

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN EĞİRDİR GÖLÜ HAVZASINA
ETKİLERİ VE KURAKLIK ANALİZİ**

Erhan ŞENER

**Danışman
Prof. Dr. Ayşen DAVRAZ**

**DOKTORA TEZİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2021**



© 2021[Erhan ŞENER]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xx
SİMGELE VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Eğirdir Gölü.....	16
3.1.2. Eğirdir Gölü Havzası	19
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Küresel İklim Değişikliği ve IPCC Raporları	22
3.2.1.1. Küresel Dolaşım Modelleri (Global Circulation Models - GCM)	25
3.2.1.2. Küresel İklim Modellerinde Dinamik ve İstatistiksel Ölçek Küçültme	32
3.2.1.3. Model Performans Testleri	35
3.2.1.4. Trend Analizi	36
3.2.2. Uzaktan Algılama.....	38
3.2.2.1. Landsat Uydu Serisi.....	42
3.2.2.2. MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) Algılayıcısı.....	44
3.2.2.3. Worldview-2 Uydu Görüntüsü.....	45
3.2.3. Kuraklık ve Analiz Yöntemleri	47
3.2.3.1. Meteoroloji İstasyonu Bazlı Kuraklık Analizleri.....	50
3.2.3.2. Uydu Bazlı Kuraklık Analizleri	59
3.2.4. Göl Seviye Değişimlerinin İzlenmesi.....	63
3.2.4.1. İnsansız Hava Araçları.....	64
3.2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri	65
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	69
4.1. Eğirdir Gölü Havzasının İklimsel Özellikleri.....	69
4.1.1. Yağış analizi	70
4.1.1.1. Havzanın genel yağış değerlendirmesi	79
4.1.1.2. Yağış trend analizi	84
4.1.2. Sıcaklık analizi	92
4.1.2.1. Havzanın genel sıcaklık değerlendirmesi	102
4.1.2.2. Sıcaklık trend analizi.....	107
4.2. Geleceğe Yönelik Meteorolojik Parametrelerinin Tahmini	117
4.2.1. Küresel dolaşım modelinin belirlenmesi.....	118
4.2.2. Geleceğe yönelik yağış ve sıcaklık verilerinin tahmini	135
4.2.3. Geleceğe yönelik yağış ve sıcaklıkların konumsal değerlendirmesi.....	170

4.3. Kuraklık Analizleri.....	192
4.3.1. Meteoroloji istasyonu bazlı kuraklık analizleri	192
4.3.1.1. Isparta Meteoroloji İstasyonu	193
4.3.1.2. Eğirdir Meteoroloji İstasyonu	217
4.3.1.3. Senirkent Meteoroloji İstasyonu.....	241
4.3.1.4. Uluborlu Meteoroloji İstasyonu.....	265
4.3.1.5. Yalvaç Meteoroloji İstasyonu.....	289
4.3.2. Uydu bazlı kuraklık analizleri	311
4.3.2.1 Landsat uydu görüntüleri ile kuraklık analizi	311
4.3.2.2. MODIS uydu görüntüleri ile kuraklık analizi.....	332
4.4. Eğirdir Gölü Seviye Değişimlerinin Analizi	351
4.4.1. Drone ve uydu görüntüleri ile analiz	351
4.4.2. Standartlaştırılmış depolama hacim indeksi ile analiz	372
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	377
KAYNAKLAR.....	390
ÖZGEÇMİŞ	401

ÖZET

Doktora Tezi

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN EĞİRDİR GÖLÜ HAVZASINA ETKİLERİ VE KURAKLIK ANALİZİ

Erhan ŞENER

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayşen DAVRAZ

Bu tez çalışmasında, küresel iklim değişikliğinin Eğirdir Gölü havzasındaki muhtemel etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, bölgenin mevcut iklimsel özellikleri belirlenmiş, geleceğe yönelik iklim projeksiyonları ile meteorolojik ve uydu bazlı kuraklık analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Küresel iklim değişikliğinin Eğirdir Gölü'ne etkilerinin belirlenebilmesi için ise göl seviye değişimleri yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve İnsansız Hava Aracı ile elde edilen veriler ile analiz edilmiştir.

Bölgenin iklim özelliklerinin belirlenmesinde Isparta, Eğirdir, Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç Meteoroloji İstasyonlarına ait yağış ve sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Havzanın yıllık ortalama yağış miktarı 790,4 mm ile 501,1 mm arasında değişmekte olup genel yağış trendi istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalan ve kısmen artan yönde eğilim göstermektedir. Eğirdir Gölü Havzası için belirlenen aylık ortalama sıcaklık değerleri ise 11,32 °C ile 12,57 °C arasında değişmektedir. Sıcaklık eğilimi incelendiğinde istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış ve azalmalar mevcuttur. Çalışmada, geleceğe yönelik yapılan yağış ve sıcaklık verilerinin tahmininde ve kuraklık analizlerinde CanESM5 modeli çıktıları kullanılmıştır. Geleceğe yönelik yapılan tahminlerde (2020-2100), genel olarak SSP245, SSP370, SSP440 (2020-2030 yılları arası hariç) ve SSP585 senaryolarında tüm onar yıllık periyot ortalama yağış miktarlarında azalma dikkati çekmektedir. Aynı zamanda, tüm senaryolarda yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde artışlar öngörülmektedir. Eğirdir Gölü havzasının mevcut kuraklık analizlerini ve geleceğe yönelik kuraklık tahminlerini gerçekleştirmek için Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, Yağış Anomali İndeksi, Normalin Yüzdesi İndeksi, Ondalıklar Kuraklık İndeksi, Efektif Kuraklık İndeksi, Çin Z İndeksi ve Z Skor İndeksi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, aşırı kurak periyotların 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2072 yıllarında yaşanacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Küresel İklim Değişikliği, İstatistiksel Ölçek Küçültme, Kuraklık, Eğirdir Gölü, Bitki Sağlığı İndeksi, CBS.

2021, 413 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFECTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON EĞİRDİR LAKE BASIN AND DROUGHT ANALYSIS

Erhan ŞENER

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Ayşen DAVRAZ

In this thesis, it is aimed to determine the possible effects of global climate change in the Lake Eğirdir basin. In this context, the current climatic characteristics of the region were determined, future climate projections and meteorological and satellite-based drought analyzes were carried out. In addition, in order to determine the effects of global climate change on Lake Eğirdir, lake level changes were analyzed with high-resolution satellite images and UAV data.

The precipitation and temperature values of Isparta, Eğirdir, Senirkent, Uluborlu and Yalvaç Meteorology Stations were used to determine the climatic characteristics of the region. The annual average precipitation amount of the basin varies between 790.4 mm and 501.1 mm, and the general precipitation trend shows a statistically insignificant decreasing and partially increasing trend. The monthly average temperature values determined for Lake Eğirdir Basin vary between 11.32 °C and 12.57 °C. When the temperature trend is examined, there are statistically insignificant increases and decreases. In the study, CanESM5 model outputs were used in the prediction of future precipitation and temperature data and in drought analysis. In the forecasts made for the future (2020-2100), it is noteworthy that the average precipitation amount in all decadal periods decreased in general in SSP245, SSP370, SSP440 (except between 2020-2030) and SSP585 scenarios. At the same time, increases in annual average temperature values are foreseen in all scenarios. Standardized Precipitation Index, Precipitation Anomaly Index, Percent of Normal Index, Decimals Drought Index, Effective Drought Index, China Z Index and Z Score Index methods were used to perform current drought analyzes and future drought forecasts of the Lake Eğirdir basin. According to future drought forecasts, it is predicted that extreme dry periods will occur in 2055 and 2072 at the earliest in the analyzes made on a 12-month time scale.

Keywords: Global Climate Change, Statistical Downscaling, Drought, Lake Eğirdir, Vegetation Health Index, GIS.

2021, 413 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, her aşamada destek olan, yapıcı katkı ve eleştirileri ile teze yön veren değerli hocam Sayın Prof.Dr. Ayşen DAVRAZ'a (Süleyman Demirel Üniversitesi),

Tez çalışmamın her aşamasında en büyük yardımcım olan, tüm çalışma sürecinde gösterdiği anlayış, sabır ve destekleri ile tezimin son haline gelmesi için büyük emek veren mesai ve aynı zamanda hayat arkadaşım Doç. Dr. Şehnaz ŞENER'e (Süleyman Demirel Üniversitesi),

Bu çalışmayı finansal olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na (Proje No: FDK-2020-8045 ve FBG-2019-7115),

Tez çalışması kapsamında kullanılan ENVI yazılımını sağlayan L3Harrisgeospatial ve Jeodijital Ltd.Şti'ne (Dr. Hayati KOYUNCU),

Meteorolojik verileri sağlayan Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne, Eğirdir Gölü havzasındaki akım ve göl seviye verilerini sağlayan DSİ 18.Bölge Müdürlüğü'ne,

Çalışmada kullanılan Landsat 8 ve MODIS uydu görüntülerinin ücretsiz temini için ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) ile Ulusal Havacılık ve Uzay Ajansı'na (NASA),

Tez çalışması kapsamında kullanılan CMIP6 İklim modellerini sağlayan Dünya İklim Araştırmaları Programı'na (WRCP),

Son olarak, hayatım boyunca gösterdikleri güven ve destekleri ile bu günlere gelmemi sağlayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tezi, çalışmalarım sırasında büyük anlayış ve sabır gösteren canım çocuklarım E. Arda ŞENER ve Ela ŞENER'e atfediyorum.

Erhan ŞENER
ISPARTA, 2021

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası	17
Şekil 3.2. Eğirdir Gölü koruma alanları	18
Şekil 3.3. 21 yüzyıla ait CO ₂ emisyon ve konsantrasyonları, antropojenik ışımsal zorlamalar ve küresel ortalama sıcaklık senaryoları	25
Şekil 3.4. CanESM5'teki yıllık ortalama yakın yüzey hava sıcaklık değişimleri.....	27
Şekil 3.5. EC-Earth3'teki yıllık ortalama yakın yüzey hava sıcaklık değişimleri.....	29
Şekil 3.6. MIROC6 yatay grid koordinat sistemi ve okyanus bileşeninin model batimetrisi.....	30
Şekil 3.7. Mann-Kendall tesitine ait hipotezler	37
Şekil 3.8. Uzaktan Algılama sisteminin genel görünümü	38
Şekil 3.9. Elektromanyetik spektrum	40
Şekil 3.10. Mekansal çözünürlük kavramı	40
Şekil 3.11. Uydu görüntülerinde spektral çözünürlüğün şematik gösterimi	41
Şekil 3.12. Landsat 7 ve 8 uydularının spektral özellikleri	43
Şekil 3.13. Worldview-2 uydusunun spektral özellikleri	46
Şekil 3.14. Kuraklık Sınıflama Sistemi	48
Şekil 3.15. GNSS alıcılı DJI Phantom 4 RTK İnsansız Hava Aracı	64
Şekil 3.16. Coğrafi Bilgi Sistemleri yapısının şematik gösterimi	66
Şekil 3.17. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin temel bileşenleri.....	67
Şekil 4.1. Çalışma kapsamında kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları	69
Şekil 4.2. Isparta Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yağışın yıllara göre dağılımı.....	70
Şekil 4.3. Isparta Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı	71
Şekil 4.4. Isparta Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı.....	72
Şekil 4.5. Eğirdir Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yağışın yıllara göre dağılımı.....	72
Şekil 4.6. Eğirdir Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı	73
Şekil 4.7. Eğirdir Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı	73
Şekil 4.8. Senirkent Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yağışın yıllara göre dağılımı.....	74
Şekil 4.9. Senirkent Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı	75
Şekil 4.10. Senirkent Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı.....	75
Şekil 4.11. Uluborlu Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yağışın yıllara göre dağılımı.....	76
Şekil 4.12. Uluborlu Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı	76
Şekil 4.13. Uluborlu Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı	77
Şekil 4.14. Yalvaç Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yağışın yıllara göre dağılımı.....	77

Şekil 4.15. Yalvaç Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı	78
Şekil 4.16. Yalvaç Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı	79
Şekil 4.17. Eğirdir Gölü havzasının aylık ortalama yağış dağılımları (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran)	80
Şekil 4.18. Eğirdir Gölü havzasının aylık ortalama yağış dağılımları (Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)	81
Şekil 4.19. Eğirdir Gölü havzasının kış ve ilkbahar mevsimlerine ait ortalama yağış dağılımları	82
Şekil 4.20. Eğirdir Gölü havzasının yaz ve sonbahar mevsimlerine ait ortalama yağış dağılımları	83
Şekil 4.21. Eğirdir Gölü havzasının yıllık toplam yağış dağılımları	84
Şekil 4.22. Eğirdir Gölü havzasının aylık yağış trendi dağılım haritaları (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran)	88
Şekil 4.23. Eğirdir Gölü havzasının aylık yağış trendi dağılım haritaları (Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)	89
Şekil 4.24. Eğirdir Gölü havzasının kış ve ilkbahar mevsimlerine ait yağış trendi dağılım haritaları	90
Şekil 4.25. Eğirdir Gölü havzasının yaz ve sonbahar mevsimlerine ait yağış trendi dağılım haritaları	91
Şekil 4.26. Eğirdir Gölü havzasının yıllık yağış trendi dağılım haritaları	92
Şekil 4.27. Isparta DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı	93
Şekil 4.28. Isparta DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı	93
Şekil 4.29. Isparta DMİ verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı	94
Şekil 4.30. Eğirdir DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı	95
Şekil 4.31. Eğirdir DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı	95
Şekil 4.32. Eğirdir DMİ verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı	96
Şekil 4.33. Senirkent DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı	97
Şekil 4.34. Senirkent DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı	97
Şekil 4.35. Senirkent DMİ verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı	98
Şekil 4.36. Uluborlu DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı	99
Şekil 4.37. Uluborlu DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı	99
Şekil 4.38. Uluborlu DMİ verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı	100
Şekil 4.39. Yalvaç DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı	101
Şekil 4.40. Yalvaç DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı	101
Şekil 4.41. Yalvaç DMİ verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı	102
Şekil 4.42. Eğirdir Gölü havzasının aylık ortalama sıcaklık dağılımları (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran)	103
Şekil 4.43. Eğirdir Gölü havzasının aylık ortalama sıcaklık dağılımları (Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)	104
Şekil 4.44. Eğirdir Gölü havzasının kış ve ilkbahar mevsimlerine ait ortalama sıcaklık dağılımları	105
Şekil 4.45. Eğirdir Gölü havzasının yaz ve sonbahar mevsimlerine ait ortalama sıcaklık dağılımları	106
Şekil 4.46. Eğirdir Gölü havzasının yıllık ortalama sıcaklık dağılımları	107
Şekil 4.47. Eğirdir Gölü havzasının aylık sıcaklık trendi dağılım haritaları (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran)	113
Şekil 4.48. Eğirdir Gölü havzasının aylık sıcaklık trendi dağılım haritaları (Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)	114

Şekil 4.49. Eğirdir Gölü havzasının kış ve ilkbahar mevsimlerine ait sıcaklık trendi dağılım haritaları	115
Şekil 4.50. Eğirdir Gölü havzasının yaz ve sonbahar mevsimlerine ait sıcaklık trendi dağılım haritaları	116
Şekil 4.51. Eğirdir Gölü havzasının yıllık sıcaklık trendi dağılım haritaları .	117
Şekil 4.52. Isparta DMI'ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri.....	119
Şekil 4.53. Isparta DMI'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri	120
Şekil 4.54. Isparta DMI'ye ait Taylor diyagramı.....	121
Şekil 4.55. Eğirdir DMI'ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri.....	123
Şekil 4.56. Eğirdir DMI'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri.....	124
Şekil 4.57. Eğirdir DMI'ye ait Taylor diyagramı.....	125
Şekil 4.58. Senirkent DMI'ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri	126
Şekil 4.59. Senirkent DMI'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri	127
Şekil 4.60. Senirkent DMI'ye ait Taylor diyagramı	128
Şekil 4.61. Uluborlu DMI'ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri.....	129
Şekil 4.62. Uluborlu DMI'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri.....	130
Şekil 4.63. Uluborlu DMI'ye ait Taylor diyagramı.....	131
Şekil 4.64. Yalvaç DMI'ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri	132
Şekil 4.65. Yalvaç DMI'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri.....	133
Şekil 4.66. Yalvaç DMI'ye ait Taylor diyagramı	134
Şekil 4.67. Isparta DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği.....	136
Şekil 4.68. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	137
Şekil 4.69. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	137
Şekil 4.70. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	137
Şekil 4.71. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	138
Şekil 4.72. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	138
Şekil 4.73. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	138
Şekil 4.74. Isparta DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği.....	140
Şekil 4.75. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	140
Şekil 4.76. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	140
Şekil 4.77. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	141
Şekil 4.78. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	141
Şekil 4.79. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	141
Şekil 4.80. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	142

Şekil 4.81. Eğirdir DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği.....	143
Şekil 4.82. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	144
Şekil 4.83. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	144
Şekil 4.84. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	144
Şekil 4.85. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	145
Şekil 4.86. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	145
Şekil 4.87. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	145
Şekil 4.88. Eğirdir DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği.....	147
Şekil 4.89. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	147
Şekil 4.90. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	147
Şekil 4.91. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	148
Şekil 4.92. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	148
Şekil 4.93. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	148
Şekil 4.94. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	149
Şekil 4.95. Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği.....	150
Şekil 4.96. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	151
Şekil 4.97. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	151
Şekil 4.98. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	151
Şekil 4.99. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	152
Şekil 4.100. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	152
Şekil 4.101. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	152
Şekil 4.102. Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği.....	154
Şekil 4.103. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	154
Şekil 4.104. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	154
Şekil 4.105. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre	

tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	155
Şekil 4.106. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	155
Şekil 4.107. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	155
Şekil 4.108. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	156
Şekil 4.109. Uluborlu DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği.....	157
Şekil 4.110. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	158
Şekil 4.111. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	158
Şekil 4.112. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	158
Şekil 4.113. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği.....	159
Şekil 4.114. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	159
Şekil 4.115. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	159
Şekil 4.116. Uluborlu DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği.....	161
Şekil 4.117. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	161
Şekil 4.118. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	161
Şekil 4.119. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	162
Şekil 4.120. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	162
Şekil 4.121. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	162
Şekil 4.122. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği.....	163
Şekil 4.123. Yalvaç DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği.....	164
Şekil 4.124. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	165
Şekil 4.125. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	165
Şekil 4.126. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	165
Şekil 4.127. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	166
Şekil 4.128. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	166
Şekil 4.129. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği	166

Şekil 4.130. Yalvaç DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği.....	168
Şekil 4.131. Yalvaç DMİ'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	168
Şekil 4.132. Yalvaç DMİ'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	168
Şekil 4.133. Yalvaç DMİ'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	169
Şekil 4.134. Yalvaç DMİ'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	169
Şekil 4.135. Yalvaç DMİ'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	169
Şekil 4.136. Yalvaç DMİ'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği	170
Şekil 4.137. SSP119 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları	171
Şekil 4.138. SSP126 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları	172
Şekil 4.139. SSP245 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları	173
Şekil 4.140. SSP370 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları	174
Şekil 4.141. SSP460 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları	175
Şekil 4.142. SSP585 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları	176
Şekil 4.143. SSP119 ve SSP126 senaryolarına göre ortalama yağış dağılım haritası (2020-2100).....	177
Şekil 4.144. SSP245 ve SSP370 senaryolarına göre ortalama yağış dağılım haritası (2020-2100).....	178
Şekil 4.145. SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre ortalama yağış dağılım haritası (2020-2100).....	179
Şekil 4.146. Eğirdir Gölü havzasında 2020-2100 yılları arasında gözlenmesi muhtemel ortalama yağış dağılımları	180
Şekil 4.147. SSP119 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları.....	181
Şekil 4.148. SSP126 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları.....	182
Şekil 4.149. SSP245 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları.....	183
Şekil 4.150. SSP370 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları.....	184
Şekil 4.151. SSP460 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları.....	185
Şekil 4.152. SSP585 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları.....	186
Şekil 4.153. SSP119 ve SSP126 senaryolarına göre ortalama sıcaklık dağılım haritası (2020-2100).....	187
Şekil 4.154. SSP245 ve SSP370 senaryolarına göre ortalama sıcaklık dağılım haritası (2020-2100).....	188
Şekil 4.155. SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre ortalama sıcaklık dağılım haritası (2020-2100).....	189
Şekil 4.156. Eğirdir Gölü havzasında 2020-2100 yılları arasında gözlenmesi muhtemel ortalama sıcaklık dağılımları	190
Şekil 4.157. Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik tahmin edilen	

ortalama yağış grafiği.....	191
Şekil 4.158. Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği	192
Şekil 4.159. Isparta DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	194
Şekil 4.160. Isparta DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	195
Şekil 4.161. Isparta DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	196
Şekil 4.162. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri	198
Şekil 4.163. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri	199
Şekil 4.164. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri	200
Şekil 4.165. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde EKI kuraklık indeksleri	202
Şekil 4.166. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZI kuraklık indeksleri	203
Şekil 4.167. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri	204
Şekil 4.168. Isparta DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	206
Şekil 4.169. Isparta DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	207
Şekil 4.170. Isparta DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	208
Şekil 4.171. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri	210
Şekil 4.172. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYI kuraklık indeks tahminleri	211
Şekil 4.173. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri	212
Şekil 4.174. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik EKI kuraklık indeks tahminleri	214
Şekil 4.175. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZI kuraklık indeks tahminleri.....	215
Şekil 4.176. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri.....	216
Şekil 4.177. Eğirdir DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	218
Şekil 4.178. Eğirdir DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	219
Şekil 4.179. Eğirdir DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	220
Şekil 4.180. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri	222
Şekil 4.181. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri	223

Şekil 4.182. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri	224
Şekil 4.183. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde EKI kuraklık indeksleri	226
Şekil 4.184. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZI kuraklık indeksleri	227
Şekil 4.185. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri	228
Şekil 4.186. Eğirdir DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	230
Şekil 4.187. Eğirdir DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	231
Şekil 4.188. Eğirdir DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	232
Şekil 4.189. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri	234
Şekil 4.190. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYI kuraklık indeks tahminleri	235
Şekil 4.191. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri	236
Şekil 4.192. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik EKI kuraklık indeks tahminleri	238
Şekil 4.193. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZI kuraklık indeks tahminleri.....	239
Şekil 4.194. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri	240
Şekil 4.195. Senirkent DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	242
Şekil 4.196. Senirkent DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	243
Şekil 4.197. Senirkent DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	244
Şekil 4.198. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri	246
Şekil 4.199. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri	247
Şekil 4.200. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri	248
Şekil 4.201. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde EKI kuraklık indeksleri	250
Şekil 4.202. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZI kuraklık indeksleri	251
Şekil 4.203. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri	252
Şekil 4.204. Senirkent DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	254
Şekil 4.205. Senirkent DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	255
Şekil 4.206. Senirkent DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe	

yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	256
Şekil 4.207. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri	258
Şekil 4.208. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYI kuraklık indeks tahminleri	259
Şekil 4.209. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri	260
Şekil 4.210. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik EKI kuraklık indeks tahminleri	262
Şekil 4.211. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZI kuraklık indeks tahminleri.....	263
Şekil 4.212. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri	264
Şekil 4.213. Uluborlu DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	266
Şekil 4.214. Uluborlu DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	267
Şekil 4.215. Uluborlu DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	268
Şekil 4.216. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri	270
Şekil 4.217. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri	271
Şekil 4.218. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri	272
Şekil 4.219. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde EKI kuraklık indeksleri	274
Şekil 4.220. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZI kuraklık indeksleri	275
Şekil 4.221. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri	276
Şekil 4.222. Uluborlu DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	278
Şekil 4.223. Uluborlu DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	279
Şekil 4.224. Uluborlu DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	280
Şekil 4.225. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri	282
Şekil 4.226. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYI kuraklık indeks tahminleri	283
Şekil 4.227. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri.....	284
Şekil 4.228. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik EKI kuraklık indeks tahminleri	286
Şekil 4.229. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZI kuraklık indeks tahminleri.....	287
Şekil 4.230. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri	288

Şekil 4.231. Yalvaç DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	290
Şekil 4.232. Yalvaç DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	291
Şekil 4.233. Yalvaç DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri	292
Şekil 4.234. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri	294
Şekil 4.235. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri	295
Şekil 4.236. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri	296
Şekil 4.237. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZI kuraklık indeksleri	298
Şekil 4.238. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri	299
Şekil 4.239. Yalvaç DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	301
Şekil 4.240. Yalvaç DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	302
Şekil 4.241. Yalvaç DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri.....	303
Şekil 4.242. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri	305
Şekil 4.243. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYI kuraklık indeks tahminleri	306
Şekil 4.244. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri	307
Şekil 4.245. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZI kuraklık indeks tahminleri.....	309
Şekil 4.246. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri	310
Şekil 4.247. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihli Landsat 8 OLI uydu Görüntüsü.....	311
Şekil 4.248. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihli NDVI haritası.....	312
Şekil 4.249. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası.....	313
Şekil 4.250. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihili Yüzey Sıcaklığı haritası (LST)	313
Şekil 4.251. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) haritası	314
Şekil 4.252. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü.....	315
Şekil 4.253. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihli NDVI haritası.....	315
Şekil 4.254. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası.....	316
Şekil 4.255. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihili Yüzey Sıcaklığı Haritası (LST)	317
Şekil 4.256. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihli Bitki Sağlığı İndeks	

(VHI) haritası	317
Şekil 4.257. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü.....	318
Şekil 4.258. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihli NDVI haritası.....	319
Şekil 4.259. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası.....	320
Şekil 4.260. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihili Yüzey Sıcaklığı haritası (LST)	320
Şekil 4.261. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) Haritası.....	321
Şekil 4.262. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü.....	322
Şekil 4.263. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihli NDVI haritası.....	322
Şekil 4.264. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası	323
Şekil 4.265. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihili Yüzey Sıcaklığı haritası (LST)	324
Şekil 4.266. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) haritası.....	324
Şekil 4.267. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihli Landsat 8 OLI uydu Görüntüsü.....	325
Şekil 4.268. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihli NDVI haritası.....	326
Şekil 4.269. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası	327
Şekil 4.270. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihili Yüzey Sıcaklığı haritası (LST)	327
Şekil 4.271. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) haritası.....	328
Şekil 4.272. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihli Landsat 8 OLI uydu Görüntüsü.....	329
Şekil 4.273. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihli NDVI haritası.....	329
Şekil 4.274. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası	330
Şekil 4.275. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihili Yüzey Sıcaklığı haritası (LST)	331
Şekil 4.276. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) haritası.....	331
Şekil 4.277. MODIS uydu görüntüleri ile yapılan analizlerde kullanılan test alanları	333
Şekil 4.278. MOD11A2 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki gündüz yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi.....	335
Şekil 4.279. MOD11A2 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki gece yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi	335
Şekil 4.280. MOD13Q1 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi	336
Şekil 4.281. MOD13Q1 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) değerlerinin zamansal değişimi.....	336

Şekil 4.282. MOD16A2 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi.....	336
Şekil 4.283. MOD16A2 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi.....	337
Şekil 4.284. MOD11A2 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki gündüz yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi	338
Şekil 4.285. MOD11A2 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki gece yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi	339
Şekil 4.286. MOD13Q1 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi	339
Şekil 4.287. MOD13Q1 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) değerlerinin zamansal değişimi.....	339
Şekil 4.288. MOD16A2 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi.....	340
Şekil 4.289. MOD16A2 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi.....	340
Şekil 4.290. MOD11A2 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki gündüz yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi	341
Şekil 4.291. MOD11A2 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki gece yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi	342
Şekil 4.292. MOD13Q1 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi	343
Şekil 4.293. MOD13Q1 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) değerlerinin zamansal değişimi.....	343
Şekil 4.294. MOD16A2 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi.....	343
Şekil 4.295. MOD16A2 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi.....	344
Şekil 4.296. MOD11A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki gündüz yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi	346
Şekil 4.297. MOD11A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki gece yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi	346
Şekil 4.298. MOD13Q1 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi	346
Şekil 4.299. MOD13Q1 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) değerlerinin zamansal değişimi.....	347
Şekil 4.300. MOD16A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi.....	347
Şekil 4.301. MOD16A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi.....	347
Şekil 4.302. MOD11A2 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki gündüz yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi	349

Şekil 4.303. MOD11A2 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki gece yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi	350
Şekil 4.304. MOD13Q1 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi	350
Şekil 4.305. MOD13Q1 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) değerlerinin zamansal değişimi.....	350
Şekil 4.306. MOD16A2 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi.....	351
Şekil 4.307. MOD16A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi.....	351
Şekil 4.308. Eğirdir Gölü'nde meydana gelen yüzey alanı değişimlerinin yoğunlaştığı bölgeler.....	352
Şekil 4.309. Gelendost ilçesi bölgesinde meydana gelen yüzey alanı değişimleri	353
Şekil 4.310. Pupa Çayı'nın Eğirdir Gölü'ne boşaldığı bölgede meydana gelen yüzey alanı değişimleri.....	354
Şekil 4.311. Taşevi çevresinde meydana gelen yüzey alanı değişimleri.....	355
Şekil 4.312. İnsansız hava aracı ile yapılan uçuşların lokasyonları	356
Şekil 4.313. Eğirdir Yeşilada'da İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları	357
Şekil 4.314. Eğirdir Yeşilada'nın 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü.....	358
Şekil 4.315. Eğirdir Yeşilada'nın 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası	358
Şekil 4.316. Kovada Kanalı çıkışında İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları	359
Şekil 4.317. Kovada Kanalı çıkışının 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü.....	360
Şekil 4.318. Kovada Kanalı çıkışının 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası	360
Şekil 4.319. Bedre plajı çevresinde İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları	361
Şekil 4.320. Bedre plajı çevresinin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü.....	362
Şekil 4.321. Bedre plajı çevresinin 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası	362
Şekil 4.322. Pupa çayının göle boşalım noktası çevresinde İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları	363
Şekil 4.323. Pupa çayının göle boşalım noktası çevresinin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü.....	364
Şekil 4.324. Pupa çayının göle boşalım noktası çevresinin 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası	364
Şekil 4.325. Taşevi plajı çevresinde İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları	365
Şekil 4.326. Taşevi plajı çevresinin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü.....	366
Şekil 4.327. Taşevi plajı çevresinin 12.11.2020 tarihine ait Drone ile	

elde edilen ortofoto haritası	366
Şekil 4.328. Kovada kanalı çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone Görüntüsü.....	367
Şekil 4.329. Kemik Hastanesi çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü.....	367
Şekil 4.330. Gelendost Bölge Trafik çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü	368
Şekil 4.331. Gelendost sulama kanalı çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü	368
Şekil 4.332. Taşevi çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü....	369
Şekil 4.333. Gençali çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü..	369
Şekil 4.334. Kayaagzı kuzeyinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü	370
Şekil 4.335. Kayaagzı güneyinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü	370
Şekil 4.336. Barla çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü	371
Şekil 4.337. Bedre çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü.....	371
Şekil 4.338. Eğirdir Gölü seviye değişimleri (1962-2021)	372
Şekil 4.339. Eğirdir Gölü'nün yüzey alanı değişimleri (1962-2020)	374
Şekil 4.340. Eğirdir Gölü'nün hacim değişimleri (1962-2020)	374
Şekil 4.341. Standartlaştırılmış Depolama Hacim İndeksi (SRSI) ile Eğirdir Gölü'nün kuraklık analizi	375

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. RCP Tipleri	24
Çizelge 3.2. Landsat 8 uydusuna ait bandların genel özellikleri	44
Çizelge 3.3. MODIS algılayıcısının teknik özellikleri	45
Çizelge 3.4. Worldview-2 uydusunun genel özellikleri	47
Çizelge 3.5. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) Kuraklık sınıflaması	52
Çizelge 3.6. Yağış Anomali İndeks sınıfları	53
Çizelge 3.7. Normal Yağışın Yüzdesi İndeksi periyotlara göre kuraklık sınıfları	54
Çizelge 3.8. Ondalıklar Kuraklık İndeksi sınıfları	55
Çizelge 3.9. Efektif Kuraklık İndisi sınıflaması	57
Çizelge 3.10. Bitki Örtüsü Durum İndeksi Kuraklık sınıflaması	60
Çizelge 3.11. Bitki Sağlığı İndeksine göre tarımsal kuraklık sınıflaması	63
Çizelge 3.12. DJI Phantom 4 RTK insansız hava aracının teknik özellikleri	65
Çizelge 4.1. Isparta DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	85
Çizelge 4.2. Eğirdir DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	85
Çizelge 4.3. Senirkent DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	86
Çizelge 4.4. Uluborlu DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	86
Çizelge 4.5. Yalvaç DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	87
Çizelge 4.6. Isparta DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	108
Çizelge 4.7. Eğirdir DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	108
Çizelge 4.8. Senirkent DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	109
Çizelge 4.9. Uluborlu DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	109
Çizelge 4.10. Yalvaç DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz Sonuçları	110
Çizelge 4.11. Isparta DMİ yağış verisine ait model performansları	118
Çizelge 4.12. Isparta DMİ sıcaklık verisine ait model performansları	121
Çizelge 4.13. Eğirdir DMİ yağış verisine ait model performansları	122
Çizelge 4.14. Eğirdir DMİ sıcaklık verisine ait model performansları	122
Çizelge 4.15. Senirkent DMİ yağış verisine ait model performansları	125
Çizelge 4.16. Senirkent DMİ sıcaklık verisine ait model performansları	125
Çizelge 4.17. Uluborlu DMİ yağış verisine ait model performansları	128
Çizelge 4.18. Uluborlu DMİ sıcaklık verisine ait model performansları	128
Çizelge 4.19. Yalvaç DMİ yağış verisine ait model performansları	131
Çizelge 4.20. Yalvaç DMİ sıcaklık verisine ait model performansları	131
Çizelge 4.21. Isparta DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri	136
Çizelge 4.22. Isparta DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama	

sıcaklık değerleri	139
Çizelge 4.23. Eğirdir DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri.....	143
Çizelge 4.24. Eğirdir DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri	146
Çizelge 4.25. Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri.....	150
Çizelge 4.26. Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri	153
Çizelge 4.27. Uluborlu DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri.....	157
Çizelge 4.28. Uluborlu DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri	160
Çizelge 4.29. Yalvaç DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri.....	164
Çizelge 4.30. Yalvaç DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri	167
Çizelge 4.31. Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri	191
Çizelge 4.32. Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri	192
Çizelge 4.33. Standartlaştırılmış Depolama Hacim İndeksi (SRSI-1ay) verileri.....	376
Çizelge 4.34. SRSI verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları	375

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AR4	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 4. Değerlendirme Raporu
AR5	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 5. Değerlendirme Raporu
AR6	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 6. Değerlendirme Raporu
CANESM5	The Canadian Earth System Model version 5
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CMIP	Çiftli Model Döngülü Karşılaştırma Projesi
CMIP5	Çiftli Model Döngülü Karşılaştırma Projesi Faz 5
CMIP6	Çiftli Model Döngülü Karşılaştırma Projesi Faz 6
ÇZİ	Çin Z İndeksi
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
ÇOB	Çevre ve Orman Bakanlığı
DD	Dinamik Ölçek Küçültme Metodu
DMİ	Devlet Meteoroloji İstasyonu
EC-EARTH3	Earth System Model 3
EKİ	Efektif Kuraklık İndeksi
ERTS	Earth Resources Technology Satellite
ETM +	Enhanced Thematic Mapper Plus
EVI	Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi
FAR	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 1. Değerlendirme Raporu
GCM	Küresel Dolaşım Modeli
GNSS	Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
İHA	İnsansız Hava Aracı
MAE	Ortalama Mutlak Hata
MBE	Mean Bias Error
MIROC6	Model for Interdisciplinary Research on Climate 6
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MSS	Multispectral Scanner
MRI-ESM2	Meteorological Research Inst. Earth System Model
NDVI	Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi
NDWI	Normalleştirilmiş Su Fark İndeksi
NRMSE	Normalize Edilmiş Kök Ortalama Kare Hata
NSE	Nash-Sutcliffe etkinlik katsayısı
NYİ	Normal Yağış Yüzdesi İndeksi
OKİ	Ondalıklar İndeksi
OLI	Operational Land Imager
RBV	Return Beam Vidicon
RCM	Bölgesel İklim Modeli
RCP	Temsili Konsantrasyon Rotaları
RDI	Keşif Kuraklık Endeksi
RMSE	Kök Ortalama Kare Hata
RTK	Gerçek Zamanlı Kinematik
SAR	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 2. Değerlendirme Raporu
SD	İstatistiksel Ölçek Küçültme Metodu
SDI	Akım Kuraklık İndisi
SPEI	Standartlaştırılmış Yağış-Evapotranspirasyon Endeksi
SPI	Standartlaştırılmış Yağış İndeksi

SRES	TAR ve AR4 kapsamında geliştirilen senaryolar
SRSI	Standartlaştırılmış Depolama Hacmi İndeksi
SSP	Ortak Sosyoekonomik Patikalar
TCI	Termal Durum İndeksi
TAR	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 3. Değerlendirme Raporu
TIRS	Thermal Infrared Sensor
TM	Thematic Mapper
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
VHI	Vegetation Health Index
VCI	Bitki Örtüsü Durum İndeksi
WCRP	Dünya İklim Araştırma Programı
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
YAI	Yağış Anomali İndeksi
ZSI	Z Skor İndeksi
λ	Dalga boyu



1. GİRİŞ

İklim çok geniş coğrafyalarda uzun zaman dilimleri boyunca gözlemlenen ortalama hava koşulları olarak tanımlanmaktadır. İklim aynı zamanda ekstrem hava olaylarını ve bitki örtüsünü de tayin etmektedir. İklim değişikliği ise “nedeni ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda veya değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca gerçekleşen değişiklikler” biçiminde tanımlanmaktadır (UNFCC, 1994; Akçakaya vd., 2015). Özellikle sanayi devriminden günümüze kadar iklimde insan kaynaklı büyük değişiklikler gözlenmeye başlamıştır. Bunun en önemli etmenleri olarak sanayi devrimiyle birlikte yoğun olarak kullanılmaya başlayan fosil yakıtlar, hızlı kentleşme, hızlı nüfus artışıyla birlikte arazi kullanım yapısında gerçekleşen değişiklikler, orman alanlarının yok edilmesi gibi nedenler kabul edilmektedir. Tüm bu olumsuz etmenler atmosferdeki sera gazı oranında hızlı bir artışa ve buna bağlı olarak da küresel olarak ısınmaya yol açmaktadır (Gürkan vd., 2016). İklim değişikliğinin günümüzde Dünya’nın karşı karşıya olduğu en büyük çevresel, sosyal ve ekonomik tehditlerden biri olduğu birçok kuruluş, üniversite ve araştırmacı tarafından kabul görmektedir. Günümüzde insan etkisi ile yağış, sıcaklık vb. iklimsel parametrelerin zamansal ve mekânsal dağılımlarda dünya genelinde ciddi değişiklikler olduğu kabul edilen bir gerçektir (Cüceloğlu, 2019).

İklim değişikliği tahmin çalışmaları tüm sektörlerde uyum, hafifletme ve önleme çalışmaları için yapılan planlamalarına ana veri girişini sağlar yani paydaşların gelecek planlaması, iklim ve iklim modeli çıktılarına dayalı olmalıdır. İklim değişikliği bağlamında, gelecek için yapılacak küresel iklim modellerinin farklı senaryolarının Türkiye ve civarı için yüksek çözünürlüklü veri seti oluşturmak için çözünürlüklerinin artırılması yani ölçek küçültme gerekir. Böylece bu veriler sektörel olarak ve sektörlerin uyum, azaltma ve önleme faaliyetlerinin planlamalarında temel olarak kullanılabilir hale gelir. Bu verilerin sektörler tarafından kullanılması sektörlerin çalışmalarının doğruluğunu ve başarısını artıracaktır (Demircan vd., 2014).

Birleşmiş Milletler bünyesinde faaliyetlerine devam eden Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ile Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından iklim değişikliği konularında bilimsel çalışmalar ışığında karar vericilere yol göstermek üzere kurulan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 5. Değerlendirme Raporuna göre, 1901-2011 yılları arasında küresel sıcaklıklarda ortalama 0.89°C artış yaşanmıştır. Bu rapora göre içerisinde bulunduğumuz yüzyılın sonuna kadar IPCC'nin sadece bir senaryosu dışında tüm senaryolarında, sanayi öncesi döneme göre 1.5 °C'yi ve iki yeni senaryoya göre ise 2 °C'yi aşması beklenmektedir. (IPCC AR5 2013). Söz konusu raporda, değişik emisyon senaryoları için çalıştırılmış Küresel Dolaşım Modeli (GCM) çıktılarına göre ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nda 21. Yüzyıl sonlarına doğru sıcaklıkların artışıyla beraber yağışlarda önemli azalmaların oluşacağı ve bu bölgenin küresel iklim değişimine karşı en kırılgan bölgelerden biri olacağı belirtilmiştir (Şen vd., 2017, Demircan vd., 2017).

İklimde meydana gelebilecek değişimler ve bu değişimlerin etkilerinin doğru saptanabilmesi için çok farklı atmosferik parametrelerin kullanıldığı modelleme çalışmaları yapılmaktadır. IPCC 5. Değerlendirme toplantısında Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP) olarak adlandırılan konsantrasyon senaryolarının ana hatları yeniden belirlenmiştir. Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCP) sera gazlarının toplam emisyon ve konsantrasyonu, arazi kullanımı ve arazi örtüsü, kimyasal olarak aktif gazlar ve aerosoller için oluşturulan veri setleridir. Dünya İklim Araştırma Programı (WCRP) Çiftli Modelleme Çalışma Grubu tarafından atmosfer-okyanus genel dolaşım model çiftlerinden çalışılan çıktılar için standart deneysel protokol olarak Çiftli Model Döngülü Karşılaştırma Projesi (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 - CMIP) oluşturulmuştur (Demircan vd., 2014). CMIP olarak adlandırılan proje kapsamında elde edilen küresel dolaşım modelleri (GCM) Dünya iklimini matematiksel olarak modellemek için kullanılmakta ve iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisini araştırmak için de faydalanılmaktadır (Ghosh ve Mujumdar, 2008; Okkan ve Kırdemir, 2016; Okkan ve Kırdemir, 2018). Genel dolaşım modeli (GCM) çıktıları genellikle küresel kapsama sahiptir, yönetim karar verme için uygun ölçeklerde yüksek uzamsal çözünürlük çıktıları sağlamazlar (Meehl vd., 2007; Ullah vd., 2018). Bu kaba

çıktıları daha iyi bir çözünürlüğe dönüştürmek için, İstatistiksel Ölçeklendirme (SD) ve Dinamik Ölçekleme (DD) olmak üzere iki temel yaklaşım vardır (Abbasnia vd., 2016).

Küresel iklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde yaratacağı en önemli etkilerin başında ise havzaların bulunduğu bölgelere ve karakteristik özelliklerine bağlı olarak; yüzeysel su potansiyellerinde azalma ya da artış, akiferlerin beslenmelerinde ve dolayısıyla boşalımlarında değişim, ekstrem akımların (taşkınlar ve kuraklık) sıklıklarında, görülme mevsimlerinde ve büyüklüklerinde değişim, değişen yağış rejimi, bitki örtüsü ve arazi kullanımlarının neden olduğu erozyon sorunları, kar suları ile beslenen akarsuların akış rejimlerinde farklılaşma, tarımsal su gereksinimlerinde artışlar gelmektedir (Fıstıkoğlu ve Biberoglu, 2008). Su hayatın varlığı ve devamlılığı açısından en önemli kaynakların başında gelmekte olup susuz bir yaşam düşünülemez. DSI 2016 verilerine göre ülkemiz kişi başı 1405 m³'lük su tüketimiyle yaygın kanaatin aksine su stresi yaşayan ülkeler kategorisindedir. Özellikle Küresel İklim Değişikliğinin yanı sıra son yıllarda su taleplerindeki artışların da etkisiyle birlikte önümüzdeki yıllarda ülkemiz su fakiri (500-1000 m³) ülkeler kategorisine aday ülkelerdendir.

Ülkemizin özellikle yüzeysuları bakımından en zengin bölgesi olan Göller Bölgesinde de su kaynaklarında ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Suya olan talebin sürekli artması ile birlikte plansız su kullanımları ve kirletici etkenler su kaynaklarını tehdit etmektedir. Bölgede bulunan, doğal içme suyu havzası olmasının yanı sıra biyolojik çeşitlilik değerleri bakımından da uluslararası öneme sahip bir sulak alan olan Eğirdir Gölü, Türkiye'nin ikinci büyük tatlı su gölüdür. Yaklaşık 3309 km²'lik alana sahip olan Eğirdir Gölü havzasında Eğirdir, Senirkent, Uluborlu, Yalvaç ve Gelendost ilçe merkezleri de dahil toplam 81 yerleşim merkezi bulunmaktadır. Gölün batısında, Senirkent-Uluborlu havzasını baştan sona kat ederek göle boşalan Pupa Çayı, güneyde Aksu'dan gelen Çaydere, gölün kuzeydoğusunda Hoyran ovasından göle boşalan Hoyran Deresi ve gölün doğusundan göle boşalan Yalvaç Deresi Eğirdir Gölü'nü besleyen en önemli yüzey sularıdır.

Eğirdir Gölü önemli ölçüde sulama, turizm ve su ürünleri yetiştiriciliği gibi amaçlarla kullanımının yanı sıra özellikle Isparta ilinin içme suyu ihtiyacının bir kısmını karşılaması nedeniyle bölgemiz için en önemli bir su kaynağıdır. Bölgede yürütülen yoğun tarımsal faaliyetlerin devamlılığı ve ekomiye katkısının sürekliliği ise tamamen göl suyunun varlığına bağlıdır. Günümüzde göl sularının niteliğinin yanısıra miktarında da önemli sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu durum büyük ölçüde küresel iklim değişikliği ile ilişkili olup başta yağış rejimindeki değişiklikler olmak üzere, artan buharlaşma ve gölden plansız su çekimleri neticesinde son yıllarda gölü besleyen akımlarda ve göl seviyesinde önemli düşüşler gözlenmektedir. Buna bağlı olarak gölün nispeten daha sığ kesimlerinde yaklaşık 100 m'lik çekilmeler meydana gelmiştir. Havzadaki su kaynaklarının Küresel İklim Değişikliği bağlamında sürdürülebilir olarak kullanımları için doğru ve akılcı olarak planlanmasına ihtiyaç vardır. Küresel İklim Değişikliğinin etkileri ile birlikte havza içerisindeki kirleticilerin göl su kalitesine olumsuz etkileri dikkate alındığında, Eğirdir Gölü'nün ekolojik dengesinin korunarak sürdürülebilir olarak kullanımına yönelik iklim değişikliğine uyum stratejilerinin belirlenmesi ve hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın başlıca amacı, küresel iklim değişikliğinin Eğirdir Gölü havzasındaki muhtemel etkilerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda öncelikle küresel ölçekteki iklim modeli çıktıları istatistiki ölçek küçültme yöntemleri kullanılarak Eğirdir Gölü Havzasına indirgenmiştir. Böylelikle küresel iklim değişikliğinin havza bazında gelecekteki yağış ve sıcaklıklara etkileri ortaya konulmuştur. Ayrıca Eğirdir Gölü Havzasında geçmişten günümüze yaşanan meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklığın şiddeti ve periyotlarının belirlenebilmesi amacıyla uluslararası literatürde kabul görmüş olan kuraklık indisleri kullanılmıştır. Bu kapsamda sözkonusu analizlerden elde edilen indis değerleri arasındaki ilişkiler araştırılmış ve istatistiki ölçek küçültme yöntemi ile belirlenen yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak Eğirdir Gölü Havzasında gelecekte yaşanması olası kuraklıkların şiddet ve periyotları ortaya konulmuştur. Küresel iklim değişikliğinin Eğirdir Gölü'ne etkilerinin belirlenebilmesi için ise göl seviye değişimleri yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve İHA verileri ile

analiz edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında Eğirdir Gölü'nün iklim değışikliğı ile uyumlu sürdürülebilir su yönetimine yönelik stratejiler önerilmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çalışmanın bu bölümünde çalışma alanı olarak seçilen Eğirdir Gölü havzasını ve çalışma konusu olan iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkilerini konu alan araştırmalar kronolojik olarak özetlenmiştir.

Nümann (1958), Eğirdir Gölü'nünde içinde olduğu birçok farklı gölde su kalitesi çalışmaları yapmıştır. Göllerin farklı su kalitesi durumlarını özellikle göllerin balıkçılık potansiyeli bakımından araştırmıştır. Ayrıca bu göllerin işletilmesine yönelik önemlerini tartışmıştır.

Dumont ve Kerey (1975), göl havzası içinde ve özellikle gölün güneyinde yüzeyleyen kaya birimlerini litolojik, stratigrafik ve tektonizma açısından incelemiştir. Karacahisar Birliği, Ofiyolitli Birlik ve Dulup Birliği olmak üzere üç ana birlik içerisinde gruplanan kaya birimlerinden, Karacahisar birliği şistler ve detritik kireçtaşları içermektedir. Birlik içerisinde birçok farklı formasyonlar ayırtlanmış olup bu birimlerin üzerine allohton olarak ofiyolitli birlik ve Dulup Birliği gelmektedir.

Poisson (1977), Batı Toroslarda yaptığı kapsamlı jeolojik araştırmalar ile bölgede yüzeyleyen Beydağları otoktonu, Antalya napları ve Lisiyen Naplarını ayırtlamış ve haritalamıştır.

Koçyiğit (1981), Batı Toroslar karbonat platformu üzerinde incelemeler yapmıştır. Toros Karbonat Platformunun sığ denizel özellikte Paleozoyik, Mesozoyik ve Alt Tersiyer yaşlı karbonatlardan oluştuğunu belirtmektedir. Ayrıca, bu karbonat platformunun transgrasyonla başladığını söylemektedir.

Koçyiğit (1983), Göller Bölgesi'nin tektonik gelişimini incelemiştir. Çalışmasında, bölgesel jeolojik yapıları paleotektonik dönem, geçiş dönemi ve yeni tektonik dönem olmak üzere üç tektonizma dönemine ayırtlamıştır. Paleotektonik dönem Liyas'tan başlayıp Üst Lütasiyen sonuna kadar sürmüştür. Üst Lütasiyen sonu ile Orta Oligosen sonu aralığında gerçekleşen ve molas oluşumuyla aralanan dönem

geçiş dönemi olarak tanımlanmaktadır. Yeni tektonik dönem ise Orta Oligosen sonunda başlayıp günümüze kadar süren ve çökme tektoniğiyle denetlenen dönemdir.

Merter (1986), Isparta yöresindeki göllerde su kalitesini incelemiştir. Çalışmasında, gölün kalitesini olumsuz etkileyen başlıca etkenler olarak Eğirdir ilçesi kanalizasyonu, Tugay atıkları ve Kemik Hastanesi atıklarını işaret etmektedir. Yapılan analiz sonuçlarına göre göl suyunun Klorür değeri 13,7 mg/l, Sülfat değeri 14,1mg/l, sertliği ise 21,3 °F olarak belirlenmiştir.

Karahan (1991), yapmış olduğu matematiksel model çalışması ile Eğirdir Gölünün hidrolojik dengesini ve hidrodinamik yapısını ortaya koymaya çalışmıştır. Göl akıntısının yön ve şiddetinin direk olarak rüzgar ile ilişkili olduğu belirtilen çalışmada göle noktasal su girdi-çıktılarının gölün hidrodinamik yapısını çok etkilemediği belirlenmiştir. Ayrıca, Eğirdir ilçe yerleşiminin bulunduğu bölgede gölün akıntısının oldukça düşük olduğu işaret edilmektedir.

Karagüzel vd. (1995), tarafından yapılan çalışmada Eğirdir Gölü'nün hidrolojik özellikleri ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Gölün su potansiyeli belirlenerek su seviyesindeki ve göl su hacmindeki düşüşler ve bunların muhtemel sebepleri ortaya koyulmuştur. Genel olarak göl su seviye düşüşlerinin yoğun ve kaçak su kullanımları ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Çalışmanın yapıldığı 1995 yılında gölün ortalama beslenimi 1116,40 hm³/yıl, boşalımı ise 951,99 hm³/yıl olarak bulunmuştur.

İrleyici (1998), tarafından yapılan doktora çalışmasında Eğirdir ve Burdur gölleri arasındaki bölgenin hidrojeolojik incelemesi yapılmıştır. Çalışmada, bölgenin akifer özellikleri, yeraltısuyu dinamiği, potansiyeli ve kalitesi ortaya koyulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, yeraltısuyu akım yönünün Atabey Ovası'nın batısında güneydoğuya; doğusunda kuzeybatıya doğru olduğu belirlenmiştir. Ovada ise yeraltısuyu akım yönü karstik sisteme doğrudur. Ayrıca, bölgedeki yeraltısularının içme ve sulama suyu olarak kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Türkeş vd. (2000), küresel iklim değişikliğinin ve beklenen olası etkilerinin incelendiği çalışmada iklim değişikliğinin beklenen bir döngü olduğuna ve biz insanoğlunun bu süreci hızlandırdığına dikkat çekilmektedir. Geçmişten günümüze yüzey sıcaklıklarının sürekli artış gösterdiği ve 1998 yılında küresel ortalama bakımından en yüksek sıcaklık rekorunun kırıldığı belirtilmektedir. Küresel ısınmanın 2100 yılına kadar ortalama 1-3,5 °C arasında artış, buzulların erilmesi ile ilişkili olarak deniz seviyelerinde ise 15-95 cm arasında yüksel olacağı öngörülmektedir. Ülkemiz açısından ise özellikle su kaynaklarının miktarlarında azalmalar, orman yangınlarının artması, kuraklık ve çölleşmeye bağlı tarımsal üretimde sıkıntılar, ekolojik bozulmalar görüleceği ve risk grubu ülkeler arasında olduğu ifade edilmektedir.

Özkan (2001), Eğirdir Gölü havzasının kuraklık etüdünü yaparak göl havzası içerisinde farklı kuraklık tehlikesine sahip alanları belirlemeye çalışmıştır. Bölgede kuraklık sınır değeri 553.1 mm olarak belirlenmiştir. Yalvaç Sultan Dağları yöresinde Hoyran, Sücüllü ve Yalvaç'ta kuraklık tehlike oranı yüksek bulunurken, Eğirdir alt yöresinde ve Senirkent yöresinde kuraklık tehlike oranları daha düşük bulunmuştur.

Pamuk vd. (2004), Ege Bölgesinde gerçekleştirdikleri kuraklık analizi çalışmalarını Standart yağış indisi (SPI) yöntemi ile yapmışlardır. Çalışmada kuraklığın, insan hayatı ve ekonomisi üzerinde en büyük etkiye sahip olan en önemli doğal afetlerden biri olduğu ve farklı meteorolojik ve çevresel koşullar altında geliştiği ifade edilmektedir. Çalışma kapsamında, Ege Bölgesinde incelenen meteoroloji istasyonlarına ait aylık ortalama SPI serilerine göre kış aylarındaki ortalamalarının “orta derece kurak” sınırına yakın olduğu ve bununla birlikte tüm aylık ortalama değerlerin “normal” sınırlar içerisinde yer aldığı belirlenmiştir.

Terzi (2004), Eğirdir Gölü'nde meydana gelen buharlaşma kayıplarını yapmış olduğu doktora tezin çalışması ile belirlemeye çalışmıştır. Çalışmasında bilinen metodların yanında tava ölçüm değerleri ile ampirik yöntemlerden Penman metodunu dikkate alarak buharlaşma modelleri geliştirilmiştir. Yapılan

hesaplamalar ve değerlendirmeler sonucunda çalışma kapsamında geliştirilen modelin buharlaşma hesaplamalarında kullanılabileceği belirlenmiştir.

Ceglar vd. (2008), Slovenya'daki meteorolojik kuraklık analizinde Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Palmer Kuraklık şiddeti İndeksi (PDSI) yöntemlerini kullanmışlardır. Yapılan alışmada, SPI'nın farklı zaman ölçeklerinde hesaplanabilir olduğu ve kuraklık başlangıcını, süresini ve yoğunluğunu belirlemek için daha iyi bir yöntem olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca, PDSI ile SPI arasında dokuz ve on iki aylık zaman ölçeğinde iyi bir uyum olduğu belirlenmiştir. Her iki endeks de 1900'den sonra Ljubljana'nın 1947'de en kötü kuraklık koşullarını yaşadığını göstermektedir. Üç aylık zaman leğine göre ise SPI, Ljubljana, Murska Sobota ve Bilje istasyonlarında yaz yağışları (1961-2006 dönemi) için önemli ($\alpha = 0.05$) negatif eğilim göstermiştir.

Kılıç (2008), küresel iklim değişikliği sürecinde su yönetiminin önemi ve yapılması gerekenler üzerine yapmış olduğu çalışmasında, küresel ölçekte su güvenliğinin sağlanması ve su talebini azaltmaya yönelik çalışmaların önemli olduğunu belirtmektedir. Su talebini azaltmak için su fiyatlarının artırılması ve/veya özelleştirmelerin doğru olmayacağı, buna karşın kısa vadede suyu doğru ve tasarruflu kullanma konularında halka farkındalık ve bilinçlendirme çalışmalarının yapılması gerektiği ifade edilmektedir. Ayrıca, çalışmada geleceğe yönelik nüfus artışları ile ilişkili olarak artacak su ihtiyaına yönelik doğru politikaların belirlenmesi gerektiği belirtilmektedir.

Sırdaş ve şen (2010), "Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması" başlıklı çalışmalarında Standart Yağış İndisi (SYİ) yönteminin, ortalama zaman periyotlarında farklı zaman ölçeklerinde gelişen kuraklık miktarlarını ve yağış kayıplarını belirlemede kullanıldığını ve zamansal kuraklık değerlendirmesinin basit yöntemi olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, Türkiye'de bulunan 60 büyük klima istasyonunun 1930-1990 yılları arasında ölçülmüş olan yağış değerlerinden yararlanılmıştır. Ülkemizin yarı kurak bir bölgede bulunduğu ve bu kuraklığın ülkemiz açısından sürekli bir tehdit oluşturduğu ifade edilmektedir. Bunu önlemek için ise kuraklığın bir merkez

tarafından sürekli izlenmesi önerilmektedir. Ayrıca, su tasarrufu konusunda bilinçlendirme çalışmalarının öneminde bahsedilen çalışmada havzalardaki toplam su eksikliğinin tesbit edilmesi ile su kıtlığı bulunan bölgeye su fazlalığı olan bölgeden su transferlerinin mümkün ve uygulanabilir olacağı belirtilmektedir.

Şener (2010), Eğirdir Göl suyu ve dip sedimanlarının hidrojeokimyasal özelliklerini ayrıntılı olarak inceleyerek göl su kalitesine olumsuz etki eden jeojenik ve antropojenik kirleticileri belirlemiştir. Çalışmada özellikle havza içerisindeki derelerin göle boşalım noktalarında azot ve fosfor türevlerinin yüksek miktarlarda olduğu belirlenmiştir. Göl suyunun ağır metal içeriğinin ise limit değerlere yaklaştığı ve önlemler alınması gerektiği, havzadaki tarımsal faaliyetlerin göl su kalitesini olumsuz etkilediği ifade edilmektedir.

Zarch vd. (2011), kuraklık analizlerini İran'da Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Keşif Kuraklık Endeksi (RDI) kullanarak İran'daki 40 meteorolojik sinoptik istasyonda 3, 6, 9, 12, 18 ve 24 aylık zaman ölçekleri için gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, RDI hesaplamaları için önemli bir faktör olan potansiyel evapotranspirasyon değerleri Penman-Monteith denklemi ile hesaplanmıştır. Ayrıca, çalışmada, RDI ve SPI arasındaki korelasyonlarda belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, SPI ve RDI arasındaki korelasyon katsayıları 3, 6 ve 9 aylık dönemlerde daha anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, hazırlanan kuraklık şiddeti haritaları, 1999-2000 yılları arasında İran'ın orta, doğu ve güneydoğu bölgelerinin aşırı kurak koşullarla karşı karşıya olduğunu göstermektedir. SPI ve RDI trendlerine göre, ülkenin diğer bölgelerinde şiddetli kuraklık yaşanmıştır. Ayrıca, SPI ve RDI yöntemleri, kuraklığın İran'ın farklı bölgeleri üzerindeki etkisi için yaklaşık olarak benzer sonuçlar göstermiştir. RDI, İran havzalarındaki su kaynağı kayıplarında önemli bir role sahip olan evapotranspirasyon gibi daha iklimsel parametreleri hesaba kattığı için kuraklık izlemede RDI'nın dikkate alınmasının daha faydalı olacağı ifade edilmektedir.

Türkeş (2012), yapmış olduğu çalışmada ülkemizde gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği ve kuraklığı incelemiştir. Ülkemizin iklim özellikleri ve yağış

alma kapasitesi bakımından su zengini bir ülke olmadığı ve bu nedenle 1970'li yıllardan itibaren özellikle orta ve doğu Akdenizde gözlenen kuraklaşma eğilimlerinin artış gösterebileceği öngörülmektedir. Buna bağlı olarak gelecekte muhtemel su sıkıntılarının yaşanabileceği ve bunun için ivedi önlemlerin alınmasının zorunlu olduğu ifade edilmektedir. Çalışmada özellikle tarımsal sulama hakkında geleneksel yöntemlerin aşırı su tüketmesi sebebiyle bunlardan vazgeçilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Ayrıca, su kaybını minimuma indiren basınçlı-kapalı boru sistemleri ile sulamanın kullanılması gerektiği ve bu yöntemin yaygınlaştırılması için gerekli finansal desteğin sağlanması hususu vurgulanmaktadır. İklim değişikliği sürecinde yeraltısu kaynaklarına da değinilen araştırmada, bu kaynakların doğru yönetilmesi ve aşırı kullanımlarının önlenmesine yönelik bilimsel çalışmaların yapılması gerektiği ve izleme ve yasal düzenlemeler ile denetimlerin gerçekleştirilmesinin önemli olduğu belirtilmektedir.

Stagge vd. (2015), Avrupa'daki kuraklık etkisi oluşumunu meteorolojik kuraklık endekslerine göre modellenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmada, Standartlaştırılmış Yağış Endeksi (SPI) ve Standartlaştırılmış Yağış-Evapotranspirasyon Endeksi (SPEI) yöntemleri kullanılmıştır. Analiz, beş Avrupa ülkesinde tarım, enerji ve endüstri, kamu su temini ve tatlı su ekosistemini kapsayan dört etki türünü içermektedir. Elde edilen sonuçlara göre 3 aydan büyük anormallikler olsa da, tarımsal etkiler 2-12 aylık anormalliklerle açıklanmaktadır ve muhtemelen tarımsal yönetim uygulamaları ile ilgilidir. Tipik olarak hidroelektrik ve enerji soğutma suyuyla ilgili olan enerji ve endüstriyel etkiler daha yavaş yanıt vermektedir (6-12 ay). Kamu su temini ve tatlı su ekosistemi etkileri ise, kısa (1-3 ay) ve deniz-sonal (6-12 ay) anormalliklerinin daha karmaşık bir kombinasyonu ile açıklanmaktadır. Ortaya çıkan kuraklık etki modelleri, hem iyi model uyumuna ($R^2 = 0.225-0.716$) hem de öngörü yeteneğine sahip olup, meteorolojik kuraklık endekslerine dayalı kuraklık etkisi olasılığını önceden belirlemek için bu tür modellerin kullanılabilirliğini vurgulamaktadır.

Awchi ve Kalyana (2017), Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemleri kullanarak Kuzey Irak'ta meteorolojik kuraklık

analizi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, meteorolojik kuraklığı analiz etmek için farklı zaman ölçeklerinde, (3, 6, 12 ve 24 aylık) standartlaştırılmış yağış indeksini (SPI) kullanılmıştır. SPI değerlerini değerlendirmek için çalışma alanına dağılmış dokuz meteoroloji istasyonundan 1937–2010 dönemine ait aylık yağış verileri kullanılmıştır. Çalışma alanı içindeki farklı zaman ölçeklerine sahip kuraklık dağılımı coğrafi bilgi sistemi kullanılarak haritalanmıştır. Çalışma sonuçları, çalışma alanının neredeyse her on yılda bir sık şiddetli kuraklık olaylarından muzdarip olduğunu ve en şiddetli kuraklık dönemlerinin 1997–2001 ve 2006–2010 yılları arasında olduğunu göstermektedir. Kuraklık SPI sınıflandırmasına göre hafif kuraklık kategorisinde yer almaktadır. Ayrıca, çalışma alanının doğu kesiminde gözlenen kuraklık dönemi uzunluğu dikkate alındığında bölgede çok sayıda şiddetli kuraklık yaşandığı belirlenmiştir.

Gümüş (2017) Asi havzasında yapmış olduğu kuraklık analizini Akım Kuraklık İndeksi yöntemini kullanarak gerçekleştirmiştir. Çalışmada, dört farklı akım gözlem istasyonunun 1954 ile 2005 yılları arasındaki akım ölçüm verileri kullanılmıştır. 3, 6 ve 12 aylık zaman serileri için yapılan akım kuraklık indeks hesaplamaları ile havzanın kurak, nemli ve yağışlı dönemleri belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, kırak geçen yıl sayıları 1980-2005 yılları arasında geçmiş yıllara göre çok daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 2000 ve 2001 yılları aşırı kurak yıllar olarak belirlenmiştir.

Özfidaner vd. (2018), Seyhan havzasında akım verilerinin hidrolojik kuraklık analizi gerçekleştirmişlerdir. Akım kuraklık indisi (SDI) yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmada 2 farklı akım istasyonu verileri kullanılmıştır. Aylık ölçülmüş ortalama ve toplam akım verileri 1967-2007 zaman aralığını kapsamaktadır. 3, 6, 9,12 aylık zaman serileri için gerçekleştirilen analizler ile elde edilen indeks değerlerine göre Her iki istasyonda da 9-12 aylık referans dönemleri için benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre, Akdeniz Bölgesinin ikinci 6 aylık dönemlerinin kurak olabileceği belirlenmiştir. Aynı zamanda, uzun dönemlik kaydırma durumlarında ortaya çıkan kuraklığın nehir akımlarında meydana gelen azalma ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir.

Terzi ve Ersoy (2018), Konya ili için kuraklık tahminlerini yapay sinir ağıları kullanarak yapmışlardır. Öncelikle Konya ili için farklı meteoroloji istasyonlarının uzun dönem aylık ortalama yağış verileri kullanılarak standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ) yöntemiyle kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. Böylece, 3, 6, 9 ve 12 aylık kuraklık kategorileri, yüzde dağılımları belirlenmiş ve istasyonlarda kuraklık görülme olasılıkları hesaplanmıştır. Belirlenen kuraklığın modellenmesi aşamında ise yapay sinir ağıları yönteminden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, farklı zaman serilerinde yapılan modelleme çalışmasında en yüksek determinasyon katsayısı ve en düşük ortalama karesel hata değeri 12 aylık periyot için elde edilmiştir. Yazarlar, yapay sinir ağıları yönteminin kuraklık tahminlerinde kullanılabileceğini ve sağlıklı sonuçlar alınabileceğini belirlemişlerdir.

Turan (2018), tarafında yapılan çalışmada ülkemizin, küresel iklim değişikliğinin olası etkileri açısından risk grubu ülkeler arasında yer aldığı ve iklim değişikliğinden en fazla Akdeniz ve İç Anadolu Bölgelerimizin etkileneceği belirtilmektedir. Çalışmada, yarı kurak iklim özelliğine sahip ülkemizde kuraklık risklerinin henüz tam anlamıyla farkında olunmadığı ve en büyük sıkıntının ise su kaynakları üzerinde yaşanacağı ifade edilmektedir. Ülkemizde kuraklık ile ilişkili olarak doğal afet politikaları geliştirilmeye başlandığı ve risk yönetimi kapsamında değerlendirilen kuraklığı özellikle uzun vadede olumsuz etkilerinden korunmak için doğru planlamaların yapılması gerektiği belirtilmektedir.

Keskin ve Hezarani (2019), Urmiye Gölü havzasındaki kuraklık değerlendirmesini Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) yöntemi kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Dört farklı zaman ölçeğinde yapılan analizler sonucunda, kısa vadeli ölçeklerin yağış değişikliklerine hızlı tepki verdiğini, kuraklığın ise uzun vadeli ölçeklerde daha fazla devam ettiğini tespit etmişlerdir. Maksimum kuraklık şiddetinin üç aylık SPI'lerde görüldüğü ve bunun da aylık yağışların toplam üç aylık yağış üzerindeki ana etkisinden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Uzun süreli serilerde ise kuraklık sıklıklarının azaldığı ve bu

nedenle uzun vadeli serilerde kuraklık süresinin daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Kumanlioğlu ve Fıstıkoğlu (2019), Yukarı Gediz Havzası Yağışlarının Meteorolojik Kuraklık Analizlerini gerçekleştirmişlerdir. En yaygın kullanıma sahip kuraklık index yöntemlerinden biri olan Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yönteminin kullanıldığı çalışmada Havzada yer alan 6 farklı meteoroloji istasyonunda ölçülen toplam yağış değerleri kullanılmıştır. Ölçüm süreleri 1960-2017 yılları arasına aittir ve 58 yıllık süreç encelenmiştir. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre kış aylarında görülen kuraklıkların yıllık kuraklar üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bölgede son yıllarda gözlenen kuraklıkların şiddet ve sürelerinde artış olduğu ifade edilmektedir.

Şener ve Şener (2019), Meteorolojik kuraklığın coğrafi bilgi sistemleri tabanlı zamansal ve konumsal analizini Çorak Gölü havzası için yapmışlardır. Çalışmada kuraklık analizleri standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre havzada değerlendirmenin yapıldığı zaman aralığı olan 1970-2016 yılları arasında, en kurak dönem 1989 ve 1990 yıllarında; en yağışlı dönem ise 2009 yılında yaşanmıştır.

Bakanoğulları (2020), İstanbul-Damlıca Deresi Havzasında SPEI ve SPI İndisleri Kullanarak kuraklıkları incemiştir. Yapılan çalışmada, kuraklığın sıklığı ve şiddeti Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI) ile belirlenmiş ve Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) ile karşılaştırılmıştır. Bunun için 1982-2006 yılları arası havzada ölçülmüş meteorolojik veriler kullanılmış, SPEI kuraklık indisi evapotranspirasyonu ise Thornthwaite yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Yıllık SPEI ve SPI İndeksleri arasındaki regresyon analizi incelendiğinde indisler arasındaki determinasyon katsayısı (R^2) 0.977 olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak, yapılan 1, 3 ve 6 aylık zaman serilerindeki kuraklıklarda farklılıklar tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, yağış, sıcaklık ve evapotranspirasyon verileri ile hesaplanan SPEI kuraklık indisinin tarımsal üretim ile ilişkili olarak daha hassas sonuçlar verdiği ve kullanımının daha sağlıklı olacağı ifade edilmektedir.

Şener ve Şener (2020) tarafından yapılan çalışmada Burdur Gölü havzasına yönelik kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, bu çalışmada iki farklı yöntem kullanarak kuraklık analizi gerçekleştirmişler ve sonuçları kıyaslamışlardır. Analizlerde, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Çin Z indeksi (CZI) yöntemleri ile havza içerisinde ve çevresinde bulunan 6 farklı meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri kullanılmıştır. Burdur Meteoroloji istasyonunda en uzun kuraklık döneminin SPI yöntem ile yapılan analizlerde 1951 yılının Ocak ayından itibaren yaşandığı, en şiddetli kuraklığın ise 1989 yılının Ocak ayından itibaren gözlemlendiği belirlenmiştir. Çin Z indeksi kullanılarak yapılan kuraklık analizlerine göre ise en uzun kuraklık dönemlerinin 1989 yılının Ocak ayından itibaren sürdüğü belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 2019 yılında Burdur Gölü çevresi ile çalışma alanının güney kesimlerinde orta ve hafif kuraklıklar tespit edilmiştir. Ayrıca, uygulanan her iki kuraklık indeks yöntemin R^2 değerleri (0.96-0.98) oldukça yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı ilişkiye sahiptirler.

Coşkun (2020), tarafında yapılan çalışmada Van Gölü havzasına düşen uzun dönem yağışların trend analizi gerçekleştirilmiştir. Van-Bölge, Muradiye, Erçiş, Gevaş, Özalp, Tatvan ve Ahlat meteoroloji istasyonlarında uzun dönem ölçülmüş yağış verileri dikkate alınarak yağışların hem yıllık hem de mevsimlik azalma ve artma eğilimleri incelenmiştir. Yapılan trend analizi 3 farklı yöntem (Mann-Kendall Testi, Spearman'ın Rho ve Şen Testi) kullanılarak gerçekleştirilmiş olup Gevaş ve Ahlat istasyonlarında yıllık yağışlarda azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Yine yıllık yağışlar Van-Bölge istasyonunda anlamlı olmayan artış göstermiştir. Mevsimli yağış gidişlerine bakıldığında ise Erçiş ve Ahlat istasyonlarında anlamlı bir azalış olduğu, Van-Bölge de ise anlamlı olmayan bir artış olduğu belirtilmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

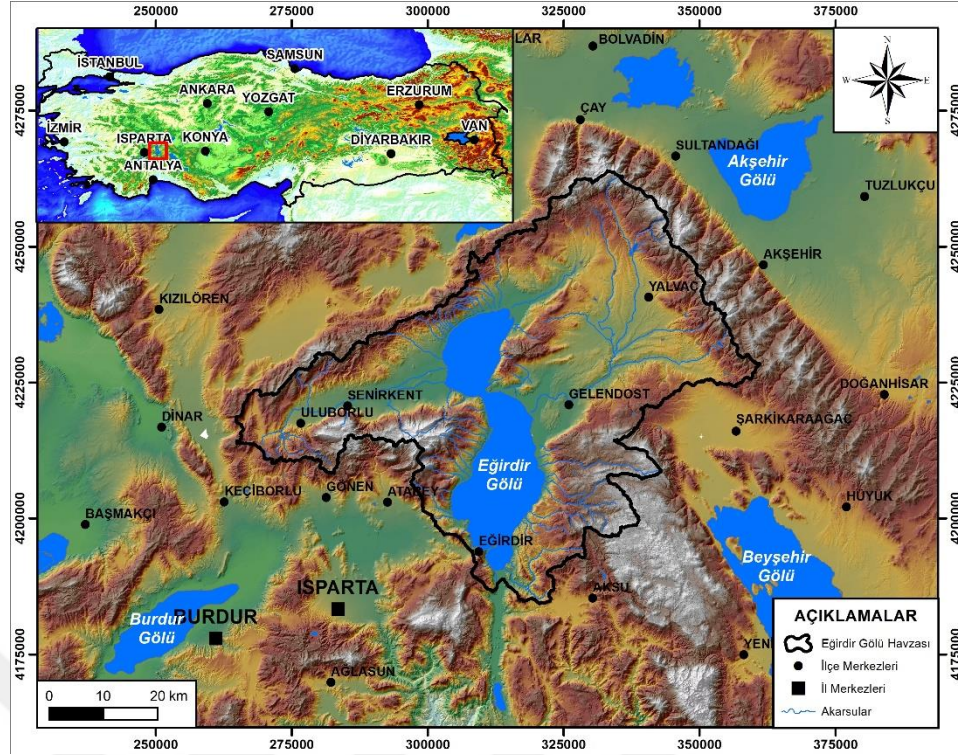
3.1. Materyal

Bu bölümde çalışma alanı olarak seçilen Eğirdir Gölü ve küresel iklim değişikliğinin göle etkilerinde önem taşıyan gölün beslenme havzası hakkında genel tanıtıcı bilgiler verilmektedir.

3.1.1. Eğirdir Gölü

Doğal içme suyu havzası olmasının yanı sıra biyolojik çeşitlilik değerleri bakımından da uluslararası öneme sahip bir sulak alan olan Eğirdir Gölü, Türkiye'nin ikinci büyük tatlı su gölüdür. Ülkemizin güneybatısında, Göller Bölgesi içerisinde ve Isparta il sınırları içerisinde olan göl 37° 50' 41" - 38° 16' 55" kuzey enlemleri ve 30° 57' 43" - 30° 44' 39" doğu boylamları arasında bulunmaktadır (Şekil 3.1.). Eğirdir Gölü ekolojik özellikleri ve sektörel kullanımdaki önemi bakımından bölge için vazgeçilmez bir su kaynağıdır. Göl önemli ölçüde sulama, turizm ve su ürünleri yetiştiriciliği gibi amaçlarla kullanımının yanı sıra özellikle Isparta ilinin içme suyu ihtiyacının bir kısmını karşılamaktadır.

Eğirdir Gölü'nde maksimum işletme kotu olan 918,96 m'da gölün yüzey alanı 487,76 km², hacmi 4 005,10 hm³'tür. Minimum su seviyesi olan 914,62 m'de ise göl yüzey alanı 431,08 km², göl hacmi ise 2097,96 hm³'tür. DSİ 18. Bölge Müdürlüğü'nden edinilen bilgilere göre göl seviyesi 2017 yılı Ekim ayında 917.20 m; 2018 yılı Ekim ayında 916,83 m; 2019 Ekim ayında ise 916,18 m. olarak ölçülmüştür. Son 5 yıldaki göl seviye değişimleri analiz edildiğinde yaklaşık 1,5 m düşüş kaydedilmiştir. Yüzel alanı olarak ise göl yaklaşık 10 km² küçülmüştür. Eğirdir Gölü'nün hacmi son 15 yılda 647 hm³ düşmüştür. Temmuz 2020 verilerine göre ise son 3 ayda göl hacminde 55 hm³ azalma söz konusudur. Sürekli su hacmi azalan gölden farklı sektörler tarafından her yıl artan miktarlarda su kullanılmaktadır.

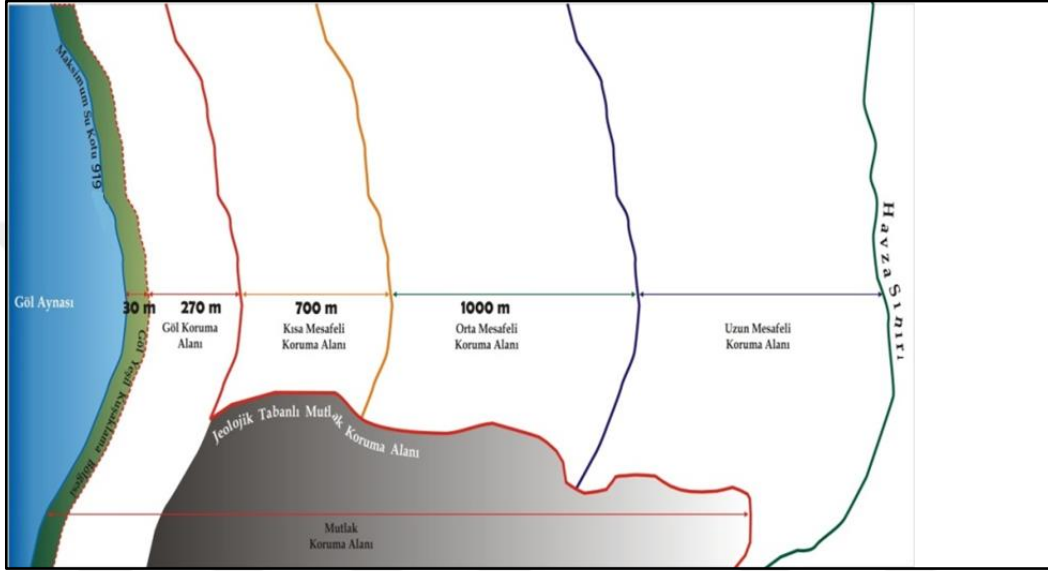


Şekil 3.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası

Yağış suları, göle dökülen dereler ve göl içerisindeki kaynak suları göl suyunun başlıca beslenim kaynaklarıdır. Eğirdir gölünü besleyen en önemli yüzey suları gölün batısında bulunan Senirkent-Uluborlu havzasından göle boşalan Pupa Çayı, Hoyran ovasından akışını sürdürerek göle boşalan Hoyran Deresi (Değirmen Çayı), gölün doğu kesiminden Yalvaç - Gelendost havzasından göle boşalan Yalvaç Deresi (Akçay) ve gölün güneyinde Aksu yöresinden akış göstererek göle boşalan Çay dere (Aksu Çayı)'dır. Yeraltısularından gölün beslenimi ise göl içerisinde bulunan düdenler ve pınarlar (Kanlıpalamut pınarı, Karaot Avlağı pınarı, Havutlu pınarı) vasıtasıyla gerçekleşmektedir (Atay ve Bulut, 2005). Gölün en önemli su kaybı göl yüzeyinden gerçekleşen buharlaşmadır. Ayrıca, güneyde Kovada Gölü ile bağlantıyı sağlayan Kovada kanalı, yine göl içerisinde bulunan düdenler ve içme ve sulama suyu kullanımları gölün su kayıplarını oluşturmaktadır.

“Eğirdir Gölü Havza Koruma Planı ve Özel Hüküm Belirlenmesi Projesi” Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından Ağustos 2009- Eylül 2010 tarihleri arasında yürütülmüş ve bu proje ile Eğirdir Göl Havzası'ndaki mevcut ve gelecekteki

kullanımlar sonucu oluşabilecek kirliliğin önlenmesini sağlayacak tedbirlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Söz konusu proje kapsamında, ilgili yönetmelikler ile Mutlak Koruma Alanı (0-300 m) içerisinde bölge özelinde Göl Yeşil Kuşaklama Alanı (0-30 m), Gölü Koruma Alanı (30-300 m) ve Jeolojik Tabanlı Mutlak Koruma Alanı şeklinde 3 farklı koruma alanına tanımlanmıştır. Eğirdir Gölü'nün koruma alanları Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Eğirdir Gölü koruma alanları (ÇOB ve TÜBİTAK 2011)

Eğirdir Gölü'nün içme suyu kaynağı olması nedeniyle Eğirdir Gölü Özel Hükümleri belirlenmiş ve 16.06.2012 tarihinde Isparta'da yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Özel hükümler kapsamında hazırlanmış olan Havza Koruma İş Programı kapsamında belirlenen 10 farklı eylemin 2020 yılı sonunda bitmesi planlanmıştır. Ancak, Eğirdir Gölü Havzasında 2012-2020 yılları arasında yapılması öngörülen faaliyetlerin birçoğunun gerçekleştirilmediği ve havza koruma planına yeterli düzeyde uyulmadığı görülmektedir. Mevcut durumda yürürlükte olan Özel hükümler ve bu kapsamda hazırlanmış olan Havza Koruma İş Programı ile göl havzasında 2012-2020 yılları arasında yapılması öngörülen faaliyetlerin birçoğu gerçekleştirilmemiştir.

Eğirdir Gölü'nün maksimum su kotu ile çevrelenen su alanı I. Derece Doğal Sit Alanı'dır. Maksimum su kotundan itibaren 300 metrelik bir bant ise III. Derece

Doğal Sit Alanı olarak kabul edilmiştir (Anonim, 2007). Ayrıca, Çevre Şehircilik Bakanlığı'nın 16/11/2020 tarihli ve 243483 sayılı kararı ile Eğirdir Gölü "Doğal Sit-Nitelikli Doğal Koruma Alanı" ve "Doğal Sit-Sürdürülebilir Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanı" olarak tescil edilmiştir. "Doğal Sit-Kesin Korunacak Hassas Alan"ın tesciline ilişkin idari süreç ise devam etmektedir.

3.1.2. Eğirdir Gölü Havzası

Eğirdir Gölü havzası Antalya Havzası ve Isparta il sınırları içerisinde bulunmaktadır. 1/100000 ölçekli topoğrafik haritada Afyon L 24, L 25, L26 ve Isparta M25, M 26 paftaları içerisinde kalan havza 3390 km²'lik bir alana sahiptir. Göl havzası içerisinde bulunan alt havzalar ise gölün kuzeybatısında bulunan Senirkent-Uluborlu Havzası, gölün kuzeydoğusundaki Hoyran havzası ve gölün doğusunda Yalvaç-Gelendost havzası'dır. Bölgedeki yerleşim merkezleri, Eğirdir, Senirkent, Uluborlu, Yalvaç ve Gelendost ile bu ilçelere bağlı çok sayıda köylerdir.

Eğirdir Gölü havzası, Türkiye ve Dünyada jeolojik açıdan büyük önem taşıyan bir jeolojik bölge olan Isparta Büklümü'nde bulunmaktadır. Bölgenin jeolojik öneminden dolayı Eğirdir Gölü ve çevresi jeolojisi ile ilgili oldukça fazla çalışma yapılmıştır. Genel jeolojiye yönelik önceki araştırmalarda, Eğirdir Gölünün, K-G uzanımlı büyük bir çöküntü alanının kuzey sınırında rift tektoniğine bağlı olarak oluşmuş olduğu ifade edilmektedir. Eğirdir Gölü dolayının tektonik gelişiminde çekme ve sıkışma türü tektonik evrelerin yenilenerek birbirini izlediği, Orta Miyosen'de gerçekleşen Afrika-Avrasya kıtalarının yaklaşması ile bölgede sağ ve sol yanal atımlı iki makaslama fayının oluştuğu, bu fayların kesiştiği yerde ise Eğirdir Gölü'nün açılmaya başladığı, K-G doğrultulu açılma çatlaklarının normal faylara dönüşmesi ile Eğirdir Gölü'nün oluşumunu tamamladığı belirtilmektedir (Koçyiğit, 1981; Koçyiğit, 1983; Karaman, 1990).

Eğirdir Gölü beslenme havzası çok geniş bir alanı kapsadığından dolayı bölgenin jeolojik özellikleri kuzey-doğu, batı ve güney kesim olmak üzere üç bölümde ele alınmıştır. Eğirdir Gölü'nün kuzey ve doğu bölgesinde, en yaşlı birimler Paleozoyik şist ve kristalize kireçtaşlarıdır. Bunların üzerine Mesozoyik

kireçtaşları gelir. Mesozoyik serinin üzerinde Paleojen ofiyolitik seri ve kil, marn, kireçtaşı kompleksi, Pliyosen kil, kum, çakıl, konglomera serisi ve en üstte alüvyon bulunmaktadır (Dumond ve Kerey,1975; Dumond, 1976; Özgül, 1984; Demirkol vd., 1977; Yağmurlu, 1991; Soyaslan, 2005). Gölün batı kesiminde Senirkent-Uluborlu havzası yer alır. Bu bölgede, tabanda Mesozoyik yaşlı kireçtaşı ve dolomitler yüzeylenmektedir. Kalkerli birimler üzerine gelen Eosen filiş kilaşı, marn, kumtaşı serilerinden oluşur. Bölgenin kuzeyinde Miyosen yaşlı tuf ve aglomeralardan oluşan volkanitler yer almaktadır. Bölgede en genç birimler olarak yamaç molozu ve alüvyon haritalanmıştır (Dumond ve Kerey, 1975; Gutnic vd., 1979; Demirkol vd., 1977; Yağmurlu, 1991; Tay, 2005; Seyman, 2005). Eğirdir Gölü'nün güney kesiminin stratigrafik birimleri litolojik ve yapısal özelliklerine göre otokton ve allokton birimler olarak iki bölümde toplanmıştır. Bölgede otokton konumlu olarak Beydağları Otoktonu, allokton konumlu olarak ise, Antalya napıları, Yeşilbarak napı ve Likya napıları yüzeylenir (Yalçınkaya, 1986; Özgül vd., 1991). Hidrojeolojik özelliklerine göre genel olarak havzadaki karstik ve gözenekli birimler geçirimli akifer birimleri, filiş fasiyesleri ve ofiyolitik birimler ise geçirimsiz birimler oluşturmaktadır. Havza genelinde yeraltısuyu ve yüzey suyu akımı Eğirdir Gölüne doğrudur (İrleyici, 1998; Altınkale, 2001; Soyaslan, 2005; Seyman, 2005).

Eğirdir Gölü havzasındaki yüzey ve yeraltısularını tehdit eden başlıca kirleticiler; evsel-endüstriyel katı ve sıvı atıklar, tarımsal mücadele ilaçları, bitki besin maddeleri ve hayvansal atıklardır (Aydın, 1993; H.Ü. Çevre Uygulama ve Arş. Mer. 1999; Şener 2010). Göl havzası içerisinde yer alan tüm kirleticiler gölü besleyen dört ana dere (Yalvaç Deresi, Hoyran Deresi, Pupa Çayı ve Çaydere) vasıtasıyla ve akifer ortamlar içerisindeki yeraltısuyu akımı ile göle taşınmaktadır. Eğirdir Gölü Havzası'nda 2'si biyolojik arıtma (Yalvaç ve Gelendost Atıksu Arıtma Tesisleri), 13'ü doğal arıtma olmak üzere toplam 15 adet atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Ayrıca, Eğirdir ilçesine bağlı yerleşimlerden kaynaklanan atıksular, havza dışında yer alan Eğirdir Atıksu Arıtma Tesisine gönderilmekte ve Kovada Kanalı'na deşarj edilmektedir (ÇOB ve TÜBİTAK 2011; ÇŞB 2017). Sözkonusu arıtma tesislerinin havza ve gölün korunması için yeterli olmadığı ve özellikle Göl Özel hükümleri ile hazırlanmış olan Havza Koruma İş Programı kapsamında

belirlenen 10 farklı eylemin büyük çoğunluğu (atıksu yönetimi, atık yönetimi, yayılı kaynakların kontrolü, ağaçlandırma çalışmaları, madencilik faaliyetleri, karayolları çalışmaları vb.) kirleticilerin bertarafına yöneliktir ve bu eylemlerin 2020 yılı sonunda bitmesi planlanmıştır. Maalesef, mevcut durumda belirlenmiş olan eylem planlarının birçoğu gerçekleştirilmemiştir.

Eğirdir Gölü havzası içerisinde ve çevresinde bulunan halkın en önemli geçim kaynağı tarım, su ürünleri yetiştiriciliği ve kısmen hayvancılıktır. Bölge halkının geçimini sağlamada Eğirdir Gölü önemli bir rol üstlenmektedir. Burada yetiştirilen ürünler ve bu ürünlerden elde edilen katma değerli ürünler ile bölgede önemli ölçüde ticari faaliyet gerçekleşmektedir. Eğirdir Göl havzası içerisinde yapılan tarımsal faaliyetlerden en önemlisi elma üretimidir. 2020 yılında yaklaşık 850 bin ton rekolteye sahip olan elma dış piyasada, İran, Irak, Hindistan gibi ülkelere ihraç edilmekte ve böylece ülke ekonomisine büyük katkı sağlanmaktadır. Bölgede yetişen elmanın yurtiçi ve yurt dışından talep görmesindeki en önemli faktör ise elmaya sahip olduğu kaliteyi sağlayan bölgenin iklim özellikleridir. Eğirdir Gölü Havzası, Akdeniz ve İç Anadolu arasında geçiş tipi iklim özelliklerine sahiptir. Genel olarak Göller Bölgesinin karakteristik özelliklerinden olan ilkbahar ayları kısa, sonbahar ve kış ayları diğer mevsimlere göre biraz daha uzundur. Yazları sıcak ve kurak, kış ayları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. İçinde bulunduğumuz süreçte iklim değişimi ile birlikte mevcut tarımsal üretimlerin zarar görmesi kaçınılmaz olacaktır.

Gölden en fazla su kullanan sektör tarım sektörüdür. Ölçülebilen rakamlara göre, 2015 yılında gölden tarımsal sulamaya alınan su miktarı 118 milyon m³ iken 2019 yılında yaklaşık 160 milyon m³'tür. Bunun yanı sıra bölge halkı tarafından kontrolsüzce su çekimleri de sözkonusudur. Sürekli artan tarım alanları ve bunların artan su ihtiyacı Eğirdir Gölü'nden karşılanmaktadır. Göl suyunun tarımsal sulama ihtiyacını karşılayamaması ve uzun vadede yok olması bölge için daha büyük sorunları beraberinde getirecektir. Bölgede yürütülen yoğun tarımsal faaliyetlerin devamlılığı ve ekomiye katkısının sürekliliği ise tamamen göl suyunun varlığına bağlıdır. Çünkü, Eğirdir Gölü, özellikle tarım sektöründe üreticiye maliyet açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Üreticiler su

ihtiyaçlarını glden karşılayarak üretim maliyetleri açısından rekabet güçlerini korumaktadır. Ayrıca Eğirdir Gölü'nde kerevit, sudak balığı, yağ balığı vb. su ürünleri avcılığı yapılmakta ve bölge ekonomisine yaklaşık 1.7 milyon dolar civarında katkıda bulunmaktadır. Ancak son yıllarda gl su miktarının azalması ve su kalitesinin bozulması su ürünlerinin yetiştirilmesinde de sorunlara sebep olmaktadır.

Göldeki su azaldıkça su kalitesi bozulacağı gibi gl havzasının iklim koşulları da değişecektir. Gölün yarattığı nemlilik yerini karasallığa bırakacak, kış mevsiminde daha da düşecek olan gece sıcaklıkları nedeniyle özellikle meyvecilik ve daha birçok tarımsal üretim zarar görecektir. Aynı zamanda Isparta ilinin içme-kullanma suyu ihtiyaını karşılama da ciddi sıkıntılar yaşanacak, su ürünleri yetiştiriciliği zarar görecek ve bölge turizm faaliyetleri de yapılamaz duruma gelecektir. Gölün iklim değişimine uyumlu sektörler bazında sürdürülebilir su yönetim politikaları belirlenerek bu politikaların uygulamaya geçmesi genel anlamda bölge halkının geçimi, ekonomik durumu, refahı ile birlikte gölün ekolojik yapısının korunması bakımından son derece önemlidir. Küresel İklım Değişikliğinin etkileri ile birlikte havza içerisindeki kirleticilerin gl su kalitesine olumsuz etkileri dikkate alındığında, Eğirdir Gölü'nün ekolojik dengesinin korunarak sürdürülebilir olarak kullanımına yönelik İklım Değişikliğine uyum stratejilerinin belirlenmesi ve hayata geririlmesi gerekmektedir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Küresel İklım Değişikliği ve IPCC Raporları

Küresel iklim değişikliğinin sebeplerini, etkilerini ve risklerini bilimsel yönden araştırmak, geleceğe yönelik etki ve muhtemel riskleri belirlemek, iklim değişikliğine uyum seçeneklerini tartışmak ve iklim değişikliği ile ilişkili yaşanması muhtemel olumsuzlukların etkilerini azaltmak amacıyla 1988 yılında Birleşmiş Milletler evre Programı ve Dünya Meteoroloji rgt tarafından Hkmetler arası İklım Değişikliği Paneli "The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)" kurulmuştur.

SA90 senaryoları IPCC Birinci raporunda kullanılan ilk senaryo gruplarıdır. 1992 yılında kullanılmaya başlanan IS92 senaryoları ise yeni iklim politikalarının uygulanamaması durumunda gelecekte sera gazı emisyonlarının etkilenme derecelerini belirlemeye yönelik altı farklı varyasyon içermektedir. Bu senaryolar genel olarak IPCC'nin Birinci (FAR) ve İkinci Değerlendirme Raporlarına (SAR) temel oluşturmuştur. IPCC TAR ve AR 4 (3. ve 4. Değerlendirme) raporları kapsamında A1, A2, B1 ve B2 senaryolarını içeren SRES (Emisyon Senaryoları Özel Raporu) senaryo grupları oluşturulmuştur. A1, A2, B1 ve B2 senaryoları küresel sera gazları ile bunun arkasındaki etkenler arasındaki ilişkileri emisyon yörüngelerini dikkate alarak göstermektedir. Her bir senaryo ekonomik teknolojik, çevresel, sosyal, nüfus gelişimlerinin sürekli artacağını öngörerek üretilmiştir. Bu senaryolardan en kötümser olanı ise A2 senaryosudur. SRES kapsamında 6 örnek senaryo ile birlikte 40 senaryo olasılığına imkân vermektedir (Nakicenovic vd., 2000).

2013 yılında IPCC'nin beşinci değerlendirme raporu (AR5) ile birlikte RCP senaryoları (Representative Concentration Pathways- Temsili Konsantrasyon rotaları) SRES senaryolarının yerini almıştır (Van Vuuren vd., 2011). IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporunun (AR5) tabanını Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (CMIP5) senaryoları oluşturmaktadır. CMIP5, önemli iyileştirmeler içeren ve Temsili Konsantrasyon rotaları (RCP) adlı yeni bir dizi emisyon senaryosunu kullanan değerli iklim bilgileri üreten 40'tan fazla model içermektedir.

RCP senaryoları, SRES senaryolarından farklı olarak emisyon konsantrasyonlarını ana odak noktasında tutmaktadır. RCP'ler RCP8.5, RCP6.0, RCP4.5 ve RCP2.6 olmak üzere dört senaryo içermekte olup senaryo numaralandırılmaları toplamdaki ışınsal zorlama güçlerine denk gelecek şekilde yapılmıştır. RCP2.6 senaryosu küresel sera gazı konsantrasyonlarının 2100 yılından önce ilk olarak zirveye ulaşacağını ve sonrasında düşeceğini öngörmektedir. RCP6.0 ve RCP4.5 senaryolarında ise farklı konsantrasyon seviyeleri hedef olarak alınarak dengenin bu hedefler aşılmayacak şekilde gerçekleşeceği öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosu ise konsantrasyonlarda potansiyel bir dengelenme olmaksızın artış olacağını öngörmektedir. RCP

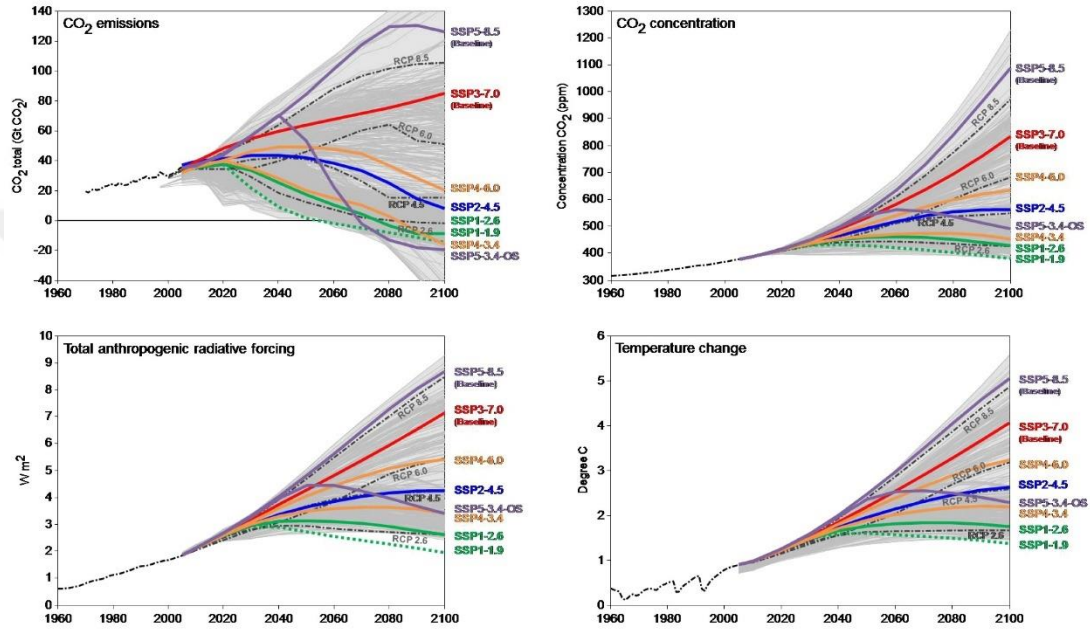
senaryolarına ait özellikler Çizelge 3.1.'de verilmiştir. RCP senaryoları ile SRES senaryoları karşılaştırıldığında üretim şekilleri birbirinden farklı olmasına rağmen elde edilen sonuçlar dikkate alındığında benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3.1. RCP Tipleri (IPCC, 2007)

RCPs	Radyatif Zorlama	Zaman	Radyatif Zorlama Değişimi	Toplam Konsantrasyon (CO ₂ eşdeğer)	Emisyonlar (KYOTO protokolü sera gazları)
RCP 8.5	>8.5 W/m ²	2100'de	Yükselme	~1370 ppm (2100'de)	2100 e kadar artış devam ediyor
RCP 6.0	~6.0 W/m ²	2100 sonrası	Hedefi geçmeden Stabilizasyon	~ 850 ppm (2100'de)	Yüzyılın son çeyreğinde düşüş
RCP 4.5	~4.5 W/m ²	2100 öncesi	Hedefi geçmeden Stabilizasyon	~ 650 ppm (2100'de)	Yüzyılın ortalarından itibaren düşüş
RCP3-PD*	~3.0 W/m ²	2100 öncesi	3.0 W/m ² 'e ulaşmadan zirve ve düşüş	Zirve ~ 490 ppm ve düşüş (2100'de)	Yüzyılın ilk çeyreğinde düşüş

IPCC'nin altıncı değerlendirme raporu (AR6) çalışmaları 2016-Nisan ayında başlamış olup 2021 yılı sonuna kadar grup çalışmalarının süreceği, 2022 yılı içerisinde ise sentez raporunun yayınlanacağı planlanmıştır. 2016 yılından bugüne kadar süren çalışmalarda alternatif küresel süreçlerin bütünsel bir şekilde analiz edilmesini hedefleyen yeni nesil SSP senaryoları (Ortak Sosyoekonomik Rotalar) oluşturulmuştur. (Moss vd., 2010). IPCC'ye göre SSP senaryoları iklim politikası müdahalelerinin yapılmadığı durumlarda sosyoekonomik kalkınmaya yönelik alternatifleri tanımlamaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliği etkilerini ve iklim değişikliğine uyum politikalarını birlikte değerlendirebilmek için SSP temelli sosyoekonomik ve RCP temelli iklim projeksiyonları elverişli çıktılar sağlamaktadır. IPCC altıncı değerlendirme raporu (AR6), yeni son teknoloji CMIP6 modellerini içerecektir. CMIP6, 49 farklı modelleme grubunda üretilen yaklaşık 100 farklı iklim modelinin çalışmalarından oluşacaktır. Şimdiye kadar sadece yaklaşık 40 CMIP6 modelinden elde edilen sonuçlar yayınlanmıştır. Bunlardan bir kısmının CMIP5'teki modellerden çok daha yüksek bir iklim hassasiyetine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu yüksek hassasiyet, bu yüzyılda daha büyük ısınma tahminlerine (CMIP5'te çalıştırılan benzer senaryolardan yaklaşık 0,4oC daha sıcaktır) katkıda bulunmaktadır. Araştırmacılar, yeni nesil modellerde duyarlılık değerlerinin neden daha yüksek görüldüğünü değerlendirmek için hala çalışmaktadırlar (Carbonbrief, 2018).

IPCC altıncı değerlendirme raporu (AR6) 2022 yılında yayınlanması planlanmaktadır. Bu raporun altyapısını Sosyoekonomik Patikalar (SSP) olarak adlandırılan 5 farklı senaryo grubu oluşturmaktadır (Şekil 3.3). Söz konusu SSP senaryolarının ana ilgi odağını ekonomik, demografik, teknolojik, sosyal ve çevresel değişkenler üzerinde alternatif değişim senaryolarının kurgulanması oluşturmaktadır (O'Neill vd., 2016).



Şekil 3.3. 21 yüzyıla ait CO₂ emisyon ve konsantrasyonları, antropojenik ısınımsal zorlamalar ve küresel ortalama sıcaklık senaryoları (O'Neill, 2016; Riahi vd., 2016)

3.2.1.1. Küresel Dolaşım Modelleri (Global Circulation Models - GCM)

Küresel Dolaşım Modelleri (GCM) dünyanın belirli merkezlerinde düşük çözünürlüğe sahip iklim senaryo verilerini içeren iklim modelidir. Küresel Dolaşım Modelleri, enerji ve maddenin okyanusun, atmosferin ve karanın farklı bölümlerinde nasıl etkileşime girdiğini karakterize etmek için matematiksel denklemler kullanmaktadır. Sıcaklık, rüzgar ve yağış gibi iklim parametreleri, modele bağlı olarak atmosferin yüksekliği boyunca tipik olarak 250-600 km çözünürlükteki, 10-20 dikey katman arasında yerleştirilmiş grid hücrelerinin üç boyutlu düzenlemesi üzerinden tahmin edilmektedir. Küresel Dolaşım Modelleri okyanus veya atmosferik sirkülasyon modeli olarak başlatılmıştır ve daha sonra

atmosfer-okyanus genel sirkülasyon modellerini (AOGCM'ler) oluşturmak için birleştirilmiştir (Jalota vd., 2018).

GCM'ler küresel ölçekte tahminleri yansıtılarda bölgesel etki analizleri için yetersiz kalmaktadır. Bu modellerde en büyük eksiklik ise bulut oluşumu gibi fiziksel süreçlerin uygun şekilde modellenememesidir. GCM çıktılarının genel olarak küresel kapsama sahip olması, yönetim kararları vermek için uygun ölçeklerde yüksek uzamsal çözünürlük çıktıları sağlamazlar (Meehl vd. 2007; Ullah vd., 2018). Bu kaba çıktıları daha iyi bir çözünürlüğe dönüştürmek için, ölçek küçültme yöntemleri kullanılmaktadır (Abbasnia vd., 2016).

Çalışmada, Küresel Dolaşım Model (GCM) sonuçlarının geçmiş ve günümüz iklim koşulları ile birlikte analiz edilerek çeşitli senaryolara göre Eğirdir Gölü Havzası için gelecekteki yağış ve sıcaklık koşulları belirlenmiştir. Bu kapsamda, CMIP6 kapsamında üretilen küresel model veri setlerinden en yaygın kullanılan ve çalışma alanı için en uygun olan iklim modelleri olarak CANESM5, EC-EARTH3, MIROC6 ve MRI-ESM2 kullanılmıştır. Sözkonusu modellere ait ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmiştir.

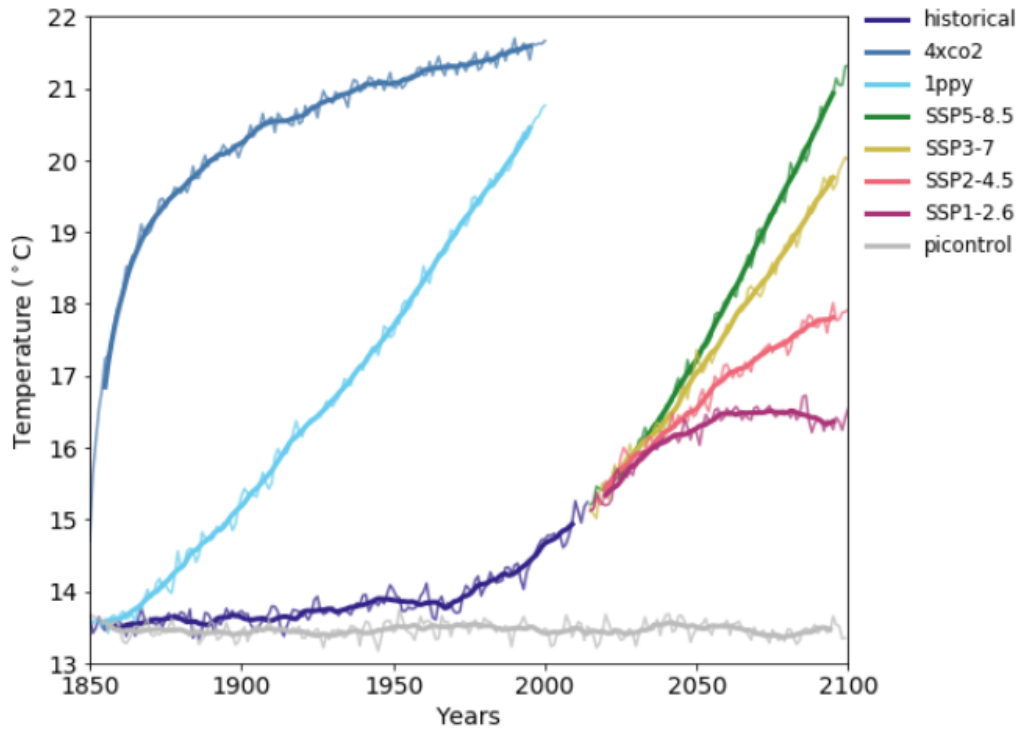
CANESM5, (The Canadian Earth System Model version 5):

CanESM5, Kanada İklim Modelleme ve Analiz Merkezi'nin küresel modelinin güncel sürümüdür. CanESM5, tarihsel iklim değişikliğini simüle etmek, gelecekteki iklimin yüzyıllık ölçekli projeksiyonlarını yapmak ve önceliklendirilmiş mevsimsel ve on yıllık tahminler üretmek için geliştirilmiş küresel bir modeldir (McFarlane vd., 1992).

CanESM5 simülasyonları, Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi Faz-6'ya (CMIP6), katkıda bulunmaktadır ve Kanada'daki iklim bilimi ve hizmet uygulamaları için kullanılan bir modeldir. Model kendisinin önceli olan CanESM2'ye göre, yeni okyanus, deniz buzu ve birleştirme bileşenlerine sahiptir. Güncelleme; atmosfer, kara yüzeyi ve karasal ekosistem modellerinde kademeli iyileştirmeler içermektedir. CanESM5'in çözünürlüğü (atmosferde T63 veya ~

2.8° ve okyanusta ~ 1°) CanESM2'ye benzer olup CMIP6 modelleri yelpazesinin alt ucundadır. Bu kaba çözünürlüğün avantajı, modelin karmaşıklığı göz önüne alındığında nispeten yüksek bir model çıktısı vermesidir. Bu, mevcut hesaplama kaynakları ile uzun yıllar simülasyon elde edilmesini sağlamaktadır.

CanESM5'in ilk büyük uygulaması CMIP6'dır ve CMIP6 onaylı model karşılaştırma projeleri için 50.000 yıldan fazla simülasyon yürütülmektedir (Eyring vd., 2016). CanESM5'te incelenen çoğu değişken CanESM2'ye göre gözlemlenen büyük ölçekli iklim modellerinin simülasyonunu iyileştirmiştir. CanESM5'in dikkate değer bir özelliği 5,7 K'lık yüksek denge iklim duyarlılığıdır. Bu daha yüksek iklim hassasiyetinin, CanESM5'teki artan bulut ve deniz buzu albedo geri bildirimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Önemli CMIP6 deneyleri için küresel ortalama yüzey sıcaklığı Şekil 3.4.'de verilmiştir (Swart vd., 2019).



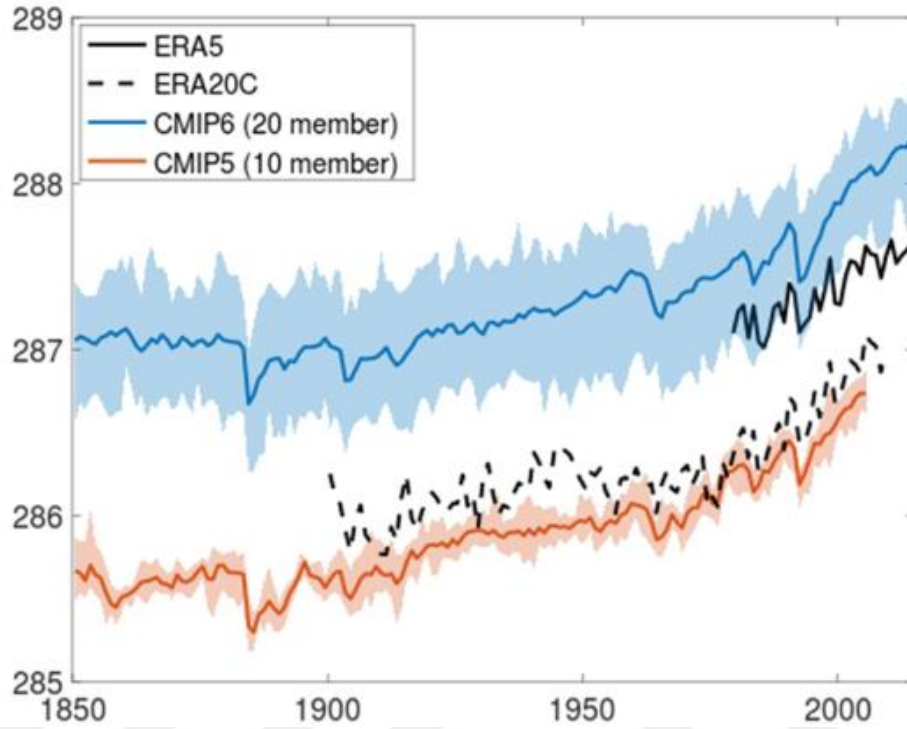
Şekil 3.4. CanESM5'teki yıllık ortalama yakın yüzey hava sıcaklık değişimleri (Swart vd., 2019).

EC-Earth3, Earth System Model

İklim araştırmalarındaki en son zorluklar, atmosfer, kara ve okyanus arasında enerji, kütle, aerosol, iz ve sera gazları ve besinlerin değişimine katkıda bulunan biyofiziksel ve biyojeokimyasal süreçler iklim araştırmalarında zorluklara sebep olmaktadır. Bu zorlukları aşmak için ise Earth System Model (ESMs) gibi yeni nesil iklim modellerine ihtiyaç dı-uyulmaktadır. Paris İlim Anlaşması, iklim değişikliğini 2 °C'nin altında sınırlandırmaya ve artışı 1,5 °C ile sınırlamaya çalışmaktadır. ESM'ler de bu hedefe ulaşmak için gerekli olan emisyon yollarını keşfetmek için mevcut araçları temsil etmektedir. Paris anlaşması, karbondioksit giderimi de dahil olmak üzere ciddi etki azaltma önlemleri gerektirmektedir (Döscher vd., 2021).

İklim sisteminin karmaşıklığı göz önüne alındığında, bu hedefe yönelik alternatif emisyon yolları yalnızca en ilgili geri bildirim mekanizmalarını tanımlayan ve belirsizlik değerlendirmeleri için yöntemler sağlayan ESM'ler ile araştırılabilmektedir. ESM'ler, dünyanın iklim geri bildirimlerini anlamak, değişiklikleri belirli sürücülere atfetmek, gelecekteki iklim tahminleri için ve azaltma politikalarının geliştirilmesi için birincil bilgi kaynağıdır. ESM genel olarak, klasik iklim modeli çekirdeğinin (atmosfer, deniz buzu, okyanus ve karanın fiziksel modellerinden oluşan) yanı sıra, biyofiziksel ve biyojeokimyasal süreçleri kapsayan ek isteğe bağlı bileşenleri birleştiren karmaşık bir modeli ifade etmektedir. EC-Earth3, Avrupa araştırma konsorsiyumu EC-Earth tarafından dünya sistem çalışmaları için son teknoloji entegre bir araçla birlikte CMIP6 kapsamında geliştirilmiştir. CMIP6 için mevcut EC-Earth3 sürümü, hala Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezinin mevsimsel tahmin sistemine dayalı bir iklim modeli sistemi orijinal fikrine dayanmaktadır. 2012 yılından beri model üzerinde çeşitli güncellemeler ve iyileştirmeler yapılmıştır. Model bira ara sürüm olarak ve son olarak ta CMIP6 sürümü EC-Earth3 için ayarlanmıştır. Ayrıca, bir topluluk modeli olarak EC-Earth3, bira farklı yüksek performanslı bilgi işlem platformunda çalıştırılmıştır. EC-Earth3, atmosfer, okyanus, deniz buzu, kara yüzeyi, dinamik bitki örtüsü, atmosferik kompozisyon, okyanus biyojeokimyası ve Grönland buz tabakasını tanımlayan çeşitli fiziksel alanlar ve

sistem bileşenleri için model bileşenleri içermektedir (Döscher vd., 2021). Modelin, yıllık ortalama yakın yüzey hava sıcaklık değişimleri Şekil 3.5'te verilmiştir.

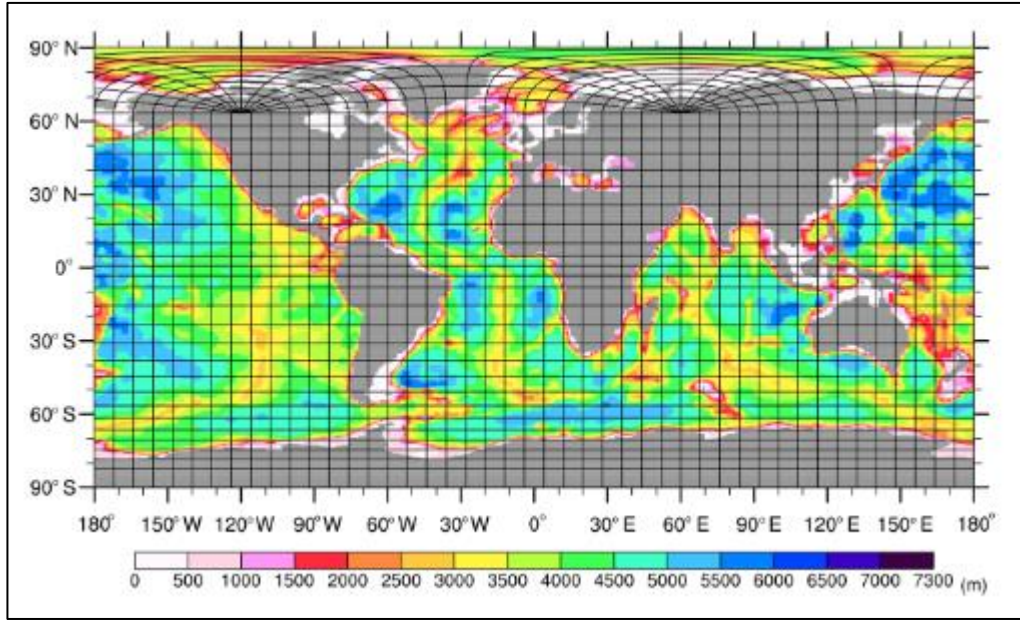


Şekil 3.5. EC-Earth3'teki yıllık ortalama yakın yüzey hava sıcaklık değişimleri (Döscher vd., 2021).

MIROC6:

MIROC6 olarak adlandırılan İklim Üzerine Disiplinlerarası Araştırma Modeli'nin (Model for Interdisciplinary Research on Climate, MIROC) altıncı versiyonu, bir Japon modelleme topluluğu tarafından ortaklaşa geliştirilmiştir. IPCC beşinci değerlendirme raporuna (IPCC AR5; IPCC, 2013) kadar geçen süre içerisinde, üçü (MIROC3m, MIROC3h ve MIROC4h) hemen hemen aynı dinamik ve fiziksel paketlere, fakat farklı çözünürlüklere sahip dört MIROC sürümü geliştirilmiştir. Bu yeni geliştirilen iklim modelinin (MIROC6), tüm alt modüllerdeki fiziksel parametreleri güncellenmiştir (Tatebe vd., 2019). Bu güncellemeler çoğunlukla atmosferik bileşende yapılmıştır. Bunlar, sıg konvektif süreçlerin parametrelere dönüştürülmesi, daha yüksek model tepesini ve stratosferde dikey çözünürlüğü içermektedir. Okyanus ve kara yüzeyi bileşenleri, aynı zamanda yatay grid

koordinat sistemi ve birincisinde daha yüksek dikey çözünürlük açısından güncellenmiştir (Şekil 3.6; Tatebe vd., 2019).



Şekil 3.6. MIROC6 yatay grid koordinat sistemi ve okyanus bileşeninin model batimetrisi (Tatebe vd., 2019).

Aynı zamanda alt grid ölçekli kar dağılımı ve ikincisinde kar erimesi nedeniyle sulak alanlar için parametrelendirmeler yapılmıştır. Genel olarak, gözlemlerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilen MIROC6'nın model klimatolojisi ve iç iklim değişkenliği, MIROC5'tekinden daha iyi simüle edilmiştir (Tatebe vd., 2019).

MIROC6 atmosfer, kara ve deniz buzu-okyanus olmak üzere üç alt modelden oluşmaktadır. Atmosferik model, CCSR-NIES atmosferik genel sirkülasyon modeline dayanmaktadır (AGCM; Numaguti vd., 1997). Kara yüzey modeli, kinematik dalga akışı denkleminin (Ngo-Duc vd., 2007) ve tek boyutlu termal difüzyon ve kütle korunumunun dikkate alındığı bir göl modülüdür. Deniz buzu-okyanus modeli, CCSR Okyanus Bileşeni modeline (COCO; Hasumi, 2006) dayanmaktadır. Bir kuplör sistemi, tüm akışkanların makine hassasiyeti içerisinde korunmasını sağlamak için alt modeller arasındaki ısı ve tatlı su akışlarını hesaplar ve ardından akışları alt modeller arasında değiştirmektedir (Suzuki vd., 2009).

Düşük enlemlerde düşük seviyeli bulut miktarlarının tahmini, MIROC6'da önemli ölçüde azaltılmıştır. Serbest atmosfer daha nemli hale gelir ve batı tropikal Pasifik üzerindeki yağış, MIROC6'da MIROC5'tekine nazaran daha büyük olmaktadır. Bunun başlıca nedeni, gezegensel sınır tabakasındaki nemli havanın serbest troposferdeki kuru hava ile dikey olarak karışmasıdır. Sığ konveksiyon ayrıca MIROC6'daki Madden-Julian salınımı ile ilişkili mevsim içi değişkenliğin daha iyi yayılma özelliklerine ve ayrıca yıllık dönem içi zaman ölçeklerinde Doğu Asya yaz musonu değişkenliğine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, MIROC6'ya eklenen QBO (quasi-biennial salınımlar), daha iyi stratosferik çözünürlüğü ve orografik olmayan yerçekimi dalgası sürüklemeye parametreleştirmesini sağlamaktadır (Tatebe vd., 2019).

MRI-ESM2 (Meteorological Research Inst. Earth System Model version 2):

CMIP6 simülasyonlarının altıncı aşamasında kullanılması planlanan iklim modeli MRI-ESM2'nin (Meteorolojik Araştırma Enstitüsü, Yer Sistemi Modeli sürüm 2) geliştirilmesi, önceki sürümden bulutların temsilde önemli iyileştirmeler sağlamıştır. Özellikle, Güney Okyanusu üzerindeki güneş radyasyonunun MRI-CGCM3'te ciddi şekilde yansıtılmaması, MRI-ESM2'de büyük ölçüde iyileştirilmiştir. MRI-ESM2 için atmosferin tepesindeki ışımsal akımların uzaysal modelinin skoru, herhangi bir CMIP5 modelinden çok daha iyidir. Bu geniş süreçte yapılan iyileştirmeler ve modifikasyonlar, MRI-ESM2'de gelişmiş bulut sunumuna katkıda bulunmaktadır (Kawai vd., 2019).

Modifikasyonlar, bulut şeması, türbülans şeması, bulut mikrofizik süreçleri, bulut ve konveksiyon şemaları arasındaki etkileşim, çözünürlük sorunları, bulut radyasyon süreçleri, aerosol özellikleri ve sayısallar dahil olmak üzere çeşitli şemaları ve süreçleri kapsamaktadır. Ayrıca, yeni stratocumulus parametreleştirmesi ve geliştirilmiş bulutta buz düşüşü şeması, bilimsel olarak yeni kavramları ve teknik olarak önemli konuları içermektedir (Kawai vd., 2019).

Modeldeki en önemli iyileştirme, eski versiyonda Güney Okyanusu üzerinde gözlenen yukarı doğru kısa dalga ışımalı akımın eksikliğinin giderilmesidir. Bu

iyileştirmeler esas olarak (i) yeni stratokümülüs şemasının uygulanması nedeniyle düşük bulut örtüsünde bir artış, stratokümülüs koşulları altında sığ konveksiyonun bastırılmasına yönelik yeni bir iyileştirme ve radyasyon hesaplaması için artan yatay çözünürlük; (ii) aşırı soğutulmuş sıvı su oranında bir artış; ve (iii) küçük boyutlu deniz tuzu aerosollerinin etkisini hesaba katarak bulut damlacığı sayısı konsantrasyonunda artıştır. Aşırı soğutulmuş sıvı su oranında bir artış ve bulut damlacığı sayısı konsantrasyonundaki artış bulutların optik kalınlığındaki artışa katkıda bulunmaktadır (Kawai vd., 2019). MRI-CGCM3'te güneş radyasyonunun tropik bölgeler üzerindeki aşırı yansıması, yeni bir bulut örtüşme şeması olan PICA ile önemli ölçüde azaltıldı. MRI-ESM2'deki modifikasyonlar hala nispeten basit ve bazı durumlarda amaca özeldir (Kawai vd., 2019).

3.2.1.2. Küresel İklim Modellerinde Dinamik ve İstatistiksel Ölçek Küçültme

Küresel İklim Modellerinde genel olarak iki tür ölçek küçültme yöntemi bulunmaktadır. Bunlar Dinamik Ölçek küçültme (DD) ve İstatistiksel Ölçek küçültme (SD)'dir (Christensen vd., 2007).

Kaba ölçekli bir model ile ince ölçekli bir iklim modelini iç içe geçiren Dinamik Ölçek küçültme, iklim değişkenlerinin mekansal olarak tam alanlarını üretmektedir. Dinamik Ölçek küçültme, hesaplama açısından çok yoğundur, etki araştırmalarında kullanımını sınırlandırır ve onlarca yıllık simülasyonlar için gerçekte imkansız hale getirmektedir. Bununla birlikte, Dinamik Ölçek küçültme modelleri çok karmaşıktır ve genellikle GCM simülasyonları için gerekli olan, aynı seviyede önemli hesaplama kaynakları gerektirir. Bu modellerin uygulanması hataya da meyillidir. Dinamik Ölçek küçültme, bölgesel iklim modelini (RCM) içermektedir. Temel olarak RCM'de küresel iklim modelleri gibi dinamik bir yapı gösterir ancak 3 ana prosesten oluşmaktadır. İlk olarak GMC'den sınır değerleri alır, ikinci aşamda bu tanımlanan alan için kendi lokal verilerini elde eder ve nihai proseste RCM'in kendi dinamik denklemleri bu iki veri yardımı ile çözülerek yeniden değerler üretilmektedir.

İstatistiksel Ölçek küçültme yöntemleri, önemli hesaplama kaynakları gerektirmezler ve basit regresyon analizlerine güvenerek basit bir bilgisayar tarafından kolayca çalıştırılabilirler. Bu bakımından dinamik ölçek küçültme ile kıyaslandığında uygulanması daha kolaydır. İstatistiksel Ölçek küçültme yöntemi için çok sayıda teknik geliştirilmiştir ve bunlar, büyük ölçekli sinoptik öngörücüler ile yer istasyonlarından sağlanan yerel gözlemler arasındaki istatistiksel ilişkilerin belirlenmesine dayanmaktadır. İstatistiksel Ölçek küçültme, hesaplama açısından 20–50 kilometre uzaysal çözünürlükle sınırlı oldukları için DD'nin sağlayamadığı, sahaya özgü iklim projeksiyonları üretebilir. SD tekniklerinin bir avantajı da, hesaplama açısından daha az yoğun olmaları ve dolayısıyla birçok GCM (veya RCM) iklim projeksiyonunu küçültmek için kullanılabilirlerdir.

Tez çalışması kapsamında CMIP5 model çıktıları kullanılarak istatistiksel ölçek küçültme yöntemi ile 2020-2100 yılları arasındaki yağış ve sıcaklık verileri modellenmiştir. İstatistiksel ölçek küçültme yöntemlerinden çalışmada kullanılan Delta (Dessu ve Melesse, 2013), Quantile Mapping - QM (Panofsky ve Brier, 1968) ve Empirical Quantile Mapping (EQM) (Boe ve diğerleri, 2007) metodları aşağıda açıklanmıştır.

Delta SD metodu

Kavramsal olarak oldukça basit olan Delta metod için bazı varyasyonlar geliştirilmiş olsa da, delta yönteminin ana prensibi, bölgesel ölçekte hesaplanan bir GCM'den sıcaklık ve yağıştaki aylık değişiklikleri gözlemlenen bir istasyon setine veya bir ölçümün girdileri olan sıcaklık ve yağış kayıtlarına uygulanmasıdır. GCM simülasyonundaki meteorolojik değişkenlerin tipik olarak bir kontrol simülasyonundan geçmiş bir dönem boyunca ve değişiklikleri tahmin etmek için bir senaryo simülasyonundan gelecek bir dönem boyunca ortalaması alınır.

Çalışmada, grid veri formatında tarihsel meteorolojik veri seti ve DMİ istasyonlarından elde edilen uzun yıllara ait günlük zaman ölçeğinde

meteorolojik veri seti kullanılmıştır. Etki alanındaki tüm grid hücreleri için kullanılan örnek eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$P_{SD}^{Delta} = P_{GCMrcp} x \frac{P_{obs}}{P_{GCMhist}} \quad (3.1.)$$

$$P_{SD}^{Delta} = P_{GCMrcp} x + (T_{obs} - T_{GCMhist}) \quad (3.2)$$

Burada,

P (SD, Delta) ve T (SD, Delta) sırasıyla yağış ve sıcaklık için küçültülmüş verilerdir. P (Obs) gözlenen ortalamayı ifade eder ve P (GCMhist) yağışın GCM ortalama simülasyon geçmiş verilerine karşılık gelir. GCMrcp ise gelecek dönemde GCM'nin RCP çıktıları ve Obs gözlem değerlerini ifade etmektedir.

Quantile mapping / Amprik Quantile mapping SD metodu:

Panofsky ve Brier'in (1968) tarafından geliştirilen Quantile Mapping yöntemi farklı çalışma alanlarında da kullanılabilen istatistiksel ölçek küçültme yöntemidir. Bu yöntemde gözlemlenen olasılık dağılımı ile birlikte modellenmiş olasılık dağılımı hesaplanır.

$$P_t^{Eval} = InvCDF_{P_t^{Cal}}^{Stat} \left(CDF_{P_t^{Cal}}^{Hist} (P_{t-Eval}^{GCM}) \right) \quad (3.3)$$

$$P_t^{Predict} = InvCDF_{P_t^{Hist}}^{Stat} \left(CDF_{P_t^{Hist}}^{Hist} (P_{t-RCP}^{GCM}) \right) \quad (3.4)$$

Burada, CDF gözlem ve GCM verilerinin zaman serisi boyunca kümülatif dağılım fonksiyonudur.

$$\hat{X}_{m,p}(t) = F_{o,h}^{-1} \{ F_{m,h} [x_{m,p}(t)] \} \quad (3.5)$$

Burada, $\hat{X}_{m,p}(t)$, herhangi bir döneme ait t zamanında modellenmiş yanlışlık düzeltmesini ifade eder.

$$h = \frac{1}{CDF_y}(CDF_x * x) \quad (3.6)$$

Burada, h düzeltilen veri, x günlük olarak ölçülen meteorolojik veri, CDF_x ve CDF_y sırasıyla gözlemlenen ve tarihsel GCM günlük verilerin kümülatif dağılım fonksiyonudur.

CDF'ler ve ters CDF'ler (yani, kuantil fonksiyonlar) verilerden deneysel olarak tahmin ediliyorsa, algoritma, gözlemlenen ve modellenen verilerin ampirik nicelikleri arasındaki dağılım grafiği olan bir nicelik-kuantil grafiği yardımıyla gösterilebilir. Bu durumda, QM girişleri tarihsel verilerin kuantil-kuantil grafiğindeki noktalar arasında enterpolasyon yapılarak bulunan bir arama tablosu anlamına gelir. Transfer işlevi, yalnızca tarihsel döneme ait bilgiler kullanılarak oluşturulur; gelecek model tahminleri tarafından sağlanan bilgiler göz ardı edilir. QM, tüm istatistiksel son işlem algoritmaları gibi, düzeltilecek iklim modeli önyargılarının sabit olduğu (yani, tarihsel dönemdeki özelliklerin gelecekte de devam edeceği) varsayımına dayanmaktadır. Ampirik CDF'ler için transfer denklemi yalnızca modellenen veri kümesinin tarihsel aralığı üzerinden tanımlanır. Öngörülen bir değer tarihsel aralığın dışına çıkarsa, o zaman sabit düzeltme yaklaşımı gibi ekstrapolasyon gereklidir (Cannon vd., 2015).

3.2.1.3. Model Performans Testleri

Küresel Dolaşım Modellerinin istatistiksel ölçek indirme yöntemi ile iklimsel parametrelerin meteoroloji istasyonu bazına indirgenmesi aşamasında kullanılan farklı modelleme yöntemleri ile küresel iklim modellerinin performanslarının tespiti edilebilmesi çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu kapsamda CanESM5, EC-Earth3, Miro6 ve MRI-ESM2-0 iklim modellerinin verilerinin Eğirdir Havzasındaki meteoroloji istasyonları bazına indirgenmesi aşamasında model performansları Kök Ortalama Kare Hata (RMSE), Normalize Edilmiş Kök Ortalama Kare Hata (NRMSE), Pearson Korelasyon Katsayısı, Spearman Korelasyon Katsayısı, Ortalama Mutlak Hata (MAE), Mean Bias Error (MBE), Nash-Sutcliffe etkinlik katsayısı (NSE) yöntemleri ile birlikte Taylor Diyagramlarından yararlanılmıştır.

Küresel iklim modellerine yönelik çalışmalarda yoğun olarak kullanılan Taylor diyagramları normalize edilmiş standart sapma değerleri ile korelasyon katsayılarını görselleştirerek referans değerlerden uzaklığı nı göstermektedir. Dolayısıyla yağış ve sıcaklık gibi iklimsel verilerde modellenen veriler ile ölçülen verilerin birbirlerine olan benzerliğini göstermektedir (Taylor, 2001; Şen.Ö.L., 2017)

3.2.1.4. Trend Analizi

Eğirdir Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait yağış ve sıcaklık verilerindeki istatistiksel olarak anlamlı olası artış ve azalışların belirlenebilmesi amacıyla trend analizleri yapılmıştır. Bu kapsamda parametrik olmayan testlerden en yaygın olarak kullanılanlardan birisi olan Mann-Kendall trend testleri %95 güven aralığı baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

Parametrik olmayan teslerden birisi olan Mann-Kendall testi Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilmiştir. Bu testte parametrik bir test olmaması nedeniyle rastgele değişkenin dağılımından bağımsız olduğundan dolayı çarpık dağılımlı bütün veri setlerinden uygulanabilir niteliktedir. Bu özelliği nedeniyle de en yaygın olarak kullanılan testlerden başında gelmektedir. Bu test ile herhangi bir zaman serisine ait veri setlerinde trend olup olmadığı, sıfır hipotezi “H₀:trend yok” ile kontrol edilmektedir (Bayazıt, 1996). Mann-Kendall Testi başta su kalitesi, akarsu akışları, yağış ve sıcaklık gibi hidrometeorolojik verilerin zaman serilerindeki eğilimlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Yue vd., 2002).

Bu testin uygulanacağı zaman serisindeki veriler x₁, x₂,x₂....x_n de x_i ve x_j iki gruba ayrılır, i<j için x_i<x_j olan çiftlerin sayısı P, j için x_i>x_j olan çiftlerin sayısı M ise ile gösterilirse test istatistiği S=P-M şekilde tanımlanabilir.

Mann-Kendall katsayısı;

$$\tau = \frac{S}{\frac{n(n-1)}{2}} \quad (3.7)$$

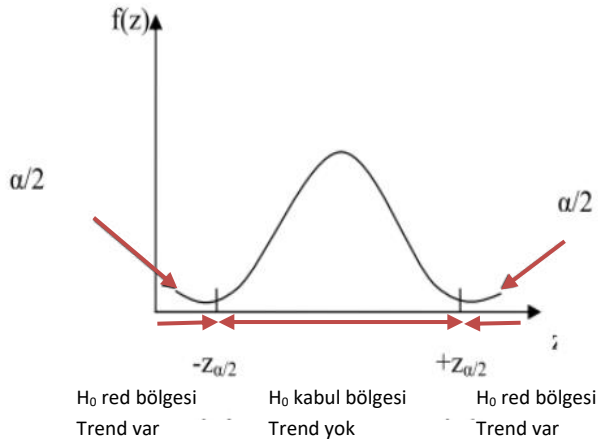
$n \geq 10$ için normal değişken z değeri;

Örnekte birbirilerine eşit olan gözlemler var ise;

$$\sigma_s = \sqrt{[n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5)]/18} \quad (3.8)$$

Burada, t_i değeri verilerdeki eşit değere sahip gözlem sayısıdır.

Mann-Kendall testlerinde sıfır ve karşı hipotezler mevcuttur. H_0 hipotezi verilerde trendin olmadığını gösterirken, H_1 hipotezi ise veriler arasında trend olduğunu gösterir (Şekil 3.7).

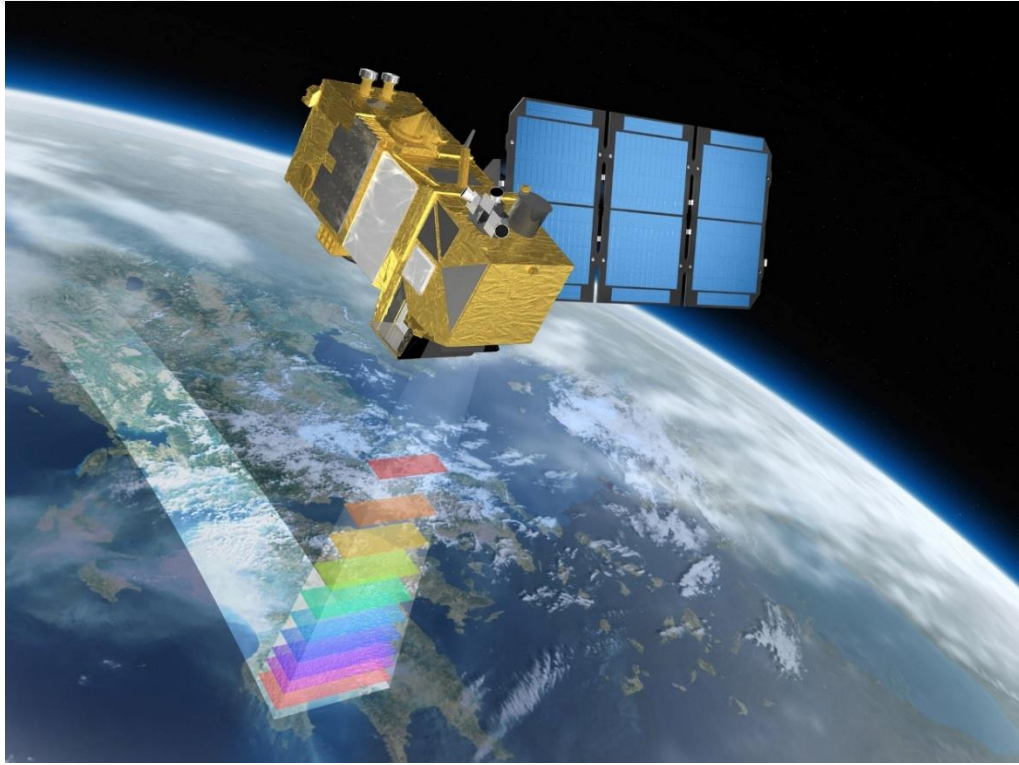


Şekil 3.7. Mann-Kendall tesitine ait hipotezler

Mann-Kendall testi genellikle $\alpha=0.01$, $\alpha=0.05$ ve $\alpha=0.1$ anlamlılık düzeylerinde yapılır. Tez çalışması kapsamında yapılan Mann-Kendall testleri $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde yapılmıştır, bir başka ifadeyle trendin bulunmadığı durumlarda trendin olma olasılığı %5'tir. Anlamlılık düzeyinin $\alpha=0.05$ olması demek, trendin olmadığı durumda trendin bulunma olasılığı %5 olduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla normal dağılım çizelgesinde kritik eşik değer 1,96'ya denk gelmektedir.

3.2.2. Uzaktan Algılama

Uzaktan Algılama yeryüzünden belirli uzaklıklarda, atmosfer ya da uzaya yerleştirilen platformlara monte edilmiş ölçüm aletleriyle yeryüzünün doğal ve yapay objeleri konusunda bilgi alma ve değerlendirme tekniği olarak tanımlanmaktadır (Sesören, 1999). Uzaktan Algılama'nın genel olarak bileşenleri, hedef materyal ile birlikte enerji kaynağı, iletim yolu ve bir algılayıcı sensör'den oluşmaktadır. Elektromanyetik enerji kaynağından gelen enerjinin yeryüzündeki hedef materyaller ile etkileşimi sonucu ortaya çıkan ışınımın çeşitli atmosfer veya uzayda bulunan çeşitli sensörler ile kaydedilmesi esasına dayanmaktadır. (Şekil 3.8).



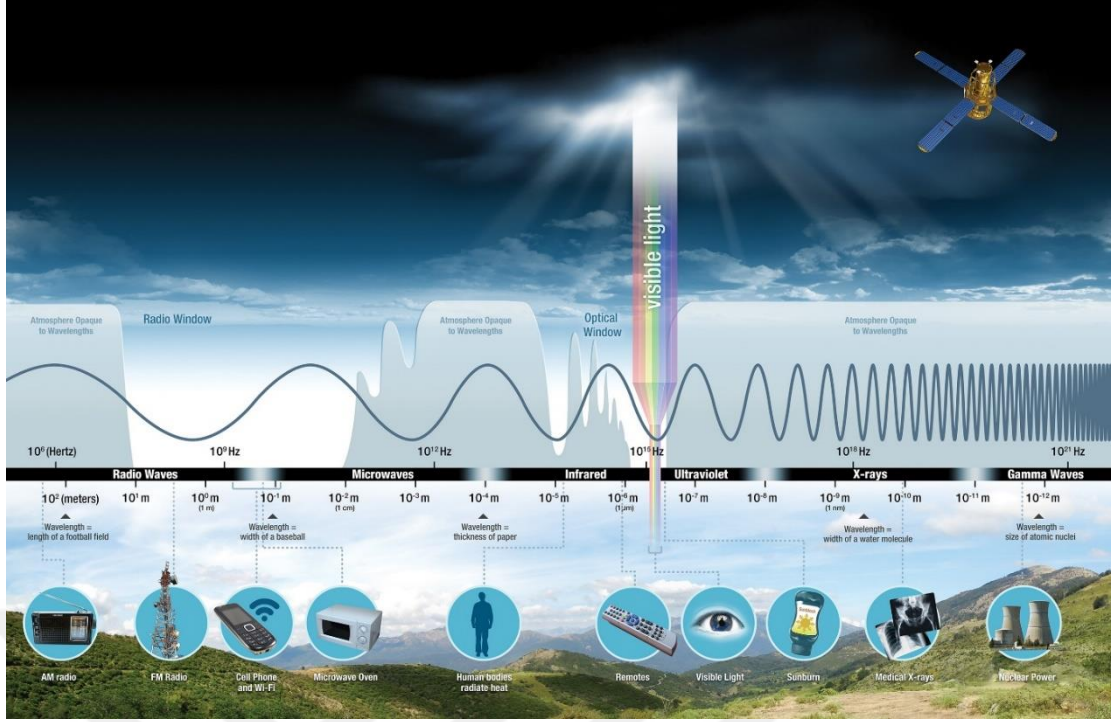
Şekil 3.8. Uzaktan Algılama sisteminin genel görünümü (<https://www.esa.int>)

Enerji kaynağına göre uzaktan algılama'da iki farklı algılama sistemi mevcuttur. Pasif Algılama olarak tanımlanan sistemde Güneş'ten gelerek hedef materyallerden yansıyan enerji kaydedilirken, aktif algılama sistemlerinde ise Güneş'ten bağımsız olarak sistem kendi enerjilerini hedef materyallere göndererek yansımasını ölçmektedir.

Elektromanyetik enerji uzaktan algılamanın temelini oluşturmaktadır. Elektromanyetik dalgalar, elektromanyetik alanın uzayda yayılması sonucu oluşur. Elektromanyetik bir dalga hem birbirlerine hem de yayılma doğrultusuna dik olan elektrik (E) ve manyetik (M) alanlardan oluşmaktadır. Dalga boyu (λ), frekans (ν) ve genlik (A) enerjinin dalga karakterini ifade etmek için kullanılan parametrelerdir. Elektromanyetik enerjinin cisimlerle olan etkileşimi parçacık formunda kuantum teorisi ile açıklanır ve yukarıdaki enerji denklemiyle matematiksel olarak ifade edilir. Enerji, frekansla doğru ve dalga boyu ile ters orantılı olduğundan artan dalga boyuyla enerjide bir azalma gözlenmektedir (Sunar vd., 2011).

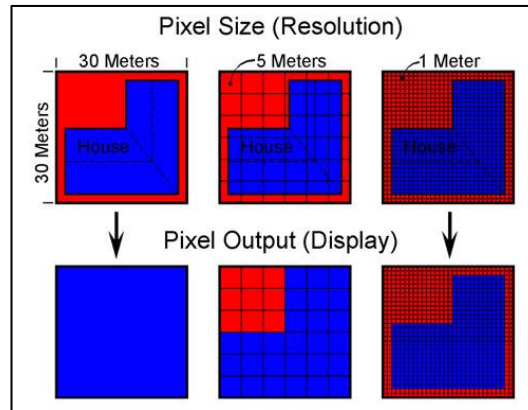
Elektromanyetik enerji spektrumu 10^{-10} μm dalga boylarından (kozmetik ışınlar) 10^{10} μm dalga boylarına kadar (radyo dalgaları) olan sürekli bir enerji ortamıdır (Şekil 3.9). Uzaktan algılamada, özellikle 0.3-15 μm arasındaki optik dalga boyları ile 1-1000 μm arasındaki mikrodalga bölgeleriyle ilgilenilmektedir. Optik bölgenin 0.38 - 3.0 μm arasındaki bölge yansıtıcı bölgedir. Bu dalga boylarında algılanan enerji öncelikle Güneş'ten kaynaklanan ve yeryüzündeki cisimlerden yansıyan ışıdır. Yansıtıcı bölge, görünür (0.38 - 0.72 μm) ve yansıtıcı kızıl ötesi (0.72 - 3.0 μm) bölgelere ayrılır. Görünür bölge insan gözü tarafından algılanabilen bölgedir (0.4 - 0.7 μm). Yansıtıcı kızıl ötesi bölge, yakın kızıl ötesi (NIR; 0.72 - 1.1 μm) ve kısa dalga kızıl ötesi (SWIR; 1.1 - 3.0 μm) bölgelerden oluşmaktadır. Elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde oluşan EMR farklı objelerle değişik şekilde etkileşimde bulunmaktadır (Sunar vd., 2011).

Uzaktan algılama ile elde edilen verilerin ayırma gücü, çözünürlük kavramı ile ifade edilmekte olup genel olarak mekansal, zamansal, spektral ve radyometrik olmak üzere 4'e ayrılmaktadır. Mekansal Çözünürlük (Spatial Resolution), uydu görüntülerini oluşturan piksellerin boyutunu ifade etmektedir. Dolayısıyla mekansal çözünürlük arttıkça uydu görüntülerinden yeryüzündeki daha küçük objelerin ayırımı da artmaktadır (Şekil 3.10).



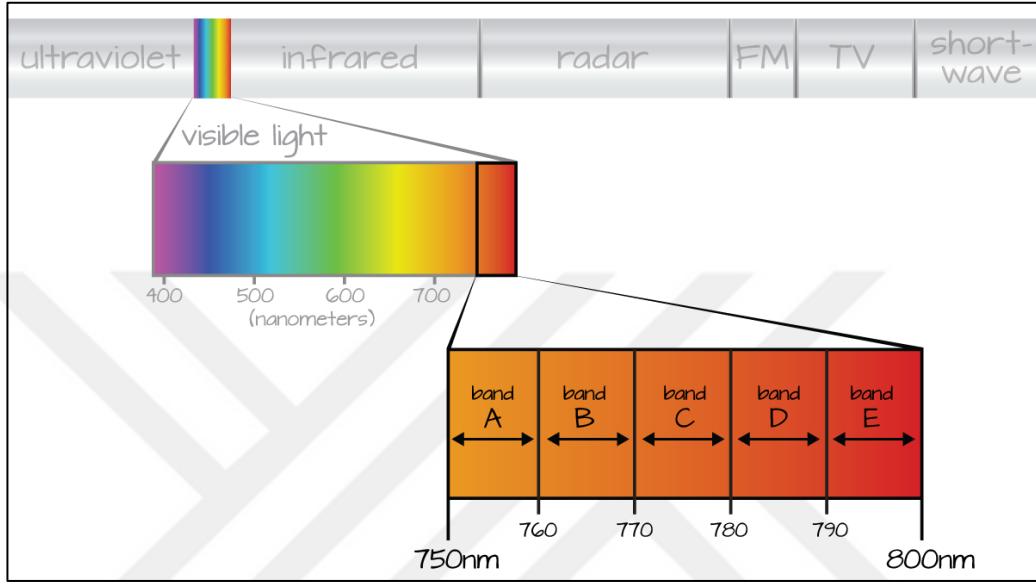
Şekil 3.9. Elektromanyetik spektrum (<https://earthdata.nasa.gov/>)

Özellikle son yıllarda Worldview serisi ile ticari uydu görüntülerinin mekânsal çözünürlükleri 0.31m'ye kadar arttırılmıştır. Spektral Çözünürlük (Spectral Resoluiton) Uydularda bulunan sensörlerin elektromanyetik spektrumun belirli dalga boylarındaki algılama yapabilme kapasitesini ifade etmektedir. Bir başka ifadeyle uydu görüntülerindeki her bir bandın spektral aralığı ve band sayısıdır (Şekil 3.11).



Şekil 3.10. Mekansal çözünürlük kavramı (<https://www.satimagingcorp.com>)

Özellikle uydu görüntülerinde band sayıları arttıkça spektral çözünürlükte artmaktadır. Günümüzde uzaktan algılama uydularının bir çoğu farklı dalga boylarındaki enerjiyi çok bandlı sensörler (Multispectral) ile kaydedirken ile çok daha gelişmiş hyperspectral sistemlerde ise bu enerji yüzlerce bant kullanılarak kaydedilir.



Şekil 3.11. Uydu görüntülerinde spektral çözünürlüğün şematik gösterimi (<https://www.earthdatascience.org>)

Radyometrik Çözünürlük

Bir görüntü veren algılayıcı sistemin radyometrik çözünürlüğü gelen ışınım enerjisindeki en küçük farklılıkları ayırt edebilme yeteneği olarak tanımlanır. Daha yüksek (hassas) radyometrik çözünürlük yansıtılan veya yayılan enerjideki küçük farklılıkları saptamaya daha duyarlıdır. Dijital uydu görüntüsünde piksel değerleri (gri renk tonu), parlaklığın belirli sınırlar arasında kaydedilmiş ölçüsü olup 0 ile $2^n - 1$ değeri arasında tanımlanır (Sunar vd., 2011). Örneğin 8 bitlik bir görüntüde ($2^8=256$) her bir piksel 0-255 değerleri arasında yerılırken 11 bit çözünürlüğündeki Worldview-2 vb. uydu görüntülerinde bir görüntüde ($2^{11}=2048$) ise piksel değerleri 0-2047 değerleri arasında yeralmaktadır.

Zamansal Çözünürlük ise Dünya üzerinde herhangi bir alanın aynı uydu sensörleri ile görüntüleme sıklığı olarak tanımlanmaktadır. Özellikle taşkın, heyelan ve yangınlar gibi hızlı gelişen dinamik süreçlerin izlenmesinde zamansal çözünürlüğün yüksek olması çok önemlidir. Bu kapsamda Landsat 8 uydusunun zamansal çözünürlüğü 16 gün iken Worldview-2 uydusunun zamansal çözünürlüğü ise 1.1 gündür.

3.2.2.1. Landsat Uydu Serisi

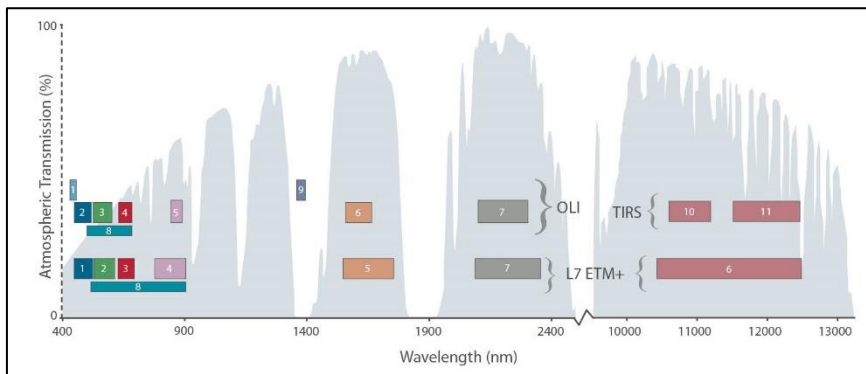
Dünya'nın ilk yer gözlem amaçlı olarak üretilen uydusu olan ve aynı zamanda Landsat uydu serisinin ilk uydusu konumunda bulunan Landsat 1, üzerindeki Return Beam Vidicon (RBV) kamera ve Multispectral Scanner (MSS). 23 Temmuz 1972'de yörüngeye gönderilmiştir. Uzaktan algılama teknolojileri ile Dünya üzerindeki doğal kaynakların araştırılarak envanterinin çıkarılması amacıyla tasarlanan ve o yıllarda Earth Resources Technology Satellite (ERTS) olarak adlandırılan Landsat 1 uydusu yaklaşık 5 yıllık tasarım ömrünü tamamlayarak 6 Ocak 1978'de yer gözlem görevini tamamlamıştır. Landsat 1 uydusunun başarısından dolayı hemen ardından 1975 yılında Landsat 2 ve 1978 yılında ise Landsat 3 uyduları yörüngeye fırlatılmıştır.

İkinci kuşak Landsat serisi uydularının ilki olan Landsat 4 uydusu 1982 yılında ve Landsat 5 uydusu ise 1984 'de yılında görevlerine başlamışlardır. Bu uydular Return Beam Vidicon kamera yerine Thematic Mapper (TM) adında yeni bir sensör ile donatılmışlardır. Landsat 5 uydusu teknik arızalardan dolayı sırasıyla 1995 yılında MSS sensörü, 2011 yılında ise TM sensörü devre dışı kalmıştır. Yaklaşık 3 yıllık tasarım ömrüne sahip olan Landsat 5 uydusu yaklaşık 29 yıl sürdürdüğü yer gözlem görevini 2013 yılında tamamlamıştır.

Landsat 5 uydusunun geliştirilmesiyle üretilen Landsat 6 uydusu 1993 yılından Titan II fırlatma aracıyla fırlatılmasına rağmen şanssız bir şekilde yörüngeye oturtulamamıştır. Landsat 6 uydusunda yaşanan başarısızlığın hemen ardından 1999 yılında Delta-II aracı kullanılarak fırlatılan Landsat 7 uydusu görevine başlamıştır. Landsat 7 uydusu üzerinde bulunan Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM +) sensörü, vnir, swir, lwir ve pankromatik bandlarda algılama

yapabilmesine olanak sağlamaktadır. Landsat 7 uydusu, 15 m. yersel çözünürlüğe sahip pankromatik band ve 60 m. yersel çözünürlüğe sahip termal band ile üzerinde barındırdığı Internal Calibrator (IC), Partial Aperture Solar Calibrator (PASC) ve Full Aperture Solar Calibrator (FASC) adlı kalibratörler ile önceki serilerden öne çıkmaktadır.

NASA ve USGS işbirliği ile üretilen Landsat 8 uydusu 11 Şubat 2013 tarihinde Atlas-V 401 roketiyle yörüngesine fırlatılmıştır. Landsat 8 uydusu üzerinde Operational Land Imager (OLI) ve Thermal Infrared Sensor (TIRS) adlı iki adet gelişmiş sensör bulundurmaktadır. Halen Landsat uydu jenerasyonunun sonuncusu konumunda bulunan Landsat 8 uydusu konumsal çözünürlüğü sırasıyla 15m-30m-100m olan pankromatik, multispectral ve termal bandlara sahiptir. Özellikle serinin bir önceki olan uydusu olan Landsat 7’de mevcut olan bandlara ek olarak kıyı/aerosol çalışmaları için Coastal Aerosol, sirrus bulutlarının tespiti için Cirrus band ve ikinci bir termal banda sahiptir (Çizelge 3.2). Landsat-8 OLI (Operational Land Imager) algılayıcısı; 30 m konumsal çözünürlüğe sahip Kıyı/ Aerosol (0,433- 0,453 μm), Mavi (0,450-0,515 μm), Yeşil (0,525-0,600 μm), Kırmızı (0,630-0,680 μm), Yakın Kızılötesi (0,845- 0,885 μm), Kısa Dalga Kızılötesi (1,560-1,660 μm), Kısa Dalga Kızılötesi (2,100-2,300 μm) ve Sirrus (1,360-1,390 μm) band ile 15m konumsal çözünürlüğe sahip pankromatik banda (0.500-0.680 μm) sahiptir. Landsat 8 TIRS (Thermal Infrared Sensor) algılayıcısında ise 100 m konumsal çözünürlüğe sahip Uzun Dalgaboyu Kızılötesi 1 ve 2 olarak adlandırılan Band 10 (10.60–11.19 μm) ve Band 11 (11.5-12.51 μm) mevcuttur (Şekil 3.12, USGS, 2016).



Şekil 3.12. Landsat 7 ve 8 uydularının spektral özellikleri (USGS, 2016).

Çizelge 3.2. Landsat 8 uydusuna ait bandların genel özellikleri (USGS, 2016).

Landsat-7 ETM+ Bands (μm)			Landsat-8 OLI and TIRS Bands (μm)		
			30 m Coastal/Aerosol	0.435 - 0.451	Band 1
Band 1	30 m Blue	0.441 - 0.514	30 m Blue	0.452 - 0.512	Band 2
Band 2	30 m Green	0.519 - 0.601	30 m Green	0.533 - 0.590	Band 3
Band 3	30 m Red	0.631 - 0.692	30 m Red	0.636 - 0.673	Band 4
Band 4	30 m NIR	0.772 - 0.898	30 m NIR	0.851 - 0.879	Band 5
Band 5	30 m SWIR-1	1.547 - 1.749	30 m SWIR-1	1.566 - 1.651	Band 6
Band 6	60 m TIR	10.31 - 12.36	100 m TIR-1	10.60 - 11.19	Band 10
			100 m TIR-2	11.50 - 12.51	Band 11
Band 7	30 m SWIR-2	2.064 - 2.345	30 m SWIR-2	2.107 - 2.294	Band 7
Band 8	15 m Pan	0.515 - 0.896	15 m Pan	0.503 - 0.676	Band 8
			30 m Cirrus	1.363 - 1.384	Band 9

NASA ve USGS ortaklığında üretilen Landsat 9 uydusu ise üzerindeki OLI-2 ve TIRS-2 sensörleri Eylül 2021 yılında yörüngeye fırlatılması hedeflenmektedir.

3.2.2.2. MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) Algılayıcısı

Tasarım ve geliştirme aşamaları 1995 yılı ortalarında tamamlanan MODIS Modülü, ilk olarak Terra (EOS AM-1) platformuna entegre edilerek 1999 yılında görevine başlamıştır. 2002 yılında ise Aqua (EOS PM-1) platformuna entegre edilen diğer modül ile birlikte özellikle karasal, atmosferik ve okyanuslara yönelik yapılan çalışmalara önemli katkılar sunmaktadır. Modis Modülü, 2330km'lik tarama genişliği ile Dünya'nın tamamını 1-2 günde tarayabilecek kapasitededir (Çizelge 3.3). Terra MODIS ve Aqua MODIS dalga boyları 0,4 μm ile 14,4 μm ve yersel çözünürlükleri ise 250 m ile 1000 m. arasında değişen 36 farklı banda sahiptir.

Çizelge 3.3. MODIS algılayıcısının teknik özellikleri

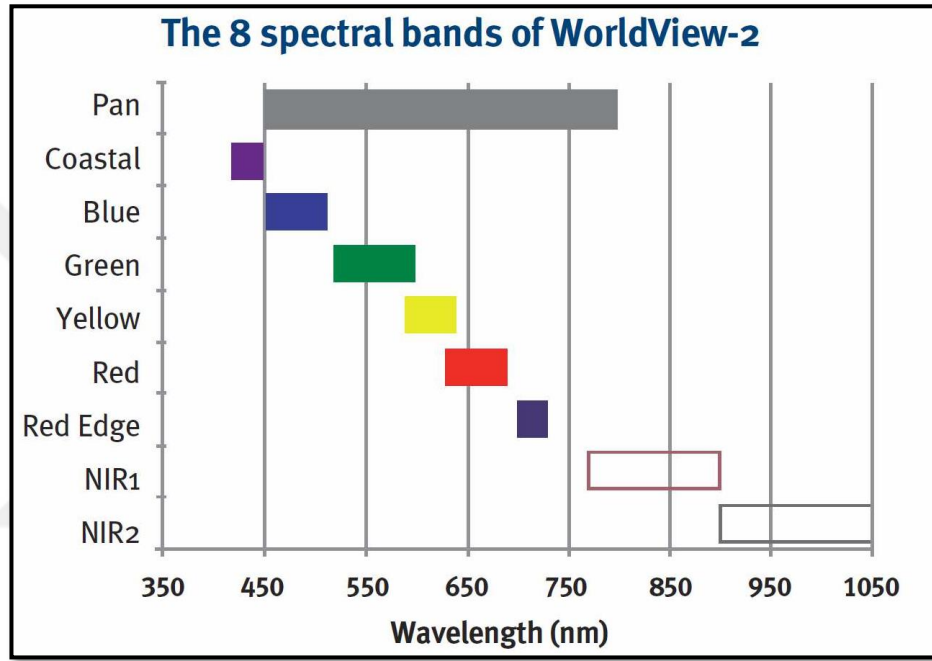
Yörünge	705 km, 10:30 am alçalan düğüm (Terra) veya 1:30 pm yükselen düğüm (Aqua), güneş eşzamanlı, polara yakın, dairesel
Tarama hızı	20,3 rpm, çapraz yol
Swath	2330 km (çapraz yol) 10 km (nadir noktadaki yol boyunca)
Teleskop	17.78 cm çap. eksen dışı, afokal (koşutlanmış), ara alan durdurmalı
Boyut	1,0 × 1,6 × 1,0 m
Ağırlık	228,7 kilo
Güç	162,5 W (tek yörünge ortalaması)
Veri hızı	10,6 Mbit / s (en yüksek gündüz); 6,1 Mbit / s (yörünge ortalama)
Niceleme	12 bit
Yersel çözünürlük	250 m (1–2 bantları) 500 m (3–7 bantları) 1000 m (8–36 bantları)
Zamansal çözünürlük	1-2 gün
Tasarım ömrü	6 yıl

MODIS, 16 yılı aşkın süredir önemli bir ortam uzaktan algılama aracı olmuştur; tüm dünyada farklı disiplinlerde sayısız çalışmada kullanılmıştır. MODIS cihazı, miras sensörlerini spektral, uzamsal ve zamansal çözünürlükleri ve daha katı kalibrasyon denklemleri açısından iyileştirmek için geliştirilmiştir. Bu uydu, 0,41 ila 14,4 µm dalga boylarını kapsayan 36 spektral bantta ve 250 m, 500 m ve 1 km olmak üzere üç en düşük uzaysal çözünürlükte gözlem yapmaktadır (Xiong vd., 2009).

3.2.2.3. Worldview-2 Uydu Görüntüsü

Digitalglobe ITT Uzay Sistemleri Bölümü tarafından tasarlanarak üretilen Worldview-2 uydusu 8 Ekim 2009 tarihinde yörüngesine fırlatılarak görevine başlamıştır. Worldview-2 uydusunda 0,46 m mekansal çözünürlüğü olan yüksek çözünürlüklü 1 adet pankromatik bant ile 1,84 m mekansal çözünürlüğü olan 8 adet multispektral bant bulunmaktadır. Söz konusu multispektral bantlardan kırmızı, yeşil, mavi ve yakın kızılötesi-1 bantları bir önceki Worldview uydu jenerasyonunda da bulunmakta olup gelişmiş spektral analizler için tasarlanan 4 farklı yeni bant daha eklenmiştir. Bu yeni bantlardan; Coastal Blue band 400-450 µm, Red-Edge band 705-745 µm ve NIR2 band 860-1040 µm ve Yellow band ise 585-625 µm, spektral aralıklarda veri toplarlar (Çizelge 3.4 ve Şekil 3.13). Coastal band özellikle sığ sularda batimetrik çalışmalar başta olmak üzere su altı

bitkilerinin haritalandırılması ve klorofil-a tahminlerine yoğun olarak kullanılmaktadır. Yellow band sınıflandırma çalışmaları ile hem karada hem de sudaki sarımsı alanların belirlenmesinde kullanılır. Red-Edge band su bitkilerinin sınıflandırılması, bitki sağlığının değerlendirilmesi ve NIR2 band ise NIR1 band ile aynı özelliklerde olup algılama yaptığı spektral aralıktaki farklılık nedeniyle atmosferik etkenlerden daha az etkilenmektedir ve biyokütle çalışmalarında kullanıma uygundur (Şener vd., 2012).



Şekil 3.13. Worldview-2 uydusunun spektral özellikleri (Digitalglobe, 2010)

Quickbird uydu jenerasyonundan gelen Worldview-2 uydusu haritalama ve izleme uygulamaları, arazi kullanım planlaması, afetler, keşif, savunma, istihbarat, görselleştirme ve benzetimler için yüksek çözünürlüklü veri sağlamaktadır. Özellikle yeni eklenen bandlar vasıtasıyla da su kalitesi çalışmalarındaki verimliliğinin arttırılması hedeflenmiştir.

