönemler Tablo 3.33’te gösterilmiştir.

Tablo 3.33 Havza Kapsamında 1980-2021 Arasında Görülen En Kurak Dönemler Listesi

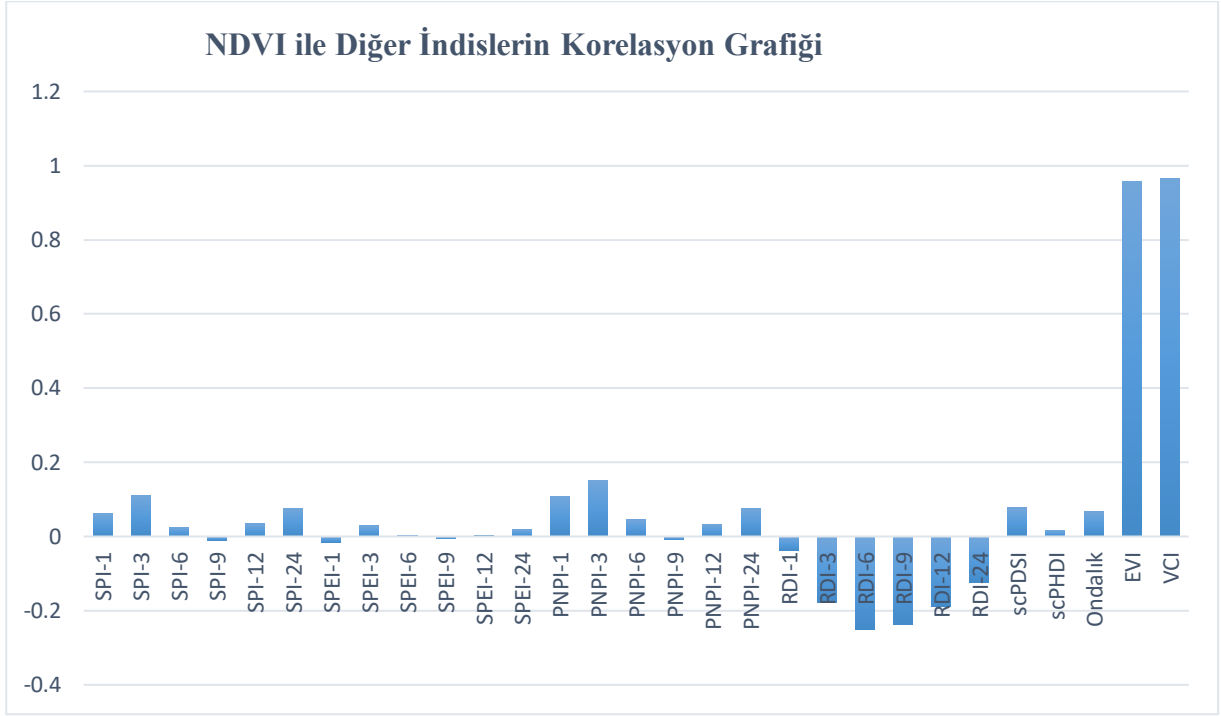
Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Toplam Süre (ay)	Toplam Şiddet (SPI-3)	Toplam Şiddet (PNPI-6)	Toplam Şiddet (SPEI-9)	Toplam Şiddet (SPI-12)	Toplam Şiddet (scPDSI)
8/1992	11/1994	28 Ay	-14,67	2.348,39	-24,34	-31,36	-71,13
7/2019	12/2020	18 Ay	-11,57	1.232,63	-23,81	-21,48	-35,05

Bu kısımda 3 farklı kuraklık tiplerinde yapılacak olan incelemelerde tercih edilen indis ve periyotlar havza kapsamında yapılan zaman serileri ile NDVI, EVI ve VCI zaman serilerinin korelasyonlarına göre seçmek için öncelikle NDVI, EVI ve VCI indekslerinin tüm seriler ile olan korelasyonları hesaplanmıştır. Hesaplanan korelasyonlara Tablo 3.34, Tablo 3.35, Tablo 3.36 tablolarından ve Şekil 3.187, Şekil 3.188, Şekil 3.189 bar grafiklerinden ulaşılabilmektedir. Bu kısımda hesaplanan NDVI, EVI ve VCI indeksleri için CORINE veritabanındaki “Tarımsal Alanlar” ana başlığındaki “211-Sulanmayan Ekilebilir Alan” kategorisi altına düşen alanların aylık ortalaması alınmıştır. Zira kuraklığın diğer alanlardaki etkisinin fazla olmayacağı Moğolistan (Çin)’da yapılan bir karşılaştırmada ortaya çıkmıştır (Wang vd., 2020). Bu makale kapsamında orman alanları ve bozkırlar meteorolojik indisler ile NDVI karşılaştırmasına dahil edilmiş olup, bozkır ve meraların korelasyonları daha iyi çıkmıştır. Diğer bir makale kapsamında ise yarı-kurak ve geçiş iklimli alanlarda NDVI ile SPI’ın nispeten bir korelasyon yakaladığından bahsedilmekle birlikte diğer alanlarda farklı davranışlar gösterebileceği belirtilmektedir (Dutta vd., 2013). Ayrıca CORINE verisinin genel olarak uzaktan algılama temelli olarak üretildiği ve yersel doğrulama noktalarının az

olmasından kaynaklı doğruluk payında hata olabileceği de unutulmamalıdır (Karakaş Özur & Ataol, 2018). Tablolardan görüleceği üzere meteorolojik olarak hesaplanan indisler ile uzaktan algılama temelli indisler arasındaki korelasyon maksimum 0,151 olarak hesaplanmış olup bilimsel olarak karşılaştırılması uygun görülmemektedir. Sonuç olarak istasyon, alt havza ve havza bazındaki indis şiddet grafikleri incelenerek en uygun olan indisler seçilmiştir.

Tablo 3.34 NDVI ile Diğer İndislerin Korelasyon Durumları

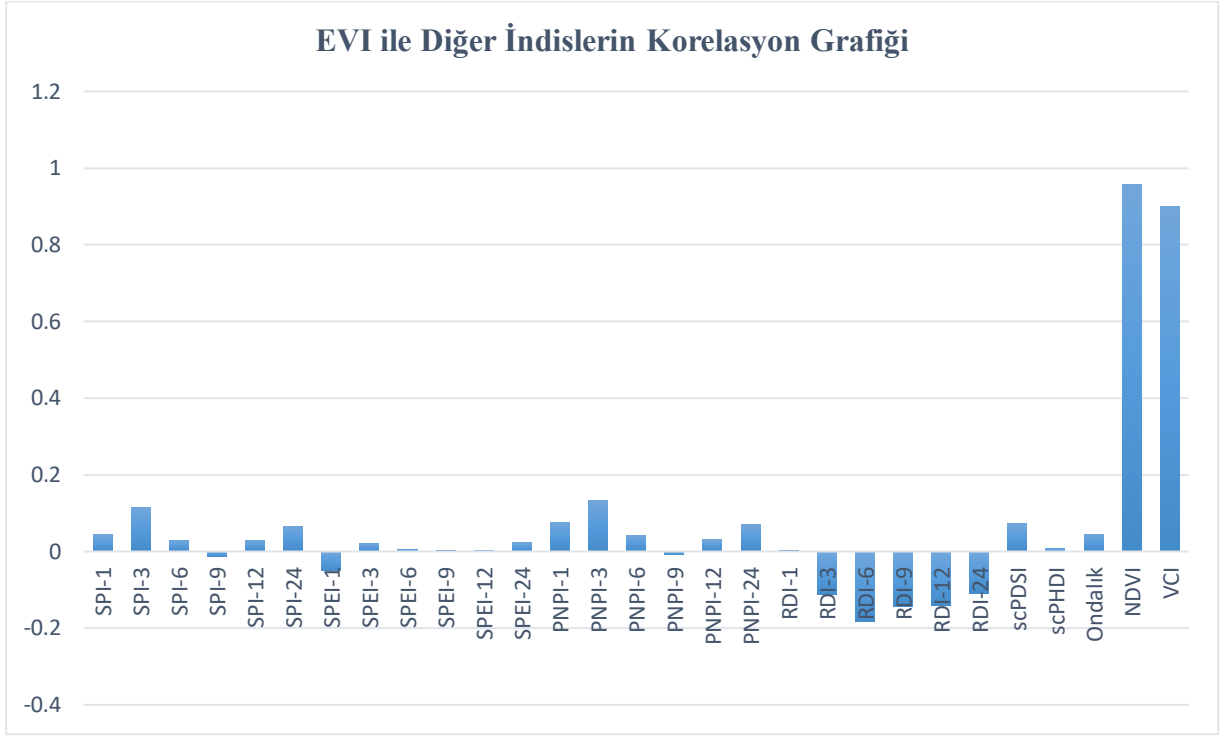
	SPI-1	SPI-3	SPI-6	SPI-9	SPI-12	SPI-24
NDVI	0,061916	0,11153	0,025418	-0,0098	0,035247	0,076429
	SPEI-1	SPEI-3	SPEI-6	SPEI-9	SPEI-12	SPEI-24
NDVI	-0,01562	0,028718	0,003179	-0,00655	0,001194	0,019033
	PNPI-1	PNPI-3	PNPI-6	PNPI-9	PNPI-12	PNPI-24
NDVI	0,107088	0,151014	0,045659	-0,00885	0,033267	0,074294
	RDI-1	RDI-3	RDI-6	RDI-9	RDI-12	RDI-24
NDVI	-0,03836	-0,17885	-0,24997	-0,23625	-0,18823	-0,12397
	scPDSI	scPHDI	Ondalık	EVI	VCI	
NDVI	0,076906	0,016779	0,066707	0,957358	0,965558	



Şekil 3.187 NDVI ile Diğer İndislerin Korelasyon Grafiği

Tablo 3.35 EVI ile Diğer İndislerin Korelasyon Durumları

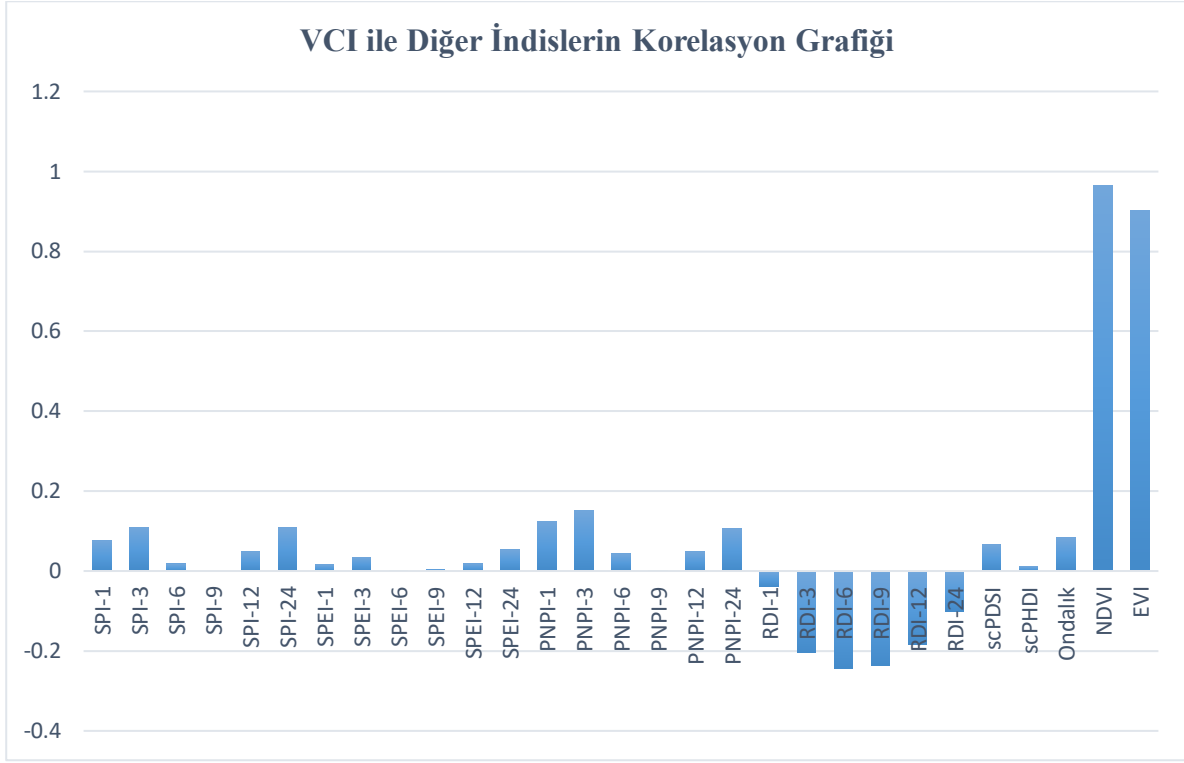
	SPI-1	SPI-3	SPI-6	SPI-9	SPI-12	SPI-24
EVI	0,043539	0,114859	0,028527	-0,01251	0,029244	0,066142
	SPEI-1	SPEI-3	SPEI-6	SPEI-9	SPEI-12	SPEI-24
EVI	-0,05007	0,02022	0,004263	0,001414	0,002967	0,023342
	PNPI-1	PNPI-3	PNPI-6	PNPI-9	PNPI-12	PNPI-24
EVI	0,075552	0,132177	0,042594	-0,00743	0,030545	0,070003
	RDI-1	RDI-3	RDI-6	RDI-9	RDI-12	RDI-24
EVI	0,000242	-0,11285	-0,18312	-0,14249	-0,14141	-0,10962
	scPDSI	scPHDI	Ondalık	NDVI	VCI	
EVI	0,072383	0,008208	0,044989	0,957358	0,901167	



Şekil 3.188 EVI ile Diğer İndislerin Korelasyon Grafiği

Tablo 3.36 VCI ile Diğer İndislerin Korelasyon Durumları

	SPI-1	SPI-3	SPI-6	SPI-9	SPI-12	SPI-24
VCI	0,076031	0,109643	0,017979	-0,00124	0,047604	0,107724
	SPEI-1	SPEI-3	SPEI-6	SPEI-9	SPEI-12	SPEI-24
VCI	0,016775	0,034866	0,001027	0,003778	0,018818	0,053117
	PNPI-1	PNPI-3	PNPI-6	PNPI-9	PNPI-12	PNPI-24
VCI	0,123933	0,151236	0,04269	0,001005	0,047771	0,105656
	RDI-1	RDI-3	RDI-6	RDI-9	RDI-12	RDI-24
VCI	-0,03879	-0,20441	-0,24444	-0,23641	-0,18324	-0,10076
	scPDSI	scPHDI	Ondalık	NDVI	EVI	
VCI	0,066332	0,012237	0,083424	0,965558	0,901167	



Şekil 3.189 VCI ile Diğer İndislerin Korelasyon Grafiği

3.4.1. Meteorolojik Kuraklık Şiddet Haritaları

Meteorolojik kuraklığın daha kısa sürmesi ve etkisinin nispeten az olması sebebi ile daha düşük periyotlu indisler bu kısımdaki analizler için daha uygun olarak görülmektedir. Bu kapsamda 1 aylık ve 3 aylık periyotlara sahip indisler ile ondalıklar indisi bu kısım için uygun olmakla birlikte PNPI indisinin 1 ve 3 aylık sonuçlarının tutarlı olmaması, ondalıklar indisinin harita üzerinde benzer sonuçlar verdiği için SPI 3 aylık ve SPEI 3 aylık indisler bu kısımdaki analizler için tercih edilmiştir.

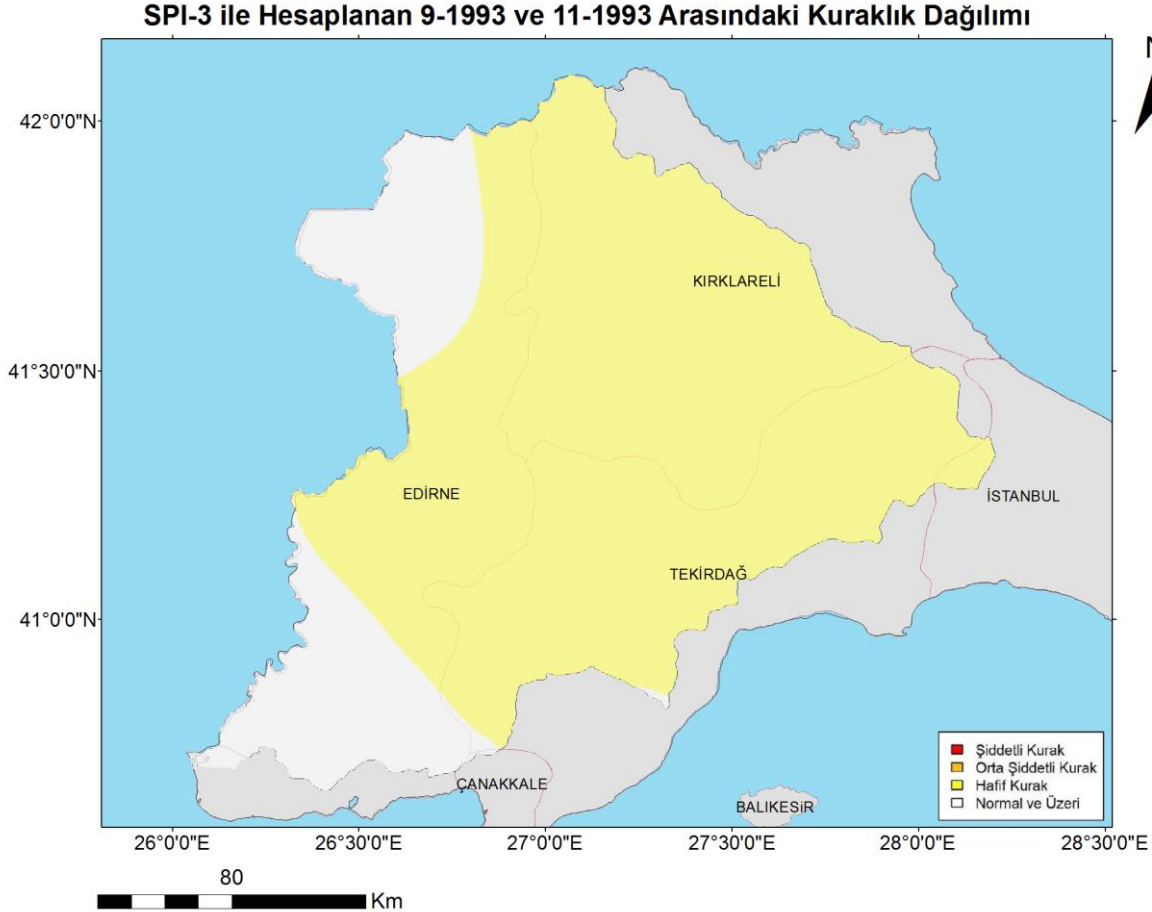
3.4.1.1. SPI 3 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.1.1.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPI 3 aylık indise göre en kurak ayları olan 09/1993 ile 11/1993 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.190) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın sadece doğu ve orta kısımlarında hissedilmiştir. Kuraklığın etkisi havzanın %79,65'lik bir kısmında sadece hafif

kurak olarak etkisini göstermiştir. Bu dönemde sadece İpsala-Keşan ve Meriç alt havzaları kuraklıktan diğer alt havzalara göre daha az etkilenmiştir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca sadece %79,65 oranında hafif kurak olma durumu görülmektedir. SPI 3 aylık indisin ortalama değeri ise sadece hafif şiddetli kurak olma durumu olmasından dolayı -1,08 olarak hesaplanmıştır.



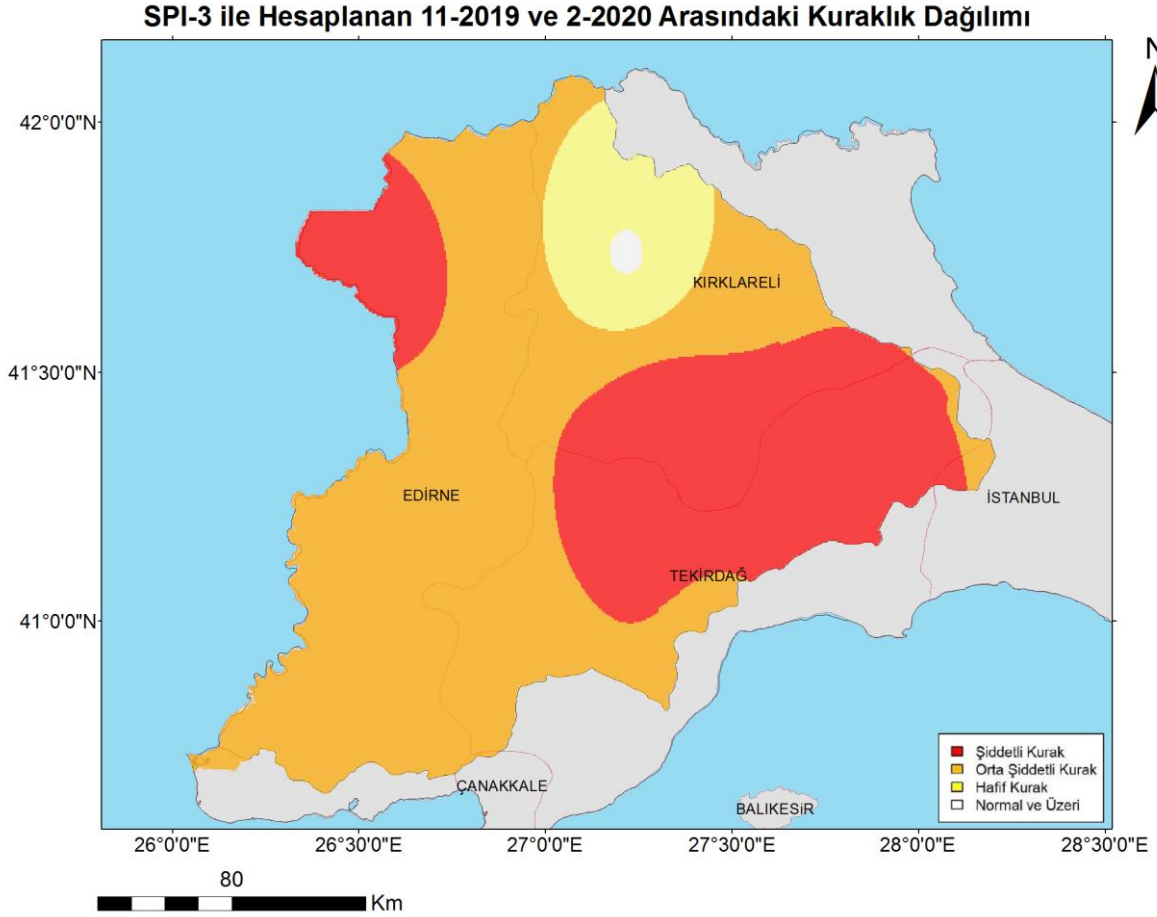
Şekil 3.190 SPI-3 ile Hesaplanan 09/1993 ile 11/1993 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.1.1.2. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPI 3 aylık indise göre en kurak ayları olan 11/2019 ile 02/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.191) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi %0,39'luk bir kısım hariç havzanın genelinde hissedilmiştir. Bu dönemde Meriç, Çorlu ve Vize alt havzalarında şiddetli kurak olma durumu görülmüştür. Havsa alt havzasında ise hafif kurak olma durumu gözlemlenmekle birlikte havzanın kalanı baskın bir şekilde orta şiddetli kuraklığa maruz kalmıştır. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %8,76 oranında hafif kurak,

%57,23 oranında orta şiddetli kurak ve %33,62 oranında şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 3 aylık indisin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -1,91 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.191 SPI-3 ile Hesaplanan 11/2019 ile 02/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

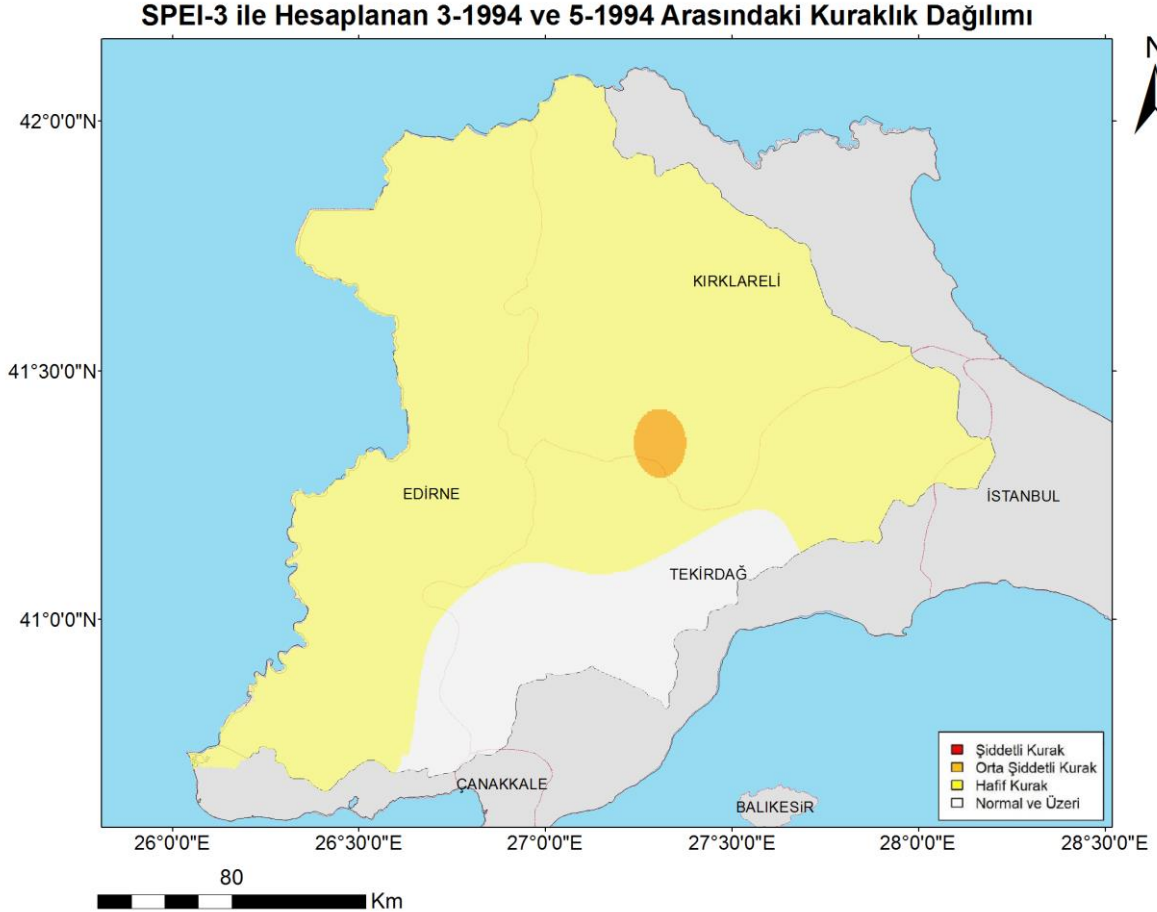
3.4.1.2. SPEI 3 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.1.2.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPEI 3 aylık indise göre en kurak ayları olan 03/1994 ile 05/1994 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.192) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın %15,13'lük bir kısmı hariç tamamında hissedilmiştir. Bu dönemde havzanın orta kesiminde orta şiddetli kuraklığın etkilediği küçük bir alan olmakla birlikte kalan kesimlerin tamamında hafif kurak etkili

olmuştur. İpsala-Keşan ve Hayrabolu alt havzaları ise kuraklığın en az hissedildiği alt havzalar olarak görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %83,88 oranında hafif kurak ve %0,98 oranında orta şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPEI 3 aylık indisin ortalama değeri ise hafif kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,17 olarak hesaplanmıştır.



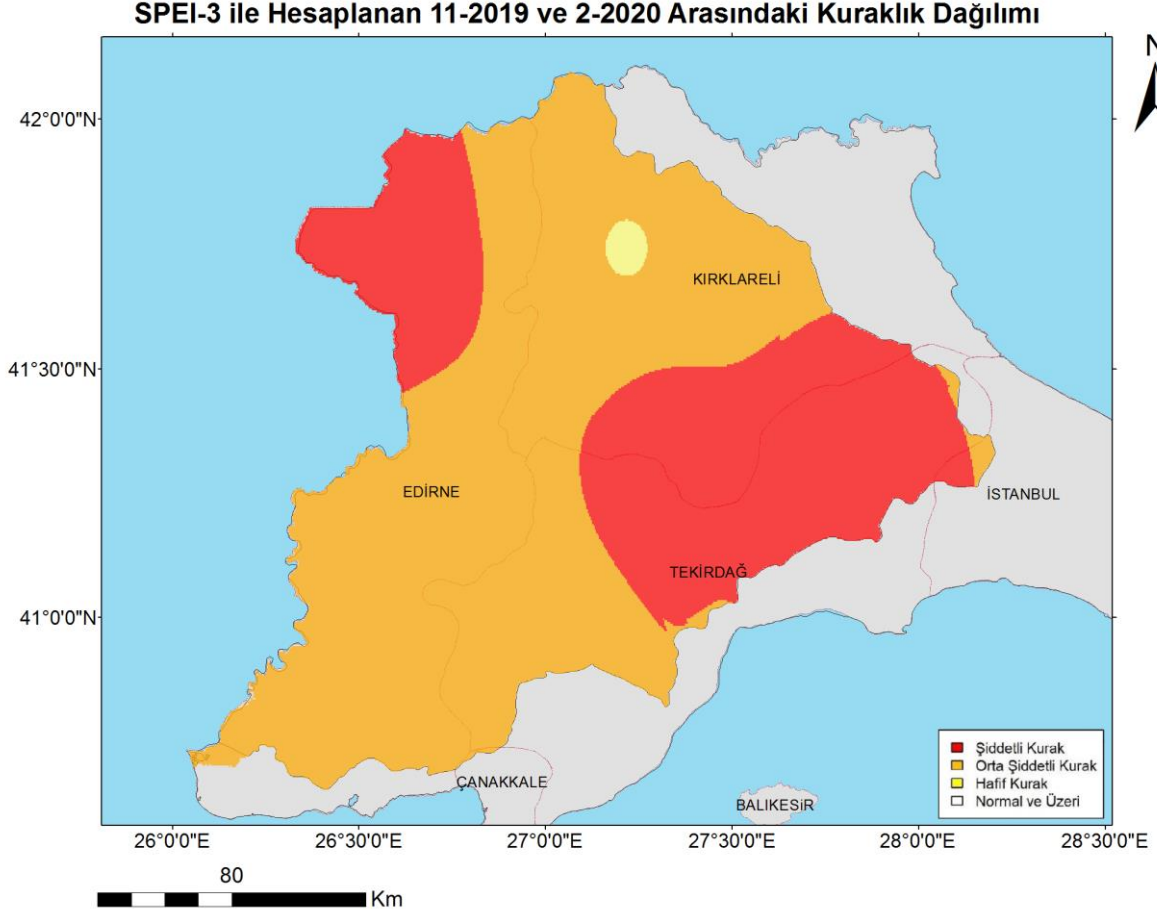
Şekil 3.192 SPEI-3 ile Hesaplanan 03/1994 ile 05/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.1.2.2. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPEI 3 aylık indise göre en kurak ayları olan 11/2019 ile 02/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.193) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın tamamında hissedilmiştir. Özellikle Meriç, Çorlu ve Vize alt havzalarında şiddetli kurak olma durumu görülmüştür. Havzanın kalan kısımlarında ise ufak bir alanda görülen hafif kurak olma durumu

hariç orta şiddetli kuraklık baskın olarak görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %0,63 oranında hafif kurak, %63,77 oranında orta şiddetli kurak ve %35,60 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPEI 3 aylık indisin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -1,95 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.193 SPEI-3 ile Hesaplanan 11/2019 ile 02/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.2. Tarımsal Kuraklık Şiddet Haritaları

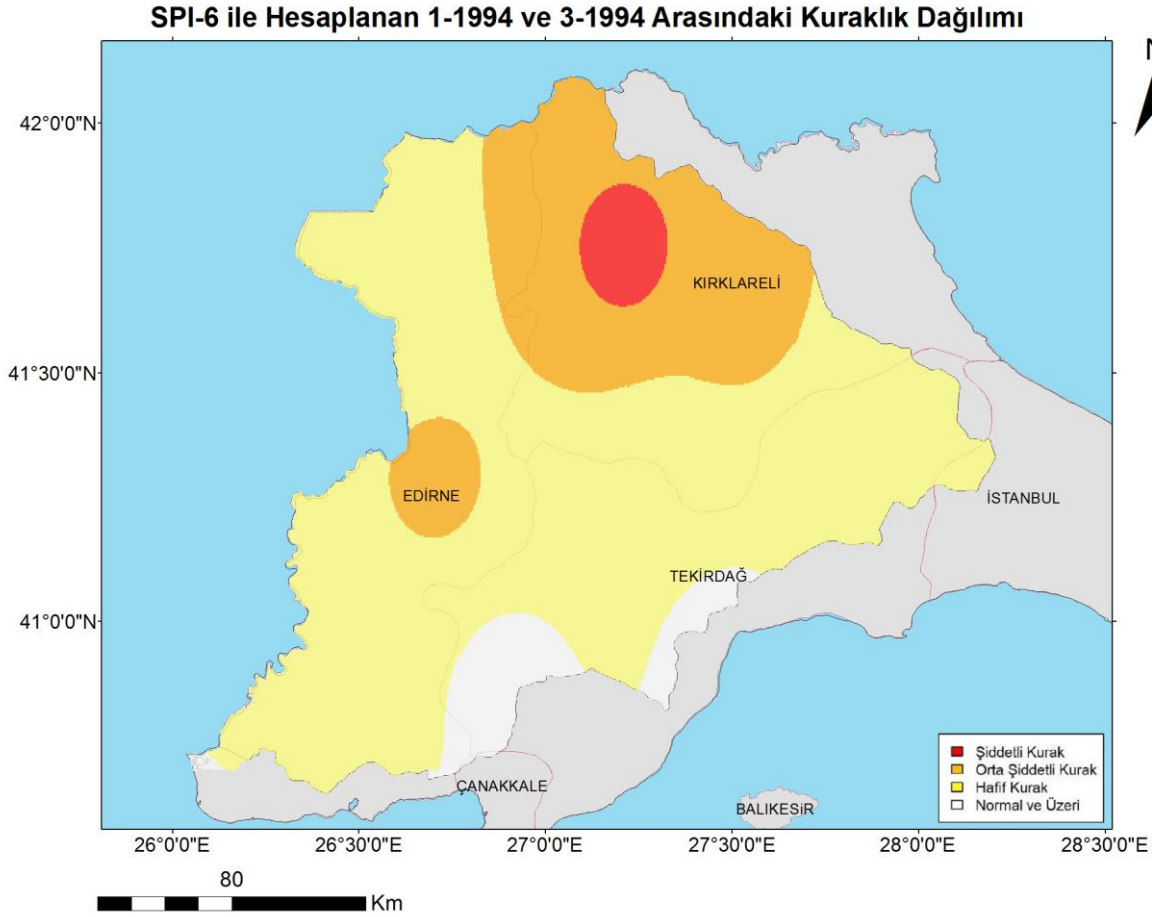
Tarımsal kuraklığın meteorolojik kuraklığa göre daha uzun sürmesi ve etkisinin nispeten fazla olması sebebi ile orta periyotlu indisler bu kısımdaki analizler için daha uygun olarak görülmektedir. Bu kapsamda 6 aylık ve 9 aylık periyotlara sahip indislerden SPI 6 aylık, SPEI 6 aylık, SPEI 9 aylık ve PNPI 9 aylık indisler bu kısımdaki analizler için tercih edilmiştir.

3.4.2.1. SPI 6 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.2.1.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPI 6 aylık indise göre en kurak ayları olan 01/1994 ile 03/1994 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.194) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın %6,15'lik bir kesimi hariç tamamında hissedilmiştir. Kuraklığın hissedilmediği alanlar büyük oranda Hayrabolu ve küçük de olsa Çorlu alt havzaları içerisinde kalmaktadır. Kuraklığın yoğun olarak hissedildiği alanlar ise Havsa, Babaeski ve Lüleburgaz alt havzaları içerisinde kalmaktadır. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %67,32 oranında hafif kurak, %23,62 oranında orta şiddetli kurak ve %2,92 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 6 aylık indisin ortalama değeri ise hafif ve orta şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,37 olarak hesaplanmıştır.

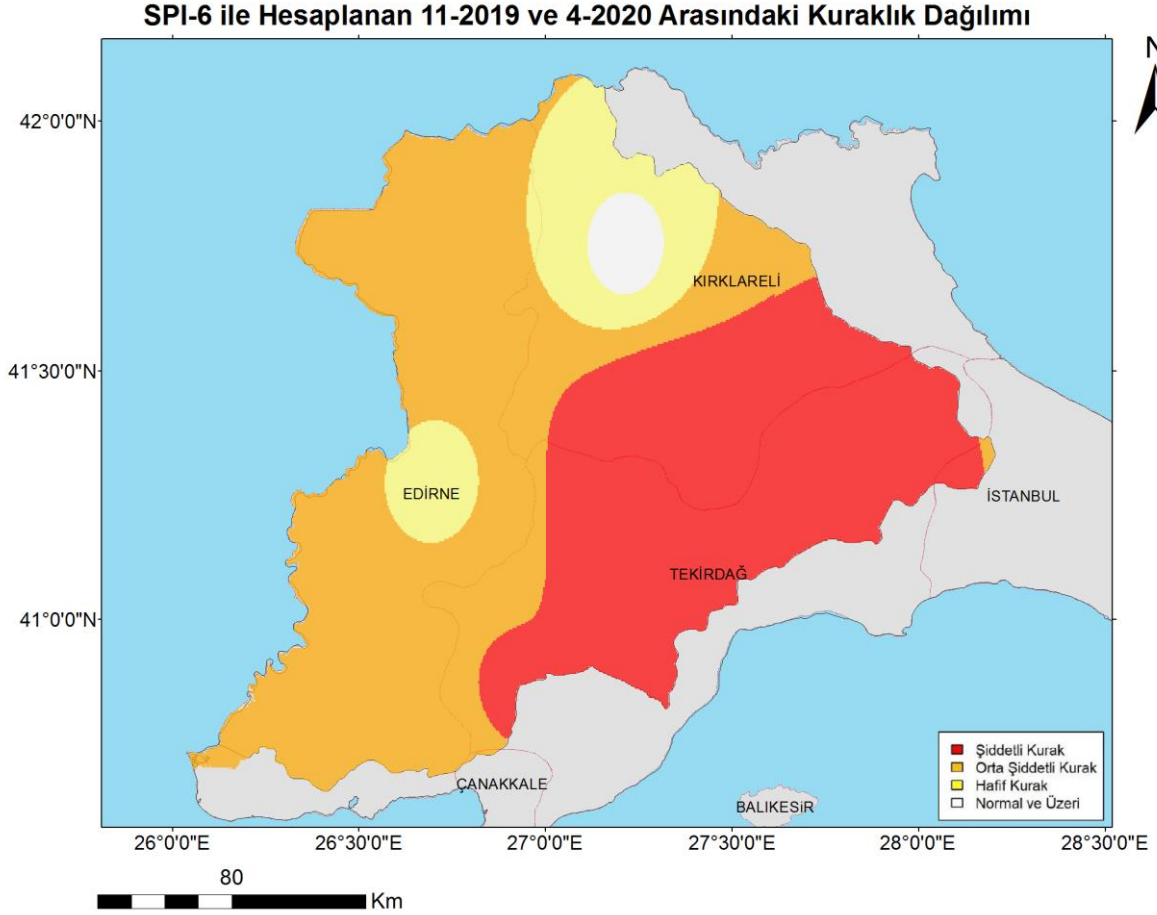


Şekil 3.194 SPI-6 ile Hesaplanan 01/1994 ile 03/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.2.1.2. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPI 6 aylık indise göre en kurak ayları olan 11/2019 ile 04/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.195) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın neredeyse tamamını (%97,90) etkilemiştir. Özellikle Çorlu, Bize, Lüleburgaz ve Hayrabolu alt havzaları şiddetli kuraklık etkisinde kalmıştır. Kuraklığın etkisinin en az hissedildiği alt havza ise Havsa alt havzası olarak görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %11,78 oranında hafif kurak, %47,56 oranında orta şiddetli kurak ve %38,56 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 6 aylık indisin ortalama değeri ise orta ve şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -1,93 olarak hesaplanmıştır.



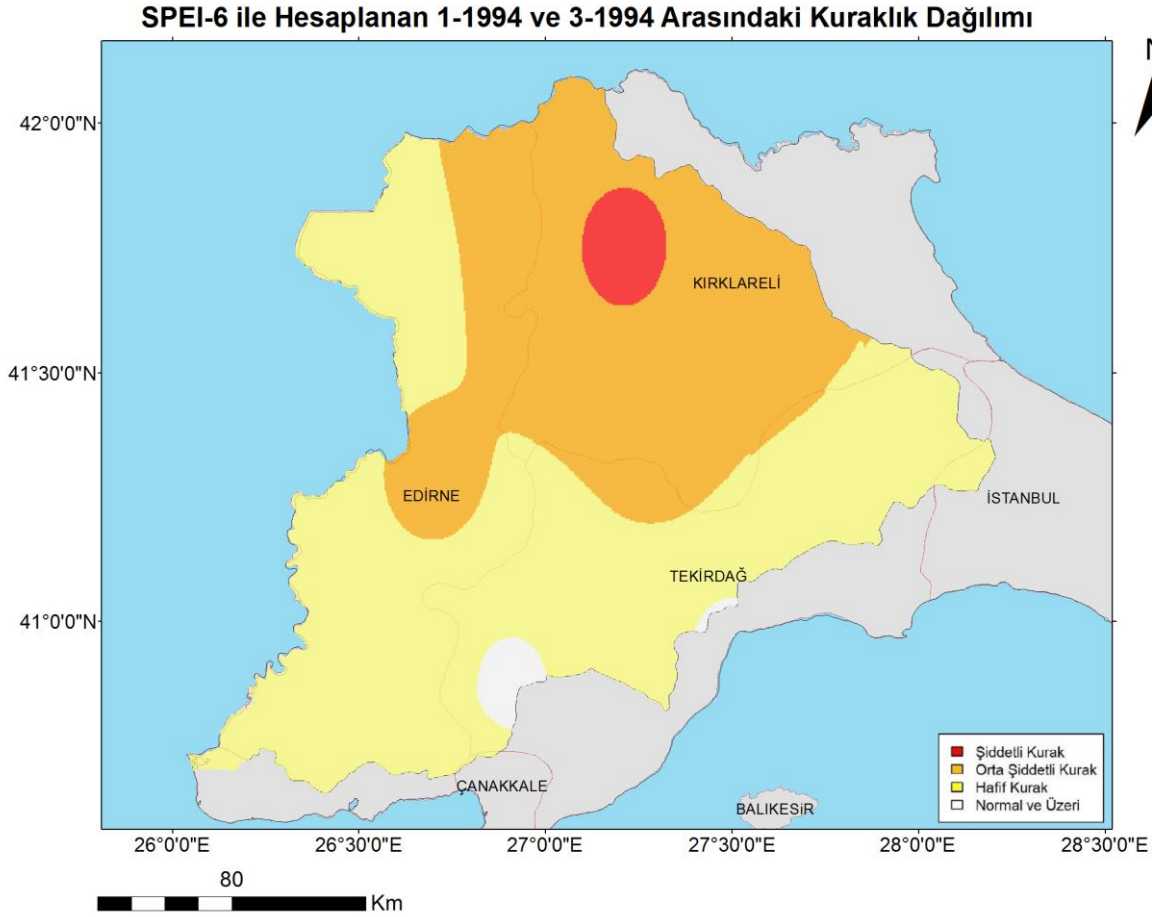
Şekil 3.195 SPI-6 ile Hesaplanan 11/2019 ile 04/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.2.2. SPEI 6 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.2.2.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPEI 6 aylık indise göre en kurak ayları olan 01/1994 ile 03/1994 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.196) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi neredeyse havzanın tamamında (%98,47) hissedilmiştir. Özellikle Meriç, Havsa, Babaeski ve Lüleburgaz alt havzalarında orta şiddetli ve şiddetli kuraklık birlikte görülmüştür. Havzanın kalan kısımlarında ise hafif kuraklık hakim olarak görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %55,59 oranında hafif kurak, %40,17 oranında orta şiddetli kurak ve %2,71 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPEI 6 aylık indisin ortalama değeri ise hafif ve orta şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,48 olarak hesaplanmıştır.

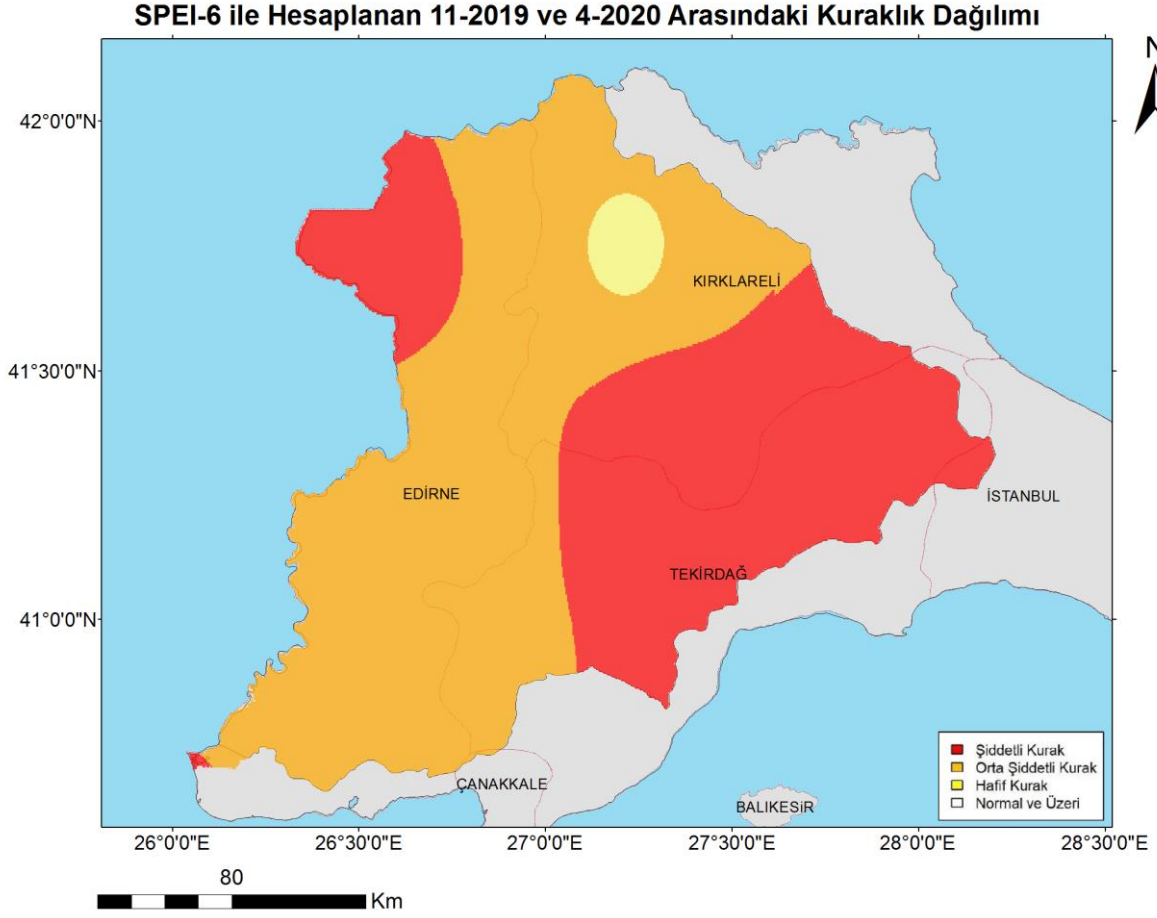


Şekil 3.196 SPEI-6 ile Hesaplanan 01/1994 ile 03/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.2.2.2. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPEI 6 aylık indise göre en kurak ayları olan 11/2019 ile 04/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.197) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın tamamını etkilemiştir. Özellikle Çorlu, Vize, Lüleburgaz ve Meriç alt havzaları şiddetli kuraklık etkisine girmiştir. Havzanın kalan kesimlerinde ise orta şiddetli kuraklık baskın olmak üzere hafif ve orta şiddetli kuraklık görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %2,09 oranında hafif kurak, %56,19 oranında orta şiddetli ve %41,72 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPEI 6 aylık indisin ortalama değeri ise orta ve şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,97 olarak hesaplanmıştır.

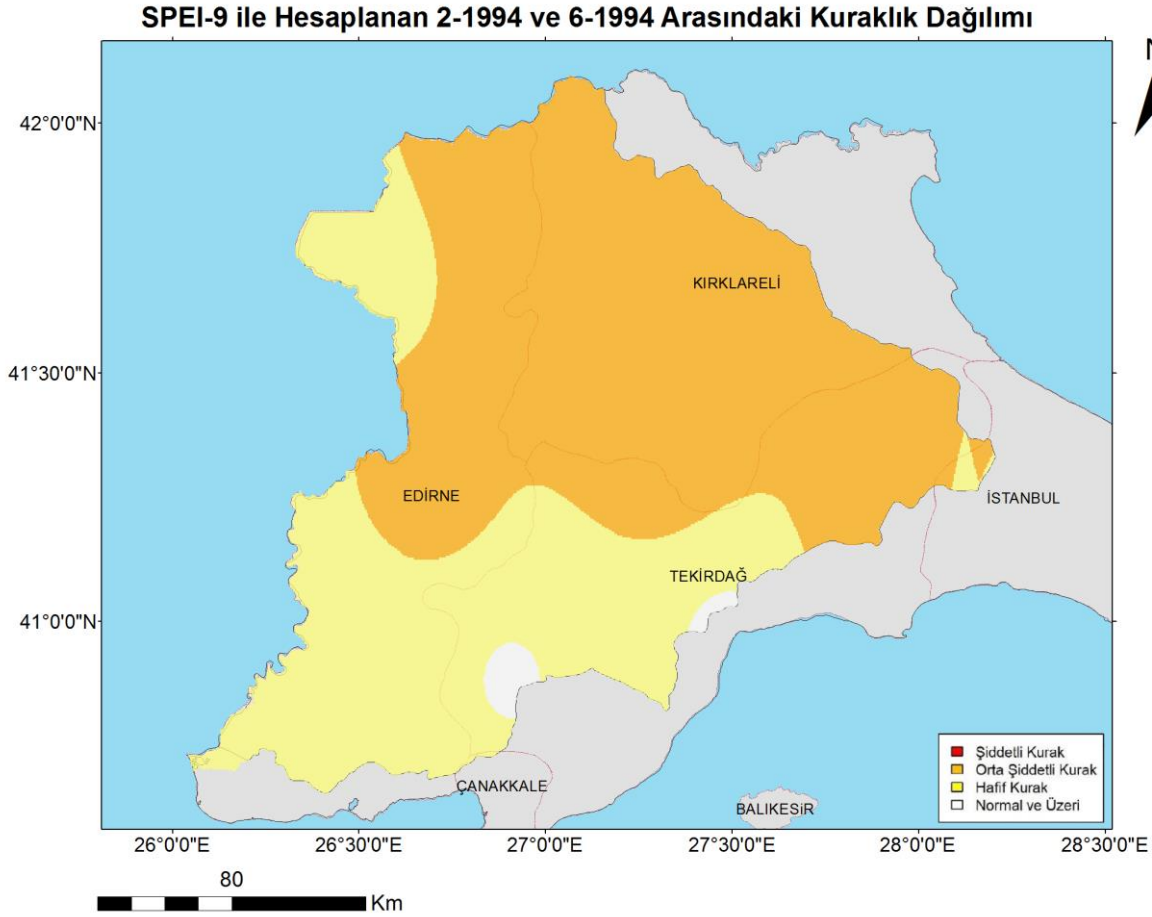


Şekil 3.197 SPEI-6 ile Hesaplanan 11/2019 ile 04/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.2.3. SPEI 9 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.2.3.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPEI 9 aylık indise göre en kurak ayları olan 02/1994 ile 06/1994 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.198) verilmektedir.



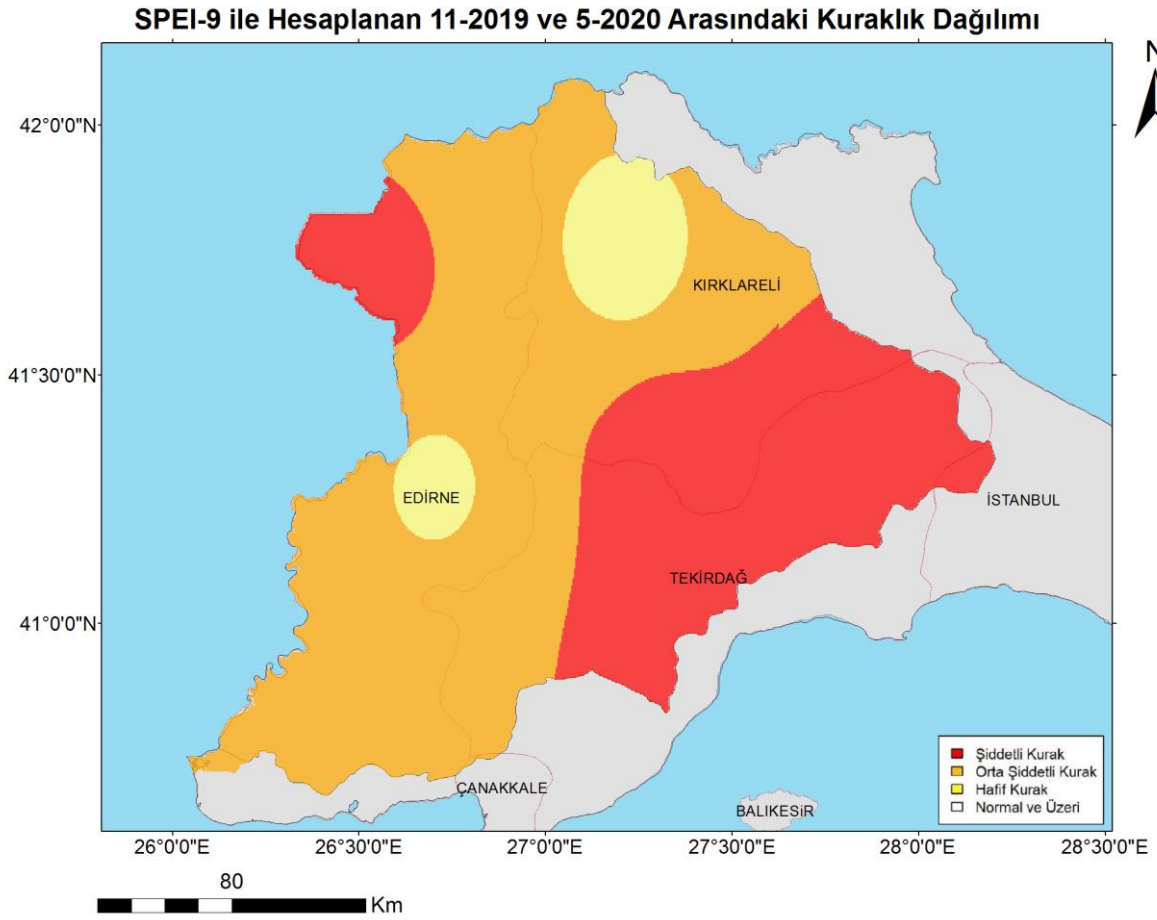
Şekil 3.198 SPEI-9 ile Hesaplanan 02/1994 ile 06/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın tamamına yakın bir kısmında (%98,73) hissedilmiştir. Özellikle Havsa, Babaeski, Lüleburgaz, Vize ve Çorlu alt havzalarında orta şiddetli kuraklık baskın olarak görülmüştür. Havzanın diğer kısımlarında genel olarak hafif kurak olma durumu görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %38,23 oranında hafif kurak, %60,50 oranında ise orta şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. Bu dönemde havzada şiddetli kurak olma durumu görülmemiştir. SPEI 9 aylık indisin ortalama değeri ise hafif ve orta şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -1,53 olarak hesaplanmıştır.