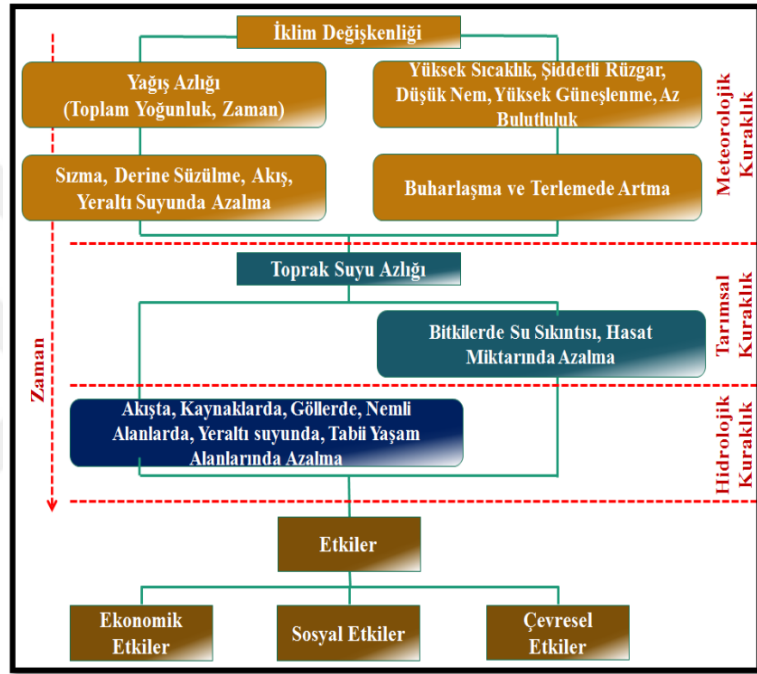
Çizelge 3.4. Worldview-2 uydusunun genel özellikleri (Digitalglobe, 2010)

Görüntüleyici türü	Pushbroom görüntüleyici (veya bir çizgi tarama görüntüleme sistemi)	
Görüntüleme modu	Pankromatik (Pan)	Multispektral (MS) 8 bant (4 standart + 4 ek renk)
Spektral aralık	450-800 nm	400-450 nm (kıyı mavisi) 450-510 nm (mavi) 510-580 nm (yeşil) 585-625 nm (sarı) 630-690 nm (kırmızı) 705-745 nm (kırmızı kenar) 770-895 nm (NIR1) 860-1040 nm (NIR2)
En düşük seviyede uzaysal çözünürlük	0,46 m GSD (20° noktanın dışında 0,52 m)	1,8 m GSD (20°'den en düşüğe 2,4 m)
Şerit genişliği	16.4 km (S / C çevikliği sayesinde tek bir yörünge geçişinde bir hedef alanda birden fazla bitişik yol görüntülenebilir)	
Detektörler	Pan: Si CCD dizisi (8 µm piksel boyutu)> 35.000 detektör sırası ile	
	MS: Si CCD 4 dizi (32 µm piksel boyutu)> 9.300 detektörlü bir sıra ile	
Veri niceleme	11 bit	
Görüntülerin coğrafi konum doğruluğu	≤ 3 m (GPS alıcısı, jiroskop ve yıldız izleyici kullanarak) herhangi bir GCP (Yer Kontrol Noktaları) olmadan	
Optik	1,1 m açıklık çapı, odak uzaklığı = 13,3 m, f / 12 olan TMA teleskopu	
TDI (Zaman Geciktirme Entegrasyonu)	Pan ve MS'de 8'den 64'e kadar 6 seçilebilir seviye	
FOV (Görüş Alanı)	> 1.28°	
Enstrüman boyutu	3 m boyunda	

3.2.3. Kuraklık ve Analiz Yöntemleri

Kuraklık, dünya çapında ekonominin çeşitli sektörlerini ve çevresel faktörleri etkileyen büyük bir doğal tehlike olarak kabul edilmektedir. Kuraklık etkisi

ortama düşen yağıştan başlayarak yüzey suyu sistemlerinde akarsu akışıyla, yeraltısu akiferlerinde beslenme ve depolanmayla biten hidrolojik döngünün hemen hemen tüm aşamalarını etkilemektedir (Tsakiris vd., 2013). Geleneksel olarak, kuraklıklar incelenen parametreler ile karakterize edilir ve başlıca meteorolojik (yağış, potansiyel buharlaşma-terleme), hidrolojik (akarsu akışı veya yeraltı suyu yeniden yüklenmesi) ve tarımsal (toprak nemi) kuraklık olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Kuraklık Sınıflama Sistemi (Gürler, 2017; Wilhite, 2000)

Sözkonusu kuraklık türlerinin hesaplanmasında bir veya birden çok değişkeni içerdiği gibi, bunların zararlarına yönelik çok sayıda farklı değişkene göre de yapılabilmektedir. Başta yağış ve sıcaklık olmak üzere nem, toprak nemi, terleme, rüzgar ve buharlaşma gibi değişkenlerin eksiklik veya fazlalığı gözönüne alınmaktadır (Türkeş, 1990).

- **Meteorolojik Kuraklık**

Meteorolojik kuraklık, yağışların azalmasına bağlı olarak ortama düşen yağışların uzun yıllar yağış ortalamasından sapmalar göstermesi ile ortaya çıkmaktadır. Bu kuraklık hidrolojik ve tarımsal kuraklıktan önce başlamaktadır. Kuraklığın

farkedilmesi ve etkilerinin hissedilebilmesi için ise uzun yıllar gözlenmesi gerekmektedir. Meteorolojik kuraklık aniden sonlanabilir veya şiddetlenebilir.

- ***Hidrolojik Kuraklık***

Hidrolojik kuraklık meteorolojik kuraklıkların uzun bir süre devam etmesi neticesinde yağışlardaki eksikliğin yüzey ve yeraltısularına yansması sonucu bu su kaynaklarının miktarlarında azalma ile ilişkilidir. Genel olarak yüzey su yapılarının (göl, gölet, baraj vb.) su seviyelerinin ortalama değerlerin altına düşmesi ile hidrolojik kuraklık başlamaktadır. Benzer şekilde, yeraltısuyu seviyelerindeki düşüşler ve akarsuların debilerindeki azalmalar hidrolojik kuraklık göstergeleridir.

- ***Tarımsal Kuraklık***

Bitkilerin gelişmesi için ihtiyaç duyduğu suyu topraktan alamaması sonucunda tarımsal kuraklık başlar. Bu durum sulama için yeterli su kaynaklarının bulunmaması ve toprak neminin azalması sonucunda meydana gelmektedir. Tarımsal kuraklık ürün yetiştirmede en önemli riskerlerden birisidir.

- ***Sosyoekonomik kuraklık***

Meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklık ile ilişkili olan, ekonomik değeri yüksek hizmet ve ürünlerin varlığının riske girmesi ve kıtlık görülmesi sosyoekonomik kuraklık olarak ifade edilmektedir. Su, gıda, enerji gibi insanoğlunun en temel ihtiyaçlarının karşılanması noktasında iklim ile ilgili yaşanan kuraklıklar önem arz etmektedir.

Kuraklık, esas olarak şiddeti, süresi ve alan boyutu ile karakterize edilebilen karmaşık bir olgudur. Bu üç boyut arasında, kuraklık analizi için kullanılabilecek temel faktör kuraklık şiddetidir. Kuraklık indeksleri, karmaşık iklim proseslerini basitleştirmeleri ve iklim anormalliklerini şiddet, süre ve sıklıkları açısından ölçebilmeleri sebebiyle kuraklığın karakterizasyonu ve izlenmesi için tercih edilen yöntemlerdir (Tsakiris vd., 2007).

3.2.3.1. Meteoroloji İstasyonu Bazlı Kuraklık Analizleri

Kurağın belirlenmesi ve doğru yönetimi için yapılan izleme ve değerlendirmeler farklı indeks yöntemleri geliştirilmiştir. Özellikle geniş alanlara sahip bölgesel çalışmalarda birden fazla indeks yöntemin uygulanarak sonuçların birlikte değerlendirilmesi sağlıklı sonuçlar alınmasını sağlamaktadır. Bu çalışması kapsamında Isparta, Eğirdir, Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç Meteoroloji İstasyonlarına ait kuraklık analizlerinin yapılabilmesi amacıyla farklı zaman ölçeklerinde Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI), Yağış Anomali İndeksi (YAI), Normal Yağış Yüzdesi İndeksi (NYİ), Ondalıklar İndeksi (OKİ), Efektif Kuraklık İndeksi (EKİ), Çin Z İndeksi (ÇZİ) ve Z Skor İndeksi (ZSİ) yöntemleri kullanılmıştır. Söz konusu kuraklık indeks yöntemleri ile öncelikle geçmişten günümüze yaşanan kuraklıkların belirlenmesi amacıyla meteoroloji istasyonlarında ölçülen yağış verileri kullanılmıştır. Daha sonra ise istatistiksel ölçek küçültme yöntemi ile aynı meteoroloji istasyonları bazına indirgenen küresel iklim modellerine ait veriler kullanılarak Eğirdir Gölü Havzasında gelecekte aşanabilecek kuraklıkların tahmin edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca Standartlaştırılmış Depolama Hacmi İndeksi (SRSI) yardımıyla Eğirdir Gölü'ne ait aylık ortalama hacim verileri kullanılarak geçmişten günümüze Eğirdir Gölü'nde yaşanan hidrolojik kuraklıklar belirlenmiştir.

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI)

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi kullandığı veriler nispeten kolay bulunabilir olmasından dolayı literatürde en yaygın olarak kullanılan kuraklık indekslerinden birisidir (McKee vd., 1993). Genellikle 1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 48 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanabilen Standartlaştırılmış Yağış İndeksinde kısa süreli zaman dilimleri tarımsal su gereksinimi ve su potansiyeli için önemli çıktılar oluştururken 12, 24 ve 36 ay gibi uzun süreli zaman dilimleri ise su kaynakları yönetimi ve yeraltısuyu çalışmaları için önemli bilgiler vermektedir (Mishra ve Singh, 2010).

Standartlaştırılmış Yağış İndeksinde kuraklık sınıfları, gama, normal ve lognormal dağılımlı yağış verilerinden elde edilir (Yacoub ve Tayfur, 2017). Ancak iklimsel yağış verilerinin olasılık dağılım fonksiyonu genellikle normal dağılıma uymaz (McKee vd., 1993; McKee vd., 1995). Bu kapsamda yağış serilerini en iyi temsil eden olasılık dağılımı gamma dağılımıdır (Thom, 1966). Gamma dağılımı, dağılım frekansı veya olasılık yoğunluk fonksiyonu ile tanımlanmaktadır (Thom, 1966). Bu kapsamda Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yönteminde, yağış verilerinden elde edilen olasılık dağılım fonksiyonları Gamma olasılık dağılım fonksiyonlarına dönüştürülür (Thom, 1966; McKee vd., 1993; McKee vd., 1995, Mishra ve Singh, 2010).

$$g(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad x>0 \text{ için} \quad (3.9)$$

Burada, $g(x)$ Gamma Dağılımı, x : yağış miktarını ($x>0$), α : şekil parametresi ($\alpha>0$), x : yağış miktarı ($x>0$) ve β : ölçek parametresini ($\beta>0$) ifade eder.

Yine β ve α 'nın tahmin edilmesinde maksimum olasılık çözümleri kullanılır. Buna göre;

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (3.10)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (3.11)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (3.12)$$

Burada n toplam yağış gözlem sayısıdır. Mevcut veriler kullanılarak elde edilen bu olasılık tanımlamaları daha sonra herhangi bir ayda gözlenmiş bir değerin kümülatif olasılığını bulmak için kullanılabilir. Dolayısıyla kümülatif olasılık aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)_0} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (3.13)$$

Gamma dağılım fonksiyonunun $x=0$ için tanımsız olması ve yağış dağılımı sıfır (0) değerler içermesi nedeniyle kümülatif olasılık yeniden aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

$$H(x) = q + (1 - q)Gx \quad (3.14)$$

Burada q sıfırın olasılığıdır, m yağış serisindeki sıfırların sayısı ise

$$q = \frac{m}{n} \quad (3.15)$$

Denklemleri ile hesaplanabilir.

$$SPI = \frac{X_i - \bar{X}_i}{\sigma} \quad (3.16)$$

Burada;

SPI: Standartlaştırılmış Yağış İndeksi

X_i : Yıllık yağış miktarının normalleştirilmiş miktarı, $\bar{X}_i$: Her bir istasyon için seçilen zaman aralığında yağış ortalaması, σ : Her bir istasyona ilişkin değerlerin zaman aralığı içindeki standart sapmasını ifade eder.

SPI değerlerinin 0 değerinin altına düşmesi kuraklığın başlangıcı olarak tanımlanırken indeks değerlerinin negatif olması kurak periyodu işaret eder (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) Kuraklık sınıflaması (McKee vd., 1993)

Yağış (Kuraklık/Nemlilik) Sınıfı	Standart Yağış İndisi (SPI)
Aşırı yağışlı	2 ve üzeri
Çok yağışlı	1.5 – 1.99
Orta yağışlı	1 – 1.49
Normale yakın nemli	0.5 – 0.99
Normal	-0.499 – 0.499
Normale yakın kurak	-0.5 – -0.99
Orta düzeyde kurak	-1 – -1.49
Şiddetli kurak	-1.5 – -1.99
Aşırı kurak	-2 ve altı

Yağış Anomali İndeksi Yöntemi

Yağış Anomali İndeksi (YAI) Van Rooy (1965) tarafından geliştirilmiş olup temel amacı yağışın normal değerlerinden sapması esasına dayanmaktadır. Belirli bir periyottaki yağış ortalaması belirlendikten sonra araştırma alanında yeralan tüm zaman serileri içinde en büyük ilk 10 değerın ortalaması ile en küçük 10 değer hesaplanarak indeks değerleri belirlenir (Hezarani, 2018). $P > \bar{P}$ ise anomali pozitifdir ve Yağış Anomali İndeksi aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$YAI = +3 \left(\frac{P - \bar{P}}{M - \bar{P}} \right) \quad (3.17)$$

$P < \bar{P}$ ise anomali negatiftir ve Yağış Anomali İndeksi aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$YAI = -3 \left(\frac{P - \bar{P}}{M - \bar{P}} \right) \quad (3.17)$$

Van Rooy (1965) tarafından geliştirilen Yağış Anomali İndeksinde Hafif Kuraklık, Orta Şiddetli Kuraklık, Şiddetli Kuraklık ve Çok Şiddetli Kuraklık olmak üzere 4 farklı kuraklık sınıfı bulunmaktadır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Yağış Anomali İndeks sınıfları (Van Rooy, 1965)

Yağış Anomali İndeks Sınıfı	Yağış Anomali İndeks Değeri
Hafif Kuraklık	(0) – (-1.2)
Orta Şiddetli Kuraklık	(-1,2) – (-2,1)
Şiddetli Kuraklık	(-2,1) – (-3)
Çok Şiddetli Kuraklık	$\leq(-3)$

Normal Yağışın Yüzdesi İndeksi (NYİ)

Normal Yağışın Yüzdesi İndeksi herhangi bir zaman dilimi için normal dağılıma dönüştürülmüş yağış miktarının ortalamasına bölünmesiyle elde edilir. (Hayes,

1999). Normal Yağışın Yüzdesi İndeksi'nin hesaplanmasında 12 veya daha az zaman ölçekleri kullanılabilir (Willeke vd., 1994; Hasaniha, 2008).

$$PN = \frac{P_i}{\bar{P}_i} \quad (3.18)$$

Burada,

PN: Ortalama Yağışın Yüzdesi İndeksi, P_i :Yağış Miktarı ve $\bar{P}_i$:Yağış Ortalamasını ifade eder.

Normal Yağışın Yüzdesi İndeksinde 1, 6, 9 ve 12 aylık periyotlar hesaplanan indeks değerleri 4 farklı sınıfta değerlendirilir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Normal Yağışın Yüzdesi İndeksi periyotlara göre kuraklık sınıfları

Periyot	Normal ve Üzeri	Hafif Kurak	Orta Şiddette Kurak	Şiddetli Kurak
1	>75	65-75	55-65	<55
3	>75	65-75	55-65	<55
6	>80	70-80	60-70	<60
9	>80.5	73.5-83.5	63.5-73.5	<63.5
12	>85	75-85	65-75	<65

Ondalıklar Kuraklık İndeksi (Decile Index-OKİ)

Ondalıklar Kuraklık İndeksinin temeli belirlenen bir zaman diliminde yağış verilerinin on gruba bölünmesi esasına dayanır (Gibbs ve Maher, 1967). Bu yöntemde yağış verilerinin tüm kayıt dönemi boyunca, yağış sıklığı ve dağılımları sıralanır. (Kayam vd., 2017). Birinci onluğun tüm verileri bu sınırdan küçük olması gerekir. Başka bir deyişle standart normal dağılım olasılığına göre %10'un olasılığının verileri üste ve %90'ın verileri sınırın altında yer almaktadır. Böylece ikinci onluk %20 standart normal dağılım olasılığına göre hesaplanmalıdır (Hayes, 1999; Anlı, 2014).

$$X = \bar{X} + (k * \sigma) \quad (3.19)$$

Burada,

X : Değişken, $\bar{X}$: Normal dağılıma dönüştürülmüş yağış ortalaması, k : Frekans faktörü ve σ : Standart Sapma'yı ifade eder.

Ondalıklar Kuraklık İndeksinde 1'den 10'a kadar değerleri içeren 5 farklı kuraklık/nemlilik sınıfında değerlendirme yapılır (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Ondalıklar Kuraklık İndeksi sınıfları

Ondalık Değeri	Kuraklık / Nemlilik Sınıfı
9-10 (En Yüksek %20 Değer)	Çok Nemli
7-8 (Bir sonraki En Yüksek %20 Değer)	Nemli
5-6 (Orta %20 Değer)	Normal
3-4 (Bir sonraki En Düşük %20 Değer)	Kurak
1-2 (E Düşük %20 Değer)	Çok Kurak

Efektif Kuraklık İndisi (EDI)

Byun ve Wilhite (1999) tarafından geliştirilen Efektif kuraklık indeksi (EDI)'nin diğer kuraklık indeksleri ile karşılaştırıldığında birçok avantajı vardır. EDI, günlük kuraklık şiddetini hesaplamak için özel olarak tasarlanmış tek indekstir. Bu, kuraklığın hızlı bir şekilde tespit edilmesini ve kısa süreli kuraklığın hassas bir şekilde ölçülmesini sağlamaktadır. İkinci olarak, son yıllarda gerçekleşen yağışlara daha fazla vurgu yapan bir hesaplama yöntemi kullanarak, mevcut su kaynaklarının mevcut seviyesini daha doğru bir şekilde hesaplamaktadır. Son olarak ise, tüm hesaplama süreci boyunca kuraklık döneminin sürekliliğini göz önünde bulundurarak toplam yağış süresini hesapladığı için, yalnızca sınırlı bir süre için (örneğin 12 ay) hesaplama sağlayan diğer kuraklık indekslerinden ayırtedilebilir.

EDI hesaplamasının ilk adımı olarak, etkili yağış (EP) miktarı, zamansal akış veya buharlaşma nedeniyle yağış kaybı dikkate alınarak, zaman içindeki yağışların toplanmasıyla hesaplanır. Byun ve Wilhite (1999), zaman fonksiyonlarından oluşan çeşitli EP modellerini denemişlerdir. Aşağıdaki eşitlikte verilen model yağıştan hemen

sonra yüzey akışının en yüksek olduğu düşünüldüğünde en uygun olanı olarak kabul görmektedir (Lee, 1998).

$$EP_i = \sum_n^{n=1} \left[\frac{\sum_{m=1}^m P_m}{n} \right] \quad (3.20)$$

Burada $i = 365$, yağışların toplandığı dönemdir, en yaygın yağış döngüsünü ifade etmektedir. P_m ise m günler önceki yağışı temsil etmektedir. Bu nedenle EP, 365 gün boyunca biriken kullanılabilir yağışları ifade eder. 1 günde 200 mm yağış meydana gelirse, zamanın geçmesiyle o güne uygulanan ağırlık, 365 gün sonra kademeli olarak azalacak ve 0'a ulaşacaktır.

EP değeri hesaplandıktan sonra aşağıdaki aşamalar sırası ile uygulanarak EDI değeri hesaplanmaktadır.

1. aşama: Günlük EP değerlerinin hesaplanması,
2. aşama: Her takvim günü için 30 yıllık ortalama EP'nin (MEP) hesaplanması,
3. aşama: EP ve MEP arasındaki fark olan DEP'in hesaplanması, ($DEP = EP - MEP$)
4. aşama: DEP negatif bir sayı ile temsil edildiğinde, bu ortalamadan daha kuru olduğu anlamına gelir ve bu kuru dönem devam ederken, uzun süreli kuruluk günlerini mevcut döneme ($i = 365$) eklenir ve EP değeri o belirli dönem için yeniden hesaplanmaktadır.
5. aşama: Bir kez daha, MEP ve DEP değerleri hesaplanmaktadır.
6. aşama: Her takvim günü için hesaplanan DEP'in, son 30 yıldaki DEP'in standart sapmasına (SD) bölünmesi sonucunda EDI değeri hesaplanmaktadır (Kim vd., 2009).

$$EDI = DEP / SD (DEP) \quad (3.21)$$

Ortaya çıkan EDI değeri, devam eden kuraklık dönemi göz önüne alındığında, şu anda kullanılabilir su kaynakları için standart bir değeri temsil eder. Negatif DEP 1 günden fazla devam ederse, EDI'nin ekleme süresi (i) devam eden günler kadar artacaktır. Bu değişken ekleme süresi sınırsızdır. Çizelge 3.9'da EDI kuraklık sınıflaması verilmiştir.

Çizelge 3.9. Efektif Kuraklık İndisi Sınıflaması (Kim vd., 2009)

Kuraklık/Nemlilik Sınıfı	Efektif Kuraklık İndisi (EDI)
Aşırı Kurak	$EDI \leq -2$
Şiddetli Kurak	$-2 < EDI \leq -1.5$
Orta Kurak	$-1.5 < EDI \leq -1$
Hafif Kurak-Normal	$-1 < EDI \leq 1$

Çin Z-indeksi (CZI)

Çin Ulusal İklim Merkezi (NCC) tarafından ülke genelinde yaşanan kuraklıkların izlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan indislerde bir tanesidir (Wu vd., 2001, Doğan vd., 2012). Çin Z-indeksinde, yağış verilerinin Pearson tip III dağılımına uygun olduğu ve Wilson-Hilferty küp kök dönüşümüyle (Wilson ve Hilferty, 1931) ki-kare değişkenlerinin Z ölçeğinde ilişkili olduğu varsayılır ve şu şekilde hesaplanır (Kendall ve Stuart, 1977, Morid vd., 2006).

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.21)$$

$$C_{st} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n \cdot \sigma^3} \quad (3.22)$$

$$CZI = \frac{6}{C_{st}} \left(\frac{C_{st}}{2} ZScore_t + 1 \right)^{1/3} - \frac{6}{C_{st}} + \frac{C_{st}}{6} \quad (3.23)$$

Burada C_{st} herhangi t zaman ölçeği (1,3,6,9,12 ve 24 ay) için çarpıklık katsayısı, j, belirlenen zaman ölçeğini, x_j , normal dağılıma dönüştürülmüş yağış miktarı, σ standart sapma, $\bar{x}$ yağış ortalaması ve n ise gözlem yapılan süreyi ifade eder.

Çin Z İndeksi yönteminde kullanılan sınıf aralıkları Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile aynıdır.

Z Skor İndeksi (Z-score Index-ZSİ)

Yağış verileri kullanılarak yapılan kuraklık analizlerinden birisi de Z Skor İndeksi yöntemidir. Bu yöntemde yağış verilerine belirlenen zaman ölçekleri içinde

normal dağılım dönüşümü uygulanmadan ortalama yağıştan farkının standart sapmaya bölünerek elde edilir. Bir başka ifadeyle bu yöntemde orijinal yağış verileri kullanılmaktadır (Wu vd., 2001). Z Skor İndeksinin sınıf aralıkları Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile aynıdır.

$$ZSi = \frac{X_i - \bar{X}_i}{\sigma} \quad (3.24)$$

Burada,

ZSİ, Z Skor İndeks değeri, j zaman ölçeği, xj belirlenen zaman ölçeğindeki yağış miktarı, $\bar{X}_i$ yağış ortalaması ve σ standart sapmayı ifade eder.

Standartlaştırılmış Depolama Hacmi İndeksi (SRSI)

Standartlaştırılmış Depolama Hacmi İndeksi (Standardized Reservoir Supply Index-SRSI) yöntemi Gusyev (2015) tarafından geliştirilmiş olup rezervuar kuraklıklarını sistematik olarak analiz etmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu indekste aylık ortalama rezervuar hacimlerinin standartlaştırılmış gamma olasılık dağılımları kullanılarak Standartlaştırılmış Yağış İndeksine benzer şekilde hesaplanır. Kullanımı kolay olmasının yanı sıra en önemli eksikliği buharlaşma verilerini hesaba katmamasıdır (Svoboda ve Fuchs, 2016).

Standartlaştırılmış Depolama Hacmi İndeksi belirlenen bir zaman dilimindeki depolama hacminin ortalama depolamadan farkının standart sapmaya bölünmesiyle elde edilir. Bu indeksin değerlendirilmesinde kullanılan sınıf aralıkları ise Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile aynıdır.

$$SRSI = \frac{X_i - \bar{X}_i}{\sigma} \quad (3.25)$$

Burada,

SRSI, Standartlaştırılmış Depolama Hacmi İndeksi, j zaman ölçeği, xj mevcut aylık depolama hacmi, σ standart sapma ve $\bar{X}_i$ ortalama aylık depolama hacmini ifade eder.

3.2.3.2. Uydu Bazlı Kuraklık Analizleri

Çalışmada Eğirdir Gölü havzasının Landsat ve MODIS uydu görüntüleri tabanlı kuraklık indeksleri kullanılarak kuraklık analizleri gerçekleştirilmiştir. Landsat ve MODIS uydu görüntülerine ait genel özellikler Bölüm 3.2.2.'de verilmiştir.

Aşağıda kullanılan kuraklık indeksleri ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI)

NDVI genellikle belirli bir bölgede kuraklığı izlemek, tarımsal üretimi tahmin etmek, tehlikeli yangın bölgelerinin tahmin edilmesine yardımcı olmak ve çöl ihlallerinin haritasını çıkarmak için kullanılmaktadır. Landsat uydu görüntüsünde kırmızı ve yakın kızılötesi bantların yansıtma oranı kullanılarak Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) hesaplanmaktadır. Kırmızı, Landsat 4, 5 ve 7 için üçüncü bant iken, Landsat 8 için dördüncü banttır. Kızılötesi, Landsat 4, 5 ve 7 için 4 numaralı bant iken, Landsat 8 için bant 5'tir. Sonuç olarak, NDVI aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$NDVI = Red - NIR / Red + NIR \quad (3.25)$$

Burada, NIR Yakın kızılötesi bandın piksel değerleri ve Red ise kırmızı bandın piksel değerlerini ifade eder.

MODIS uydu görüntülerinde ise bir multispektral tarama veri setinden iki bandın kontrastından, kırmızı bantta pigment klorofil absorpsiyonlarından ve yakın kızılötesi (NIR) bantta bitki materyallerinin yüksek yansıtıcılığından yararlanılmaktadır (Ghaleb vd., 2015). Modis uydu görüntüleri ile kullanılan NDVI eşitliği aşağıdaki gibidir:

$$NDVI = IR - R / IR + R \quad (3.26)$$

Burada, IR kızılötesi bandın piksel değerleri ve R ise kırmızı bandın piksel değerlerini ifade eder.

NDVI değerleri -1 ile 1 arasında değişmektedir. Negatif değerler çoğunlukla bulutlardan, kardan, sudan üretilir ve sıfıra yakın değerler genellikle kaya ve çıplak topraktan üretilir. Kaya ortamların bitki örtüsüz alanları, kar veya kuma karşılık gelen çok düşük NDVI değerlerine (0.1 ve altı) sahiptir. Çalı ve otlaklar orta değerlere (0,2 ila 0,3) sahipken, yüksek değerler (0,6 ila 0,8) tropikal yağmur ormanlarını ve ılımanlığı göstermektedir (Yadav ve Borana, 2019).

Bitki Örtüsü Durum İndeksi (VCI)

VCI, Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) veri kümelerine dayanmaktadır. Landsat ve MODIS uygu görüntüleri ile yapılan çalışmalarda, Bitki Örtüsü Durum Endeksi (VCI) aşağıdaki denklem kullanılarak geliştirilmiştir [Ghaleb vd., 2015].

$$VCI = 100 \times (NDVI_a - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \quad (3.27)$$

Burada, NDVI_a mevcut ayın NDVI değerini temsil ederken, NDVI_{min} ve NDVI_{max}, gözlem süresi boyunca sırasıyla minimum ve maksimum NDVI değerlerini ifade etmektedir (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10. Bitki Örtüsü Durum İndeksi Kuraklık Sınıflaması

Kuraklık	Değer
Aşırı	<10
şiddetli	10-20
Orta	20-30
Hafif	30-40
Yok	≥40

Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI)

Landsat ve MODIS uydu görüntüleri kullanılarak hesaplanan Gelişmiş bitki örtüsü indeksi (EVI), bitki örtüsü durumunun bir göstergesidir ve gölgelik klorofil içeriği, yaprak alanı indeksi, mimari ve morfolojiye duyarlıdır (Huete vd., 2002). EVI, yüksek biyokütle bölgelerinde doğun hale gelen ve atmosferik etkilere ve toprak arka plan etkilerine maruz kalabilen normalize edilmiş farklı

bitki örtüsü indeksinin (NDVI) bir uzantısı olarak geliştirilmiştir (Huete vd., 2002). Yüksek biyokütle alanlarında bu geliştirilmiş duyarlılık nedeniyle bitki örtüsü üzerindeki kuraklığın etkilerini değerlendirmek için NDVI yerine EVI yöntemi tercih edilmektedir. EVI aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$EVI=2.5 \times ((NIR-RED)/(NIR+6 \times RED-7.5 \times BLUE+1)) \quad (3.28)$$

NIR yakın kızılötesi banttır (bant 4, 0,77–0,9 µm), RED kırmızı banttır (bant 3, 0,63–0,69 µm) ve BLUE mavi banttır (bant 1, 0,45–0,52 µm). Daha yüksek EVI değerleri, daha yüksek biyokütle, fotosentetik oranlar ve yeşilliği göstermektedir ve kuraklığı işaret eden ortalamaya göre düşük olan EVI değerleri, yeşillik ve fotosentezde bir azalmanın göstergesidir (Caccamo vd., 2011).

Bitki Sağlığı İndeksi (Vegetation Health Index - VHI)

Tarımsal kuraklığın konumsal olarak izlenmesinde en etkili yöntemlerden bir tanesi de uydu görüntüleridir (Kanellou vd., 2008). Uydu görüntülerinin genellikle kırmızı ve yakın-kızılötesi bantlarına uygulanan çeşitli bitki örtüsü indeksleri yardımıyla, bitkilerin durumları değerlendirilmektedir.

Kuraklıkların zamansal ve konumsal değişimlerinin izlenmesinde yaygın olarak kullanılan Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi yapılan analizlerinde yüzey sıcaklıklarının da (LST) kullanılmasıyla indekslerin performanslarını arttırmaktadır (Kogan,1995; Karnieli vd., 2006; Cai vd.,2010). Bitki Sağlığı İndeksi (Kogan, 1995: Kogan 1997) tarafından geliştirilmiş olup Bitki Durum İndeksi (Vegetation Condition Index-VCI) ile Termal Durum İndekslerinin (Temperature Condition Index-TCI) bileşkesi niteliğindedir. Dolayısıyla öncelikle arazi yüzey sıcaklığı hesaplandıktan sonra belirlenen Termal Durum İndeksi verileri ile NDVI değerleri kullanılarak hesaplanan Bitki Durum İndeksi verileri elde edilerek Bitki Sağlığı İndeks değerleri belirlenir.

Bitki Durum İndeksinin belirlenebilmesi için öncelikle termal bandın yansıma değerleri radyansa ve radyans değerleri ise parlaklık sıcaklıklarına (brightness temperature) arazi yüzey sıcaklıkları belirlenmelidir. Parlaklık değerlerinin spektral radyans değerlerine dönüştürülmesi için verilen aşağıdaki denklem kullanılır (Şener, 2016).

$$L_{\lambda} = \frac{(L_{max\lambda} - L_{min\lambda})}{(Qcal_{max} - Qcal_{min})} * ((Qcal - Qcal_{min}) + (L_{min\lambda})) \quad (3.29)$$

Burada, L_{λ} : spektral radyans değerleri (Watts/(m²*sr*µm)), $L_{max\lambda}$: $Qcal_{max}$ 'a göre ölçeklendirilen spektral radyans değerleri, $L_{min\lambda}$: $Qcal_{min}$ 'e göre ölçeklendirilen spektral radyans değerleri, $Qcal_{min}$: Kalibre edilmiş minimum piksel değerleri, $Qcal$: Kalibre edilmiş piksel değerleri ve $Qcal_{max}$: Kalibre edilmiş maksimum piksel değerlerini ifade etmektedir.

$$T = \frac{K_2}{\ln \frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1} \quad (3.30)$$

Burada; T : Parlaklık Sıcaklığı (K), L_{λ} : spektral radyans değerleri (Watts/(m²*sr*µm), K_1 : Landat 8 uydusunun birinci termal dönüşüm sabitini, K_2 : Landat 8 uydusunun ikinci termal dönüşüm sabitini ifade etmektedir (USGS, 2013).

$$LST_c = LST_k - 273.15 \quad (3.31)$$

Burada, LST_c : Arazi Yüzey Sıcaklığı (°C), LST_k ise Arazi Yüzey Sıcaklığı'nı (Kelvin) ifade eder.

$$TCI = \frac{(LST_{max} - LST_a)}{(LST_{max} + LST_{min})} \times 100 \quad (3.32)$$

Burada, TCI: Termal Durum İndeksi, LST_{max} : En yüksek arazi yüzey sıcaklığı, LST_{min} , En düşük arazi yüzey sıcaklığını LST_a ise her bir piksele ait yüzey sıcaklığını ifade eder.

$$VCI = \frac{(NDVI_a - NDVI_{min})}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})} \times 100 \quad (3.33)$$

Burada VCI, Bitki Durum İndeksi, $NDVI_{maks}$ en büyük NDVI değerini, $NDVI_{min}$ en küçük NDVI değerini ve $NDVI_a$ ise her bir pikselin NDVI değerini ifade eder.

$$VHI = \alpha VCI + (1 - \alpha) TCI \quad (3.34)$$

Burada VHI: Bitki Sağlığı İndeksi, VCI: Bitki Durum İndeksi, TCI: Termal Durum İndeksi ve α ise her bir parametrenin genel bitki örtüsü sağlığına katkı katsayısını ifade eder. Bitki Sağlığı İndeks değerleri kullanılarak tarımsal değerlendirmesi VCI ve TCI indeklerinde olduğu gibi Aşırı Kurak, Şiddetli Kurak, Orta Kurak, Hafif Kurak ve Kuraklık Yok, olmak üzere 5 farklı sınıfta yapılmaktadır (Çizelge 3.11; Kogan, 2001)

Çizelge 3.11. Bitki Sağlığı İndeksine göre Tarımsal Kuraklık Sınıflaması (Kogan, 2001)

Bitki Sağlığı İndeks (VHI) Değeri	Tarımsal Kuraklık Sınıfı
<10	Aşırı Kurak
20-30	Şiddetli Kurak
30-40	Orta Kurak
<40	Mild Kurak
	Kuraklık Yok

3.2.4. Göl Seviye Değişimlerinin İzlenmesi

Bu çalışma kapsamında Eğirdir Gölü çevresinde belirlenen pilot bölgelerde yapılan otonom uçuşlar ile elde edilen verilerin fotogrametrik değerlendirmesi ile yüksek çözünürlüklü ortofoto haritalar üretilmiştir. Eğirdir Gölü'nün su seviyesindeki değişimlerin ve buna bağlı olarak kıyı kenar çizgisindeki mekânsal değişimlerin incelenebilmesi amacıyla yüksek çözünürlüklü Worldview-2 uydu görüntüleri ile İnsansız Hava Araçları kullanılarak elde edilen ortofoto görüntüler kullanılmıştır. Worldview uydu görüntülerine ait genel bilgiler Bölüm 3.2.3. de

verilmiştir. İnsansız hava araçlarına ait ayrıntılı özellikler ise aşağıda sunulmaktadır.

3.2.4.1. İnsansız Hava Araçları

Günümüzün en önemli yenilikçi teknolojilerinden olan insansız hava araçlarının (İHA) kullanımı son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Özellikle üzerinde barındırdığı otonom sistemler, faydalı yük taşıma kapasiteleri, motor teknolojileri, uzak mesafelerden veri aktarım teknolojileri, taşıdığı çeşitli sensörler ve bu sensörler tarafından toplanılan verilerin yapay zeka teknolojileri tarafından kullanımı ile insansız hava araçları hayatımızın her alanında yoğun olarak kullanılmaktadır (Şener, 2019).

İnsansız Hava Araçlarına üzerinde barındırabildikleri yüksek çözünürlüklü görsel ve multispektral kameralar ile birlikte lidar sensörler ile çok hızlı, pratik ve düşük maliyetli veriler elde edilebilmektedir. Bunun yanı sıra insansız hava araçlarına entegre edilen GNSS alıcıları ile çeşitli mühendislik projelerinde kullanılmak üzere konumsal hassasiyeti çok daha fazla olan verilerin elde edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında DJI Phantom 4 RTK insansız hava aracı kullanılmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. GNSS alıcılı DJI Phantom 4 RTK İnsansız Hava Aracı
(<https://www.dji.com>)

DJI Phantom 4 RTK insansız hava arazi üzerinde bulundurduğu 20 megapiksel çözünürlüğündeki CMOS sensörü ve mekanik deklanşörü ile 100 m. yükseklikten yapılan otonom uçuşlardan yaklaşık 2.74 cm yer örneklem çözünürlüğünde ortofoto üretilmesine olanak sağlamaktadır (Çizelge 3.12).

3.2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri

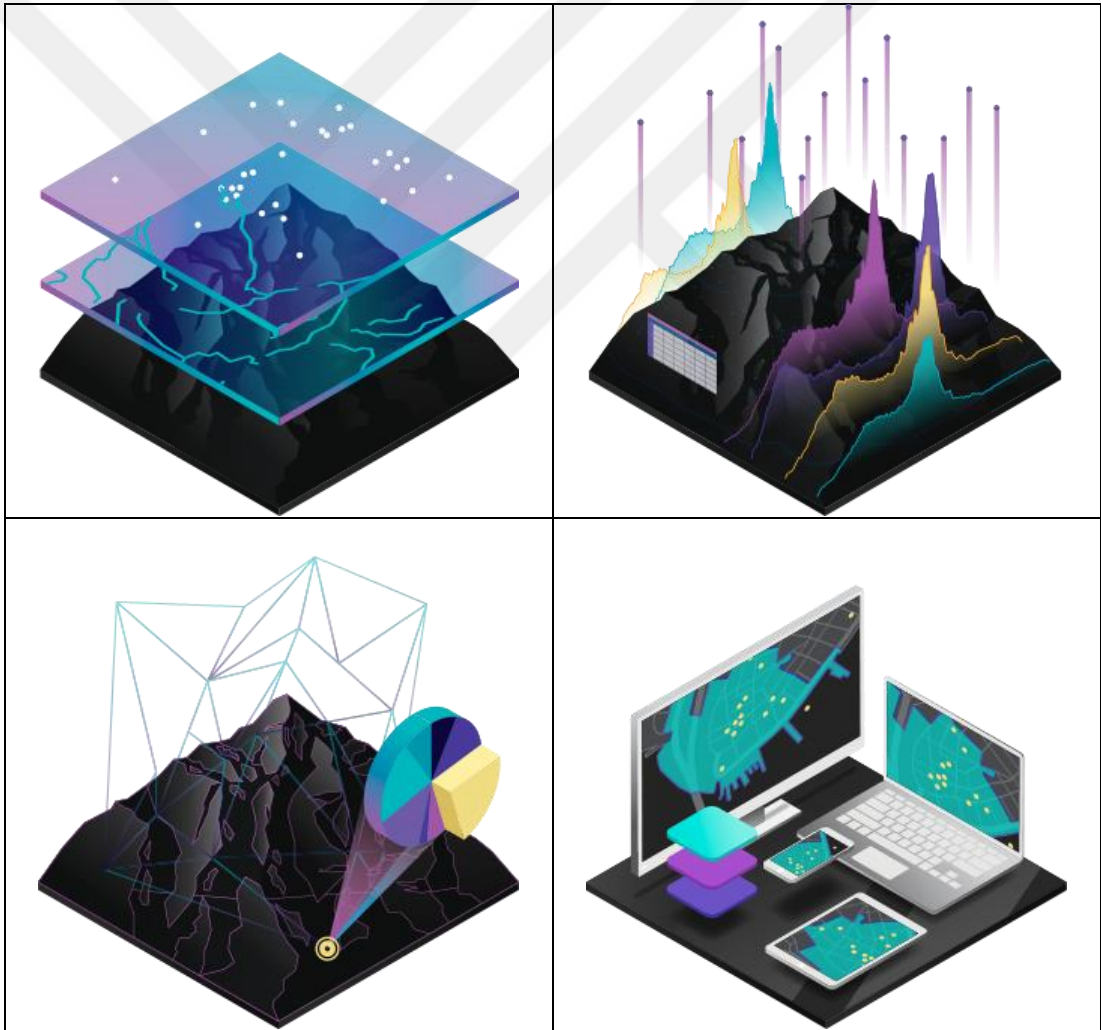
Çalışma kapsamında yapılan tüm kuraklık analizleri ile birlikte hidrolojik modelleme çalışmaları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında gerçekleştirilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), yeryüzünde konuma bağlı herhangi bir verinin toplanması, saklanması, analiz edilmesi, kullanıcıya sunulması gibi işlevleri bütünleştiren bir bilgi sistemidir (Şekil 3.16: <https://www.esri.com.tr>).

Çizelge 3.12. DJI Phantom 4 RTK insansız hava aracının teknik özellikleri (<https://www.dji.com>)

Kalkış Ağırlığı	1391 gr.
Maksimum Yükselme Hızı	6 m / s (otomatik uçuş); 5 m / s (manuel kontrol)
Maksimum İniş Hızı	3 m / s
Maksimum Hız	P modu : 50 km / saat - A modu 58 km / saat
Maksimum Uçuş Süresi	30 dakika (yaklaşık)
Çalışma Sıcaklığı	0- 40 ° C / 32 ° - 104 ° F
Çalışma Frekansı	2.400 GHz - 2.483 GHz (Avrupa, Japonya, Kore) 5.725 GHz - 5.850 GHz (Amerika Birleşik Devletleri, Çin)
Kamera	1" CMOS Sensör: 20 megapiksel efektif piksel
Lens	FOV 84 ° ; 8.8 mm / 24 mm
ISO Aralığı	Video: 100-3200 (Otomatik) 100-6400 (Manuel) Fotoğraf: 100-3200 (Otomatik) 100-12800 (Manuel)
Maksimum Görüntü Boyutu	4864 × 3648 piksel (4: 3) ; 5472 × 3648 piksel (3: 2)
GNSS Modülü	GPS, GLONASS, Galileo
Konumlandırma Doğruluğu	Dikey 1,5 cm + 1 ppm (RMS / Yatay 1 cm + 1 ppm (RMS) 1 ppm

Günümüzde konuma bağılı büyük veriler kullanılarak karmaşık problemlerin çözümünde yoğun olarak kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin genel olarak 5 bileşenden oluşmaktadır. Bunlar yazılım, donanım, coğrafi veri, yetişmiş personel ve belirli bir amaca ulaşmak için kullanılan yöntemler bütünüdür (Şekil 3.17).

Başta masaüstü bilgisayarlar olmak üzere web ortamında çalışmak için tasarlanan sunucular, iş istasyonları, arazi ortamında konumsal veri toplamak için kullanılan tüm telefon, tablet ve GPS vb. mobil cihazlar donanım bileşenini oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra sayısallaştırıcı masa ve tabletler, plotter, tarayıcı ile fotoğraf makineleri ve video kameralar da önemli donanımlardandır.



Şekil 3.16. Coğrafi Bilgi Sistemleri yapısının şematik gösterimi
(<https://www.esri.com.tr>)

Özellikle günümüzün en önemli teknolojik yeniliklerinden olan insansız hava araçları da Coğrafi Bilgi Sistemlerine konumsal veri sağlayan önemli araçlardan biri haline gelmiştir.

Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri amaçlı kullanılan yazılımları açık kaynak kodlu ve ticari amaçlı olmak üzere 2 farklı kategoriye ayırmak mümkündür. Açık kaynak kodlu yazılımlar genel olarak çok daha fazla kullanıcıya hitap etmekte olup özellikle çeşitli ihtiyaçlara yönelik farklı programlama dilleri ile kod yazılarak özelleştirilebilir olmaları en büyük avantajlardandır. Açık kaynak kodlu yazılımların geliştirilme süreçlerine çoğu zaman Dünyanın birçok bölgesinden gönüllülük esasına dayalı olarak çok sayıda yazılımcının katılmasından dolayı söz konusu yazılımlar kullanıcıların talepleri doğrultusunda çok hızlı bir şekilde gelişmektedirler.



Şekil 3.17. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin temel bileşenleri (<https://www.land-infotech.com>)

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde kullanılan bir çok açık kaynak kodlu yazılım bulunmakla birlikte QGIS yazılımı bu yazılımların günümüzdeki en önemli öncüsü konumunda bulunmaktadır. Ticari amaçlı üretilen yazılımlarda ise lisans süreçlerinden dolayı genel olarak proje maliyetleri artmaktadır. Ancak bununla birlikte bu yazılımlar genel olarak daha stabil çalışmakla birlikte ve bu yazılımlar için bireysel veya kurumsal olarak teknik destek almak mümkün olmaktadır. Günümüzde ticari amaçlı üretilen ESRI, Mapinfo, Autocad, Microstation vb. yazılımlar Dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarındandır.

Normalleştirilmiş Su Fark İndeksi (NDWI)

Uydu görüntüleri kullanılarak yüzey sularının alanlarının belirlenmesine yönelik çalışmalarda genellikle Normalleştirilmiş Su Fark İndeksi (NDWI - Normalized Difference Water Index) yöntemi yoğun olarak kullanılmaktadır (Şener, 2016). Eğirdir Gölü yüzey alanında geçmişten günümüze yaşanan değişimlerin belirlenebilmesi amacıyla Normalleştirilmiş Su Fark İndeksi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI) yönteminin değiştirilmesi ile geliştirilmiştir (McFeeter, 1996).

$$NDWI = (\rho_{green} - \rho_{NIR}) / (\rho_{green} + \rho_{NIR}) \quad (3.35)$$

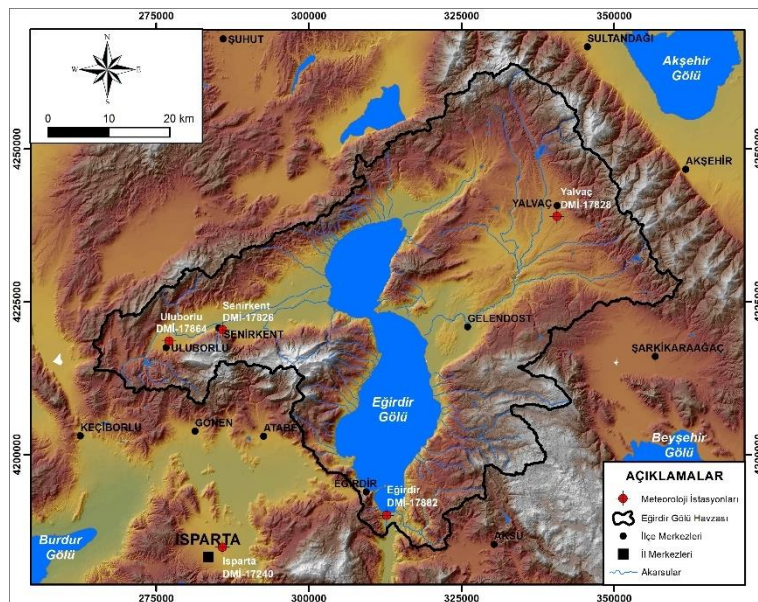
Burada (Landsat 8 uydu görüntüleri için); *NDWI* :Normalleştirilmiş Su Fark İndeksi, ρ_{NIR} : Band 5'i (yakın kızılötesi) ve ρ_{green} : Band 3'ü (yeşil) ifade etmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma kapsamında elde edilen araştırma bulguları Eğirdir Gölü havzasının iklimsel özellikleri, CANESM5, EC-EARTH3, MIROC6 ve MRI-ESM2 iklim modelleri kullanılarak elde edilen geleceğe yönelik meteorolojik parametreler, meteorolojik ve uydu bazlı kuraklık analizleri, Eğirdir Gölü seviye değişimlerinin yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve İHA verileri ile analizi olmak üzere beş ayrı başlık altında toplanmış ve ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.1. Eğirdir Gölü Havzasının İklimsel Özellikleri

Çalışma alanı Antalya Havzası içerisinde yer almakta olup İç Anadolu ve Akdeniz Bölgesi arasında geçiş iklimi özelliğine sahiptir. Bu nedenle bölgede Akdeniz iklimi ile karasal iklimin özellikleri görülmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kış ayları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Bölgenin iklim özelliklerinin ortaya konulabilmesi için çalışma alanının yakın çevresinde bulunan Devlet Meteoroloji İstasyonlarının (DMİ) uzun yıllara ait meteorolojik verileri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, Isparta (DMİ), Eğirdir (DMİ), Senirkent (DMİ), Uluborlu (DMİ) ve Yalvaç (DMİ) olmak üzere Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nce işletilen beş adet meteoroloji istasyonuna ait yağış ve sıcaklık değerleri kullanılmıştır (Şekil 4.1.)



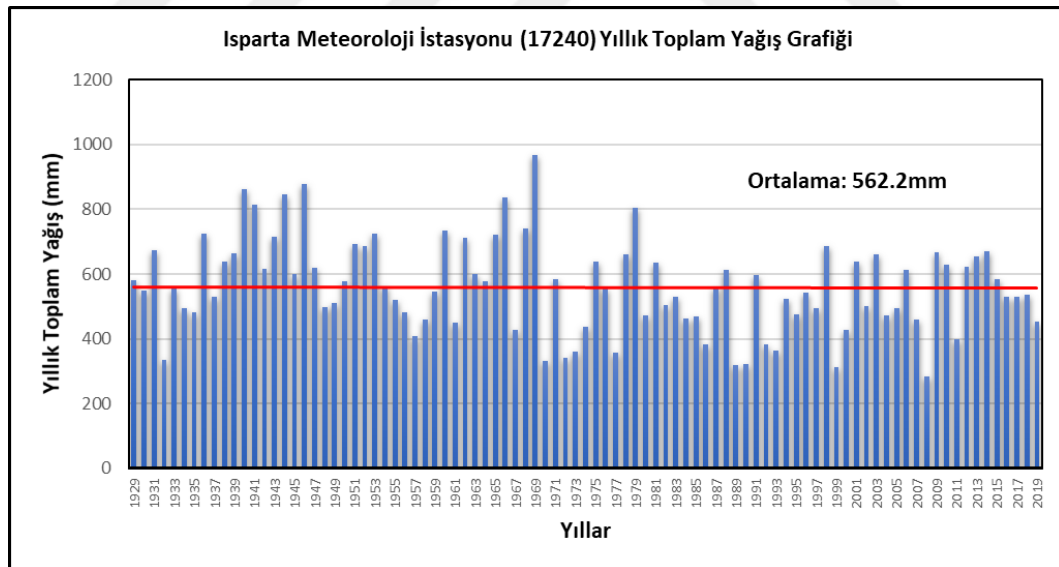
Şekil 4.1. Çalışma kapsamında kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları

4.1.1. Yağış analizi

Eğirdir Gölü havzasının yağış analizinin gerçekleştirilmesinde Isparta (DMİ), Eğirdir (DMİ), Senirkent (DMİ), Uluborlu (DMİ) ve Yalvaç (DMİ)'lerde ölçülmüş aylık toplam yağış ve yıllık yağış verileri ayrıntılı olarak incelenerek şekil ve tablolar üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca, yağış verileri kullanılarak havzaya ait aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama yağış dağılım haritaları hazırlanmış ve havzanın genel yağış durumu belirlenmiştir. Son olarak yağış verilerinin Mann Kendall Trend analizi yapılmıştır.

Isparta Meteoroloji İstasyonu

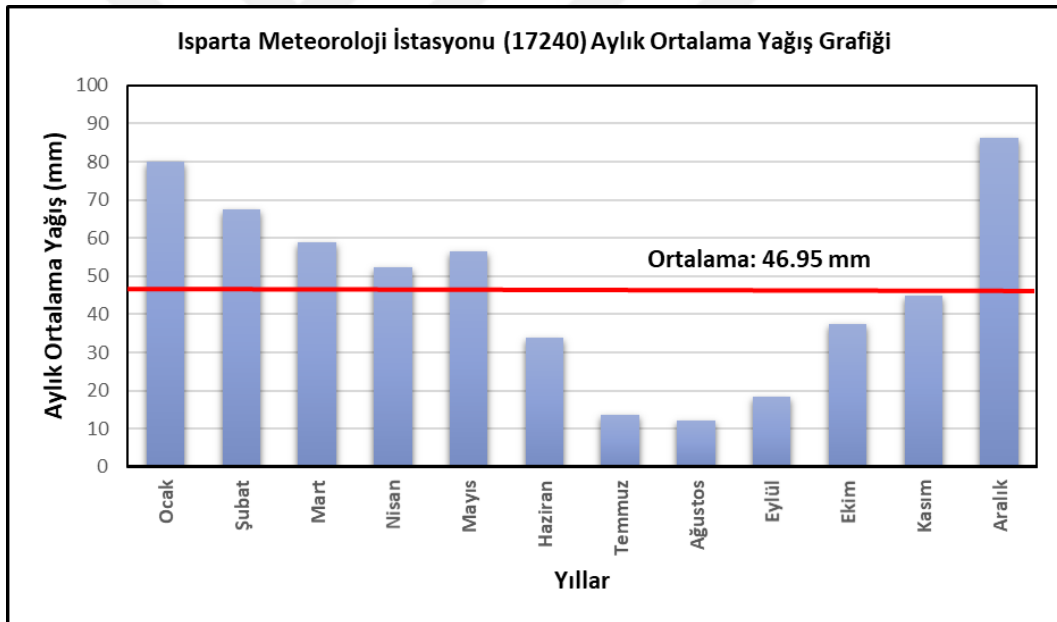
Isparta meteoroloji istasyonunda 1929-2019 yılları arasında, ölçülmüş olan 91 yıllık aylık ortalama yağış (mm) değerleri kullanılmıştır. Ayrıca, toplam yağış miktarlarının yıllara göre dağılım grafiği toplam yağış miktarları dikkate alınarak hazırlanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Isparta Meteoroloji İstasyonunda ölçülen yağış verilerinin yıllara göre dağılımı

Isparta meteoroloji istasyonu verilerine göre ortalama yıllık yağış miktarı 562.2 mm olarak ölçülmüştür. Buna göre 1954-1958 yılları arası, 1971-1979 yılları arası, 1982-1998 yılları arası, 2004–2008 yılları arası ve 2016 yılından günümüze

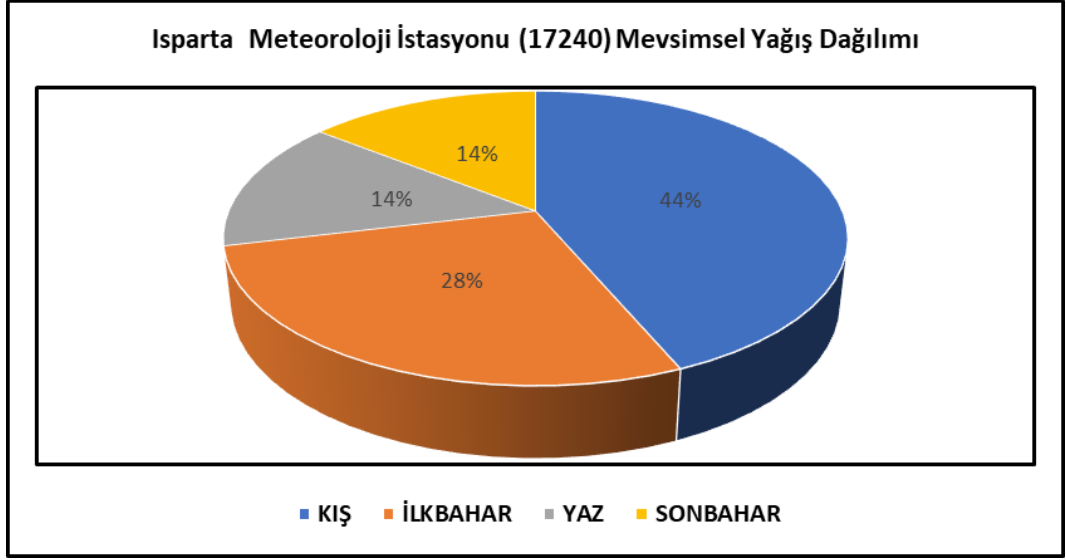
yıllık toplam yağış miktarları genel olarak ortamanın altında ölçülmüştür. 1936-1953 yılları arasında, 1960-1970 yılları arasında ve 2009-2015 yılları arasında ise ortalamanın üstünde yağış değerleri kaydedilmiştir. Ölçüm periyodu boyunca en yüksek yağış miktarı 1969 yılında 968.9 mm olarak ölçülmüştür. Isparta meteoroloji istasyonunda ölçülen 1929-2019 yıllarına ait aylık ortalama yağış değerleri ise Şekil 4.3’de verilen grafik üzerinde gösterilmiştir. Ölçülen uzun yıllar aylık yağış verilerine göre aylık ortalama yağış 46.95 mm olarak belirlenmiştir. Buna göre, en az yağış Temmuz ve Ağustos aylarında, en fazla yağış ise Ocak ve Aralık aylarında 80 mm üzerinde ölçülmüştür. Yağış değerlerinin mevsimlere göre dağılımına bakıldığında ise toplam yağış miktarının %44’ü kış aylarında, %28’i ilkbahar aylarında, %14’ü sonbahar aylarında, %14’ü ise yaz aylarında gerçekleşmektedir (Şekil 4.4).



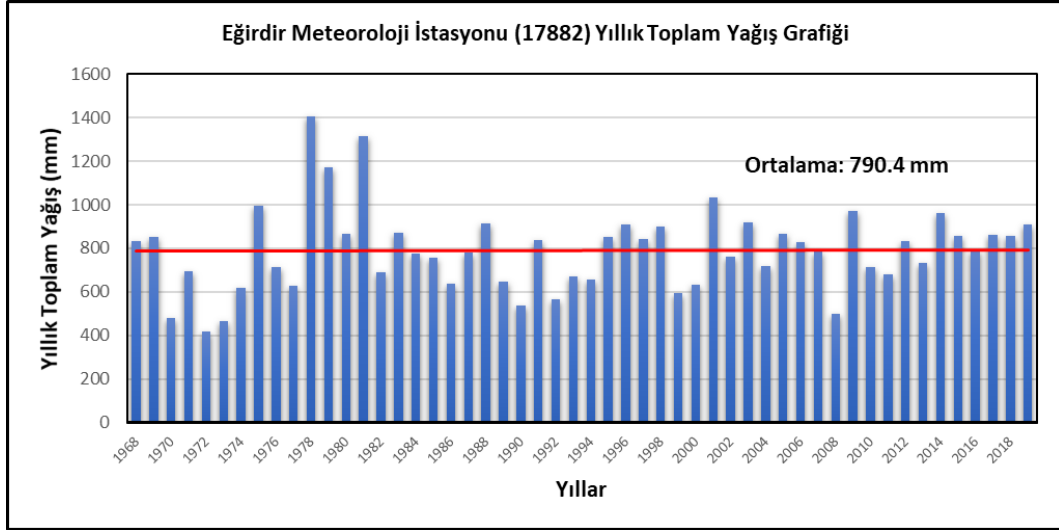
Şekil 4.3. Isparta Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı

Eğirdir Meteoroloji İstasyonu

Eğirdir meteoroloji istasyonunda 1968-2019 yılları arasında 52 yıllık aylık ortalama yağış (mm) değerlerinden yararlanılarak hesaplanan toplam yağış miktarlarının yıllara göre dağılım grafiği Şekil 4.5.’de verilmiştir.



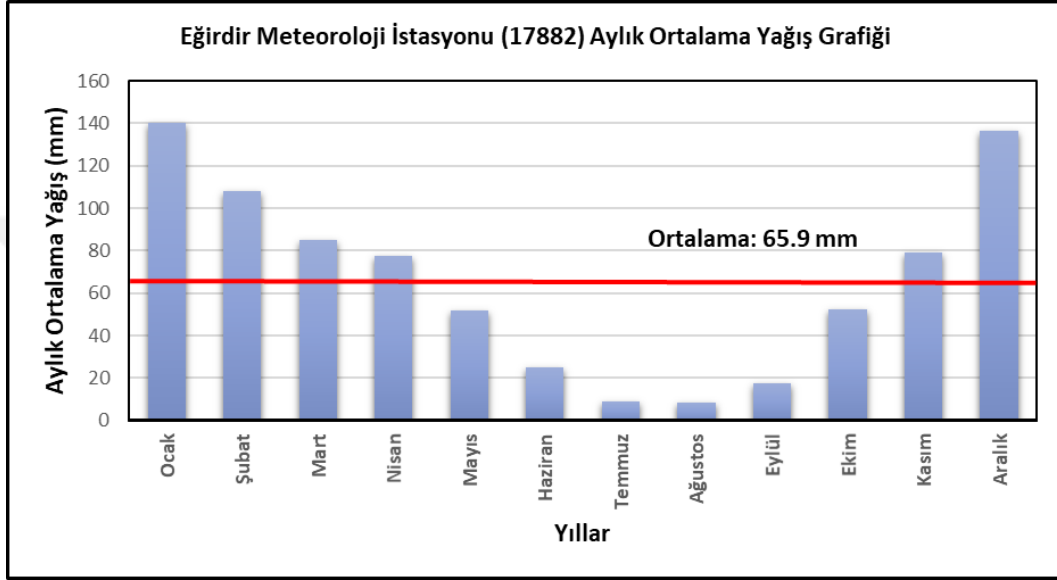
Şekil 4.4. Isparta Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı



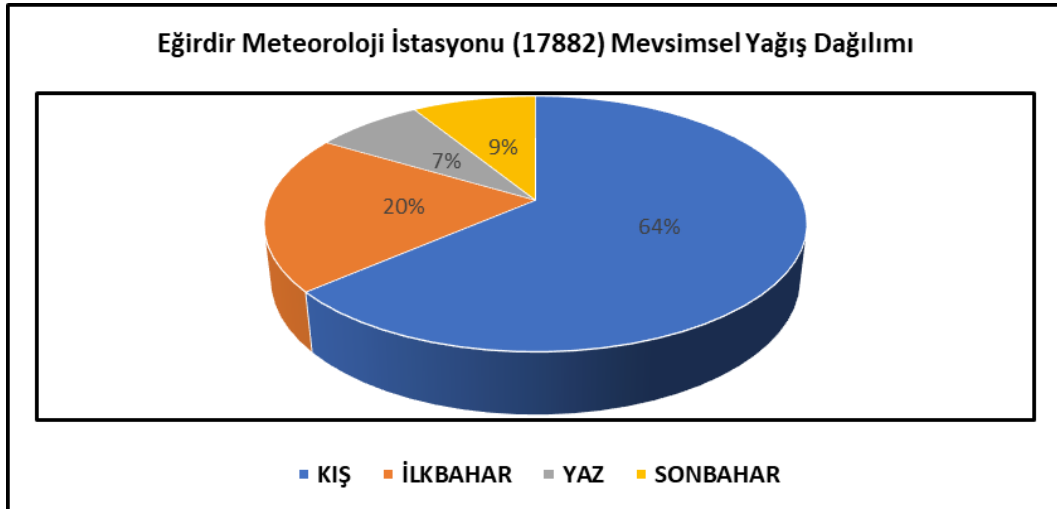
Şekil 4.5. Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda ölçülen yağış verilerinin yıllara göre dağılımı

Eğirdir meteoroloji istasyonu verilerine göre ortalama yıllık yağış miktarı 790.4 mm olarak ölçülmüştür. Buna göre yıllık yağış miktarı 1978-1983 yılları arasında, 1995-2009 yılları arasında ve 2014 -2019 yılları arasında ortalamanın üstünde ölçülmüştür. 1989, 1990, 1992, 1999, 2000, 2008, 2011, 2013 ve 2014 yıllarında ortalamanın altında yağış değerleri kaydedilmiştir. 52 yıllık ölçüm periyodunun en yüksek yağış miktarı 1978 yılında 1404.7 mm olarak ölçülmüştür. Eğirdir meteoroloji istasyonunda ölçülen aylık ortalama yağış değerleri ise Şekil 4.6'da verilen grafik üzerinde gösterilmiştir. Ölçülen uzun

yıllar aylık yağış verilerine göre aylık ortalama yağış 65.9 mm olarak belirlenmiştir. Buna göre, en az yağış Temmuz ve Ağustos aylarında 10 mm altında, en fazla yağış ise Ocak ayında 140 mm olarak ölçülmüştür. Yağış değerlerinin mevsimlere göre dağılımına göre toplam yağış miktarının %64'ü kış aylarında, %20'si ilkbahar aylarında, %9'u sonbahar aylarında, %7'si ise yaz aylarında gerçekleşmiştir (Şekil 4.7).



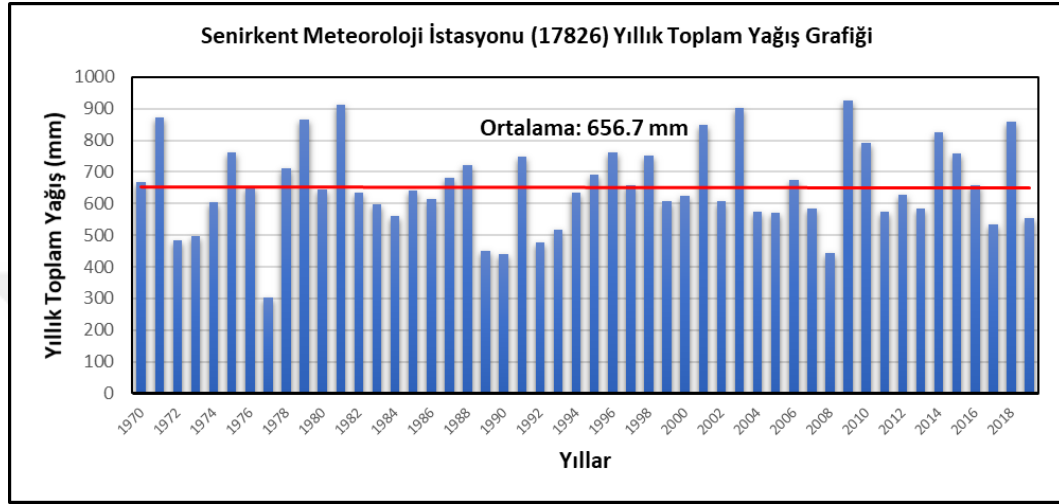
Şekil 4.6. Eğirdir Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı



Şekil 4.7. Eğirdir Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı

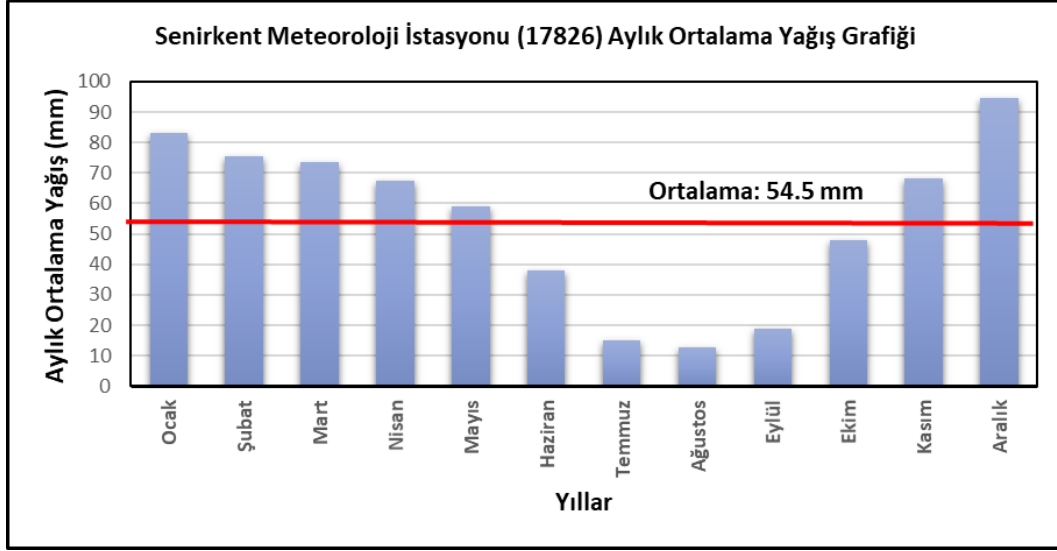
Senirkent Meteoroloji İstasyonu

Senirkent meteoroloji istasyonunda 1970-2019 yılları arasında 50 yıllık aylık ortalama yağış (mm) değerlerinden yararlanılarak hesaplanan toplam yağış miktarlarının yıllara göre dağılım grafiği Şekil 4.8’de verilmiştir.

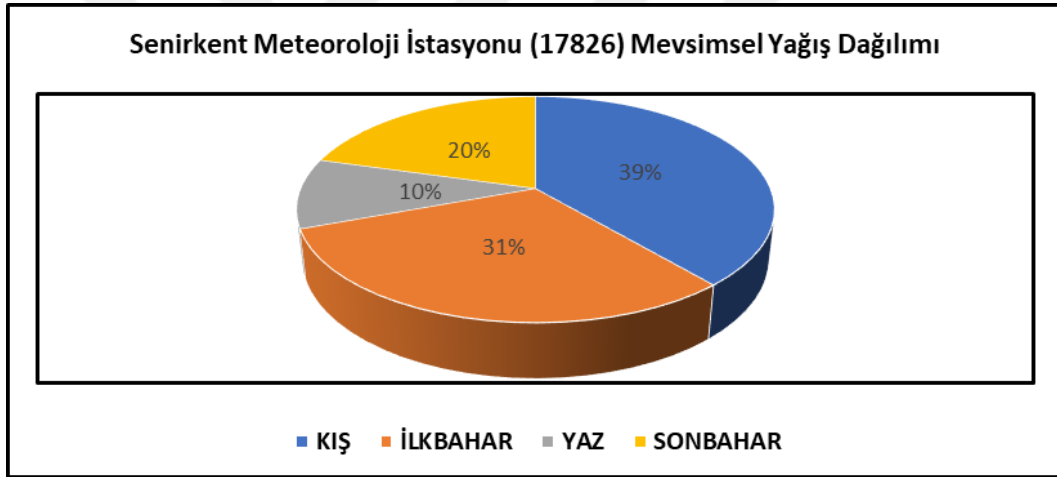


Şekil 4.8. Senirkent Meteoroloji İstasyonunda ölçülen yağış verilerinin yıllara göre dağılımı

Senirkent meteoroloji istasyonu verilerine göre ortalama yıllık yağış miktarı 656.7 mm olarak ölçülmüştür. Buna göre yıllık yağış miktarı 1978-1981 yılları arasında, 1995-2003 yılları arasında ve 2009, 2010, 2014, 2015, 2016 ve 2018 yıllarında ortalamanın üstünde ölçülmüştür. 2004, 2005, 2007, 2008, 2011, 2012, 2013, 2017 ve 2019 yıllarında ortalamanın altında yağış değerleri ölçülmüştür. Ölçüm periyodunun en yüksek yağış miktarı 2009 yılında 926.2 mm olarak ölçülmüştür. Senirkent meteoroloji istasyonunda ölçülen aylık ortalama yağış değerleri Şekil 4.9’da verilen grafik üzerinde gösterilmiştir. Ölçülen uzun yıllar aylık yağış verilerine göre hesaplanan aylık ortalama yağış 54.5 mm olarak belirlenmiştir. Buna göre, en az yağış Ağustos ayında, en fazla yağış ise Ocak ayında 83,09 mm olarak ölçülmüştür. Yağış değerlerinin mevsimlere göre dağılımına göre toplam yağış miktarının %39’u kış aylarında, %31’i ilkbahar aylarında, %20’si sonbahar aylarında, %10’u ise yaz aylarında gerçekleşmiştir (Şekil 4.10).



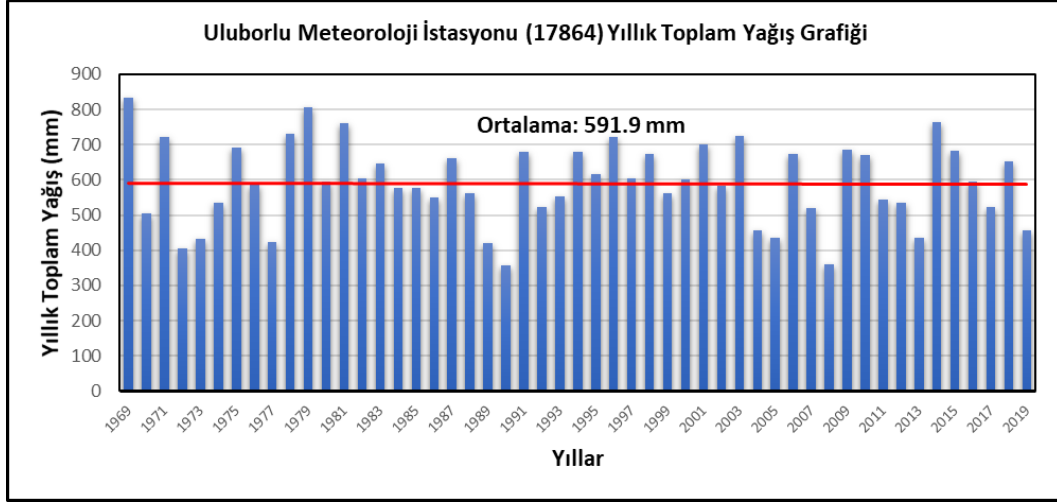
Şekil 4.9. Senirkent Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı



Şekil 4.10. Senirkent Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı

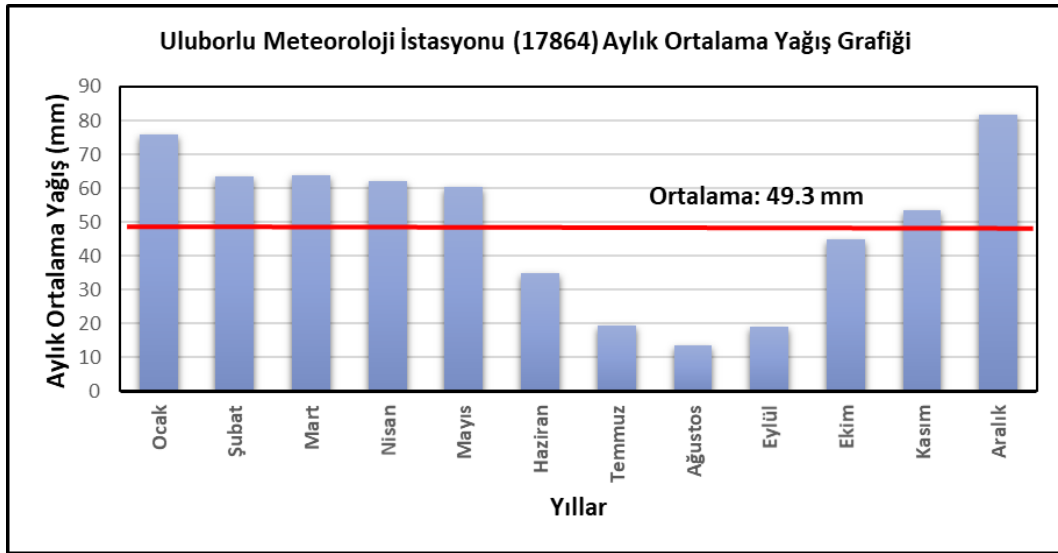
Uluborlu Meteoroloji İstasyonu

Uluborlu meteoroloji istasyonunda 1969-2019 yılları arasında 51 yıllık aylık ortalama yağış (mm) değerlerinden yararlanılarak hesaplanan toplam yağış miktarlarının yıllara göre dağılım grafiği Şekil 4.11’de verilmiştir. Uluborlu meteoroloji istasyonu verilerine göre ortalama yıllık yağış miktarı 591.9 mm olarak ölçülmüştür. Buna göre yıllık yağış miktarı 1984-1990 yılları arasında, 2004, 2005, 2007, 2008, 2011, 2012, 2013, 2017 ve 2019 yıllarında ortalamanın altında ölçülmüştür.



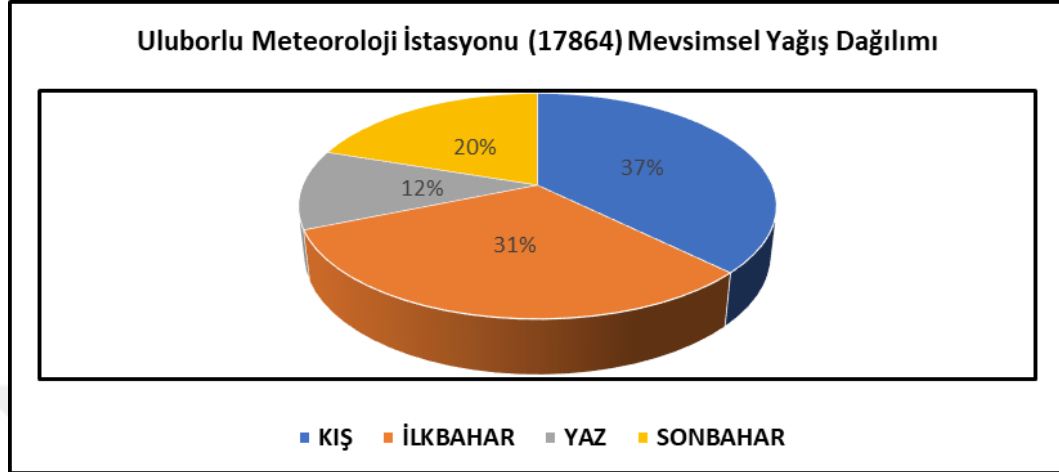
Şekil 4.11. Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda ölçülen yağış verilerinin yıllara göre dağılımı

2003, 2006, 2009, 2010, 2014, 2015, 2016 ve 2018 yıllarında ise ortalamanın üstünde yağış değerleri ölçülmüştür. Ölçüm periyodunun en yüksek yağış miktarı 1969, 1979 ve 2014 yıllarında kaydedilmiştir. Uluborlu meteoroloji istasyonunda ölçülen aylık ortalama yağış değerleri Şekil 4.12’de verilen grafik üzerinde gösterilmiştir. Ölçülen uzun yıllar aylık yağış verilerine göre hesaplanan aylık ortalama yağış 49.3 mm olarak belirlenmiştir. Buna göre, en az yağış Ağustos ayında, en fazla yağış ise Aralık ayında ölçülmüştür.



Şekil 4.12. Uluborlu Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı

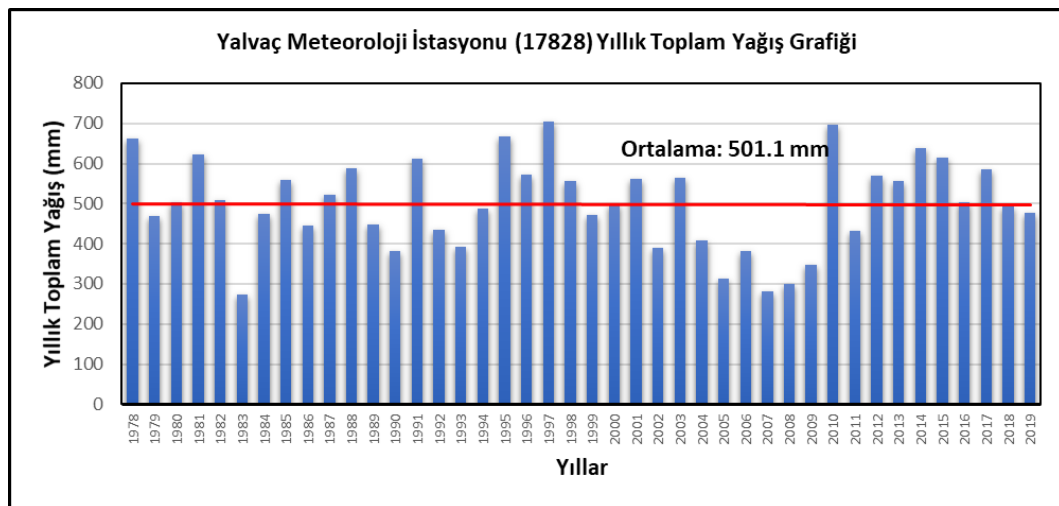
Yağış değerlerinin mevsimlere göre dağılımına göre toplam yağış miktarının %37'si kış aylarında, %31'i ilkbahar aylarında, %20'si sonbahar aylarında, %12'si ise yaz aylarında gerçekleşmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Uluborlu Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı

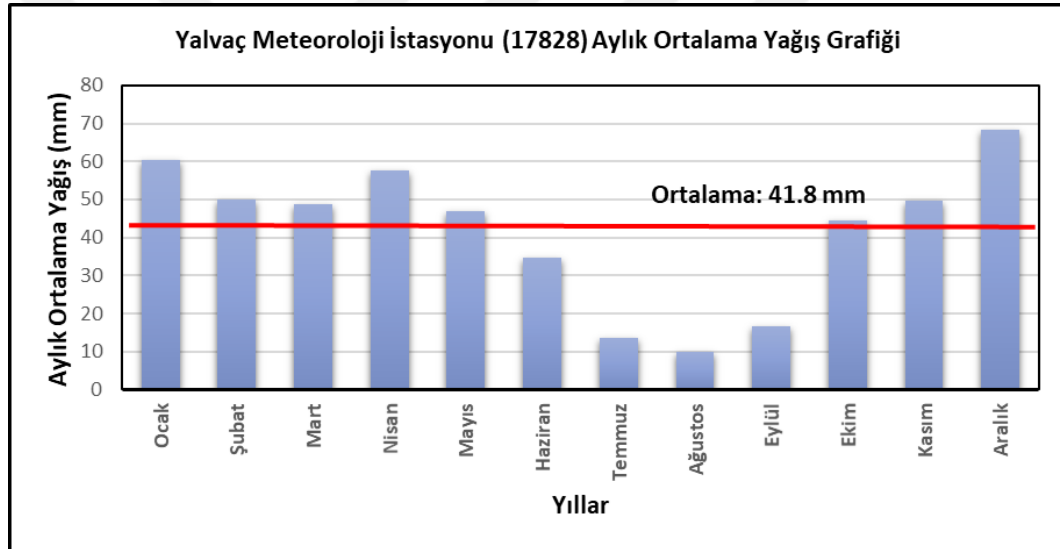
Yalvaç Meteoroloji İstasyonu

Yalvaç meteoroloji istasyonunda 1978-2019 yılları arasında 42 yıllık aylık ortalama yağış (mm) verilerinden yararlanılarak hesaplanan toplam yağış miktarlarının yıllara göre dağılım grafiği Şekil 4.14'de verilmiştir.



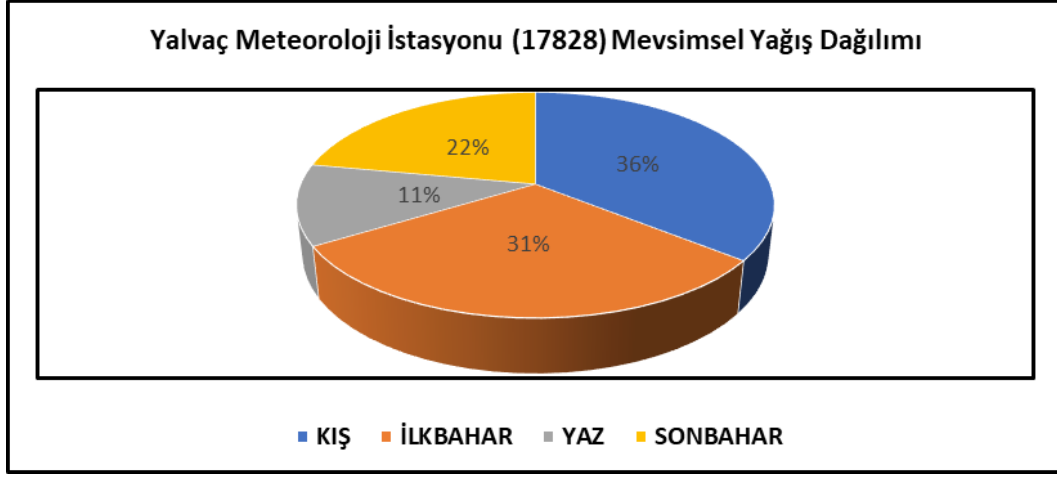
Şekil 4.14. Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda ölçülen yağış verilerinin yıllara göre dağılımı

Yalvaç meteoroloji istasyonu verilerine göre ortalama yıllık yağış miktarı **505.1** mm olarak ölçülmüştür. Buna göre yıllık yağış miktarı 1983, 1984, 1986 yıllarında, 1992-1994 yılları arasında, 1999, 2002 yıllarında, 2005-2009 yılları arasında, 2011, 2018 ve 2019 yıllarında ortalamanın altında ölçülmüştür. 2012-2017 yılları arasında ve 2011 yılında ise oldukça yüksek miktarda yağışlar kaydedilmiştir. Ölçüm periyodunun en yüksek yağış miktarı 705,8 mm ile 1997 yılında ve 697,8 mm ile 2010 yılında kaydedilmiştir. Yalvaç meteoroloji istasyonunda ölçülen aylık ortalama yağış değerleri Şekil 4.15’de verilen grafik üzerinde gösterilmiştir. Ölçülen uzun yıllar aylık yağış verilerine göre hesaplanan aylık ortalama yağış 41.8 mm olarak belirlenmiştir. Buna göre, en az yağış Ağustos ayında, en fazla yağış ise Aralık ayında ölçülmüştür.



Şekil 4.15. Yalvaç Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama yağış dağılımı

Yağış değerlerinin mevsimlere göre dağılımına göre toplam yağış miktarının %36’sı kış aylarında, %31’i ilkbahar aylarında, %22’si sonbahar aylarında, %11’i ise yaz aylarında gerçekleşmiştir (Şekil 4.16).



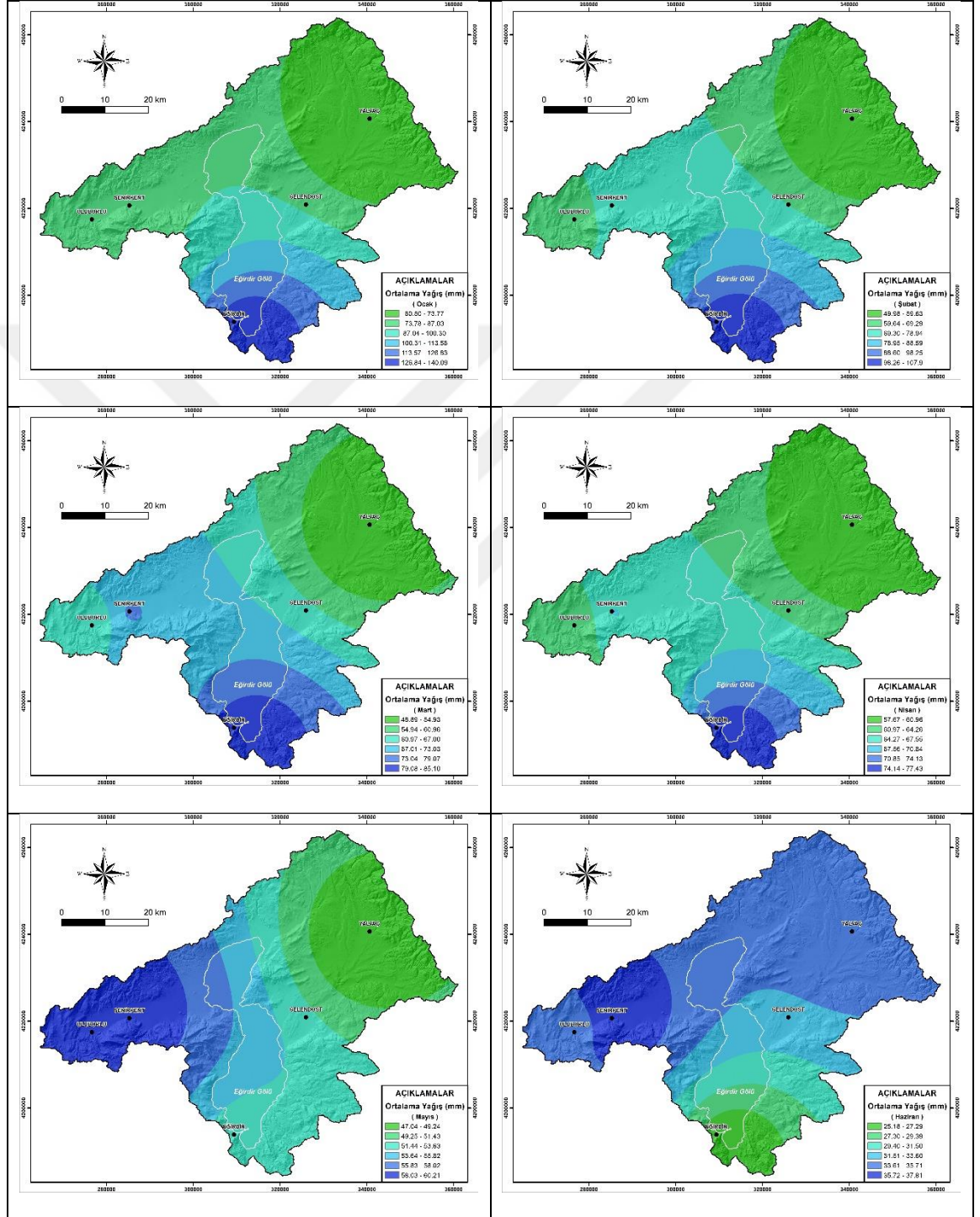
Şekil 4.16. Yalvaç Meteoroloji İstasyonu mevsimsel yağış dağılımı

4.1.1.1. Havzanın genel yağış değerlendirmesi

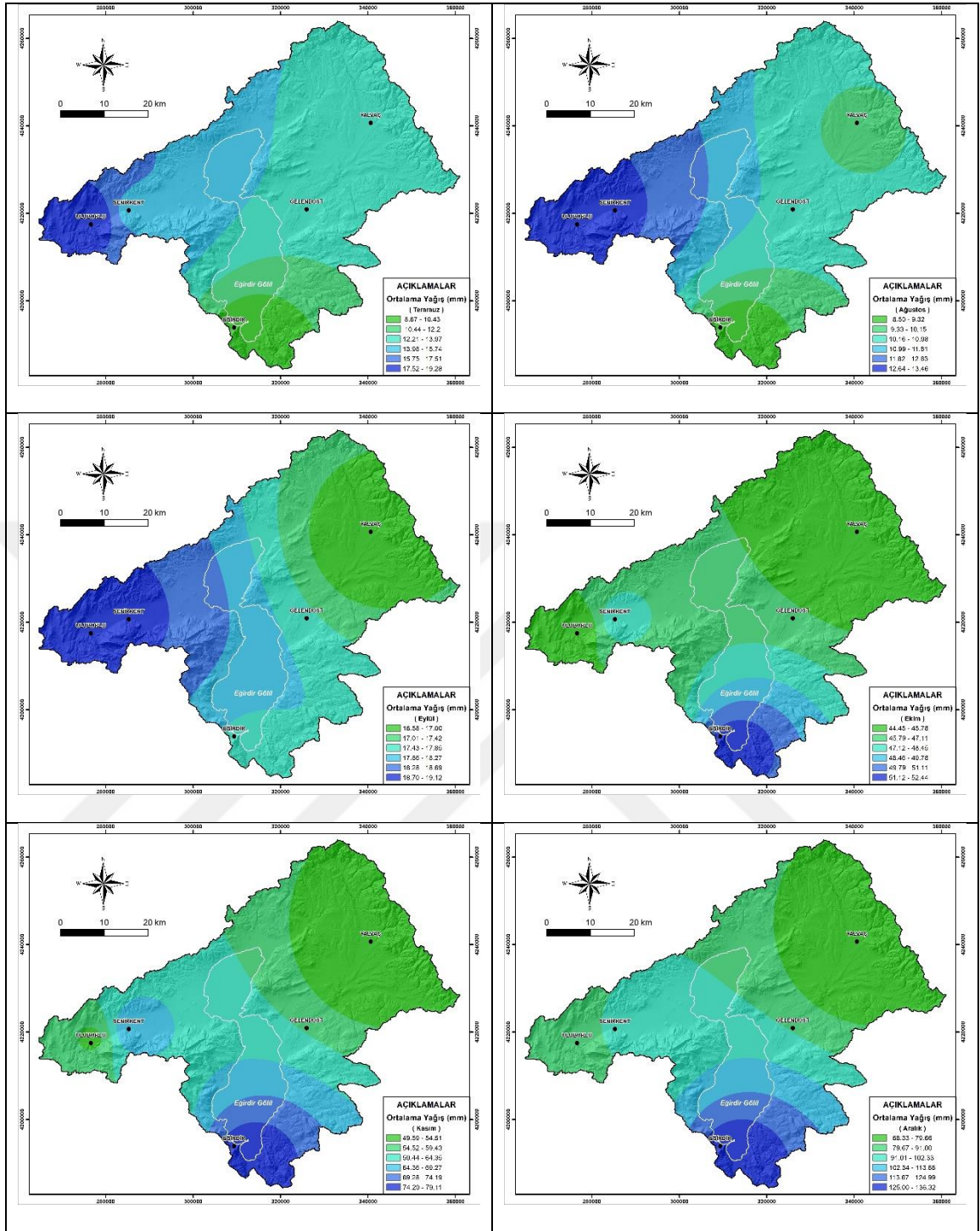
Eğirdir Gölü Havzası'nın yağış durumu genel olarak değerlendirildiğinde; havza içerisinde ve çevresinde yeralan ve ayrıntılı olarak analizi yapılan meteoroloji istasyonlarında belirlenen yıllık ortalama yağış miktarları 790,4 mm ile 501,1 mm arasında değişmektedir. Söz konusu meteoroloji istasyonlarına ait yağış verilerine göre hesaplanan aylık ortalama değerleri ise 65,9 mm ile 41,8 mm arasındadır.

Yağışın aylara ve mevsimlere göre havza üzerindeki dağılımını belirleyebilmek için aylık ortalama yağış değeri kullanılarak dağılım haritaları hazırlanmıştır. Şekil 17 ve Şekil 18'de verilen aylık dağılım haritalarına göre çalışma alanında Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında havzanın güney kesimlerinde; Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise havzanın batısında, Senirkent-Uluborlu bölgelerinde maksimum yağış miktarları gözlenmiştir. Ayrıca, Haziran ayında kısmen havzanın kuzey ve kuzeydoğusu da yüksek yağış almıştır. Havzanın mevsimlik yağış dağılımları Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de görülmektedir. Buna göre kış ve ilkbahar mevsimlerinde havzanın güney (Eğirdir) kesimleri maksimum yağış alırken, yaz mevsiminde havzanın güney (Eğirdir) ve batı (Senirkent) kesimleri, sonbahar mevsiminde ise havzanın batı (Senirkent, Uluborlu) kesimleri yüksek yağış almıştır.

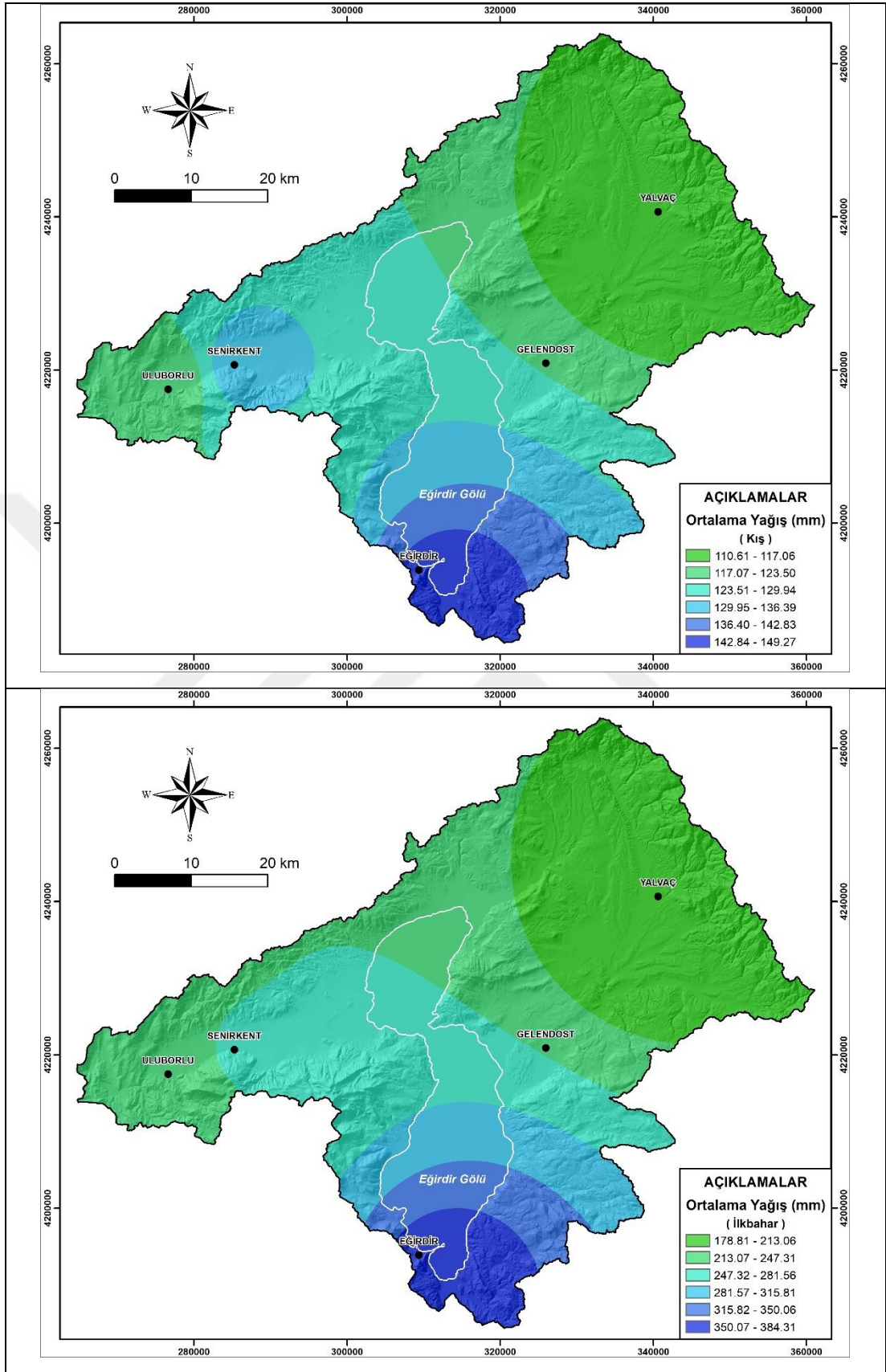
Eğirdir Gölü havzasının yıllık toplam yağış dağılım haritası ise Şekil 21’de verilmiştir. Buna göre havzanın güneyi diğer bölgelere nazaran daha yüksek yağış almaktadır.



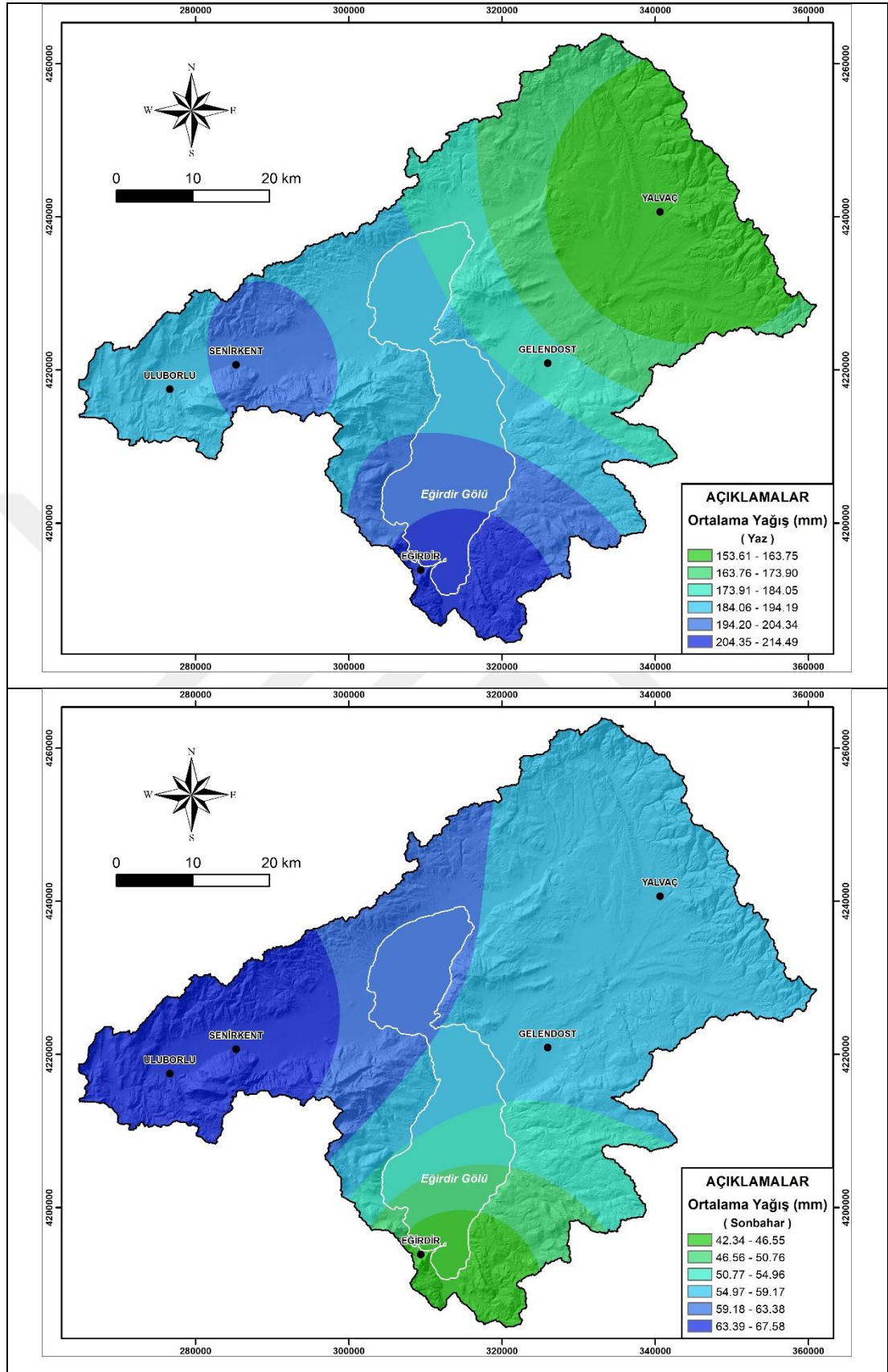
Şekil 4.17. Eğirdir Gölü havzasının aylık ortalama yağış dağılımları (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran)



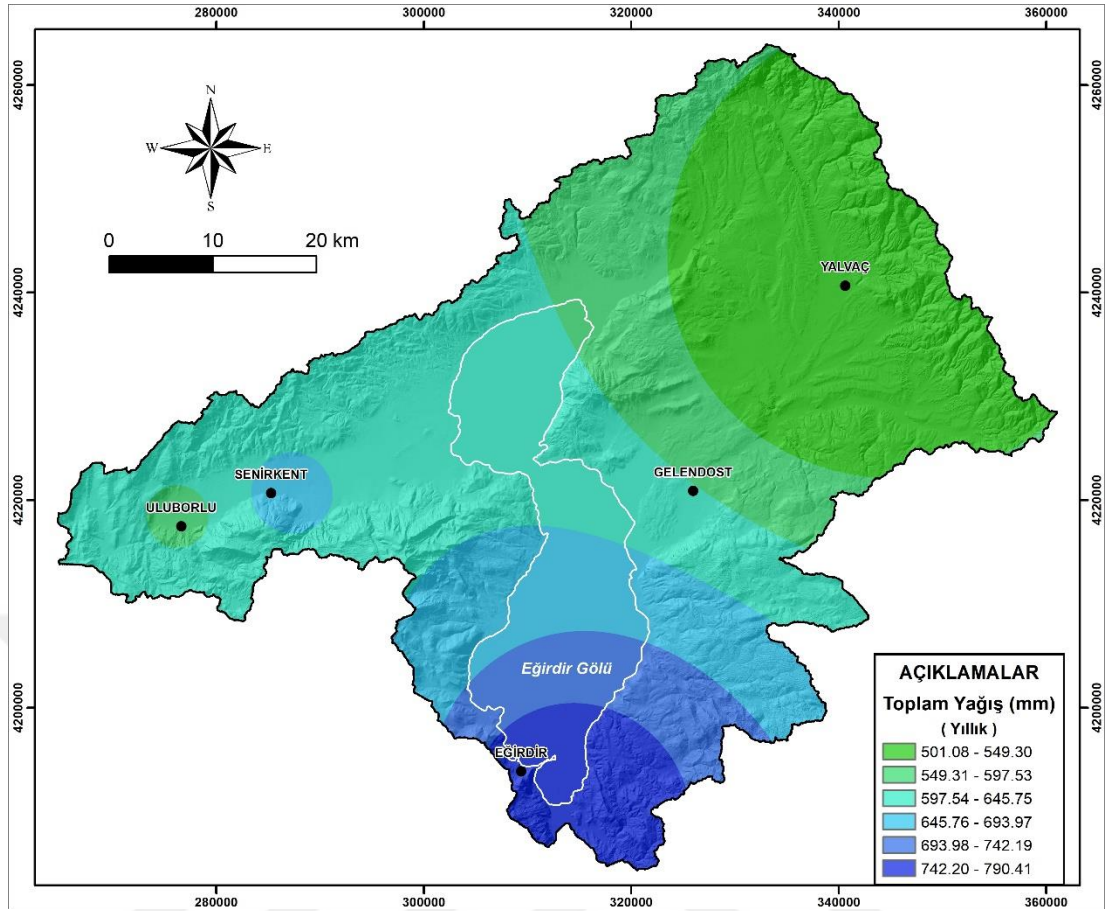
Şekil 4.18. Eğirdir Gölü havzasının aylık ortalama yağış dağılımları (Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)



Şekil 4.19. Eğirdir Gölü havzasının kış ve ilkbahar mevsimlerine ait ortalama yağış dağılımları



Şekil 4.20. Eğirdir Gölü havzasının yaz ve sonbahar mevsimlerine ait ortalama yağış dağılımları



Şekil 21. Eğirdir Gölü havzasının yıllık toplam yağış dağılımları

4.1.1.2. Yağış trend analizi

Çalışma kapsamında kullanılan meteoroloji istasyonlarının yağış verileri üzerindeki iklim değişikliğinin aylık, mevsimsel ve yıllık etkileri Mann-Kendall (MK) trend analizi ile belirlenmiş ve analizler %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir. Isparta, Eğirdir, Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç DMİ'lerine ait yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları (MK-z) Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'de verilmiştir. Havzanın genel yağış trendi incelendiğinde, tüm istasyonlar için yıllık, mevsimlik ve aylık yağış miktarında istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalan ve kısmen artan yönde bir eğilim belirlenmiştir. Ancak, Isparta DMİ yağış değerlerine göre, Şubat ve Aralık aylarında, kış mevsiminde ve yıllık toplam düşen yağış miktarındaki azalışın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Uluborlu yağış değerlerine göre, Şubat ayında düşen yağış miktarındaki azalışta istatistiksel açıdan anlamlıdır.

Çizelge 4.1. Isparta DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum yağış (mm)	Maksimum yağış (mm)	Ortalama yağış (mm)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	0.00	308.60	80.15	55.12	-1.05
Şubat	3.60	222.00	67.55	44.35	-2.39*
Mart	4.90	183.40	59.00	37.45	-1.01
Nisan	3.40	188.80	52.36	31.85	0.13
Mayıs	0.80	197.40	56.56	35.02	-0.41
Haziran	0.00	112.30	33.82	26.09	-0.38
Temmuz	0.00	88.20	13.59	18.58	0.46
Ağustos	0.00	58.60	12.13	15.30	1.51
Eylül	0.00	112.10	18.31	21.00	-0.84
Ekim	0.00	140.70	37.44	29.99	-0.69
Kasım	0.20	202.50	45.01	31.73	0.29
Aralık	0.00	360.10	86.27	64.67	-2.31*
Kış	30.00	582.80	233.97	106.84	-3.03*
İlkbahar	58.80	330.80	167.93	58.83	-0.66
Yaz	1.20	138.60	59.54	35.75	0.59
Sonbahar	24.80	295.10	100.76	50.50	-0.4
Yıllık	283.60	968.90	562.19	142.43	-2.32*

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Çizelge 4.2. Eğirdir DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum yağış (mm)	Maksimum yağış (mm)	Ortalama yağış (mm)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	0.80	560.70	140.09	110.69	0.53
Şubat	9.60	250.50	107.90	61.40	-0.09
Mart	10.80	238.40	85.10	53.64	1.48
Nisan	9.80	188.90	77.43	45.84	-0.15
Mayıs	1.40	163.20	51.96	31.98	1.70
Haziran	0.00	94.20	25.18	23.68	0.95
Temmuz	0.00	38.20	8.67	9.89	-0.35
Ağustos	0.00	31.50	8.50	9.30	1.45
Eylül	0.00	91.00	17.72	21.81	0.83
Ekim	0.00	167.10	52.44	39.79	0.09
Kasım	0.80	210.00	79.11	50.66	-0.38
Aralık	2.80	354.80	136.32	85.79	-0.01
Kış	78.80	1031.50	384.31	162.93	0.34
İlkbahar	64.80	365.10	214.49	74.65	1.70
Yaz	0.70	121.90	42.34	28.21	1.22
Sonbahar	43.80	373.20	149.27	66.88	0.55
Yıllık	417.10	1404.70	790.41	191.47	1.52

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Çizelge 4.3. Senirkent DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum yağış (mm)	Maksimum yağış (mm)	Ortalama yağış (mm)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	0.00	262.00	83.09	56.50	1.83
Şubat	6.00	189.90	75.39	45.21	-0.51
Mart	4.20	195.50	73.48	41.97	0.45
Nisan	9.90	171.40	67.60	32.48	-0.18
Mayıs	9.50	140.30	59.11	33.44	0.18
Haziran	1.00	130.80	37.81	28.78	-0.13
Temmuz	0.00	88.80	15.07	17.09	-0.72
Ağustos	0.00	63.70	12.68	14.58	1.11
Eylül	0.00	147.40	18.73	27.40	0.72
Ekim	0.40	137.40	47.87	32.37	-0.79
Kasım	1.40	218.10	68.14	48.42	-0.64
Aralık	0.00	307.10	94.68	70.20	-0.25
Kış	55.60	653.90	253.16	113.99	0.52
İlkbahar	72.20	325.80	200.19	61.85	0.47
Yaz	14.30	174.90	65.56	35.86	0.35
Sonbahar	45.80	272.30	134.74	58.90	-0.13
Yıllık	301.70	926.20	653.66	137.11	0.20

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Çizelge 4.4. Uluborlu DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum yağış (mm)	Maksimum yağış (mm)	Ortalama yağış (mm)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	0.20	237.60	76.01	50.49	0.14
Şubat	7.00	155.80	63.50	36.25	-2.44*
Mart	4.90	162.50	63.63	35.80	0.19
Nisan	5.90	141.10	62.03	29.27	-0.49
Mayıs	5.00	136.90	60.21	39.05	1.09
Haziran	0.00	145.80	34.84	30.09	-0.61
Temmuz	0.00	105.20	19.28	23.23	0.07
Ağustos	0.00	62.70	13.46	16.05	1.09
Eylül	0.00	93.80	19.12	23.16	0.38
Ekim	0.00	115.40	44.76	29.66	-0.53
Kasım	0.60	154.80	53.50	37.33	-0.60
Aralık	3.30	243.80	81.54	53.81	-0.68
Kış	29.40	536.40	221.05	96.65	-0.77
İlkbahar	73.20	332.30	185.87	60.12	0.55
Yaz	18.10	195.20	67.58	40.81	0.85
Sonbahar	46.80	279.60	117.38	49.62	-0.67
Yıllık	357.60	804.80	591.89	115.58	-0.64

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

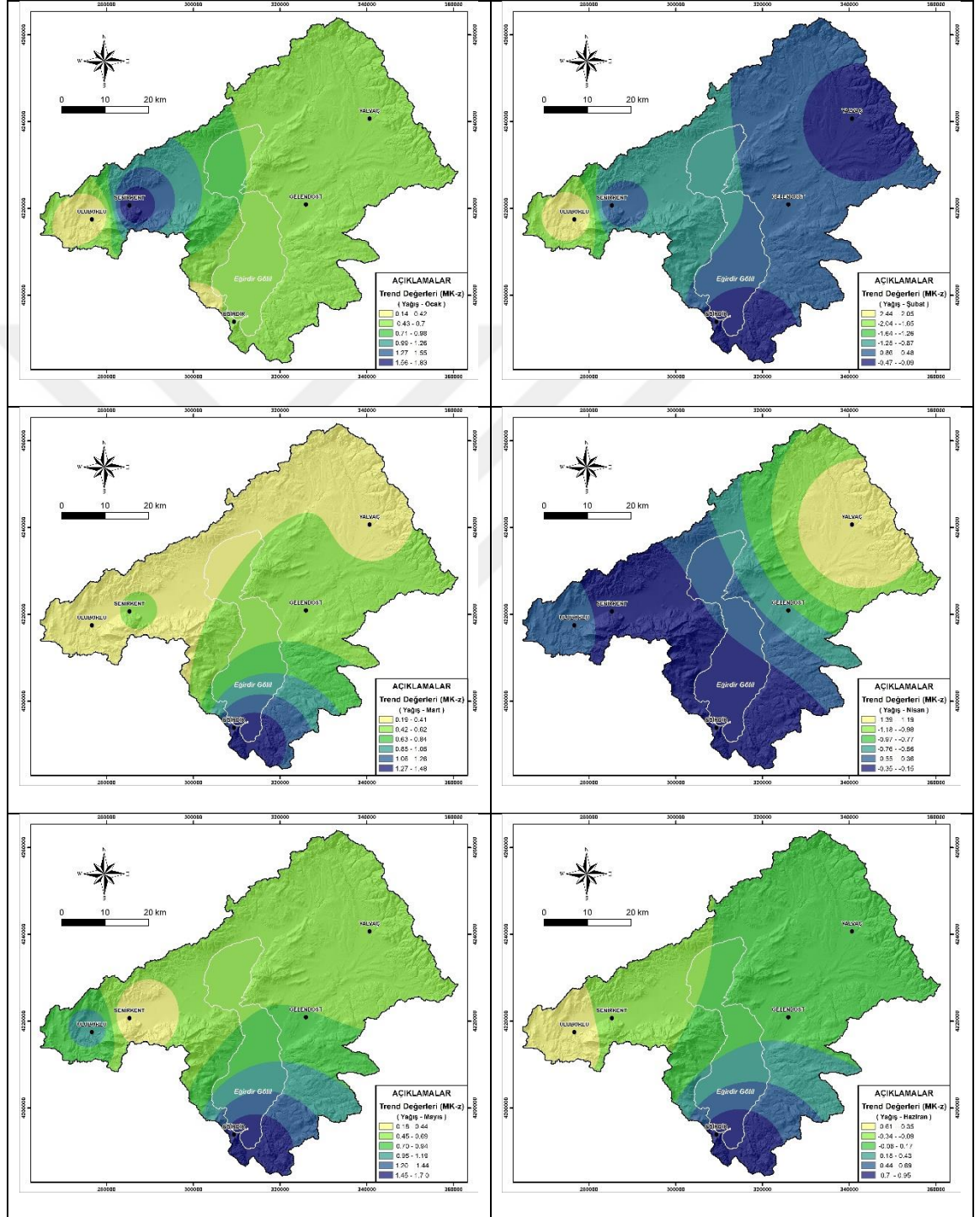
Çizelge 4.5. Yalvaç DMİ yağış verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum yağış (mm)	Maksimum yağış (mm)	Ortalama yağış (mm)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	0.00	150.30	60.50	39.59	0.46
Şubat	0.00	134.40	49.98	36.69	-0.37
Mart	0.00	123.80	48.89	29.51	0.40
Nisan	0.00	137.70	57.67	33.49	-1.39
Mayıs	0.00	148.60	47.04	29.66	0.54
Haziran	0.00	136.80	34.54	28.53	-0.02
Temmuz	0.00	63.30	13.48	16.20	-0.21
Ağustos	0.00	45.20	10.03	12.51	1.60
Eylül	0.00	132.60	16.58	24.02	1.46
Ekim	0.00	127.80	44.45	34.04	-0.43
Kasım	2.60	142.20	49.59	36.13	-1.31
Aralık	0.00	206.70	68.33	43.32	-0.31
Kış	13.00	348.30	178.81	75.49	-0.09
İlkbahar	0.00	267.20	153.61	56.70	-0.29
Yaz	5.40	173.50	58.05	39.42	0.70
Sonbahar	29.40	226.10	110.61	51.29	-0.80
Yıllık	272.40	705.80	501.08	108.96	-0.40

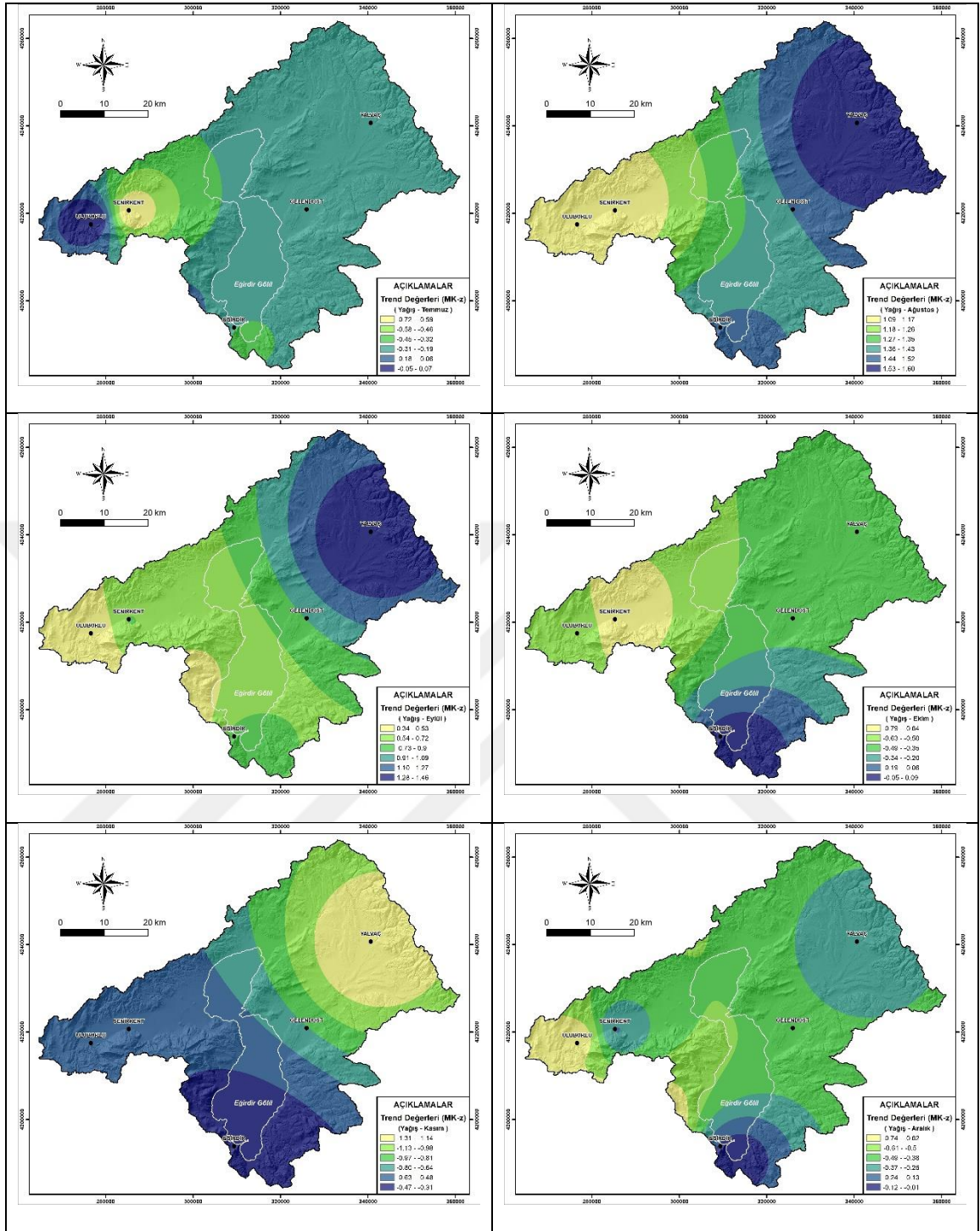
*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Eğirdir Gölü havzası genelinde yağış trendlerinin bölgesel dağılımlarını belirlemek için, hesaplanan Mann-Kendall trend analiz sonuçları (MK-z) kullanılarak aylık, mevsimlik ve yıllık yağış trendi dağılım haritaları hazırlanmıştır. Aylık yağış trend dağılımları Şekil 4.22 ve Şekil 4.23’de verilmiştir. Buna göre, Ocak, Mart, Mayıs, Ağustos, Eylül aylarındaki yağış miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi; Nisan, Temmuz, Ekim, Kasım ve Aralık aylarındaki yağış değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi, Haziran ayında, havzanın güney kesimlerde istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış, diğer kesimlerde ise azalma eğilimi, Şubat ayında ise havzanın batı kesimlerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalma eğilimi gözlenmektedir. Havzanın mevsimlik yağış trendi dağılım haritaları Şekil 4.24 ve 4.25’de sunulmuştur. Kış mevsiminde düşen yağış miktarlarında havzanın güney kesimlerde istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış, diğer kesimlerde ise azalma eğilimi, sonbahar ve yaz mevsimlerindeki yağış miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi; ilkbahar mevsiminde düşen yağış miktarlarında ise Eğirdir, Senirkent ve kısmen Yalvaç bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış, diğer bölgelerde azalma eğilimi gözlenmektedir. Eğirdir Gölü

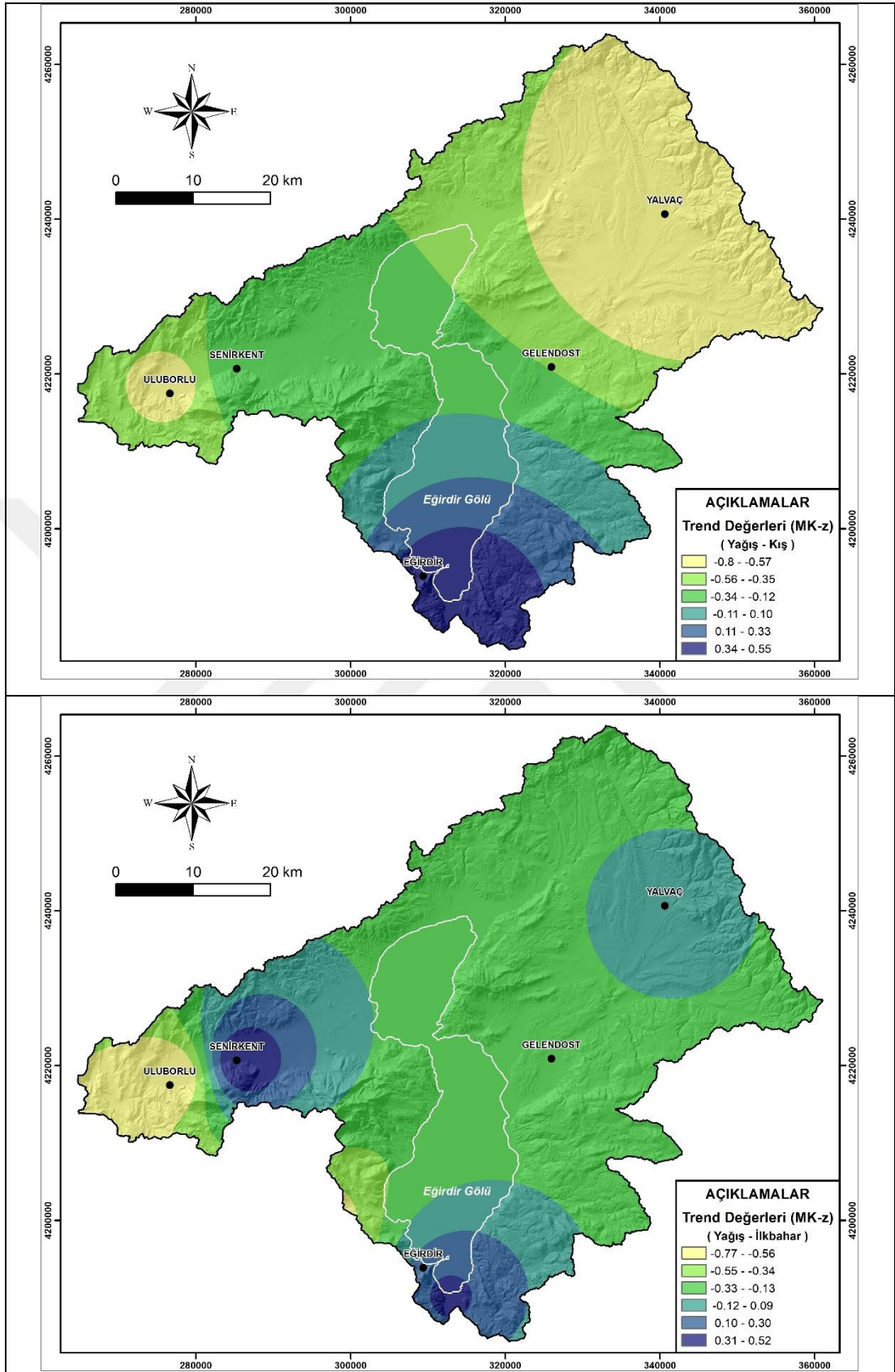
havzasının yıllık yağış trendi dağılım haritasına bakıldığında sadece Uluborlu ve Yalvaç bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma, diğer bölgelerde artış eğilimi gözlenmektedir (Şekil 4.26).



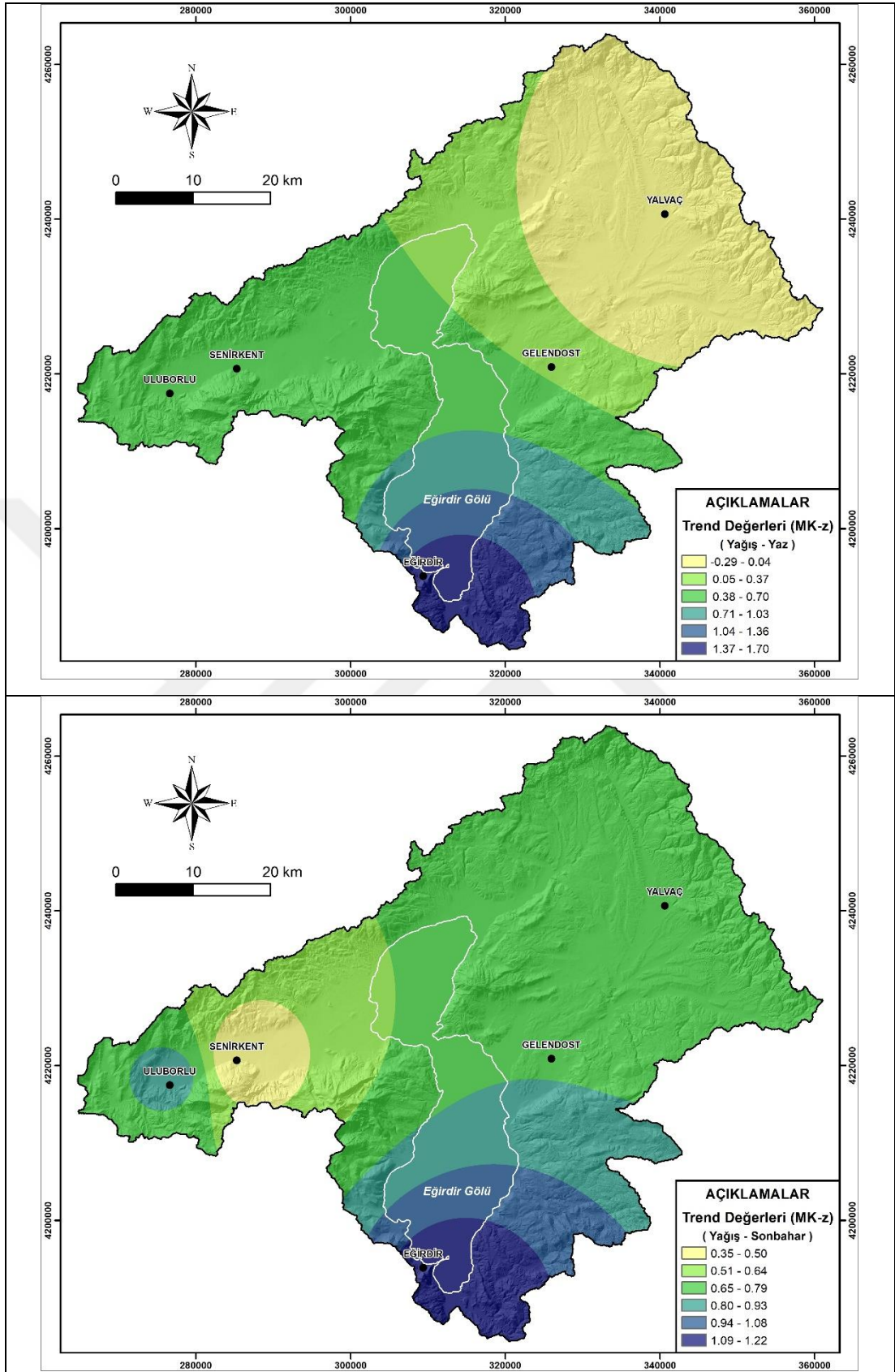
Şekil 4.22. Eğirdir Gölü havzasının aylık yağış trendi dağılım haritaları (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran)



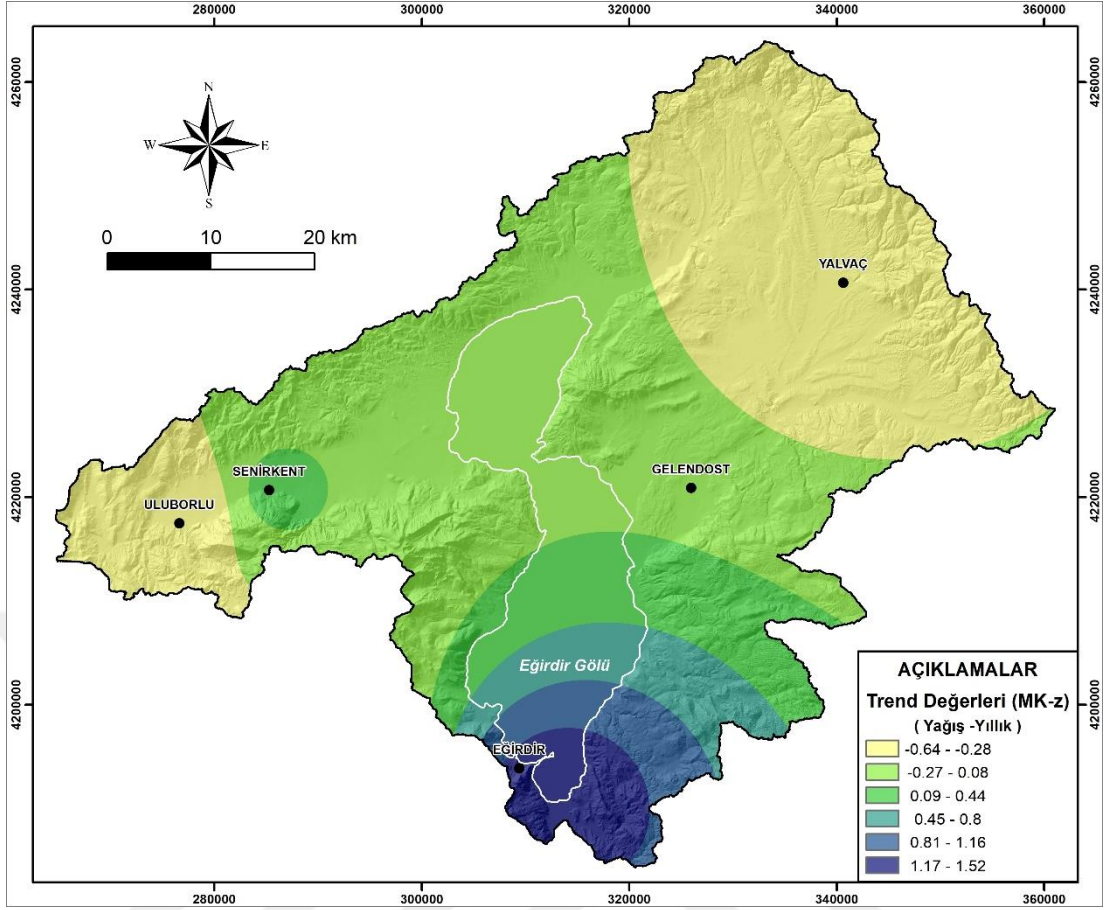
Şekil 4.23. Eğirdir Gölü havzasının aylık yağış trendi dağılım haritaları (Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)



Şekil 4.24. Eğirdir Gölü havzasının kış ve ilkbahar mevsimlerine ait yağış trendi dağılım haritaları



Şekil 4.25. Eğirdir Gölü havzasının yaz ve sonbahar mevsimlerine ait yağış trendi dağılım haritaları



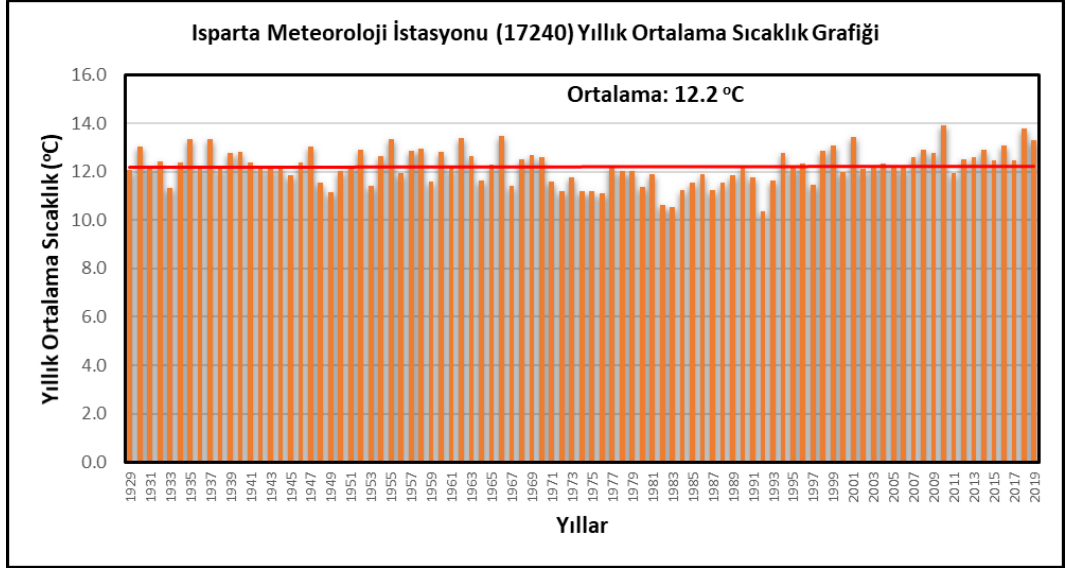
Şekil 4.26. Eğirdir Gölü havzasının yıllık yağış trendi dağılım haritaları

4.1.2. Sıcaklık analizi

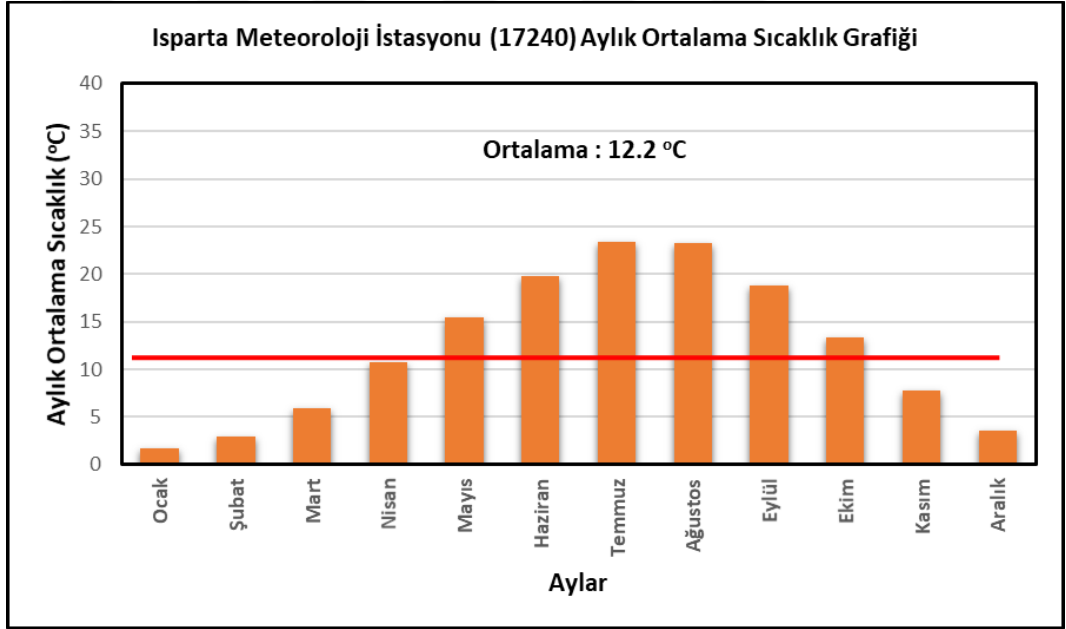
Eğirdir Gölü havzasının sıcaklık analizinin gerçekleştirilmesinde Isparta (DMİ), Eğirdir (DMİ), Senirkent (DMİ), Uluborlu (DMİ) ve Yalvaç (DMİ)'lerde ölçülmüş aylık sıcaklık değerleri ayrıntılı olarak incelenerek şekil ve tablolar üzerinden değerlendirilmiştir. Sıcaklık verileri kullanılarak havzaya ait aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklık dağılım haritaları hazırlanmış ve havzanın genel sıcaklık durumu belirlenmiştir. Ayrıca, sıcaklık değişim eğilimlerinin belirlenmesinde Mann Kendall Trend analizi yöntemi kullanılmıştır.

Isparta Meteoroloji İstasyonu

Isparta meteoroloji istasyonunda 1929-2019 yılları arasında ölçülmüş olan aylık sıcaklık değerinin yıllık ve aylık dağılım grafikleri Şekil 4.27 ve 4.28'de verilmiş olup ortalama sıcaklık değeri 12,2 °C olarak belirlenmiştir.



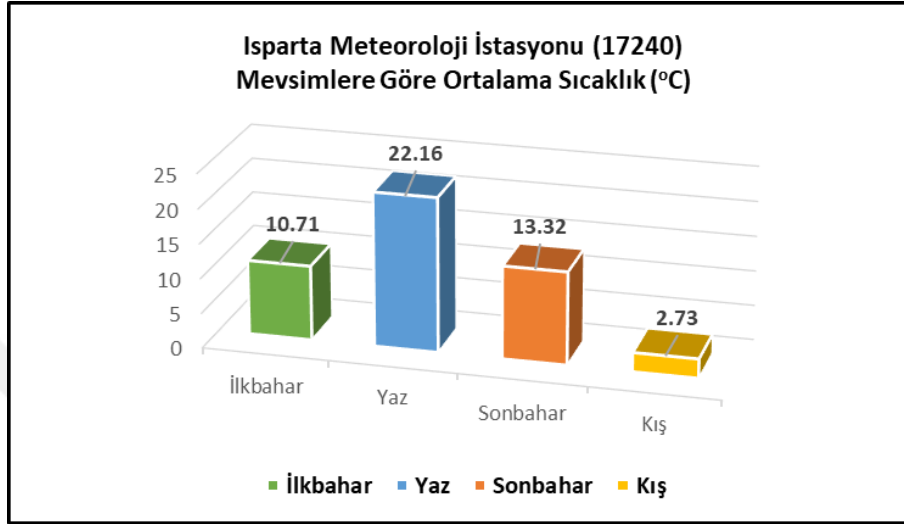
Şekil 4.27. Isparta DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı



Şekil 4.28. Isparta DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı

Isparta meteoroloji istasyonu verilerine göre 1971-1993 yılları arasında, 2004 ve 2011 yılında sıcaklık miktarları genel olarak ortamının altında ölçülmüştür. 1965, 1966 yıllarında, 1968-1970 yılları arasında, 1994-1996 yılları arasında, 2007-2010 yılları arasında ve 2012-2019 yılları arasında ise ortalamanın üstünde sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Ölçüm periyodu boyunca en yüksek

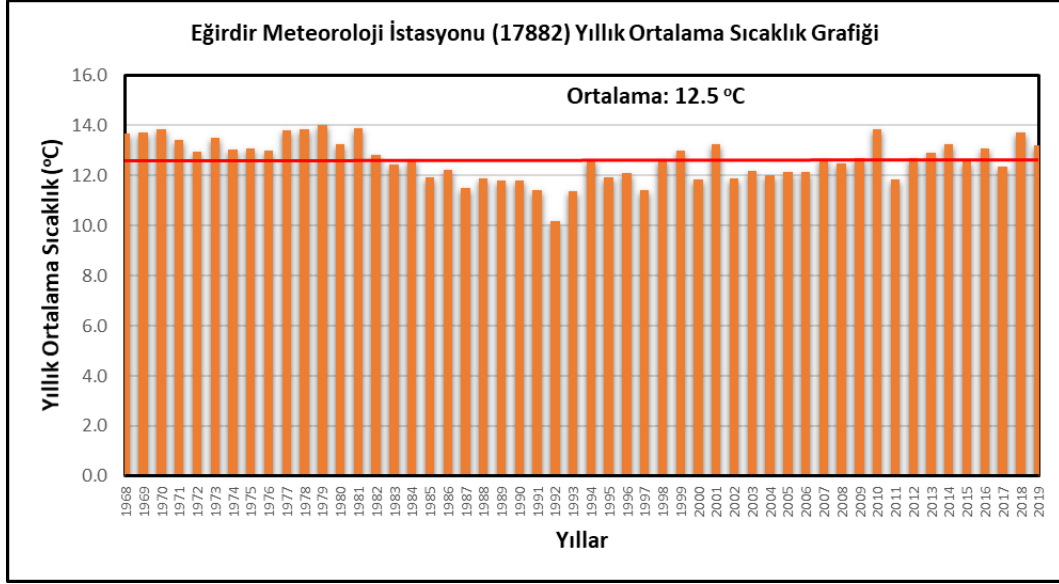
sıcılık değeri 2010 yılında 13,9 °C olarak ölçülmüştür. Hazırlanan aylık ortalama sıcaklık grafiğine göre en sıcak ay Temmuz (23,3 °C), en soğuk ay ise Ocak (1,7 °C)'tır. Şekil 4.29'da verilen mevsimlere göre sıcaklık dağılımları incelendiğinde en düşük sıcaklıklar kış aylarında (2,73 °C), en yüksek sıcaklıklar ise yaz aylarında (22,16°C) ölçülmüştür.



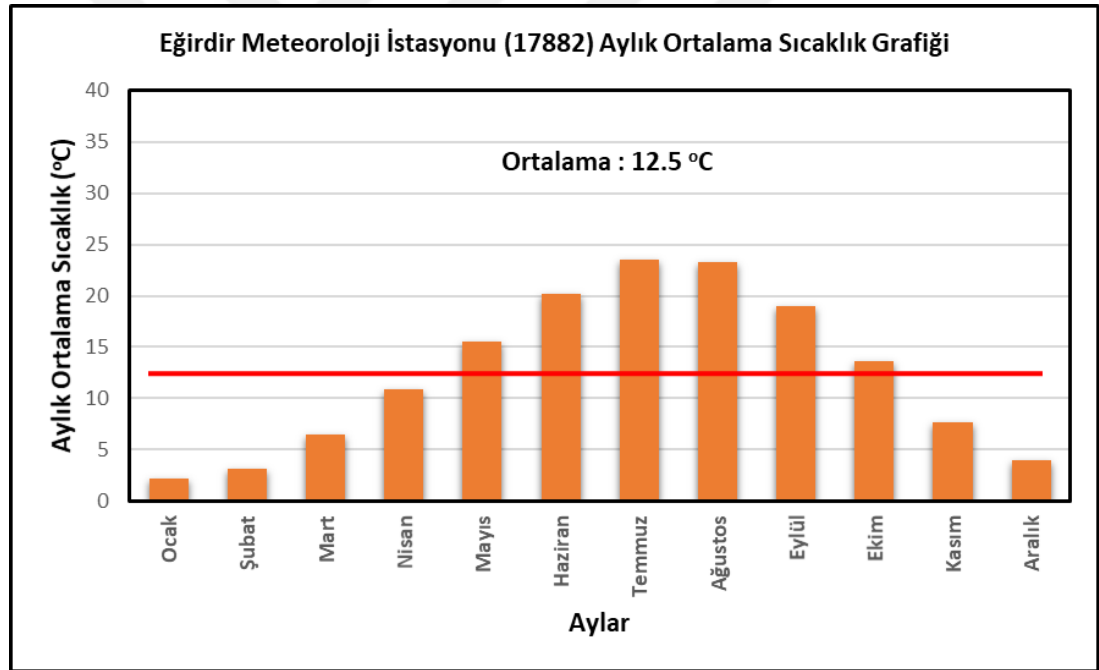
Şekil 4.29. Isparta DMİ verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı

Eğirdir Meteoroloji İstasyonu

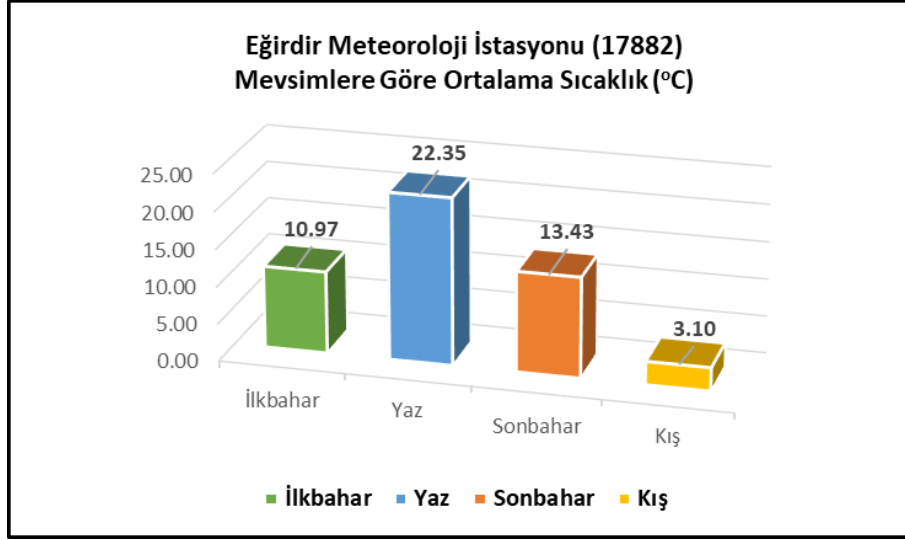
Eğirdir meteoroloji istasyonunda 1968-2019 yılları arasında ölçülmüş olan aylık sıcaklık değerinin yıllık ve aylık dağılım grafikleri Şekil 4.30 ve 4.31'de verilmiş ve ortalama sıcaklık değeri 12,5 °C olarak belirlenmiştir. Eğirdir meteoroloji istasyonu verilerine göre 1983-1997 yılları arasında, 2000 yılında, 2002-2006 yılları arasında, 2011 ve 2017 yıllarında sıcaklık ortamanın altında ölçülmüştür. 1968-1982 yılları arasında, 1998, 1999, 2001 yıllarında, 2007-2010 yılları arasında, 2012-2016 yılları arasında ve 2018, 2019 yıllarında ise ortalamanın üstünde sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Ölçüm periyodu boyunca en yüksek sıcaklık değeri 1979 yılında 14 °C olarak ölçülmüştür. Hazırlanan aylık ortalama sıcaklık grafiğine göre en sıcak ay Temmuz (23,56 °C), en soğuk ay ise Ocak (2,15 °C)'tır. Şekil 4.32'de verilen mevsimlere göre sıcaklık dağılımları incelendiğinde en düşük sıcaklıklar kış aylarında (3,1 °C), en yüksek sıcaklıklar ise yaz aylarında (22,35°C) ölçülmüştür.



Şekil 4.30. Eğirdir DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı



Şekil 4.31. Eğirdir DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı

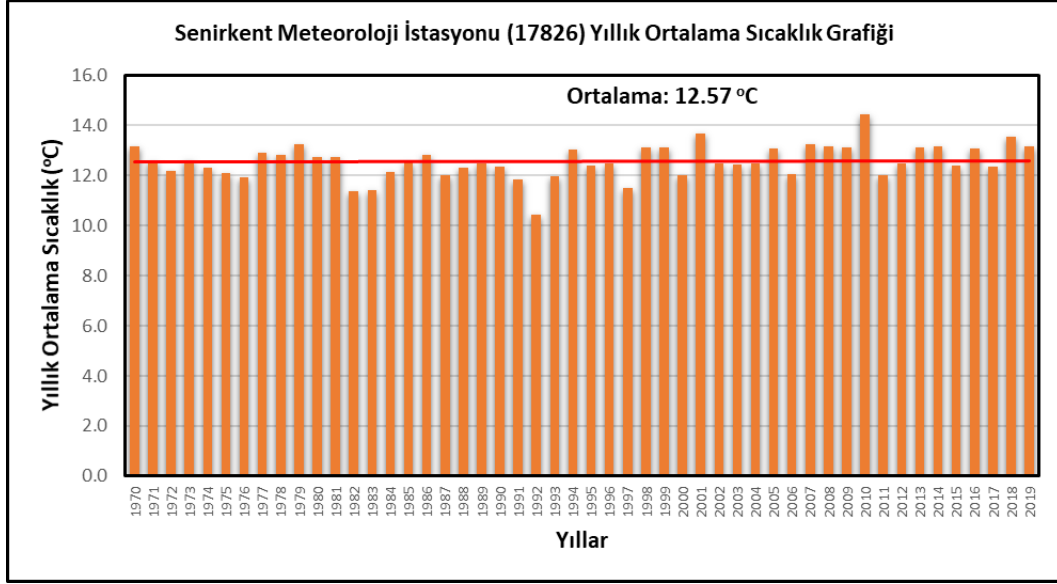


Şekil 4.32. Eğirdir DMİ verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı

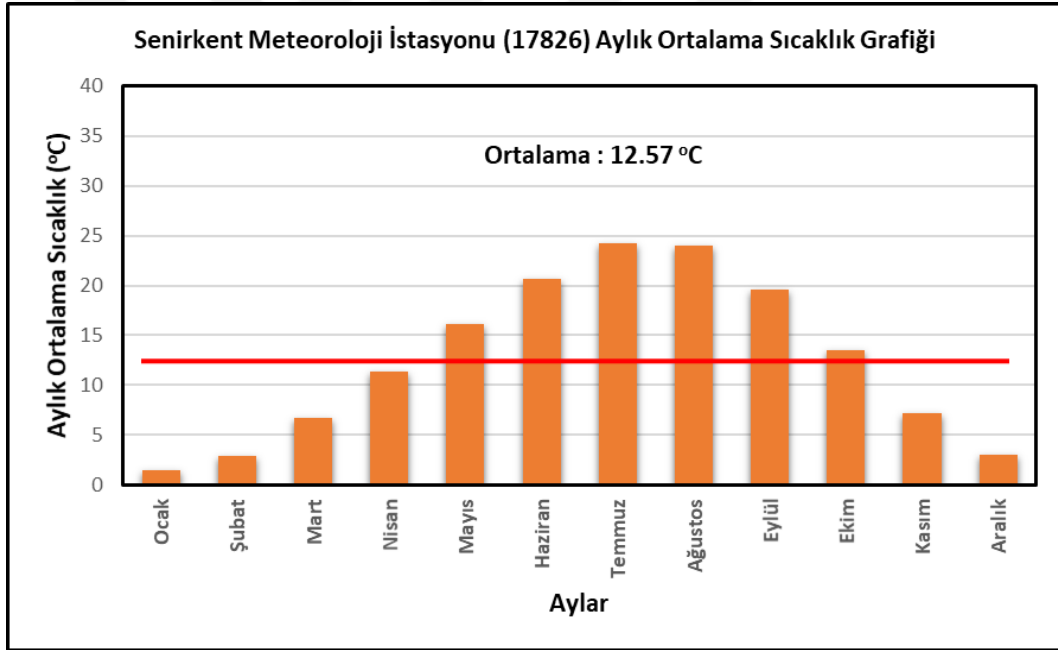
Senirkent Meteoroloji İstasyonu

Senirkent meteoroloji istasyonunda 1970-2019 yılları arasında ölçülmüş olan aylık sıcaklık değerinin yıllık ve aylık dağılım grafikleri Şekil 4.33 ve 4.34’de verilmiş ve ortalama sıcaklık değeri 12,57 °C olarak belirlenmiştir. Senirkent meteoroloji istasyonu verilerine göre 1974-1976 yılları arasında, 1982-1984 yılları arasında, 1987 ve 1988 yıllarında, 1990-1993 yılları arasında, 2002-2004 yılları arasında, 2006, 2011, 2012, 2015 ve 2017 yıllarında sıcaklık ortamanın altında ölçülmüştür. 1977-1981 yılları arasında, 1998, 1999, 2001, 2005 yıllarında, 2007-2010 yılları arasında, 2013, 2014, 2016, 2018 ve 2019 yıllarında ise ortalamanın üstünde sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Ölçüm periyodu boyunca en yüksek sıcaklık değeri 2010 yılında 14,5 °C olarak ölçülmüştür.

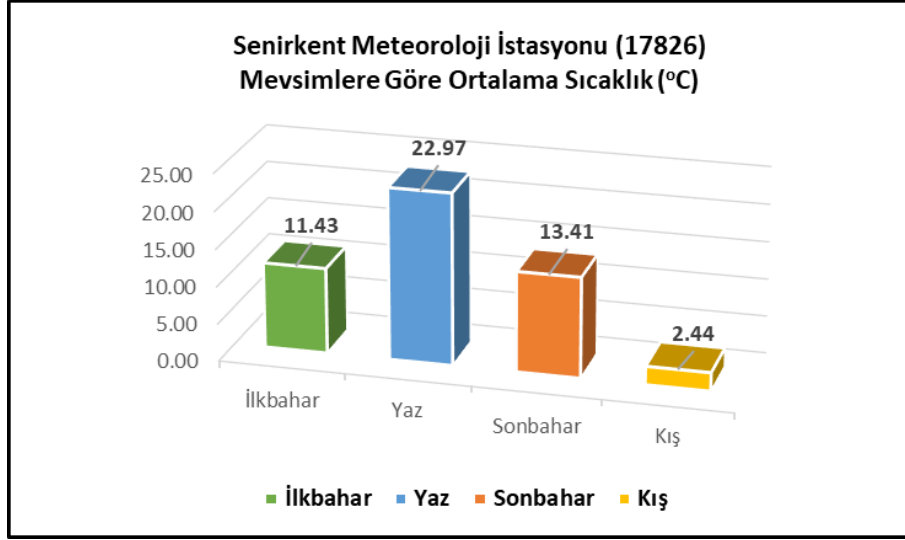
Hazırlanan aylık ortalama sıcaklık grafiğine göre en sıcak ay Temmuz (24,29 °C), en soğuk ay ise Ocak (1,44 °C)’tır. Şekil 4.35’de verilen mevsimlere göre sıcaklık dağılımları incelendiğinde en düşük sıcaklıklar kış aylarında (2,44 °C), en yüksek sıcaklıklar ise yaz aylarında (22,97°C) ölçülmüştür.



Şekil 4.33. Senirkent DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı



Şekil 4.34. Senirkent DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı

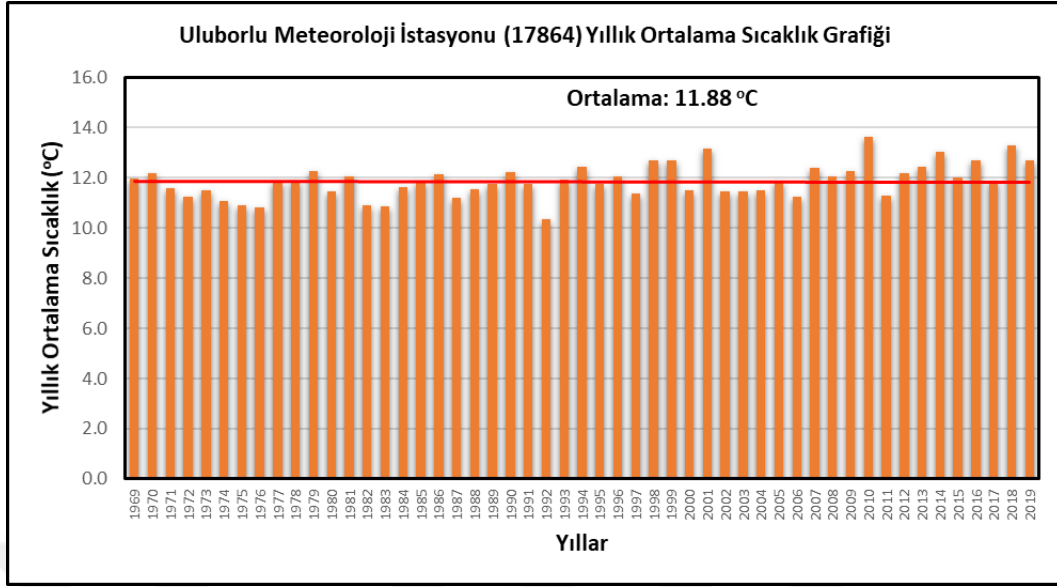


Şekil 4.35. Senirkent DMİ verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı

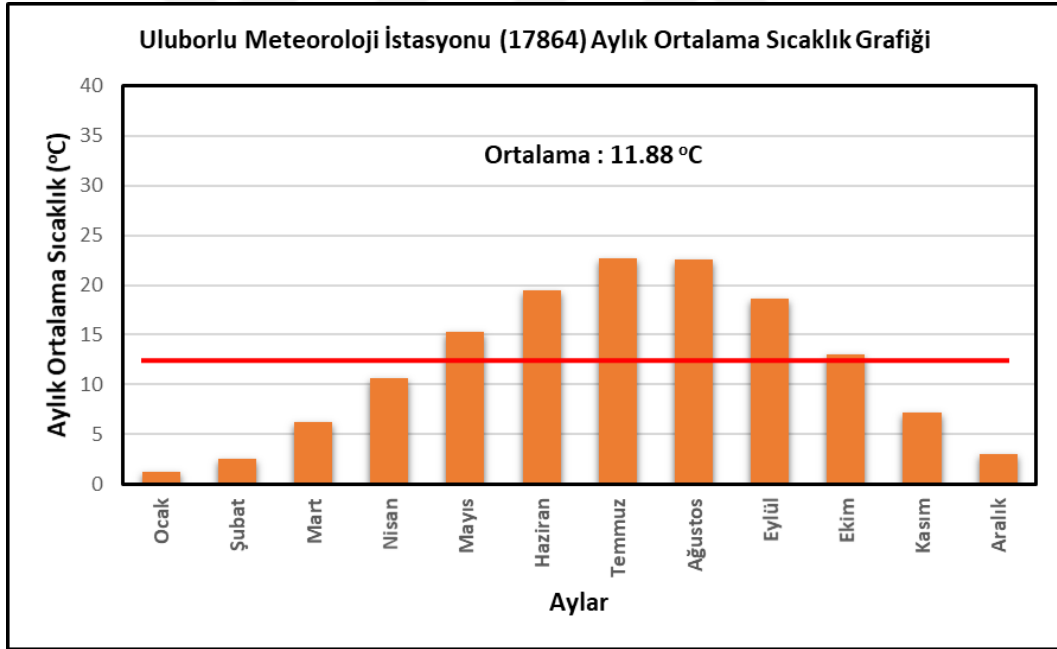
Uluborlu Meteoroloji İstasyonu

Uluborlu meteoroloji istasyonunda 1969-2019 yılları arasında ölçülmüş olan aylık sıcaklık değerinin yıllık ve aylık dağılım grafikleri Şekil 4.36 ve 4.37’de verilmiş ve ortalama sıcaklık değeri 11,88 °C olarak belirlenmiştir. Uluborlu meteoroloji istasyonu verilerine göre 1971-1976 yılları arasında, 1982-1985 yılları arasında, 1987-1989 yılları arasında, 1991, 1992, 1995, 1997, 2000 yıllarında, 2002-2006 yılları arasında ve 2011 yılında sıcaklık ortamanın altında ölçülmüştür. 1977-1979 yılları arasında, 1981, 1986, 1990, 1994, 1996, 1998, 1999, 2001 yıllarında, 2007-2010 yılları arasında ve 2012-2019 yılları arasında ise ortalamanın üstünde sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Ölçüm periyodu boyunca en yüksek **sıcaklık** değeri 2010 yılında 13,6 °C olarak ölçülmüştür.

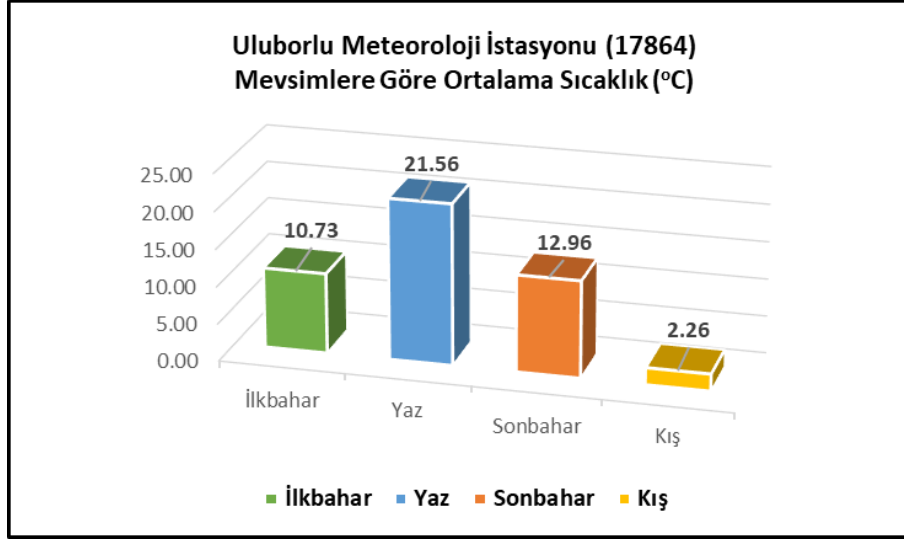
Hazırlanan aylık ortalama sıcaklık grafiğine göre en sıcak ay Temmuz (22,66 °C), en soğuk ay ise Ocak (1, 26 °C)’tır. Şekil 4.38’de verilen mevsimlere göre sıcaklık dağılımları incelendiğinde en düşük sıcaklıklar kış aylarında (2,26 °C), en yüksek sıcaklıklar ise yaz aylarında (21,56°C) ölçülmüştür.



Şekil 4.36. Uluborlu DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı



Şekil 4.37. Uluborlu DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı

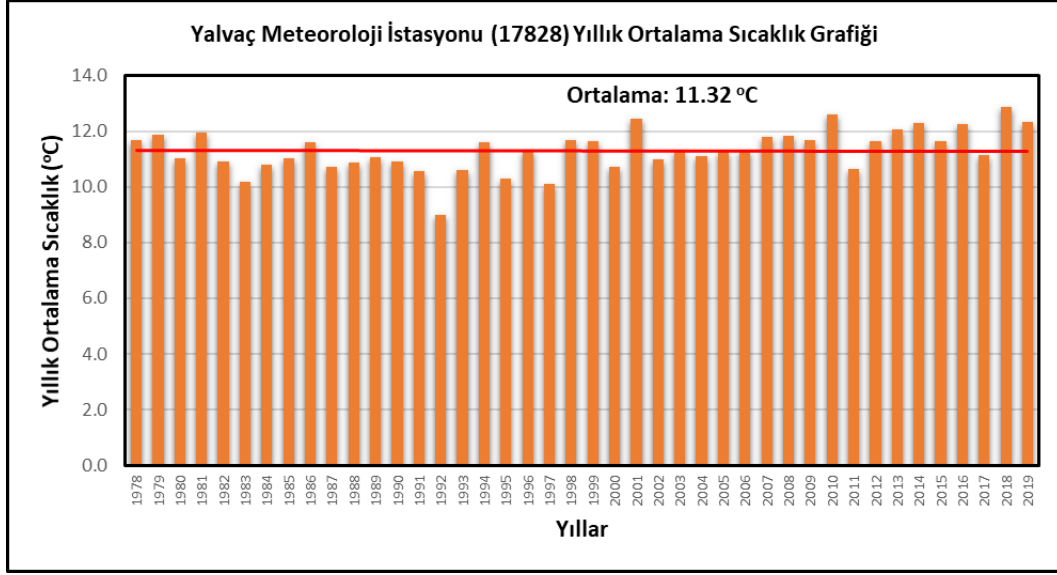


Şekil 4.38. Uluborlu DMİ verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı

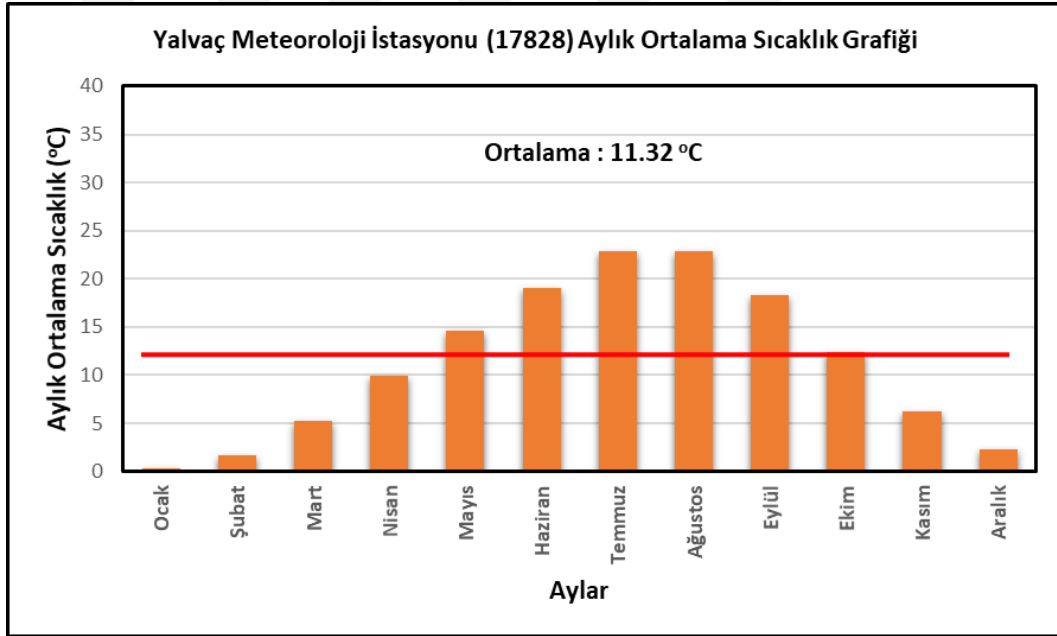
Yalvaç Meteoroloji İstasyonu

Yalvaç meteoroloji istasyonunda 1978-2019 yılları arasında ölçülmüş olan aylık sıcaklık değerinin yıllık ve aylık dağılım grafikleri Şekil 4.39 ve 4.40'da verilmiş ve ortalama sıcaklık değeri 11,32 °C olarak belirlenmiştir. Yalvaç meteoroloji istasyonu verilerine göre 1980 yılında, 1982-1985 yılları arasında, 1987-1993 yılları arasında, 1997, 2000 yıllarında, 2002-2006 yılları arasında, 2011 ve 2017 yıllarında sıcaklık ortamanın altında ölçülmüştür. 1978, 1979, 1981, 1986 yıllarında, 1994-1996 yılları arasında, 1998, 1999, 2001 yıllarında, 2007-2010 yılları arasında, 2012-2016 yılları arasında ve 2018, 2019 yıllarında ise ortalamanın üstünde sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Ölçüm periyodu boyunca en yüksek sıcaklık değeri 2018 yılında 12,9 °C olarak ölçülmüştür.

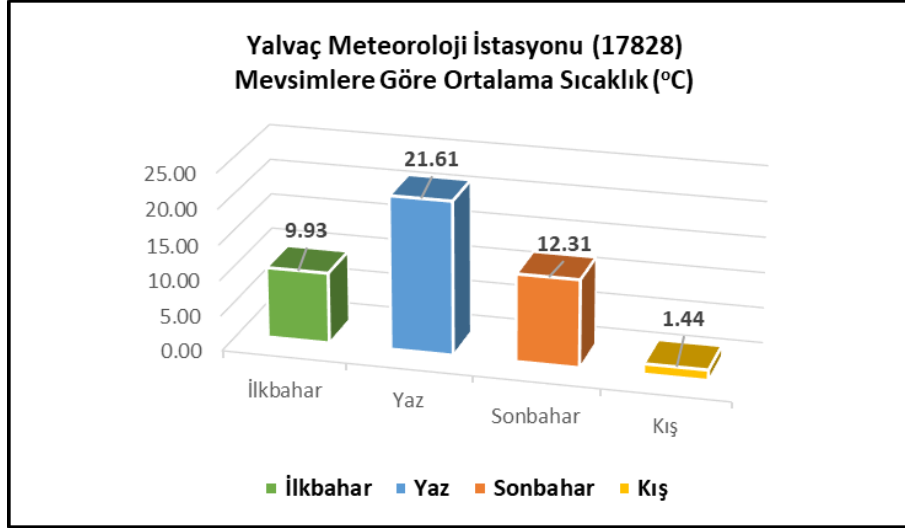
Hazırlanan aylık ortalama sıcaklık grafiğine göre en sıcak ay Temmuz (22,89 °C), en soğuk ay ise Ocak (0,34 °C)'tır. Şekil 4.41'de verilen mevsimlere göre sıcaklık dağılımları incelendiğinde en düşük sıcaklıklar kış aylarında (1,44 °C), en yüksek sıcaklıklar ise yaz aylarında (21,61°C) ölçülmüştür.



Şekil 4.39. Yalvaç DMİ verilerine göre yıllık sıcaklık dağılımı



Şekil 4.40. Yalvaç DMİ verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı

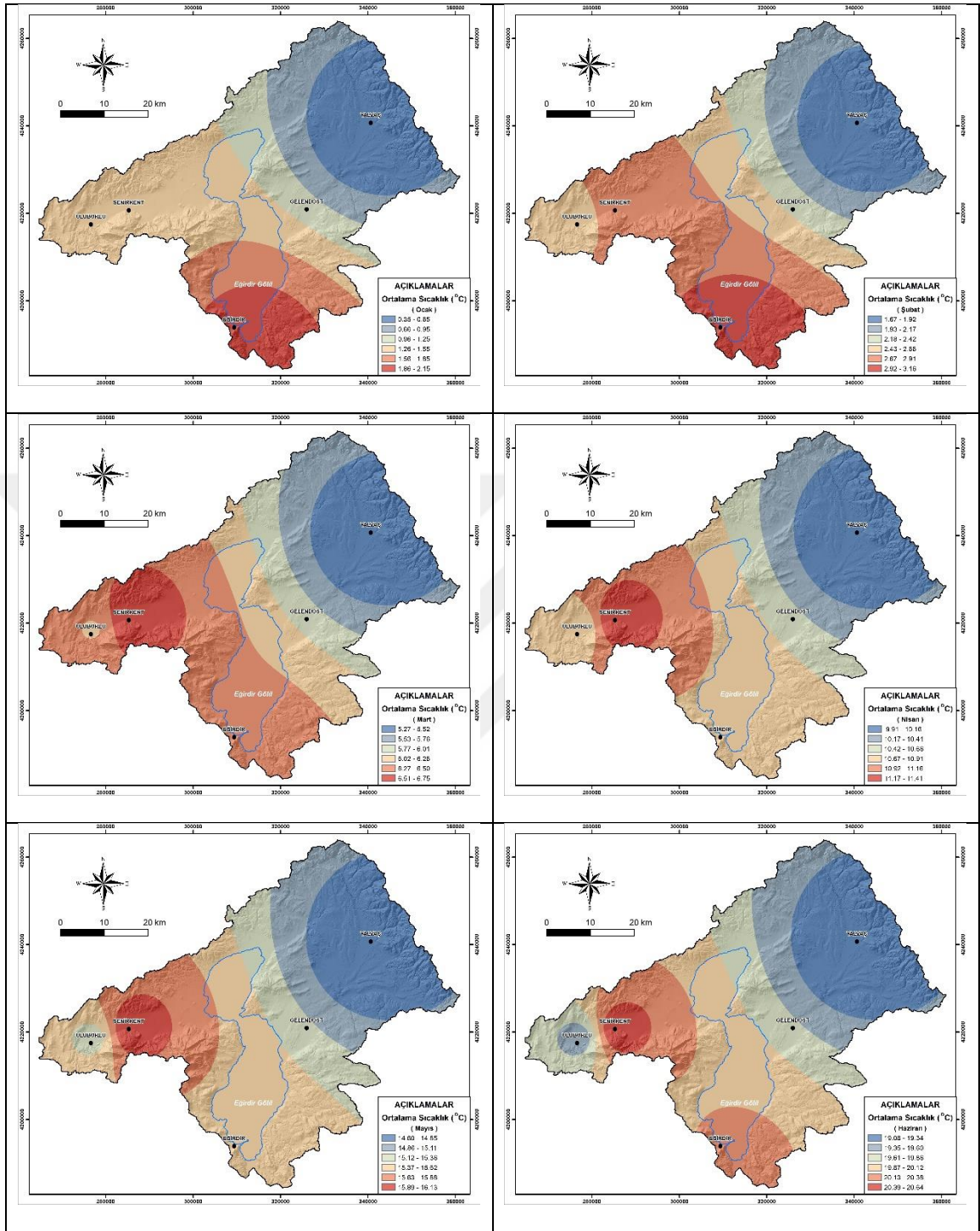


Şekil 4.41. Yalvaç DMI verilerine göre mevsimsel sıcaklık dağılımı

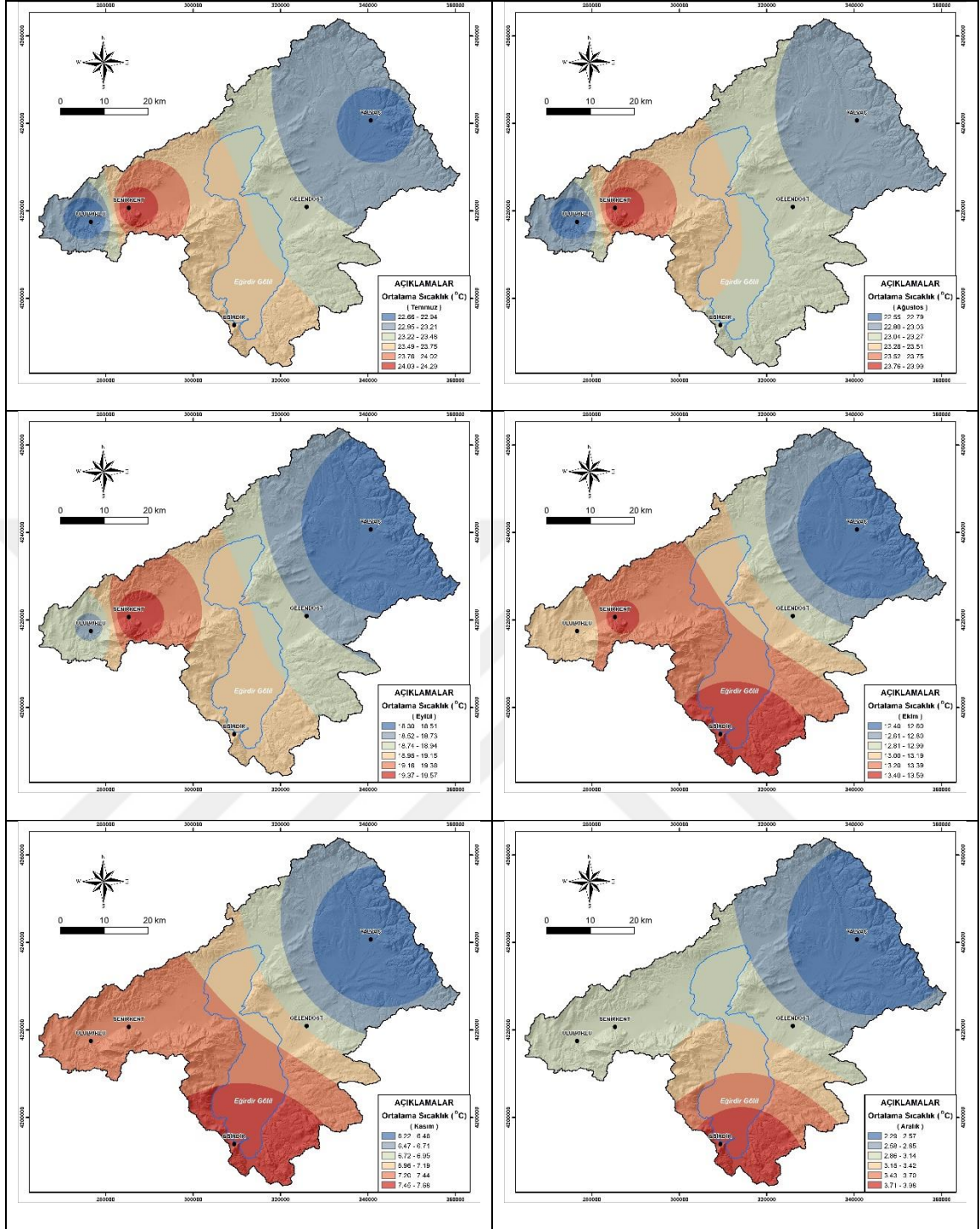
4.1.2.1. Havzanın genel sıcaklık değerlendirmesi

Eğirdir Gölü Havzası'nın sıcaklık değerleri genel olarak değerlendirildiğinde; havza içerisinde ve çevresinde yeralan ve ayrıntılı olarak analizi yapılan meteoroloji istasyonlarında belirlenen aylık ortalama sıcaklık değerleri 11,32 °C ile 12,57 °C arasında değişmektedir. Sıcaklığın aylık, mevsimsel ve yıllık bazda havza üzerindeki dağılımını belirleyebilmek için aylık ortalama sıcaklık değeri kullanılarak dağılım haritaları hazırlanmıştır.

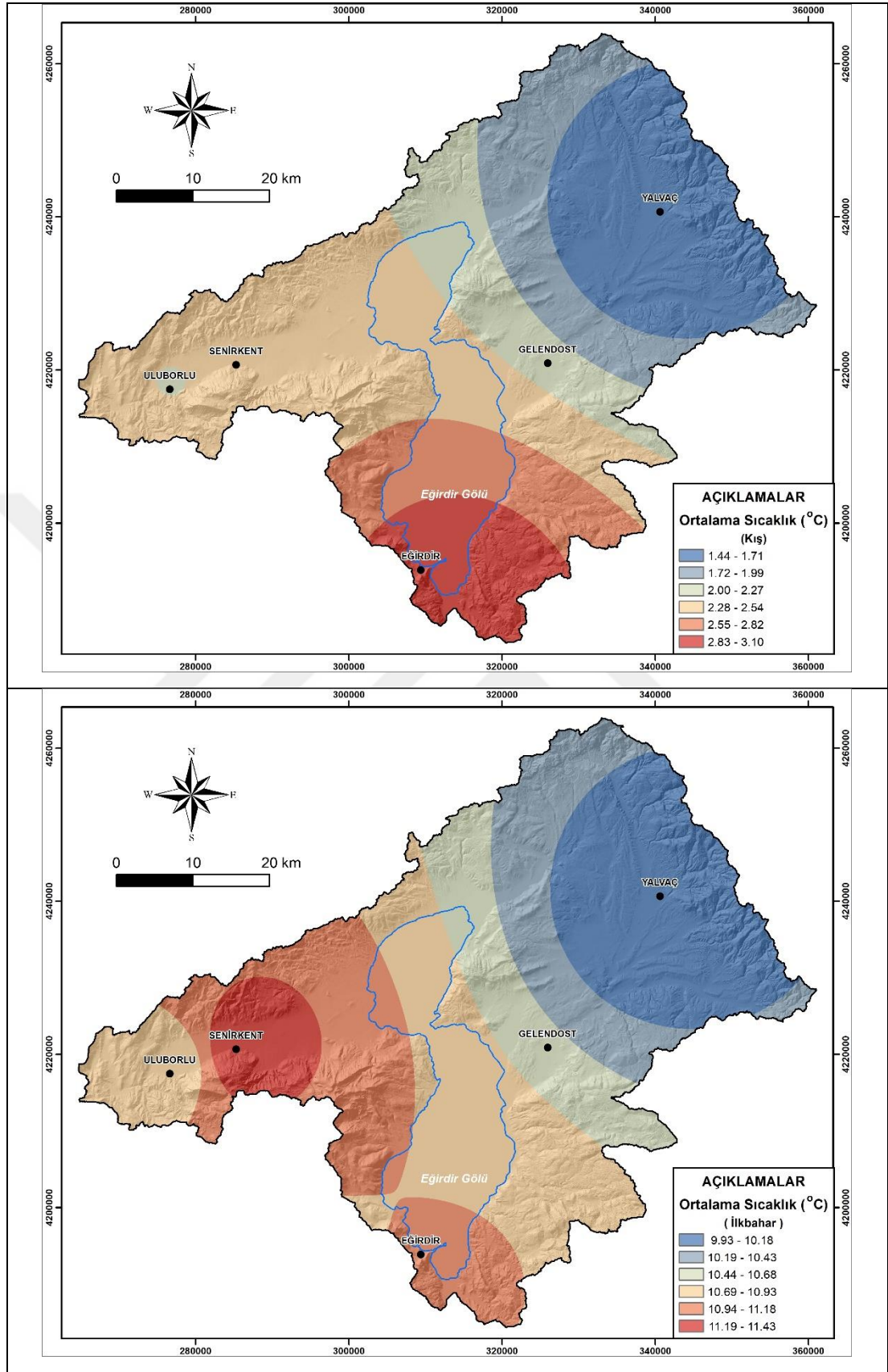
Şekil 4.42 ve Şekil 4.43'de verilen aylık dağılım haritalarına göre çalışma alanında Ocak ve Aralık aylarında havzanın Eğirdir bölgesinde; Şubat, Mart, Haziran, Ekim ve Kasım aylarında havzanın Eğirdir ve Senirkent bölgelerinde; Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise havzanın Senirkent bölgesinde yüksek sıcaklıklar gözlenmektedir. Havzanın mevsimlik sıcaklık dağılımları Şekil 4.44 ve Şekil 4.45'de verilmiştir. Buna göre kış mevsiminde havzanın güney (Eğirdir) kesimlerinde; yaz mevsiminde batı (Senirkent) kesimlerinde; ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ise daha çok havzanın güney (Eğirdir) ve batı (Senirkent) kesimleri yüksek sıcaklık değerlerine sahiptir. Eğirdir Gölü havzasının yıllık sıcaklık dağılım haritası ise Şekil 4.46'de verilmiştir. Buna göre havzanın Senirkent ve Eğirdir bölgelerinin diğer bölgelere nazaran daha yüksek sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir.



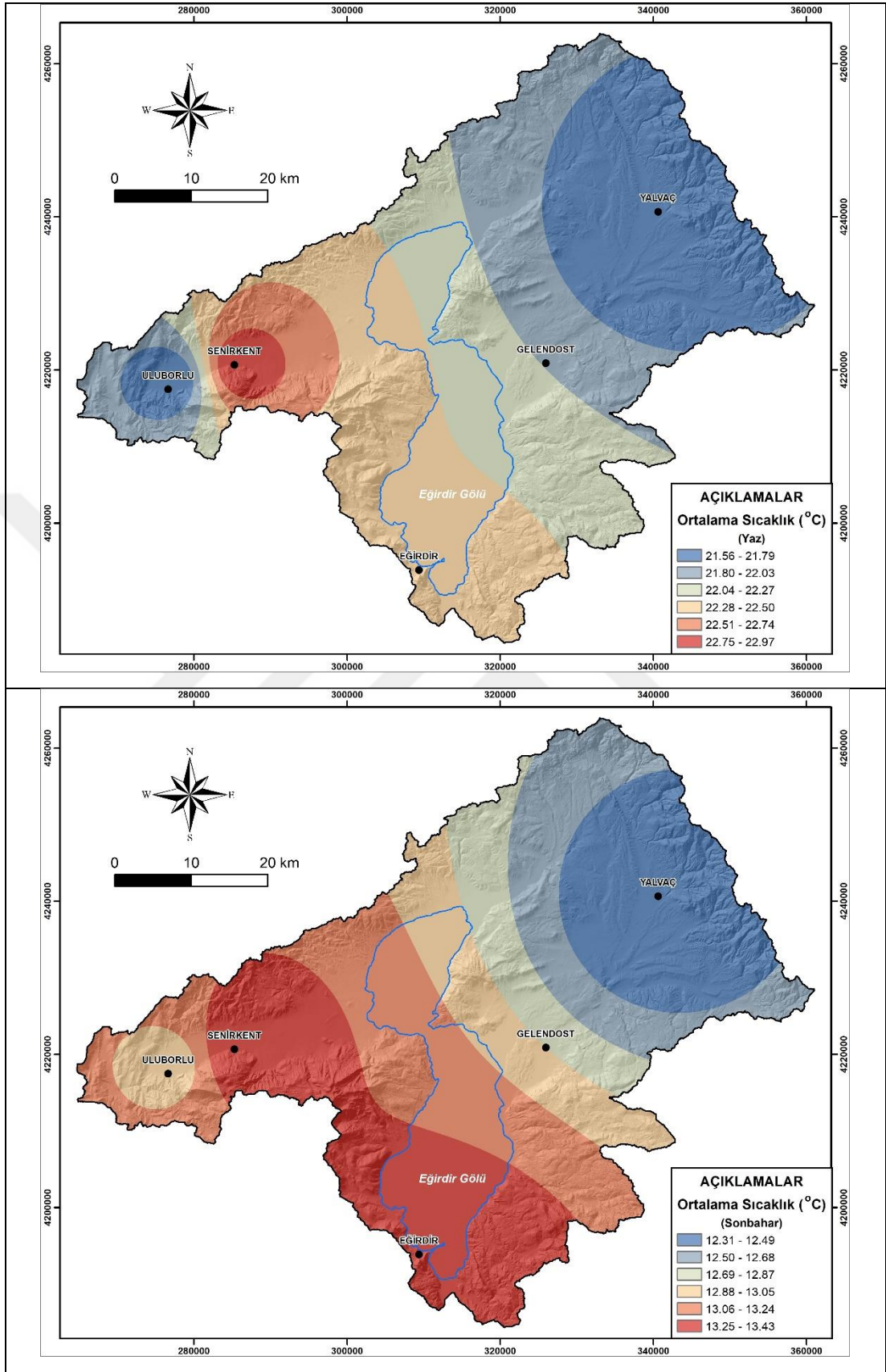
Şekil 4.42. Eğirdir Gölü havzasının aylık ortalama sıcaklık dağılımları (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran)



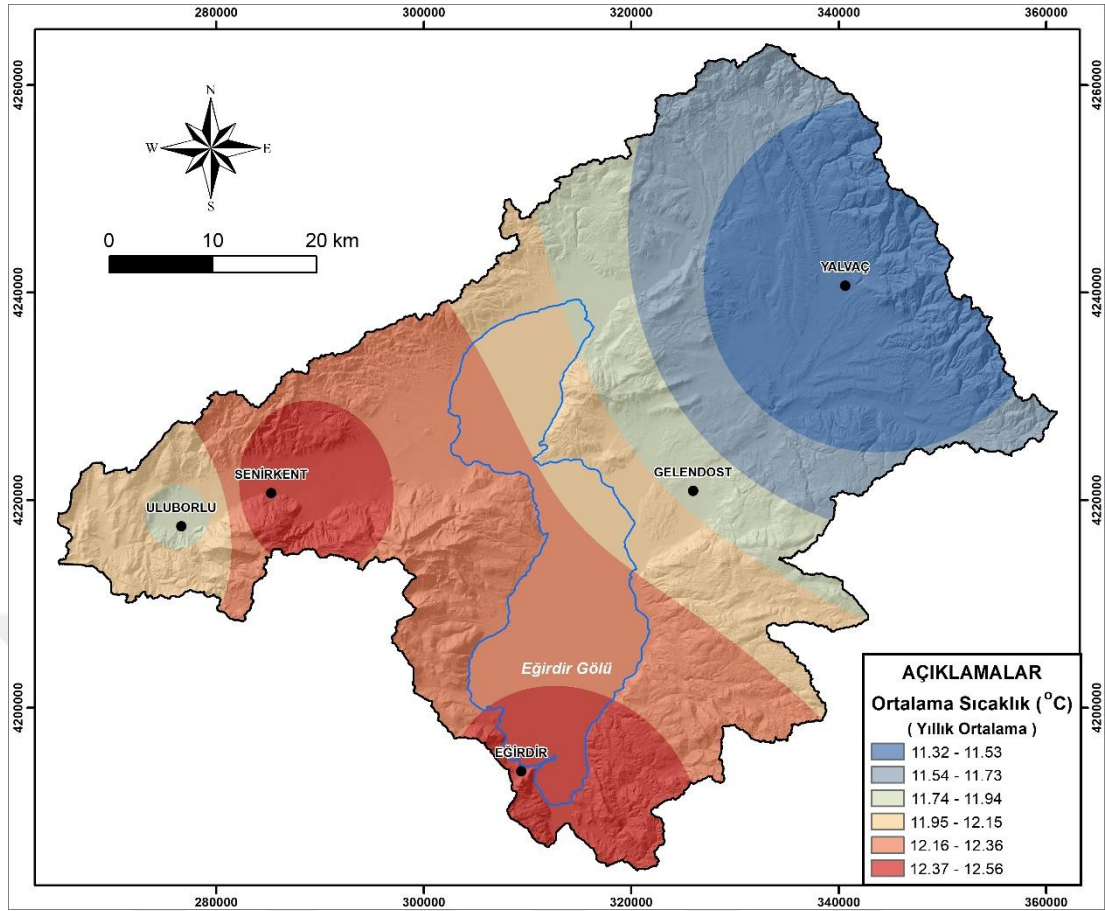
Şekil 4.43. Eğirdir Gölü havzasının aylık ortalama sıcaklık dağılımları (Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)



Şekil 4.44. Eğirdir Gölü havzasının kış ve ilkbahar mevsimlerine ait ortalama sıcaklık dağılımları



Şekil 4.45. Eğirdir Gölü havzasının yaz ve sonbahar mevsimlerine ait ortalama sıcaklık dağılımları



Şekil 4.46. Eğirdir Gölü havzasının yıllık ortalama sıcaklık dağılımları

4.1.2.2. Sıcaklık trend analizi

Çalışma kapsamında dikkate alınan meteoroloji istasyonlarının sıcaklık verileri üzerindeki iklim değişikliğinin aylık, mevsimsel ve yıllık etkileri Mann-Kendall (MK) trend analizi ile belirlenmiş ve analizler %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir. Isparta, Eğirdir, Senirkent, Uluborlu ve Yalvac DMİ'lere ait sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları (MK-z) Çizelge 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10'da verilmiştir. Havzanın genel sıcaklık trendi incelendiğinde, Isparta DMİ'de ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış ve azalış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Eğirdir DMİ sıcaklık değeri analiz edildiğinde Mayıs, Eylül, Ekim ve sonbahar mevsiminde sıcaklıklarda istatistiksel açıdan anlamlı azalma tespit edilmiştir. Diğer aylık ve mevsimlik sıcaklıklarda istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış ve azalmalar mevcuttur. Yıllık sıcaklık trendi ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalma şeklinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Isparta DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	-3.30	6.10	1.73	2.09	0.47
Şubat	-2.50	7.30	2.92	2.08	1.22
Mart	1.10	10.80	5.98	1.91	1.91
Nisan	6.30	14.30	10.72	1.56	-0.15
Mayıs	12.50	19.40	15.43	1.39	-0.12
Haziran	17.20	22.80	19.86	1.12	0.92
Temmuz	19.80	25.50	23.36	1.13	1.55
Ağustos	19.40	26.50	23.27	1.30	0.21
Eylül	15.80	22.20	18.82	1.30	0.62
Ekim	10.10	17.80	13.32	1.48	-0.25
Kasım	3.80	11.70	7.82	1.69	-1.33
Aralık	-1.50	6.80	3.56	1.93	-1.54
Kış	-1.87	5.43	2.73	1.29	0.57
İlkbahar	7.83	13.40	10.71	1.04	0.59
Yaz	19.43	23.90	22.16	0.93	0.97
Sonbahar	11.53	15.40	13.32	0.98	-0.84
Yıllık	10.38	13.92	12.23	0.72	0.48

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Çizelge 4.7. Eğirdir DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	-3.70	6.00	2.15	2.18	-0.23
Şubat	-3.20	7.20	3.16	2.16	0.64
Mart	1.40	10.80	6.46	1.81	0.12
Nisan	6.60	14.20	10.90	1.52	-0.74
Mayıs	13.20	19.40	15.55	1.34	-2.19*
Haziran	18.30	22.20	20.23	1.01	-1.65
Temmuz	20.80	26.00	23.56	1.01	-0.24
Ağustos	20.60	25.60	23.26	1.06	-0.22
Eylül	16.60	22.30	19.00	1.36	-2.37*
Ekim	10.50	17.70	13.59	1.58	-2.06*
Kasım	3.90	10.90	7.68	1.64	-1.69
Aralık	0.50	7.40	3.98	1.73	-0.88
Kış	-2.13	5.80	3.10	1.45	-0.48
İlkbahar	8.07	13.33	10.97	1.07	-1.32
Yaz	20.70	24.10	22.35	0.80	-0.72
Sonbahar	11.63	15.90	13.43	1.15	-2.41*
Yıllık	10.17	14.02	12.46	0.82	-1.49

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Çizelge 4.8. Senirkent DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	-5.20	6.50	1.45	2.49	0.05
Şubat	-3.60	7.10	2.87	2.36	1.24
Mart	1.50	11.40	6.75	2.00	1.19
Nisan	6.80	15.60	11.41	1.63	1.08
Mayıs	13.80	18.90	16.13	1.21	0.57
Haziran	17.70	22.80	20.64	1.05	1.39
Temmuz	20.90	26.50	24.29	1.26	1.73
Ağustos	20.40	27.60	23.99	1.36	3.06*
Eylül	16.90	21.90	19.57	1.08	0.23
Ekim	10.60	16.10	13.45	1.42	0.38
Kasım	3.40	11.00	7.23	1.61	-0.42
Aralık	-0.50	7.10	3.00	1.92	0.49
Kış	-2.87	5.80	2.44	1.55	0.80
İlkbahar	8.60	13.57	11.43	1.02	1.40
Yaz	20.83	24.77	22.97	0.94	2.76*
Sonbahar	11.67	15.03	13.41	0.77	-0.04
Yıllık	10.43	14.45	12.57	0.68	2.02*

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Çizelge 4.9. Uluborlu DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	-4.40	6.00	1.26	2.42	0.56
Şubat	-3.90	7.30	2.51	2.40	1.44
Mart	0.50	11.10	6.24	1.99	1.47
Nisan	6.60	15.60	10.69	1.77	2.01*
Mayıs	12.60	18.20	15.27	1.27	1.71
Haziran	16.90	21.90	19.46	1.03	2.19*
Temmuz	19.70	25.10	22.66	1.25	2.76*
Ağustos	19.10	25.60	22.55	1.29	2.50*
Eylül	16.30	21.30	18.64	1.16	0.61
Ekim	10.10	16.80	13.02	1.70	0.60
Kasım	3.20	11.10	7.23	1.70	0.66
Aralık	-0.60	6.60	3.00	1.90	0.99
Kış	-2.87	5.40	2.26	1.57	1.26
İlkbahar	7.67	13.17	10.73	1.03	2.96*
Yaz	19.60	23.40	21.56	0.84	3.58*
Sonbahar	10.83	14.67	12.96	0.92	1.01
Yıllık	10.35	13.63	11.88	0.67	3.26*

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Çizelge 4.10. Yalvaç DMİ sıcaklık verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Minimum sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Standart Sapma	MK-z
Ocak	-5.90	5.00	0.35	2.54	-0.13
Şubat	-5.40	6.10	1.67	2.44	0.7
Mart	-0.20	10.00	5.27	2.06	1.27
Nisan	5.40	14.00	9.91	1.68	1.25
Mayıs	12.30	17.30	14.60	1.17	0.82
Haziran	17.10	21.30	19.08	0.99	1.84
Temmuz	19.70	25.20	22.89	1.34	2.26*
Ağustos	18.90	25.40	22.85	1.43	3.05*
Eylül	15.20	21.10	18.30	1.21	1.66
Ekim	9.60	14.90	12.40	1.39	1.02
Kasım	1.50	8.80	6.22	1.72	2.05*
Aralık	-2.00	5.50	2.29	1.82	0.02
Kış	-4.13	4.17	1.44	1.61	0.22
İlkbahar	7.17	12.50	9.93	1.05	1.91
Yaz	19.50	23.40	21.61	0.95	3.17*
Sonbahar	9.80	14.33	12.31	0.94	2.69*
Yıllık	8.99	12.88	11.32	0.76	3.02*

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Senirkent DMİ sıcaklık değerinin trend analiz sonuçlarına göre, Ağustos ayı, yaz mevsimi ve yıllık sıcaklıkların istatistiksel açıdan anlamlı artış göstermektedir. Sadece Kasım ve sonbahar mevsiminin trend değeri istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalma; diğer tüm aylarda ve mevsimlerde ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış gözlenmektedir. Uluborlu DMİ’de ölçülen sıcaklık değeri incelendiğinde Nisan, Haziran, Temmuz, Ağustos ayları, ilkbahar ve yaz mevsimleri ile yıllık sıcaklıklarda istatistiksel açıdan anlamlı artışlar gözlenmektedir. Diğer tüm aylarda ve mevsimlerde ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış tespit edilmiştir. Yalvaç DMİ sıcaklık değerinin trend analiz sonuçları da genel olarak artış eğilimini işaret etmekte olup sadece Ocak ayında istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalma görülmektedir. Temmuz, Ağustos, Kasım ayları, yaz ve sonbahar mevsimleri ve yıllık sıcaklık trendi istatistiksel açıdan anlamlı artış eğilimindedir. Diğer tüm aylarda ve mevsimlerde ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış tespit edilmiştir.

Eğirdir Gölü havzası genelinde sıcaklık trendlerinin alansal dağılımlarını belirlemek için, hesaplanan Mann-Kendall trend analiz sonuçları (MK-z) kullanılarak aylık, mevsimlik ve yıllık sıcaklık trendi dağılım haritaları hazırlanmıştır. Aylık sıcaklık trend dağılımları Şekil 4.47 ve Şekil 4.48’de verilmiştir. Buna göre, Ocak ayı sıcaklık değerinde Yalvaç ve Eğirdir bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi; havzanın diğer bölgelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi gözlenmektedir. Şubat ve Mart ayları sıcaklık değerinin trend analizine göre, havzanın tamamında istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi gözlenmektedir.

Nisan ayı sıcaklık değerinde Eğirdir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi; Uluborlu bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi, havzanın diğer bölgelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi gözlenmektedir. Mayıs ayına ait sıcaklık değerinin trend analizine göre, Eğirdir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı azalma eğilimi, Gelendost bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi; diğer bölgelerde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi tespit edilmiştir. Haziran ayı sıcaklık değerinde Eğirdir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi; Uluborlu ve Yalvaç bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi, havzanın diğer bölgelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi gözlenmektedir.

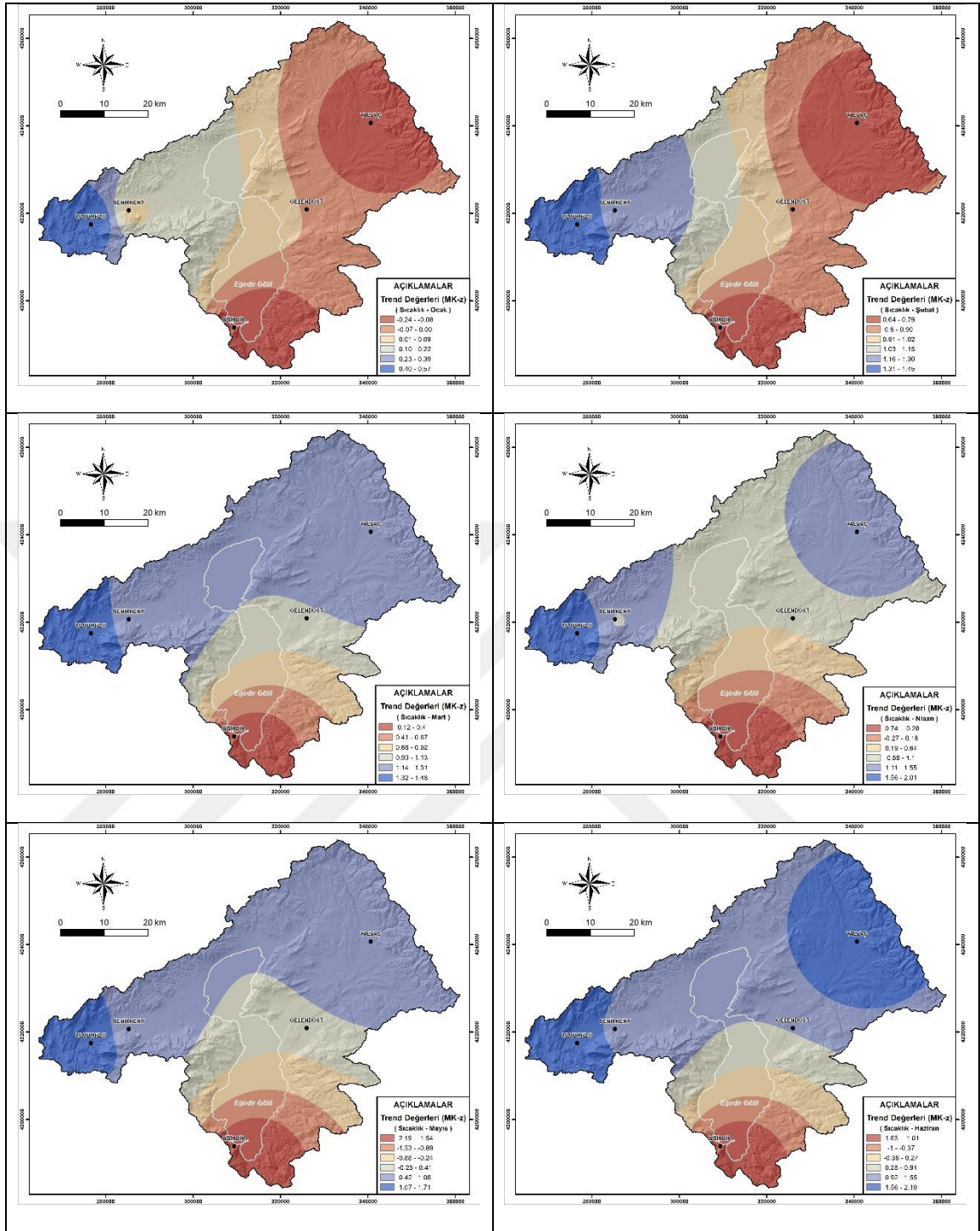
Temmuz ayı sıcaklık değerine göre trend Eğirdir bölgesinde yine istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimini göstermektedir. Uluborlu ve Yalvaç bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi, havzanın diğer bölgelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi belirlenmiştir. Ağustos ayı sıcaklık değerinde Uluborlu, Senirkent, Gelendost ve Yalvaç bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi dikkati çekmektedir. havzanın diğer bölgelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi, Eğirdir bölgesinde ise kısmen istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi mevcuttur. Eylül ve Ekim ayları sıcaklık değerlerine göre, Eğirdir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı azalma eğilimi; diğer bölgelerde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi gözlenmektedir.

Kasım sıcaklık değerine göre, Eğirdir ve Senirkent bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi; Yalvaç bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi; diğer bölgelerde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi gözlenmektedir. Aralık ayı sıcaklık değerine göre, Eğirdir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi; Gelendost ve Yalvaç bölgelerinde kısmen istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi, diğer bölgelerde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi gözlenmektedir.

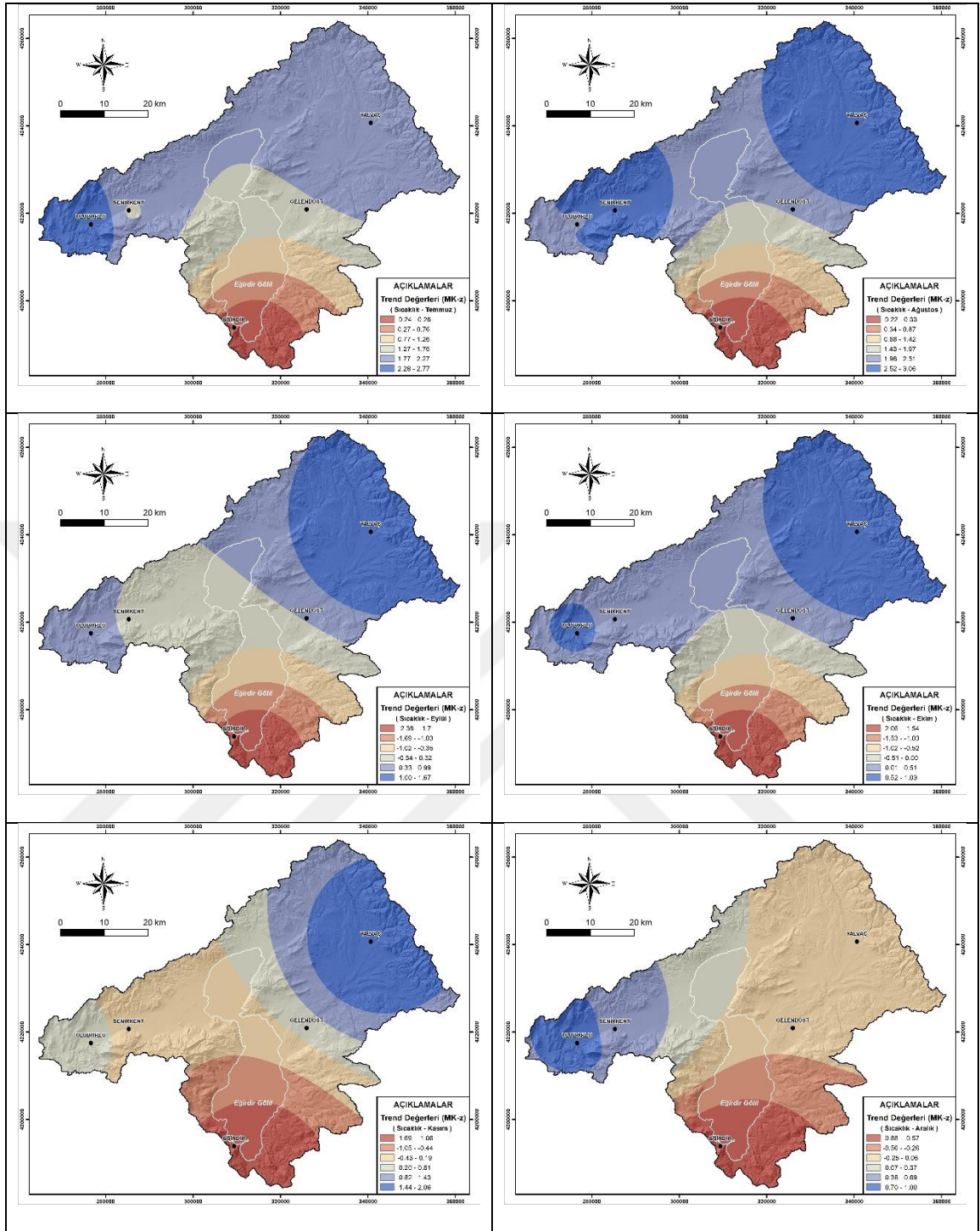
Havzanın mevsimlik sıcaklık trendi dağılım haritaları Şekil 4.49 ve 4.50’de sunulmuştur. Kış mevsimi sıcaklık değerine göre trend Eğirdir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğiliminde, havzanın diğer bölgelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi şeklindedir. İlkbahar mevsimi sıcaklık değerine göre, Eğirdir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi; Ulubolu ve Yalvaç bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi; diğer bölgelerde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi gözlenmektedir.

Yaz mevsimi sıcaklık değerine göre, havzanın genelinde (Eğirdir bölgesi hariç) istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi dikkati çekmektedir. Eğirdir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi tespit edilmiştir. Sonbahar mevsimi sıcaklık terendi ise Eğirdir ve Senirken bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi; Yalvaç bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi, Ulubolu ve Gelendost bölgelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi şeklindedir.

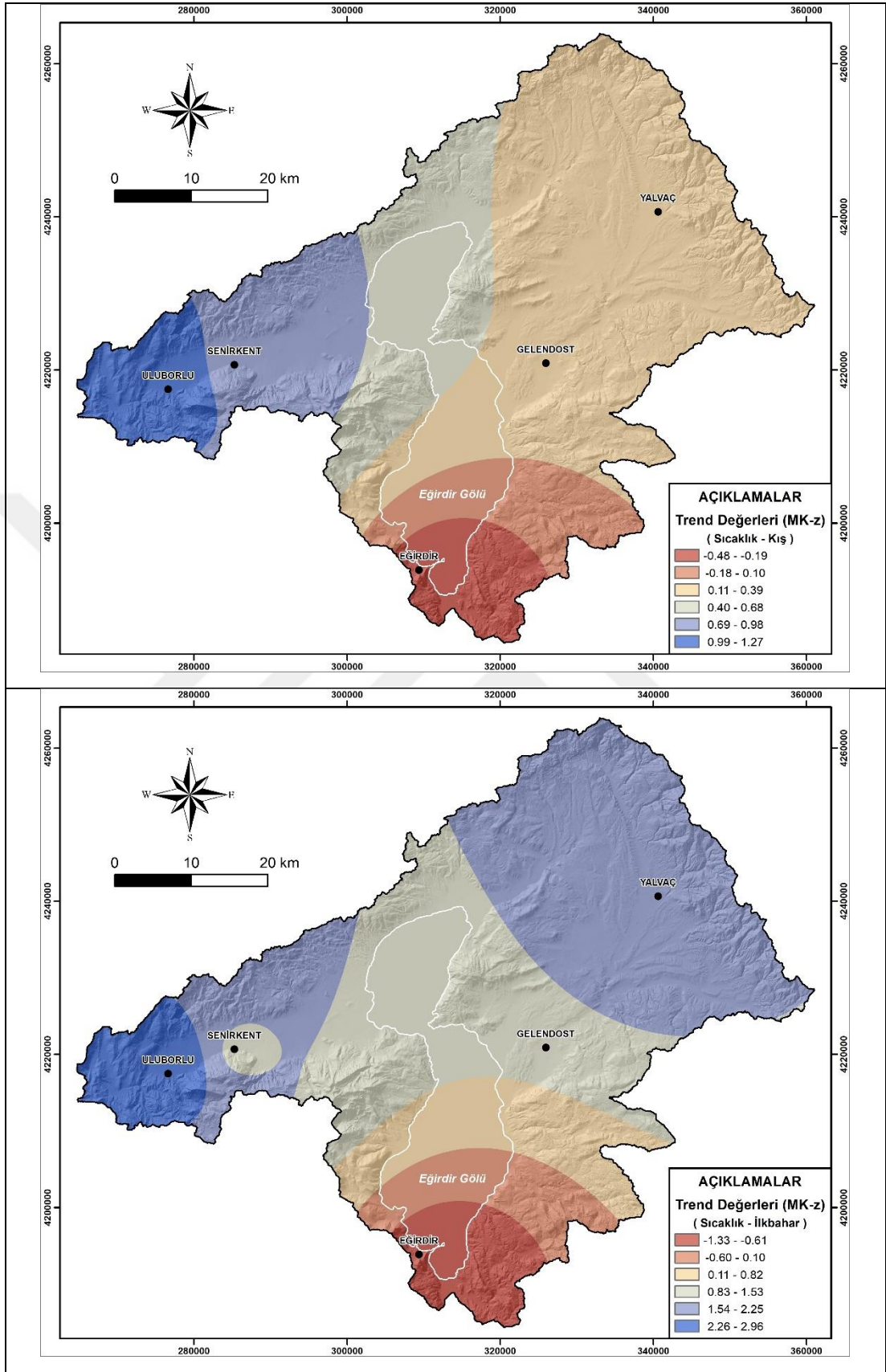
Eğirdir Gölü havzasının yıllık sıcaklık trendi dağılım haritasına bakıldığında havzanın özellikle Ulubolu ve Yalvaç bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi, kuzey kesimlerinde (Senirkent, Gelendost) ise kısmen istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi, güney (Eğirdir) kesimlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi gözlenmektedir (Şekil 4.51). Genel olarak sıcaklık trendleri değerlendirildiğinde, gelecekte havzada %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edilen sıcaklık artışlarının olacağını söylemek mümkündür.



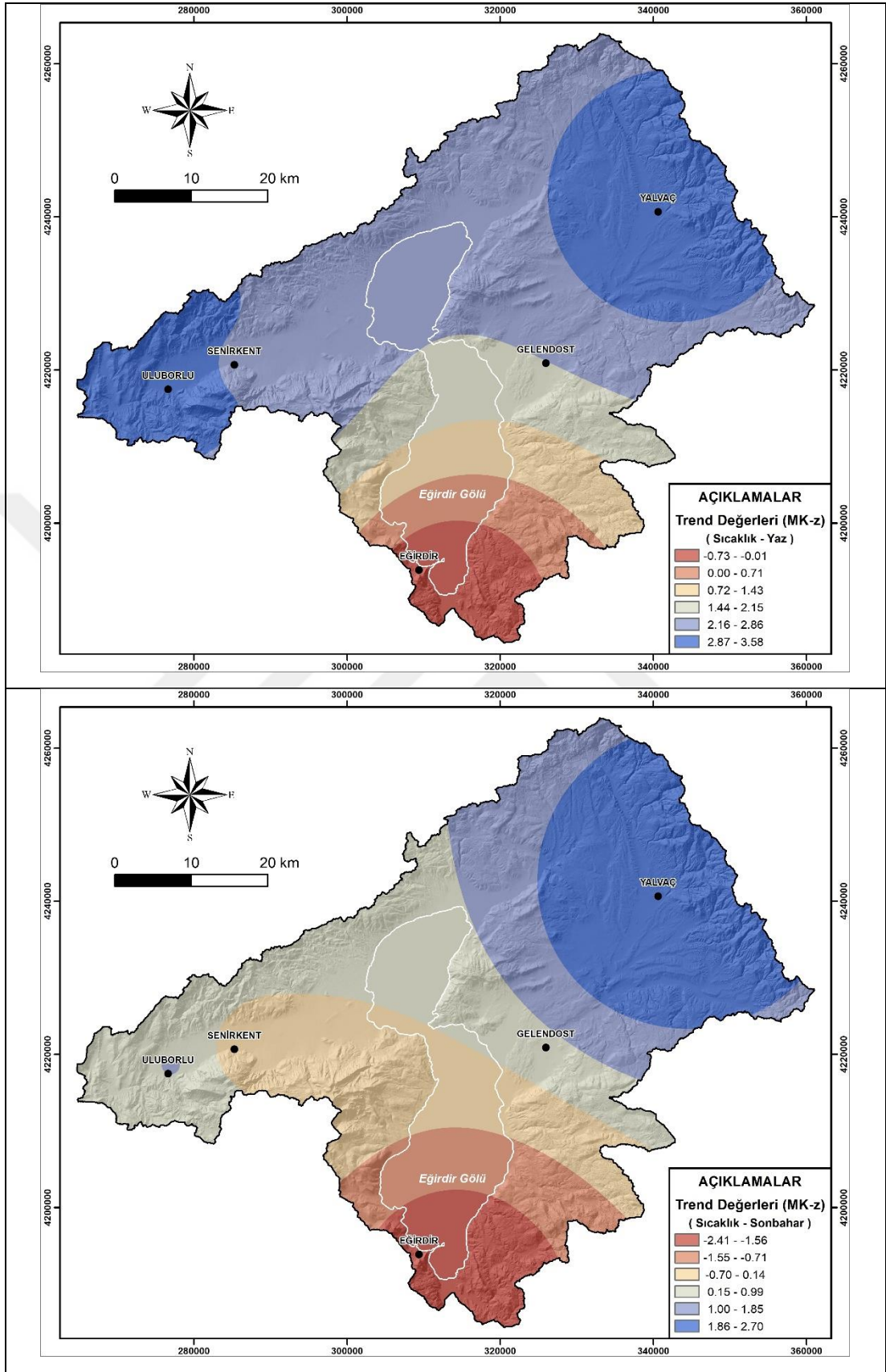
Şekil 4.47. Eğirdir Gölü havzasının aylık sıcaklık trendi dağılım haritaları (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran)



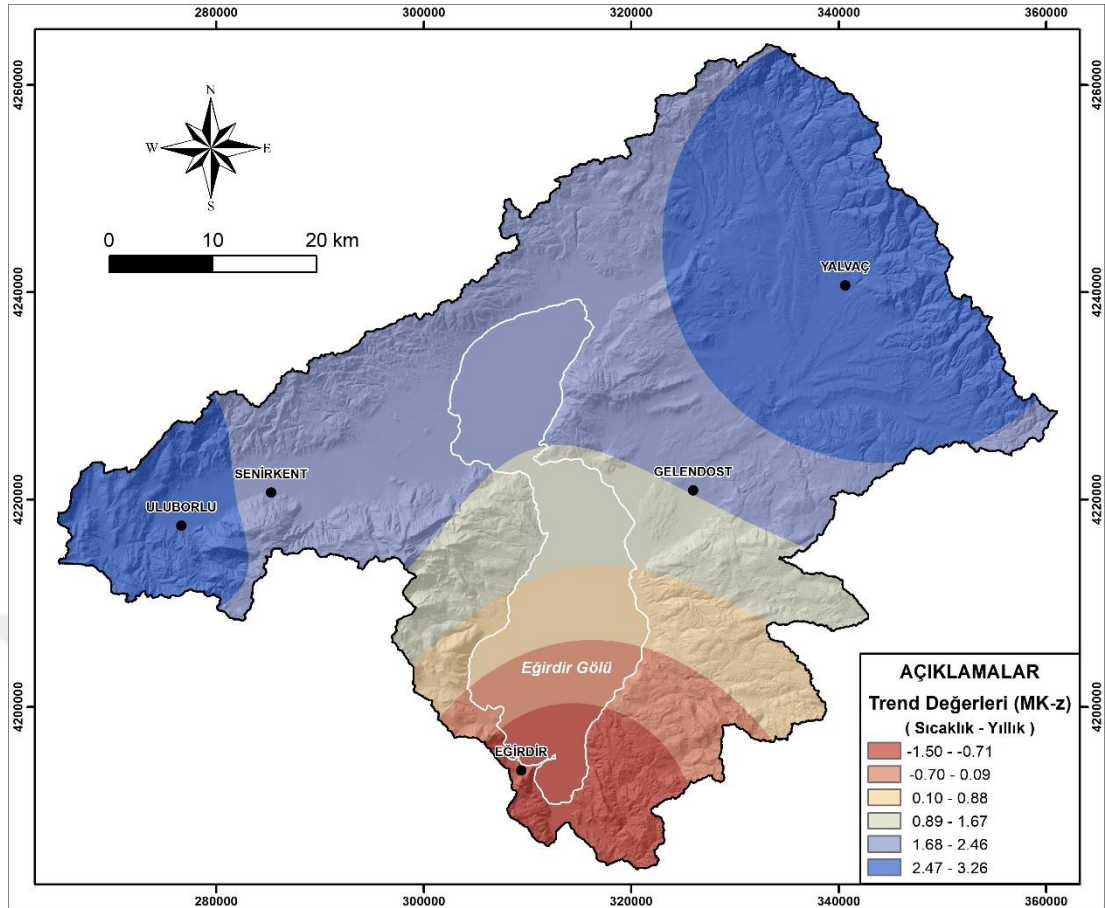
Şekil 4.48. Eğirdir Gölü havzasının aylık sıcaklık trendi dağılım haritaları (Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)



Şekil 4.49. Eğirdir Gölü havzasının kış ve ilkbahar mevsimlerine ait sıcaklık trendi dağılım haritaları



Şekil 4.50. Eğirdir Gölü havzasının yaz ve sonbahar mevsimlerine ait sıcaklık trendi dağılım haritaları



Şekil 4.51. Eğirdir Gölü havzasının yıllık sıcaklık trendi dağılım haritaları

4.2. Geleceğe yönelik meteorolojik parametrelerinin tahmini

Küresel iklim değişikliğinin Eğirdir Gölü havzasındaki etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla CMIP6 kapsamında üretilen küresel dolaşım modellerine ait veriler istatistiksel ölçek küçültme yöntemi kullanılarak meteoroloji istasyonu bazına indirgenmiştir. Bu kapsamda, CANESM5, EC-EARTH3, MIROC6 ve MRI-ESM2 iklim modelleri kullanılarak Isparta DMİ, Eğirdir DMİ, Senirkent DMİ, Uluborlu DMİ ve Yalvaç DMİ'ye ait geleceğe yönelik (2020-2100) yağış ve sıcaklık verilerinin günlük ölçekte tahmini gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan CANESM5, EC-EARTH3, MIROC6 ve MRI-ESM2 iklim modellerinin performanslarını karşılaştırmak için geçmişten günümüze ölçülmüş yağış ve sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Ayrıca, geleceğe yönelik yağış ve sıcaklık parametrelerinin tahmininde kullanılan modellerin performanslarına ait RMSE, NRMSE, MAE, MBE, NSE ile Pearson ve Spearman korelasyon katsayısı

değerleri hesaplanmıştır. Havzadaki meteoroloji istasyonlarına ait en iyi modelin belirlenmesinde sözkonusu performans teslerinin yanısıra Taylor diyagramları da kullanılmıştır.

4.2.1. Küresel dolaşım modelinin belirlenmesi

Çalışma kapsamında, CANESM5, EC-EARTH3, MIROC6 ve MRI-ESM2 iklim modellerine ait yağış ve sıcaklık verilerinin meteoroloji istasyonlarına indirgenmesi amacıyla Delta, EQM ve QM yöntemleri kullanılmıştır. Sözkonusu DMI'lere ait ölçülen ve modellenen yağış ve sıcaklık verilerinin grafikleri, model performans değerleri ve hazırlanan Taylor diyagramları aşağıda verilmiştir.

Isparta Meteoroloji İstasyonu

Isparta Meteoroloji İstasyonunda referans dönemde ölçülen ve modellenen yağış verilerine ait grafik Şekil 4.52'de, sıcaklık verilerine ait grafik ise Şekil 4.53'de verilmiştir. Ayrıca, sözkonusu modellere ait performans değerleri Çizelge 4.11, 4.12'de, Taylor diyagramı ise Şekil 4.54'de sunulmuştur.

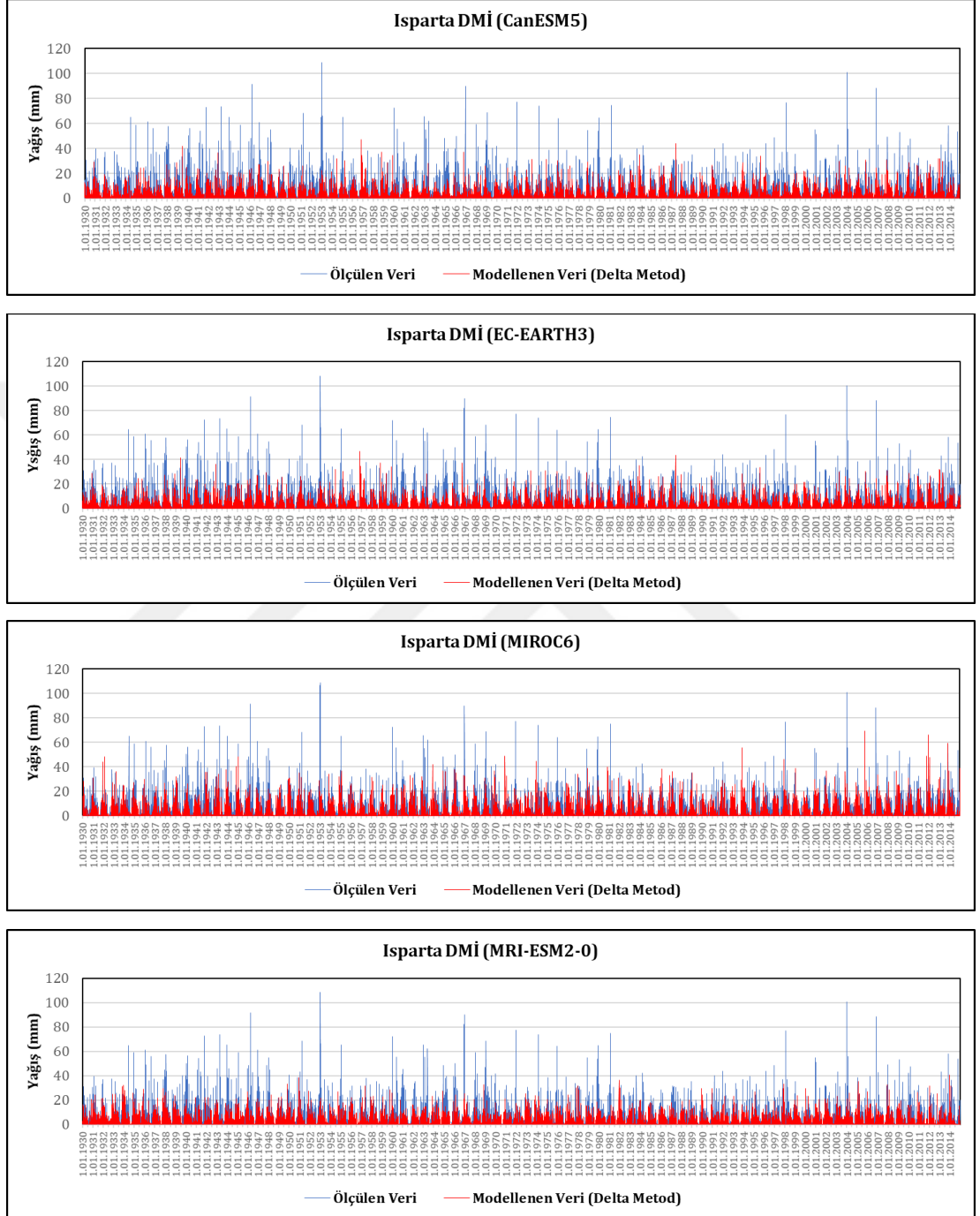
Çizelge 4.11. Isparta DMI yağış verisine ait model performansları

Isparta DMI - Yağış	Model	Metod	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
	CanESM5	Delta	1.479	0.948	0.358	0.441	1.06	0	-0.034
		EQM	2.987	1.916	0.351	0.443	2.19	1.8	-3.22
		QM	2.931	1.88	0.355	0.441	2.16	1.73	-3.061
	EC-EARTH3	Delta	1.597	1.024	0.29	0.397	1.13	0	-0.206
		EQM	2.465	1.581	0.271	0.39	1.73	1.12	-1.874
		QM	2.541	1.621	0.282	0.42	1.75	1.15	-1.188
	MIROC6	Delta	1.597	1.024	0.29	0.397	1.13	0	-0.206
		EQM	2.465	1.581	0.271	0.39	1.73	1.12	-1.874
		QM	2.47	1.584	0.331	0.426	1.71	0.89	-1.885
	MRI-ESM2-0	Delta	1.531	0.982	0.336	0.4	1.1	0	-0.108
		EQM	2.953	1.894	0.33	0.399	2.11	1.69	-3.124
		QM	2.829	1.814	0.336	0.4	2.06	1.6	-2.783

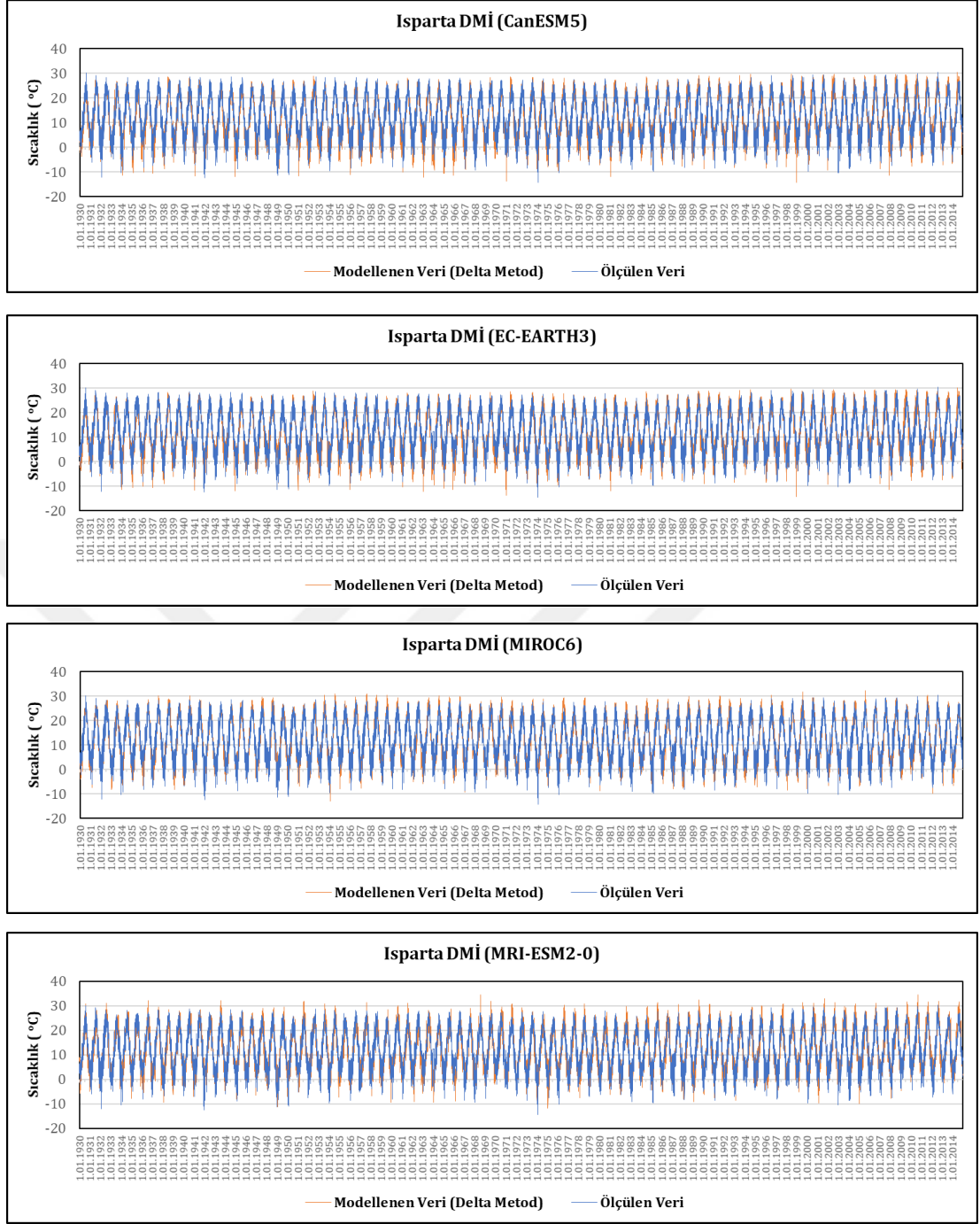
Eğirdir Meteoroloji İstasyonu

Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda referans dönemde ölçülen ve modellenen yağış verilerine ait grafik Şekil 4.55'de, sıcaklık verilerine ait grafik ise Şekil 4.56'da

verilmiştir. Ayrıca, sözkonusu modellere ait performans değerleri Çizelge 4.13, 4.14’de, Taylor diyagramı ise Şekil 4.57’de sunulmuştur.



Şekil 4.52. Isparta DMİ’ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri



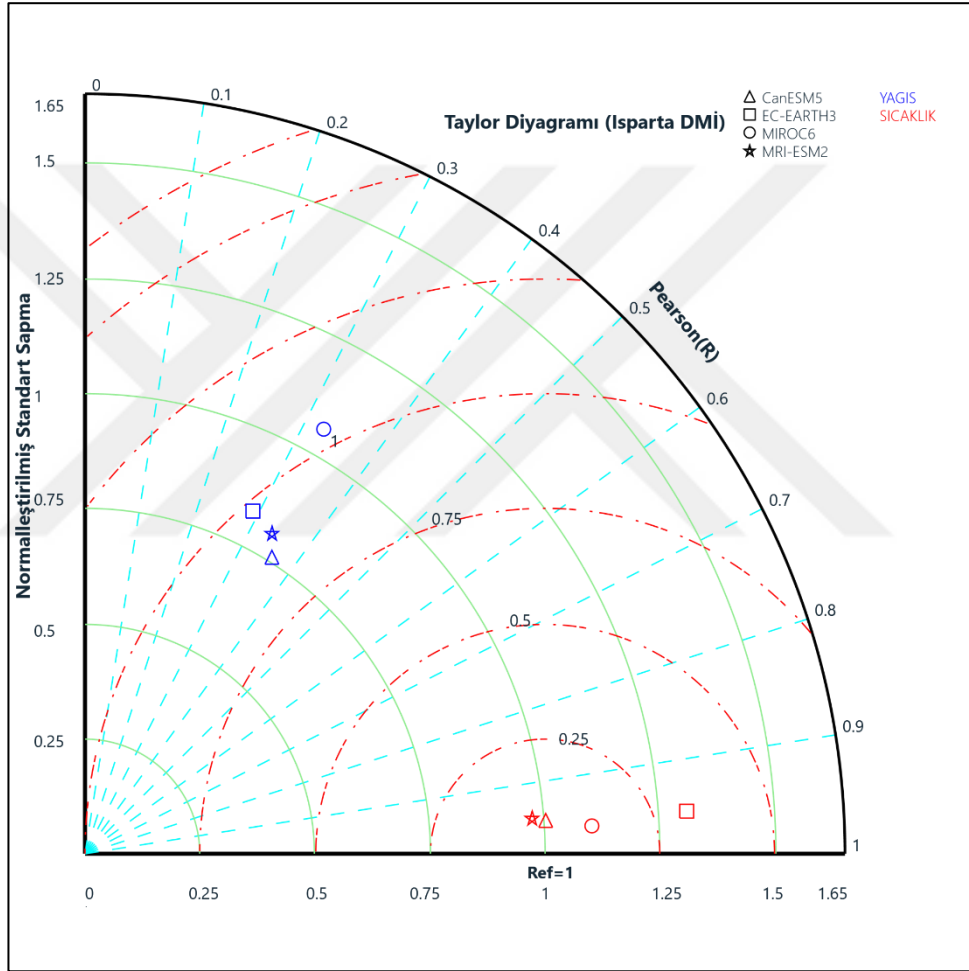
Şekil 4.53. Isparta DMİ'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri

Senirkent Meteoroloji İstasyonu

Senirkent Meteoroloji İstasyonunda referans dönemde ölçülen ve modellenen yağış verilerine ait grafik Şekil 4.58'de, sıcaklık verilerine ait grafik ise Şekil 4.59'da verilmiştir. Ayrıca, sözkonusu modellere ait performans değerleri Çizelge 4.15, 4.16'da, Taylor diyagramı ise Şekil 4.60'da sunulmuştur.

Çizelge 4.12. Isparta DMİ sıcaklık verisine ait model performansları

Isparta DMI - Sıcaklık	Model	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
	CanESM5	Delta	2.347	0.192	0.954	0.948	1.86	-0.01	0.908
		EQM	2.316	0.19	0.955	0.948	1.81	-0.01	0.91
		QM	2.355	0.193	0.954	0.948	1.87	-0.01	0.907
	EC-EARTH3	Delta	3.571	0.293	0.955	0.949	2.87	-0.01	0.787
		EQM	2.342	0.192	0.955	0.949	1.83	0	0.908
		QM	2.33	0.191	0.955	0.949	1.82	0	0.909
	MIROC6	Delta	2.284	0.187	0.965	0.958	1.84	-0.01	0.913
		EQM	2.113	0.173	0.964	0.957	1.65	0	0.925
		QM	2.082	0.171	0.965	0.958	1.65	0	0.927
	MRI-ESM2-0	Delta	2.452	0.201	0.949	0.944	1.96	0	0.899
		EQM	2.402	0.197	0.951	0.944	1.89	0	0.904
QM		2.471	0.203	0.949	0.944	1.97	0	0.898	



Şekil 4.54. Isparta DMİ'ye ait Taylor diyagramı

Çizelge 4.13. Eğirdir DMİ yağış verisine ait model performansları

Eğirdir DMİ - Yağış	Model	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
	CanESM5	Delta	2.176	1.003	0.409	0.533	1.51	-0.01	0.092
		EQM	4.016	1.85	0.403	0.538	2.93	2.35	-2.091
		QM	3.97	1.829	0.404	0.534	2.9	2.3	-2.021
	EC-EARTH3	Delta	2.352	1.084	0.347	0.49	1.57	-0.01	-0.061
		EQM	3.416	1.574	0.327	0.482	2.33	1.38	-1.237
		QM	3.421	1.583	0.3627	0.4832	2.36	1.39	-1.245
	MIROC6	Delta	2.352	1.084	0.347	0.49	1.57	-0.01	-0.061
		EQM	4.243	1.955	0.36	0.448	3.17	2.58	-2.452
		QM	4.065	1.873	0.37	0.452	3.09	2.51	-2.168
	MRI-ESM2-0	Delta	2.234	1.029	0.387	0.474	1.57	-0.01	0.043
		EQM	4	1.843	0.386	0.477	2.87	2.25	-2.068
		QM	3.867	1.782	0.386	0.474	2.81	2.17	-1.867

Çizelge 4.14. Eğirdir DMİ sıcaklık verisine ait model performansları

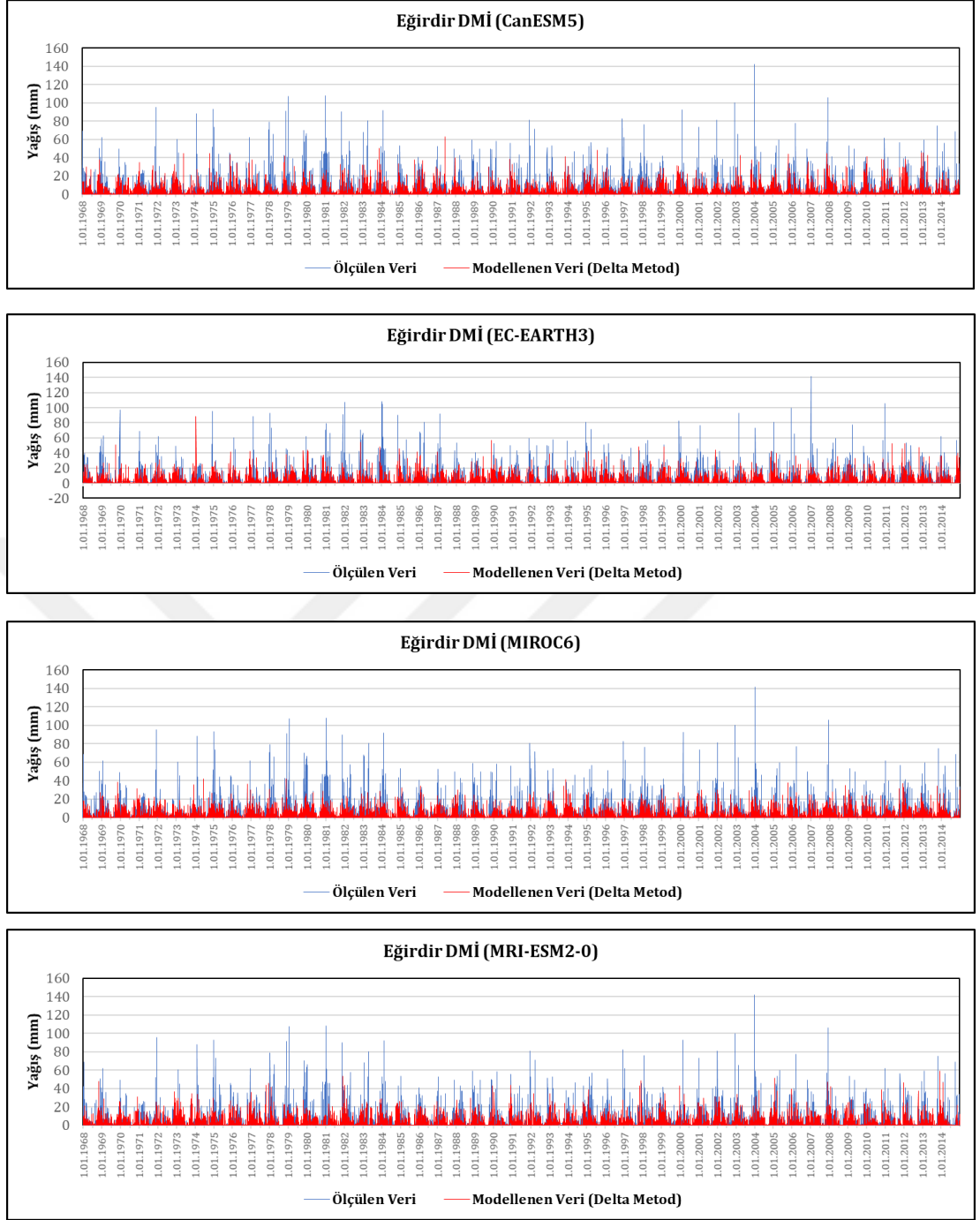
Eğirdir DMİ - Sıcaklık	Model	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
	CanESM5	Delta	2.753	0.217	0.937	0.935	2.11	-0.01	0.871
		EQM	2.654	0.209	0.94	0.935	2	-0.01	0.88
		QM	2.712	0.214	0.937	0.935	2.07	0	0.875
	EC-EARTH3	Delta	3.794	0.299	0.942	0.938	2.91	-0.01	0.756
		EQM	2.592	0.204	0.943	0.938	1.97	0	0.886
		QM	2.607	0.206	0.942	0.938	1.97	0	0.885
	MIROC6	Delta	2.518	0.199	0.949	0.943	1.93	0	0.892
		EQM	2.436	0.192	0.949	0.943	1.85	0	0.899
		QM	2.439	0.192	0.949	0.943	1.86	0	0.899
	MRI-ESM2-0	Delta	2.752	0.217	0.935	0.933	2.13	0	0.871
		EQM	2.64	0.208	0.94	0.933	2.02	0	0.882
		QM	2.746	0.217	0.935	0.933	2.12	0	0.872

Uluborlu Meteoroloji İstasyonu

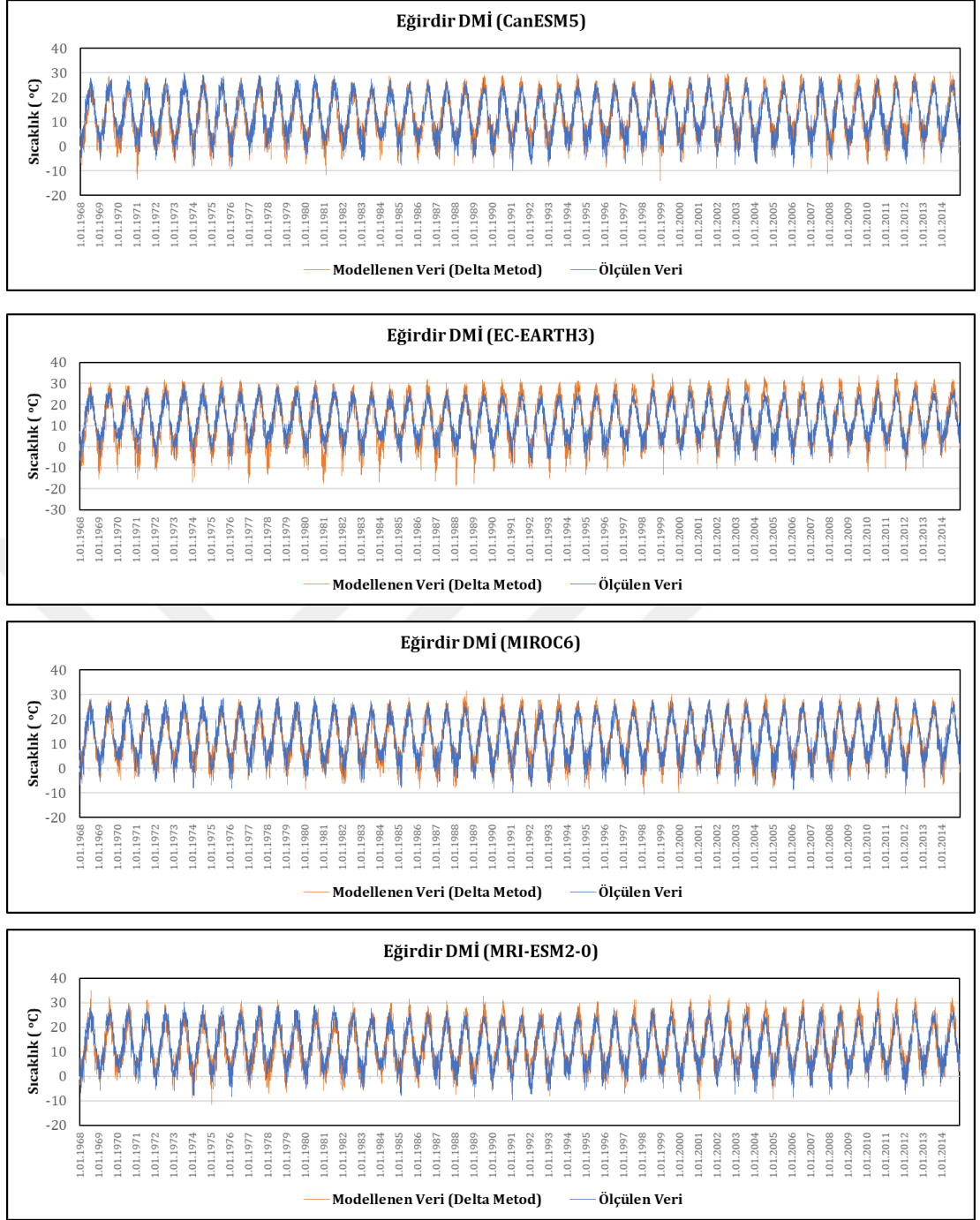
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda referans dönemde ölçülen ve modellenen yağış verilerine ait grafik Şekil 4.61’de, sıcaklık verilerine ait grafik ise Şekil 4.62’de verilmiştir. Ayrıca, sözkonusu modellere ait performans değerleri Çizelge 4.17, 4.18’de, Taylor diyagramı ise Şekil 4.63’de sunulmuştur.

Yalvaç Meteoroloji İstasyonu

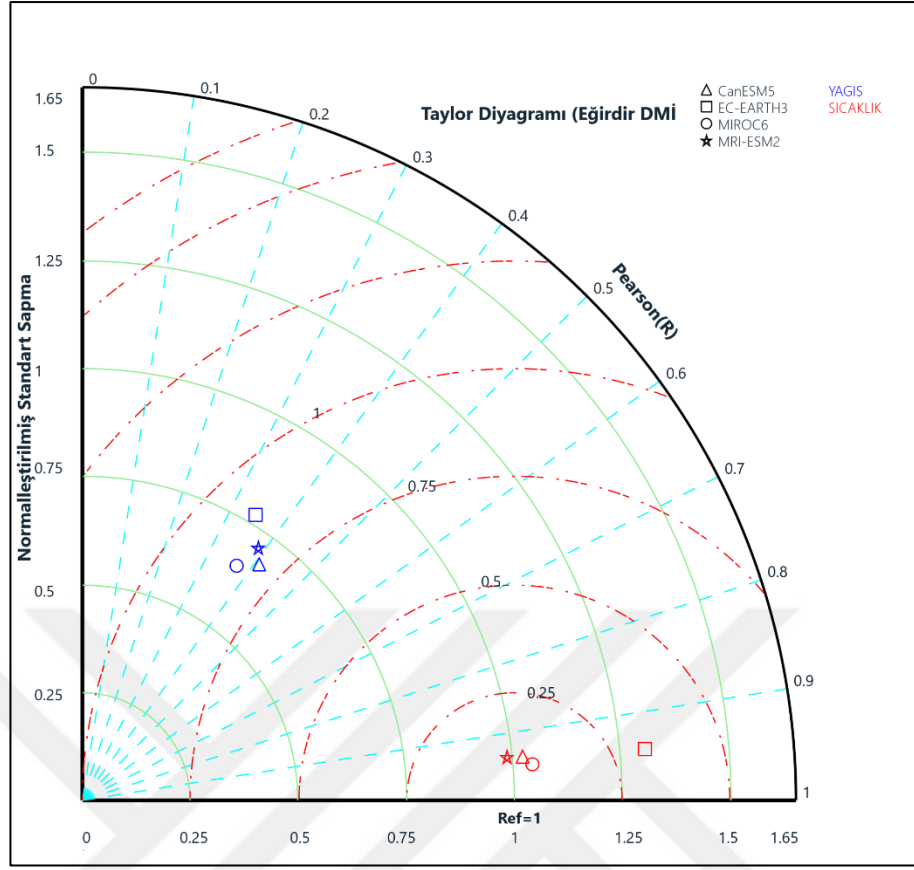
Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda referans dönemde ölçülen ve modellenen yağış verilerine ait grafik Şekil 4.64’de, sıcaklık verilerine ait grafik ise Şekil 4.65’de verilmiştir. Ayrıca, sözkonusu modellere ait performans değerleri Çizelge 4.19, 4.20’de, Taylor diyagramı ise Şekil 4.66’da sunulmuştur.



Şekil 4.55. Eğirdir DMİ'ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri



Şekil 4.56. Eğirdir DMİ'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri



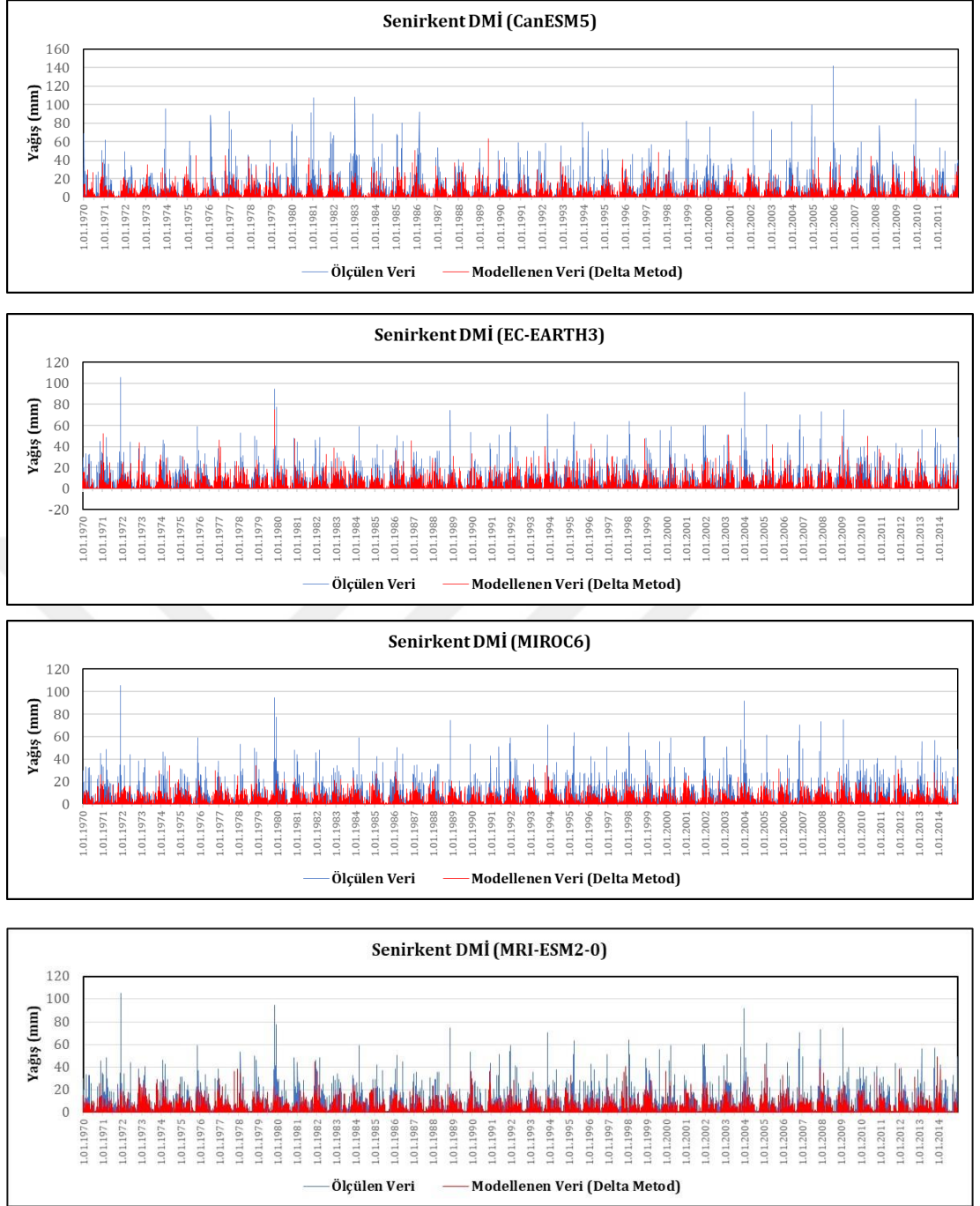
Şekil 4.57. Eğirdir DMI'ye ait Taylor diyagramı

Çizelge 4.15. Senirkent DMI yağış verisine ait model performansları

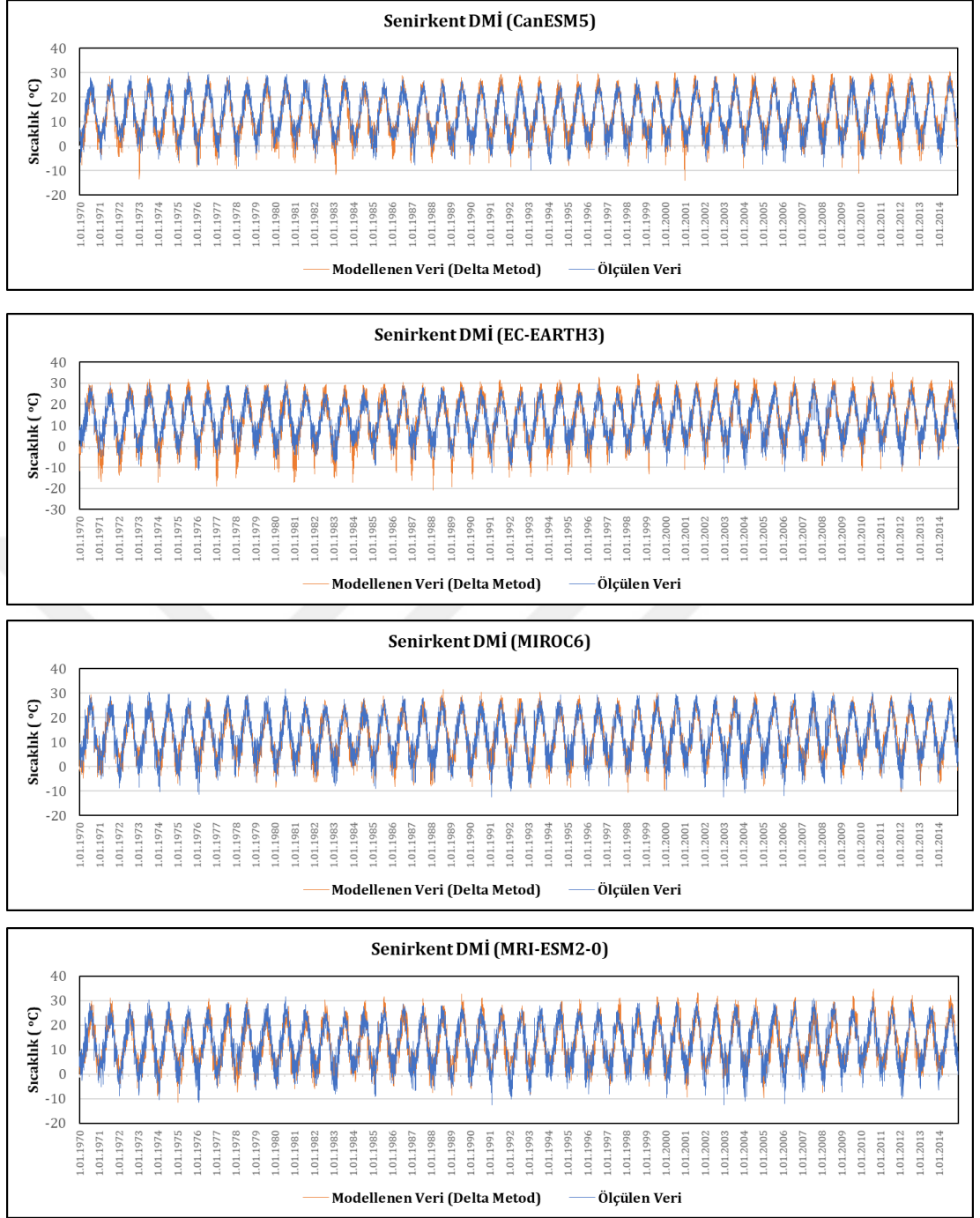
Senirkent DMI - Yağış	Model	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
	CanESM5	Delta	1.597	0.892	0.4	0.483	1.15	0	0.001
		EQM	3.43	1.916	0.397	0.485	2.54	2.2	-3.604
		QM	3.455	1.93	0.396	0.484	2.52	2.14	-3.673
	EC-EARTH3	Delta	1.726	0.964	0.343	0.451	1.23	-0.01	-0.166
		EQM	2.771	1.548	0.335	0.447	1.95	1.39	-2.005
		QM	2.783	1.554	0.339	0.452	1.98	1.41	-2.015
	MIROC6	Delta	1.678	0.937	0.313	0.37	1.24	-0.01	-0.102
		EQM	3.676	2.053	0.308	0.367	2.81	2.4	-4.287
		QM	3.594	2.007	0.313	0.37	2.75	2.32	-4.056
	MRI-ESM2-0	Delta	1.68	0.938	0.358	0.438	1.22	-0.01	-0.105
		EQM	3.417	1.908	0.357	0.438	2.46	2.08	-3.57
		QM	3.368	1.881	0.358	0.438	2.42	1.99	-3.439

Çizelge 4.16. Senirkent DMI sıcaklık verisine ait model performansları

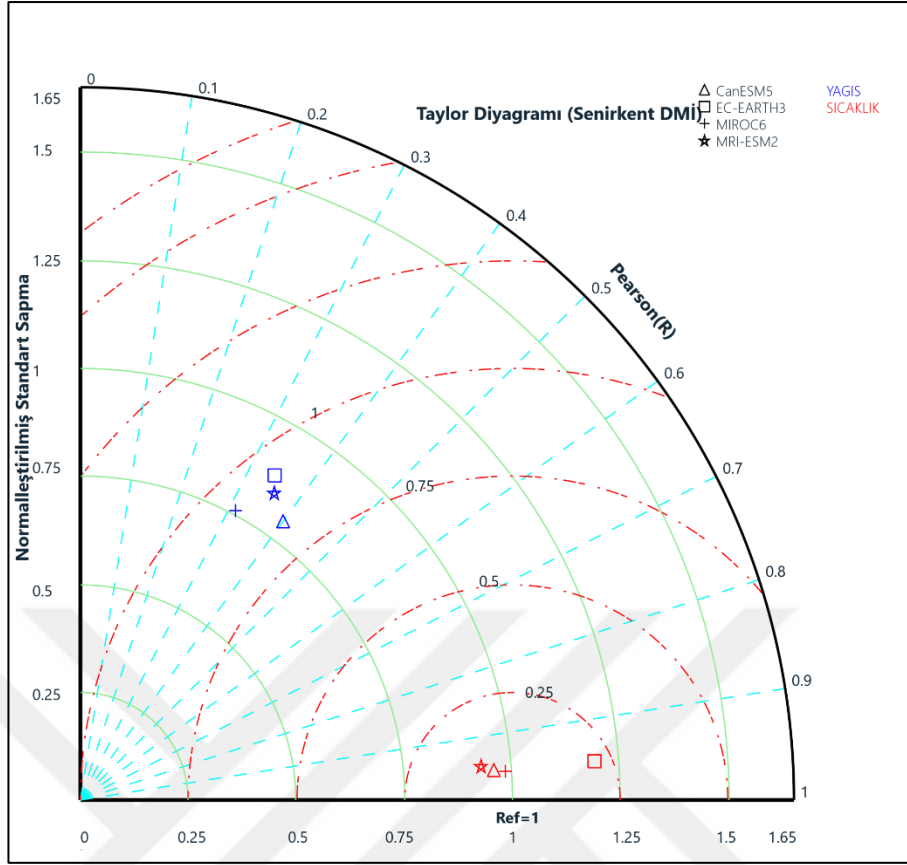
Senirkent DMI - Sıcaklık	Model	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
	CanESM5	Delta	2.443	0.195	0.954	0.951	1.91	0	0.91
		EQM	2.433	0.194	0.956	0.95	1.88	-0.01	0.911
		QM	2.486	0.198	0.954	0.951	1.98	-0.01	0.907
	EC-EARTH3	Delta	3.175	0.253	0.952	0.951	2.4	-0.01	0.849
		EQM	2.493	0.199	0.954	0.951	1.92	0	0.907
		QM	2.541	0.202	0.952	0.951	1.93	0	0.903
	MIROC6	Delta	2.364	0.188	0.957	0.95	1.84	0	0.916
		EQM	2.417	0.193	0.957	0.95	1.87	0	0.912
		QM	2.395	0.191	0.957	0.95	1.87	0	0.914
	MRI-ESM2-0	Delta	2.655	0.211	0.946	0.944	2.13	0.11	0.894
		EQM	2.578	0.205	0.95	0.944	2.02	0.09	0.9
		QM	2.71	0.216	0.946	0.944	2.17	0.12	0.89



Şekil 4.58. Senirkent DMİ'ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri



Şekil 4.59. Senirkent DMİ'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri



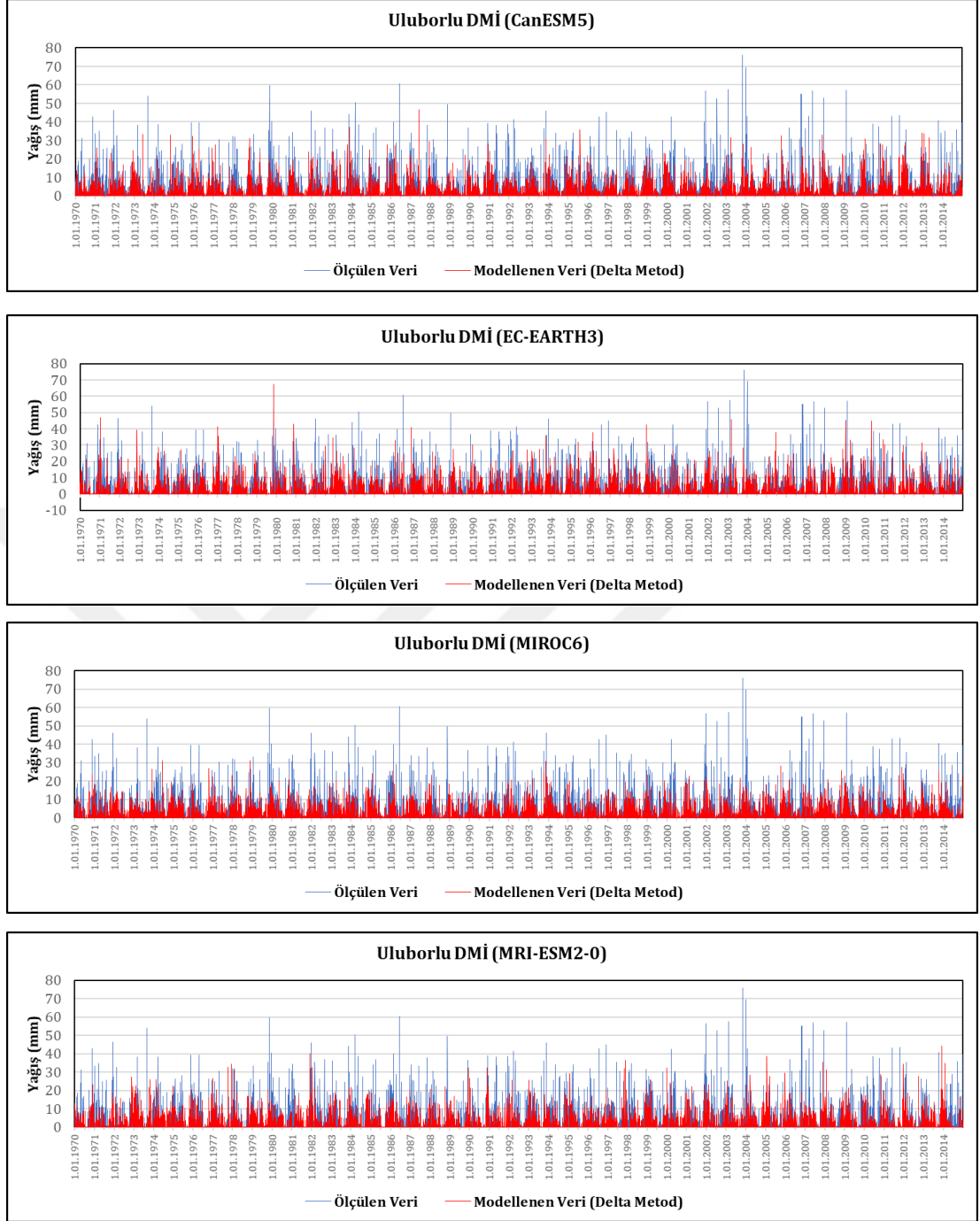
Şekil 4.60. Senirkent DMI'ye ait Taylor diyagramı

Çizelge 4.17. Uluborlu DMI yağış verisine ait model performansları

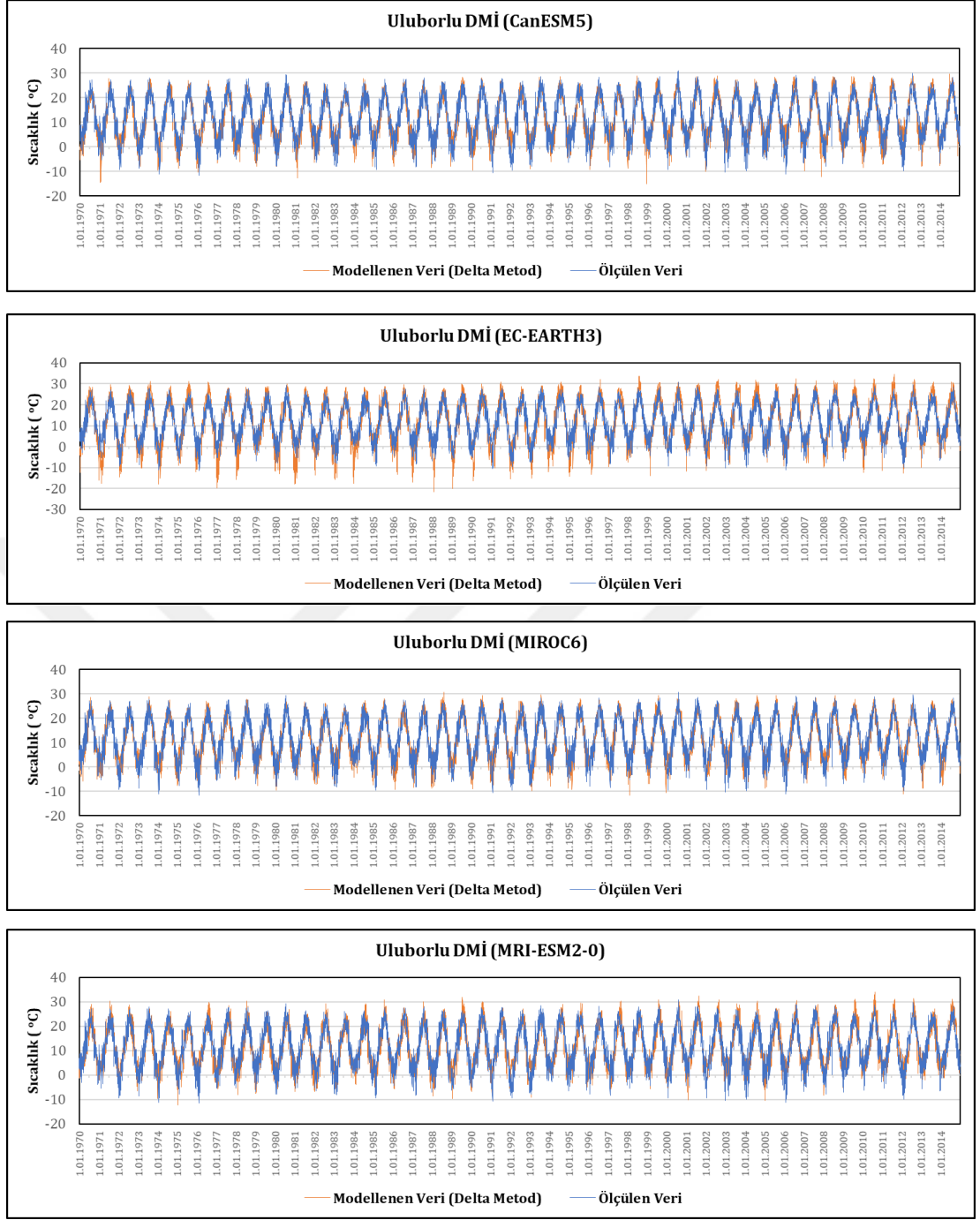
	Model	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
Uluborlu DMI - Yağış	CanESM5	Delta	1.392	0.863	0.382	0.446	1.03	0	-0.082
		EQM	3.058	1.895	0.385	0.447	2.3	2.02	-4.217
		QM	3.095	1.918	0.38	0.446	2.27	1.94	-4.346
	EC-EARTH3	Delta	1.508	0.935	0.329	0.428	1.11	0	-0.269
		EQM	2.451	1.519	0.328	0.427	1.74	1.28	-2.352
		QM	2.455	1.562	0.342	0.425	1.75	1.31	-2.347
	MIROC6	Delta	1.481	0.918	0.273	0.33	1.12	0	-0.223
		EQM	3.292	2.04	0.273	0.329	2.56	2.19	-5.046
		QM	3.242	2.009	0.275	0.331	2.51	2.11	-4.867
	MRI-ESM2-0	Delta	1.491	0.924	0.32	0.404	1.1	0	-0.241
		EQM	3.069	1.902	0.321	0.403	2.25	1.91	-4.257
		QM	3.045	1.887	0.323	0.405	2.21	1.81	-4.173

Çizelge 4.18. Uluborlu DMI sıcaklık verisine ait model performansları

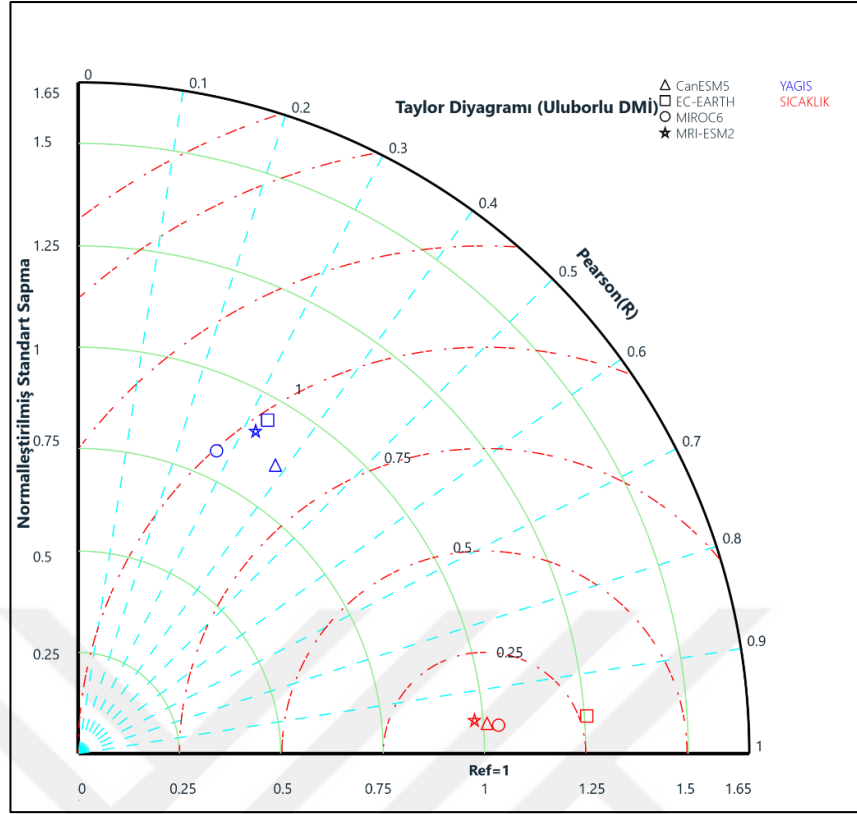
	Model	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
Uluborlu DMI - Sıcaklık	CanESM5	Delta	2.39	0.202	0.953	0.952	1.9	-0.01	0.905
		EQM	2.319	0.196	0.956	0.952	1.8	-0.01	0.911
		QM	2.406	0.204	0.953	0.952	1.93	-0.01	0.904
	EC-EARTH3	Delta	3.313	0.281	0.953	0.953	2.56	-0.01	0.818
		EQM	2.375	0.201	0.954	0.953	1.85	0	0.906
		QM	2.403	0.204	0.953	0.953	1.86	0	0.904
	MIROC6	Delta	2.333	0.198	0.957	0.952	1.85	0	0.91
		EQM	2.315	0.196	0.956	0.952	1.8	0	0.911
		QM	2.303	0.195	0.957	0.952	1.81	0	0.912
	MRI-ESM2-0	Delta	2.532	0.215	0.946	0.947	2.04	0	0.893
		EQM	2.414	0.205	0.951	0.947	1.92	0	0.903
		QM	2.558	0.217	0.946	0.947	2.05	0	0.891



Şekil 4.61. Uluborlu DMİ'ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri



Şekil 4.62. Uluborlu DMI'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri



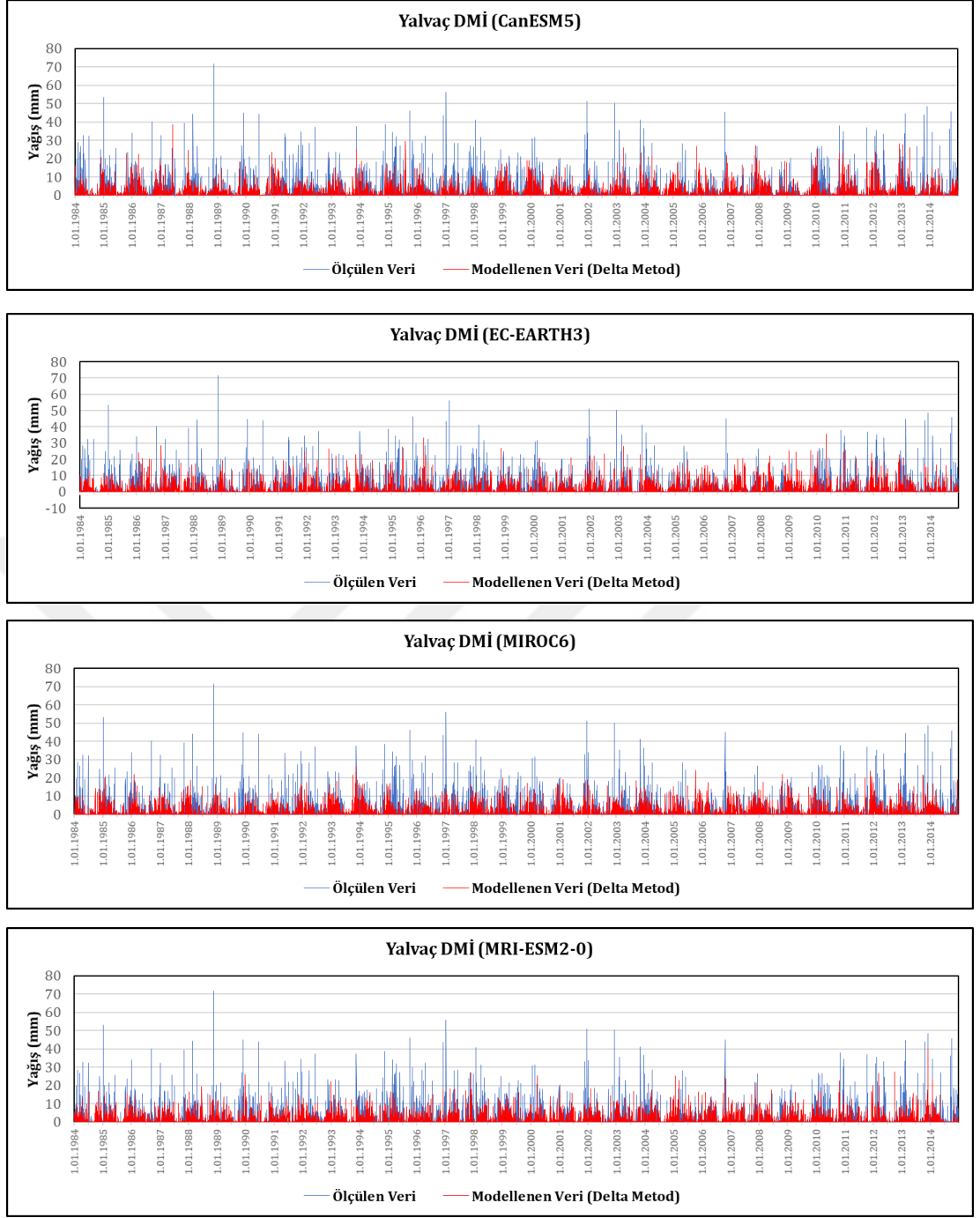
Şekil 4.63. Uluborlu DMI'ye ait Taylor diyagramı

Çizelge 4.19. Yalvaç DMI yağış verisine ait model performansları

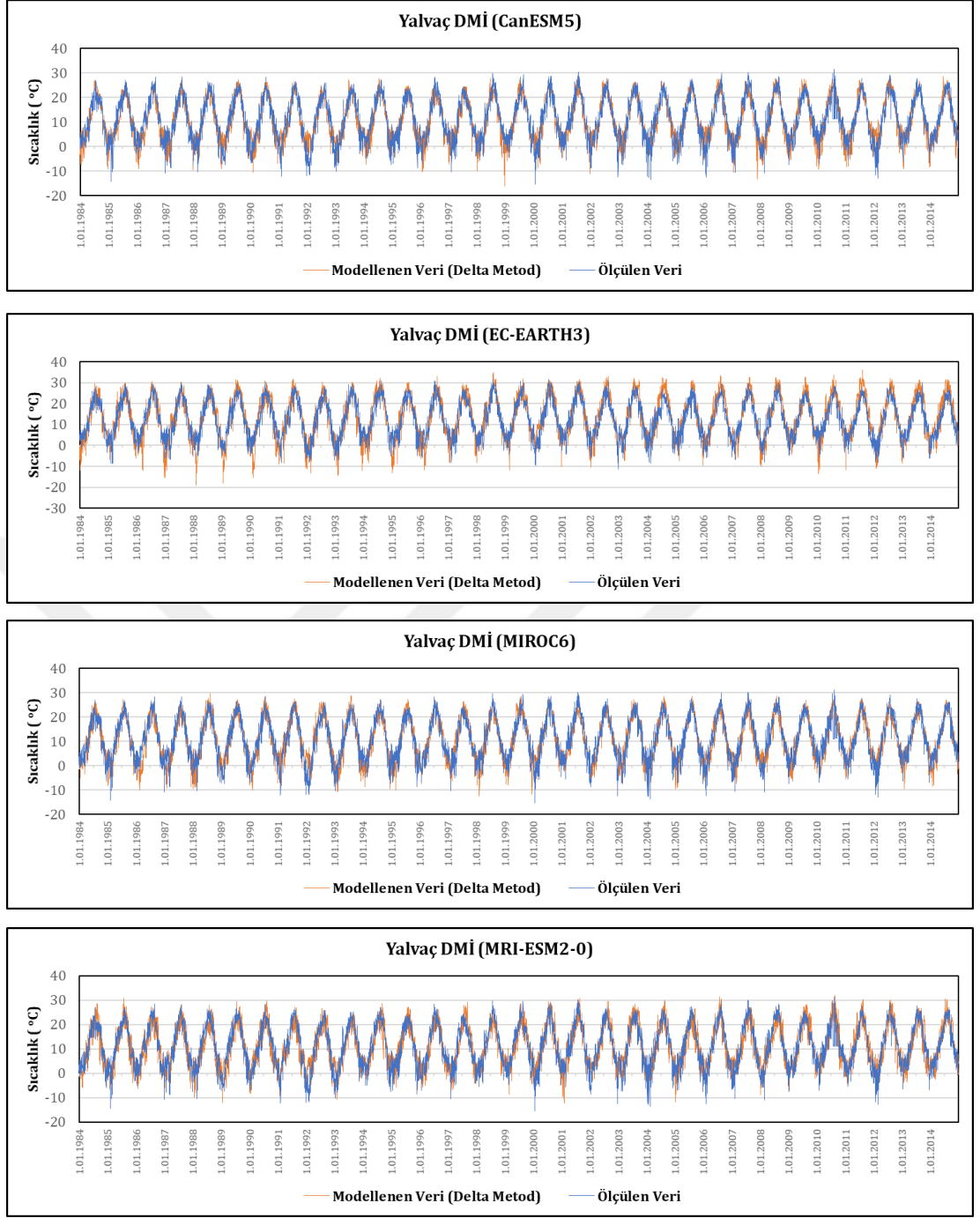
Yalvaç DMI - Yağış	Model	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
	CanESM5	Delta	1.269	0.938	0.317	0.41	0.94	0	-0.141
		EQM	2.647	1.957	0.316	0.412	1.97	1.66	-3.961
		QM	2.65	1.959	0.314	0.41	1.94	1.58	-3.971
	EC-EARTH3	Delta	1.346	0.995	0.25	0.344	0.99	0	-0.283
		EQM	2.199	1.626	0.242	0.339	1.59	1.14	-2.423
		QM	2.201	1.629	0.24	0.337	1.62	1.19	-2.433
	MIROC6	Delta	1.371	1.014	0.186	0.252	1.02	0	-0.331
		EQM	2.84	2.1	0.182	0.249	2.21	1.75	-4.71
		QM	2.766	2.045	0.186	0.252	2.16	1.67	-4.417
	MRI-ESM2-0	Delta	1.28	0.946	0.247	0.326	0.97	-0.01	-0.16
		EQM	2.628	1.943	0.232	0.315	1.98	1.72	-3.89
		QM	2.595	1.919	0.242	0.324	1.94	1.64	-3.768

Çizelge 4.20. Yalvaç DMI sıcaklık verisine ait model performansları

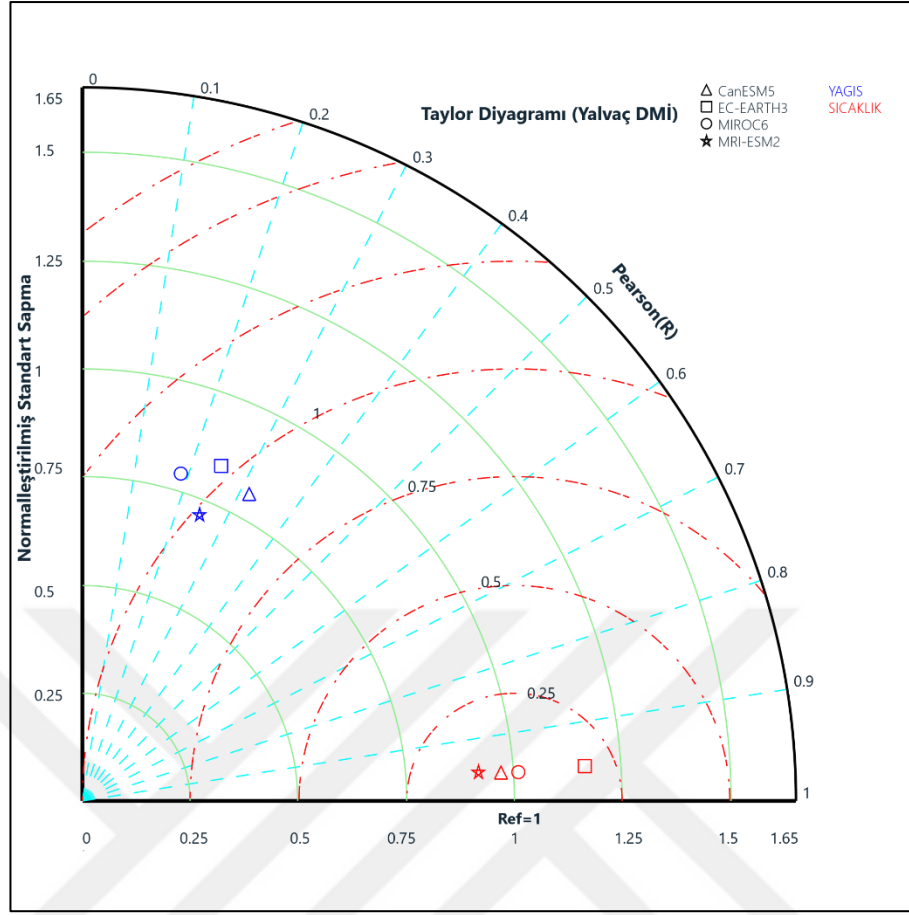
Yalvaç DMI - Sıcaklık	Model	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	NSE
	CanESM5	Delta	2.358	0.211	0.957	0.952	1.86	0	0.915
		EQM	2.332	0.209	0.959	0.952	1.85	-0.01	0.917
		QM	2.392	0.214	0.957	0.952	1.91	0	0.913
	EC-EARTH3	Delta	3.463	0.272	0.943	0.942	2.61	-0.01	0.81
		EQM	2.615	0.205	0.946	0.942	2.03	0	0.892
		QM	2.692	0.211	0.943	0.942	2.08	0	0.885
	MIROC6	Delta	2.357	0.211	0.958	0.95	1.85	0	0.915
		EQM	2.388	0.214	0.957	0.95	1.86	-0.01	0.913
		QM	2.359	0.211	0.958	0.95	1.85	0	0.915
	MRI-ESM2-0	Delta	2.478	0.222	0.953	0.949	1.96	0.01	0.907
		EQM	2.431	0.218	0.954	0.949	1.92	0	0.91
		QM	2.468	0.221	0.953	0.949	1.94	0	0.907



Şekil 4.64. Yalvaç DMI'ye ait ölçülen ve modellenen yağış verileri



Şekil 4.65. Yalvaç DMI'ye ait ölçülen ve modellenen sıcaklık verileri



Şekil 4.66. Yalvaç DMI'ye ait Taylor diyagramı

Eğirdir Gölü havzasında yağış ve sıcaklık verilerinin tahminine yönelik yapılan istatistiksel ölçek küçültme yönteminden havzaya en uygun iklim modelinin seçilmesi aşamasında model performans testleri ile taylor grafikleri kullanılmıştır. Bu kapsamda CanESM5, EC-EARTH3, MIROC6 ve MRI-ESM2 iklim modellerinin performans testleri birbirlerine çok yakın olmakla birlikte taylor grafiklerinde CanESM5 modelinin diğer modellere göre kısmen daha iyi olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, geleceğe yönelik yapılan yağış ve sıcaklık verilerinin tahmininde ve bir sonraki bölümde detayları verilecek olan kuraklık analizlerinde CanESM5 modeli çıktıları kullanılmıştır.

4.2.2. Geleceğe yönelik yağış ve sıcaklık verilerinin tahmini

Küresel Dolaşım Modellerinin bölgesel çalışmalarda kullanılmasında modellerin içerikleri ve süreçleri ile birlikte model çözünürlüklerinden kaynaklı bazı belirsizlikler oluşabilmektedir. Dolayısıyla iklim simülasyonları gözlenmiş değerlere göre belirli bir yanlılığa sebep olmaktadır. Özellikle iklim değişikliğinin su kaynaklarına ve kar erimelerine etkisinin belilemesi ile kuraklık analizlerine yönelik çalışmalarda yanlılık düzeltmesi (Bias Correction) yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada meteoroloji istasyonlarına ait yağış ve sıcaklık parametrelerine yönelik yanlılık düzeltmeleri uygulanarak, CanESM5 Küresel İklim Modelinin farklı Ortak Sosyo-Ekonomik Rotalar (SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585) baz alınarak geleceğe yönelik yağış ve sıcaklık verileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan meteoroloji istasyonlarına yönelik günümüzden geleceğe (2020-2100) tahmin edilen yağış ve sıcaklık değerlerinde ait detaylı veriler tablo, grafik ve dağılım haritaları kullanılarak yorumlanmıştır.

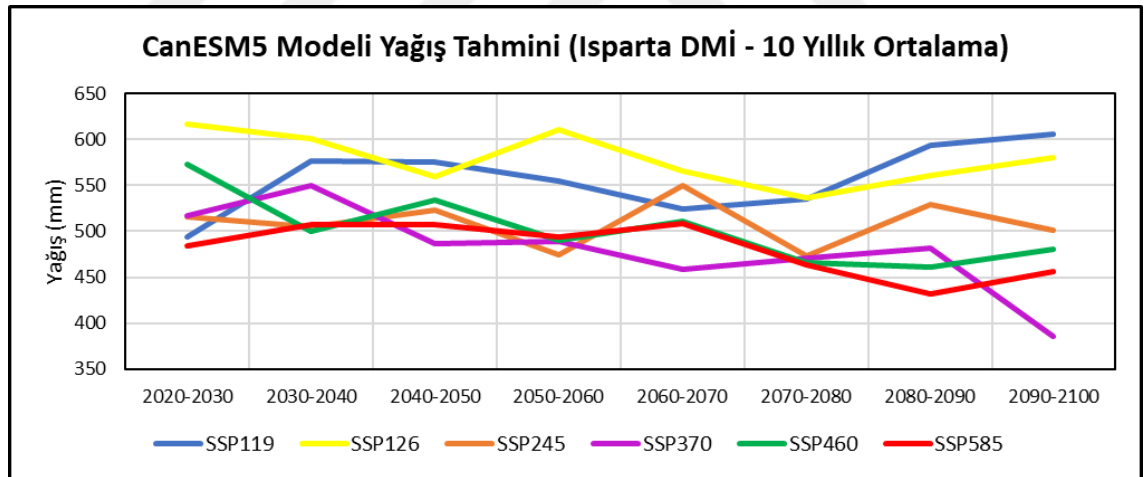
Isparta Meteoroloji İstasyonu

Isparta DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri 10'ar yıllık periyodlarla Çizelge 4.21'de; ortalama yağış grafiği ise Şekil 4.67'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 558,0 mm, SSP126 senaryosunda 578,96 mm, SSP245 senaryosunda 509,09 mm, SSP370 senaryosunda 478,60 mm, SSP460 senaryosunda 501,59 mm, SSP585 senaryosunda ise 481,43 mm olarak tahmin edilmiştir. Geçmişten günümüze ölçülen ortalama yıllık yağış miktarı 562,2 mm iken gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %14,9'luk yağış azalması öngörülmektedir. SSP370 senaryosuna göre ise 2090-2100 yılları arasında ortalama yıllık yağış miktarının 385,23 mm'ye kadar düşeceği tahmin edilmektedir. Genel olarak SSP245, SSP370, SSP440 (2020-2030 yılları arası hariç) ve SSP585 senaryolarında tüm onar yıllık periyodlardaki ortalama yağış miktarlarında azalma dikkati çekmektedir.

SSP126 senaryosunda ise 2020-2030 yılları arasında ortalama yağış miktarında genel olarak artış beklenmektedir. Sözkonusu senaryoda sadece 2040-2050 ve 2070-2080 yılları arasında önemsiz miktarda yağış azalması öngörülmektedir.

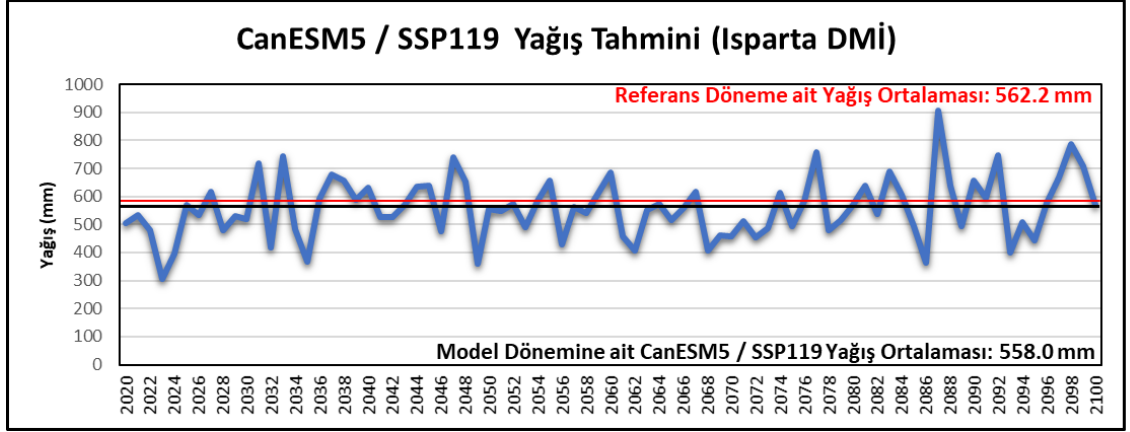
Çizelge 4.21. Isparta DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri

Yıllar	Yağış (mm)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	494.30	616.70	516.24	516.53	573.39	484.66
2030-2040	576.08	600.79	505.41	550.16	499.59	507.30
2040-2050	575.65	559.70	523.65	486.23	534.48	507.20
2050-2060	555.03	611.17	474.38	488.49	490.14	494.02
2060-2070	523.88	565.67	550.17	458.51	510.38	508.59
2070-2080	535.35	536.92	473.27	471.06	465.65	463.78
2080-2090	593.37	560.56	529.06	481.90	460.84	432.03
2090-2100	605.58	580.05	501.32	385.23	480.33	456.39
Ortalama	558.00	578.96	509.09	478.60	501.59	481.43

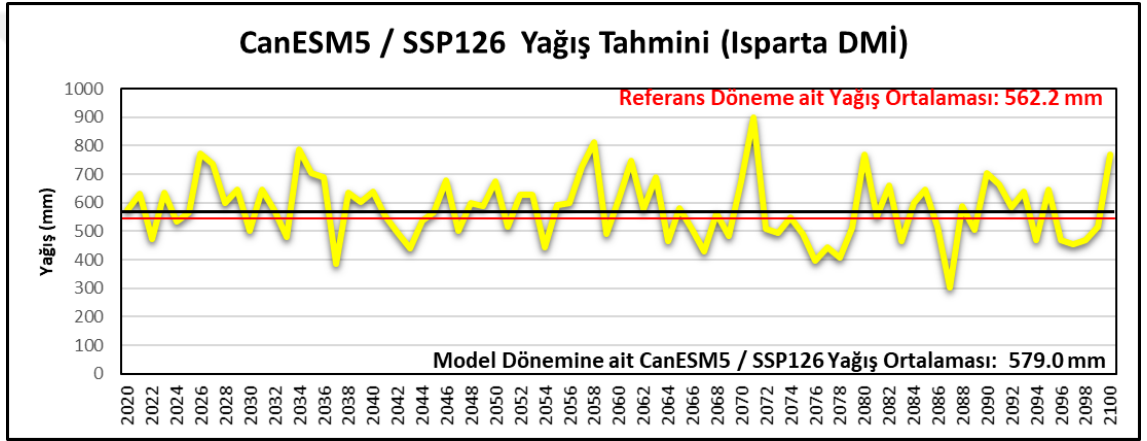


Şekil 4.67. Isparta DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği

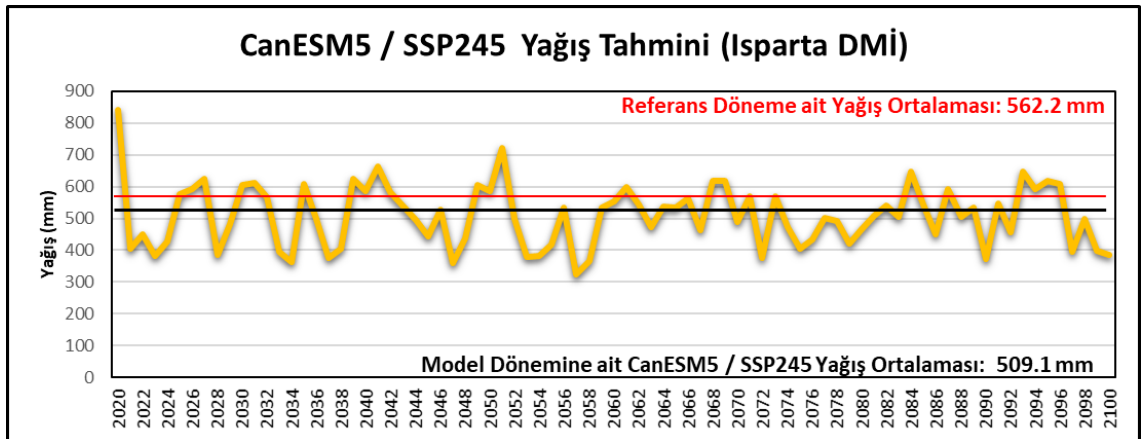
Isparta DMI'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık olarak tahmin edilen ortalama yağış verilerine ait grafikler Şekil 4.68, 4.69, 4.70, 4.71, 4.72, 4.73'de sunulmuştur.



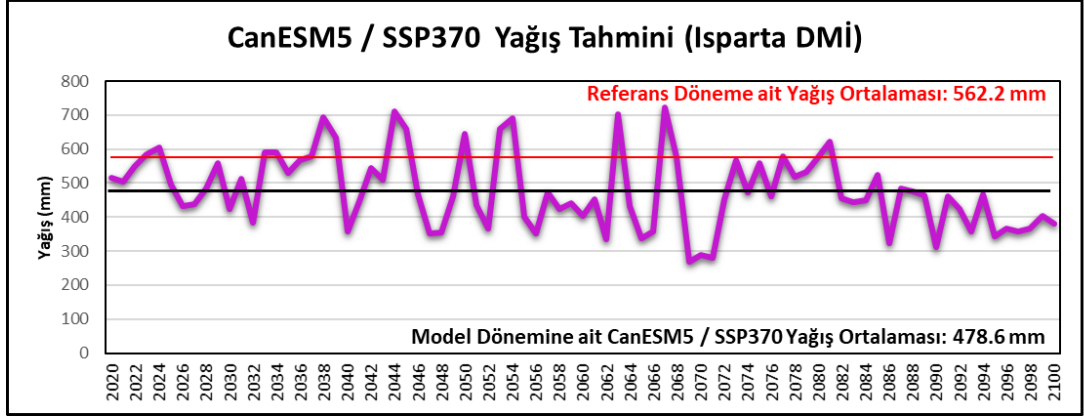
Şekil 4.68. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



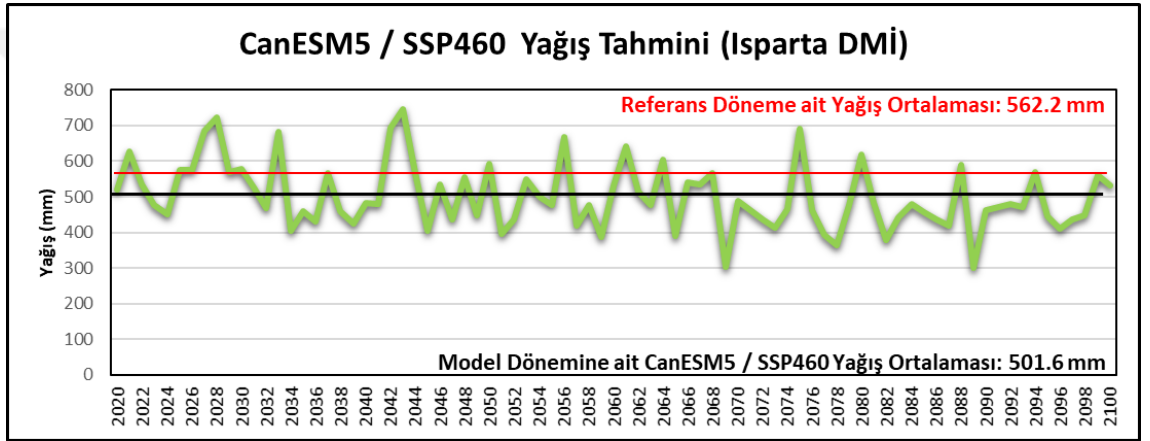
Şekil 4.69. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



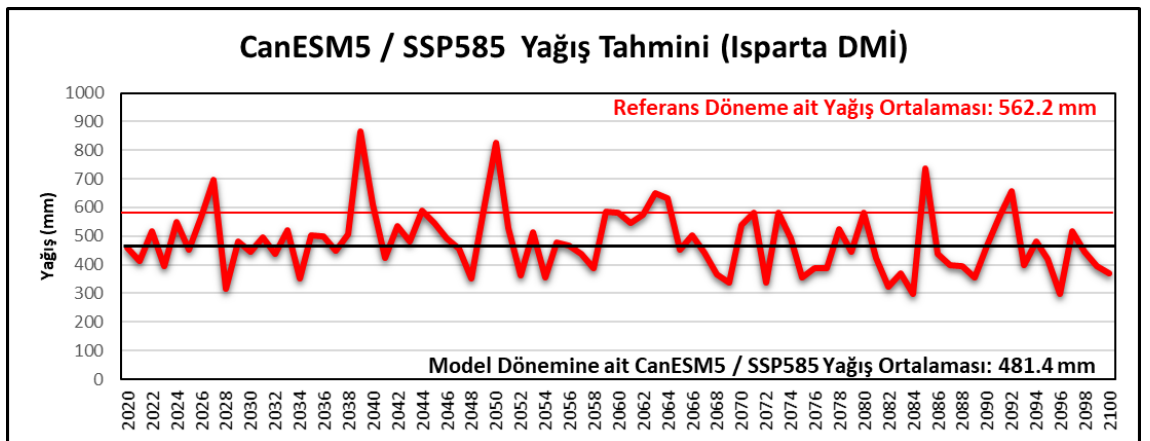
Şekil 4.70. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



Şekil 4.71. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



Şekil 4.72. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

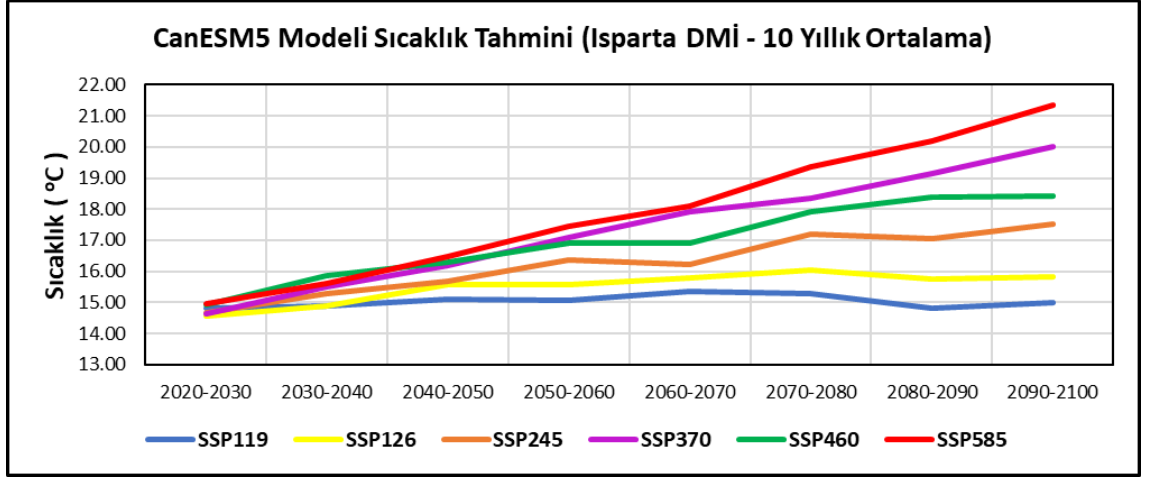


Şekil 4.73. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

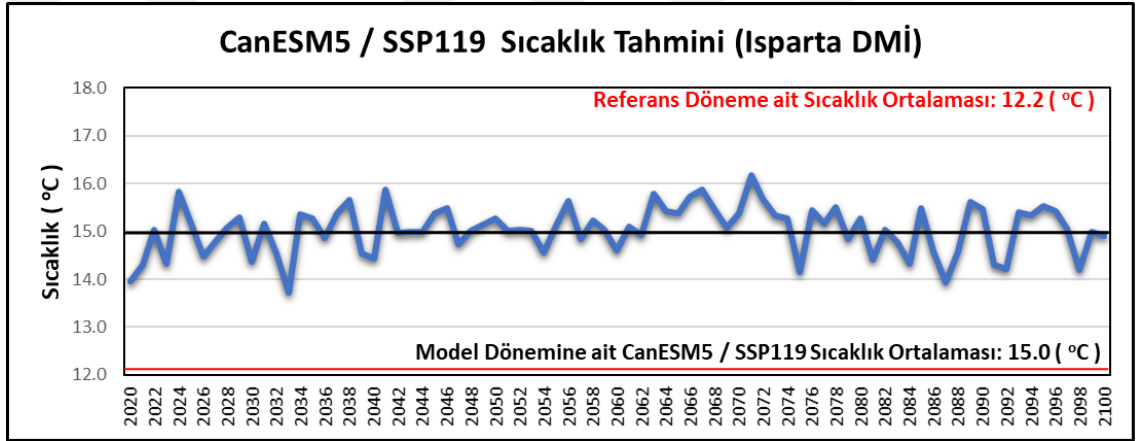
Isparta DMI'ye ait 10'ar yıllık periyodlarla geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.22'de; ortalama sıcaklık dağılım grafiği ise Şekil 4.74'de verilmiştir. Geçmişten günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 12,2 °C iken, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değeri SSP119 senaryosunda 15,04 °C, SSP126 senaryosunda 15,50 °C, SSP245 senaryosunda 16,26 °C, SSP370 senaryosunda 17,38 °C, SSP460 senaryosunda 16,97 °C, SSP585 senaryosunda ise 17,98 °C olarak tahmin edilmiştir. Buna göre tüm senaryolarda yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde artışlar öngörülmektedir. Aynı zamanda 10'ar yıllık periyodlar için tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri tüm senaryolarda artışlar göstermektedir. Gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %47,4'lük sıcaklık artışı SSP585 senaryosunda öngörülmektedir. SSP460 senaryosunda %39,1; SSP370 senaryosunda %42,5; SSP245 senaryosunda %33,3; SSP126 senaryosunda %27,1; SSP119 senaryosunda %23,3 oranında sıcaklık artışları beklenmektedir. En kötü senaryo SSP585'e göre en yüksek sıcaklık değeri ortalama 21,36 °C olarak 2090-2100 yılları arasında beklenmektedir. En düşük sıcaklık değeri ise 2020-2030 yılları arasında 14,62 °C ile SSP370 senaryosunda tahmin edilmiştir. Isparta DMI'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık bazda tahmin edilen ortalama sıcaklık grafikleri ise Şekil 4.75, 4.76, 4.77, 4.78, 4.79 ve 4.80'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Isparta DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri

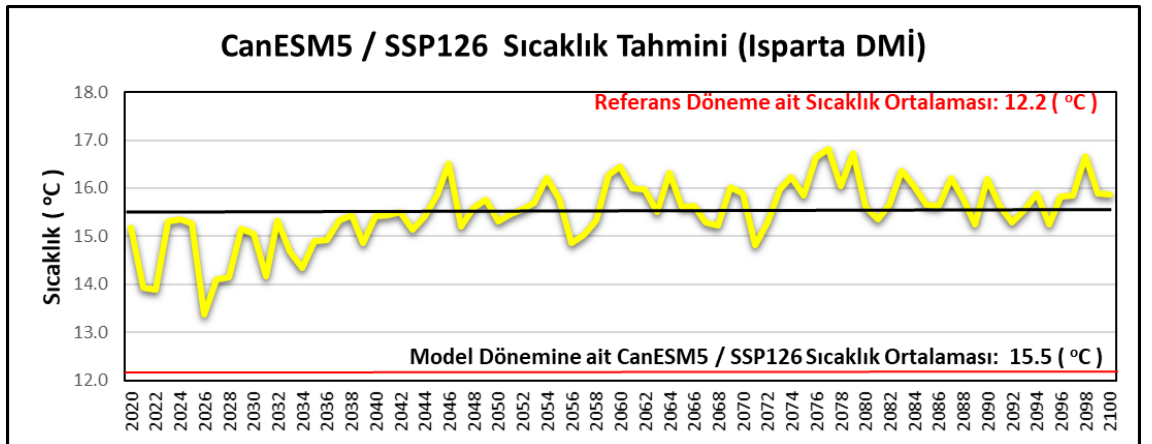
Yıllar	Sıcaklık (°C)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	14.83	14.57	14.67	14.62	14.93	14.94
2030-2040	14.89	14.90	15.28	15.50	15.86	15.60
2040-2050	15.10	15.59	15.67	16.17	16.30	16.46
2050-2060	15.07	15.56	16.37	17.08	16.92	17.44
2060-2070	15.34	15.80	16.23	17.94	16.91	18.11
2070-2080	15.30	16.03	17.21	18.35	17.92	19.37
2080-2090	14.80	15.75	17.05	19.14	18.37	20.20
2090-2100	14.98	15.81	17.51	20.01	18.43	21.36
Ortalama	15.04	15.50	16.26	17.38	16.97	17.98



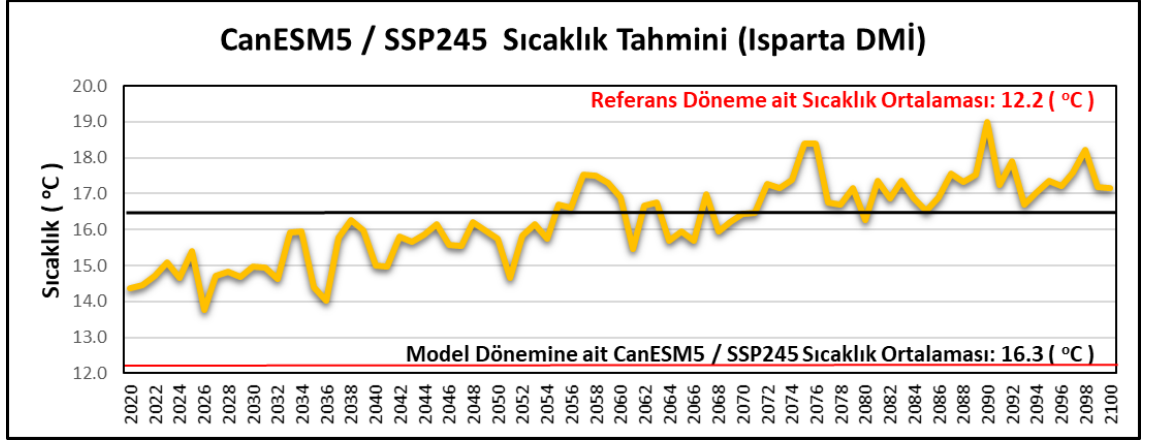
Şekil 4.74. Isparta DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği



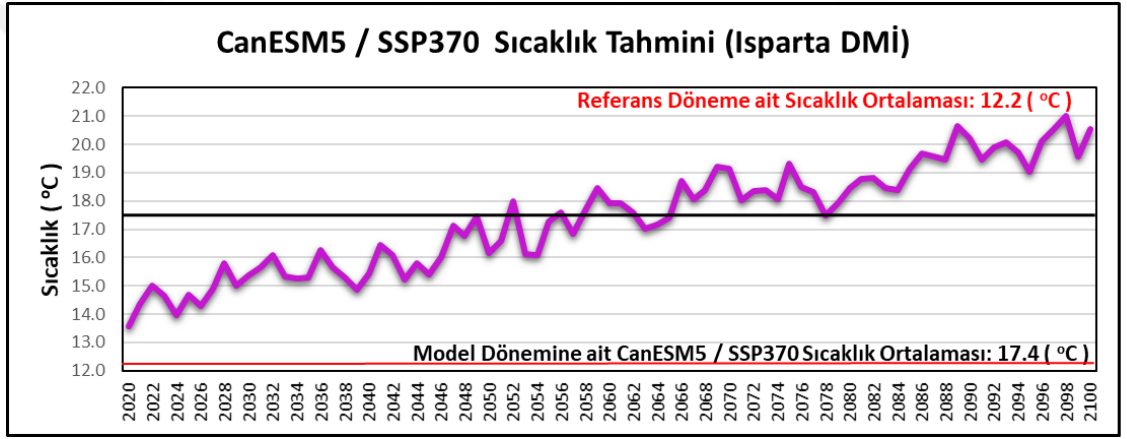
Şekil 4.75. Isparta DMİ'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



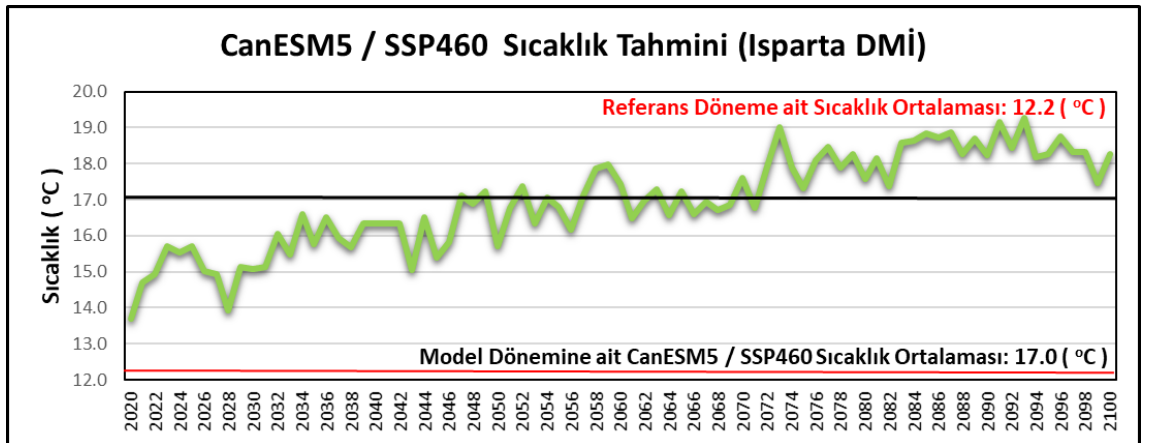
Şekil 4.76. Isparta DMİ'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



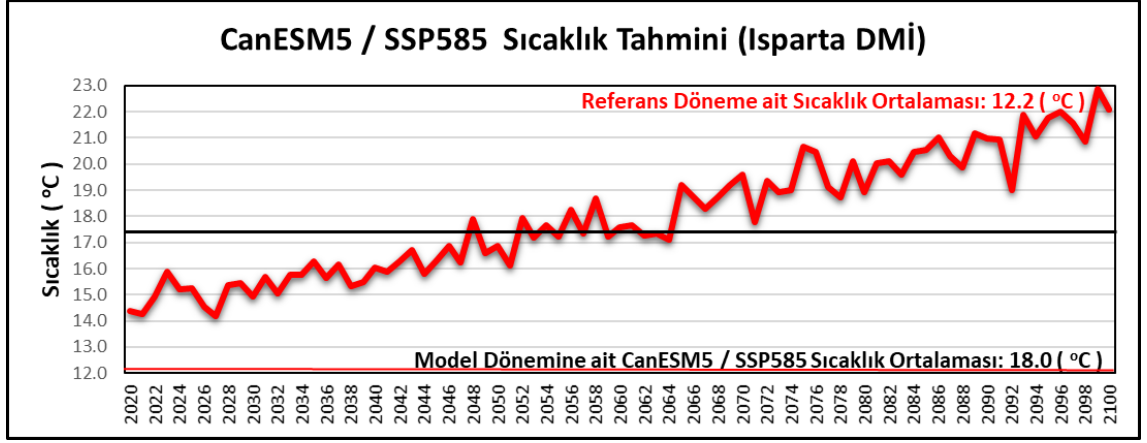
Şekil 4.77. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.78. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.79. Isparta DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.80. Isparta DMİ'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği

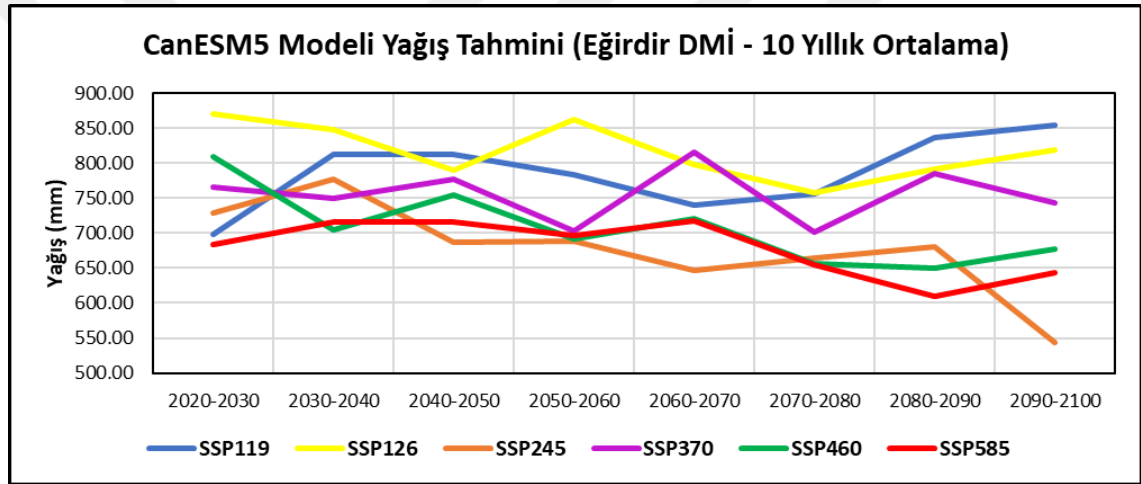
Eğirdir Meteoroloji İstasyonu

Eğirdir DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri 10'ar yıllık periyodlarla Çizelge 4.23'de; ortalama yağış grafiği ise Şekil 4.81'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 787,35 mm, SSP126 senaryosunda 816,92 mm, SSP245 senaryosunda 675,31 mm, SSP370 senaryosunda 755,18 mm, SSP460 senaryosunda 707,18 mm, SSP585 senaryosunda ise 679,31 mm olarak tahmin edilmiştir. Eğirdir DMİ yağış verilerine göre geçmişten günümüze ölçülen ortalama yıllık yağış miktarı 790,4 mm'dir. Buna göre SSP senaryolarına göre sadece SSP126 senaryosunda yıllık ortalama yağış miktarında artış gözlenirken, diğer tüm senaryolarda azalma tahmin edilmektedir. En kötü senaryo SSP245 yağış ortamasının 675,31 mm olarak öngörmektedir.

Ayrıca, 10'ar periyodluk ortalama yağışlar dikkate alındığında SSP245 senaryosunda 2090-2100 yılları arasında 543,46 mm yağış tahmin edilmektedir. Gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %14,6'lık yağış düşüşü SSP245 senaryosunda öngörülmektedir. SSP585 senaryosunda %14,1; SSP370 senaryosunda %10,5; SSP119 senaryosunda ise %0,4 oranında yağış azalması beklenmektedir. SSP126 senaryosunda %3,4 oranında yağış artışı öngörülmektedir. Bu senaryoya göre maksimum ortalama yağış 2020-2030 yılları arasında 870,17 mm olarak beklenmektedir.

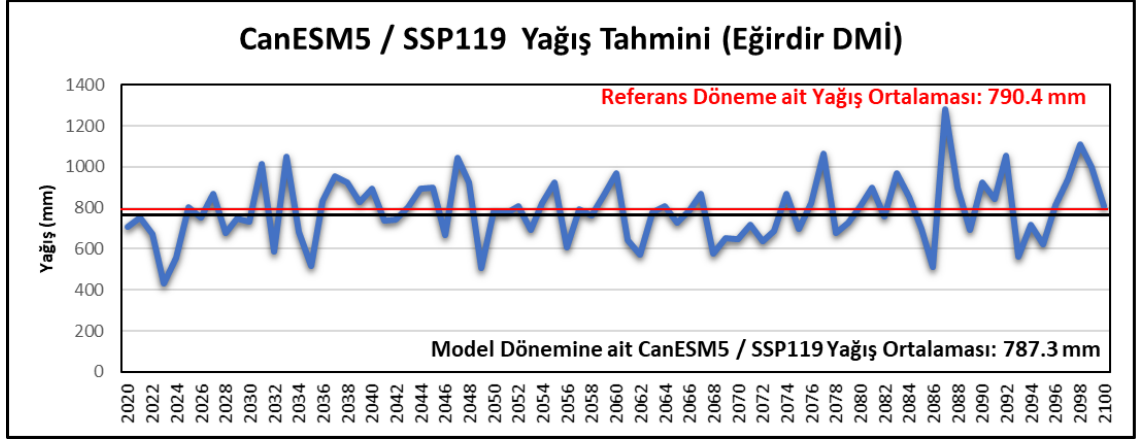
Çizelge 4.23. Eğirdir DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri

Yıllar	Yağış (mm)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	697.47	870.17	728.83	765.79	809.06	683.86
2030-2040	812.86	847.72	776.28	749.72	704.93	715.81
2040-2050	812.25	789.74	686.08	776.78	754.16	715.67
2050-2060	783.16	862.37	689.26	703.70	691.59	697.07
2060-2070	739.20	798.18	646.97	816.11	720.15	717.63
2070-2080	755.39	757.60	664.68	702.04	657.04	654.40
2080-2090	837.25	790.96	679.97	784.81	650.26	609.60
2090-2100	854.48	818.46	543.56	743.65	677.76	643.98
Ortalama	787.35	816.92	675.31	755.18	707.75	679.31

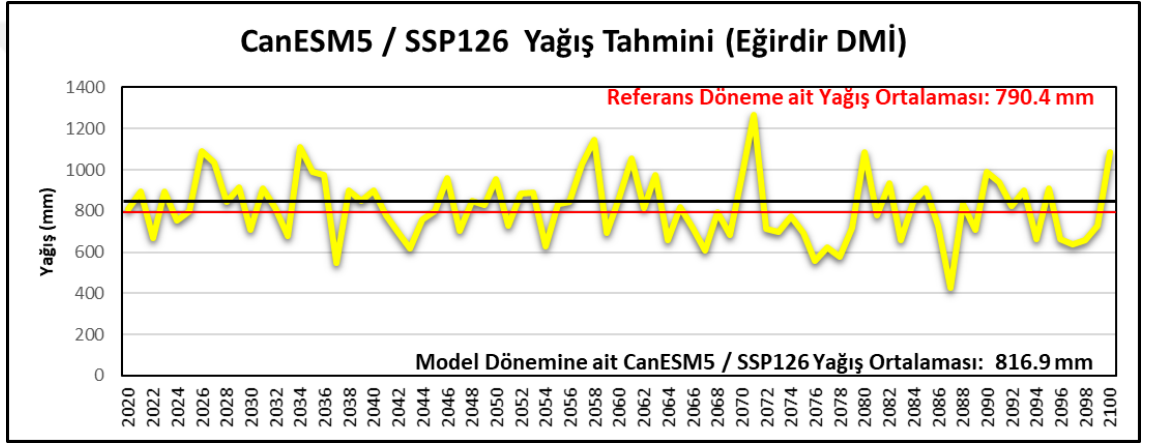


Şekil 4.81. Eğirdir DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği

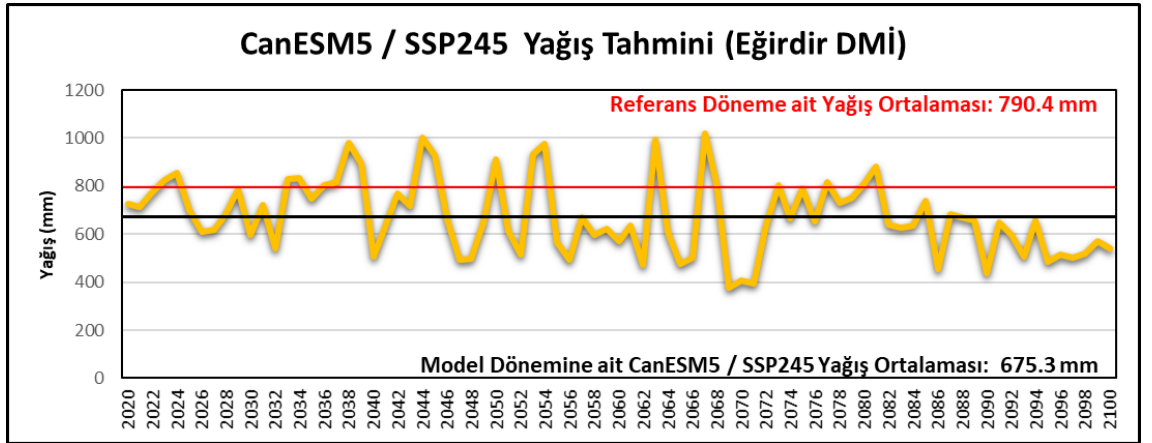
Önümüzdeki on yıllık süreçte (2020-2030 yılları arası), SSP119, SSP245, SSP370 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. SSP126 ve SSP460 senaryoları ise yağış miktarlarının kısmen artacağını öngörmektedir. 2030-2040 yılları arasında ise SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma beklenmektedir. Eğirdir DMİ'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık olarak tahmin edilen ortalama yağış verilerine ait grafikler Şekil 4.82, 4.83, 4.84, 4.85, 4.86, 4.87'de sunulmuştur.