3.4.2.3.2. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPEI 9 aylık indise göre en kurak ayları olan 11/2019 ile 05/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.199) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın tamamını etkilemiştir. Özellikle Vize, Çorlu, Hayrabolu ve Meriç alt havzalarının kuraklıktan en yoğun olarak etkilenen alt havzalar olarak öne çıkmaktadır. Havsa ve Uzunköprü alt havzalarında küçük bir kısımda görülen hafif kurak olma durumu hariç havzanın kalanında ise orta şiddetli kurak olma durumu baskın görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %7,89 oranında hafif kurak, %56,26 oranında orta şiddetli kurak ve %35,85 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPEI 9 aylık indisin ortalama değeri ise orta ve şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,91 olarak hesaplanmıştır.

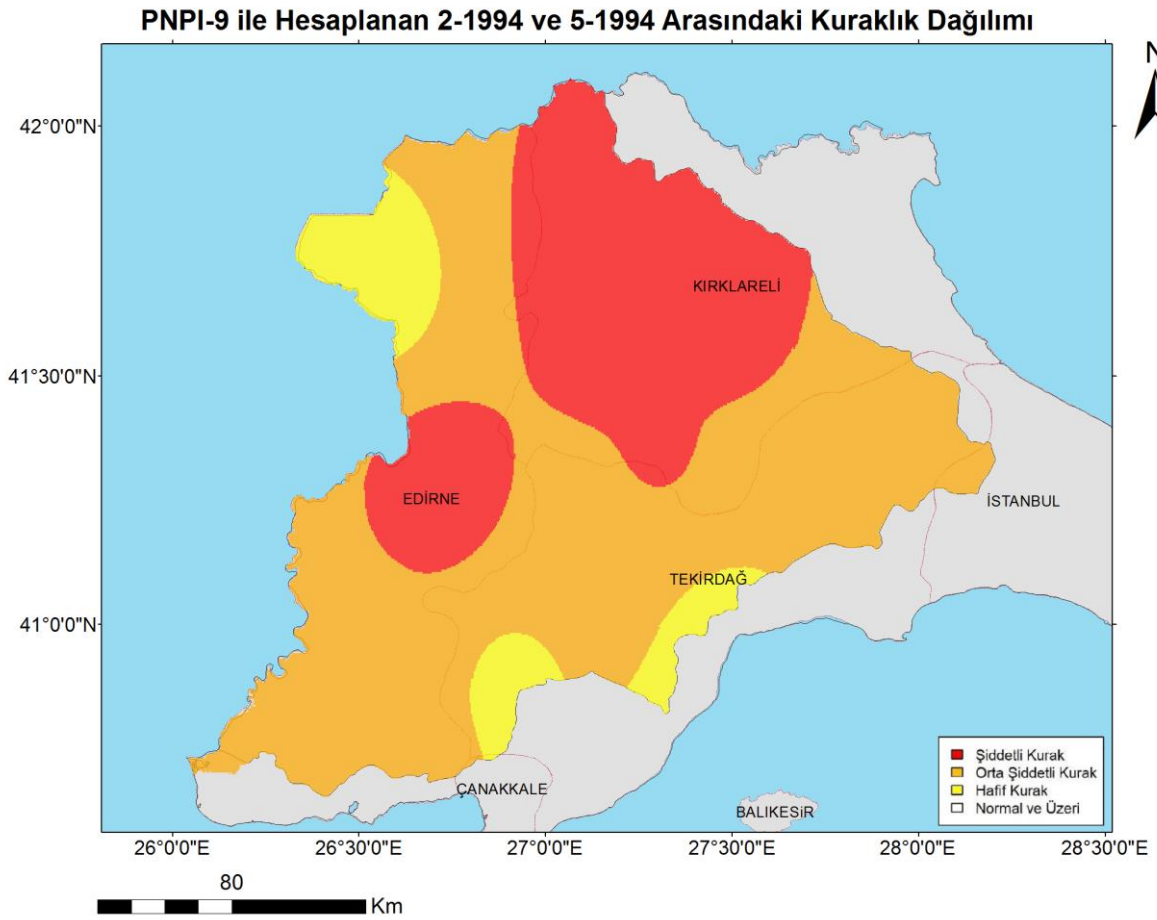


Şekil 3.199 SPEI-9 ile Hesaplanan 11/2019 ile 05/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.2.4. PNPI 9 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.2.4.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin PNPI 9 aylık indise göre en kurak ayları olan 02/1994 ile 05/1994 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.200) verilmektedir.



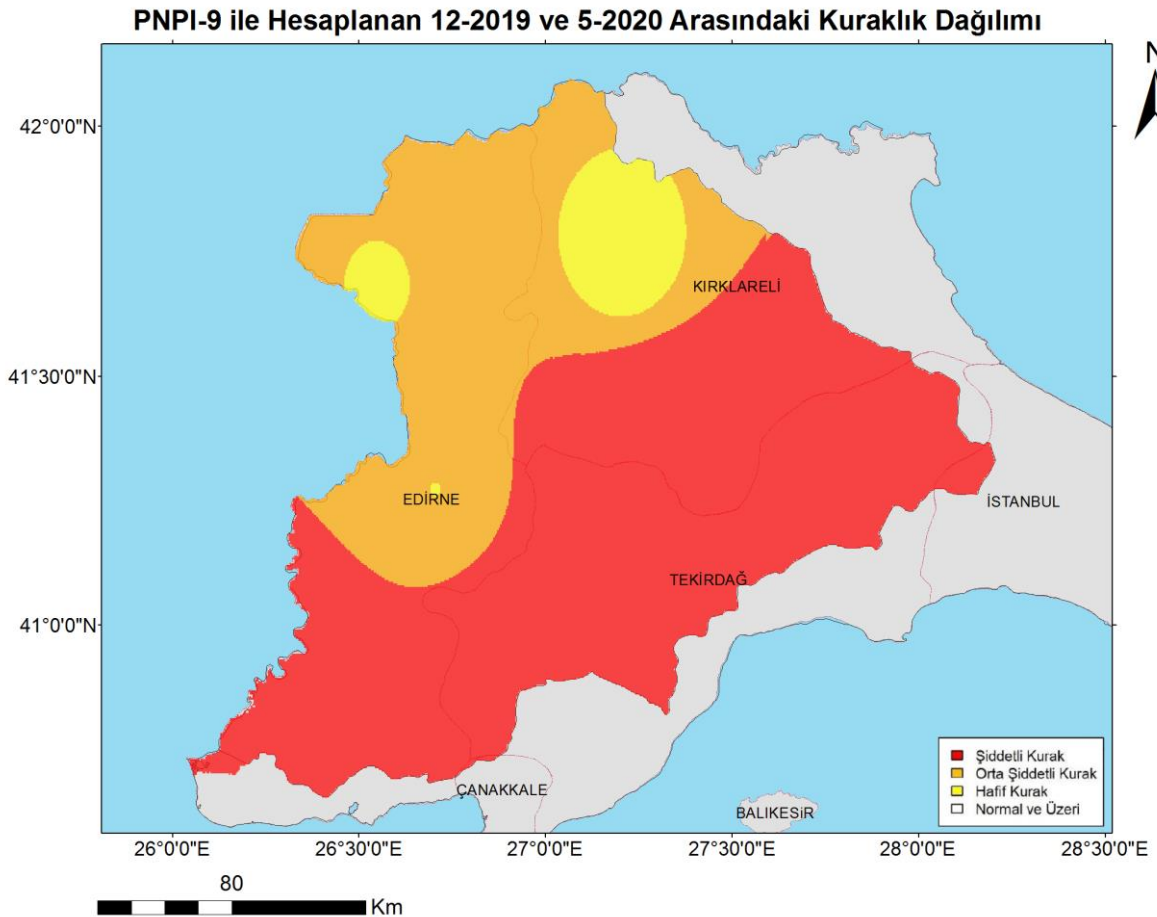
Şekil 3.200 PNPI-9 ile Hesaplanan 02/1994 ile 05/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın tamamında hissedilmiştir. Özellikle Havsa, Babaeski ve Uzunköprü alt havzalarında kısım kısım orta şiddetli ve şiddetli kuraklık görülmektedir. Meriç alt havzası ise kuraklıktan en az etkilenen alt havza olarak görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %9,16 oranında hafif kurak, %58,64 oranında orta şiddetli kurak ve %32,20 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. PNPI 9 aylık indisin ortalama değeri ise orta ve şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı 66,06 olarak hesaplanmıştır.

3.4.2.4.2. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin PNPI 9 aylık indise göre en kurak ayları olan 12/2019 ile 05/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.201) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın tamamını etkilemiştir. Havzanın doğu ve güney kısımları şiddetli kuraklığa maruz kalarak bu dönemde kuraklığı en yoğun yaşayan kesim olarak görülmektedir. Diğer taraftan Havsa alt havzası ise hafif ve orta şiddetli kuraklığa maruz kalmasına rağmen bu dönemde kuraklıktan en az etkilenen alt havza olarak göze çarpmaktadır. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %7,00 oranında hafif kurak, %30,68 oranında orta şiddetli kurak ve %62,32 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. PNPI 9 aylık indisin ortalama değeri ise şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı 60,32 olarak hesaplanmıştır.

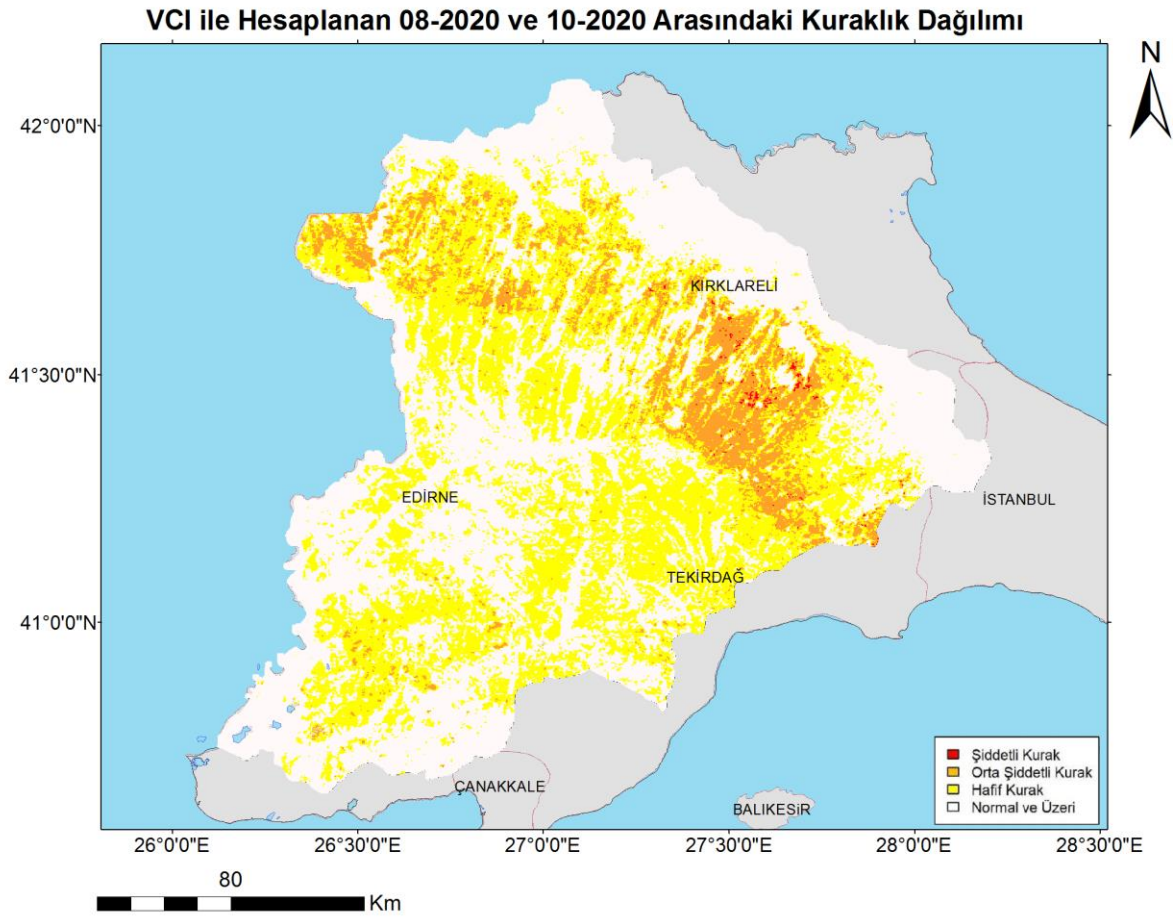


Şekil 3.201 PNPI-9 ile Hesaplanan 12/2019 ile 05/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.2.5. VCI ile Hazırlanmış Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.2.5.1. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak 2. dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin VCI indeksine göre en kurak ayları olan 08/2020 ile 10/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.202) verilmektedir.



Şekil 3.202 VCI ile Hesaplanan 01/2021 ile 02/2021 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi Lüleburgaz ve Vize alt havzalarının büyük bir kısmında yoğun olarak hissedilmiştir. VCI indisinin çözünürlüğünün 250 m olması sebebi ile dağılım diğer indislere göre daha farklı özellikler göstermektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %37,79 oranında hafif kurak, %8,84 oranında orta şiddetli kurak ve %0,16 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. VCI indisinin ortalama değeri ise hafif kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı 43,88 olarak hesaplanmıştır.

3.4.3. Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları

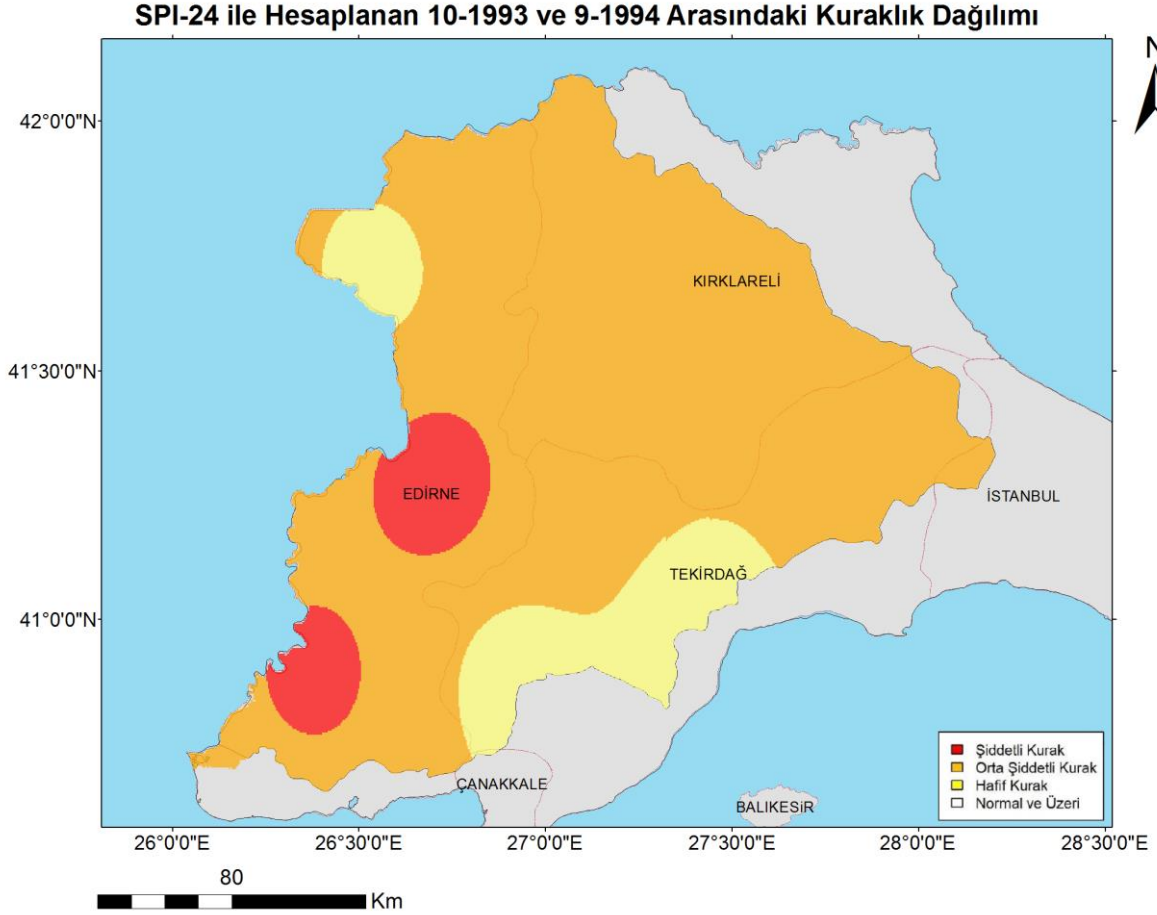
Hidrolojik kuraklığın meteorolojik ve tarımsal kuraklığa göre daha uzun sürmesi ve etkisinin diğerlerine oranla daha fazla olması sebebi ile yüksek periyotlu indisler ile Palmer indisleri bu kısımdaki analizler için daha uygun olarak görülmektedir. Bu kapsamda 12 aylık ve 24 aylık periyotlara sahip indislerden SPI 24 aylık, SPEI 12 aylık indisler ile scPDSI ve scPHDI Palmer indisleri bu kısımdaki analizler için tercih edilmiştir.

3.4.3.1. SPI 24 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.3.1.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPI 24 aylık indise göre en kurak ayları olan 10/1993 ile 09/1994 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.203) verilmektedir.

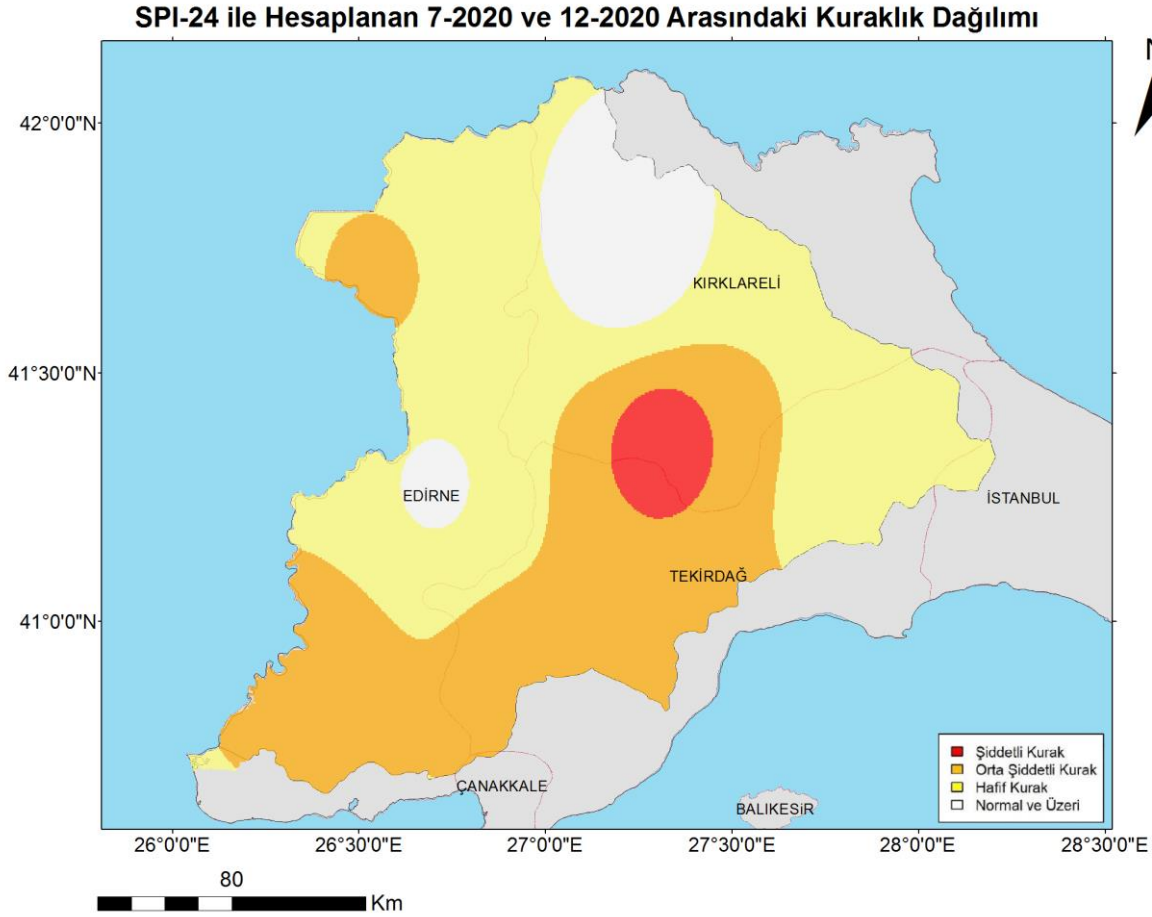
Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın tamamında hissedilmiştir. Özellikle Uzunköprü ve İpsala-Keşan alt havzaları orta ve şiddetli kuraklığa maruz kalarak kuraklığı en yoğun yaşayan alt havzalar olarak görülmektedir. Diğer taraftan Hayrabolu ve Meriç alt havzalarında görülen hafif kuraklık sebebi ile bu alt havzalar kuraklığı daha az yoğunlukta yaşamıştır. Havzanın kalan kısımlarında ise baskın olarak orta şiddetli kuraklık görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %12,82 oranında hafif kurak, %79,91 oranında orta şiddetli kurak ve %7,26 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 24 aylık indisin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,71 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.203 SPI-24 ile Hesaplanan 10/1993 ile 09/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.3.1.2. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPI 24 aylık indise göre en kurak ayları olan 07/2020 ile 12/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.204) verilmektedir.



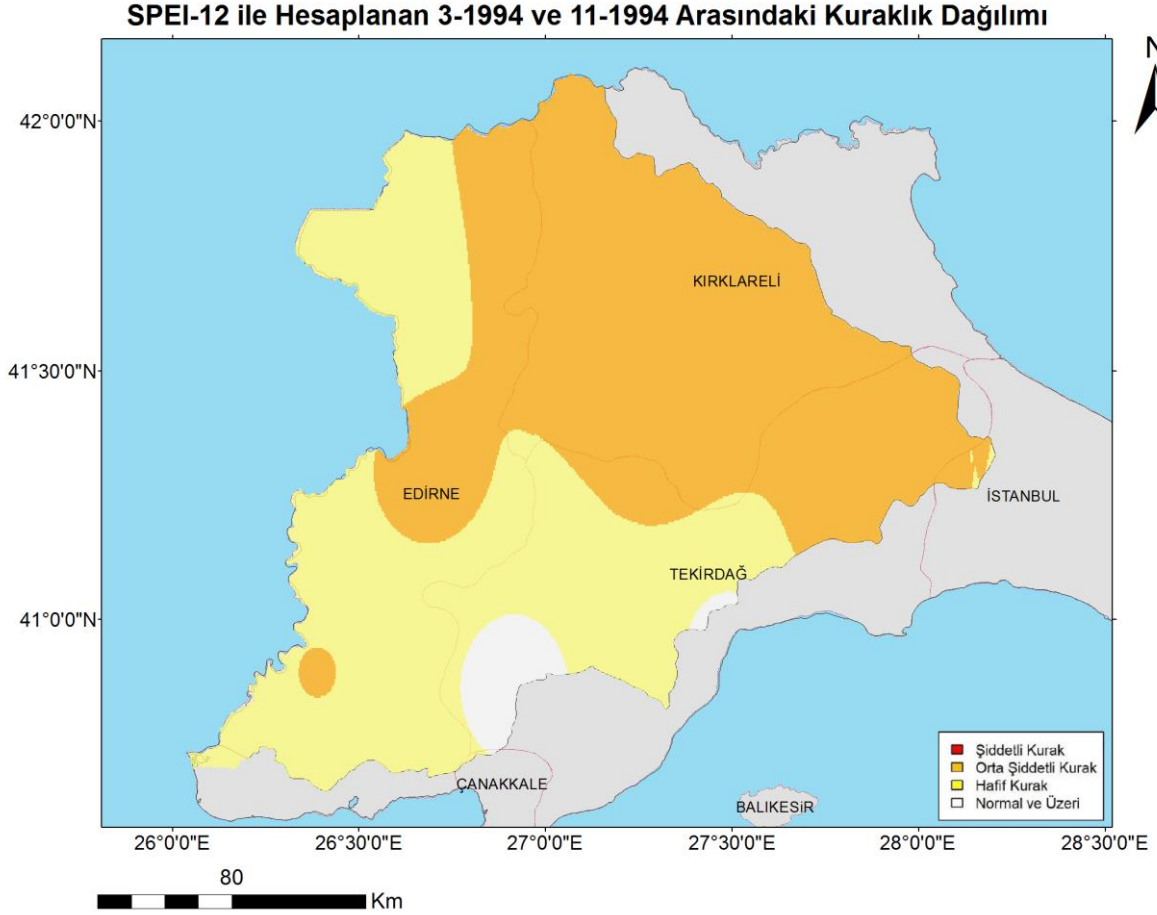
Şekil 3.204 SPI-24 ile Hesaplanan 07/2020 ile 12/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın büyük bir kısmını (%89,00) etkilemiştir. Sadece Havsa ve Uzunköprü alt havzalarındaki küçük bir alanda kuraklık etkisini göstermemektedir. Özellikle havzanın orta kısmında şiddetli kurak olma durumuna rastlanılmaktadır. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %47,71 oranında hafif kurak, %37,69 oranında orta şiddetli kurak ve %3,60 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 24 aylık indisin ortalama değeri ise hafif ve orta şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,41 olarak hesaplanmıştır.

3.4.3.2. SPEI 12 Aylık Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.3.2.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPEI 12 aylık indise göre en kurak ayları olan 03/1994 ile 11/1994 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.205) verilmektedir.



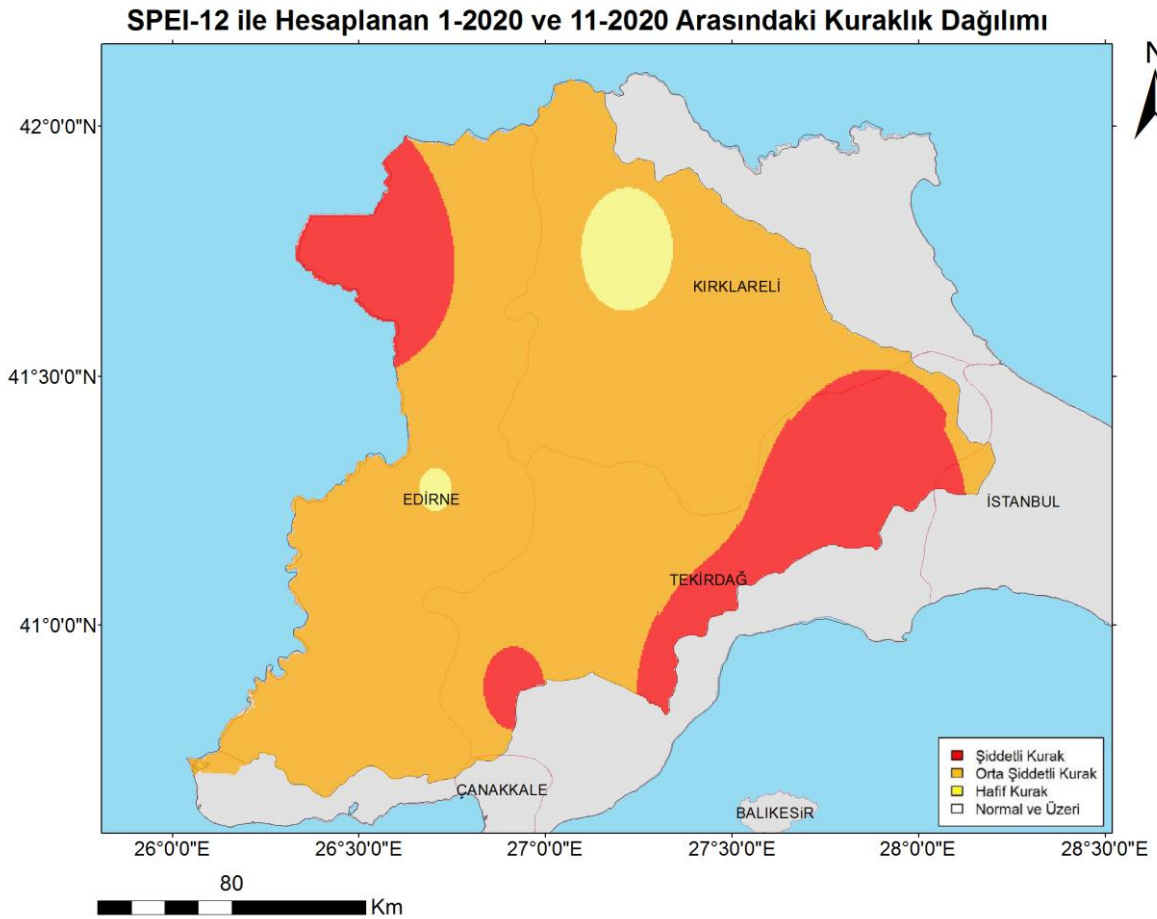
Şekil 3.205 SPEI-12 ile Hesaplanan 03/1994 ile 11/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın neredeyse tamamında (%96,74) hissedilmiştir. Özellikle Havsa, Babaeski, Lüleburgaz, Vize ve Çorlu alt havzalarında orta şiddetli kuraklık görülmektedir. Havzanın geri kalan kısmında ise genel olarak hafif kuraklık görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %42,38 oranında hafif kurak ve %54,36 oranında ise orta şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. Bu dönemde havzada şiddetli kurak olma durumuna rastlanılmamıştır. SPEI 12 aylık indisin ortalama değeri ise hafif ve orta şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,50 olarak hesaplanmıştır.

3.4.3.2.2. 78/2019 ile 12/2020 Arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin SPEI 12 aylık indise göre en kurak ayları olan 01/2020 ile 11/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.206) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın tamamını etkilemiştir. Özellikle Çorlu, Vize ve Meriç alt havzalarında şiddetli kurak olma durumu ağırlıklı olarak görülmektedir. Havzanın kalan kısımlarına bakıldığında baskın olarak orta şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %3,43 oranında hafif kurak, %76,56 oranında orta şiddetli kurak ve %20,01 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPEI 12 aylık indisin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -1,85 olarak hesaplanmıştır.

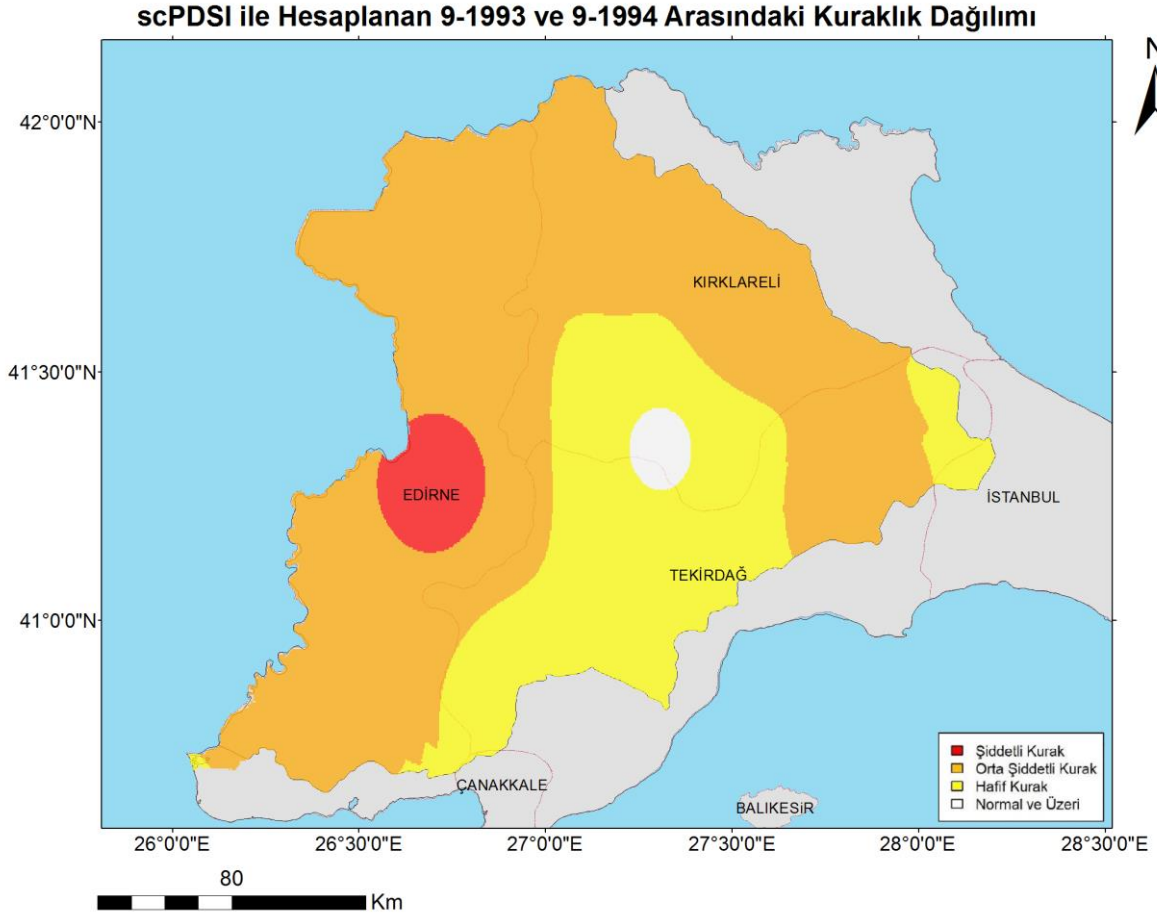


Şekil 3.206 SPEI-12 ile Hesaplanan 01/2020 ile 11/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.4.3.3. scPDSI Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.3.3.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin scPDSI indisine göre en kurak ayları olan 09/1993 ile 09/1994 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.207) verilmektedir.



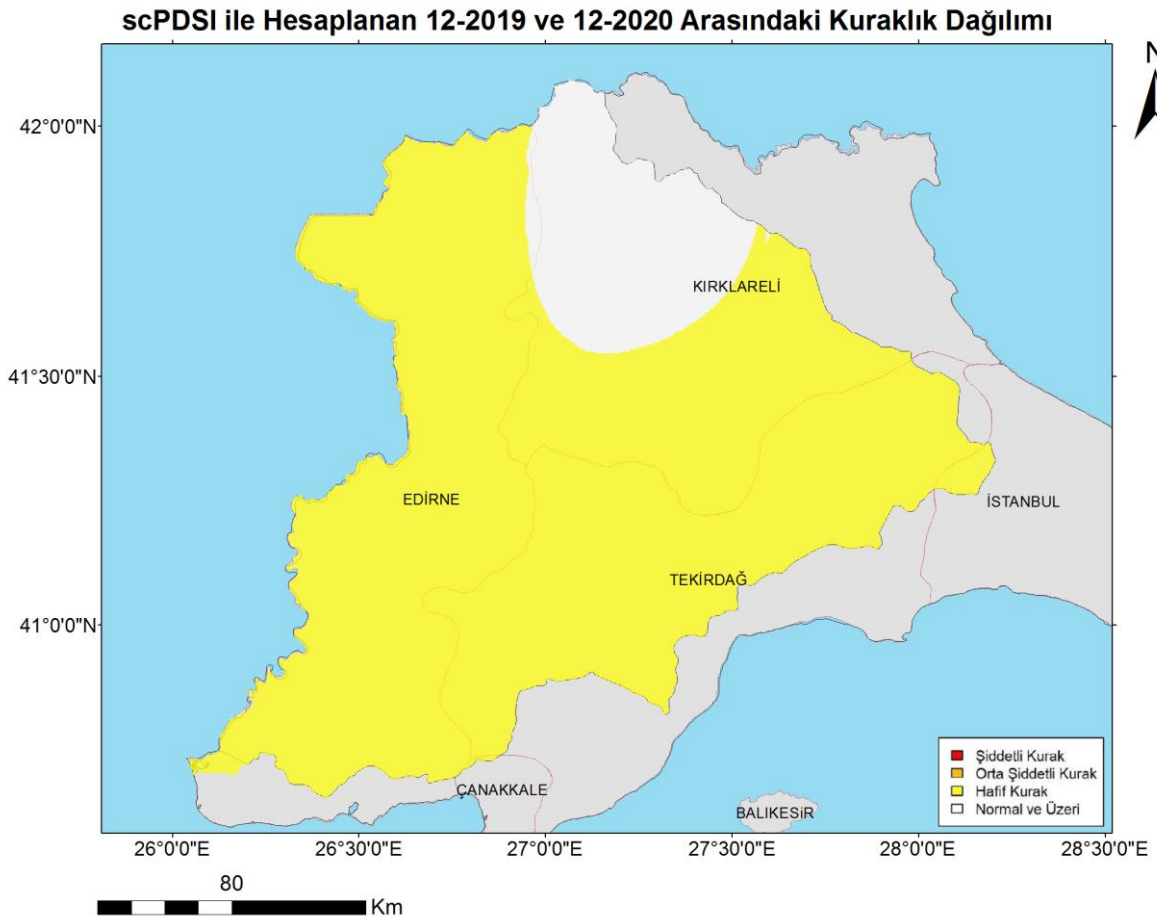
Şekil 3.207 scPDSI ile hesaplanan 09/1993 ile 09/1994 arası kuraklık dağılım haritası

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın sadece küçük bir kısmında (%1,39) hissedilmemiştir. Kuraklığın etkisinin hissedilmediği alanın havzanın orta kesiminde kaldığı görülmektedir. Havzada baskın olarak orta şiddetli kuraklık görülmekte olup, Hayrabolu alt havzası ve çevresinde ise hafif kuraklık görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %29,84 oranında hafif kurak, %64,88 oranında orta şiddetli kurak ve %3,89 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. scPDSI indisin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -3,09 olarak hesaplanmıştır.

3.4.3.3.2. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin scPDSI indisine göre en kurak ayları olan 12/2019 ile 12/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.208) verilmektedir.

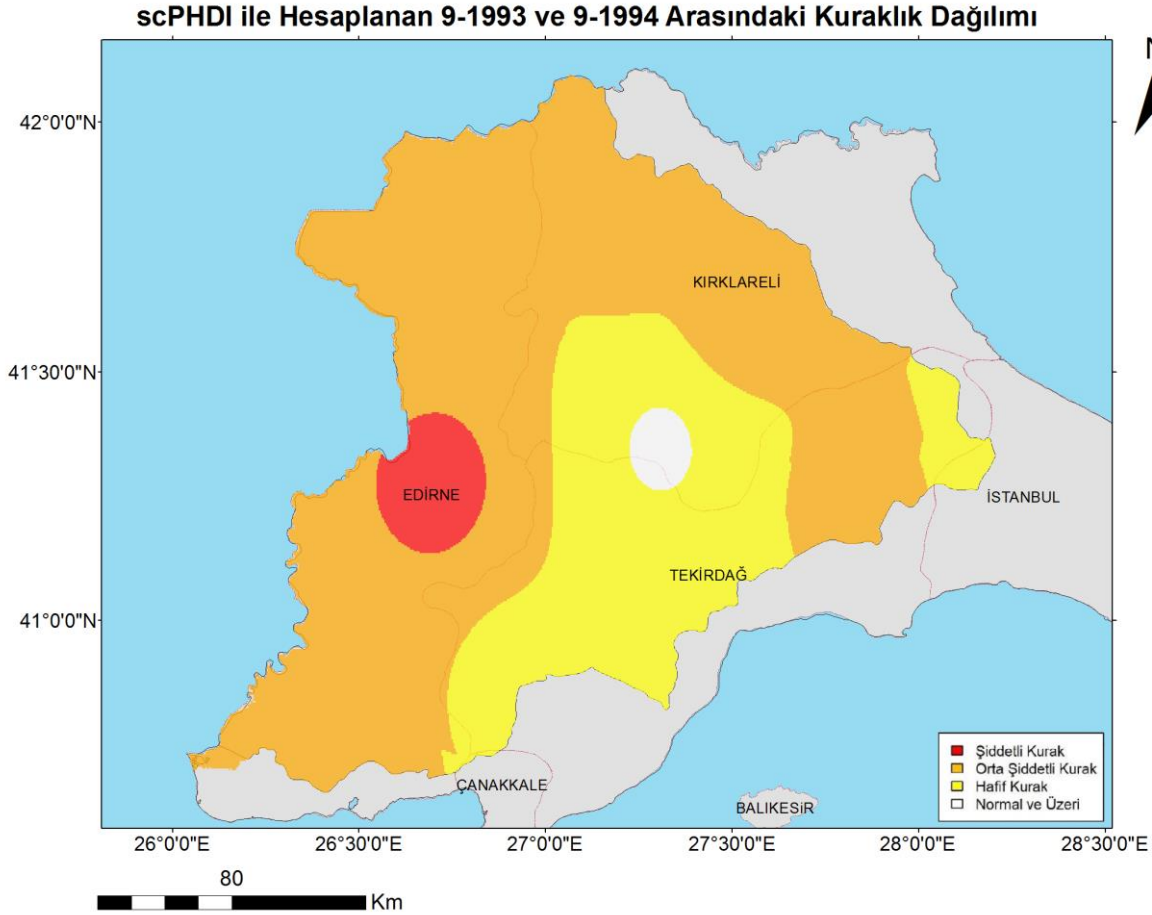
Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın büyük bir kısmını (%86,37) etkilemiştir. Sadece Havsa ve Babaeski alt havzalarının bir kısmında kuraklık etkisini göstermemiştir. Havzanın geri kalan kısımlarında tamamen hafif kurak olma durumu görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %86,37 oranında hafif kurak olma durumu görülmekte olup orta ve şiddetli kurak olma durumları bu dönemde görülmemiştir. scPDSI indisinin ortalama değeri ise hafif kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -2,28 olarak hesaplanmıştır.



3.4.3.4. scPHDI Kuraklık Şiddet Haritaları

3.4.3.4.1. 08/1992 ile 11/1994 Arası Kurak Dönem

08/1992 ile 11/1994 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin scPHDI indisine göre en kurak ayları olan 09/1993 ile 09/1994 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.209) verilmektedir.



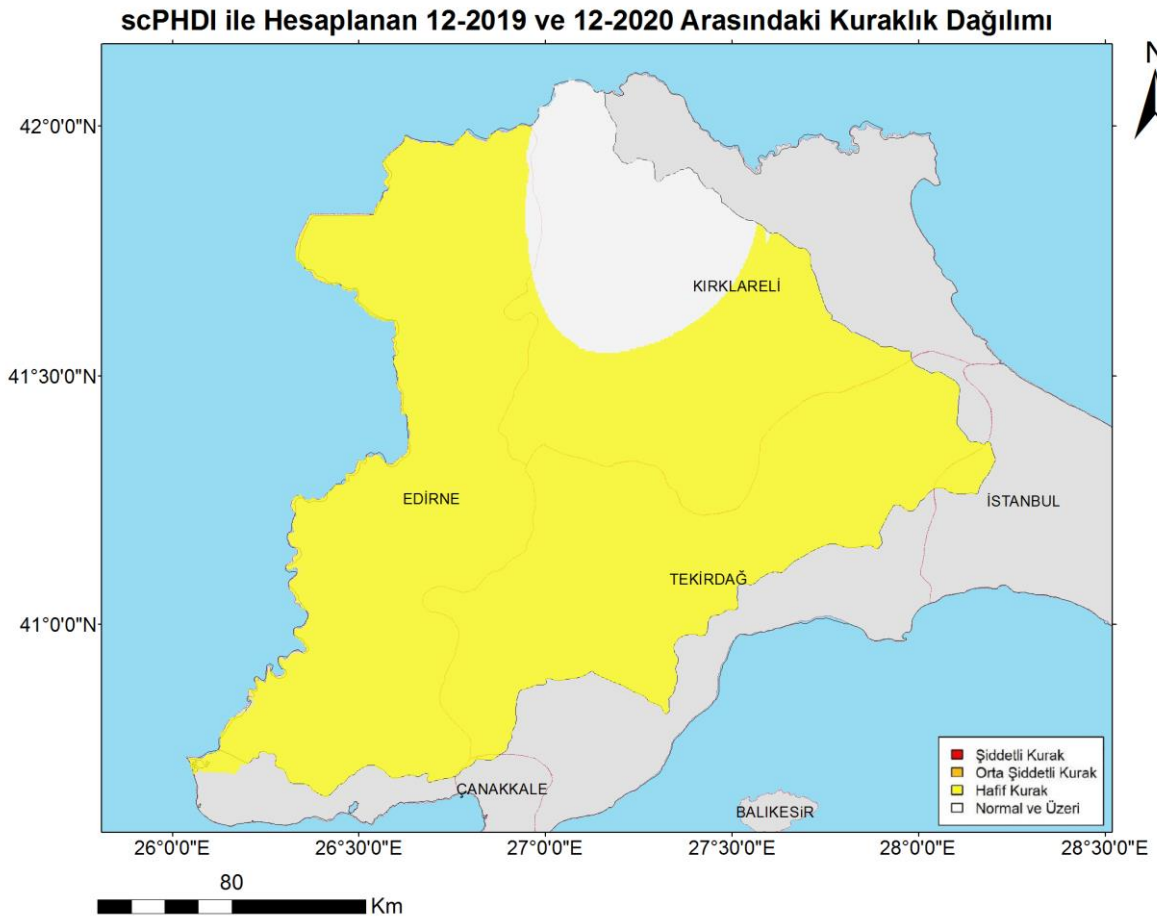
Şekil 3.209 Scphdı ile Hesaplanan 09/1993 ile 09/1994 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın sadece küçük bir kısmında (%1,41) hissedilmemiştir. Kuraklığın etkisinin hissedilmediği alanın havzanın orta kesiminde kaldığı görülmektedir. Özellikle Uzunköprü alt havzasında şiddetli kuraklık görülmüş olup havzanın kalan kesimlerinde hafif ve orta şiddetli kuraklık baskın olarak görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %2,47 oranında hafif kurak, %65,14 oranında orta şiddetli kurak ve %3,99 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. scPHDI indisinin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -3,10 olarak hesaplanmıştır.

3.4.3.4.2. 07/2019 ile 12/2020 arası Kurak Dönem

07/2019 ile 12/2020 tarihleri arasında yaşanan 2. en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin scPHDI indisine göre en kurak ayları olan 12/2019 ile 12/2020 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 3.210) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın büyük bir kısmını (%86,37) etkilemiştir. Sadece Havsa ve Babaeski alt havzalarının bir kısmında kuraklık etkisini göstermemiştir. Havzanın kalan kesimlerinde ise sadece hafif kuraklık görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca sadece %86,37 oranında hafif kurak olma durumu görülmektedir. scPHDI indisinin ortalama değeri ise hafif kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -2,28 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.210 Scphdı ile Hesaplanan 12/2019 ile 12/2020 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

3.5. Kuraklık Risk Haritaları

Daha önceki bölümlerde Kuraklık Risk Analizleri istasyon ve alt havza bazında yapılarak tablosal ve grafiksel olarak verilmiştir. Bu hesaplamaları havza bazında görmek için ise bu verilere dayanılarak IDW interpolasyon tekniği ile istasyon bazındaki verileri havzaya dağıtmak suretiyle bir analiz yapılmıştır. Bölüm 3.4'te incelenen tüm indislerin haritaları da bu kapsamda hazırlanmıştır. Haritalar “Hafif Kurak”, “Orta Şiddetli Kurak”, “Şiddetli Kurak” ve “Hepsinin Toplamı” olacak şekilde hazırlanarak sunulmaktadır.

Hazırlanan her harita kendi içinde yeşilden kırmızıya değişen bir renk skalasında değerlendirilmektedir. Her harita kendi içerisinde ayrımı kolaylaştırmak için kendi skalasını oluşturmaktadır. Eğer tek bir skala kullanılsaydı değişimin az olduğu dönem ya da indislerde riskli alanların renkleri birbirine yakın olacağı için ayırım yapılması da zor olacaktı. Bu sebeple tek bir renk skalası yerine değişen renk skalaları tercih edildi. Böylelikle her haritanın kendi içerisinde okunabilirliği artırılmış oldu.

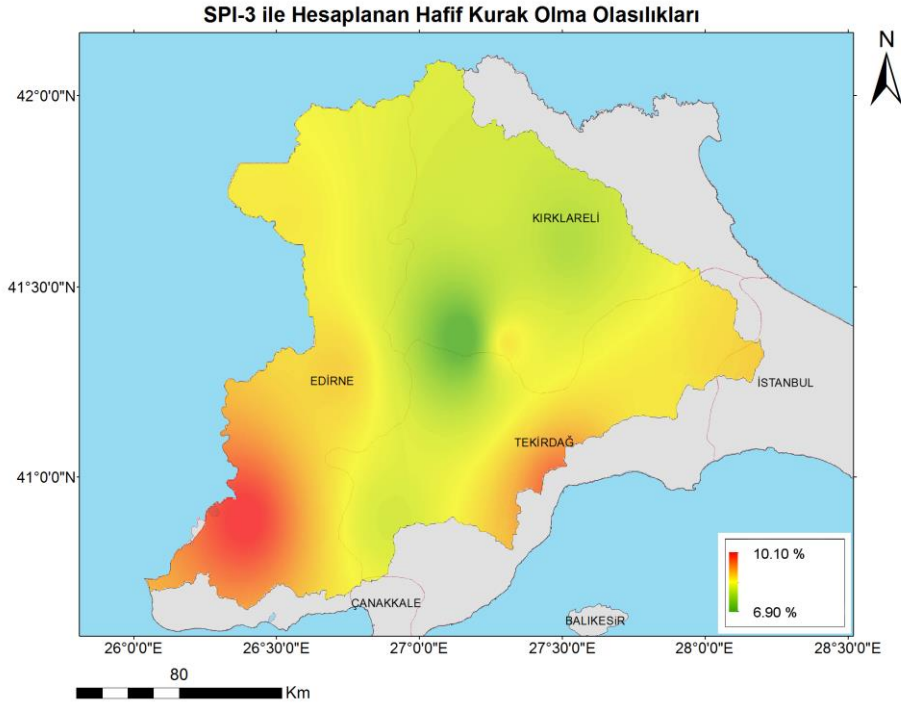
Yeşil renkli alanlar hesaplanan indise göre kuraklık riskinin az olduğu, kırmızı alanlar ise kuraklık riskinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Sarı rengin hâkim olduğu alanlar ise kuraklık riskinin orta durumda olduğunu göstermektedir.

Haritalar üzerinde yapılan değerlendirmede daha önceden belirtilen kuraklık risk analizlerindeki alt havza bazındaki değerlendirmelerin ile birebir olarak örtüştüğü teyit edilmiştir. Bar grafikte en yoğun hafif kuraklık riskinin Çorlu ve Vize alt havzalarında olduğu, İpsala-Keşan ve Havsa alt havzalarında ise daha az hafif kuraklık riski olduğu görülmektedir ki haritaya bakıldığında en yeşil alanların bu alt havzalara dahil olduğu görülmektedir.