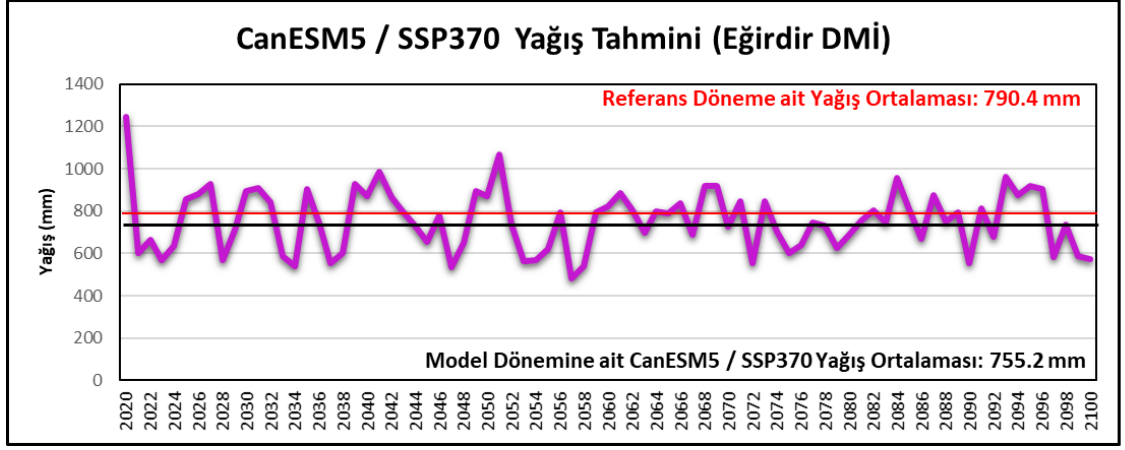
Şekil 4.82. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiğı



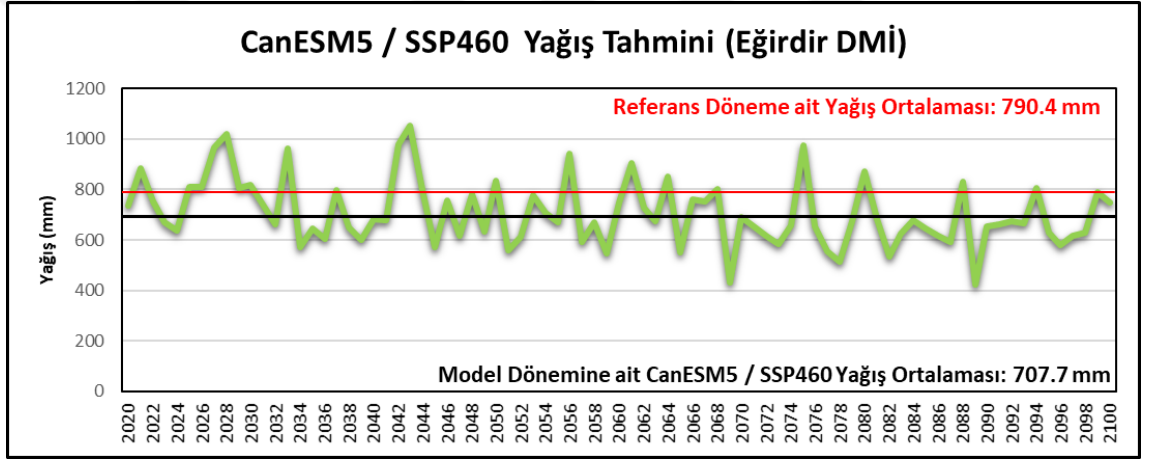
Şekil 4.83. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiğı



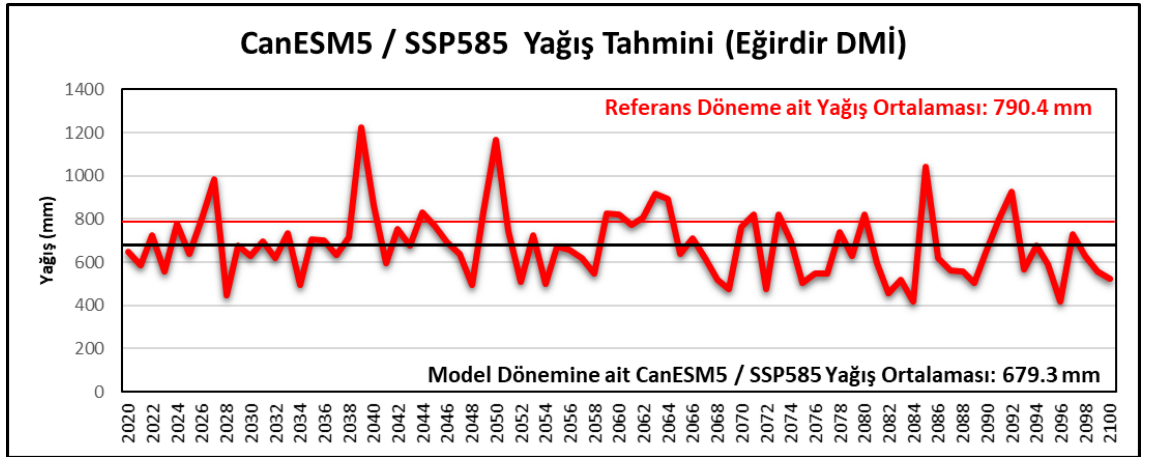
Şekil 4.84. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiğı



Şekil 4.85. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



Şekil 4.86. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

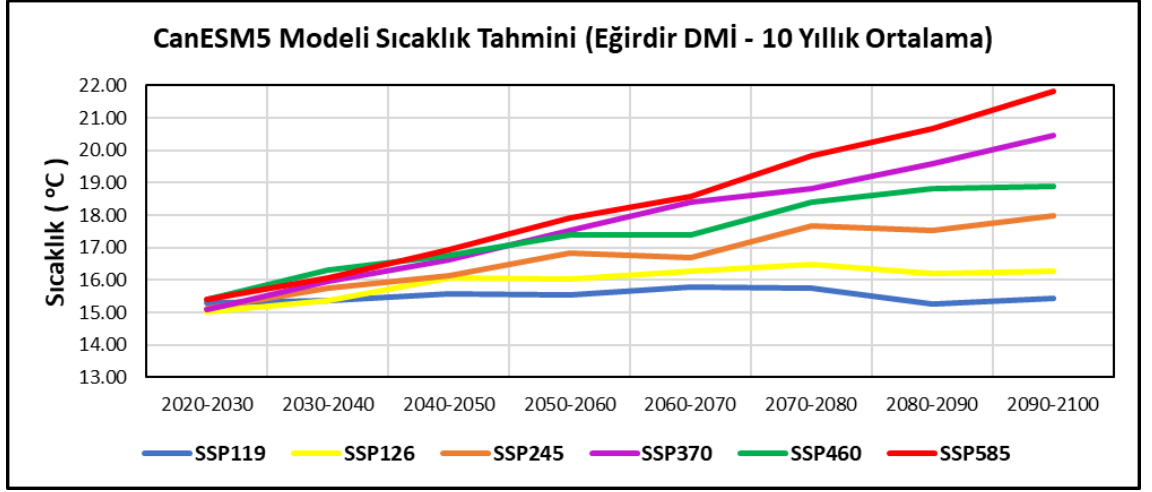


Şekil 4.87. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

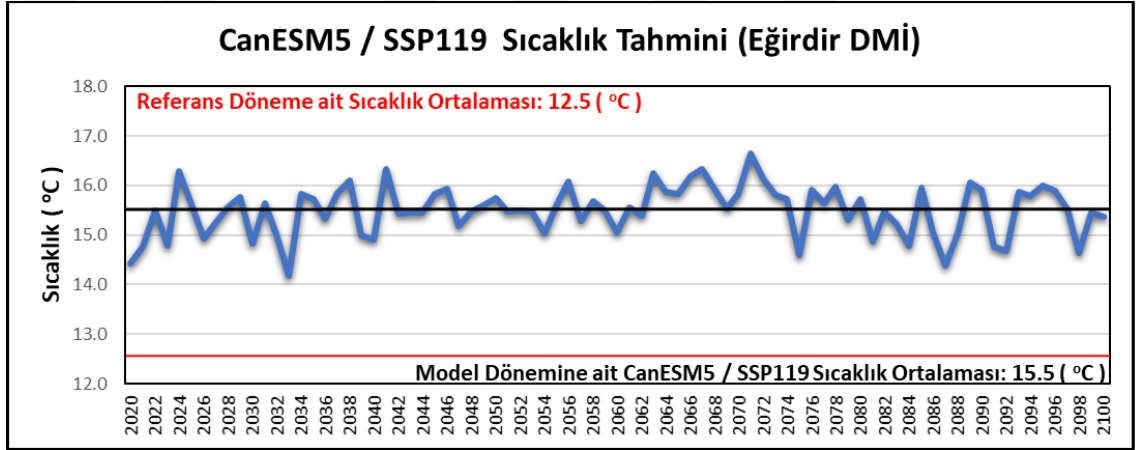
Eğirdir DMI'ye ait 10'ar yıllık periyodlarla geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.24'de; ortalama sıcaklık dağılım grafiği ise Şekil 4.88'de verilmiştir. Geçmişten günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 12,5 °C iken, uygulana tüm SSP senaryolarında geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değerinin artacağı öngörülmektedir. Buna göre, SSP119 senaryosunda 15,50 °C, SSP126 senaryosunda 15,96 °C, SSP245 senaryosunda 16,73 °C, SSP370 senaryosunda 17,84 °C, SSP460 senaryosunda 17,43 °C, SSP585 senaryosunda ise 18,44 °C yıllık ortalama sıcaklık beklenmektedir. Gelecekte yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde en yüksek %47,5'lik artış SSP585 senaryosunda öngörülmektedir. SSP460 senaryosunda %39,5; SSP370 senaryosunda %42,8; SSP245 senaryosunda %33,8; SSP126 senaryosunda %27,7; SSP119 senaryosunda %24 oranında sıcaklık artışları beklenmektedir. En kötü senaryo SSP585'e göre en yüksek sıcaklık değeri ortalama 21,82 °C olarak 2090-2100 yılları arasında beklenmektedir. En düşük sıcaklık değeri ise 2020-2030 yılları arasında 15,03 °C ile SSP126 senaryosunda tahmin edilmiştir. 2020-2030 yılları arası ortalama sıcaklık değerinin SSP119 senaryosunda 15,29 °C, SSP245 senaryosunda 15,13 °C, SSP370 senaryosunda 15,08 °C, SSP460 senaryosunda 15,39 °C, SSP585 senaryosunda ise 15,40 °C olacağı öngörülmektedir. Eğirdir DMI'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık bazda tahmin edilen ortalama sıcaklık grafikleri ise Şekil 4.89, 4.90, 4.91, 4.92, 4.93 ve 4.94'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Eğirdir DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri

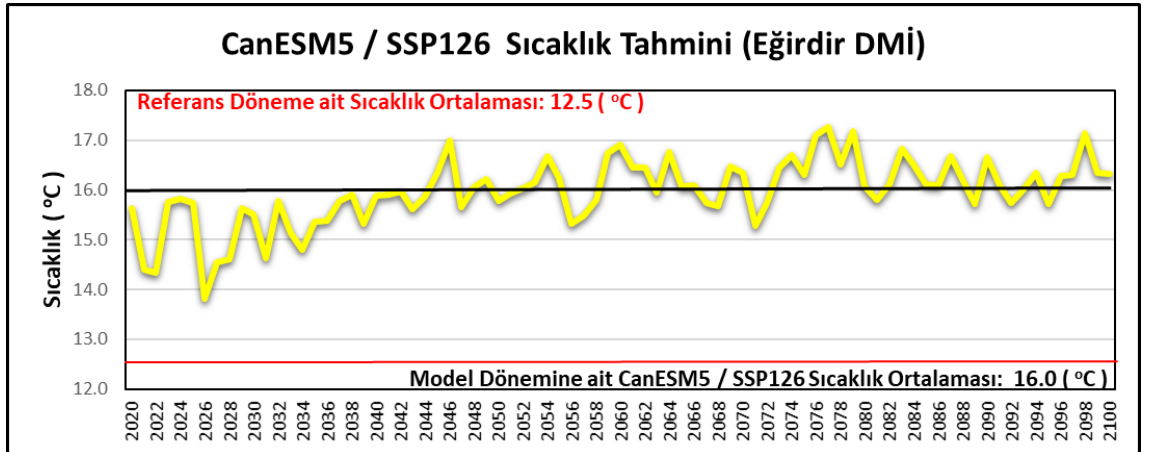
Yıllar	Sıcaklık (°C)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	15.29	15.03	15.13	15.08	15.39	15.40
2030-2040	15.35	15.36	15.74	15.97	16.32	16.07
2040-2050	15.56	16.05	16.13	16.63	16.76	16.92
2050-2060	15.54	16.02	16.84	17.54	17.38	17.90
2060-2070	15.80	16.26	16.69	18.40	17.37	18.57
2070-2080	15.76	16.49	17.67	18.81	18.38	19.83
2080-2090	15.26	16.21	17.51	19.60	18.83	20.66
2090-2100	15.44	16.27	17.97	20.47	18.89	21.82
Ortalama	15.50	15.96	16.73	17.84	17.43	18.44



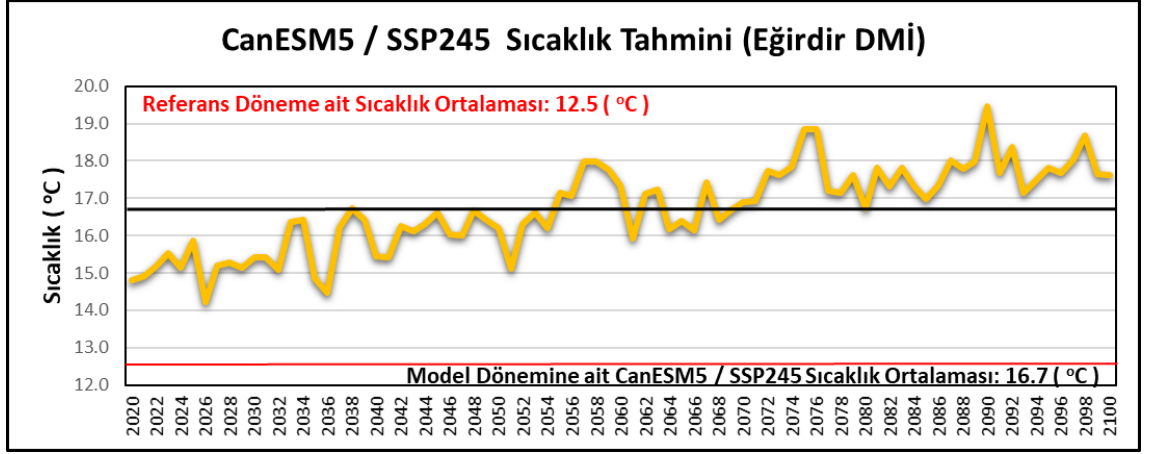
Şekil 4.88. Eğirdir DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği



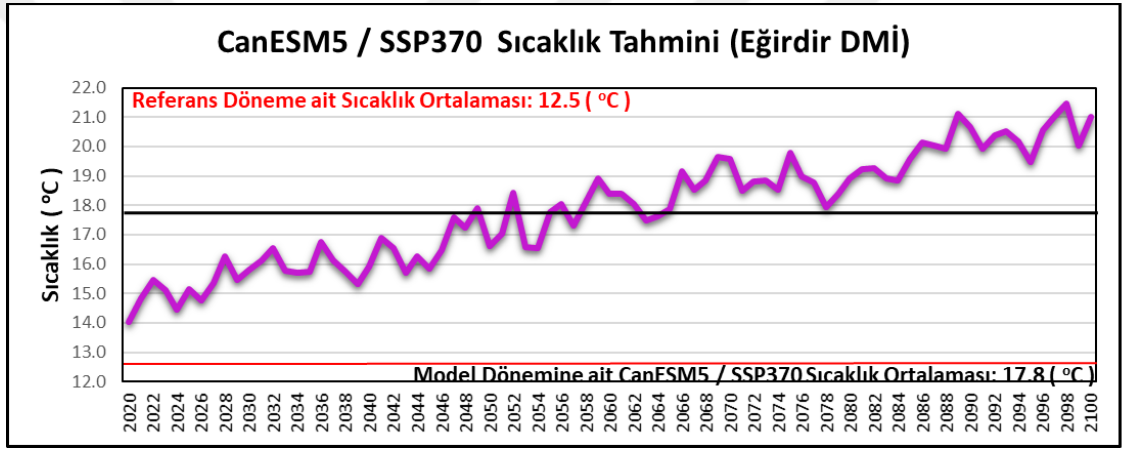
Şekil 4.89. Eğirdir DMİ'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



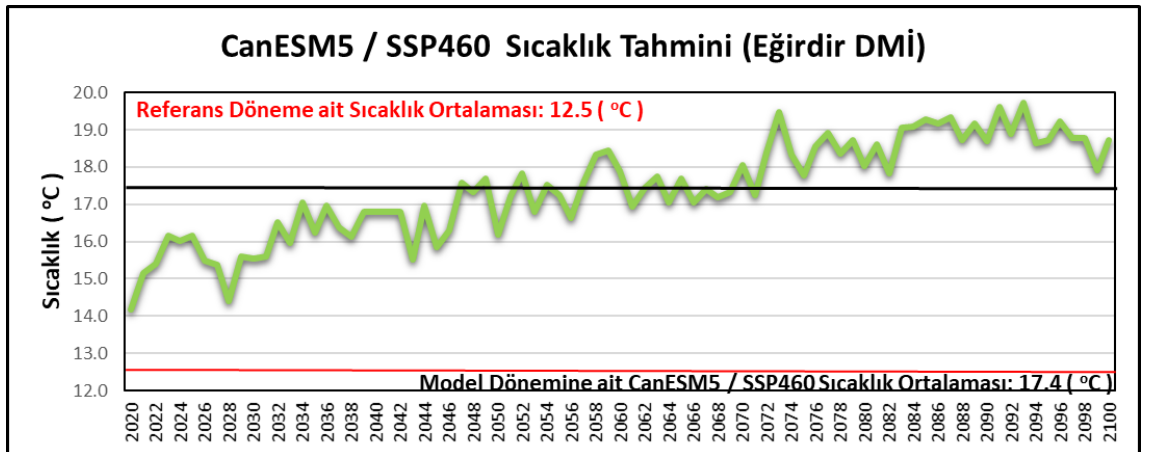
Şekil 4.90. Eğirdir DMİ'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



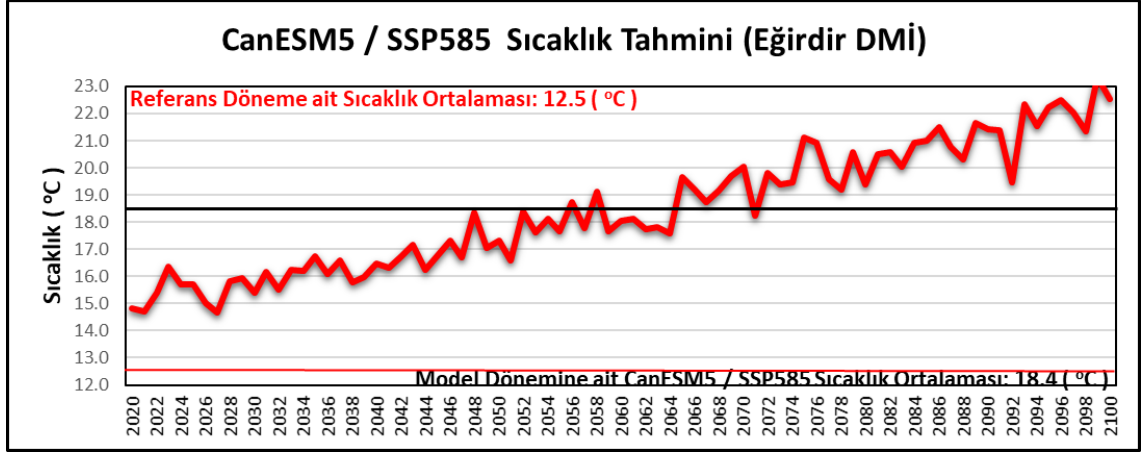
Şekil 4.91. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.92. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.93. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



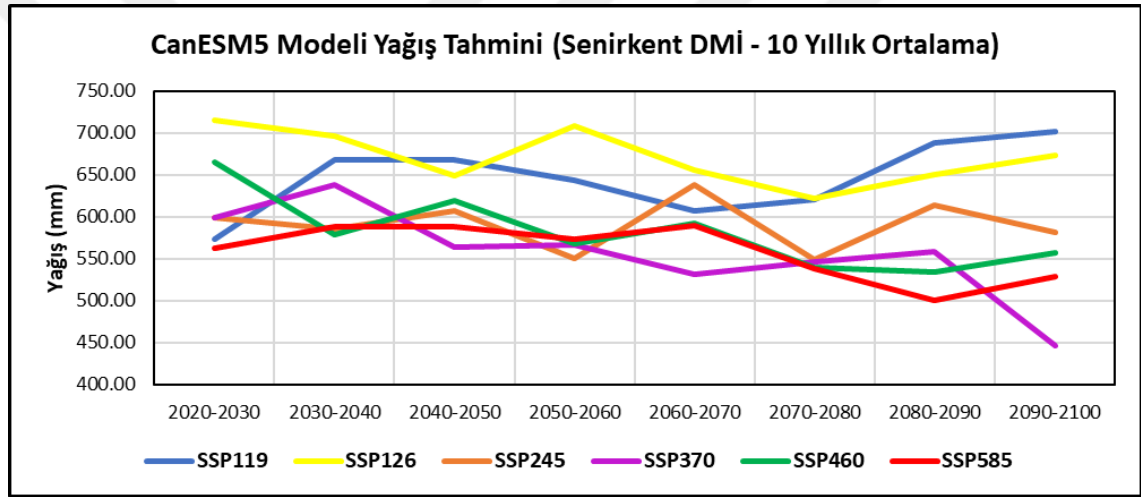
Şekil 4.94. Eğirdir DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği

Senirkent Meteoroloji İstasyonu

Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri 10'ar yıllık periyodlarla Çizelge 4.25'te; ortalama yağış grafiği ise Şekil 4.95'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 647,05 mm, SSP126 senaryosunda 671,35 mm, SSP245 senaryosunda 590,34 mm, SSP370 senaryosunda 554,98 mm, SSP460 senaryosunda 581,63 mm, SSP585 senaryosunda ise 558,27 mm olarak öngörülmektedir. Senirkent DMI verilerine göre geçmişten günümüze ölçülmüş olan ortalama yıllık yağış miktarı 656,7 mm'dir. Buna göre SSP senaryolarına göre sadece SSP126 senaryosunda yıllık ortalama yağış miktarında kısmen artış gözlenirken, diğer tüm senaryolarda yağış miktarlarında azalma beklenmektedir. En kötü senaryo SSP370 ile yıllık ortalama yağış miktarının 554,98 mm'ye düşmesi beklenmektedir. 2090-2100 yılları arasında ise yine SSP370 senaryosunda tahminlerin en düşük değeri olarak 446,71 mm ortalama yağış miktarı beklenmektedir. Gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %15,5'lik yağış düşüşü SSP370 senaryosunda öngörülmektedir. SSP585 senaryosunda %15; SSP460 senaryosunda %11,4; SSP245 senaryosunda ise %10,1, SSP119 senaryosunda ise %1,5 oranında yağış azalması beklenmektedir. Sadece, SSP126 senaryosunda %2,2 oranında yağış artışı öngörülmektedir. Bu senaryoya göre maksimum ortalama yağış 2050-2060 yılları arasında 708,71 mm olarak beklenmektedir.

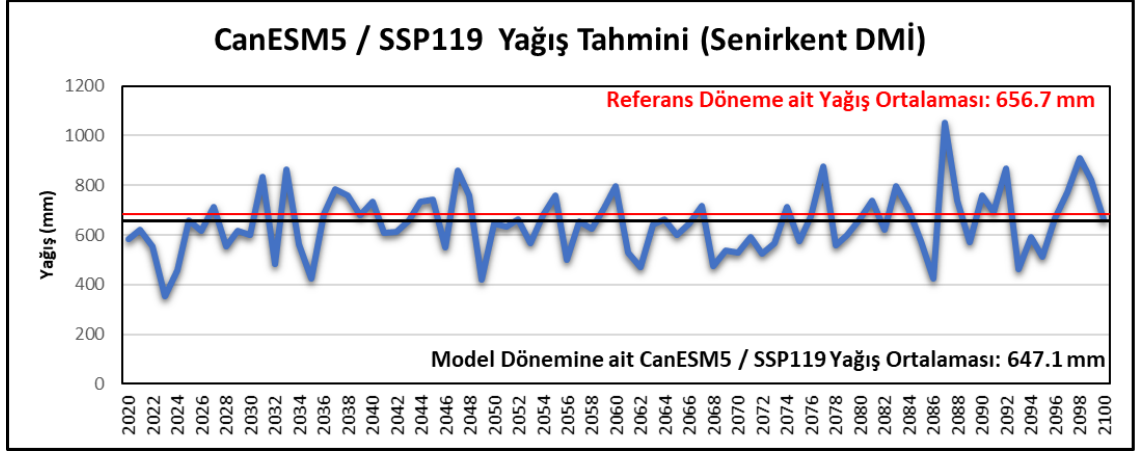
Çizelge 4.25. Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri

Yıllar	Yağış (mm)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	573.19	715.12	598.63	598.96	664.90	562.01
2030-2040	668.02	696.67	586.07	637.96	579.32	588.26
2040-2050	667.52	649.02	607.22	563.83	619.78	588.15
2050-2060	643.61	708.71	550.09	566.44	568.36	572.86
2060-2070	607.49	655.95	637.97	531.68	591.83	589.75
2070-2080	620.79	622.61	548.80	546.24	539.96	537.80
2080-2090	688.07	650.02	613.50	558.81	534.39	500.97
2090-2100	702.23	672.62	581.32	446.71	556.99	529.23
Ortalama	647.05	671.35	590.34	554.98	581.63	558.27

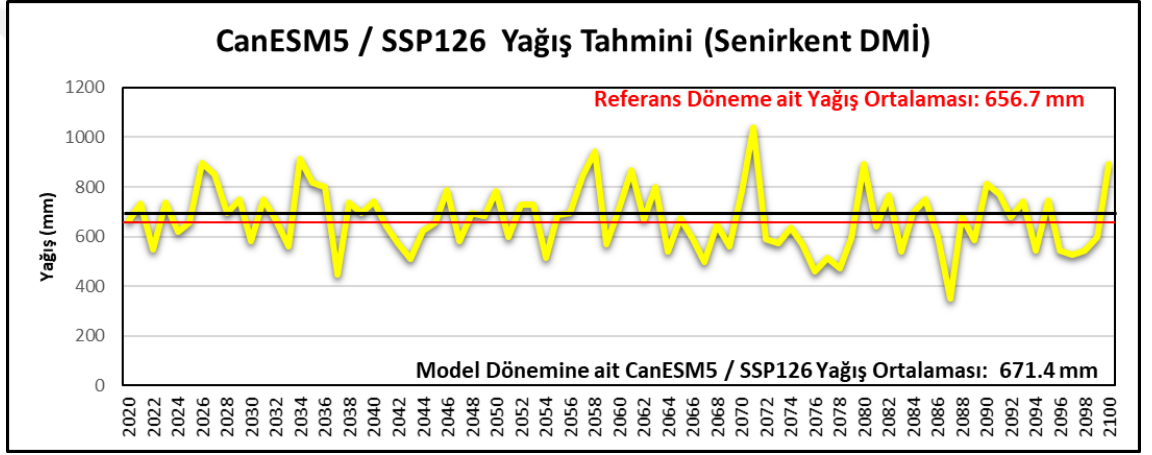


Şekil 4.95. Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği

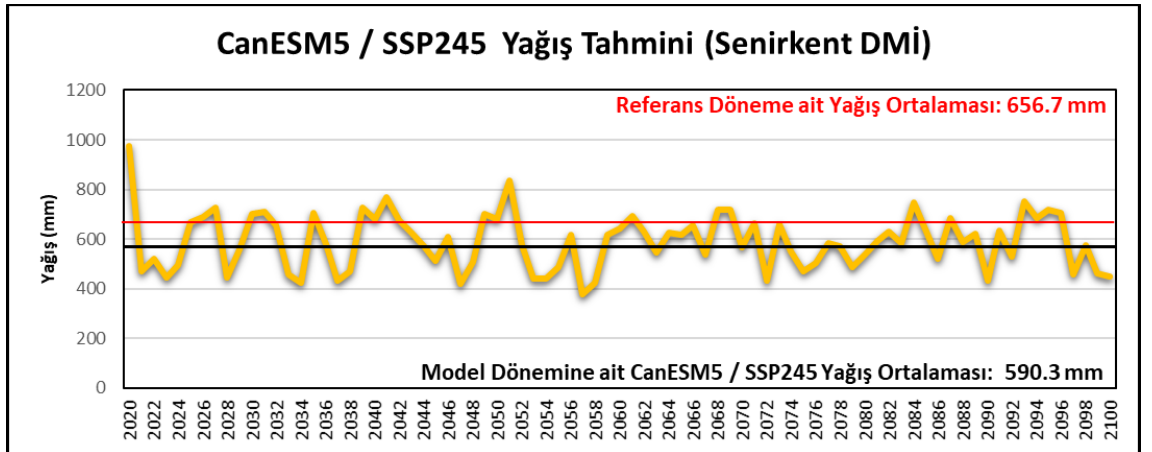
2020-2030 yılları arasında, SSP119, SSP245, SSP370 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. SSP126 ve SSP460 senaryoları ise yağış miktarlarının kısmen artacağını öngörmektedir. 2030-2040 yılları arasında ise SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma beklenmektedir. Senirkent DMI'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık olarak tahmin edilen ortalama yağış verilerine ait grafikler Şekil 4.96, 4.97, 4.98, 4.99, 4.100, 4.101'de sunulmuştur.



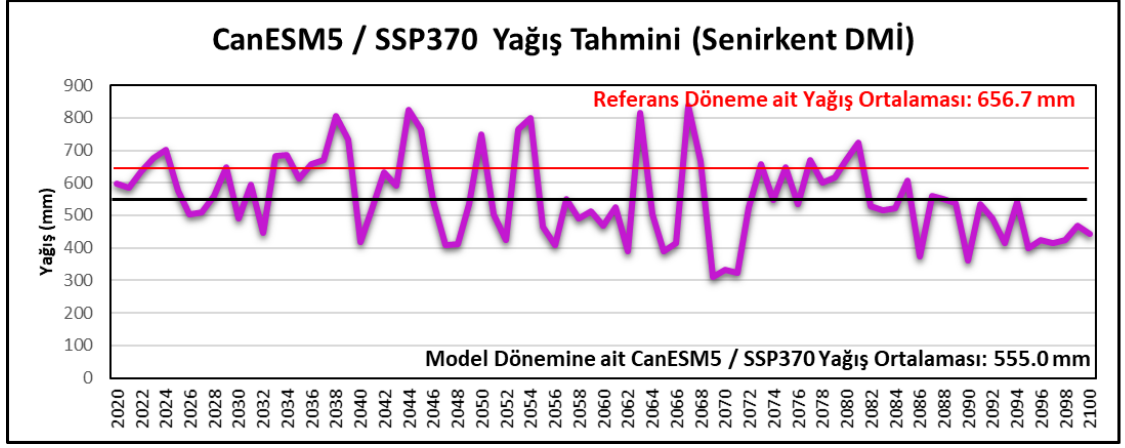
Şekil 4.96. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



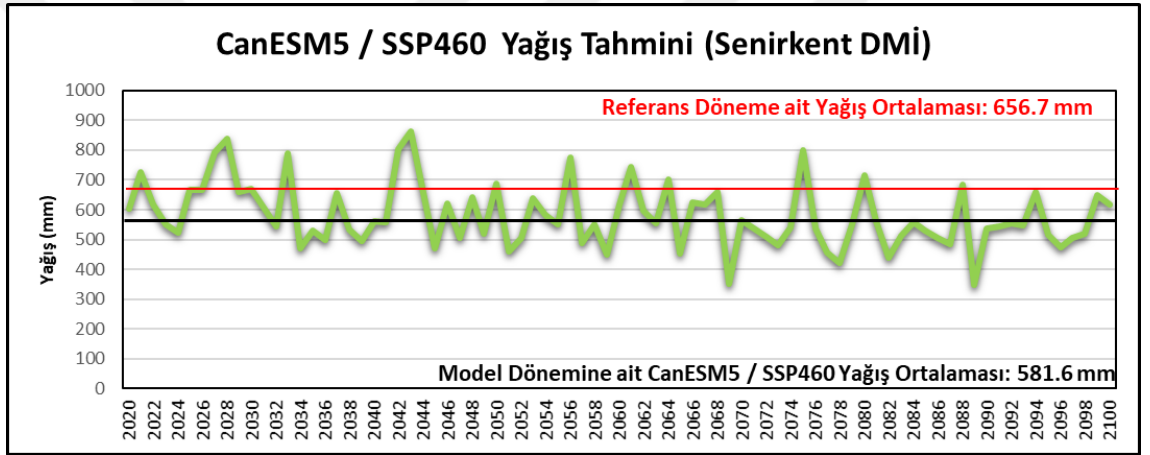
Şekil 4.97. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



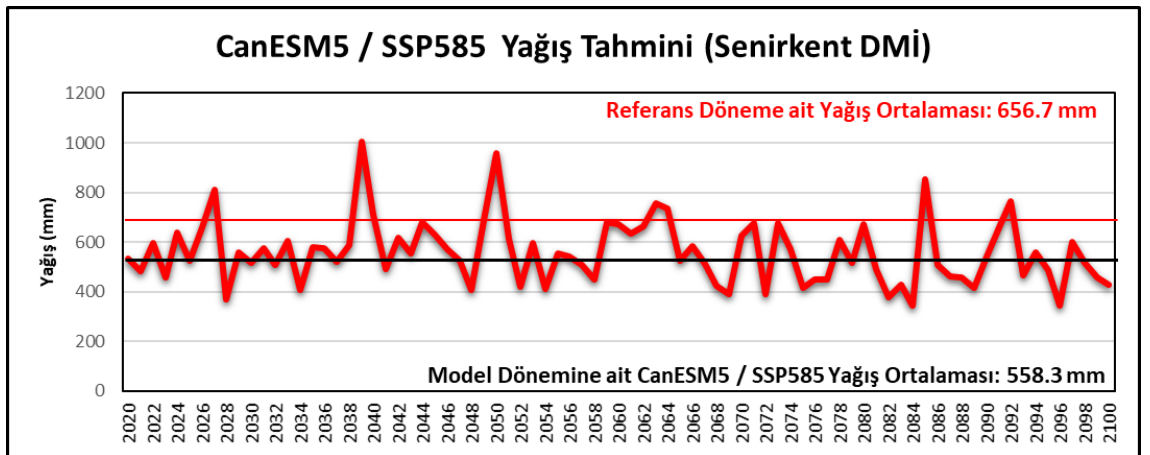
Şekil 4.98. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



Şekil 4.99. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



Şekil 4.100. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

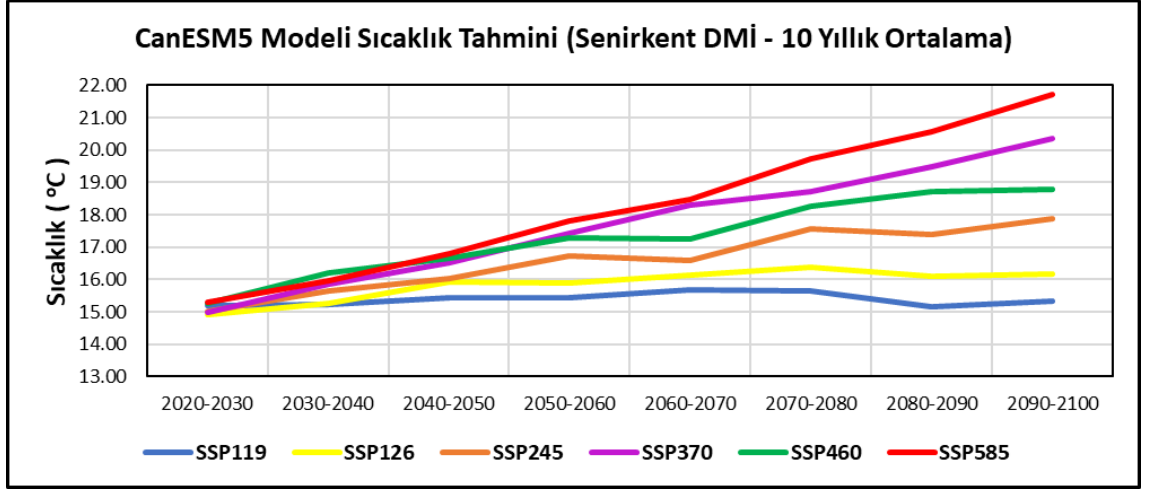


Şekil 4.101. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

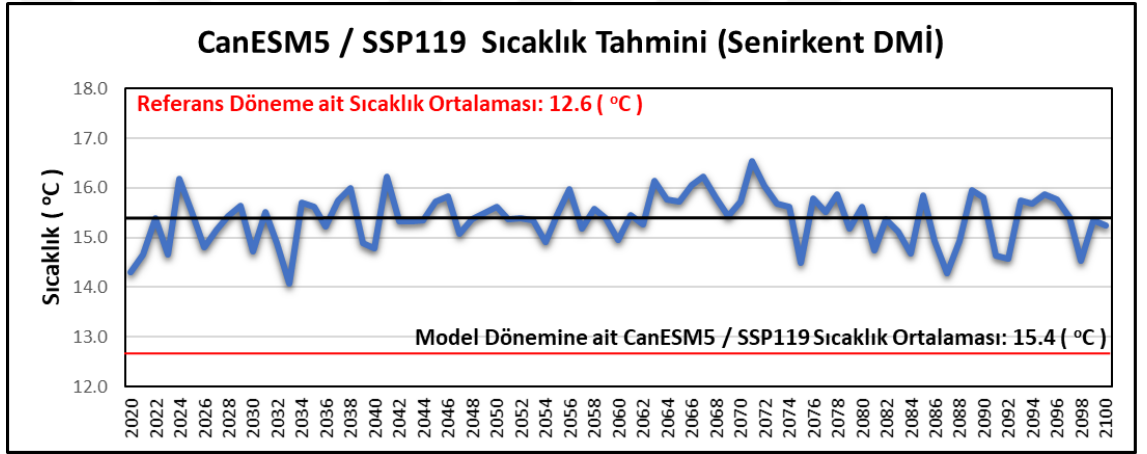
Senirkent DMI'ye ait 10'ar yıllık periyotlarla geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.26'da; ortalama sıcaklık dağılım grafiği ise Şekil 4.102'de verilmiştir. Geçmişten günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 12,6 °C iken, uygulanan tüm SSP senaryolarında geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değerinde artışlar beklenmektedir. Yapılan tahminlere göre yıllık ortalama sıcaklık, SSP119 senaryosunda 15,39 °C, SSP126 senaryosunda 15,85 °C, SSP245 senaryosunda 16,61°C, SSP370 senaryosunda 17,73 °C, SSP460 senaryosunda 17,32 °C, SSP585 senaryosunda ise 18,33 °C'dir. Gelecekte yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde en yüksek %52,7'lik artış SSP585 senaryosunda öngörülmektedir. SSP460 senaryosunda %44,3; SSP370 senaryosunda %47,8; SSP245 senaryosunda %38,4; SSP126 senaryosunda %25,8; SSP119 senaryosunda %22,1 oranında sıcaklık artışları beklenmektedir. En kötü senaryo SSP585'e göre en yüksek sıcaklık değeri ortalama 21,71 °C olarak 2090-2100 yılları arasında beklenmektedir. En düşük sıcaklık değeri ise 2020-2030 yılları arasında 14,92 °C ile SSP126 senaryosunda tahmin edilmiştir. Ortalama sıcaklık değerinin 2020-2030 yılları arasında SSP119 senaryosuna göre 15,18 °C, SSP245 senaryosuna göre 15,02 °C, SSP370 senaryosuna göre 14,97 °C, SSP460 senaryosuna göre 15,28 °C, SSP585 senaryosuna göre ise 15,29 °C olacağı öngörülmektedir. Senirkent DMI'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık bazda tahmin edilen ortalama sıcaklık grafikleri ise Şekil 4.103, 4.104, 4.105, 4.106, 4.107 ve 4.108'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri

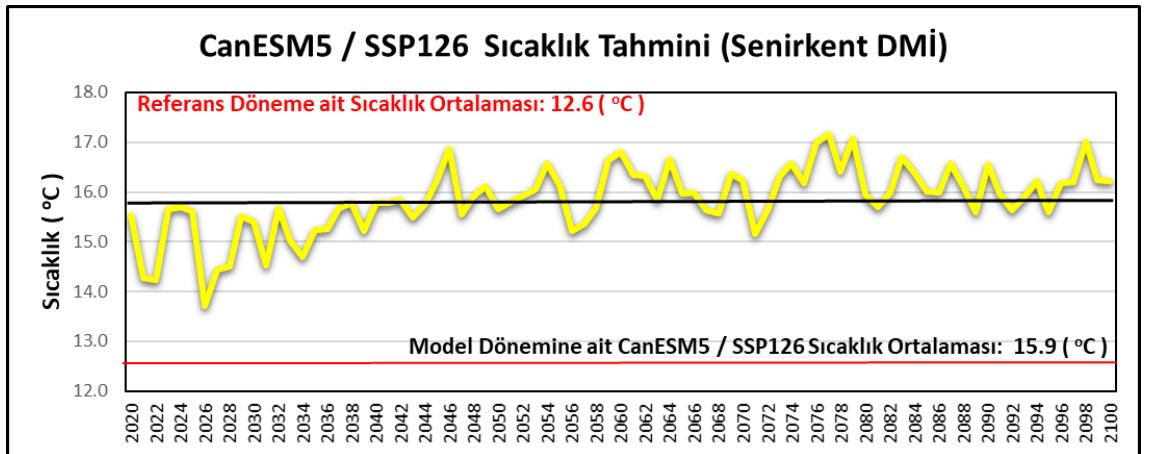
Yıllar	Sıcaklık (°C)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	15.18	14.92	15.02	14.97	15.28	15.29
2030-2040	15.24	15.25	15.63	15.85	16.20	15.95
2040-2050	15.45	15.94	16.02	16.52	16.65	16.81
2050-2060	15.42	15.90	16.72	17.43	17.27	17.79
2060-2070	15.69	16.15	16.58	18.29	17.26	18.45
2070-2080	15.65	16.38	17.56	18.70	18.27	19.72
2080-2090	15.15	16.10	17.40	19.49	18.72	20.55
2090-2100	15.33	16.16	17.86	20.36	18.78	21.71
Ortalama	15.39	15.85	16.61	17.73	17.32	18.33



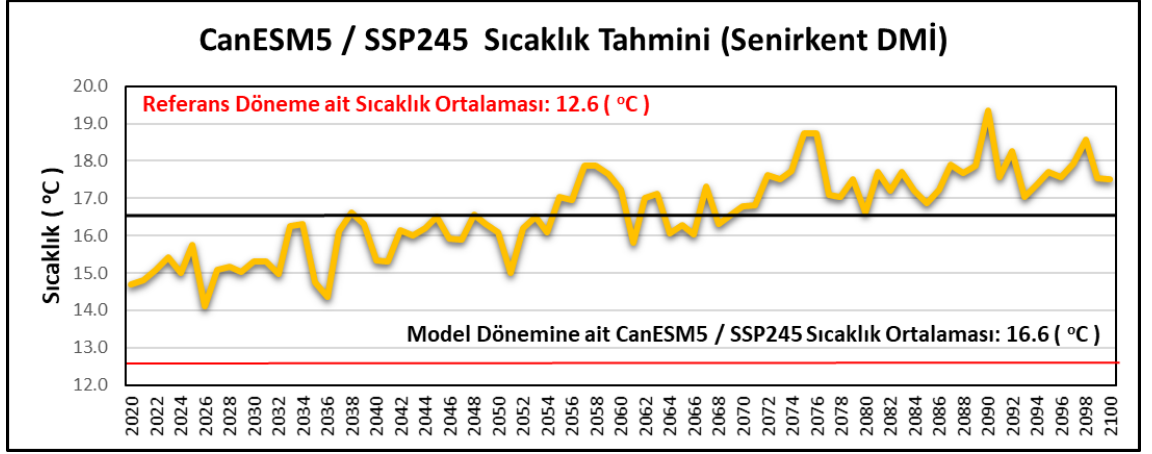
Şekil 4.102. Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği



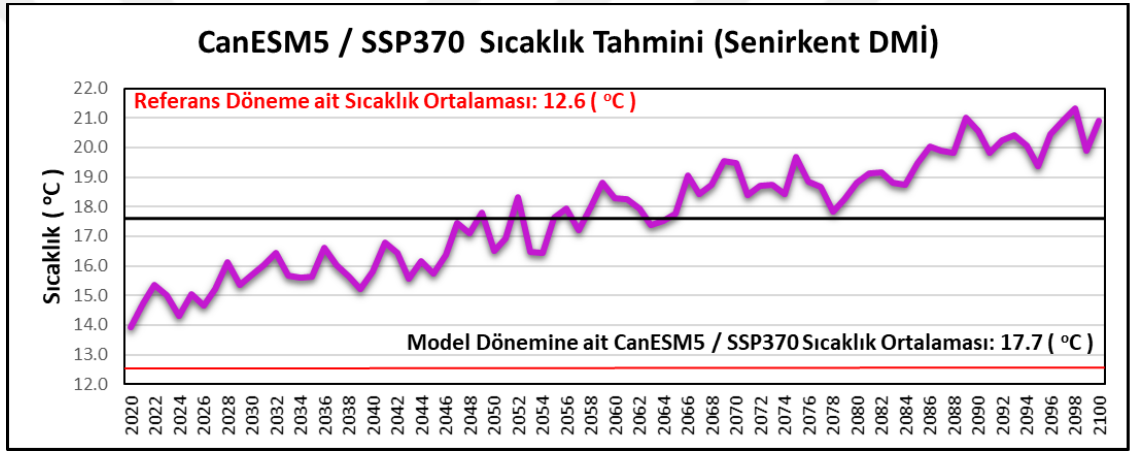
Şekil 4.103. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



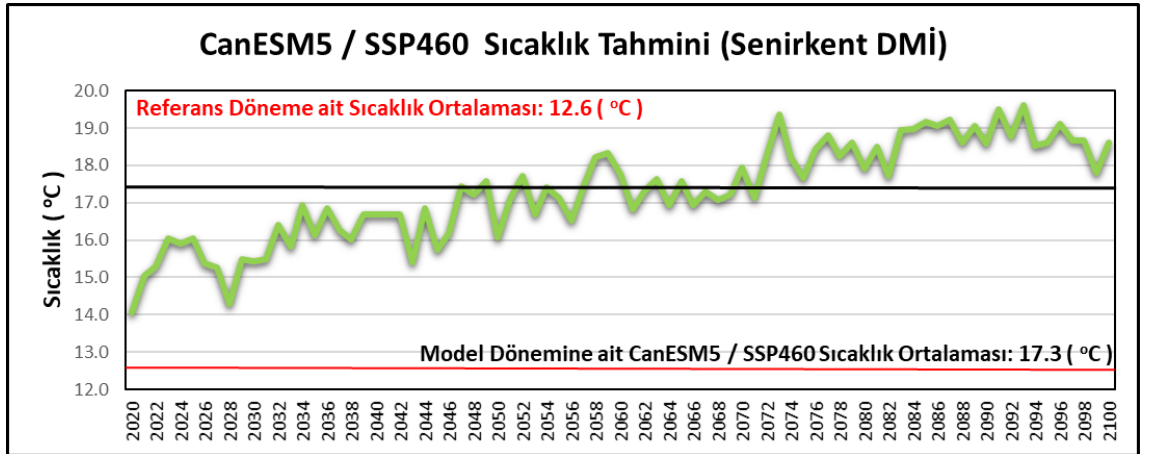
Şekil 4.104. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



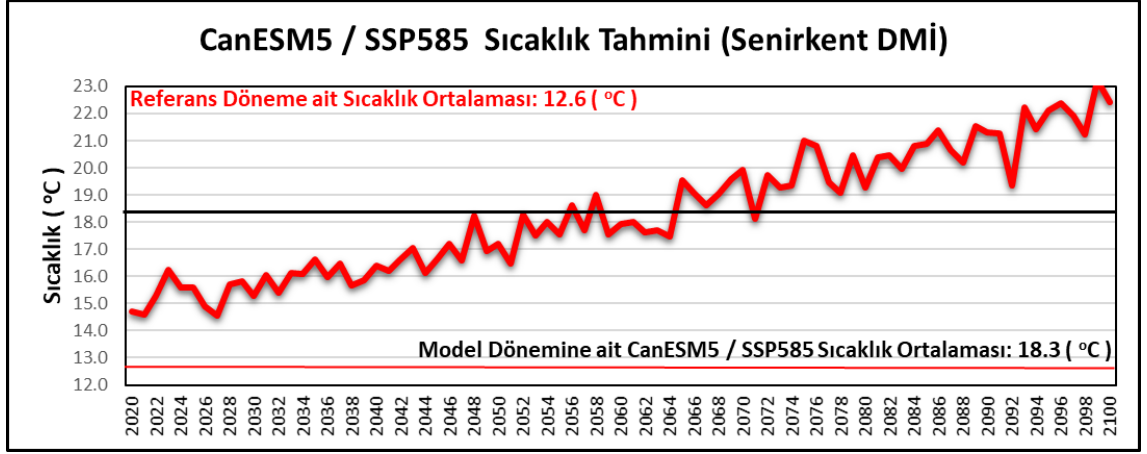
Şekil 4.105. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.106. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.107. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



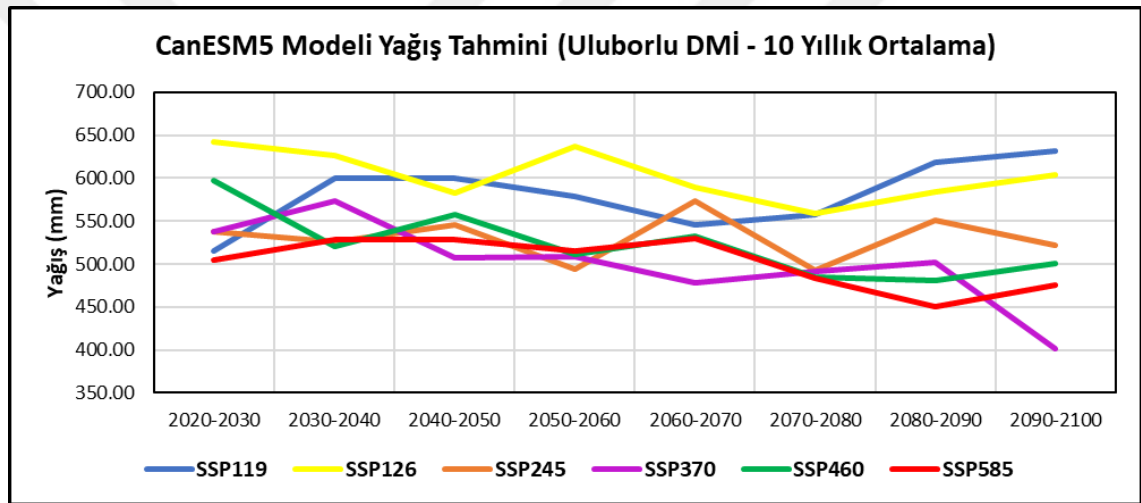
Şekil 4.108. Senirkent DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği

Uluborlu Meteoroloji İstasyonu

Uluborlu DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri 10'ar yıllık periyodlarla Çizelge 4.27'te; ortalama yağış grafiği ise Şekil 4.109'da verilmiştir. Elde edilen verilere göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 581,5 mm, SSP126 senaryosunda 603,34 mm, SSP245 senaryosunda 530,22 mm, SSP370 senaryosunda 498,75 mm, SSP460 senaryosunda 522,71 mm, SSP585 senaryosunda ise 501,71 mm olarak öngörülmektedir. Uluborlu DMI verilerine göre geçmişten günümüze ölçülmüş olan ortalama yıllık yağış miktarı 591,9 mm'dir. Buna göre SSP senaryolarına göre sadece SSP126 senaryosunda yıllık ortalama yağış miktarında kısmen artış gözlenirken, diğer tüm senaryolarda yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. En kötü senaryo SSP370 ile yıllık ortalama yağış miktarının 498,75 mm'ye düşmesi beklenmektedir. Yine SSP370 senaryosunda, 2090-2100 yılları arasında ise tahminlerin en düşük değeri olarak 401,45 mm ortalama yağış miktarı beklenmektedir. Gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %15,7'lik yağış düşüşü SSP370 senaryosunda öngörülmektedir. SSP585 senaryosunda %15,2; SSP460 senaryosunda %11,7; SSP245 senaryosunda ise %10,4, SSP119 senaryosunda ise %1,8 oranında yağış azalması beklenmektedir. Ancak, SSP126 senaryosunda %1,9 oranında yağış artışı öngörülmektedir. Bu senaryoya göre maksimum ortalama yağış 2020-2030 yılları arasında 642,67 mm olarak beklenmektedir.

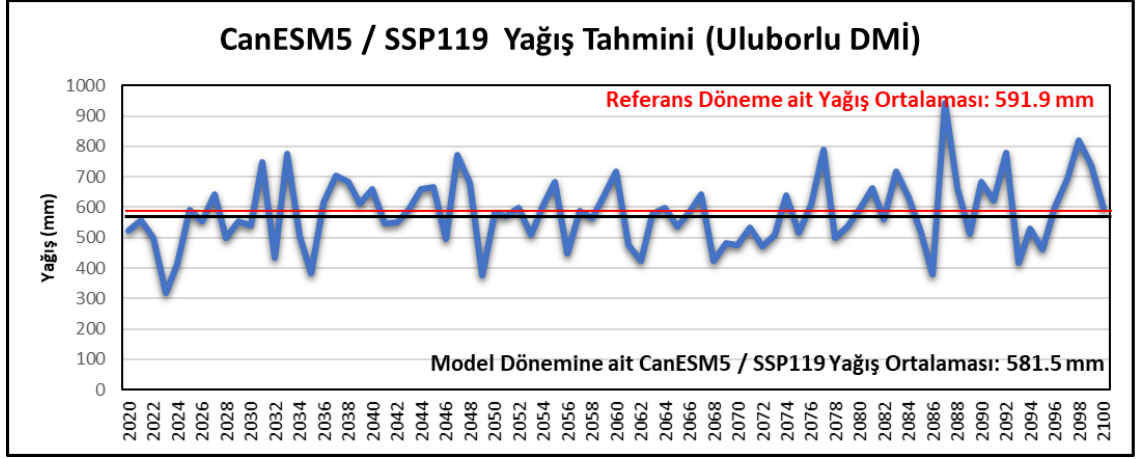
Çizelge 4.27. Uluborlu DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri

Yıllar	Yağış (mm)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	515.12	642.67	537.67	538.28	597.54	505.07
2030-2040	600.34	626.09	526.38	573.33	520.63	528.67
2040-2050	599.89	583.27	545.38	506.71	556.99	528.56
2050-2060	578.41	636.91	494.07	509.06	510.78	514.83
2060-2070	545.94	589.49	572.99	477.82	531.87	530.01
2070-2080	557.90	559.53	492.91	490.90	485.26	483.31
2080-2090	618.36	584.17	551.02	502.20	480.25	450.22
2090-2100	631.08	604.48	522.12	401.45	500.56	475.61
Ortalama	581.50	603.34	530.22	498.75	522.71	501.71

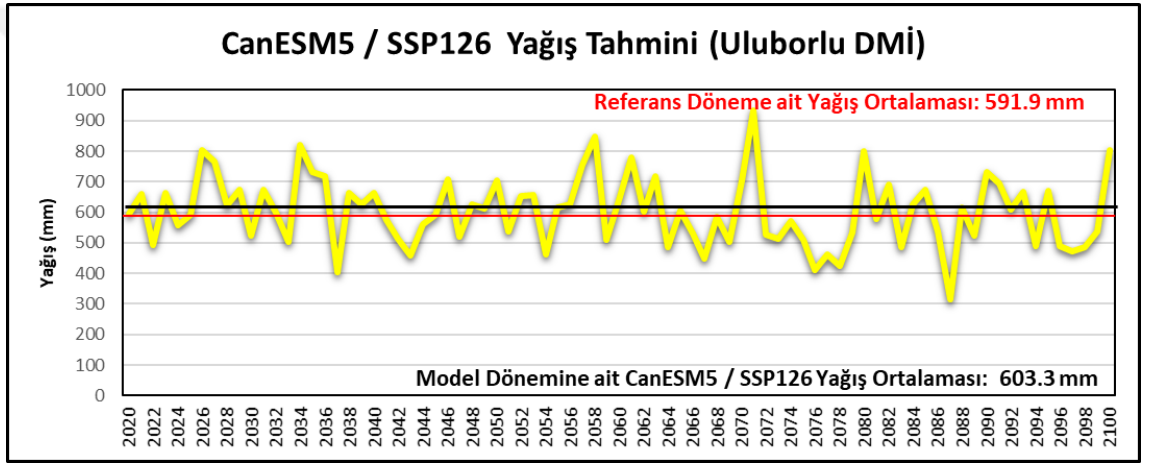


Şekil 4.109. Uluborlu DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği

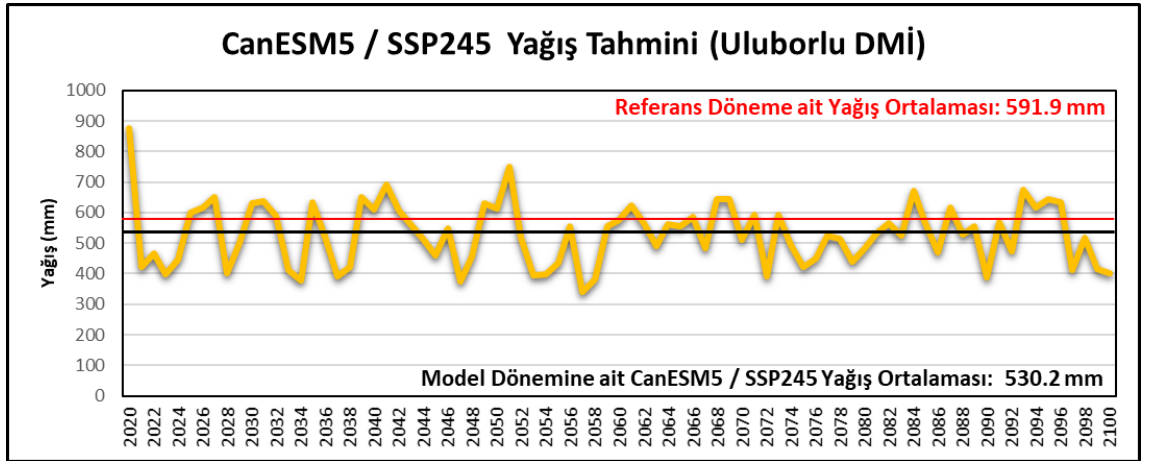
2020-2030 yılları arasında, SSP119, SSP245, SSP370 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. SSP126 ve SSP460 senaryoları ise yağış miktarlarının kısmen artacağını öngörmektedir. 2030-2040 yılları arasında ise SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma beklenmektedir. Uluborlu DMİ'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık olarak tahmin edilen ortalama yağış verilerine ait grafikler Şekil 4.110, 4.111, 4.112, 4.113, 4.114, 4.115'de sunulmuştur.



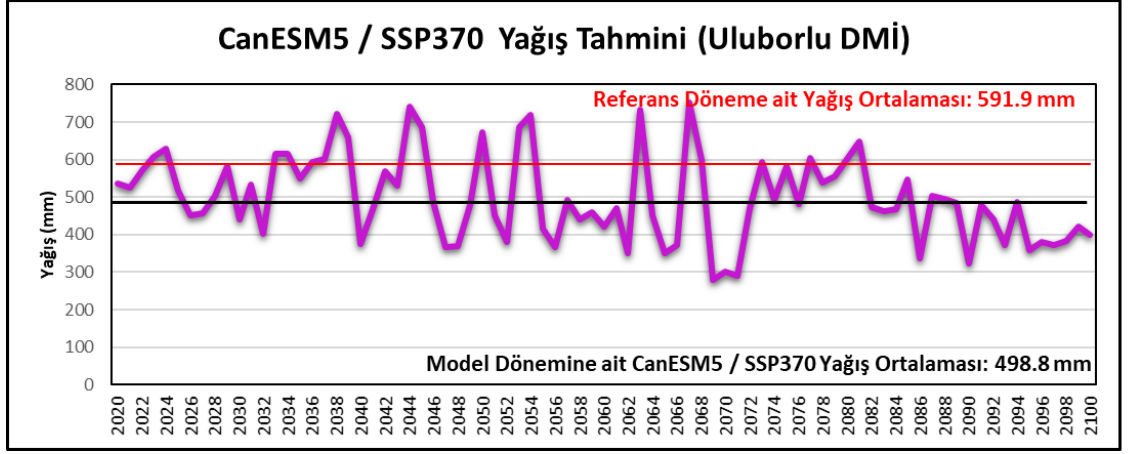
Şekil 4.110. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



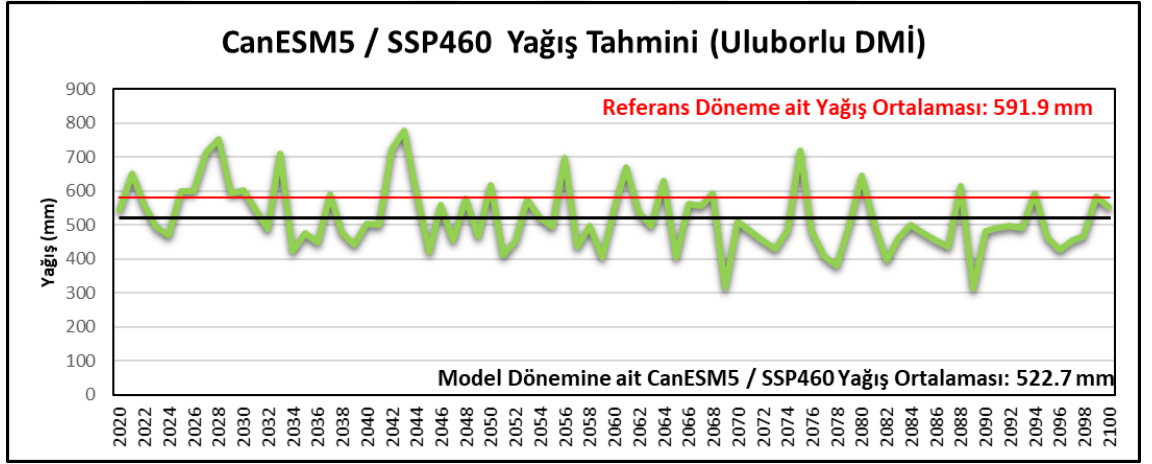
Şekil 4.111. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



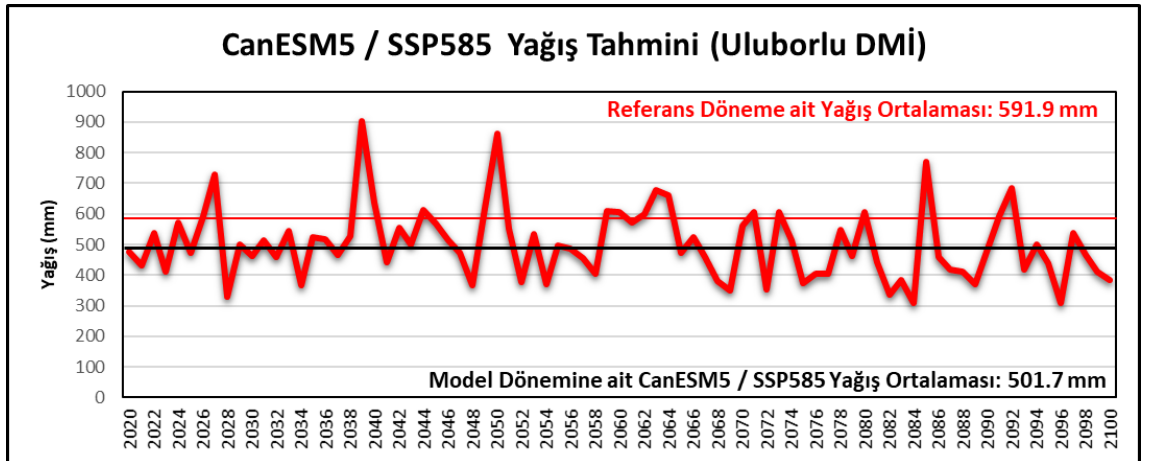
Şekil 4.112. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



Şekil 4.113. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



Şekil 4.114. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

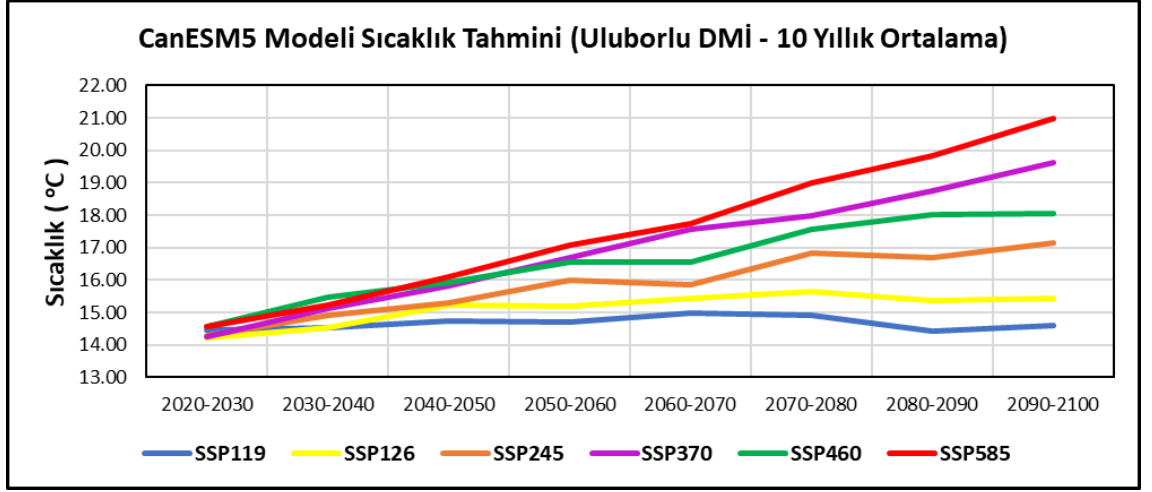


Şekil 4.115. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

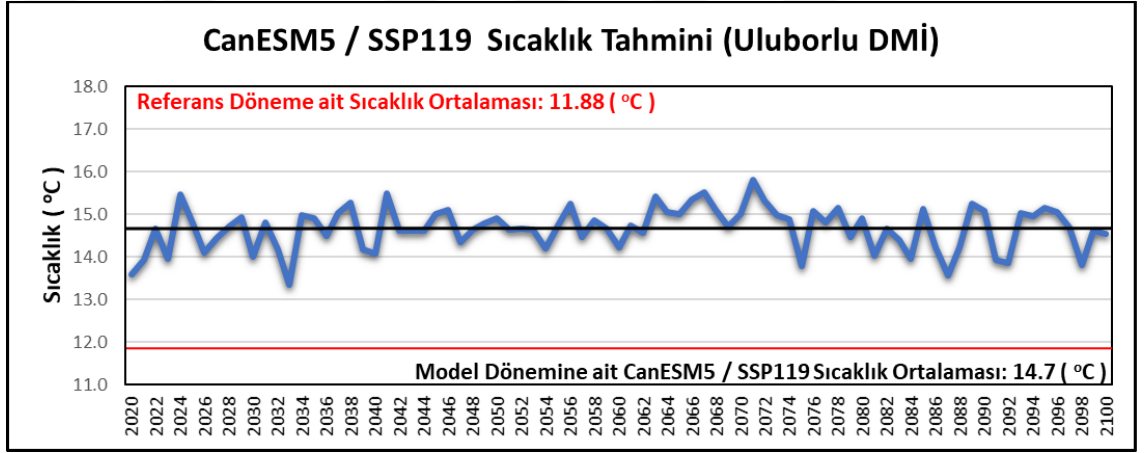
Uluborlu DMI'ye ait 10'ar yıllık periyodlarla geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.28'de; ortalama sıcaklık dağılım grafiği ise Şekil 4.116'da verilmiştir. Söz konusu meteoroloji istasyonunda geçmişten günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 11,88 °C'dir. Yapılan model tahminleri ise gelecekte (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değerinin artacağını işaret etmektedir. Elde edilen verilere göre yıllık ortalama sıcaklık, SSP119 senaryosunda 14,67 °C, SSP126 senaryosunda 15,13 °C, SSP245 senaryosunda 15,89°C, SSP370 senaryosunda 17,01 °C, SSP460 senaryosunda 16,60 °C, SSP585 senaryosunda ise 17,61 °C'dir. En kötü senaryo SSP585'e göre en yüksek sıcaklık değeri ortalama 20,99 °C olarak 2090-2100 yılları arasında beklenmektedir. En düşük sıcaklık değeri ise 2020-2030 yılları arasında 14,20 °C ile SSP126 senaryosunda tahmin edilmiştir. Ortalama sıcaklık değerinin 2020-2030 yılları arasında SSP119 senaryosuna göre 14,46 °C, SSP245 senaryosuna göre 14,30 °C, SSP370 senaryosuna göre 14,25 °C, SSP460 senaryosuna göre 14,56 °C, SSP585 senaryosuna göre ise 14,57 °C olacağı öngörülmektedir. Geleceğe yönelik yüzdeler artış oranlarına bakıldığında, en yüksek artış oranı %48,2 ile SSP585 senaryosunda öngörülmektedir. SSP460 senaryosunda %39,8; SSP370 senaryosunda %43,2; SSP245 senaryosunda %33,8; SSP126 senaryosunda %27,4; SSP119 senaryosunda %23,5 oranında sıcaklık artışları beklenmektedir. Uluborlu DMI'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık bazda tahmin edilen ortalama sıcaklık grafikleri ise Şekil 4.117, 4.118, 4.119, 4.120, 4.121 ve 4.122'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Uluborlu DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri

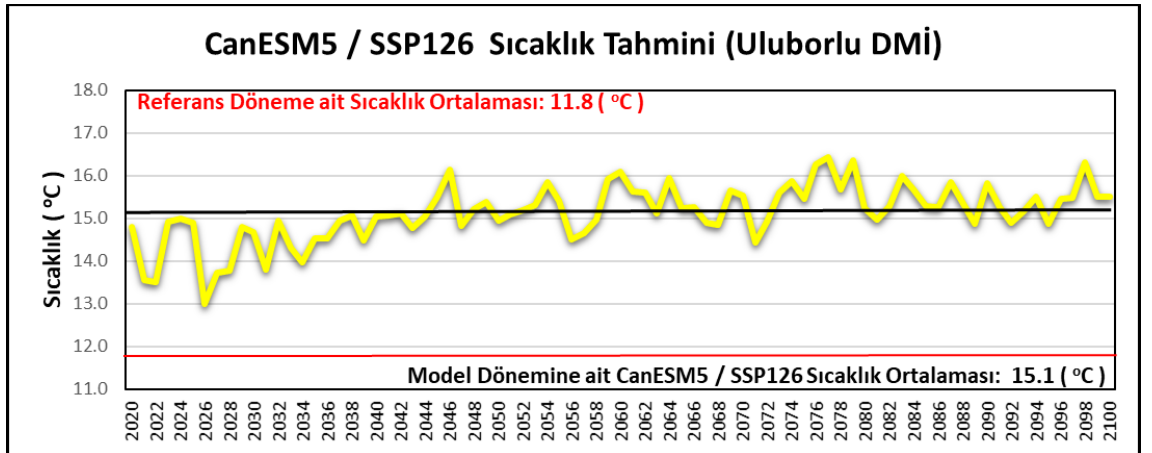
Yıllar	Sıcaklık (°C)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	14.46	14.20	14.30	14.25	14.56	14.57
2030-2040	14.52	14.53	14.91	15.13	15.48	15.23
2040-2050	14.73	15.22	15.30	15.80	15.93	16.09
2050-2060	14.70	15.18	16.00	16.71	16.55	17.07
2060-2070	14.97	15.43	15.86	17.57	16.54	17.74
2070-2080	14.93	15.66	16.84	17.98	17.55	19.00
2080-2090	14.43	15.38	16.68	18.77	18.00	19.83
2090-2100	14.61	15.44	17.14	19.64	18.06	20.99
Ortalama	14.67	15.13	15.89	17.01	16.60	17.61



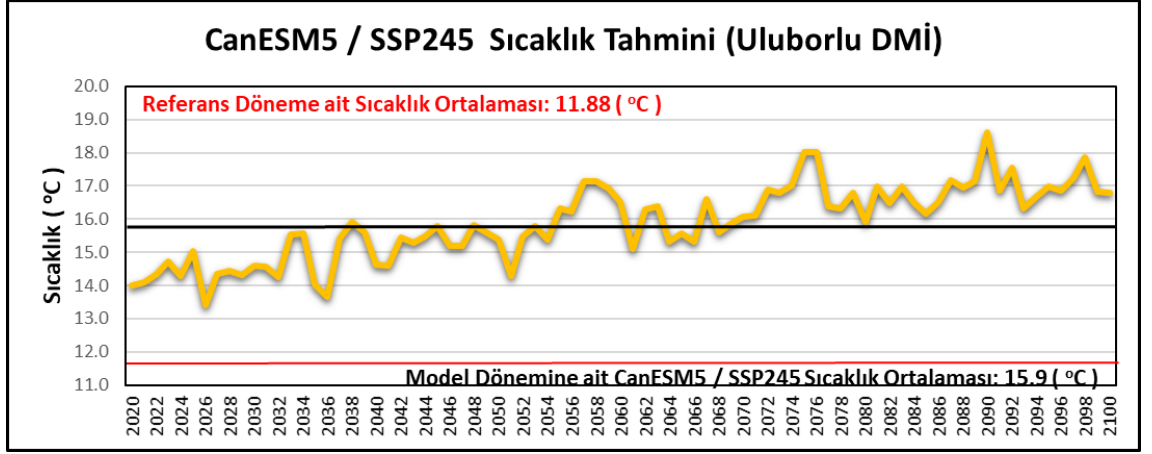
Şekil 4.116. Uluborlu DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği



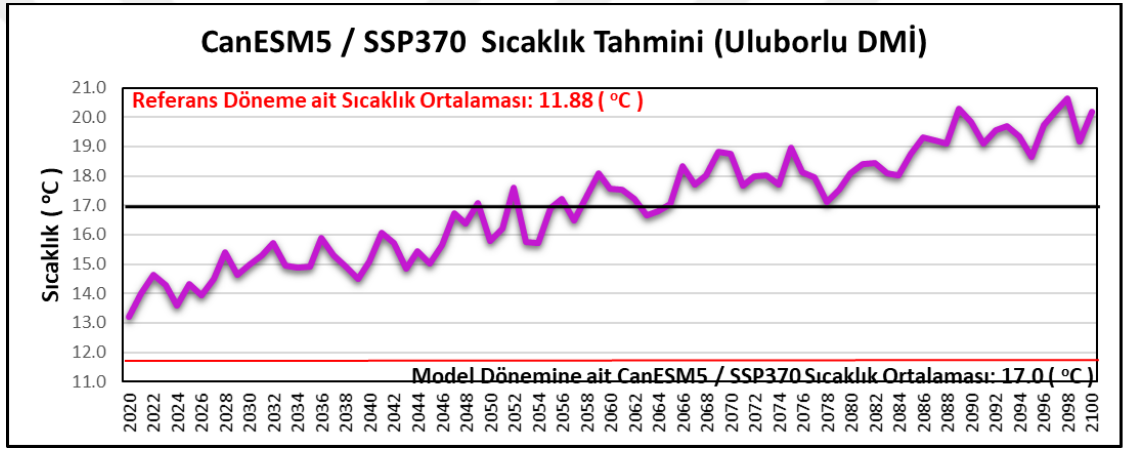
Şekil 4.117. Uluborlu DMİ'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



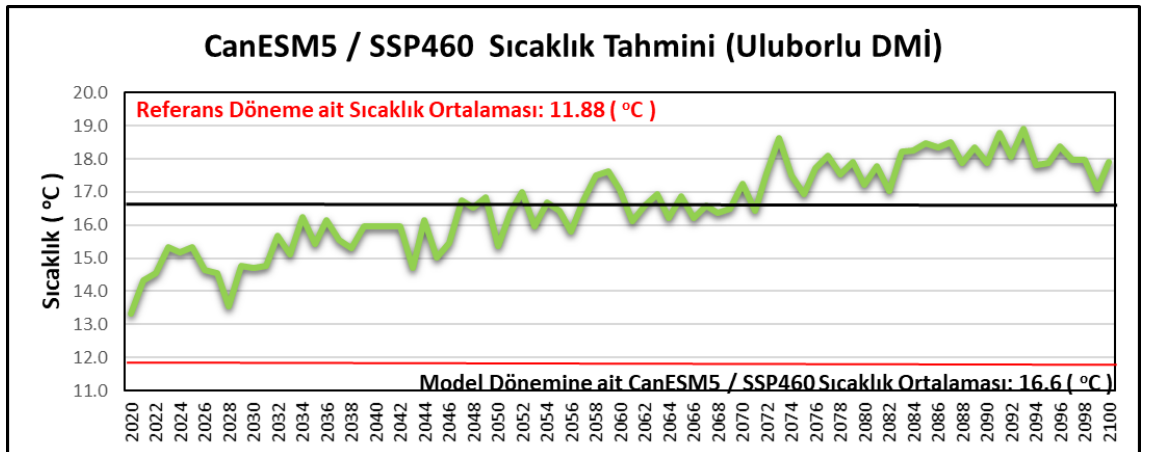
Şekil 4.118. Uluborlu DMİ'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



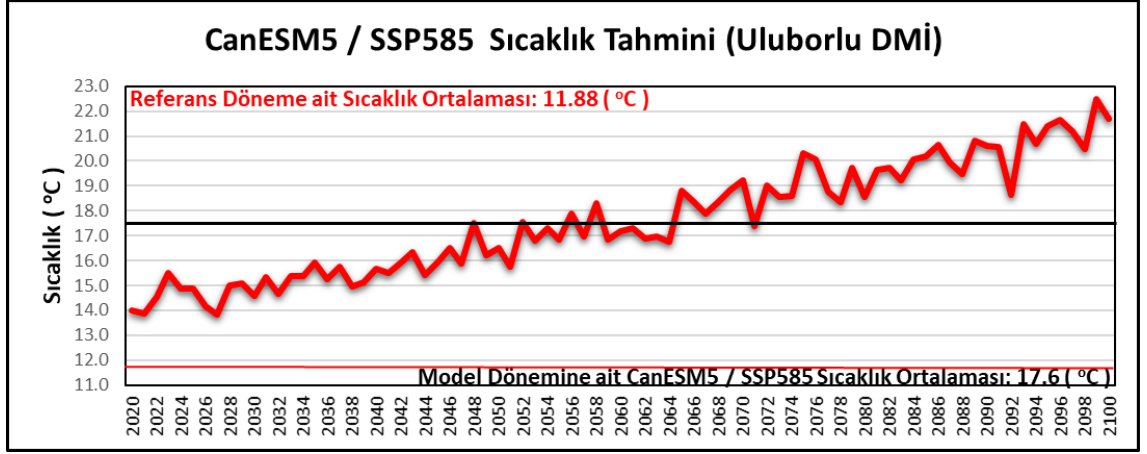
Şekil 4.119. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.120. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.121. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



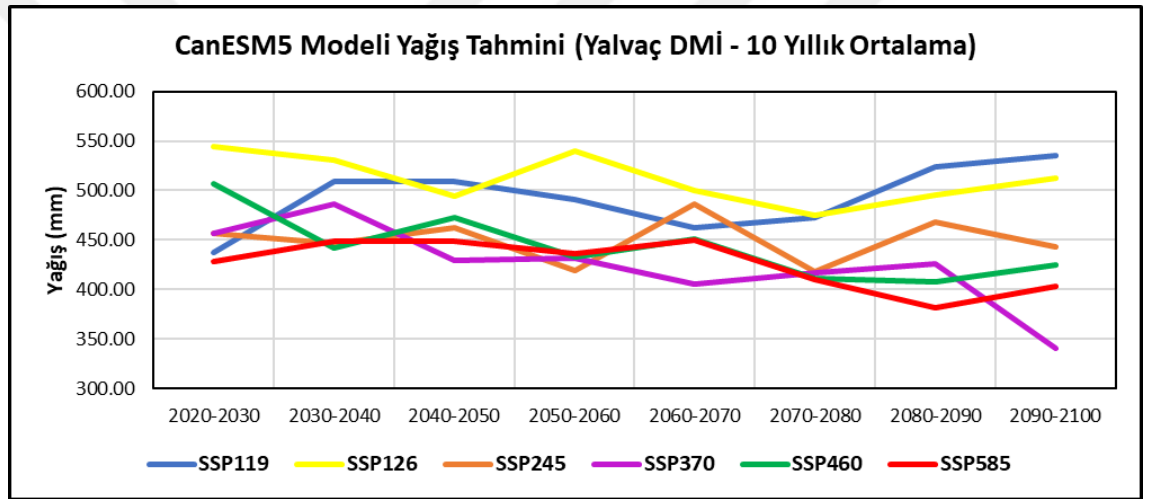
Şekil 4.122. Uluborlu DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği

Yalvaç Meteoroloji İstasyonu

Yalvaç DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri 10'ar yıllık periyodlarla Çizelge 4.29'da; ortalama yağış grafiği ise Şekil 4.123'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 493,08 mm, SSP126 senaryosunda 511,60 mm, SSP245 senaryosunda 449,86 mm, SSP370 senaryosunda 422,91 mm, SSP460 senaryosunda 443,23 mm, SSP585 senaryosunda ise 425,42 mm olarak öngörülmektedir. Yalvaç DMI verilerine göre geçmişten günümüze ölçülmüş olan ortalama yıllık yağış miktarı 501,1 mm'dir. Buna göre SSP senaryolarına göre sadece SSP126 senaryosunda yıllık ortalama yağış miktarında artış gözlenirken, diğer tüm senaryolarda yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. En kötü senaryo SSP370 ile yıllık ortalama yağış miktarının 422,91 mm'ye düşeceği beklenirken, 2090-2100 yılları arasında 340,41 mm ortalama yağış tahmin edilmektedir. Gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %15,6'lık yağış düşüşü yine SSP370 senaryosunda öngörülmektedir. SSP585 senaryosunda %15,1; SSP460 senaryosunda %11,5; SSP245 senaryosunda ise %10,2, SSP119 senaryosunda ise %1,6 oranında yağış azalması beklenmektedir. Sadece SSP126 senaryosunda %2,1 oranında yağış artışı öngörülmektedir. Bu senaryoya göre maksimum ortalama yağış 2020-2030 yılları arasında 544,95 mm olarak tahmin edilmektedir.

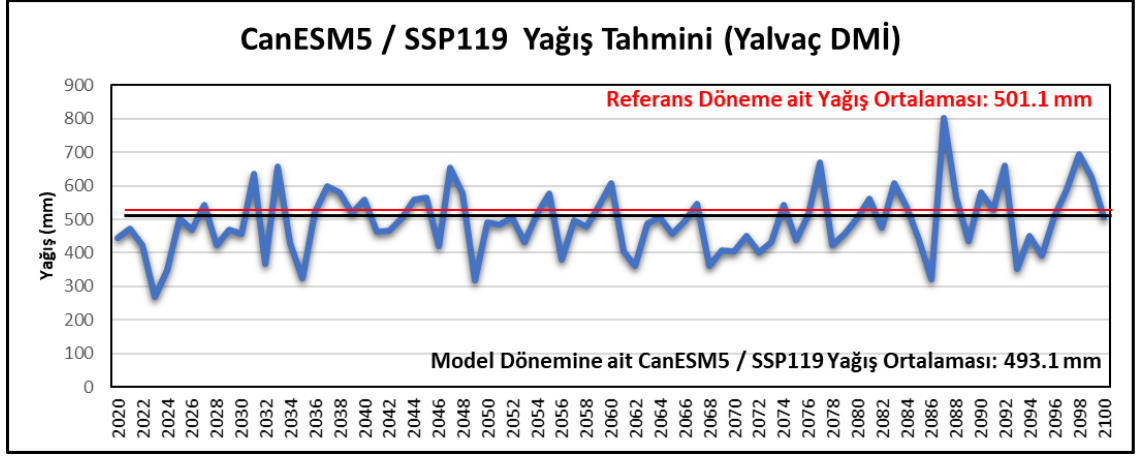
Çizelge 4.29. Yalvaç DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri

Yıllar	Yağış (mm)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	436.79	544.95	456.18	456.43	506.68	428.27
2030-2040	509.06	530.89	446.60	486.15	441.46	448.28
2040-2050	508.68	494.58	462.73	429.66	472.30	448.19
2050-2060	490.46	540.06	419.19	431.65	433.11	436.54
2060-2070	462.93	499.86	486.16	405.16	451.00	449.42
2070-2080	473.07	474.45	418.20	416.26	411.47	409.82
2080-2090	524.33	495.34	467.51	425.83	407.22	381.76
2090-2100	535.12	512.56	442.99	340.41	424.45	403.29
Ortalama	493.08	511.60	449.86	422.91	443.23	425.42

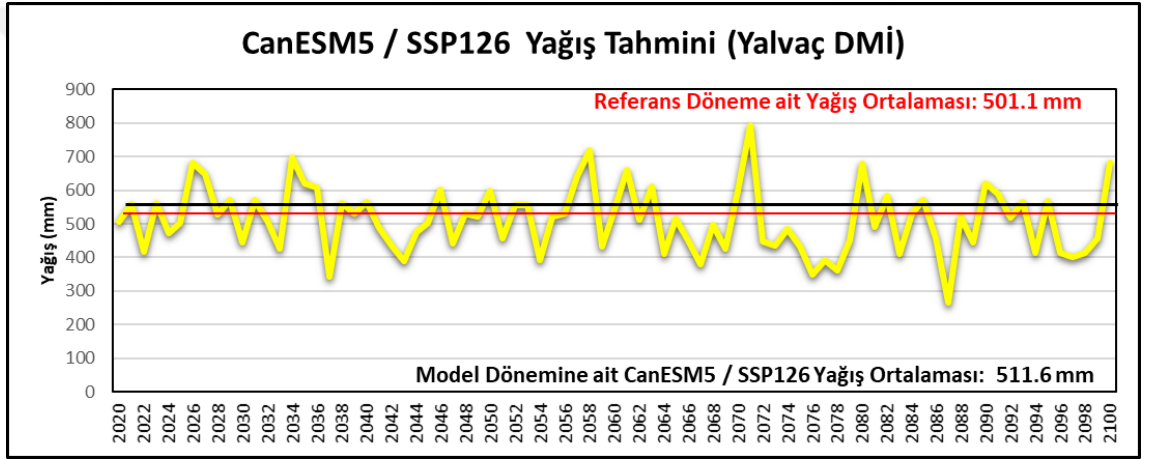


Şekil 4.123. Yalvaç DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği

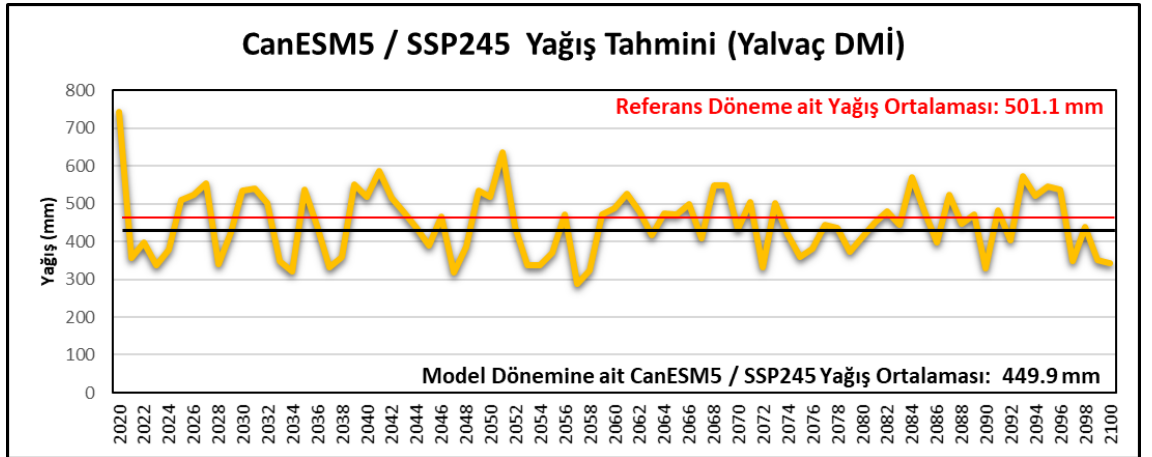
2020-2030 yılları arasında, SSP119, SSP245, SSP370 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. SSP126 ve SSP460 senaryoları ise yağış miktarlarının kısmen artacağını öngörmektedir. 2030-2040 yılları arasında ise SSP119 ve SSP126 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında kısmen artış beklenmektedir. Yalvaç DMI'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık olarak tahmin edilen ortalama yağış verilerine ait grafikler Şekil 4.124, 4.125, 4.126, 4.127, 4.128, 4.129'da sunulmuştur.



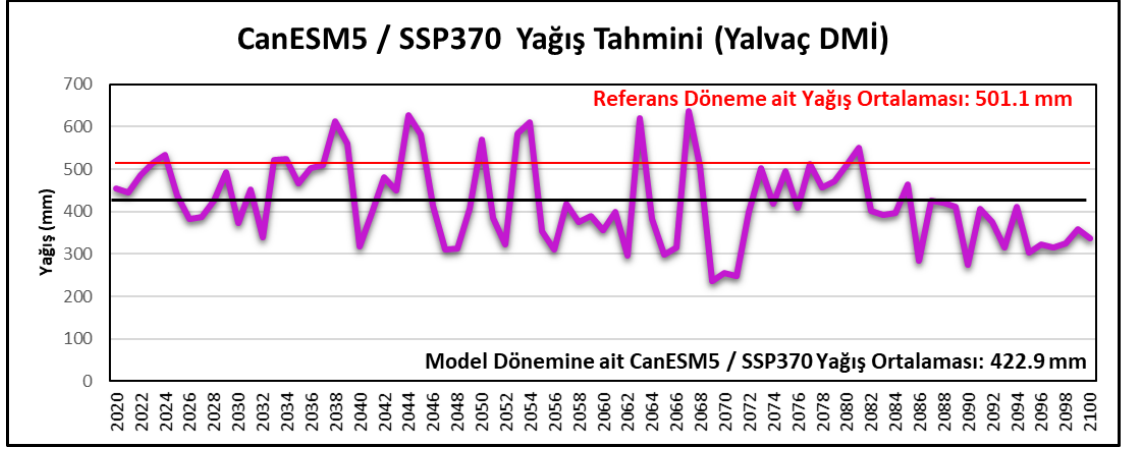
Şekil 4.124. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiğı



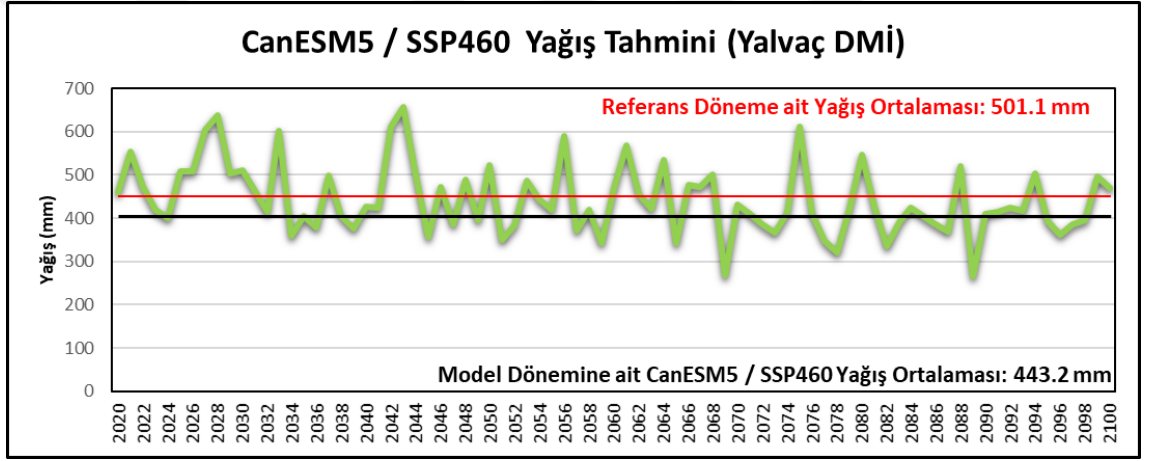
Şekil 4.125. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiğı



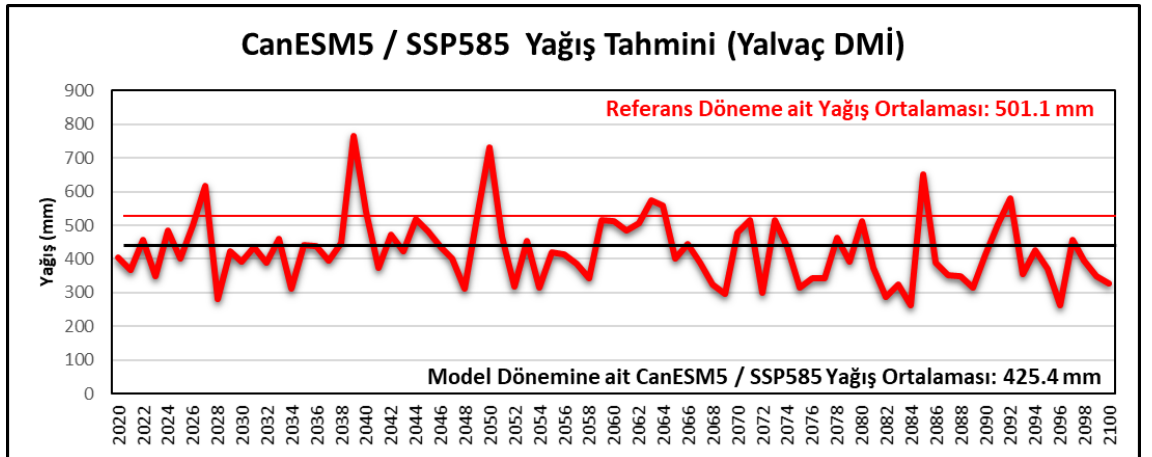
Şekil 4.126. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiğı



Şekil 4.127. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği



Şekil 4.128. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

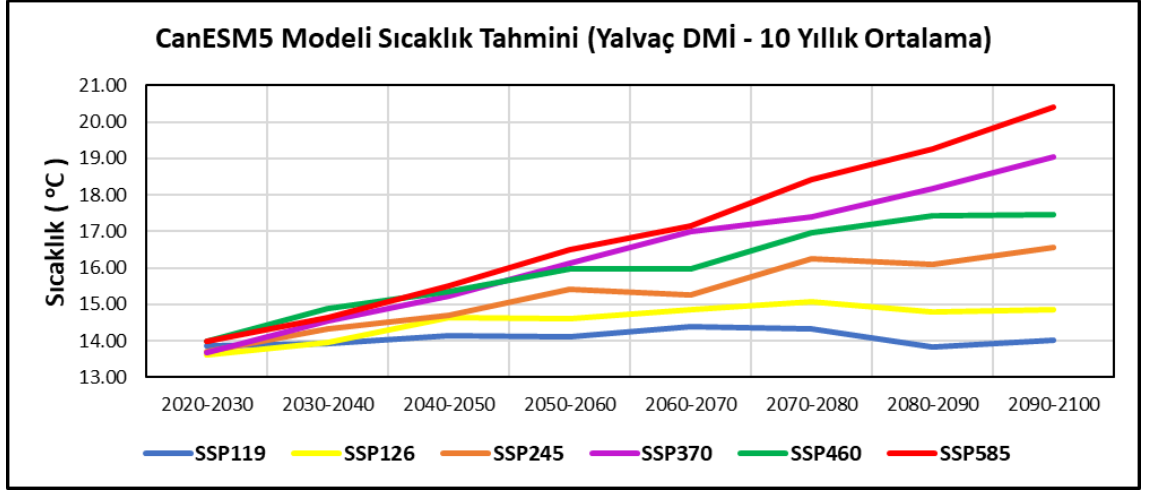


Şekil 4.129. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama yağış grafiği

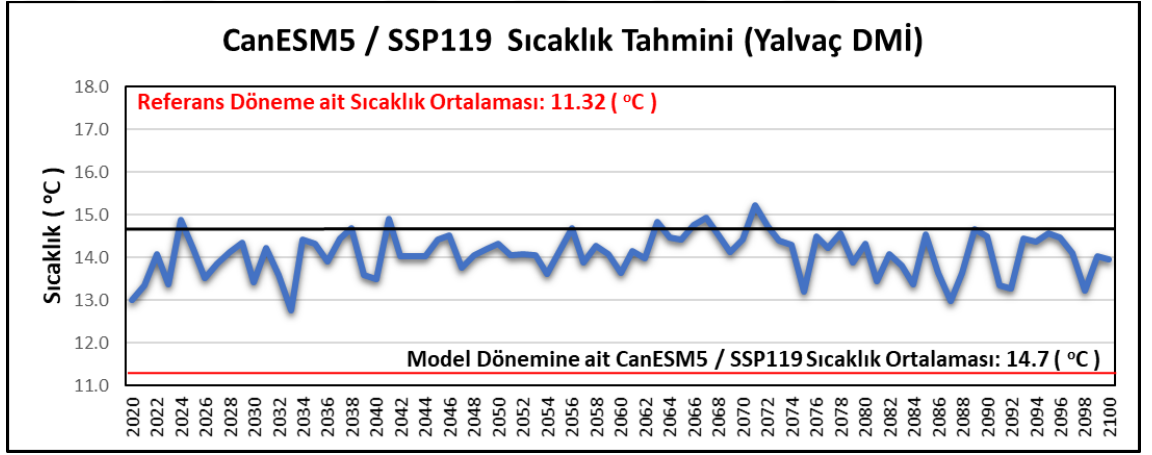
Yalvaç DMI'ye ait 10'ar yıllık periyodlarla geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.30'de; ortalama sıcaklık dağılım grafiği ise Şekil 4.130'da verilmiştir. Söz konusu meteoroloji istasyonunda geçmişten günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 11,32 °C'dir. Yapılan model tahminleri ise gelecekte (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değerinin artacağını işaret etmektedir. Elde edilen verilere göre, yıllık ortalama sıcaklık, SSP119 senaryosunda 14,08 °C, SSP126 senaryosunda 14,55 °C, SSP245 senaryosunda 15,31°C, SSP370 senaryosunda 16,43 °C, SSP460 senaryosunda 16,02 °C, SSP585 senaryosunda ise 17,02 °C'dir. En kötü senaryo SSP585'e göre en yüksek sıcaklık değeri ortalama 20,41 °C olarak 2090-2100 yılları arasında beklenmektedir. En düşük sıcaklık değeri ise 2020-2030 yılları arasında 13,61 °C ile SSP126 senaryosunda tahmin edilmiştir. Ortalama sıcaklık değerinin 2020-2030 yılları arasında SSP119 senaryosuna göre 13,87 °C, SSP245 senaryosuna göre 13,71 °C, SSP370 senaryosuna göre 13,67 °C, SSP460 senaryosuna göre 13,97 °C, SSP585 senaryosuna göre ise 13,99 °C olması beklenmektedir. Geleceğe yönelik yüzdeler artış oranlarına bakıldığında, en yüksek artış oranı %50,4 ile SSP585 senaryosunda öngörülmektedir. SSP460 senaryosunda %41,5; SSP370 senaryosunda %45,1; SSP245 senaryosunda %35,2; SSP126 senaryosunda %28,5; SSP119 senaryosunda %24,4 oranında sıcaklık artışları beklenmektedir. Yalvaç DMI'ye ait 2020-2100 yılları arasında CanESM5 modeli, SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre yıllık bazda tahmin edilen ortalama sıcaklık grafikleri ise Şekil 4.131, 4.132, 4.133, 4.134, 4.135 ve 4.136'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Yalvaç DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri

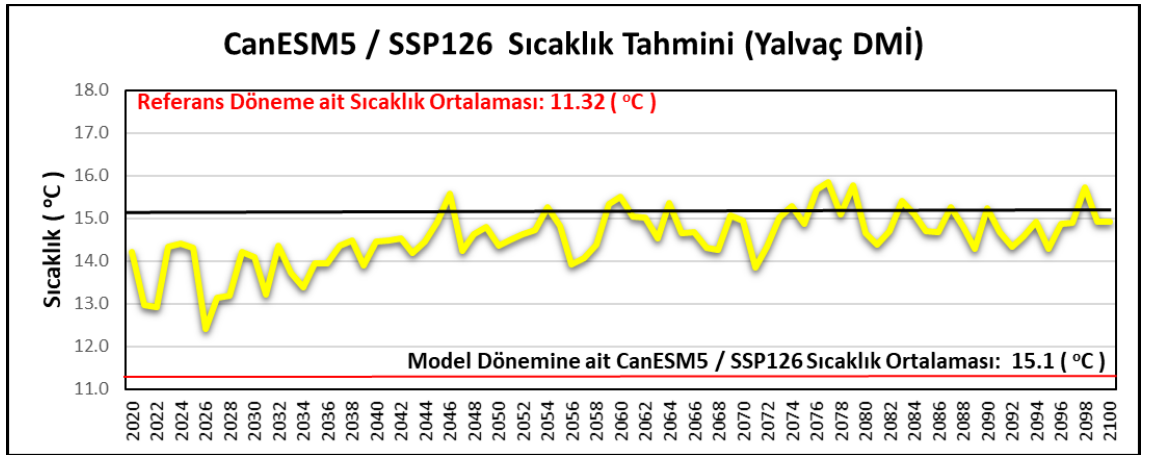
Yıllar	Sıcaklık (°C)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	13.87	13.61	13.71	13.67	13.97	13.99
2030-2040	13.93	13.94	14.33	14.55	14.90	14.65
2040-2050	14.14	14.63	14.71	15.22	15.34	15.50
2050-2060	14.12	14.60	15.42	16.12	15.97	16.49
2060-2070	14.38	14.85	15.27	16.98	15.96	17.15
2070-2080	14.34	15.07	16.25	17.39	16.97	18.41
2080-2090	13.84	14.80	16.10	18.18	17.42	19.25
2090-2100	14.03	14.85	16.56	19.05	17.47	20.41
Ortalama	14.08	14.55	15.31	16.43	16.02	17.02



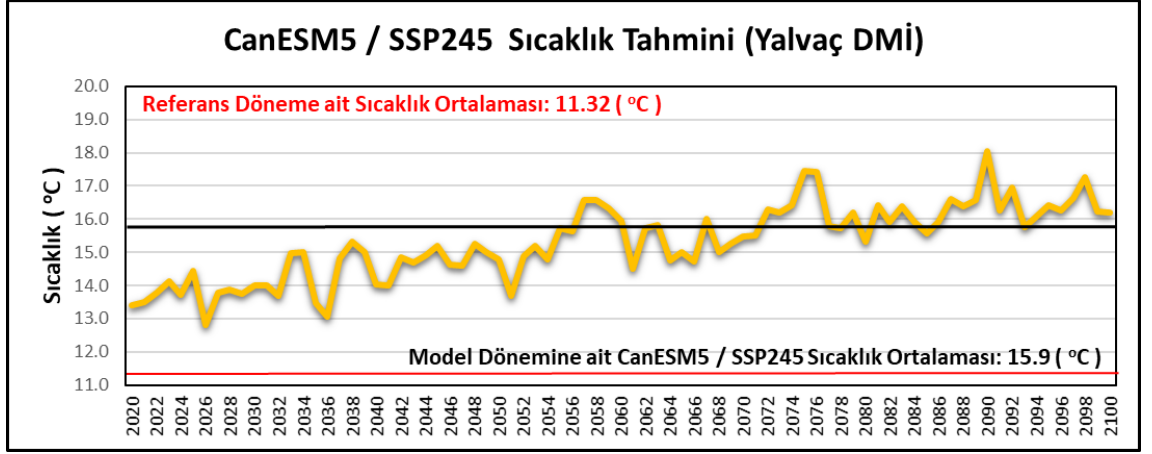
Şekil 4.130. Yalvaç DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği



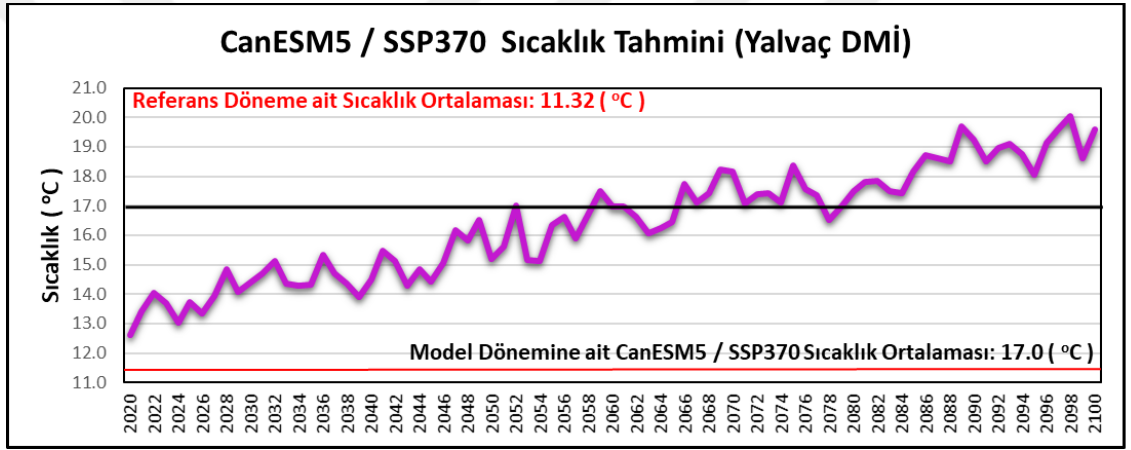
Şekil 4.131. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP119 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



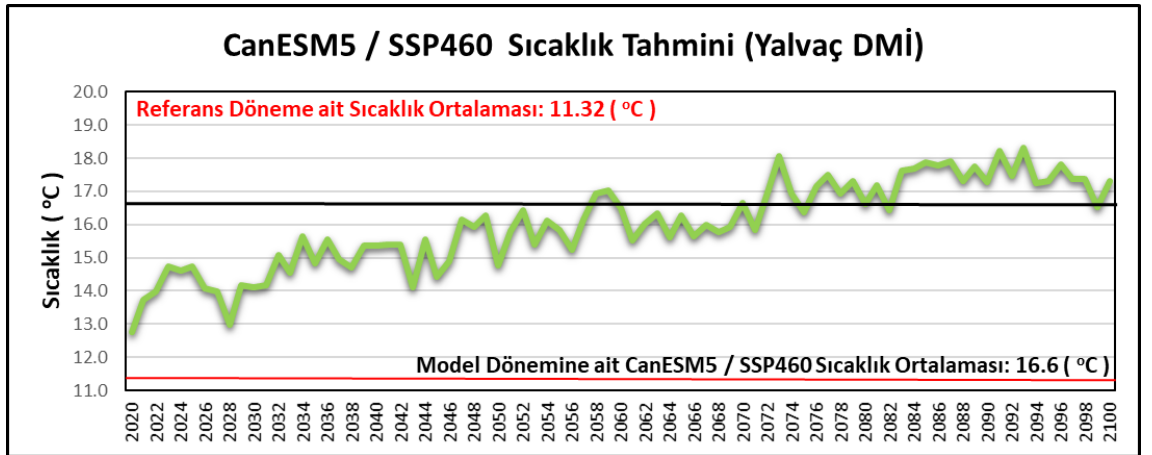
Şekil 4.132. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP126 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



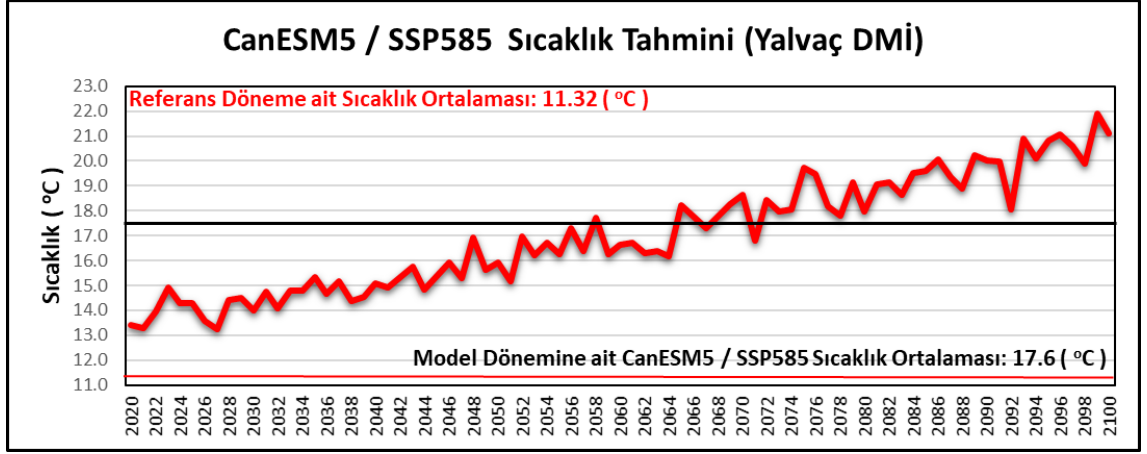
Şekil 4.133. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP245 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.134. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP370 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği



Şekil 4.135. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP460 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği

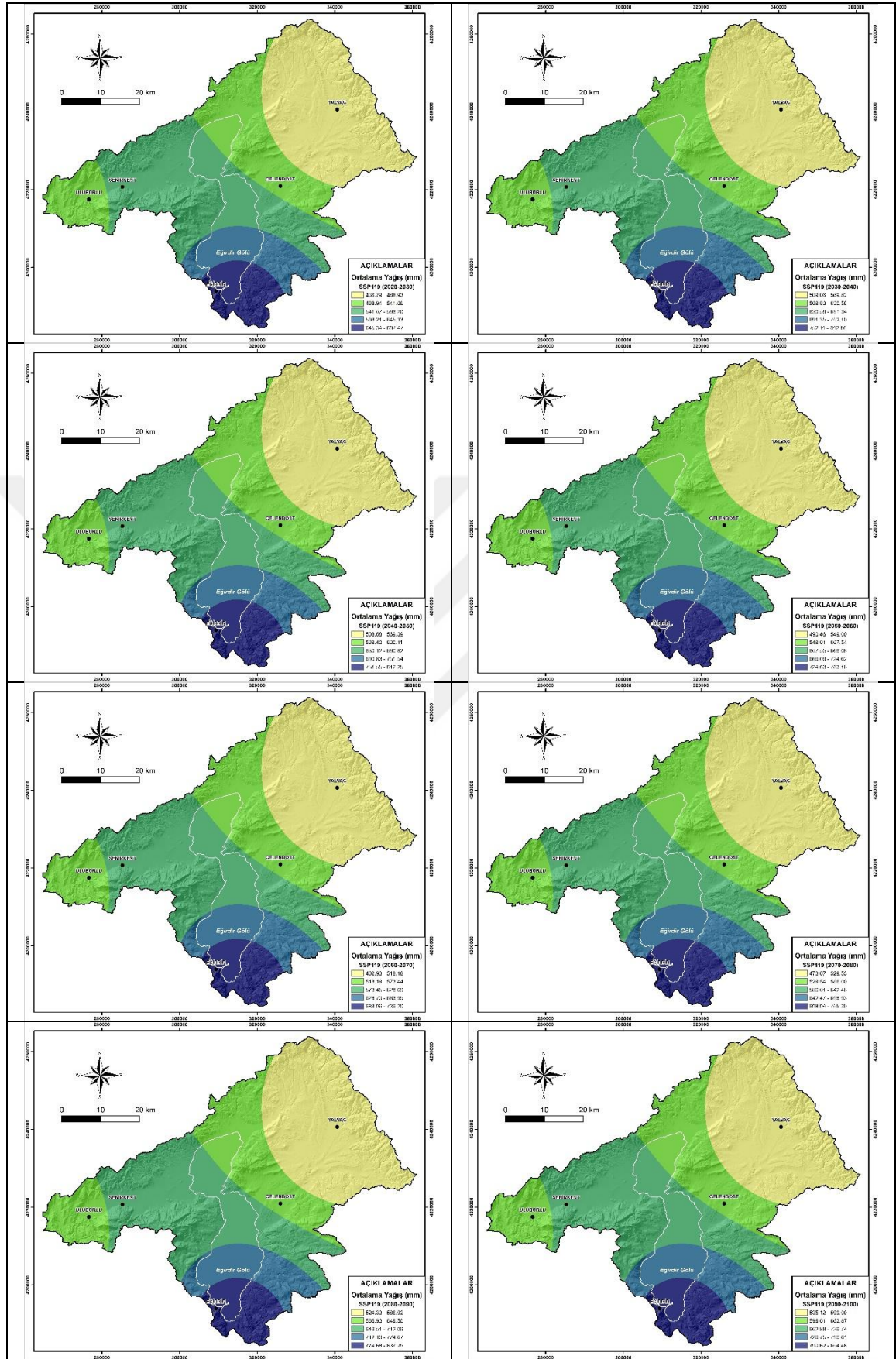


Şekil 4.136. Yalvaç DMI'ye ait CanESM5 / SSP585 senaryosuna göre tahmin edilen yıllık ortalama sıcaklık grafiği

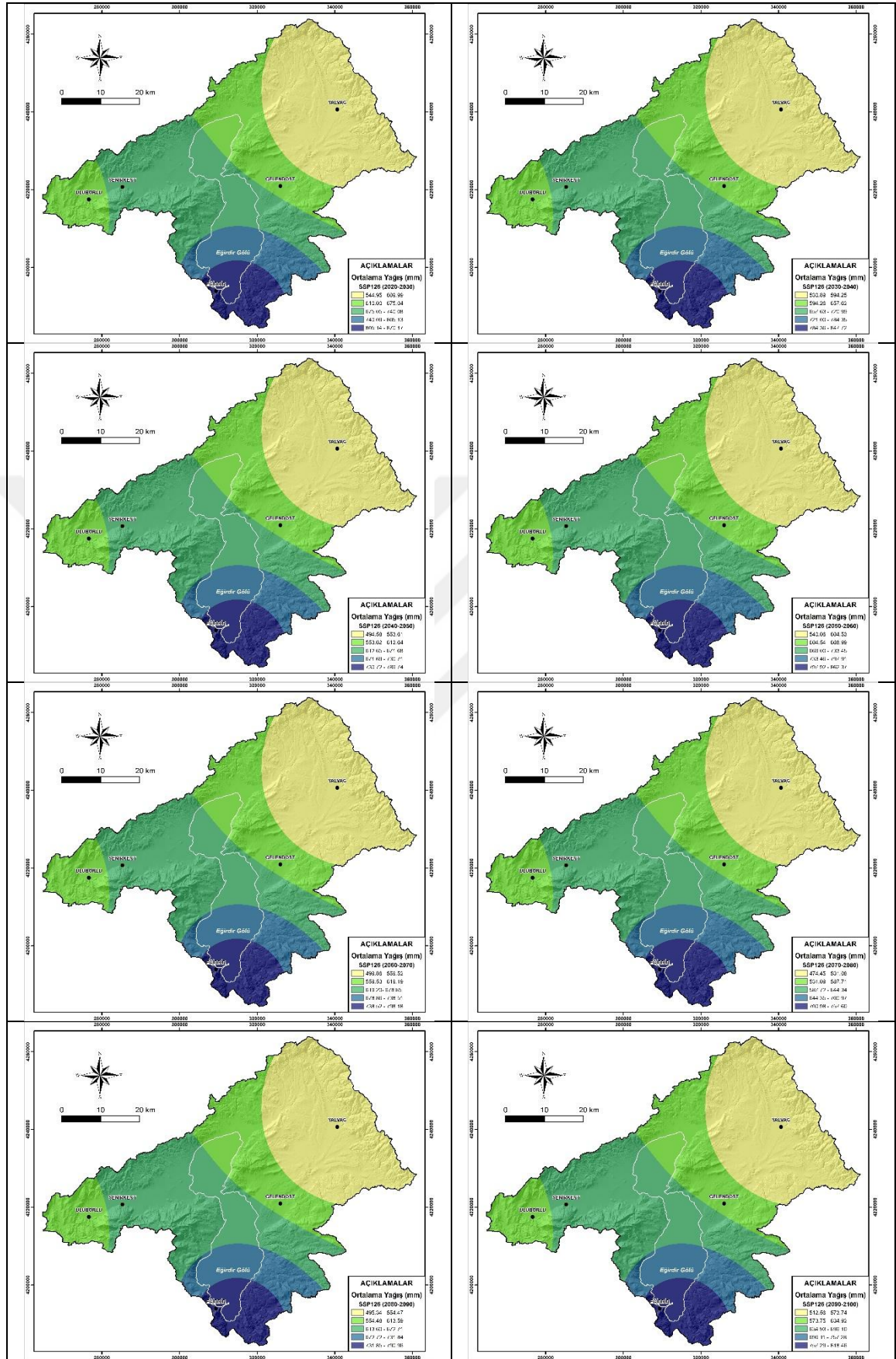
4.2.3. Geleceğe yönelik yağış ve sıcaklıkların konumsal değerlendirilmesi

Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin konumsal değerlendirmesinin yapılabilmesi amacıyla, meteoroloji istasyonu bazında CanESM5 Küresel İklim Modelinin farklı Ortak Sosyo-Ekonomik Rotalarına göre (SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585) elde edilen veriler kullanılmıştır. Söz konusu ortalama yağış ve sıcaklık verileri Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında IDW yöntemi kullanılarak enterpole edilmiş ve havzanın yağış ve sıcaklık parametrelerine ait tematik haritalar hazırlanmıştır.

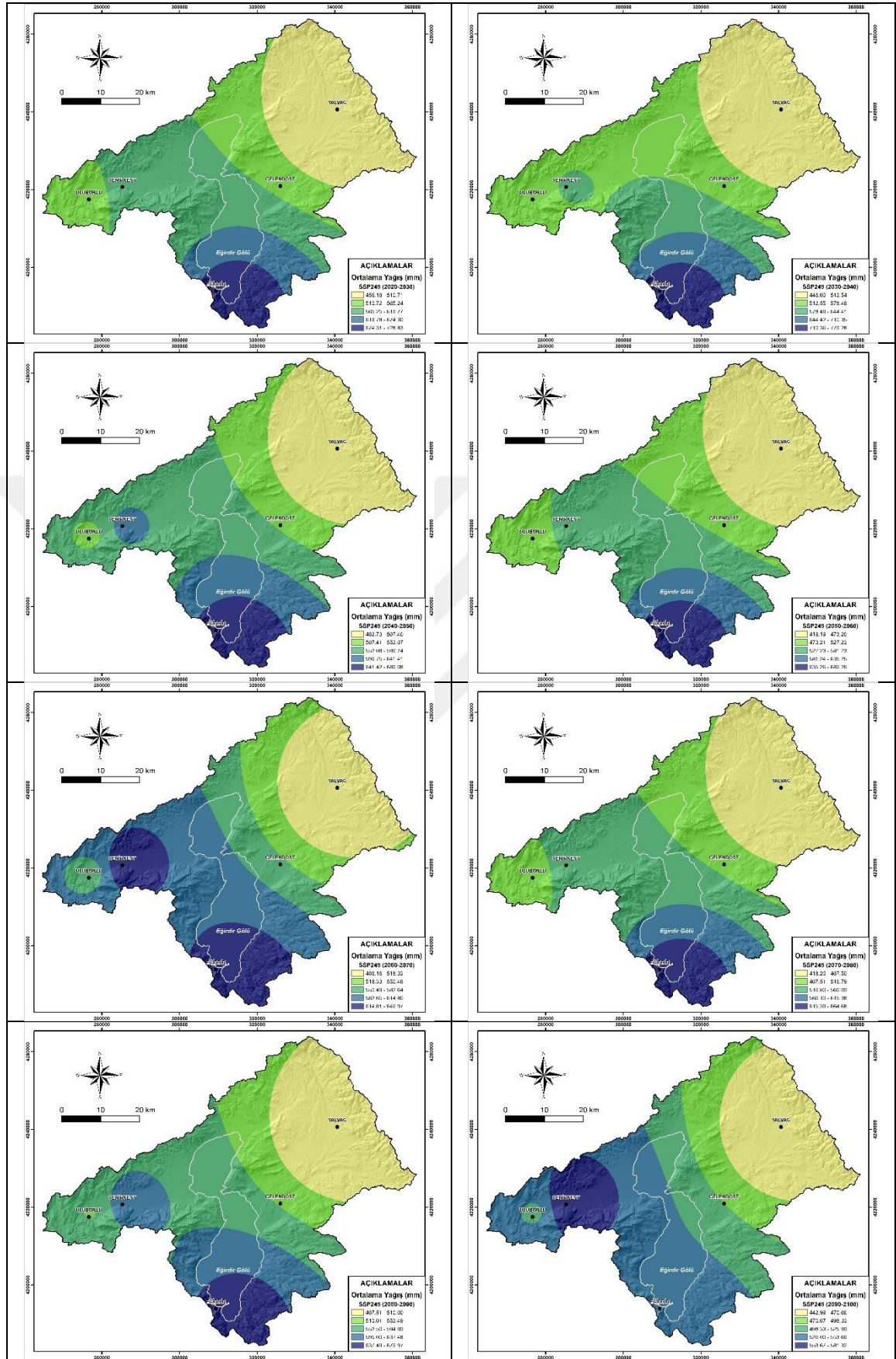
Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik (2020-2100) 10'ar yıllık periyodları için SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre hazırlanmış olan ortalama yağış dağılım haritaları Şekil 4.137, 4.138, 4.139, 4.140, 4.141 ve 4.142'de verilmiştir. Onar yıllık periyodlarda ortalama yağış dağılımlarına bakıldığında genel olarak tüm SSP senaryolarında havzanın güneyinde maksimum yağışlar gözlenirken havzanın kuzeydoğusu en az yağış alan bölgelerdir. Kullanılan SSP senaryolarına ait yıllık ortalama yağış dağılım haritaları ise Şekil 4.143, 4.144, 4.145'de; tüm senaryoların ortalama yağış değerleri kullanılarak hazırlanan yağış haritası ise Şekil 4.146'da verilmiştir. 2020-2100 yılları arası ortalama yağış dağılımlarında da benzer şekilde havzanın Eğirdir civarı maksimum yağış alan, Yalvaç civarı minimum yağış alan, Senirkent, Uluborlu ve Gelendost civarları ise ortalama yağış alan bölgelerdir.



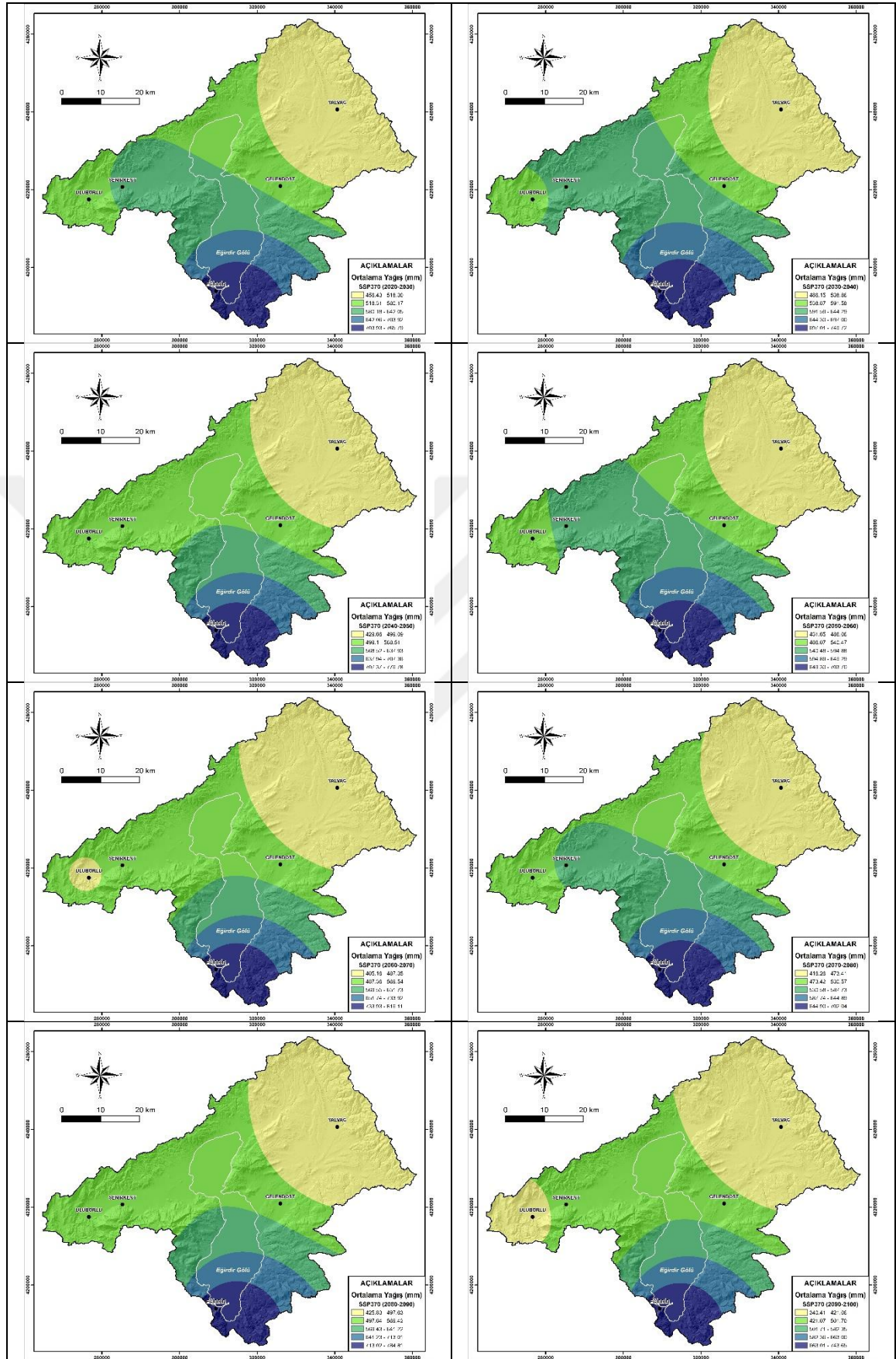
Şekil 4.137. SSP119 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları



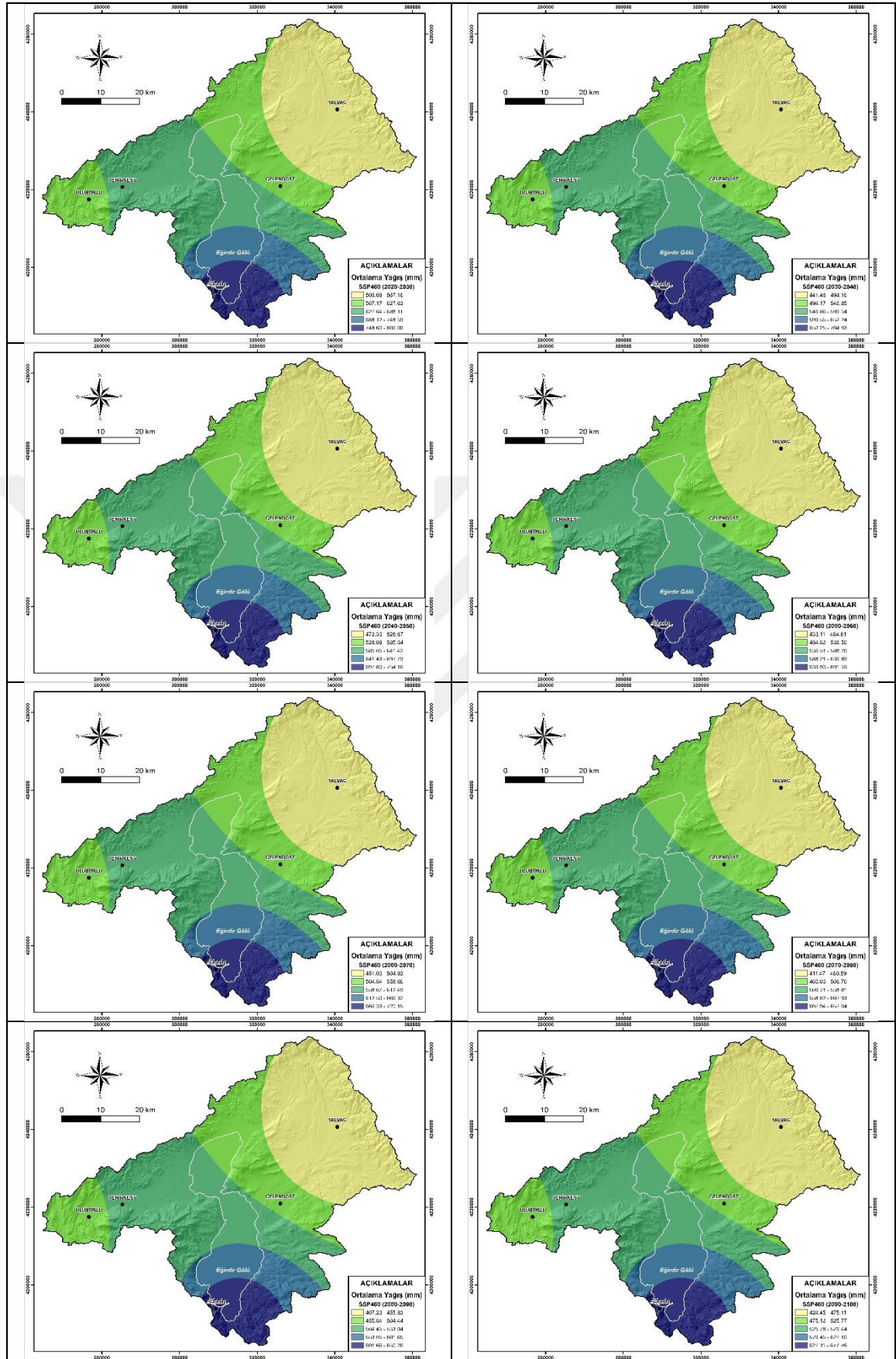
Şekil 4.138. SSP126 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları



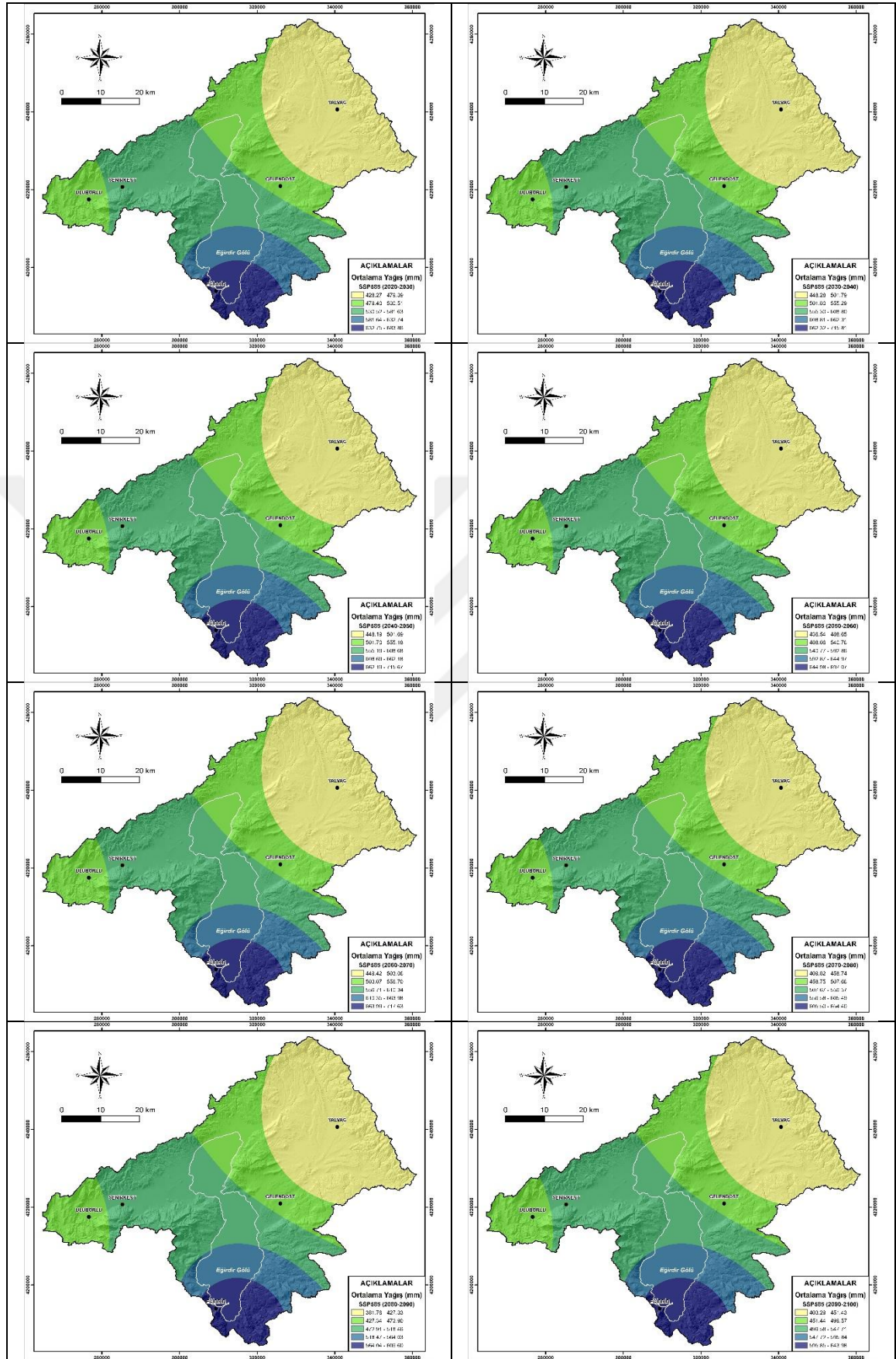
Şekil 4.139. SSP245 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları



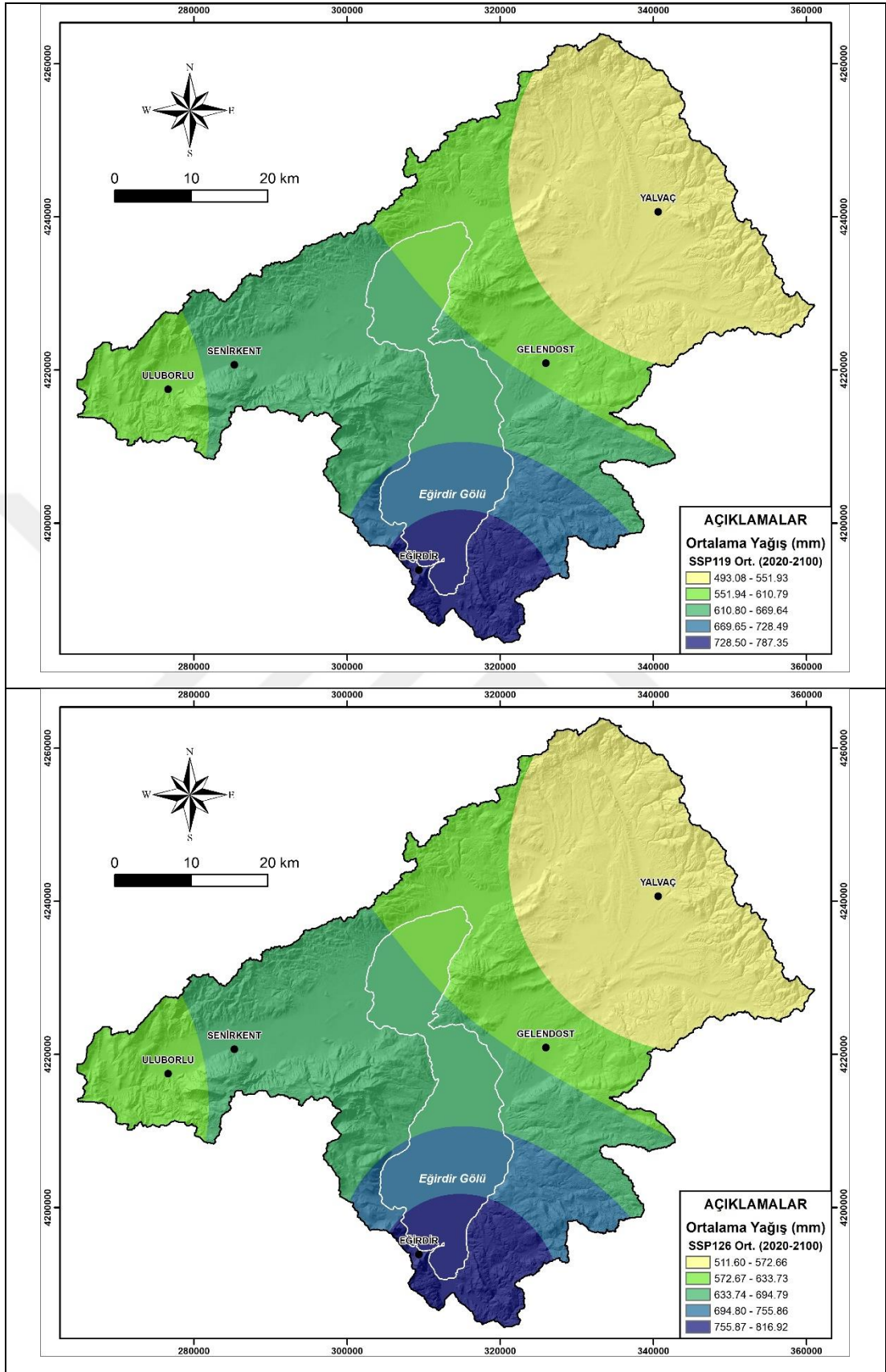
Şekil 4.140. SSP370 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları



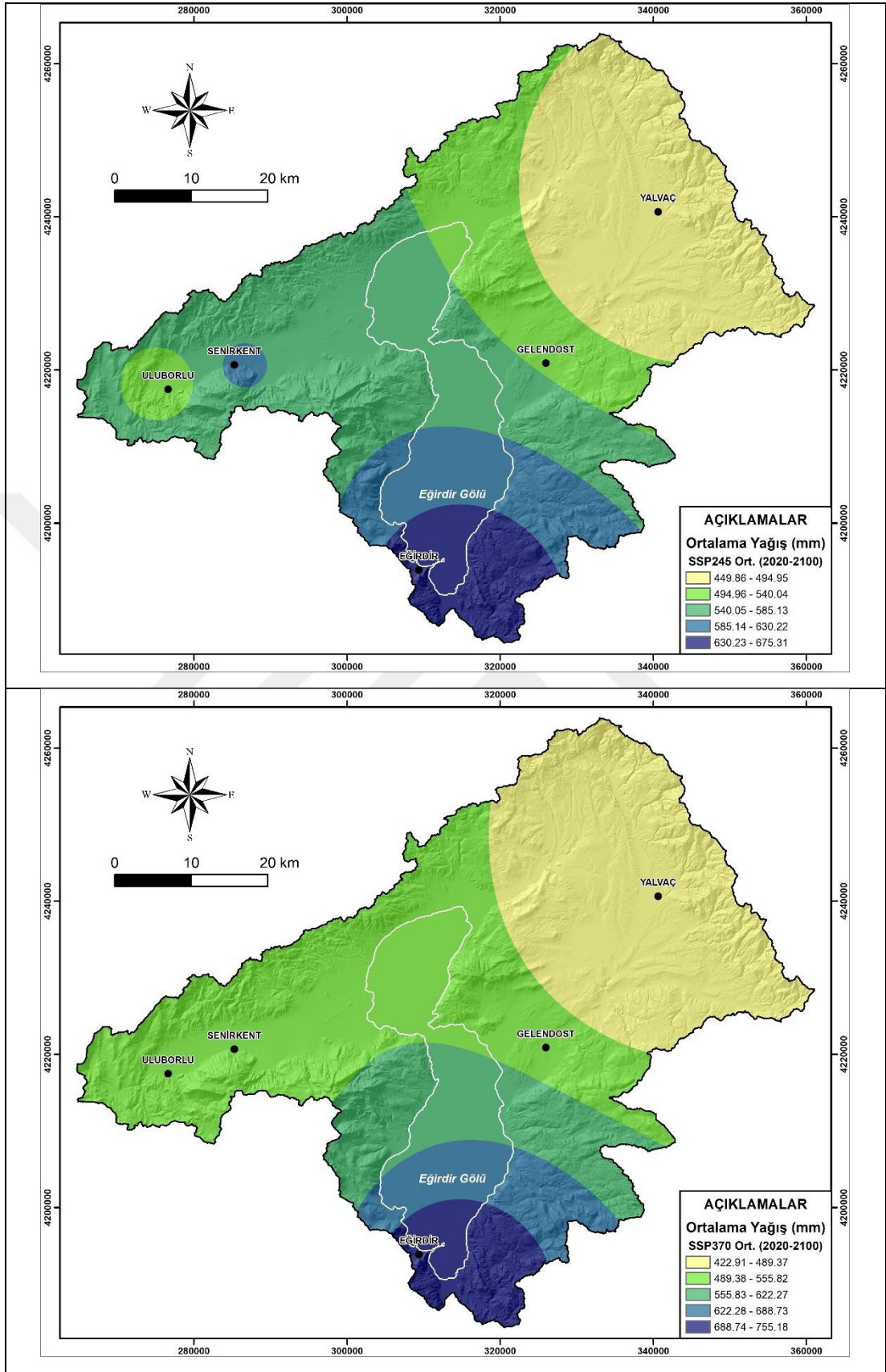
Şekil 4.141. SSP460 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları



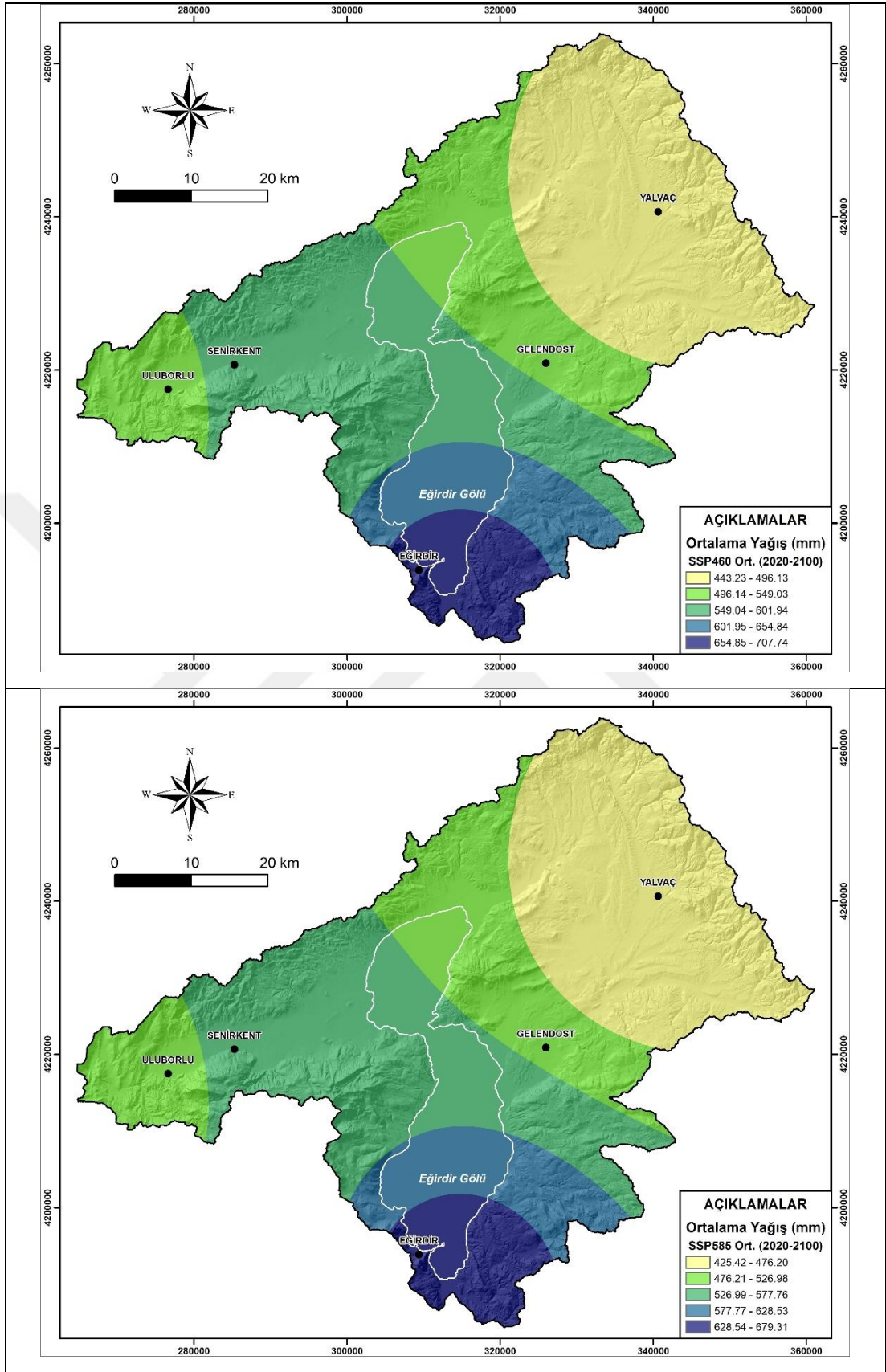
Şekil 4.142. SSP585 senaryosuna göre ortalama yağış dağılım haritaları



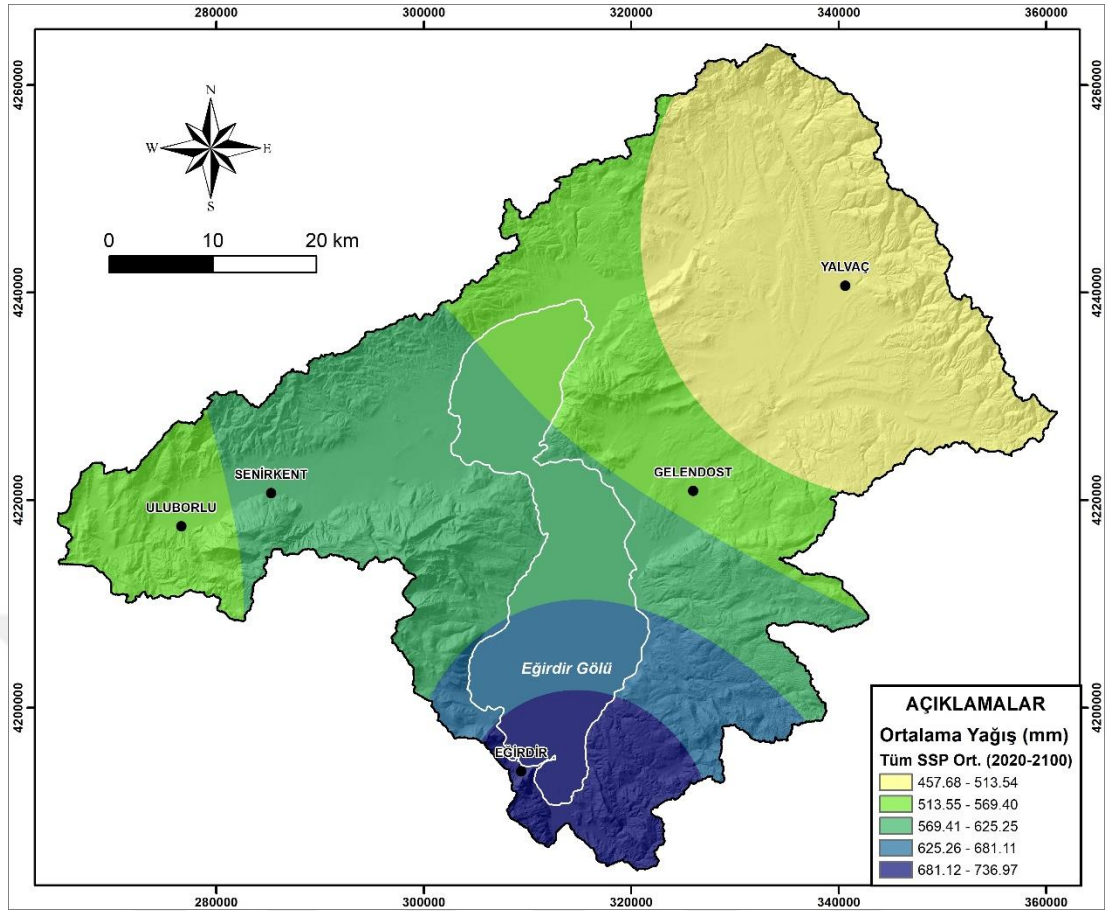
Şekil 143. SSP119 ve SSP126 senaryolarına göre ortalama yağış dağılım haritası (2020-2100)



Şekil 144. SSP245 ve SSP370 senaryolarına göre ortalama yağış dağılım haritası (2020-2100)

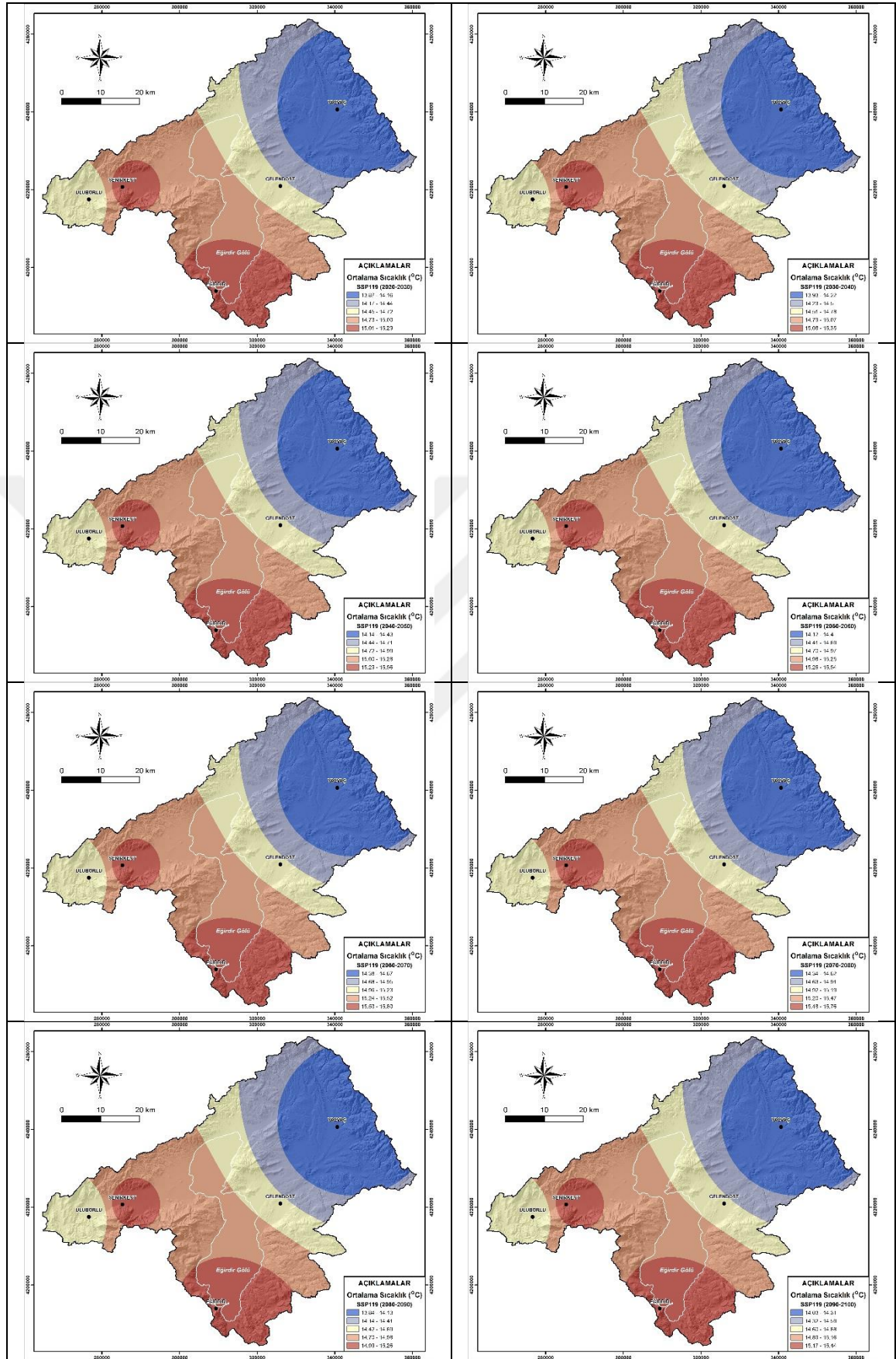


Şekil 145. SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre ortalama yağış dağılım haritası (2020-2100)

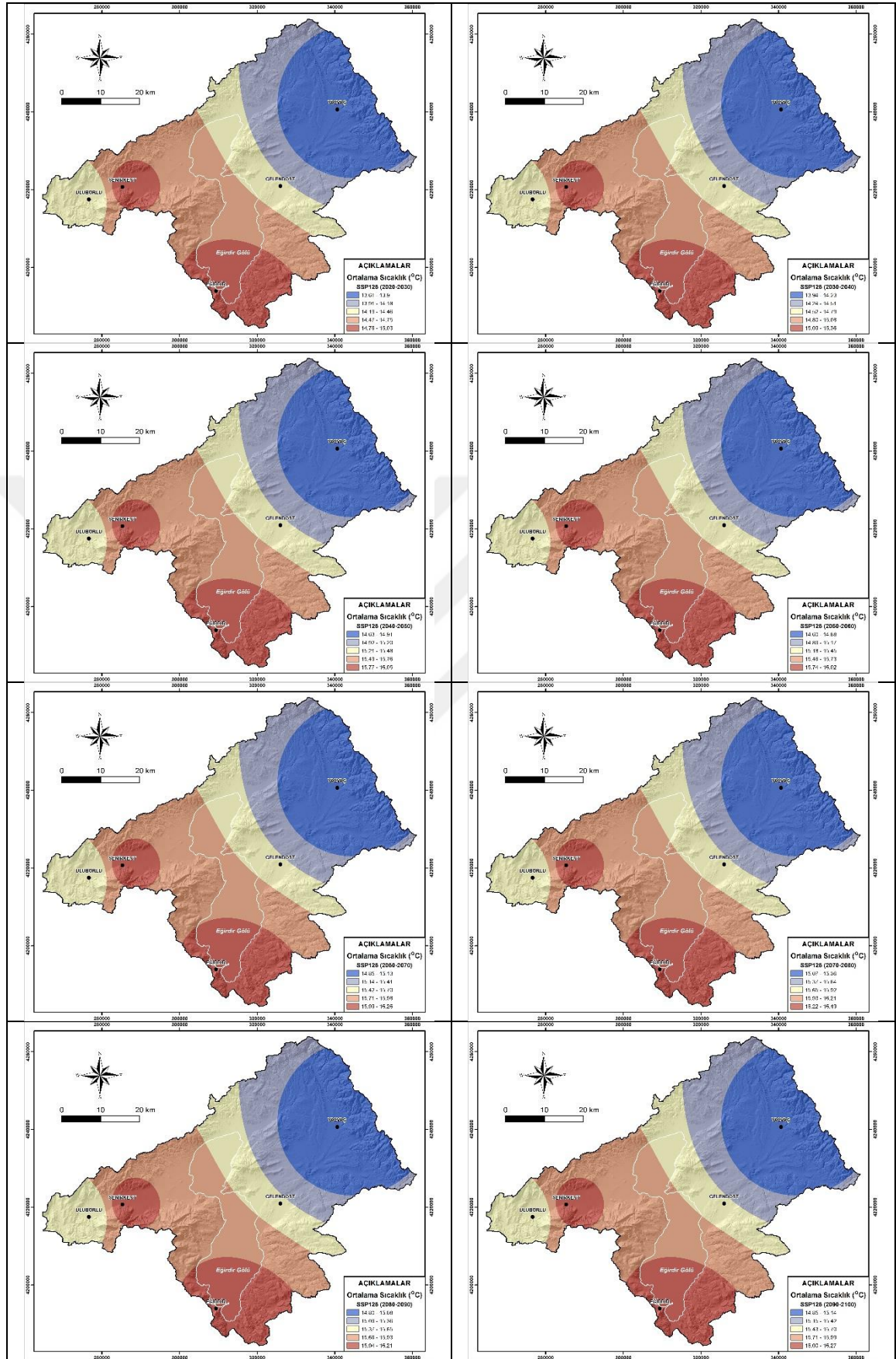


Şekil 146. Eğirdir Gölü havzasında 2020-2100 yılları arasında gözlenmesi muhtemel ortalama yağış dağılımları

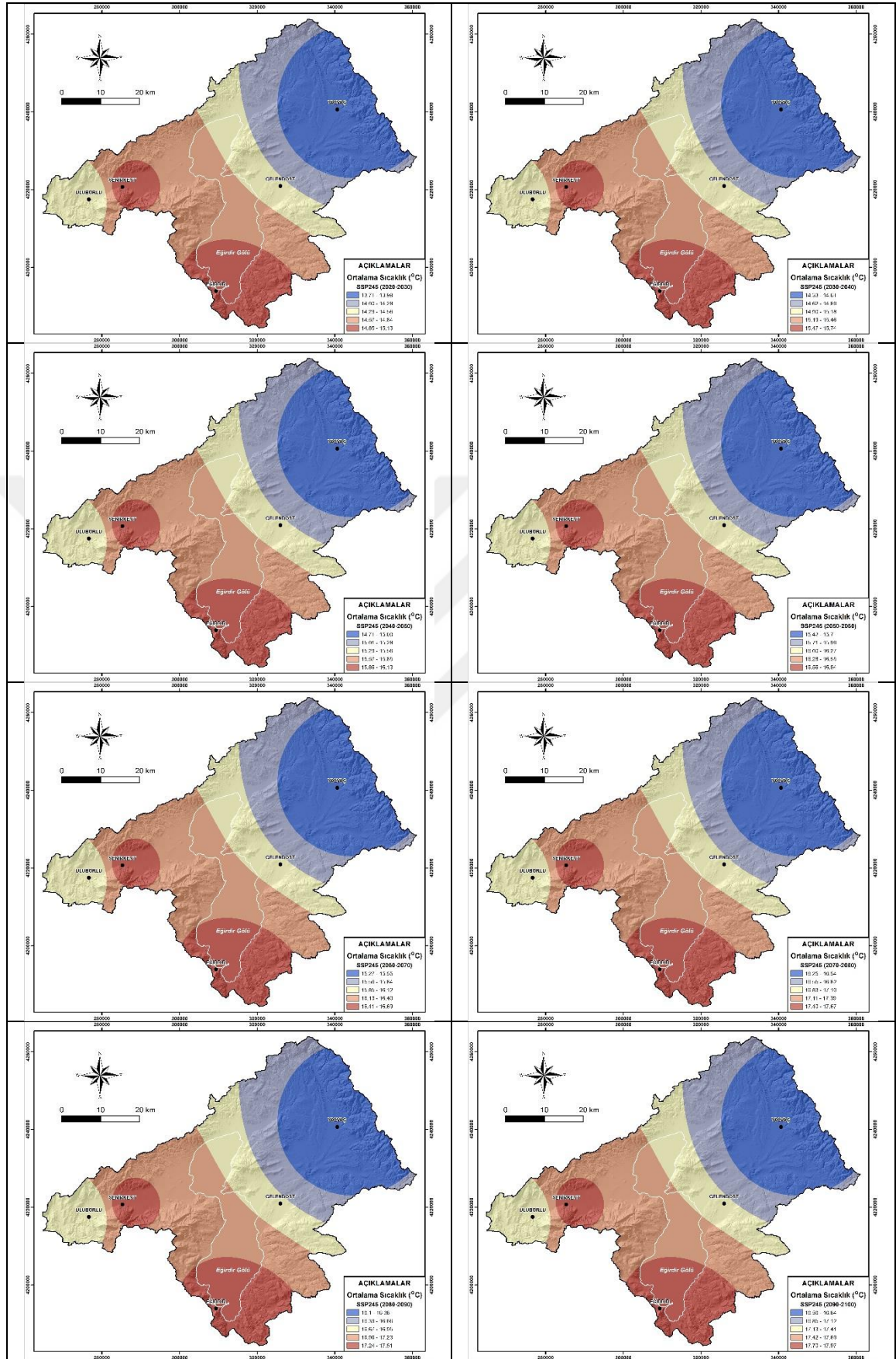
Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik (2020-2100) 10'ar yıllık periyodları için SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre hazırlanmış olan ortalama sıcaklık dağılım haritaları ise Şekil 4.147, 4.148, 4.149, 4.150, 4.151 ve 4.152'de verilmiştir. Onar yıllık periyodlarda ortalama sıcaklık dağılımlarına bakıldığında genel olarak tüm SSP senaryolarında havzanın Eğirdir ve Senirkent bölgelerinde en yüksek sıcaklıklar gözlenmektedir. Havzanın kuzeydoğusunda, Yalvaç bölgesinde ise en düşük sıcaklıklar beklenmektedir. Kullanılan SSP senaryolarına ait yıllık ortalama sıcaklık dağılım haritaları ise Şekil 4.153, 4.154, 4.155'de; tüm senaryoların ortalama yağış değerleri kullanılarak hazırlanan sıcaklık haritası ise Şekil 4.156'da verilmiştir. 2020-2100 yılları arası ortalama sıcaklık dağılımlarında da benzer şekilde havzanın Eğirdir ve Senirkent civarında en yüksek sıcaklıklar, Yalvaç civarında en düşük sıcaklıklar beklenmektedir.



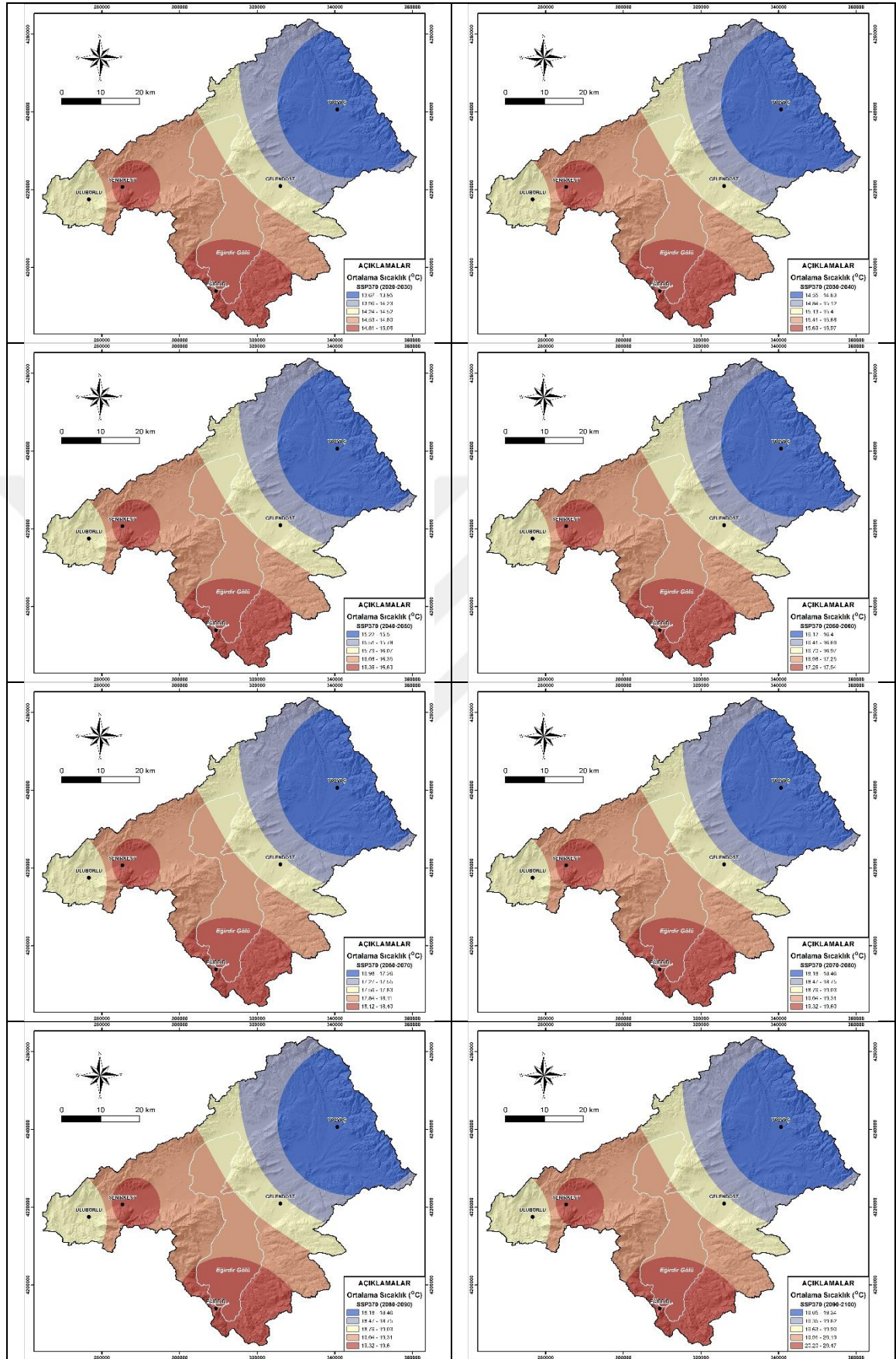
Şekil 4.147. SSP19 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları



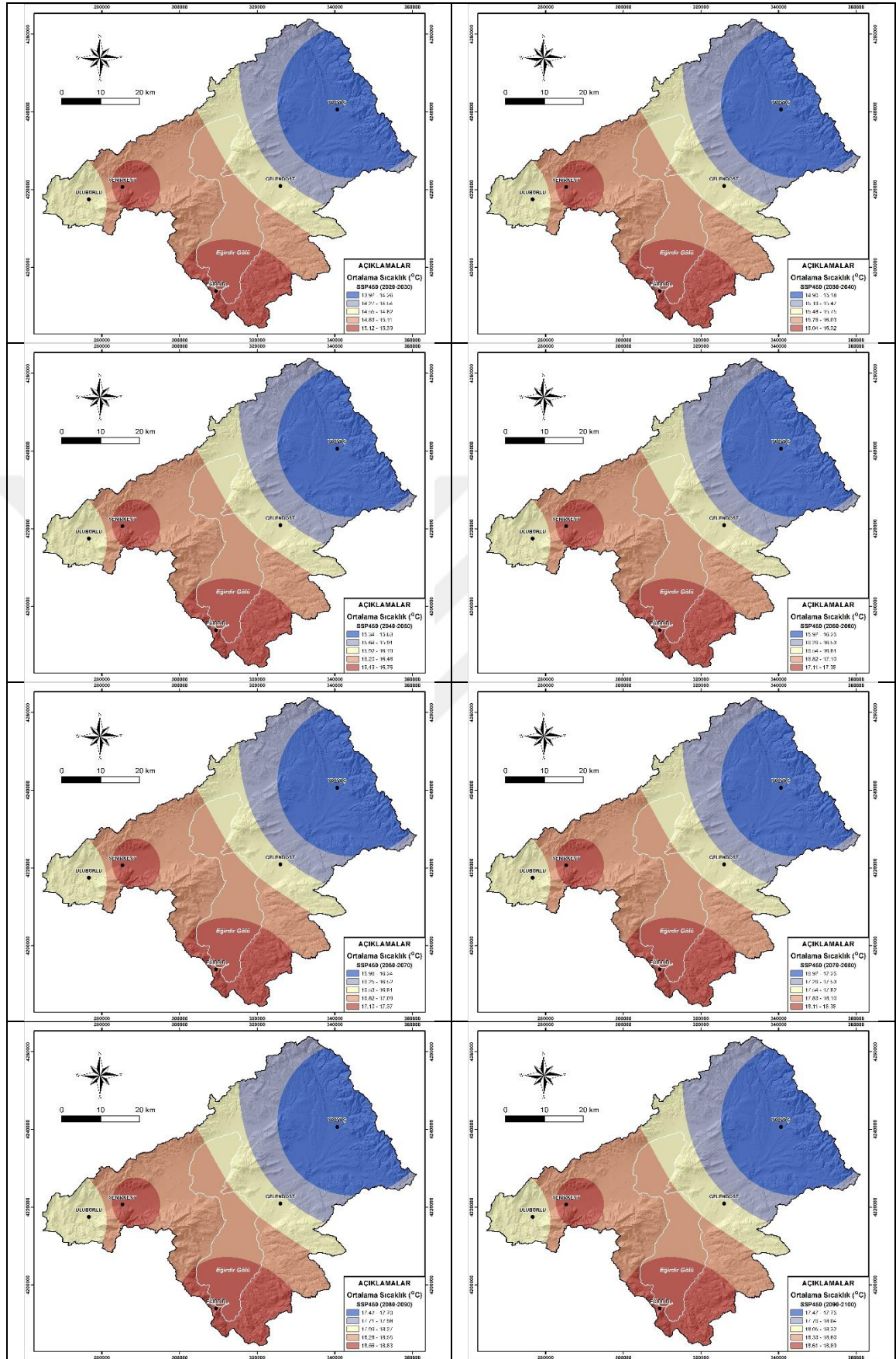
Şekil 4.148. SSP126 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları



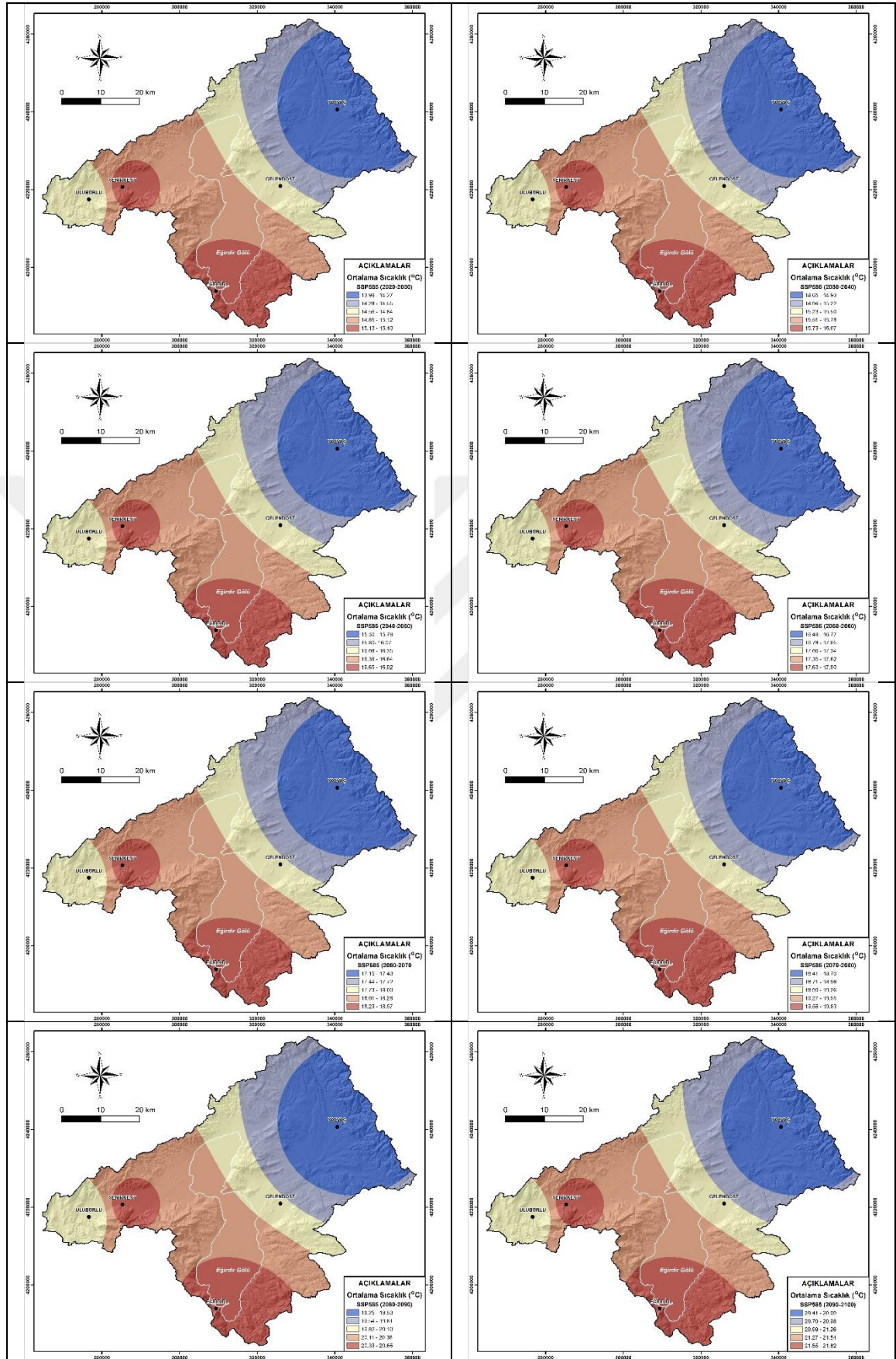
Şekil 4.149. SSP245 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları



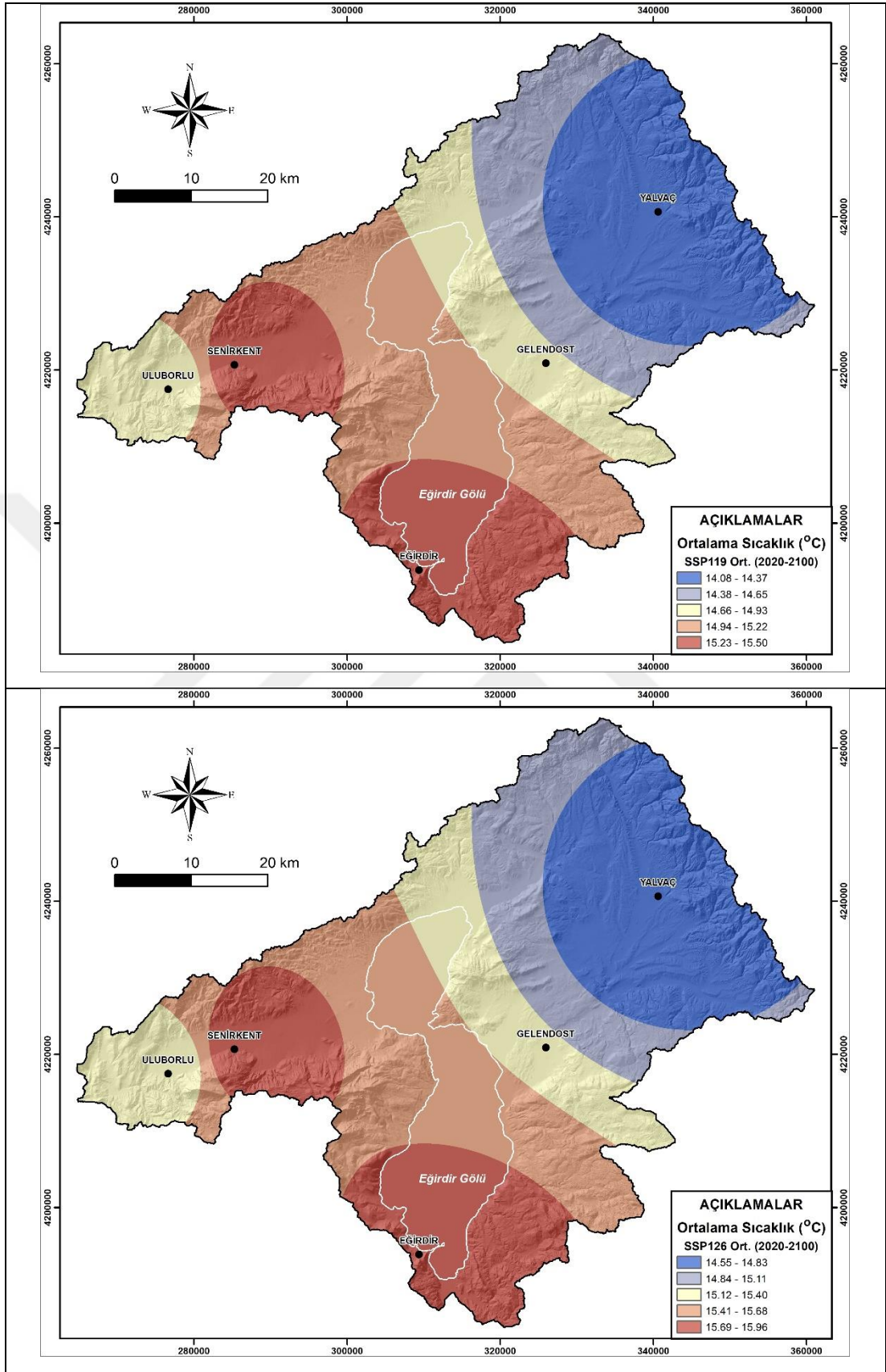
Şekil 4.150. SSP370 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları



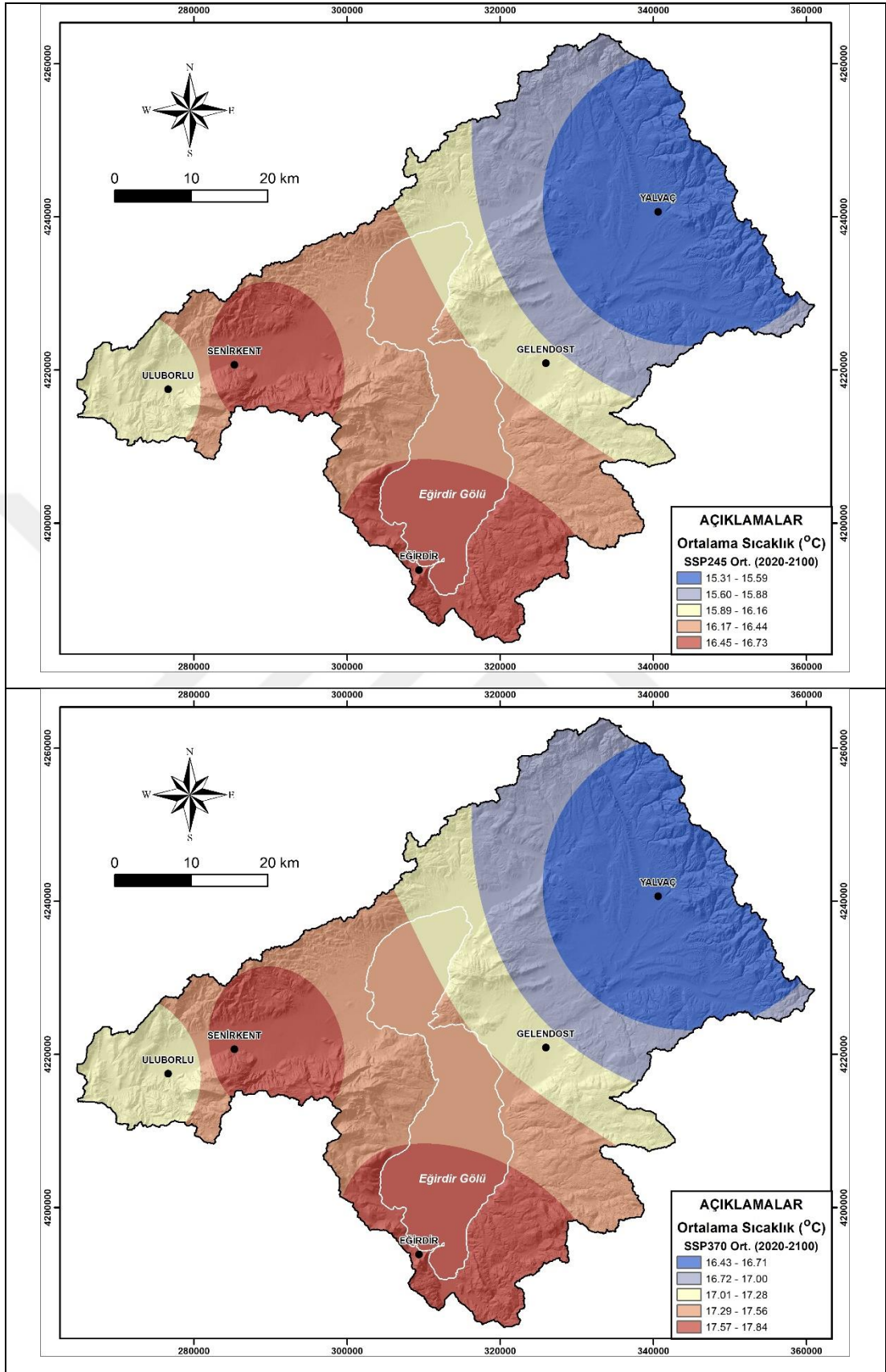
Şekil 4.151. SSP460 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları



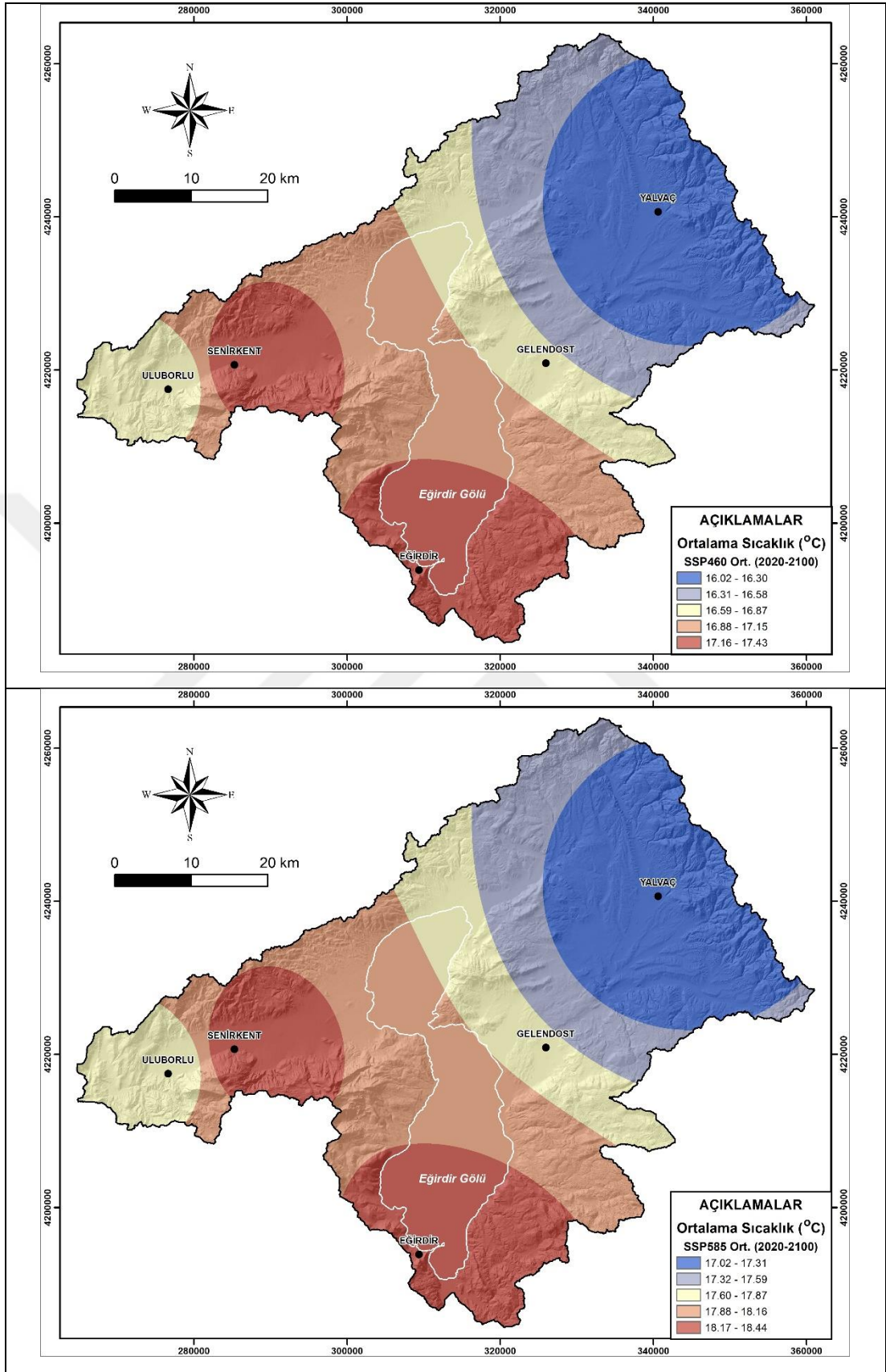
Şekil 4.152. SSP585 senaryosuna göre ortalama sıcaklık dağılım haritaları



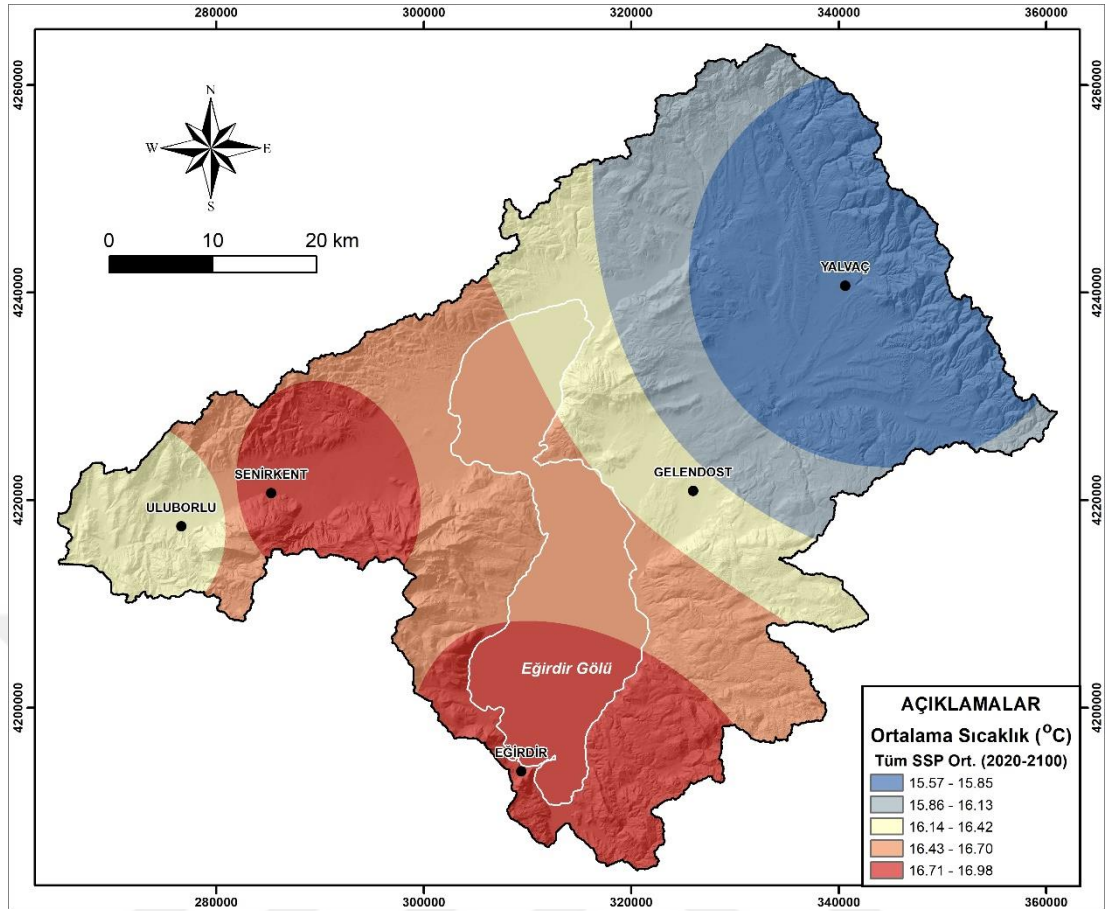
Şekil 153. SSP119 ve SSP126 senaryolarına göre ortalama sıcaklık dağılım haritası (2020-2100)



Şekil 154. SSP245 ve SSP370 senaryolarına göre ortalama sıcaklık dağılım haritası (2020-2100)



Şekil 155. SSP460 ve SSP585 senaryolarına göre ortalama sıcaklık dağılım haritası (2020-2100)

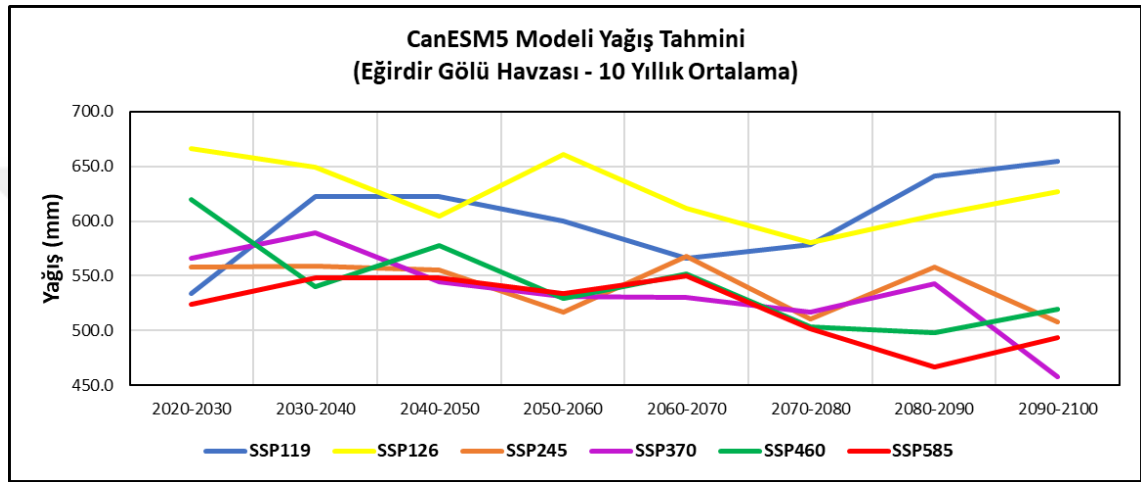


Şekil 156. Eğirdir Gölü havzasında 2020-2100 yılları arasında gözlenmesi muhtemel ortalama sıcaklık dağılımları

Eğirdir Gölü havzasının 10'ar yıllık periyodlarla SSP senaryolarına göre geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri Çizelge 4.31'de; ortalama yağış dağılım grafiği ise Şekil 4.157'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, 2020-2030 yılları arasında havzanın yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 534,16 mm, SSP126 senaryosunda 666,43 mm, SSP245 senaryosunda 557,91 mm, SSP370 senaryosunda 565,85 mm, SSP460 senaryosunda 619,63 mm, SSP585 senaryosunda ise 523,74 mm olarak öngörülmektedir. 2020-2030 yılları arasında en düşük yağış miktarı SSP585 senaryosu ile tahmin edilmektedir. 2030-2040 yılları arasında ise SSP460 senaryosunda 539,88 mm ortalama yağış ile en düşük yağış beklenmektedir. SSP 126 senaryosunda ise havzanın yağış miktarının 649,23 mm olması beklenmektedir. Genel olarak havzanın ortalama yağış miktarlarının tahmininde en iyi senaryolar SSP119 ve SSP126; en kötü senaryo ise SSP585 olmuştur.

Çizelge 4.31. Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri

Yıllar	Eğirdir Gölü Havzası - Ortalama Yağış (mm)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	534.16	666.43	557.91	565.85	619.63	523.74
2030-2040	622.54	649.23	559.23	589.01	539.88	548.21
2040-2050	622.07	604.83	554.87	544.28	577.58	548.10
2050-2060	599.79	660.45	516.73	530.87	529.66	533.86
2060-2070	566.12	611.29	567.63	530.60	551.54	549.60
2070-2080	578.52	580.21	510.74	516.81	503.20	501.18
2080-2090	641.22	605.76	557.86	542.53	498.00	466.86
2090-2100	654.41	626.82	507.69	457.84	519.07	493.20

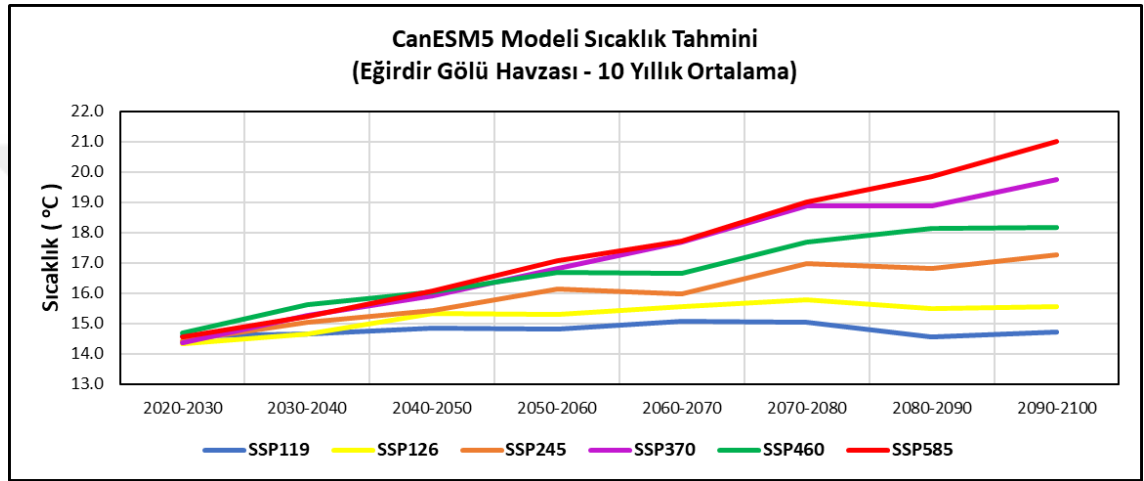


Şekil 4.157. Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış grafiği

Eğirdir Gölü havzasının SSP senaryolarına göre geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri 10'ar yıllık periyodlarla belirlenmiş ve Çizelge 4.32'de sunulmuştur. Havzanın ortalama sıcaklık dağılım grafiği ise Şekil 4.158'de verilmiştir. Genel olarak tüm senaryolara göre 2020 yılından 2100 yılına kadar sıcaklık değerlerinde düzenli artışlar dikkati çekmektedir. Sıcaklık tahminlerinde de en iyi senaryolar SSP119 ve SSP126; en kötü senaryo ise SSP585 olmuştur. Elde edilen verilere göre, 2020-2030 yılları arasında havzanın ortalama sıcaklık değeri, SSP119 senaryosunda 14,58 °C, SSP126 senaryosunda 14,32 °C, SSP245 senaryosunda 14,42 °C, SSP370 senaryosunda 14,38 °C, SSP460 senaryosunda 14,68 °C, SSP585 senaryosunda ise 14,69 °C'dir. En kötü senaryo SSP585'e göre en yüksek sıcaklık değeri ortalama 21,12 °C olarak 2090-2100 yılları arasında beklenmektedir. En düşük sıcaklık değeri ise 2020-2030 yılları arasında 14,32 °C ile SSP126 senaryosunda tahmin edilmiştir.

Çizelge 4.32. Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri

Yıllar	Eğirdir Gölü Havzası - Ortalama Sıcaklık (°C)					
	SSP119	SSP126	SSP245	SSP370	SSP460	SSP585
2020-2030	14.58	14.32	14.42	14.38	14.68	14.69
2030-2040	14.64	14.65	15.04	15.26	15.61	15.36
2040-2050	14.85	15.34	15.42	15.93	16.05	16.21
2050-2060	14.83	15.31	16.13	16.83	16.67	17.20
2060-2070	15.09	15.55	15.98	17.69	16.67	17.86
2070-2080	15.05	15.78	16.96	18.89	17.68	19.12
2080-2090	14.55	15.51	16.80	18.89	18.13	19.95
2090-2100	14.74	15.56	17.27	19.76	18.18	21.12



Şekil 4.158. Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık grafiği

4.3. Kuraklık Analizleri

4.3.1. Meteoroloji istasyonu bazlı kuraklık analizleri

Eğirdir Gölü havzasının mevcut kuraklık analizlerini ve geleceğe yönelik kuraklık tahminlerini gerçekleştirmek için 7 farklı kuraklık indeks yönteminden yararlanılmıştır. Bunlar, meteoroloji istasyonu bazlı kuraklık indeks yöntemleri olan Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI), Yağış Anomali İndeksi (YAI), Normalin Yüzdesi İndeksi (NYI), Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKI), Efektif Kuraklık İndeksi (EKI), Çin Z İndeksi (CZI) ve Z Skor İndeksi (ZSI) yöntemleridir. Çalışma kapsamında havza içerisinde bulunan ve gerekli ölçüm periyotlarına sahip olan Eğirdir, Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç meteoroloji istasyonları ve havza dışından olmasına rağmen uzun ve sürekli veri ölçümlerine sahip olan

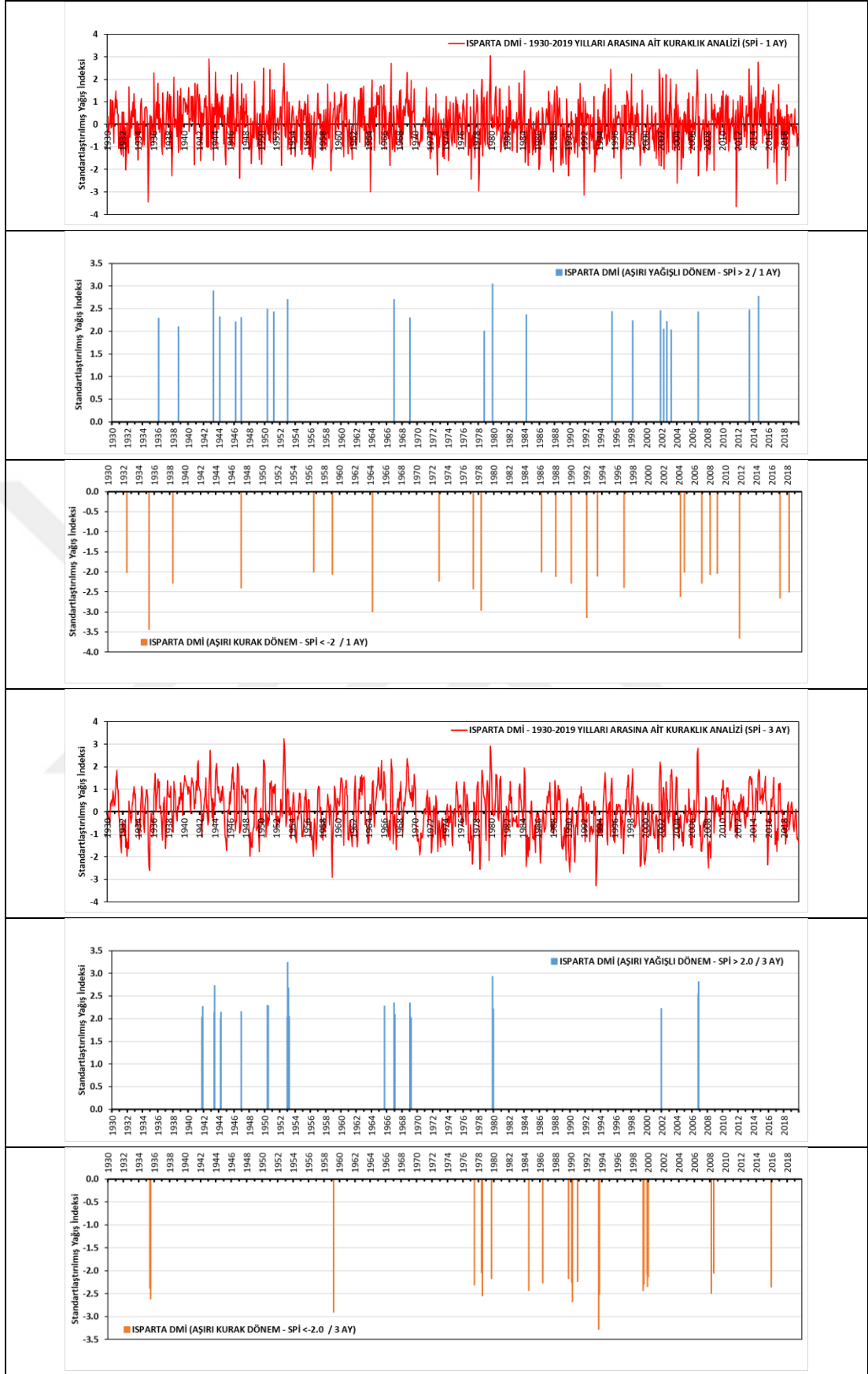
Isparta meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri kullanılmıştır. Aşağıda, her bir meteoroloji istasyonu için gerçekleştirilmiş olan kuraklık analizleri ve geleceğe yönelik kuraklık tahminleri hazırlanan grafikler üzerinden yorumlanmıştır.

4.3.1.1. Isparta Meteoroloji İstasyonu

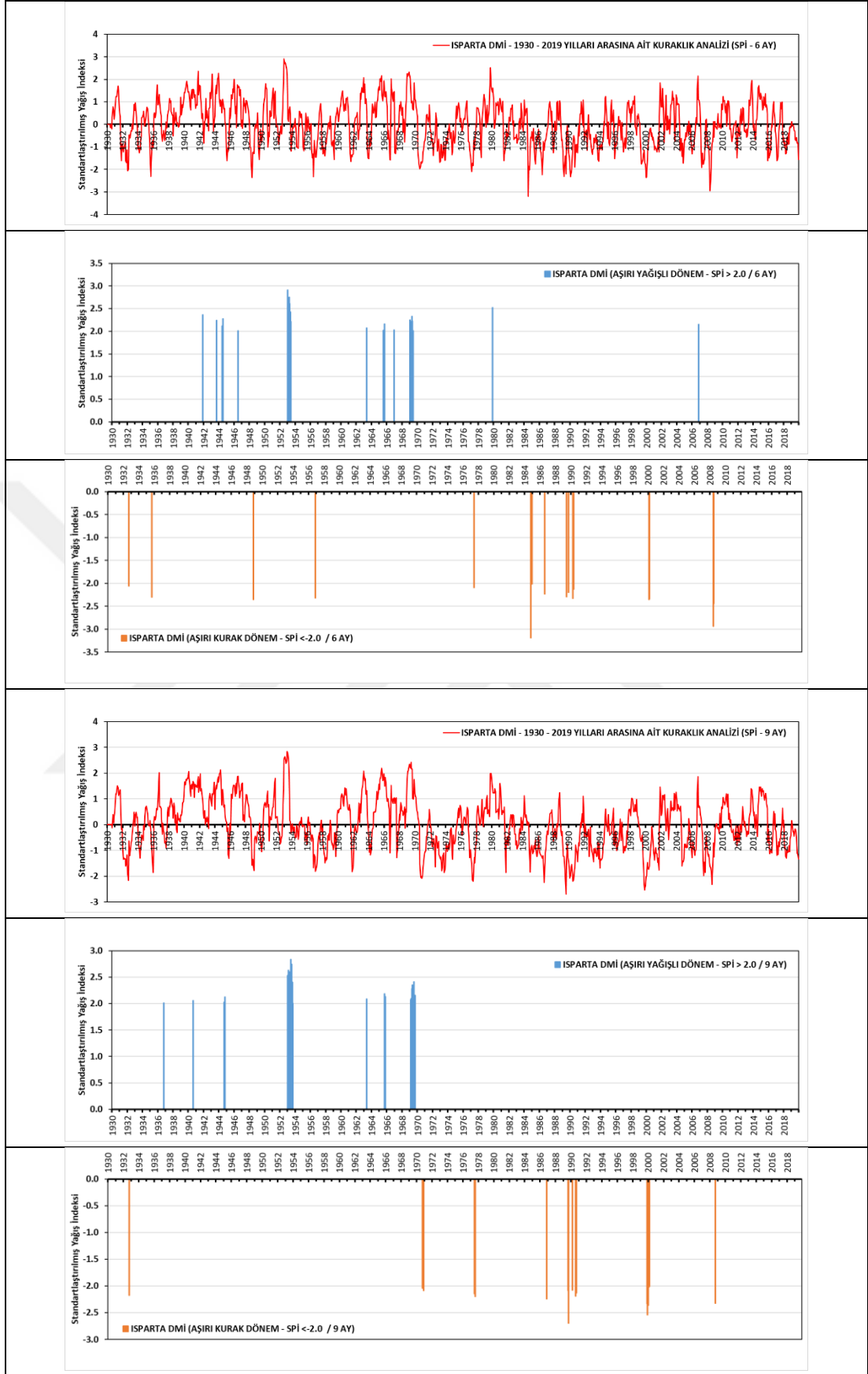
Çalışma alanının mevcut kuraklık analizleri ve geleceğe yönelik kuraklık tahminleri Isparta Meteoroloji İstasyonunun 1930-2019 yılları arasında ölçülmüş olan günlük toplam yağış (mm) değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Mevcut Kuraklık Analizleri

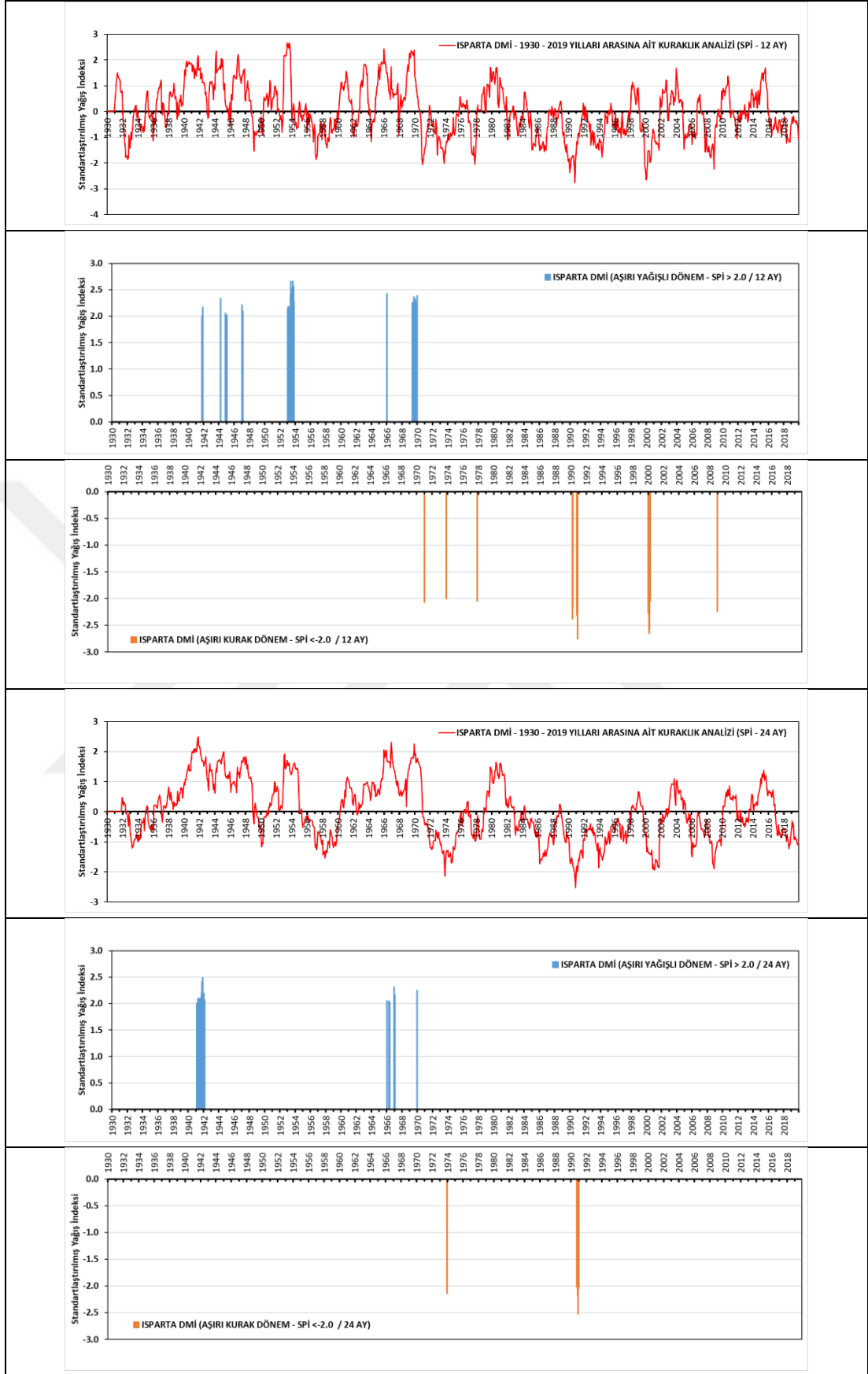
Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.159, 4.160 ve 4.161’de verilmiştir. Isparta DMİ en uzun kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 31 gün süre ve 1.651 kuraklık şiddeti ile Kasım 2011’den, 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 92 gün süre ve 0.565 kuraklık şiddeti ile Kasım 1999’dan, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2 aylık süre ve 1.374 kuraklık şiddeti ile Haziran 2008’den, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 152 gün süre ve 1.252 kuraklık şiddeti ile Kasım 1999’dan, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 121 gün süre ve 1.542 kuraklık şiddeti ile Ocak 2000’den, 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 123 gün süre ve 0.766 kuraklık şiddeti ile Ekim 1990’dan itibaren yaşandığı belirlenmiştir. Isparta DMİ en uzun yağışlı periyotlarının 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 121 gün süre ve 1.99 yağış şiddeti ile Aralık 1952’den, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 181 gün süre ve 1.162 yağış şiddeti ile Ocak 1969’dan, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 273 gün süre ve 4.606 yağış şiddeti ile Ocak 1953’den, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 334 gün süre ve 4.204 yağış şiddeti ile Ocak 1953’den, 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 181 gün süre ve 1.539 yağış şiddeti ile Eylül 1941’den itibaren yaşandığı belirlenmiştir.



Şekil 4.159. Isparta DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri



Şekil 4.160. Isparta DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

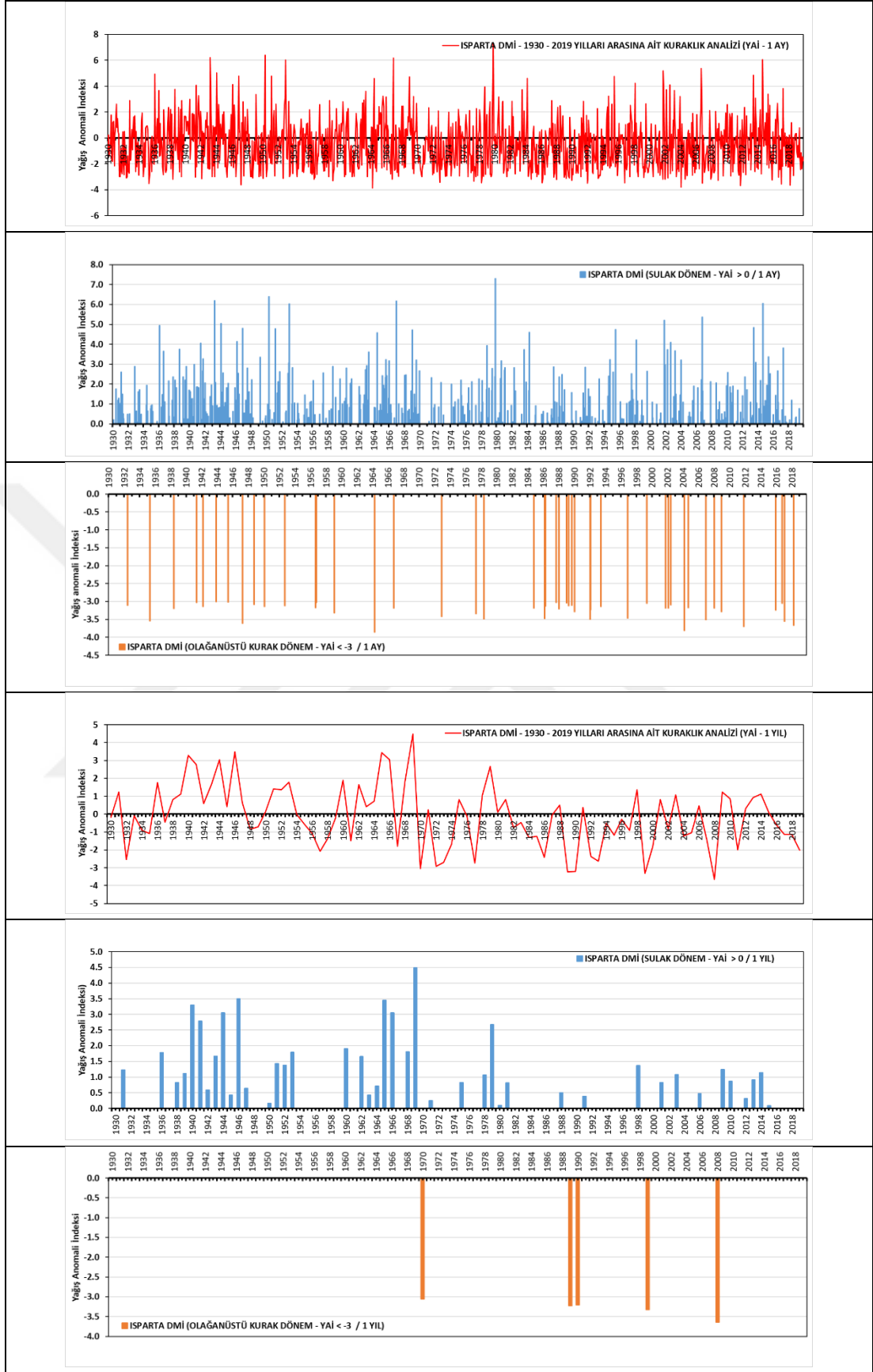


Şekil 4.161. Isparta DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

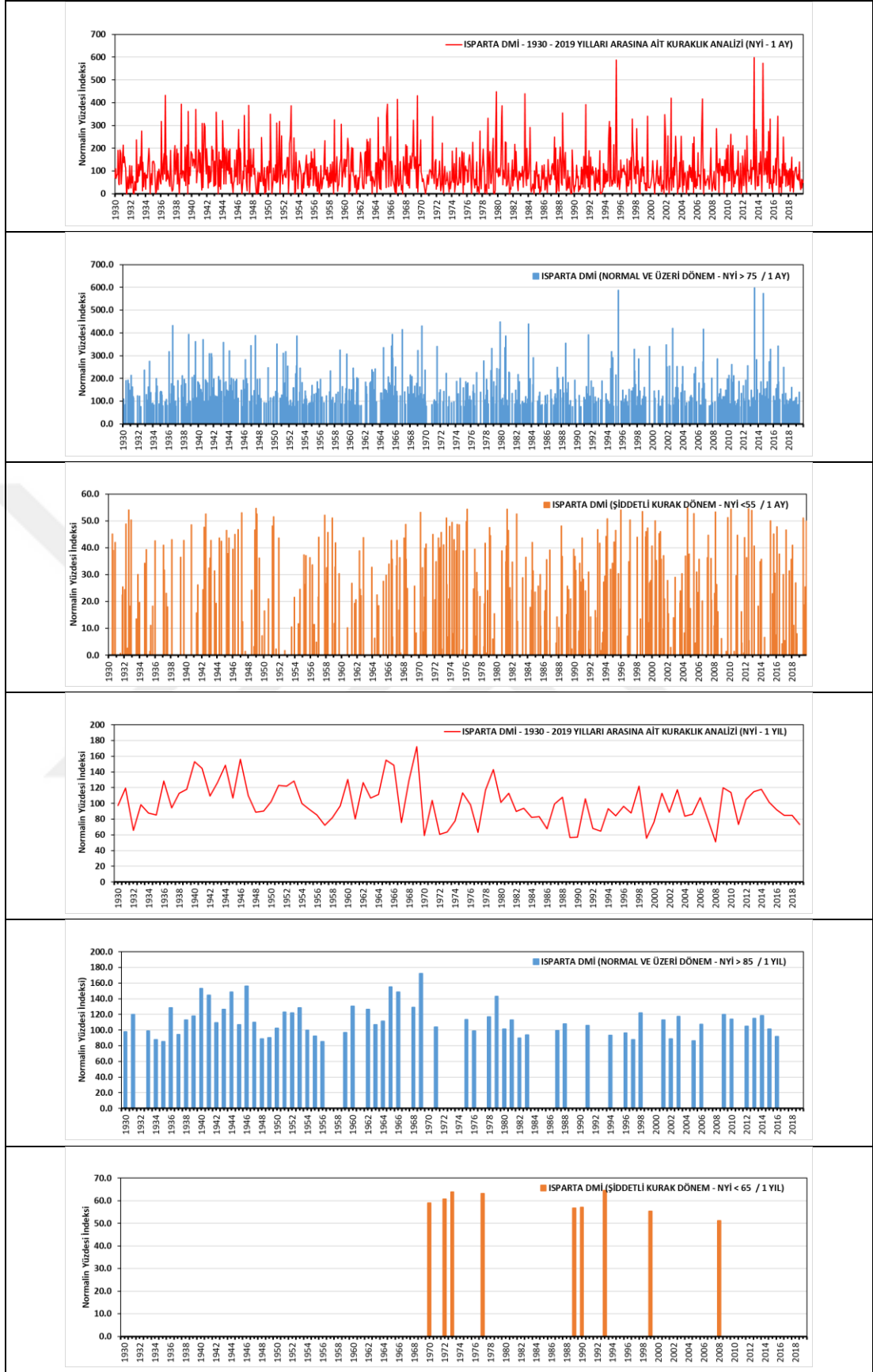
Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.162'de verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ olağanüstü kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -3.86 indeks değeri ile Nisan 1964'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -3.63 indeks değeri ile 2008'de yaşanmıştır. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönem 7.31 indeks değeri ile Kasım 1979'da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 4.50 indeks değeri ile 1969 yılında yaşanmıştır.

Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.163'de verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Aralık 2019 tarihinde çok kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2008 yılında çok kurak periyot yaşanmıştır. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Haziran 2019 tarihinde kurak olmayan normal periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2012 yılında kurak olmayan normal periyot başlamıştır.

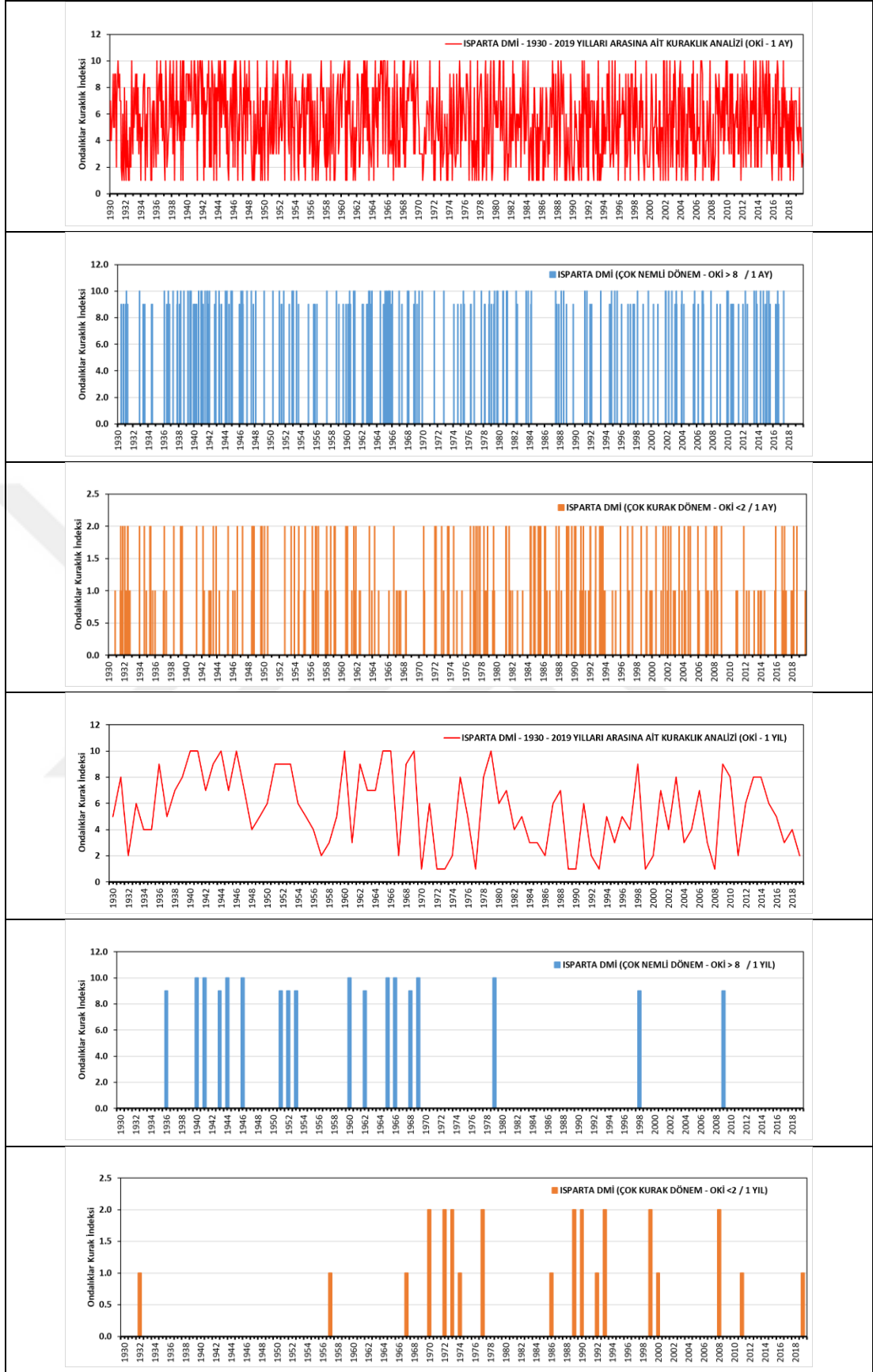
Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondalık kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.164'de verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Aralık 2019 tarihinde çok kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2019 yılında çok kurak periyot yaşanmıştır. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Haziran 2019 tarihinde çok nemli periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2009 yılında çok nemli periyot gözlenmiştir.



Şekil 4.162. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri



Şekil 4.163. Isparta DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri

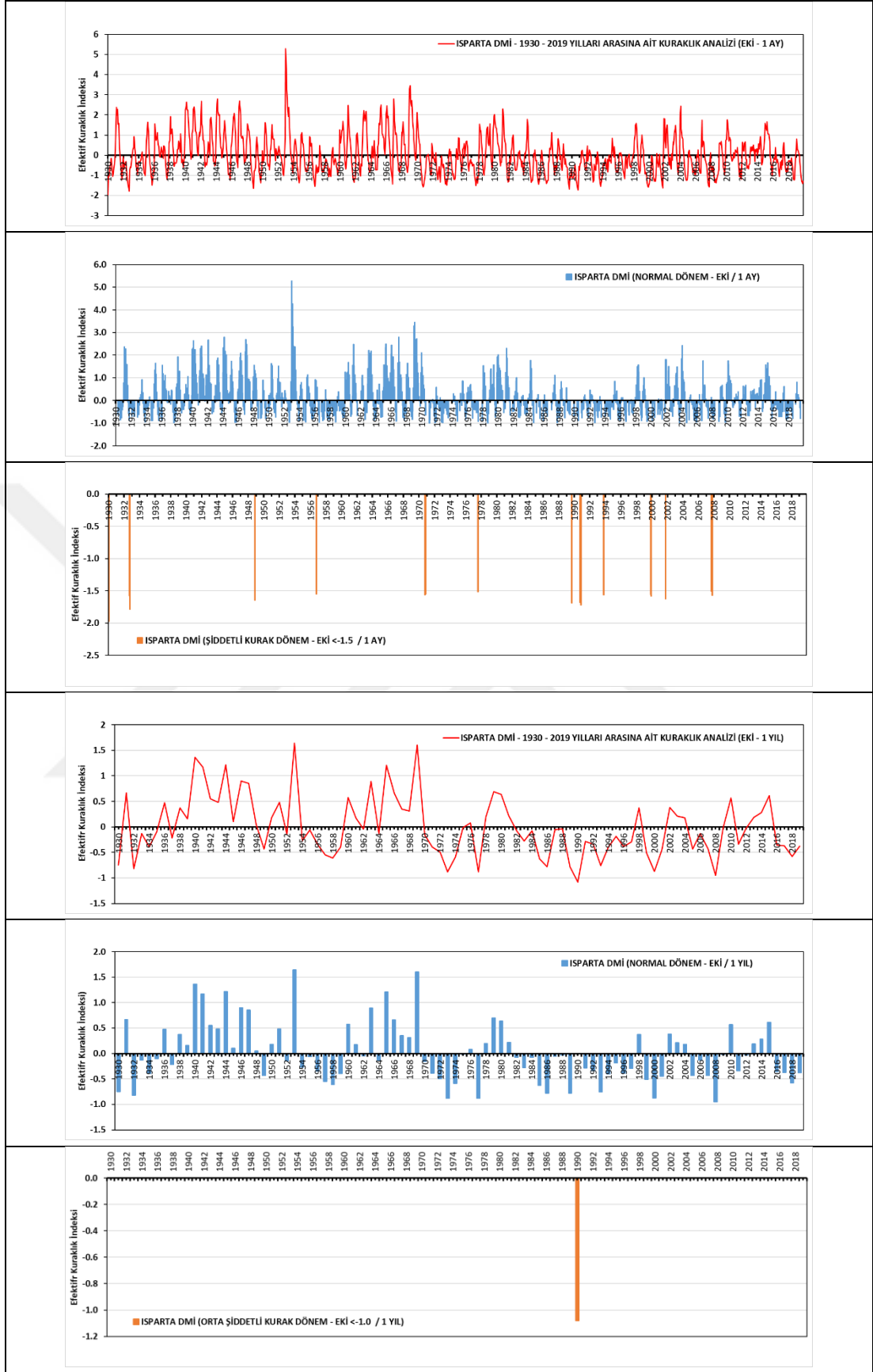


Şekil 4.164. Isparta DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri

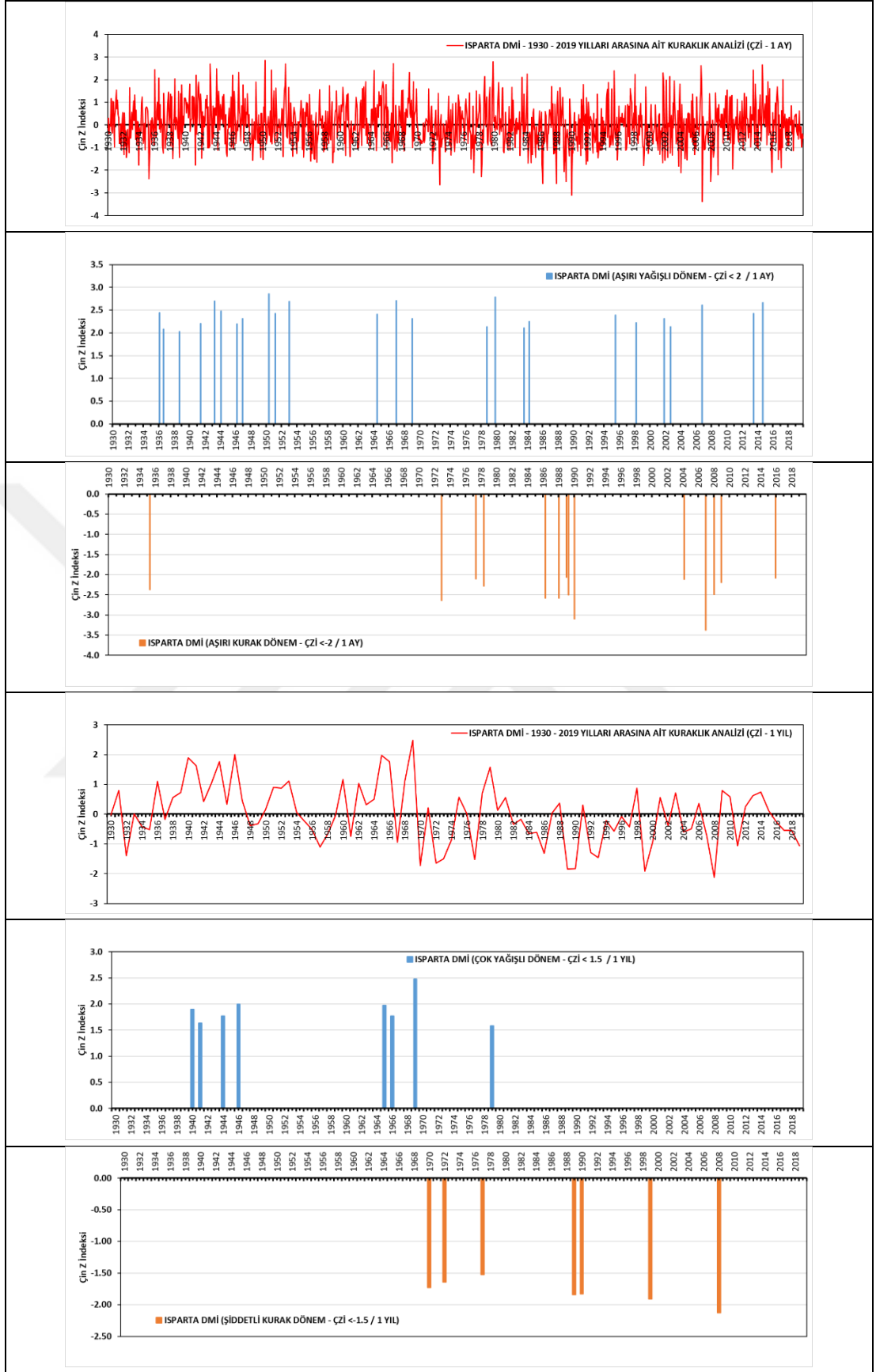
Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde efektif kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.165’de verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ için çok şiddetli kuraklık periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Eylül 2007’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1990’da yaşanmıştır. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde normal / yağışlı dönem en son Aralık 2018’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2019 yılında yaşanmıştır.

Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.166’da verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ için aşırı kurak periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Mart 2004, Aralık 2006, Ocak 2008, Aralık 2008 ve en son Aralık 2015’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1970, 1972, 1977, 1989, 1990, 1999 ve en son 2008’de yaşanmıştır. En aşırı kurak dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -3.38 ile Aralık 2006’da; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde - 2.13 ile 2008 yılında yaşanmıştır. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemler Kasım 2001, Eylül 2002, Ekim 2006, Temmuz 2013 ve en son Eylül 2014’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1940, 1941, 1944, 1946, 1965, 1966, 1969 en son 1979 yılında yaşanmıştır. En aşırı yağışlı dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2.79 ile Kasım 1979’da; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2.47 ile 1969 yılında yaşanmıştır.

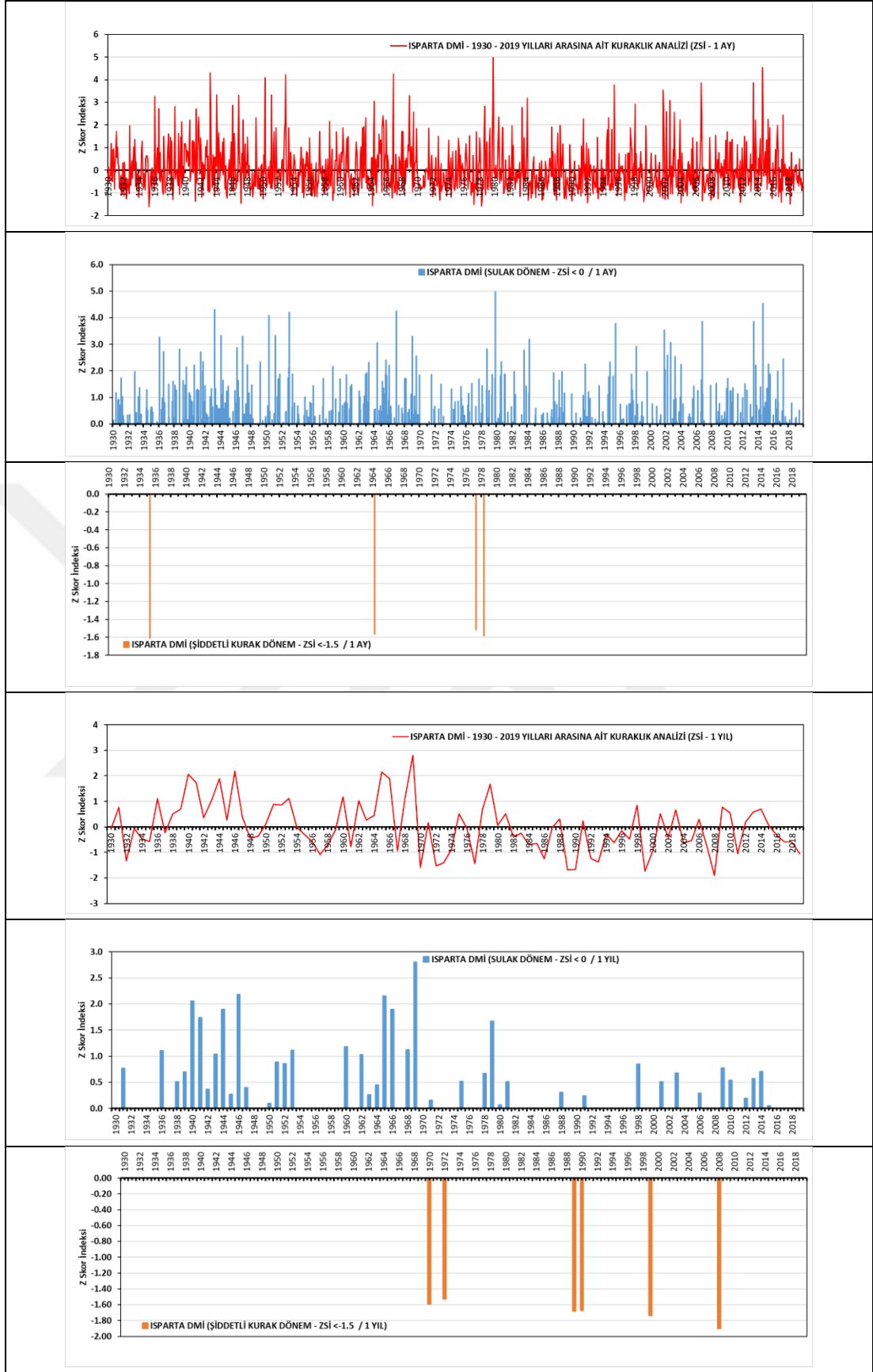
Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.167’de verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Mayıs 1978’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2008’de yaşandığı belirlenmiştir. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönem en son Haziran 2019’da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2015 yılında yaşandığı görülmektedir.



Şekil 4.165. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde EKI kuraklık indeksleri



Şekil 4.166. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZİ kuraklık indeksleri

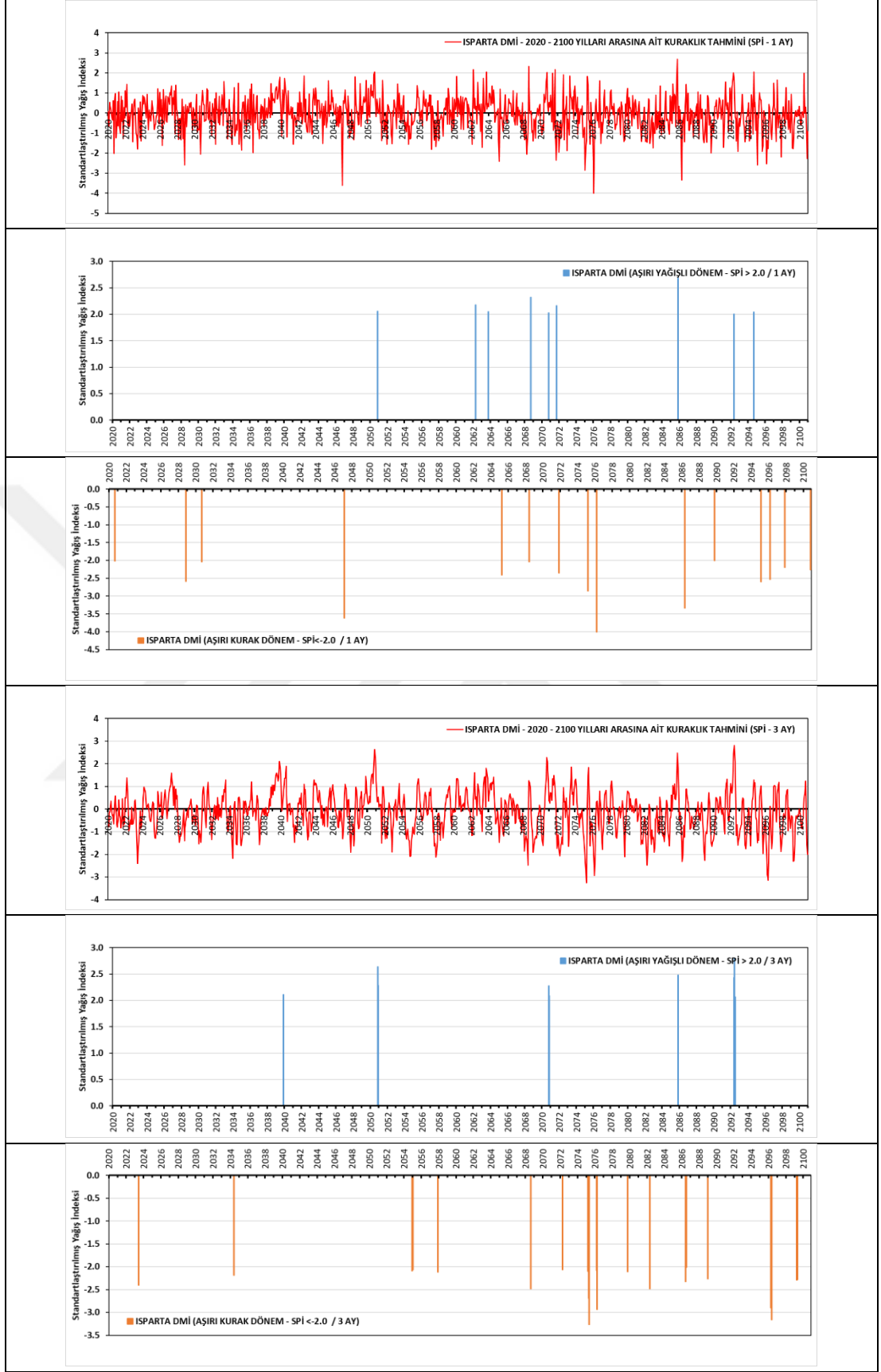


Şekil 4.167. Isparta DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri

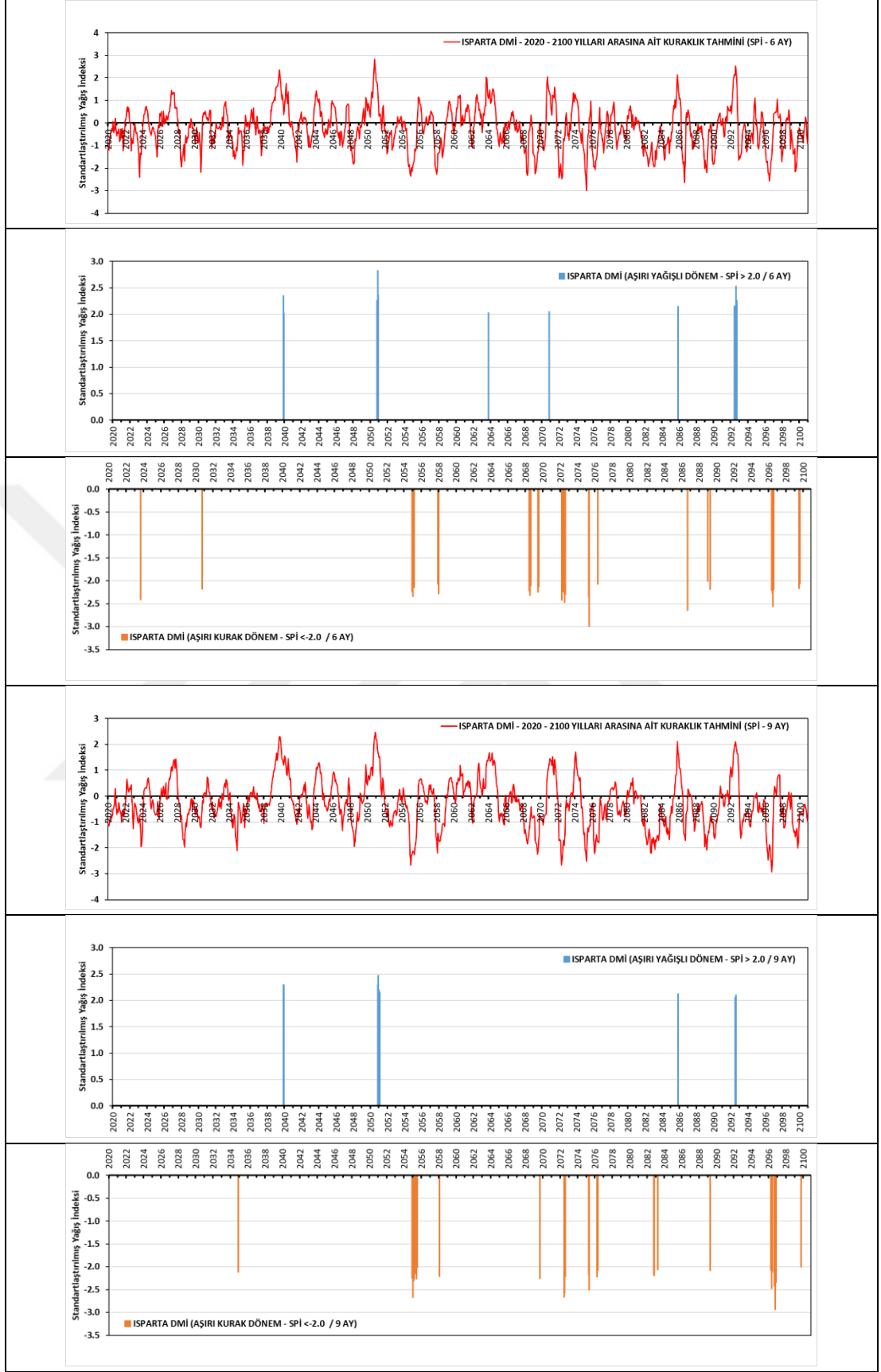
Geleceğe Yönelik Kuraklık Tahminleri

Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine yönelik hazırlanmış olan grafikler Şekil 4.168, 4.169 ve 4.170’de verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Eylül 2020, Kasım 2028, Eylül 2030, Şubat 2047, Nisan 2065, Haziran 2068, Kasım 2071, Mart 2075, Mart 2076, Mayıs 2086, Ekim 2089, Şubat 2095, Mart 2096, Kasım 2097 ve Kasım 2100 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2034 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2030 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2034 ve 2054 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2058 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2076 ve 2083 yıllarında aşırı kurak periyodların yaşanacağı öngörülmektedir.

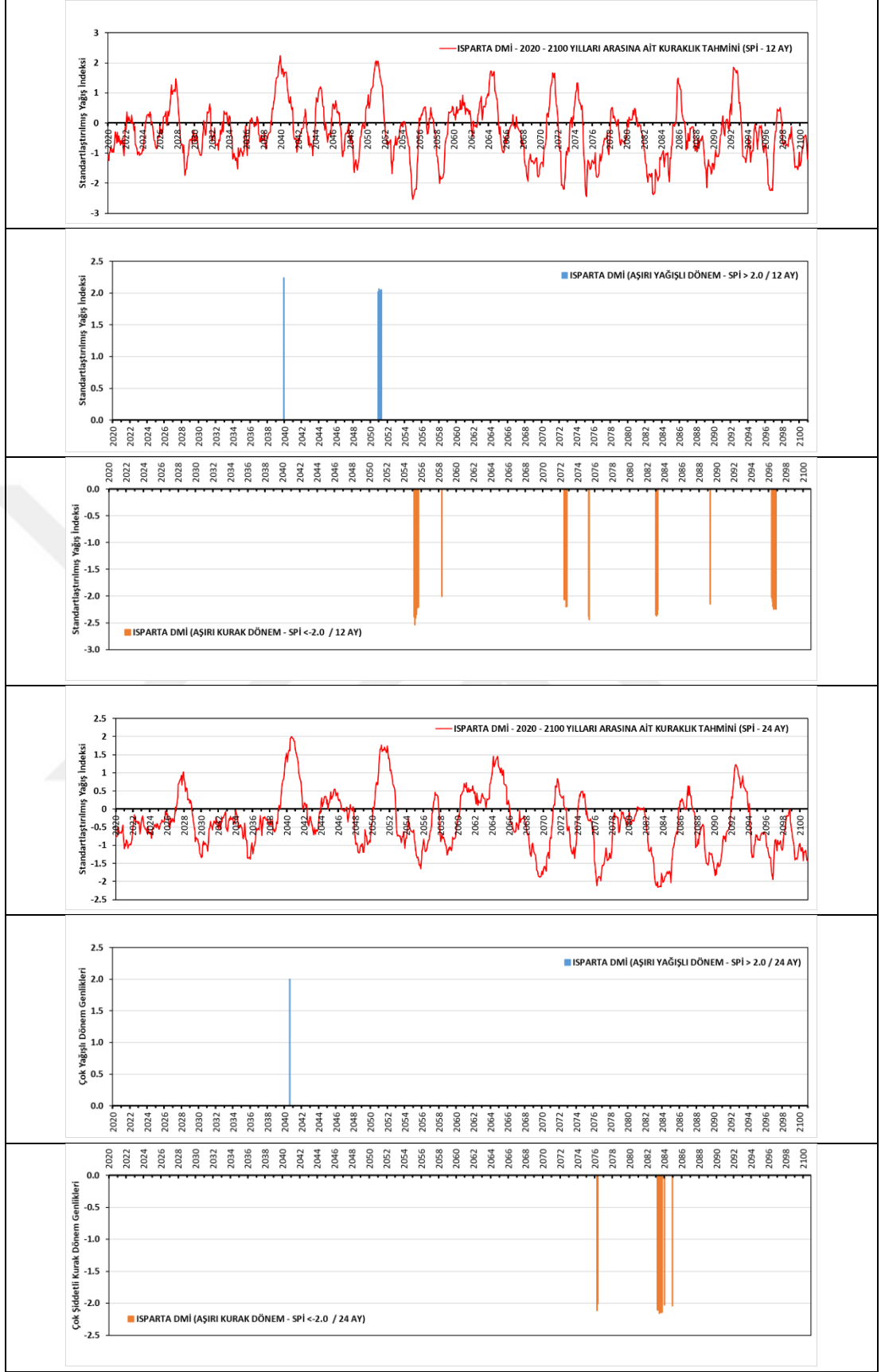
Isparta DMİ için aşırı yağışlı periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Kasım 2050, Nisan 2062, Ekim 2063, Eylül 2068, Ekim 2070, Eylül 2071, Kasım 2085, Mayıs 2092 ve Eylül 2094 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2050, 2070, 2085, 2092 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039, 2050 ve 2063 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039 ve 2050 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2050 ve 2051 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2040 yılında aşırı yağışlı periyodların yaşanacağı öngörülmektedir. En uzun yağışlı periyotlarının 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 92 gün süre ile 2092’den, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 122 gün süre ile 2092’den, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 120 gün süre ile 2050’den, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 62 gün süre ile 1950’den, 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 31 gün süre ile 2040’dan itibaren yaşanacağı beklenmektedir.



Şekil 4.168. Isparta DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.169. Isparta DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

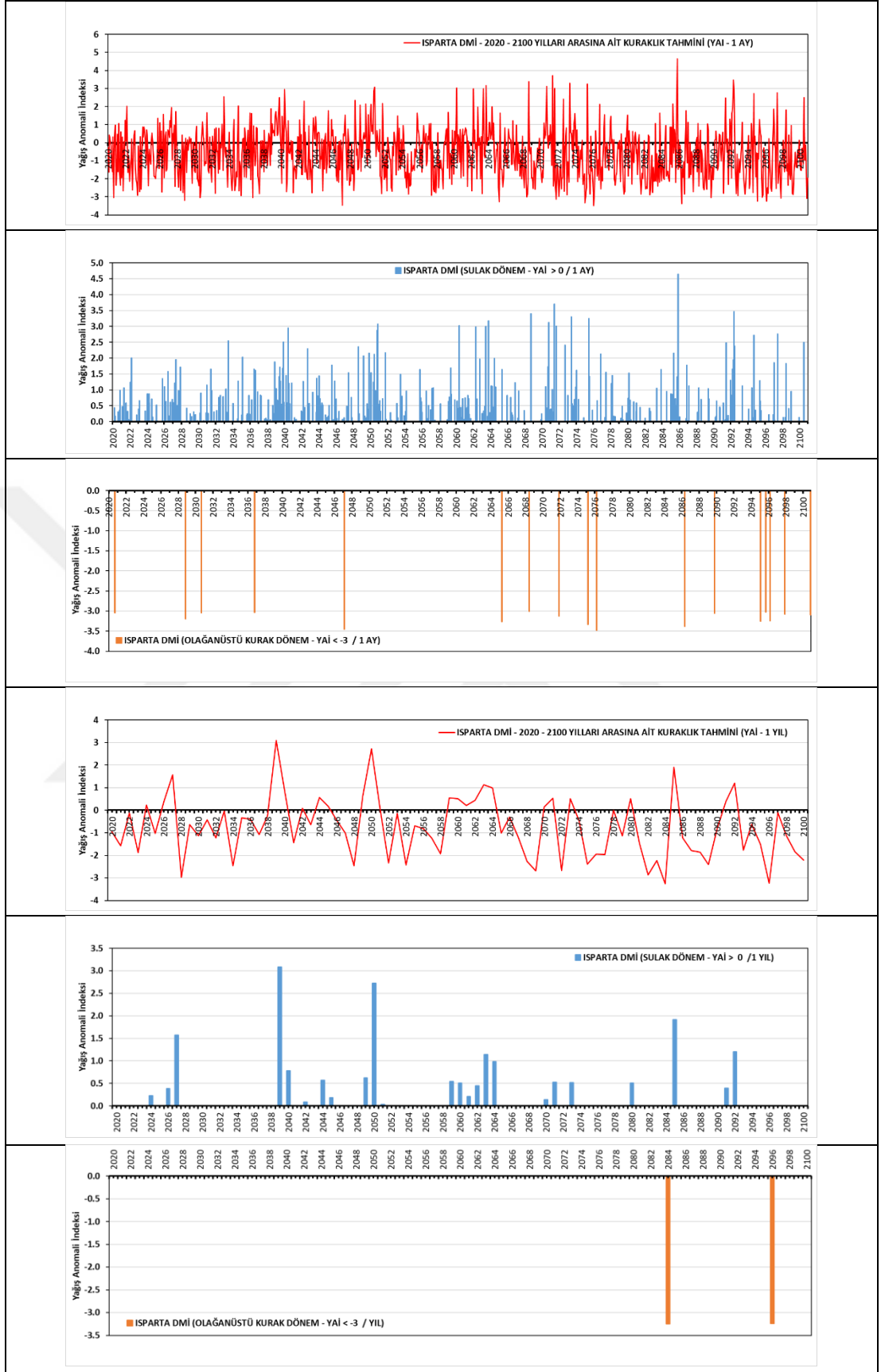


Şekil 4.170. Isparta DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

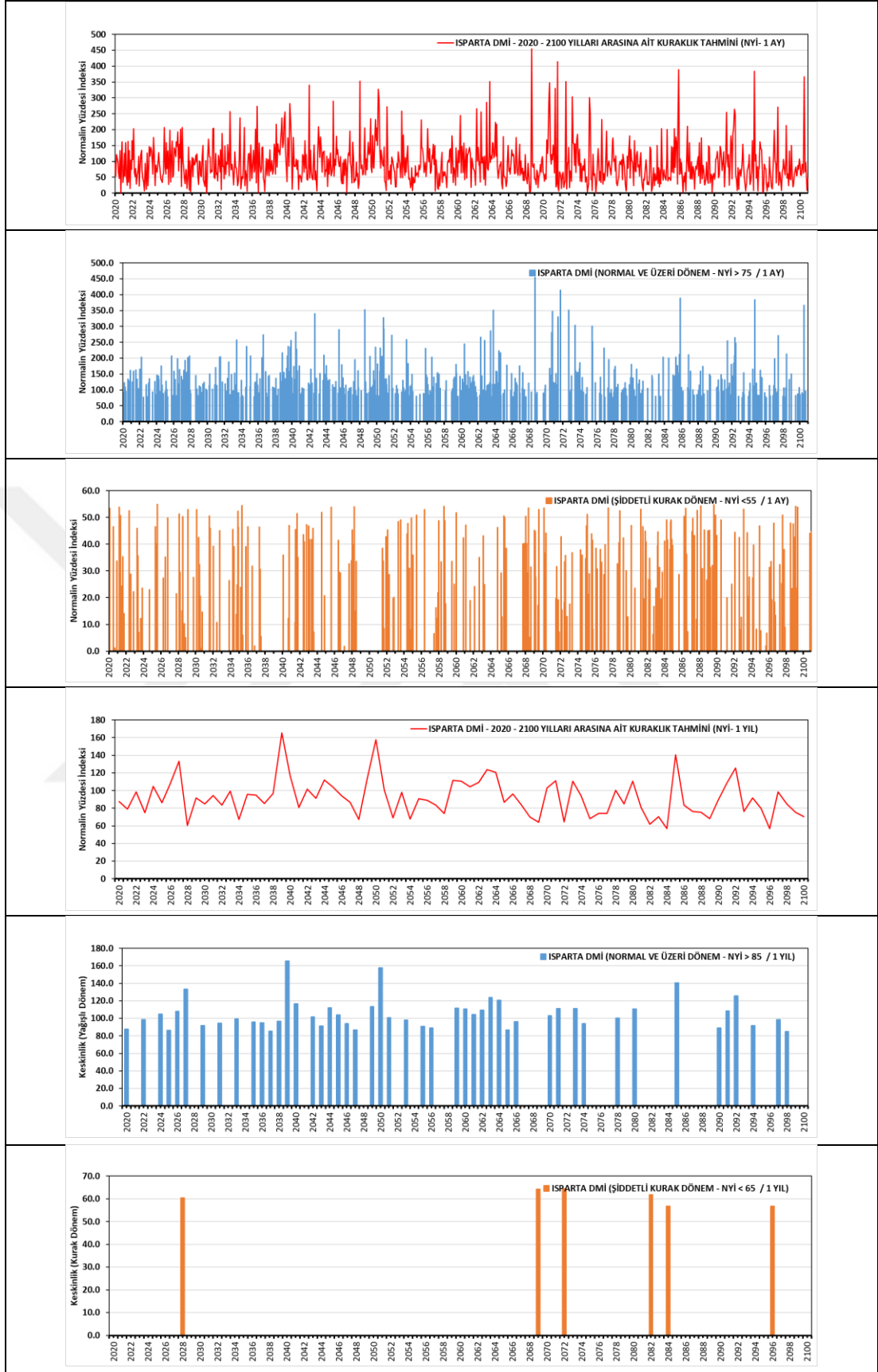
Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, elde edilen grafikler Şekil 4.171’de verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ olağanüstü kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -3.2 indeks değeri ile Kasım 2028’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -3.25 indeks değeri ile 2084’de yaşanacağı tahmin edilmektedir. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönemin 4.64 indeks değeri ile Kasım 2085 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 3.09 indeks değeri ile 2039 yılında yaşanacağı öngörülmektedir.

Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.172’de verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ağustos 2021 tarihinde çok kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2028 yılında çok kurak periyot beklenmektedir. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Eylül 2021 tarihinde kurak olmayan normal periyot beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2022 yılında kurak olmayan normal periyot yaşanacağı öngörülmektedir.

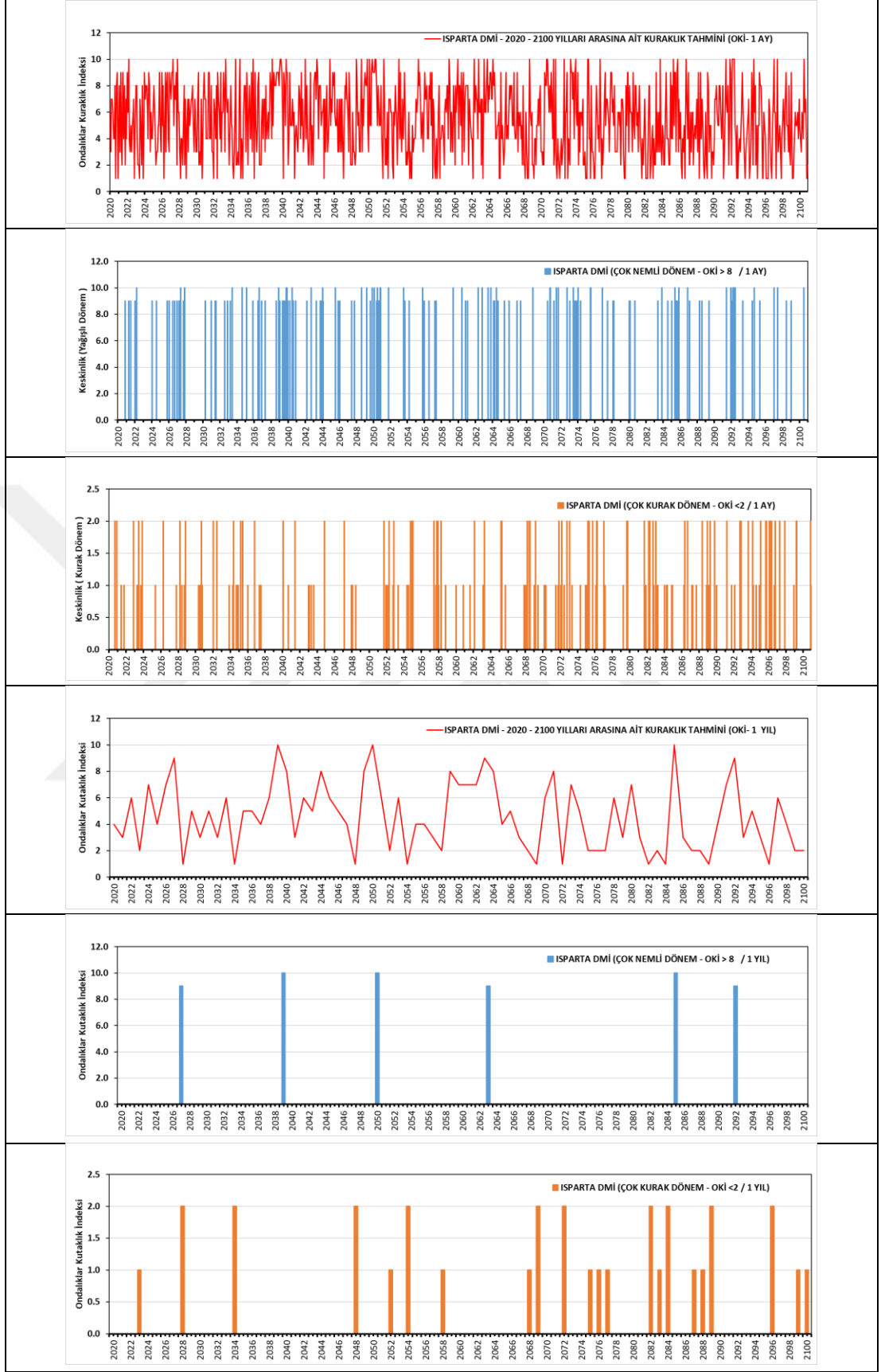
Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondalıklar kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.173’de verilmiştir. Buna göre, Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ekim 2021 tarihinde çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2023 yılında çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ocak 2022 tarihinde çok nemli periyot beklenmekte iken 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2027 yılında çok nemli periyot beklenmektedir.



Şekil 4.171. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.172. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYİ kuraklık indeks tahminleri

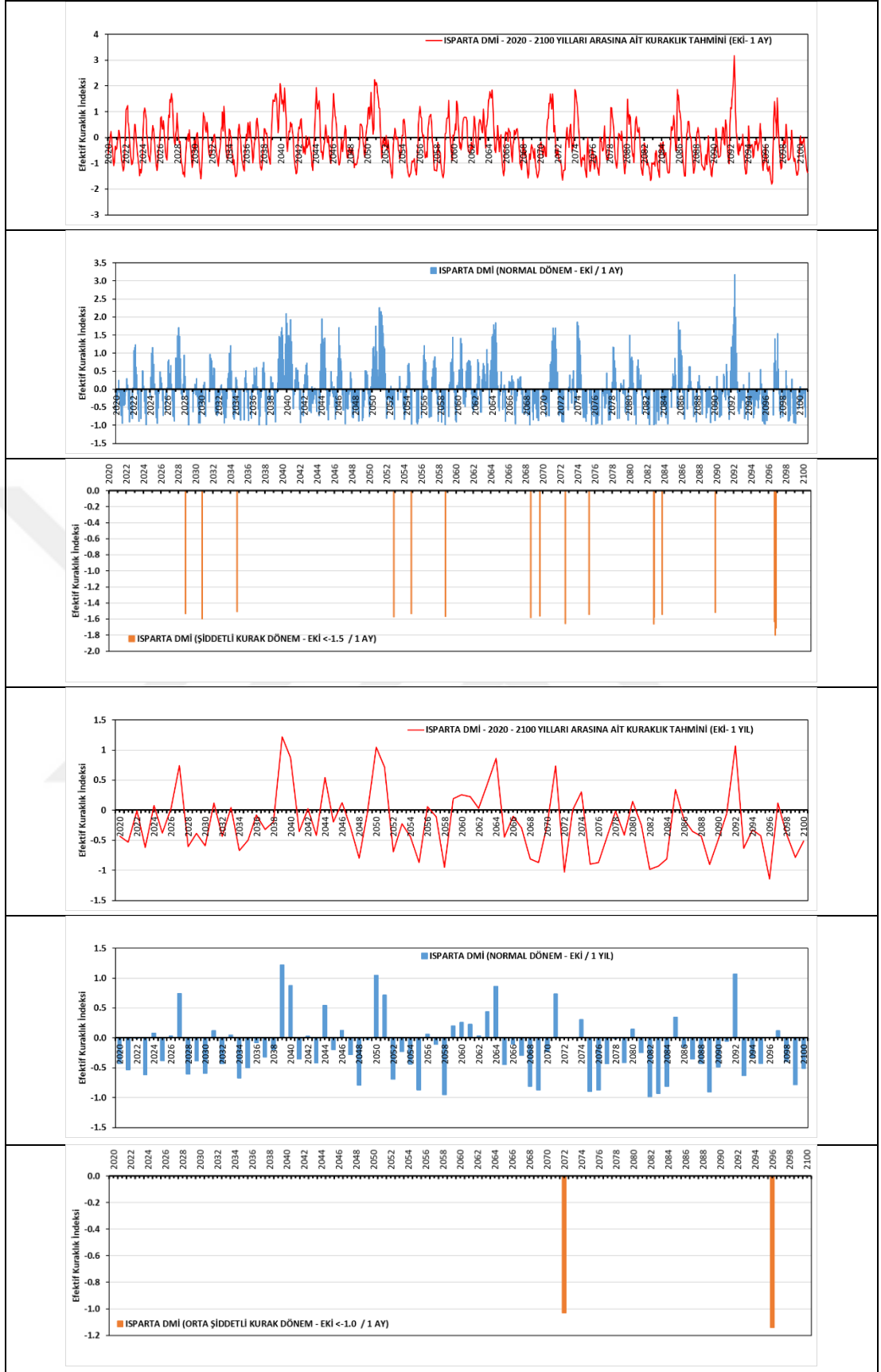


Şekil 4.173. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri

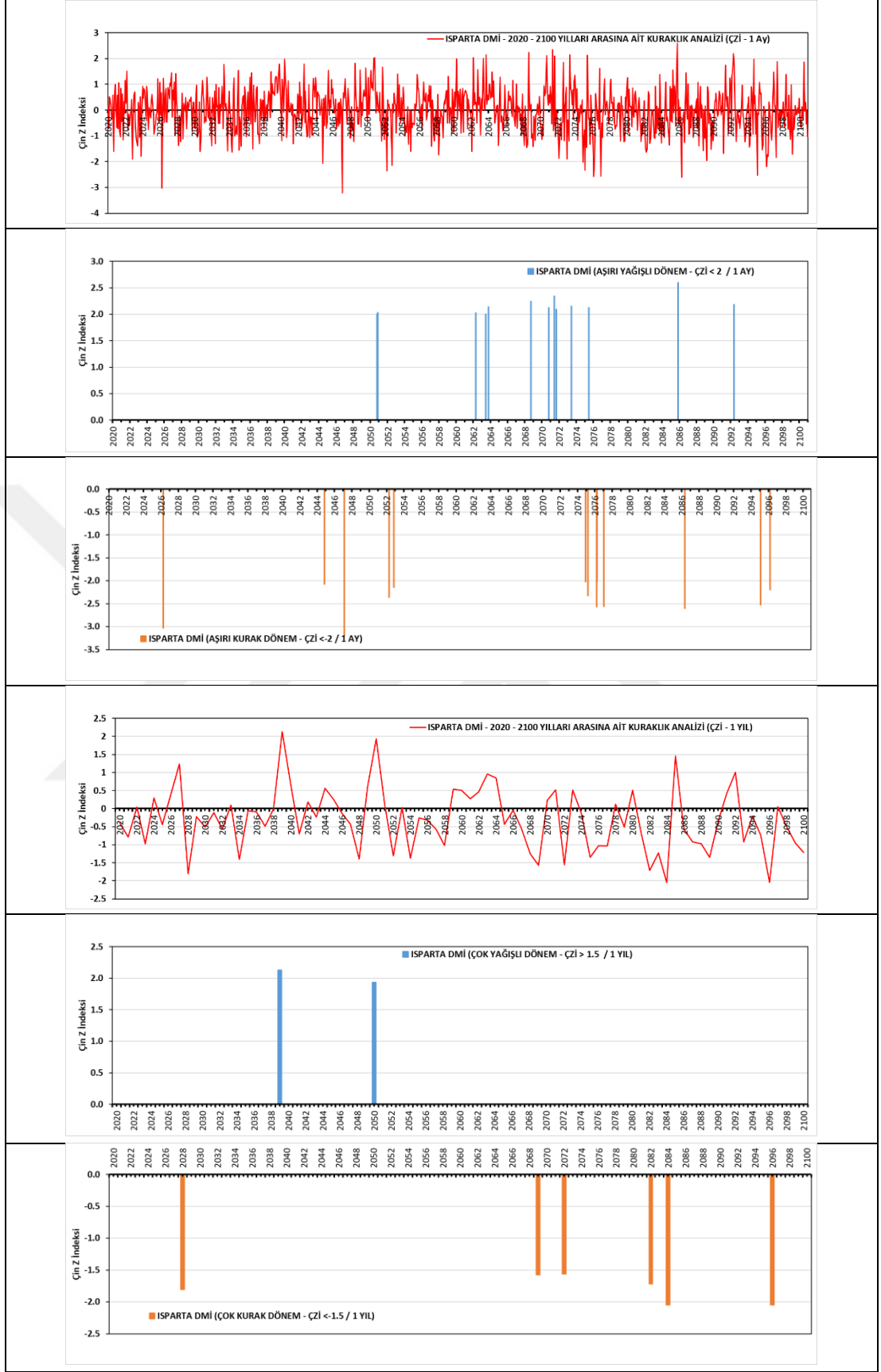
Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde efektif kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.174'de sunulmuştur. Buna göre, Isparta DMİ için çok şiddetli kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken Kasım 2028'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2072'de yaşanması beklenmektedir. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde normal / yağışlı dönemin en erken Aralık 2021'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2073 yılında yaşanması beklenmektedir.

Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.175'de sunulmuştur. Buna göre, Isparta DMİ için aşırı kurak periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Nisan 2026, Kasım 2044, Şubat 2047, Nisan 2052, Kasım 2052, Aralık 2074, Mart 2075, Mart 2076, Ocak 2077, Mayıs 2086, Şubat 2095 ve Mart 2096 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2084 ve 2096 yıllarında yaşanması beklenmektedir. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemlerin Ekim 2050, Nisan 2062, Haziran 2063, Ekim 2063, Eylül 2068, Ekim 2070, Haziran 2071, Eylül 2071, Haziran 2073, Haziran 2075, Kasım 2085 ve Mayıs 2092 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2039 yılında yaşanması öngörülmektedir.

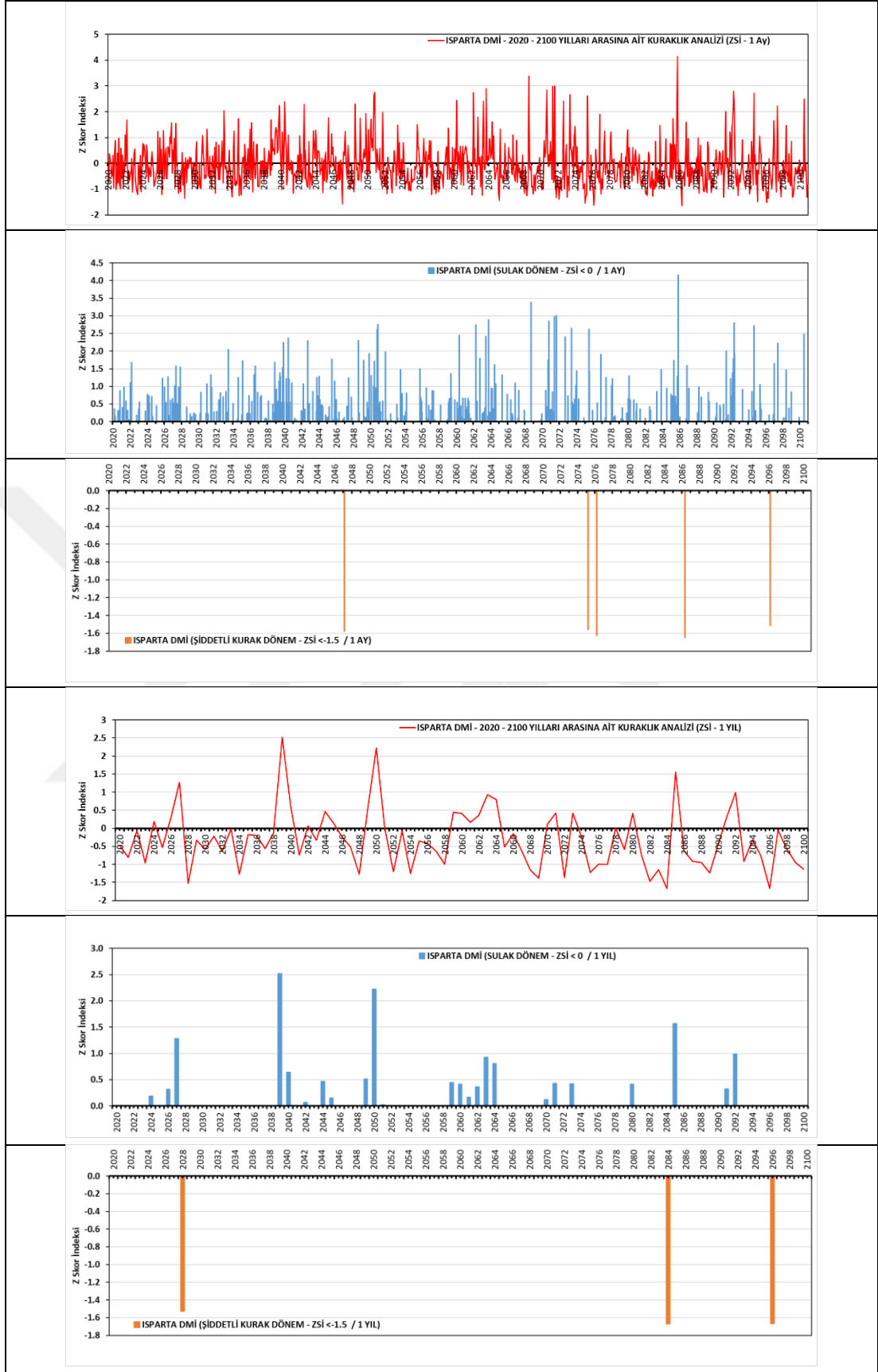
Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.176'da sunulmuştur. Buna göre, Isparta DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken Şubat 2047 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2028 yılında yaşanması beklenmektedir. Isparta DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönem en erken Eylül – Kasım 2021'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2024 yılında yaşanması öngörülmektedir.



Şekil 4.174. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik EKI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.175. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZİ kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.176. Isparta DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri

4.3.1.2. Eğirdir Meteoroloji İstasyonu

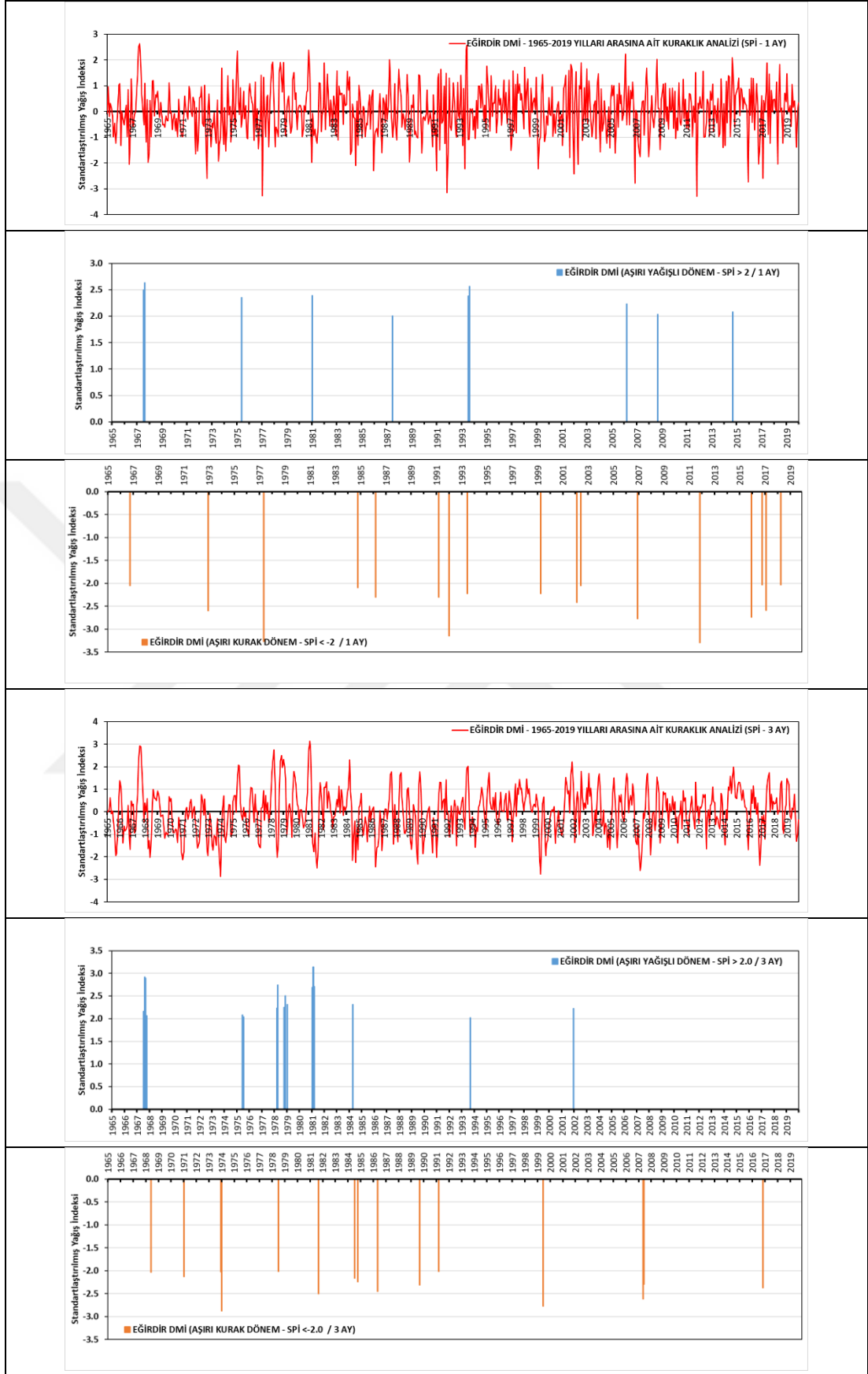
Çalışma alanının mevcut kuraklık analizleri ve geleceğe yönelik kuraklık tahminleri Eğirdir Meteoroloji İstasyonunun 1965-2019 yılları arasında ölçülmüş olan günlük toplam yağış (mm) değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Mevcut Kuraklık Analizleri

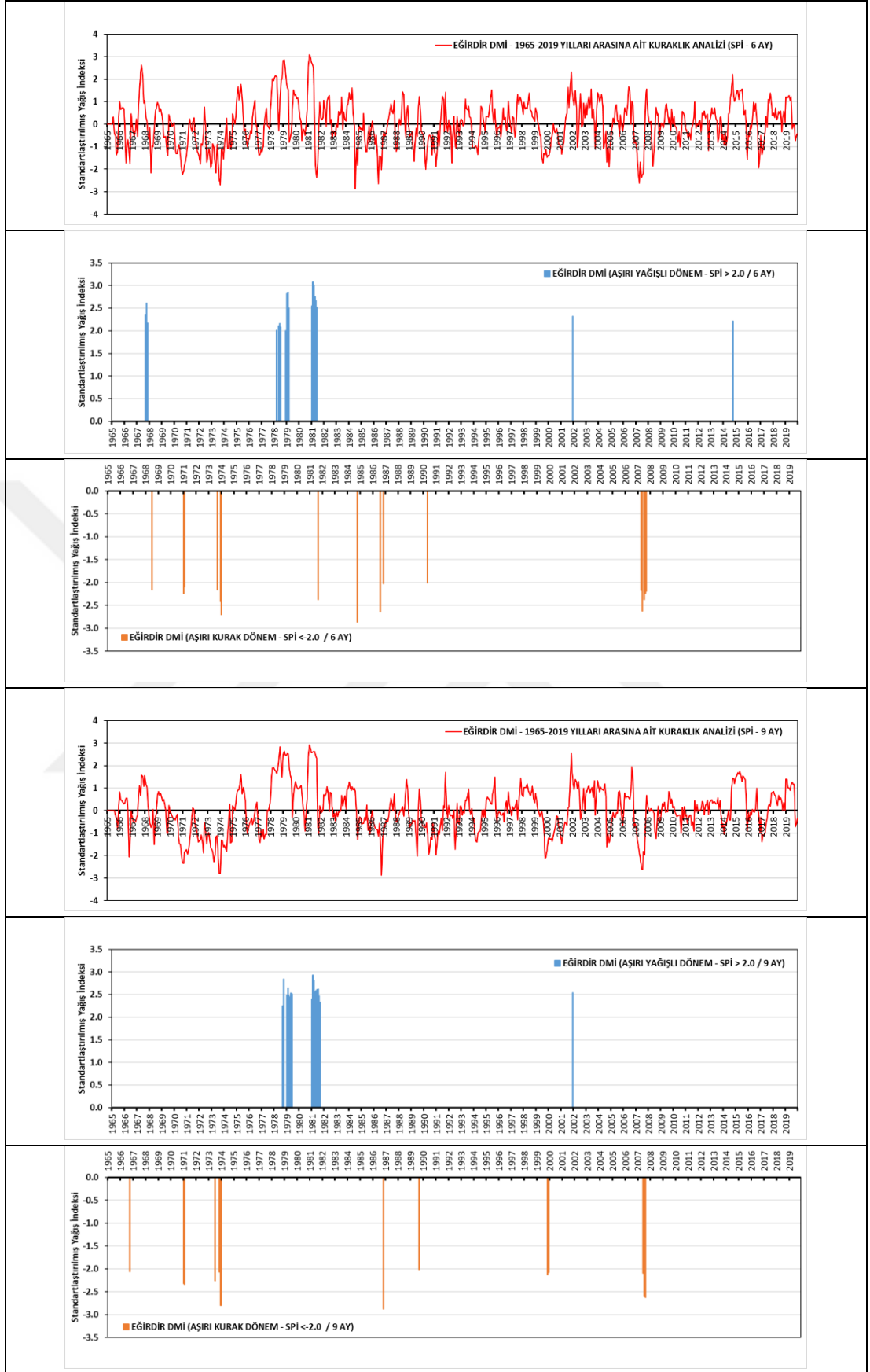
Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.177, 4.178 ve 4.179'da verilmiştir.

Buna göre, Eğirdir DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Ekim 1966, Aralık 1972, Mayıs 1977, Ekim 1984, Mart 1986, Mart 1991, Ocak 1992, Haziran 1993, Nisan 1999, Şubat ve Haziran 2002, Aralık 2006, Kasım 2011, Aralık 2015, Ekim 2016, Şubat 2017, Nisan 2018 yıllarında yaşandığı görülmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Kasım 2016 yılında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Temmuz 2007 yılında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Haziran 2007 yılında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Aralık 2008 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 1973 yılında aşırı kurak periyodların yaşandığı belirlenmiştir.

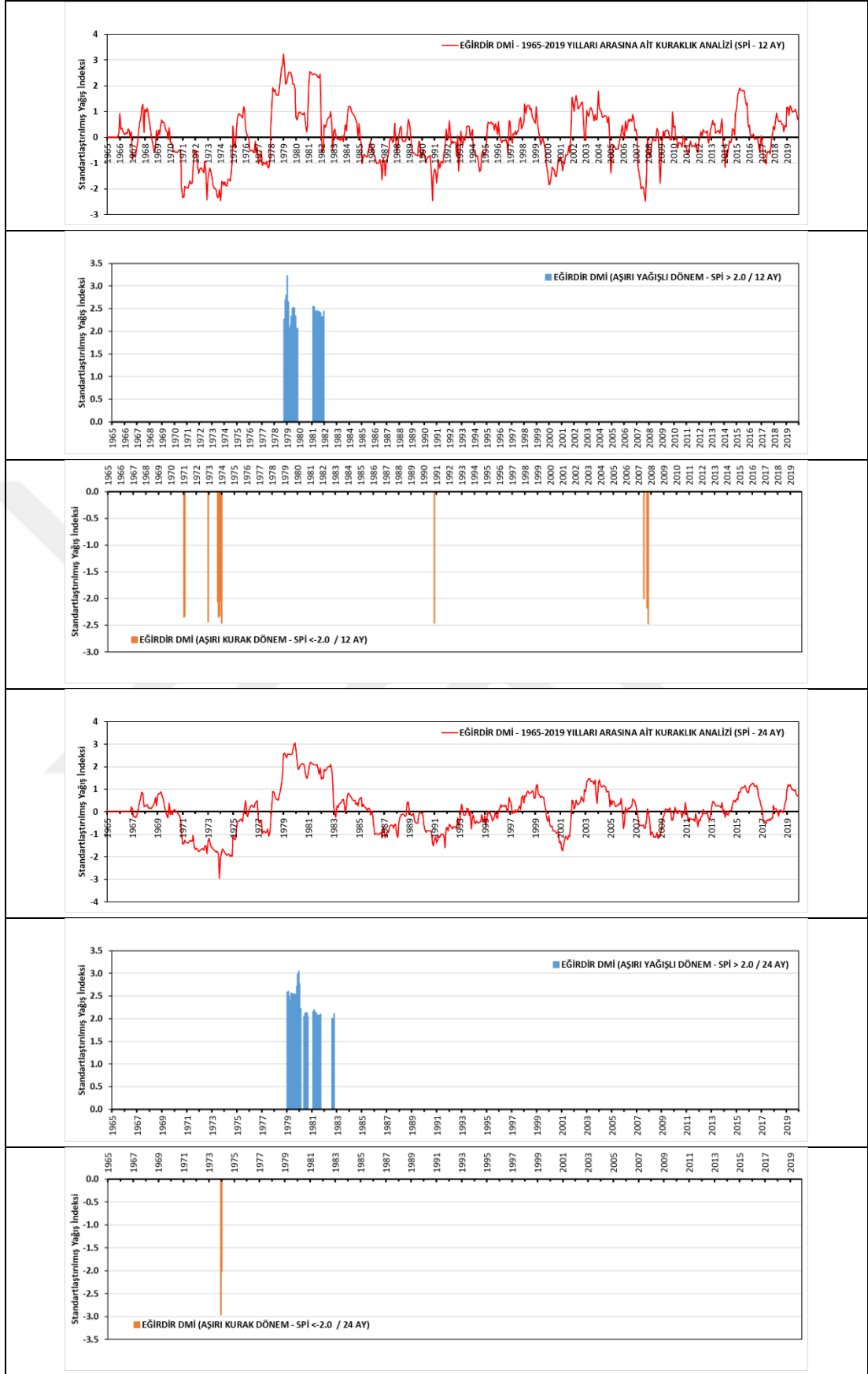
Eğirdir DMİ için aşırı yağışlı periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Temmuz 1967, Mayıs 1975, Ocak 1981, Haziran 1987, Temmuz 1993, Mart 2006, Eylül 2008, Eylül 2014 yıllarında yaşandığı görülmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Aralık 2001 yılında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ekim 2014 yılında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Aralık 2001 yılında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Mayıs 1969 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 1982 yılında aşırı yağışlı periyodların yaşandığı belirlenmiştir.



Şekil 4.177. Eğirdir DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri



Şekil 4.178. Eğirdir DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

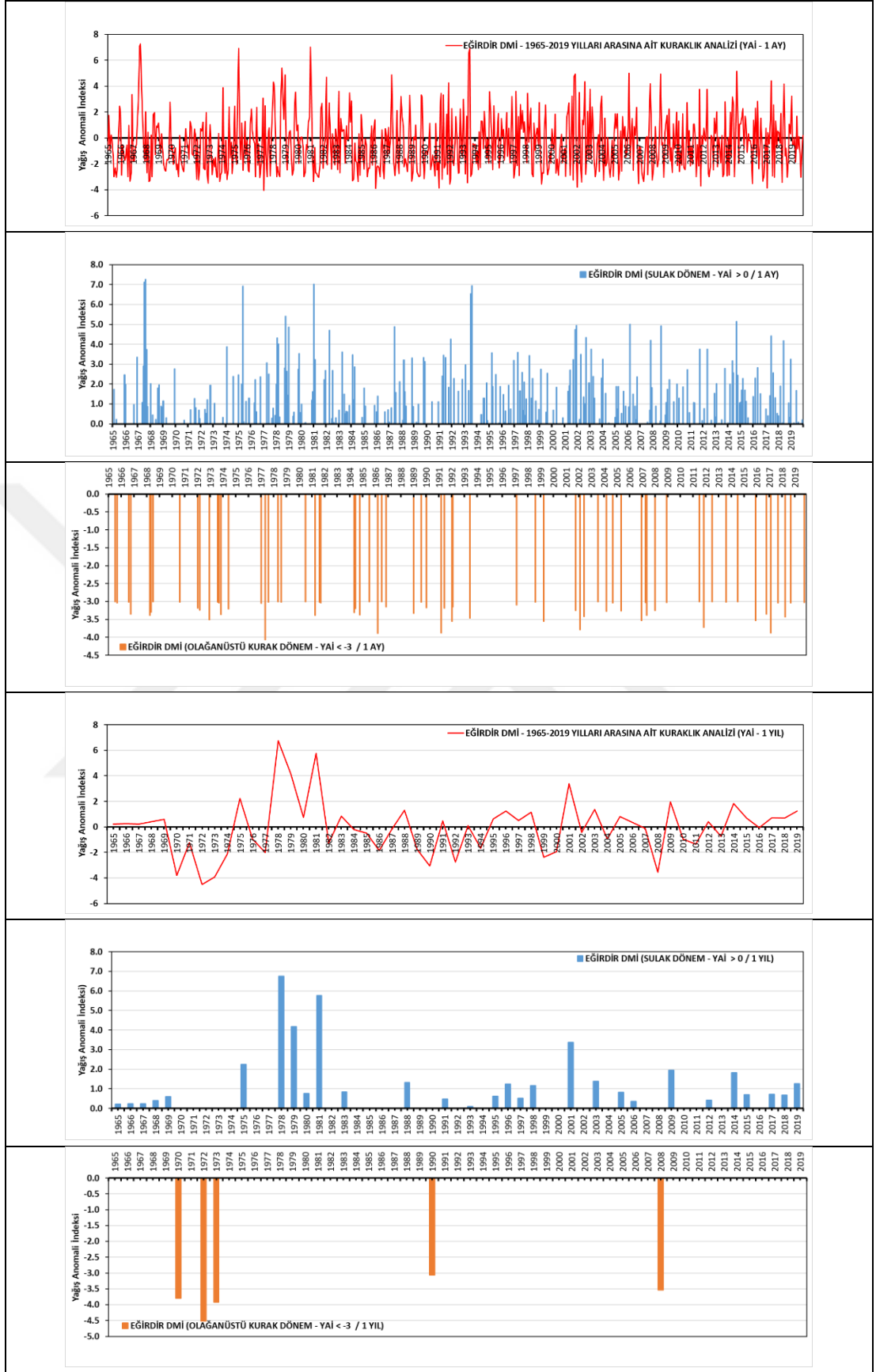


Şekil 4.179. Egridir DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

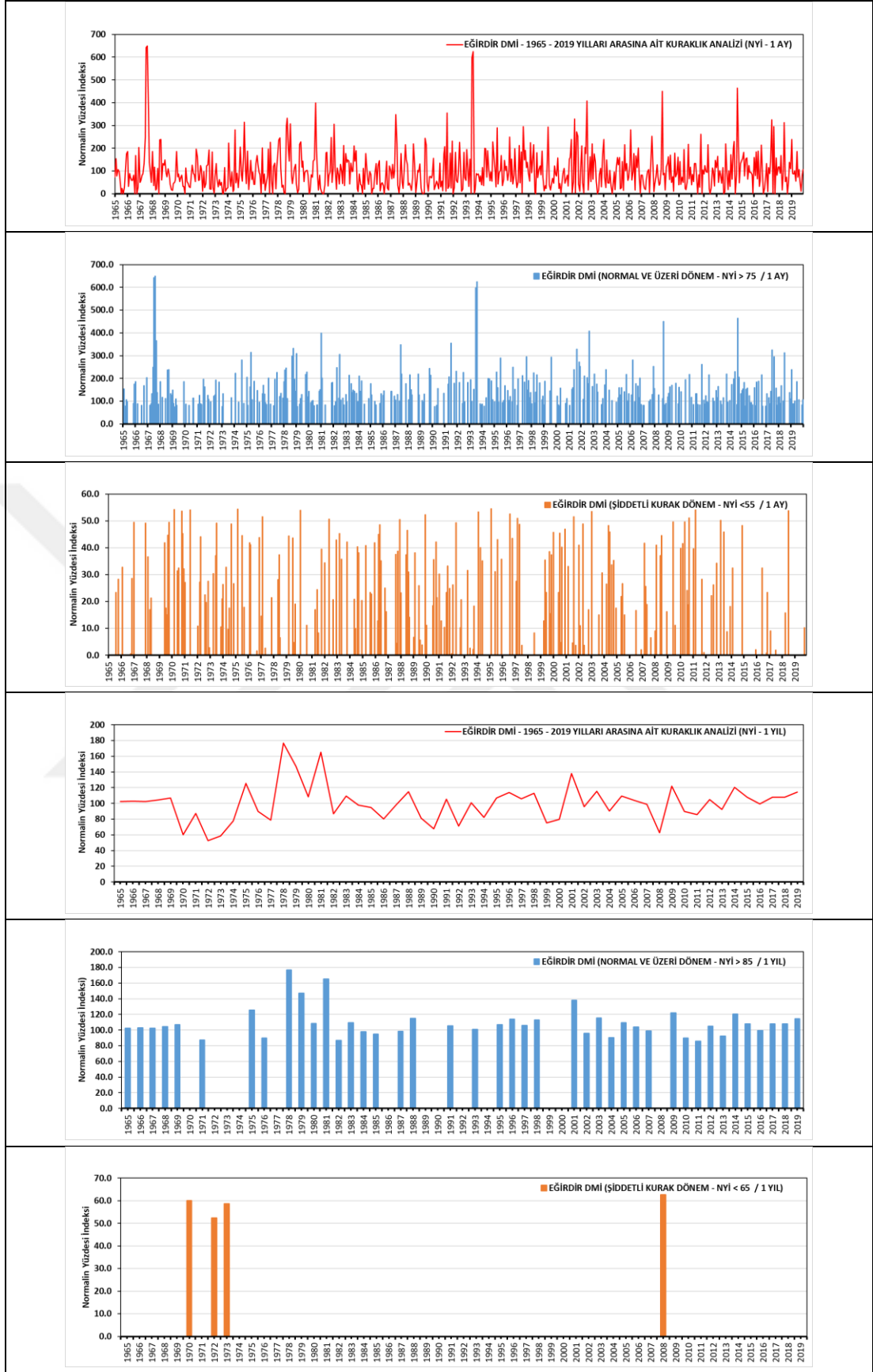
Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.180'de verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ olağanüstü kuraklık periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -4.06 indeks değeri ile Mayıs 1977'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -4.5 indeks değeri ile 1972'de yaşanmıştır. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönem 7.12 indeks değeri ile Temmuz 1967'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 6.77 indeks değeri ile 1978 yılında yaşanmıştır.

Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.181'de verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Ekim 2019 tarihinde çok kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2008 yılında çok kurak periyot yaşanmıştır. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Kasım 2019 tarihinde kurak olmayan normal periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2009 yılında kurak olmayan normal periyot başlamıştır.

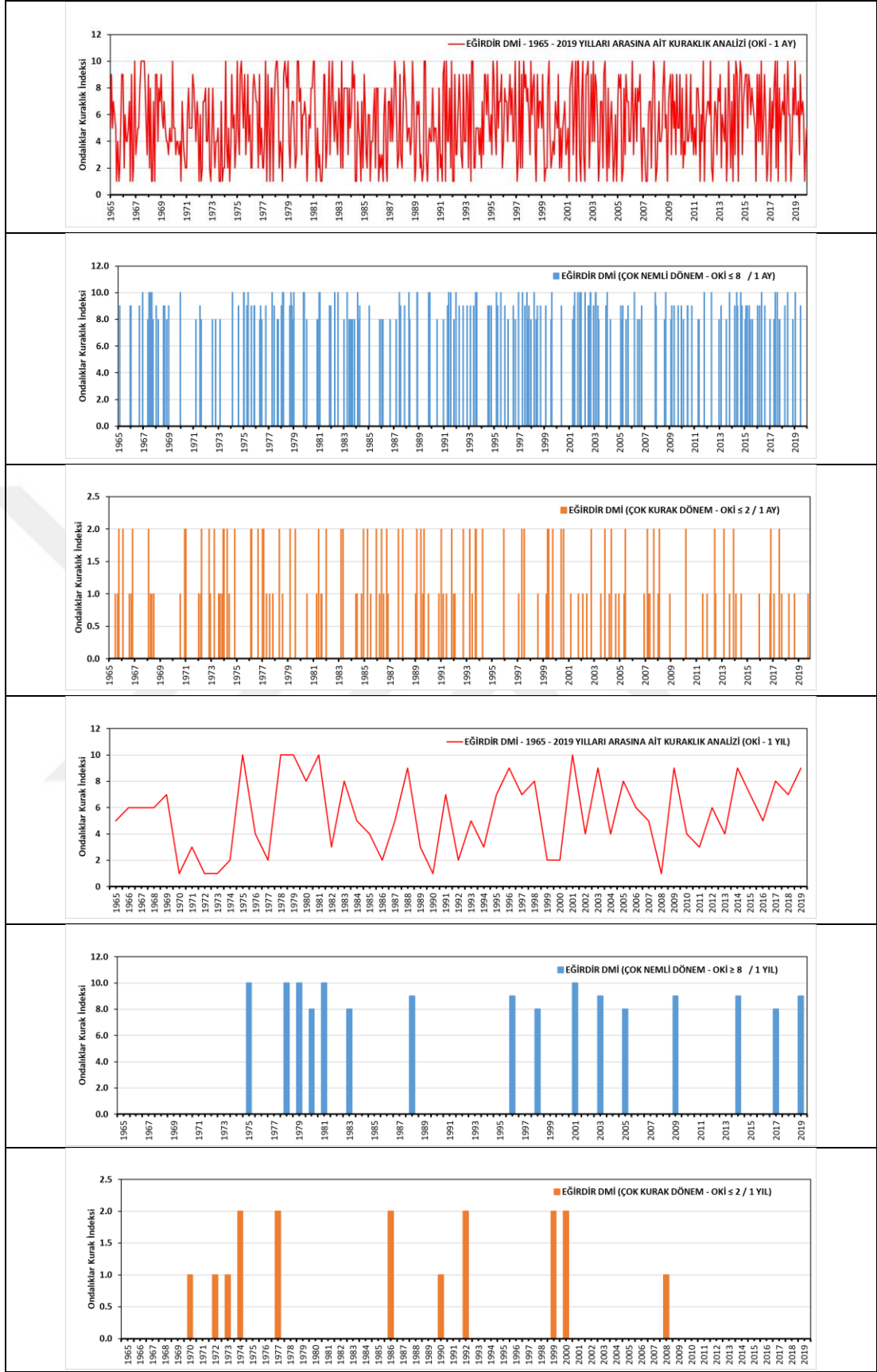
Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondallıklar kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.182'de verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Ekim 2019 tarihinde çok kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2008 yılında çok kurak periyot yaşanmıştır. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Haziran 2019 tarihinde çok nemli periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2019 yılında çok nemli periyot gözlenmiştir.



Şekil 4.180. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri



Şekil 4.181. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri

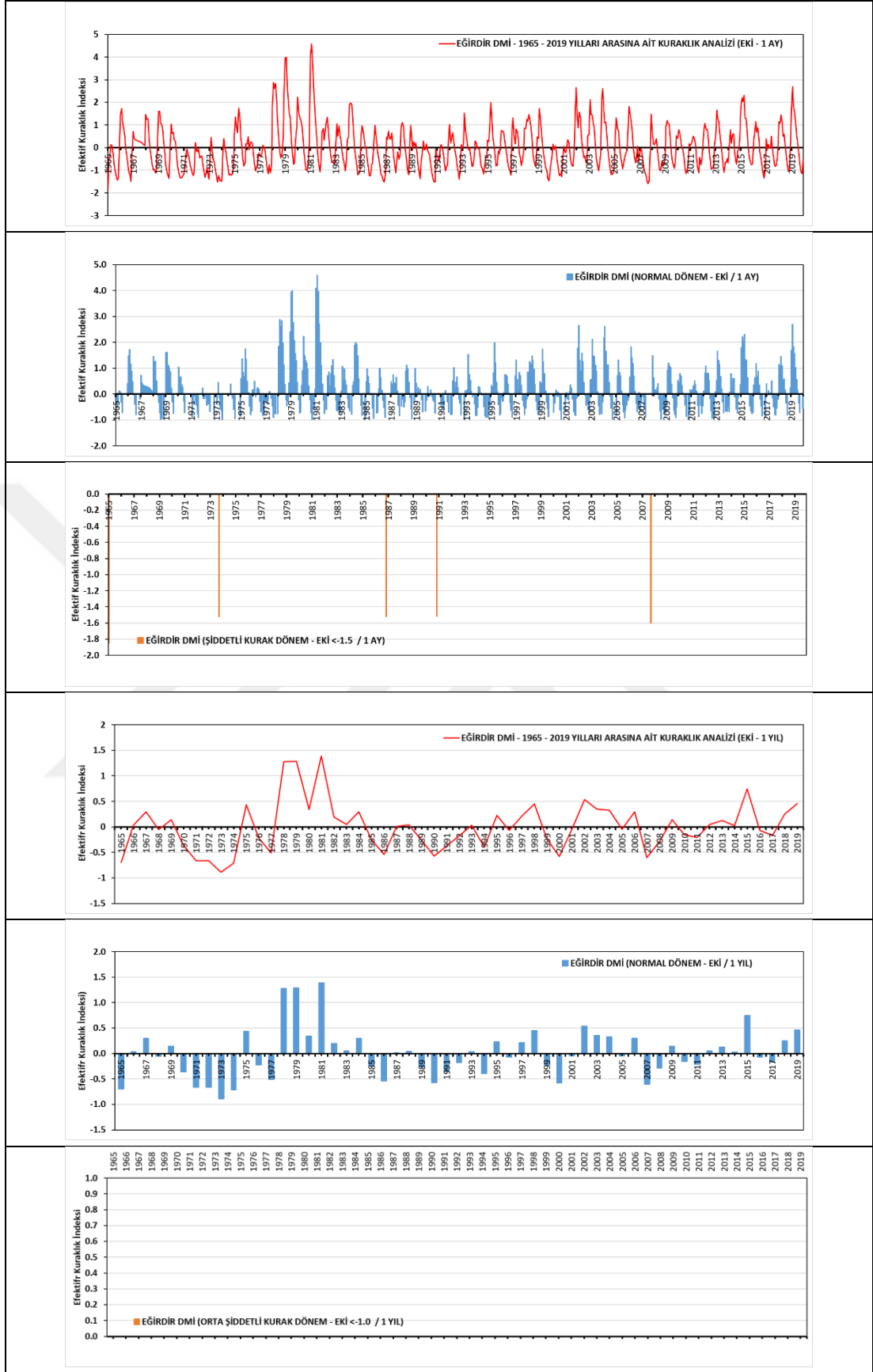


Şekil 4.182. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri

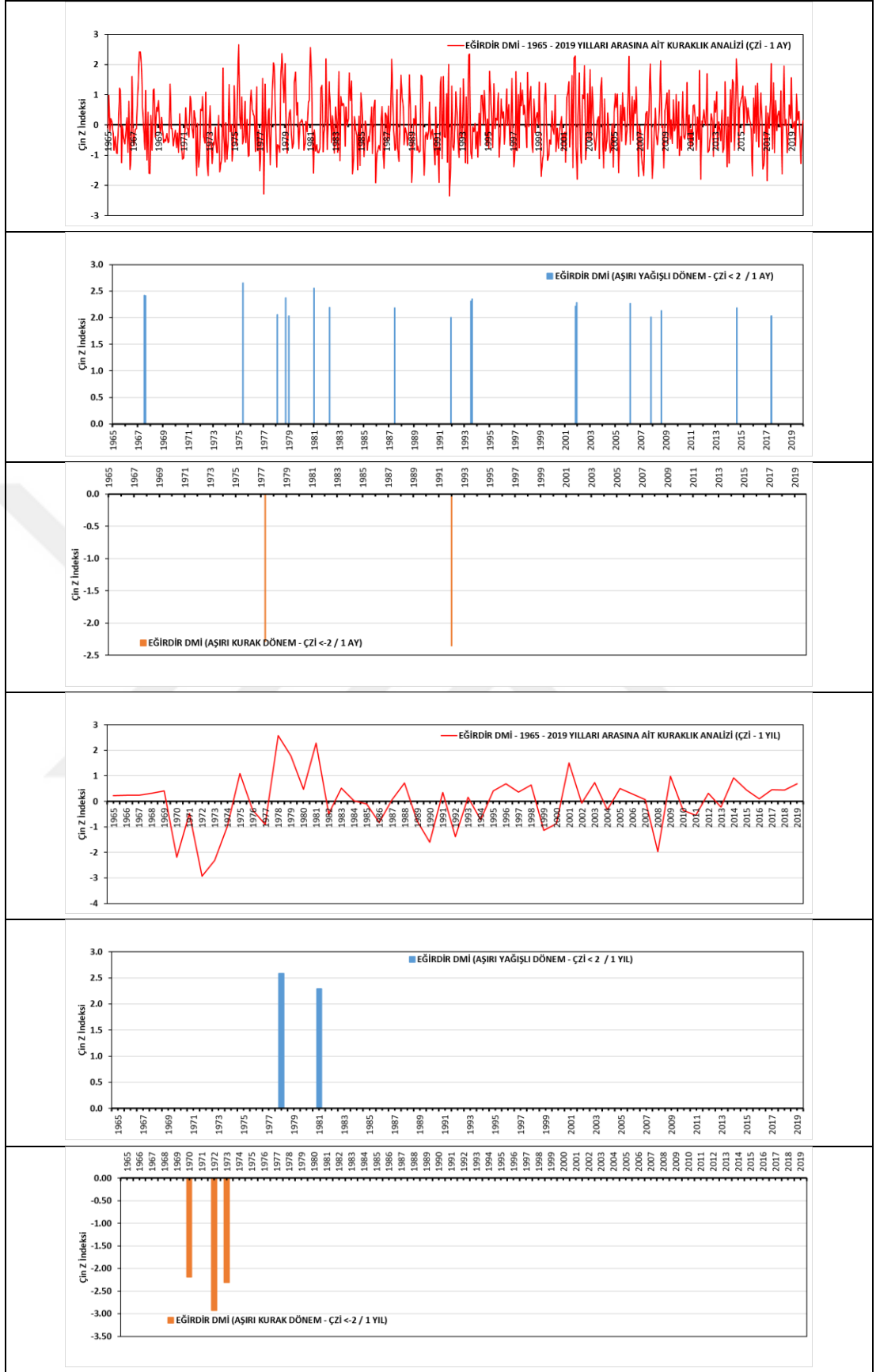
Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde efektif kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.183'de verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ için çok şiddetli kuraklık periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Eylül 2007'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise çok şiddetli kuraklık yaşanmamıştır. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde normal / yağışlı dönem en son Aralık 2019'da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise sadece 1965 yılında yaşanmıştır.

Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.184'de verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ için aşırı kurak periyotlar 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Mayıs 1977 ve Ocak 1992 yıllarında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1970, 1972, 1973 yıllarında yaşanmıştır. En aşırı kurak dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -2.35 ile Ocak 1992'de; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde - 2.92 ile 1972 yılında yaşanmıştır. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemler Kasım 2001, Mart 200, Kasım 2007, Eylül 2008, Eylül 2014 ve en son Haziran 2017'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1978 ve 1981 yıllarında yaşanmıştır. En aşırı yağışlı dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2.66 ile Mayıs 1975'de; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2.58 ile 1978 yılında yaşanmıştır.

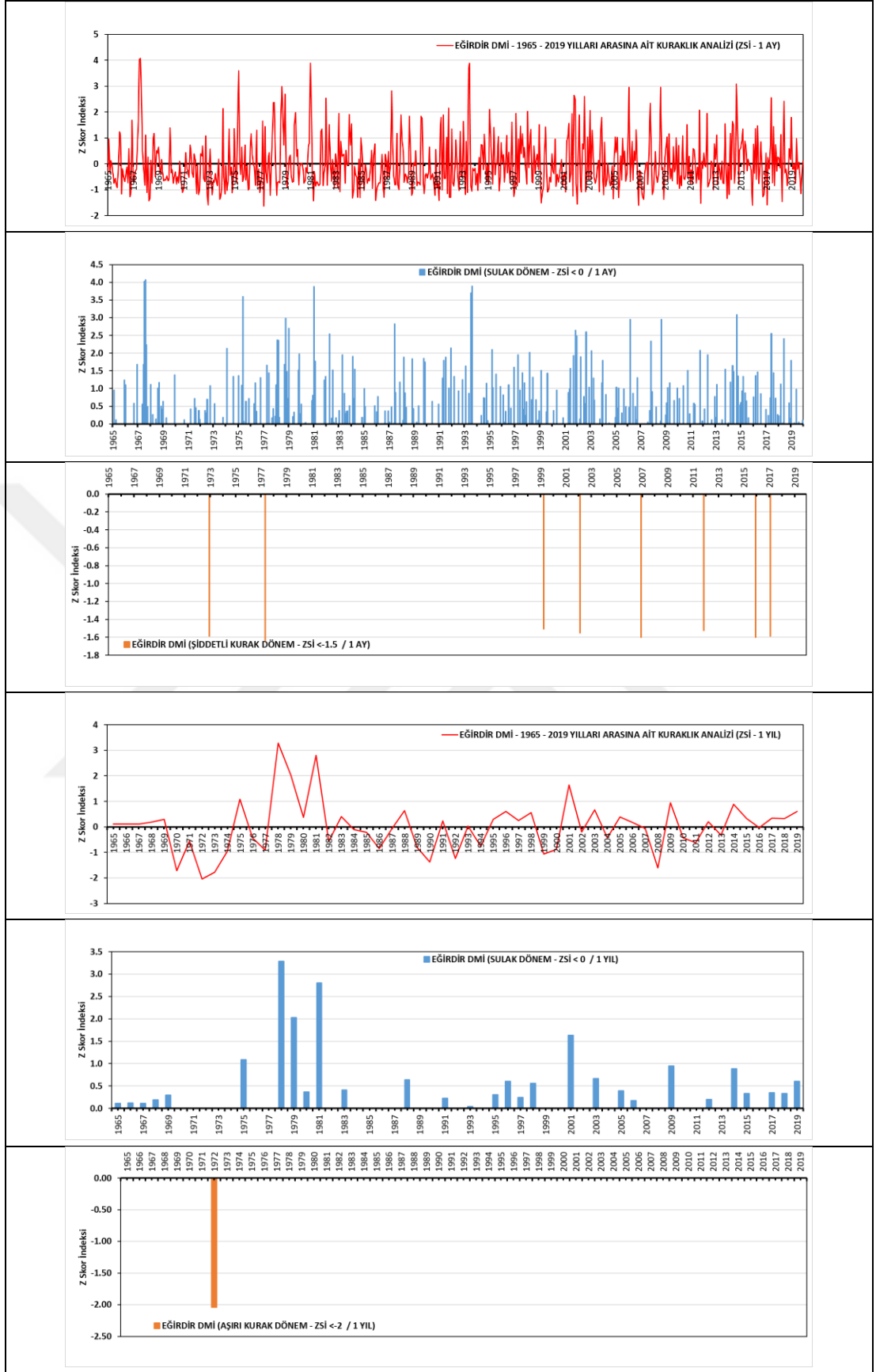
Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.185'de verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Şubat 2017'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1972'de yaşandığı belirlenmiştir. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönem en son Aralık 2019'da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2017 yılında yaşandığı görülmektedir.



Şekil 4.183. Eğirdir DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde EKI kuraklık indeksleri



Şekil 4.184. Eğirdir DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZİ kuraklık indeksleri

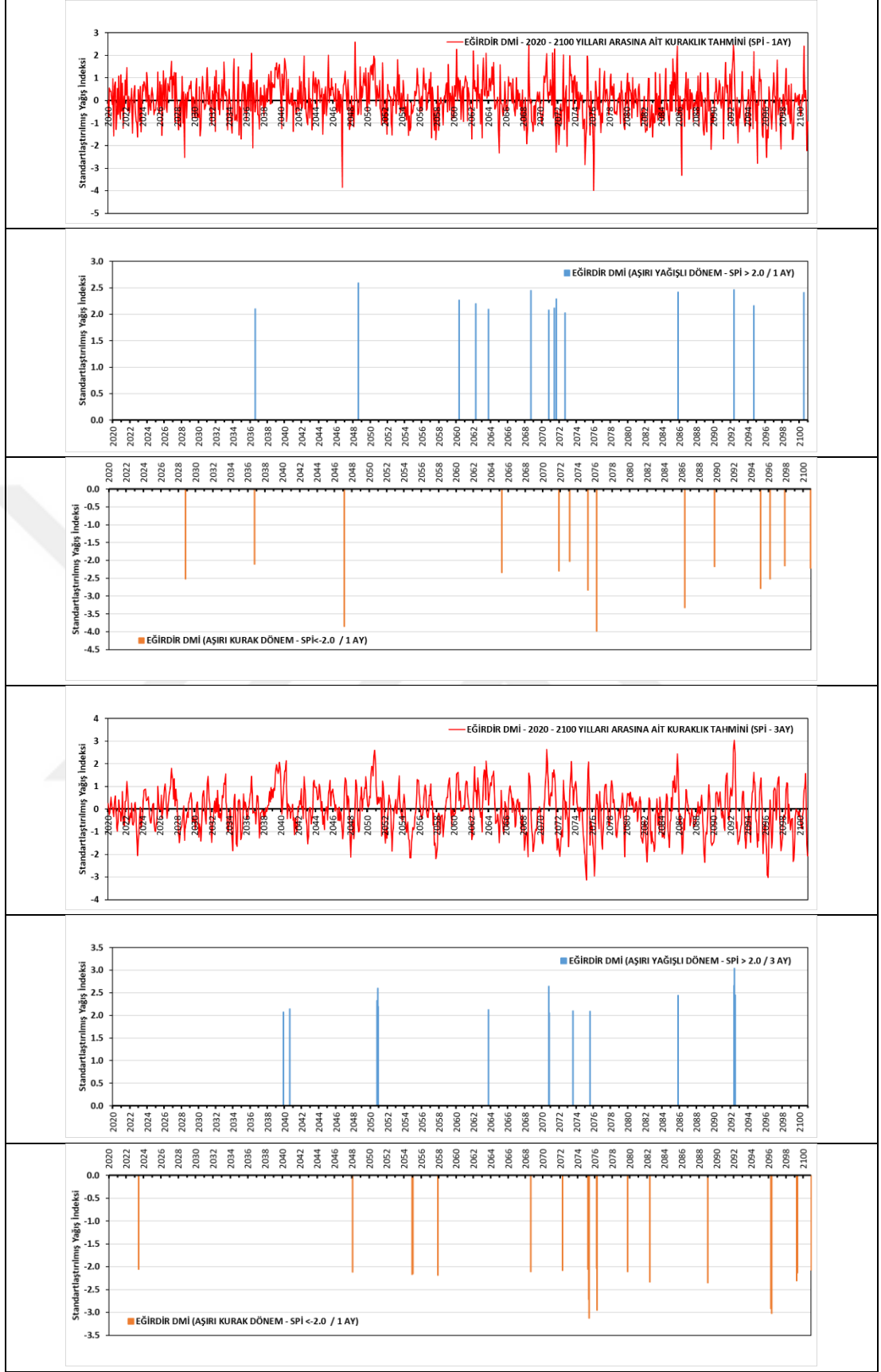


Şekil 4.185. Eğirdir DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri

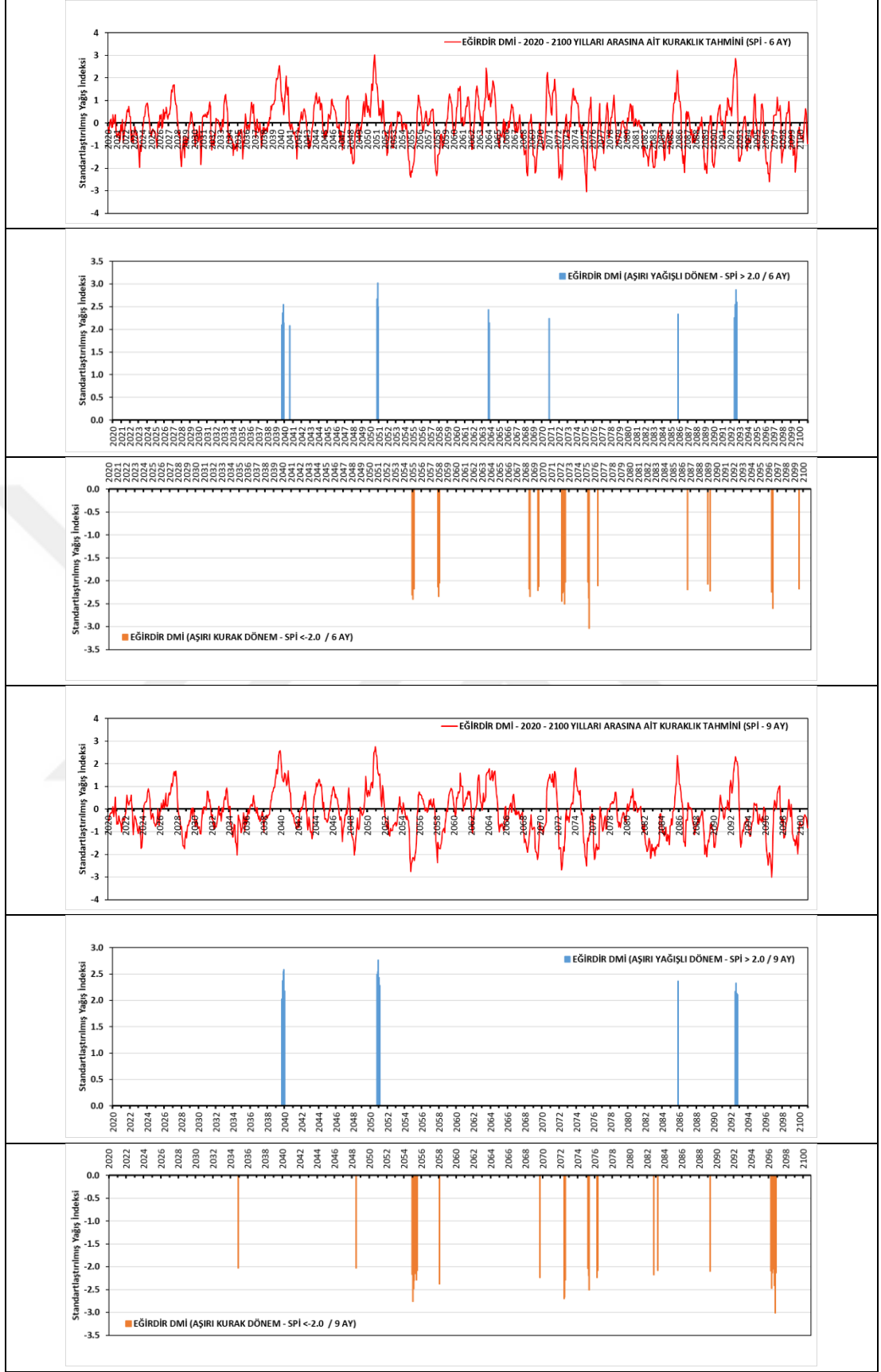
Geleceğe Yönelik Kuraklık Tahminleri

Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine yönelik hazırlanmış olan grafikler Şekil 4.186, 4.187 ve 4.188’de verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Kasım 2028, Ekim 2036, Şubat 2047, Nisan 2065, Kasım 2071, Şubat 2073, Mart 2075, Mart 2076, Mayıs 2086, Ekim 2089, Şubat 2095, Mart 2096, Kasım 2097 ve Kasım 2100 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2048 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2054 ve 2057 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2034 ve 2048 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2058 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2076 ve 2083 yıllarında aşırı kurak periyodların yaşanacağı öngörülmektedir.

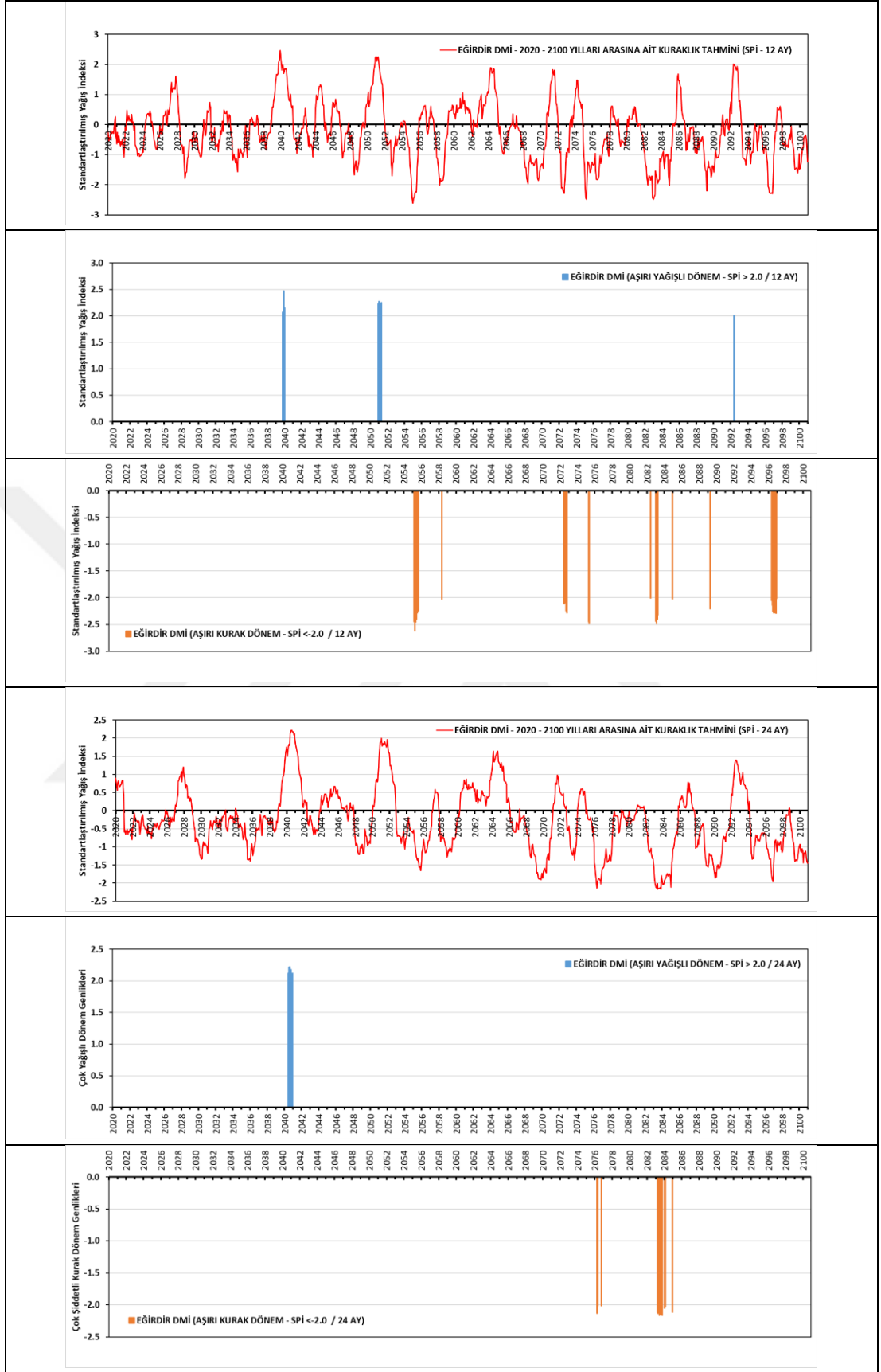
Eğirdir DMİ için aşırı yağışlı periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Ağustos 2036, Ağustos 2048, Mayıs 2060, Nisan 2062, Ekim 2063, Eylül 2068, Ekim 2070, Haziran 2071, Eylül 2071, Eylül 2072, Kasım 2085, Mayıs 2092, Eylül 2094 ve Temmuz 2100 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2040, 2050, 2063, 2070, 2073, 2075, 2085, 2092 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039, 2040, 2050 ve 2063 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039 ve 2050 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2050 ve 2092 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2040 yılında aşırı yağışlı periyodların yaşanacağı öngörülmektedir. En uzun yağışlı periyotlarının 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 92 gün süre ile 2050’den, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 122 gün süre ile 2039’dan, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 153 gün süre ile 2039’dan, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 151 gün süre 2050’den, 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2040’dan itibaren yaşanacağı beklenmektedir.



Şekil 4.186. Eğirdir DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.187. Eğirdir DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

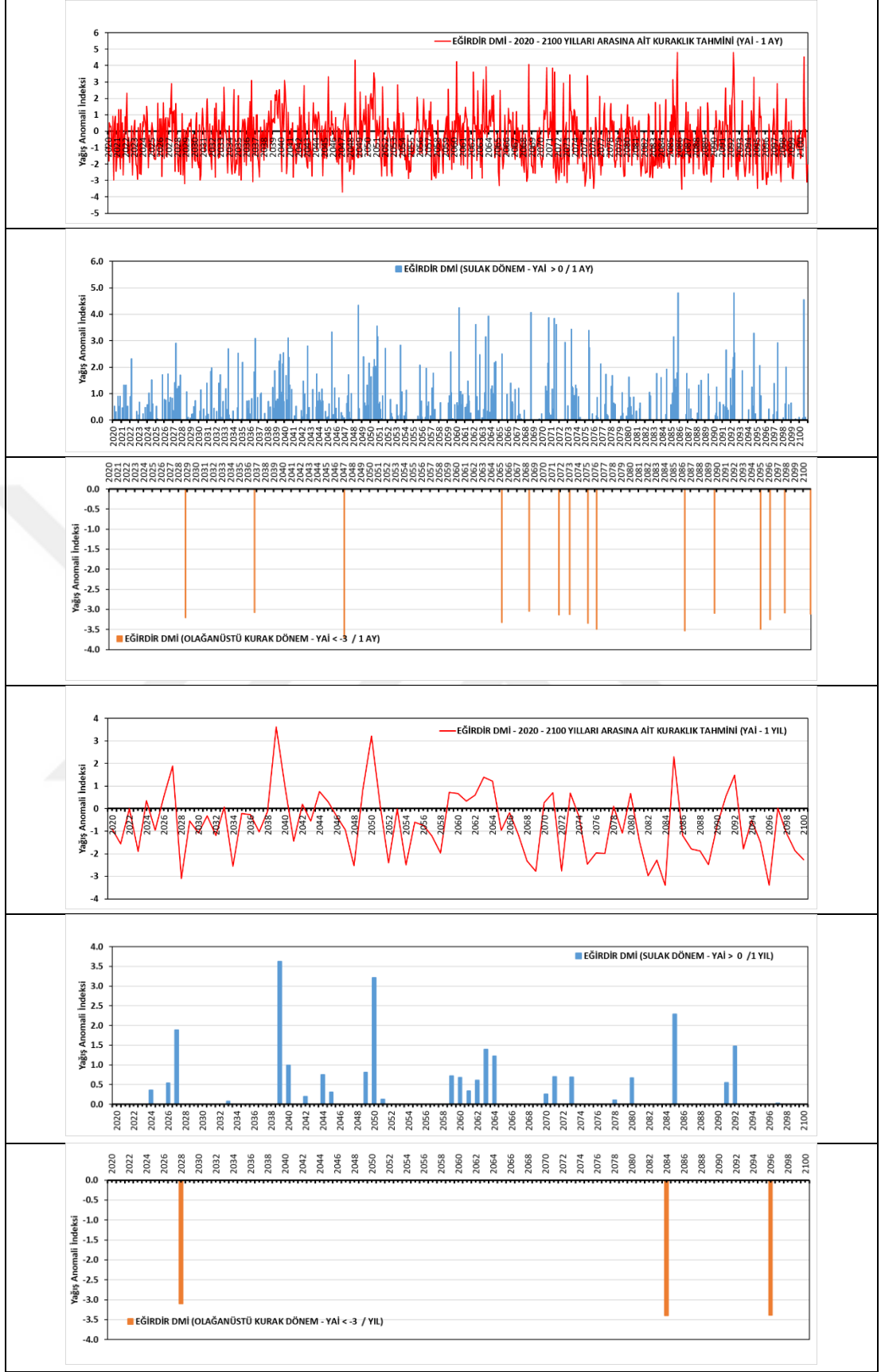


Şekil 4.188. Eğirdir DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

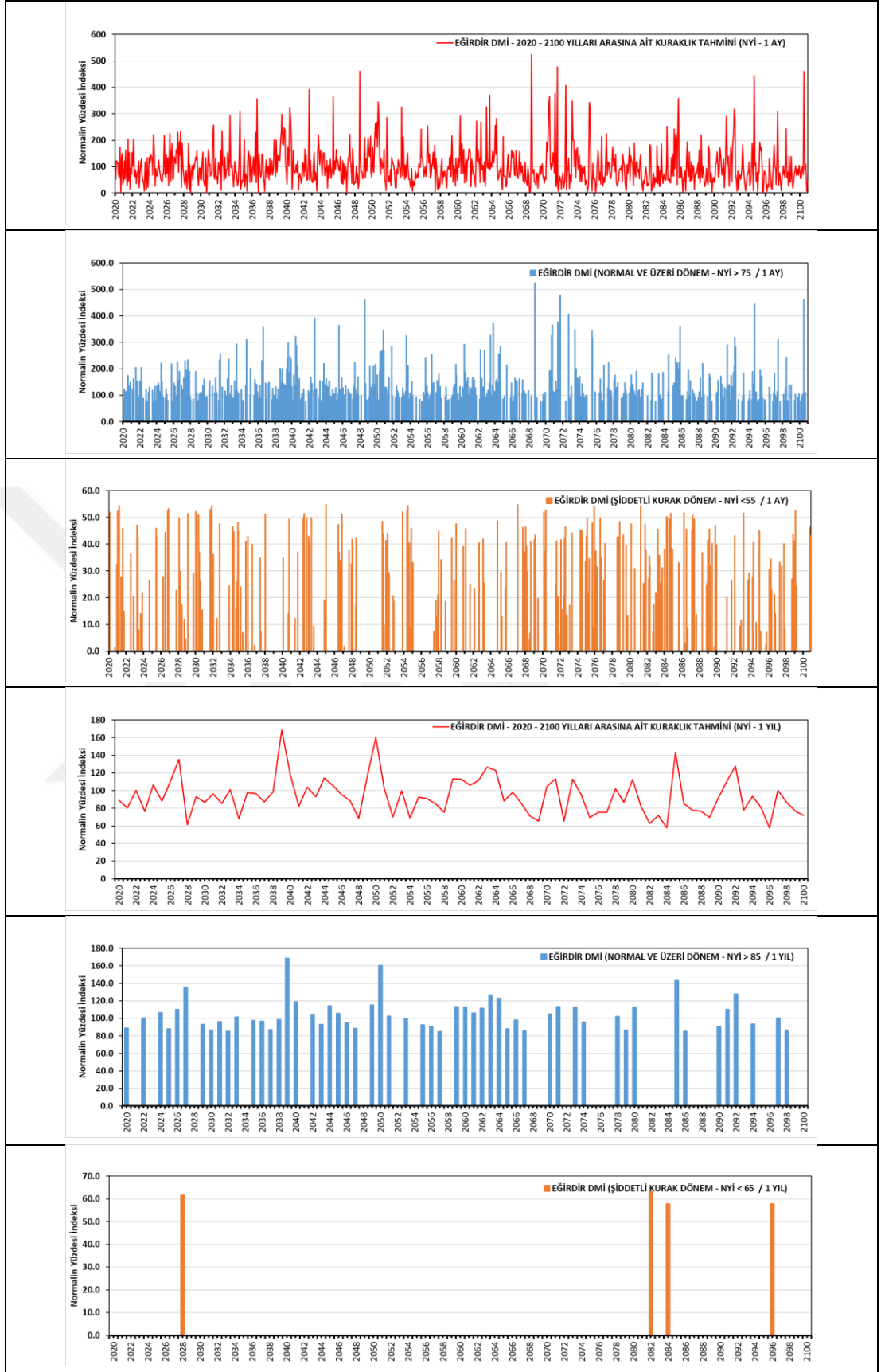
Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, elde edilen grafikler Şekil 4.189’da verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ olağanüstü kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -3.71 indeks değeri ile Şubat 2047’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -3.40 indeks değeri ile 2084’de yaşanacağı tahmin edilmektedir. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönemin 4.81 indeks değeri ile Kasım 2085 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 3.63 indeks değeri ile 2039 yılında yaşanacağı öngörülmektedir.

Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.190’de verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ağustos 2021 tarihinde şiddetli kurak periyot yaşanacaktır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2028 yılında şiddetli kurak periyot beklenmektedir. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Eylül 2021 tarihinde kurak olmayan normal periyot beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2022 yılında kurak olmayan normal periyot yaşanacağı öngörülmektedir.

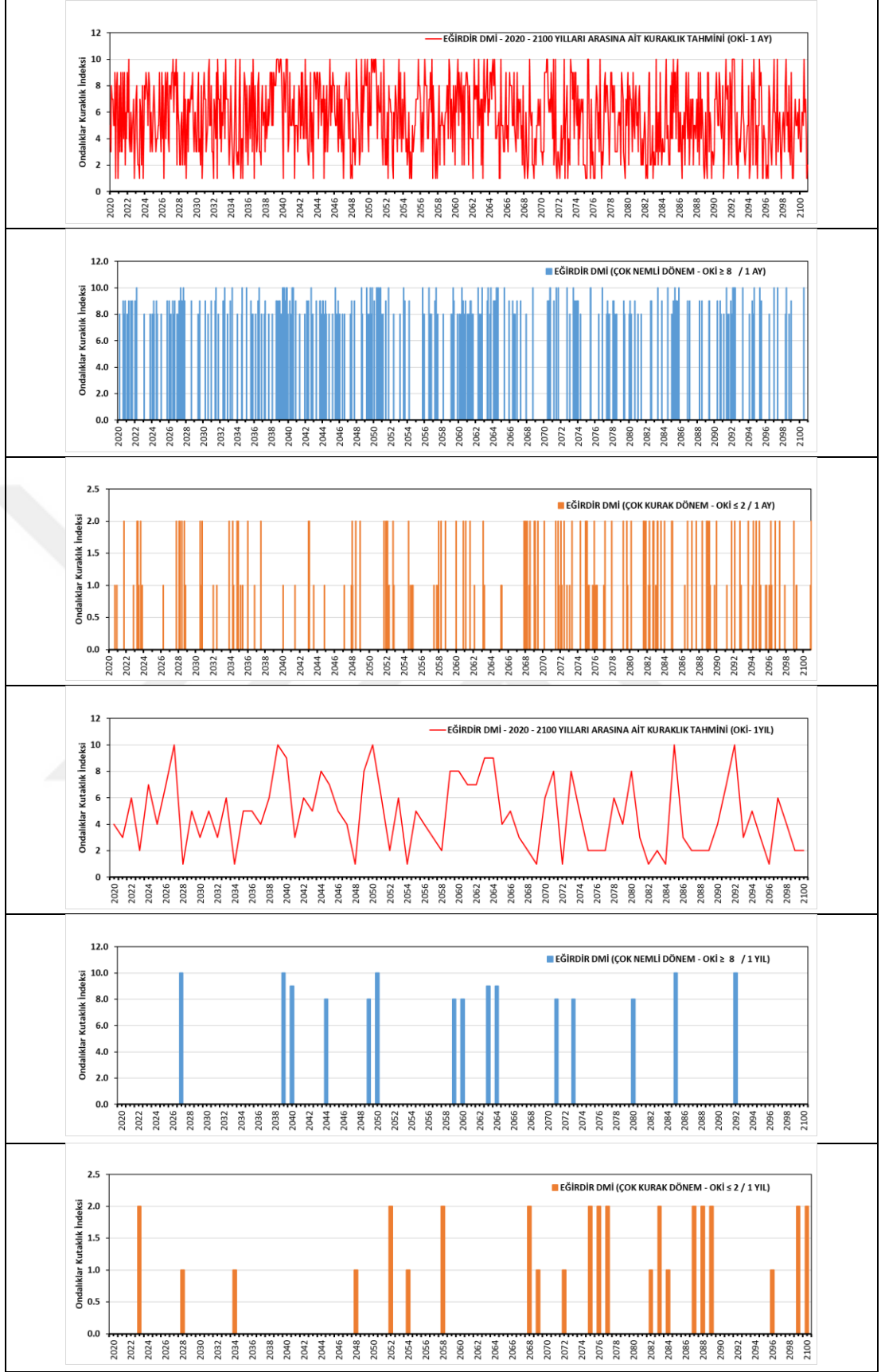
Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondalıklar kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.191’de verilmiştir. Buna göre, Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ekim 2021 tarihinde çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2023 yılında çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Eylül 2021 tarihinde çok nemli periyot beklenmekte iken 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2027 yılında çok nemli periyot beklenmektedir.