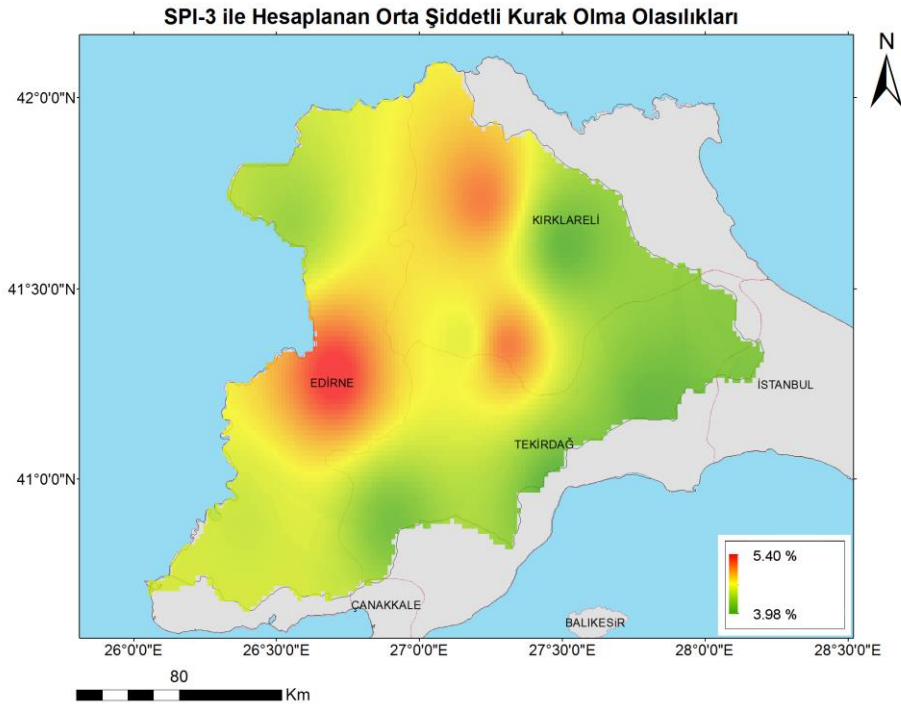
Daha önceki kısımlarda da belirtildiği üzere rapor kapsamında hesaplanan indislerin NDVI ile korelasyonları daha önceki konularda incelenmiş olup çok düşük korelasyon katsayıları ile karşılaşılmıştır. Ayrıca Ji ve Peters'in 2003 yılında hazırladıkları makale kapsamında NDVI ile SPI korelasyonları incelenmiş olup korelasyonun aylar arasında ve toprağın su tutma kapasitesine göre değişkenlik gösterdiği ortaya çıkmıştır (Ji & Peters, 2003). Bu sebeple havza genelinde NDVI korelasyon yaklaşımı ile en uygun indislerin gösterilmesi risk bakımından uygun görülmemiş ve şiddet haritaları için seçilen indislerin risk haritaları gösterilmiştir.

3.5.1. Meteorolojik Kuraklık Şiddet Haritaları

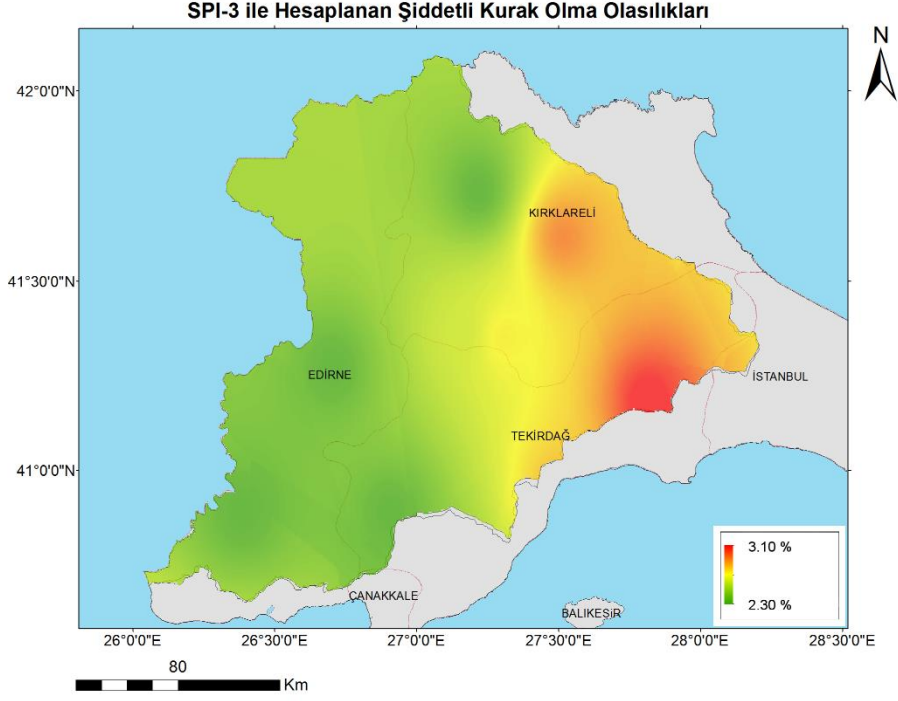
3.5.1.1. SPI 3 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



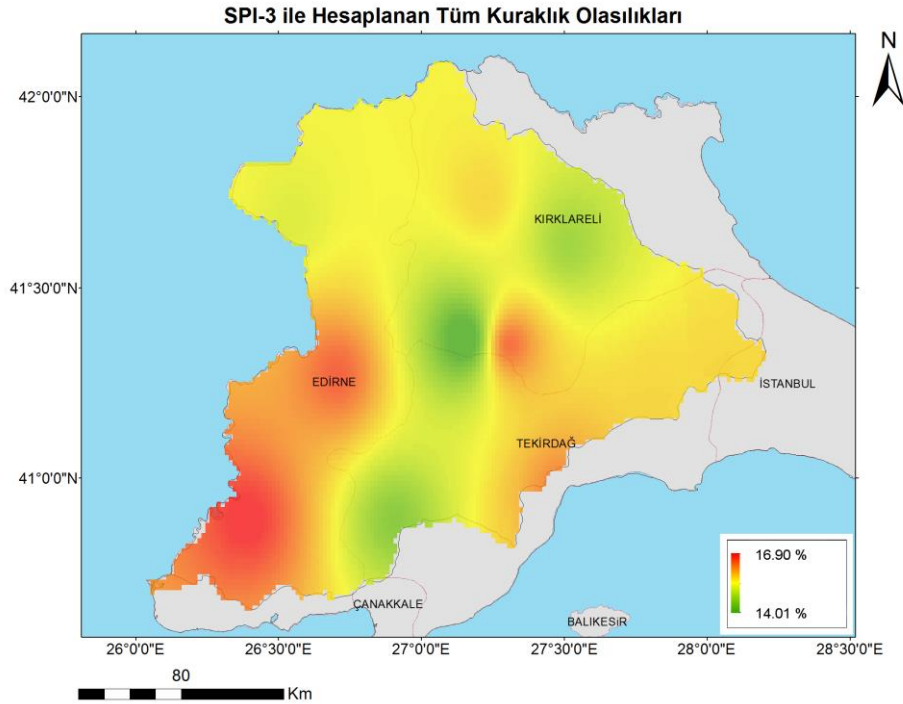
Şekil 3.211 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.212 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

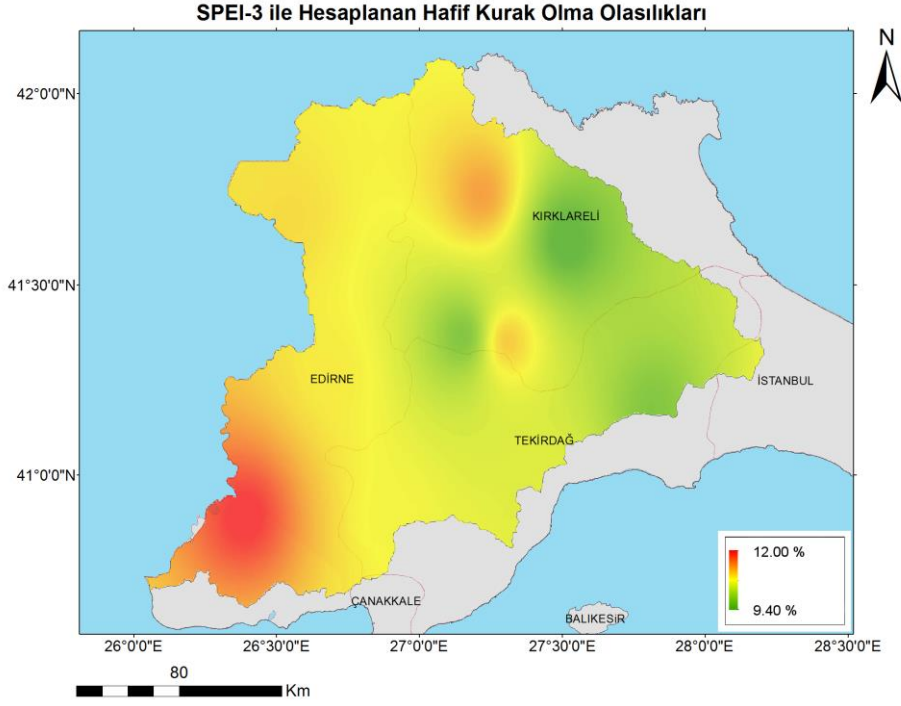


Şekil 3.213 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

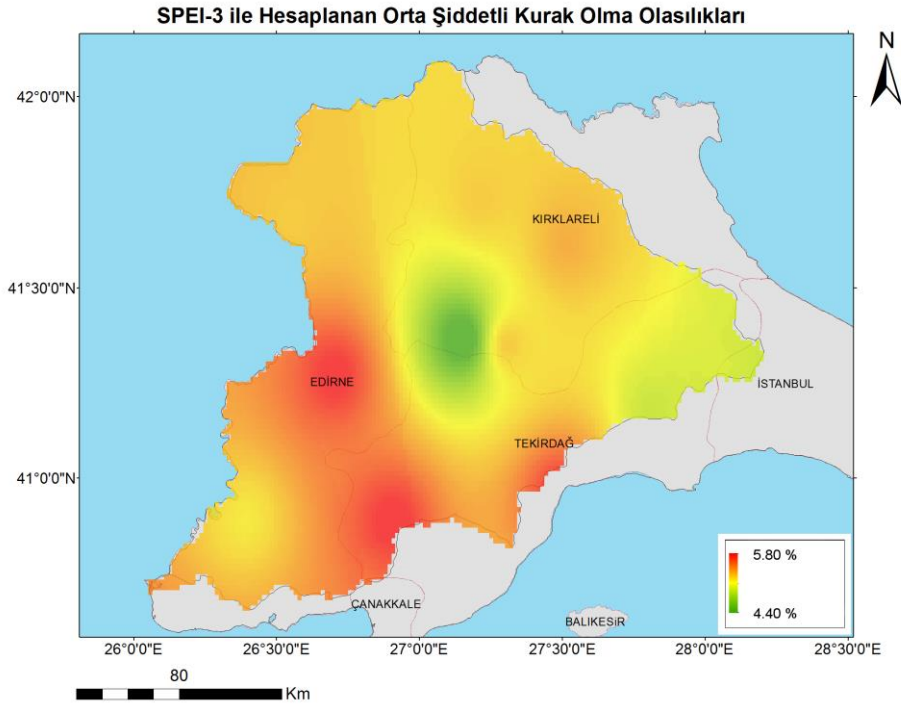


Şekil 3.214 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

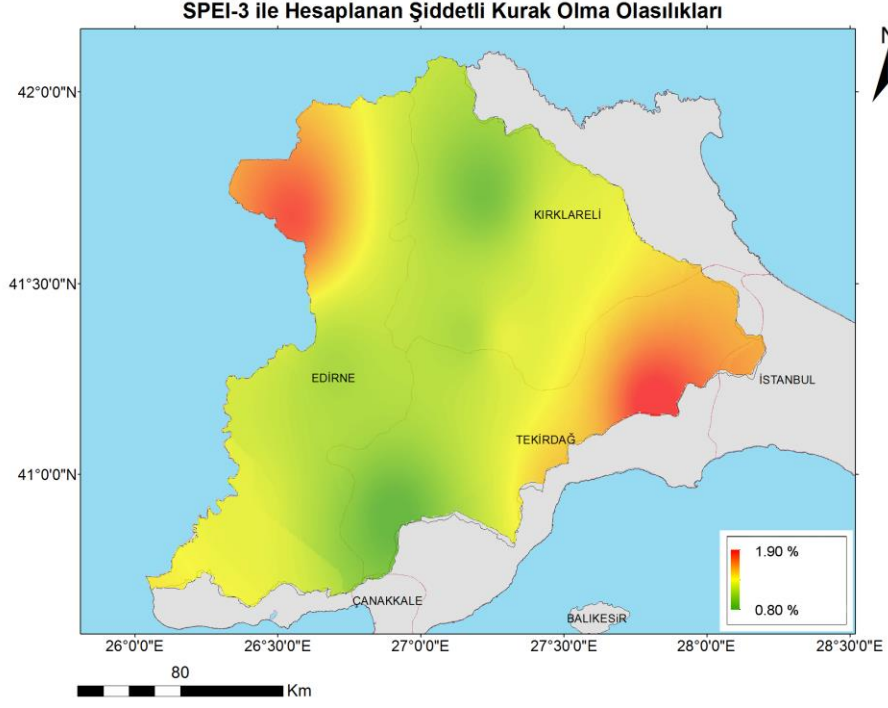
3.5.1.2. SPEI 3 Aylık Periyot Kuraklık Risk Haritaları



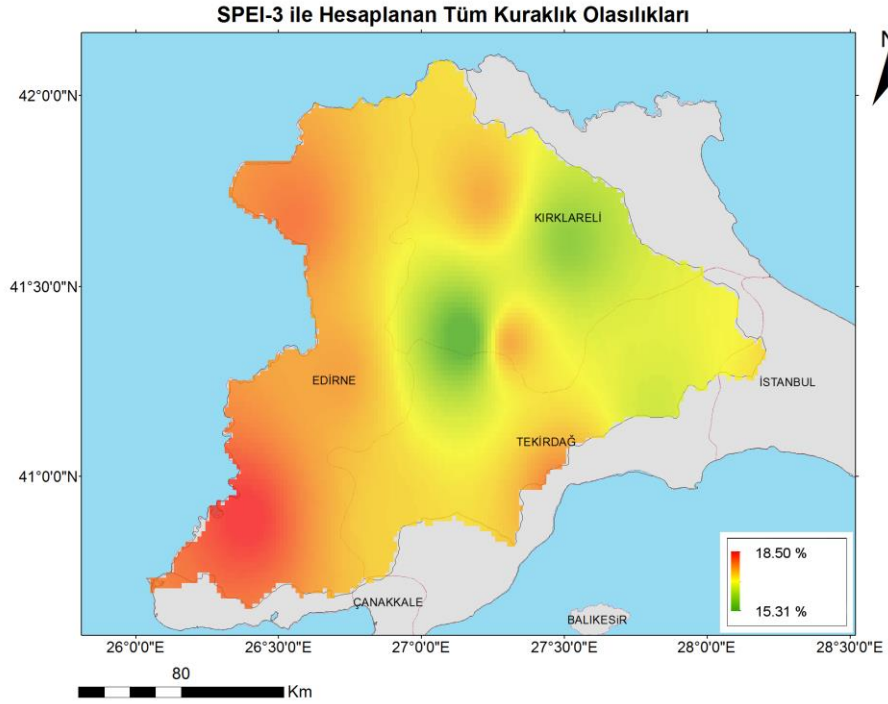
Şekil 3.215 SPEI 3 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.216 SPEI 3 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası



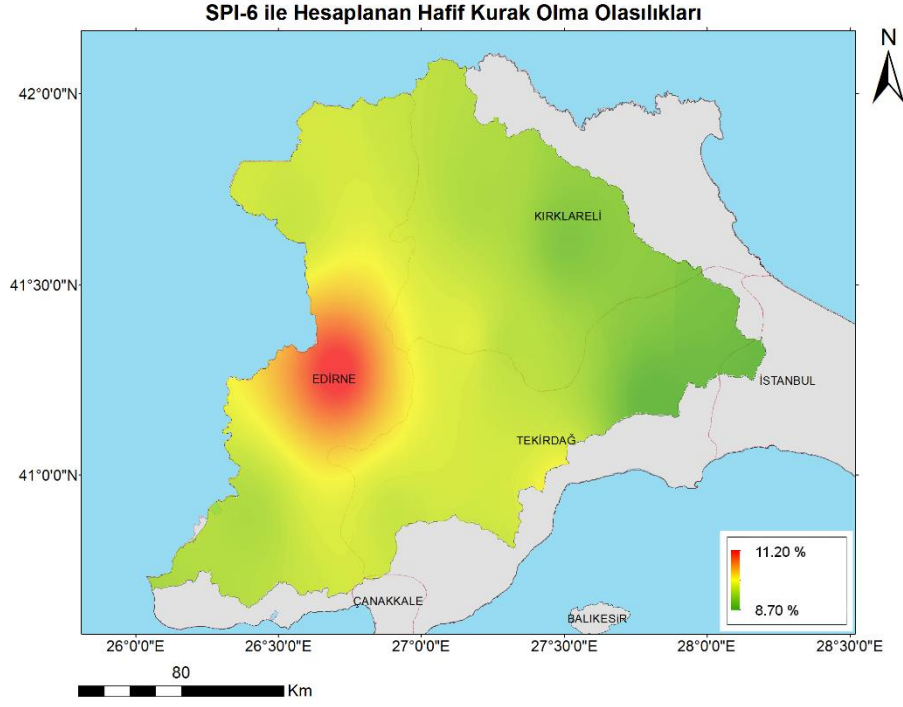
Şekil 3.217 SPEI 3 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası



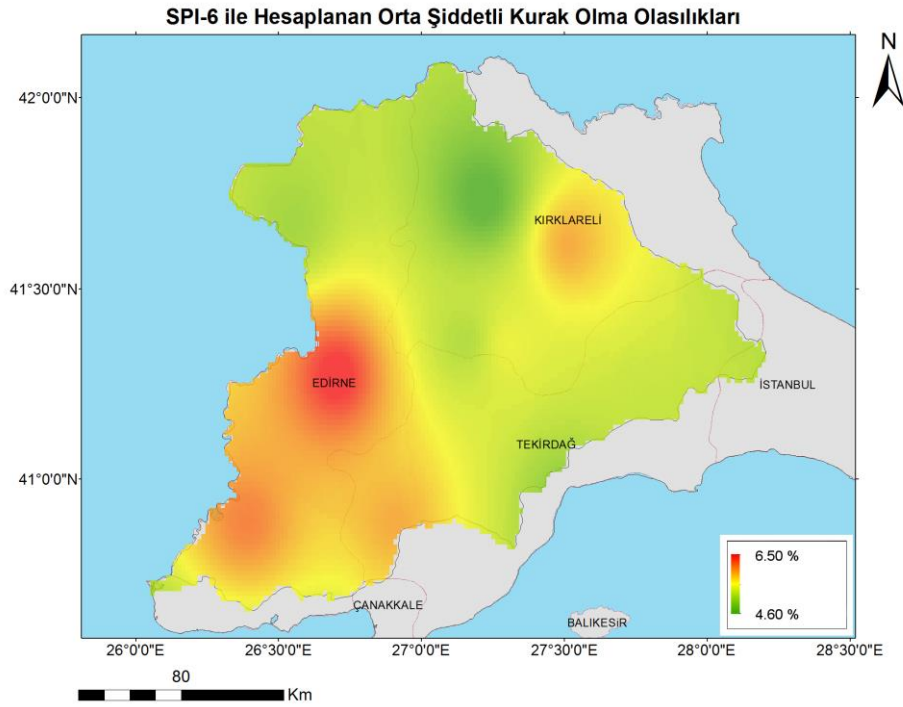
Şekil 3.218 SPEI 3 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

3.5.2. Tarımsal Kuraklık Şiddet Haritaları

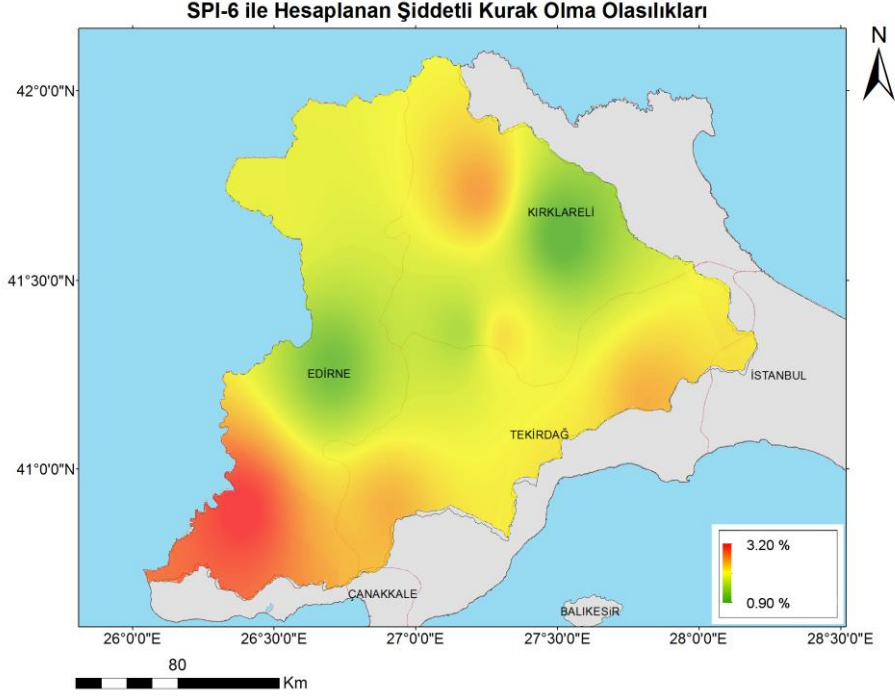
3.5.2.1. SPI 6 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



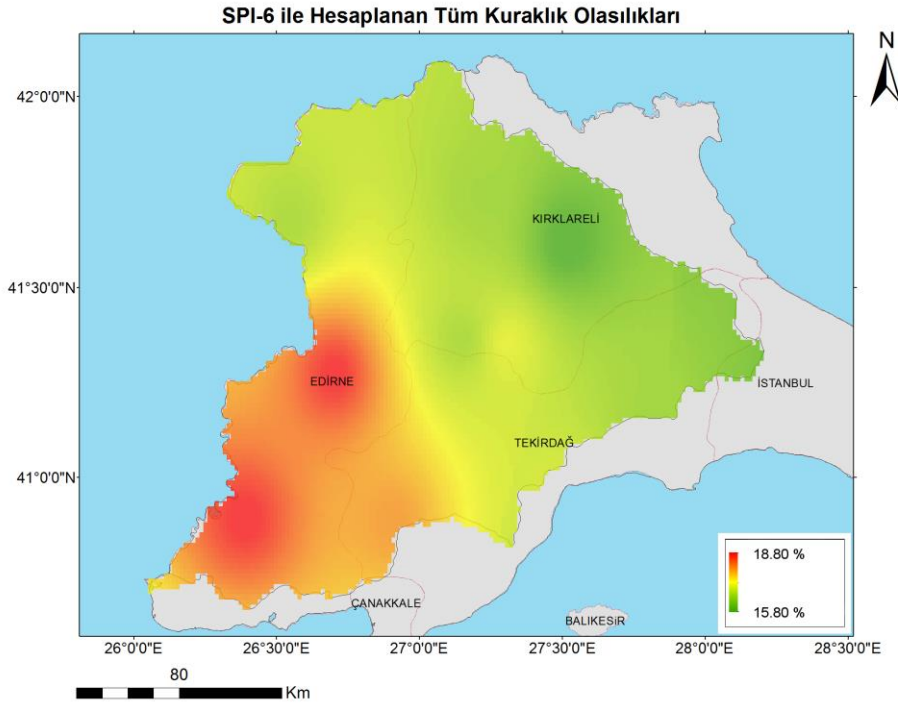
Şekil 3.219 SPI 6 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.220 SPI 6 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

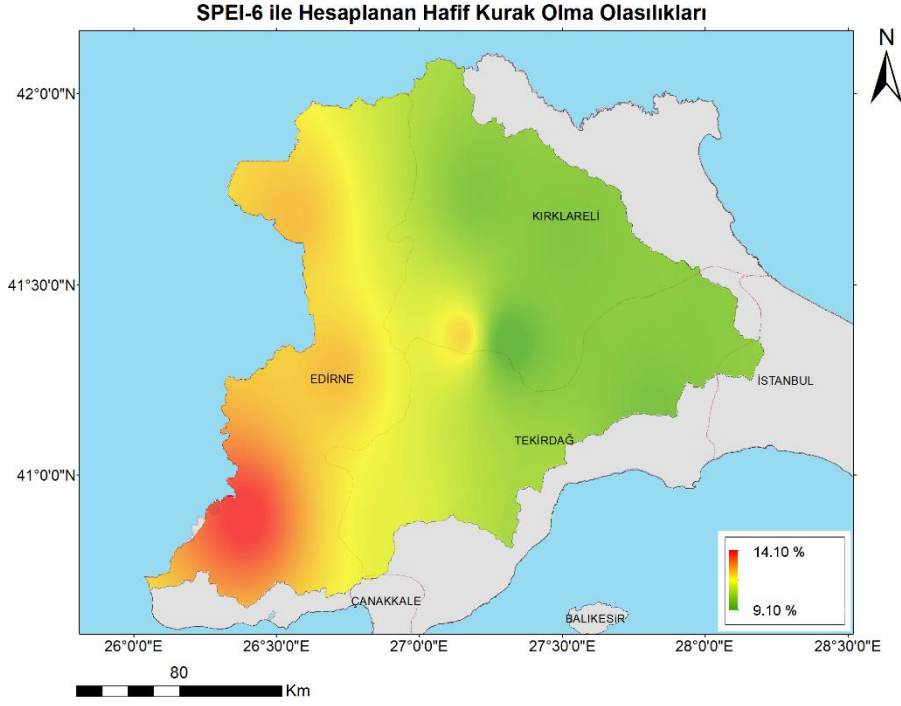


Şekil 3.221 SPI 6 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

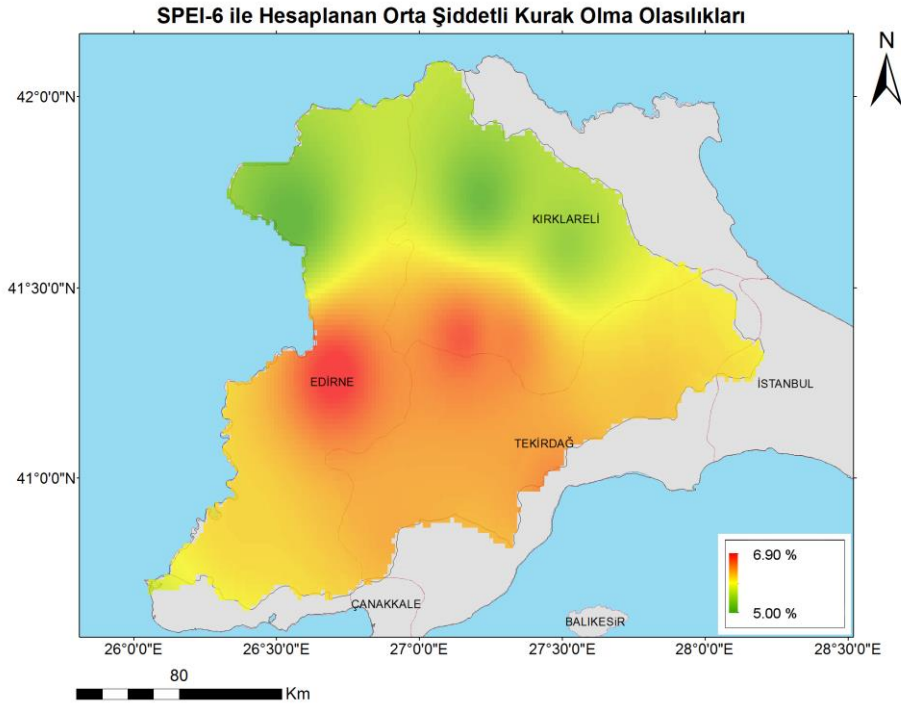


Şekil 3.222 SPI 6 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

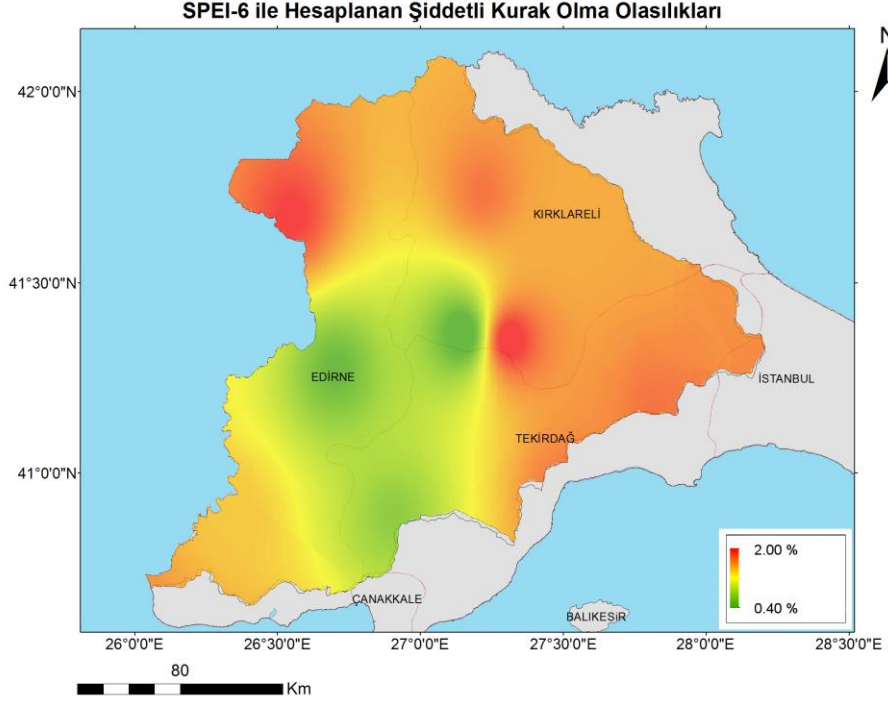
3.5.2.2. SPEI 6 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



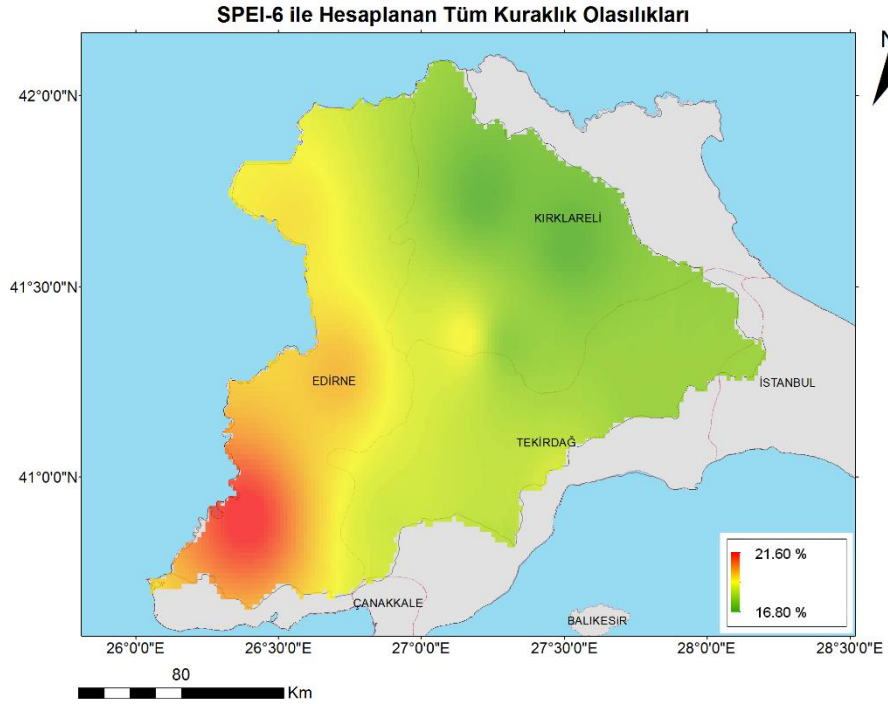
Şekil 3.223 SPEI 6 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.224 SPEI 6 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

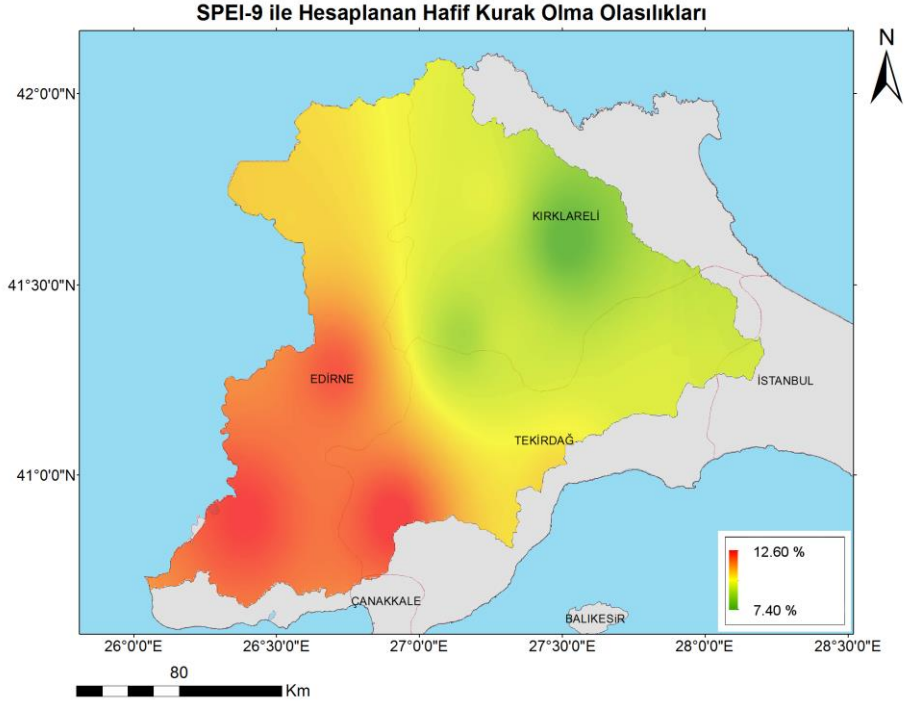


Şekil 3.225 SPEI 6 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

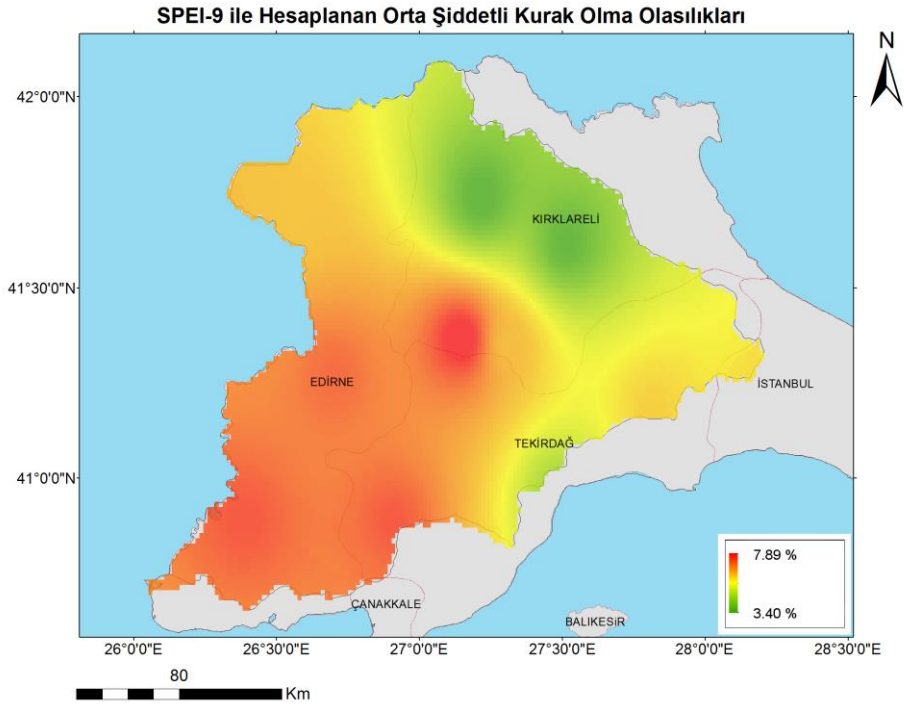


Şekil 3.226 SPEI 6 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

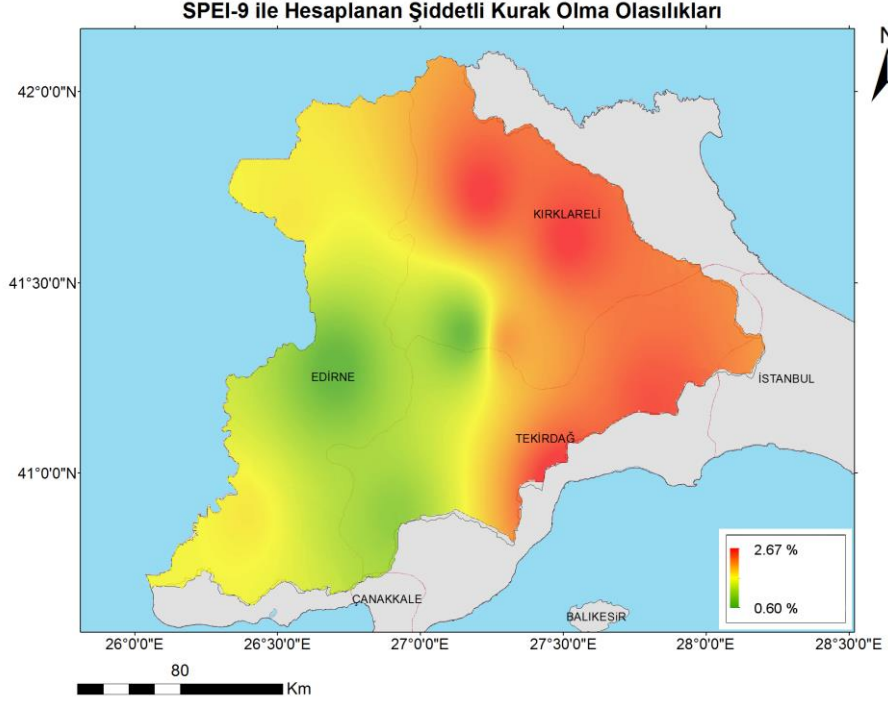
3.5.2.3. SPEI 9 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



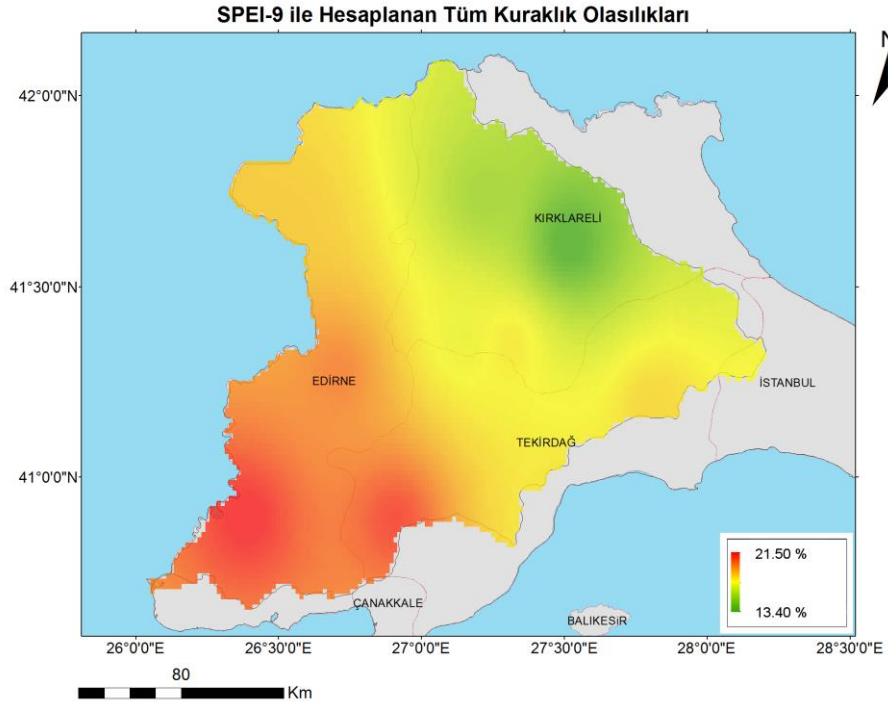
Şekil 3.227 SPEI 9 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.228 SPEI 9 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

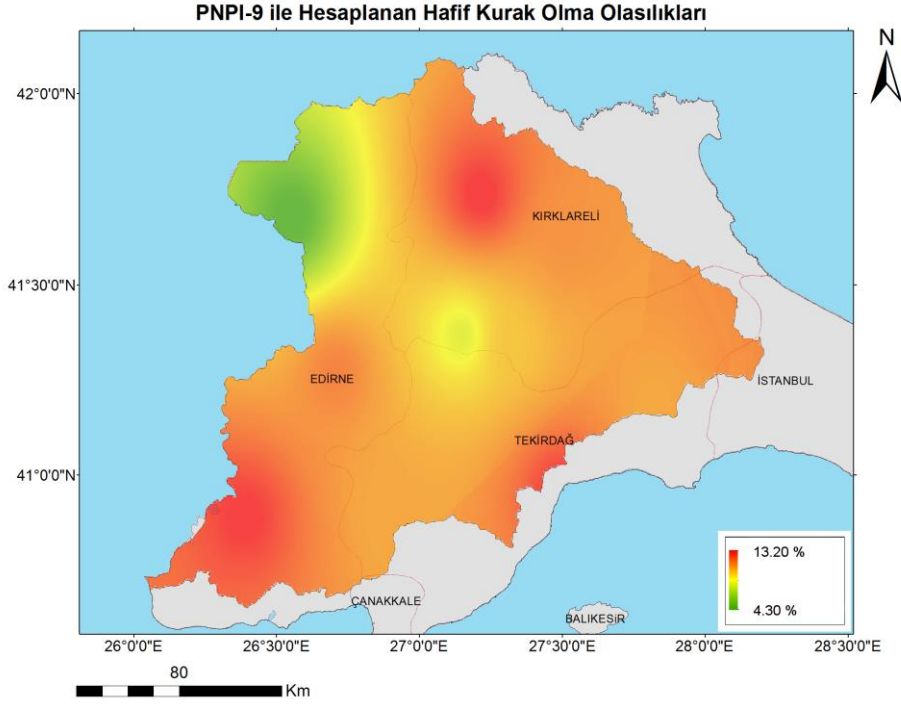


Şekil 3.229 SPEI 9 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

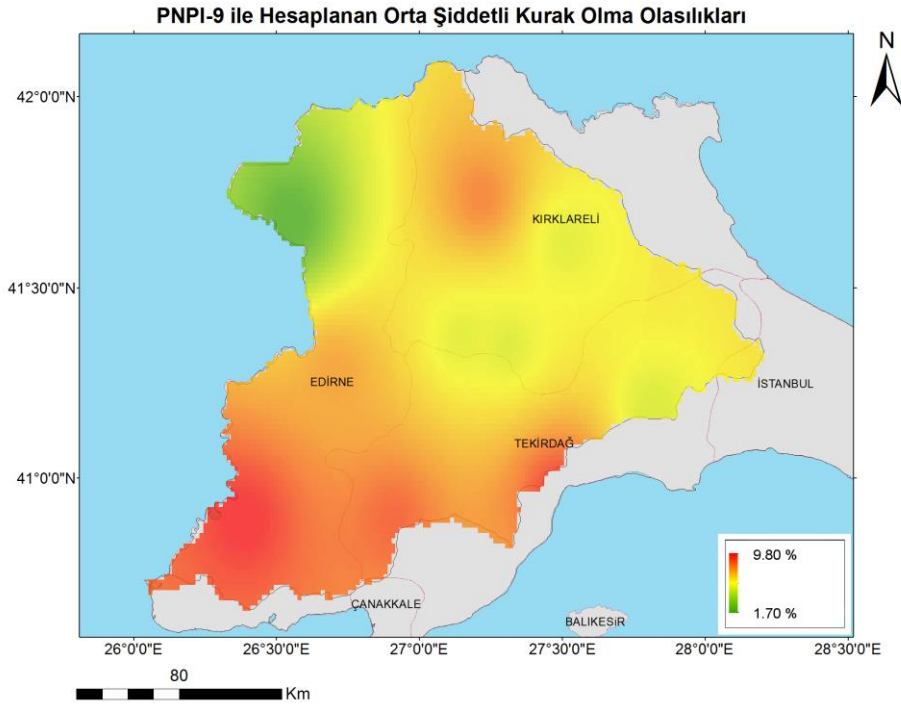


Şekil 3.230 SPEI 9 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

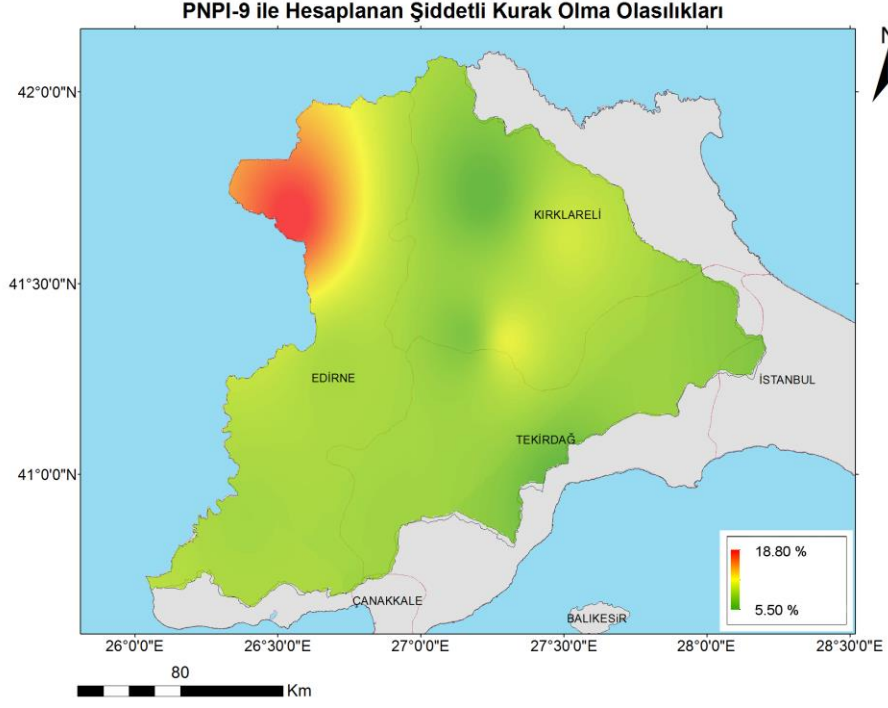
3.5.2.4. PNPI 9 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



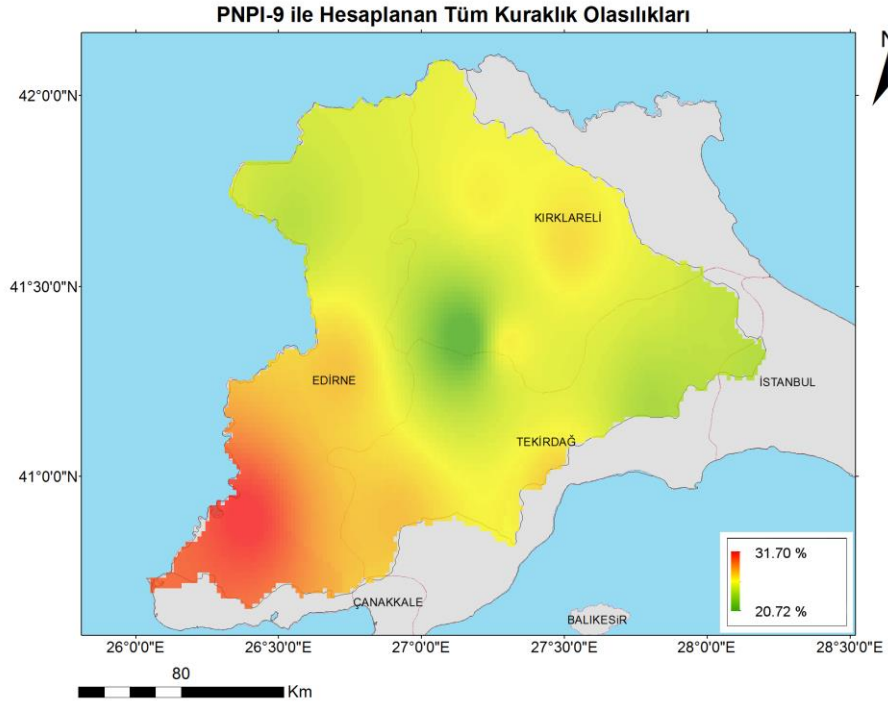
Şekil 3.231 PNPI 9 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.232 PNPI 9 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası



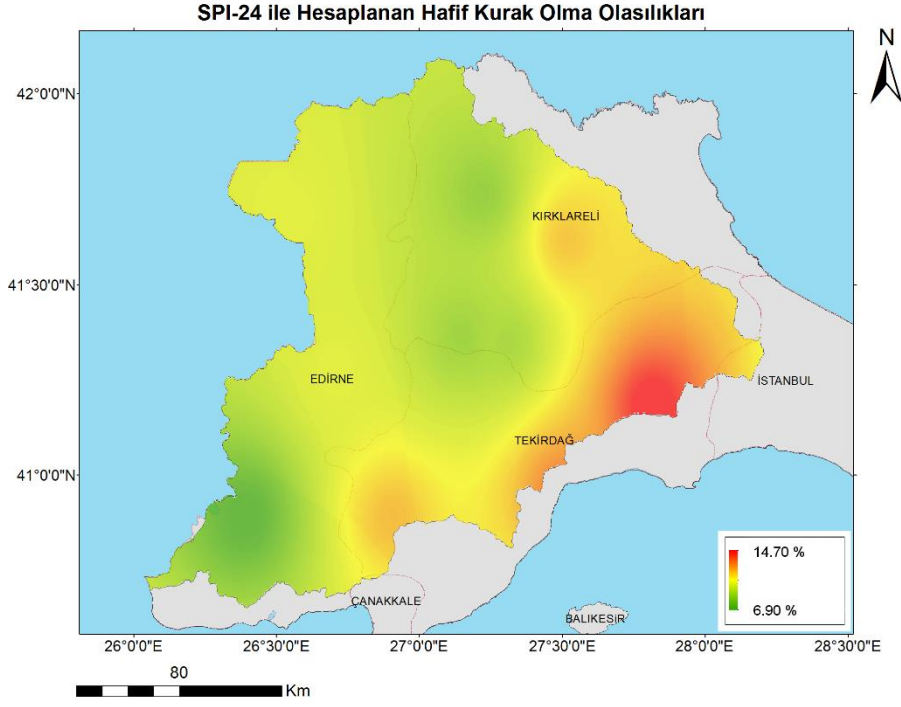
Şekil 3.233 PNPI 9 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası



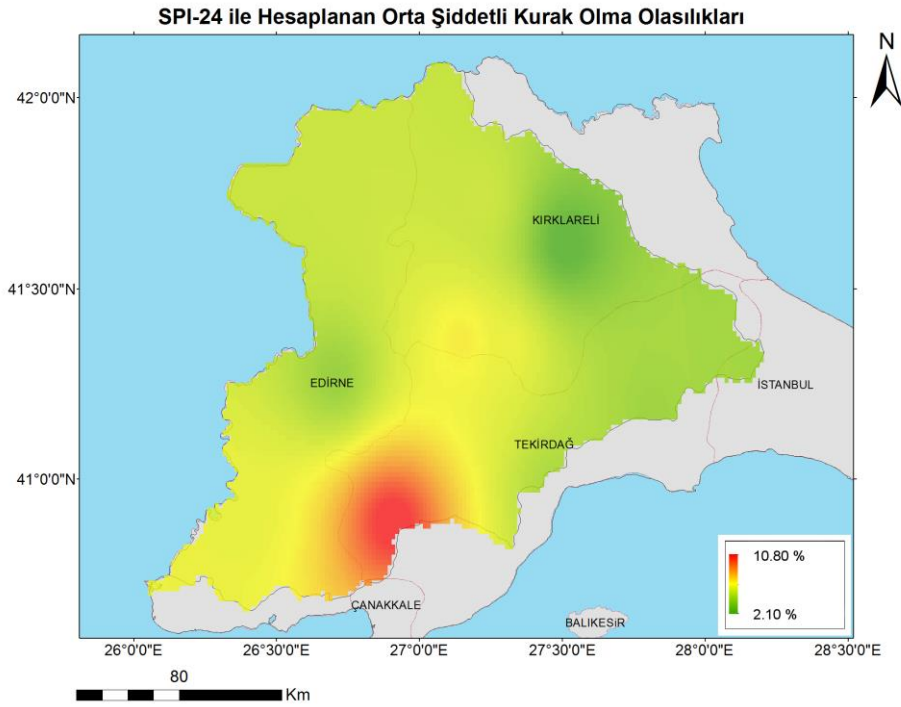
Şekil 3.234 PNPI 9 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

3.5.3. Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları

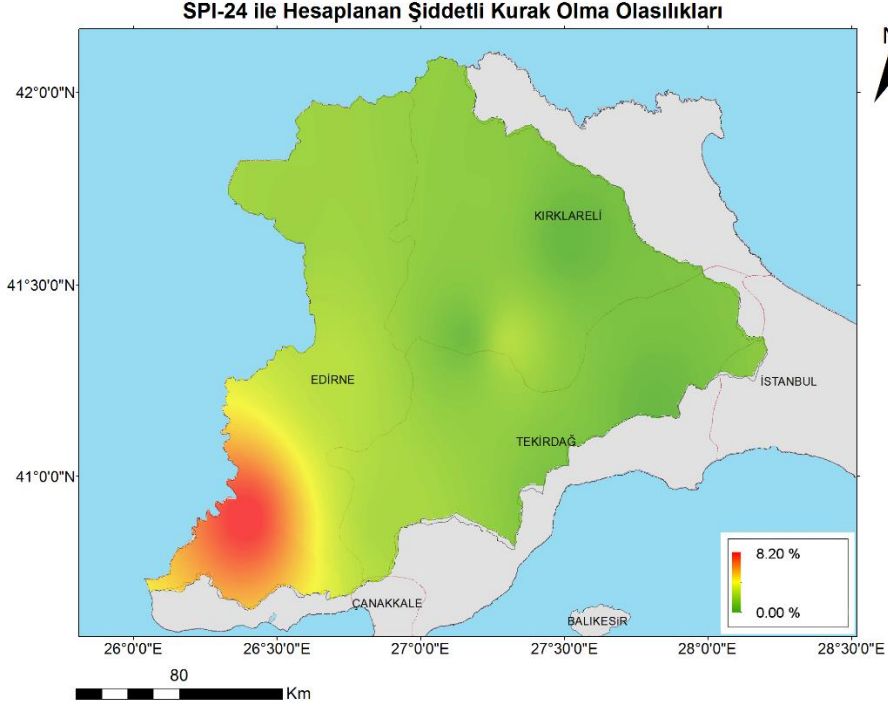
3.5.3.1. SPI 24 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