Şekil 4.189. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.190. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYİ kuraklık indeks tahminleri

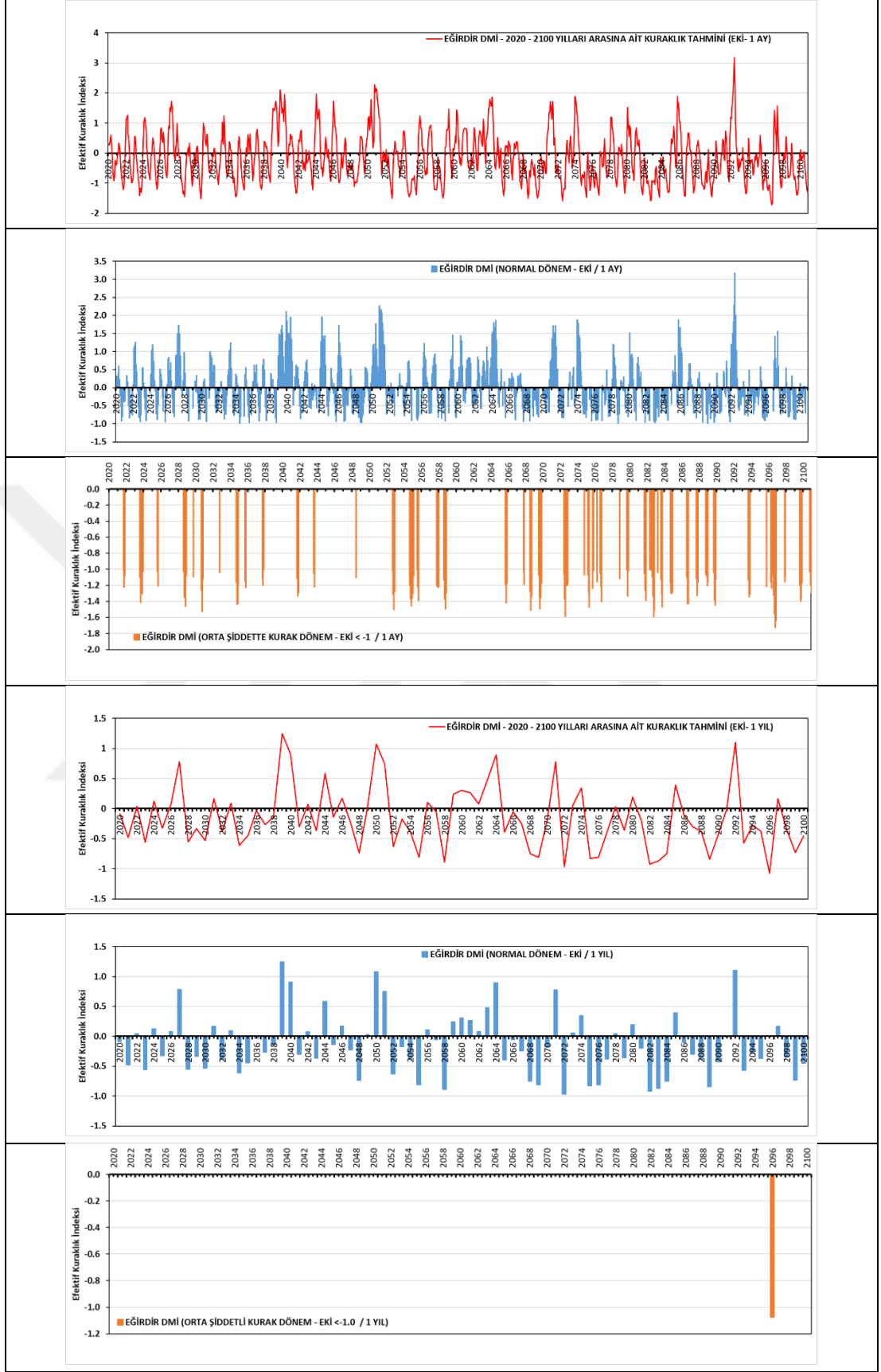


Şekil 4.191. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri

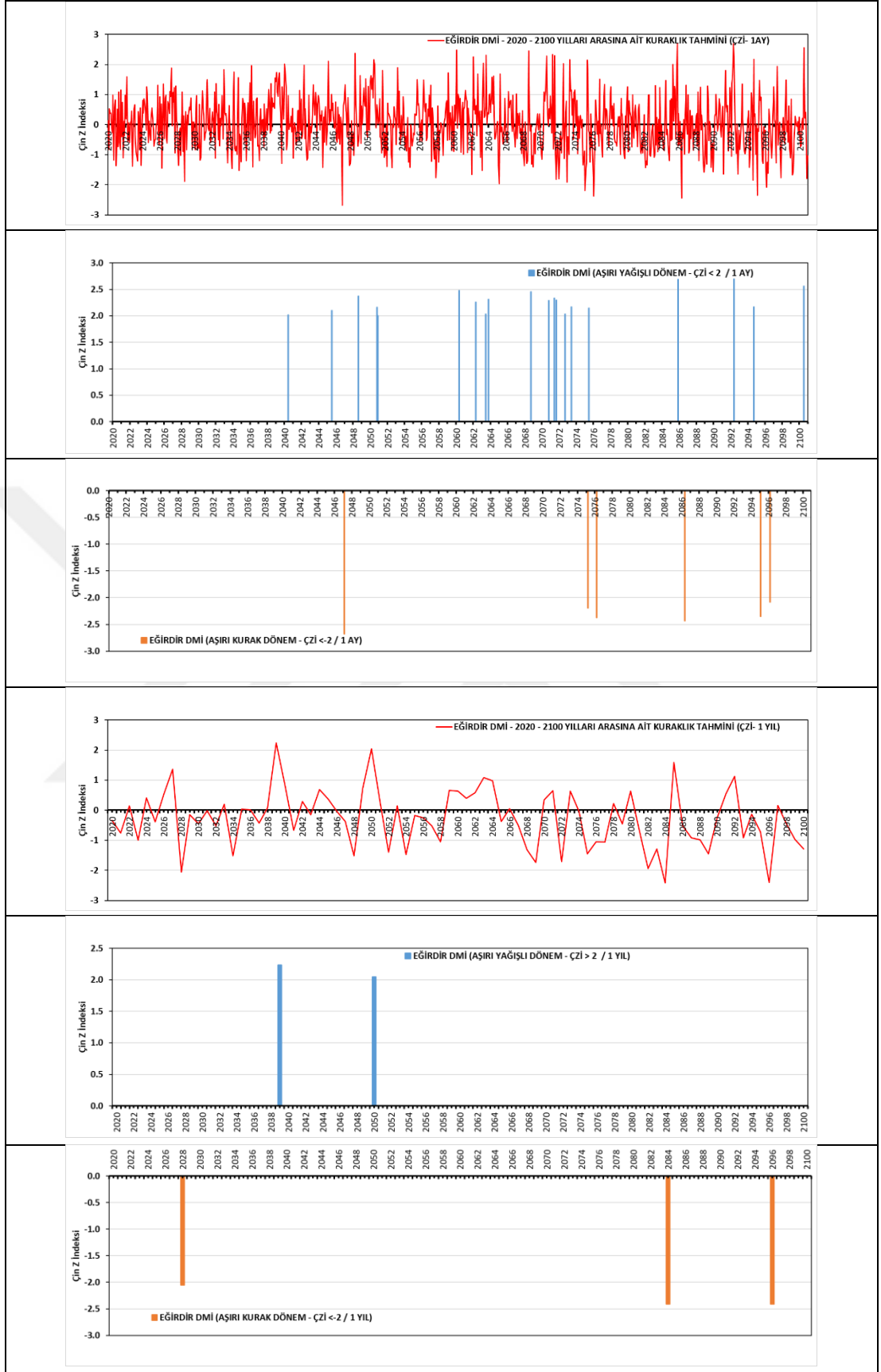
Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde efektif kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.192’de sunulmuştur. Buna göre, Eğirdir DMİ için orta şiddetli kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken Eylül 2021’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2096’da yaşanması beklenmektedir. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde normal / yağışlı dönemin en erken Aralık 2021’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2097 yılında yaşanması beklenmektedir.

Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.193’de sunulmuştur. Buna göre, Eğirdir DMİ için aşırı kurak periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Şubat 2047, Mart 2075, Mart 2076, Mayıs 2086, Şubat 2095, Mart 2096 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2028, 2084 ve 2096 yıllarında yaşanması beklenmektedir. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemlerin Haziran 2040, Temmuz 2045, Ağustos 2048, Ekim 2050, Mayıs 2060, Nisan 2062, Haziran 2063, Eylül 2068, Ekim 2070, Haziran 2071, Eylül 2071, Eylül 2072, Haziran 2073, Haziran 2075, Kasım 2085 ve Mayıs 2092 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2039 ve 2050 yıllarında yaşanması öngörülmektedir.

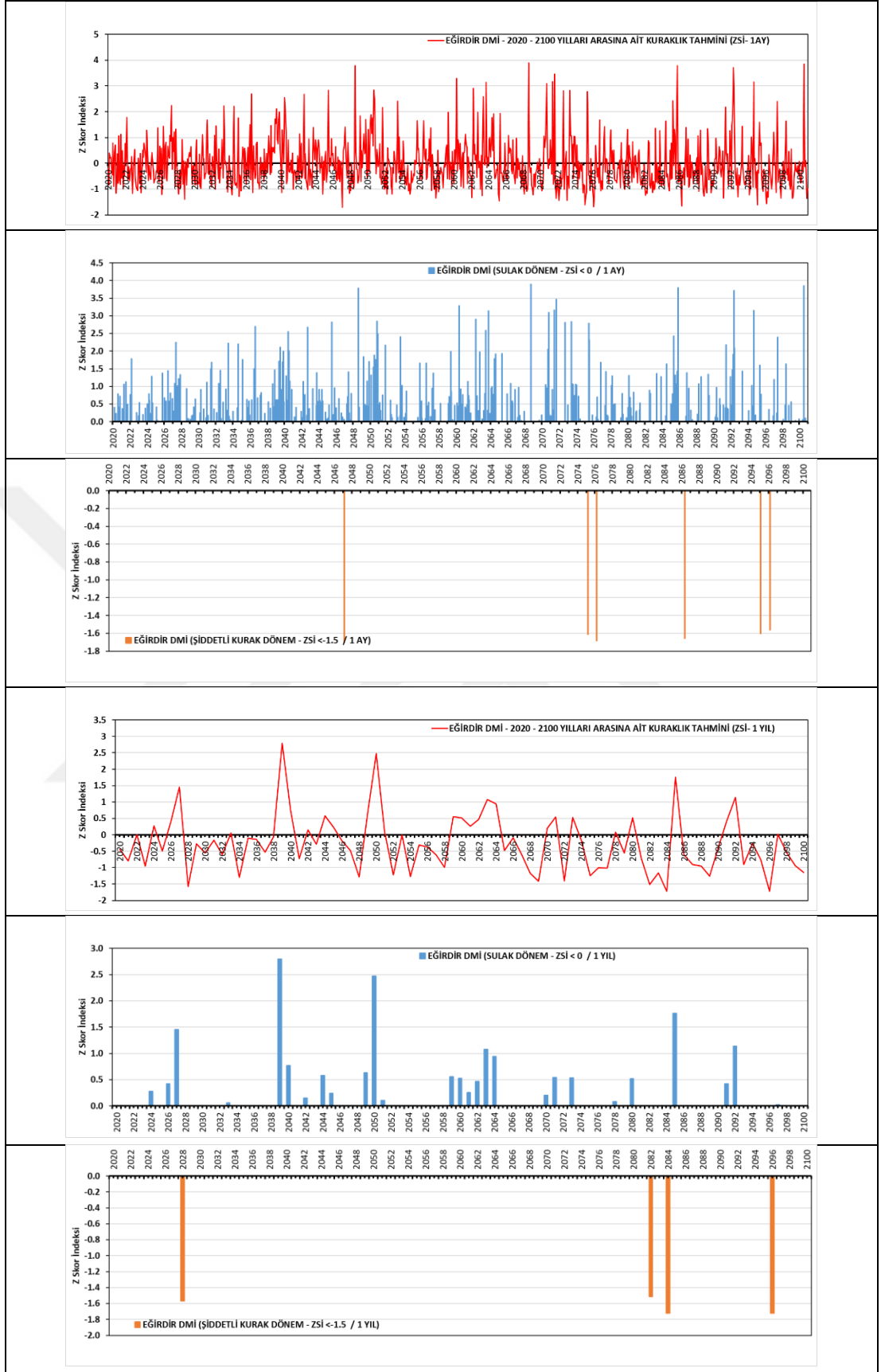
Eğirdir Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.194’de sunulmuştur. Buna göre, Eğirdir DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken Şubat 2047 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2028 yılında yaşanması beklenmektedir. Eğirdir DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönem en erken Eylül 2021’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2022 yılında yaşanması öngörülmektedir.



Şekil 4.192. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik EKI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.193. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZİ kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.194. Eğirdir DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri

4.3.1.3. Senirkent Meteoroloji İstasyonu

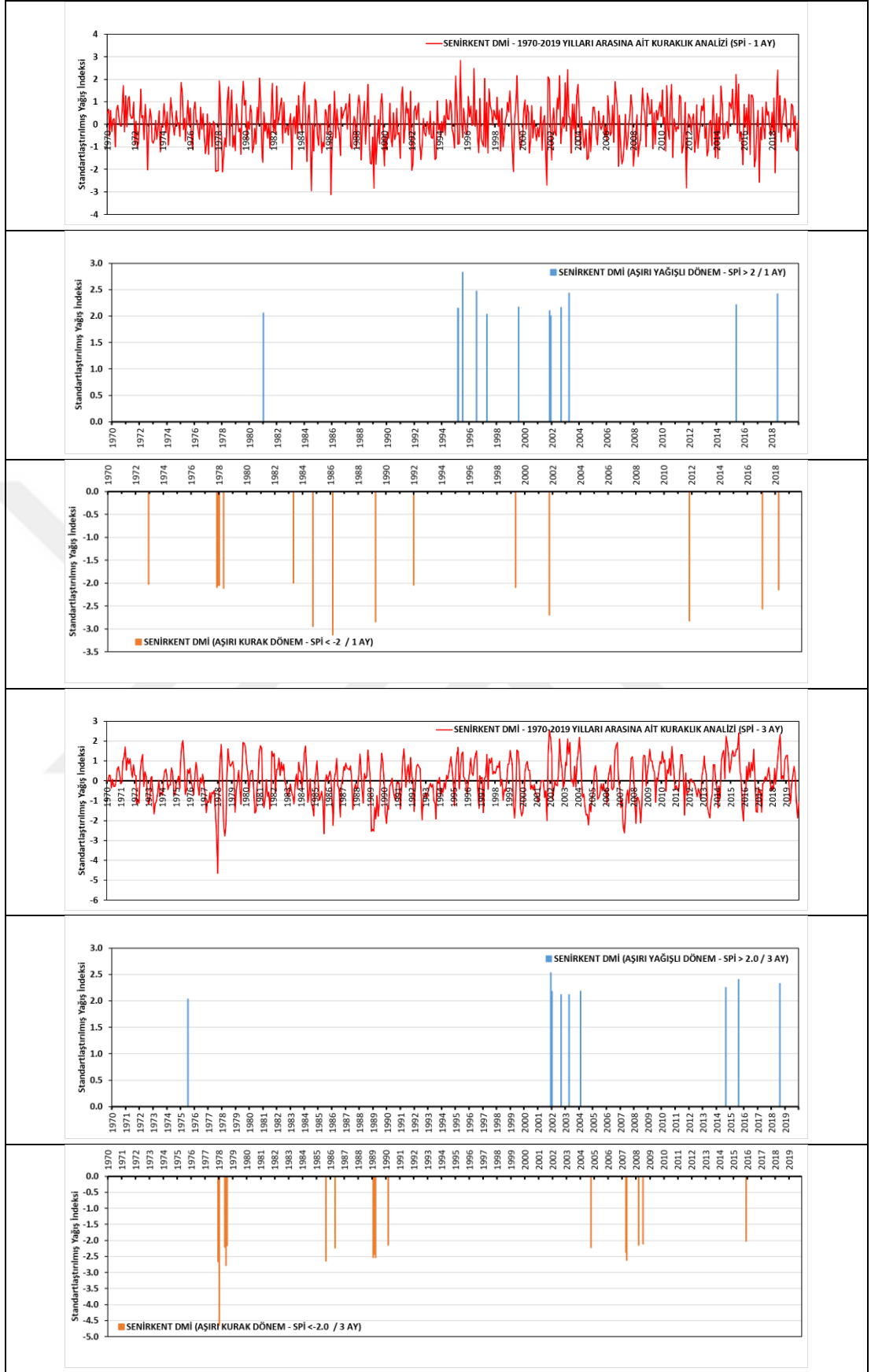
Çalışma alanının mevcut kuraklık analizleri ve geleceğe yönelik kuraklık tahminleri Senirkent Meteoroloji İstasyonunun 1970-2019 yılları arasında ölçülmüş olan günlük toplam yağış (mm) değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Mevcut Kuraklık Analizleri

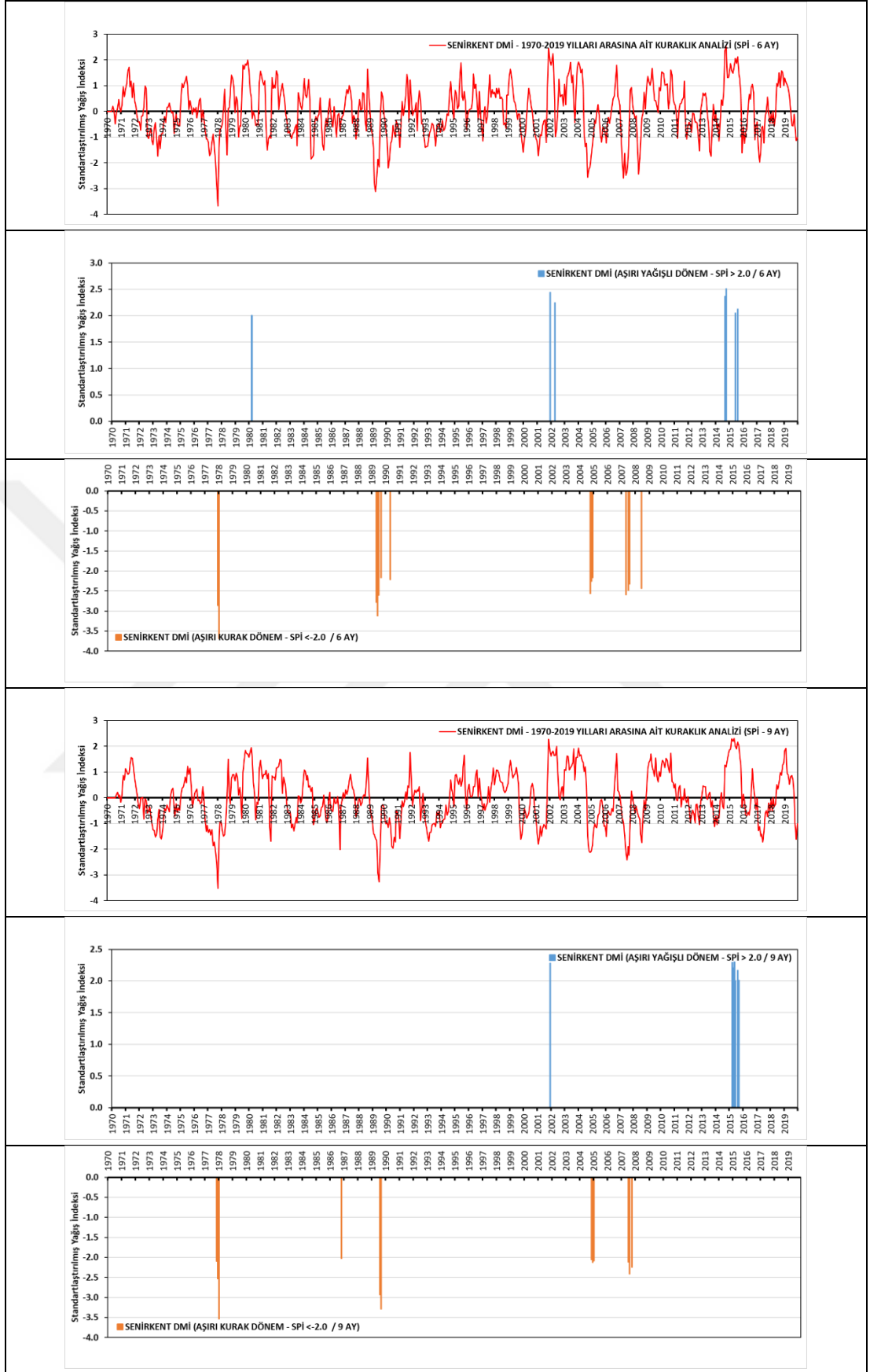
Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.195, 4.196 ve 4.197’de verilmiştir.

Buna göre, Senirkent DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Aralık 1972, Kasım 1977, Mayıs 1978, Mayıs 1983, Ekim 1984, Mart 1986, Nisan 1989, Ocak 1992, Mayıs 1999, Ekim 2001, Kasım 2011, Şubat 2017 ve Nisan 2018 yıllarında yaşandığı görülmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Aralık 2015 yılında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Haziran 2008 yılında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ekim 2007 yılında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ekim 2007 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 1990 yılında aşırı kurak periyodların yaşandığı belirlenmiştir.

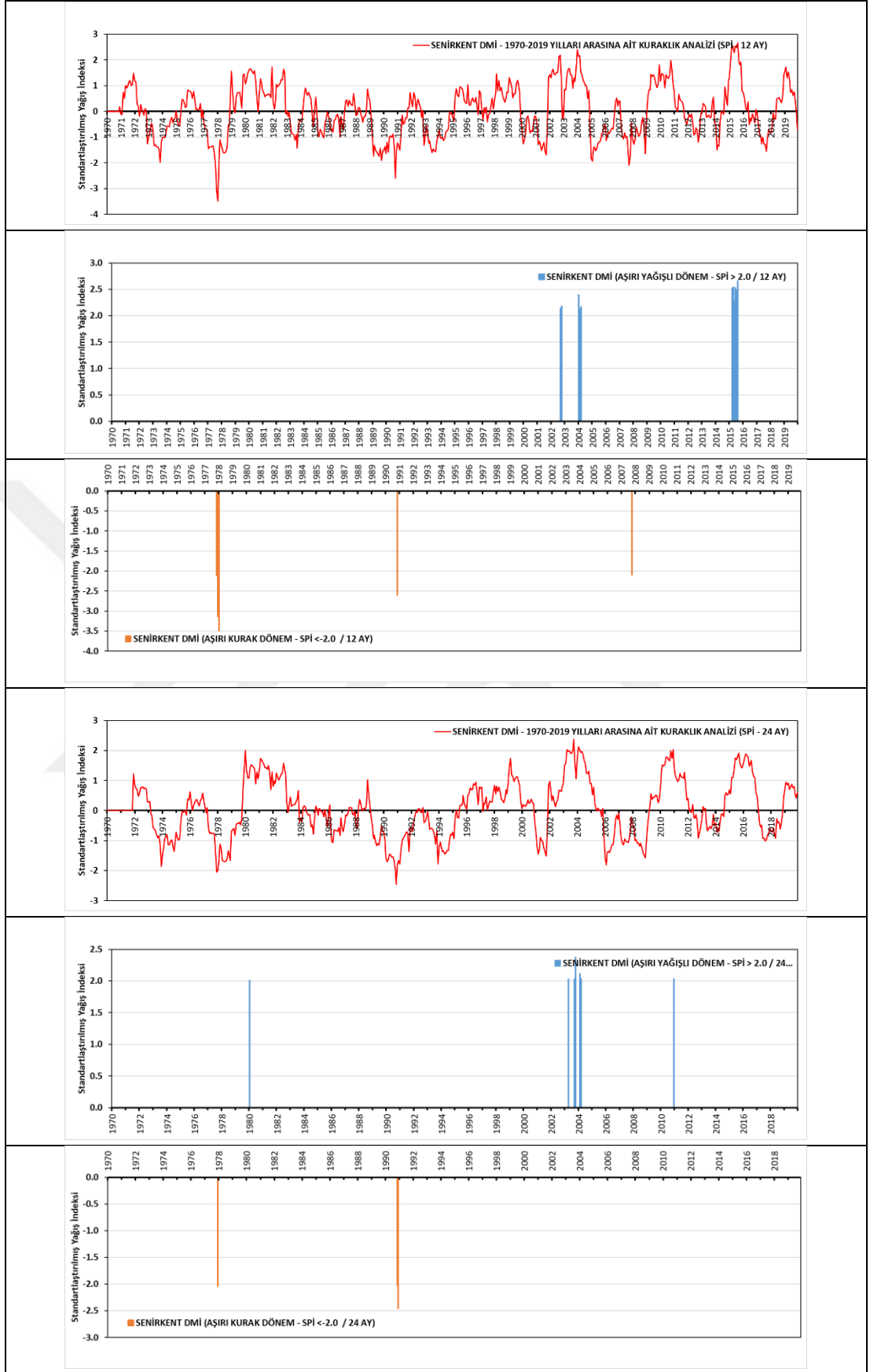
Senirkent DMİ için aşırı yağışlı periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Ocak 1981, Mart 1995, Temmuz 1995, Temmuz 1996, Nisan 1997, Ağustos 1999, Kasım 2001, Eylül 2002, Nisan 2003, Haziran 2015, Haziran 2018 yıllarında yaşandığı görülmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ağustos 2018 yılında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ağustos 2015 yılında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ağustos 2015 yılında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Mart 2015 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2010 yılında aşırı yağışlı periyodların yaşandığı belirlenmiştir.



Şekil 4.195. Senirkent DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri



Şekil 4.196. Senirkent DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

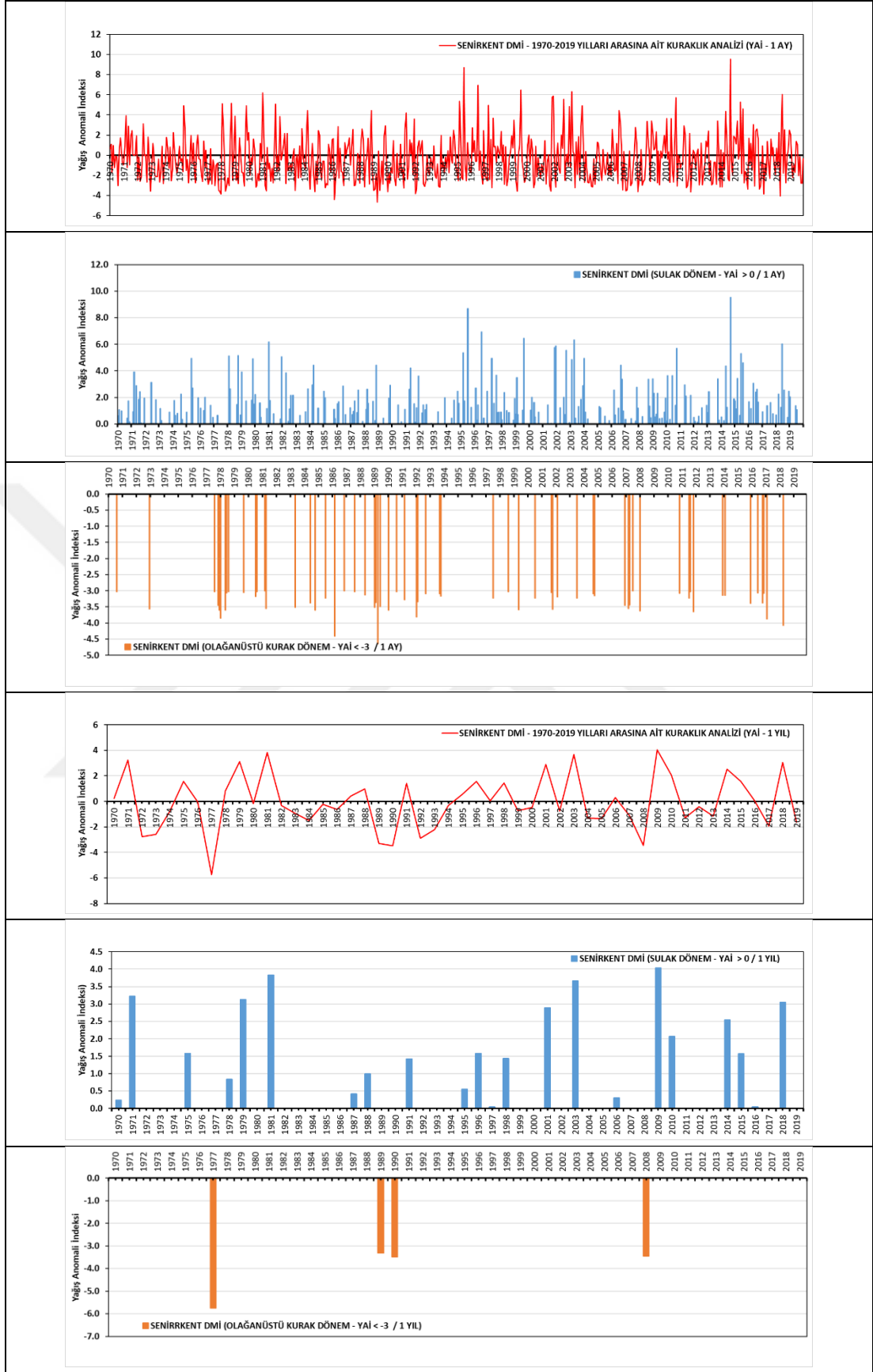


Şekil 4.197. Senirkent DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

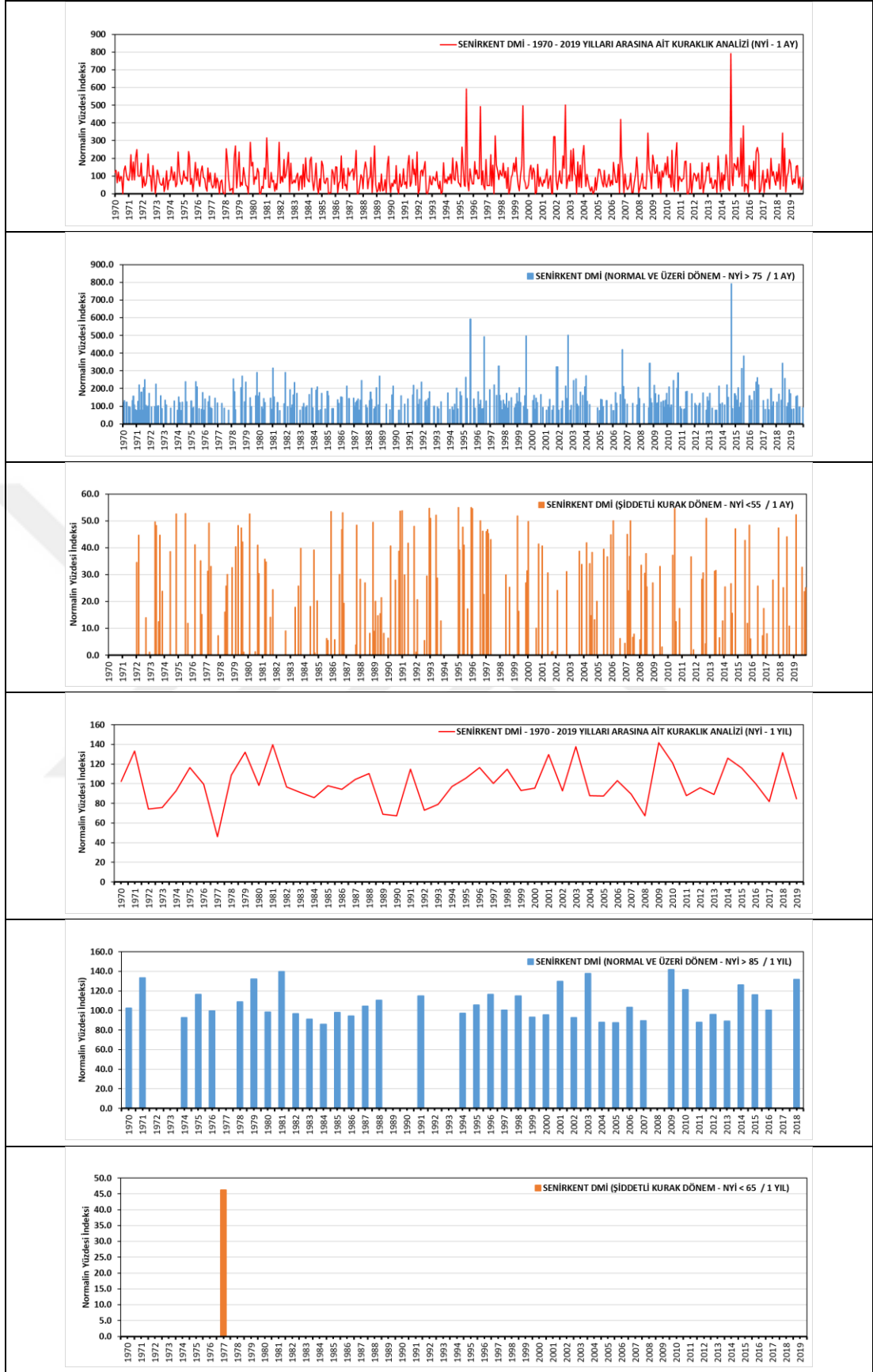
Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.198’de verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ en olağanüstü kuraklık periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -4.65 indeks değeri ile Nisan 1989’da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -5.75 indeks değeri ile 1977’de yaşanmıştır. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönem 9.54 indeks değeri ile Eylül 2014’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 4.03 indeks değeri ile 2009 yılında yaşanmıştır.

Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.199’da verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Ekim 2019 tarihinde çok kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise sadece 1977 yılında çok kurak periyot yaşanmıştır. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Aralık 2019 tarihinde kurak olmayan normal periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2018 yılında kurak olmayan normal periyot başlamıştır.

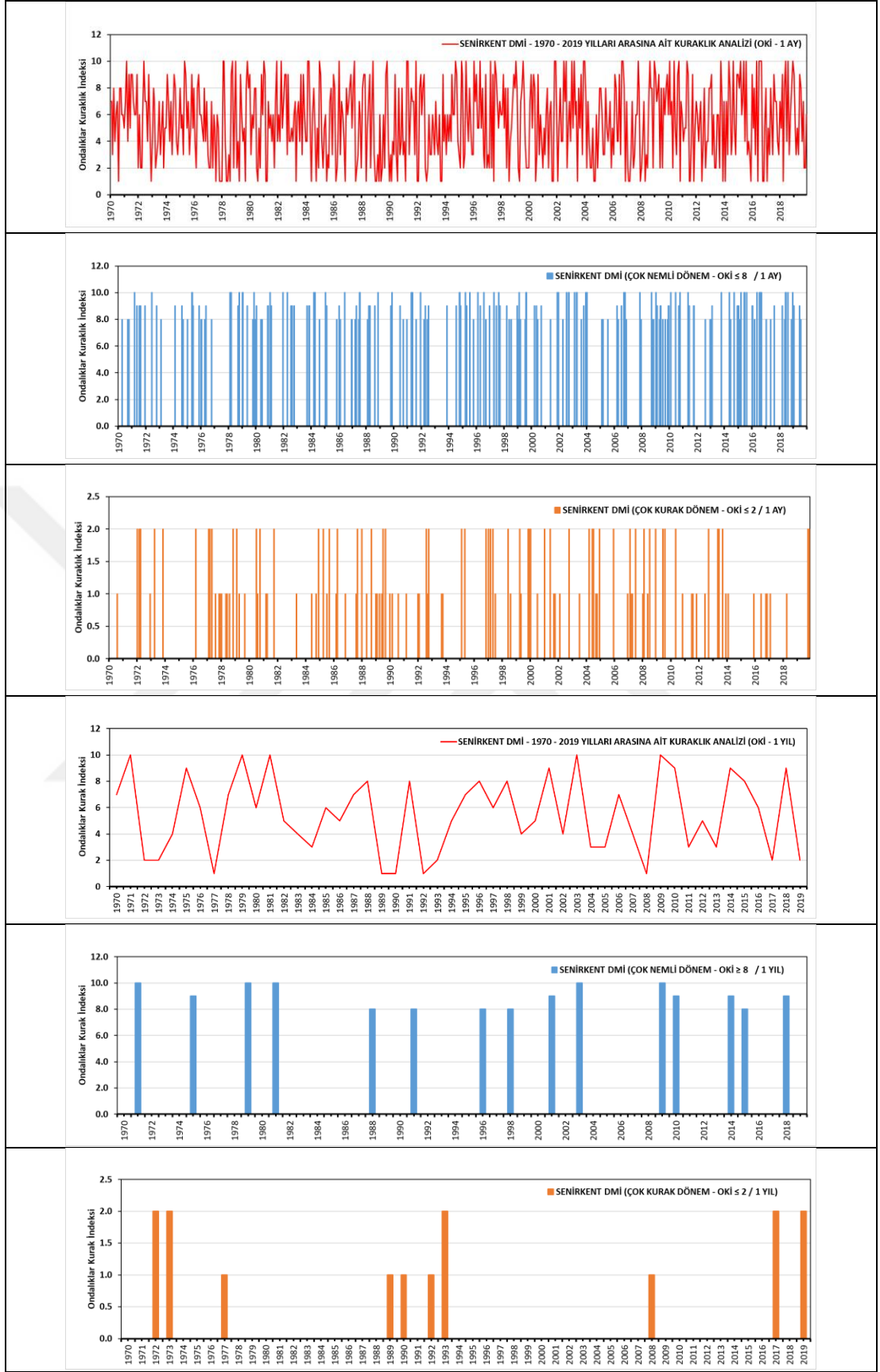
Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondallıklar kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.200’de verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Nisan 2018 tarihinde çok kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2008 yılında çok kurak periyot yaşanmıştır. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Haziran 2019 tarihinde çok nemli periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2018 yılında çok nemli periyot gözlenmiştir.



Şekil 4.198. Senirkent DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri



Şekil 4.199. Senirkent DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri

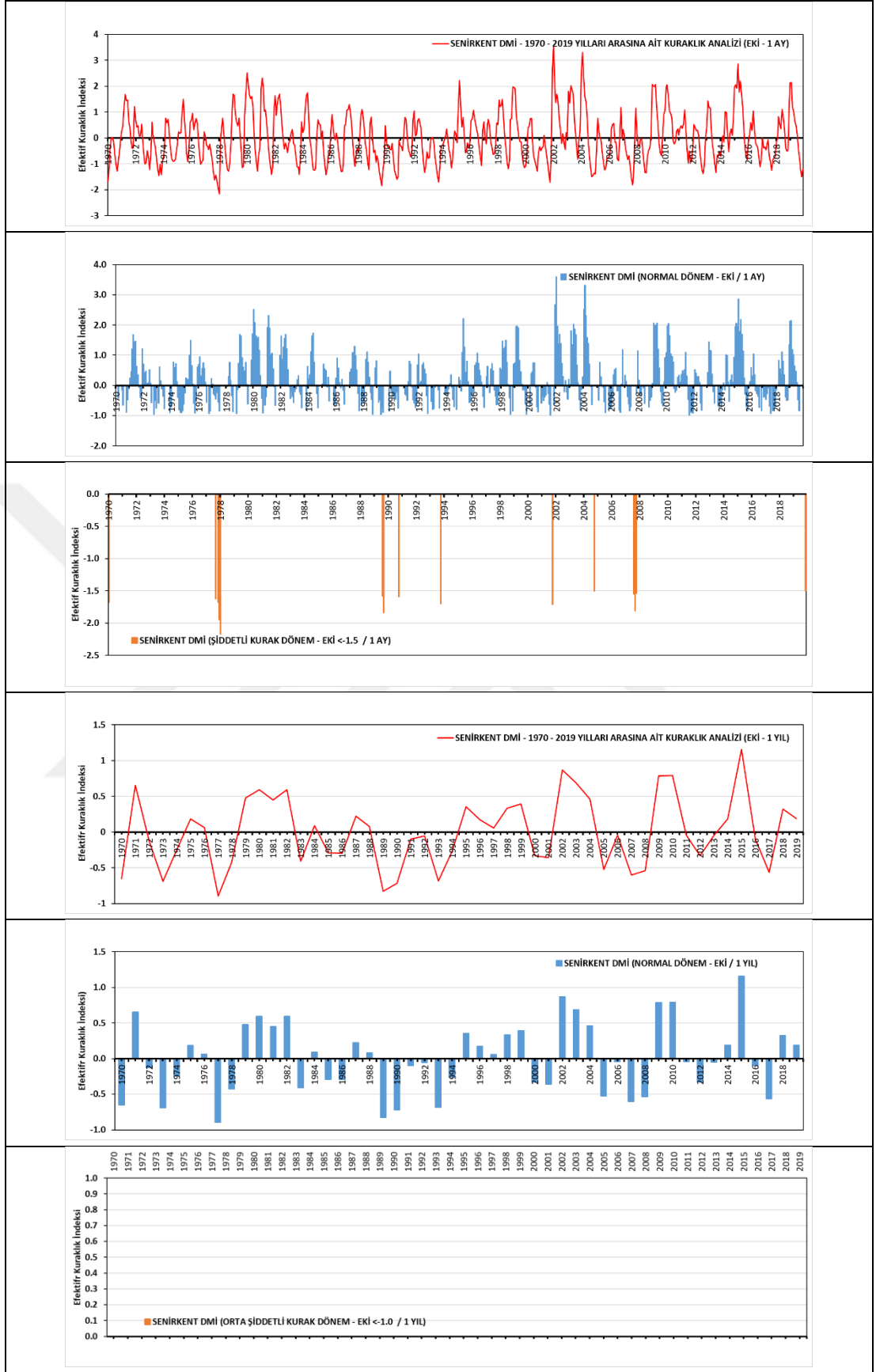


Şekil 4.200. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri

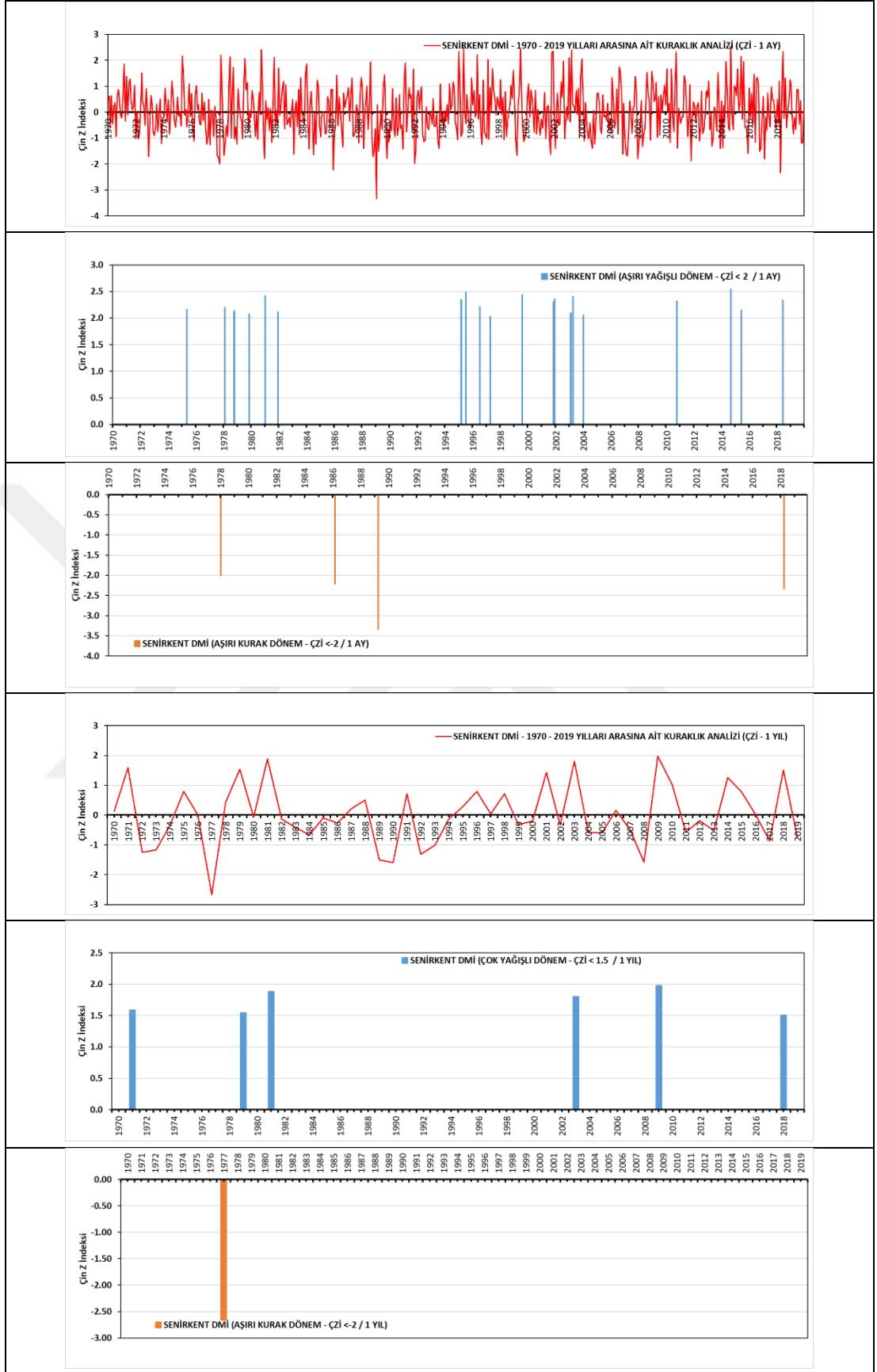
Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde efektif kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.201'de verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ için şiddetli kuraklık periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ekim 2007'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise orta şiddetli kuraklık yaşanmamıştır. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde normal / yağışlı dönem en son Aralık 2019'da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise sadece 1970 yılında yaşanmıştır.

Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.202'de verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ için aşırı kurak periyotlar 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Ocak 1978, Mart 1986, Nisan 1989 ve Nisan 2018 yıllarında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise sadece 1977 yılında yaşanmıştır. En aşırı kurak dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -2.34 ile Nisan 1989'da; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -2.66 ile 1977 yılında yaşanmıştır. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemler Kasım 2001, Şubat 2003, Nisan 2003, Ocak 2004, Ekim 2010, Eylül 2014, Haziran 2015 en son Haziran 2018'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1971, 1979, 1981, 2003, 2009 ve 2018 yıllarında yaşanmıştır. En aşırı yağışlı dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2.55 ile Eylül 2014'de; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 1.97 ile 2009 yılında yaşanmıştır.

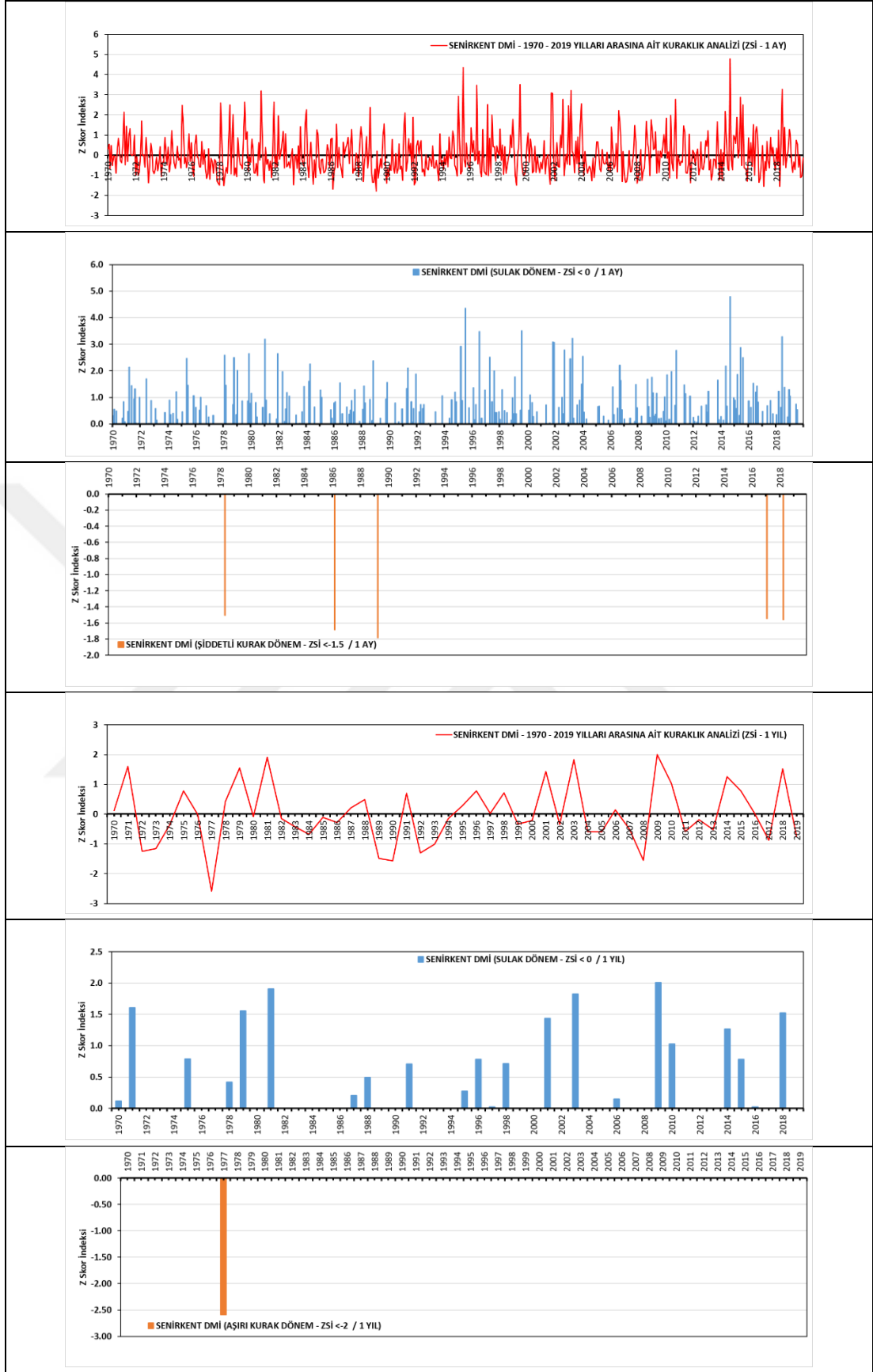
Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.203'de verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Nisan 2018'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1977'de yaşandığı belirlenmiştir. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönem en son Mayıs 2016'da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2018 yılında yaşandığı görülmektedir.



Şekil 4.201. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde EKI kuraklık indeksleri



Şekil 4.202. Senir Kent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZI kuraklık indeksleri

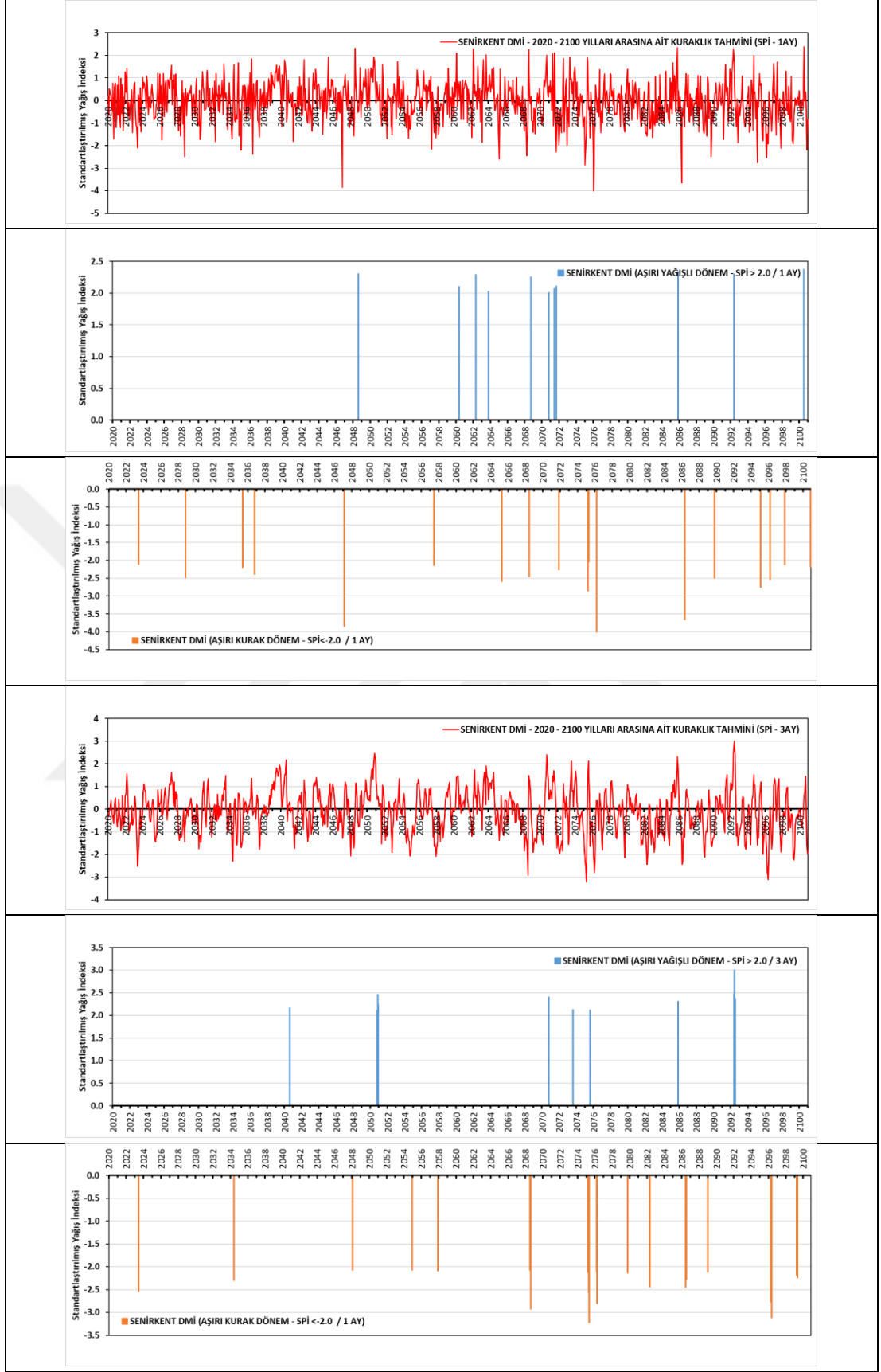


Şekil 4.203. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri

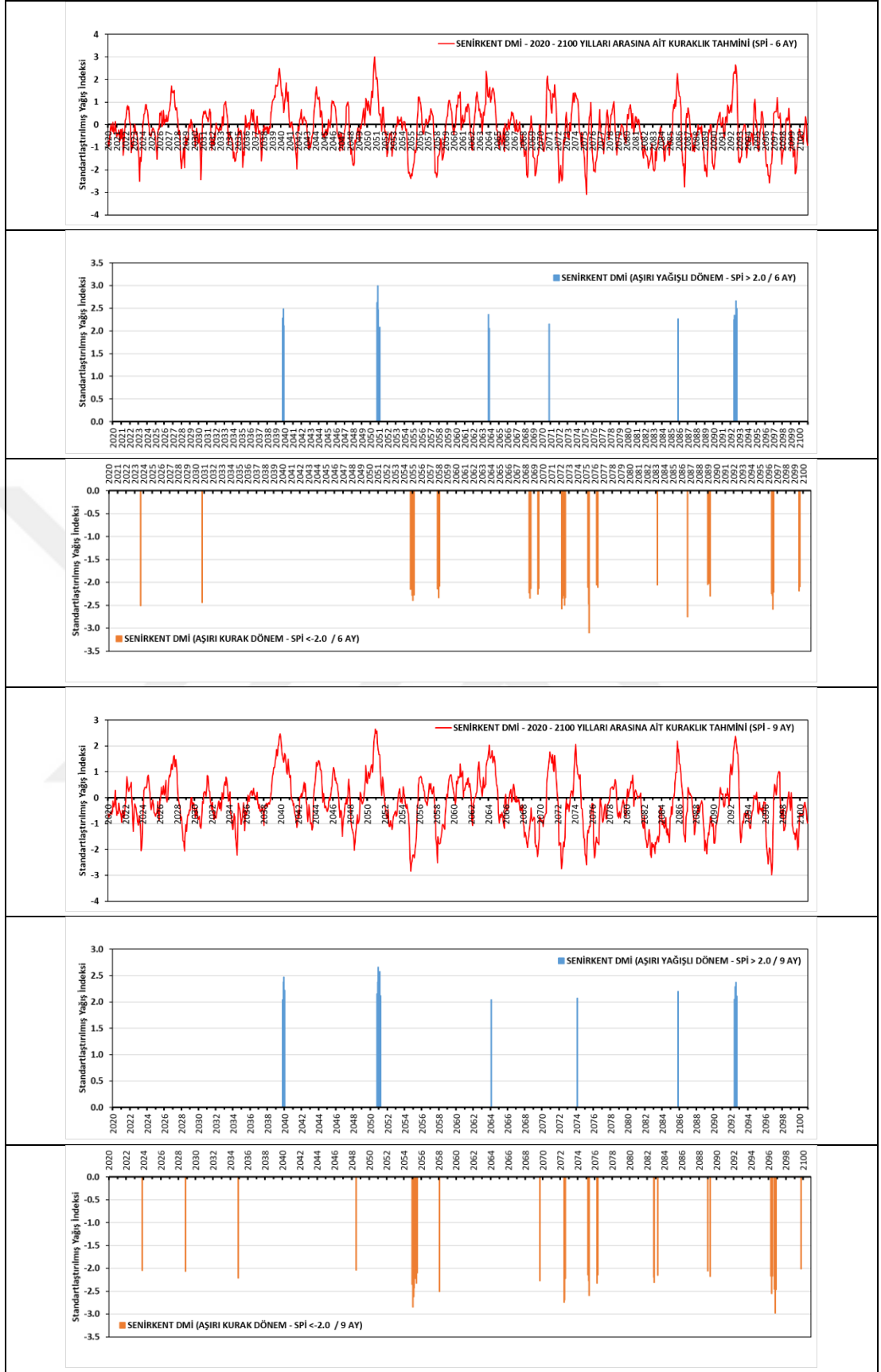
Geleceğe Yönelik Kuraklık Tahminleri

Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine yönelik hazırlanmış olan grafikler Şekil 4.204, 4.205 ve 4.206'da verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Haziran 2023, Kasım 2028, Haziran 2035, Ekim 2036, Şubat 2047, Haziran 2057, Nisan 2065, Haziran 2068, Kasım 2071, Mart 2075; 2076, Mayıs 2086, Ekim 2089, Şubat 2095, Mart 2096, Kasım 2097, Kasım 2100 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2034 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2030 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2028 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2058 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2076 ve 2083 yıllarında aşırı kurak periyodların yaşanacağı öngörülmektedir.

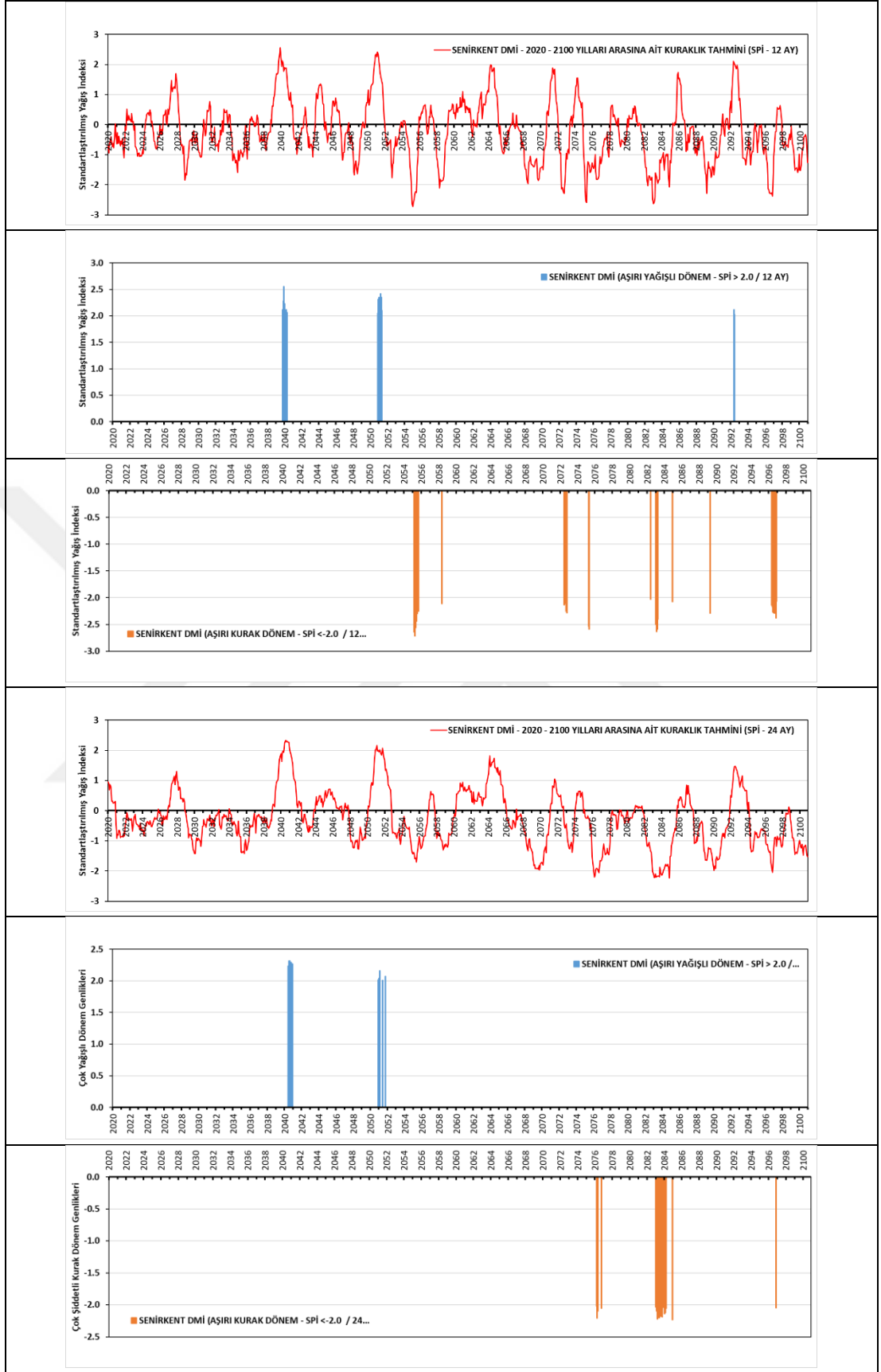
Senirkent DMİ için aşırı yağışlı periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Ağustos 2048, Mayıs 2060, Nisan 2062, Ekim 2063, Eylül 2068, Ekim 2070, Haziran 2071, Eylül 2071, Kasım 2085, Mayıs 2092 ve Temmuz 2100 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2040, 2050, 2070, 2073, 2075, 2085, 2092 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039, 2050, 2063, 2070, 2085, 2092 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039 ve 2050 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2040, 2050 ve 2092 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2040 yılında aşırı yağışlı periyodların yaşanacağı öngörülmektedir. En uzun yağışlı periyotların 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 92 gün süre ile 2092'den, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 151 gün süre ile 2050'den, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 182 gün süre ile 2050'den, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 212 gün süre 2050'den, 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2040'dan itibaren yaşanacağı beklenmektedir.



Şekil 4.204. Senirkent DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.205. Senirkent DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

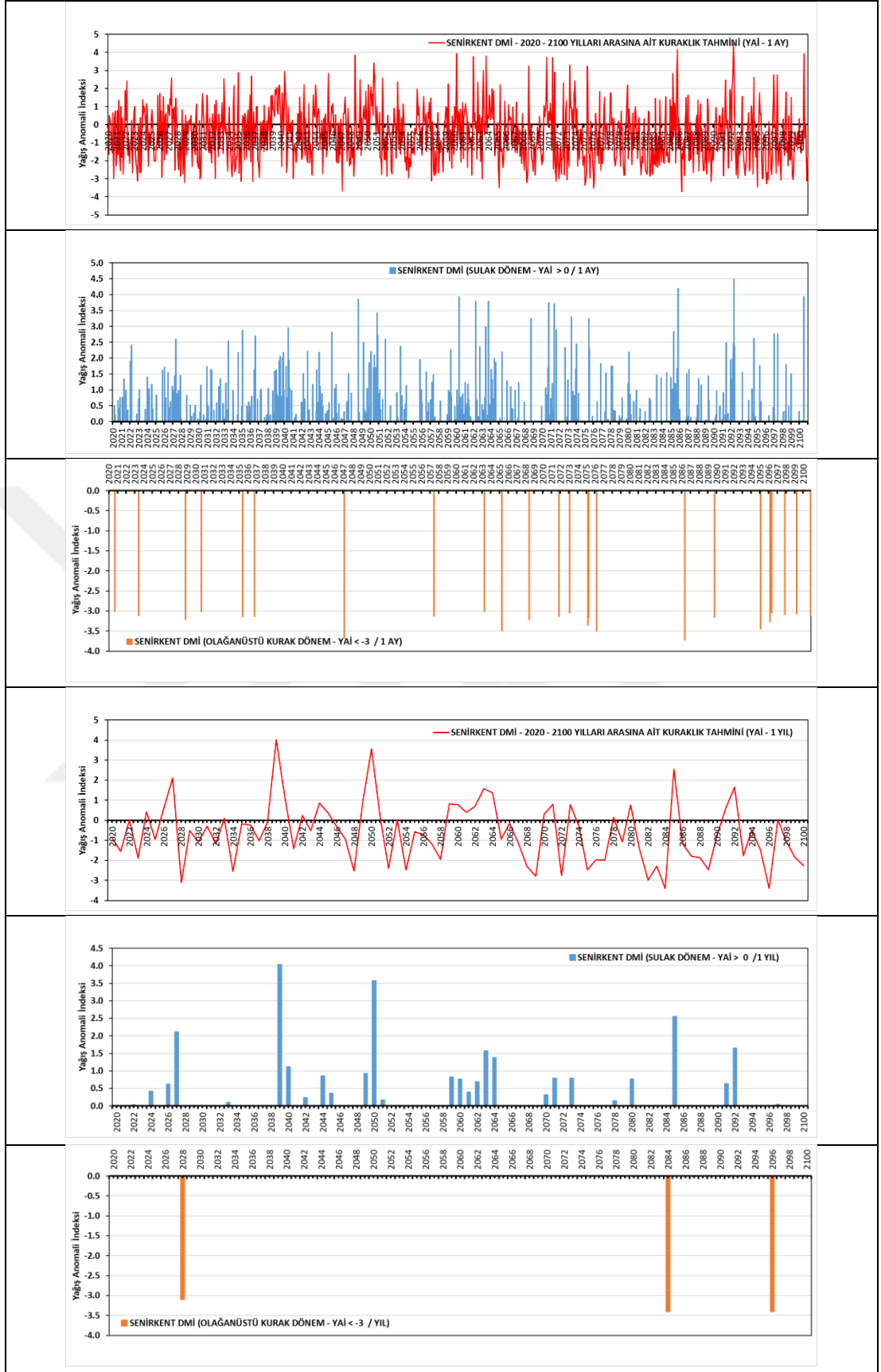


Şekil 4.206. Senirkent DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

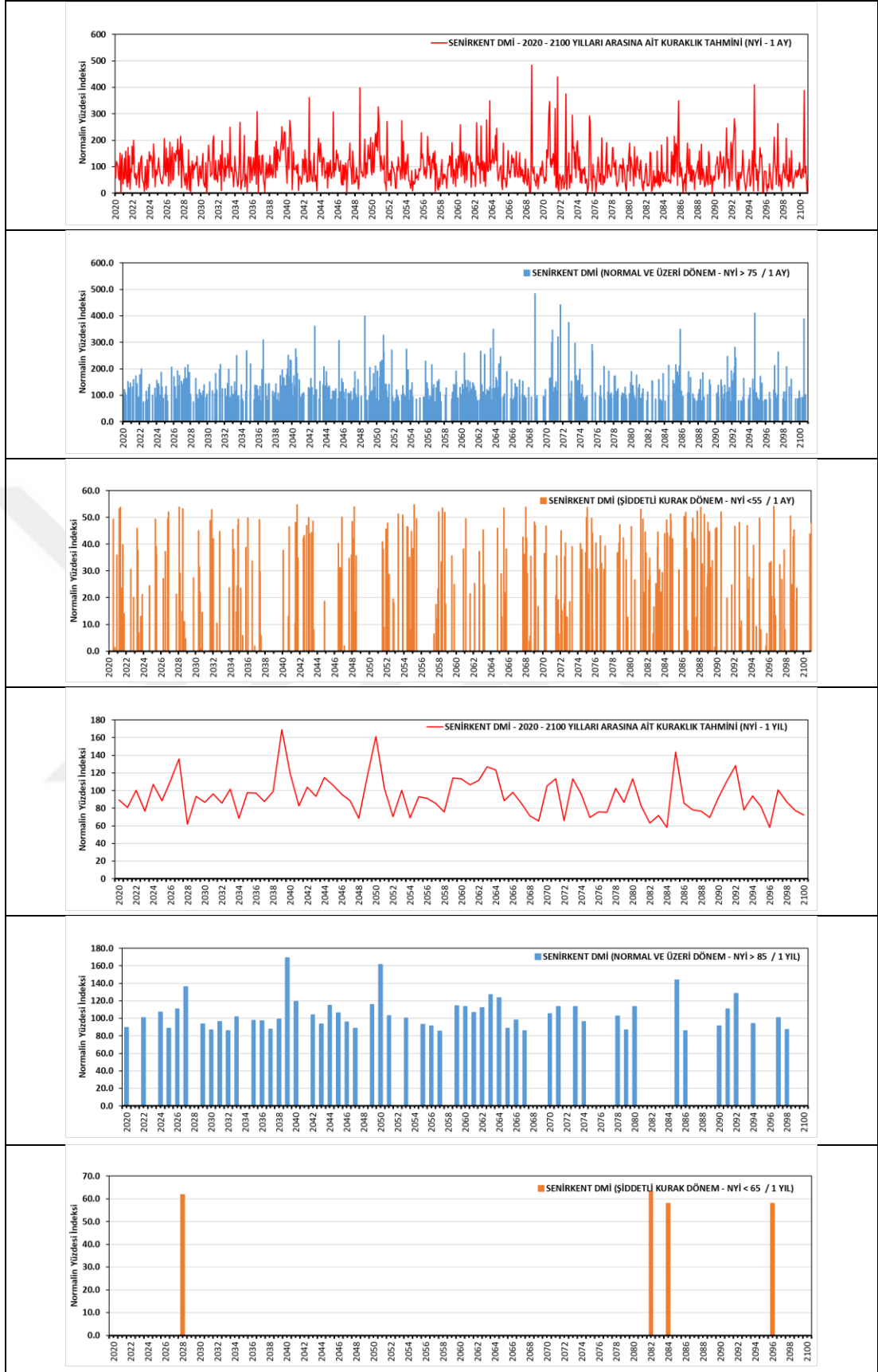
Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, elde edilen grafikler Şekil 4.207’de verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ olağanüstü kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -3.67 indeks değeri ile Şubat 2047’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -3.41 indeks değeri ile 2084’de yaşanacağı tahmin edilmektedir. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönemin 4.48 indeks değeri ile Mayıs 2092 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 4.03 indeks değeri ile 2039 yılında yaşanacağı öngörülmektedir.

Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.208’de verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ağustos 2021 tarihinde şiddetli kurak periyot yaşanacaktır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2028 yılında şiddetli kurak periyot beklenmektedir. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Eylül 2021 tarihinde kurak olmayan normal periyot beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2022 yılında kurak olmayan normal periyot yaşanacağı öngörülmektedir.

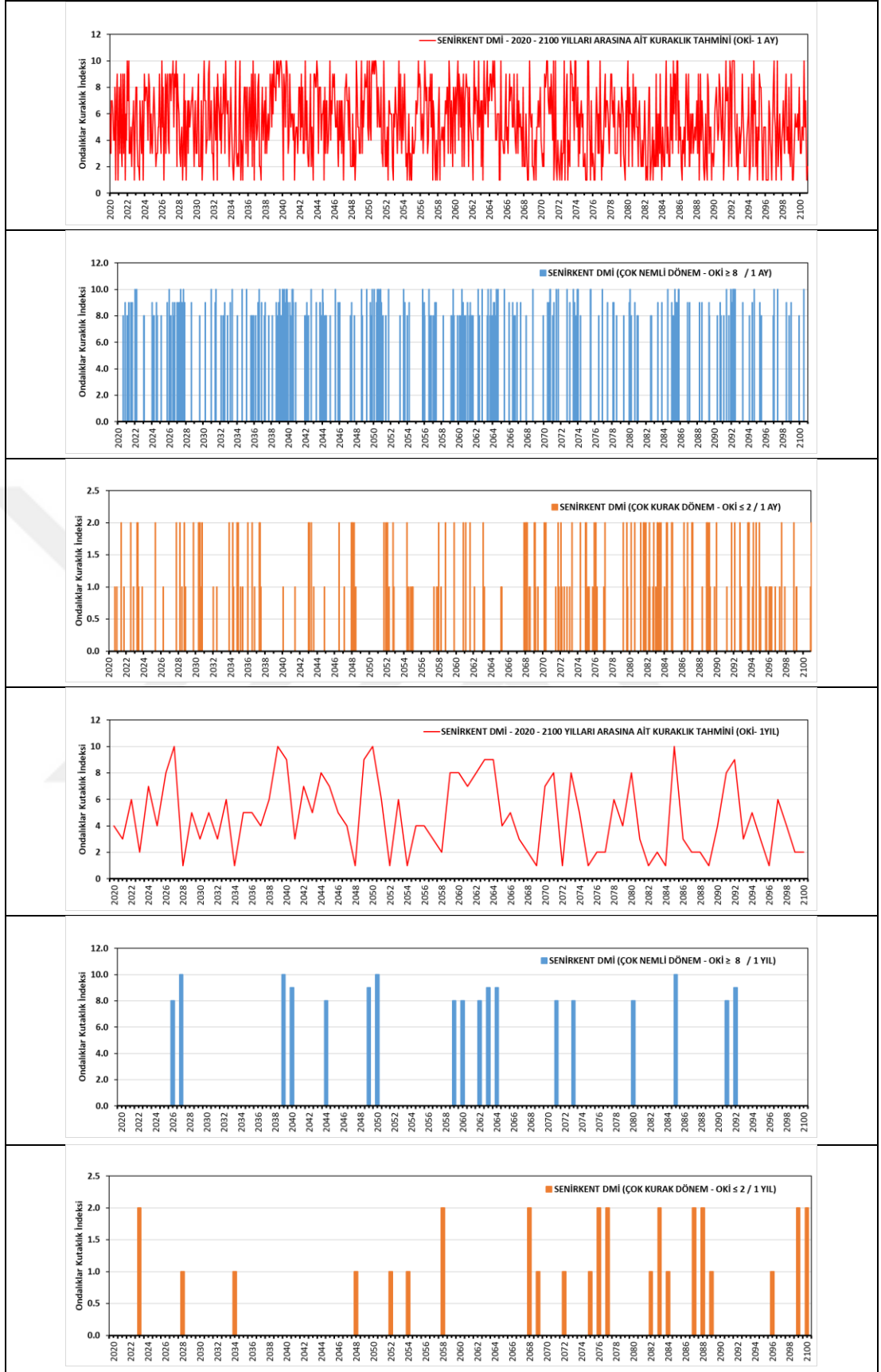
Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondalıklar kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.209’da verilmiştir. Buna göre, Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ekim 2021 tarihinde çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2028 yılında çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Eylül 2021 tarihinde çok nemli periyot beklenmekte iken 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2026 yılında çok nemli periyot beklenmektedir.



Şekil 4.207. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.208. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYI kuraklık indeks tahminleri

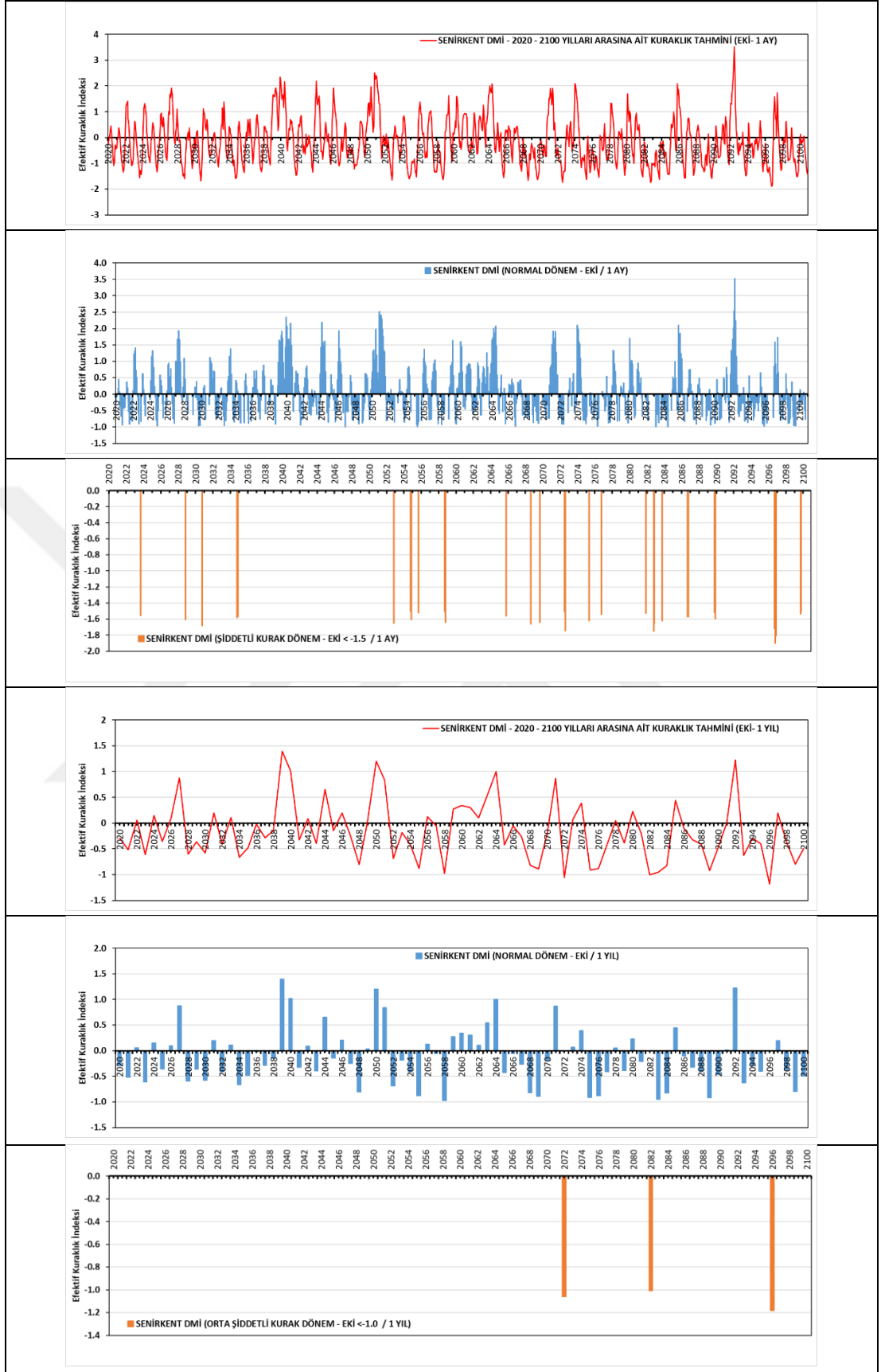


Şekil 4.209. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri

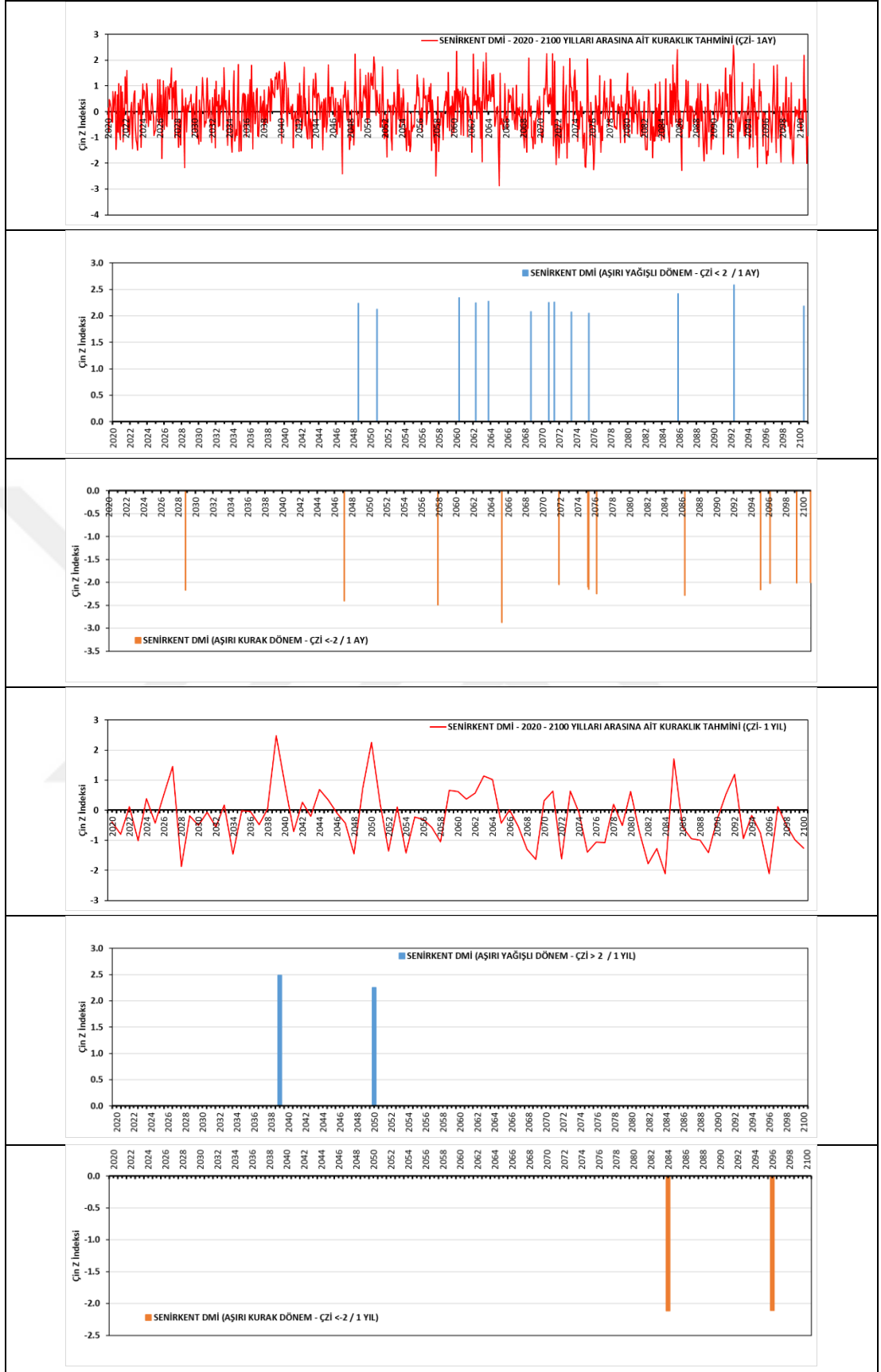
Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde efektif kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.210'da sunulmuştur. Buna göre, Senirkent DMİ için şiddetli kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken Eylül 2023'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2072'de yaşanması beklenmektedir. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde normal / yağışlı dönemin en erken Aralık 2021'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2073 yılında yaşanması beklenmektedir.

Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.211'de sunulmuştur. Buna göre, Senirkent DMİ için aşırı kurak periyotların 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Kasım 2028, Şubat 2047, Aralık 2057, Nisan 2065, Kasım 2071, Mart 2075, Mart 2076, Mayıs 2086, Şubat 2095, Mart 2096, Nisan 2099, Kasım 2100 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2084 ve 2096 yıllarında yaşanması beklenmektedir. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemlerin ise Ağustos 2048, Ekim 2050, Mayıs 2060, Nisan 2062, Ekim 2063, Eylül 2068, Ekim 2070, Haziran 2071, Haziran 2073, Haziran 2075, Kasım 2085, Mayıs 2092 ve Temmuz 2100 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2039 ve 2050 yıllarında yaşanması öngörülmektedir.

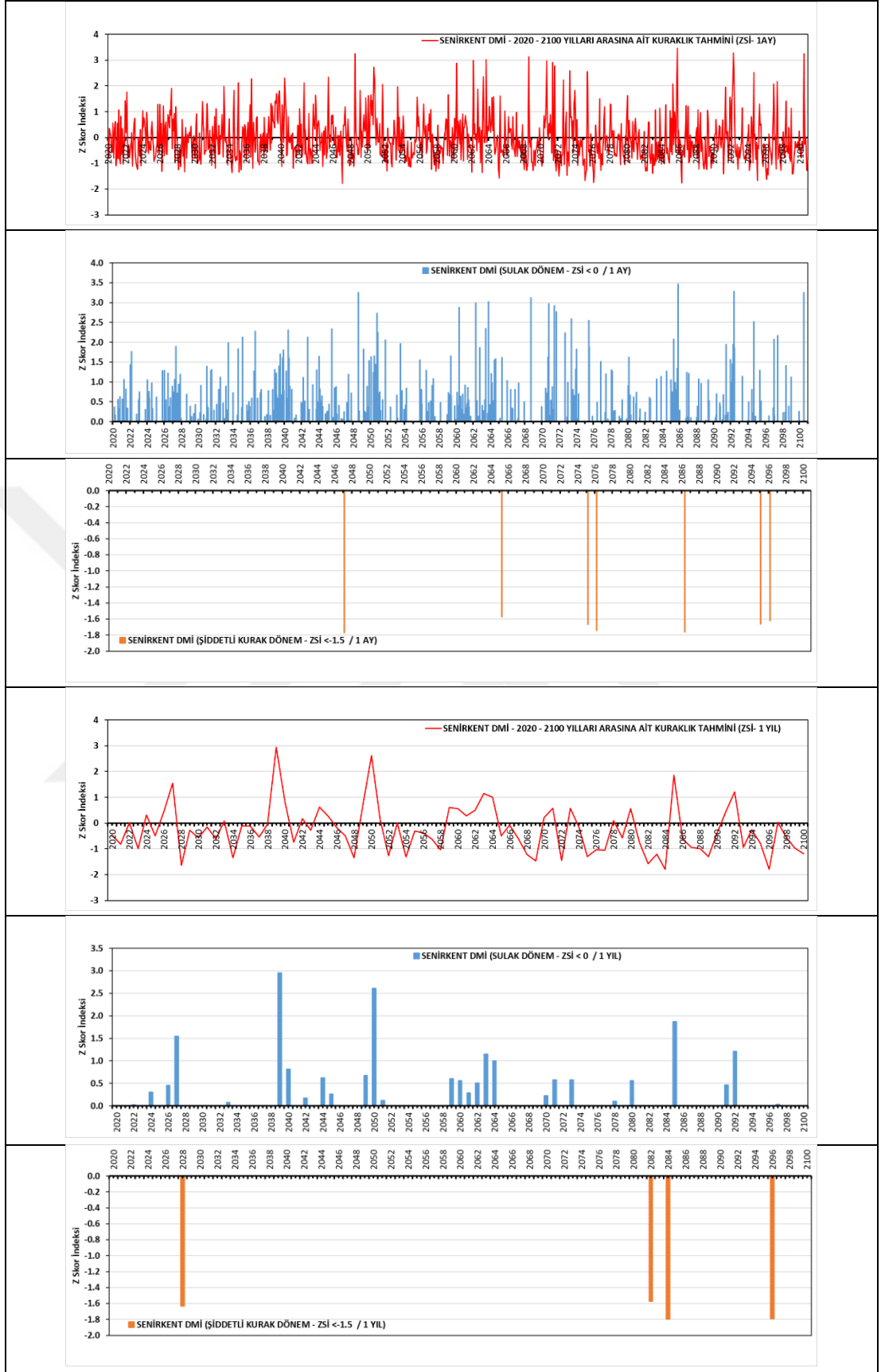
Senirkent Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.212'de sunulmuştur. Buna göre, Senirkent DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken Şubat 2047 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2028 yılında yaşanması beklenmektedir. Senirkent DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönem en erken Eylül 2021'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2022 yılında yaşanması öngörülmektedir.



Şekil 4.210. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik EKI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.211. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZİ kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.212. Senirkent DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri

4.3.1.4. Uluborlu Meteoroloji İstasyonu

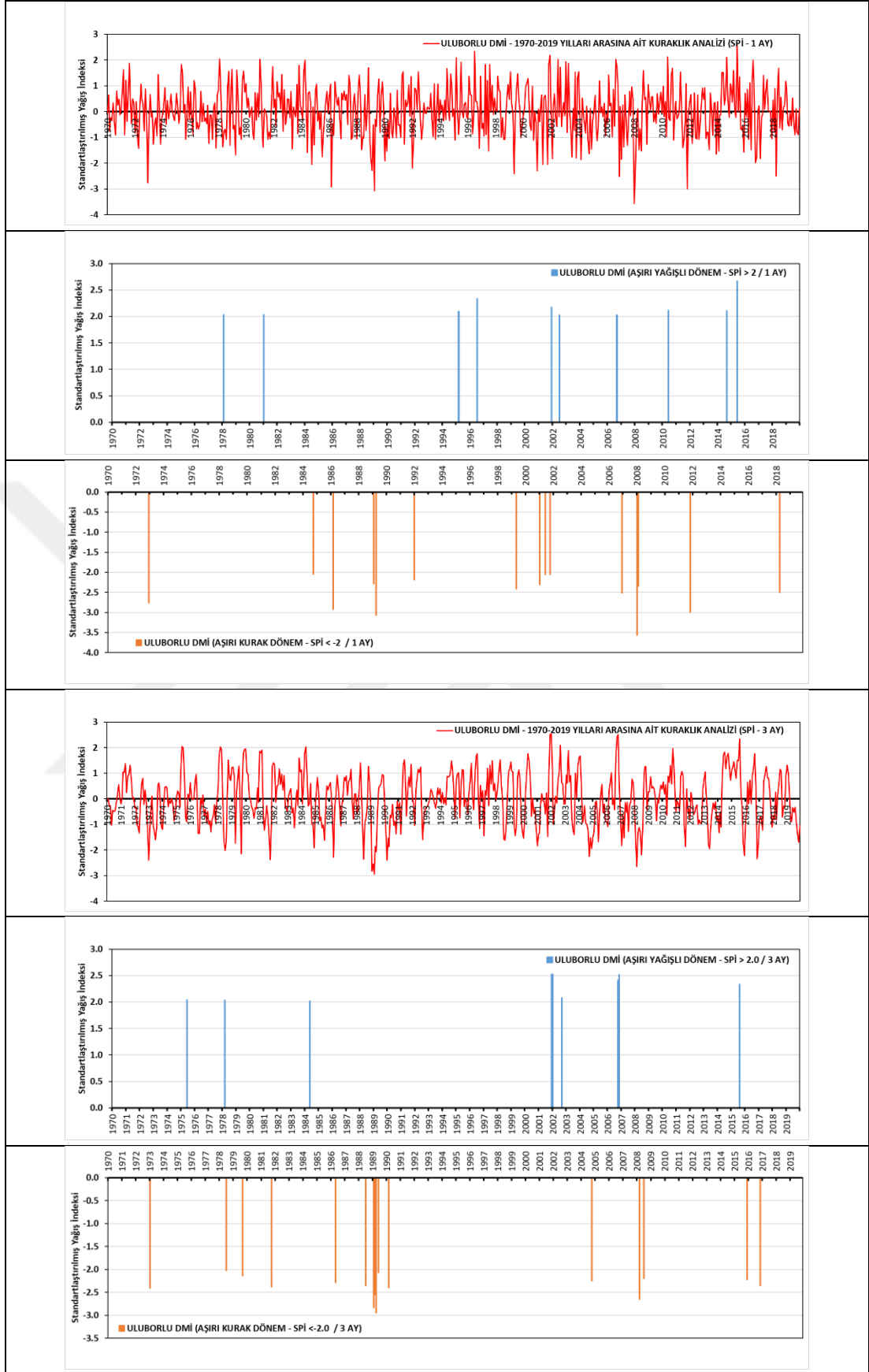
Çalışma alanının mevcut kuraklık analizleri ve geleceğe yönelik kuraklık tahminleri Uluborlu Meteoroloji İstasyonunun 1970-2019 yılları arasında ölçülmüş olan günlük toplam yağış (mm) değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Mevcut Kuraklık Analizleri

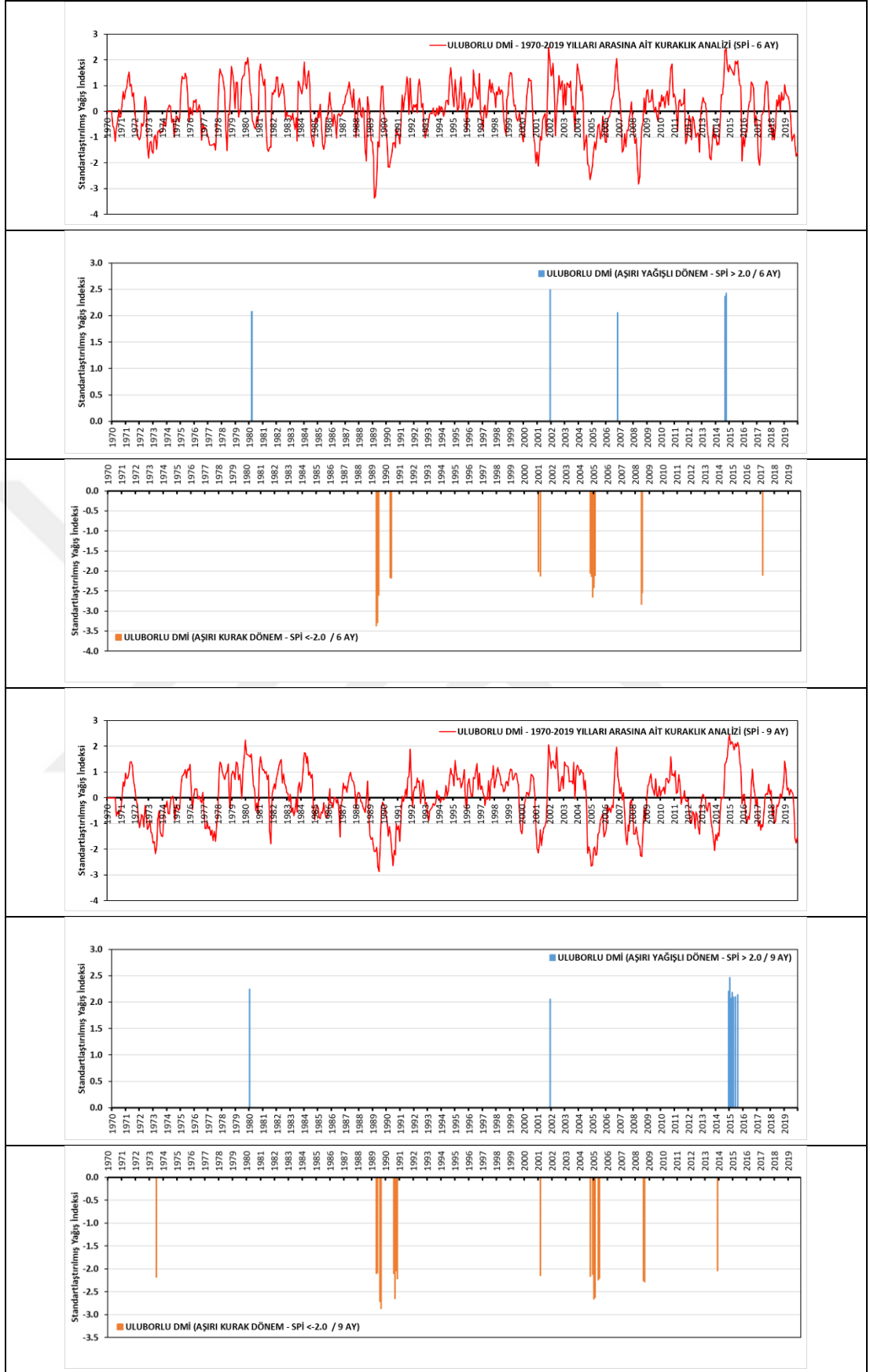
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.213, 4.214 ve 4.215’de verilmiştir.

Buna göre, Uluborlu DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Aralık 1972, Ekim 1984, Mart 1986, Şubat 1989, Nisan 1989, Ocak 1992, Mayıs 1999, Ocak 2001, Haziran 2001, Ekim 2001, Aralık 2006, Ocak 2008, Kasım 2011 ve Nisan 2018 yıllarında yaşandığı görülmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Kasım 2016 yılında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Mart 2017 yılında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Aralık 2013 yılında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Şubat 2014 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2006 yılında aşırı kurak periyodların yaşandığı belirlenmiştir.

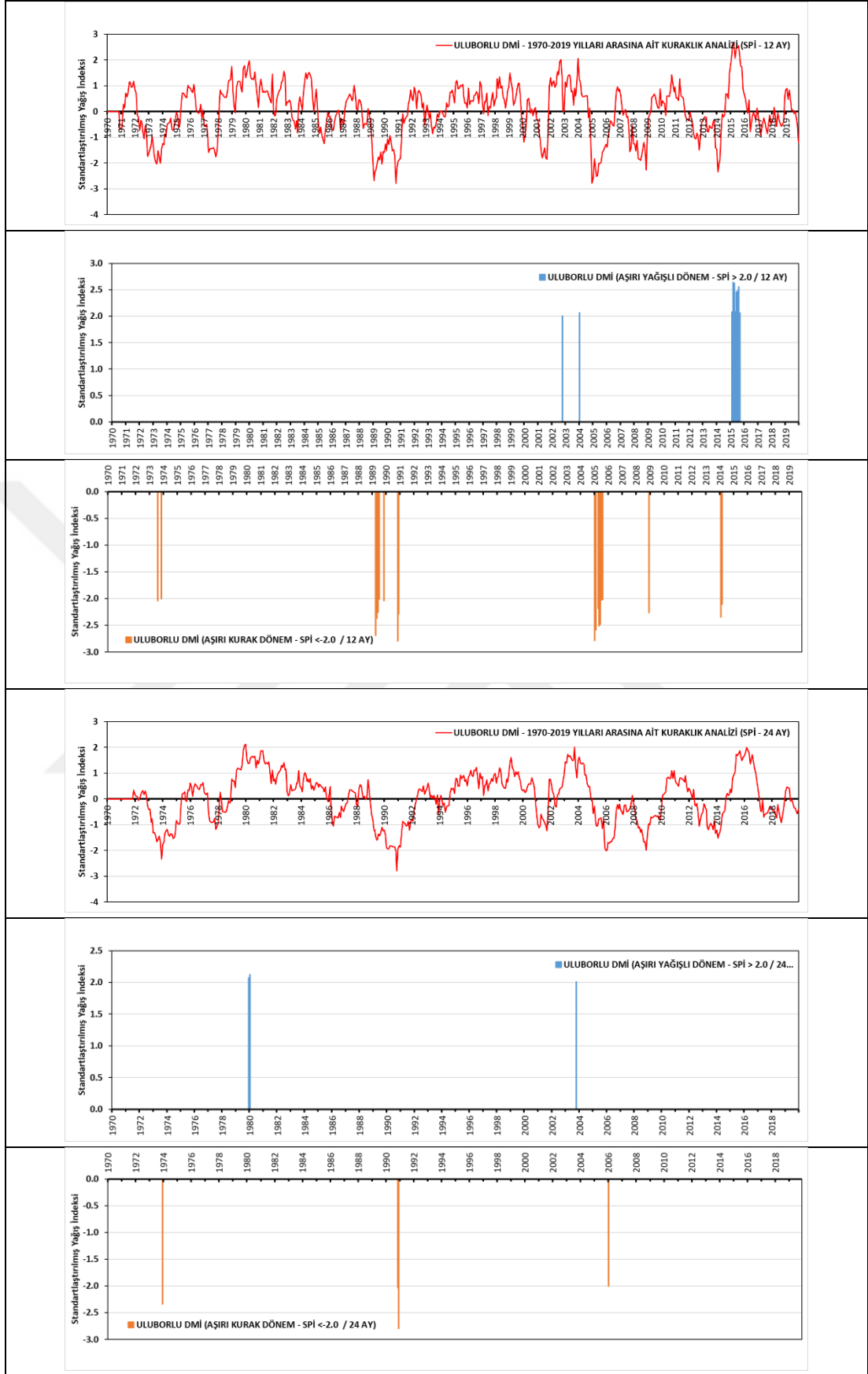
Uluborlu DMİ için aşırı yağışlı periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Şubat 1978, Ocak 1981, Mart 1995, Temmuz 1996, Aralık 2001, Temmuz 2002, Eylül 2006, Haziran 2010, Eylül 2014 ve Haziran 2015 yıllarında yaşandığı görülmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ağustos 2015 yılında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Eylül 2014 yılında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ağustos 2015 yılında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Şubat 2015 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2003 yılında aşırı yağışlı periyodların yaşandığı belirlenmiştir.



Şekil 4.213. Uluborlu DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri



Şekil 4.214. Uluborlu DMI 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

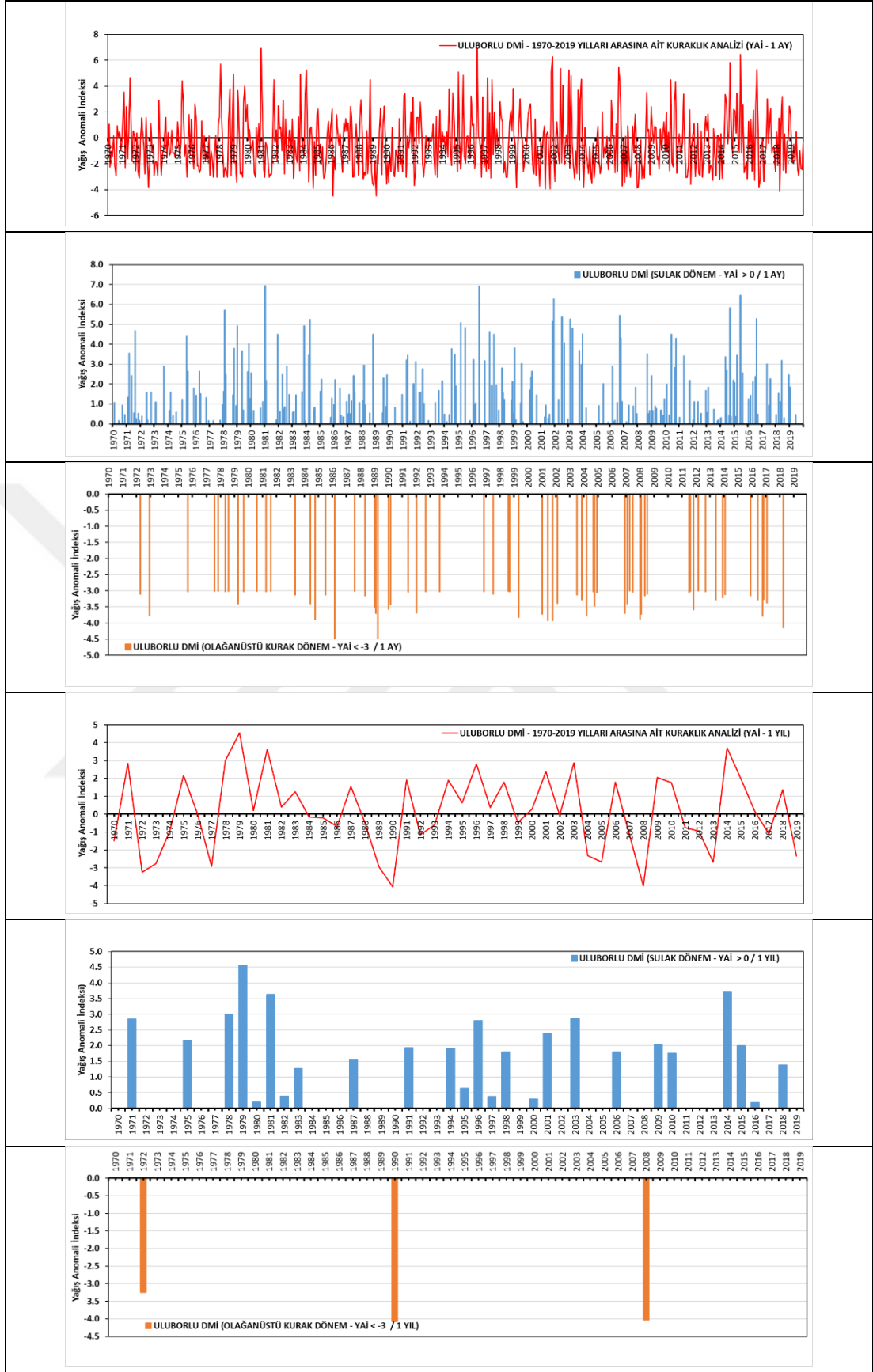


Şekil 4.215. Uluborlu DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

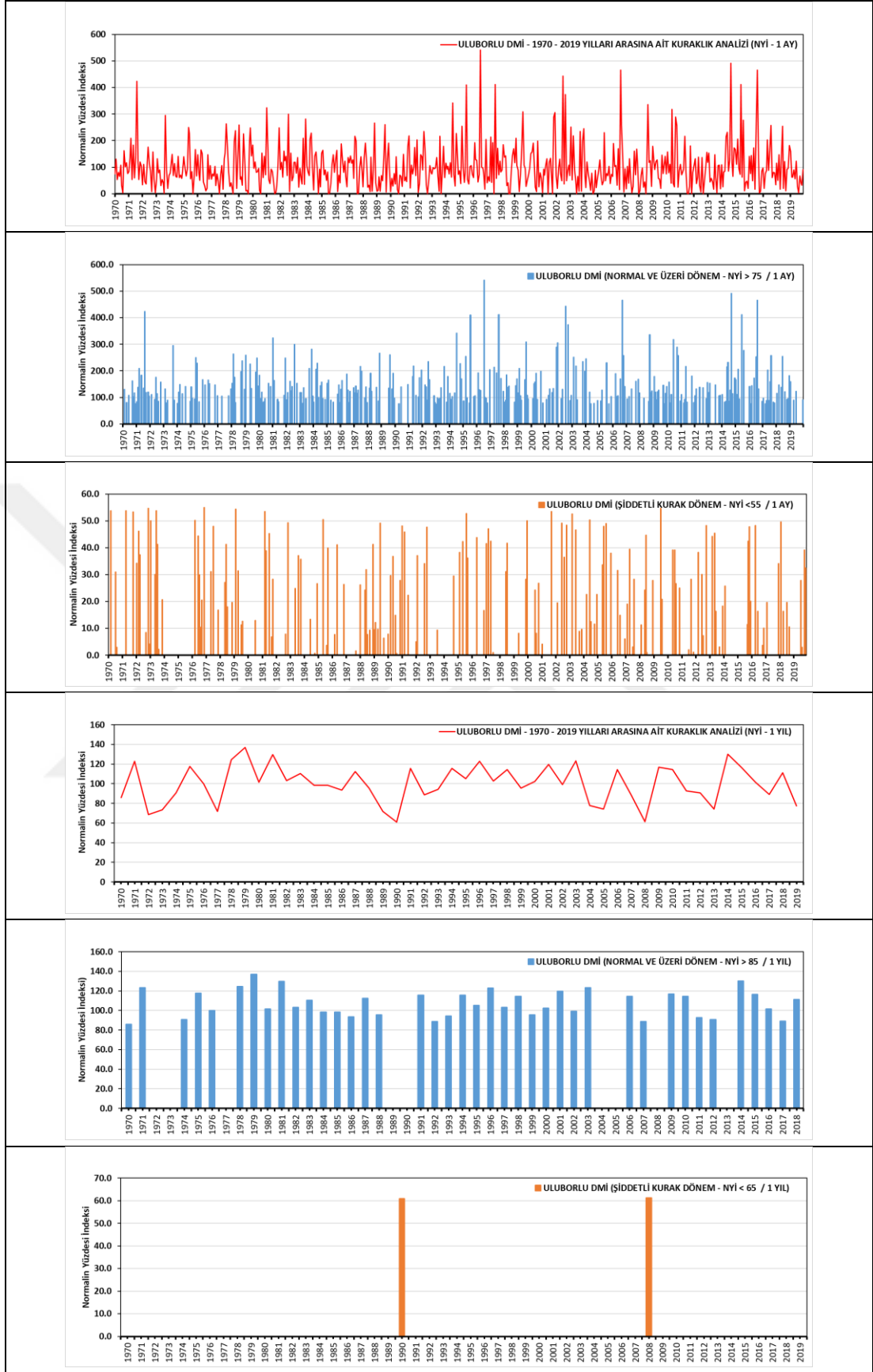
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.216'da verilmiştir. Buna göre, Uluborlu DMİ en olağanüstü kuraklık periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -4.48 indeks değeri ile Nisan 1989'da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -4.07 indeks değeri ile 1990'da yaşanmıştır. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönem 6.93 indeks değeri ile Ocak 1981'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 4.56 indeks değeri ile 1979 yılında yaşanmıştır.

Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.217'de verilmiştir. Buna göre, Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Ekim 2019 tarihinde şiddetli kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1990 ve 2008 yıllarında şiddetli kurak periyot yaşanmıştır. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Temmuz 2019 tarihinde kurak olmayan normal periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2014 yılında kurak olmayan normal periyot başlamıştır.

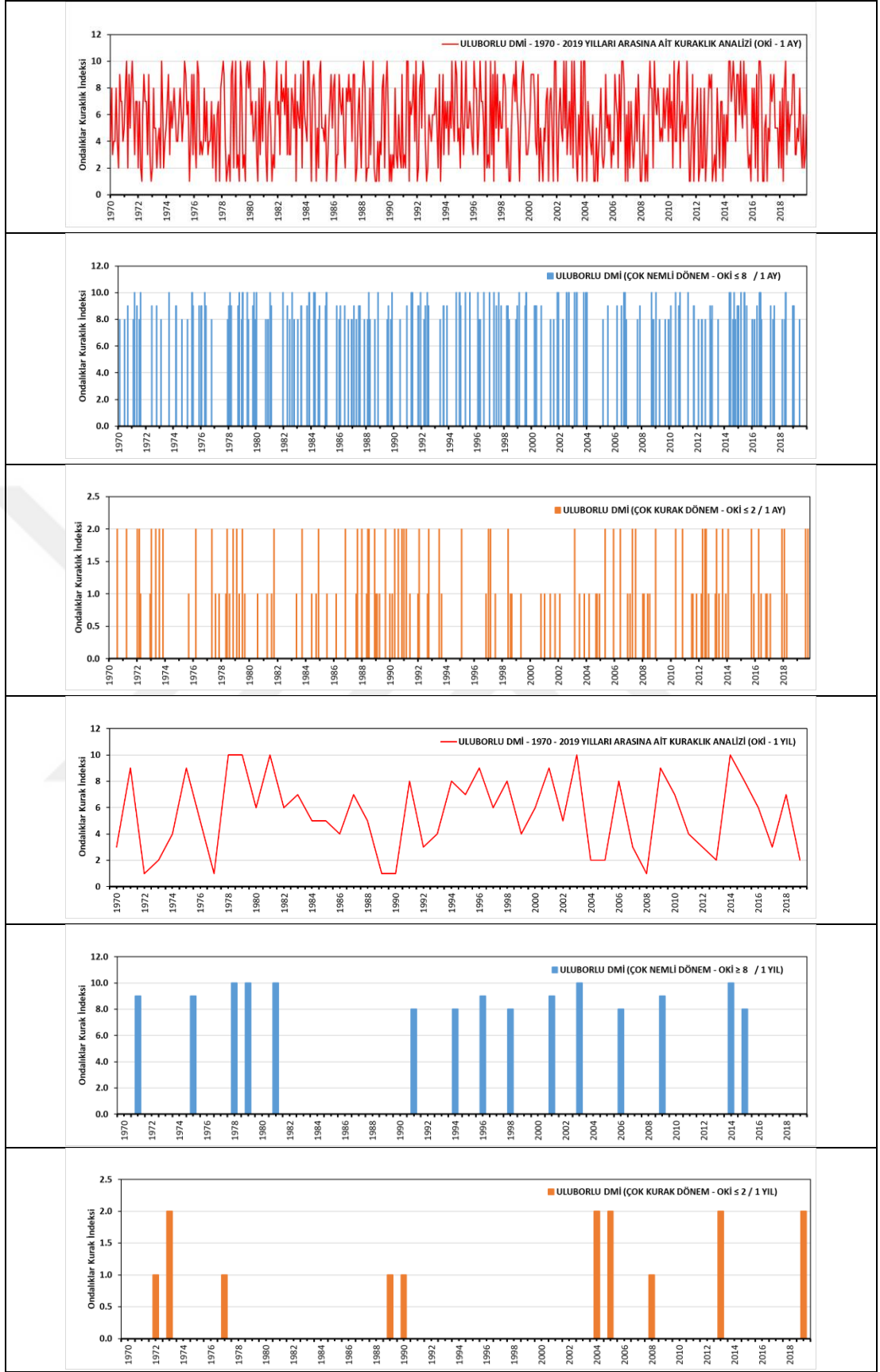
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondalık kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.218'da verilmiştir. Buna göre, Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Ekim 2019 tarihinde çok kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2019 yılında çok kurak periyot yaşanmıştır. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Haziran 2019 tarihinde çok nemli periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2014 yılında çok nemli periyot gözlenmiştir.



Şekil 4.216. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri



Şekil 4.217. Uluborlu DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri

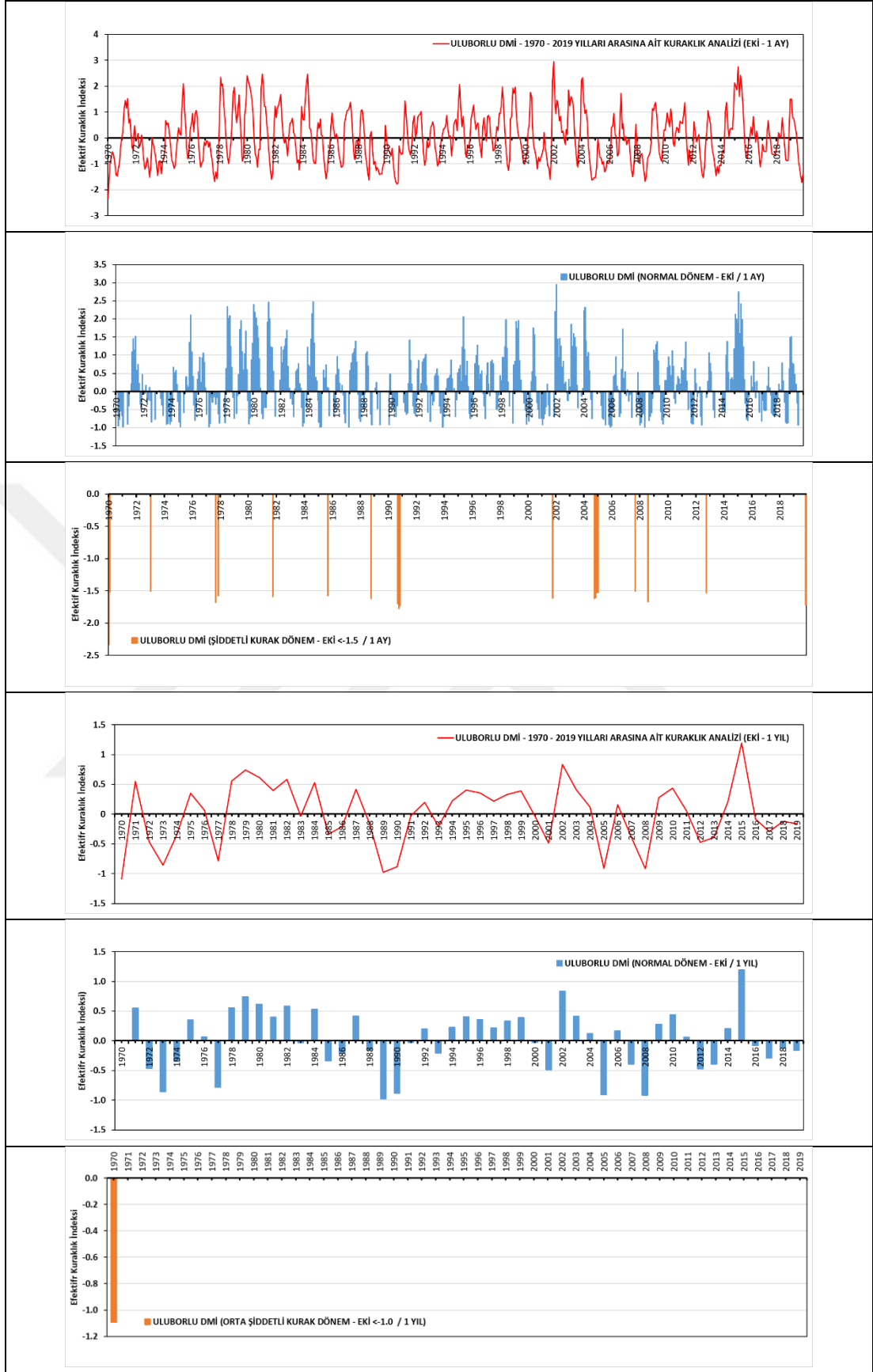


Şekil 4.218. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri

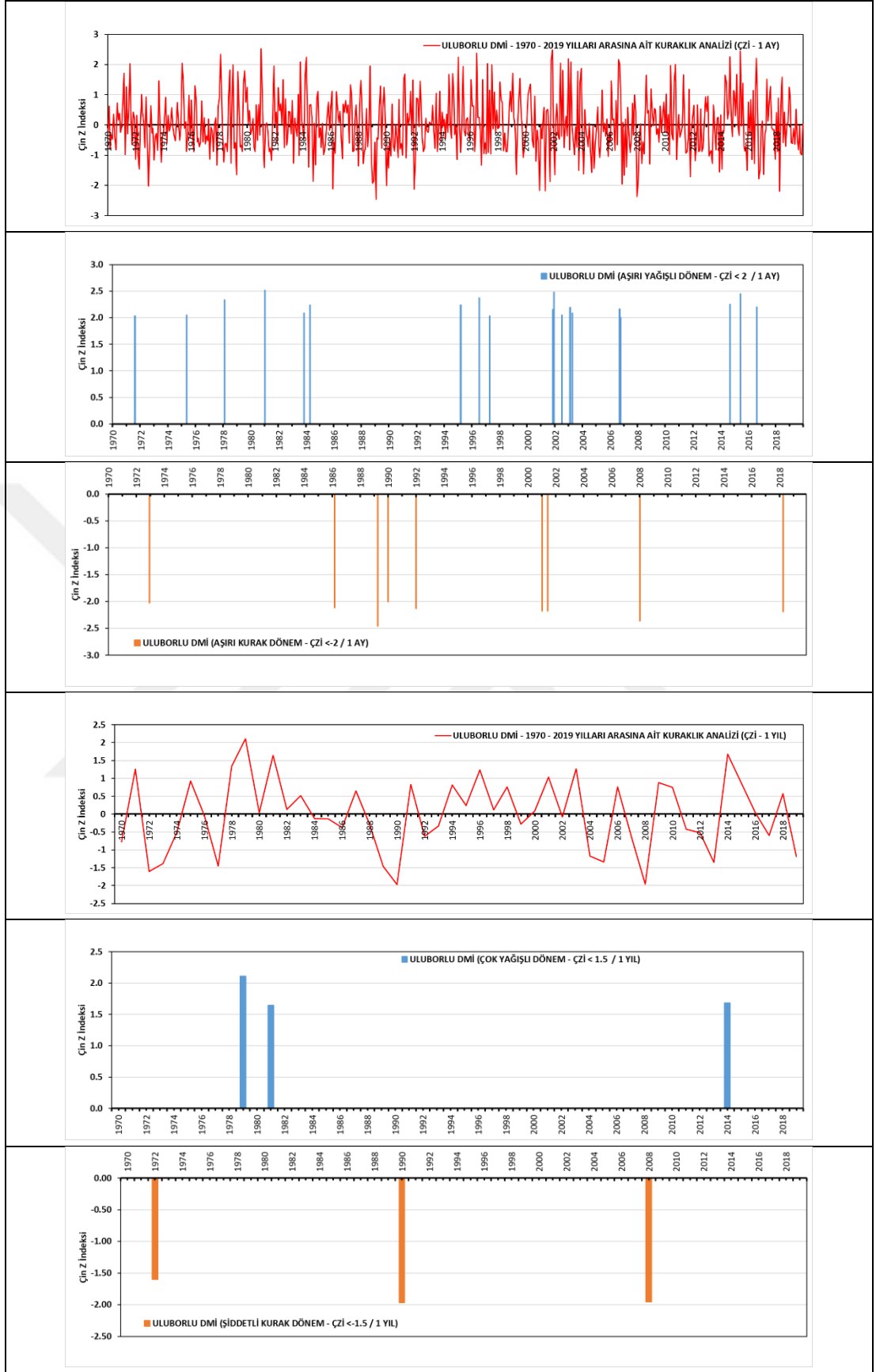
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde efektif kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.219'da verilmiştir. Buna göre, Uluborlu DMİ için şiddetli kuraklık periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Kasım 2019'da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise orta şiddetli kuraklık 1970 yılında yaşanmıştır. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde normal / yağışlı dönem en son Aralık 2016'da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2019 yılında yaşanmıştır.

Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.220'de verilmiştir. Buna göre, Uluborlu DMİ için aşırı kurak periyotlar 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Ocak 1990, Ocak 1992, Ocak ve Haziran 2001, Ocak ve Nisan 2018 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1972, 1990 ve 2008 yıllarında yaşanmıştır. En aşırı kurak dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -2.45 ile Nisan 1989'da; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -1.97 ile 1990 yılında yaşanmıştır. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemler Kasım 2001, Temmuz 2002, Şubat 2003, Nisan 2003, Eylül 2006, Ekim 2010, Eylül 2014, Haziran 2015 ve en son Ağustos 2016'da; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1979, 1981, ve 2014 yıllarında yaşanmıştır. En aşırı yağışlı dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2.52 ile Ocak 1981'de; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2.11 ile 1979 yılında yaşanmıştır.

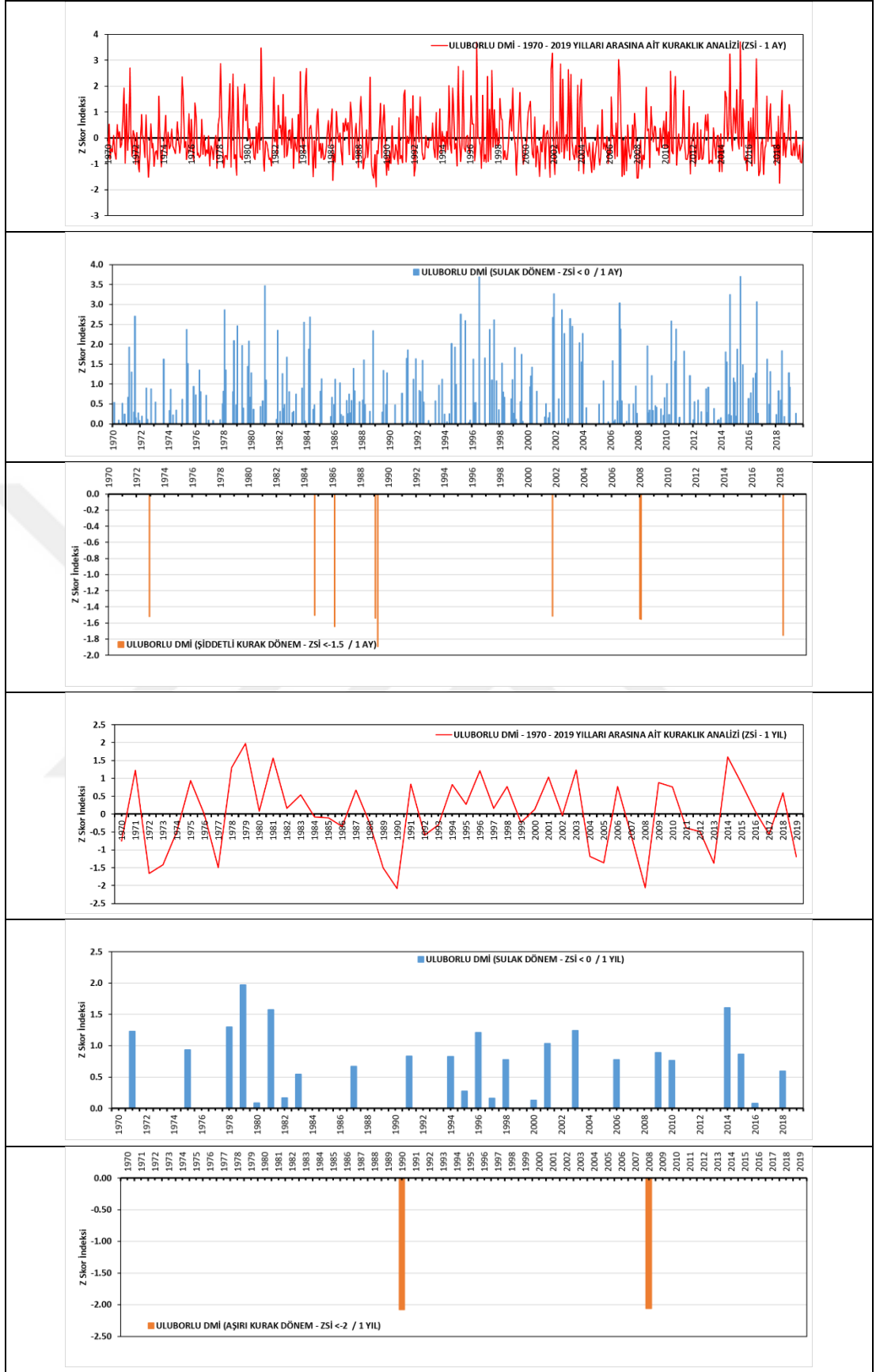
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.221'de verilmiştir. Buna göre, Uluborlu DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Nisan 2018'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı kurak periyotların 1990 ve 2008'de yaşandığı belirlenmiştir. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönem en son Haziran 2019'da, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2018 yılında yaşandığı görülmektedir.



Şekil 4.219. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde EKI kuraklık indeksleri



Şekil 4.220. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZİ kuraklık indeksleri



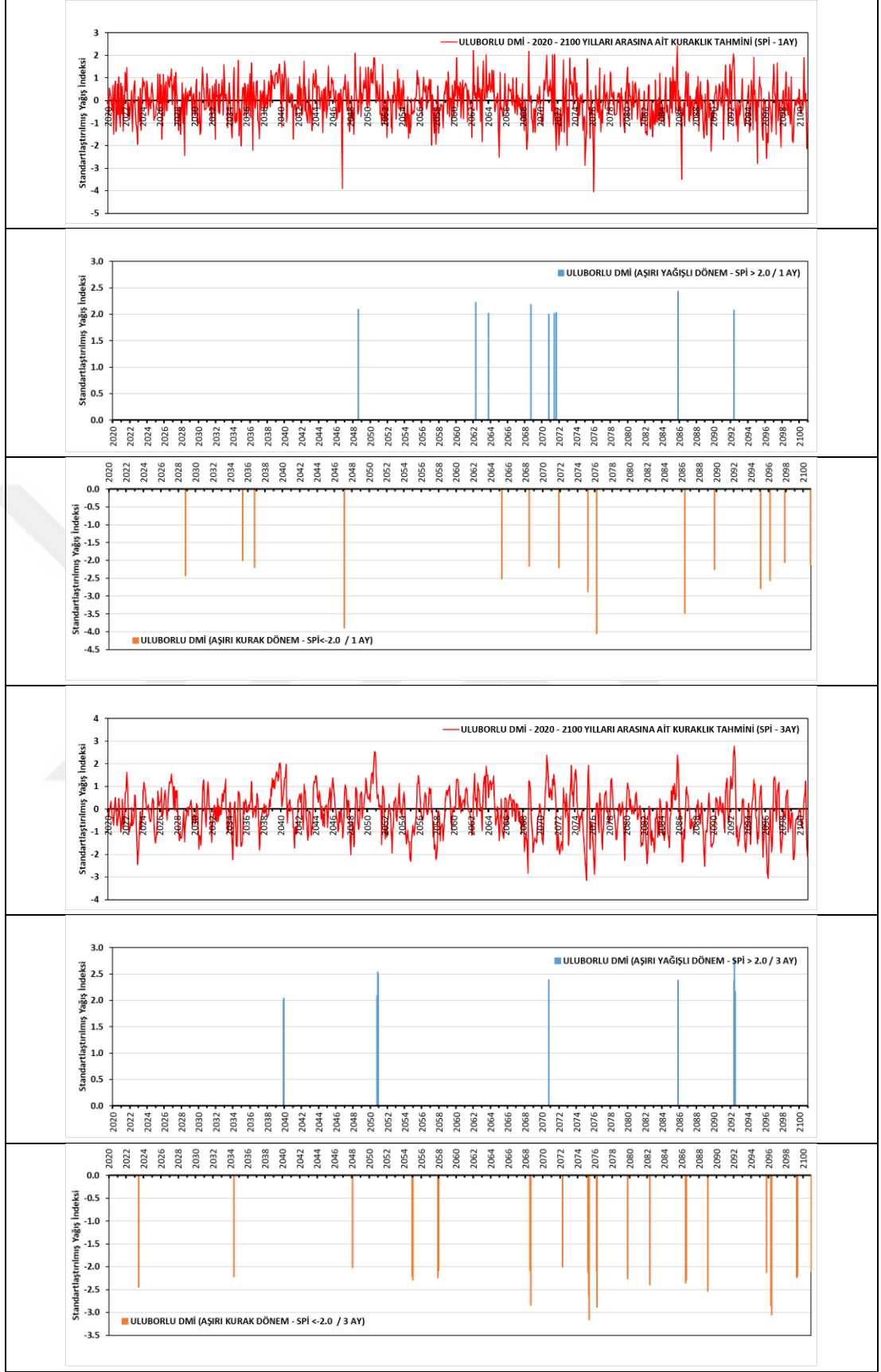
Şekil 4.221. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri

Geleceğe Yönelik Kuraklık Tahminleri

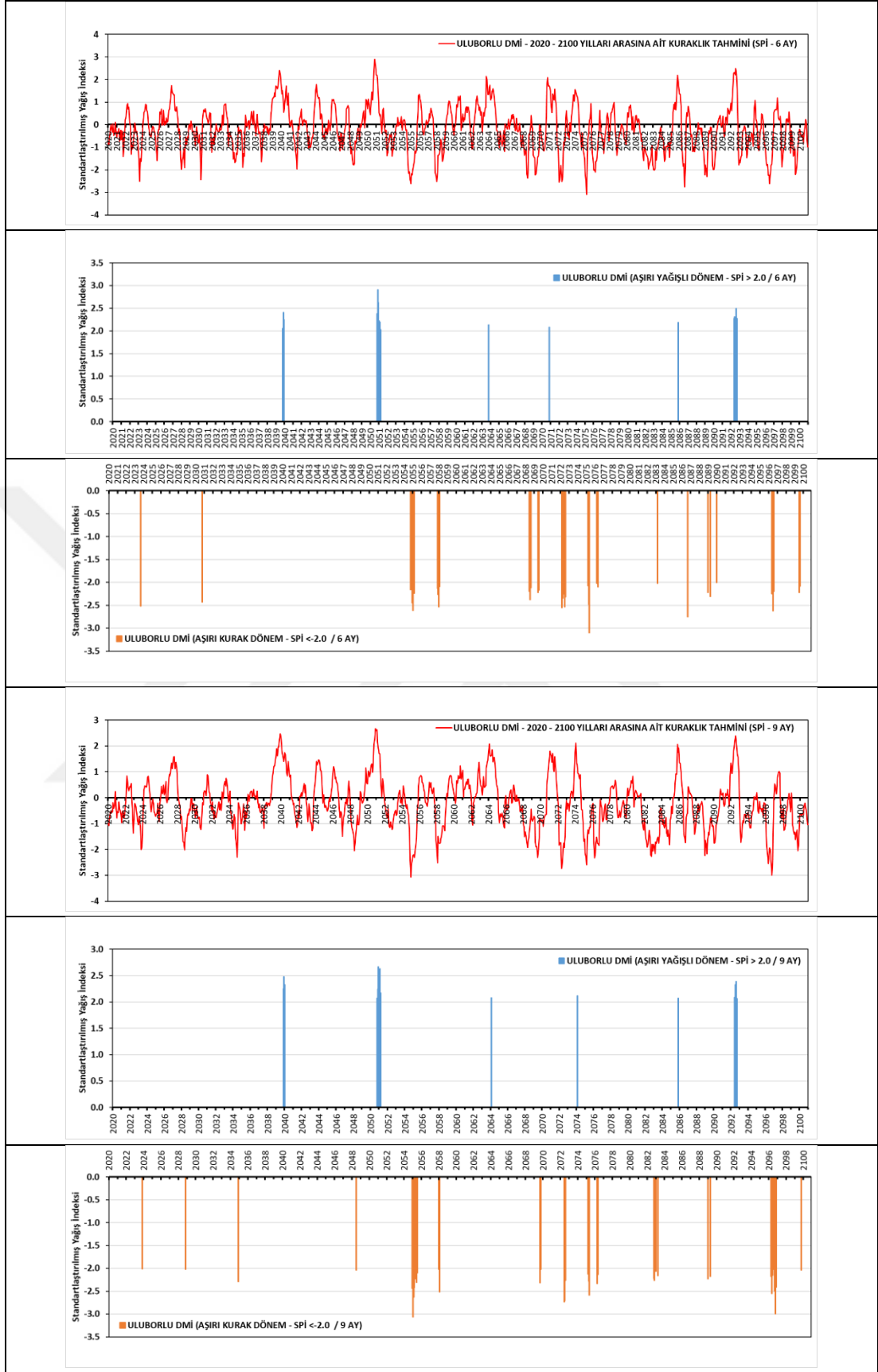
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine yönelik hazırlanmış olan grafikler Şekil 4.222, 4.223 ve 4.224’de verilmiştir.

Buna göre, Uluborlu DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Kasım 2028, Haziran 2035, Ekim 2036, Şubat 2047, Nisan 2065, Haziran 2068, Kasım 2071, Mart 2075, Mart 2076, Mayıs 2086, Ekim 2089, Şubat 2095, Mart 2096, Kasım 2097 ve Kasım 2100 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2034 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2030 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2028 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2058 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2076 ve 2083 yıllarında aşırı kurak periyodların yaşanacağı öngörülmektedir.

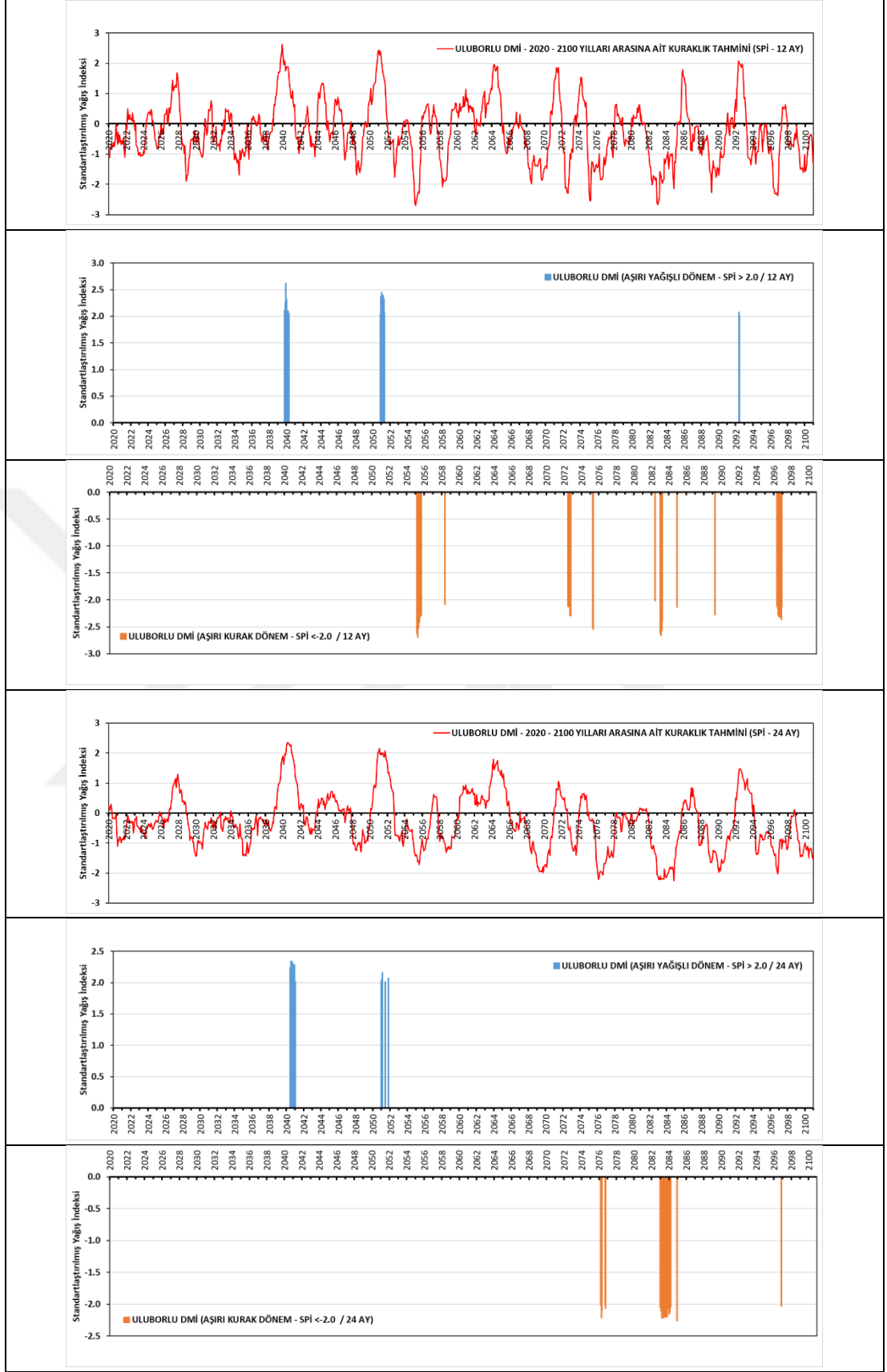
Uluborlu DMİ için aşırı yağışlı periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Ağustos 2048, Nisan 2062, Ekim 2063, Eylül 2068, Ekim 2070, Haziran 2071, Eylül 2071, Kasım 2085, Mayıs 2092 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2050, 2070, 2085, 2092 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039, 2050, 2063, 2070, 2085, 2092 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039 ve 2050 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2040, 2050 ve 2092 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2040 yılında aşırı yağışlı periyodların yaşanacağı öngörülmektedir. En uzun yağışlı periyotlarının 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 92 gün süre ile 2050’den, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 182 gün süre ile 2050’den, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 182 gün süre ile 2050’den, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 212 gün süre ile 2050’den, 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2040’dan itibaren yaşanacağı beklenmektedir.



Şekil 4.222. Uluborlu DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.223. Uluborlu DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

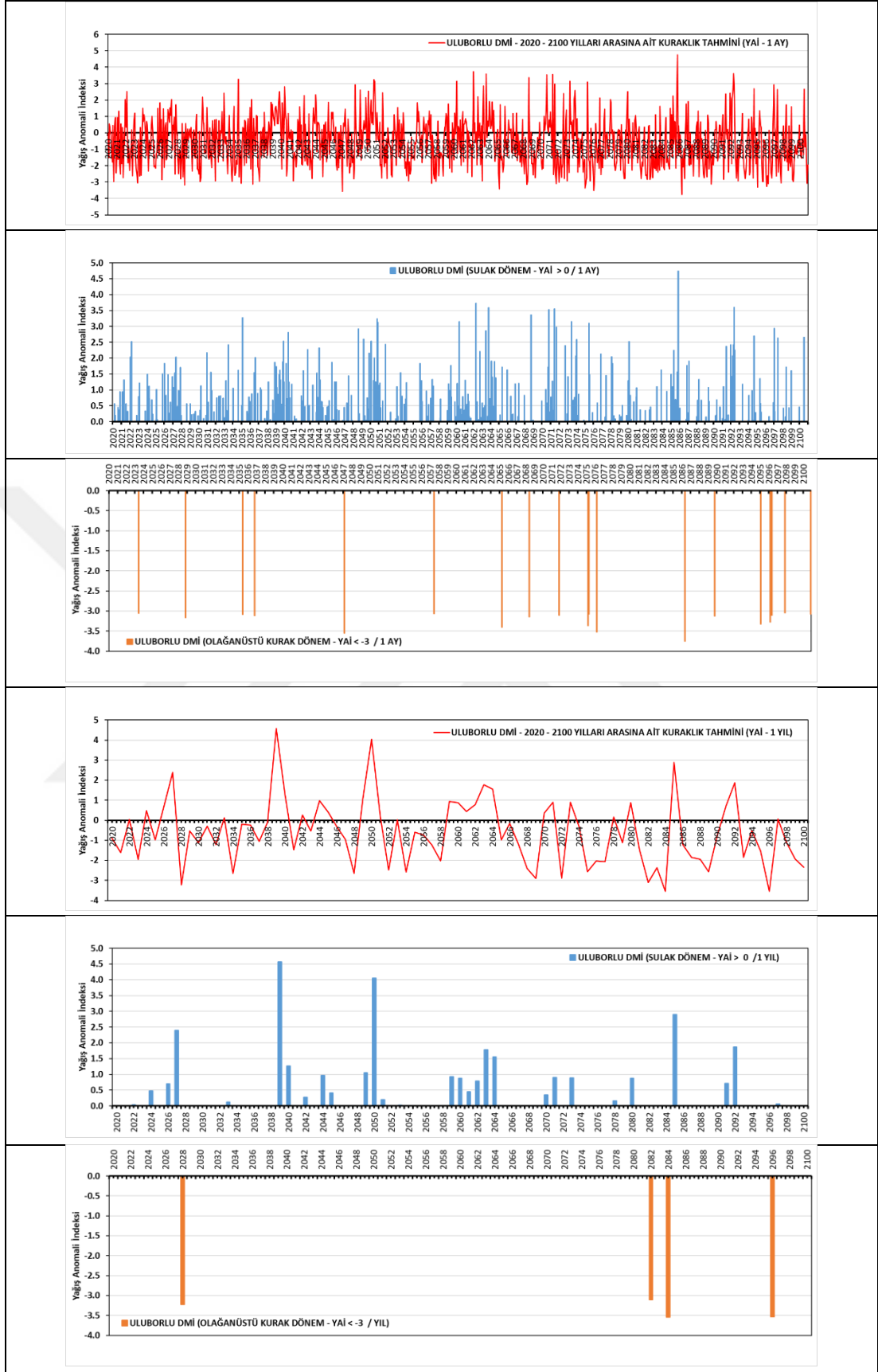


Şekil 4.224. Uluborlu DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

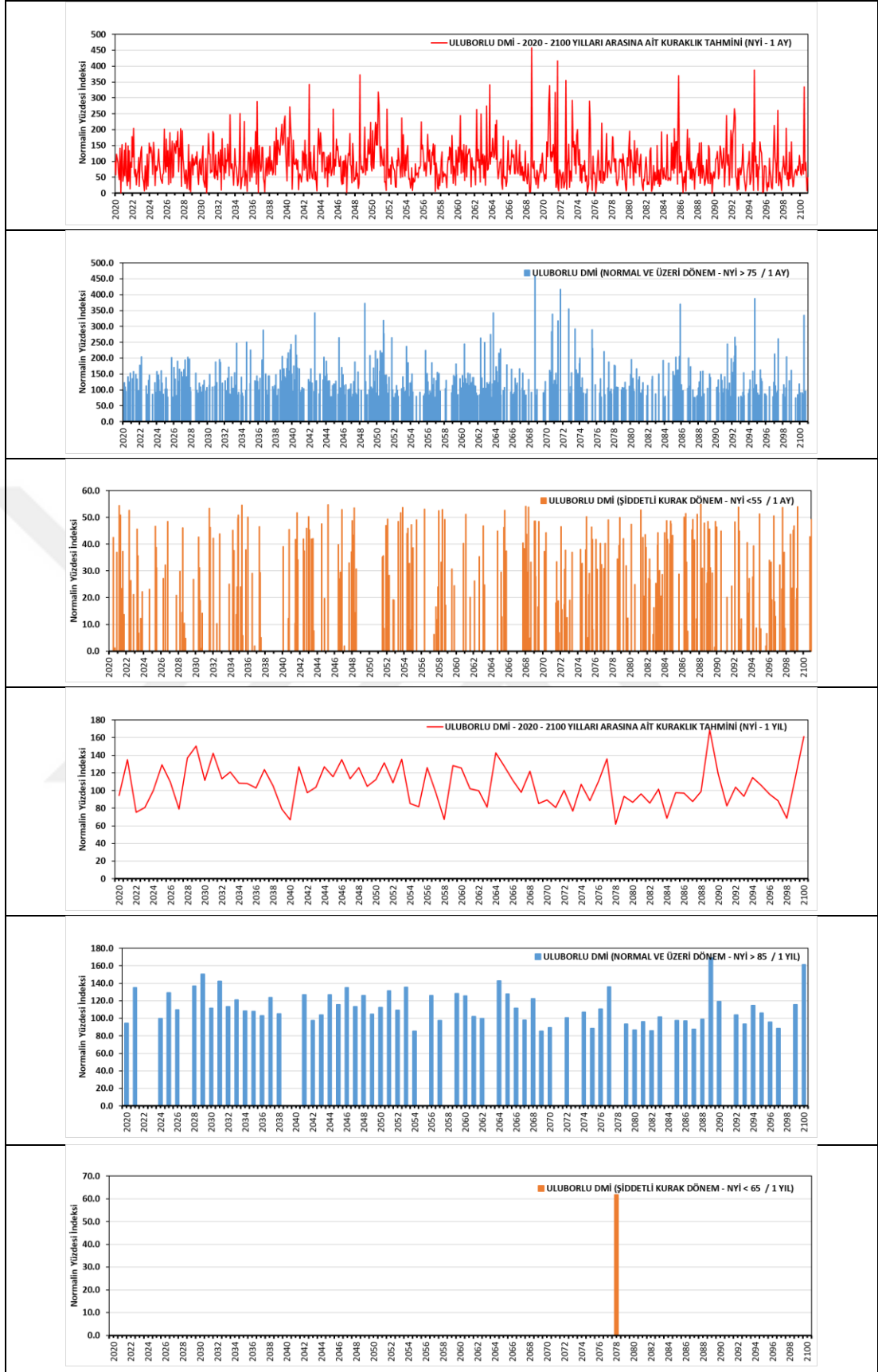
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, elde edilen grafikler Şekil 4.225’de verilmiştir. Buna göre, Uluborlu DMİ en erken olağanüstü kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -3.55 indeks değeri ile Şubat 2047’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -3.22 indeks değeri ile 2028’de yaşanacağı tahmin edilmektedir. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönemin 4.75 indeks değeri ile 2085 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 4. indeks değeri ile 2039 yılında yaşanacağı öngörülmektedir.

Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.226’da verilmiştir. Buna göre, Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ağustos 2021 tarihinde şiddetli kurak periyot yaşanacaktır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise sadece 2078 yılında şiddetli kurak periyot beklenmektedir. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Eylül 2021 tarihinde kurak olmayan normal periyot beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2022 yılında kurak olmayan normal periyot yaşanacağı öngörülmektedir.

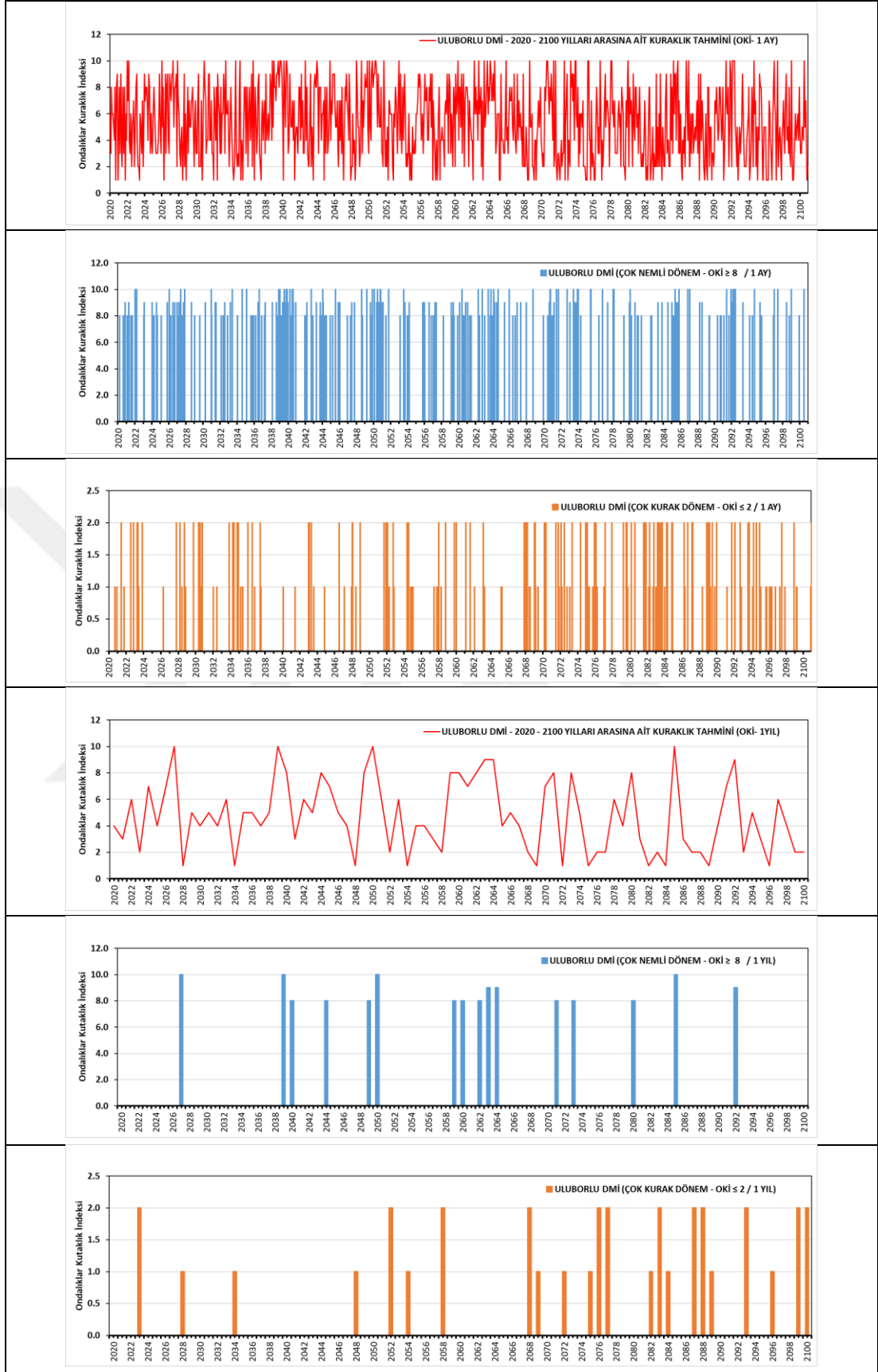
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondalıklar kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.227’de verilmiştir. Buna göre, Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ekim 2021 tarihinde çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2023 yılında çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Eylül 2021 tarihinde çok nemli periyot beklenmekte iken 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2027 yılında çok nemli periyot beklenmektedir.



Şekil 4.225. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.226. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYI kuraklık indeks tahminleri

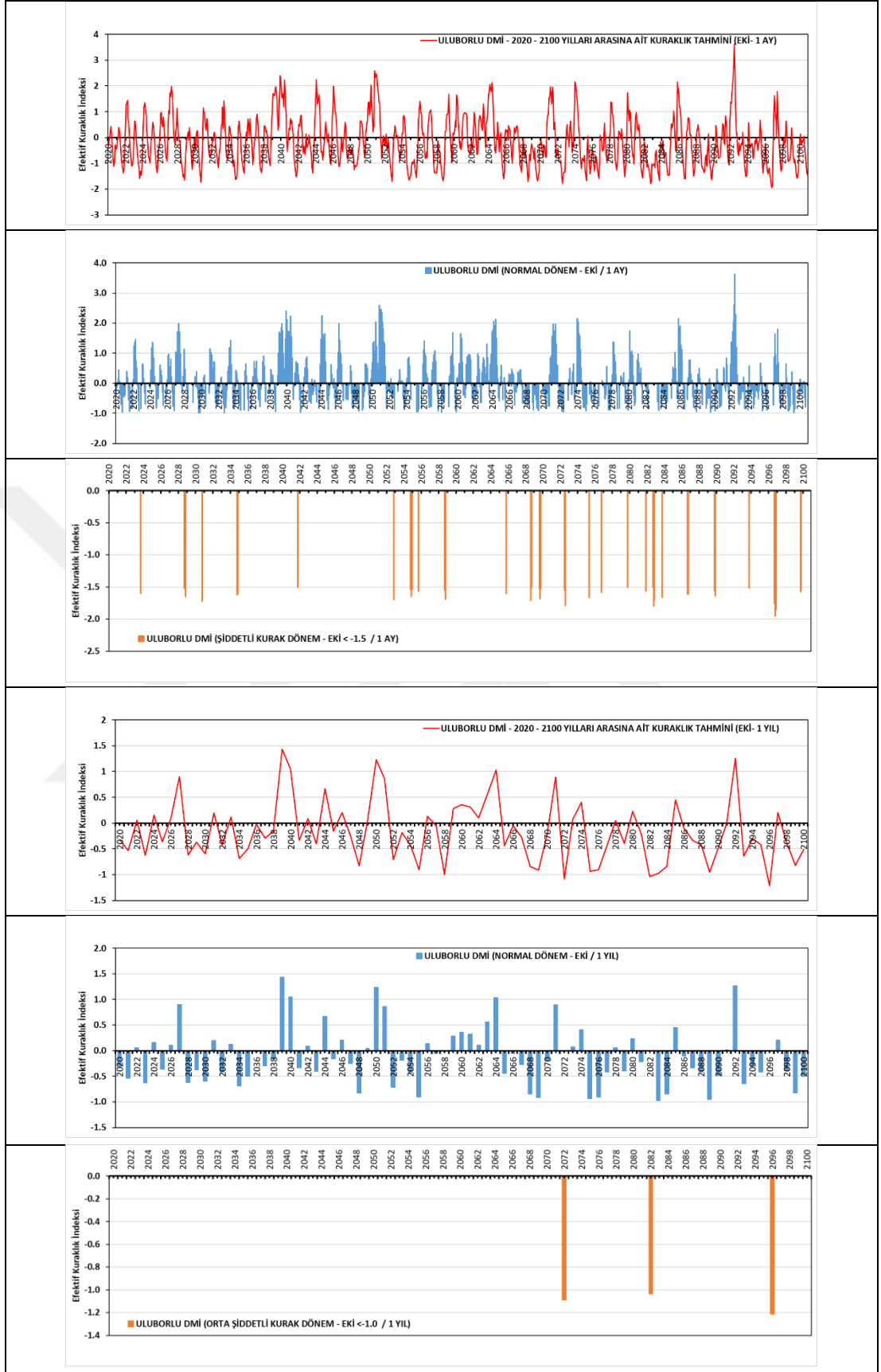


Şekil 4.227. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri

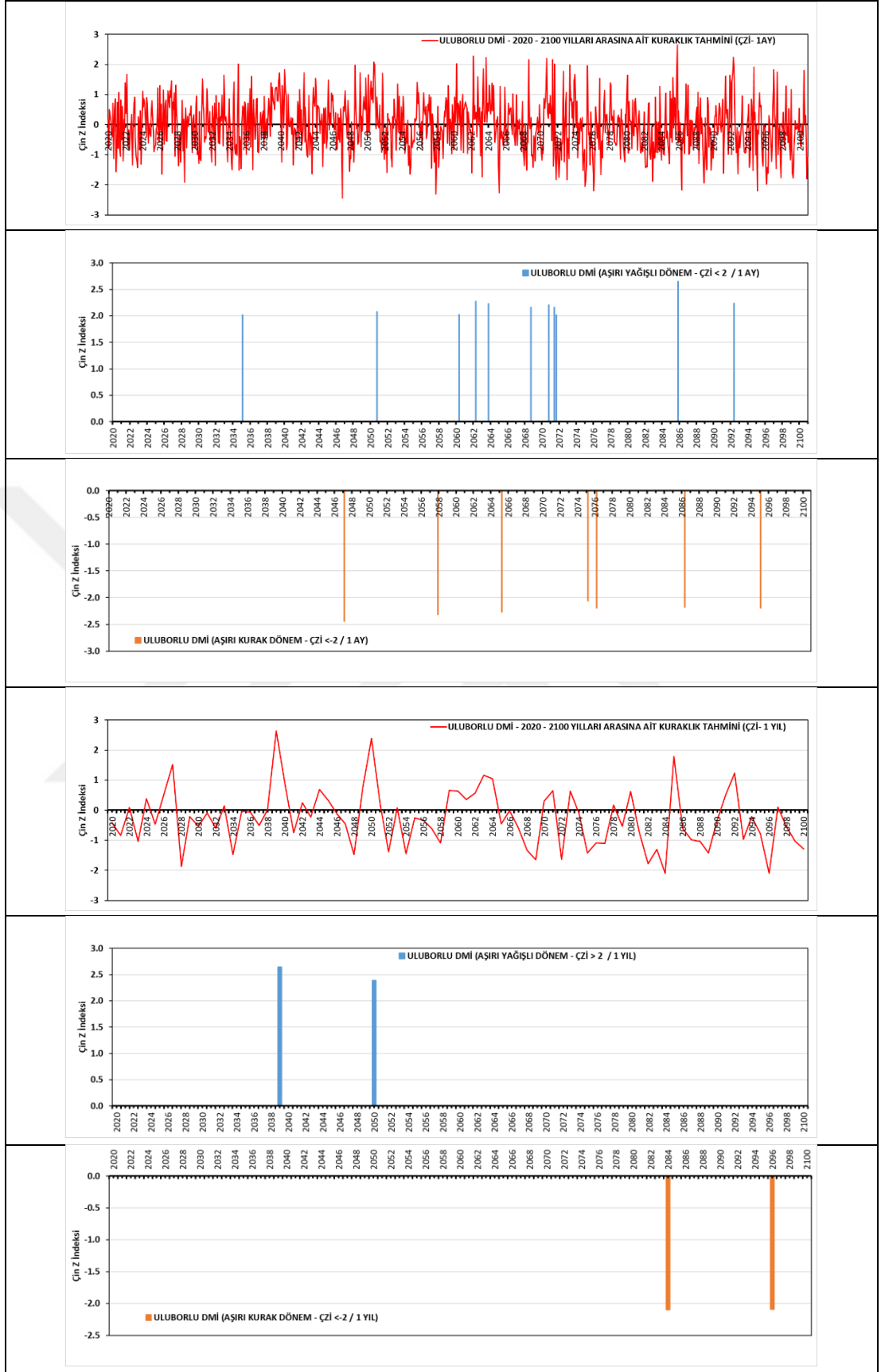
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde efektif kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.228’de sunulmuştur. Buna göre, Uluborlu DMİ için şiddetli kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken Eylül 2023’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2072’de yaşanması beklenmektedir. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde normal / yağışlı dönemin en erken Aralık 2021’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2059 yılında yaşanması beklenmektedir.

Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.229’de sunulmuştur. Buna göre, Uluborlu DMİ için aşırı kurak periyotların 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Şubat 2047, Aralık 2057, Nisan 2065, Mart 2075, Mart 2076, Mayıs 2086, Şubat 2095 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2084 ve 2096 yıllarında yaşanması beklenmektedir. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemlerin ise Şubat 2035, Ekim 2050, Mayıs 2060, Nisan 2062, Ekim 2063, Eylül 2068, Ekim 2070, Haziran 2071, Kasım 2085, Mayıs 2092 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2039 ve 2050 yıllarında yaşanması öngörülmektedir.

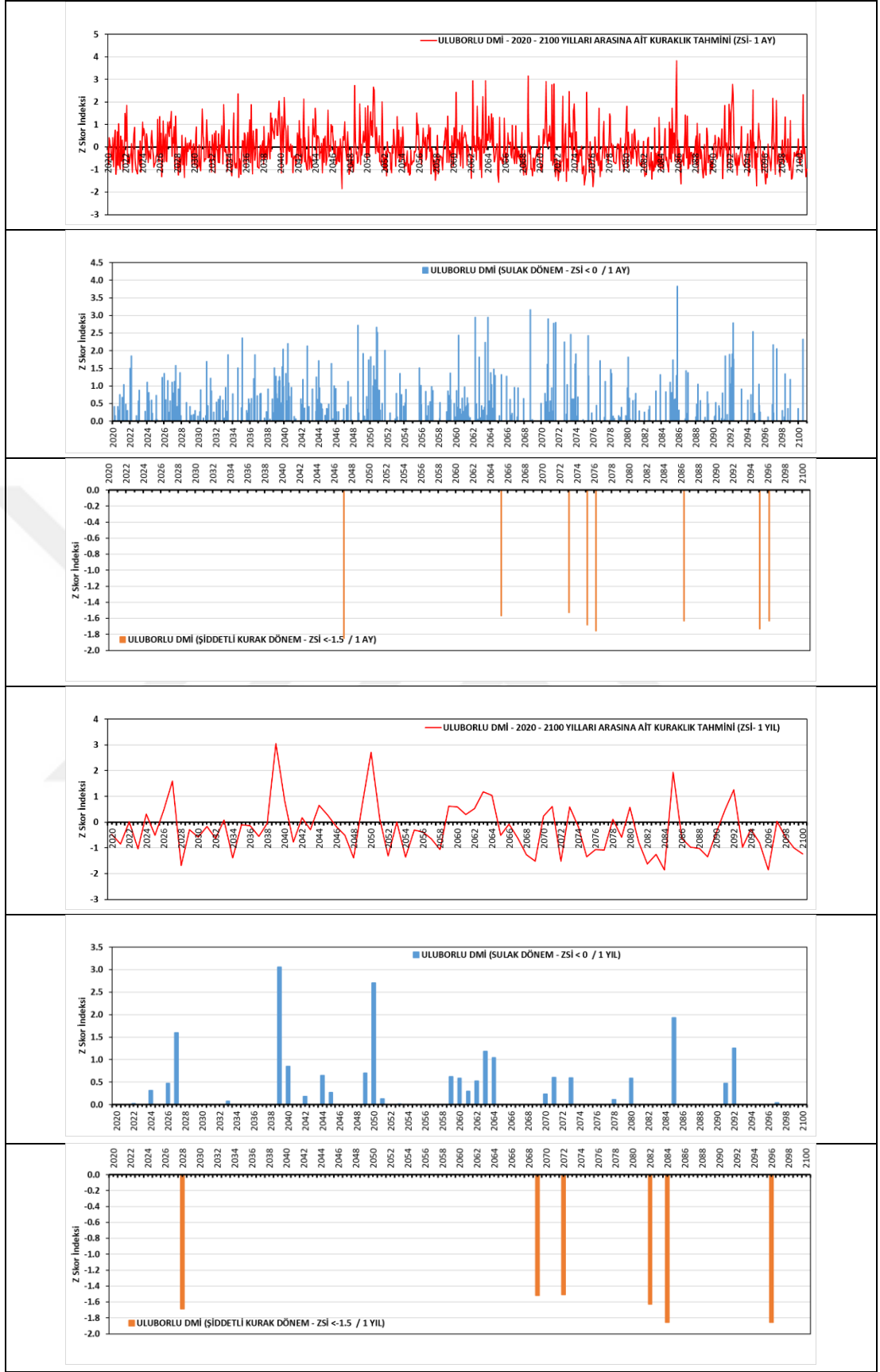
Uluborlu Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.230’da sunulmuştur. Buna göre, Uluborlu DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken Şubat 2047 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2028 yılında yaşanması beklenmektedir. Uluborlu DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönem en erken Eylül 2021’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2022 yılında yaşanması öngörülmektedir.



Şekil 4.228. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik EKI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.229. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZİ kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.230. Uluborlu DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri

4.3.1.5. Yalvaç Meteoroloji İstasyonu

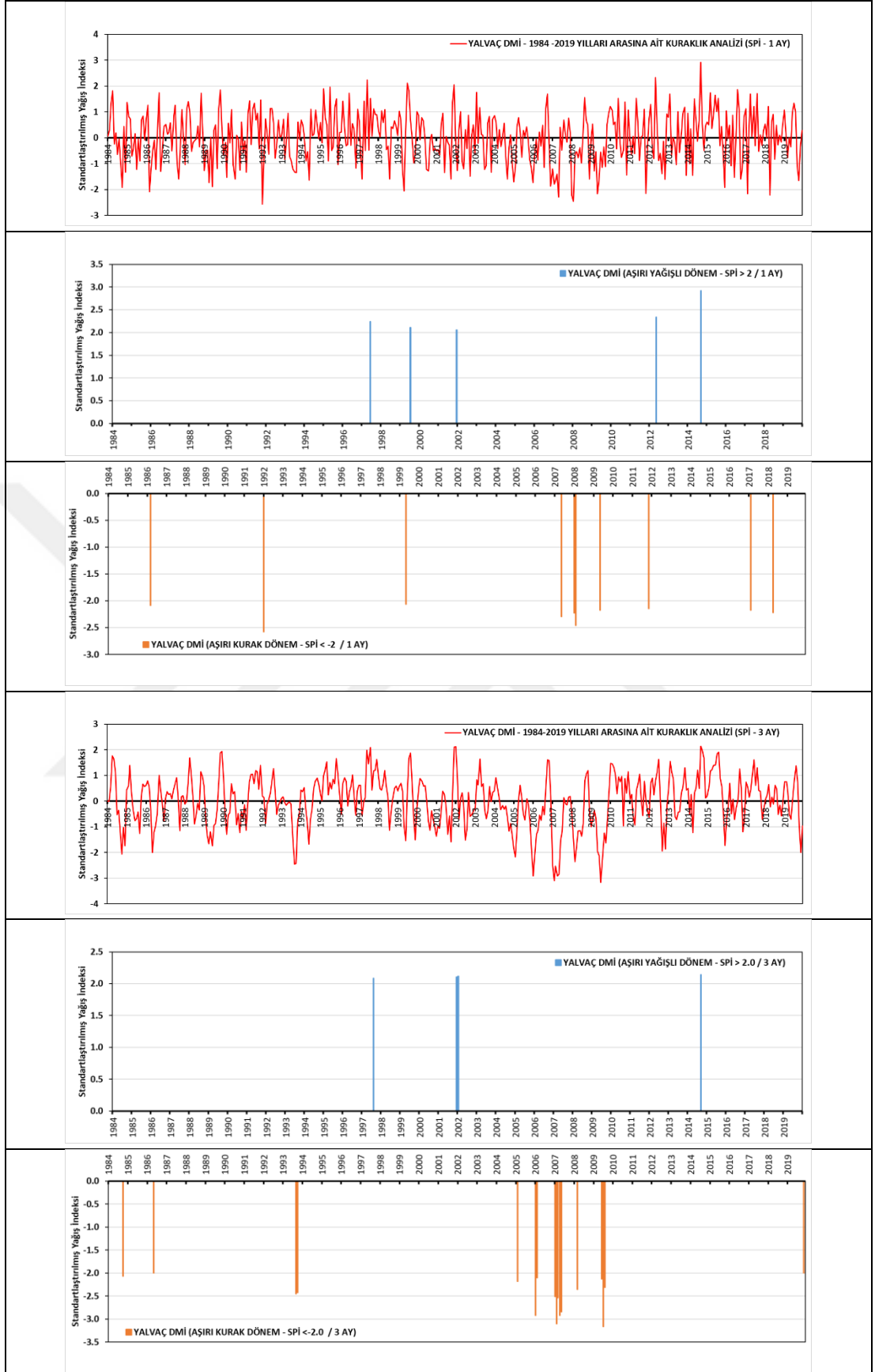
Çalışma alanının mevcut kuraklık analizleri ve geleceğe yönelik kuraklık tahminleri Yalvaç Meteoroloji İstasyonunun 1984-2019 yılları arasında ölçülmüş olan günlük toplam yağış (mm) değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Mevcut Kuraklık Analizleri

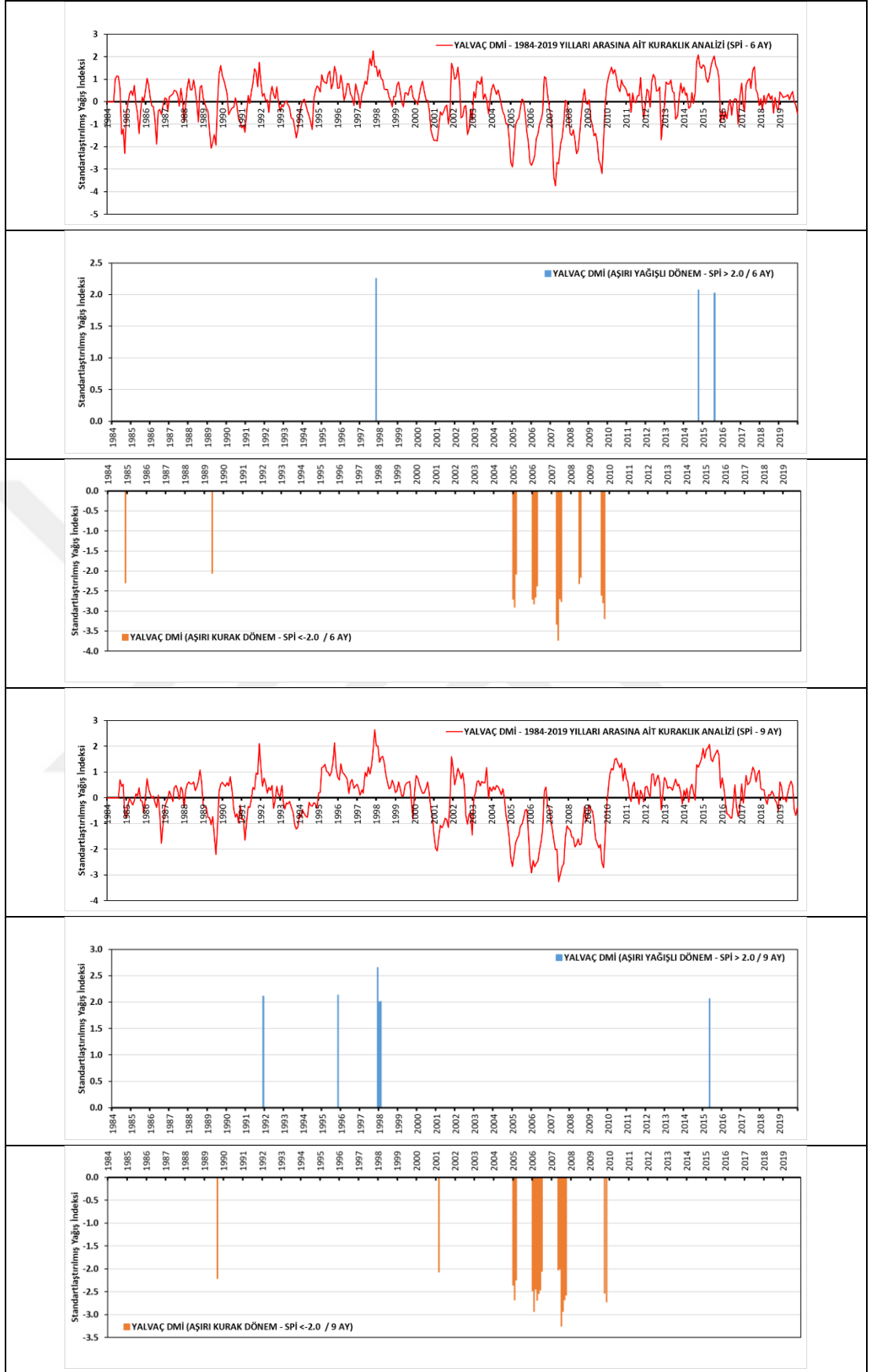
Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.231, 4.232 ve 4.233'de verilmiştir.