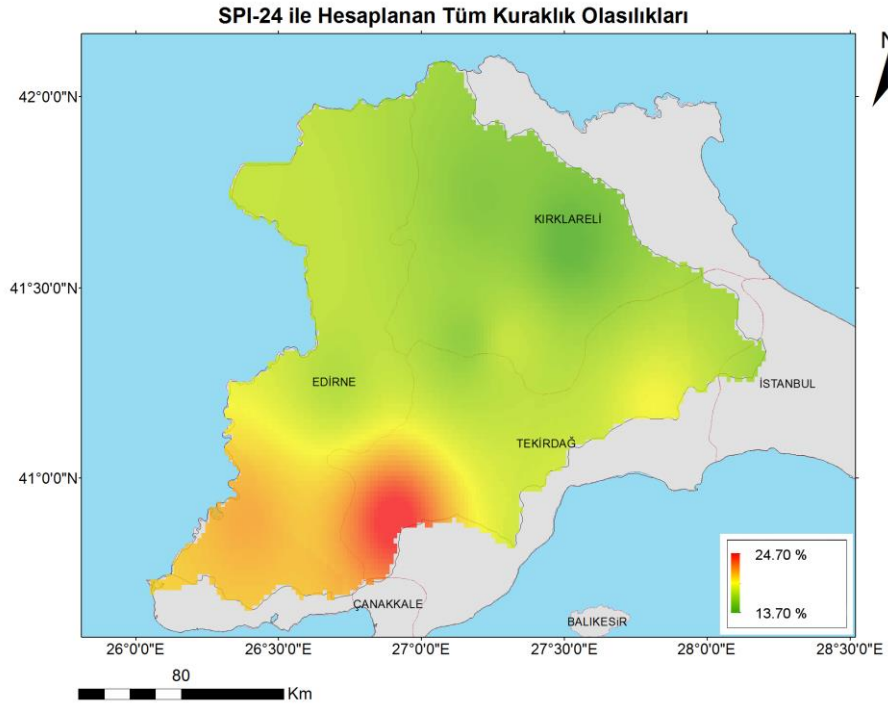
Şekil 3.235 SPI 24 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.236 SPI 24 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

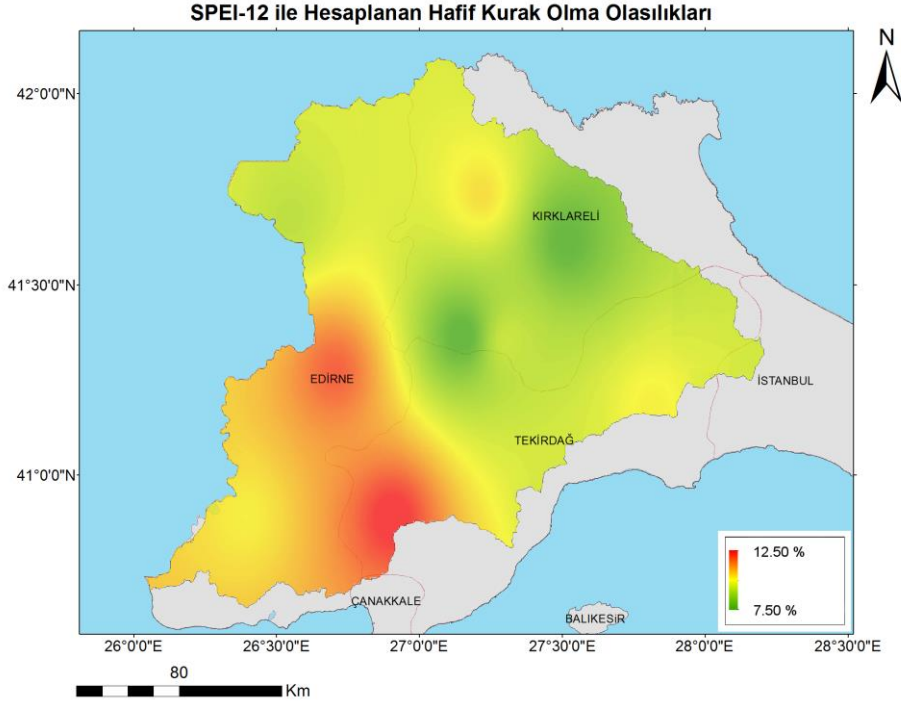


Şekil 3.237 SPI 24 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

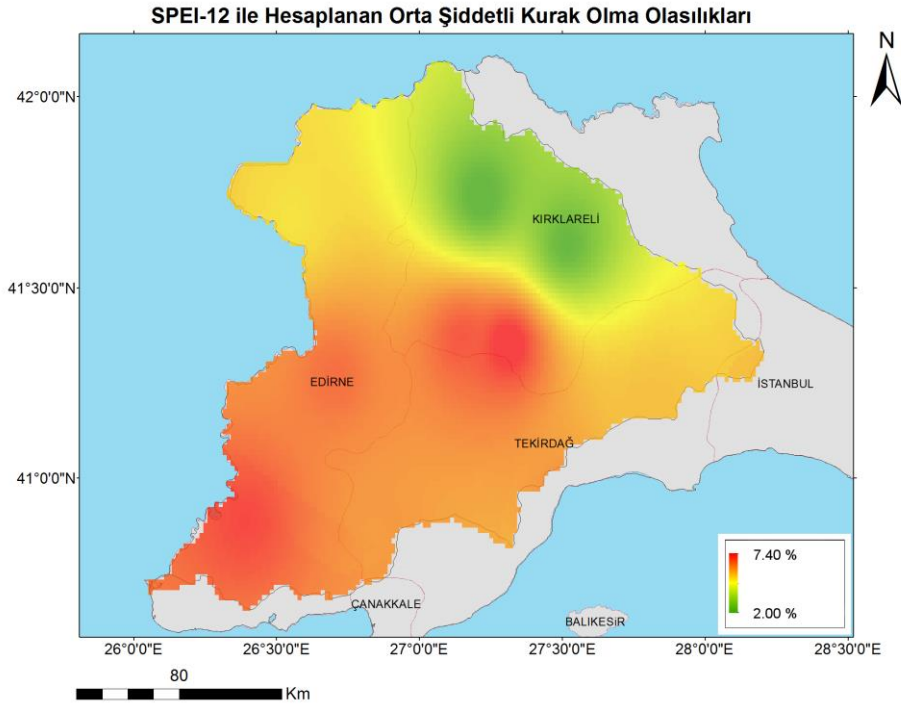


Şekil 3.238 SPI 24 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

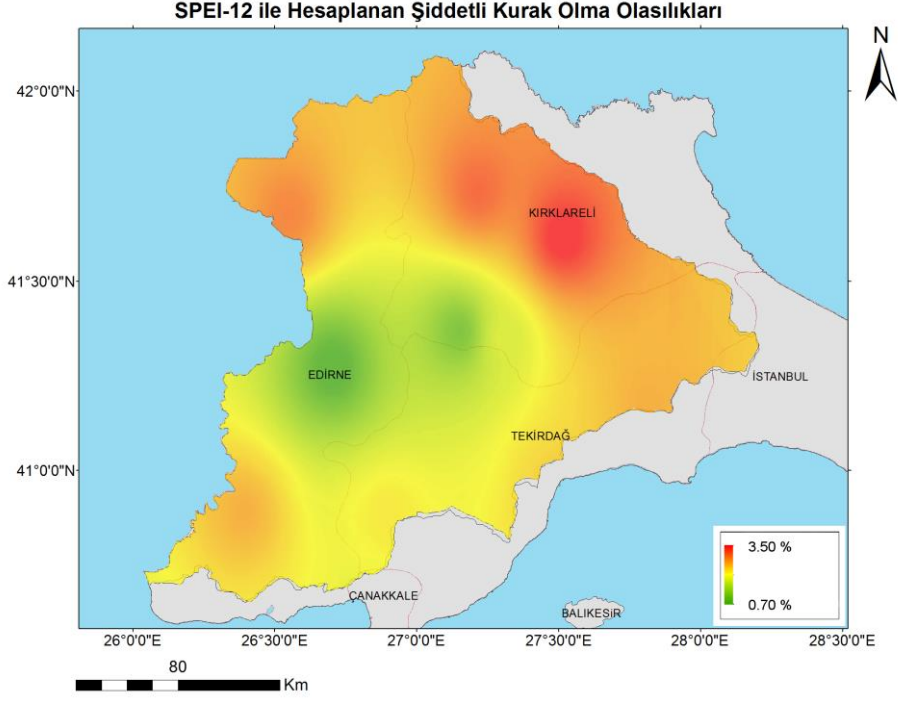
3.5.3.2. SPEI 12 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



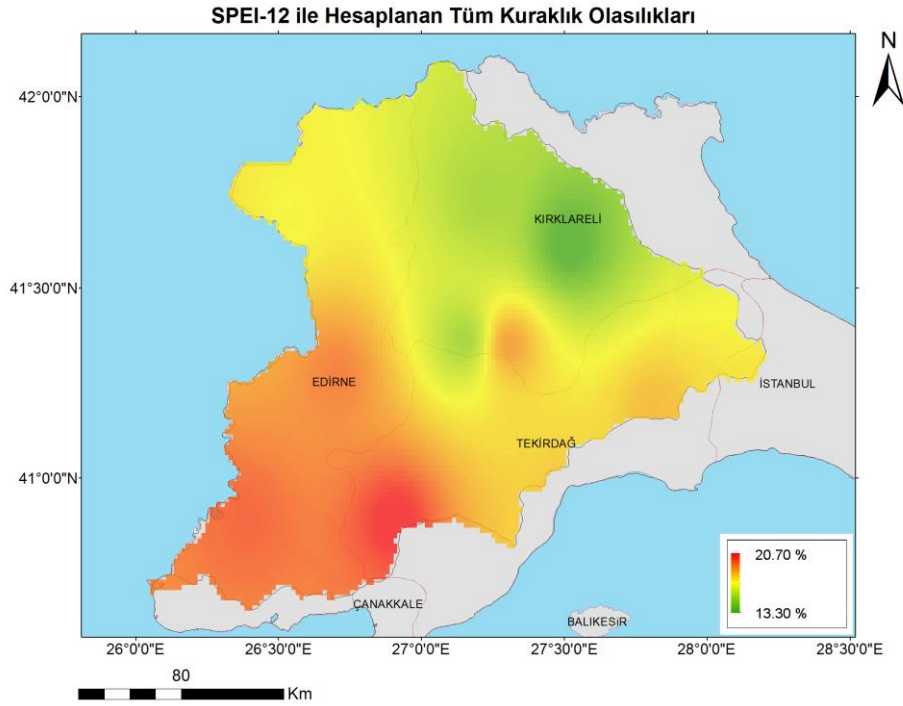
Şekil 3.239 SPEI 12 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.240 SPEI 12 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

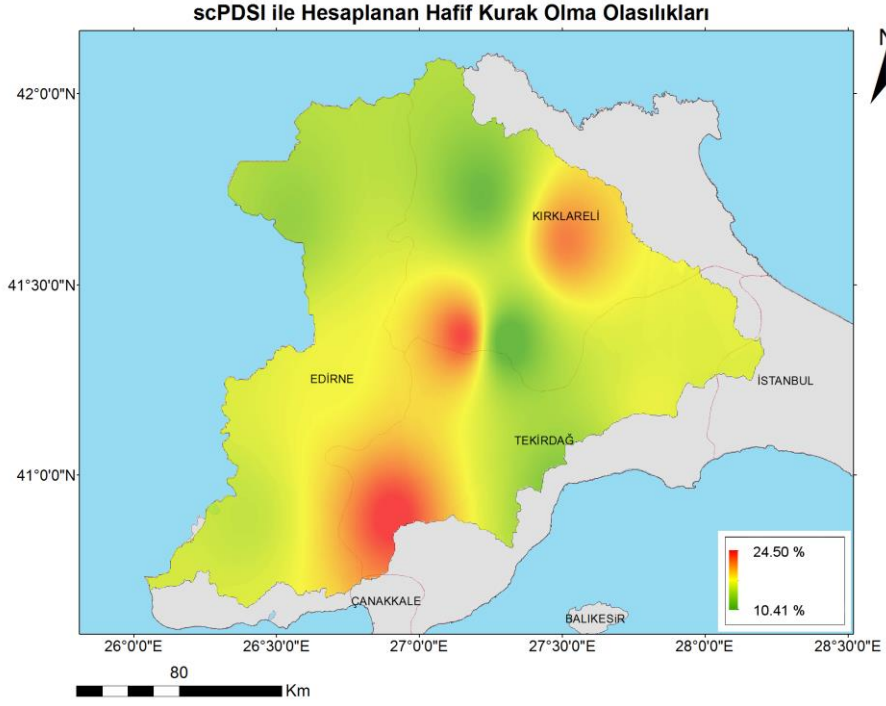


Şekil 3.241 SPEI 12 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

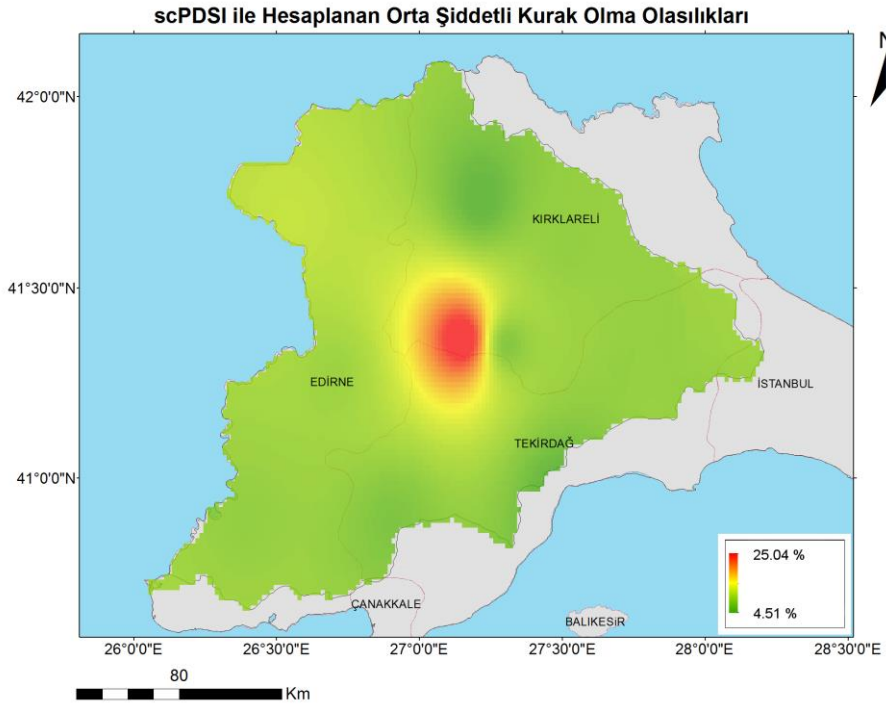


Şekil 3.242 SPEI 12 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

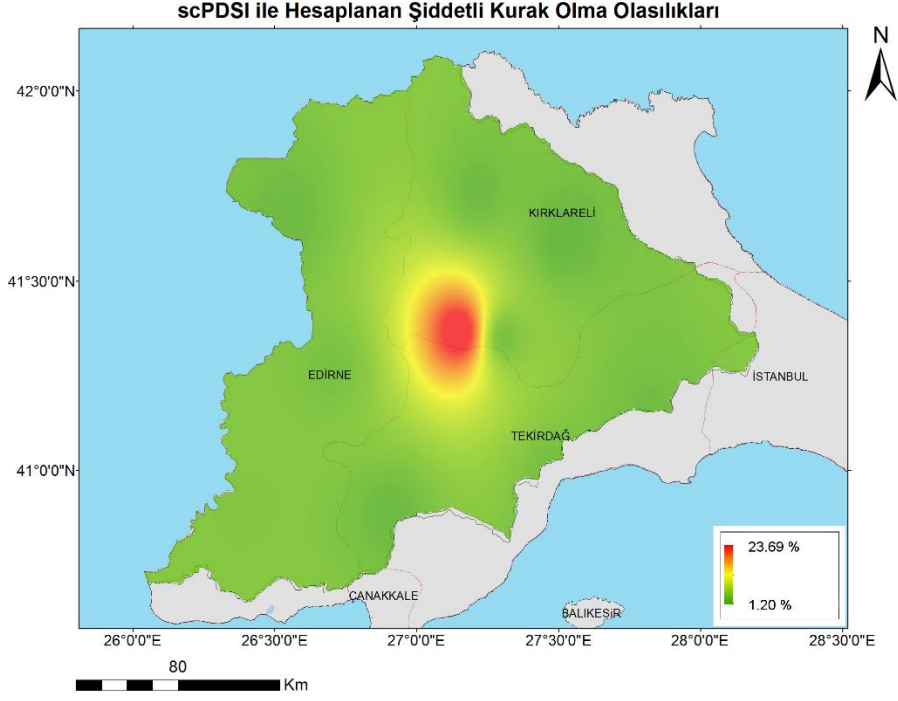
3.5.3.3. scPDSI Kuraklık Risk Haritaları



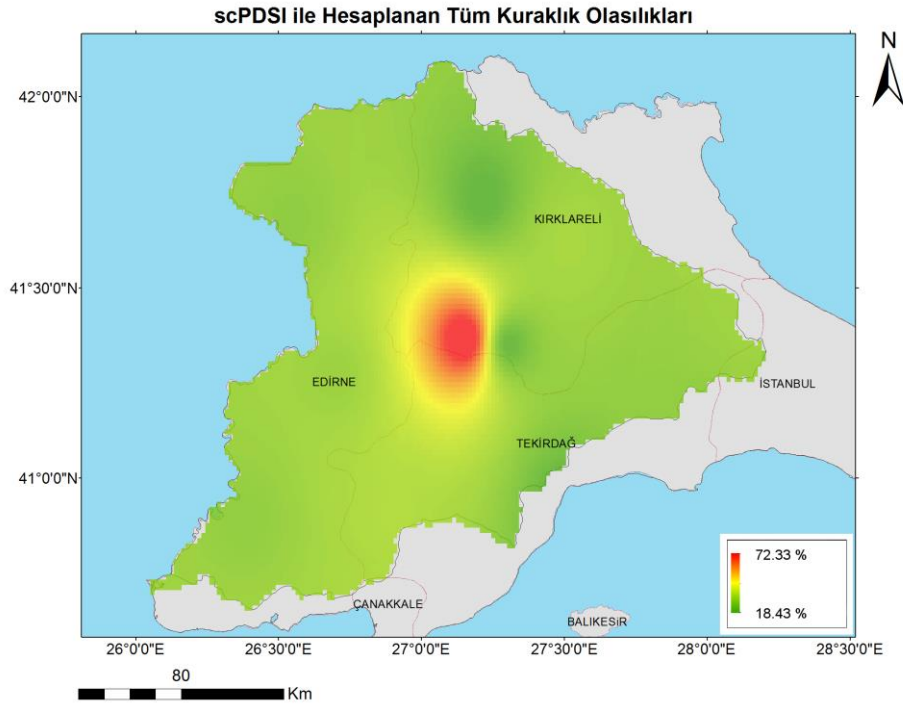
Şekil 3.243 scPDSI ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.244 scPDSI ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

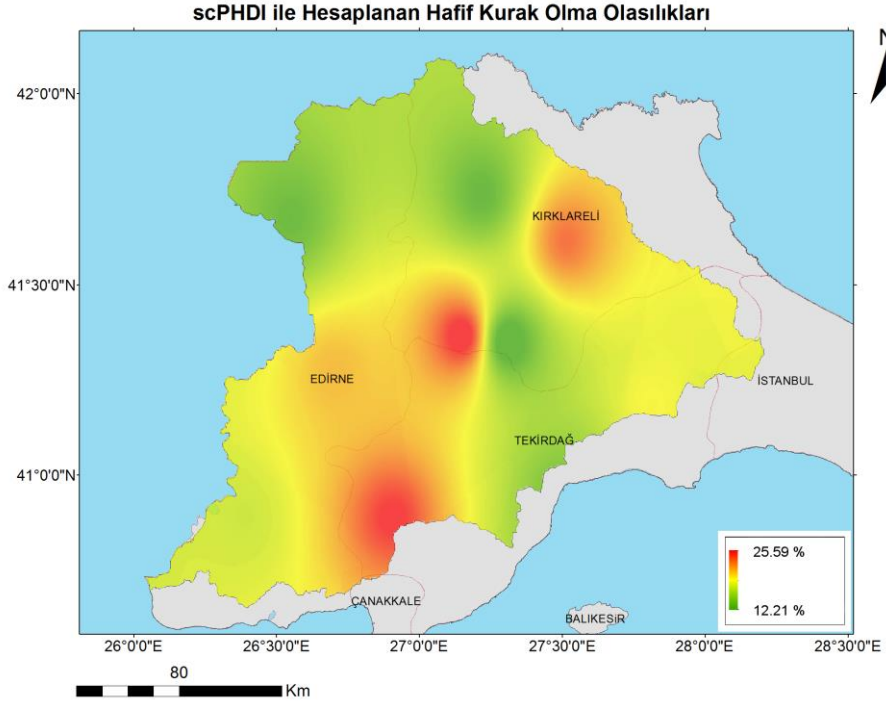


Şekil 3.245 scPDSI ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

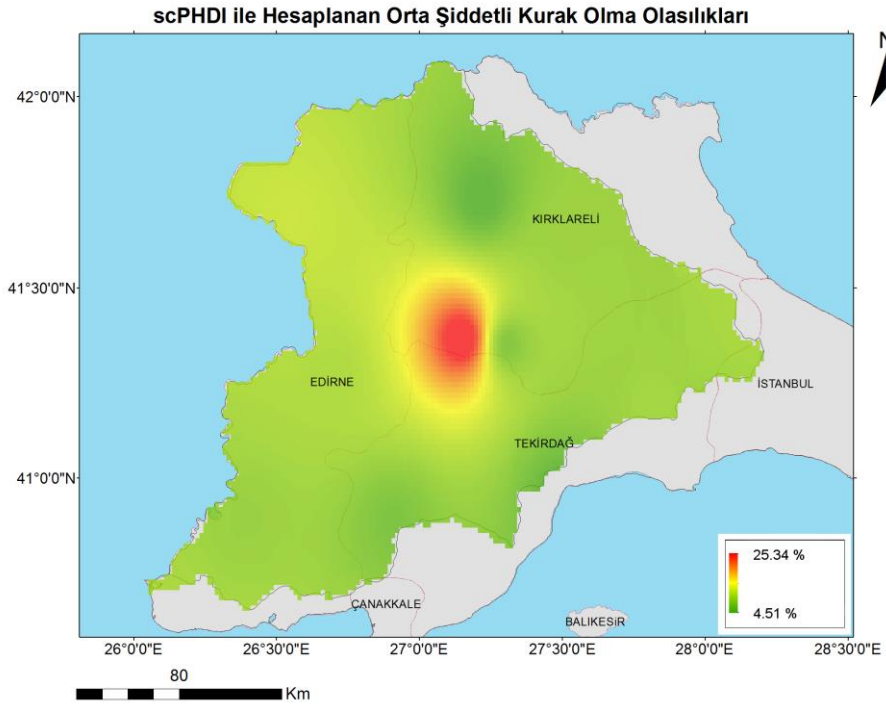


Şekil 3.246 scPDSI ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

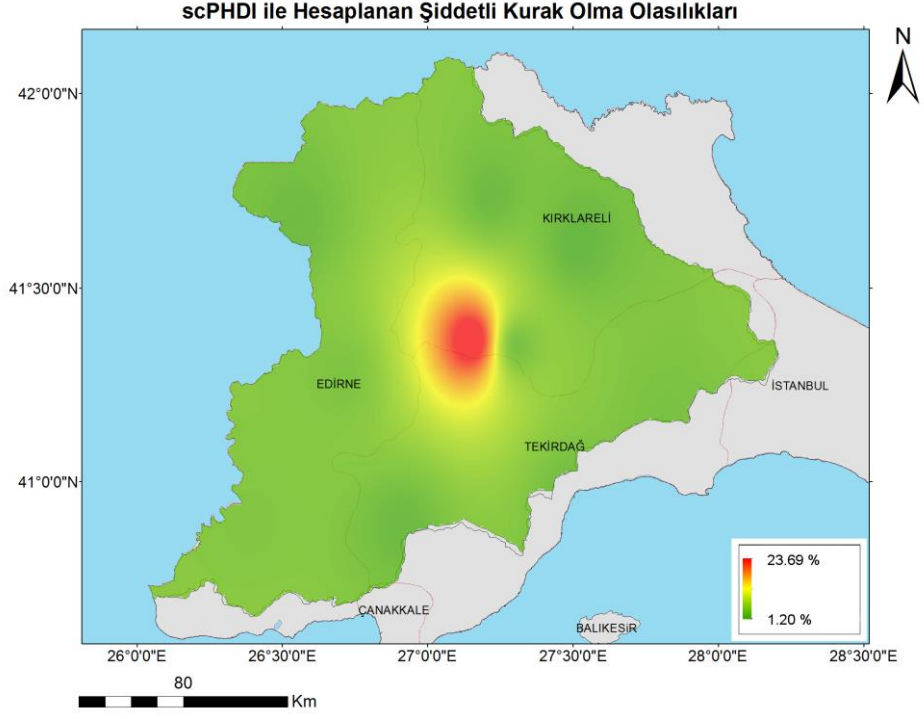
3.5.3.4. scPHDI Kuraklık Risk Haritaları



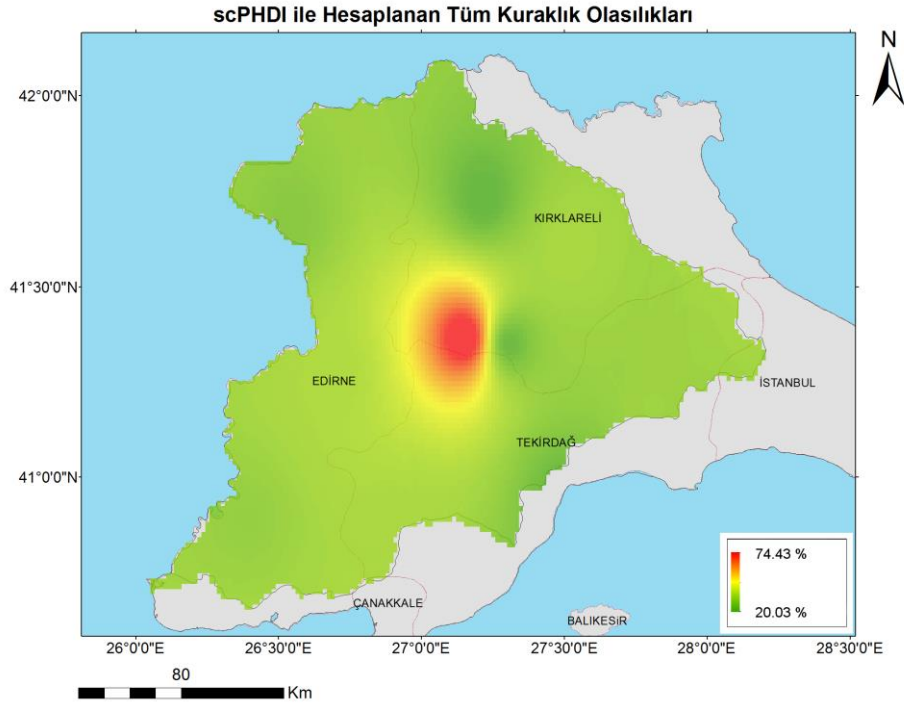
Şekil 3.247 scPHDI ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.248 scPHDI ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.249 scPHDI ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 3.250 scPHDI ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

3.6. Maruziyet İndeksi Hesaplanması

Daha önceki bölümlerde kuraklık ile ilgili şiddet ve risk hesaplamaları yapılarak kurak dönemler bulunmuştur. Bu bilgilerin ışığında kurak dönemlere ait ortalama şiddet haritaları çıkartılmıştır. Fakat tüm bu yapılan çalışmalar ile kuraklığın havza içerisindeki etkilediği alt havzalar ve bu alt havzaların kurak dönemlerden nasıl etkilendiği konusunda bir bilgi edinilememiştir. Bu sebeple alt havza bazında yapılan indis hesapları kullanılarak bir maruziyet indeksi hesaplanması yapılmıştır.

Maruziyet indeksi için öncelikle farklı indisler seçilerek kuraklığın farklı senaryolarını temsil etmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda SPI-3, PNPI-6, SPEI-9, SPI-12 ve scPDSI indisleri seçilmiştir. Bu indislerin alt havza bazında hesaplanan değerlerinden tüm kurak olma durumları incelenmiş ve bu dönemlerdeki toplam sayıları ile toplam indis değerleri hesaplanmıştır. Örneğin Babaeski alt havzası için 1980-2021 (499 ay) yılları arasındaki SPEI-9 için tüm kurak aylar bulunmuş ve toplam kurak ay sayısı 90 olarak hesaplanmıştır. Bu aylardaki SPEI-9 için toplam indis değerleri de -127,60 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama tüm alt havzalar için seçilen indisler kapsamında yapılarak Tablo 3.37 ve Tablo 3.38’de verilmektedir.

Tablo 3.37 Alt Havzalarda Kurak Geçen Ay Sayıları

Alt Havza Adı	KURAK GEÇEN AY SAYILARI				
	SPI-3	PNPI-6	SPEI-9	SPI-12	scPDSI
Babaeski Alt Havzası	74	127	90	83	106
Çorlu Alt Havzası	68	111	99	89	107
Hayrabolu Alt Havzası	71	125	100	87	108
Havsa Alt Havzası	72	112	92	88	122
İpsala-Keşan Alt Havzası	77	136	103	92	152
Lüleburgaz Alt Havzası	78	128	95	87	113
Meriç Alt Havzası	71	92	93	90	156
Uzunköprü Alt Havzası	78	131	99	93	154
Vize Alt Havzası	68	122	98	84	110

Tablo 3.37'deki sayıların farklı indislere ait olmasından dolayı birbiri ile karşılaştırılması mümkün olmamaktadır. Bu sebeple akademik çalışmalarda farklı verileri karşılaştırmak amacıyla sık kullanılan "Normalleştirme" yöntemi kullanılacaktır. Bu yöntem ile belli bir indisteki minimum ve maksimum değerler bulunarak seçili alt havzadaki değerden minimum değer çıkartılıp, maksimum ile minimum arasındaki değere bölünür. Böylelikle elimizdeki değerler 0 ile 1 arasına dağıtılarak normalize edilmiş olur.

Tablo 3.38 Alt Havzalarda Kurak Geçen Aylardaki İndis Değerleri Toplamları

Alt Havza Adı	KURAK GEÇEN AYLARDAKİ İNDİS TOPLAMLARI				
	SPI-3	PNPI-6	SPEI-9	SPI-12	scPDSI
Babaeski Alt Havzası	-104,7	8.487	-127,6	-113,2	-267,1
Çorlu Alt Havzası	-101,9	7.673,2	-147,6	-120,6	-291
Hayrabolu Alt Havzası	-103,6	8.309,3	-137,2	-120,7	-280
Havsa Alt Havzası	-101,9	7.599,3	-129,6	-117,9	-315,1
İpsala-Keşan Alt Havzası	-108,4	9.018,4	-136,3	-128,5	-415,7
Lüleburgaz Alt Havzası	-110,6	8.551	-137,6	-116,7	-288,3
Meriç Alt Havzası	-103,2	6.399,4	-131,2	-119,4	-415
Uzunköprü Alt Havzası	-111,5	8.672,8	-133,9	-127,8	-402,3
Vize Alt Havzası	-100,1	8.452	-144	-114,3	-290,5

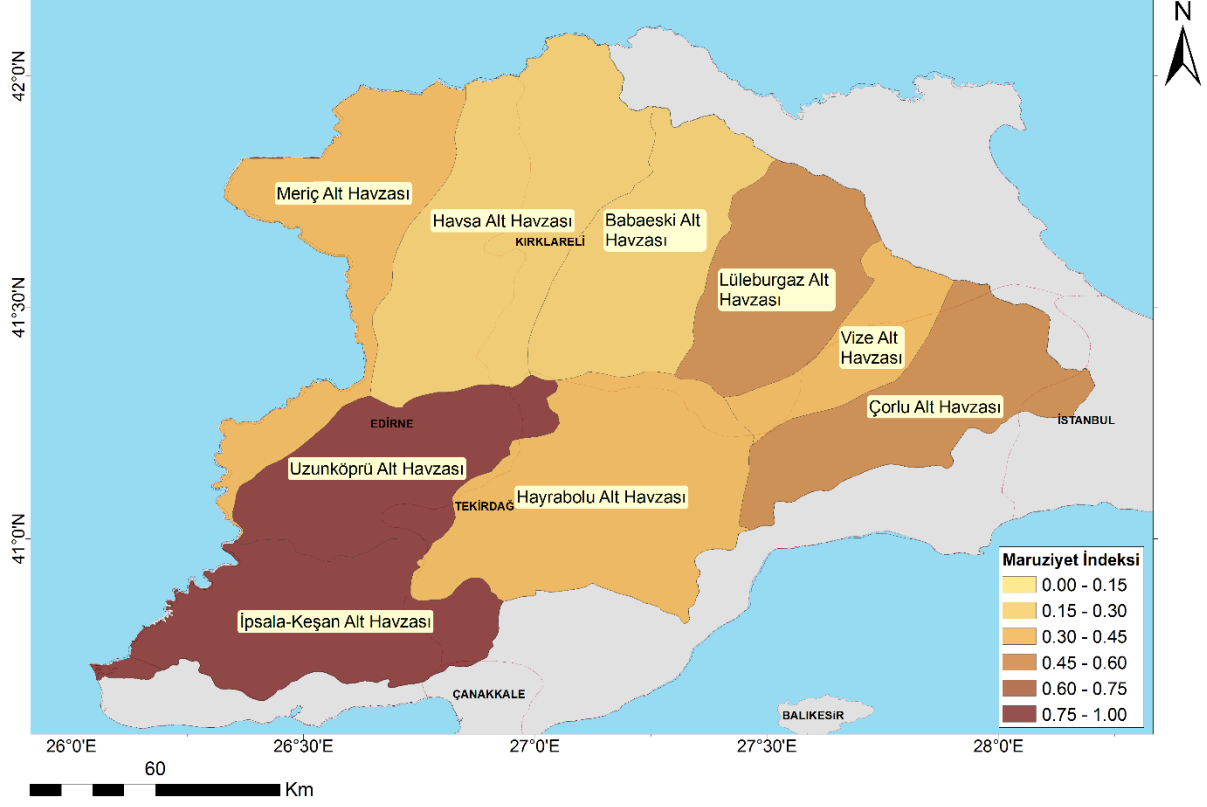
Normalizasyon işlemi sonrası Tablo 3.39'daki sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu tabloda görülen normalize edilmiş değerlerin de ortalaması alınarak tek bir değer haline getirmemiz durumunda ilgili alt havzanın maruziyet indeksi bulunmuş olur.

Tablo 3.39 Alt Havzalardaki Normalize Edilmiş İndis Değerleri Toplamları ve Maruziyet İndeksi

Alt Havza Adı	KURAK GEÇEN AYLARDAKİ İNDİS TOPLAMLARININ NORMALİZE DEĞERLERİ					Maruziyet İndeksi
	SPI-3	PNPI-6	SPEI-9	SPI-12	scPDSI	
Babaeski Alt Havzası	0,406	0,797	0,000	0,000	0,000	0,241
Çorlu Alt Havzası	0,159	0,486	1,000	0,485	0,160	0,458
Hayrabolu Alt Havzası	0,306	0,729	0,478	0,492	0,087	0,418
Havsa Alt Havzası	0,157	0,458	0,096	0,309	0,323	0,269
İpsala-Keşan Alt Havzası	0,726	1,000	0,433	1,000	1,000	0,832
Lüleburgaz Alt Havzası	0,921	0,822	0,500	0,233	0,142	0,524
Meriç Alt Havzası	0,272	0,000	0,177	0,406	0,995	0,370
Uzunköprü Alt Havzası	1,000	0,868	0,315	0,958	0,910	0,810
Vize Alt Havzası	0,000	0,784	0,817	0,073	0,158	0,366

Ortaya çıkan bu tablo incelendiğinde İpsala-Keşan alt havzasının en yüksek, Babaeski alt havzasının ise en düşük maruziyet indeksine sahip olduğu görülmektedir. İpsala-Keşan alt havzası PNPI-6, SPI-12 ve scPDSI kısımlarında en yüksek değere sahipken SPI-3'te ve SPEI-9'da 3. yüksek değeri almıştır. Bu yüksek değerleri alması sebebi ile en yüksek maruziyet indeksine sahip olmuştur. Babaeski alt havzası ise SPEI-9, SPI-12 ve scPDSI'da en düşük değerleri diğer indislerde ortalama değerler almıştır. Bu nedenlerden dolayı da Babaeski alt havzası maruziyet indeksi en düşük alt havza olmuştur. Hesaplanan bu değerler ile Şekil 3.251'deki tematik harita elde edilmiştir.

Meriç-Ergene Havzası Alt Havzaları Geçmiş Dönem Maruziyet İndeksi Dağılımı



Şekil 3.251 Alt Havza Bazında Geçmiş Dönem Maruziyet İndeksi Tematik Haritası

4. İKLİM PROJEKSİYONLARI

4.1. Projeksiyon Tanımları

1. Ara Rapor kapsamında geçmiş dönem kuraklık durumu geçmiş dönem meteorolojik ve uzaktan algılama temelli veriler ışığında irdelenmişti. Havzanın hem kendi içerisindeki hem de diğer havzalara göre olan durumu bu kapsamda değerlendirilmişti. Fakat geleceğe ilişkin de havzanın kuraklık ile ilgili durumlarını tahmin etmek amacıyla bilimsel modellerin çıktıları ile oluşan farklı bir veri seti ile gelecek dönem kuraklık durum incelemesi de bu rapor kapsamında yapılmıştır.

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) tarafından hazırlanan Haziran 2016 tarihli “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Proje Nihai Raporu” kapsamında gerçekleştirilen projeksiyon çalışmalarının ilk aşaması olan iklim projeksiyonları kapsamında, Tüm Türkiye’yi kapsayacak şekilde, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) 5. Değerlendirme Raporu’nun tabanını oluşturan CMIP5 arşivinden seçilmiş üç küresel modelin çıktıları (HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1) ve literatürde en çok uygulanan ve kabul gören güncel 2 farklı salınım senaryosu (RCP 4.5 ve RCP 8.5) ile RegCM4.3 bölgesel iklim modeli çalıştırılmıştır. Model simülasyonları aracılığı ile toplam 11 parametre ve ekstrem durumları temsil eden 17 iklim indisine ait projeksiyonlar tüm Türkiye havzaları ölçeğinde oluşturulmuş, incelenen parametrelerin 1971-2000 yılı simülasyonları olarak kabul edilen referans dönemine göre 2100 yılına kadar farkları aylık bazda hesaplanmıştır. İlk kez bu projede Türkiye için 10x10 km çözünürlükte 3 küresel iklim modeli sonuçları elde edilmiştir (SYGM, 2016).

4.1.1. HadGEM2 – ES

HadGEM2 (Hadley Centre Global Environment Model version 2), İngiltere Meteoroloji Servisi'ne bağlı bir araştırma kuruluşu olan Hadley Centre tarafından geliştirilen 2. nesil küresel bir modeldir (Office, 2017).

Atmosferik, hidrolojik ve oşinografik döngüler üzerine kurulu çeşitli HadGEM2 modelleri bulunmakta ve bu modeller aynı fiziksel altyapıya sahip olup her model tipinde kendi içinde farklı detay seviyeleri bulunmaktadır. Bu modeller, opsiyonel daha iyi stratosfer modellemesi sağlayan dikey atmosferik genişlemesi içeren bütünlük atmosfer – okyanus konfigürasyonuna ve dinamik bitki örtüsü, okyanus biyolojisi ve atmosfer kimyası içeren bir yüzey sistemi konfigürasyonuna sahiptir (Collins, 2011). Güncel olarak HadGEM2-A, HadGEM2-O, HadGEM2-AO, HadGEM2-CC, HadGEM2-CCS, HadGEM2-ES sürümleri bulunmakta olan HadGEM2 sürümlerinin içerikleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 HadGEM2 Sürümleri ve Bileşenleri

Sürüm	Model Bileşenleri
HadGEM2-A	Troposfer, Arazi Yüzeyi, Hidroloji ve Aerosoller
HadGEM2-O	Okyanus ve Deniz Buzu
HadGEM2-AO	Okyanus ve Deniz Buzu, Troposfer, Arazi yüzeyi, Hidroloji ve Aerosoller
HadGEM2-CC	Troposfer, Arazi Yüzeyi, Hidroloji, Aerosoller, Okyanus ve Deniz Buzu, Kara Karbon Döngüsü, Okyanus Biyokimyası
HadGEM2-CCS	Troposfer, Arazi Yüzeyi, Hidroloji, Aerosoller, Okyanus ve Deniz Buzu, Kara Karbon Döngüsü, Okyanus Biyokimyası, Stratosfer
HadGEM2-ES	Troposfer, Arazi Yüzeyi, Hidroloji, Aerosoller, Okyanus ve Deniz Buzu, Kara Karbon Döngüsü, Okyanus Biyokimyası, Kimya

Kaynak : (The HadGEM2 Development Team, 2011)

Standart atmosferik model bileşeni yaklaşık 40 km'ye kadar uzanan 38 katmandan oluşmakta olup, 1,25 derecelik enlem x 1,875 derecelik boylama yatay çözünürlüğe sahip 192 x 145 küresel grid sistemine sahiptir. Bu çözünürlük ekvatorda 1 grid için yaklaşık 208 km x 139 km'ye denk gelmekte olup 55 derece enlemde yaklaşık 120 km x 139 km şeklindedir. Dikey (atmosferik) genişletilmiş sürümünde ise 85 km'ye uzanan 60 atmosferik katman bulunmakta olup, bu sürüm atmosferik süreçleri ve bu süreçlerin küresel iklim üzerindeki etkilerinin incelenmesi için kullanılmaktadır.

HAMOCC ile bütünleşik olarak çalışmaktadır. Bu iki esas bütünleşik model parçalarının eş zamanlı çalışmasını sağlayan OASIS modülü ise günlük düzeyde su, enerji, momentum ve CO₂ akımlarını modeller arası kümeleştirme, enterpole etme ve değiştirime sokma görevlerinden sorumludur (Giorgetta vd., 2013).

Çözünürlük seviyesine göre MPI-ESM modelinin 3 farklı sürümü bulunmaktadır. Bu sürümler MPI-ESM-LR (Low Resolution – Düşük Çözünürlük, Dinamik Vejetasyon); MPI-ESM-MR (Medium Resolution – Orta Çözünürlük, Dinamik Vejetasyon) ve MPI-ESM-P (Low Resolution Paleo Mode – Düşük Çözünürlük, Statik Vejetasyon) olup, MPI-ESM-MR modeli atmosfer gridi çözünürlüğü 1,8653 derece enlem x 1,875 derece boylam, okyanus gridi ise dik eğrisel koordinat düzlemi şeklindedir (MPI, 2017).

Bu rapor kapsamında kullanılan MPI-ESM-MR çıktı verileri (SYGM, 2016) kuraklık - iklim projeksiyonu için karşılaştırmalı olarak kullanılmış olup MPI-ESM modelleri, IPCC 5. Değerlendirme Raporu (IPCC AR5, 2015) kapsamında kullanılmıştır.

4.1.3. CNRM-CM5.1

CNRM-CM, CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques – Fransa Ulusal Meteorolojik Araştırma Merkezi) ve CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée –Avrupa Araştırma ve İleri Eğitim Merkezi - Fransa) ortaklığıyla geliştirilen genel sirkülasyon modelidir (CNRM, 2017).

CNRM-CM5.1 modeli bünyesinde ARPEGE-Climat atmosfer modeli (Déqué vd., 1994); NEMO okyanus modeli (Madec, 2016); yer yüzey şeması ISBA ve buna bağlı SURFEX ara yüzü (Le Moigne, 2012); ve deniz buz modeli GELATO (Salas Méliá, 2002), yüzey akış modeli TRIP(Oki ve Sud, 1998) ve modüllerin eş zamanlı (bütünleşik) çalışmasını sağlayan OASIS modülü (Valcke, 2015) bulunmaktadır. Bu modellere ait etkileşim şeması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.2).

bir değişim olacağı tam kestirilemeyen durumlar için oluşturulan senaryolar ve projeksiyonlar, bu tarz değişimlerin iklimsel etkiler ve buna bağlı sosyo-ekonomik değişimler üzerindeki tesirini analiz etmeye çalışmaktadır. Bu şekilde projeksiyonlar, geleceği tahmin etmekten ziyade gelecekte gerçekleşebilecek olası alternatiflerin önceden değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

İklimsel senaryolarda genel olarak küresel sera gaz salınımlarının yıllık değişimleri ele alınmakta olup sosyo-ekonomik ve teknolojik gelişme varsayımları ile iklimi etkileyen gaz emisyonlarının ve atmosferik partikül değişimlerinin etkisi incelenmektedir. Tablo 4.2’de IPCC tarafından kabul edilen geçmiş iklim senaryoları verilmiştir (SEI, 2017).

Tablo 4.2 IPCC Geçmiş İklim Senaryoları ve Raporları (SEI, 2017)

Yıl	Senaryo/Rapor İsmi	Referans	Kullanıldığı Rapor
1990	SA 90 - IPCC Scenario A (IPCC A Senaryosu)	(IPCC, 1990)	IPCC 1. Değerlendirme Raporu (FAR)
1992	IS 92 - Integrated Science Emission Scenarios (Entegre Bilimsel Emisyon Senaryoları)	(Leggett, 1992)	IPCC 2. Değerlendirme Raporu (SAR)
2000	SRES - Special Report on Emissions and Scenarios (Emisyon ve Senaryolar Özel Raporu)	(Nakicenovic, 2000)	IPCC 3. ve 4. Değerlendirme Raporu (TAR & AR4)
2009	RCP - Representative Concentration Pathways (Temsili Konsantrasyon Rotaları)	(Climate Change, 2011)	IPCC 5. Değerlendirme Raporu (AR5)

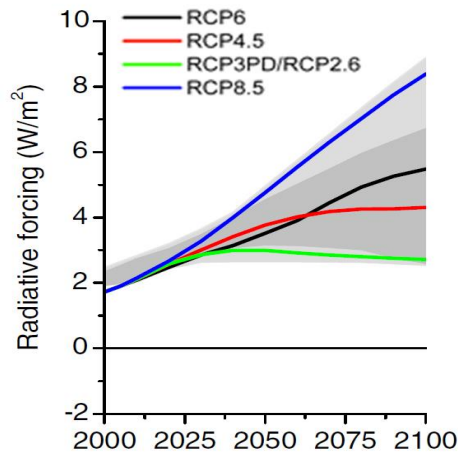
Güncel IPCC 5. Değerlendirme Raporu (AR5) hazırlıklarında ve kapsamında RCP (Representative Concentration Pathways – Temsili Konsantrasyon Rotaları) adı verilen yeni iklim senaryoları araştırmaları gerçekleştirilmiş ve sunulmuştur. Bu çalışma sonucunda farklı bilimsel önerilerin toplam kümülatif Işınımsal Zorlama (Radiative Forcing) değerleri karşılaştırılarak 4 adet RCP senaryosu kabul edilmiştir.

Işınımsal Zorlama, dünyanın artan sera gazı etkisiyle absorbe ettiği doğa dışı ek enerji ölçümü olarak tanımlanıp birimi watt/m²’dir (enerji/alan). Daha detaylı olarak Işınımsal Zorlama, günümüz ile sanayi öncesi dönemdeki atmosfere giren ve uzaya geri yansıyan enerji dengesindeki fark olarak tanımlanmakta olup ışınımsal zorlama arttıkça küresel sıcaklık da artmaktadır. Işınımsal zorlama değerlerini esas alan temsili konsantrasyon rotaları, sera gazı konsantrasyonunun ve yüzey kullanımı değişimleri de dahil insan kaynaklı kirlilik değerlerinin yere ve zamana göre değişen gezineleridir (SEI, 2017). Yukarıda bahsedildiği gibi 4 adet RCP

senaryosu AR5 raporu kapsamında kabul edilmiş olup bu senaryoların esas ayırım noktası farklı ışınımsal zorlama değerleri olup bu 4 senaryoya ait bilgiler Tablo 4.3 üzerinde; senaryolara göre Işınımsal Zorlama eğilimleri ise Şekil 4.3 üzerinde verilmiştir.

Tablo 4.3 IPCC AR5 RCP İklim Senaryoları (IPCC, 2017)

Senaryo	Açıklama	Entegre Değerlendirme Modeli	Entegre Değerlendirme Modeli Referansı
RCP8.5	Işınımsal Zorlama'nın devamlı artarak 2100 sonrası 8,5 W/m ² olması ve artışın devam etmesi senaryosu (En Karamsar)	MESSAGE	(Riahi, 2007) (Rao, 2006)
RCP 6.0	Işınımsal Zorlama'nın artan eğilimi göstermesi ancak 2100 sonrası 6 W/m ² değerini aşmadan stabilize olması senaryosu	AIM	(Fujino, 2006) (Hijioka, 2008)
RCP 4.5	Işınımsal Zorlama'nın artan eğilimi göstermesi ancak 2100 sonrasında 4,5 W/m ² değerini aşmadan stabilize olması senaryosu	GCAM (MiniCAM)	(Smith S. J., 2006) (Clarke, 2007) (Wise, 2009)
RCP 2.6	Işınımsal Zorlama'nın 2100 öncesi ~3 W/m ² üzerinde pik yapması ve sonra azalma eğilimine girmesi senaryosu (En İyimser)	IMAGE	(van Vuuren, 2006) (van Vuuren, 2007)



Şekil 4.3 RCP Senaryoları ve Işınımsal Zorlama (Radiative Forcing) Eğilimleri (van Vuuren vd., 2011)

Şekil 4.3'te görüldüğü üzere Işınımsal Zorlama (Radiative Forcing) değerleri RCP senaryoları 8.5 üzerinden 3'e doğru değiştikçe küçülmekte olup senaryolar arası iyimserlik seviyesi de bu

anlamda kritiklik azaldıkça artmaktadır. Bu senaryolara ait kabuller aşağıda verilmiştir (SEI, 2017).