Buna göre, Yalvaç DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Mart 1986, Ocak 1992, Mayıs 1999, Mayıs 2007, Ocak 2008, Mayıs 2009, Kasım 2011, Şubat 2017 ve Nisan 2018 yıllarında yaşandığı görülmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Kasım 2019 yılında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ağustos 2009 yılında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ekim 2009 yılında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ekim 2009 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2009 yılında aşırı kurak periyodların yaşandığı belirlenmiştir.

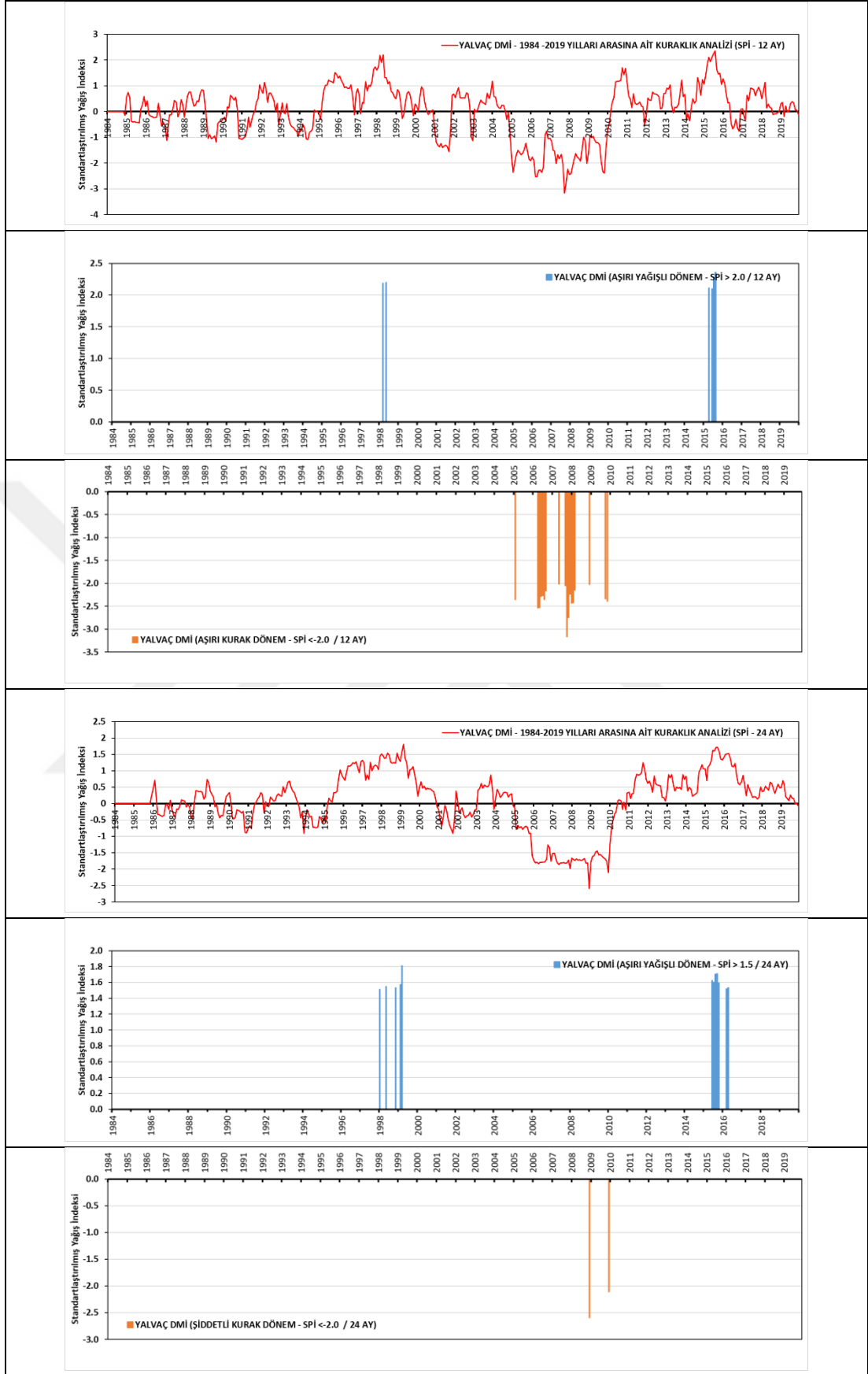
Yalvaç DMİ için aşırı yağışlı periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Haziran 1997, Temmuz 1999, Aralık 2001, Mayıs 2012 ve Eylül 2014 yıllarında yaşandığı görülmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ağustos 2014 yılında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ağustos 2015 yılında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Mayıs 2015 yılında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Haziran 2015 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2016 yılında aşırı yağışlı periyodların yaşandığı belirlenmiştir.



Şekil 4.231. Yalvaç DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri



Şekil 4.232. Yalvaç DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

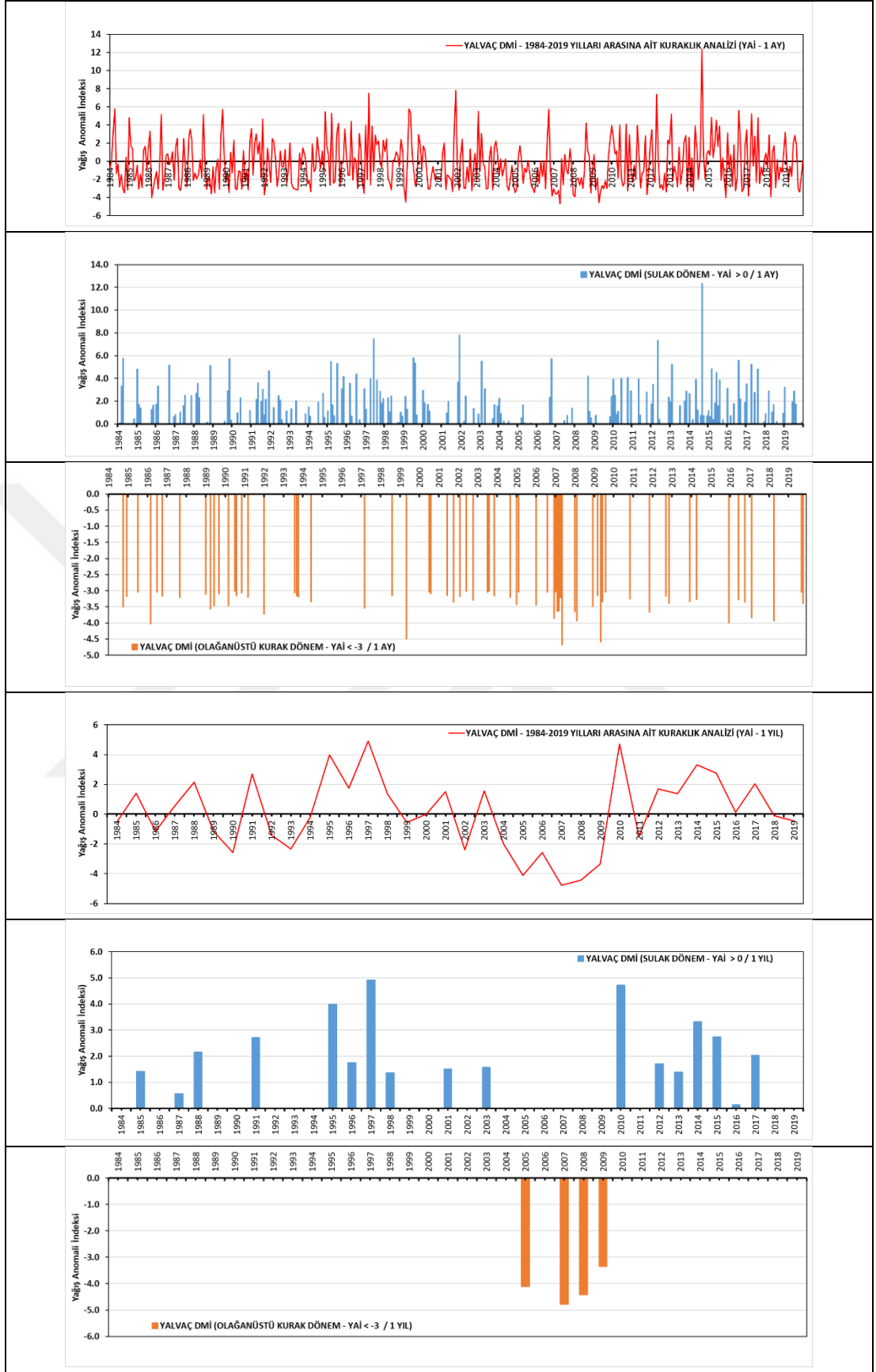


Şekil 4.233. Yalvaç DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indeksleri

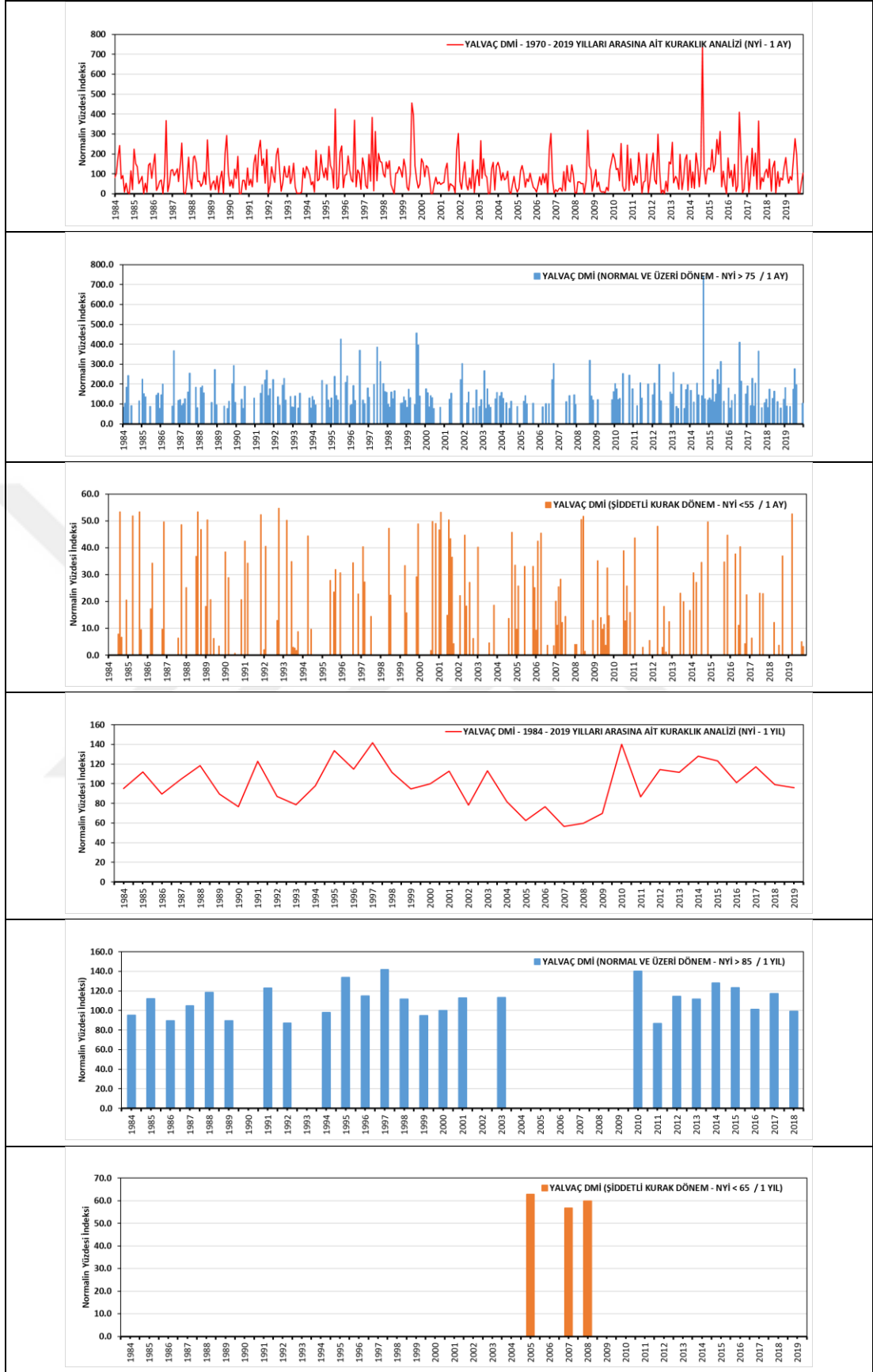
Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.234'de verilmiştir. Buna göre, Yalvaç DMİ en olağanüstü kuraklık periyotları 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -4.68 indeks değeri ile Mayıs 2007'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -4.78 indeks değeri ile 2007'de yaşanmıştır. Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönem 12.35 indeks değeri ile Eylül 2014'de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 4.9 indeks değeri ile 1997 yılında yaşanmıştır.

Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.235'de verilmiştir. Buna göre, Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Eylül 2019 tarihinde şiddetli kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2005, 2007 ve 2008 yıllarında şiddetli kurak periyot yaşanmıştır. Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Aralık 2019 tarihinde kurak olmayan normal periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2018 yılında kurak olmayan normal periyot başlamıştır.

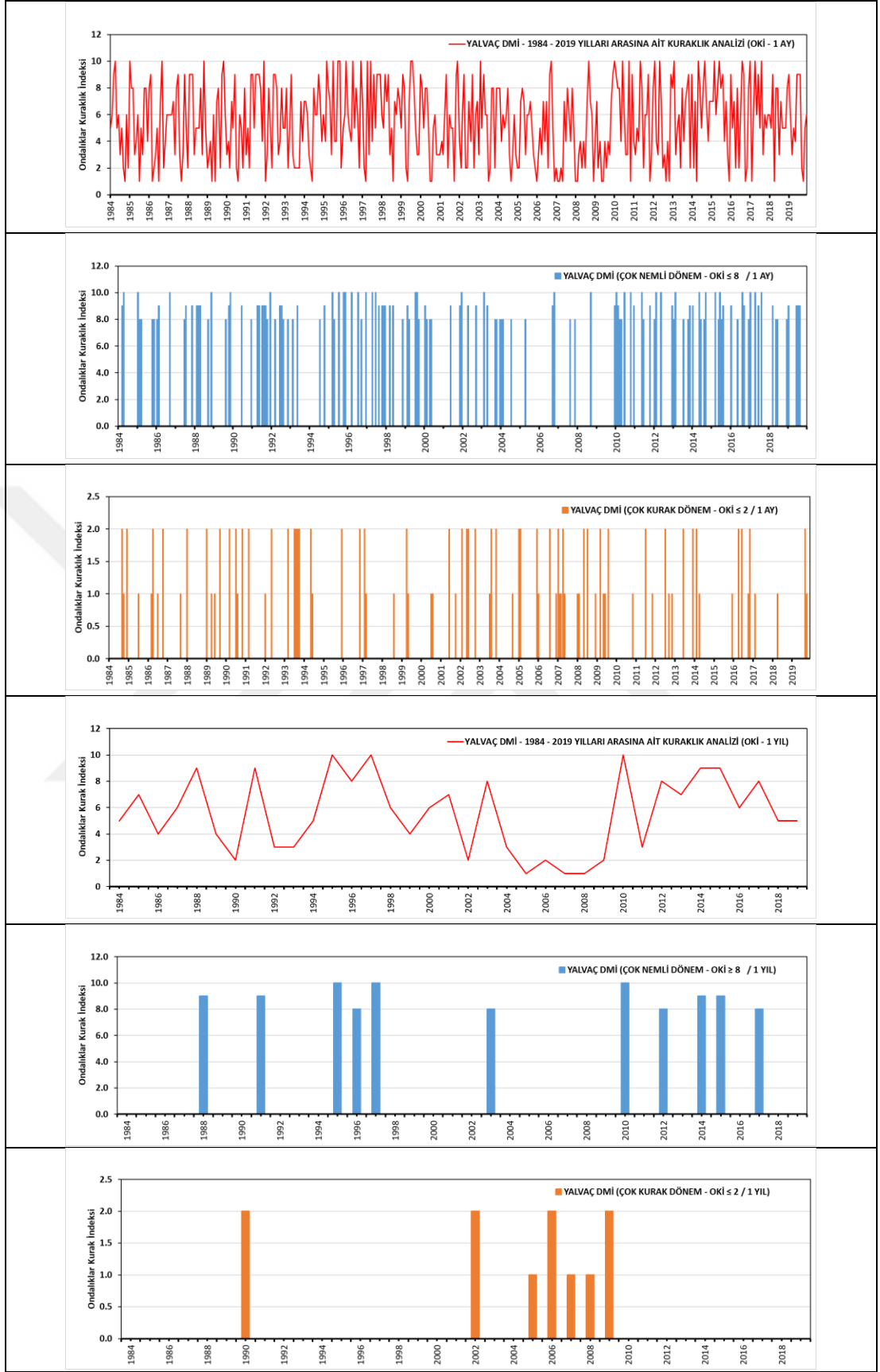
Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondalık kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.236'da verilmiştir. Buna göre, Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Eylül 2019 tarihinde çok kurak periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2009 yılında çok kurak periyot yaşanmıştır. Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en son olarak Haziran 2019 tarihinde çok nemli periyot yaşanmıştır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son olarak 2017 yılında çok nemli periyot gözlenmiştir.



Şekil 4.234. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde YAI kuraklık indeksleri



Şekil 4.235. Yalvaç DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde NYI kuraklık indeksleri

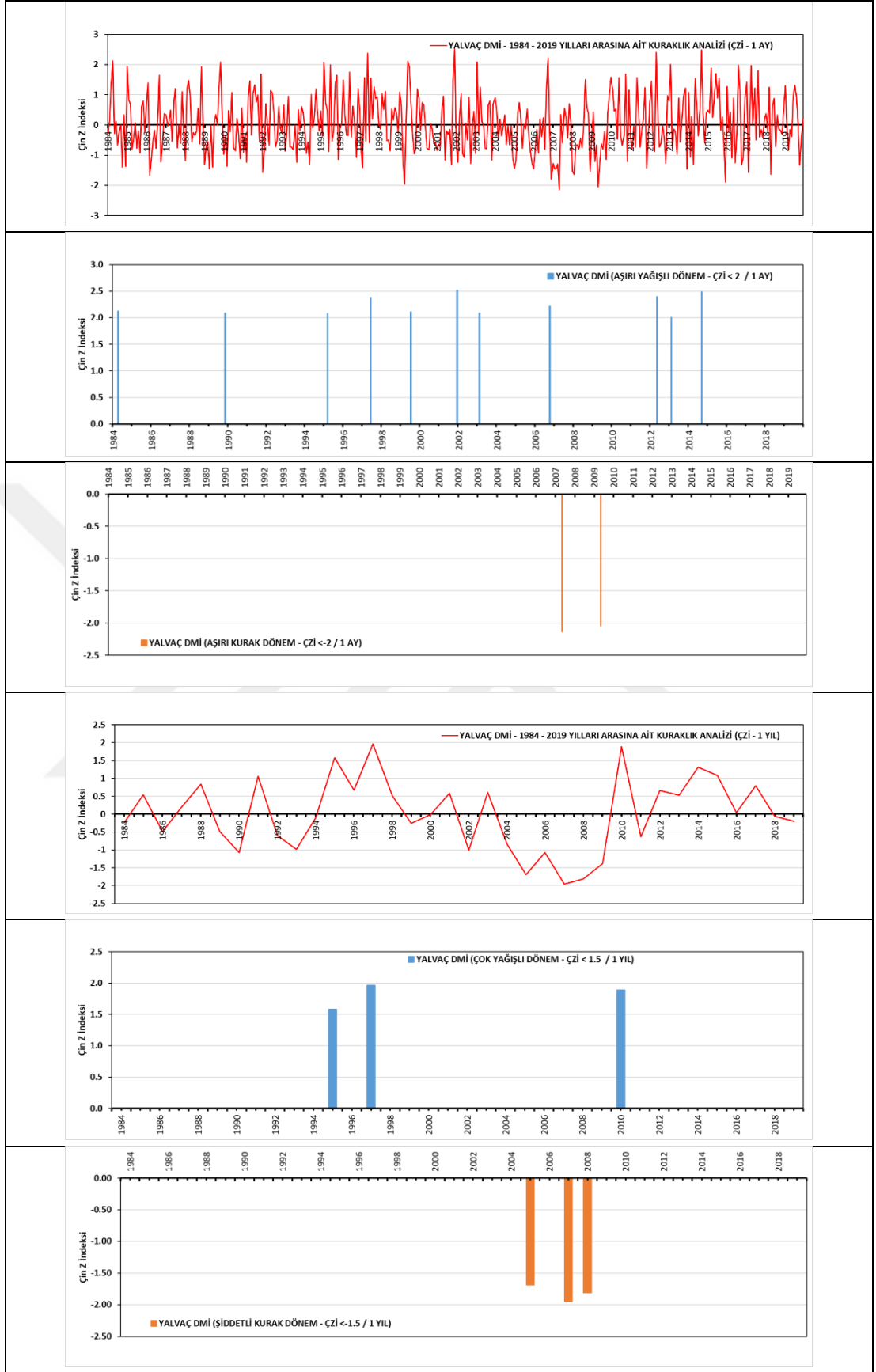


Şekil 4.236. Yalvaç DMI 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde OKI kuraklık indeksleri

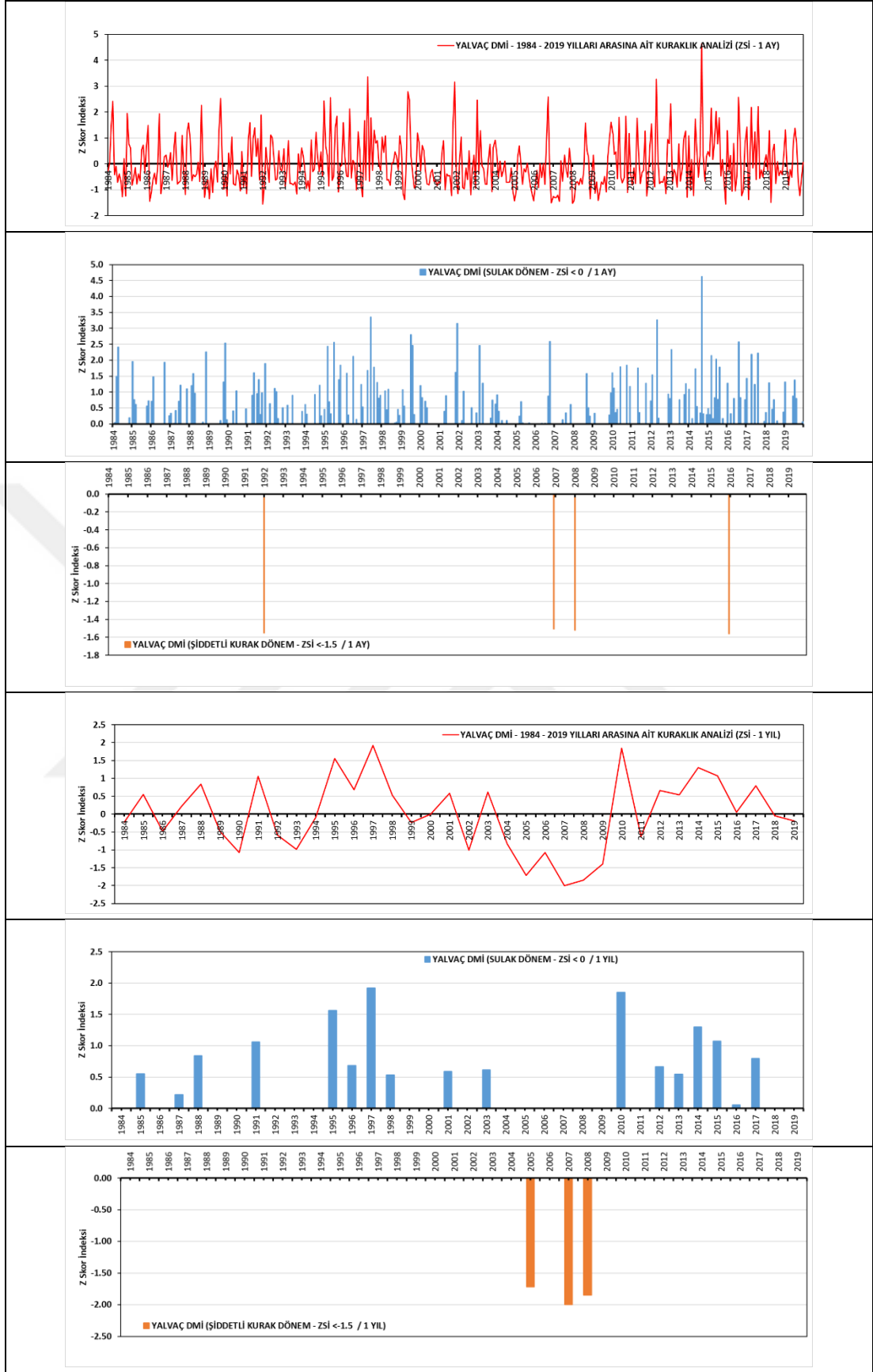
Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.237’de verilmiştir. Buna göre, Yalvaç DMİ için aşırı kurak periyotlar 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Mayıs 2007 ve Mayıs 2009 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2005, 2007, 2008 yıllarında yaşanmıştır. En aşırı kurak dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -2.13 ile Mayıs 2007’de; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde - 1.68 indeks değeri ile 2005 yılında, - 1.95 indeks değeri ile 2007 yılında, -1.81 indeks değeri ile 2008 yılında yaşanmıştır.

Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemler Nisan 1984, Kasım 1989, Mart 1995, Haziran 1997, Temmuz 1999, Aralık 2001, Şubat 2003, Ekim 2006, Mayıs 2012, Şubat 2013 ve Eylül 2014 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 1995, 1997, 2010 yıllarında yaşanmıştır. En aşırı yağışlı dönem 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2.51 ile Aralık 2001’de; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 1.96 indeks değeri ile 1997 yılında yaşanmıştır.

Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.238’de verilmiştir. Buna göre, Yalvaç DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Ocak 1992, Aralık 2006, Ocak 2008 ve Aralık 2015 yıllarında şiddetli kurak periyotlar gözlenmiştir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı kurak periyotların 2005, 2007 ve 2008’de yaşandığı belirlenmiştir. Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönemler en son Mayıs 2018, Ağustos 2018, Aralık 2018, Haziran 2019, Aralık 2019 yıllarında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2012 ile 2017 yılları arasında sürekli olarak yaşandığı görülmektedir. 1997 ve 2010 yıllarında ise en yüksek indeks değerlerine sahip sulak dönemler olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.237. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ÇZİ kuraklık indeksleri



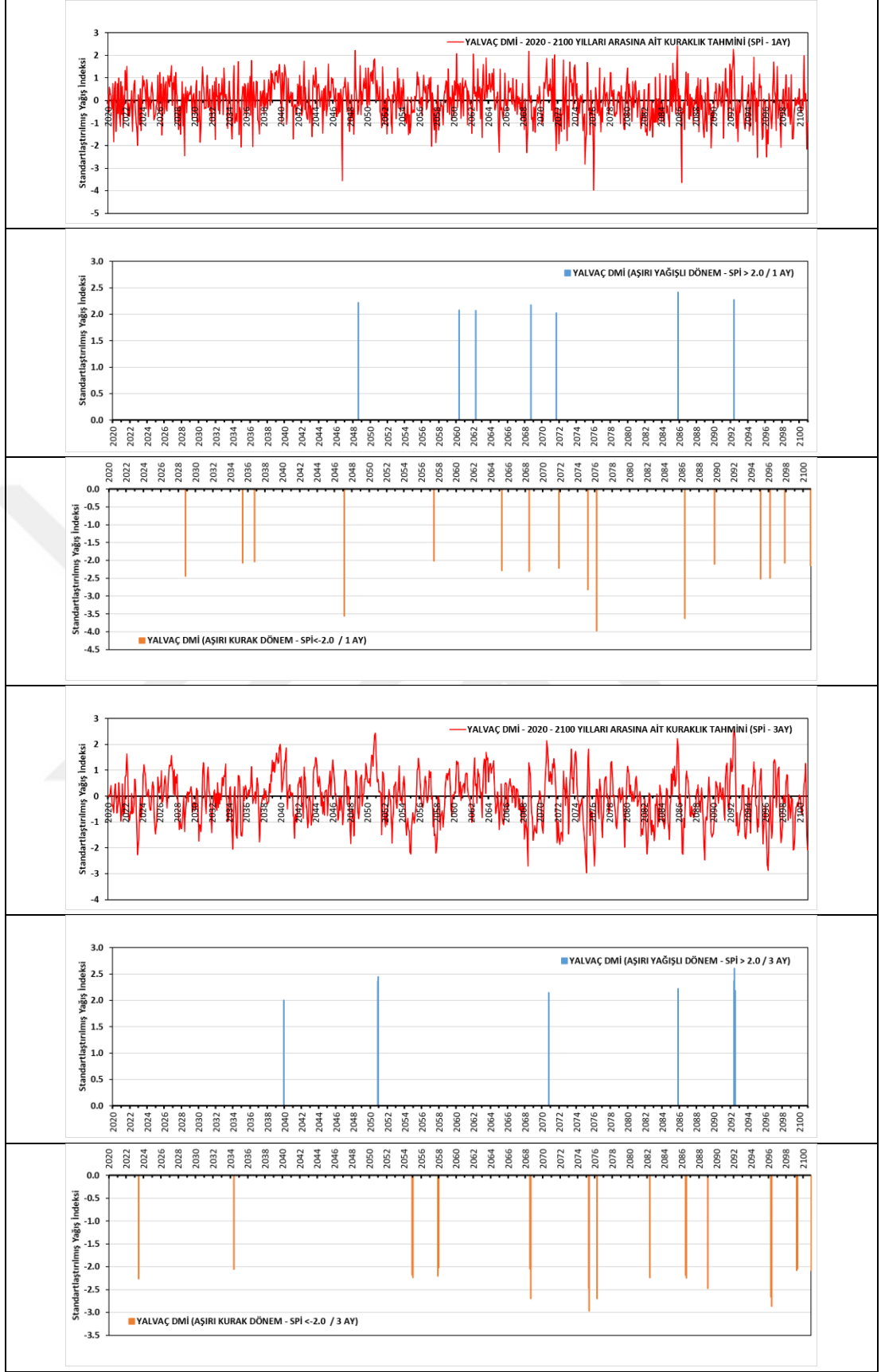
Şekil 4.238. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ZSI kuraklık indeksleri

Geleceğe Yönelik Kuraklık Tahminleri

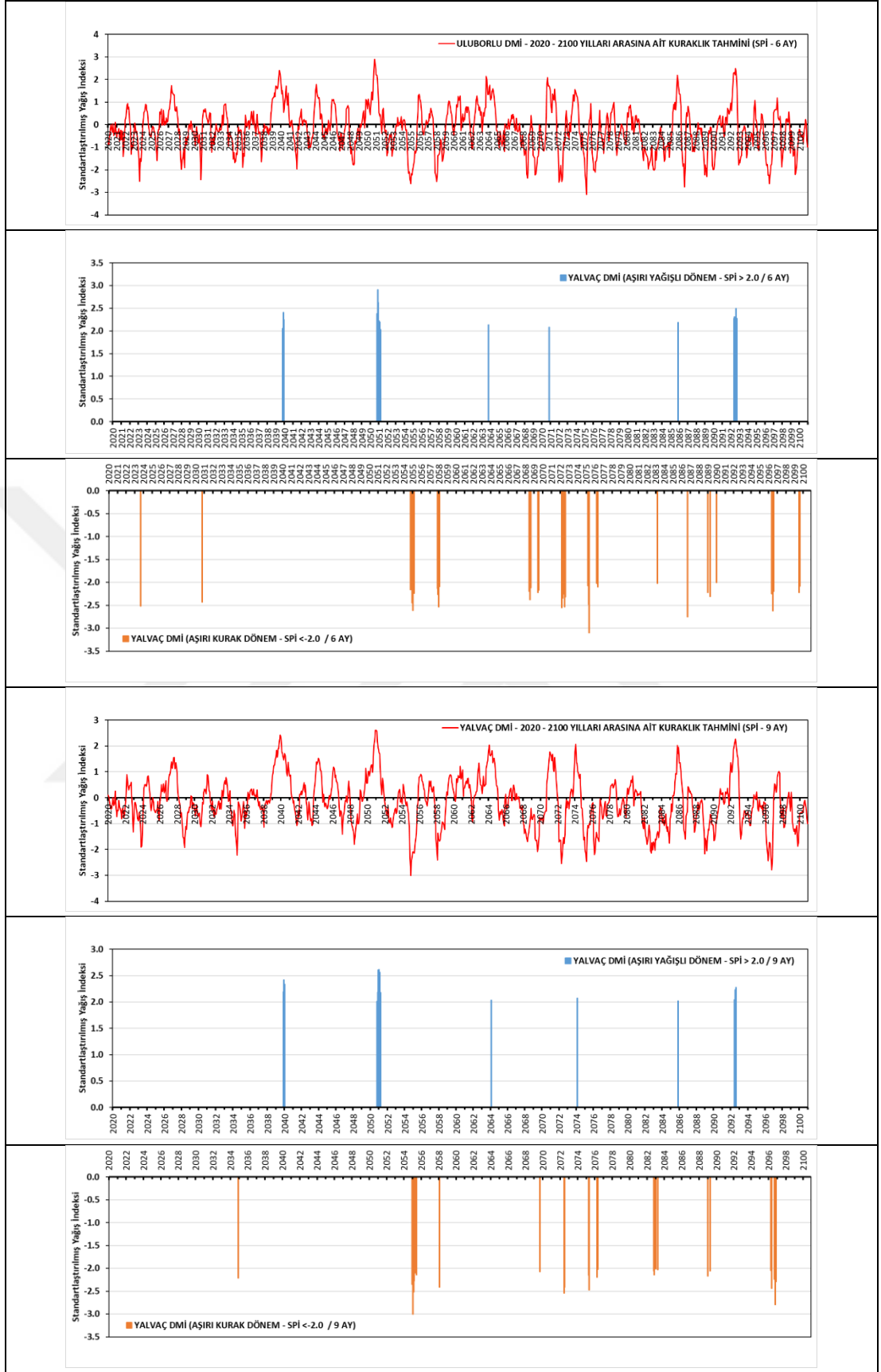
Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine yönelik hazırlanmış olan grafikler Şekil 4.239, 4.240 ve 4.241’de verilmiştir.

Buna göre, Yalvaç DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Kasım 2028, Haziran 2035, Ekim 2036, Şubat 2047, Haziran 1957, Nisan 2065, Haziran 2068, Kasım 2071, Mart 2075, Mart 2076, Mayıs 2086, Ekim 2089, Şubat 2095, Mart 2096, Kasım 2097 ve Kasım 2100 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2034 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2023 ve 2030 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2035 ve 2055 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2072 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2076 ve 2083 yıllarında aşırı kurak periyodların yaşanacağı öngörülmektedir.

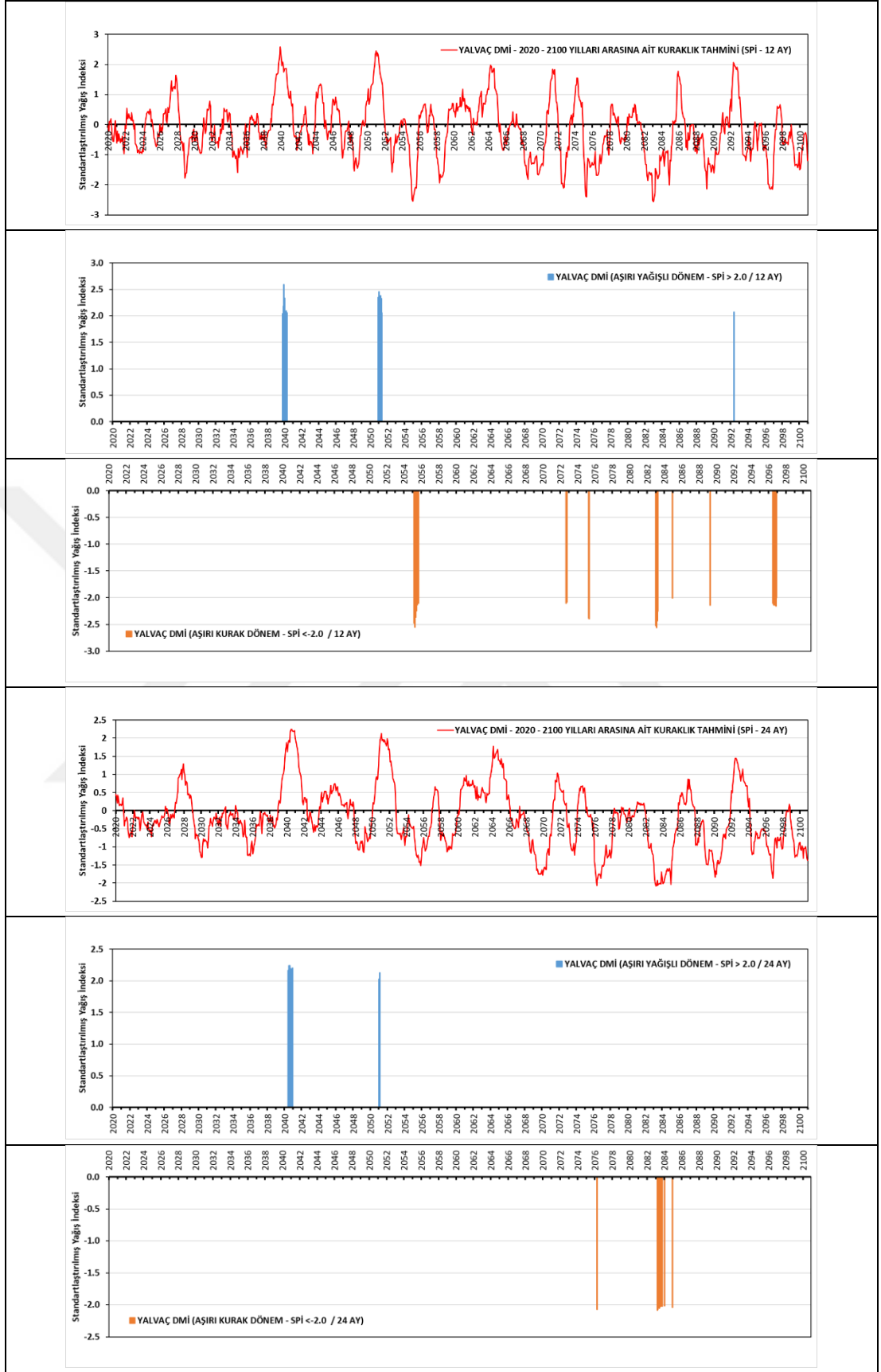
Yalvaç DMİ için aşırı yağışlı periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Ağustos 2048, Mayıs 2060, Nisan 2062, Eylül 2068, Eylül 2071, Kasım 2085, Mayıs 2092 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2050, 2070, 2085, 2092 yıllarında, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039, 2050, 2063, 2070, 2085, 2092 yıllarında, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2039 ve 2050 yıllarında, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2040, 2050 ve 2092 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2040 yılında aşırı yağışlı periyodların yaşanacağı öngörülmektedir. En uzun yağışlı periyotlarının 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 92 gün süre ile 2092’den, 6 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 182 gün süre ile 2050’den, 9 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 182 gün süre ile 2050’den, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 182 gün süre 2050’den, 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2040’dan itibaren yaşanacağı beklenmektedir.



Şekil 4.239. Yalvaç DMİ 1 ve 3 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri



Şekil 4.240. Yalvaç DMİ 6 ve 9 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

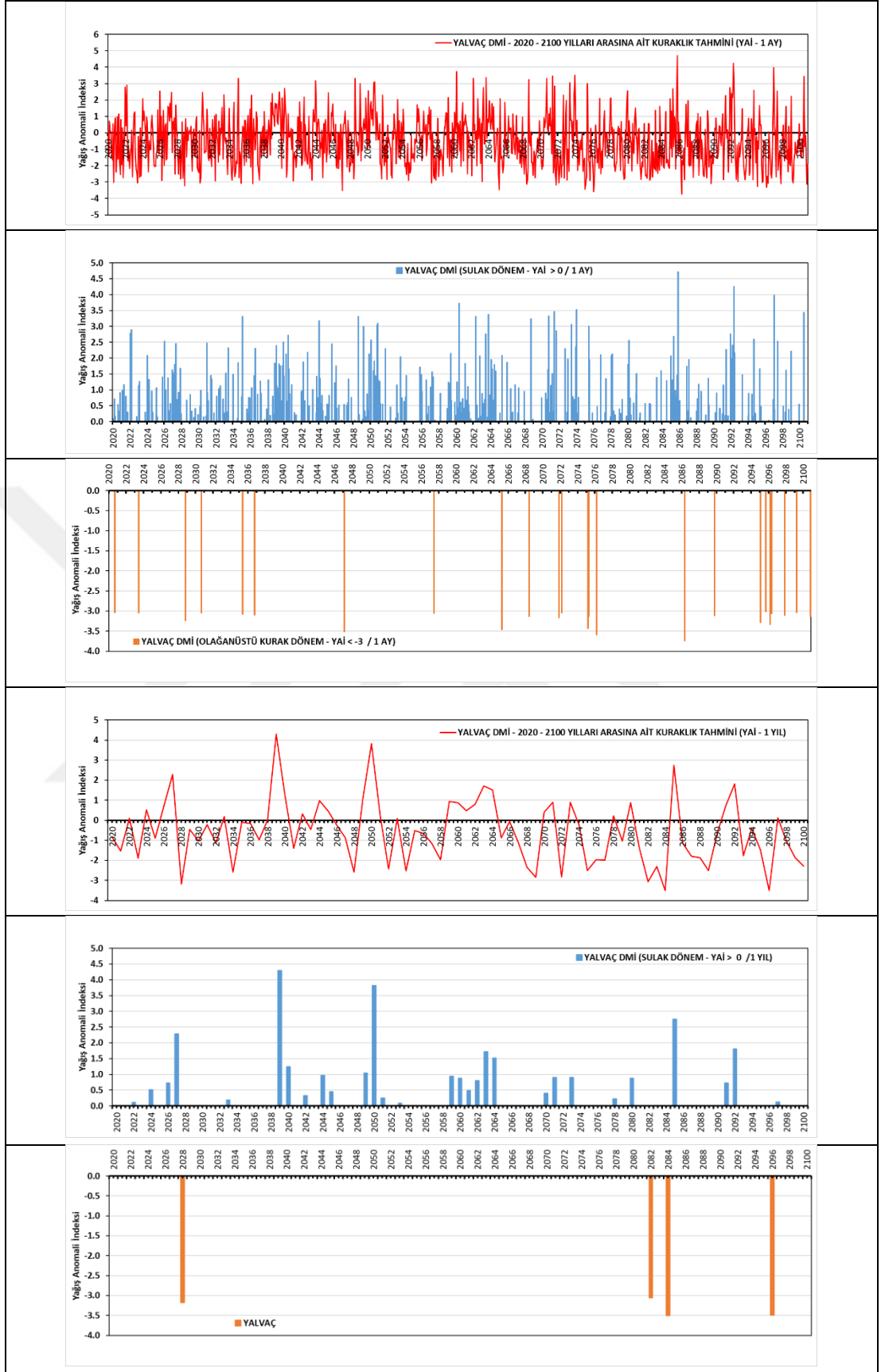


Şekil 4.241. Yalvaç DMİ 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik SPI kuraklık indeks tahminleri

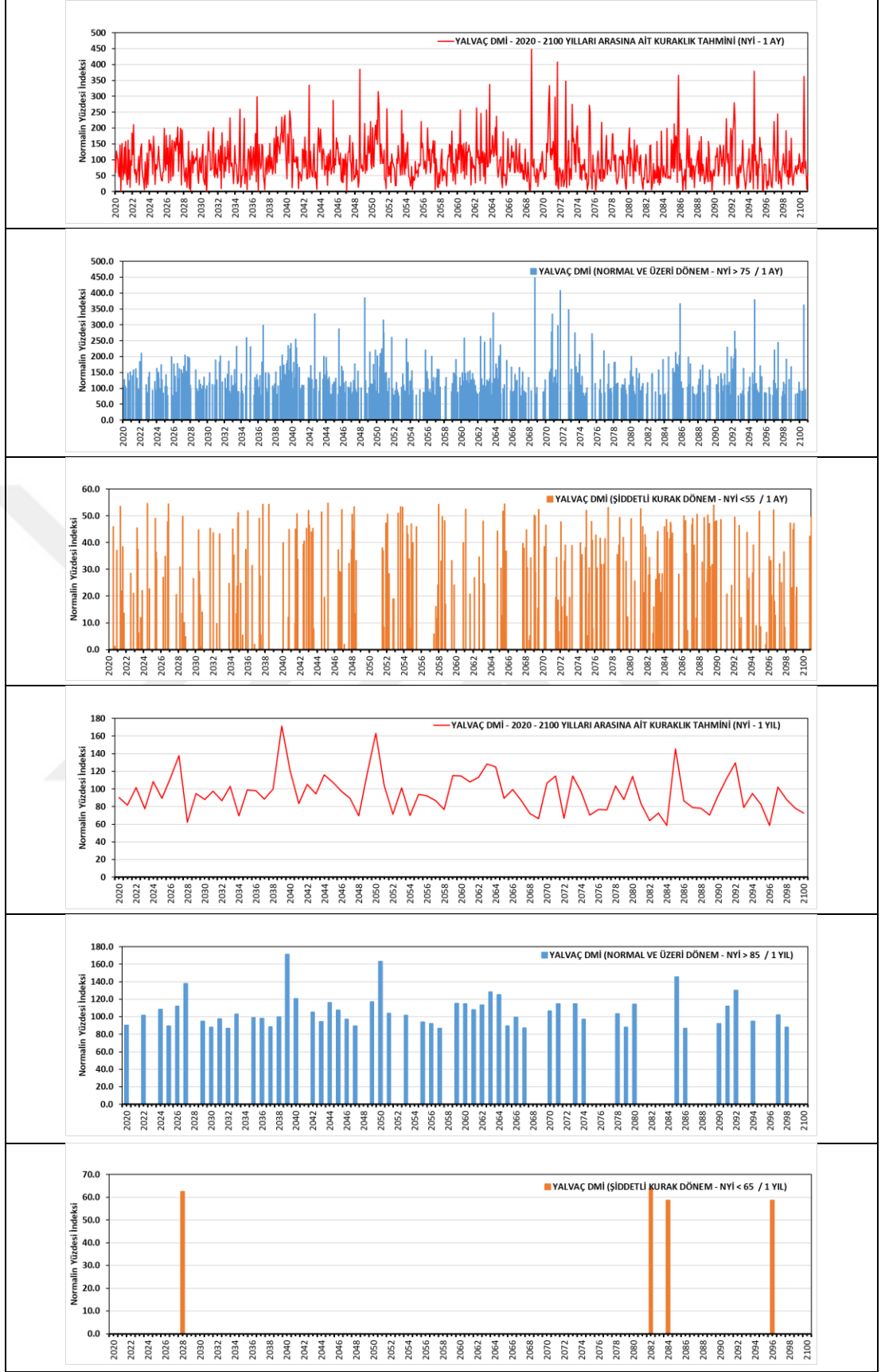
Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde yağış anomali indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, elde edilen grafikler Şekil 4.242’de verilmiştir. Buna göre, Yalvaç DMİ en erken olağanüstü kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde -3.04 indeks değeri ile Haziran 2023’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise -3.17 indeks değeri ile 2028’de yaşanacağı tahmin edilmektedir. Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en sulak dönemin 4.72 indeks değeri ile 2085 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 4.39 indeks değeri ile 2039 yılında yaşanacağı öngörülmektedir.

Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde normalin yüzdesi indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.243’de verilmiştir. Buna göre, Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ağustos 2021 tarihinde şiddetli kurak periyot yaşanacaktır. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2028, 2082, 2084, 2096 yıllarında şiddetli kurak periyotlar beklenmektedir. Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Eylül 2021 tarihinde kurak olmayan normal periyot beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2022 yılında kurak olmayan normal periyot yaşanacağı öngörülmektedir.

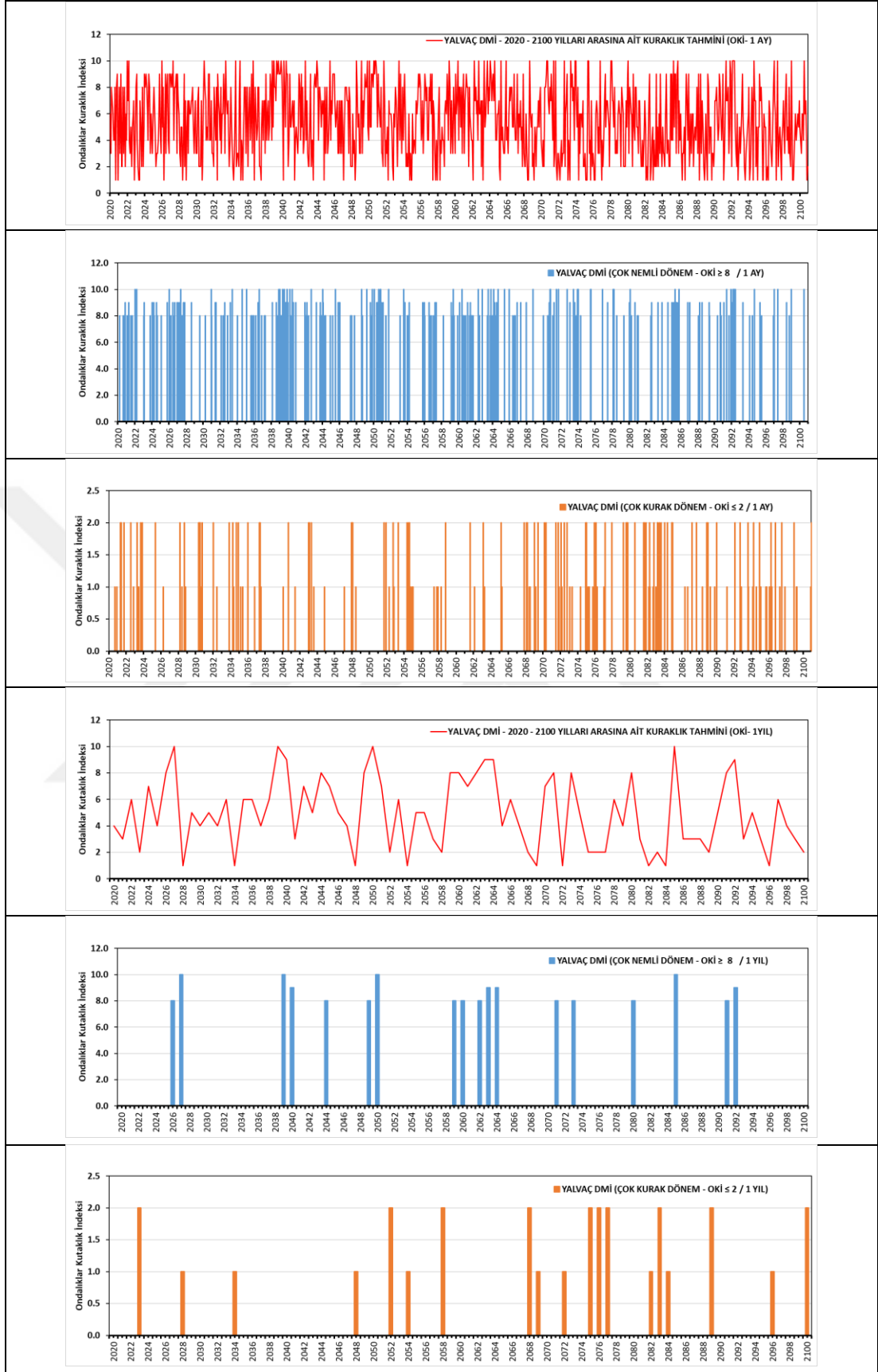
Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde ondalıklar kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre elde edilen grafikler Şekil 4.244’de verilmiştir. Buna göre, Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ekim 2021 tarihinde çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2023 ve 2028 yıllarında çok kurak periyot yaşanması beklenmektedir. Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ölçüm yapılan periyotta en erken olarak Ocak 2022 tarihinde çok nemli periyot beklenmekte iken 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken olarak 2026 ve 2027 yıllarında çok nemli periyot beklenmektedir.



Şekil 4.242. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik YAI kuraklık indeks tahminleri



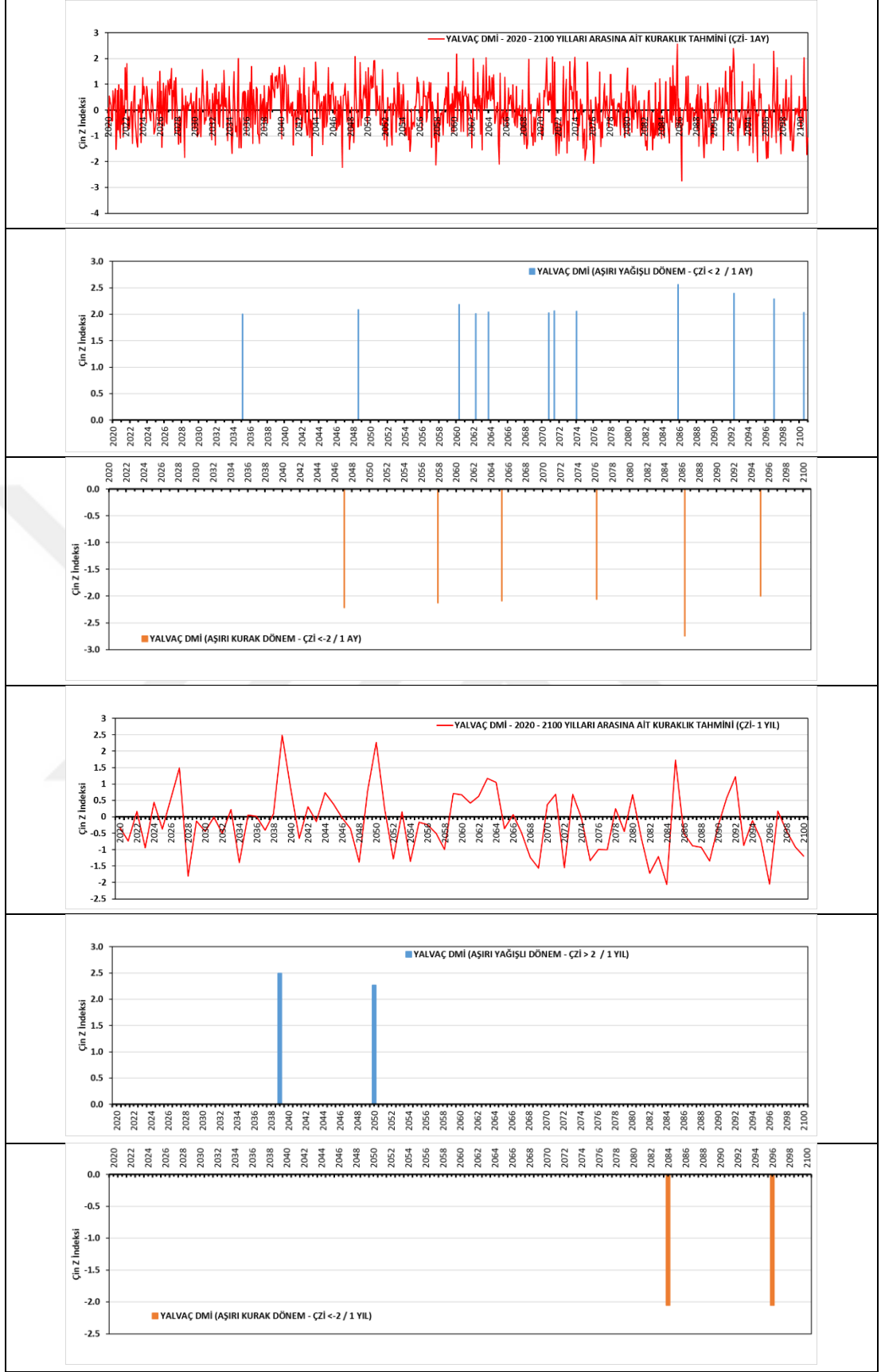
Şekil 4.243. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik NYİ kuraklık indeks tahminleri



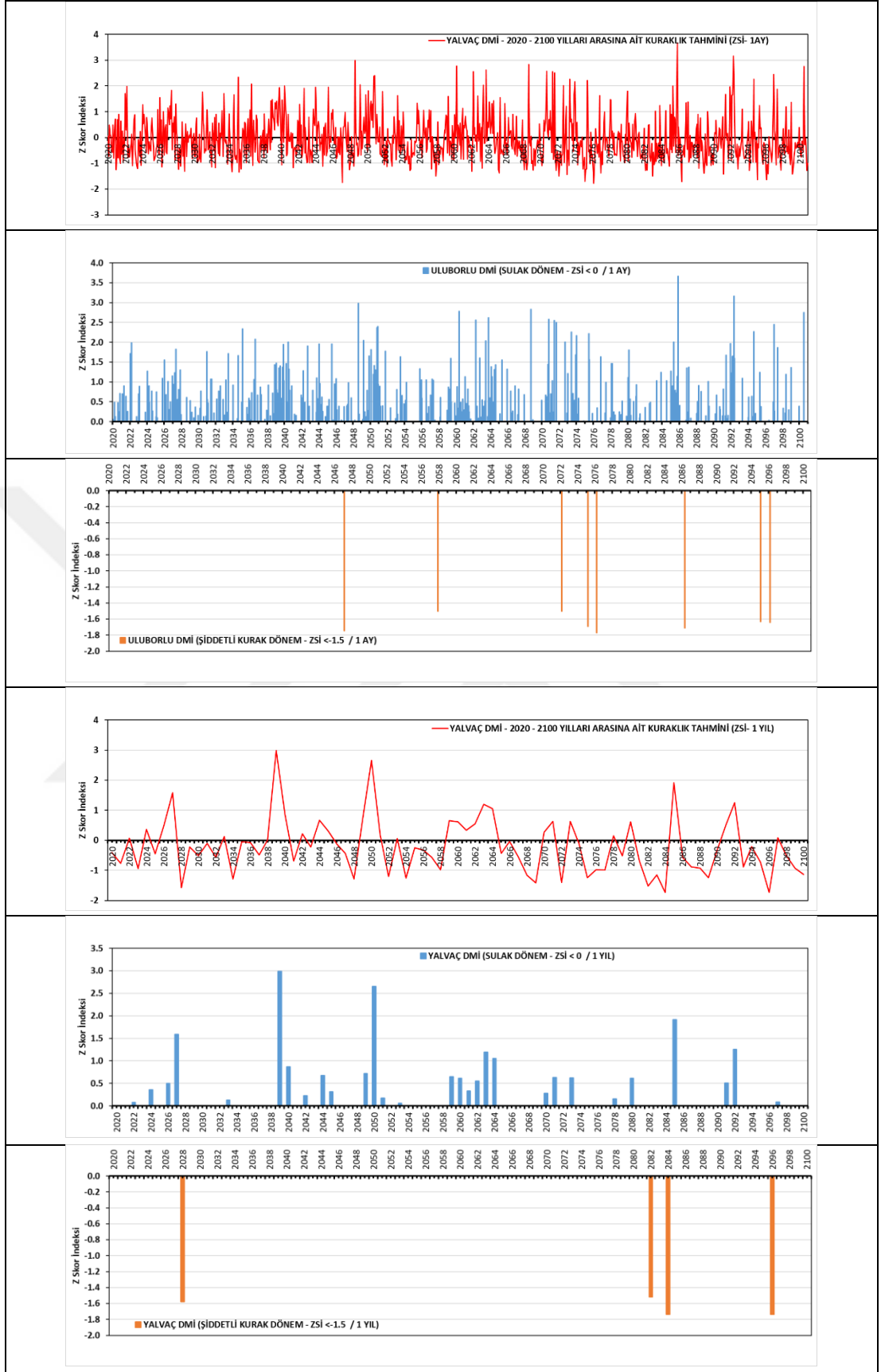
Şekil 4.244. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik OKI kuraklık indeks tahminleri

Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Çin Z kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.245’de sunulmuştur. Buna göre, Yalvaç DMİ için aşırı kurak periyotların 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Şubat 2047, Aralık 2057, Nisan 2065, Mart 2076, Mayıs 2086, Şubat 2095 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2084 ve 2096 yıllarında yaşanması beklenmektedir. Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde aşırı yağışlı dönemlerin ise Şubat 2035, Ağustos 2048, Mayıs 2060, Nisan 2062, Ekim 2063, Ekim 2070, Haziran 2071, Ocak 2074, Kasım 2085, Mayıs 2092, Ocak 2097 ve Temmuz 2100 yıllarında; 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2039 ve 2050 yıllarında yaşanması öngörülmektedir.

Yalvaç Meteoroloji İstasyonunda 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde Z Skor kuraklık indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre hazırlanan grafikler Şekil 4.246’da sunulmuştur. Buna göre, Yalvaç DMİ için şiddetli kurak periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken Şubat 2047 yılında, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise 2028 yılında yaşanması beklenmektedir. Yalvaç DMİ için 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde sulak dönem en erken Eylül 2021’de, 1 yıllık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2022 yılında yaşanması öngörülmektedir.



Şekil 4.245. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ÇZİ kuraklık indeks tahminleri

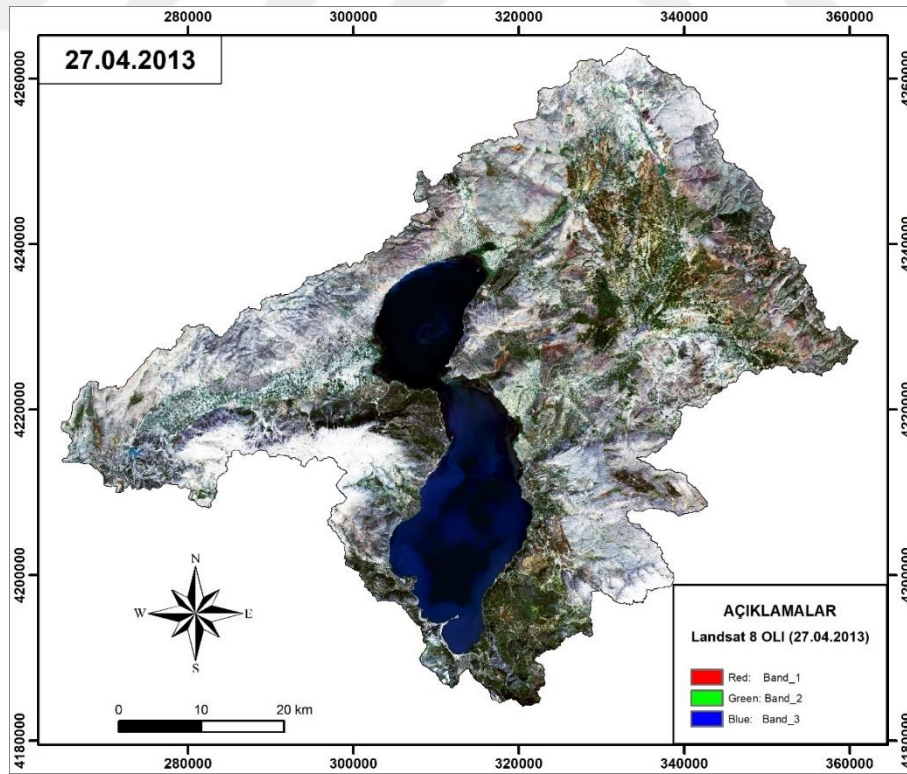


Şekil 4.246. Yalvaç DMİ 1 ay ve 1 yıllık zaman ölçeklerinde geleceğe yönelik ZSI kuraklık indeks tahminleri

4.3.2. Uydu bazlı kuraklık analizleri

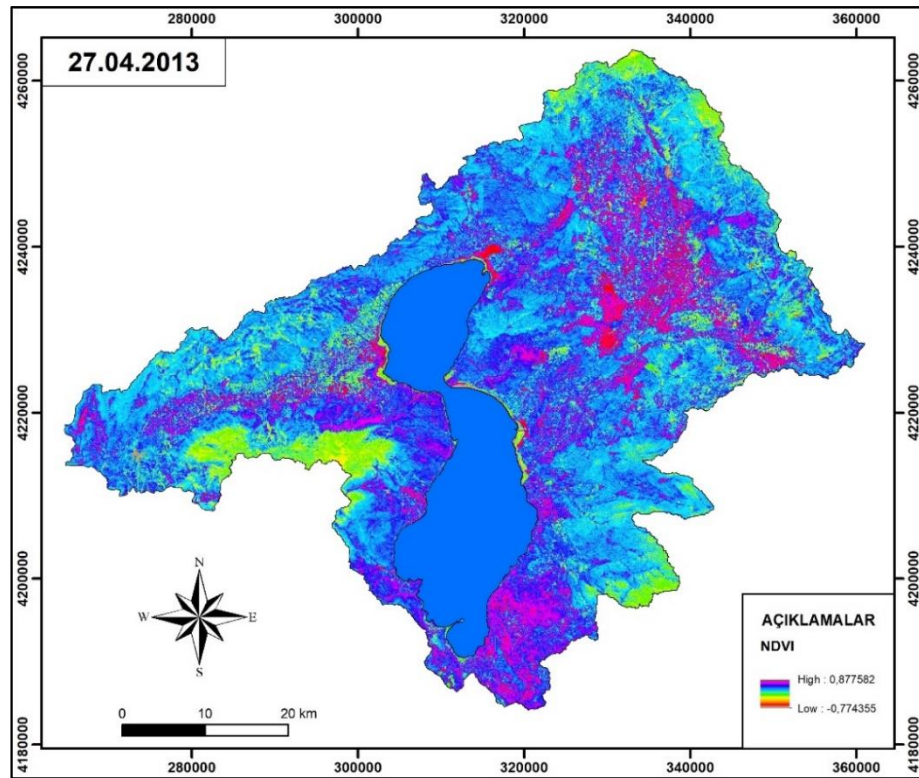
4.3.2.1 Landsat uydu görüntüleri ile kuraklık analizi

Eğirdir Gölü Havzasında tarımsal kuraklık analizinin yapılabilmesi amacıyla Landsat ve MODIS uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu kapsamda 2013, 2014, 2015, 2016, 2020 ve 2021 yıllarına ait toplam 6 adet Landsat 8 OLI uydu görüntüsü kullanılarak Yüzey Sıcaklığı (LST), Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI), Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) ve Bitki Sağlığı İndeksi (VHI) uygulanmıştır. Landsat uydu görüntülerinin multispektral bandlarına öncelikle radyometrik kalibrasyon uygulandıktan sonra sırasıyla NDVI, EVI ve VHI indeksleri uygulanmıştır. Landsat 8 uydu görüntülerinin termal bandları kullanılarak öncelikle yüzey sıcaklığı indeksi uygulanmıştır. Eğirdir Gölü havzasını kapsayan 27.04.2013 tarihine ait (path/row:178/033 ve 178/034) uydu görüntüleri kullanılarak öncelikle mozayik görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.247).

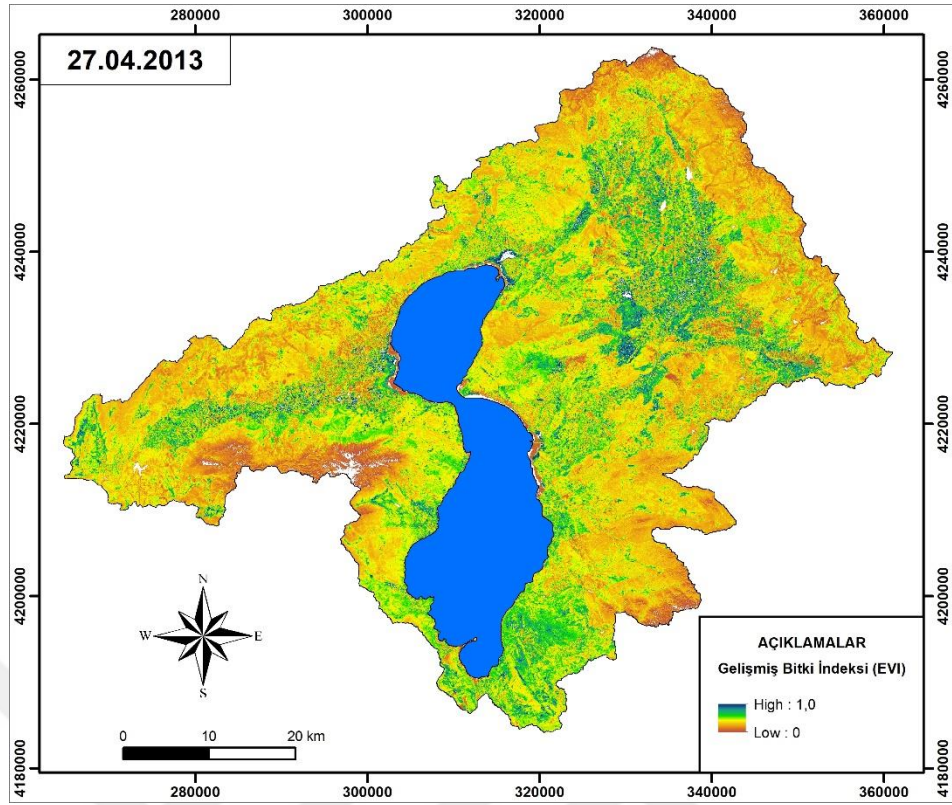


Şekil 4.247. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü

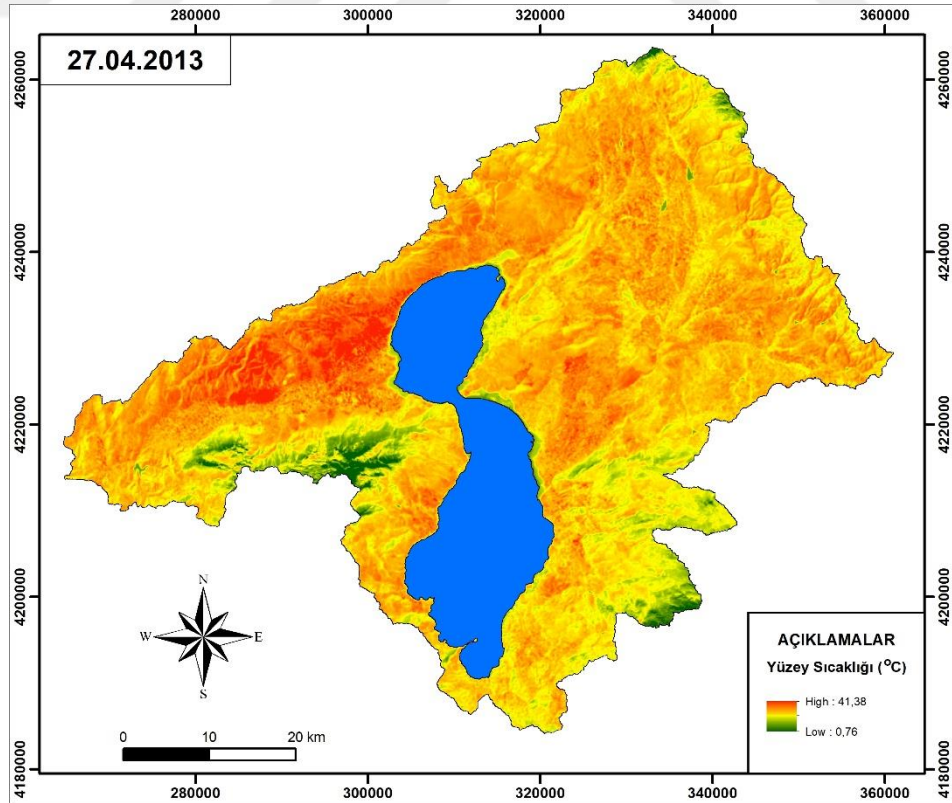
Eğirdir Gölü Havzasına ait Bitki Örtüsüne ait analizlerin yapılabilmesi amacıyla öncelikle Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi ile Gelişmiş Bitki Örtüsü İndeksi uygulanmıştır. Buna göre 27.04.2013 tarihinde NDVI haritasında en düşük ve en yüksek indeks değerleri sırasıyla -0.774355 ve 0.877582 arasında değişmekle birlikte ortalama indeks değerinin ise 0.390767 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.248). Aynı tarihe ait Gelişmiş Bitki İndeks değerlerinin ortalamasının ise 0.391509 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.249). Landsat 8 OLI termal bandlarına ait piksel parlaklık değerleri kullanılarak yüzey sıcaklığı değerleri belirlenmiştir. Buna göre, Eğirdir Gölü havzasında 27.04.2013 tarihli uydu görüntüsü verilerine göre en düşük yüzey sıcaklığı 0.76 °C ve en yüksek yüzey sıcaklığı ise 41.38 °C olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.250). Daha sonra NDVI indeksi kullanılarak Bitki Durum İndeksi (VCI) ile Yüzey Sıcaklık Değerleri (LST) kullanılarak Sıcaklık Durum İndeksi (TCI) belirlenmiştir. Söz konusu VCI ve TCI indeksleri kullanılarak Bitki Sağlığı İndeks (VHI) değerleri hesaplanmıştır (Şekil 4.251). Buna göre havzanın büyük bir bölümünde kuraklık gözlenmezken sadece Büyükkabaca Küçükabaca ve Uluğbey çevrelerinde hafif ve orta kurak bölgeler tespit edilmiştir.



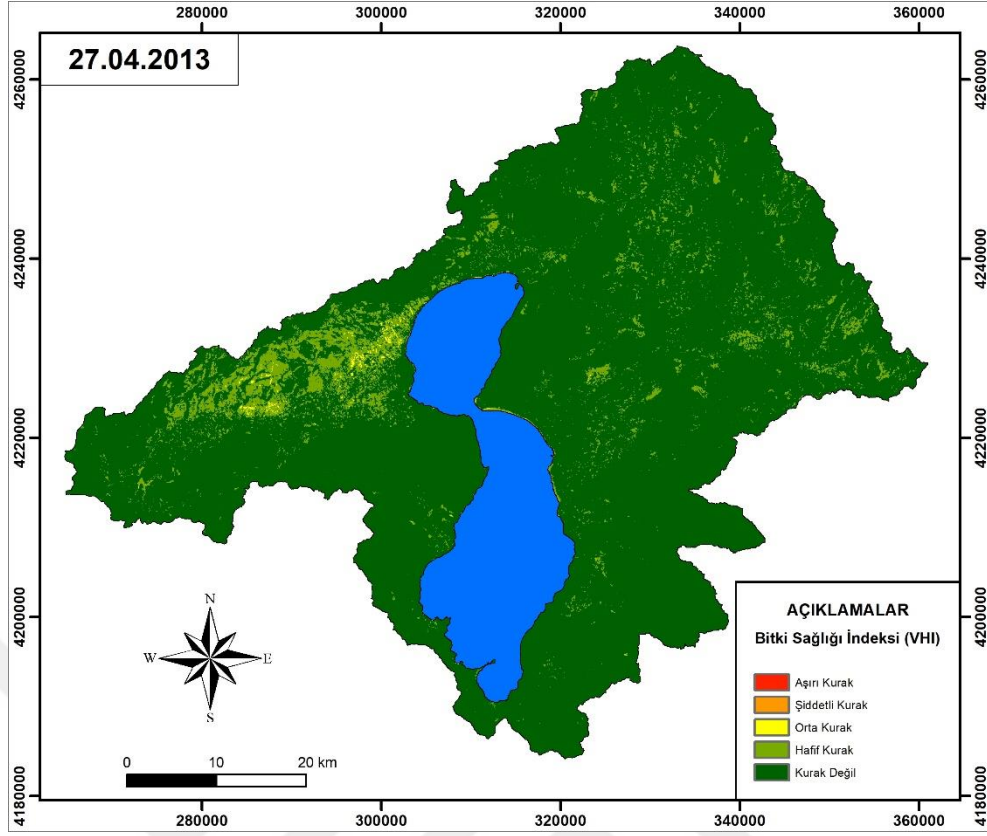
Şekil 4.248. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihli NDVI haritası



Şekil 4.249. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası

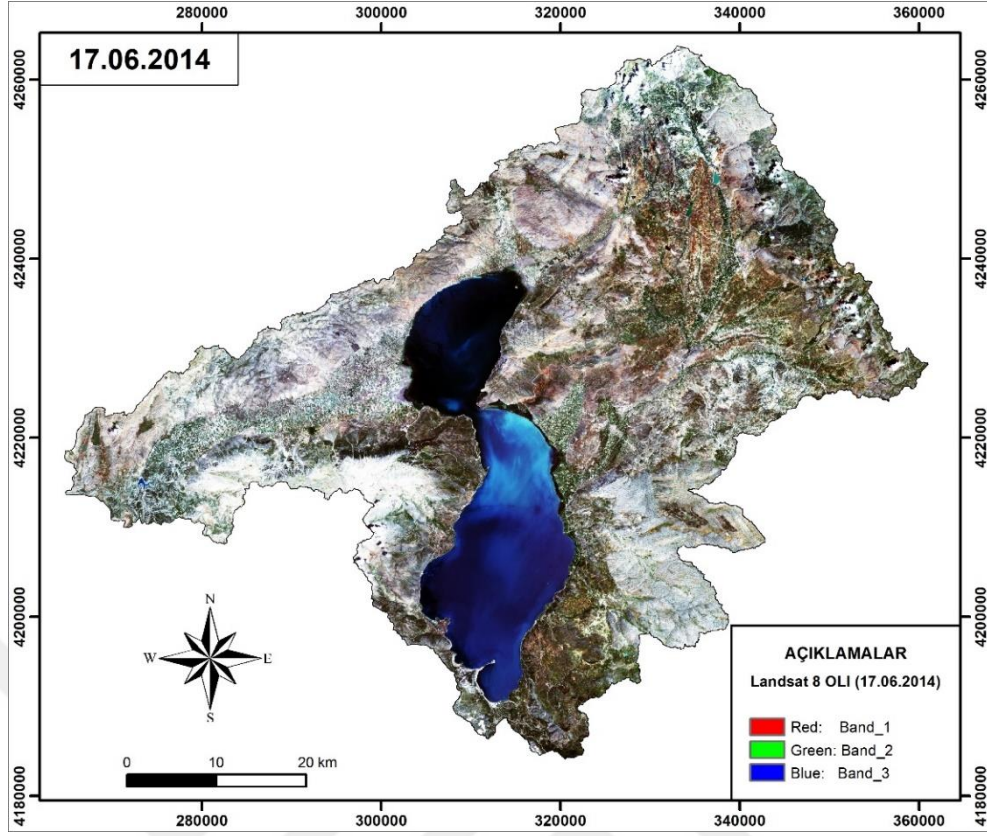


Şekil 4.250. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihili Yüzey Sıcaklığı Haritası (LST)

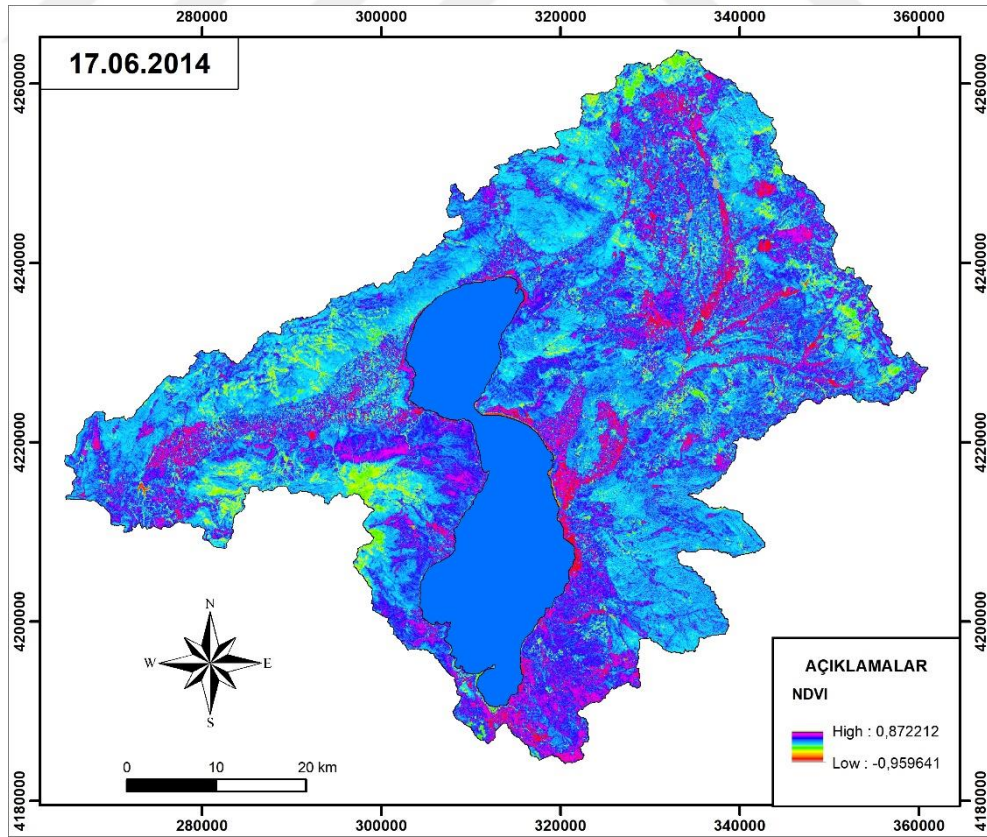


Şekil 4.251. Eğirdir Havzasının 27.04.2013 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) haritası

Eğirdir Gölü Havzasının 17.06.2014 tarihli tarımsal kuraklık analizlerinin yapılabilmesi amacıyla sözkonusu tarihe ait 2 adet (path/row:178/033 ve 178/034) uydu görüntüsü kullanılarak öncelikle mozayik görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.252). Eğirdir Gölü Havzasına ait Bitki Örtüsüne ait analizlerin yapılabilmesi amacıyla öncelikle Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi ile Gelişmiş Bitki Örtüsü İndeksi uygulanmıştır. Buna göre 17.06.2014 tarihli NDVI haritasında en düşük ve en yüksek indeks değerleri sırasıyla -0.959641 ve 0.872212 arasında değişmekle birlikte ortalama indeks değerinin ise 0.397889 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.253). Aynı tarihe ait Gelişmiş Bitki İndeks değerlerinin ortalamasının ise 0.394363 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.254). Gelişmiş Bitki İndeksi haritası incelendiğinde Eğirdir Gölü havzasında özellikle Uluborlu ve Gelendost çevresi başta olmak üzere Yalvaç ve Senirkent ilçelerinin çevrelerinde indeks değerlerinin oldukça yüksek olduğu dolayısıyla sözkonusu alanlarda bitki yoğunluğunun oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir.



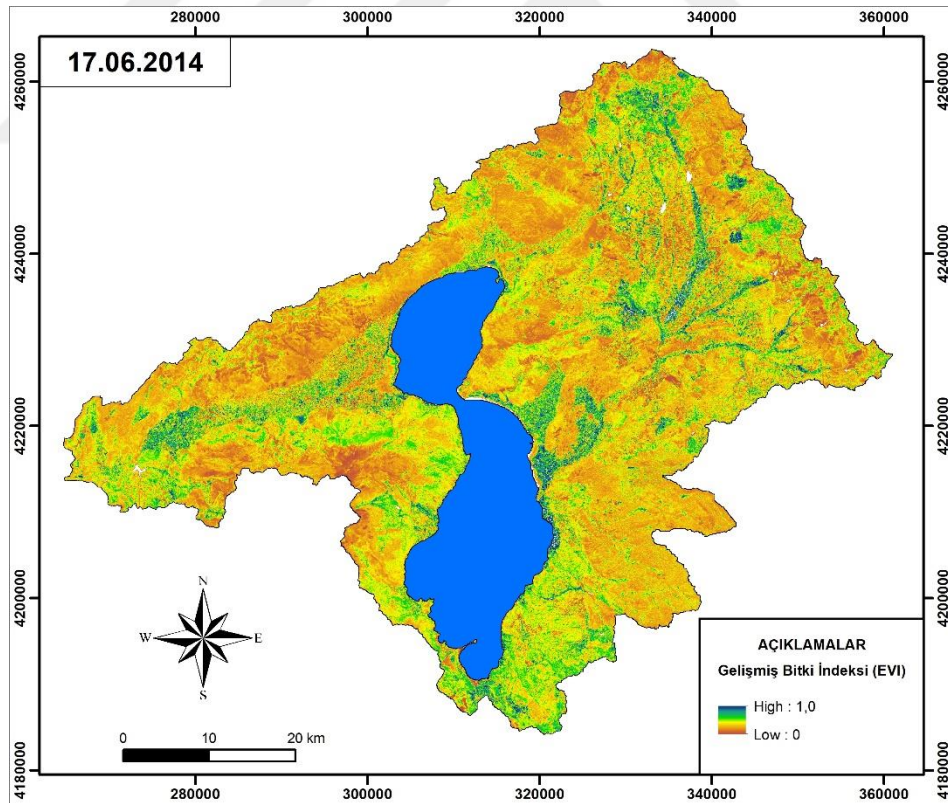
Şekil 4.252. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü



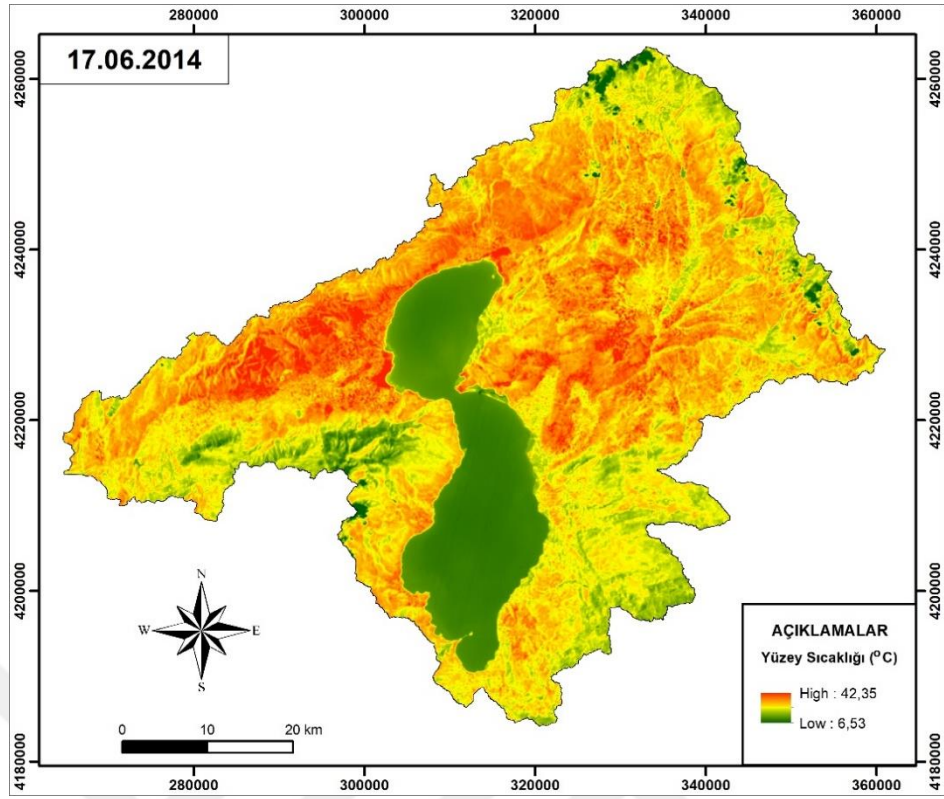
Şekil 4.253. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihli NDVI haritası

Landsat 8 OLI termal bandlarına ait piksel parlaklık değerleri kullanılarak yüzey sıcaklığı değerleri belirlenmiştir. Buna göre, Eğirdir Gölü havzasında 17.06.2014 tarihli uydu görüntüsü verilerine göre en düşük yüzey sıcaklığı 6.53 °C ve en yüksek yüzey sıcaklığı ise 42.35 °C olduğu ortalama yüzey sıcaklığının ise 29.78 °C tespit edilmiştir (Şekil 4.255). Yüzey Sıcaklığı Haritası incelendiğinde özellikle yamaç yönelimi güneye olan bakan bölgelerdeki yüzey sıcaklıklarının diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

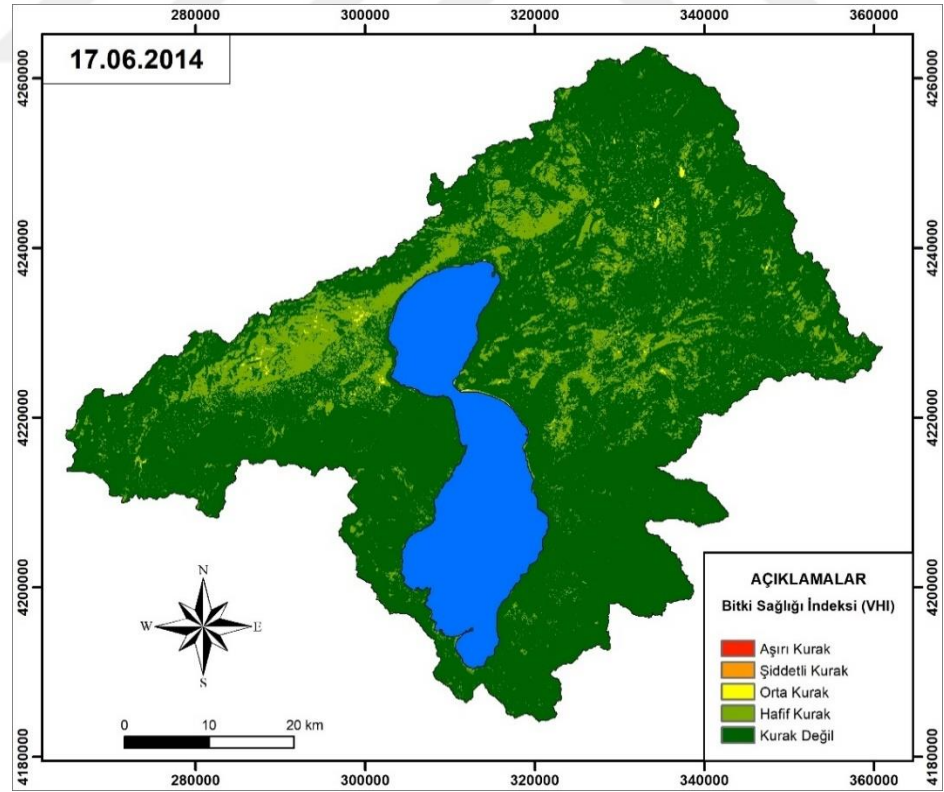
Daha sonra NDVI indeksi kullanılarak Bitki Durum İndeksi (VCI) ile Yüzey Sıcaklık Değerleri (LST) kullanılarak Sıcaklık Durum İndeksi (TCI) belirlenmiştir. Söz konusu VCI ve TCI indeksleri kullanılarak Bitki Sağlığı İndeksi (VHI) değerleri hesaplanmıştır (Şekil 4.256). Buna göre havzanın büyük bir bölümünde kuraklık gözlenmezken sadece Büyükkabaca Küçükkabaca ve Uluğbey çevrelerinde hafif ve orta kurak bölgeler tespit edilmiştir.



Şekil 4.254. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası

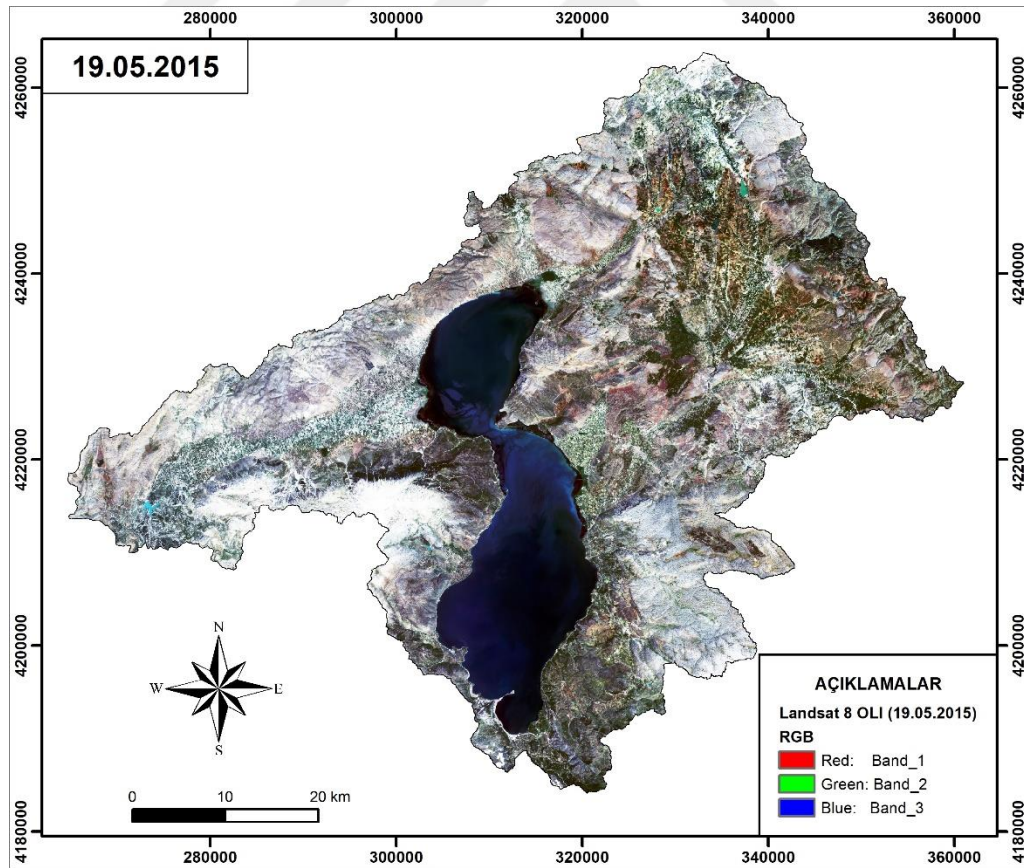


Şekil 4.255. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihili Yüzey Sıcaklığı Haritası (LST)

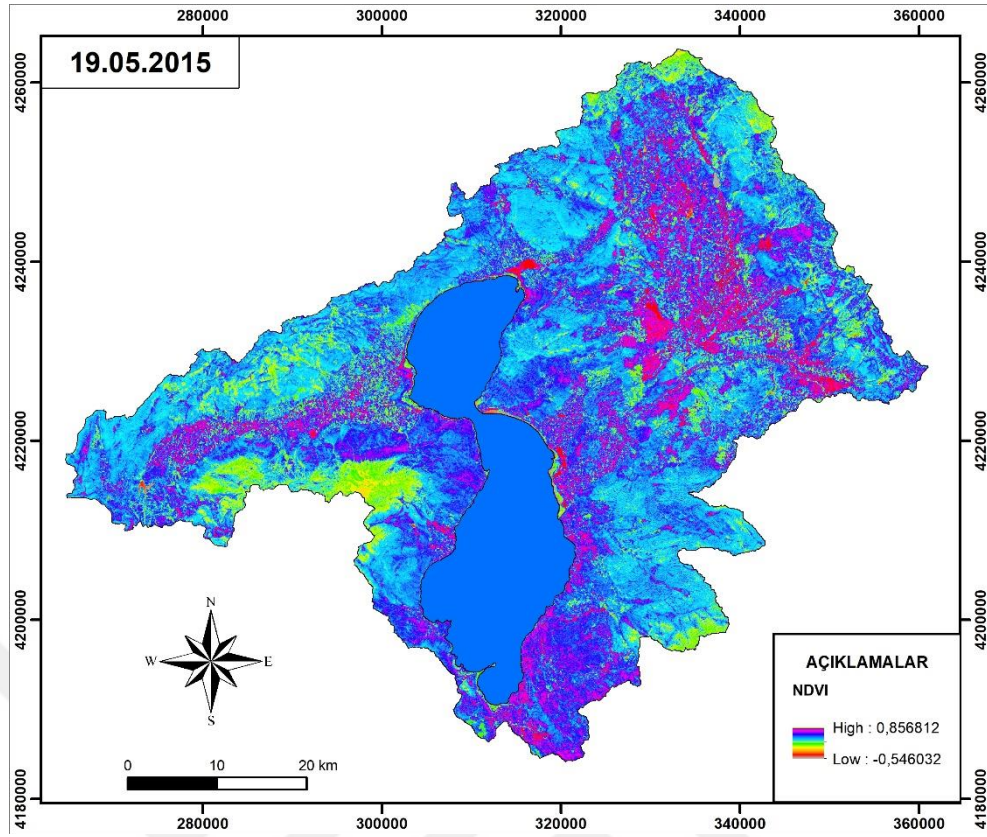


Şekil 4.256. Eğirdir Havzasının 17.06.2014 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) haritası

Eğirdir Gölü Havzasının 19.05.2015 tarihli tarımsal kuraklık analizlerinin yapılabilmesi amacıyla sözkonusu tarihe ait 2 adet (path/row:178/033 ve 178/034) uydu görüntüsü kullanılarak öncelikle mozayik görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.257). Eğirdir Gölü Havzasına ait Bitki Örtüsüne ait analizlerin yapılabilmesi amacıyla öncelikle Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi ile Gelişmiş Bitki Örtüsü İndeksi uygulanmıştır. Buna göre 19.05.2015 tarihli NDVI haritasında en düşük ve en yüksek indeks değerleri sırasıyla -0.546032 ve 0.856812 arasında değişmekle birlikte ortalama indeks değerinin ise 0.405725 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.258). Aynı tarihe ait Gelişmiş Bitki İndeks değerlerinin ortalamasının ise 0.408939 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.259). Gelişmiş Bitki İndeksi haritası incelendiğinde Eğirdir Gölü havzasında özellikle Uluborlu, Gelendost, Senirkent ve Yalvaç ilçelerinin çevrelerinde indeks değerlerinin oldukça yüksek olduğu dolayısıyla sözkonusu alanlarda bitki yoğunluğunun oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir.



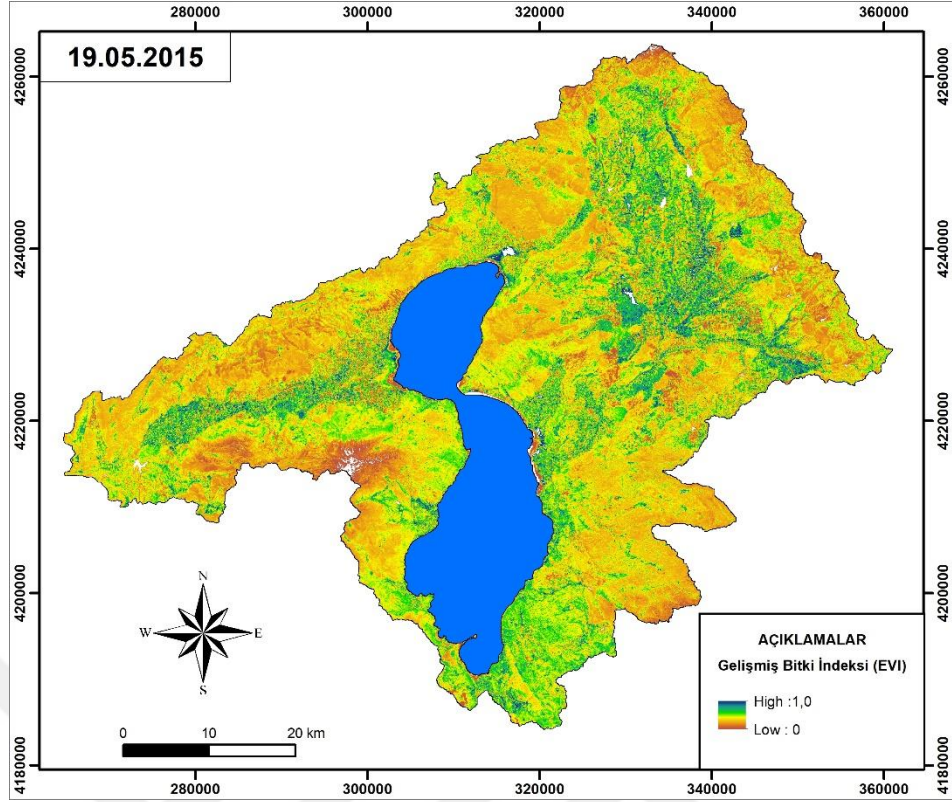
Şekil 4.257. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü



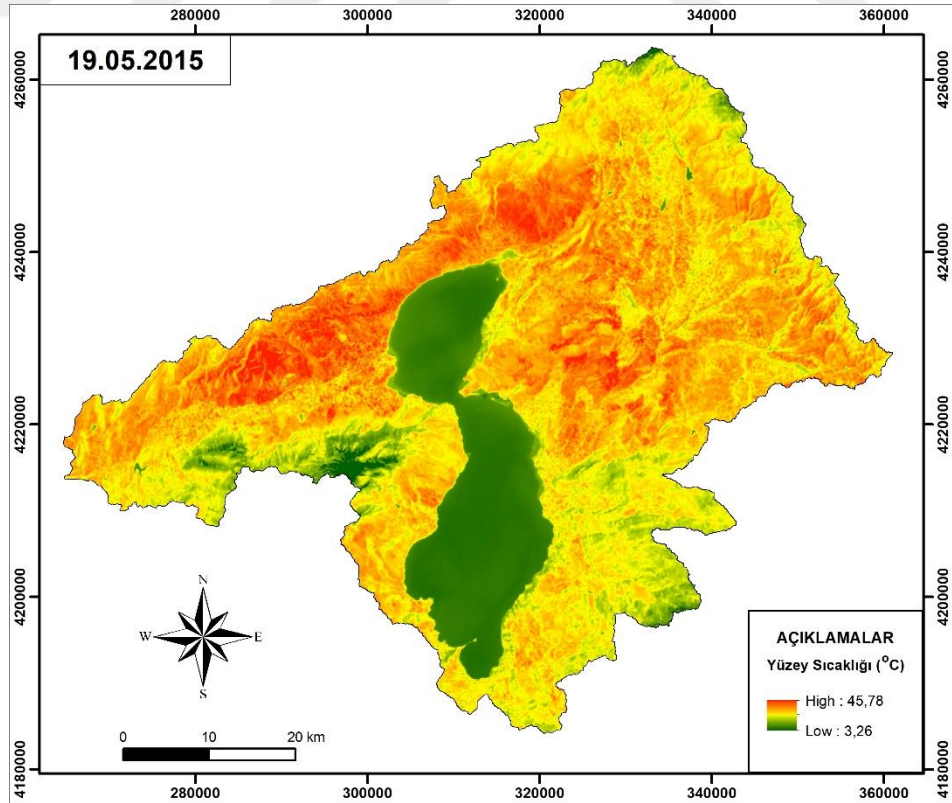
Şekil 4.258. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihli NDVI haritası

Landsat 8 OLI termal bandlarına ait piksel parlaklık değerleri kullanılarak yüzey sıcaklığı değerleri belirlenmiştir. Buna göre, Eğirdir Gölü havzasında 19.05.2015 tarihli uydu görüntüsü verilerine göre en düşük yüzey sıcaklığı 3.26 °C ve en yüksek yüzey sıcaklığı ise 45.78 °C olduğu ortalama yüzey sıcaklığının ise 32.57 °C tespit edilmiştir (Şekil 4.260). Yüzey Sıcaklığı Haritası incelendiğinde özellikle yamaç yönelimi güneye olan bakan bölgelerdeki yüzey sıcaklıklarının diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

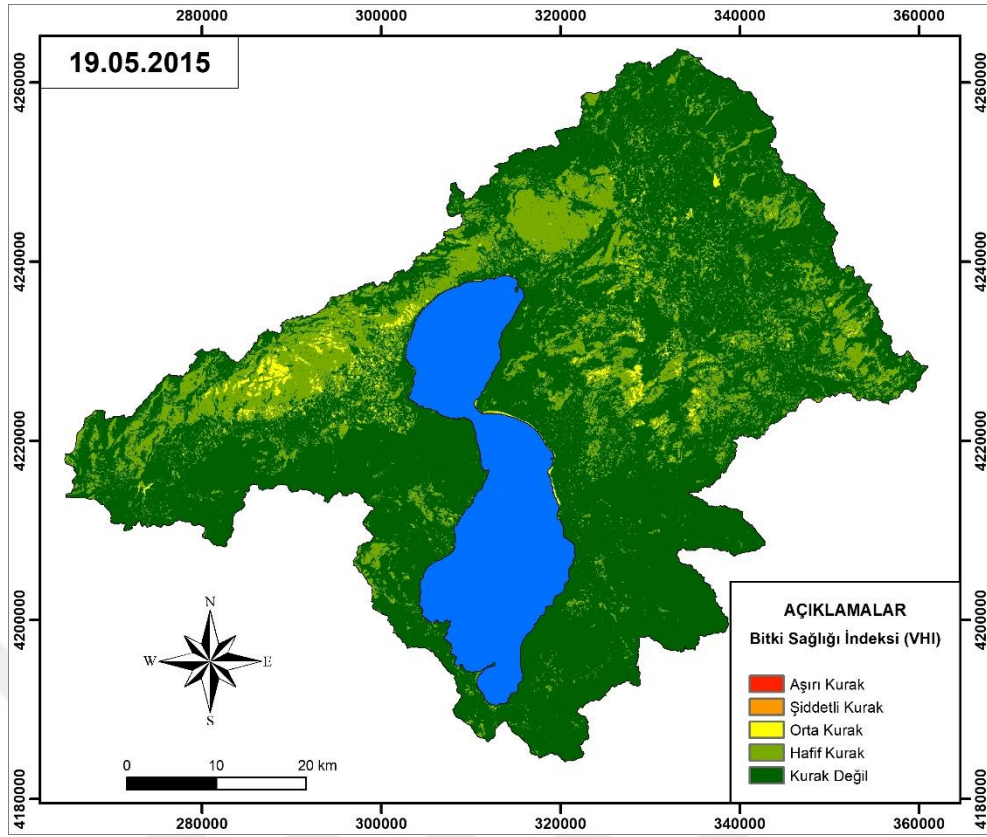
Daha sonra NDVI indeksi kullanılarak Bitki Durum İndeksi (VCI) ile Yüzey Sıcaklık Değerleri (LST) kullanılarak Sıcaklık Durum İndeksi (TCI) belirlenmiştir. Söz konusu VCI ve TCI indeksleri kullanılarak Bitki Sağlığı İndeks (VHI) değerleri hesaplanmıştır (Şekil 4.261). Buna göre havzanın büyük bir bölümünde kuraklık gözlenmezken sadece Büyükkabaca Küçükkabaca, Uluğbey ile Madenli çevrelerinde hafif ve orta kurak bölgeler tespit edilmiştir.



Şekil 4.259. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası

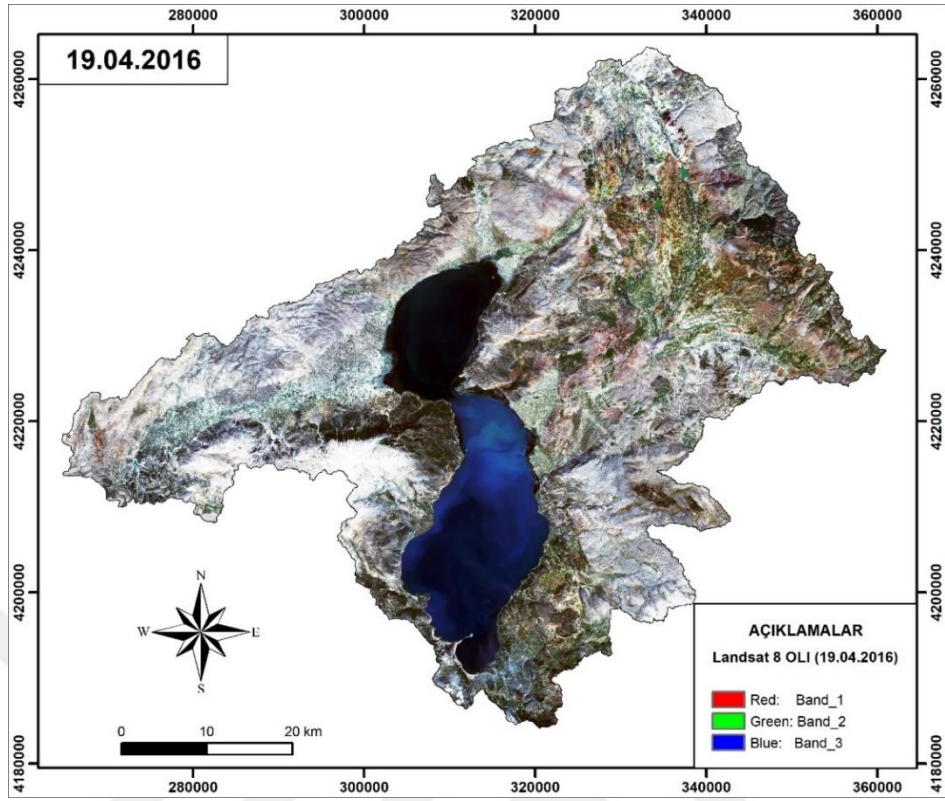


Şekil 4.260. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihili Yüzey Sıcaklığı Haritası (LST)

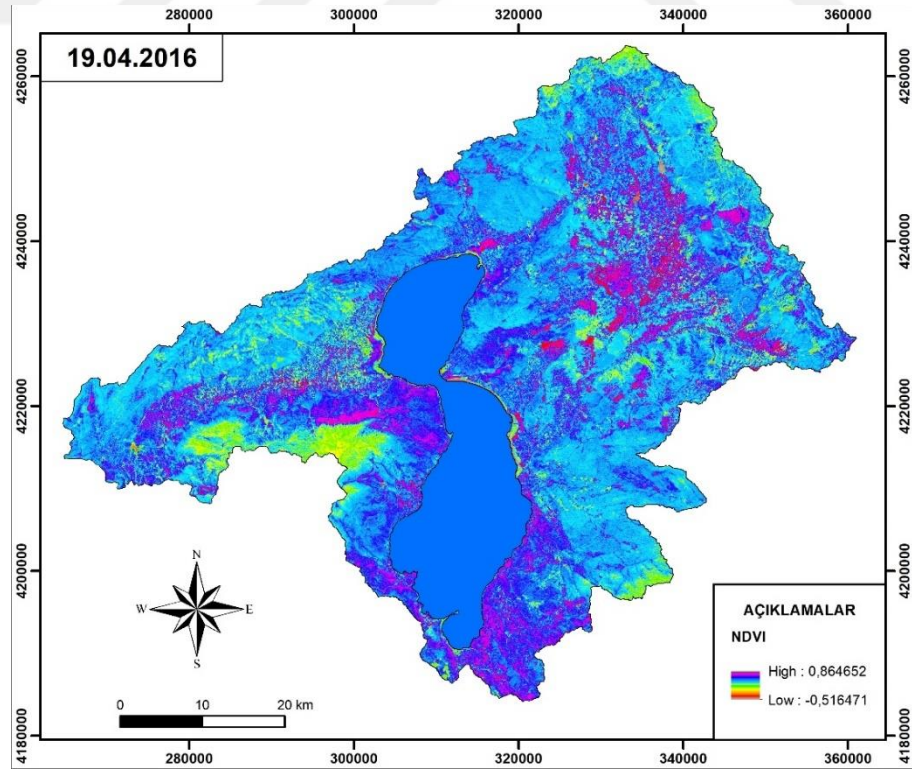


Şekil 4.261. Eğirdir Havzasının 19.05.2015 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) Haritası

Eğirdir Gölü Havzasının 19.04.2016 tarihli tarımsal kuraklık analizlerinin yapılabilmesi amacıyla sözkonusu tarihe ait 2 adet (path/row:178/033 ve 178/034) uydu görüntüsü kullanılarak öncelikle mozayik görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.262). Eğirdir Gölü Havzasına ait Bitki Örtüsüne ait analizlerin yapılabilmesi amacıyla öncelikle Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI) ile Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) uygulanmıştır. Buna göre 19.04.2016 tarihli NDVI haritasında en düşük ve en yüksek indeks değerleri sırasıyla -0.516452 ve 0.864652 arasında değişmekle birlikte ortalama indeks değerinin ise 0.340439 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.263). Aynı tarihe ait Gelişmiş Bitki İndeks değerlerinin ortalamasının ise 0.330948 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.264). Gelişmiş Bitki İndeksi haritası incelendiğinde Eğirdir Gölü havzasında özellikle Uluborlu ve Yalvaç ilçelerinin çevreleri ile kısımda Gelendost ve Senirkent ilçelerinin çevrelerinde indeks değerlerinin oldukça yüksek olduğu dolayısıyla sözkonusu alanlarda bitki yoğunluğunun oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir.



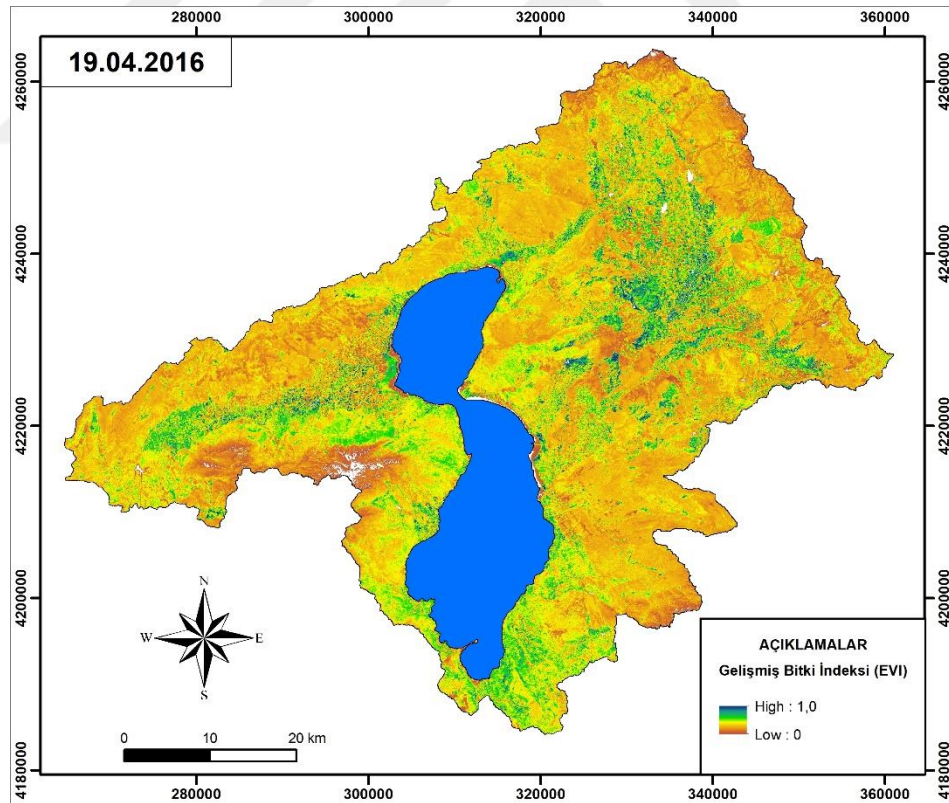
Şekil 4.262. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü



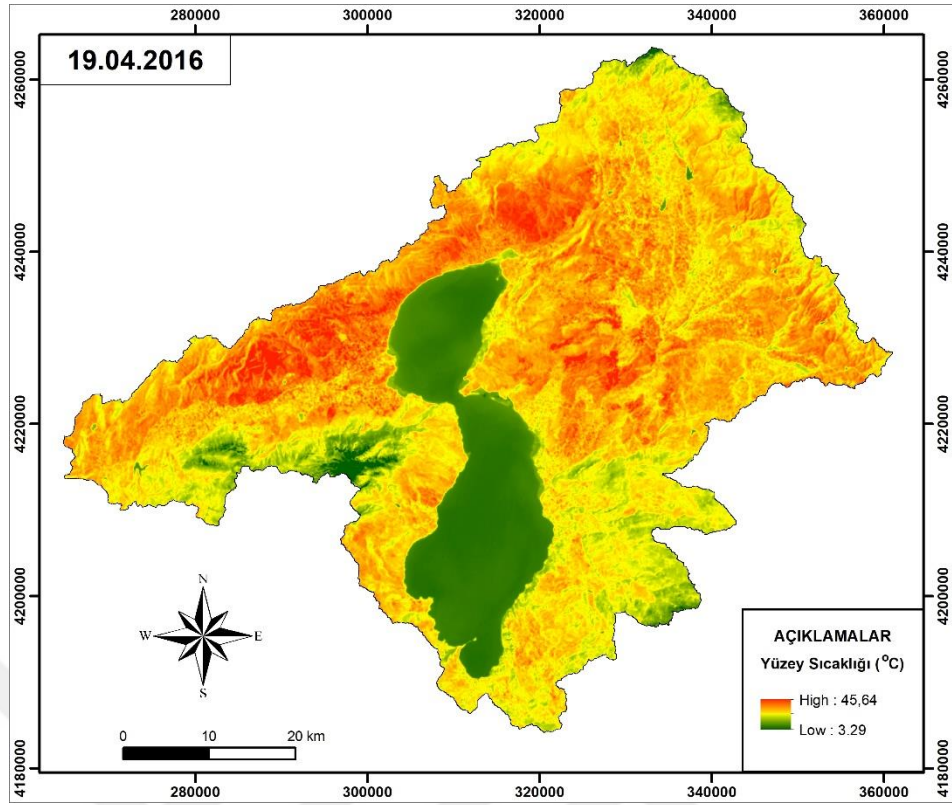
Şekil 4.263. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihli NDVI haritası

Landsat 8 OLI termal bandlarına ait piksel parlaklık değerleri kullanılarak yüzey sıcaklığı değerleri belirlenmiştir. Buna göre, Eğirdir Gölü havzasında 19.04.2016 tarihli uydu görüntüsü verilerine göre en düşük yüzey sıcaklığı 3.29 °C ve en yüksek yüzey sıcaklığı ise 45.64 °C olduğu ortalama yüzey sıcaklığının ise 32.57 °C tespit edilmiştir (Şekil 4.265). Yüzey Sıcaklığı Haritası incelendiğinde özellikle yamaç yönelimi güneye olan bakan bölgelerdeki yüzey sıcaklıklarının diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

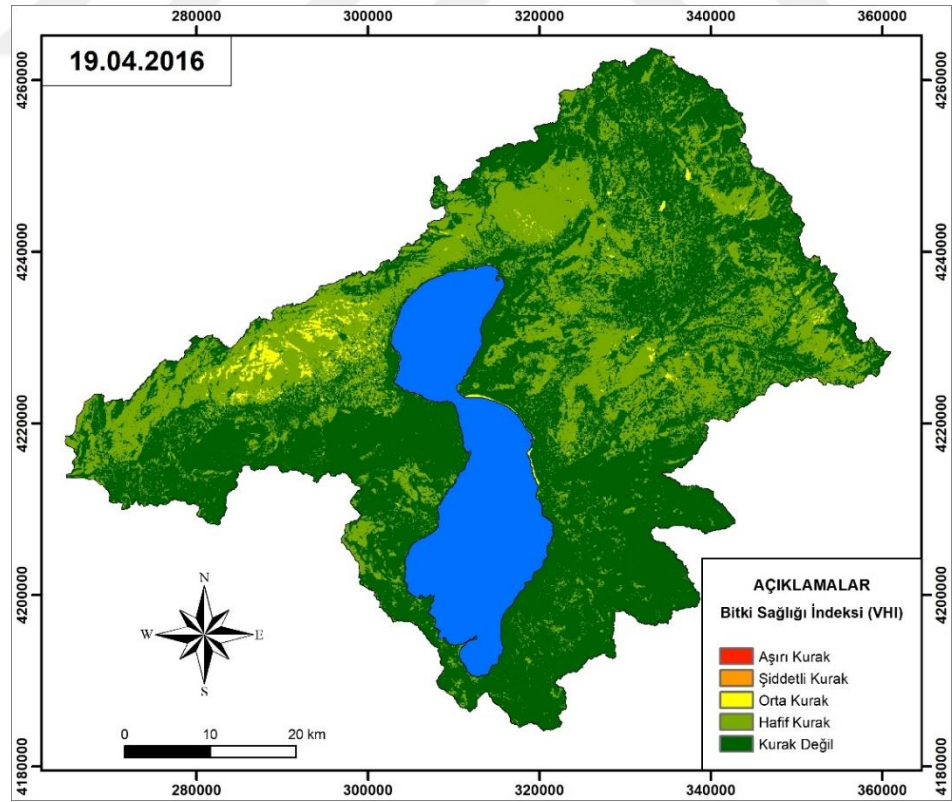
Daha sonra NDVI indeksi kullanılarak Bitki Durum İndeksi (VCI) ile Yüzey Sıcaklık Değerleri (LST) kullanılarak Sıcaklık Durum İndeksi (TCI) belirlenmiştir. Söz konusu VCI ve TCI indeksleri kullanılarak Bitki Sağlığı İndeksi (VHI) değerleri hesaplanmıştır (Şekil 4.266). Buna göre havzanın büyük bir bölümünde kuraklık gözlenmezken sadece Büyükkabaca Küçükkabaca ve Uluğbey çevrelerinde hafif ve orta kurak bölgeler tespit edilmiştir.



Şekil 4.264. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası

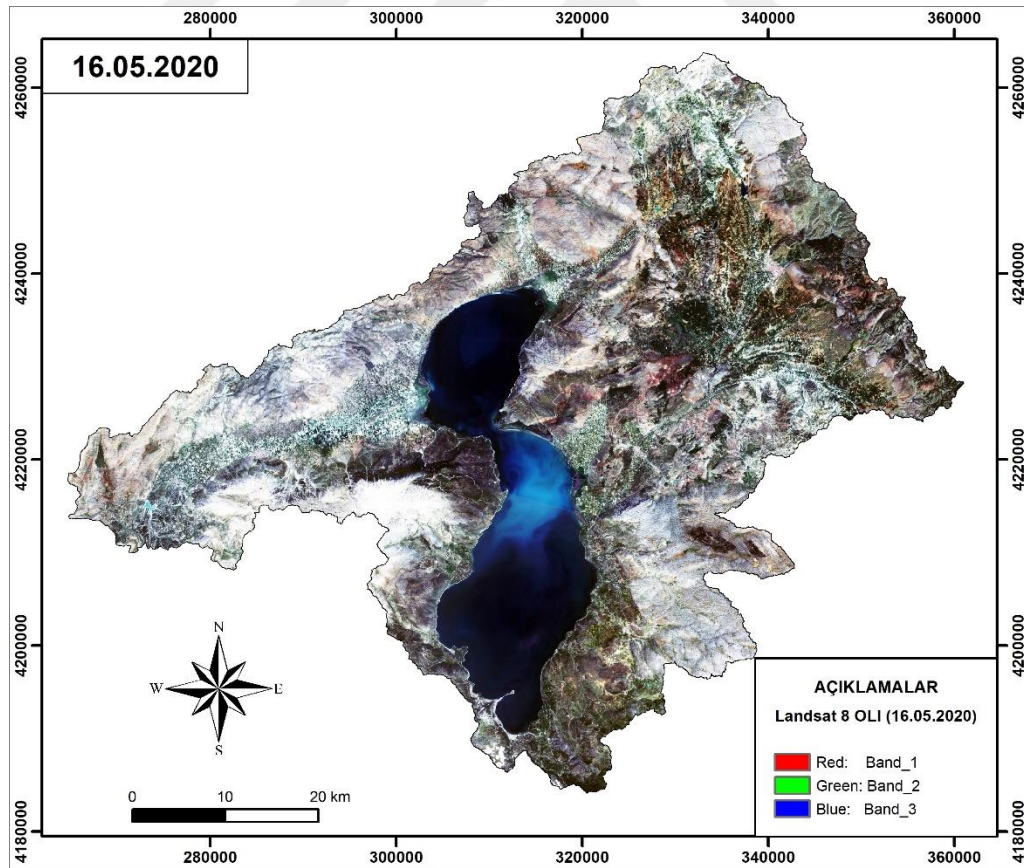


Şekil 4.265. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihili Yüzey Sıcaklığı Haritası (LST)

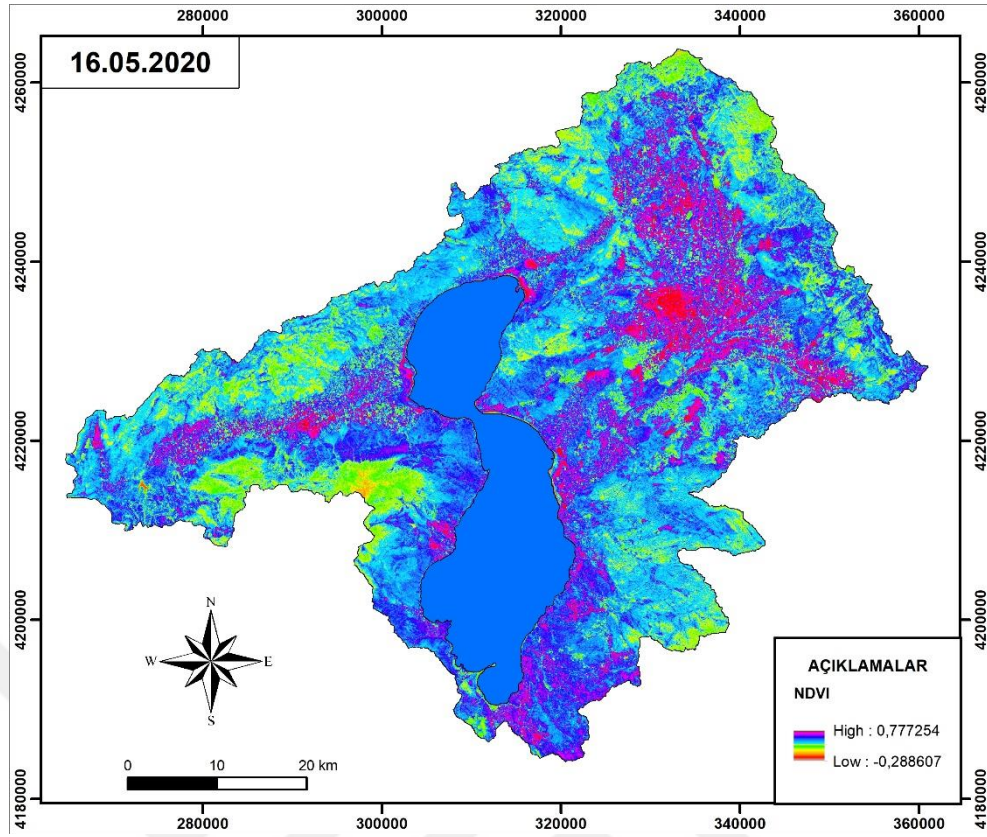


Şekil 4.266. Eğirdir Havzasının 19.04.2016 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) haritası

Eğirdir Gölü Havzasının 16.05.2020 tarihli tarımsal kuraklık analizlerinin yapılabilmesi amacıyla sözkonusu tarihe ait 2 adet (path/row:178/033 ve 178/034) uydu görüntüsü kullanılarak öncelikle mozayik görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.267). Eğirdir Gölü Havzasına ait Bitki Örtüsüne ait analizlerin yapılabilmesi amacıyla öncelikle Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI) ile Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) uygulanmıştır. Buna göre 16.05.2020 tarihli NDVI haritasında en düşük ve en yüksek indeks değerleri sırasıyla -0.288607 ve 0.777254 arasında değişmekle birlikte ortalama indeks değerinin ise 0.390589 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.268). Aynı tarihe ait Gelişmiş Bitki İndeks değerlerinin ortalamasının ise 0.405817 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.269). Gelişmiş Bitki İndeksi haritası incelendiğinde Eğirdir Gölü havzasında özellikle Uluborlu, Senirkent, Gelendost ve Yalvaç çevrelerinde indeks değerlerinin oldukça yüksek olduğu dolayısıyla sözkonusu alanlarda bitki yoğunluğunun oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir.



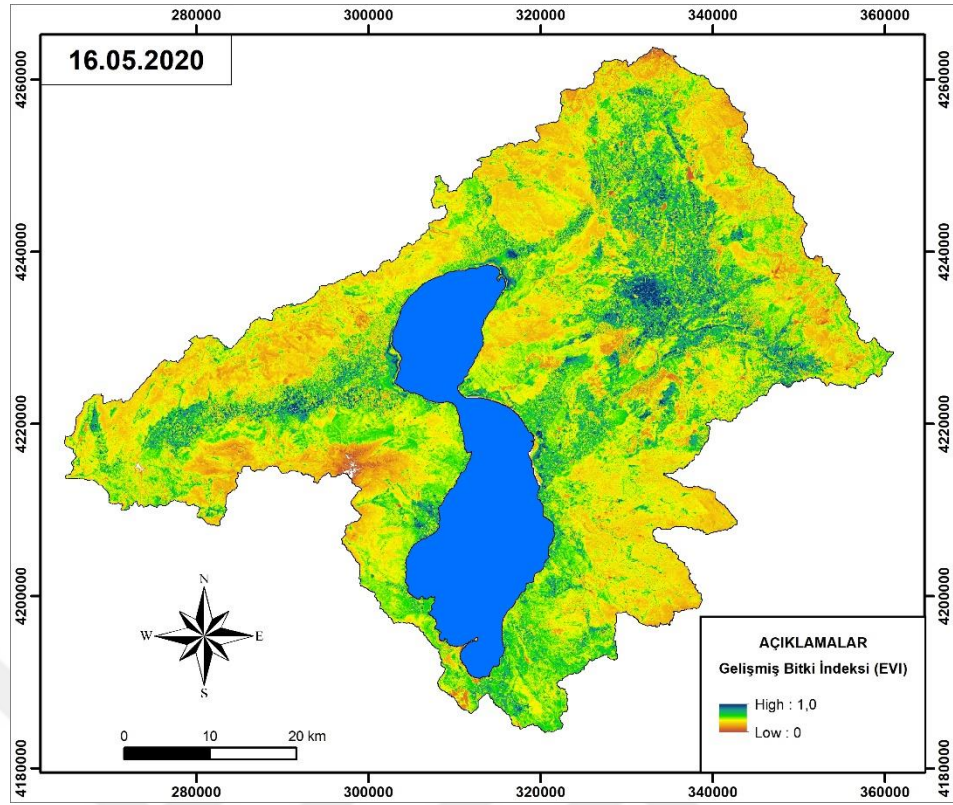
Şekil 4.267. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü



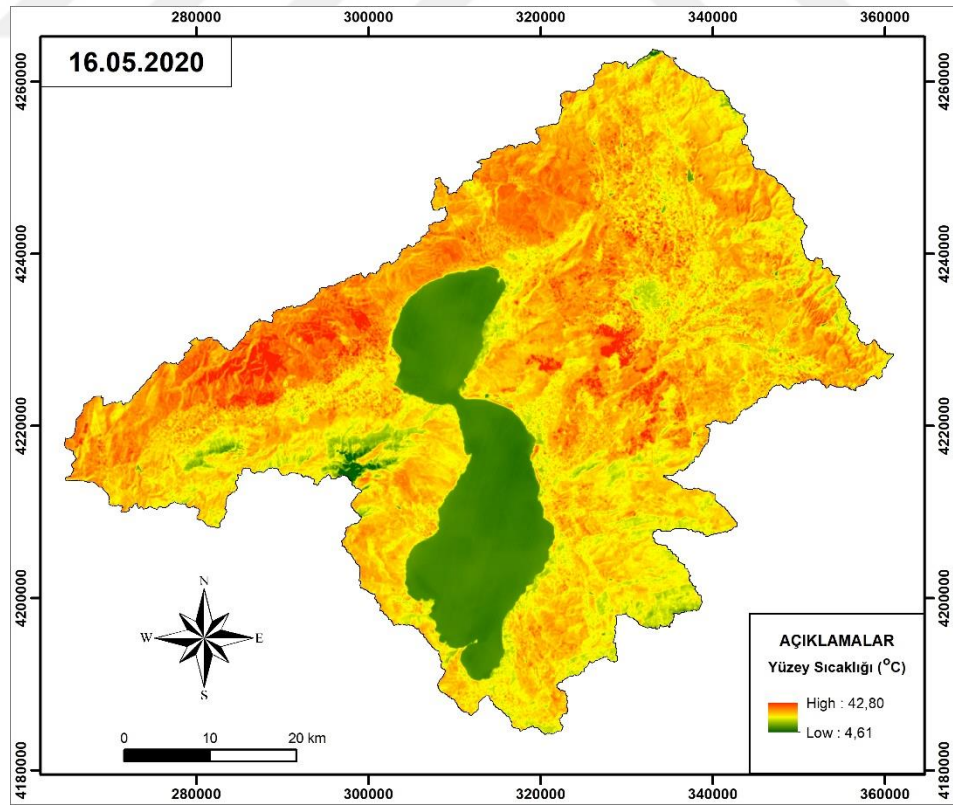
Şekil 4.268. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihli NDVI haritası

Landsat 8 OLI termal bandlarına ait piksel parlaklık değerleri kullanılarak yüzey sıcaklığı değerleri belirlenmiştir. Buna göre, Eğirdir Gölü havzasında 16.05.2020 tarihli uydu görüntüsü verilerine göre en düşük yüzey sıcaklığı 4.61 °C ve en yüksek yüzey sıcaklığı ise 42.80 °C olduğu ortalama yüzey sıcaklığının ise 31.57 °C tespit edilmiştir (Şekil 4.270). Yüzey Sıcaklığı Haritası incelendiğinde özellikle yamaç yönelimi güneye olan bakan bölgelerdeki yüzey sıcaklıklarının diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

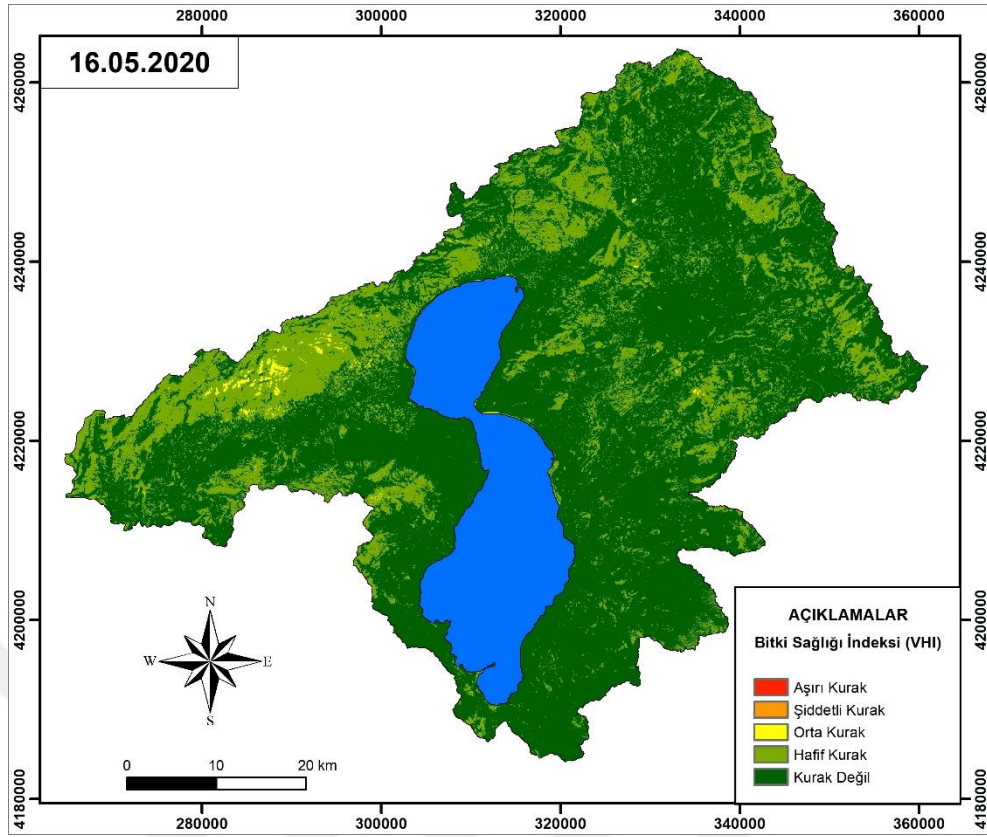
Daha sonra NDVI indeksi kullanılarak Bitki Durum İndeksi (VCI) ile Yüzey Sıcaklık Değerleri (LST) kullanılarak Sıcaklık Durum İndeksi (TCI) belirlenmiştir. Söz konusu VCI ve TCI indeksleri kullanılarak Bitki Sağlığı İndeks (VHI) değerleri hesaplanmıştır (Şekil 4.271). Buna göre havzanın büyük bir bölümünde kuraklık gözlenmezken sadece Büyükkabaca Küçükkabaca ve Uluğbey ile yer yer Gelendost ve Yalvaç çevrelerinde hafif ve orta kurak bölgeler tespit edilmiştir.



Şekil 4.269. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası

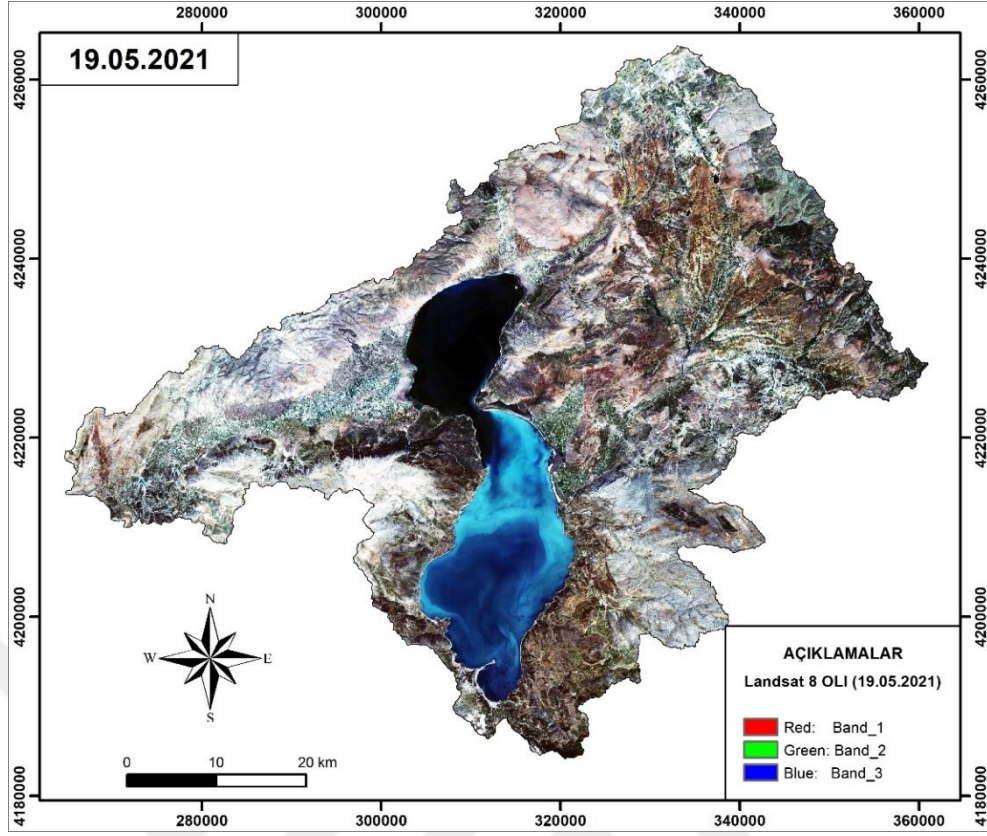


Şekil 4.270. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihili Yüzey Sıcaklığı Haritası (LST)

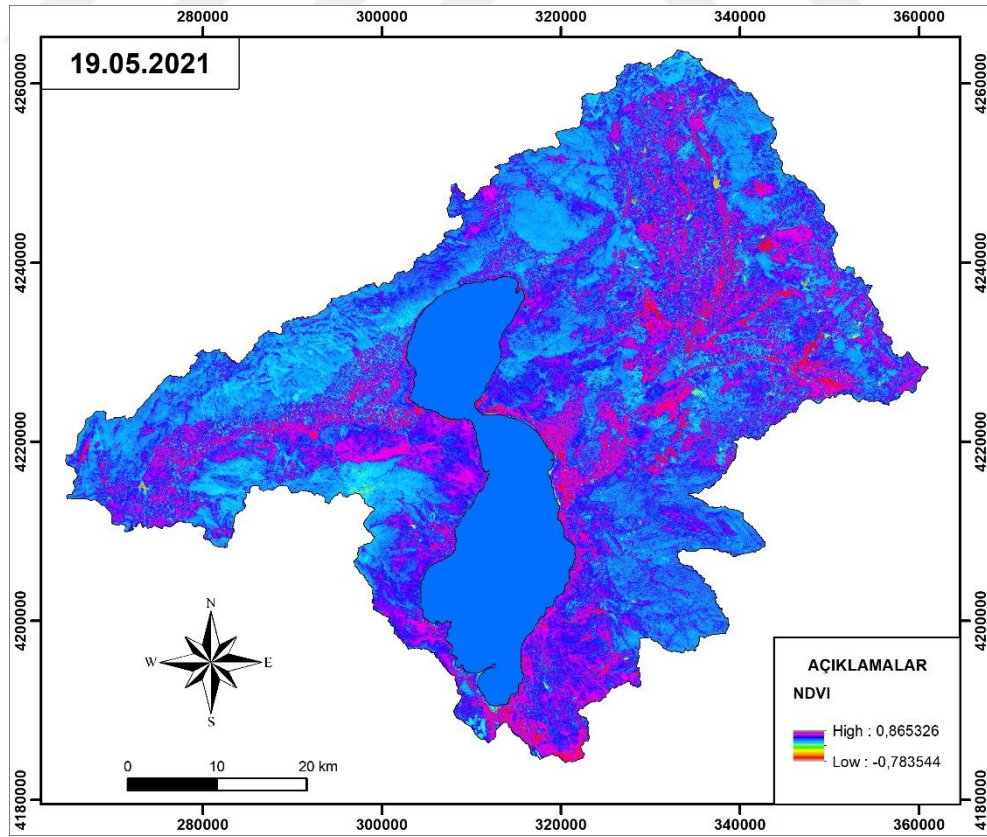


Şekil 4.271. Eğirdir Havzasının 16.05.2020 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) haritası

Eğirdir Gölü Havzasının 19.05.2021 tarihli tarımsal kuraklık analizlerinin yapılabilmesi amacıyla sözkonusu tarihe ait 2 adet (path/row:178/033 ve 178/034) uydu görüntüsü kullanılarak öncelikle mozayik görüntü oluşturulmuştur (Şekil 4.272). Eğirdir Gölü Havzasına ait Bitki Örtüsüne ait analizlerin yapılabilmesi amacıyla öncelikle Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI) ile Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) uygulanmıştır. Buna göre 19.05.2021 tarihli NDVI haritasında en düşük ve en yüksek indeks değerleri sırasıyla -0.783526 ve 0.865326 arasında değişmekle birlikte ortalama indeks değerinin ise 0.372490 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.273). Aynı tarihe ait Gelişmiş Bitki İndeks değerlerinin ortalamasının ise 0.392486 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.274). Gelişmiş Bitki İndeksi haritası incelendiğinde Eğirdir Gölü havzasında özellikle Uluborlu, Senirkent, Gelendost ve Yalvaç çevrelerinde indeks değerlerinin oldukça yüksek olduğu dolayısıyla sözkonusu alanlarda bitki yoğunluğunun oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir.



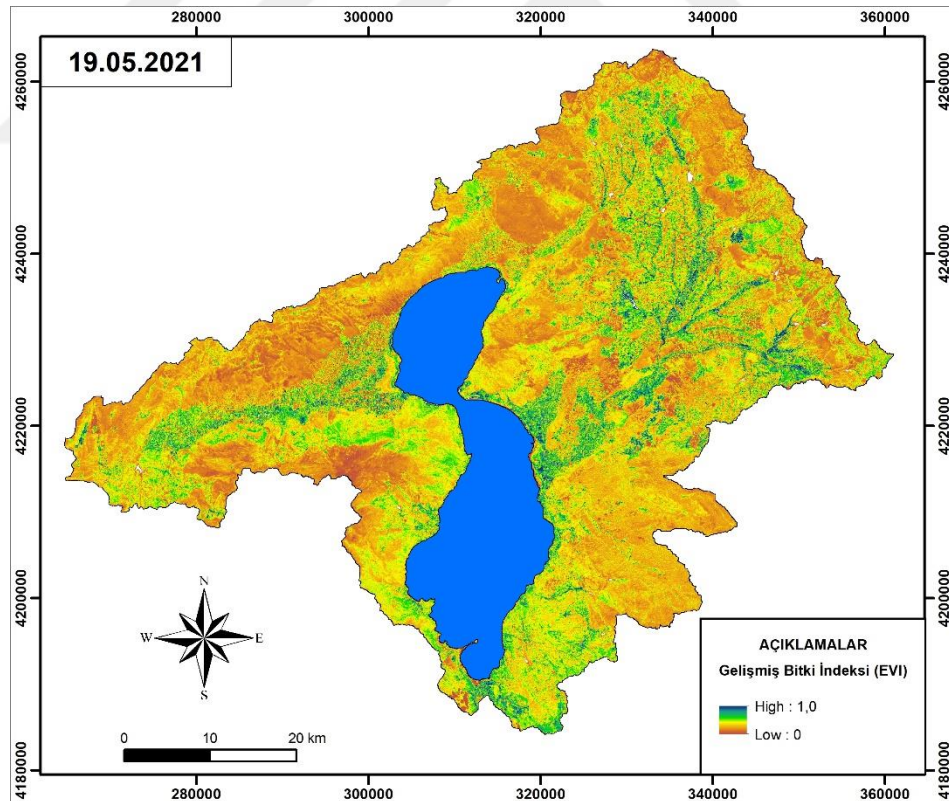
Şekil 4.272. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüsü



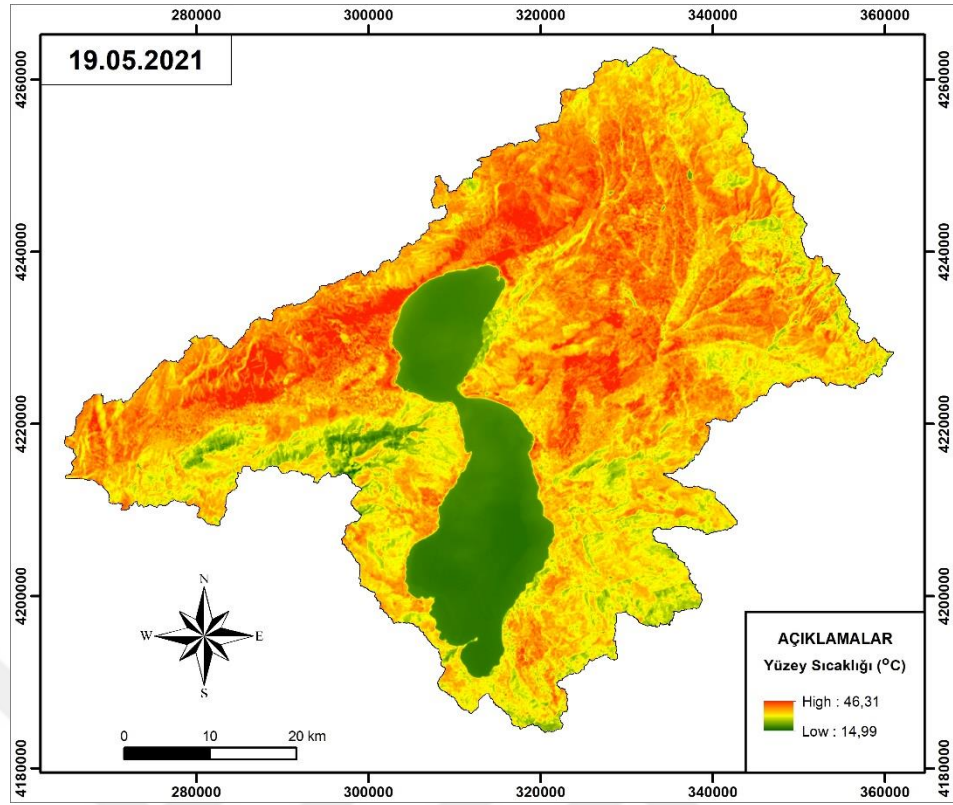
Şekil 4.273. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihli NDVI haritası

Landsat 8 OLI termal bandlarına ait piksel parlaklık değerleri kullanılarak yüzey sıcaklığı değerleri belirlenmiştir. Buna göre, Eğirdir Gölü havzasında 19.05.2021 tarihli uydu görüntüsü verilerine göre en düşük yüzey sıcaklığı 14.99 °C ve en yüksek yüzey sıcaklığı ise 46.31 °C olduğu ortalama yüzey sıcaklığının ise 33.21°C tespit edilmiştir (Şekil 4.275). Yüzey Sıcaklığı Haritası incelendiğinde özellikle yamaç yönelimi güneye olan bakan bölgelerdeki yüzey sıcaklıklarının diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

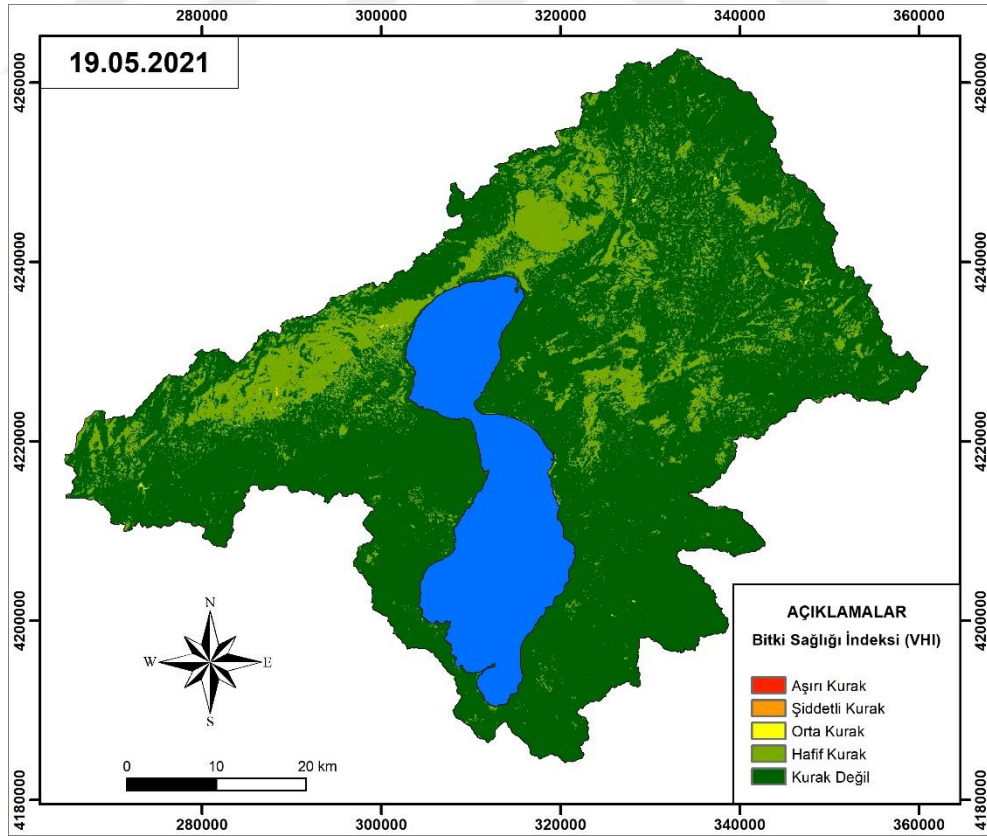
Daha sonra NDVI indeksi kullanılarak Bitki Durum İndeksi (VCI) ile Yüzey Sıcaklık Değerleri (LST) kullanılarak Sıcaklık Durum İndeksi (TCI) belirlenmiştir. Söz konusu VCI ve TCI indeksleri kullanılarak Bitki Sağlığı İndeks (VHI) değerleri hesaplanmıştır (Şekil 4.276). Buna göre havzanın büyük bir bölümünde kuraklık gözlenmezken sadece Büyükkabaca Küçükkabaca ve Uluğbey ile yer yer Gelendost ve Yalvaç çevrelerinde hafif ve orta kurak bölgeler tespit edilmiştir.



Şekil 4.274. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihli Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) haritası



Şekil 4.275. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihili Yüzey Sıcaklığı Haritası (LST)



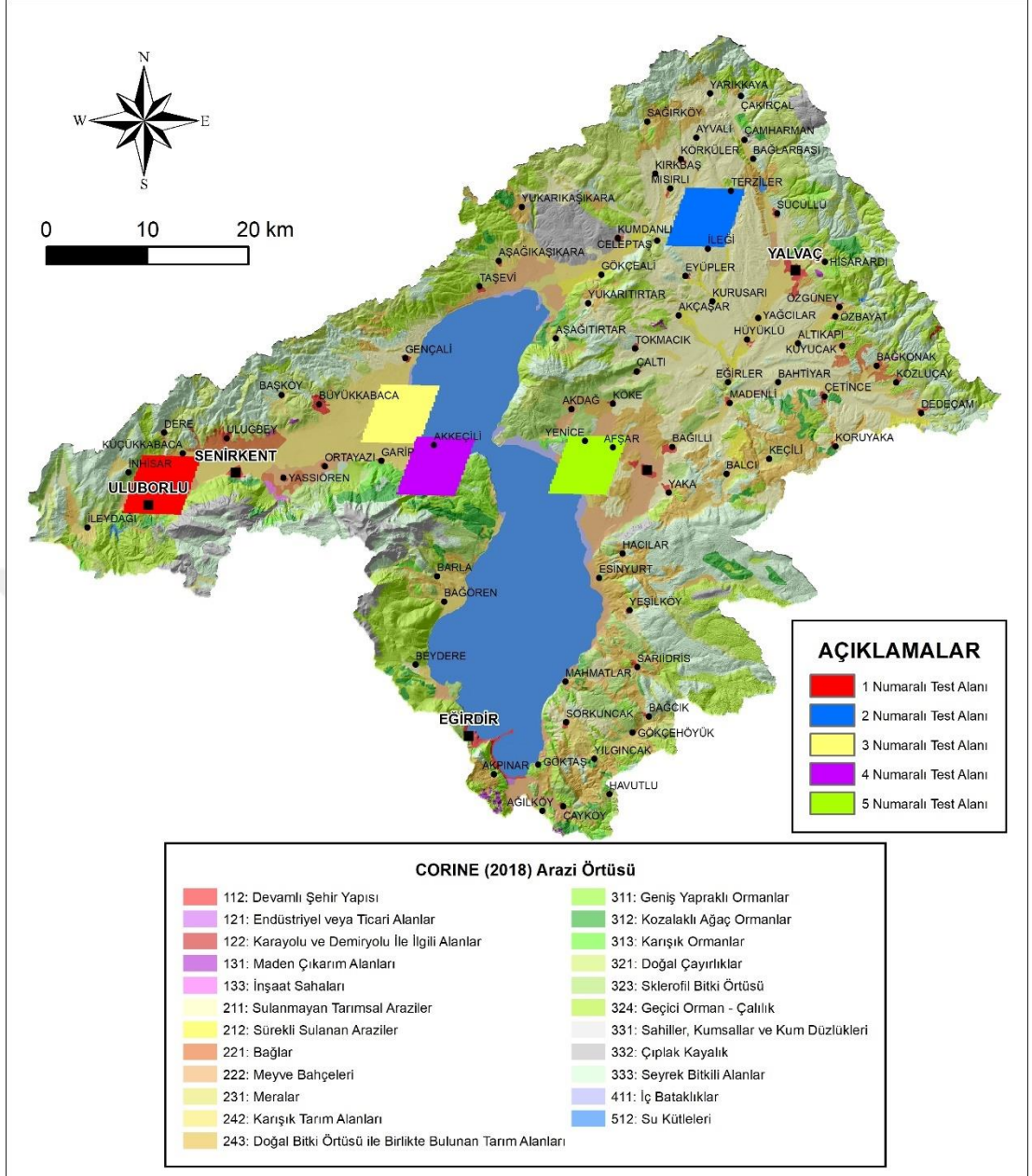
Şekil 4.276. Eğirdir Havzasının 19.05.2021 tarihli Bitki Sağlığı İndeks (VHI) haritası

4.3.2.2. MODIS uydu görüntüleri ile kuraklık analizi

NASA tarafından uzaydaki yörüngesine yerleştirilen MODIS uyduları ile yeryüzünün küresel ölçekte izlenebilmektedir. MODIS uyduları 1999 yılında TERRA olarak adlandırılan algılayıcısı ile yeryüzüne ait verileri toplamaya başlamıştır. Genellikle okyanus ve atmosfer çalışmalarında kullanılan MODIS uyduları, bitki örtüsü değişimleri (Çelik ve Karabulut, 2013), geniş alanlara dair kuraklık izlemeleri (Wan vd., 2004; Brown vd., 2008), toprak ve (Chen vd., 2011), arazi kullanımı (Gülersoy, 2013) ile tarım çalışmalarında (Wardlow ve Egbert, 2008) mekânsal ve spektral çözünürlüğü ile önemli kolaylıklar sağlamaktadır (Çelik ve Karabulut, 2017).

Eğirdir Gölü Havzasına ait yüzey sıcaklığı, evapotranspirasyon ve bitki örtüsü değişimlerinin zamansal analizi yapılabilmesi amacıyla MODIS uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu kapsamda 8 günlük zaman ölçeğine sahip MOD11A2 verileri, 16 günlük zaman ölçeğine sahip MOD13Q1 verileri ile 8 günlük zaman ölçeğine sahip MOD16A2 verileri kullanılmıştır (Running vd., 2017; Wan vd., 2015; Didan, 2014; DAAC, 2018). Söz konusu verilerden MOD11A2 verileri 1000m, MOD13Q1 verileri 250m ve MOD16A2 verileri ise 500m'lik konumsal ölçeğe sahiptir.

MODIS verilerinin analiz edilmesi aşamasında öncelikle Eğirdir Gölü'ne ait CORINE-2018 verileri kullanılarak test alanları belirlenmiştir. Bu kapsamda özellikle havzayı en iyi şekilde temsil edeceği düşünülen farklı arazi örtüsü sınıflarını (meyve bahçeleri-222, sulanmayan tarım arazileri-211, karışık tarım alanları-242, meralar-231, geniş yapraklı ormanlar-311, kozalaklı ağaçlı ormanlar-312) kapsayan yaklaşık 6,5x6,5km'lik test alanları belirlenmiştir (Şekil 4.277).



Şekil 4.277. MODIS uydu görüntüleri ile yapılan analizlerde kullanılan test alanları

1 Numaralı Test Alanı

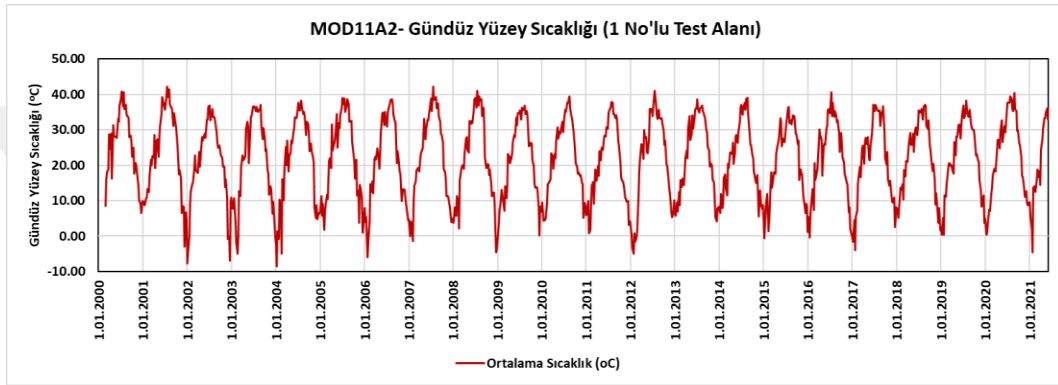
Uluborlu ilçesinde bulunan 1 numaralı test alanı 2018 yılı CORINE verilerine göre 222 kodlu meyve bahçelerini temsil etmektedir. 26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasında ait 968 adet MOD11A2 verisi analiz edilerek gece ve gündüz yüzey sıcaklıkları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 1 numaralı test alanındaki ortalama gündüz sıcaklık verilerine göre, en düşük

sıcaklık -8.48°C , en yüksek sıcaklık 42.21°C ve ortalama sıcaklık ise 21.83°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.278). Gece sıcaklık ortalama verilerine göre ise en düşük sıcaklık -17.71°C , en yüksek sıcaklık 22.68°C ve ortalama sıcaklık ise 7.40°C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.279). Yüzey sıcaklıklarının Mann-Kendall trend analizine göre gündüz yüzey sıcaklıkları istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalış eğiliminde ($\text{mk-Z}:-0.49$) olduğu buna karşın gece yüzey sıcaklıklarının ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde ($\text{mk-Z}:0.88$) olduğu belirlenmiştir.

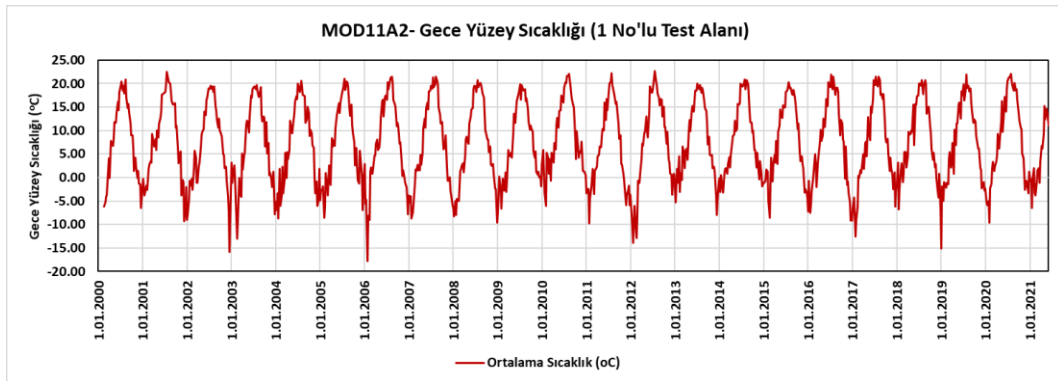
26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasına ait 498 adet MOD13Q1 verisi analiz edilerek normalleştirilmiş bitki fark indeksi (NDVI) ile gelişmiş bitki indeksi (EVI) verilerini zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 1 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama indeks değerlerinin ise 0.39 olduğu, en düşük indeks değerinin -0.024 ile 19.12.2003 tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 25.05.2017 tarihinde 0.640 olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.280). Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) verilerinin ortalama değerlerine göre ise ortalama indeks değerinin ise 0.25 olduğu, en düşük indeks değerinin -0.026 ile 19.12.2003 tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 25.05.2017 tarihinde 0.485 olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.281). MOD13Q1 bitki indek değerlerinin Mann-Kendall trend analizine göre Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde ($\text{mk-Z}:7.44$) olduğu bununla birlikte Gelişmiş Bitki İndeks değerlerin aynı şekilde istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde ($\text{mk-Z}:4.49$) olduğu belirlenmiştir.

26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasına ait 938 adet MOD16A2 verisi analiz edilerek Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) ile Evapotranspirasyon (ET) verilerinin zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 1 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama PET değerlerinin $37.37 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olduğu, en düşük PET değerinin $1.48 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ ile 27.12.2002 tarihinde ve en yüksek PET değerinin ise 26.06.2017 tarihinde $79.43 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.282).

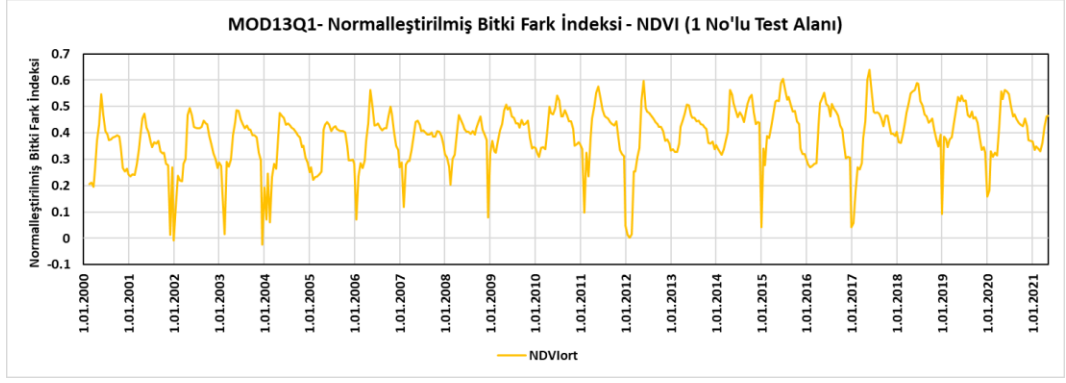
Evapotranspirasyon (ET) verilerinin ortalama değerlerine göre ise ortalama ET değerlerinin $9.12 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olduğu, en düşük ET değerinin $1.40 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ ile 27.12.2002 tarihinde ve en yüksek ET değerinin ise 04.07.2015 tarihinde $24.12 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olarak belirlenmiştir. (şekil 4.283). MOD16A2 verilerine ait Mann-Kendall trend analizine göre Potansiyel Evapotranspirasyon değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde (mk-Z:0.28) olduğu bununla birlikte Evapotranspirasyon değerlerinin ise istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:2.98) olduğu belirlenmiştir.