RCP 8.5 – Yüksek Emisyon – Karamsar Senaryo

Bu senaryo gelecekte emisyon azaltımı için herhangi bir politika değişimi yaşanmayacağını kabul etmekte olup artan sera gazı emisyonlarının atmosferde bu gazların yoğunluğunun artmasına neden olacağını öngörmektedir. Bu senaryo, Avusturya Uluslararası Uygulamalı Sistem Analizi Enstitüsü (International Institute for Applied System Analysis) tarafından geliştirilmiş olup genel kabulleri şu şekildedir (SEI, 2017):

- 2100 yılında mevcut CO₂ emisyon miktarının 3 katına çıkması
- Metan gazı emisyonunda hızlı yükselişler olması
- Nüfus artışına bağlı olarak tarımsal amaçlı tarla ve çayırılık alan kullanımının artması
- 2100 yılında 12 milyar dünya nüfusu
- Yavaş teknolojik ilerleme
- Fosil yakıtlarına yoğun istinat
- Yüksek enerji yoğunluğu
- Herhangi bir iklimsel koruma politikasının uygulanmaması

RCP 6 – Orta Emisyon

Bu RCP senaryosu Japonya Ulusal Çevresel Çalışmalar Enstitüsü (National Institute for Environmental Studies) tarafından geliştirilmiş olup, ışımsal zorlamanın belirli teknolojik ve sosyo ekonomik gelişmeler ile 2100 yılından hemen sonra sabit durumuna geleceğini kabul etmektedir. Bu senaryonun kabulleri şu şekildedir (SEI, 2017):

- Fosil yakıtlarına yoğun istinat
- Orta düzeyde enerji yoğunluğu
- Tarımsal amaçlı tarla alanlarının kullanımının artması ve çayırılık alanların kullanımının azalması
- Sabit metan gazı emisyonları
- 2060 yılında CO₂ emisyonunun günümüz değerinin %75 fazlasında zirve yapması daha sonra da mevcut değer %25 fazlasına azalması

RCP 4.5 – Orta Emisyon

Bu RCP senaryosu ABD Pasifik Kuzeybatı Ulusal Laboratuvarı (Pacific Northwest National Laboratory) tarafından geliştirilmiş olup ışımsal zorlamanın küresel emisyon azaltma

politikaları sayesinde 2100 yılından hemen sonra dengeleneceğini öngörmektedir. Bu senaryonun kabulleri şu şekildedir (SEI, 2017):

- Daha düşük enerji yoğunluğu
- Efektif orman alanlarını genişletme programları
- Tarımsal verimin artması ve perhizsel değişikliklerle ilintili olarak tarla ve çayırılık alan kullanımının azalması
- Kararlı iklim politikaları
- Sabit metan gazı emisyonları
- CO₂ emisyonunun 2040 öncesi belirli bir miktar artması daha sonra azalma eğilimine girmesi

RCP 2.6 – Düşük Emisyon – İyimser Senaryo

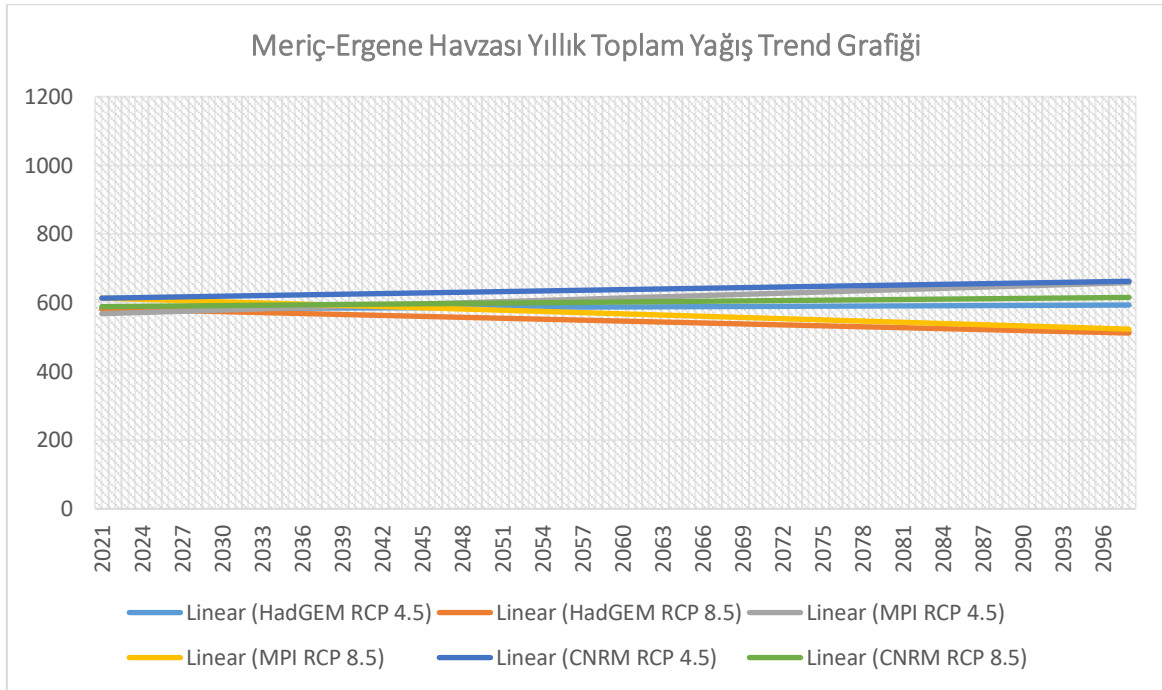
Bu RCP senaryosu PBL Hollanda Çevresel Değerlendirme Ajansı (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency) tarafından geliştirilmiş olup ısınım sal zorlamanın en yüksek 3,1 W/m² değerine ulaşarak 2100 itibariye 2,6 W/m² değerine düşmesini öngörmektedir. Bu değerlere ulaşabilmek için ek ve uzun süreli sera gazı emisyonu azaltımı politikalarının oluşturulması ve yürürlüğe koyulması gerekmekte olup bu senaryonun kabulleri şu şekildedir (SEI, 2017):

- Fosil yakıtlara olan talebin azalması
- Düşük enerji yoğunluğu
- 2100 yılında 9 milyar dünya nüfusu
- Biyo-enerji üretimiyle bağlantılı olarak çayırılık alan kullanımlarının artması
- Daha yoğun hayvancılık sektörü
- Metan emisyonlarında %40 azalma
- CO₂ emisyon değerleri 2020 yılına kadar günümüz değerlerinde sabit kalıp 2100 yılına kadar azalarak negatife geçmesi
- CO₂ konsantrasyonunun 2050 yılında zirve yaparak 2100 yılına kadar yaklaşık 400 ppm değerine azalması

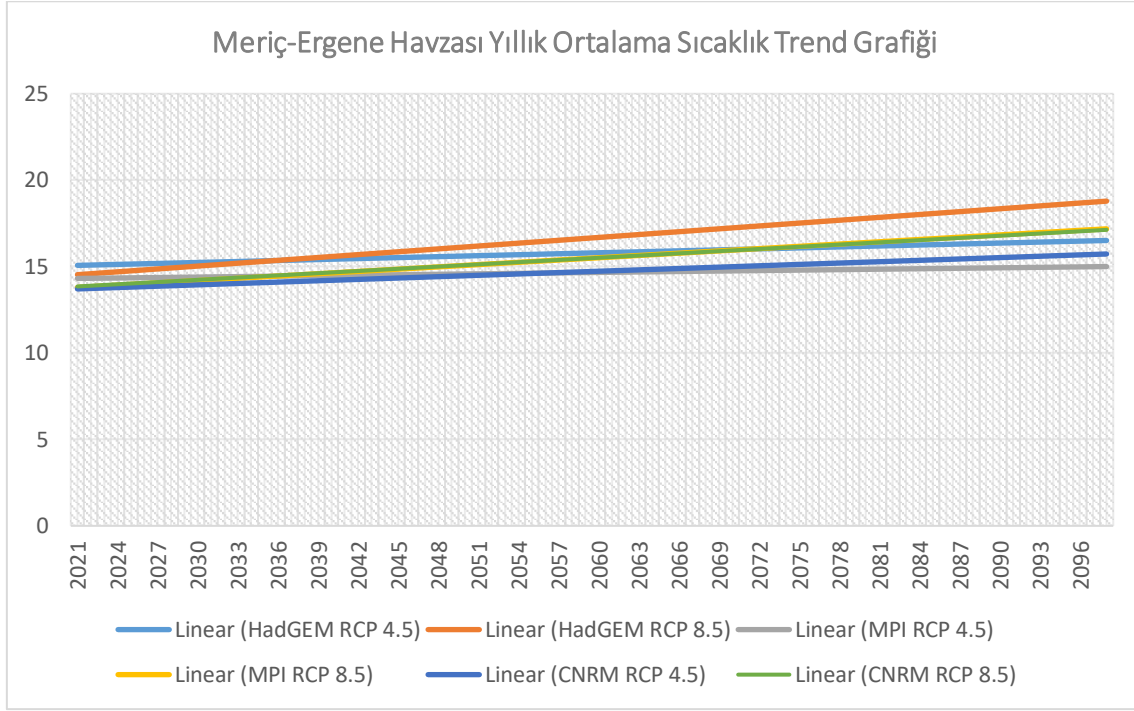
4.2. En Kötü Senaryonun Bulunması

Bu çalışma kapsamında Meriç Ergene Havzası için HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1 modelleri ve RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarından elde edilen 2021 - 2100 yılları arası ortalama sıcaklık ve toplam yağış çıktıları kullanılmıştır.

Kuraklık ile ilgili sonraki bölümlerde detayı verilen hesaplamalarda 3 model ve her bir model için 2 senaryo ile toplamda 6 farklı çıktı kullanılmıştır. Senaryoların birbirine göre kuraklık durumunu nasıl yansıttıklarını bulmak amacıyla havzaya düşen iklim gridlerindeki (163 adet) toplam yağış ve sıcaklık ortalamaları alınarak havzanın aylık bazda toplam yağış ve ortalama sıcaklık verileri bulunmuştur. Bu tabloların da yağış için yıllık toplamı ve sıcaklık için ise yıllık ortalaması alınarak 2021-2100 arasında 6 farklı zaman serisi oluşturulmuştur. Bu zaman serileri aynı grafiklerde trend çizgileri ile gösterilerek senaryoların birbirine göre durumlarının gösterilmesi sağlanmıştır (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).



Şekil 4.4 Meriç-Ergene Havza Geneli Yıllık Toplam Yağış (mm) Trend Grafiği



Şekil 4.5 Meriç-Ergene Havzası Genel Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C) Trend Grafiği

Şekil 4.4 incelendiğinde HadGEM RCP 8.5 ve MPI RCP 8.5 çıktıları benzer bir şekilde havzanın ilerleyen yıllarda yağış azalışının en fazla olduğu durumu göstermektedir. Diğer taraftan, CNRM RCP 8.5 senaryosu da 3. sırada en kötü senaryo olarak görülmektedir. Şekil 4.5 incelendiğinde ise HadGEM RCP 8.5 ve grafikte altta kaldığı için MPI RCP 8.5 sıcaklık bakımından en fazla yükselmenin görüldüğü modeller olarak görülmektedir. Fakat havzadaki su bütçesi sadece bu veriler ile analiz edilemeyeceği için bunlara ek olarak daha sonraki bölümlerde kullanılan hidrolojik modellerin çıktıları da birlikte değerlendirilmiş ve tüm rapor kapsamında en kötü senaryo olarak MPI RCP 8.5 seçilmiştir. Kuraklık planlamasında en kötü senaryoya göre hazırlık yapmak daha uygun olacağı için rapor kapsamında sadece MPI RCP 8.5 senaryosu (bundan sonra MPI-8.5 olarak adlandırılacaktır) çıktıları verilecektir. Diğer senaryoların çıktılarına raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

4.3. Kullanılan Metodoloji

Proje kapsamında 1. Ara Rapor içerisinde geçmiş dönem kuraklık hesaplamaları yapılmıştır. Bu rapor kapsamında da benzer bir yaklaşımda iklim projeksiyonu verileri analiz edilerek gelecek dönem için kuraklık hesaplamaları yapılmış, sonuç olarak çeşitli tablo, grafik ve haritalar hazırlanmıştır.

Öncelikle havza kapsamındaki iklim gridlerine düşen aylık toplam yağış ve ortalama sıcaklık değerleri veritabanına 6 farklı senaryo için kaydedilmiştir. Daha önceki raporda hesaplaması yapılan indislerden aşağıdaki indisler bu 6 senaryo için ayrı ayrı çalıştırılmıştır.

- SPI (1, 3, 6, 9, 12, 24)
- Palmer İndisleri
 - scPDSI
 - scPHDI
- SPEI (1, 3, 6, 9, 12, 24)
- PNPI (1, 3, 6, 9, 12, 24)
- RDI (1, 3, 6, 9, 12, 24)
- Ondalıklar

Havza içerisine düşen her bir iklim gridini istasyon gibi kullanarak 163 adet istasyonda kuraklık indisi hesaplaması yapılmıştır. Daha sonra alt havza ya da havza bazında gridlerin ortalaması alınarak ilgili alt havza ya da havza için ortalama indis değeri çıkartılmıştır. Bundan sonraki tüm çıktılar yukarıda da belirtildiği üzere 6 farklı senaryodan en kötü olarak konumlandırılan MPI-8.5 senaryosuna göre gösterilecektir.

Kuraklık sınıflandırmaları ve eşik değerler konusunda tamamen 1. Ara Rapor kapsamındaki değerlere bağlı kalmış olup, bu raporda o detaylara girilmemektedir. Hesaplanan grid bazında değerler önce alt havza ve havza bazında zaman serisi olarak şiddetsel gösterimde kullanılacaktır.

Bunu müteakiben alt havzalar bazında risk hesaplamaları da grafiksel olarak sunulacaktır. Bu çıktıları “Kurak Dönemlerin Analizi” izleyecek olup belirlenen kurak dönemlere göre kuraklık şiddet haritaları gösterilecektir. Şiddet haritalarından sonra tüm havza için risk haritaları ve alt havza bazında maruziyet indisi hesaplamaları gösterilecektir. Nihai olarak havzanın tüm senaryolar ve geçmiş dönem verilerine göre frekans analizleri de yapılarak genel değerlendirme yapılacaktır.

Rapor kapsamında 1. Ara Rapor’da havzayı en iyi temsil ettiği düşünülen indislerden SPI-12 ve scPDSI’nin hidrolojik kuraklığı temsilen kullanıldığı düşünülürse diğer kuraklık tipleri olan meteorolojik ve tarımsal kuraklık tipleri için de SPI-3 ve SPI-9 indisleri seçilerek mevcut rapor kapsamında değerlendirilmiştir. Gelecek dönem kuraklık analizleri kapsamında seçilen bu 4 indis bundan sonraki bölümlerde kullanılacaktır.

4.4. Kuraklık Şiddet Analizleri

Bilindiği üzere kuraklık hesaplamalarında kullanılacak istasyonların en az 25 yıllık veriye sahip olması beklenmektedir. İklim Projeksiyonları çalışmasında ise toplamda 80 yıllık veri olmasından dolayı her bir grid 80 yıllık veriye sahip istasyonlarmış gibi hesaplamalarda kullanılmıştır.

Bu kısımda 1. Ara Raporda detaylı olarak anlatılan indislerin gelecek dönem analiz sonuçları yer almaktadır. Kuraklık hesaplamalarında kullanılan meteoroloji istasyonlarının verileri ile hesaplanan SPI-3, SPI-9, SPI-12 ve Palmer (scPDSI) indisleri grid bazında hesaplandığı için alt havza ve havza bazındaki ortalamalar ile genel bir yaklaşım izlenecektir. İklim projeksiyonu çalışması kapsamında 6 adet senaryo olmasından dolayı en kötü senaryo olarak seçtiğimiz MPI-8.5 senaryosu kapsamındaki grafikler burada gösterilmektedir. Hesaplanan diğer indisler ile ilgili grafiklere raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

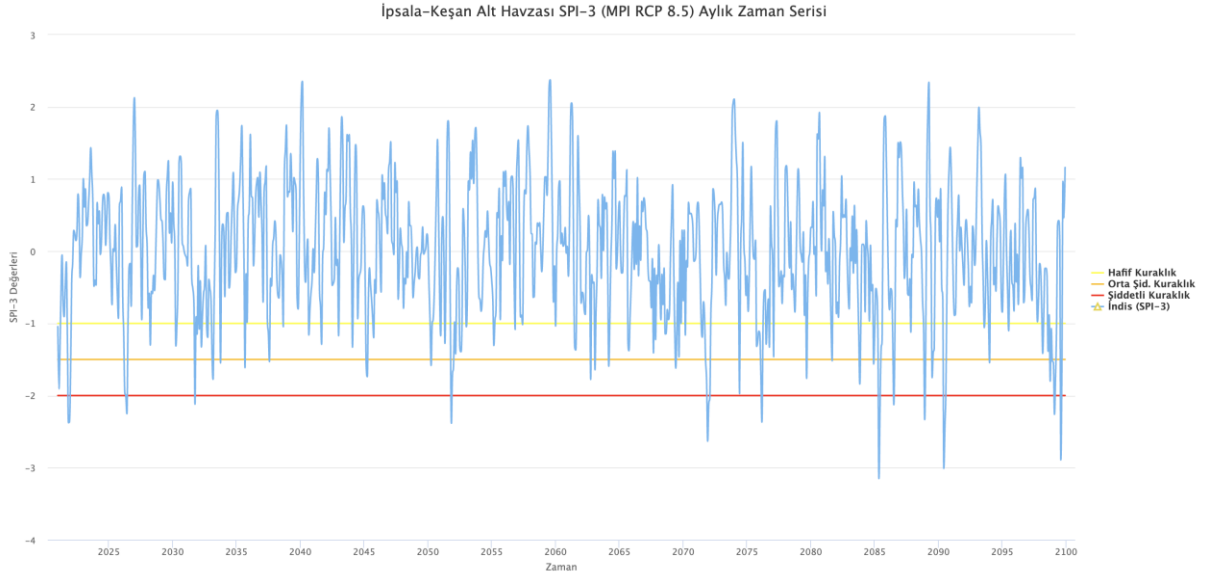
Rapor kapsamında tüm alt havzaların ve havzanın şiddet analizleri 3 farklı grafik ile yapılmış olup 1. Ara Rapor'da maruziyet indeksi en yüksek olan alt havza ile havza genelinin durumları sonraki bölümlerde verilmiştir. Diğer alt havzaların grafiklerine ise eklerden ulaşılmaktadır.

4.4.1. Standart Yağış İndisi (SPI)

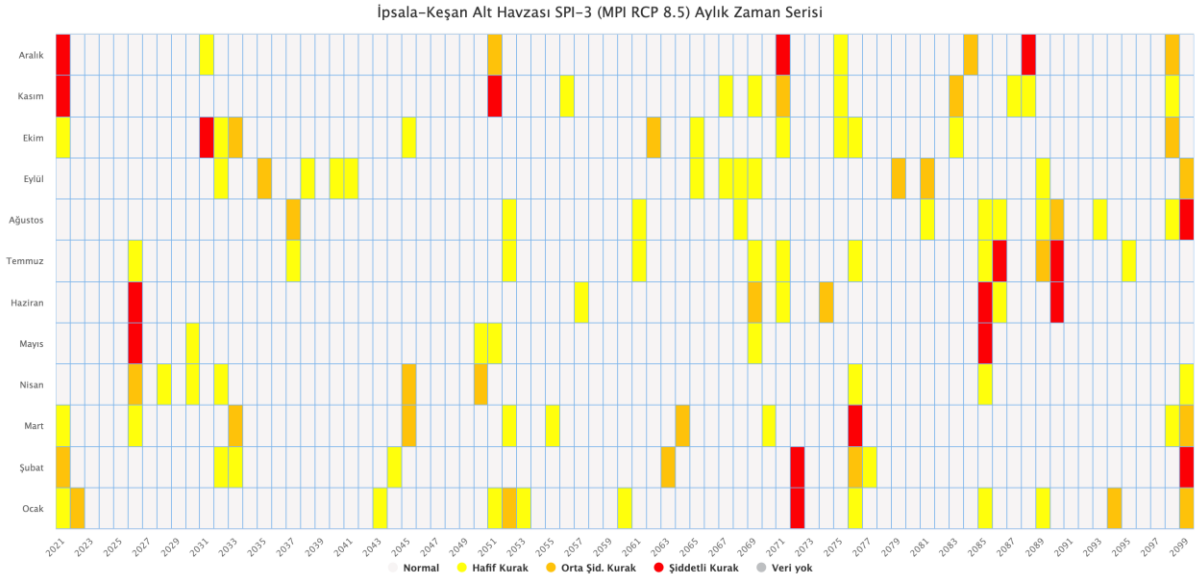
Mevcut rapor kapsamında havzanın kendisine ek olarak havzayı temsilen maruziyet indeksi en yüksek alt havzanın da (İpsala-Keşan Alt Havzası) analizleri paylaşılmıştır. Diğer alt havzaların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

Kuraklık şiddet analizleri kapsamında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafikte analizler farklı şekillerde ifade edilmektedir. Çizgisel grafik literatürde sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda İdare (SYGM)'nin istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

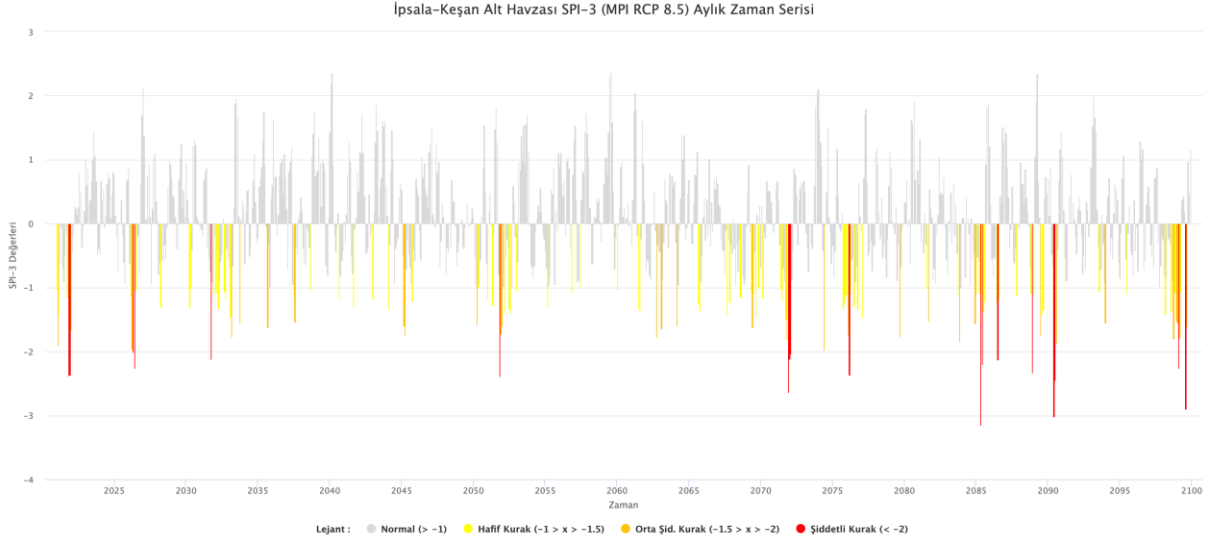
4.4.1.1. Alt Havza Bazında SPI 3 Aylık Zaman Serisi



Şekil 4.6 Ipsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 3 Aylık Çizgisel Grafik

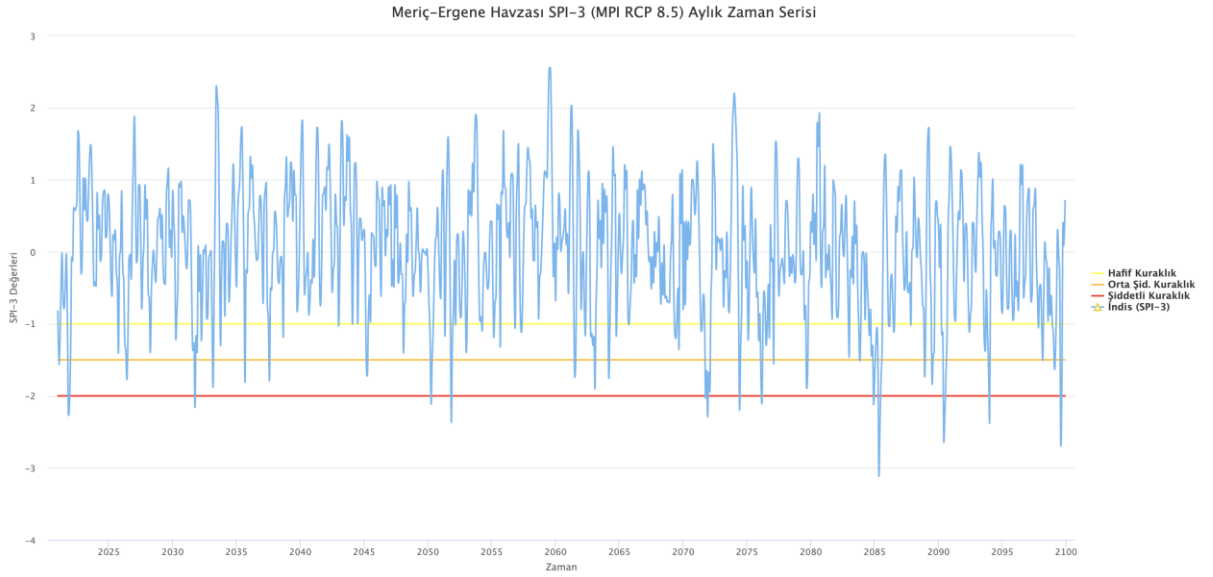


Şekil 4.7 Ipsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 3 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği

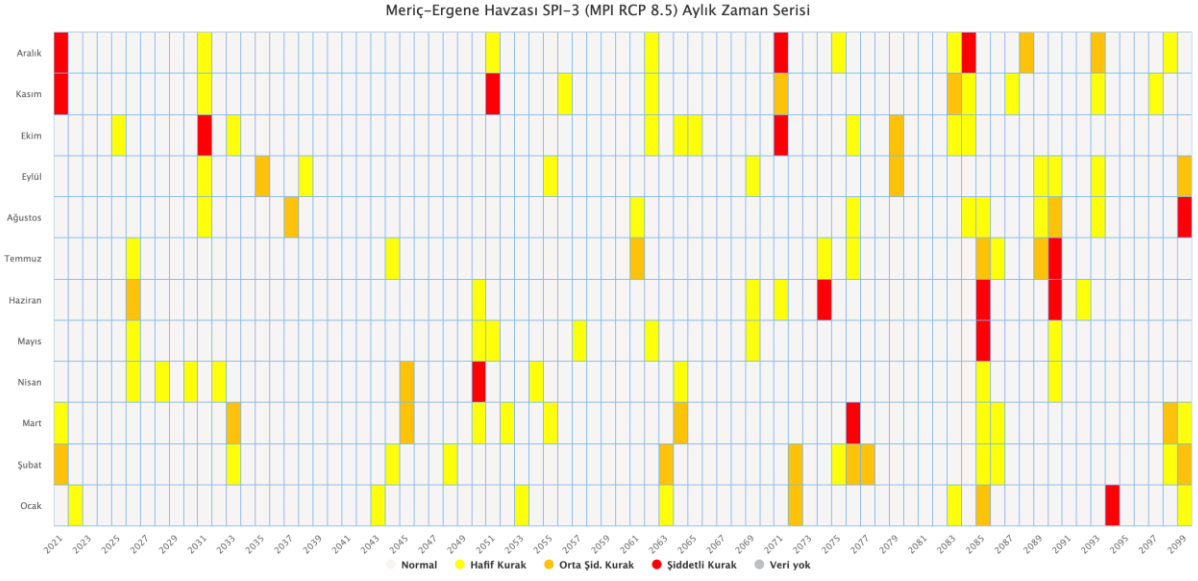


Şekil 4.8 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 3 Aylık Bar Grafiği

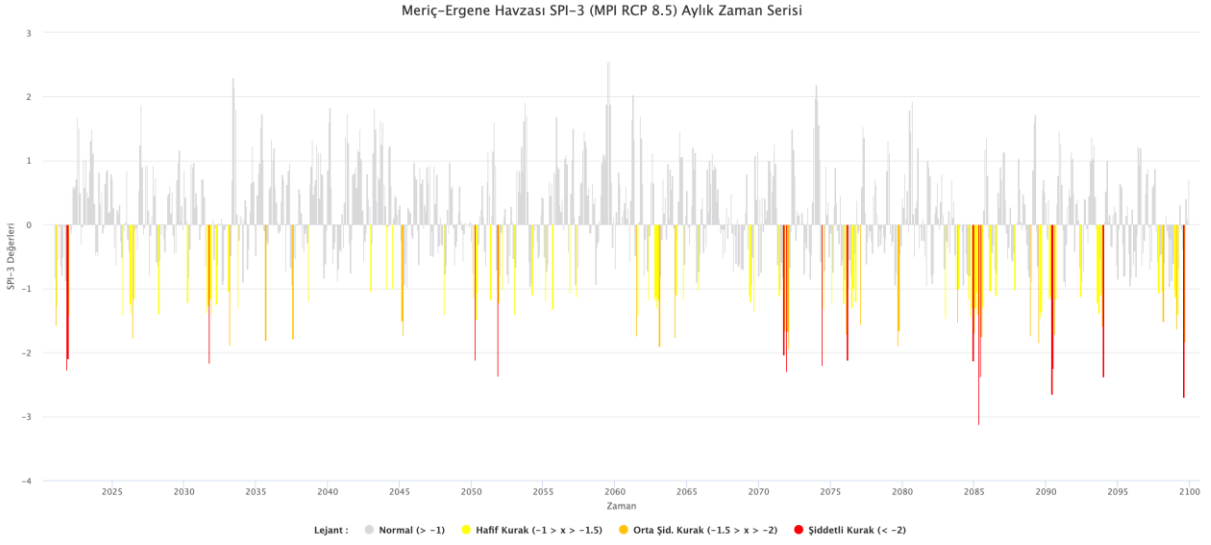
4.4.1.2. Havza Bazında SPI 3 Aylık Zaman Serisi



Şekil 4.9 Havza Geneline ait SPI 3 Aylık Çizgisel Grafik

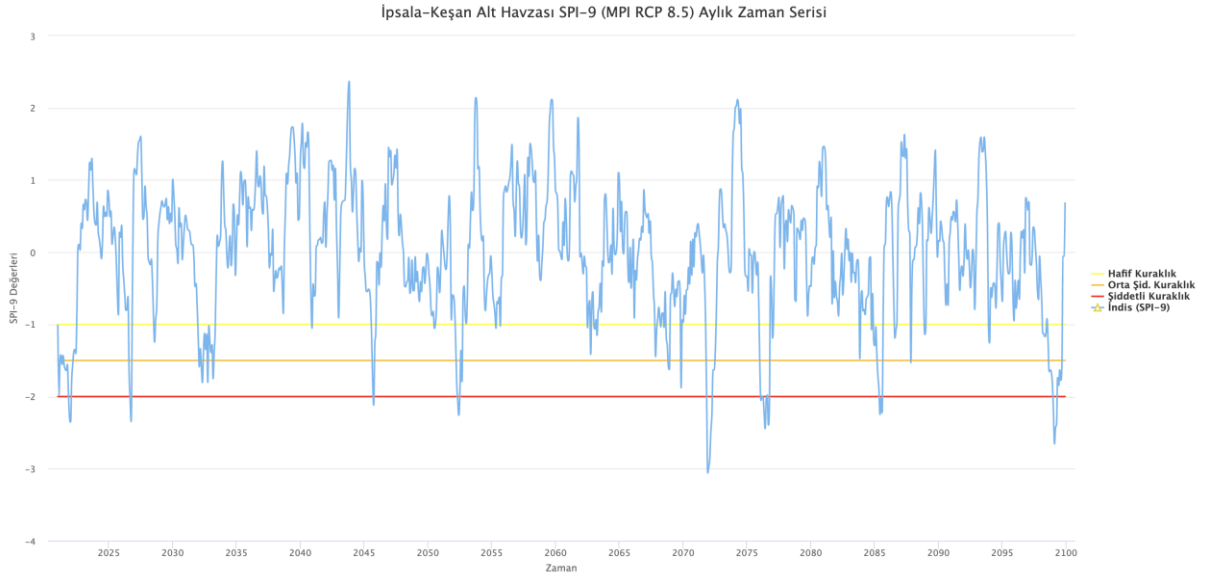


Şekil 4.10 Havza Geneline ait SPI 3 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği

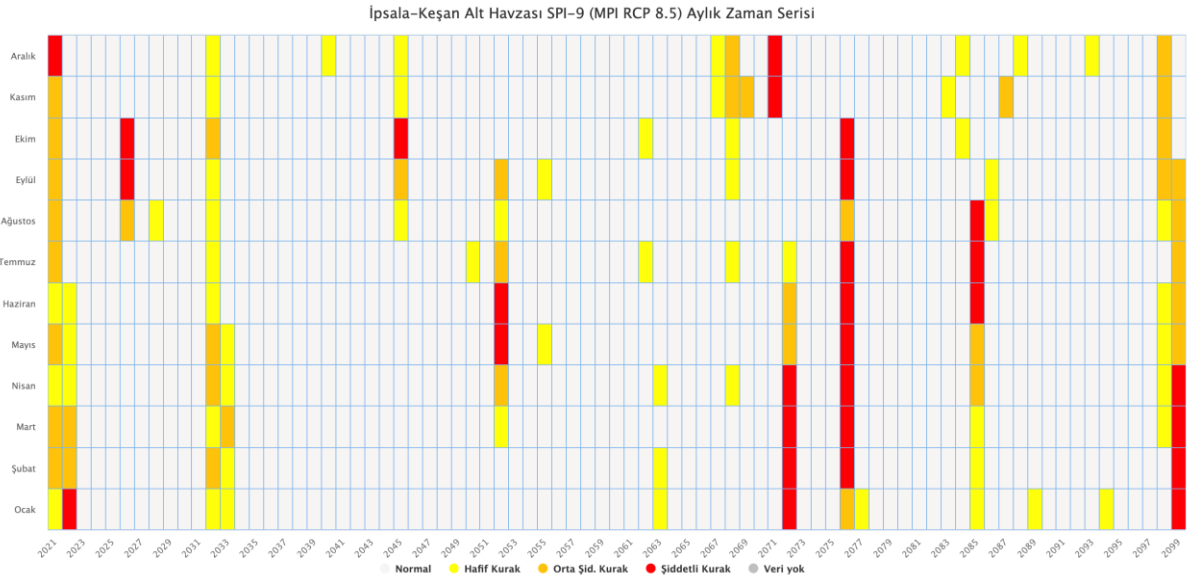


Şekil 4.11 Havza Geneline ait SPI 3 Aylık Bar Grafiği

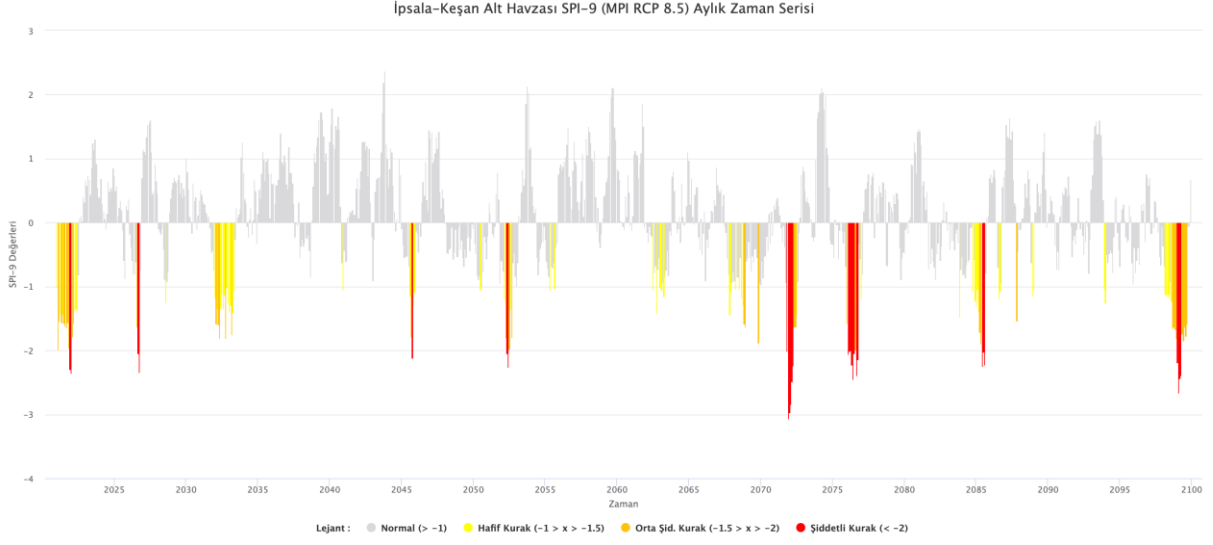
4.4.1.3. Alt Havza Bazında SPI 9 Aylık Zaman Serisi



Şekil 4.12 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 9 Aylık Çizgisel Grafik

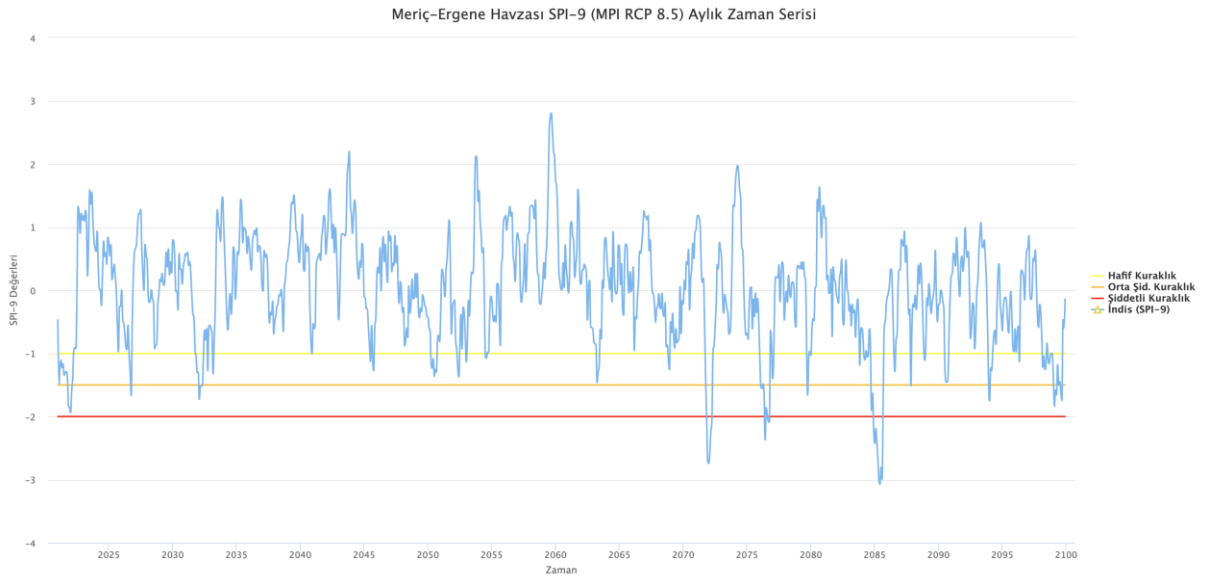


Şekil 4.13 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği

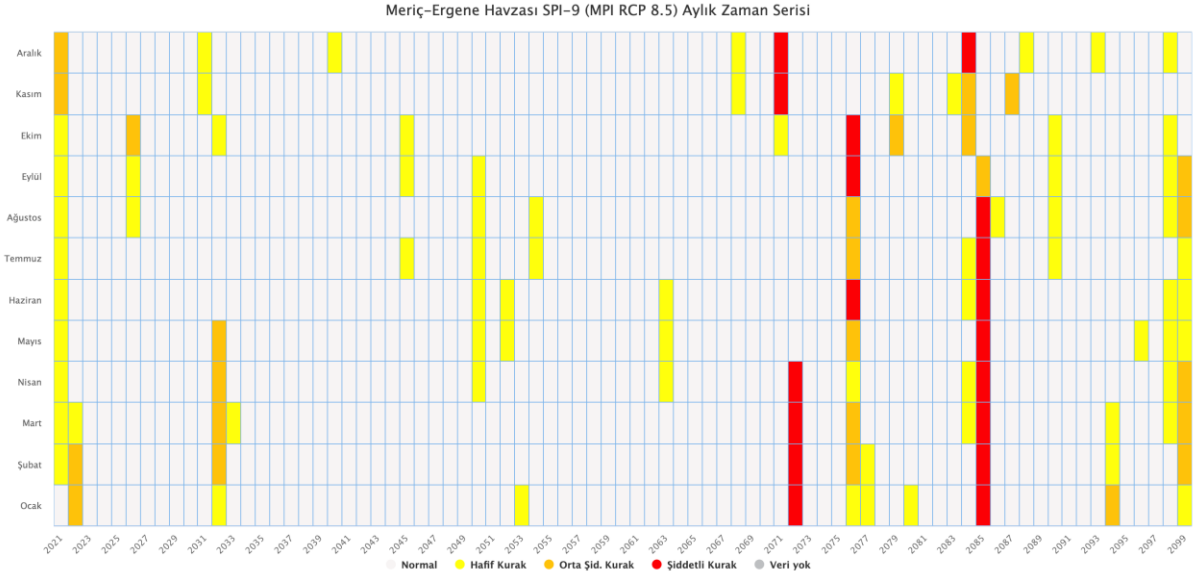


Şekil 4.14 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 9 Aylık Bar Grafiği

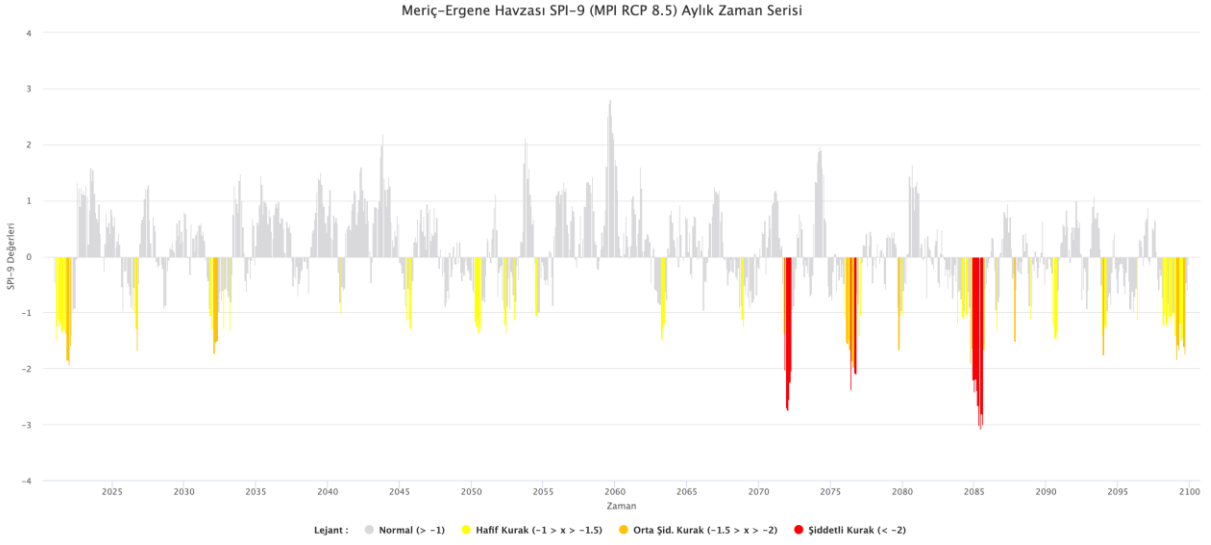
4.4.1.4. Havza Bazında SPI 9 Aylık Zaman Serisi



Şekil 4.15 Havza Geneline ait SPI 9 Aylık Çizgisel Grafik

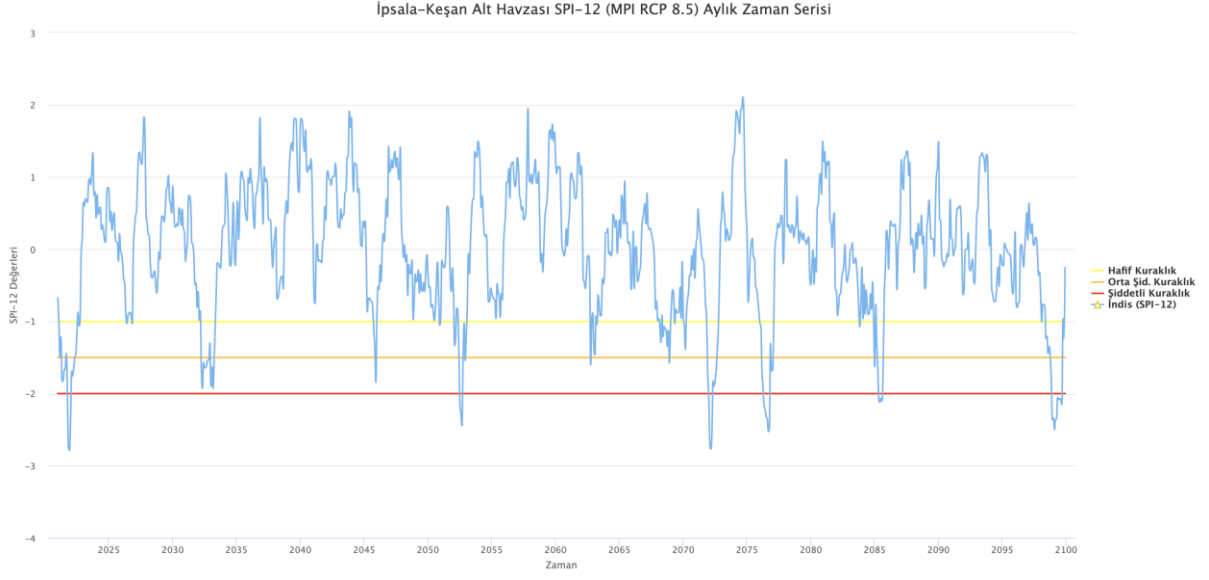


Şekil 4.16 Havza Geneline ait SPI 9 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği

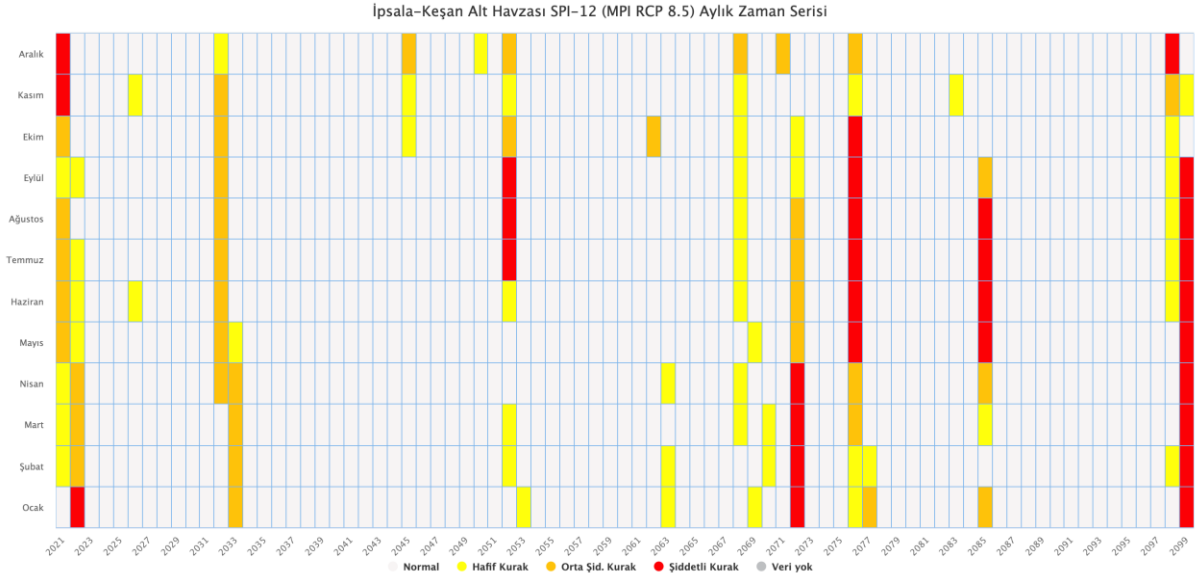


Şekil 4.17 Havza Geneline ait SPI 9 Aylık Bar Grafiği

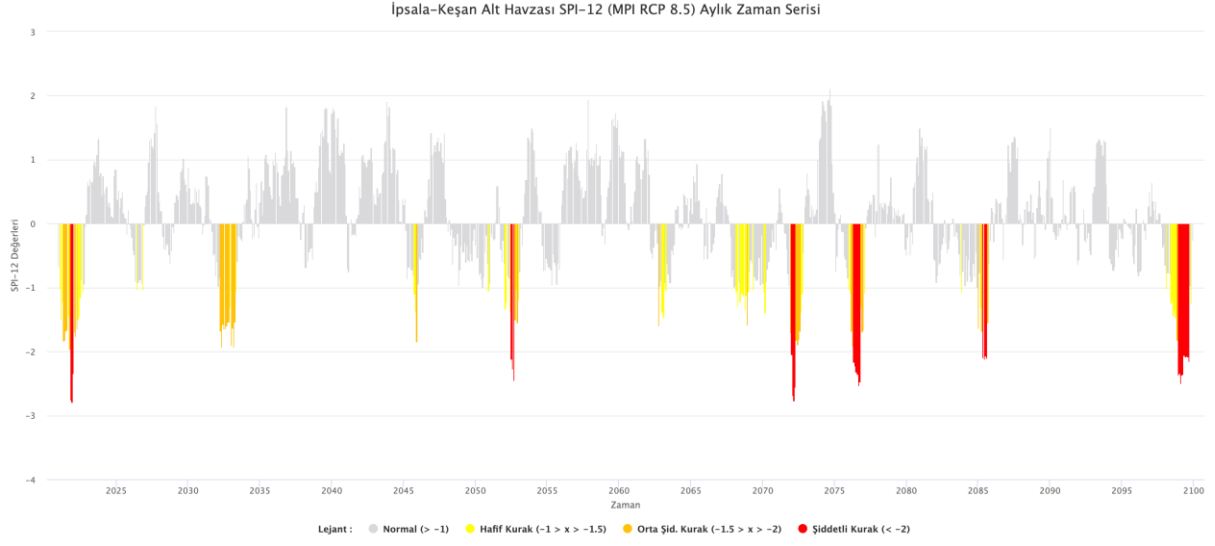
4.4.1.5. Alt Havza Bazında SPI 12 Aylık Zaman Serisi



Şekil 4.18 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 12 Aylık Çizgisel Grafik

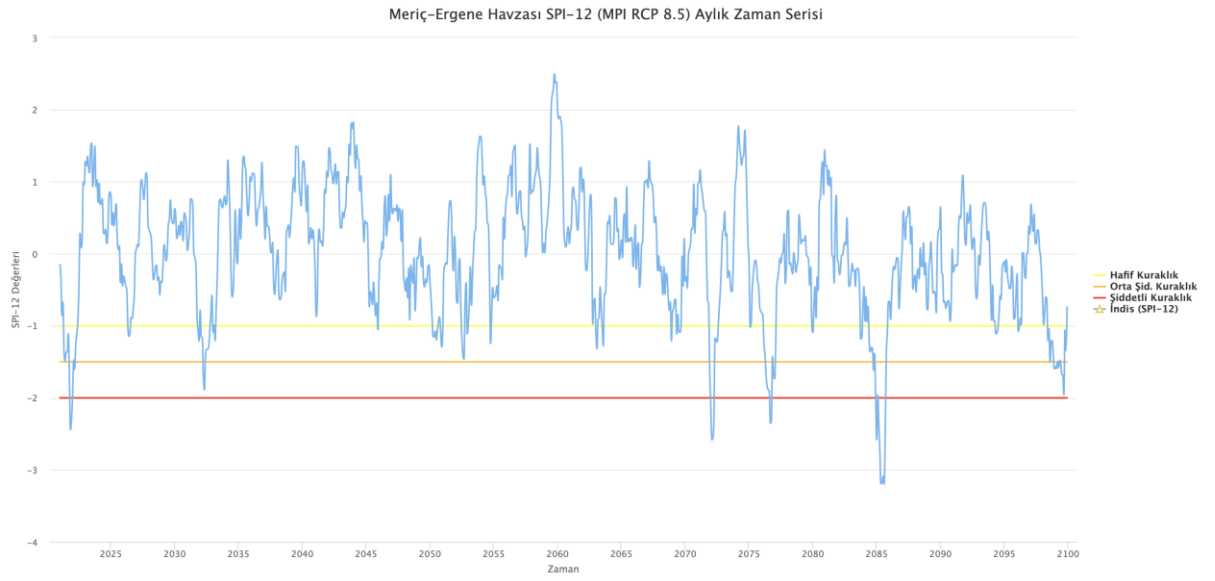


Şekil 4.19 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği

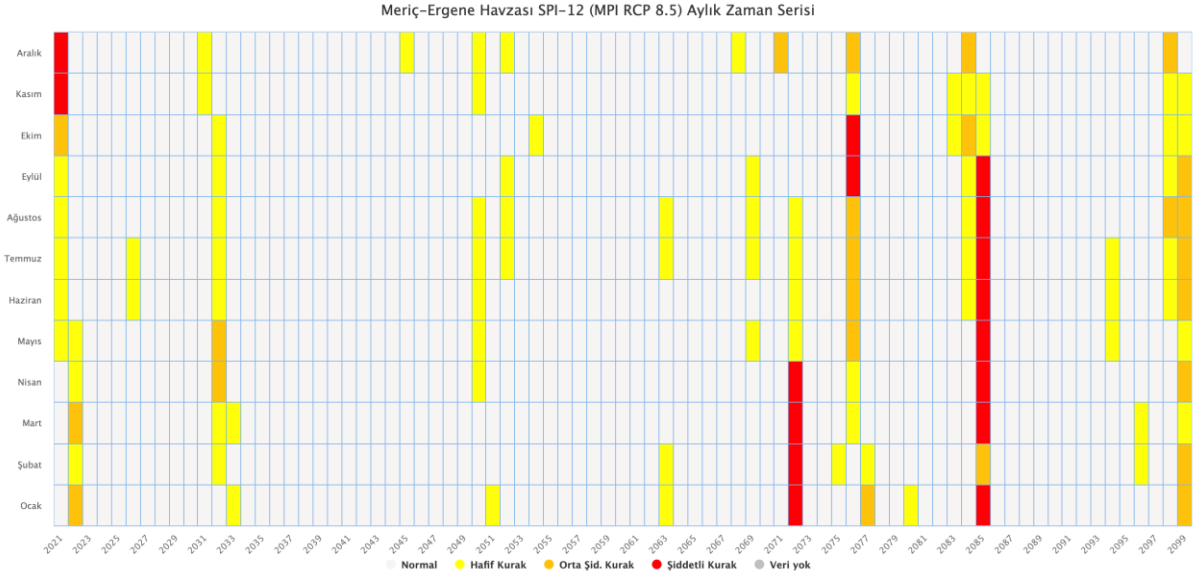


Şekil 4.20 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait SPI 12 Aylık Bar Grafiği

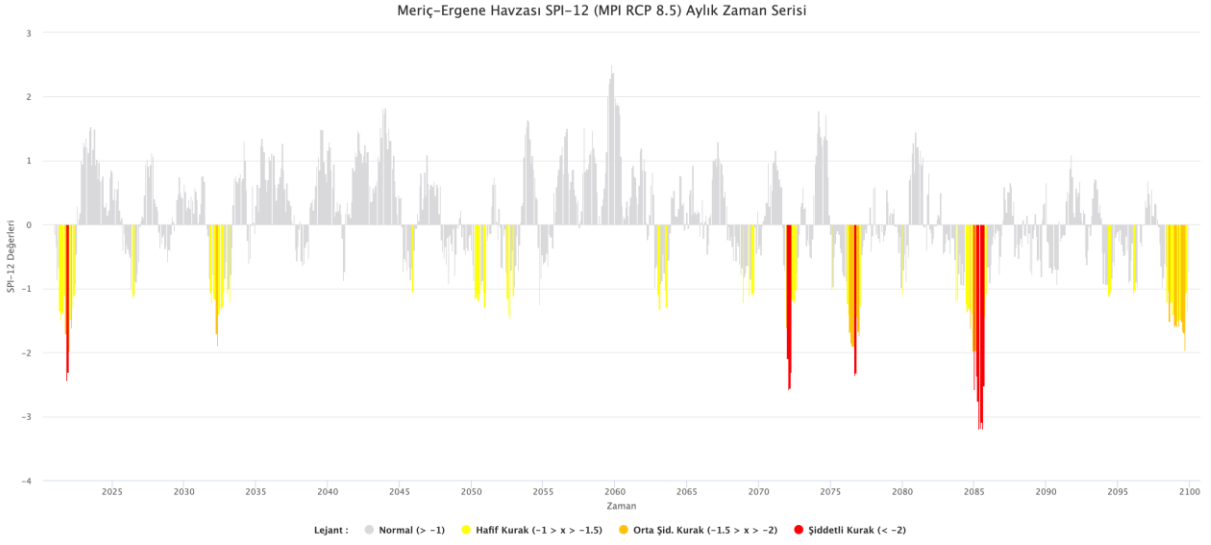
4.4.1.6. Havza Bazında SPI 12 Aylık Zaman Serisi



Şekil 4.21 Havza Geneline ait SPI 12 Aylık Çizgisel Grafik



Şekil 4.22 Havza Geneline ait SPI 12 Aylık Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 4.23 Havza Geneline ait SPI 12 Aylık Bar Grafiği

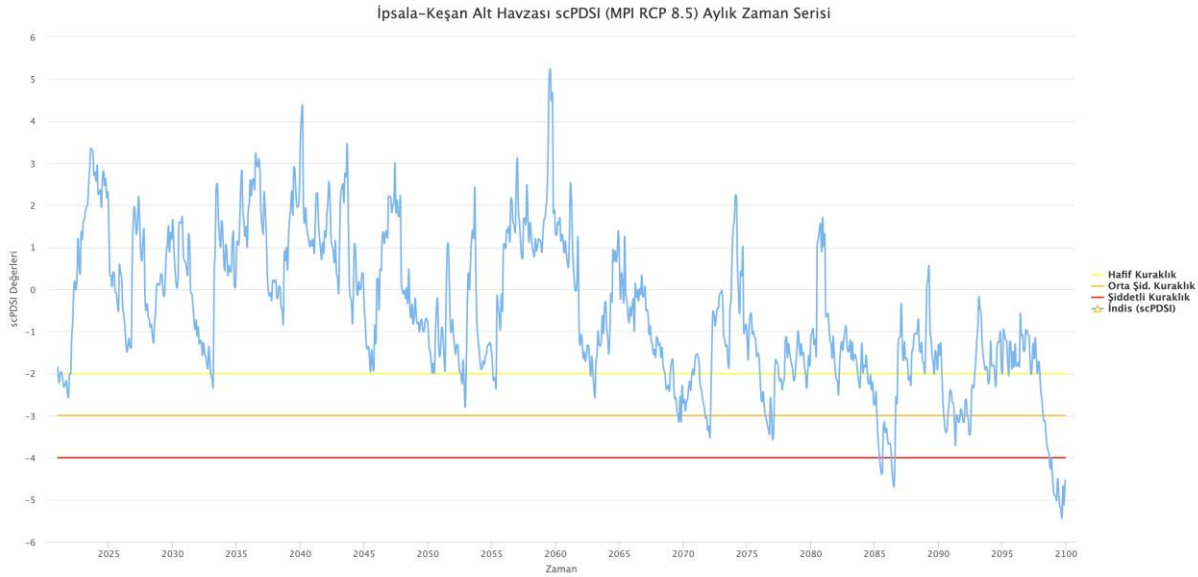
4.4.2. Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddet İndisi (scPDSI)

Mevcut rapor kapsamında havzanın kendisine ek olarak havzayı temsilen maruziyet indeksi en yüksek alt havzanın da (İpsala-Keşan alt havzası) analizleri paylaşılmaktadır. Diğer alt havzaların analizlerine raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

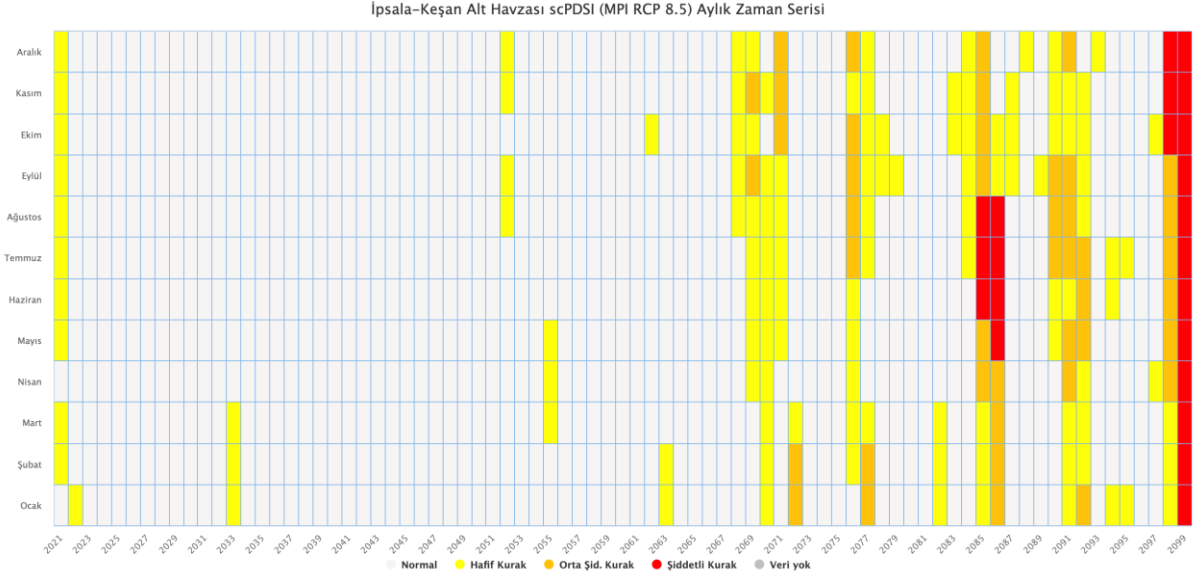
scPDSI indisinin yapısı itibari ile modellerden gelen veriler ile yapılan analizlerde kuraklığın özellikle son yıllarda daha yoğun olduğu görülmektedir. Bu durum gerçekte beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Kuraklık şiddet analizleri kapsamında 3 farklı grafiksel veri üretilmiş olup her bir grafikte analizler farklı şekillerde ifade edilmektedir. Çizgisel grafik literatürde sık kullanılan bir tür olup aylar arasındaki geçişleri göstermek için ideal bir grafik türüdür. Yoğunluk grafiği (heatmap) olarak adlandırılan grafik ise aylık bazda İdare (SYGM)'nin istediği kuraklık gruplarına göre bir gösterim sağlamaktadır. Diğer bir grafik olan bar grafik ise analiz sonuçlarındaki kuraklık şiddetlerini daha iyi göstermek için kullanılmıştır.

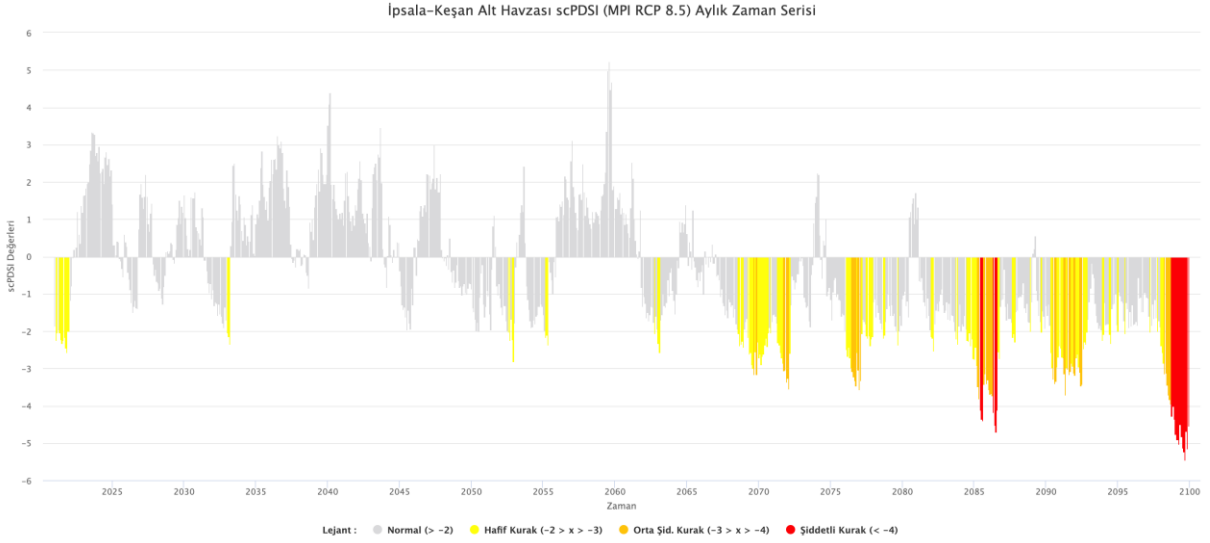
4.4.2.1. Alt Havza Bazında scPDSI Zaman Serisi



Şekil 4.24 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait scPDSI Çizgisel Grafik

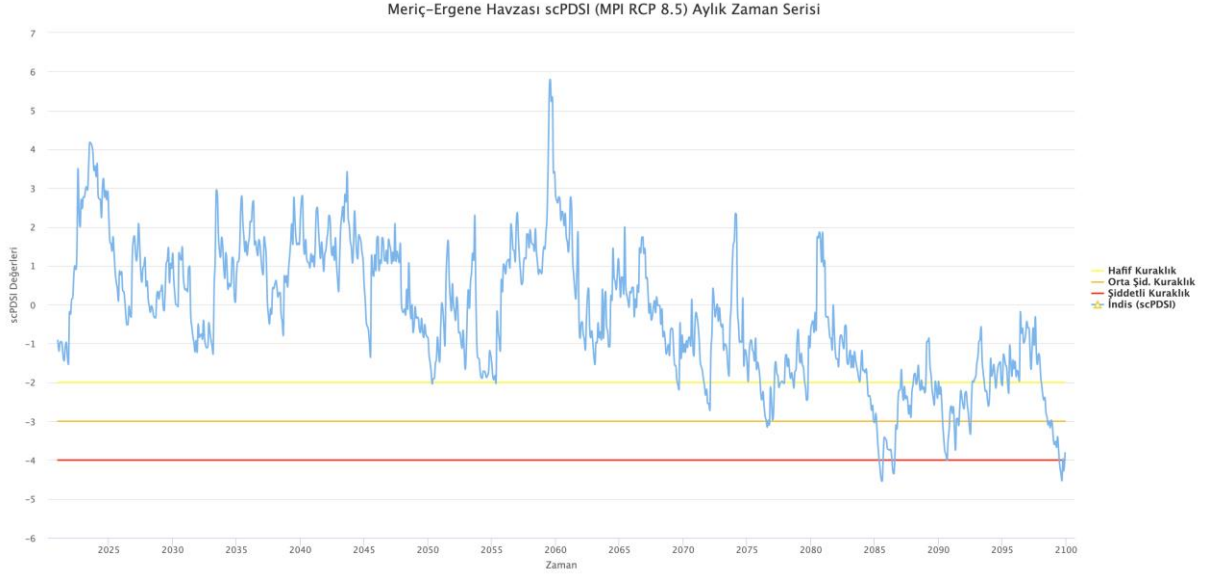


Şekil 4.25 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği

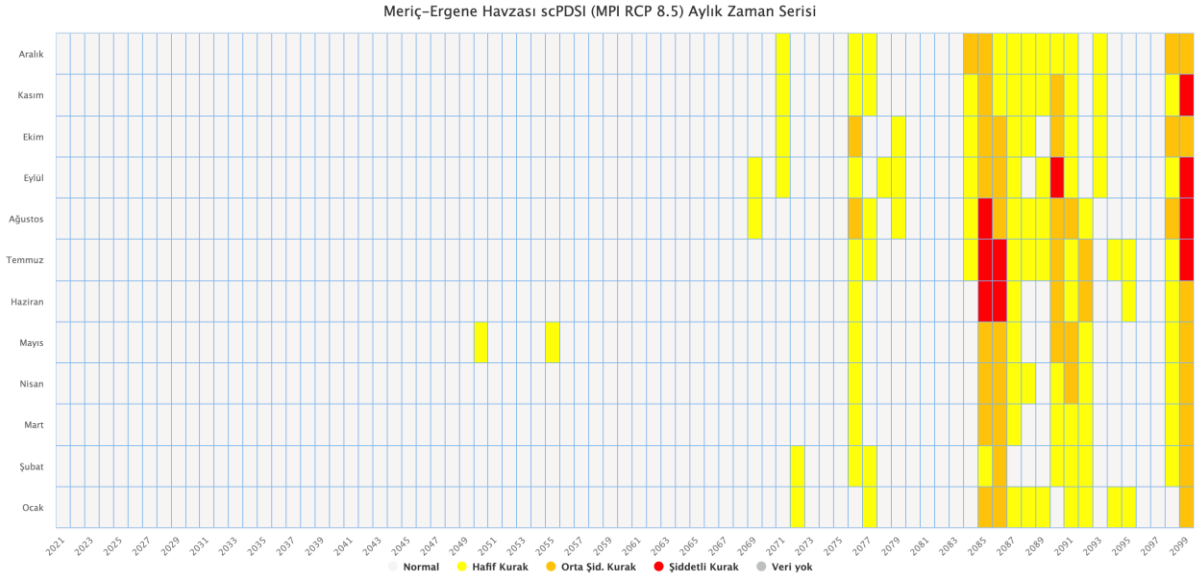


Şekil 4.26 İpsala-Keşan Alt Havzasına ait scPDSI Bar Grafiği

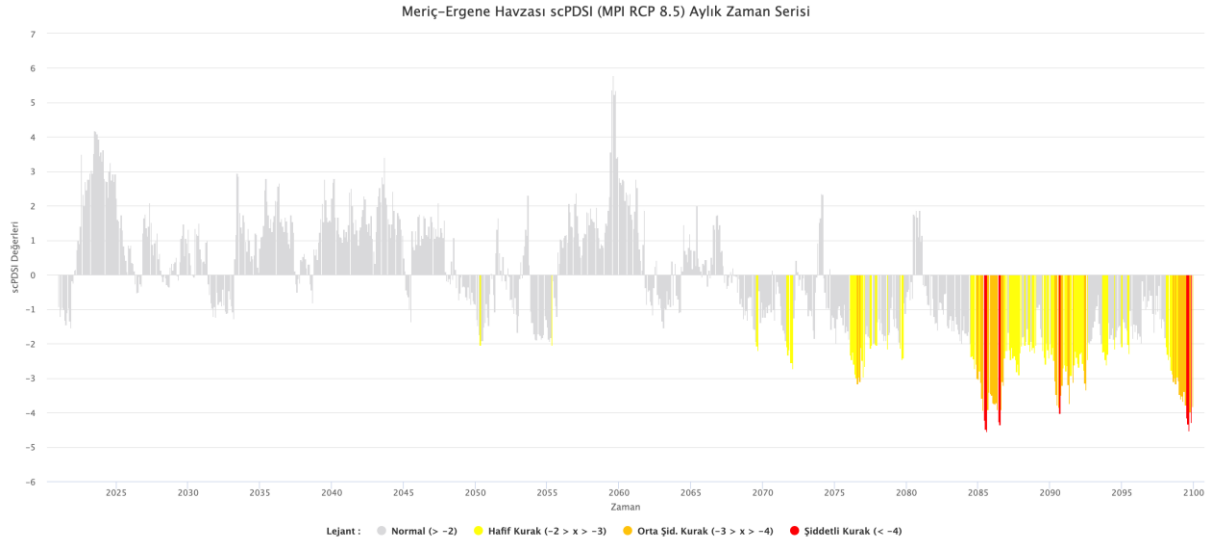
4.4.2.2. Havza Bazında scPDSI Zaman Serisi



Şekil 4.27 Havza Geneline ait scPDSI Çizgisel Grafik



Şekil 4.28 Havza Geneline ait scPDSI Zamansal Kuraklık Grafiği



Şekil 4.29 Havza Geneline ait scPDSI Bar Grafiği

4.5. Kuraklık Risk Analizleri

Kuraklık risk analizleri gelecek dönem indis verilerine göre istatistiksel olarak yapılan bir çalışma olarak tanımlanmakla birlikte temelinde tüm dönem boyunca görülen kurak ayların tüm aylara oranı olarak hesaplanmaktadır. Grid bazında yapılan indis hesapları mevcut durumda kullanılan kuraklık aralıkları ile karşılaştırılarak her bir kurak ay için oluşma sayısı toplanır ve tüm olayların sayısına bölünür. Böylelikle bir grid için yüzdesel olarak kurak ya da normal olma durumu ortaya çıkar. Bu da ilerleyen süreç için istatistiksel olarak grid bazında kuraklık riski olarak tanımlayabileceğimiz analiz sonucunu vermektedir.

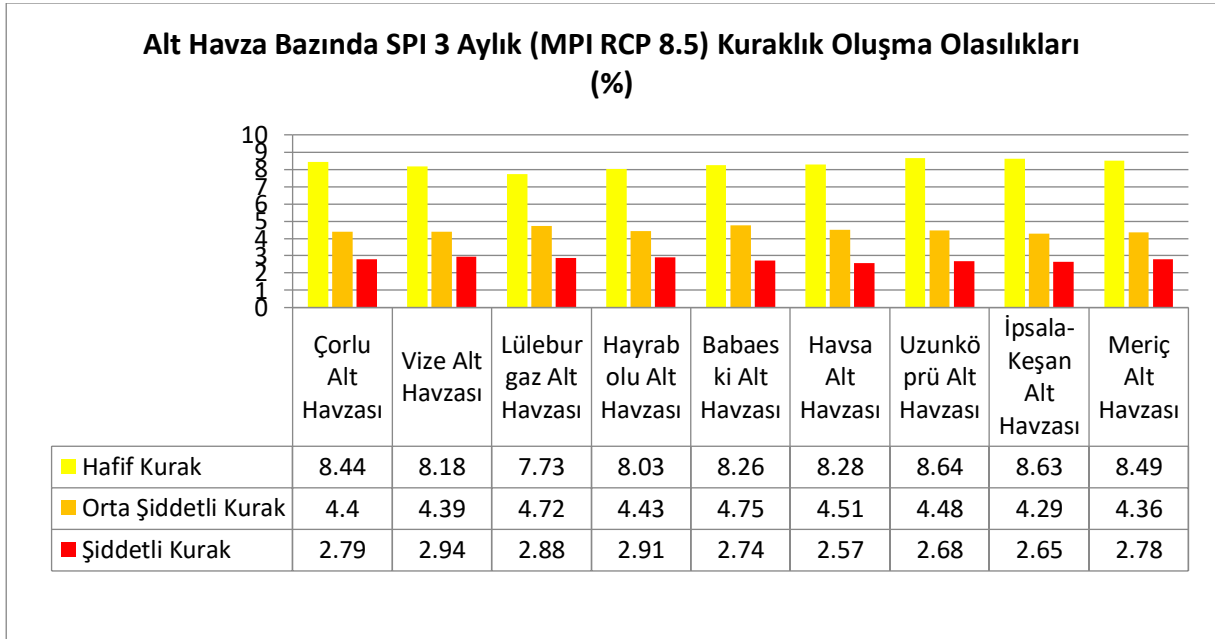
Kuraklık risk analizleri de kuraklık şiddetleri benzeri bir yaklaşımla, grid bazındaki sistemden tümevarım metodu ile alt havza bazında hesaplanarak raporda sunulmuştur. Böylelikle tümevarım yaklaşımı ile tüm havzanın alt havza kırılımındaki risk analizi gerçekleştirilmiştir.

Hesaplanan tüm indis ve alt periyotlardan sadece MPI RCP 8.5 senaryosu kapsamında hesaplanan SPI-3, SPI-9, SPI-12 ve Palmer (scPDSI) indisleri incelenerek alt kısımda sunulmaktadır. Diğer indislere ilişkin grafik ve bilgilere raporun eklerinden ulaşılabilmektedir.

Rapor kapsamındaki indis riskleri havza içindeki İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (SYGM, 2016) kapsamında oluşturulan 10x10 km'lik gridlerde tekil olarak bulunan kuraklık riskleri ile hesaplanmıştır. Sonrasında her alt havzaya düşen gridlerin ortalaması alınarak ilgili alt havza için risk hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda Meriç Ergene Havzası bünyesindeki 9 alt havza için yapılan hesaplamalar aşağıda verilmektedir.

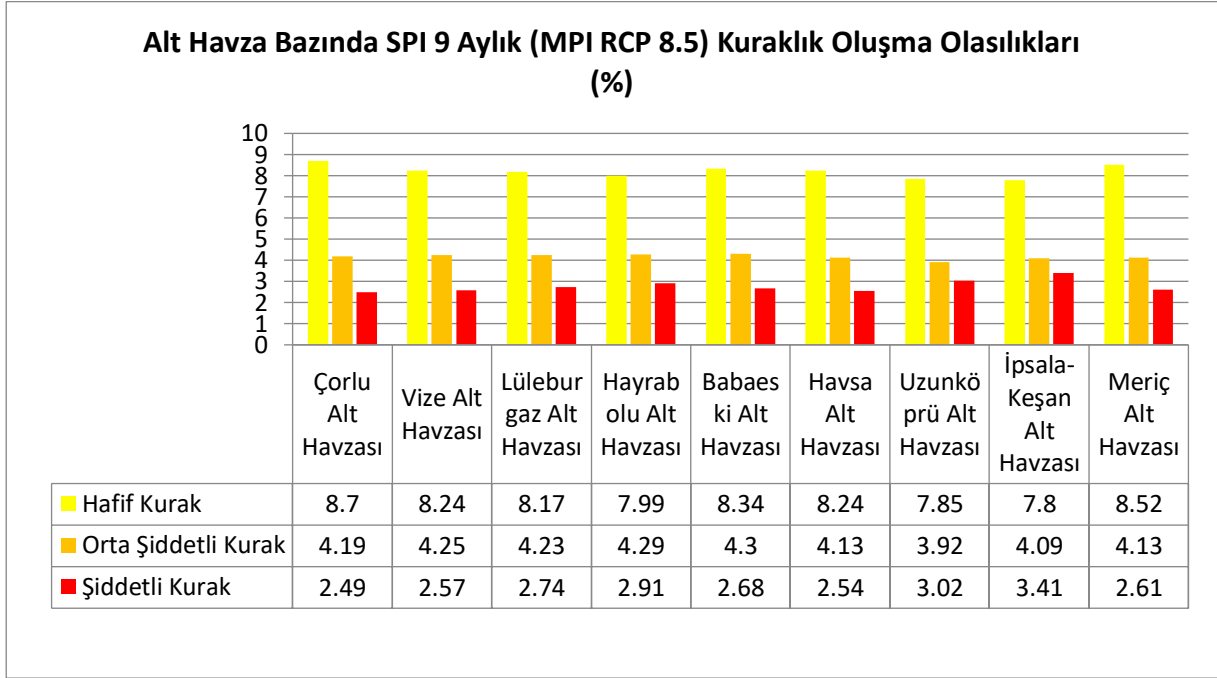
Alt havza bazında sonuçlara bakıldığında tüm periyotlarda tüm alt havzaların birçoğu birbirine yakın olasılıklar göstermektedir. Zira gridlerdeki veriler alana IDW interpolasyon yöntemi ile dağıtıldıktan sonra bazı uç veriler daha sönümlenerek normal dağılıma daha uygun hale gelmiştir. Bununla birlikte tekil olarak periyotları incelediğimizde, SPI 3 aylık periyot içerisinde Uzunköprü ve Babaeski alt havzaları %0,2-0,5'lik bir farkla diğer alt havzalardan öne çıkmaktadır. SPI 9 Aylık periyoda gelince benzer bir fark ile Çorlu ve Babaeski alt havzaları riskli olarak görülmektedir. Ayrıca bu periyot için ortalama değerler az da olsa normal dağılımın dışına çıkmışlardır. SPI 12 aylık periyotta ise İpsala-Keşan ve Çorlu alt havzaları %0,3'lük bir fark ile ön plana çıkmaktadırlar. Diğer taraftan, scPDSI sonuçlarına göre ise İpsala-Keşan alt havzası %3-11 arası bir fark ile diğer alt havzaların önüne geçmektedir.

4.5.1. SPI 3 Aylık Periyot Bazında Alt Havza Risk Analizleri



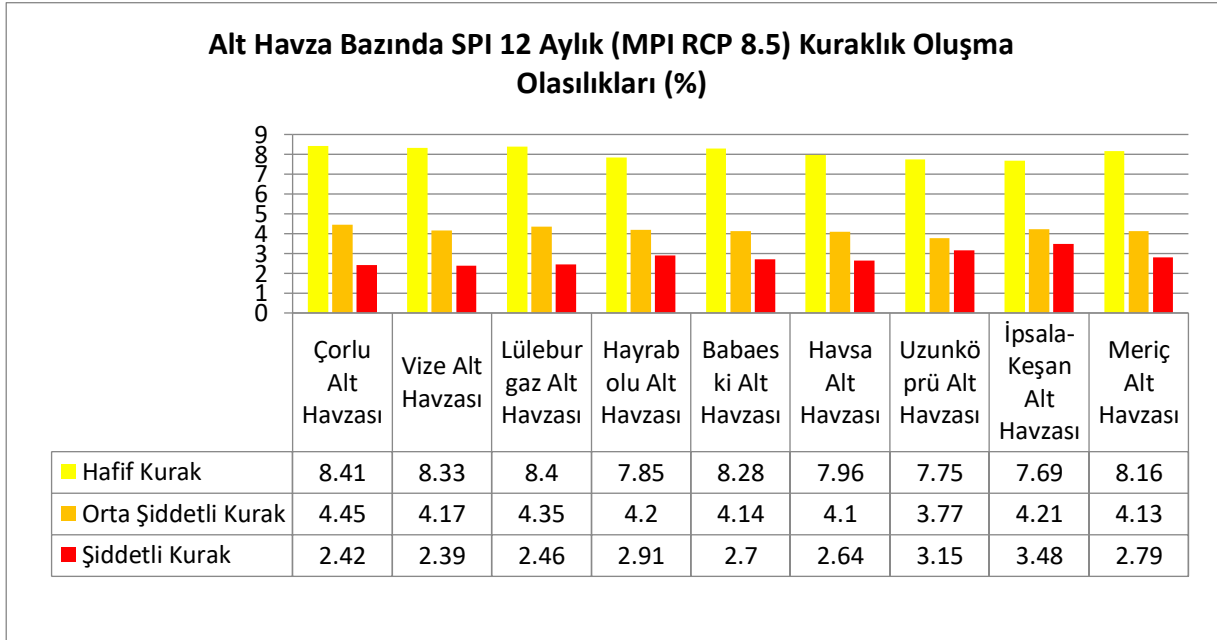
Şekil 4.30 Alt Havzalarda SPI 3 Aylık Kuraklık Oluşma Olasılıkları

4.5.2. SPI 9 Aylık Periyot Bazında Alt Havza Risk Analizleri



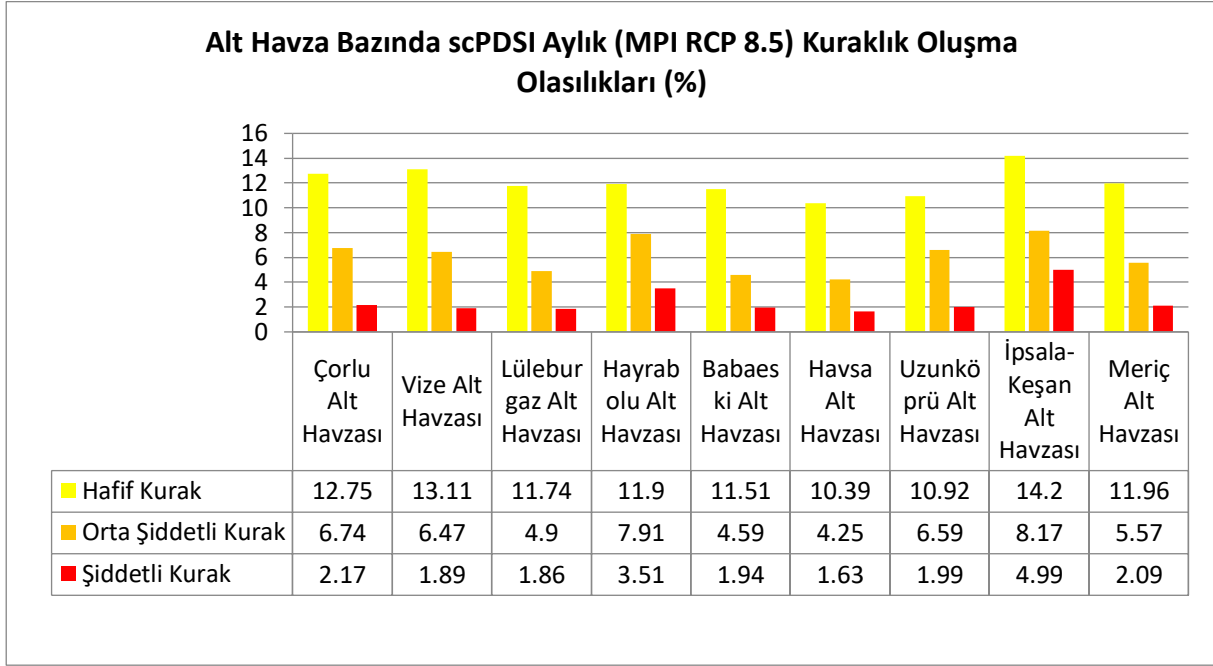
Şekil 4.31 Alt Havzalarda SPI 9 Aylık Kuraklık Oluşma Olasılıkları

4.5.3. SPI 12 Aylık Periyot Bazında Alt Havza Risk Analizleri



Şekil 4.32 Alt Havzalarda SPI 12 Aylık Kuraklık Oluşma Olasılıkları

4.5.4. scPDSI Bazında Alt Havza Risk Analizleri



Şekil 4.33 Alt Havzalarda scPDSI Kuraklık Oluşma Olasılıkları

4.6. Kurak Dönemlerin Tespiti

Havza kapsamında yapılan bu çalışma için gelecek dönem kurak dönemleri tespit etmek amacıyla 1. Ara Rapor'da da kullanılan yaklaşım benimsenmiştir. Rapor kapsamında 7 farklı indis ve alt periyotları ile birlikte 27 farklı indis-periyot çıktısı verilmektedir. Hesaplanan 27 farklı indis-periyot ikilisi meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik olmak üzere farklı kuraklık tiplerini göstermektedir. Fakat genel olarak yaklaşıldığında tip fark etmeksizin “kurak ya da değil” ayrımının yapılması gerekmektedir. Bu sebeple özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) kullanılan ABD Kuraklık İzleme internet sitesinin yaklaşımı benimsenmiştir (U.S. Drought Monitor, 2021). Söz konusu internet sitesinde oluşturulan kuraklık şiddet haritalarında 5 farklı girdi kullanılarak tek bir bütünleşik indis oluşturulmaktadır. Bu bütünleşik indiste PDSI, toprak nemi, akım verisi, SPI ve yine kendi içinde farklı indislerin dağılımını içeren Kuraklık Karışımı (Drought Blends) indisi kullanılmaktadır (Drought Blend Index, 2021).

ABD'deki yaklaşıma benzer bir yaklaşımla çalışma kapsamında 6 farklı indis temel alınarak bütünleşik bir indis oluşturulmuş ve bu indise göre kurak dönemler çıkartılmıştır. Kurak dönemlerin çıkartılması ile ilgili süreç aşağıda verilmiştir.

- İlk etapta Meteorolojik Kurak için Ondalıklar ve SPI-3; Tarımsal Kuraklık için PNPI-6 ve SPEI-9; Hidrolojik Kuraklık için ise SPI-12 ve scPDSI indisleri seçilmiştir.
- Seçilen bu indislere göre havza bazında bir ortalama bulmak amacıyla SYGM tarafından yürütülen İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi çıktılarında 10x10 km’lik yağış ve sıcaklık grid verileri kullanılmıştır. Her bir grid bir istasyonmuş gibi kabul edilerek her bir grid için indis hesaplamaları yapılmıştır.
- Projenin ortak zaman aralığı olan 2021-2100 arası için seçilen indisler alt alta eklenerek tablosal bir görünüm elde edilmiştir (Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36). Bu tablolarda indisleri ortak olarak karşılaştırmak için indis açıklamalarında belirtilen 4’lü aralık (Normal, Hafif Kurak, Orta Şiddetli Kurak, Şiddetli Kurak) tercih edilmiştir.
- Her ay için 6 indisin “Şiddetli Kurak”, “Orta Şiddetli Kurak” ve “Hafif Kurak” olma sayıları toplanmış ve “Şiddetli Kurak” olma sayısı 2 ve daha fazla ise o ay “Şiddetli Kurak”, “Orta Şiddetli Kurak” olma sayısı 2 ve daha büyük veya “Şiddetli Kurak” olma sayısı 1 veya daha büyük ise o ay “Orta Şiddetli Kurak” olarak belirlenmiştir. Eğer “Hafif Kurak” veya “Orta Şiddetli Kurak” olma olasılıkları 1’den büyük ise de o ay “Hafif Kurak” olarak nitelendirilmiştir. Kalan tüm aylar ise “Normal” olarak etiketlenmiştir. Durum ile ilgili detaylı açıklama aşağıda verilen Tablo 4.4’da mevcuttur.

Tablo 4.4 Bütünleşik İndis için Hesaplama Durumu

	Şiddetli Kurak	Orta Şiddetli Kurak	Hafif Kurak
Toplam Adet	2 veya daha fazla ise	2 veya daha fazla ise	1 veya daha fazla ise
Alternatif	1 adet ise	1 adet ise	-
Sonuç	Şiddetli Kurak	Orta Şiddetli Kurak	Hafif Şiddetli Kurak
Alternatif Sonuç	Orta Şiddetli Kurak	Hafif Şiddetli Kurak	-

- Bu yaklaşım ile farklı indislerin kurak olarak nitelendirdiği ayları tek bir indiste birleştirilmesi hedeflenmiştir. Farklı kuraklık dönemleri (meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik) için seçilen indisler ile genel olarak bir kurak dönem seçimi yapılmıştır. Böylelikle bütünleşik bir indis oluşturulmuştur.
- Bütünleşik indis zaman serisi üzerinden ilerleyerek öncelikle arka arkaya 2 ayın “Normal” olma durumuna göre parçalara bölünür. Kalan parçalardan başta ve sonda “Normal” olma durumuna göre tekrar bir filtreleme yapılır. Çünkü kurak dönem incelemesinde SYGM ile

çıkartılan metodolojide kurak dönem içerisinde 2 ay ve daha fazla bir süre normal olması kurak dönemin bittiği anlamına gelmektedir.

- Kalan listemizde içinde tekil olan “Normal” durumların arasında en az 6 aylık bir kuraklık durumunun olması ve içerisinde en fazla 2 tane “Normal” durum olması filtrelenerek kurak dönem listeleri oluşturulur.
- Bu listelerde en az 6 aylık dönemler baz alındığı için kurak dönemler 6 ay ve daha uzun dönemlerden oluşmaktadır.

Yukarıda bahsedilen iş akışı (algoritma) sonucu havza geneli için elde edilen kurak dönemler listesi Tablo 4.5’te verilmektedir.

Tablo 4.5 Havzada 2021-2100 Yılları Arasında Görülen Kurak Dönemler Listesi

Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Toplam Süre (Ay)	Toplam Şiddet (SPI-3)	Toplam Şiddet (PNPI-6)	Toplam Şiddet (SPEI-9)	Toplam Şiddet (SPI-12)	Toplam Şiddet (scPDSI)
2/2021	6/2022	17 Ay	-10,43	1.172,93	-8,58	-23,38	-9,32
4/2026	10/2026	7 Ay	-6,08	448,40	-2,20	-6,29	-1,79
6/2031	4/2033	23 Ay	-15,15	1.719,70	-7,76	-21,23	-18,21
2/2050	1/2051	12 Ay	-6,81	916,39	-9,05	-12,39	-17,31
3/2052	9/2052	7 Ay	-2,79	569,21	-4,40	-5,70	-3,73
3/2057	8/2057	6 Ay	-1,83	584,81	-0,80	-1,74	-5,44
9/2062	10/2063	14 Ay	-4,90	1221,15	-11,32	-10,64	-11,27
5/2065	10/2065	6 Ay	-1,60	688,94	-1,74	-1,86	-3,04
3/2069	9/2069	7 Ay	-4,69	520,26	-5,73	-6,43	-11,12
5/2071	8/2072	16 Ay	-11,28	1.171,76	-13,79	-14,39	-22,95
4/2074	10/2074	7 Ay	-2,72	727,82	-7,22	-9,91	-4,85
6/2079	2/2080	9 Ay	-5,32	625,85	-7,51	-3,32	-13,58
1/2083	10/2086	46 Ay	-29,61	3.415,83	-60,41	-51,42	-125,46
7/2088	1/2089	7 Ay	-4,20	551,50	-4,58	-2,11	-14,76
4/2090	1/2091	10 Ay	-6,22	769,26	-14,26	-5,95	-32,68
4/2092	12/2092	9 Ay	-2,84	738,12	-8,16	-0,30	-21,97
6/2093	7/2094	14 Ay	-6,32	1.221,43	-14,45	-4,32	-27,43
8/2095	5/2096	10 Ay	-3,56	780,66	-11,30	-7,18	-16,17
7/2097	12/2099	30 Ay	-16,44	2.272,72	-47,52	-30,03	-85,26

Tablo 4.9’da kurak dönemlere ek olarak ay bazında toplam süre ve meteorolojik (SPI-3), tarımsal (PNPI-6 ve SPEI-9) ve hidrolojik kuraklık (SPI-12 ve scPDSI) için Zekai Şen tarafından kullanılan metodoloji de uygulanarak kurak dönemin toplam şiddetleri hesaplanmıştır (Şen, 2009). Bu hesaplamada seçilen indislerin kurak dönem içerisinde kalan tüm indis değerleri toplanarak “Toplam Şiddet” değeri bulunmuştur. Bu süreçte hem negatif hem de pozitif (eğer varsa) değerler toplanarak nihai bir değer bulunur. Örneğin SPI-3 için Mayıs 2063 ile Aralık 2063 döneminde yapılan hesaplama tablosu (Tablo 4.6) aşağıdadır. Görüldüğü üzere kurak dönem olarak belirlenen aralıktaki indis değerlerinin hepsi, negatif ya da pozitif olduğuna bakılmaksızın toplanmakta, bu duruma kuraklığın bu dönemdeki toplam şiddetini ortaya koymaktadır. Bu toplam aynı zamanda çizilen grafiğin altında kalan olarak da bilinmektedir.

Tablo 4.6 SPI-3 için 2063 Yılı Kurak Dönemi Toplam Şiddet Hesabı

Ay	Yıl	SPI-3 Değeri
5	2063	0,613
6	2063	-0,232
7	2063	-1,344
8	2063	-0,394
9	2063	-0,228
10	2063	-2,381
11	2063	-1,304
12	2063	-1,891
Toplam		-7,16

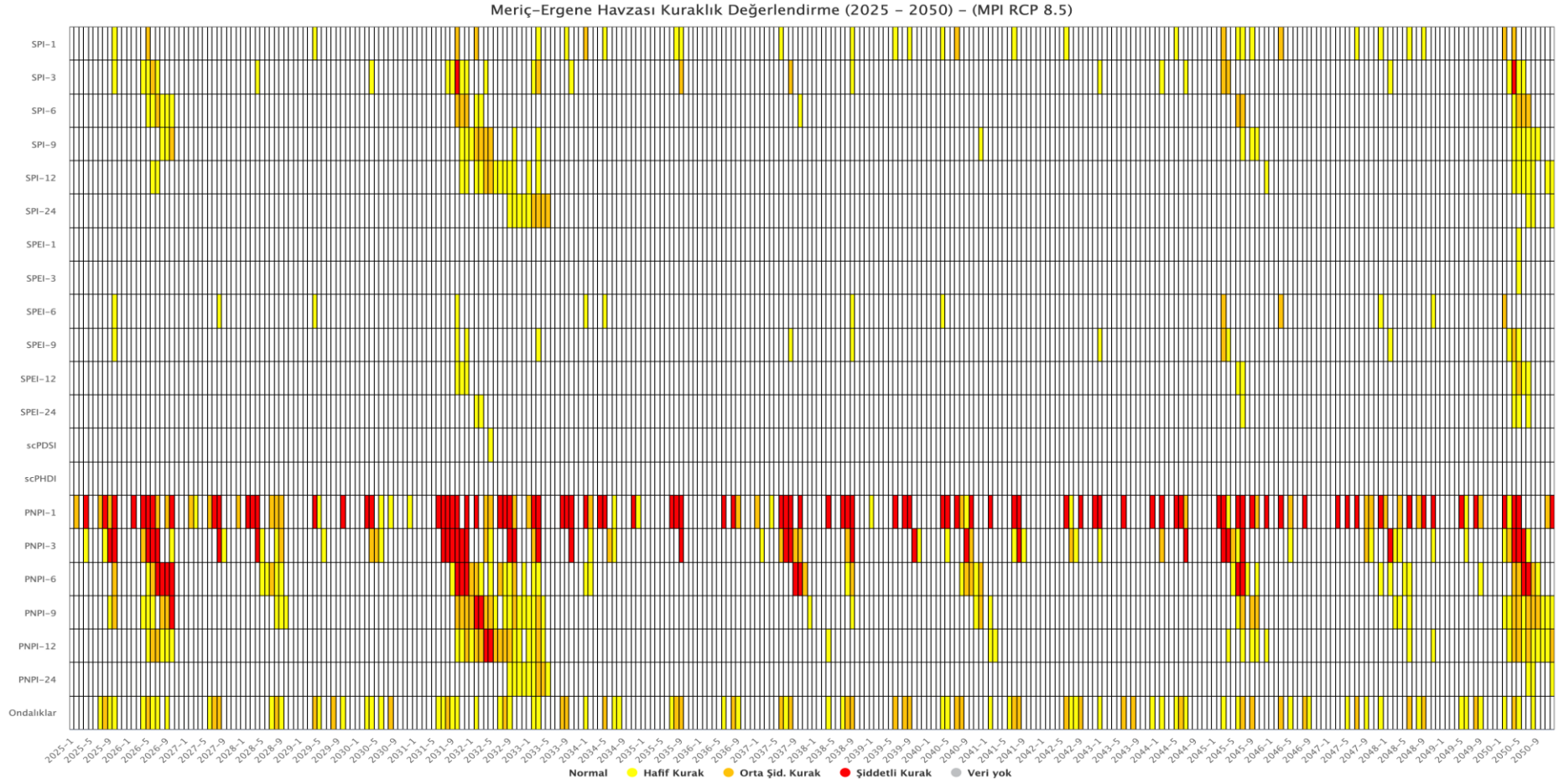
Tablo 4.6’da hesaplanan toplam şiddet değerleri kurak dönemleri birbiri ile karşılaştırmak açısından en uygun çözüm olarak görülmektedir. Zira uzun dönem süren bir kuraklık, şiddet açısından az olması sebebi ile etkisi az olmuş olabilir. Diğer yandan kısa sürüp de çok şiddetli olan bir kuraklığın etkisi ise uzun süren başka bir döneme göre daha ağır olabilir. Bu karşılaştırmayı yapmak için hesaplanan toplam şiddet değerleri aynı kolondaki en büyük rakama bölünerek normalize edilmiş ve karşılaştırılabilir olmuştur. Normalizasyon ile farklı aralıklara sahip olabilen bu indisler 0 ile 1 arasındaki ortak bir aralığa çekilerek birbiri ile karşılaştırma fırsatını vermektedir. Nitekim bu hesaplama ile kurak dönemleri sıralama imkânı ortaya çıkmıştır (Tablo 4.7). İlgili tablolarda koyu sarı olan renk en şiddetli dönemi, açık sarı olan renk ise 2. sıradaki şiddetli dönemi göstermektedir.

Etki analizi tablosundan görüleceği üzere havza genelinde en etkili kurak dönem 01/2083'de başlayıp 10/2086'ya kadar devam etmekte olan dönemdir. Gerek süre gerekse şiddet bakımından önemli bir kurak dönem olduğu tüm indislerin değerin 1 olmasından anlaşılmaktadır. Diğer bir önemli kuraklığın ise 07/2097 ile 12/2099 arasında olduğu görülmektedir.

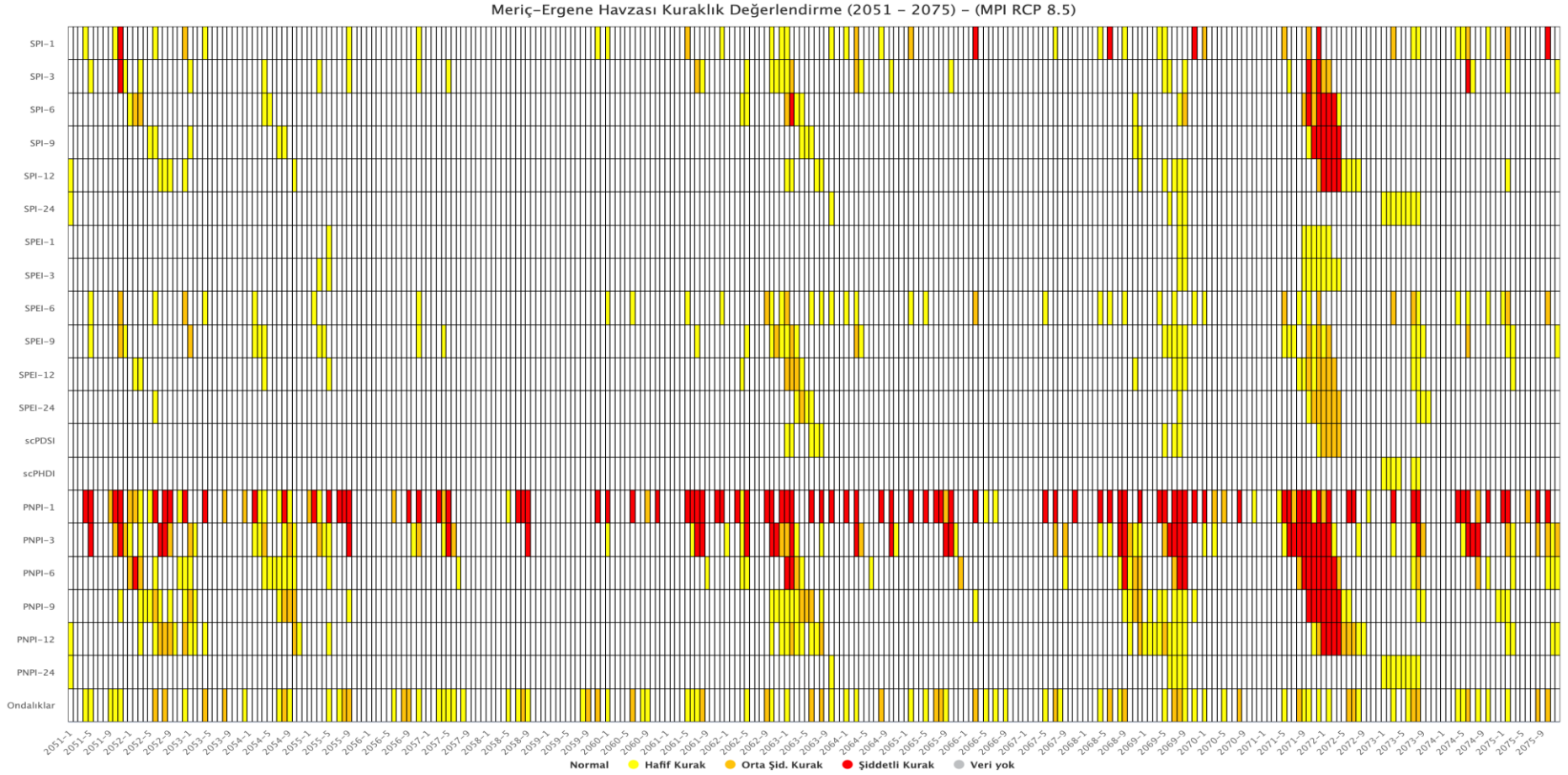
Rapor kapsamında bulunan kurak dönemlerden seçilen en önemli 2 kurak dönem ile ilgili kuraklık şiddet haritalarına bir sonraki bölümde detaylı şekilde erişilebilir.

Tablo 4.7 Havzada 2021-2100 Yılları Arasında Görülen Kurak Dönemler Etki Analizi

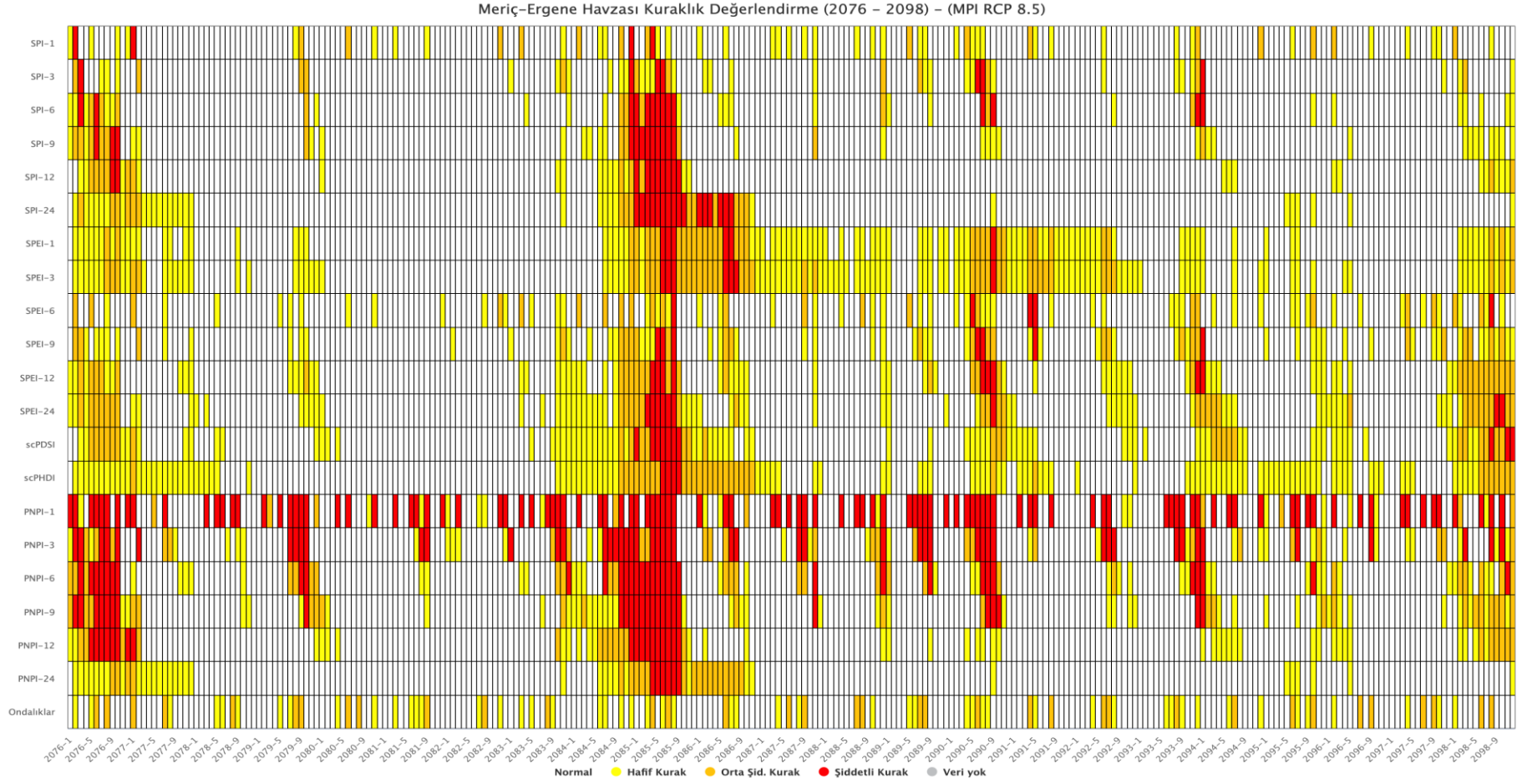
Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Etki (SPI-3)	Etki (PNPI-6)	Etki (SPEI-9)	Etki (SPI-12)	Etki (scPDSI)
2/2021	6/2022	0,35	0,34	0,14	0,45	0,07
4/2026	10/2026	0,21	0,13	0,04	0,12	0,01
6/2031	4/2033	0,51	0,5	0,13	0,41	0,15
2/2050	1/2051	0,23	0,27	0,15	0,24	0,14
3/2052	9/2052	0,09	0,17	0,07	0,11	0,03
3/2057	8/2057	0,06	0,17	0,01	0,03	0,04
9/2062	10/2063	0,17	0,36	0,19	0,21	0,09
5/2065	10/2065	0,05	0,2	0,03	0,04	0,02
3/2069	9/2069	0,16	0,15	0,09	0,13	0,09
5/2071	8/2072	0,38	0,34	0,23	0,28	0,18
4/2074	10/2074	0,09	0,21	0,12	0,19	0,04
6/2079	2/2080	0,18	0,18	0,12	0,06	0,11
1/2083	10/2086	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7/2088	1/2089	0,14	0,16	0,08	0,04	0,12
4/2090	1/2091	0,21	0,23	0,24	0,12	0,26
4/2092	12/2092	0,1	0,22	0,14	0,01	0,18
6/2093	7/2094	0,21	0,36	0,24	0,08	0,22
8/2095	5/2096	0,12	0,23	0,19	0,14	0,13
7/2097	12/2099	0,56	0,67	0,79	0,58	0,68



Şekil 4.34 Havza Geneli 2025-2050 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu



Şekil 4.35 Havza Geneli 2051-2075 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tablosu



Şekil 4.36 Havza Geneli 2076-2098 Yılları Arası Aylık Bazda Kuraklık Değerlendirme Tab

4.7. Kuraklık Şiddet Haritaları

1. Ara Rapor’da belirtildiği üzere kuraklığın gelişim sürecini 3 farklı kısımda inceleyebiliriz. Bu sebeple kuraklık şiddet haritalarını da benzer bir format ile oluşturmanın uygun olacağı öngörülmüştür. Bu kısımda öncelikle “Meteorolojik” kuraklık incelenecektir. Daha sonra ise “Tarımsal” ve “Hidrolojik” kuraklıklar göz önüne alınacaktır. Her kısmı farklı indisler ile önceki kısımda bulunan kurak dönemlerden en şiddetli 2 tanesi rapor kapsamında incelenecektir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8 Havzadaki 2021 ile 2100 yılları arasında görülen en kurak 2 dönem listesi

Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Toplam Süre (Ay)	Toplam Şiddet (SPI-3)	Toplam Şiddet (SPEI-9)	Toplam Şiddet (SPI-12)	Toplam Şiddet (scPDSI)
1/2083	10/2086	46 Ay	-29,61	3.415,83	-60,41	-51,42
7/2097	12/2099	30 Ay	-16,44	2.272,72	-47,52	-30,03

Bu kısımda 3 farklı kuraklık tipi için yapılacak olan incelemelerde tercih edilen indis ve periyotlar Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından da önerilen ve 1. Ara Rapor kapsamında geçmiş dönemde havzayı en iyi temsil eden indislerden SPI-12 ve scPDSI’ya ek olarak SPI-3 ve SPI-9 indisleri de seçilmiştir.

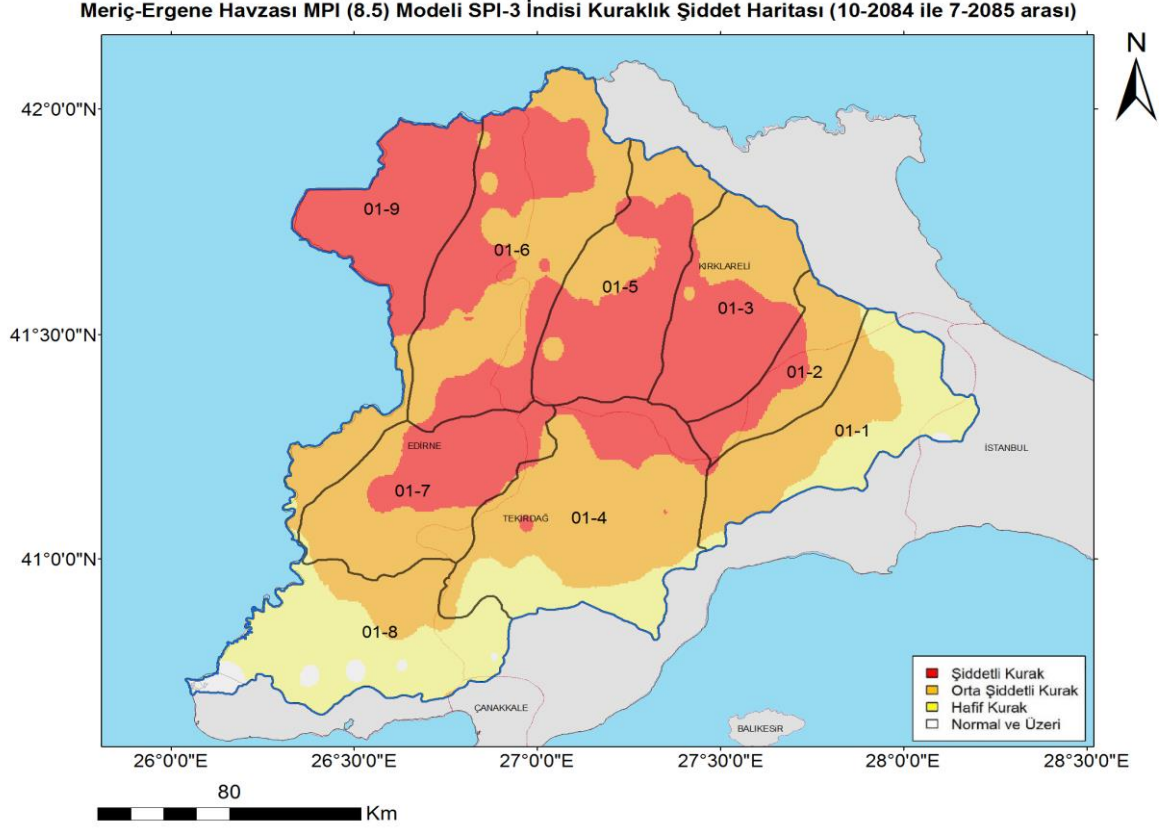
4.7.1. Meteorolojik Kuraklık Şiddet Haritaları – SPI-3

4.7.1.1. 01/2083 ile 10/2086 Arası Kurak Dönem

01/2083 ile 10/2086 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin MPI RCP 8.5 ile hesaplanan SPI 3 aylık indisine göre en kurak ayları olan 10/2084 ile 07/2085 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 4.37) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın neredeyse tamamında (%99,15) hissedilmiştir. Özellikle Meriç, Uzunköprü, Babaeski ve Lüleburgaz alt havzalarında orta şiddetli ve şiddetli kuraklık görülmüştür. Diğer alt havzalarda genel olarak orta şiddetli kuraklık baskın olmakla birlikte normal ve hafif kurak olma durumlarına da rastlanılmıştır. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %16,65’lik bir oranda hafif kurak, %44,03

oranında orta şiddetli kurak ve %38,47 oranında şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 3 aylık indisinin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,83 olarak hesaplanmıştır.



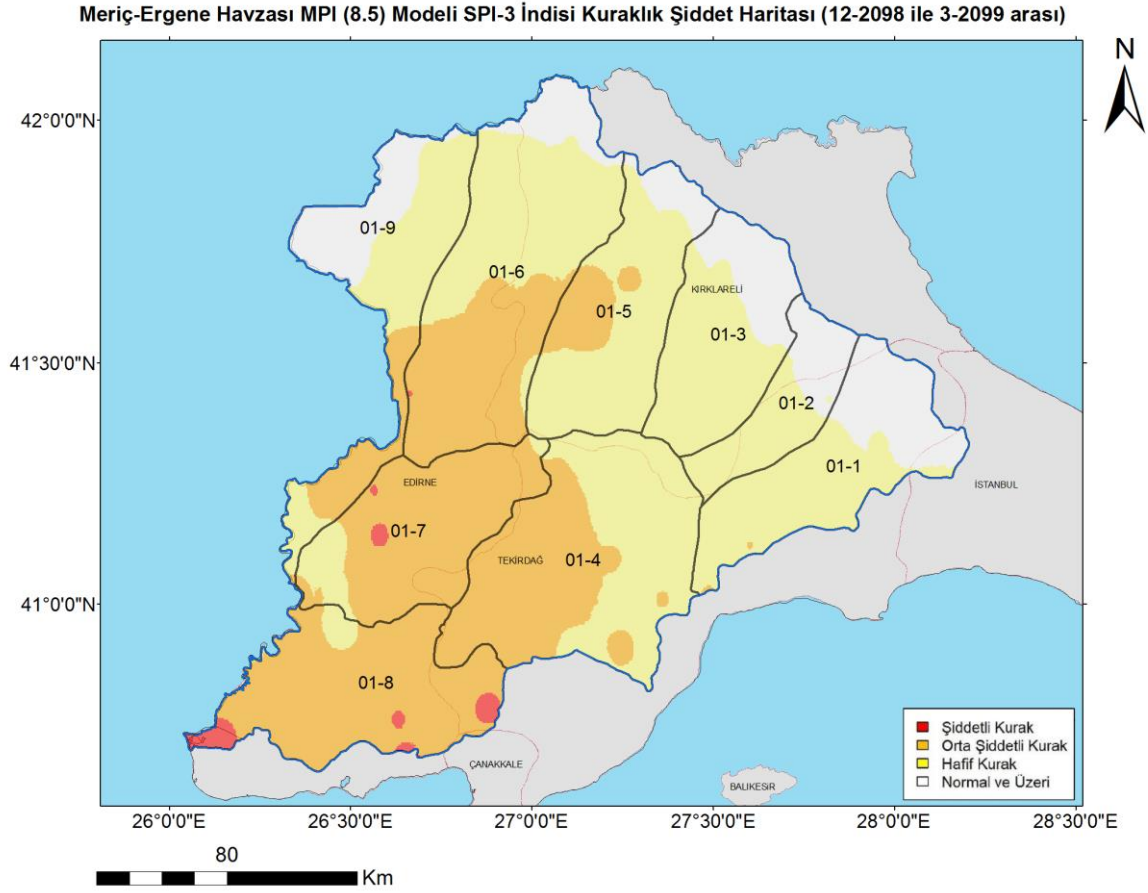
Şekil 4.37 SPI-3 ile Hesaplanan 10/2084 ve 07/2085 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

4.7.1.2. 07/2097 ile 12/2099 Arası Kurak Dönem

07/2097 ile 12/2099 tarihleri arasında yaşanan ve ikinci en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin MPI RCP 8.5 ile hesaplanan SPI 3 aylık indisine göre en kurak ayları olan 12/2098 ile 03/2099 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 4.38) verilmektedir.

Haritadan görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın büyük bir kısmında (%85,23) hissedilmiştir. Özellikle havzanın orta ve güney-batı kesimlerinde orta şiddetli kuraklık yoğun olarak görülmüştür. Havzanın kuzey ve doğu kesimlerinde hafif kuraklık baskın olarak görülmekle birlikte normal durum da görülmektedir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %45,88'lik bir oranda hafif kurak, %38,47 oranında orta şiddetli kurak ve

%0,88 oranında da şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 3 aylık indisinin ortalama değeri ise hafif kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -1,37 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.38 SPI-3 ile Hesaplanan 12/2098 ve 03/2099 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

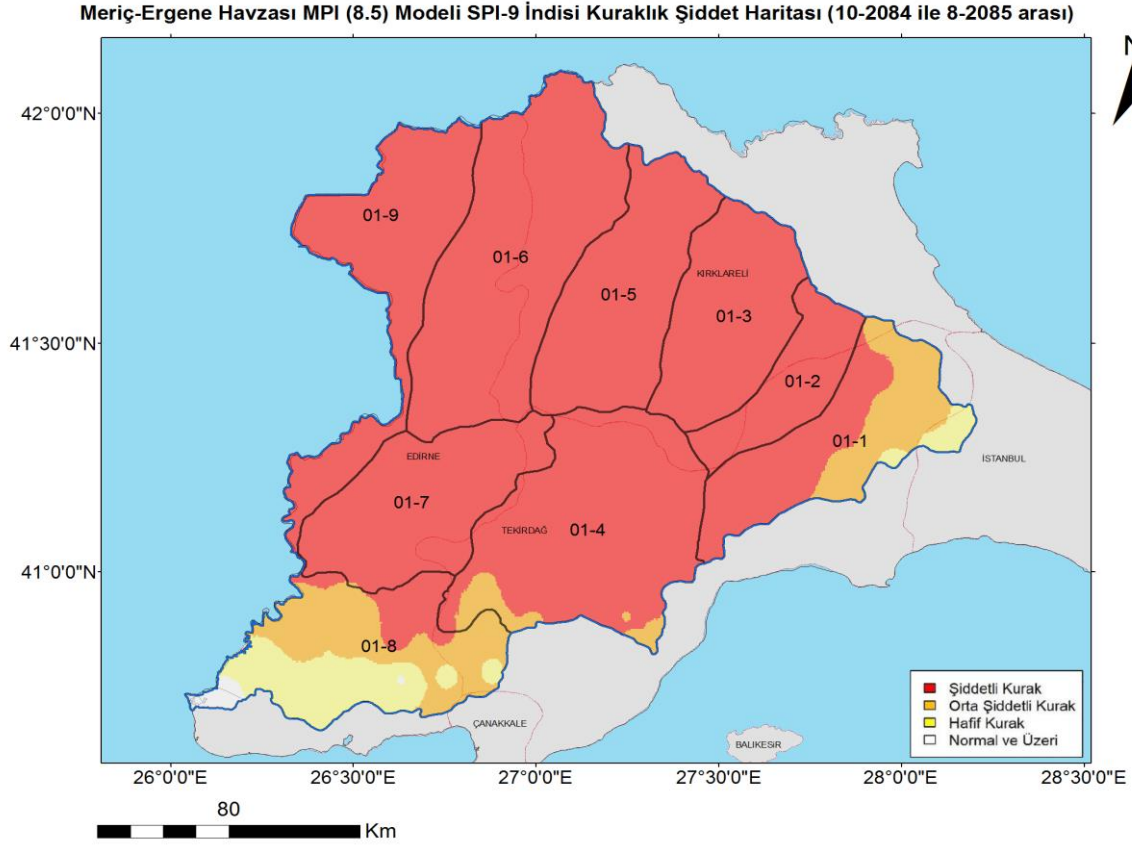
4.7.2. Tarımsal Kuraklık Şiddet Haritaları – SPI-9

4.7.2.1. 01/2083 ile 10/2086 Arası Kurak Dönem

01/2083 ile 10/2086 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin MPI RCP 8.5 ile hesaplanan SPI 9 aylık indisine göre en kurak ayları olan 10/2084 ile 08/2085 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 4.39) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın neredeyse tamamında (%99,54) hissedilmiştir. Bu dönemde İpsala-Keşan ve Çorlu alt havzaları hariç tüm alt havzaları baskın olarak şiddetli kuraklık durumuna maruz kalmıştır. İpsala-Keşan ve Çorlu alt havzalarında ise baskın olarak orta şiddetli kuraklık durumu gözlemlenmiştir. Kuraklığın havza

genelindeki dağılımına bakılınca %5,05'lik bir oranda hafif kurak, %10,32 oranında orta şiddetli kurak ve %84,17 oranında da şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 9 aylık indisinin ortalama değeri ise şiddetli kurak olma durumunun oldukça yüksek olmasından dolayı -2,58 olarak hesaplanmıştır.



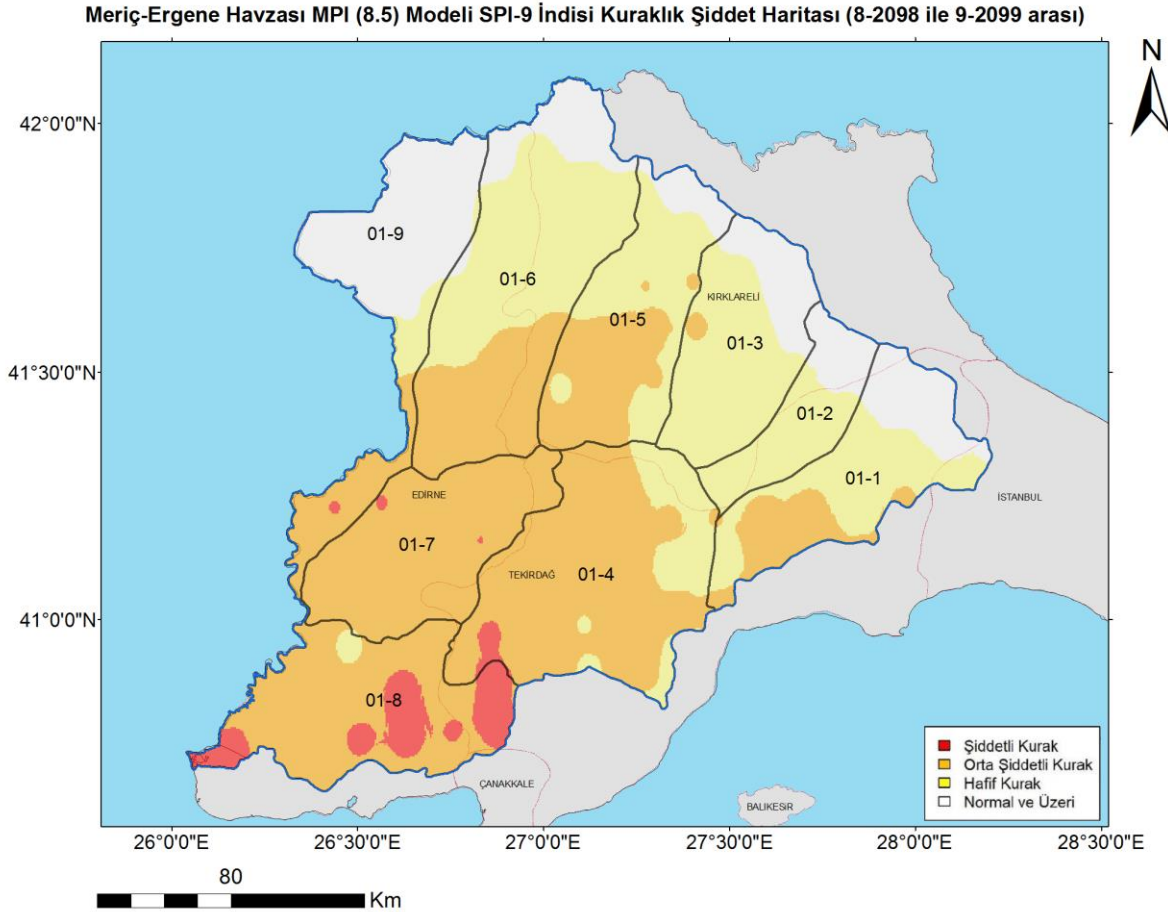
Şekil 4.39 SPI-9 ile Hesaplanan 10/2084 ve 08/2085 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

4.7.2.2. 07/2097 ile 12/2099 arası Kurak Dönem

07/2097 ile 12/2099 tarihleri arasında yaşanan ve ikinci en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin MPI RCP 8.5 ile hesaplanan SPI 9 aylık indisine göre en kurak ayları olan 08/2098 ile 09/2099 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 4.40) verilmektedir.

Haritadan görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın büyük bir kısmında (%82,79) hissedilmiştir. Bu dönemde havzanın orta ve güney-batı kesimlerinde yer yer şiddetli olmak üzere genel olarak orta şiddetli kuraklık görülmektedir. Özellikle İpsala-Keşan alt havzasında kuraklık etkin olmuştur. Kuraklığın en az etkilediği alt havza ise Meriç alt havzası

olmuştur. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %32,81 oranında hafif kurak, %46,55 oranında orta şiddetli kurak ve %3,42 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 9 aylık indisinin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun yüksek olmasından dolayı -1,43 olarak hesaplanmıştır.



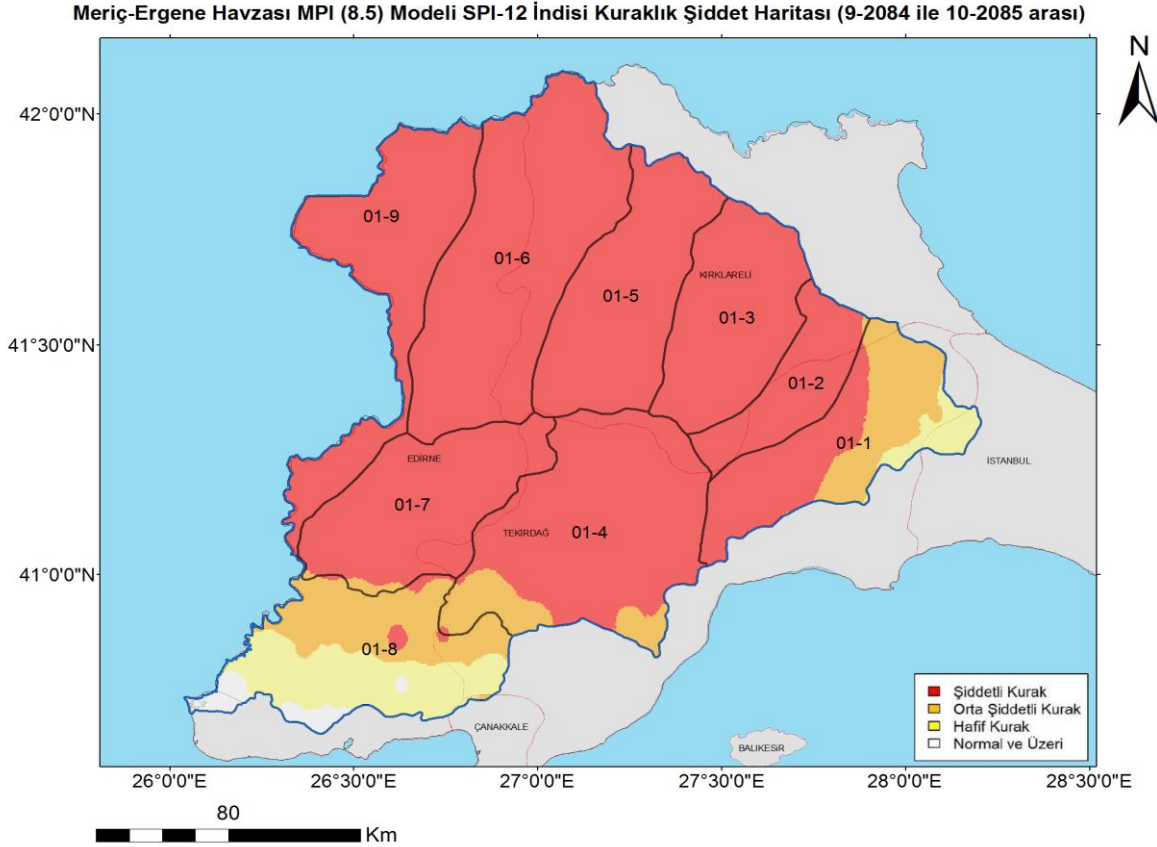
4.7.3. Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları – SPI-12

4.7.3.1. 01/2083 ile 10/2086 Arası Kurak Dönem

01/2083 ile 10/2086 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin MPI RCP 8.5 ile hesaplanan SPI 12 aylık indisine göre en kurak ayları olan 03/2061 ile 09/2061 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 4.41) verilmektedir.

Haritadan görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın neredeyse tamamında (%98,88) hissedilmiştir. Bu dönemde İpsala-Keşan ve Çorlu alt havzaları hariç tüm alt havzaları

baskın olarak şiddetli kuraklık durumuna maruz kalmıştır. İpsala-Keşan ve Çorlu alt havzalarında ise baskın olarak orta şiddetli kuraklık durumu gözlemlenmiştir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %6,59'luk bir oranda hafif kurak, %11,64 oranında orta şiddetli kurak ve %80,66 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 12 aylık indisinin ortalama değeri ise şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -2,42 olarak hesaplanmıştır.



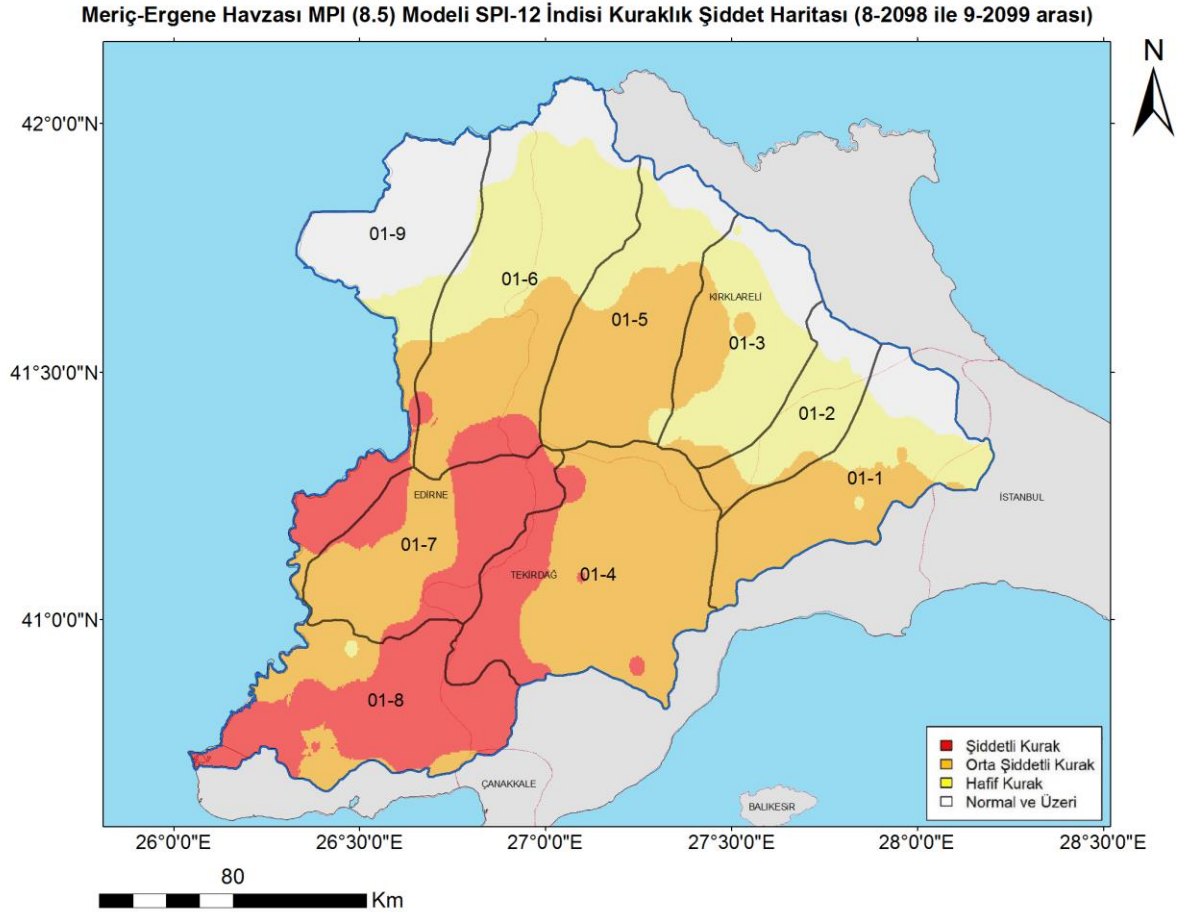
Şekil 4.41 SPI-12 ile Hesaplanan 03/2061 ve 09/2061 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

4.7.3.2. 07/2097 ile 12/2099 Arası Kurak Dönem

07/2097 ile 12/2099 tarihleri arasında yaşanan ve ikinci en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin MPI RCP 8.5 ile hesaplanan SPI 12 aylık indisine göre en kurak ayları olan 08/2098 ile 09/2099 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 4.42) verilmektedir.

Haritadan görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi havzanın büyük bir kısmında (%85,80) hissedilmiştir. Bu dönemde havzanın orta ve güney-batı kesimlerinde yer yer şiddetli

olmak üzere genel olarak orta şiddetli kuraklık görülmektedir. Özellikle İpsala-Keşan ve Uzunköprü alt havzalarında kuraklık etkin olmuştur. Kuraklığın en az etkilediği alt havza ise Meriç ve Vize alt havzaları olmuştur. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %22,75'lik bir oranda hafif kurak, %42,04 oranında orta şiddetli kurak ve %21,01 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. SPI 12 aylık indisinin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -1,59 olarak hesaplanmıştır.



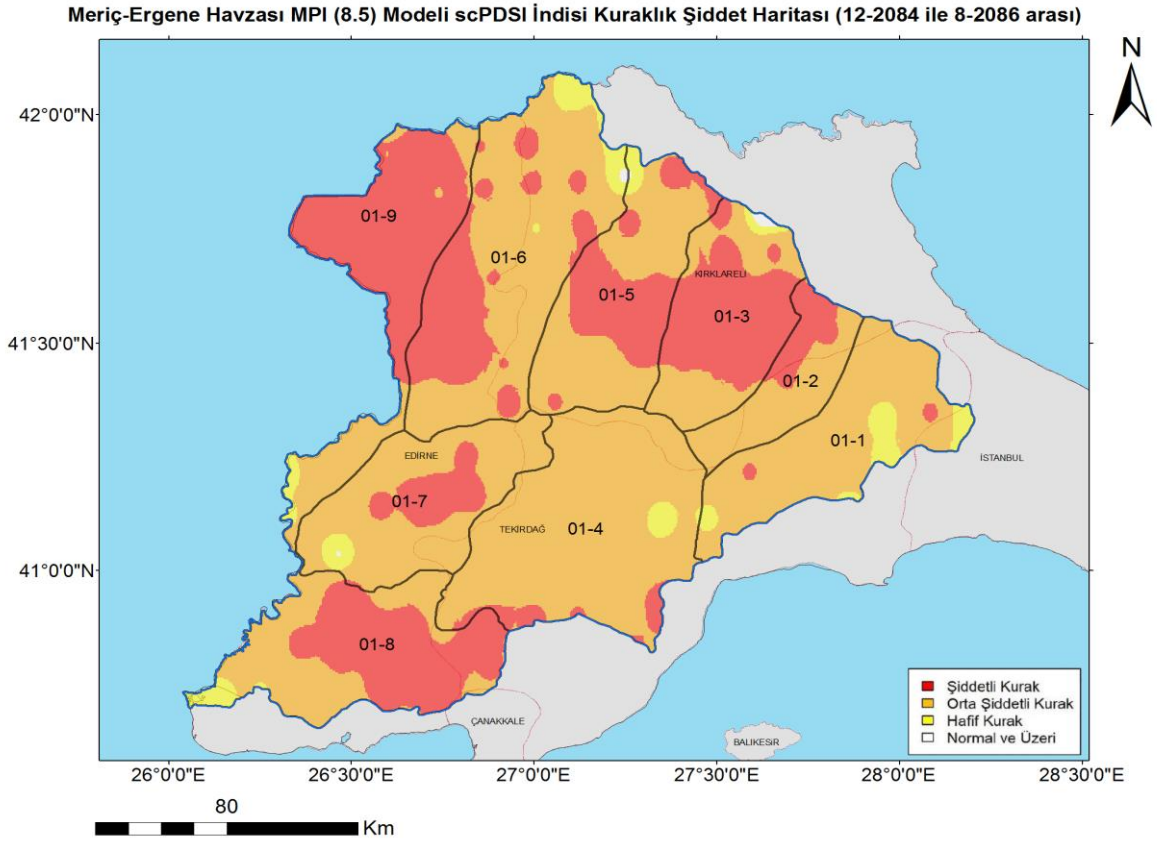
Şekil 4.42 SPI-12 ile Hesaplanan 08/2008 ve 09/2009 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

4.7.4. Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları – scPDSI

4.7.4.1. 01/2083 ile 10/2086 Arası Kurak Dönem

01/2083 ile 10/2086 tarihleri arasında yaşanan ve en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin MPI RCP 8.5 ile hesaplanan scPDSI indisine göre en kurak ayları olan 12/2084 ile 08/2086 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 4.43) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi neredeyse havzanın tamamında (%99,86) hissedilmiştir. Bu dönemde özellikle İpsala-Keşan, Meriç ve Lüleburgaz alt havzalarında genel olarak şiddetli kuraklık görülmüştür. Diğer alt havzalarda ise genel olarak orta şiddetli kuraklık baskın olarak görülmektedir. Havzanın genel olarak dış kesimleri daha yoğun kuraklığa maruz kalmıştır. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %3,79'luk bir oranda hafif kurak, %63,49 oranında orta şiddetli kurak ve %32,58 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. scPDSI indisinin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -3,81 olarak hesaplanmıştır.

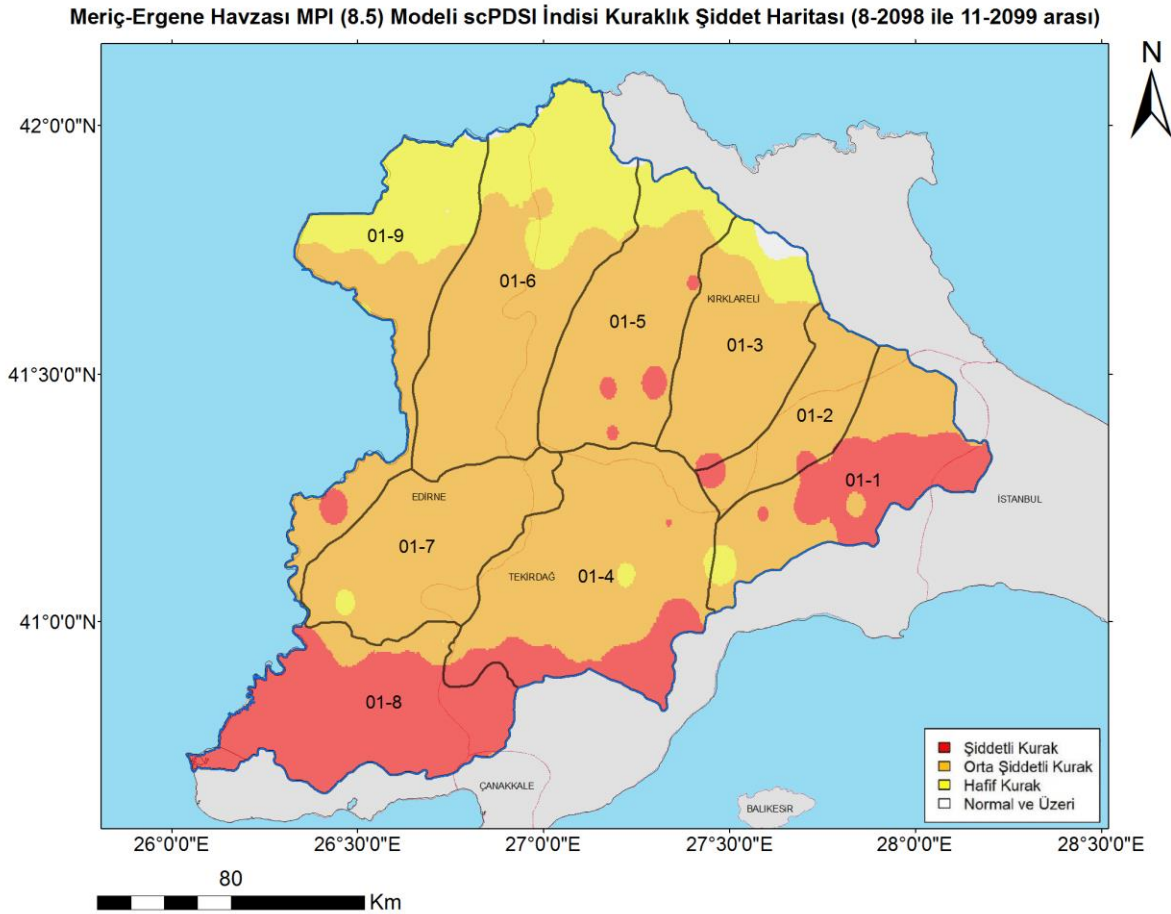


Şekil 4.43 scPDSI ile Hesaplanan 12/2084 ve 08/2086 Arası Kuraklık Dağılım Haritası

4.7.4.2. 07/2097 ile 12/2099 Arası Kurak Dönem

07/2097 ile 12/2099 tarihleri arasında yaşanan ve ikinci en kurak dönem olarak rapor kapsamında incelenen bu dönemin MPI RCP 8.5 ile hesaplanan scPDSI indisine göre en kurak ayları olan 08/2098 ile 11/2099 arasında hesaplanan ortalama değer haritası aşağıda (Şekil 4.44) verilmektedir.

Haritadan da görüleceği üzere bu dönemdeki kuraklığın etkisi neredeyse havzanın tamamında (%99,53) hissedilmiştir. Özellikle İpsala-Keşan ve Çorlu alt havzalarının büyük bir kısmı şiddetli kuraklık etkisindedir. Diğer alt havzalarda ise genel olarak hafif ve orta şiddetli kuraklık birlikte görülmektedir. Kuraklık havzanın doğu uç kesimleri ile ve güney-batı kesimlerini yoğun olarak etkilemiştir. Kuraklığın havza genelindeki dağılımına bakılınca %13,92'lik bir oranda hafif kurak, %66,15 oranında orta şiddetli kurak ve %19,47 oranında ise şiddetli kurak olma durumu görülmektedir. scPDSI indisinin ortalama değeri ise orta şiddetli kurak olma durumunun baskın olmasından dolayı -3,63 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.44 scPDSI ile hesaplanan 08/2008 ile 11/2009 arası kuraklık dağılım haritası

4.8. Kuraklık Risk Haritaları

Daha önceki bölümlerde “Kuraklık Risk Analizleri” alt havza bazında yapılarak tablosal ve grafiksel olarak verilmiştir. Bu hesaplamaları havza bazında mekânsal olarak görmek için ise bu verilere dayanılarak grid bazında gösterim tercih edilmiştir. Daha önceki bölümde olduğu gibi bu bölümde de en kötü senaryo olan MPI RCP 8.5 senaryosu kapsamında hesaplanan SPI-

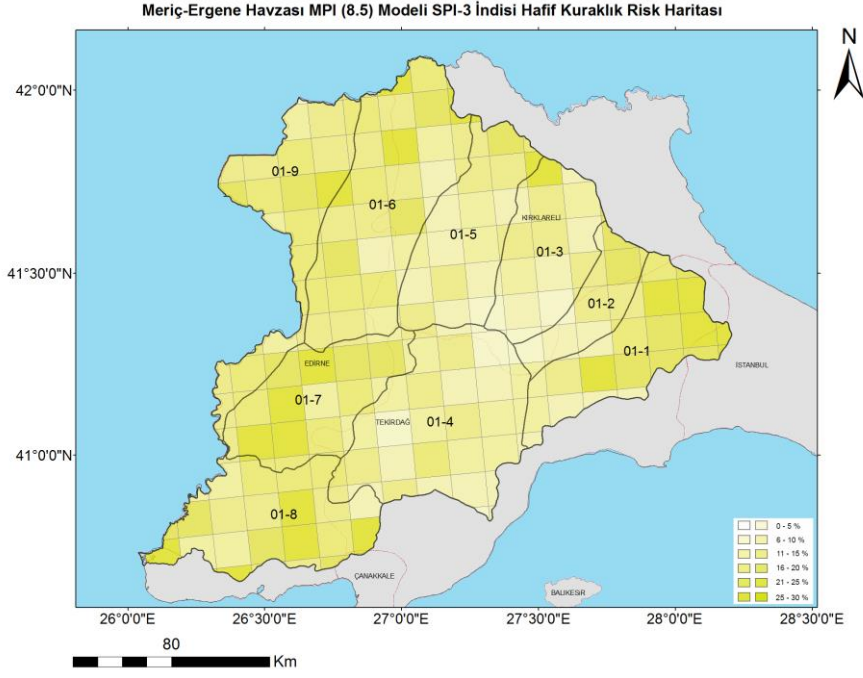
3, SPI-9, SPI-12 ve Palmer (scPDSI) indislerinin risk haritaları bu kısımda gösterilecektir. Haritalar “Hafif Kurak”, “Orta Şiddetli Kurak”, “Şiddetli Kurak” ve “Hepsinin Toplamı” olacak şekilde hazırlanarak sunulmuştur (Şekil 4.45-Şekil 4.60).

Hazırlanan her harita kendi içinde bir rengin tonlarında değerlendirilmiştir. Her harita kendi içerisinde ayrımı kolaylaştırmak için kendi skalasını oluşturmaktadır. Tek bir skalanın kullanılması halinde değişimin az olduğu dönem ya da indislerde riskli alanların renkleri birbirine yakın olacağından ayrım yapılması da zor olacağı için her bir risk tipi için tek bir renk skalasının harita bazında yeniden hesaplanması tercih edilmiştir. Böylelikle her haritanın kendi içerisinde okunabilirliği artırılmıştır.

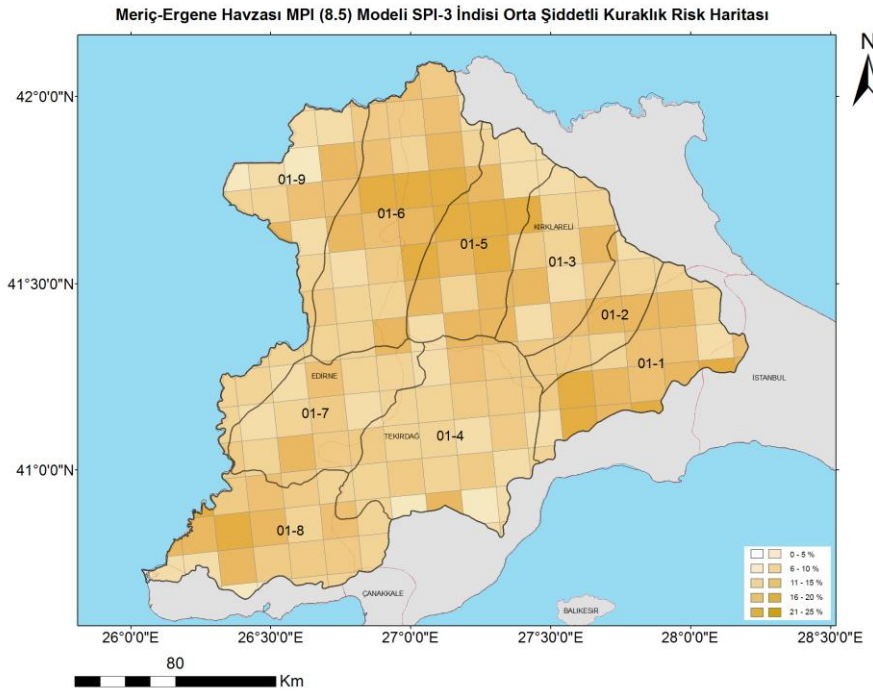
Renk tonu açık olan kısımlar hesaplanan indise göre kuraklık riskinin az olduğu, renk tonu koyu olan alanlar ise kuraklık riskinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

Haritalar üzerinde yapılan değerlendirmede daha önceden belirtilen kuraklık risk analizlerindeki alt havza bazındaki değerlendirmeler ile birebir olarak örtüştüğü teyit edilmiştir. Bu sebeple haritalara ayrıca bir değerlendirme yapılması gereksinimi olmadığı düşünülmektedir. Örneğin Şekil 4.56’da gösterilen SPI-12 için hesaplanan tüm kuraklık olasılıkları haritası ile Şekil 4.32 gösterilen alt havza bazındaki bar grafik eşleşmektedir. Bar grafikte en yoğun kuraklık riskinin İpsala-Keşan ve Çorlu alt havzalarında, en az kuraklık riskinin ise Uzunköprü alt havzası olduğu rakamlar ile görülmektedir. Haritaya bakıldığında ise en koyu ton renkli alanların İpsala-Keşan ve Çorlu alt havzalarında, en açık ton renkli alanların ise Uzunköprü alt havzasında olduğu görülecektir.

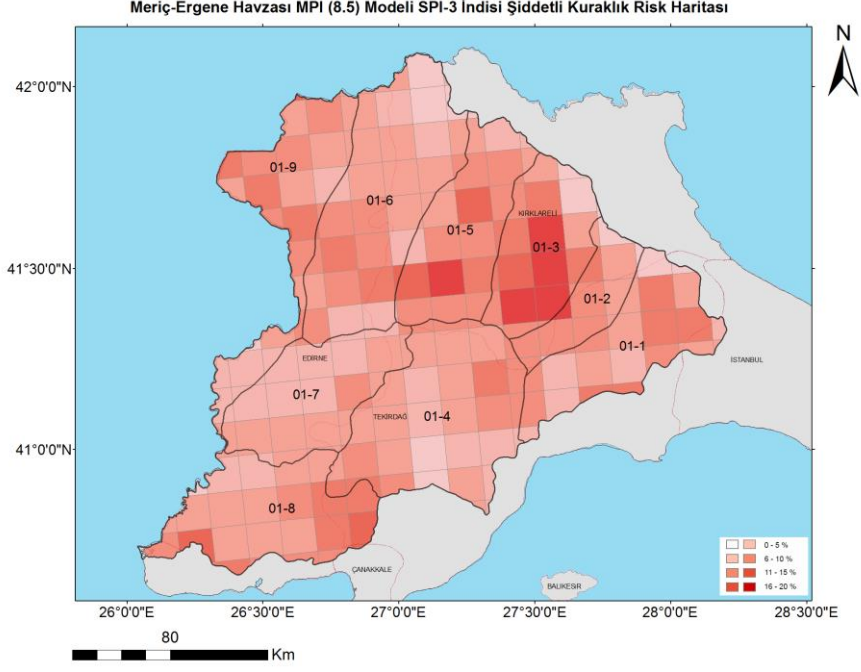
4.8.1. SPI 3 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



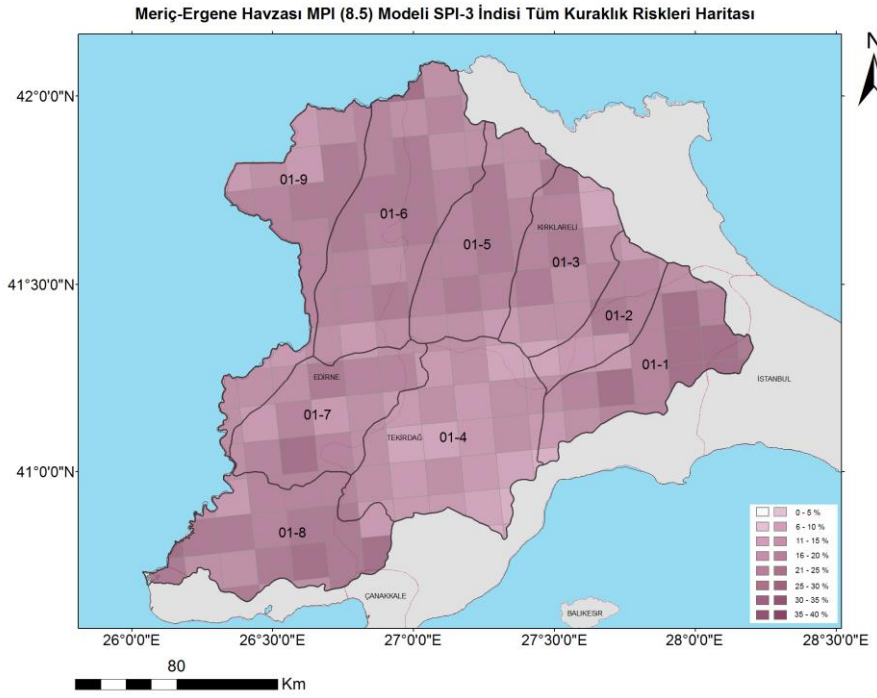
Şekil 4.45 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 4.46 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

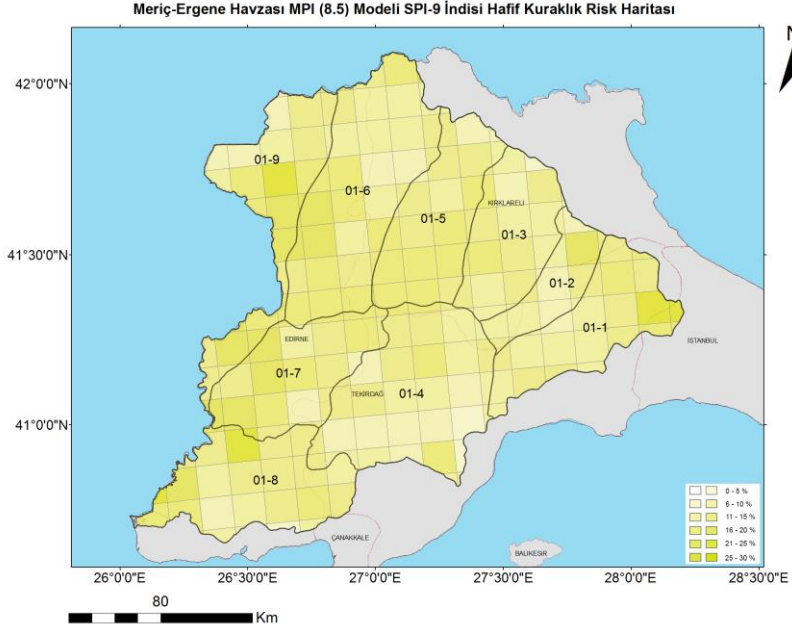


Şekil 4.47 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

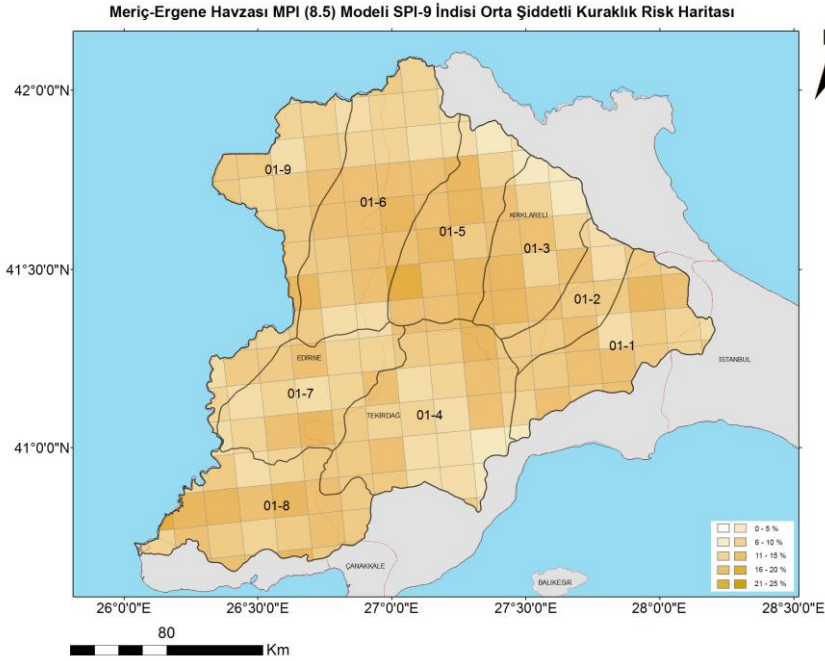


Şekil 4.48 SPI 3 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

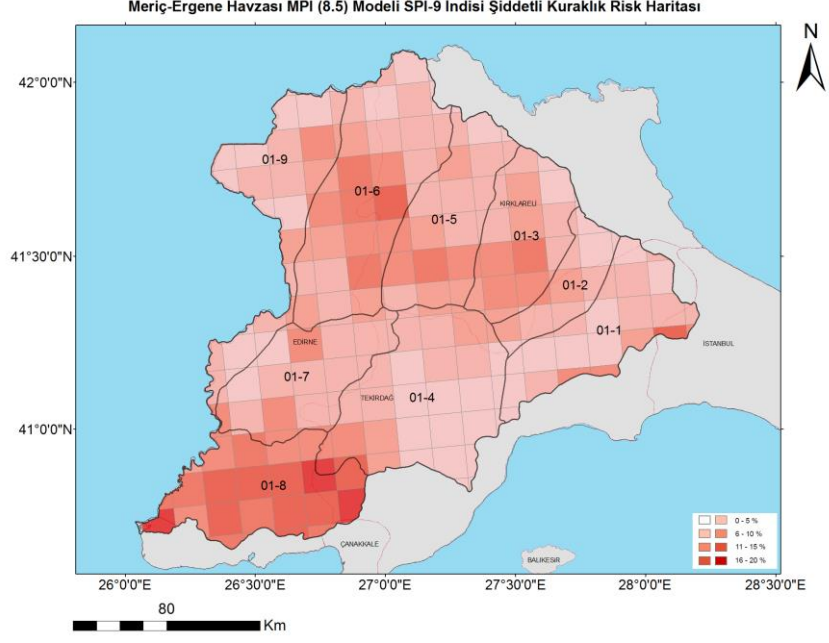
4.8.2. SPI 9 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



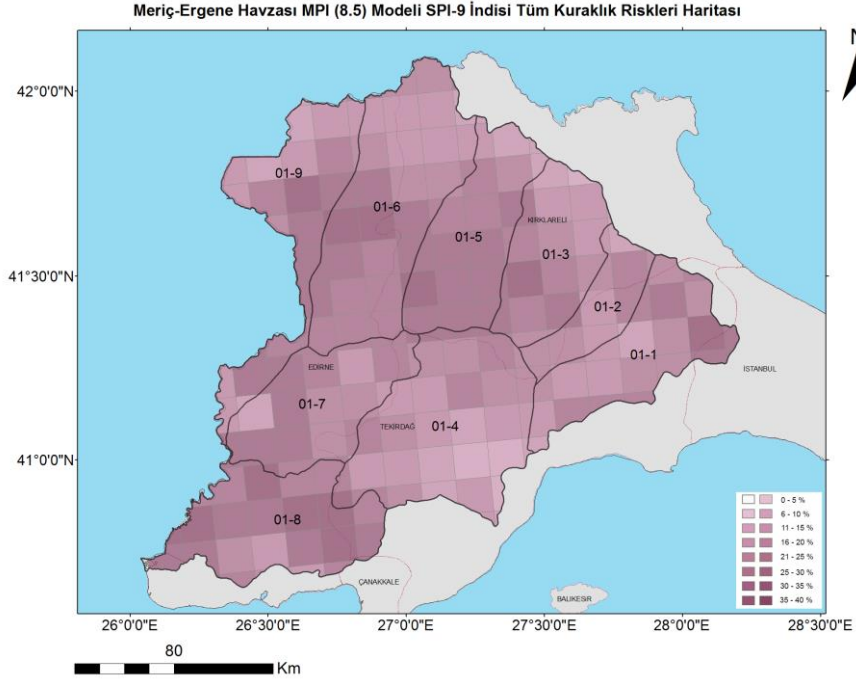
Şekil 4.49 SPI 9 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 4.50 SPI 9 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

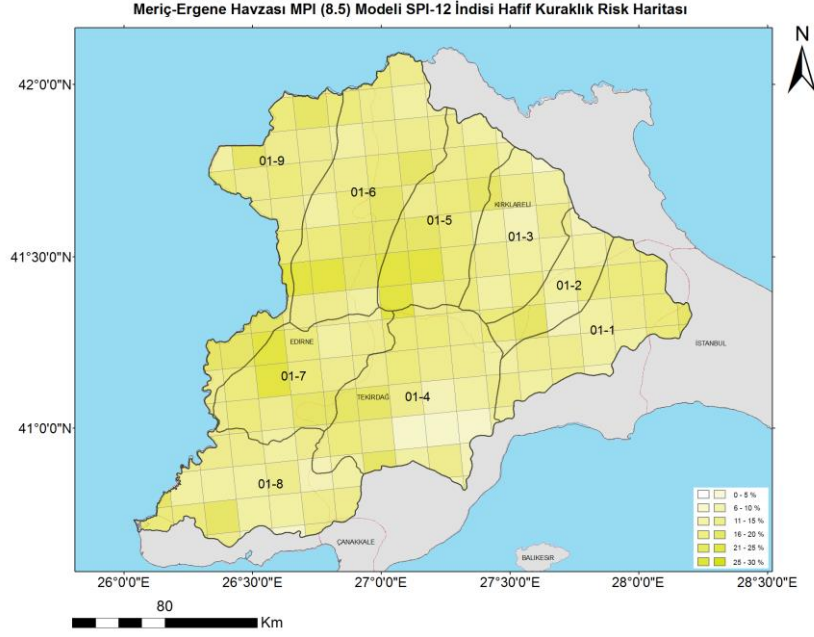


Şekil 4.51 SPI 9 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

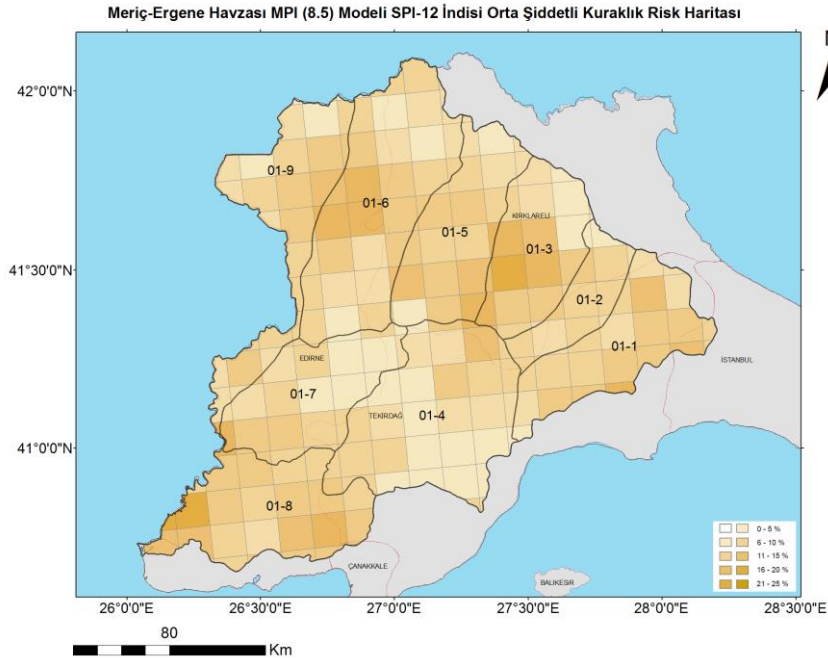


Şekil 4.52 SPI 9 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

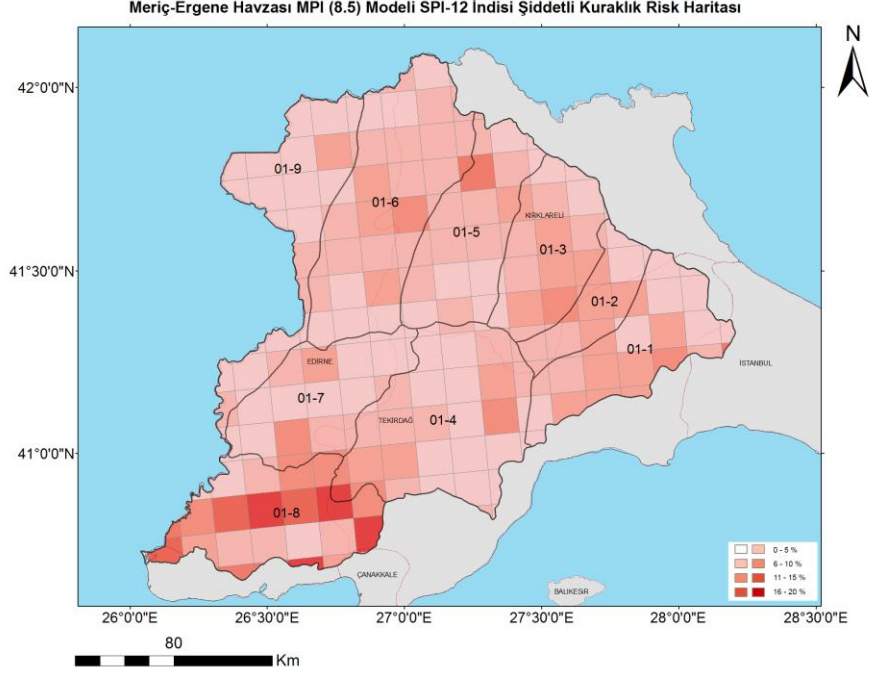
4.8.3. SPI 12 Aylık Kuraklık Risk Haritaları



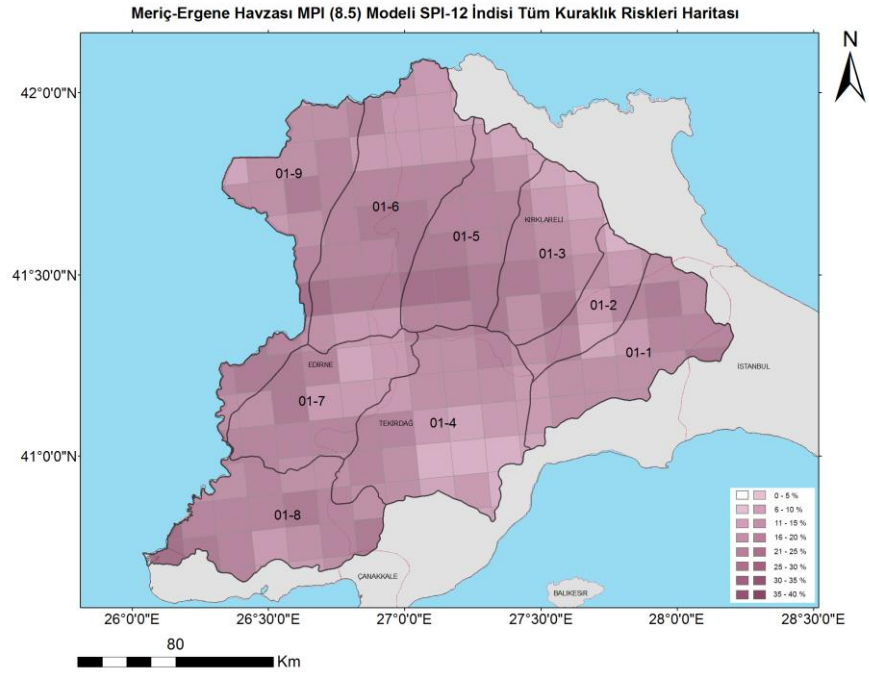
Şekil 4.53 SPI 12 Aylık ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 4.54 SPI 12 Aylık ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

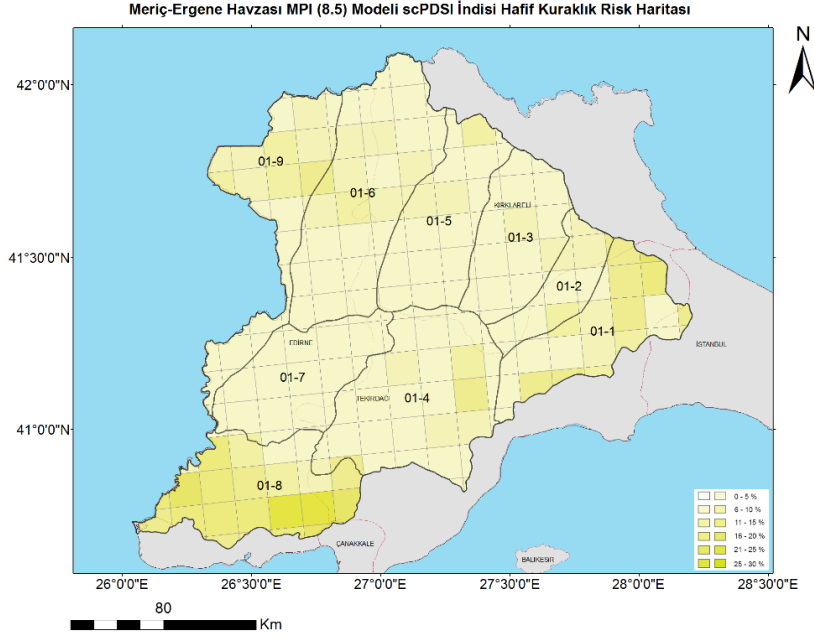


Şekil 4.55 SPI 12 Aylık ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası

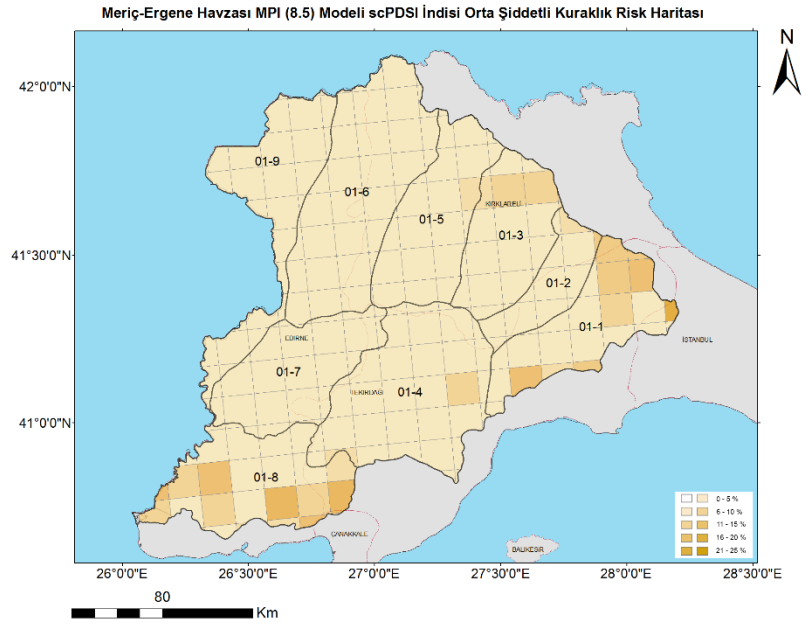


Şekil 4.56 SPI 12 Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

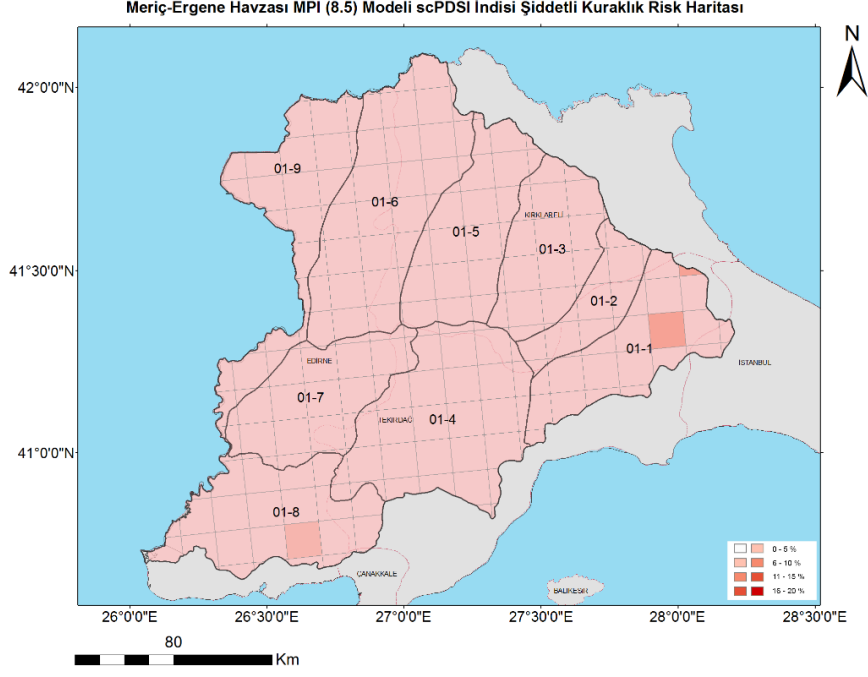
4.8.4. scPDSI Kuraklık Risk Haritaları



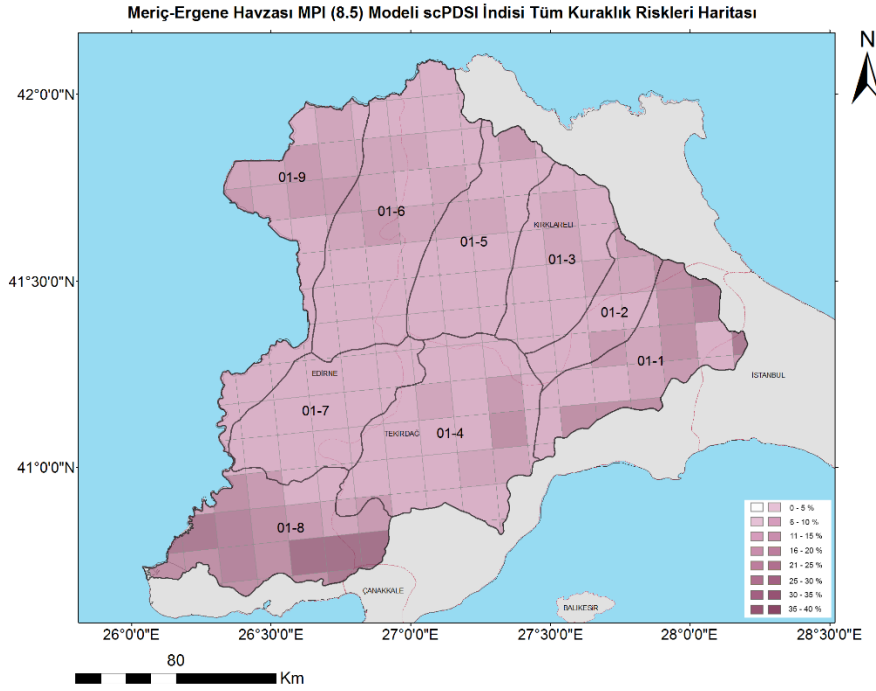
Şekil 4.57 scPDSI ile Hesaplanan Hafif Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 4.58 scPDSI ile Hesaplanan Orta Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 4.59 scPDSI ile Hesaplanan Şiddetli Kurak Olma Olasılık Haritası



Şekil 4.60 scPDSI Aylık ile Hesaplanan Tüm Kurak Olma Olasılıkları Haritası

4.9. Maruziyet İndeksi Hesapları

Daha önceki bölümlerde kuraklık ile ilgili şiddet ve risk hesaplamaları yapılarak kurak dönemler bulunmuştur. Bunlar ışığında da kurak dönemlere ait ortalama şiddet haritaları çıkartılmıştır. Fakat tüm bu yapılan çalışmalar ile kuraklığın havza içerisindeki etkilediği alt havzalar ve bu alt havzaların kurak dönemlerden nasıl etkilendiği konusunda bir bilgi edinilememiştir. Bu sebeple alt havza bazında yapılan indis hesapları kullanılarak en kötü senaryo olan MPI RCP 8.5 senaryosu için bir maruziyet indeksi hesaplanması yapılmıştır.

Maruziyet indeksi için öncelikle farklı indisler seçilerek kuraklığın farklı senaryolarını temsil etmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda SPI-3, SPEI-9, SPI-12 ve PNPI-9 indisleri seçilmiştir. Bu indislerin alt havza bazında hesaplanan değerlerinden tüm kurak olma durumları incelenmiş ve bu dönemlerdeki toplam sayıları ile toplam indis değerleri hesaplanmıştır. Örneğin Babaeski alt havzası için 2021-2100 (948 ay) yılları arasındaki SPI-3 için tüm kurak aylar bulunmuş ve toplam kurak ay sayısı 146 olarak hesaplanmıştır. Bu aylardaki SPI-3 için toplam indis değerleri de -223,67 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama tüm alt havzalar için seçilen indisler kapsamında yapılarak Tablo 4.9 ve Tablo 4.10'da verilmektedir.

Tablo 4.9 Alt Havzalarda Kurak Geçen Ay Sayıları (MPI RCP 8.5 Senaryosu)

Alt Havza Adı	Kurak Geçen Ay Sayısı			
	SPI-3	SPEI-9	SPI-12	PNPI-9
Babaeski Alt Havzası	146	146	143	254
Havsa Alt Havzası	148	155	132	256
Hayrabolu Alt Havzası	145	150	130	236
Çorlu Alt Havzası	138	148	125	237
Meriç Alt Havzası	144	150	145	267
İpsala-Keşan Alt Havzası	137	136	118	240
Lüleburgaz Alt Havzası	139	148	139	250
Vize Alt Havzası	148	157	133	257
Uzunköprü Alt Havzası	153	154	134	244

Tablo 4.10'daki sayıların farklı indislere ait olmasından dolayı birbiri ile karşılaştırılması mümkün olmamaktadır. Bu sebeple akademik çalışmalarda farklı verileri karşılaştırmak amacıyla sık kullanılan “normalleştirme” yöntemi kullanılacaktır. Bu yöntem ile belli bir

indisteki minimum ve maksimum değerler bulunarak seçili alt havzadaki değerden minimum değer çıkartılıp, maksimum ile minimum arasındaki değere bölünür. Böylelikle elimizdeki değerler 0 ile 1 arasına dağıtılarak normalize edilmiş olur.

Tablo 4.10 Alt Havzalarda Kurak Geçen Aylardaki İndis Toplamları (MPI RCP 8.5 Senaryosu)

Alt Havza Adı	Kurak Geçen Aylardaki İndis Toplamı			
	SPI-3	SPEI-9	SPI-12	PNPI-9
Babaeski Alt Havzası	-223,67	-218,55	-216,05	18.663,79
Havsa Alt Havzası	-222,73	-227	-203,53	17.679,07
Hayrabolu Alt Havzası	-224,61	-222,45	-207,79	18.492,53
Çorlu Alt Havzası	-207,45	-215,91	-185,88	17.223,23
Meriç Alt Havzası	-218,22	-222,77	-216,29	18.210,47
İpsala-Keşan Alt Havzası	-204,96	-199,5	-194,9	16.223,41
Lüleburgaz Alt Havzası	-217,36	-219,99	-210,01	18.623,49
Vize Alt Havzası	-225,96	-228,46	-200,25	18.190,32
Uzunköprü Alt Havzası	-231,95	-226,79	-213,57	18.741,86

Normalizasyon işlemi sonrası Tablo 4.11'deki sonuçlara erişilmektedir. Bu tabloda görülen normalize edilmiş değerlerin de tüm indislerin ortalaması alınarak tek bir değer haline getirmemiz durumunda ilgili alt havzanın maruziyet indeksi bulunmuş olur.

Tablo 4.11 Alt Havzalardaki Normalize Edilmiş İndis Toplamları ve Maruziyet İndeksi (MPI RCP 8.5 Senaryosu)

Alt Havza Adı	Kurak Geçen Aylardaki İndis Toplamının Normalize Değeri				Maruziyet İndeksi
	SPI-3	SPEI-9	SPI-12	PNPI-9	
Babaeski Alt Havzası	0,693	0,658	0,992	0,969	0,828
Havsa Alt Havzası	0,658	0,950	0,580	0,578	0,692
Hayrabolu Alt Havzası	0,728	0,792	0,72	0,901	0,785
Çorlu Alt Havzası	0,092	0,567	0,000	0,397	0,264
Meriç Alt Havzası	0,491	0,804	1,000	0,789	0,771
İpsala-Keşan Alt Havzası	0,000	0,000	0,297	0,000	0,074
Lüleburgaz Alt Havzası	0,459	0,708	0,793	0,953	0,728
Vize Alt Havzası	0,778	1,000	0,473	0,781	0,758
Uzunköprü Alt Havzası	1,000	0,942	0,911	1,000	0,963

Ortaya çıkan bu değerler incelendiğinde Uzunköprü Alt Havzası'nın en yüksek, İpsala-Keşan Alt Havzası'nın ise en düşük maruziyet indeksine sahip olduğu görülmektedir. Uzunköprü Alt Havzası SPI-3 ve scPDSI'da en yüksek değerlere sahip iken diğer indislere göre de nispeten yüksek normalize edilmiş değerler almıştır. Bundan dolayı maruziyet indeksi yüksek çıkmıştır. İpsala-Keşan Alt Havzası da benzer bir şekilde üç indiste en düşük değerleri almıştır. Bu sebeple de İpsala-Keşan Alt Havzası en düşük maruziyet indeksine sahip olmuştur. Hesaplanan bu değerlerin harita üzerinde tematik gösterimine Şekil 4.62'den ulaşılabilmektedir.

Maruziyet hesabını dönemselsel olarak karşılaştırmak için 2021-2099 arasındaki yıllar 3 döneme ayrılmıştır. Aralıkların eşit olması ve karşılaştırmada kolaylık olması açısından dönemler 2025-2049, 2050-2074 ve 2075-2099 olarak seçilmiştir. Bu dönemlere göre ortaya çıkan maruziyet indeksleri Tablo 4.12'de görülmektedir.

Bu tablodan da görüleceği üzere 2025-2049 döneminde Babaeski alt havzası, 2050-2074 döneminde Uzunköprü Alt Havzası ve 2075-2099 döneminde ise Lüleburgaz Alt Havzası kuraklığa en fazla maruz kalan alt havzalar olarak görülmektedir. Diğer taraftan üzere 2025-

2049 döneminde Uzunköprü Alt Havzası, 2050-2074 döneminde Lüleburgaz Alt Havzası ve 2075-2099 döneminde ise İpsala-Keşan Alt Havzası kuraklığa en az maruz kalan alt havzalar olarak tespit edilmiştir. Dönemsel olarak bakılınca bir dönem kuraklığa en fazla maruz kalan alt havza bir sonrası dönem ise en az olarak maruz kalabilmektedir.

Tablo 4.12 MPI RCP 8.5 Kapsamında Alt Havzaların Dönemlik Maruziyet İndeksleri

Alt Havza	2025-2049	2050-2074	2075-2099
Babaeski Alt Havzası	0,831	0,413	0,731
Havsa Alt Havzası	0,639	0,295	0,669
Hayrabolu Alt Havzası	0,228	0,628	0,751
Çorlu Alt Havzası	0,451	0,562	0,498
Meriç Alt Havzası	0,242	0,494	0,725
İpsala-Keşan Alt Havzası	0,583	0,549	0,045
Lüleburgaz Alt Havzası	0,589	0,223	0,956
Vize Alt Havzası	0,563	0,415	0,909
Uzunköprü Alt Havzası	0,198	0,914	0,708

MPI RCP 8.5 kapsamında Tablo 4.12 içeriğinde verilen sonuçlar diğer iklim modelleri ve senaryolar için de yapılmış olup, sonuçlar Tablo 4.13'te verilmektedir. Bu tablo ile çalışılan tüm model ve senaryoların alt havza bazındaki maruziyet indeksi karşılaştırılabilir hale gelmiştir.

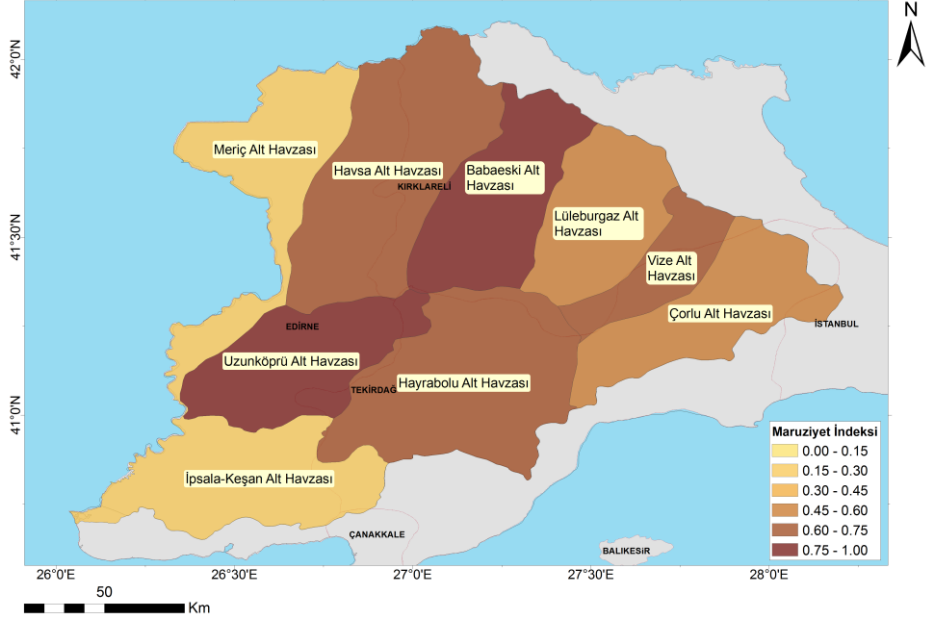
Tablo 4.13 Tüm Senaryolar Bazında Alt Havzaların Maruziyet İndeksleri

Alt Havza	MPI 4.5	MPI 8.5	HadGEM 4.5	HadGEM 8.5	CNRM 4.5	CNRM 8.5
Babaeski Alt Havzası	0,888	0,828	0,864	0,755	0,691	0,961
Havsa Alt Havzası	0,699	0,692	0,775	0,658	0,688	0,813
Hayrabolu Alt Havzası	0,707	0,785	0,650	0,524	0,310	0,732
Çorlu Alt Havzası	0,532	0,264	0,887	0,000	0,249	0,608
Meriç Alt Havzası	0,257	0,771	0,029	0,704	0,602	0,035
İpsala-Keşan Alt Havzası	0,148	0,074	0,516	0,457	0,220	0,308
Lüleburgaz Alt Havzası	0,556	0,728	0,668	0,545	0,760	0,789
Vize Alt Havzası	0,637	0,758	0,512	0,539	0,738	0,696
Uzunköprü Alt Havzası	0,988	0,963	0,785	0,845	0,762	0,777

Tablo 4.13'te görüleceği üzere MPI, HadGEM RCP 8.5 ve CNRM RCP 4.5 modellerinde Uzunköprü Alt Havzası'nın maruziyet indeksi en yüksek iken, HadGEM RCP 4.5 modelinde Çorlu, CNRM RCP 8.5 modelinde ise Babaeski Alt Havzası en yüksek çıkmaktadır. İpsala-Keşan Alt Havzası MPI ve CNRM RCP 4.5 modellerinde en düşük alt havza iken, HadGEM RCP 4.5 ve CNRM RCP 8.5 modellerinde Meriç Alt Havzası en düşük alt havza olarak görülmektedir. HadGEM RCP 8.5 modelinde ise Çorlu Alt Havzası en düşük değere sahiptir.

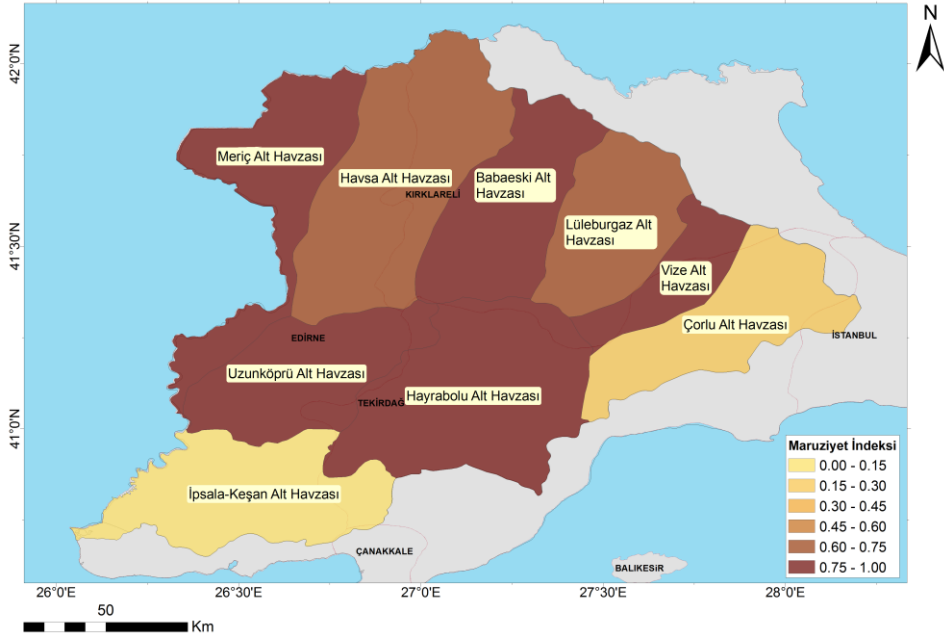
Bu tablodaki verilerin coğrafi olarak gösterimlerine de Şekil 4.61 ile Şekil 4.66 arasından ulaşılabilmektedir. Aynı semboloji ve gösterim aralıkları ile hazırlanan haritalar ile farklı senaryolardaki maruziyet indeksi sonuçlarının coğrafi olarak karşılaştırılması kolaylaştırılmaktadır.

Meriç Ergene Havzası Gelecek Dönem Maruziyet İndeksi Dağılımı (MPI 4.5)



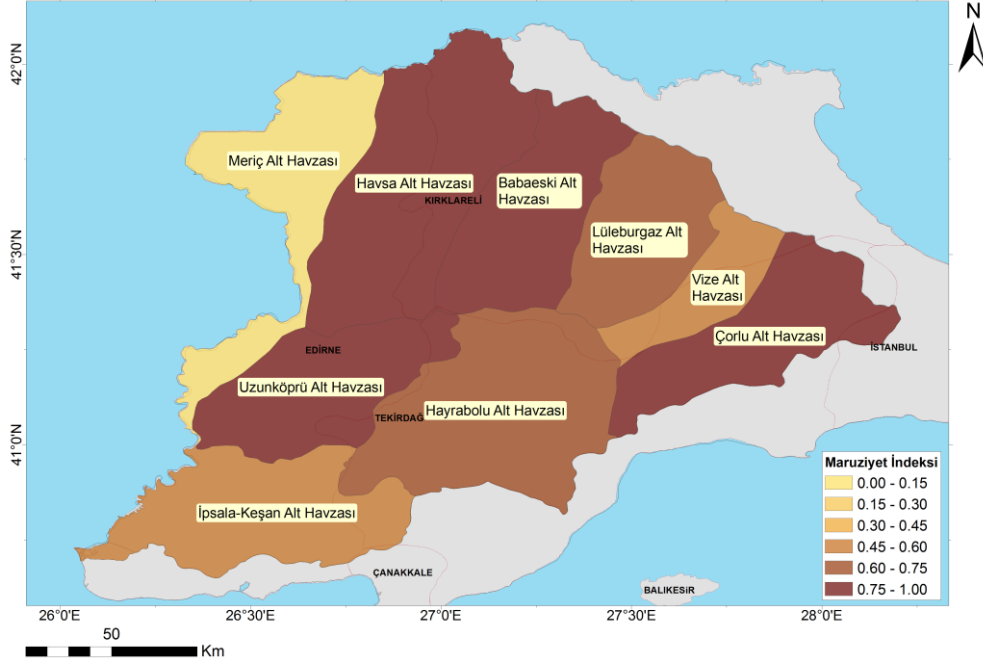
Şekil 4.61 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (MPI RCP 4.5)

Meriç Ergene Havzası Gelecek Dönem Maruziyet İndeksi Dağılımı (MPI 8.5)



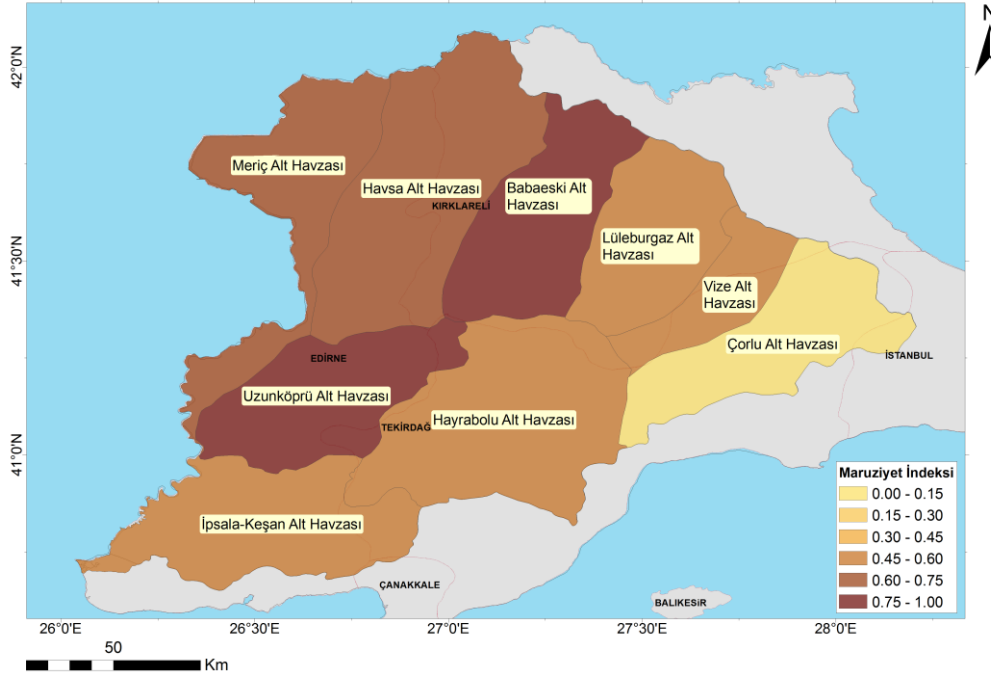
Şekil 4.62 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (MPI RCP 8.5)

Meriç Ergene Havzası Gelecek Dönem Maruziyet İndeksi Dağılımı (HadGEM 4.5)



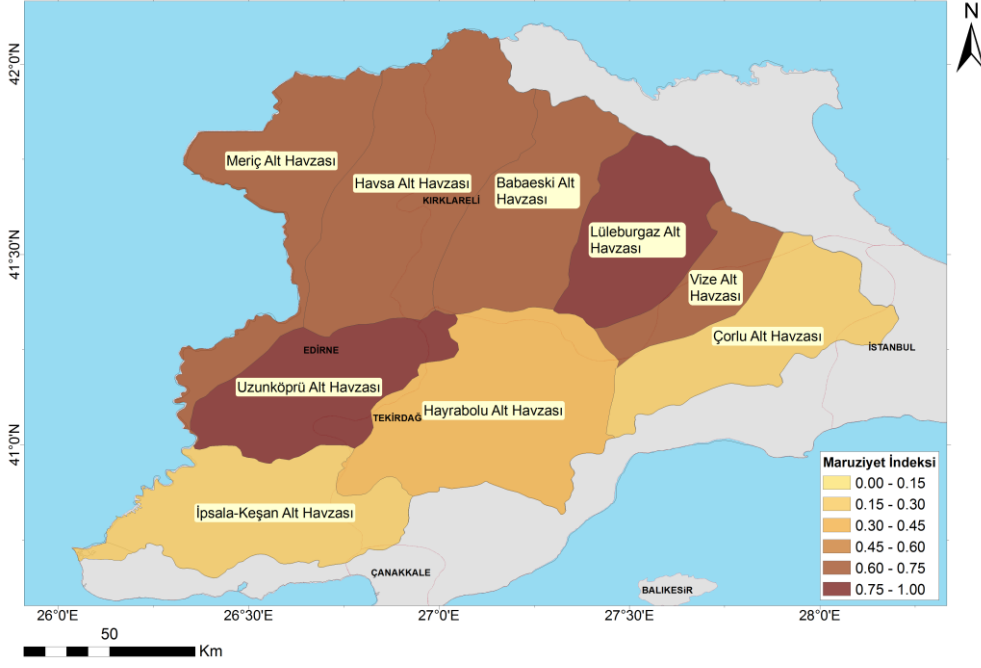
Şekil 4.63 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (HadGEM RCP 4.5)

Meriç Ergene Havzası Gelecek Dönem Maruziyet İndeksi Dağılımı (HadGEM 8.5)



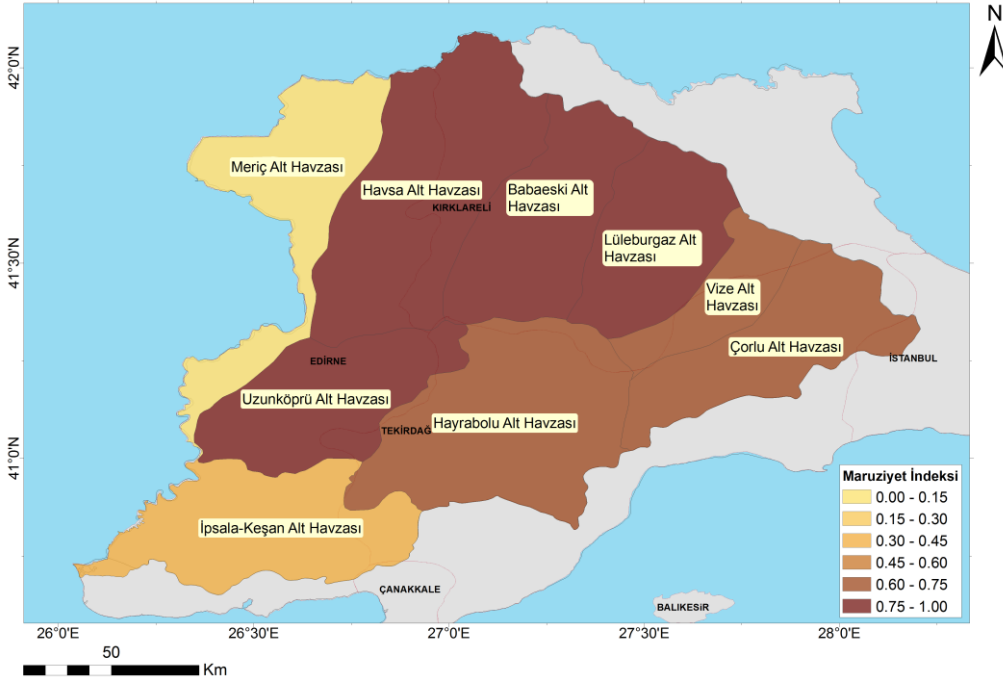
Şekil 4.64 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (HadGEM RCP 8.5)

Meriç Ergene Havzası Gelecek Dönem Maruziyet İndeksi Dağılımı (CNRM 4.5)



Şekil 4.65 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (CNRM RCP 4.5)

Meriç Ergene Havzası Gelecek Dönem Maruziyet İndeksi Dağılımı (CNRM 8.5)



Şekil 4.66 Alt Havza Bazında Maruziyet İndeksi Haritası (CNRM RCP 8.5)

4.10. Kuraklık Frekans Analizleri

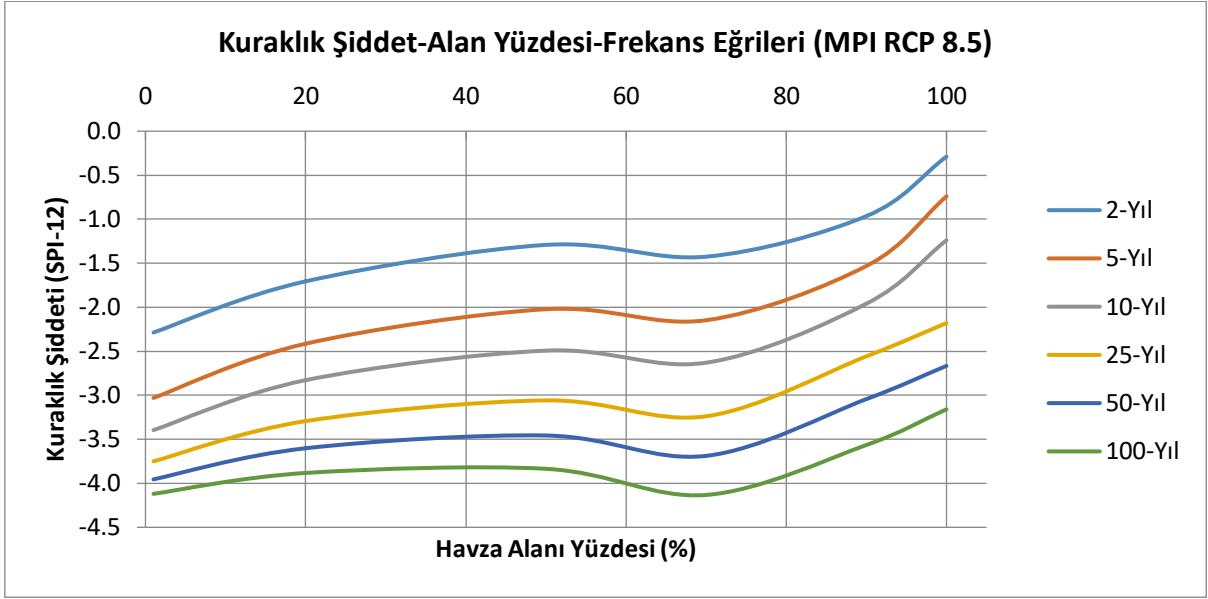
1. Ara Rapor ve mevcut rapor kapsamında belirtildiği üzere alansal olarak anlaşılabilir bir afet olan kuraklığı noktasal olarak toplanılan meteorolojik verileri farklı teknikler (rapor kapsamında IDW enterpolasyon tekniği tercih edilmiştir) ile alana dağıtarak analiz edilmiştir. Kuraklığa alansal olarak bakıldığında sadece süre ve şiddet olarak yaklaşıma ek olarak tekerrür ya da dönüş aralıklarının bulunmasının da önemli olduğu görülmektedir (Çavuş ve Aksoy, 2019). Genel olarak taşkın analizlerinde de kullanılan tekerrür ya da frekans analizleri ile olaylara ne kadar sıklıkta ve hangi şiddette karşılaşabileceğimizi hesaplayabilmekteyiz. Bu hesaplamalar için literatürde kuraklık şiddet-alan-frekans (Drought Severity-Area-Frequency) eğrisi olarak tanımlanan analizler yapılmıştır (Kim vd., 2002; Yıldız, 2009; Yıldız, 2014; Duvar vd., 2021).

Bu kapsamda hem geçmiş dönem hem de hesaplanan tüm iklim modelleri için havza bazında frekans analizleri yapılmıştır. Bu amaçla, havzayı en iyi temsil eden indislerden SPI-12 frekans analizi için seçilmiştir. Yapılan hesaplamaların metodolojisi aşağıda verilmektedir.

- Öncelikle geçmiş dönem için istasyon bazındaki, gelecek dönem için ise grid bazındaki veriler istasyonmuş gibi düşünülerek SPI-12 hesaplamaları yapılmıştır.
- Geçmiş dönem verileri İklim Değişikliğinin Su Kaynaklara Etkisi Projesi (SYGM, 2019) kapsamında üretilen 10x10 km'lik gridlerden havzanın içine düşen gridlere ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon (IDW) yöntemi ile dağıtılmıştır. Gelecek dönem verileri zaten bu şekilde hesaplandığı için olduğu gibi kullanılacaktır.
- Frekans analizleri yıllık bazda yapılacağı için her yılı temsil etmesi adına her bir grid için o yıldaki en kurak ayın SPI-12 değeri o yıl için alınmıştır. Eğer ilgili yılda negatif bir değer yok ise değer sıfır olarak alınmıştır. Böylelikle her bir grid için yıl bazında zaman serileri oluşturulmuştur.
- 0 ile -6,0 arasında 0,1 aralıklar tanımlanarak her bir yıl için kaç adet gridin bu aralıklara düştüğü hesaplanmıştır. Böylelikle yıllara göre aralık matrisi oluşturulmuştur. Eğer ilgili aralıkta (örneğin -3,8 ile -3,9 arası) herhangi bir grid bulunmuyorsa sıfır olarak atama yapılmıştır.
- Sonraki aşamada aralıklar (negatif değerli) 0-0,1, 0,1-0,5, 0,5-1,0, 1,0-1,5, 1,5-2,0, 2,0-2,5, 2,5-3,0, 3,0-3,5, 3,5-4,0, 4,0-4,5, 4,5-5,0, 5,0-5,5 ve 5,5-6,0 aralıklarına birleştirilerek toplam grid sayıları toplanır.

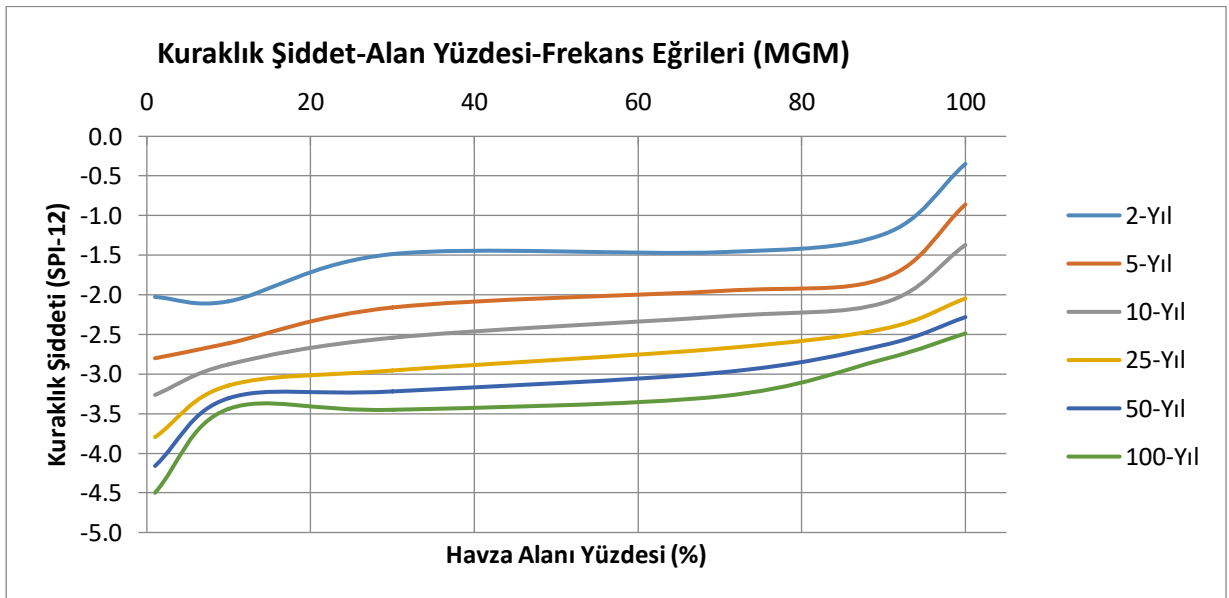
- Bir adım sonra belirlenen aralıktaki grid sayıları havzadaki toplam grid sayısına bölünerek her aralık için yüzdeler bulunur. Böylelikle yıllar bazında 13 farklı aralık için yüzdesel veriler hesaplanmış olur.
- Artık frekans-alan hesaplamaları için temel veriler hesaplanmıştır. Bu adımda verilerin alansal olarak hangi aralıklar ile eşleştiği hesaplanarak her bir aralık için frekans verisine girdi sağlayacak verinin adedi hesaplanır. Örneğin alan yüzdesi 0-5 arası için -2,5'den 1 adet, -2,0'dan 1 adet, -1,5'ten 2 adet, -1,0'dan 3 adet ve -0,5'ten 2 adet var ise frekans analizi için oluşacak girdimiz -2,5, -2,0, -1,5, -1,5, -1,0, -1,0, -1,0, -0,5, -0,5 olacaktır.
- Yukarıdaki aşamada oluşan girdiler için 2, 5, 10, 25, 50, 100 yıllık dönüş aralıklı frekans analizi yapılmıştır. Bu kapsamda Normal Dağılım, Log-Normal (2 Parametrelili), Log Normal (3 Parametrelili), Pearson Tip-3 (Gama Tip-3), Log-Pearson Tip 3 ve Gumbel dağılım tiplerine göre hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan frekans analizinin hangi dağılıma uyduğunu tespit etmek amacıyla Kolmogorov-Smirnov testlerine tabi tutulmuştur. Testler sonucu dağılımın Log-Pearson Tip-3 dağılımına uyduğunu tespit edilmiştir.
- Seçilen dağılıma göre uygun olan her bir dönüş aralığı aşağıdaki Şekil 4.67'de görülmektedir. Bu grafik tüm iklim modelleri ve geçmiş dönem MGM verileri için yapılmış olup eklerden ulaşılmaktadır.

MPI RCP 8.5 modeli çıktıları ile hesaplanan ve Şekil 4.67'de görülen grafikte SPI-12'nin kuraklık şiddeti-alan-frekans eğrisi görülmektedir. Bu grafiğe göre havzanın %70'i için 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık dönüş aralıklı kuraklık şiddetleri sırasıyla -1,42, -2,14, -2,62, -3,23 , -3,68 ve -4,13 olarak okunmaktadır. Bu da tekerrür süresi arttıkça kuraklık şiddetinin arttığını göstermektedir. Doğal olaylarda (taşkın, kuraklık, deprem vs.) tekerrür süresi arttıkça şiddetin de arttığı bilinmektedir (Duvan vd., 2021). Bu grafiğe göre havzanın %10'undan %70'e kadar olan alan için 2 yıldan büyük tekerrür süreleri şiddetli kuraklığa maruz kalmıştır.



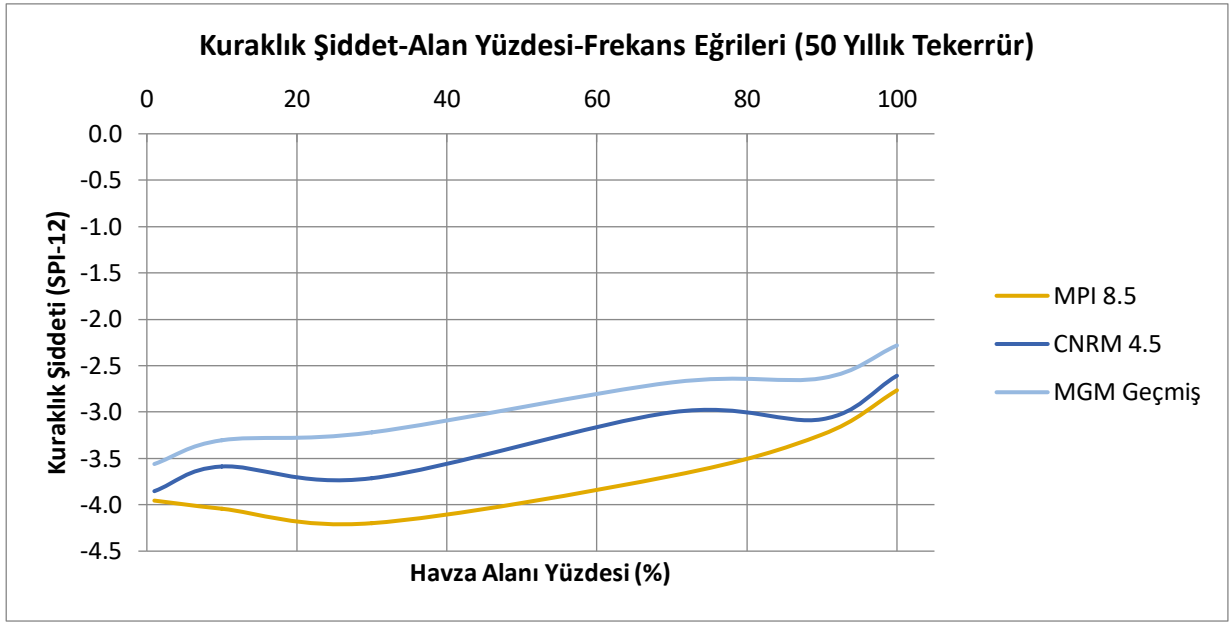
Şekil 4.67 SPI-12 (MPI 8.5) için Oluşturulan Kuraklık Şiddet-Alan-Frekans Eğrisi

MGM geçmiş dönem verileri ile hesaplanan ve Şekil 4.68'de görülen grafikte SPI-12'nin kuraklık şiddet-alan yüzdesi-frekans eğrisi görülmektedir. Bu grafiğe göre havzanın %70'i için 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık dönüş aralıklı kuraklık şiddetleri sırası ile -1,46, -1,95, -2,27, -2,67, -2,98, -3,28 olarak okunmaktadır. Bu grafiğe göre havzanın %60'ına kadar olan kısmı 5 yıldan büyük tekerrür süreleri şiddetli kuraklığa maruz kalmıştır.

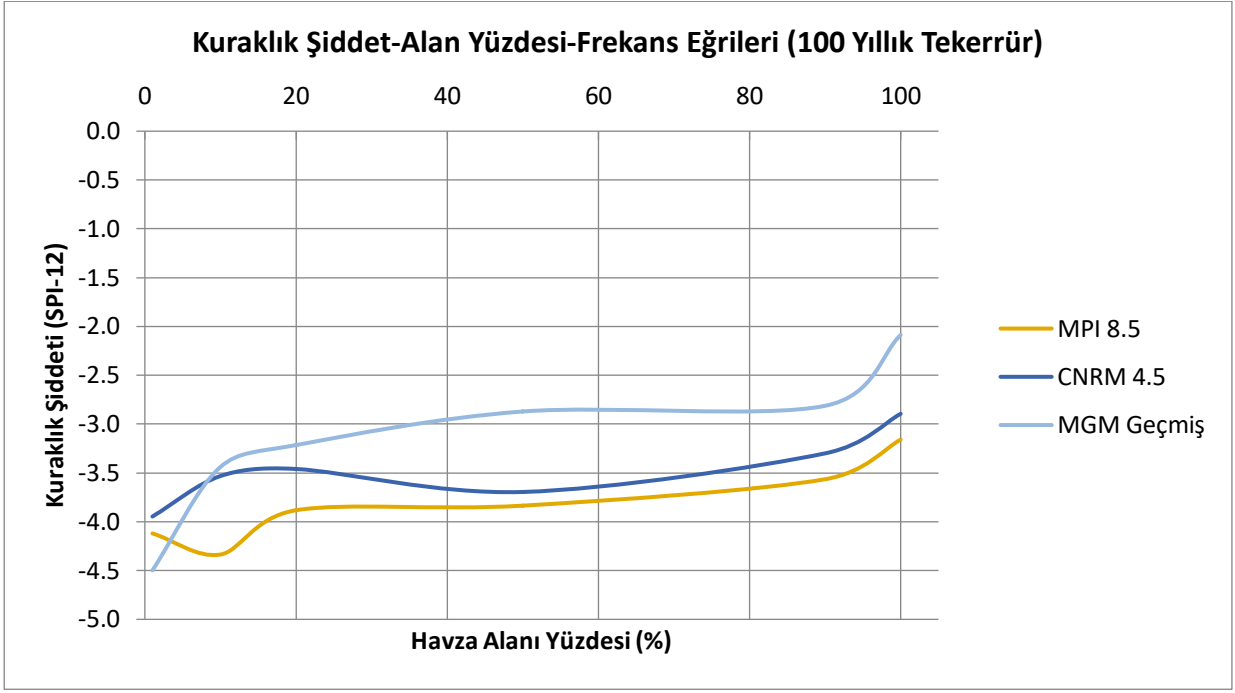


Şekil 4.68 SPI-12 (MGM Geçmiş Dönem) için Oluşturulan Kuraklık Şiddet-Alan-Frekans Eğrisi

Her iki grafikte karşılaştırıldığında tüm dönüş aralıkları için geçmiş dönem yağış verilerinden elde edilmiş kuraklık frekans değerlerinin 2021-2099 yılları arası projeksiyon verilerinden elde edilen kuraklık frekans değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu iki senaryoya ek olarak en iyimser senaryo olarak tanımlayabileceğimiz CNRM RCP 4.5 senaryosunu da dahil ederek 50 ve 100 yıllık dönüş aralıkları için tek bir grafikte gösterecek olursak Şekil 4.69 ve Şekil 4.70'teki grafikler elde edilmektedir. Diğer dönüş aralıkları için oluşturulan grafiklere eklerden ulaşılabilmektedir. Bu grafikten de anlaşılacağı üzere tahmin edilen iyimser ve kötümser senaryoların doğru bir şekilde kuraklığı yansıttığı görülmektedir. CNRM RCP 4.5'in MPI RCP 8.5'e göre daha iyimser olduğu grafikten anlaşılmaktadır. Buna ek olarak ise geçmiş dönem frekans eğrilerinin gelecek dönemlere göre daha iyi görüldüğü ve iklim değişikliği sebebi ile gelecek dönemlerin daha kurak geçeceği öngörülmektedir.



Şekil 4.69 50 Yıllık Dönüş Aralığı için Farklı Modellerin Grafiği



Şekil 4.70 100 Yıllık Dönüş Aralığı için Farklı Modellerin Grafiği