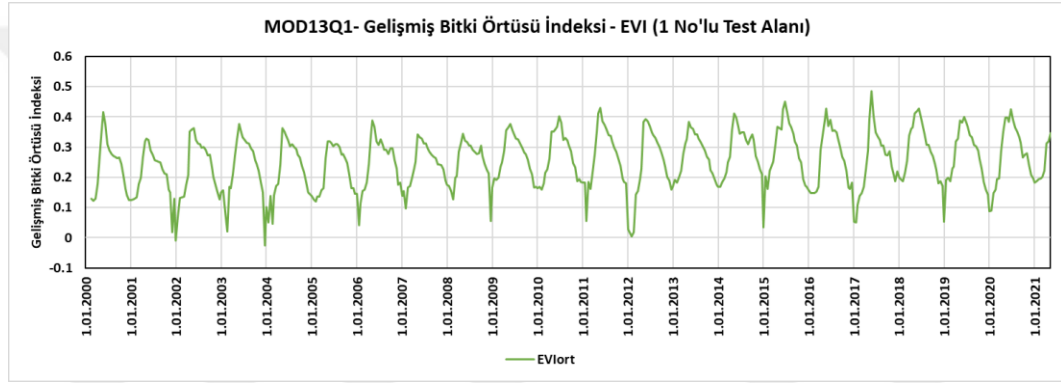
şekil 4.278. MOD11A2 verilerine gre 1 numaralı test alanındaki gündüz yzey sıcaklıklarının zamansal değişimi



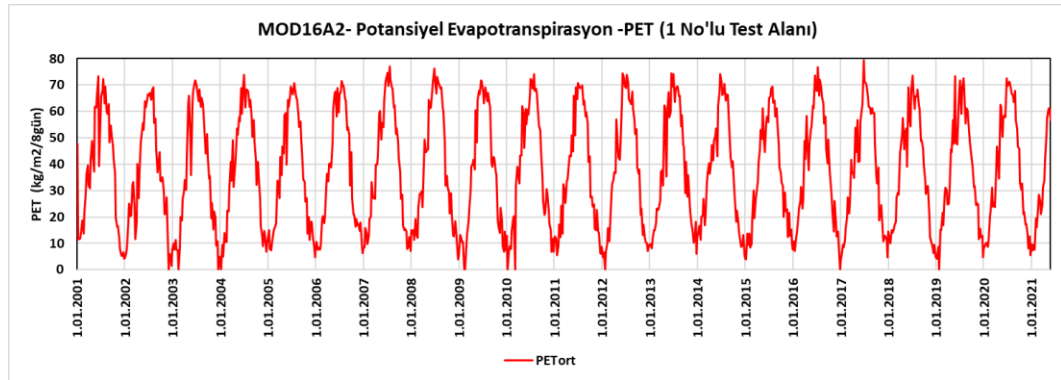
şekil 4.279. MOD11A2 verilerine gre 1 numaralı test alanındaki gece yzey sıcaklıklarının zamansal değişimi



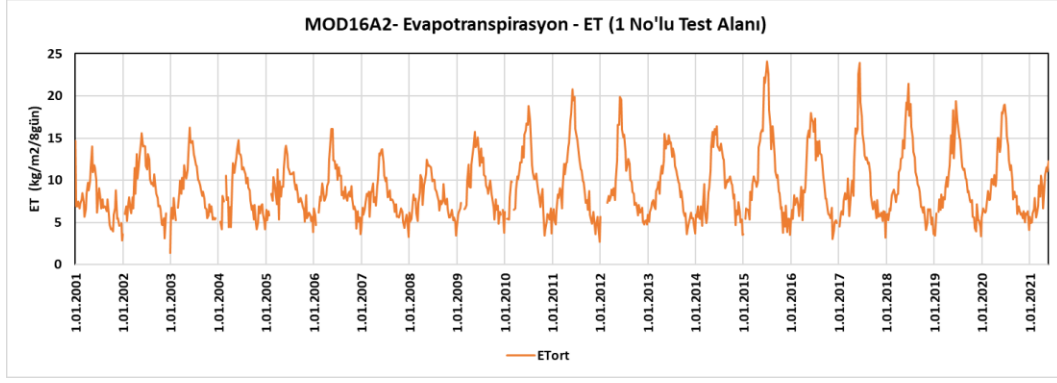
Şekil 4.280. MOD13Q1 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.281. MOD13Q1 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.282. MOD16A2 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi

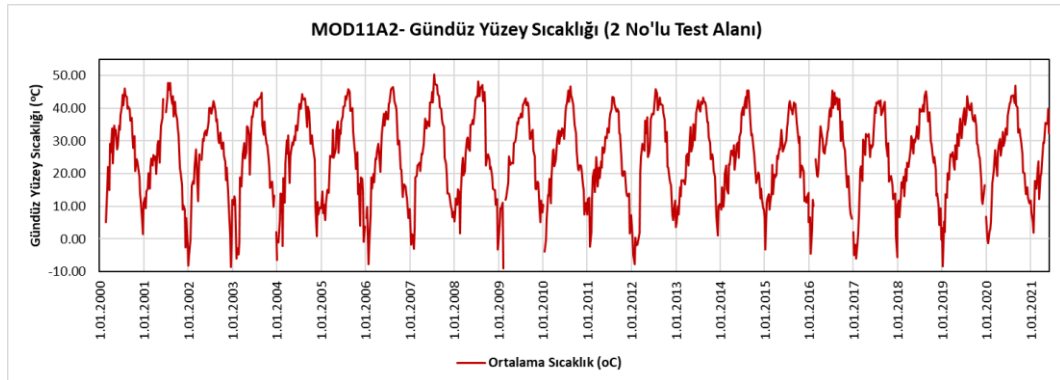


Şekil 4.283. MOD16A2 verilerine göre 1 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi

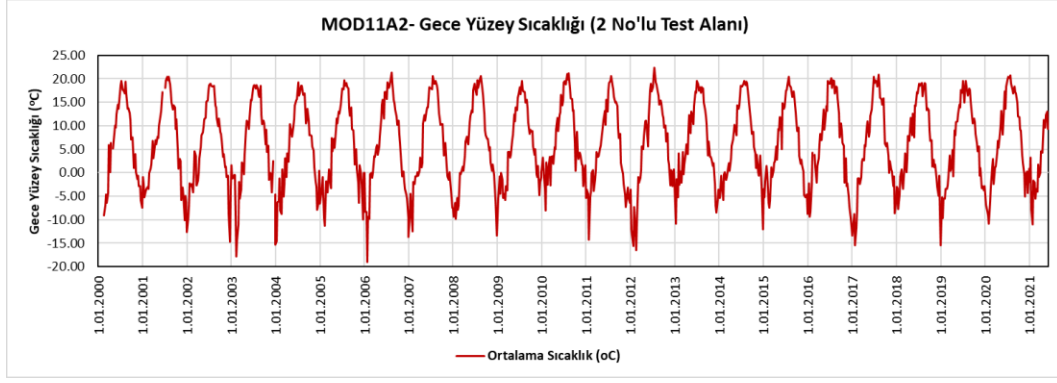
2 Numaralı Test Alanı

Yalvaç ilçesinin kuzeybatısında Terziler ile Mısırlı köyleri arasında bulunan 2 numaralı test alanı 2018 yılı CORINE verilerine göre 211 kodlu sulanmayan tarım arazilerini temsil etmektedir. 26.02.2000- 02.06.2021 tarihleri arasında ait 968 adet MOD11A2 verisi analiz edilerek gece ve gündüz yüzey sıcaklıkları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda söz konusu tarihler arasında, 2 numaralı test alanındaki ortalama gündüz sıcaklık verilerine göre, en düşük sıcaklık -9.01°C , en yüksek sıcaklık 50.37°C ve ortalama sıcaklık ise 25.24°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.284). Gece sıcaklık ortalama verilerine göre ise en düşük sıcaklık -19.01°C , en yüksek sıcaklık 22.32°C ve ortalama sıcaklık ise 5.95°C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.285). Yüzey sıcaklıklarının Mann-Kendall trend analizine göre gündüz yüzey sıcaklıkları istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalış eğiliminde (mk-Z:-0.34) olduğu buna karşın gece yüzey sıcaklıklarının ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde (mk-Z:0.69) olduğu belirlenmiştir. 26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasında ait 498 adet MOD13Q1 verisi analiz edilerek normalleştirilmiş bitki fark indeksi (NDVI) ile gelişmiş bitki indeksi (EVI) verilerini zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda söz konusu tarihler arasında, 2 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama indeks değerlerinin ise 0.29 olduğu, en düşük indeks değerinin -0.041 ile 02.02.2017 tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 09.05.2018 tarihinde 0.65 olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.286). Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) verilerinin ortalama

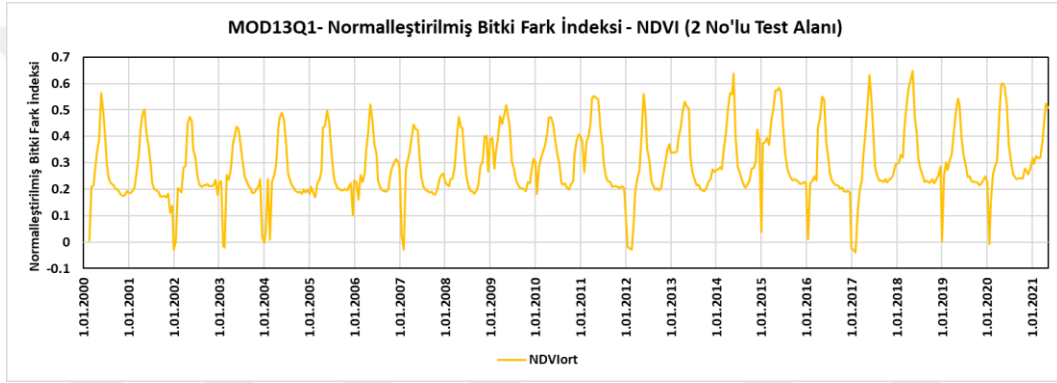
değerlerine göre ise ortalama indeks değerinin ise 0.18 olduğu, en düşük indeks değerinin -0.054 ile 02.02.2017 tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 09.05.2018 tarihinde 0.441 olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.287). MOD13Q1 bitki indek değerlerinin Mann-Kendall trend analizine göre Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde(mk-Z:5.51) olduğu bununla birlikte Gelişmiş Bitki İndeks değerlerin aynı şekilde istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:3.82) olduğu belirlenmiştir. 26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasına ait 938 adet MOD16A2 verisi analiz edilerek Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) ile Evapotranspirasyon (ET)verilerinin zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 2 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama PET değerlerinin 37.04 kg/m²/8gün olduğu, en düşük PET değerinin 1.05kg/m²/8gün ile 27.12.2002 tarihinde ve en yüksek PET değerinin ise 26.06.2017 tarihinde 76.60kg/m²/8gün olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.288). Evapotranspirasyon (ET) verilerinin ortalama değerlerine göre ise ortalama ET değerlerinin 7.5 kg/m²/8gün olduğu, en düşük ET değerinin 0.98 kg/m²/8gün ile 27.12.2002 tarihinde ve en yüksek ET değerinin ise 04.07.2015 tarihinde 23.93kg/m²/8gün olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.289). MOD16A2 verilerine ait Mann-Kendall trend analizine göre Potansiyel Evapotranspirasyon değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde(mk-Z:0.57) olduğu bununla birlikte Evapotranspirasyon değerlerinin ise istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:2.14) olduğu belirlenmiştir.



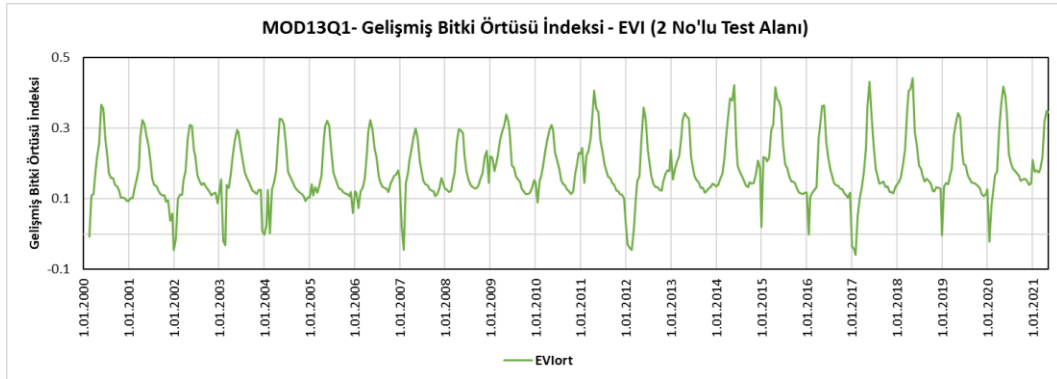
Şekil 4.284. MOD11A2 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki gündüz yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi



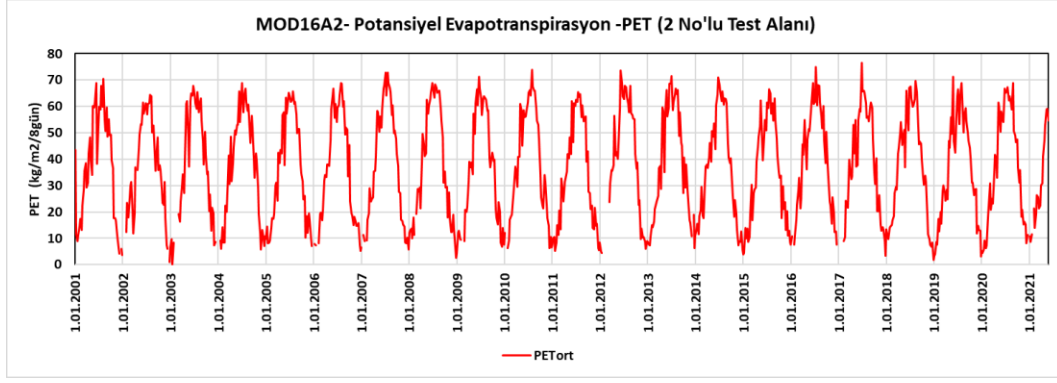
Şekil 4.285. MOD11A2 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki gece yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi



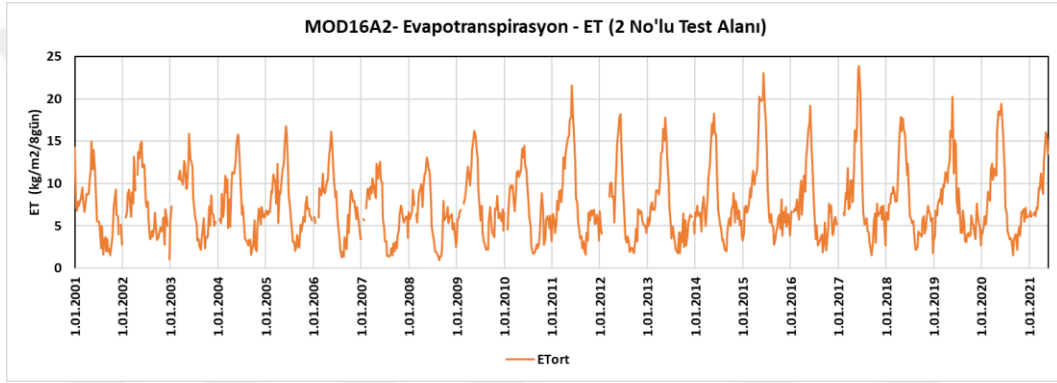
Şekil 4.286. MOD13Q1 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.287. MOD13Q1 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.288. MOD16A2 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi



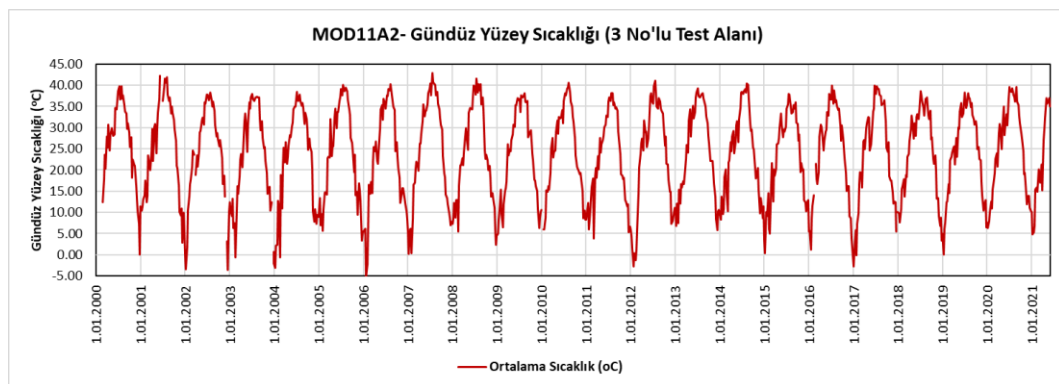
Şekil 4.289. MOD16A2 verilerine göre 2 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi

3 Numaralı Test Alanı

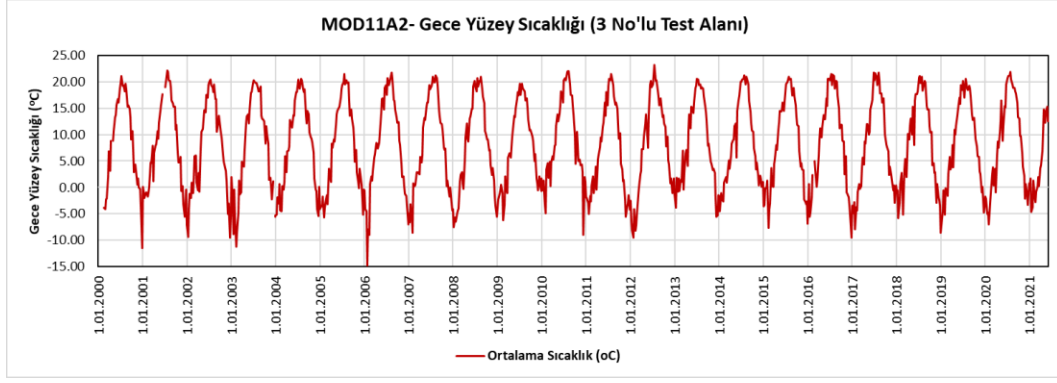
Senirkent ilçesinin batısında Garip ile Gençali köyleri arasında bulunan 3 numaralı test alanı 2018 yılı CORINE verilerine 242 kodlu karışık tarım alanları, 231 kodlu mera ve 411 kodlu iç bataklık alanlarını temsil etmektedir. 26.02.2000-02.06.2021 tarihleri arasına ait 968 adet MOD11A2 verisi analiz edilerek gece ve gündüz yüzey sıcaklıkları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 3 numaralı test alanındaki ortalama gündüz sıcaklık verilerine göre, en düşük sıcaklık -5.17 °C, en yüksek sıcaklık 42.97 °C ve ortalama sıcaklık ise 23.80 °C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.290). Gece sıcaklık ortalama verilerine göre ise en düşük sıcaklık -14.83 °C, en yüksek sıcaklık 23.16 °C ve ortalama sıcaklık ise 8.01 °C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.291). Yüzey sıcaklıklarının Mann-Kendall

trend analizine göre gündüz yüzey sıcaklıkları istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış eğiliminde (mk-Z:0.22) olduğu bununla birlikte gece yüzey sıcaklıklarının ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde (mk-Z:0.58) olduğu belirlenmiştir.

26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasına ait 498 adet MOD13Q1 verisi analiz edilerek normalleştirilmiş bitki fark indeksi (NDVI) ile gelişmiş bitki indeksi (EVI) verilerini zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 3 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama indeks değerlerinin ise 0.33 olduğu, en düşük indeks değerinin -0.027 ile 01.01.2002 tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 24.05.2012 tarihinde 0.53 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.292). Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) verilerinin ortalama değerlerine göre ise ortalama indeks değerinin 0.20 olduğu, en düşük indeks değerinin -0.043 ile 01.01.2002 tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 25.05.2017 tarihinde 0.362 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.293). MOD13Q1 bitki indek değerlerinin Mann-Kendall trend analizine göre Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:6.93) olduğu bununla birlikte Gelişmiş Bitki İndeks değerlerin aynı şekilde istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:4.50) olduğu belirlenmiştir.



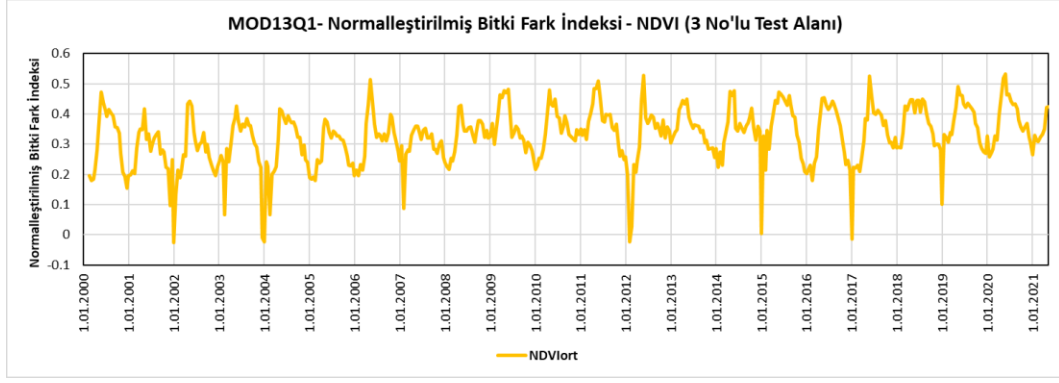
Şekil 4.290. MOD11A2 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki gündüz yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi



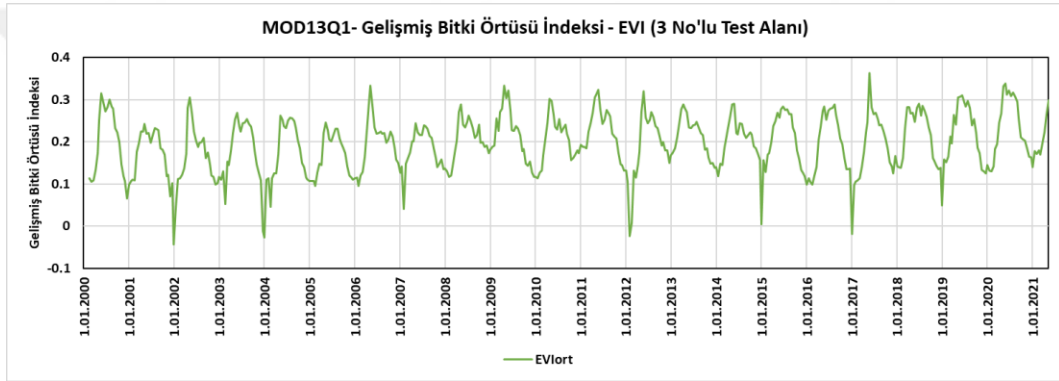
Şekil 4.291. MOD11A2 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki gece yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi

26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasına ait 938 adet MOD16A2 verisi analiz edilerek Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) ile Evapotranspirasyon (ET) verilerinin zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 3 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama PET değerlerinin $37.20 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olduğu, en düşük PET değerinin $2.89 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ ile 27.12.2002 tarihinde ve en yüksek PET değerinin ise 26.06.2017 tarihinde $79.21 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.294).

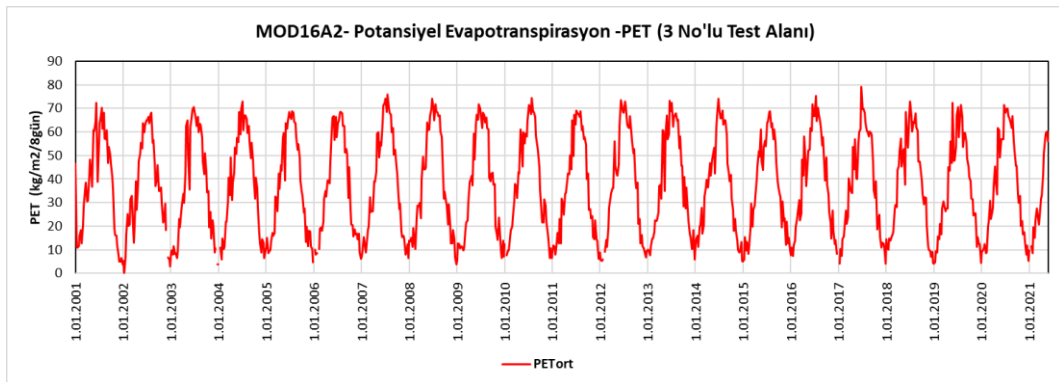
Evapotranspirasyon (ET) verilerinin ortalama değerlerine göre ise ortalama ET değerlerinin $8.39 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olduğu, en düşük ET değerinin $2.72 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ ile 24.10.2013 tarihinde ve en yüksek ET değerinin ise 02.06.2011 tarihinde $20.42 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.295). MOD16A2 verilerine ait Mann-Kendall trend analizine göre Potansiyel Evapotranspirasyon değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde ($\text{mk-Z}:0.29$) olduğu bununla birlikte Evapotranspirasyon değerlerinin ise istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde ($\text{mk-Z}:3.15$) olduğu belirlenmiştir.



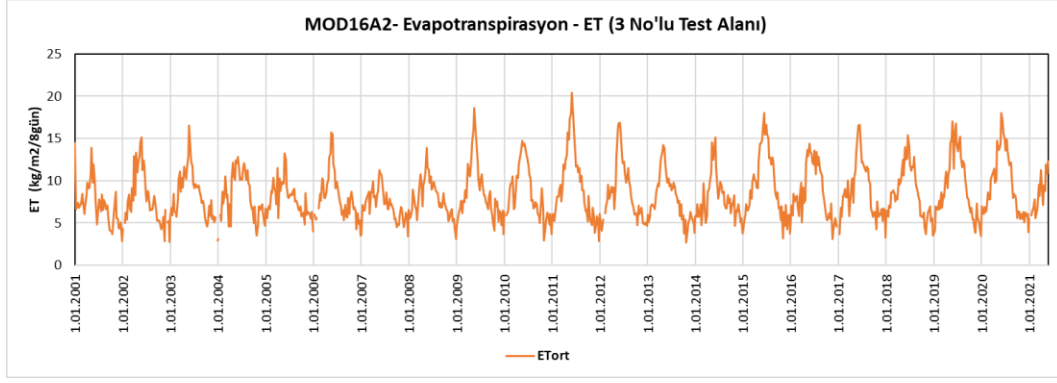
Şekil 4.292. MOD13Q1 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.293. MOD13Q1 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.294. MOD16A2 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.295. MOD16A2 verilerine göre 3 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi

4 Numaralı Test Alanı

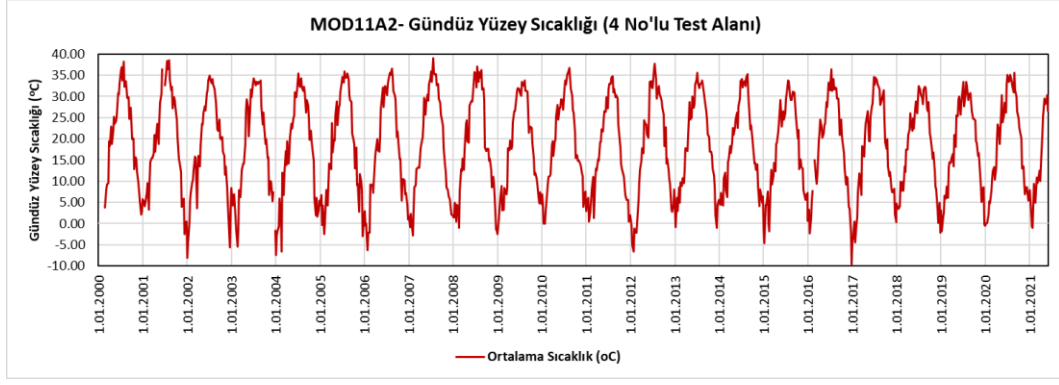
Senirkent ilçesinin batısında Garip ile Akkeçili köylerinin kuzeyinde bulunan 4 numaralı test alanı 2018 yılı CORINE verilerine göre 311 kodlu geniş yapraklı ormanlar ve 312 kodlu kozalaklı ağaç ormanlarını temsil etmektedir. 26.02.2000-02.06.2021 tarihleri arasında ait 968 adet MOD11A2 verisi analiz edilerek gece ve gündüz yüzey sıcaklıkları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 4 numaralı test alanındaki ortalama gündüz sıcaklık verilerine göre, en düşük sıcaklık -9.59 °C, en yüksek sıcaklık 39.39 °C ve ortalama sıcaklık ise 18.12 °C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.296). Gece sıcaklık ortalama verilerine göre ise en düşük sıcaklık -14.52 °C, en yüksek sıcaklık 23.25 °C ve ortalama sıcaklık ise 8.49 °C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.297). Yüzey sıcaklıklarının Mann-Kendall trend analizine göre gündüz yüzey sıcaklıkları istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalış eğiliminde (mk-Z:-0.30) olduğu buna karşın gece yüzey sıcaklıklarının ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde (mk-Z:0.84) olduğu belirlenmiştir.

26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasında ait 498 adet MOD13Q1 verisi analiz edilerek normalleştirilmiş bitki fark indeksi (NDVI) ile gelişmiş bitki indeksi (EVI) verilerini zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 4 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama indeks değerlerinin ise 0.44 olduğu, en düşük indeks değerinin 0.05 ile 01.01.2015

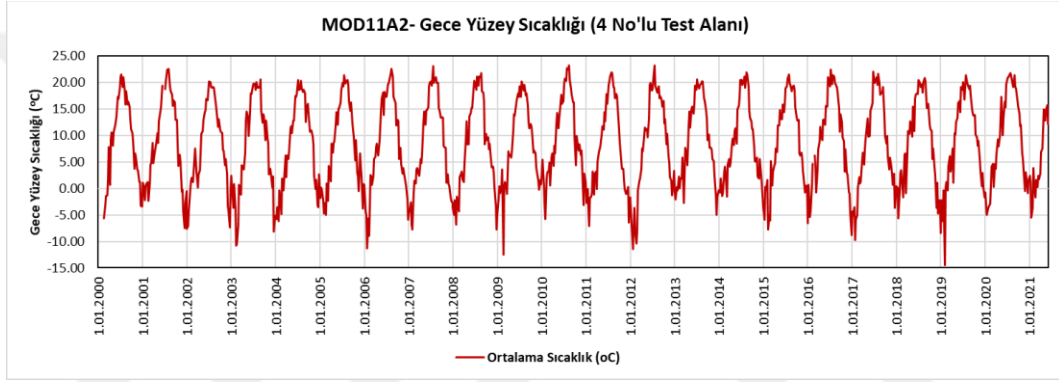
tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 03.12.2014 tarihinde 0.59 olarak belirlenmiştir. (şekil 4.298). Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) verilerinin ortalama değerlerine göre ise ortalama indeks değerinin 0.21 olduğu, en düşük indeks değerinin 0.039 ile 19.12.2003 tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 10.06.2019 tarihinde 0.335 olarak belirlenmiştir. (şekil 4.299). MOD13Q1 bitki indek değerlerinin Mann-Kendall trend analizine göre Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:12.43) olduğu bununla birlikte Gelişmiş Bitki İndeks değerlerin aynı şekilde istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:5.65) olduğu belirlenmiştir.

26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasına ait 938 adet MOD16A2 verisi analiz edilerek Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) ile Evapotranspirasyon (ET) verilerinin zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda söz konusu tarihler arasında, 3 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama PET değerlerinin 38.78 kg/m²/8gn olduğu, en düşük PET değerinin 2.83kg/m²/8gn ile 27.12.2002 tarihinde ve en yüksek PET değerinin ise 26.06.2017 tarihinde 81.42kg/m²/8gn olarak belirlenmiştir. (şekil 4.300).

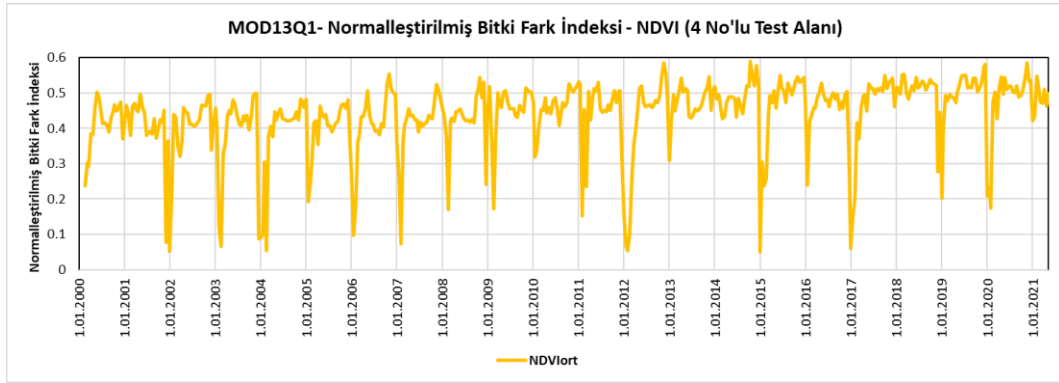
Evapotranspirasyon (ET) verilerinin ortalama değerlerine göre ise ortalama ET değerlerinin 8.38 kg/m²/8gn olduğu, en düşük ET değerinin 2.72 kg/m²/8gn ile 24.10.2013 tarihinde ve en yüksek ET değerinin ise 02.06.2011 tarihinde 20.42kg/m²/8gn olarak belirlenmiştir. (şekil 4.301). MOD16A2 verilerine ait Mann-Kendall trend analizine göre Potansiyel Evapotranspirasyon değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde (mk-Z:0.17) olduğu bununla birlikte Evapotranspirasyon değerlerinin ise istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:3.15) olduğu belirlenmiştir.



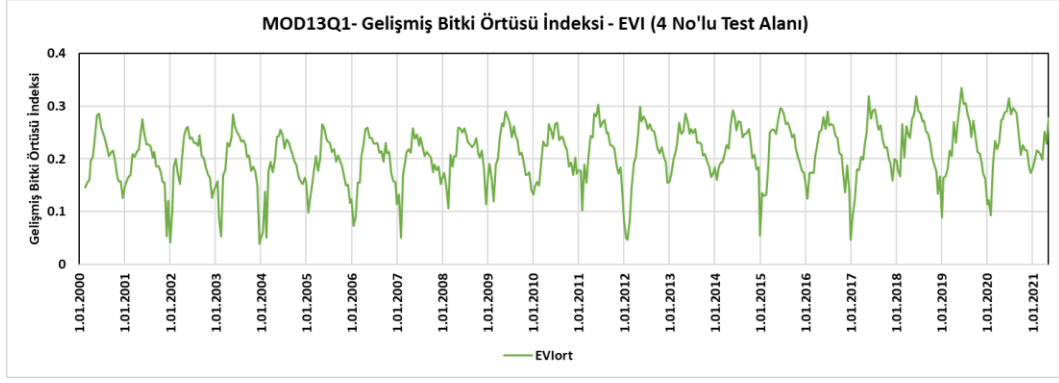
Şekil 4.296. MOD11A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki gündüz yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi



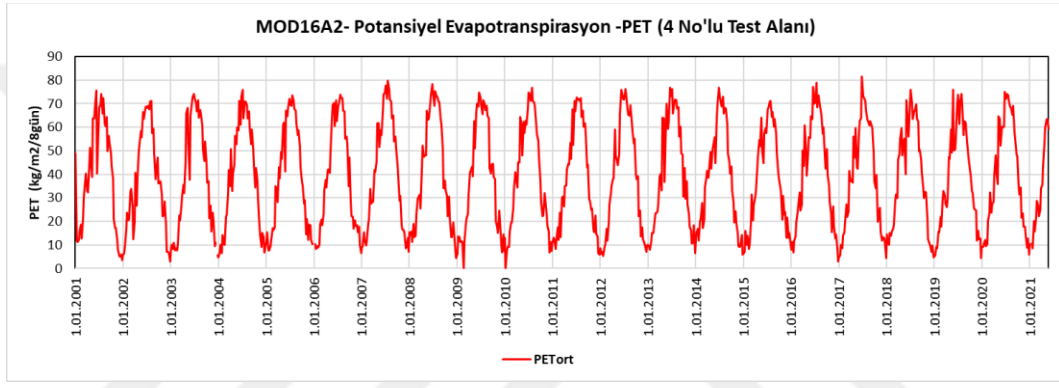
Şekil 4.297. MOD11A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki gece yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi



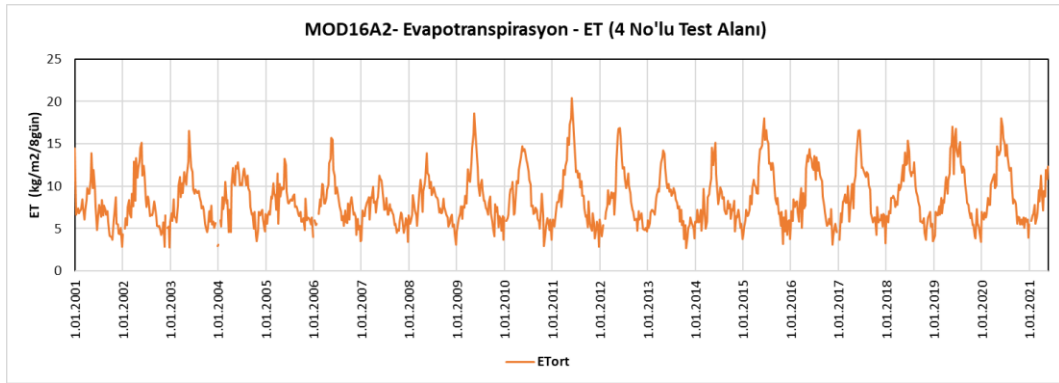
Şekil 4.298. MOD13Q1 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.299. MOD13Q1 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.300. MOD16A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi



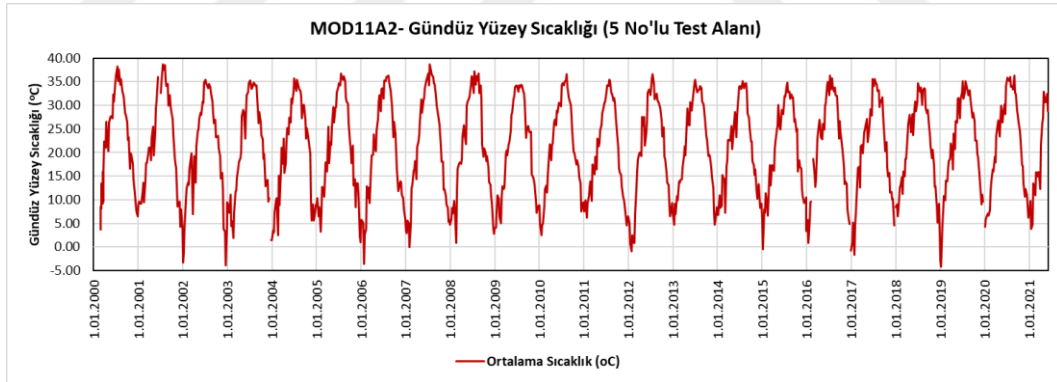
Şekil 4.301. MOD16A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi

5 Numaralı Test Alanı

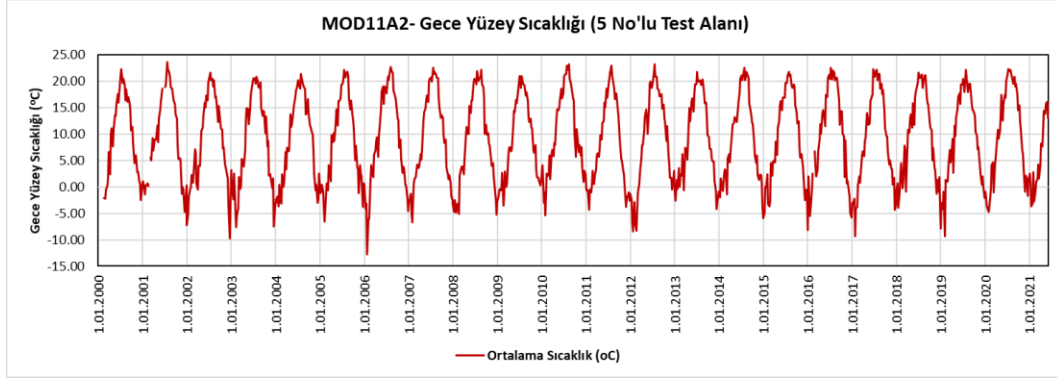
Gelendost ilçesinin kuzeybatısında Yenice ve Afşar köyleri çevresinde bulunan 5 numaralı test alanı 2018 yılı CORINE verilerine göre 211 kodlu meyve bahçelerini temsil etmektedir. 26.02.2000- 02.06.2021 tarihleri arasında ait 968 adet MOD11A2 verisi analiz edilerek gece ve gündüz yüzey sıcaklıkları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 5 numaralı test alanındaki ortalama gündüz sıcaklık verilerine göre, en düşük sıcaklık -4.15°C , en yüksek sıcaklık 38.63°C ve ortalama sıcaklık ise 20.90°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.302). Gece sıcaklık ortalama verilerine göre ise en düşük sıcaklık -12.78°C , en yüksek sıcaklık 23.58°C ve ortalama sıcaklık ise 9.04°C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.303). Yüzey sıcaklıklarının Mann-Kendall trend analizine göre gündüz yüzey sıcaklıkları istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış eğiliminde (mk-Z:-0.21) olduğu bununla birlikte gece yüzey sıcaklıklarının ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde (mk-Z:0.69) olduğu belirlenmiştir.

26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasında ait 498 adet MOD13Q1 verisi analiz edilerek normalleştirilmiş bitki fark indeksi (NDVI) ile gelişmiş bitki indeksi (EVI) verilerini zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 5 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks (NDVI) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama indeks değerlerinin ise 0.37 olduğu, en düşük indeks değerinin 0.001 ile 01.01.2017 tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 25.05.2014 tarihinde 0.56 olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.304). Gelişmiş Bitki İndeks (EVI) verilerinin ortalama değerlerine göre ise ortalama indeks değerinin ise 0.23 olduğu, en düşük indeks değerinin 0.0008 ile 01.01.2017 tarihinde ve en yüksek indeks değerinin ise 25.05.2014 tarihinde 0.392 olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.305). MOD13Q1 bitki indek değerlerinin Mann-Kendall trend analizine göre Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:10.76) olduğu bununla birlikte Gelişmiş Bitki İndeks değerlerin aynı şekilde istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:7.08) olduğu belirlenmiştir.

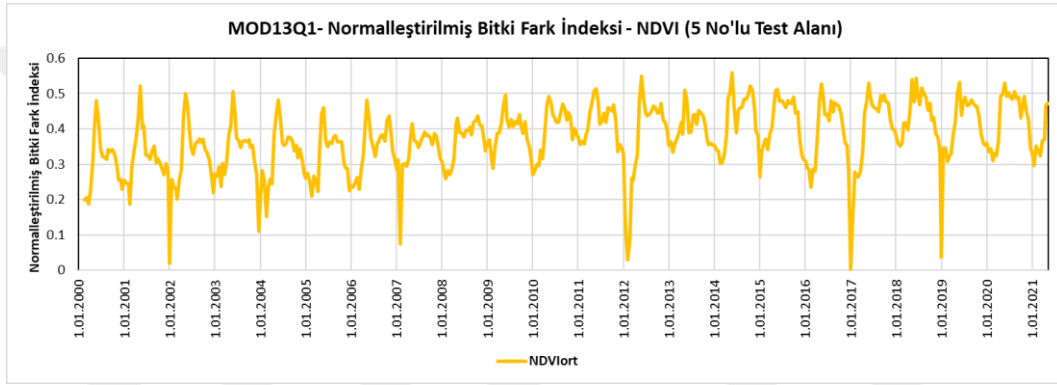
26.02.2000- 2.06.2021 tarihleri arasına ait 938 adet MOD16A2 verisi analiz edilerek Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) ile Evapotranspirasyon (ET) verilerinin zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sözkonusu tarihler arasında, 2 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) verilerinin ortalama değerlerine göre, ortalama PET değerlerinin $36.75 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olduğu, en düşük PET değerinin $2.16 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ ile 27.12.2002 tarihinde ve en yüksek PET değerinin ise 20.06.2007 tarihinde $78.76 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.306). Evapotranspirasyon (ET) verilerinin ortalama değerlerine göre ise ortalama ET değerlerinin $8.47 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olduğu, en düşük ET değerinin $2.05 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ ile 27.12.2002 tarihinde ve en yüksek ET değerinin ise 10.06.2015 tarihinde $20.78 \text{ kg/m}^2/8\text{gün}$ olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.307). MOD16A2 verilerine ait Mann-Kendall trend analizine göre Potansiyel Evapotranspirasyon değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde (mk-Z:0.34) olduğu bununla birlikte Evapotranspirasyon değerlerinin ise istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde (mk-Z:5.99) olduğu belirlenmiştir.



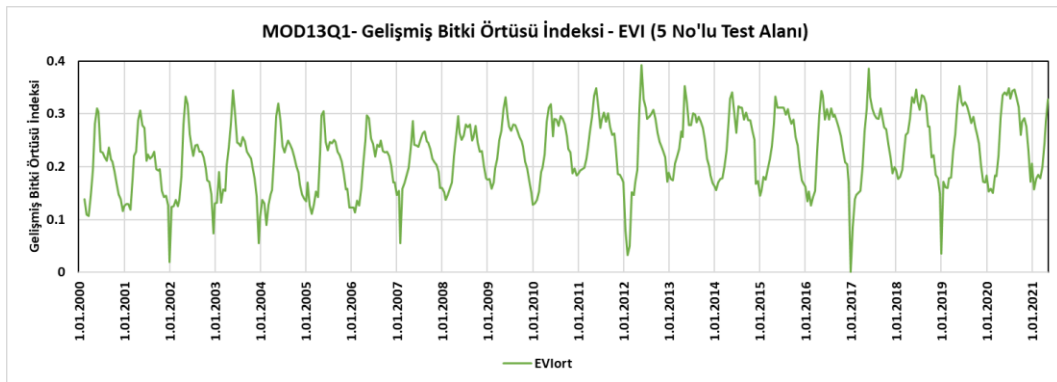
Şekil 4.302. MOD11A2 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki gündüz yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi



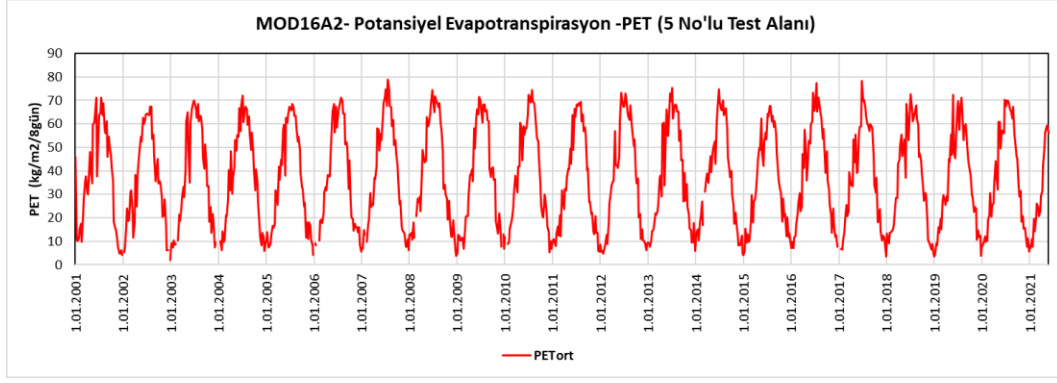
Şekil 4.303. MOD11A2 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki gece yüzey sıcaklıklarının zamansal değişimi



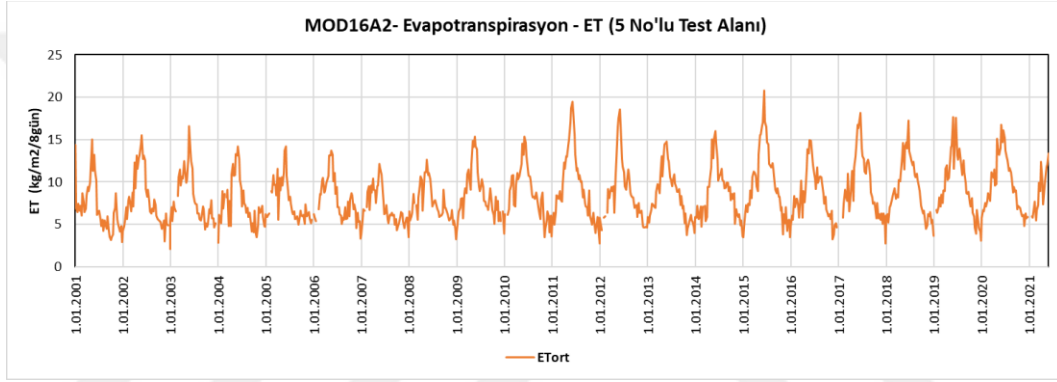
Şekil 4.304. MOD13Q1 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.305. MOD13Q1 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI) değerlerinin zamansal değişimi



Şekil 4.306. MOD16A2 verilerine göre 5 numaralı test alanındaki Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) değerlerinin zamansal değişimi



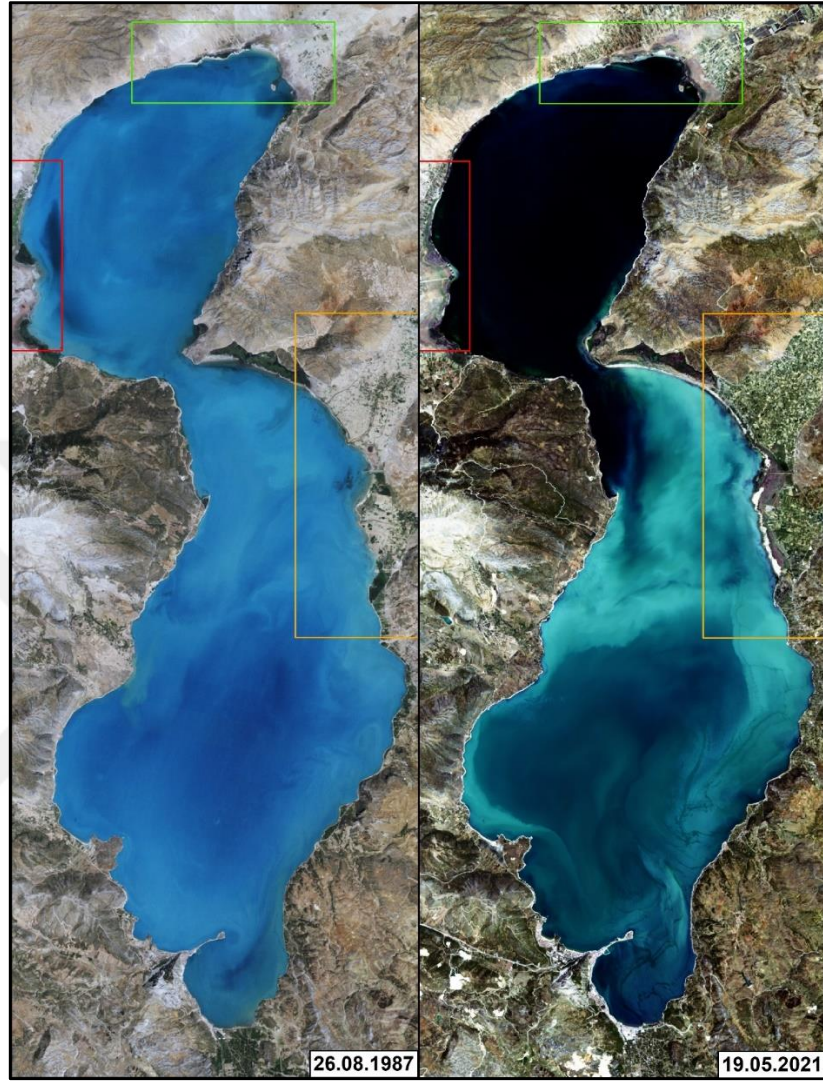
Şekil 4.307. MOD16A2 verilerine göre 4 numaralı test alanındaki Evapotranspirasyon (ET) değerlerinin zamansal değişimi

4.4. Eğirdir Gölü Seviye Değişimlerinin Analizi

4.4.1. Drone ve uydu görüntüleri ile analiz

Eğirdir Gölü'nün zamansal değişiminin belirlenebilmesi için öncelikle 1987 yılına ait Landsat TM uydu görüntüsü ile 2021 yılı Haziran ayına ait Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılmıştır. Landsat uydu görüntülerine Normalleştirilmiş Su Fark İndeksi uygulanarak Eğirdir Gölü'nün 1987 ile 2021 yıllarındaki yüzey alanı hesaplanmıştır. Buna göre uydu görüntülerine göre 1987 yılında 462.32km² yüzey alanına sahip olan Eğirdir Gölü'nün 2021 yılında 450.13km²'ye düştüğü belirlenmiştir. Göl seviyesindeki değişimlerin konumsal analizine göre gölde çekilmelerin genel olarak gölün doğu kesiminde Gelendost-Yenice bölgelerinde,

batı kesimlerde Pupa çayının döküldüğü bölgelerde ve gölün kuzeyinde Taşevi civarında yoğunlaştığı belirlenmiştir. (Şekil 4.308)



Şekil 4.308. Eğirdir Gölü'nde meydana gelen yüzey alanı değişimlerinin yoğunlaştığı bölgeler

Eğirdir Gölü'ndeki çekilmelerin en fazla yaşandığı alan Gelendost ilçesi ile Yenice köyü çevreleridir. Bu bölgede özellikle Gelendost 2. Kademe Pompa İstasyonu çevresinde 34 yıllık süre zarfında Eğirdir Gölü'nün yaklaşık 876m çekildiği belirlenmiştir (Şekil 4.309).



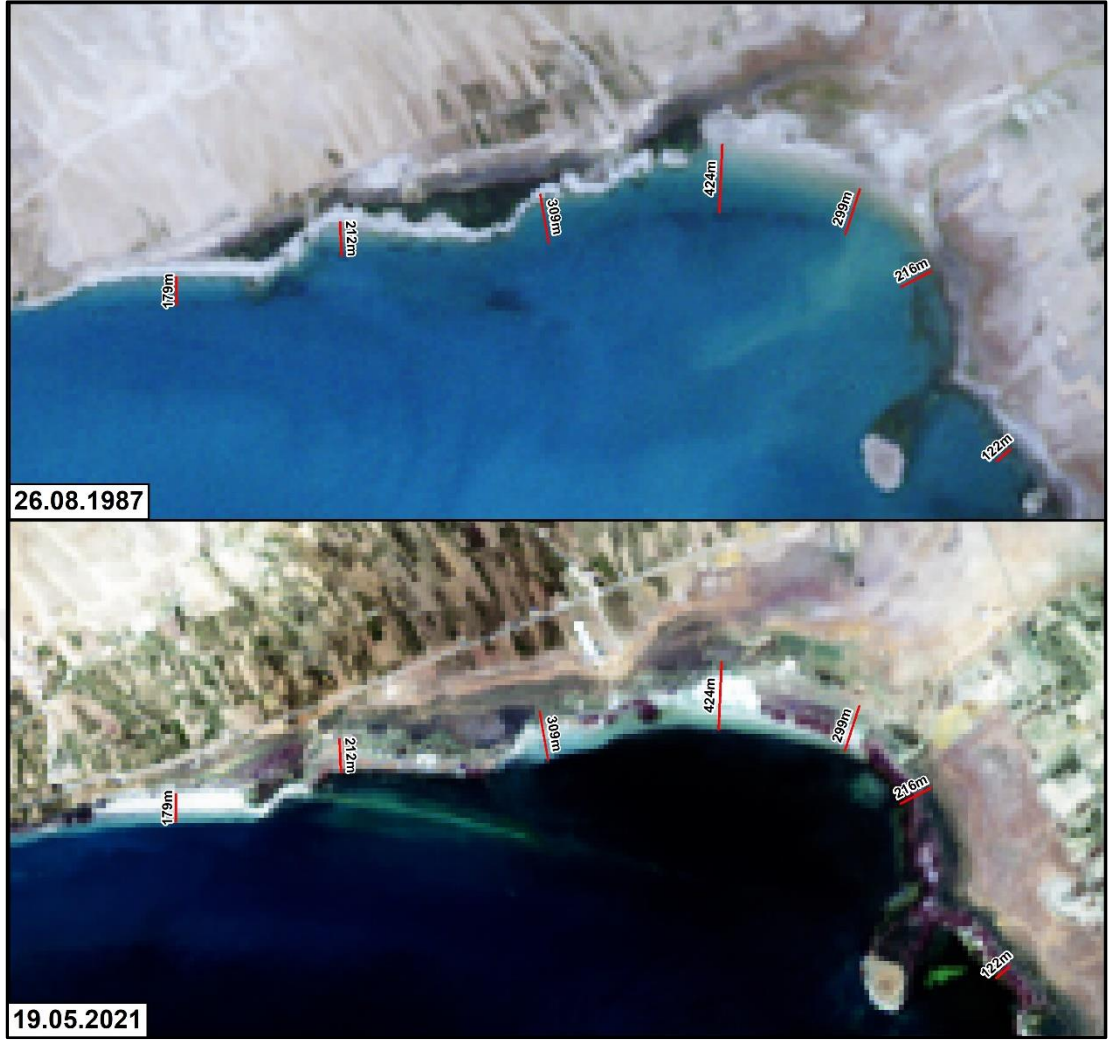
Şekil 4.309. Gelendost ilçesi bölgesinde meydana gelen yüzey alanı değişimleri

Eğirdir Gölü'ndeki çekilmelerin en fazla yaşandığı alanlardan bir tanesinde Pupa Çayı'nın Eğirdir Gölü'ne boşaldığı bölgedir. Bu bölgede 34 yıllık süre zarfında Eğirdir Gölü'nün yaklaşık 583m çekildiği belirlenmiştir (Şekil 4.310).



Şekil 4.310. Pupa Çayı'nın Eğirdir Gölü'ne boşaldığı bölgede meydana gelen yüzey alanı değişimleri

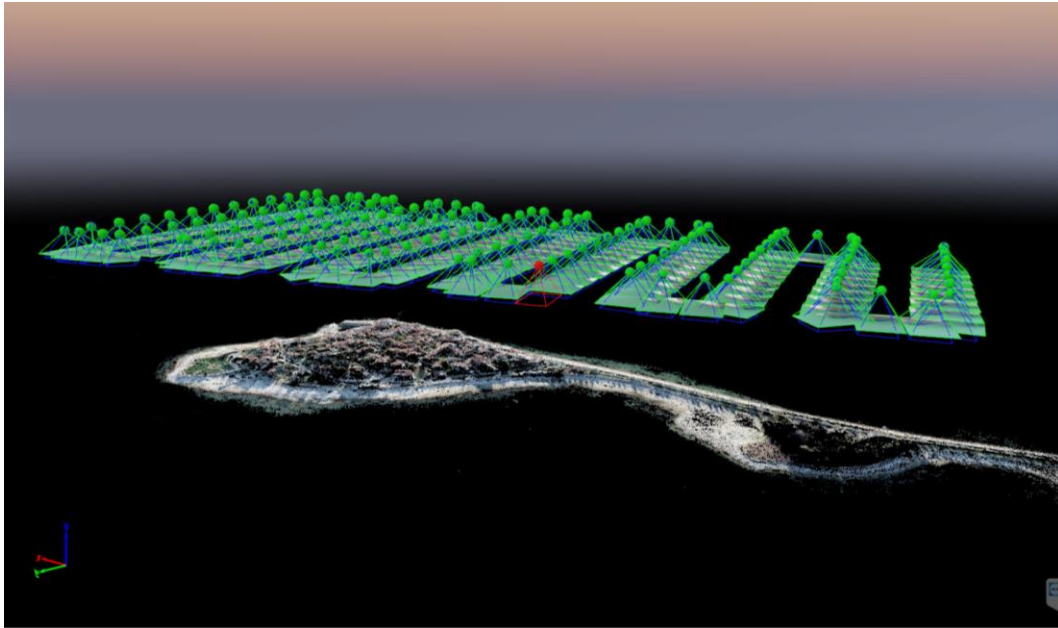
Eğirdir Gölü'ndeki çekilmelerin yaşandığı bölgelerden bir tanesinde gölün kuzeyinde Taşevi ve çevresindeki bölgedir. Bu bölgede 34 yıllık süre zarfında Eğirdir Gölü'nün yaklaşık 424m çekildiği belirlenmiştir (Şekil 4.311).



Şekil 4.311. Taşevi çevresinde meydana gelen yüzey alanı değişimleri

Günümüzün en önemli yenilikçi teknolojilerinden olan insansız hava araçlarının (İHA) kullanımı son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Özellikle RTK/PPK modülü entegre edilen insansız hava araçları kullanılarak yüksek konumsal hassasiyetine sahip ortofoto, sayısal arazi modeli, sayısal yükseklik modeli ve nokta bulutu elde edilebilmektedir. Bu çalışma kapsamında RTK/PPK modülüne sahip insansız hava aracı kullanılarak Eğirdir Gölü'nün 5 farklı lokasyonunda hava fotoğrafları toplanmıştır. Özellikle göldeki çekilmelerin çok daha fazla hissedildiği Yeşilada, Kovada Kanalı çıkışı, Bedre Plajı, Pupa Çayı'nın göle boşalım noktasının çevresi ve Taşevi Plajı çevresi gibi gölün nispeten daha sığ kesimlerinde göl çekilmelerin sayısal olarak ortaya konulmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

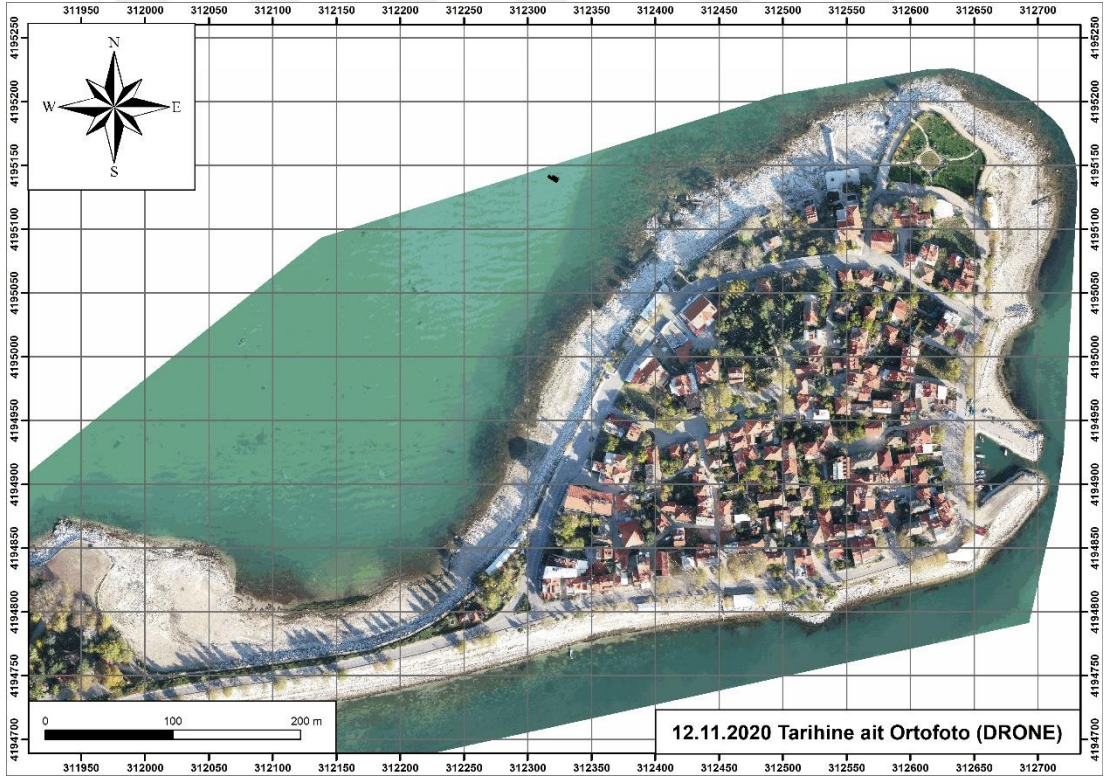
Eğirdir Gölündeki geçmişten günümüze yaşanan seviye değişimlerinin belirlenmesi amacıyla Kasım 2020 yılında Drone görüntülerinden oluşturulan yüksek çözünürlüklü ortofotoların yanısıra Ekim 2010 yılına ait Worldview-2 uydu görüntüleri analiz edilmiştir. Eğirdir Yeşilada bölgesinde Kasım 2020 yılında insansız hava aracı ile çekilen fotoğrafların konumları Şekil 4.313’de görülmektedir. Bölgenin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü Şekil 4.314’de, 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası Şekil 4.315’de verilmiştir. Yapılan analizlere göre, Yeşilada bölgesinde gölün 2010 yılından günümüze yaklaşık 75 m. çekildiği saptanmıştır.



Şekil 4.313. Eğirdir Yeşilada’da İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları

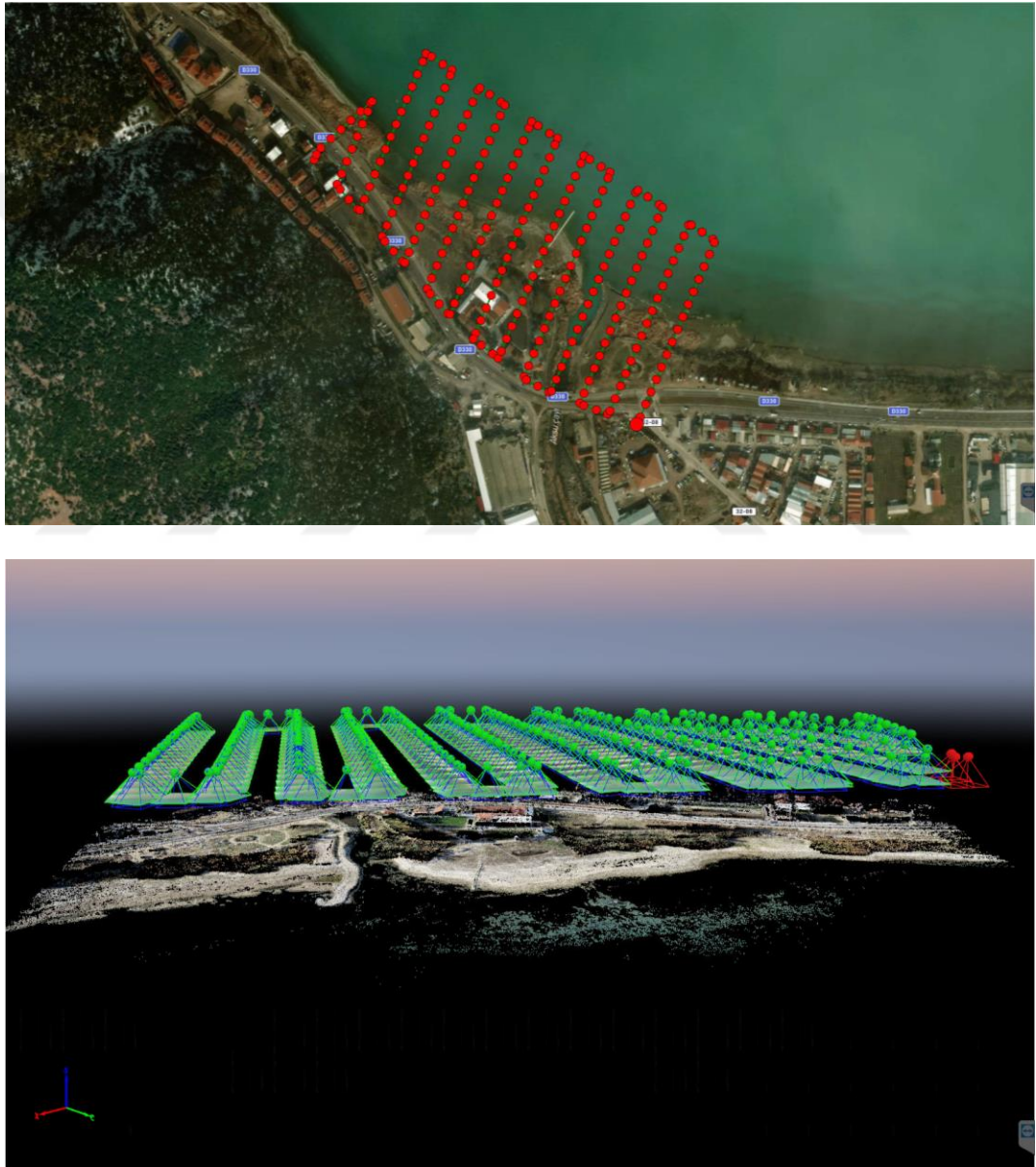


Şekil 4.314. Eğirdir Yeşilada'nın 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü



Şekil 4.315. Eğirdir Yeşilada'nın 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası

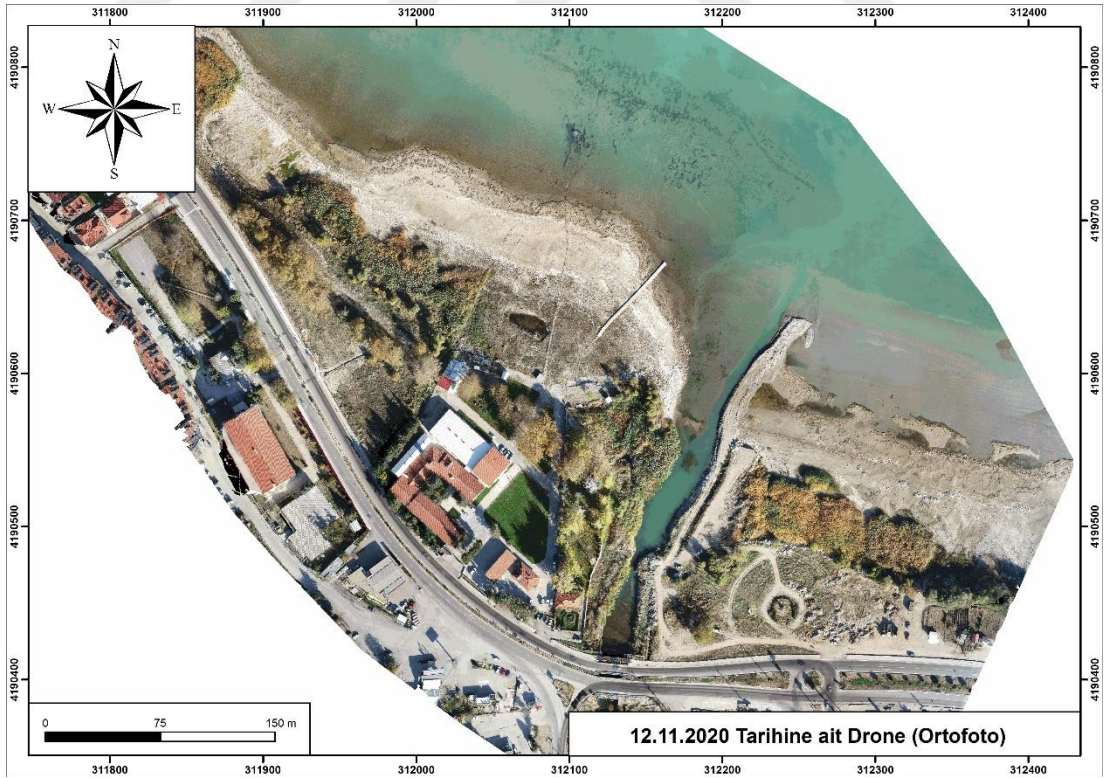
Kovada Kanalı çıkışı ve çevresinde Kasım 2020 yılında insansız hava aracı ile çekilen fotoğrafların konumları Şekil 4.316'da görülmektedir. Bölgenin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü Şekil 4.317'de, 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası Şekil 4.318'de verilmiştir. Yapılan analizlere göre, Kovada kanalı çıkışı bölgesinde gölün 2010 yılından günümüze yaklaşık 70 m. çekildiği saptanmıştır.



Şekil 4.316. Kovada Kanalı çıkışında İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları

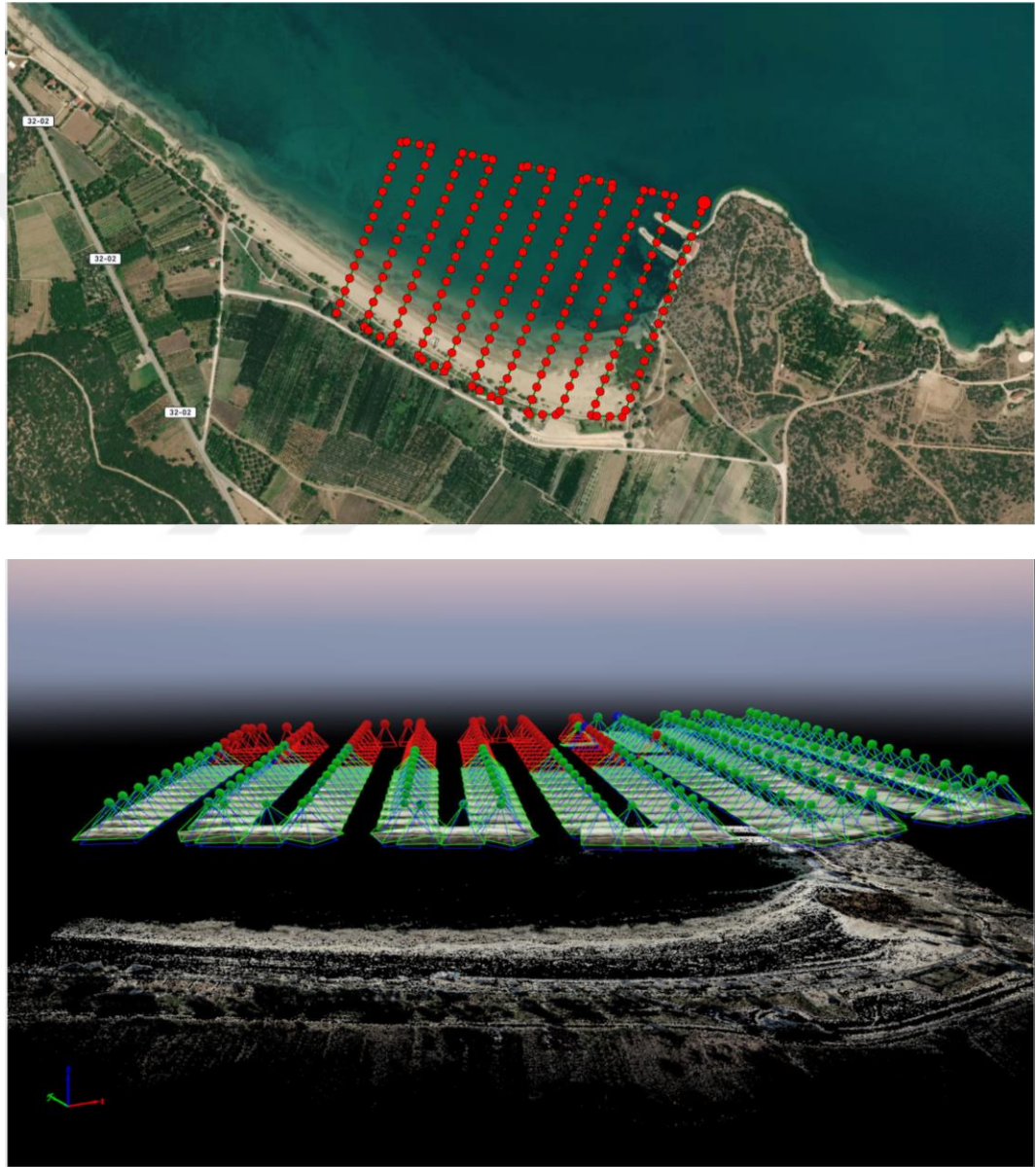


Şekil 4.317. Kovada Kanalı çıkışının 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü



Şekil 4.318. Kovada Kanalı çıkışının 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası

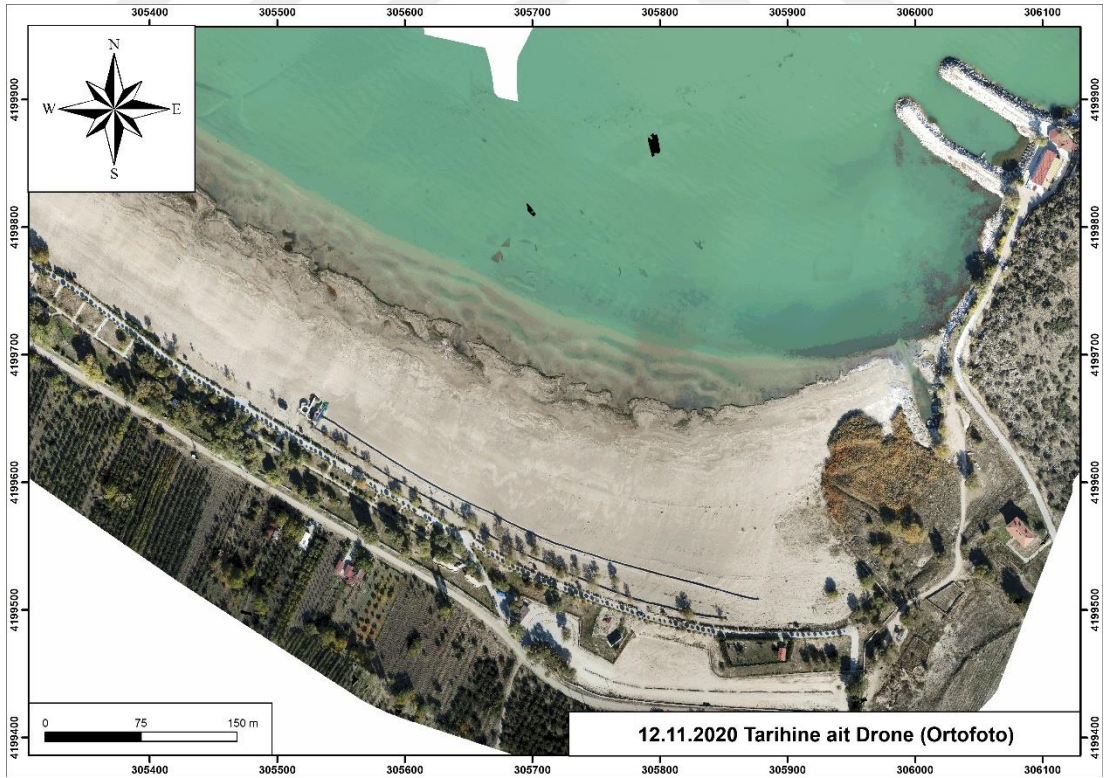
Bedre plajı ve çevresinde Kasım 2020 yılında insansız hava aracı ile çekilen fotoğrafların konumları Şekil 4.319'da görülmektedir. Bölgenin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü Şekil 4.320'de, 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası Şekil 4.321'da verilmiştir. Yapılan analizlere göre, Bedre plajı bölgesinde gölün 2010 yılından günümüze yaklaşık 90 m. çekildiği saptanmıştır.



Şekil 4.319. Bedre plajı çevresinde İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları

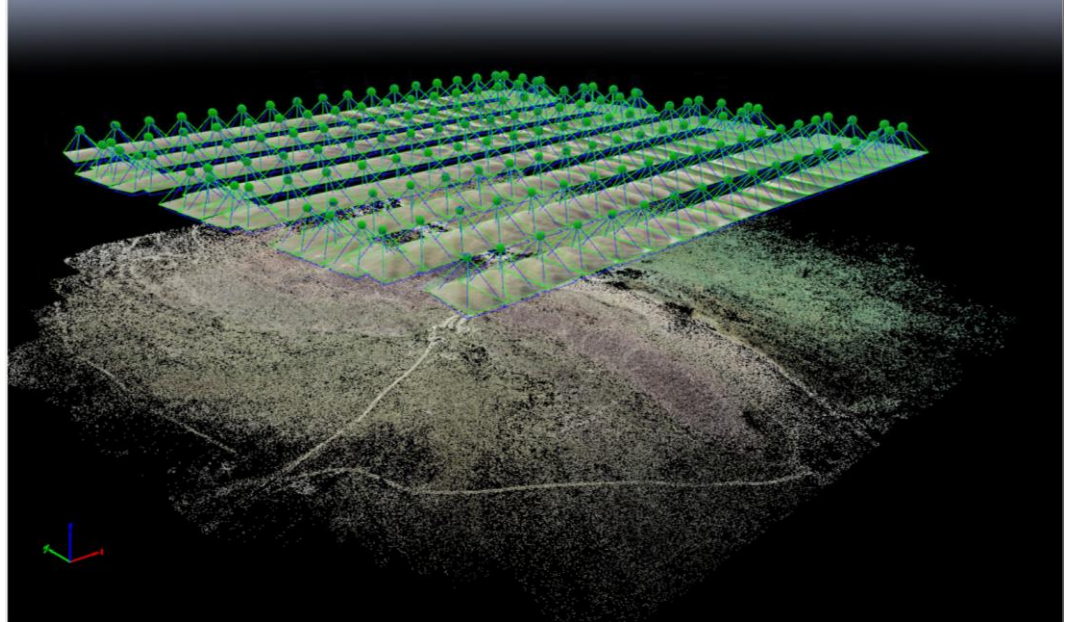


Şekil 4.320. Bedre plajı çevresinin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü

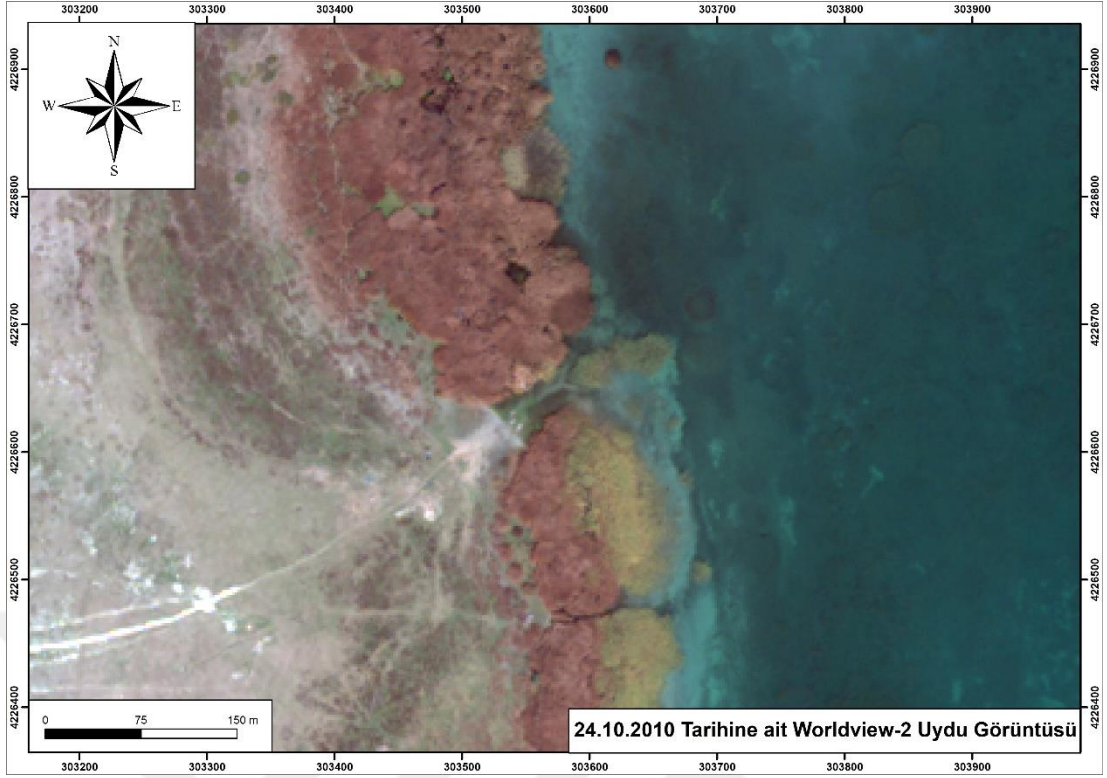


Şekil 4.321. Bedre plajı çevresinin 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası

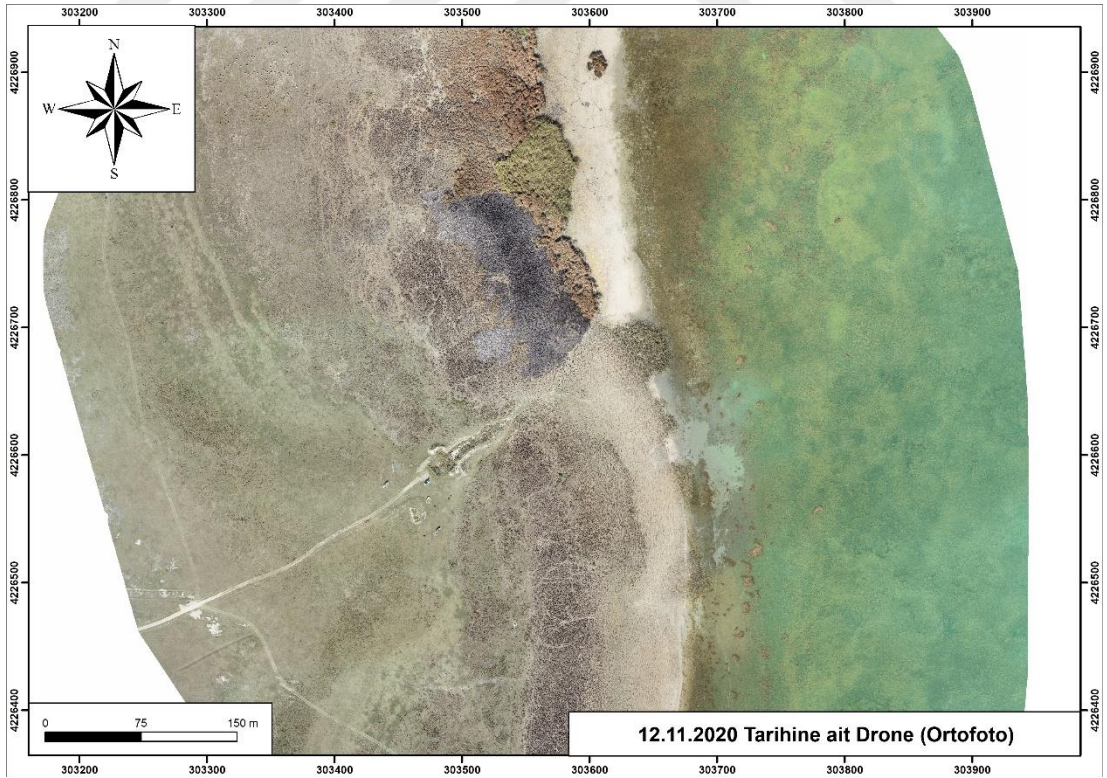
Pupa ayının göle boşalım noktası çevresinde Kasım 2020 yılında insansız hava aracı ile çekilen fotoğrafların konumları şekil 4.322’de görülmektedir. Bölgenin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü şekil 4.323’de, 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası şekil 4.324’de verilmiştir. Yapılan analizlere göre, bölgede gölün 2010 yılından günümüze yaklaşık 30 m. ekildiği belirlenmiştir.



şekil 4.322. Pupa ayının göle boşalım noktası çevresinde İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları

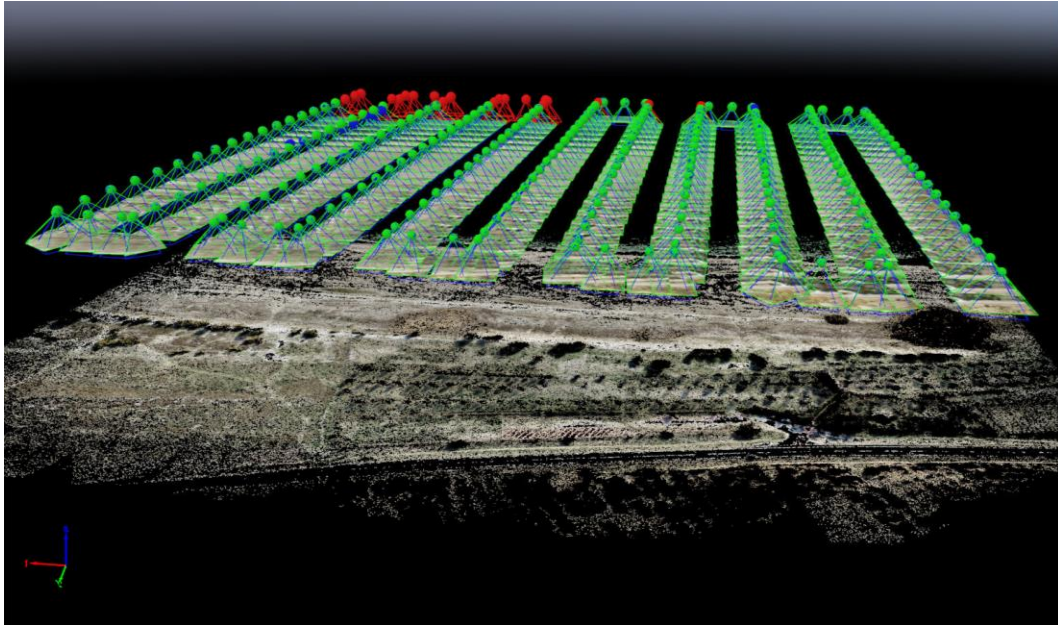


Şekil 4.323. Pupa çayının göle boşalım noktası çevresinin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü



Şekil 4.324. Pupa çayının göle boşalım noktası çevresinin 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası

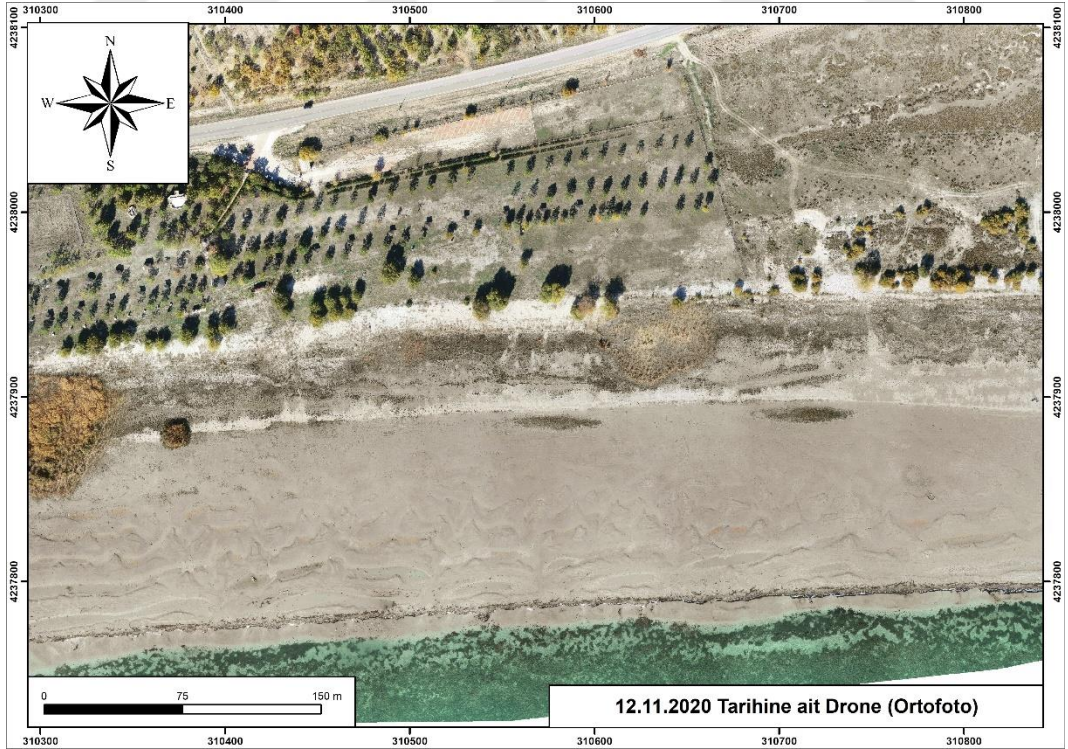
Taşevi plajı çevresinde Kasım 2020 yılında insansız hava aracı ile çekilen fotoğrafların konumları Şekil 4.325’de görülmektedir. Bölgenin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü Şekil 4.326’da, 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası Şekil 4.327’de verilmiştir. Yapılan analizlere göre, bölgede gölün 2010 yılından günümüze yaklaşık 163 m. çekildiği belirlenmiştir.



Şekil 4.325. Taşevi plajı çevresinde İnsansız Hava Aracı ile çekilen fotoğrafların konumları



Şekil 4.326. Taşevi plajı çevresinin 24.10.2010 tarihine ait Worldview-2 uydu görüntüsü

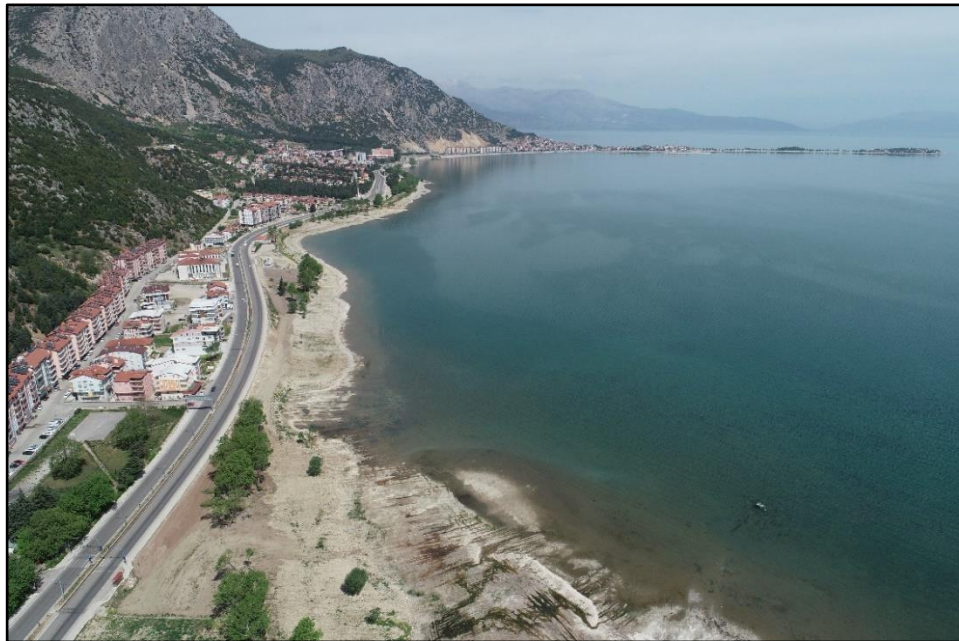


Şekil 4.327. Taşevi plajı çevresinin 12.11.2020 tarihine ait Drone ile elde edilen ortofoto haritası

Ayrıca, Şekil 4.312’de verilmiş olan lokasyonlarda Mayıs 2021 yılında insansız hava aracı ile göl çevresindeki farklı lokasyonlarda manuel uçuşlar gerçekleştirilerek göldeki çekilmelerin mevcut durumu fotoğraflanmıştır (Şekil 4.328 -4.337). Elde edilen son görüntülerde de göldeki çekilmelerin halen devam ettiği gözlenmiştir.



Şekil 4.328. Kovada kanalı çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü



Şekil 4.329. Kemik Hastanesi çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü



Şekil 4.330. Gelendost Bölge Trafik çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü



Şekil 4.331. Gelendost sulama kanalı çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü



Şekil 4.332. Taşevi çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü



Şekil 4.333. Gençali çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü



Şekil 4.334. Kayaag zı kuzeyinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü



Şekil 4.335. Kayaag zı güneyinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü



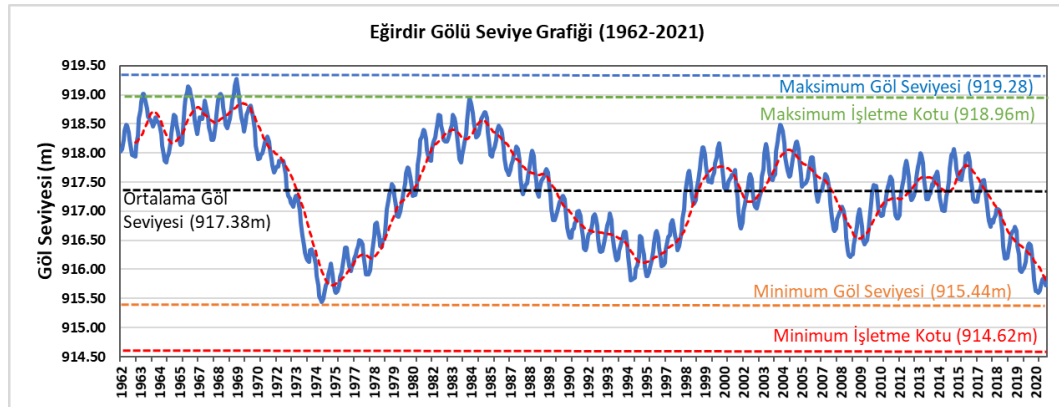
Şekil 4.336. Barla çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü



Şekil 4.337. Bedre çevresinin Mayıs-2021 tarihine ait Drone görüntüsü

4.4.2. Standartlaştırılmış depolama hacim indeksi ile analiz

Eğirdir Gölü seviye değişimlerinin incelenmesinde kullanılan 1962-2021 yılları arasındaki periyodik ölçülen aylık göl seviyesi değerleri DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Hazırlanan göl seviye değişim grafiği Şekil 4.338'de verilmiş olup buna göre, göl seviyesinin zamansal olarak düşüş ve yükselişler gösterdiği görülmektedir. Kullanılan verilere göre 1962-2021 yılları arasında ortalama göl seviyesi 917.38 m olarak hesaplanmıştır. Maksimum göl seviyesi 919.28 m., minimum göl seviyesi ise 915.44 m'dir. Gölün maksimum işletme kotu 918.96 m iken minimum işletme kotu ise 914.62 m'dir. Göl seviyesinde 1962-1969 yılları arasında 918 m'nin üzerinde ve dengeli bir gidiş söz konusudur. Ancak, 1969 yılından 1974 yılının sonuna kadar düzenli bir düşüş gerçekleşmiş ve göl seviyesi 914.44 m'ye kadar düşmüştür. 1975 -1985 yılları arasında göl seviyesinde yükselme gerçekleşmiş ve bu zaman aralığında 1985 yılının Mayıs ve Haziran aylarında en yüksek 918.70 m seviyesi ölçülmüştür. 1985-1995 yılları arasında tekrar düzenli bir düşüş gerçekleşmiş ve göl seviyesi 1995 yılının Ekim ayında 915.88 m'ye kadar düşmüştür.

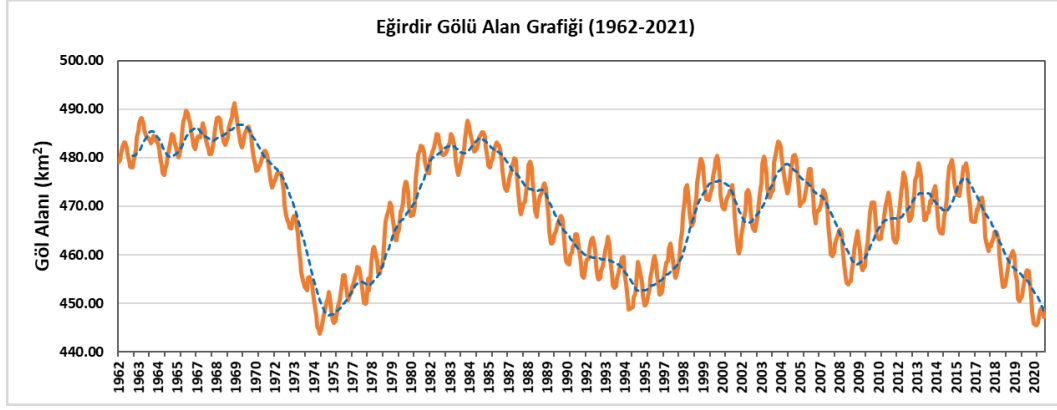


Şekil 4.338. Eğirdir Gölü seviye değişimleri (1962-2021)

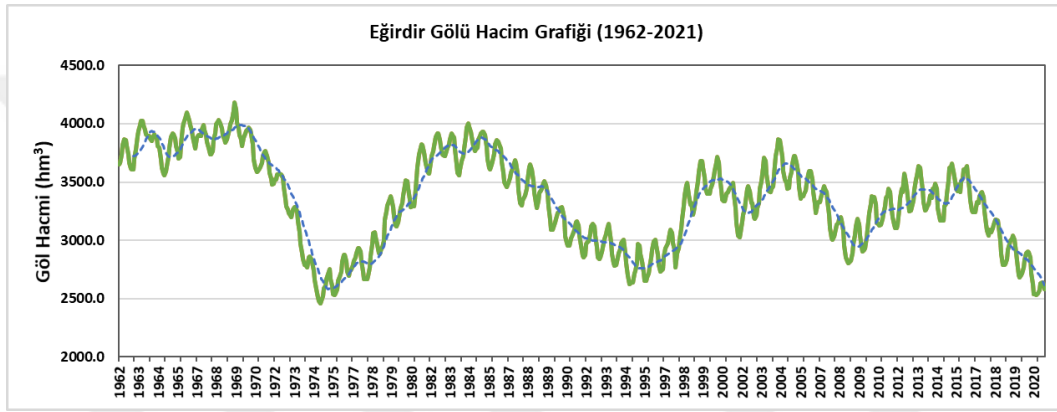
1995-2005 yılları arasında göl seviyesinde yükselme ve düşüşler gerçekleşmeye devam etmekte olup bu zaman aralığında 2005 yılı Haziran ayında 918.19 m. ile en yüksek göl seviyesi ölçülmüştür. 2005-2009 yılları arasında göl seviyesinde düşüşler, 2009-2015 yılları arasında ise yükselme gerçekleşmiş ve göl seviyesi 2015 yılı Temmuz ayında 918.07 m. olarak belirlenmiştir. 2015 yılından

günümüze kadar göl seviyesinde sürekli bir düşüş gerçekleşmektedir. Son olarak 2021 yılı Haziran ayında göl seviyesi 915.72 m olarak ölçülmüştür. Şekil 4.339'da verilmiş olan Eğirdir Gölü yüzey alanı değişim grafiğinin ve Şekil 4.340'da verilmiş olan göl hacim değişim grafiğinin hazırlanmasında kullanılan aylık göl alan ve hacim değerleri DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Gölün maksimum işletme kotu olan 918.96 m'de gölün yüzey alanı 487.77 km², hacmi 4 001.18 hm³ tür. Minimum işletme kotunda (914.62 m) ise göl yüzey alanı 430.58 km², hacmi 2 099.62 hm³ olarak hesaplanmıştır. Eğirdir Gölü'nün 1962-2021 yılları arasındaki alan ve hacim değişimleri incelendiğinde göl seviye değişimleri ile ilişkili olarak alan ve hacim değerlerinde artış ve azalışlar kaydedilmiştir. Mevcut durumda, 2021 yılı Haziran ayı göl seviyesi ölçümlerine bağlı olarak hesaplanmış olan göl yüzey alanı 447.11 km², hacmi 2 581.82 hm³tür. Göl seviyesi ile benzer şekilde göl alanı ve hacmi de 2015 yılından itibaren sürekli azalma eğilimindedir.

DSİ 18.Bölge Müdürlüğü verilerine göre Eğirdir Gölü'nün 1 Haziran 2021 tarihi itibarıyla göl seviyesi 915.72m olarak ölçülmüş ve buna göre de göl yüzey alan 447.11km² ve göl hacmi ise 2581.82hm³ olarak belirlenmiştir. Eğirdir Gölü'nün 1962 yılından itibaren en yüksek göl seviyesi ise 1969 yılının haziran ayında 919.28 m olarak ölçülmüş ve buna bağlı olarak da göl yüzey alanı 491.28 km² ve göl hacmi ise 4182.26 hm³ olarak belirlenmiştir. Eğirdir Gölü'nün 1 Haziran 2021 tarihindeki seviye verileri ile maksimum seviyeye çıktığı 1969 yılı Haziran ayına ait veriler karşılaştırıldığında yaklaşık 52 yıllık zaman periyodunda göl seviyesinin 3.56 m düştüğü belirlenmiştir. Buna bağlı olarak da göl yüzey alanında yaklaşık %9 oranında (44.17 km²) azalma, göl hacminde ise yaklaşık %38.27 oranında (1600 hm³) azalma tespit edilmiştir. Eğirdir Gölü'nün 1 Haziran 2021 tarihindeki seviye verileri ile maksimum işletme kotundaki (918.96 m) seviye verileri değerlendirildiğinde ise göl seviyesinin 3.24 m daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak da göl yüzey alanı yaklaşık % 8.33 oranında (40.66 km²) azalmış, göl hacmi ise yaklaşık %35.47 oranında (1419 hm³) azalmıştır.

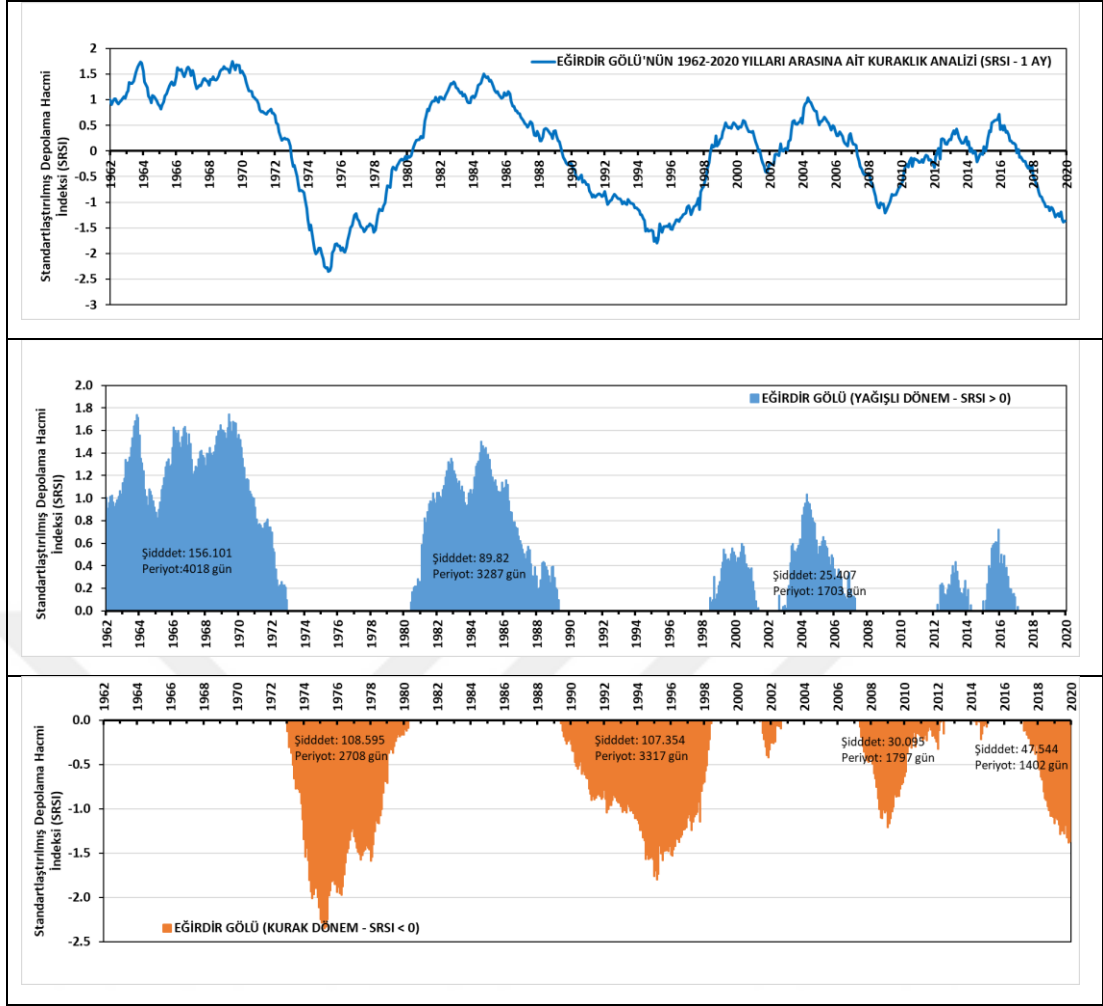


Şekil 4.339. Eğirdir Gölü'nün yüzey alanı değişimleri (1962-2020)



Şekil 4.340. Eğirdir Gölü'nün hacim değişimleri (1962-2020)

Eğirdir Gölü'nün 1962-2020 yılları arasında ölçülmüş olan aylık göl hacim değerleri kullanılarak hesaplanan Standartlaştırılmış Depolama Hacim İndeksi (SRSI) yöntemi ile Eğirdir Gölü'nün kuraklık analizi yapılmıştır (Şekil 4.341; Çizelge 4.33). Buna göre, 1962-1973 yılları arasında yağışlı periyod, 1973-1979 yılları arasında kurak periyod, 1980-1989 yılları arasında tekrar yağışlı periyod yaşanmıştır. 1990-1998 yılları arasında ise 3317 günlük bir periyot sürmüş olan kuraklık yaşanmıştır. 1999, 2000 ve 2003-2007 yılları arası yağışlı geçerken, 2008-2012 yılları arasında kurak periyod gözlenmektedir. 2012-2017 yılları arasında kısmen yağışlı periyodlar, 2018 yılında itibaren günümüze kadar sürekli bir kurak periyod hakimdir. Standartlaştırılmış Depolama Hacim İndeksi aylık verileri incelendiğinde, 1987 yılından itibaren genel olarak normal ve/veya kurak periyodların hakim olduğu dikkati çekmektedir. Bununla birlikte 1994, 1995 ve 1996 yılları ile 2020 yılında şiddetli kurak dönemler yaşanmıştır.



Şekil 4.341. Standartlaştırılmış Depolama Hacim İndeksi (SRSI) ile Eğirdir Gölü'nün kuraklık analizi

Çizelge 4.34'de verilmiş olan SRSI verilerinin trend analiz sonuçlarına göre, 1962-2020 yılları arası aylık ortalama göl hacmi trendleri istatistiksel açıdan anlamlı azalma eğilimindedir.

Çizelge 4.34. SRSI verilerinin Mann-Kendall trend analiz sonuçları

Ay	Minimum	Maksimum	mk-Z
Ocak	-2.250	1.604	-3.041
Şubat	-2.289	1.626	-2.884
Mart	-2.277	1.597	-2.989
Nisan	-2.351	1.571	-2.838
Mayıs	-2.329	1.625	-2.930
Haziran	-2.250	1.746	-2.792
Temmuz	-2.010	1.672	-2.845
Ağustos	-1.964	1.586	-3.080
Eylül	-1.896	1.676	-3.172
Ekim	-1.895	1.686	-3.198
Kasım	-2.001	1.739	-3.139
Aralık	-2.111	1.716	-3.067
Aylık Ortalama	-2.351	1.746	-10.549

*p<0.05; (+) artan yönde, (-) azalan yönde

Çizelge 4.33. Standartlaştırılmış Depolama Hacim İndeksi (SRSI-1ay) verileri

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1962	1.00	0.91	0.96	1.01	1.02	0.96	0.92	0.95	0.98	1.01	1.07	1.03
1963	1.13	1.18	1.34	1.32	1.32	1.36	1.45	1.53	1.64	1.69	1.74	1.72
1964	1.56	1.35	1.31	1.24	1.08	1.01	0.93	1.08	1.06	1.02	0.98	0.92
1965	0.87	0.82	0.90	0.97	1.08	1.11	1.18	1.27	1.32	1.34	1.28	1.30
1966	1.45	1.63	1.60	1.57	1.60	1.49	1.45	1.54	1.62	1.64	1.58	1.47
1967	1.57	1.48	1.34	1.21	1.24	1.28	1.27	1.35	1.41	1.42	1.37	1.36
1968	1.29	1.40	1.39	1.45	1.40	1.38	1.41	1.47	1.55	1.59	1.60	1.65
1969	1.60	1.60	1.58	1.53	1.63	1.75	1.67	1.59	1.68	1.67	1.67	1.53
1970	1.56	1.52	1.45	1.35	1.27	1.17	1.17	1.16	1.06	1.03	1.01	1.00
1971	0.92	0.81	0.76	0.77	0.76	0.73	0.72	0.78	0.79	0.81	0.74	0.74
1972	0.69	0.55	0.52	0.37	0.27	0.21	0.23	0.26	0.23	0.23	0.21	0.10
1973	-0.13	-0.31	-0.28	-0.37	-0.50	-0.66	-0.77	-0.77	-0.78	-0.81	-0.94	-1.12
1974	-1.34	-1.54	-1.44	-1.58	-1.80	-1.94	-2.01	-1.96	-1.90	-1.90	-2.00	-2.11
1975	-2.25	-2.29	-2.28	-2.35	-2.33	-2.25	-1.98	-1.92	-1.82	-1.80	-1.85	-1.85
1976	-1.94	-1.89	-1.96	-1.97	-1.87	-1.74	-1.61	-1.49	-1.45	-1.35	-1.25	-1.22
1977	-1.32	-1.37	-1.44	-1.49	-1.51	-1.58	-1.53	-1.48	-1.46	-1.42	-1.44	-1.46
1978	-1.59	-1.54	-1.40	-1.26	-1.14	-1.16	-1.17	-1.07	-1.01	-0.82	-0.67	-0.69
1979	-0.71	-0.37	-0.32	-0.33	-0.37	-0.29	-0.23	-0.19	-0.16	-0.18	-0.17	-0.10
1980	-0.17	-0.10	-0.12	-0.09	0.00	0.08	0.17	0.21	0.22	0.22	0.28	0.26
1981	0.26	0.58	0.68	0.82	0.78	0.88	0.95	0.98	0.97	1.05	0.99	0.95
1982	1.05	1.05	1.02	1.00	1.08	1.11	1.19	1.24	1.32	1.30	1.35	1.32
1983	1.24	1.21	1.17	1.13	1.15	1.07	1.10	1.06	0.96	0.93	0.94	1.05
1984	1.07	1.04	1.08	1.18	1.28	1.31	1.32	1.40	1.50	1.46	1.43	1.45
1985	1.36	1.39	1.34	1.25	1.19	1.14	1.16	1.10	1.06	1.02	1.06	1.14
1986	1.09	1.10	1.16	1.12	0.97	0.88	0.87	0.79	0.79	0.74	0.73	0.66
1987	0.62	0.58	0.55	0.50	0.46	0.52	0.57	0.54	0.42	0.31	0.29	0.39
1988	0.31	0.19	0.20	0.27	0.42	0.44	0.43	0.39	0.36	0.31	0.25	0.39
1989	0.39	0.29	0.20	0.19	0.10	-0.04	-0.12	-0.18	-0.23	-0.27	-0.24	-0.22
1990	-0.27	-0.34	-0.35	-0.47	-0.52	-0.55	-0.51	-0.47	-0.61	-0.58	-0.61	-0.66
1991	-0.66	-0.78	-0.83	-0.90	-0.86	-0.89	-0.88	-0.84	-0.83	-0.86	-0.89	-0.87
1992	-0.79	-0.89	-1.04	-1.01	-0.96	-0.96	-0.90	-0.84	-0.87	-0.91	-0.93	-0.94
1993	-0.97	-1.04	-0.99	-1.02	-1.04	-0.95	-0.98	-1.02	-1.02	-1.05	-1.11	-1.11
1994	-1.13	-1.17	-1.24	-1.25	-1.32	-1.36	-1.57	-1.52	-1.57	-1.56	-1.54	-1.57
1995	-1.76	-1.70	-1.80	-1.73	-1.42	-1.51	-1.58	-1.48	-1.48	-1.47	-1.48	-1.42
1996	-1.52	-1.53	-1.46	-1.42	-1.34	-1.35	-1.38	-1.32	-1.29	-1.24	-1.23	-1.21
1997	-1.10	-1.06	-1.13	-1.25	-1.15	-1.09	-1.06	-1.04	-0.92	-1.15	-0.80	-0.72
1998	-0.70	-0.57	-0.51	-0.33	-0.22	-0.04	0.12	0.08	0.10	0.30	0.10	0.15
1999	0.22	0.26	0.37	0.43	0.55	0.50	0.45	0.46	0.44	0.51	0.56	0.52
2000	0.49	0.43	0.47	0.47	0.52	0.60	0.57	0.50	0.42	0.38	0.38	0.36
2001	0.38	0.26	0.18	0.09	-0.02	0.03	-0.15	-0.22	-0.30	-0.40	-0.42	-0.33
2002	-0.26	-0.24	-0.26	-0.24	-0.07	-0.06	-0.07	-0.10	0.14	0.01	0.00	0.04
2003	0.05	0.02	0.19	0.22	0.42	0.57	0.60	0.53	0.52	0.55	0.58	0.64
2004	0.54	0.85	0.92	0.95	1.03	0.96	0.95	0.89	0.82	0.79	0.78	0.63
2005	0.50	0.57	0.57	0.61	0.66	0.62	0.57	0.55	0.48	0.40	0.50	0.47
2006	0.37	0.29	0.30	0.37	0.34	0.29	0.19	0.15	0.12	0.10	0.31	0.34
2007	0.18	0.13	0.13	0.11	-0.08	-0.19	-0.30	-0.36	-0.42	-0.46	-0.47	-0.44
2008	-0.43	-0.50	-0.60	-0.66	-0.75	-0.88	-1.01	-1.10	-1.11	-1.01	-1.05	-1.03
2009	-1.21	-1.17	-1.11	-1.03	-0.98	-0.84	-0.87	-0.86	-0.86	-0.77	-0.72	-0.71
2010	-0.63	-0.58	-0.37	-0.29	-0.26	-0.32	-0.21	-0.13	-0.30	-0.15	-0.15	-0.17
2011	-0.19	-0.23	-0.21	-0.16	-0.23	-0.12	-0.08	-0.11	-0.18	-0.17	-0.20	-0.24
2012	-0.33	-0.11	-0.02	0.06	-0.16	0.23	0.04	0.22	0.15	0.14	0.19	0.23
2013	0.22	0.32	0.40	0.33	0.44	0.35	0.27	0.20	0.16	0.15	0.20	0.27
2014	0.12	0.19	-0.01	0.05	-0.05	-0.01	-0.02	-0.22	-0.16	-0.07	-0.05	-0.07
2015	0.09	0.00	0.09	0.24	0.40	0.37	0.56	0.58	0.59	0.61	0.61	0.72
2016	0.42	0.50	0.41	0.49	0.36	0.39	0.30	0.20	0.19	0.15	0.15	0.12
2017	-0.04	0.04	-0.12	-0.11	-0.17	-0.20	-0.21	-0.28	-0.34	-0.29	-0.39	-0.28
2018	-0.51	-0.56	-0.64	-0.67	-0.81	-0.88	-0.90	-0.97	-1.02	-1.09	-1.08	-1.09
2019	-1.17	-1.10	-1.12	-1.18	-1.28	-1.25	-1.22	-1.28	-1.19	-1.33	-1.39	-1.37
2020	-1.52	-1.54	-1.51	-1.49	-1.60	-1.67	-1.68	-1.79	-1.78	-1.80	-1.82	-1.89

Aşırı Yağışlı	Şiddetli Yağış	Orta Yağışlı	Normale Yakın Nemli	Normal	Normale Yakın Kurak	Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak
---------------	----------------	--------------	---------------------	--------	---------------------	------------	----------------	-------------

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, küresel iklim değişikliğinin Eğirdir Gölü havzasındaki muhtemel etkilerinin belirlenmesine yönelik öncelikle mevcut iklimsel özellikler incelenmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan meteoroloji istasyonlarının yağış verileri üzerindeki iklim değişikliğinin aylık, mevsimsel ve yıllık etkileri Mann-Kendall (MK) trend analizi ile belirlenmiştir. Geleceğe yönelik meteorolojik parametrelerin tahmini ise CANESM5, EC-EARTH3, MIROC6 ve MRI-ESM2 iklim modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, havzaya yönelik meteorolojik ve uydu bazlı kuraklık analizleri gerçekleştirilmiştir. Küresel iklim değişikliğinin Eğirdir Gölü'ne etkilerinin belirlenebilmesi için ise göl seviye değişimleri yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve İHA verileri ile analiz edilmiştir.

Bölgenin iklim özelliklerinin ortaya konulabilmesi için çalışma alanının yakın çevresinde bulunan Isparta (DMİ), Eğirdir (DMİ), Senirkent (DMİ), Uluborlu (DMİ) ve Yalvaç (DMİ) olmak üzere Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nce işletilen beş adet meteoroloji istasyonuna ait yağış ve sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Eğirdir Gölü Havzası'nın yağış durumu genel olarak değerlendirildiğinde; havza içerisinde ve çevresinde yeralan ve ayrıntılı olarak analizi yapılan meteoroloji istasyonlarında belirlenen yıllık ortalama yağış miktarları 790,4 mm ile 501,1 mm arasında değişmektedir. Söz konusu meteoroloji istasyonlarına ait yağış verilerine göre hesaplanan aylık ortalama değerleri ise 65,9 mm ile 41,8 mm arasındadır. Çalışma alanında Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında havzanın güney kesimlerinde; Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise havzanın batısında, Senirkent-Uluborlu bölgelerinde maksimum yağış miktarları gözlenmektedir.

Mann-Kendall (MK) trend analizi sonucunda belirlenen havzanın genel yağış trendi incelendiğinde, tüm istasyonlar için yıllık, mevsimlik ve aylık yağış miktarında istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalan ve kısmen artan yönde bir eğilim belirlenmiştir. Eğirdir Gölü havzası genelinde yağış trendlerinin bölgesel dağılımlarına göre, Ocak, Mart, Mayıs, Ağustos, Eylül aylarındaki yağış miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış eğilimi; Nisan, Temmuz,

Ekim, Kasım ve Aralık aylarındaki yağış değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi, Haziran ayında, havzanın güney kesimlerde istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış, diğer kesimlerde ise azalma eğilimi, Şubat ayında ise havzanın batı kesimlerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalma eğilimi gözlenmektedir. Eğirdir Gölü havzasının yıllık yağış trendi dağılım haritasına bakıldığında ise sadece Uluborlu ve Yalvaç bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma, diğer bölgelerde artış eğilimi gözlenmektedir.

Eğirdir Gölü Havzası'nın sıcaklık değerleri genel olarak değerlendirildiğinde; havza içerisinde ve çevresinde yeralan ve ayrıntılı olarak analizi yapılan meteoroloji istasyonlarında belirlenen aylık ortalama sıcaklık değerleri 11,32 °C ile 12,57 °C arasında değişmektedir. Çalışma alanında Ocak ve Aralık aylarında havzanın Eğirdir bölgesinde; Şubat, Mart, Haziran, Ekim ve Kasım aylarında havzanın Eğirdir ve Senirkent bölgelerinde; Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise havzanın Senirkent bölgesinde yüksek sıcaklıklar gözlenmektedir. Eğirdir Gölü havzasının yıllık sıcaklık dağılımına göre havzanın Senirkent ve Eğirdir bölgelerinin diğer bölgelere nazaran daha yüksek sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Havzanın genel sıcaklık trendi incelendiğinde, Isparta DMİ'de ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış ve azalış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Eğirdir DMİ sıcaklık değeri analiz edildiğinde Mayıs, Eylül, Ekim ve sonbahar mevsiminde sıcaklıklarda istatistiksel açıdan anlamlı azalma tespit edilmiştir. Diğer aylık ve mevsimlik sıcaklıklarda istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış ve azalmalar mevcuttur. Yıllık sıcaklık trendi ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalma şeklinde belirlenmiştir. Eğirdir Gölü havzasının yıllık sıcaklık trendi dağılım haritasına bakıldığında havzanın özellikle Uluborlu ve Yalvaç bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi, kuzey kesimlerinde (Senirkent, Gelendost) ise kısmen istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi, güney (Eğirdir) kesimlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi gözlenmektedir. Genel olarak sıcaklık trendleri değerlendirildiğinde, gelecekte havzada %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edilen sıcaklık artışlarının olacağını söylemek mümkündür.

Küresel iklim değişikliğinin Eğirdir Gölü havzasındaki etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla CMIP6 kapsamında üretilen küresel dolaşım modellerine ait veriler istatistiksel ölçek küçültme yöntemi kullanılarak meteoroloji istasyonu bazına indirgenmiştir. Bu kapsamda, CANESM5, EC-EARTH3, MIROC6 ve MRI-ESM2 iklim modelleri kullanılarak meteoroloji istasyonlarına ait geleceğe yönelik (2020-2100) yağış ve sıcaklık verilerinin günlük ölçekte tahmini gerçekleştirilmiştir. Eğirdir Gölü havzasında yağış ve sıcaklık verilerinin tahminine yönelik yapılan istatistiksel ölçek küçültme yönteminden havzaya en uygun iklim modelinin seçilmesi aşamasında model performans testleri ile taylor grafikleri kullanılmıştır. Bu kapsamda CanESM5, EC-EARTH3, MIROC6 ve MRI-ESM2 iklim modellerinin performans testleri birbirlerine çok yakın olmakla birlikte taylor grafiklerinde CanESM5 modelinin diğer modellere göre kısmen daha iyi olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, geleceğe yönelik yapılan yağış ve sıcaklık verilerinin tahmininde ve kuraklık analizlerinde CanESM5 modeli çıktıları kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında meteoroloji istasyonlarına ait yağış ve sıcaklık parametrelerine yönelik yanlışlık düzeltmeleri uygulanarak, CanESM5 Küresel İklim Modelinin farklı Ortak Sosyo-Ekonomik Rotalar (SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585) baz alınarak geleceğe yönelik yağış ve sıcaklık verileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Isparta DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerleri 10'ar yıllık periyodlarla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 558,0 mm, SSP126 senaryosunda 578,96 mm, SSP245 senaryosunda 509,09 mm, SSP370 senaryosunda 478,60 mm, SSP460 senaryosunda 501,59 mm, SSP585 senaryosunda ise 481,43 mm olarak tahmin edilmiştir. Geçmişten günümüze ölçülen ortalama yıllık yağış miktarı 562,2 mm iken gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %14,9'luk yağış azalması öngörülmektedir. Genel olarak SSP245, SSP370, SSP440 (2020-2030 yılları arası hariç) ve SSP585 senaryolarında tüm onar yıllık periyodlardaki ortalama yağış miktarlarında azalma dikkati çekmektedir. Isparta DMİ verilerine göre geçmişten günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 12,2 °C iken, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değeri SSP119 senaryosunda 15,04 °C,

SSP126 senaryosunda 15,50 °C, SSP245 senaryosunda 16,26 °C, SSP370 senaryosunda 17,38 °C, SSP460 senaryosunda 16,97 °C, SSP585 senaryosunda ise 17,98 °C olarak tahmin edilmiştir. Buna göre tüm senaryolarda yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde artışlar öngörülmektedir. Aynı zamanda 10'ar yıllık periyodlar için tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri tüm senaryolarda artışlar göstermektedir.

Eğirdir DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış verilerine göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 787,35 mm, SSP126 senaryosunda 816,92 mm, SSP245 senaryosunda 675,31 mm, SSP370 senaryosunda 755,18 mm, SSP460 senaryosunda 707,18 mm, SSP585 senaryosunda ise 679,31 mm olarak tahmin edilmiştir. Eğirdir DMI yağış verilerine göre geçmişten günümüze ölçülen ortalama yıllık yağış miktarı 790,4 mm'dir. Buna göre SSP senaryolarına göre sadece SSP126 senaryosunda yıllık ortalama yağış miktarında artış gözlenirken, diğer tüm senaryolarda azalma tahmin edilmektedir. En kötü senaryo SSP245 yağış ortamasının 675,31 mm olarak öngörmektedir. Gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %14,6'lık yağış düşüşü SSP245 senaryosunda öngörülmektedir. Önümüzdeki on yıllık süreçte (2020-2030 yılları arası), SSP119, SSP245, SSP370 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. Eğirdir DMI verilerine göre geçmişten günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 12,5 °C iken, uygulana tüm SSP senaryolarında geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değerinin artacağı öngörülmektedir. Buna göre, SSP119 senaryosunda 15,50 °C, SSP126 senaryosunda 15,96 °C, SSP245 senaryosunda 16,73 °C, SSP370 senaryosunda 17,84 °C, SSP460 senaryosunda 17,43 °C, SSP585 senaryosunda ise 18,44 °C yıllık ortalama sıcaklık beklenmektedir. Gelecekte yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde en yüksek %47,5'lik artış SSP585 senaryosunda öngörülmektedir. En düşük sıcaklık değeri ise 2020-2030 yılları arasında 15,03 °C ile SSP126 senaryosunda tahmin edilmiştir.

Senirkent DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış verilerine göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119

senaryosunda 647,05 mm, SSP126 senaryosunda 671,35 mm, SSP245 senaryosunda 590,34 mm, SSP370 senaryosunda 554,98 mm, SSP460 senaryosunda 581,63 mm, SSP585 senaryosunda ise 558,27 mm olarak öngörülmektedir. Senirkent DMİ verilerine göre geçmişten günümüze ölçülmüş olan ortalama yıllık yağış miktarı 656,7 mm'dir. Buna göre SSP senaryolarına göre sadece SSP126 senaryosunda yıllık ortalama yağış miktarında kısmen artış gözlenirken, diğer tüm senaryolarda yağış miktarlarında azalma beklenmektedir. En kötü senaryo SSP370 ile yıllık ortalama yağış miktarının 554,98 mm'ye düşmesi beklenmektedir. Gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %15,5'lik yağış düşüşü SSP370 senaryosunda öngörülmektedir. 2020-2030 yılları arasında, SSP119, SSP245, SSP370 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. Senirkent DMİ verilerine göre geçmişten günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 12,6 °C iken, uygulanan tüm SSP senaryolarında geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değerinde artışlar beklenmektedir. Yapılan tahminlere göre yıllık ortalama sıcaklık, SSP119 senaryosunda 15,39 °C, SSP126 senaryosunda 15,85 °C, SSP245 senaryosunda 16,61°C, SSP370 senaryosunda 17,73 °C, SSP460 senaryosunda 17,32 °C, SSP585 senaryosunda ise 18,33 °C'dir. Gelecekte yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde en yüksek %52,7'lik artış SSP585 senaryosunda öngörülmektedir.

Uluborlu DMİ'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış verilerine göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 581,5 mm, SSP126 senaryosunda 603,34 mm, SSP245 senaryosunda 530,22 mm, SSP370 senaryosunda 498,75 mm, SSP460 senaryosunda 522,71 mm, SSP585 senaryosunda ise 501,71 mm olarak öngörülmektedir. Uluborlu DMİ verilerine göre geçmişten günümüze ölçülmüş olan ortalama yıllık yağış miktarı 591,9 mm'dir. Buna göre SSP senaryolarına göre sadece SSP126 senaryosunda yıllık ortalama yağış miktarında kısmen artış gözlenirken, diğer tüm senaryolarda yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. Gelecekte yıllık ortalama bazında en yüksek %15,7'lik yağış düşüşü SSP370 senaryosunda öngörülmektedir. 2020-2030 yılları arasında ise, SSP119, SSP245, SSP370 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. Uluborlu meteoroloji istasyonunda geçmişten

günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 11,88 °C'dir. Yapılan model tahminleri ise gelecekte (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değerinin artacağını işaret etmektedir. Elde edilen verilere göre yıllık ortalama sıcaklık, SSP119 senaryosunda 14,67 °C, SSP126 senaryosunda 15,13 °C, SSP245 senaryosunda 15,89°C, SSP370 senaryosunda 17,01 °C, SSP460 senaryosunda 16,60 °C, SSP585 senaryosunda ise 17,61 °C'dir. En kötü senaryo SSP585'e göre en yüksek sıcaklık değeri ortalama 20,99 °C olarak 2090-2100 yılları arasında beklenmektedir. En düşük sıcaklık değeri ise 2020-2030 yılları arasında 14,20 °C ile SSP126 senaryosunda tahmin edilmiştir. Geleceğe yönelik yüzdelik artış oranlarına bakıldığında, en yüksek artış oranı %48,2 ile SSP585 senaryosunda öngörülmektedir.

Yalvaç DMI'ye ait geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış verilerine göre, geleceğe yönelik (2020-2100) yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 493,08 mm, SSP126 senaryosunda 511,60 mm, SSP245 senaryosunda 449,86 mm, SSP370 senaryosunda 422,91 mm, SSP460 senaryosunda 443,23 mm, SSP585 senaryosunda ise 425,42 mm olarak öngörülmektedir. Yalvaç DMI verilerine göre geçmişten günümüze ölçülmüş olan ortalama yıllık yağış miktarı 501,1 mm'dir. Buna göre SSP senaryolarına göre sadece SSP126 senaryosunda yıllık ortalama yağış miktarında artış gözlenirken, diğer tüm senaryolarda yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. En kötü senaryo SSP370 ile yıllık ortalama yağış miktarının 422,91 mm'ye düşeceği beklenirken, 2090-2100 yılları arasında 340,41 mm ortalama yağış tahmin edilmektedir. 2020-2030 yılları arasında ise, SSP119, SSP245, SSP370 ve SSP585 senaryolarında ortalama yağış miktarlarında azalma olacağı tahmin edilmektedir. Yalvaç meteoroloji istasyonunda geçmişten günümüze ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 11,32 °C'dir. Yapılan model tahminleri ise gelecekte (2020-2100) yıllık ortalama sıcaklık değerinin artacağını işaret etmektedir. Elde edilen verilere göre, yıllık ortalama sıcaklık, SSP119 senaryosunda 14,08 °C, SSP126 senaryosunda 14,55 °C, SSP245 senaryosunda 15,31°C, SSP370 senaryosunda 16,43 °C, SSP460 senaryosunda 16,02 °C, SSP585 senaryosunda ise 17,02 °C'dir. En kötü senaryo SSP585'e göre en yüksek sıcaklık değeri ortalama 20,41 °C olarak 2090-2100

yılları arasında beklenmektedir. En düşük sıcaklık değeri ise 2020-2030 yılları arasında 13,61 °C ile SSP126 senaryosunda tahmin edilmiştir.

Eğirdir Gölü havzasının geleceğe yönelik ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin konumsal değerlendirmesinin yapılabilmesi amacıyla, meteoroloji istasyonu bazında CanESM5 Küresel İklim Modelinin farklı Ortak Sosyo-Ekonomik Rotalarına göre (SSP119, SSP126, SSP245, SSP370, SSP460 ve SSP585) elde edilen veriler kullanılarak havzanın yağış ve sıcaklık parametrelerine ait tematik haritaları hazırlanmıştır. Onar yıllık periyotlarda ortalama yağış dağılımlarına bakıldığında genel olarak tüm SSP senaryolarında havzanın güneyinde maksimum yağışlar gözlenirken havzanın kuzeydoğusu en az yağış alan bölgelerdir. 2020-2100 yılları arası ortalama yağış dağılımlarında da benzer şekilde havzanın Eğirdir civarı maksimum yağış alan, Yalvaç civarı minimum yağış alan, Senirkent, Uluborlu ve Gelendost civarları ise ortalama yağış alan bölgelerdir. Onar yıllık periyotlarda ortalama sıcaklık dağılımlarına göre genel olarak tüm SSP senaryolarında havzanın Eğirdir ve Senirkent bölgelerinde en yüksek sıcaklıklar gözlenmektedir. Havzanın kuzeydoğusunda, Yalvaç bölgesinde ise en düşük sıcaklıklar beklenmektedir. 2020-2100 yılları arası ortalama sıcaklık dağılımlarında da benzer şekilde havzanın Eğirdir ve Senirkent civarında en yüksek sıcaklıklar, Yalvaç civarında en düşük sıcaklıklar beklenmektedir.

Eğirdir Gölü havzasının 10'ar yıllık periyotlarla SSP senaryolarına göre geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama yağış değerlerine göre, 2020-2030 yılları arasında havzanın yıllık ortalama yağış miktarı SSP119 senaryosunda 534,16 mm, SSP126 senaryosunda 666,43 mm, SSP245 senaryosunda 557,91 mm, SSP370 senaryosunda 565,85 mm, SSP460 senaryosunda 619,63 mm, SSP585 senaryosunda ise 523,74 mm olarak öngörülmektedir. Eğirdir Gölü havzasının SSP senaryolarına göre geleceğe yönelik tahmin edilen ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde tüm senaryolara göre 2020 yılından 2100 yılına kadar sıcaklık değerlerinde düzenli artışlar dikkati çekmektedir.

Eğirdir Gölü havzasının meteoroloji istasyonu bazlı mevcut kuraklık analizlerini ve geleceğe yönelik kuraklık tahminlerini gerçekleştirmek için

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI), Yağış Anomali İndeksi (YAI), Normalin Yüzdesi İndeksi (NYI), Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKI), Efektif Kuraklık İndeksi (EKI), Çin Z İndeksi (CZI) ve Z Skor İndeksi (ZSI) yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Isparta Meteoroloji İstasyonunda 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre en uzun kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 31 gün süre ve 1.651 kuraklık şiddeti ile Kasım 2011'den, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 121 gün süre ve 1.542 kuraklık şiddeti ile Ocak 2000'den itibaren yaşandığı belirlenmiştir. Isparta DMİ en uzun yağışlı periyotların ise 3 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 121 gün süre ve 1.99 yağış şiddeti ile Aralık 1952'den, 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 334 gün süre ve 4.204 yağış şiddeti ile Ocak 1953'den itibaren yaşandığı belirlenmiştir. Standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, Isparta DMİ için aşırı kuraklık periyotlarının 1 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde Eylül 2020, Kasım 2028, Eylül 2030, Şubat 2047, Nisan 2065, Haziran 2068, Kasım 2071, Mart 2075, Mart 2076, Mayıs 2086, Ekim 2089, Şubat 2095, Mart 2096, Kasım 2097 ve Kasım 2100 yıllarında yaşanacağı tahmin edilmektedir. Isparta DMİ için aşırı yağışlı periyotların ise 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2050 ve 2051 yıllarında yaşanacağı öngörülmektedir.

Eğirdir DMİ için standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre, aşırı kuraklık periyotlarının 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Aralık 2008 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 1973 yılında yaşandığı belirlenmiştir. Aşırı yağışlı periyotların ise 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Mayıs 1969 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 1982 yılında yaşandığı belirlenmiştir. Geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, Eğirdir DMİ için 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2058 yıllarında aşırı kurak periyodların yaşanacağı öngörülmektedir.

Senirkent DMİ için standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre, aşırı kuraklık periyotlarının 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ekim 2007 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 1990 yılında yaşandığı belirlenmiştir. Aşırı yağışlı periyotların ise 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Mart 2015 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2010 yılında yaşandığı belirlenmiştir. Geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, aşırı kuraklık periyotlarının 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2058 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2076 ve 2083 yıllarında yaşanacağı öngörülmektedir. En uzun yağışlı periyotların ise 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 212 gün süre 2050'den, 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2040'dan itibaren yaşanacağı beklenmektedir.

Uluborlu DMİ için standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre, aşırı kuraklık periyotlarının 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Şubat 2014 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2006 yılında yaşandığı belirlenmiştir. Aşırı yağışlı periyotların ise 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Şubat 2015 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2003 yılında yaşandığı belirlenmiştir. Geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, aşırı kuraklık periyotlarının 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2058 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2076 ve 2083 yıllarında yaşanacağı öngörülmektedir. Aşırı yağışlı periyotların ise 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2040, 2050 ve 2092 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2040 yılında yaşanacağı öngörülmektedir.

Yalvaç DMİ için standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizlerine göre, aşırı kuraklık periyotlarının 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Ekim 2009 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2009 yılında yaşandığı belirlenmiştir. Aşırı yağışlı periyotların ise 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en son Haziran

2015 yılında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en son 2016 yılında yaşandığı belirlenmiştir. Geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine göre, aşırı kuraklık periyotlarının 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde en erken 2055 ve 2072 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2076 ve 2083 yıllarında yaşanacağı öngörülmektedir. Aşırı yağışlı periyotların ise 12 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde 2039, 2040, 2050 ve 2092 yıllarında ve 24 aylık zaman ölçeğinde yapılan analizlerde ise en erken 2040 yılında yaşanacağı beklenmektedir.

Landsat 8 Uydu görüntüleri kullanılarak yapılan tarımsal kuraklık analizleri kapsamında 2013, 2014, 2015, 2016, 2020 ve 2021 yıllarına ait toplam 6 adet Landsat 8 OLI uydu görüntüsü kullanılarak Yüzey Sıcaklığı (LST), Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi (NDVI), Gelişmiş Bitki İndeksi (EVI), Bitki Durum İndeksi (VCI), Termal Durum İndeksi (TCI) ve Bitki Sağlığı İndeksleri (VHI) uygulanmıştır. Termal Durum İndeksi ile Bitki Durum İndeksleri kullanılarak hesaplanan Bitki Sağlığı İndeks verilerine göre analiz yapılan tarihler itibarıyla Eğirdir Gölü Havzasının çok büyük bir bölümünde kuraklık gözlenmezken sadece Büyükkabaca Küçükkabaca, Uluğbey ve yer yer Madenli çevrelerinde hafif ve orta kurak bölgeler tespit edilmiştir.

Eğirdir Gölü Havzasına ait yüzey sıcaklığı, evapotranspirasyon ve bitki örtüsü değişimlerinin zamansal analizi yapılabilmesi amacıyla 2000-2021 yılları arasında ait MODIS uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu kapsamda 968 adet MOD11A2 verisi analiz edilerek gece ve gündüz yüzey sıcaklıkları, 498 adet MOD13Q1 verisi analiz edilerek normalleştirilmiş bitki fark indeksi (NDVI) ile gelişmiş bitki indeksi (EVI) verileri ile 938 adet MOD16A2 verisi analiz edilerek Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) ile Evapotranspirasyon (ET) verilerinin zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. MODIS verilerinin analiz edilmesi aşamasında CORINE-2018 verileri kullanılarak havzadaki meyve bahçeleri (222), sulanmayan tarım arazileri (211), geniş yapraklı ormanlar (311) ve meraları (231) temsil eden yaklaşık 6,5x6,5km boyutlarında 5 adet test alanı belirlenmiştir. Test alanlarına ait MOD13Q1 bitki indeks değerlerinin Mann-Kendall trend analizine göre Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeks değerlerinin

istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde olduğu bununla birlikte Gelişmiş Bitki İndeks değerlerin aynı şekilde istatistiksel açıdan anlamlı bir artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Test alanlarına ait MOD11A2 verilerinden elde edilen arazi yüzey sıcaklıklarının Mann-Kendall trend analizine göre genel olarak gündüz yüzey sıcaklıklarının istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalış eğiliminde olduğu buna karşın gece yüzey sıcaklıklarının ise istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

Eğirdir Gölü yüzey alanının zamansal ve konumsal değişiminin belirlenebilmesi amacıyla 2 farklı yöntem uygulanmıştır. Birinci yöntemde 1987 yılına ait Landsat TM uydu görüntüsü ile 2021 yılı Haziran ayına ait Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak yüzey alanı değişimleri analiz edilmiştir. Buna göre sözkonusu tarihlere ait Landsat uydu görüntülerine Normalleştirilmiş Su Fark İndeksi uygulanarak elde edilen verilere göre 1987 yılında 462.32 km² yüzey alanına sahip olan Eğirdir Gölü'nün 2021 yılında 450.13 km²'ye düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca göl seviyesindeki değişimlerin konumsal analizine göre çekilmelerin genel olarak gölün doğu kesiminde Gelendost-Yenice bölgelerinde, batı kesimlerde Pupa çayının döküldüğü bölgelerde ve gölün kuzeyinde Taşevi civarında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Sözkonusu tarihlerdeki uydu görüntülerine göre Gelendost 2. Kademe Pompa İstasyonu çevresinde 34 yıllık süre zarfında Eğirdir Gölü'nün yaklaşık 876m., Pupa Çayı'nın Eğirdir Gölü'ne boşaldığı bölgede 583m ve Taşevi çevresindeki bölgede ise yaklaşık 424 m'lik çekilmenin yaşandığı belirlenmiştir. İkinci yöntemde ise geçmişten günümüze yaşanan seviye değişimlerinin belirlenmesi amacıyla Kasım 2020 yılında Drone görüntülerinden oluşturulan yüksek çözünürlüklü ortofotoların yanısıra Ekim 2010 yılına ait Worldview-2 uydu görüntüleri analiz edilmiştir. Özellikle göldeki çekilmelerin çok daha fazla hissedildiği Yeşilada, Kovada Kanalı çıkışı, Bedre Plajı, Pupa Çayı'nın göle boşalım noktasının çevresi ve Taşevi Plajı çevresi gibi gölün nispeten daha sığ kesimlerinde göl çekilmelerin sayısal olarak ortaya konulmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlere göre, Yeşilada bölgesinde gölün 2010 yılından günümüze yaklaşık 75 m.; Kovada kanalı çıkışı bölgesinde yaklaşık 70 m.; Bedre plajı bölgesinde yaklaşık 90 m.; Pupa çayının göle boşalım noktası çevresinde yaklaşık 30 m.; Taşevi plajı çevresinde

yaklaşık 163 m. çekildiği belirlenmiştir. Mayıs 2021 yılında göl çevresinde yapılan İHA manuel uçuşlarından elde edilen son görüntülerde de göldeki çekilmelerin halen devam ettiği gözlenmiştir.

DSİ 18.Bölge Müdürlüğü verilerine göre Eğirdir Gölü'nün 1 Haziran 2021 tarihi itibarıyla göl seviyesi 915.72m olarak ölçülmüş ve buna göre de göl yüzey alan 447.11 km² ve göl hacmi ise 2581.82 hm³ olarak belirlenmiştir. Eğirdir Gölü'nün 1962 yılından itibaren en yüksek göl seviyesi ise 1969 yılının haziran ayında 919.28 m olarak ölçülmüş ve buna bağlı olarak da göl yüzey alanı 491.28 km² ve göl hacmi ise 4182.26 hm³ olarak belirlenmiştir. Eğirdir Gölü'nün 1 Haziran 2021 tarihindeki seviye verileri ile maksimum seviyeye çıktığı 1969 yılı Haziran ayına ait veriler karşılaştırıldığında yaklaşık 52 yıllık zaman periyodunda göl seviyesinin 3.56 m düştüğü belirlenmiştir. Buna bağlı olarak da göl yüzey alanında yaklaşık %9 oranında (44.17 km²) azalma, göl hacminde ise yaklaşık %38.27 oranında (1600 hm³) azalma tespit edilmiştir. Eğirdir Gölü'nün 1 Haziran 2021 tarihindeki seviye verileri ile maksimum işletme kotundaki (918.96 m) seviye verileri değerlendirildiğinde ise göl seviyesinin 3.24 m daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak da göl yüzey alanı yaklaşık % 8.33 oranında (40.66km²) azalmış, göl hacmi ise yaklaşık %35.47 oranında (1419hm³) azalmıştır.

Eğirdir Gölü'nün 1962-2020 yılları arasında ölçülmüş olan aylık göl hacim değerleri kullanılarak hesaplanan Standartlaştırılmış Depolama Hacim İndeksi (SRSI) yöntemi ile Eğirdir Gölü'nün kuraklık analizi yapılmıştır. Buna göre, 1962-1973 yılları arasında yağışlı periyod, 1973-1979 yılları arasında kurak periyod, 1980-1989 yılları arasında tekrar yağışlı periyod yaşanmıştır. 1990-1998 yılları arasında ise 3317 günlük bir periyot sürmüş olan kuraklık yaşanmıştır. 1999, 2000 ve 2003-2007 yılları arası yağışlı geçerken, 2008-2012 yılları arasında kurak periyod gözlenmektedir. 2012-2017 yılları arasında kısmen yağışlı periyodlar, 2018 yılında itibaren günümüze kadar sürekli bir kurak periyod hakimdir. Standartlaştırılmış Depolama Hacim İndeksi aylık verileri incelendiğinde, 1987 yılından itibaren genel olarak normal ve/veya kurak periyodların hakim olduğu dikkati çekmektedir. Bununla birlikte 1994, 1995 ve

1996 yılları ile 2020 yılında şiddetli kurak dönemler yaşanmıştır. Standartlaştırılmış Depolama Hacim İndeksi verilenin Mann-Kendall trend analiz sonuçlarına göre, 1962-2020 yılları arası aylık ortalama göl hacminin istatistiksel açıdan anlamlı bir azalma eğiliminde (mk-Z:-10.549) olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Eğirdir Gölü Havzasında iklim değişikliği ile gelecekte yaşanabilecek olası kuraklıkların şiddet, süre ve periyotlarına yönelik önemli veriler elde edilmiştir. Özellikle meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklıklara ait güncel metodlar kullanılarak elde edilen sözkonusu veriler yardımıyla kuraklığın olumsuz etkilerinin en aza indirilebilmesine yönelik eylem planları hazırlanmalıdır. Bu kapsamda, Eğirdir Gölü Havzasında özellikle içme-kullanma, tarım, enerji, ekosistem, endüstri vb. sektörlerin etkilenebilirlik analizlerinin yapılarak iklim değişikliğine maruziyet, duyarlılık, potansiyel etki ve uyum kapasiteleri belirlenmeli ve iklim değişikliğine uyum stratejileri geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Abbasnia, M., Toros, H., 2016. Future changes in maximum temperature using the statistical downscaling model (SDSM) at selected stations of Iran. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(2), 68.
- Abbasnia, M., Tavousi, T., Khosravi, M., 2016. Assessment of future changes in the maximum temperature at selected stations in Iran based on HADCM3 and CGCM3 models. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 52(4), 371-377.
- Akçakaya, A., Sümer, U.M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S., Çukurçayır, F., 2015. Yeni Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği-TR2015-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını, 149 s., Ankara.
- Aslı, U.L.K.E., Hezerani, A.B., 2019. Analysis of Basin drought for URMIA Lake in Iran with Standardized Precipitation Index method SPI. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 167-176.
- Awchi, T.A., Kalyana, M.M., 2017. Meteorological drought analysis in northern Iraq using SPI and GIS. *Sustainable Water Resources Management*, 3(4), 451-463.
- Bakanoğulları, F., 2020. SPEI ve SPI İndisleri Kullanılarak İstanbul-Damlıca Deresi Havzasında Kuraklık Şiddetlerinin Analizi. *Toprak Su Dergisi*, 9(1), 1-10.
- Bayazıt, M., 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası. İstanbul.
- Caccamo, G., Chisholm, L., Bradstock, R.A., Puotinen, M., 2011. Assessing the sensitivity of MODIS to monitor drought in high biomass ecosystems. *Remote Sensing of Environment*, 115:2626-2639.
- Cai, G., Du, M., Liu, Y., 2010. Regional drought monitoring and analyzing using MODIS data—A case study in Yunnan Province. In *International conference on computer and computing technologies in agriculture*, pp. 243-251, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Cannon, A.J., Sobie, S.R., Murdock, T.Q., 2015. Bias correction of GCM precipitation by quantile mapping: How well do methods preserve changes in quantiles and extremes?. *Journal of Climate*, 28(17), 6938-6959.
- Carbonbrief, 2018. CMIP6: the next generation of climate models explained. Erişim Tarihi: 07.02.2021. <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained>

- Ceglar, A., Zalika, C., Lucka, K.B., 2008. Analysis of meteorological drought in Slovenia with two drought indices. Proceedings of the BALWOIS 2008, 27-31 May, Ohrid, Republic of Macedonia, 1-10.
- Chen C. F., Nguyen T. S., ve Li Y. C., 2011. Monitoring of soil moisture variability in relation to rice cropping systems in the Vietnamese Mekong Delta using MODIS data. Applied Geography, 31, ss. 463-475.
- Coşkun, S., 2020. Van Gölü Kapalı Havzasında Yağışların Trend Analizi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 8(2), 521-532.
- Cüceloğlu. G., 2019. İklim Değişikliğinin İstanbul'un Yüzeysel Su Kaynaklarına Etkisi ve Kuraklık Dirençli Bütünleşik Su Yönetimi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- Çelik, M. A., ve Karabulut, M., 2013. Ahır Dağı (Kahramanmaraş) ve Çevresinde Bitki Örtüsü ile Yağış Koşulları Arasındaki İlişkilerin MODIS Verileri Kullanılarak İncelenmesi (2000- 2010), Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 1 (6), 123- 133
- Çelik, M. A., Karabulut, M., 2017. Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (SVI) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis) Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15(1), 111-130.
- DAAC, O., 2018. MODIS and VIIRS Land Products Global Subsetting and Visualization Tool. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA. Accessed 15/03/19. Subset obtained for MOD13Q1 product at 37.3794 S, 70.2695 W, period: 2000-02-18 to 2019-02-18, and subset size: 100.25 x100. 25km. <https://doi.org/10.3334/ORNLDAAAC/1379>.
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan. A., Akçakaya, A., 2014. Türkiye'de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları. TÜCAUM-VIII. Coğrafya Sempozyumu, 23-24 Ekim, Ankara.
- Demircan. M., Gürkan. H., Arabacı. H., Coşkun.M., 2017. Türkiye için İklim Değişikliği Projeksiyonları. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs, Ankara
- Didan, K., 2014. MOD13Q1: MODIS/Terra vegetation indices 16-day L3 global 250m grid SIN V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, accessed, 6.
- Digitalglobe, 2010. The Benefits Of The Eight Spectral Bands Of Worldview-2.
- DJI., Erişim Tarihi:04.05.2021. <https://www.dji.com>
- Döscher, R., Acosta, M., Alessandri, A., Anthoni, P., Arneth, A., Arsouze, T., Zhang, Q., 2021. The EC-Earth3 earth system model for the climate model

intercomparison project 6. Geoscientific Model Development Discussions, 1-90.

Dumont, J.F., Kerey, E., 1975. Eğirdir Gölü güneyinin (Isparta ili) temel jeolojik etüdü. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 18, 2, 1-10.

Dupont CO, 2011. Erişim Tarihi: 14.02.2011. <http://www.dupont.ca>

EARTHDATA., Erişim Tarihi: 15.01.2021. <https://earthdata.nasa.gov/>

EarthLab., Erişim Tarihi:23.07.2020. <https://www.earthdatascience.org>

ESA., Erişim Tarihi:07.03.2020. <https://www.esa.int>

Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., Taylor, K. 2016. Overview of the Coupled 1181 Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization, Geosci. Model Dev., 9, 1937-1958, 1182 <https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016>.

Fıstıkoglu, O., Biberoglu, E., 2008. Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi ve Uyum Önlemleri, TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, 13-14 Mart, Ankara, 238 - 252.

Gassman, P. W., Sadeghi, A. M., Srinivasan, R., 2014. Applications of the SWAT model special section: overview and insights. Journal of Environmental Quality, 43(1), 1-8.

Ghaleb, F., Mario, M., Sandra, A.N., 2015. Regional landsat-based drought monitoring from 1982 to 2014. Climate, 3(3), 563-577.

Ghosh, S., Mujumdar, P.P., 2008. Statistical downscaling of GCM simulations to streamflow using relevance vector machine, Advances in Water Resources, 31, 1, 132-146.

Gülersoy, A.E., 2013. Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımında Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi: Manisa Merkez İlçesi Örneği (1986-2010)", Turkish Studies, 8 (8) 1915-1934

Gusyevev, M.A., Hasegawa, A., Magome, J., Kuribayashi, D., Sawano, H., Lee, S., 2015. Drought Assessment in the Pampanga River Basin, the Philippines. Part 1: A Role of Dam Infrastructure in Historical Droughts. Proceedings of the 21st International Congress on Modelling and Simulation (MODSIM 2015), Broadbeach, Queensland, Australia.

Gümüş, V., 2017. Akım Kuraklık İndeksi ile Asi Havzasının Hidrolojik Kuraklık Analizi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 5(1), 65-73.

Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioğlu, O., Şensoy, S., Yazıcı, B., 2016. GFDL-ESM2M Modeli temelinde RCP4. 5 ve RCP8. 5 senaryolarına göre

Türkiye için sıcaklık ve yağış projeksiyonları. Coğrafi Bilimler Dergisi, CBS 14 (2), 77- 88.

Gürler, Ç., 2017. Beyşehir ve Konya-Çumra-Karapınar Alt Havzalarında Standartlaştırılmış İndis Yaklaşımı ile Hidrolojik Kuraklık Değerlendirmesi. Uzmanlık Tezi. TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Ankara.

Hasumi, H., 2006. CCSR Ocean Component Model (COCO) version 4.0, Center for Climate System Research Rep., 25, 103 s. Erişim Tarihi: 29 Ocak 2020 <https://ccsr.aori.u-tokyo.ac.jp/~hasumi/COCO/coco4.pdf>

Hezarani, A.B., 2018. Farklı kuraklık analiz yöntemlerinin Yeşilirmak havzasında incelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Samsun.

Hong, X., Guo, S., Zhou, Y., Xiong, L., 2014. Uncertainties in Assessing Hydrological Drought Using Streamflow Drought Index for The Upper Yangtze River Basin. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 29(4), 1235-1247.

Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao, X., Ferreira, L.G., 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 83, 195–213.

IPCC Climate change, 2013. The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and NewYork, USA. 1535pp.

İrleyıcı, A., 1998. Eğirdir ve Burdur Gölleri Arasının Hidrojeoloji İncelemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 150 s, Isparta.

Jalota, S. K., Vashisht, B. B., Sharma, S., Kaur, S., 2018. Understanding climate change impacts on crop productivity and water balance. Academic Press.

Kanellou, E., Domenikiotis, C., Tsiros, E., Dalezios, N.R., 2008. Satellite-based drought estimation in Thessaly. European Water, 23(24), 111-122.

Karagüzel, R., Taşdelen, S., Akyol E., Tokgözlü, A., İrleyıcı, A., Özgül, S., 1995. Eğirdir Gölü Hidrolojisi (Ön rapor), Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61 s.

Karahan, H., 1991. Eğirdir Gölü'nün Hidrolojik ve Hidrodinamik Özelliklerinin İncelenmesi. Göller Bölgesi Tatlı su Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 285-305.

Karnieli, A., Bayasgalan, M., Bayarjargal, Y., Agam, N., Khudulmur, S., Tucker, C., 2006. Comments on the use of the vegetation health index over Mongolia. International Journal of Remote Sensing, 27, 2017-2024.

- Kawai, H., Yukimoto, S., Koshiro, T., Oshima, N., Tanaka, T., Yoshimura, H., Nagasawa, R., 2019. Significant improvement of cloud representation in the global climate model MRI-ESM2. *Geoscientific Model Development*, 12(7), 2875-2897.
- Kılıç, S., 2008. Küresel iklim değişikliği sürecinde su yönetimi. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (39), 161-186.
- Kırdemir, U., Okkan, U., 2019. Farklı yanlılık düzeltme yöntemlerinin istatistiksel ölçeğe indirgenmiş yağış projeksiyonlarına uygulanması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 868-881.
- Kim, D.W., Byun, H.R., Choi, K.S., 2009. Evaluation, modification, and application of the effective drought index to 200-year drought climatology of Seoul, Korea. *Journal of hydrology*, 378(1-2), 1-12.
- Koçyiğit, A., 1981. Isparta Büklümünde (Batı Toroslar) Toros Karbonat Platformunun Evrimi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 15-23.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) dolayının tektoniği. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 26, 1-10.
- Kogan, F., 1995. Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. *Advances in Space Research*, 15, 91-100.
- Kogan, F.N., 1997. Global drought watch from space. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 621-636.
- Kogan, F.N., 2001. Operational space technology for global vegetation assessment. *Bulletin of the American meteorological society*, 82(9), 1949-1964.
- Kumanlioglu, A., Fıstıkoğlu, O., 2019. Yukarı Gediz Havzası Yağışlarının Meteorolojik Kuraklık Analizleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 21(62), 509-523.
- Land Infotech., Erişim Tarihi:04.06.2020. <https://www.land-infotech.com>
- Mann, H. B., 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 245-259.
- McFarlane, N.A., Boer, G.J., Blanchet, J.-P., Lazare, M., 1992. The Canadian Climate Centre Second-Generation General 1295 Circulation Model and Its Equilibrium Climate. *Journal of Climate*, 5, 1013-1044.
- McFeeters, S.K., 1996. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing*, 17(7), 1425-1432.

- McKee, T., Doesken, N., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scale. Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology (s. 179-184). Anaheim, California: American Meteorological Society.
- Meehl, G. A., Covey, C., Delworth, T., Latif, M., McAvaney, B., Mitchell, J. F., Taylor, K. E., 2007. The WCRP CMIP3 multimodel dataset: A new era in climate change research. Bulletin of the American meteorological society, 88(9), 1383-1394.
- Merter, Ü., Genç, A.Ş., Göksu, M.Z.L., Tunalı, Ş., 1986. Isparta Yöresindeki Göllerde Su Kalitesi Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Parametreler. TÜBİTAK Raporu, 45\6, 54 s.
- Mishra, A.K., Singh, V.P., 2010. A review of drought concepts. Journal of Hydrology, 391, 202-216.
- MODIS., Erişim Tarihi: 02.01.2021. <https://modis.gsfc.nasa.gov>
- Morid, S., Smakhtin, V., Moghaddasi, M., 2006. Comparison of Seven Meteorological Indices for Drought Monitoring in Iran. International Journal of Climatology, 26, 971-985.
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., Wilbanks, T. J., 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature, 463(7282), 747-756.
- Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., Vries, B. D., Fenhann, J., Gaffin, S., ... & Zhou, D., 2000. Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 599 pp. Erişim Tarihi: 15.02.2021, <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm>
- Nalbati, I., 2008. Evaluation of a hydrological drought index, Eur Water, 23(24), 67-77.
- Neitsch, S.L., 2005. Soil and water assessment tool. User's Manual Version 2005, 476.
- Numaguti, A., Takahashi, M., Nakajima, T., and Sumi, A., 1997. Description of CCSR/NIES atmospheric general circulation model. National Institute for Environmental Studies, Center for Global Environmental Research Supercomputer Monograph Rep., 3, 1-48.
- Nüman, W., 1958. Anadolunun Muhtelif Göllerinde Limnolojik ve Balıkçılık İlmi Bakımından Araştırmalar ve Bu Göllerde Yaşayan Sazanlar Hakkında Özel Bir Etüd. İstanbul Üniversitesi, Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları, 7, 114s.

- Okkan, U., Kirdemir, U., 2016. Downscaling of monthly precipitation using CMIP5 climate models operated under RCPs, *Meteorological Applications*, 23 (3), 514-528.
- Okkan, U., Kirdemir, U., 2018. Investigation of the Behavior of an Agricultural Operated Dam Reservoir Under RCP Scenarios of AR5-IPCC, *Water Resources Management*, 32 (8), 2847-2866.
- O'Neill, B. C., Tebaldi, C., Vuuren, D.P.V., Eyring, V., Friedlingstein, P., Hurtt, G., Knutti, R., Kriegler, E., Lamarque, J.F., Lowe, J., Meehl, A.G., Moss, R., Riahi, K., Sanderson, B.M., 2016. The scenario model intercomparison project (ScenarioMIP) for CMIP6. *Geoscientific Model Development*, 9(9), 3461-3482.
- Özfidaner, M., Şapolyo, D., Topaloğlu, F., 2018. Seyhan havzası akım verilerinin hidrolojik kuraklık analizi. *Toprak Su Dergisi*, 7(1), 57-64.
- Özkan, K., 2001. Eğirdir Gölü Havzası'nın Kuraklık Etüdü ve Tarım Ormancılık Açısından Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 75-96.
- Pamuk, G., Özgürel, M., Topçuoğlu, K., 2004. Standart yağış indisi (SPI) ile Ege Bölgesinde kuraklık analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1), 99-106.
- Poisson, A., 1977. *Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquies)*. Thèse d'état., University de Paris-Sud Orsay, 795s.
- Riahi, K., Van Vuuren, D.P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., Bauer, N., Calvin, K., Dellink, R., Fricko, O., Lutz, W., Popp, A., Crespo Cuaresma, J., KC, S., Leimbach, M., Jiang, L., Kram, T., Rao, S., Emmerling, J., Ebi, K., Hasegawa, T., Havlik, P., Humenöder, F., Aleluia Da Silva, L., Smith, S., Stehfest, E., Bosetti, V., Eom, J., Gernaat, D., Masui, T., Rogelj, J., Strefler, J., Drouet, L., Krey, V., Luderer, G., Harmsen, M., Takahashi, K., Baumstark, L., Doelman, J., Kainuma, M., Klimont, Z., Marangoni, G., Lotze-Campen, H., Obersteiner, M., Tabeau, A., Tavoni, M., 2016. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An Overview, *Global Environ. Chang.*, doi:10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009.
- Running, S., Mu, Q., Zhao, M., 2017. MOD16A2 MODIS/Terra Net Evapotranspiration 8-Day L4 Global 500m SIN Grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC.
- Satellite Imaging, Erişim Tarihi:23.01.2021. <https://www.satimagingcorp.com/>
- Sesören, A., 1999. *Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar*, Mart Matbaacılık Ltd. Şti., İstanbul. 126 s.

- Sırdaş, S., Şen, Z., 2010. Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması. İTÜ DERGİSİ/d, 2(2), 95-103.
- Silva, R.M., Dantas, J.C., de Araújo Beltrão, J., Santos, C.A., 2018. Hydrological simulation in a tropical humid basin in the Cerrado biome using the SWAT model. Hydrology Research (2018): nh2018222.
- Stagge, J. H., Kohn, I., Tallaksen, L. M., Stahl, K., 2015. Modeling drought impact occurrence based on meteorological drought indices in Europe. Journal of Hydrology, 530, 37-50.
- Sunar, F., Özkan, C., Osmanoğlu, B., 2011. Uzaktan Algılama, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No:2320, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, Eskişehir, s. 210.
- Suzuki, T., Saito, F., Nishimura, T., Ogochi, K., 2009. Heat and freshwater exchanges between sub-models of MIROC version 4, JAMSTEC Rep. Res. Dev., 9, 2009 (in Japanese).
- Svoboda, M., Fuchs, B., 2016. Handbook of drought indicators and indices. Integrated Drought Management Programme (IDMP), University of Nebraska-Lincoln.
- Swart, N. C., Cole, J. N., Kharin, V. V., Lazare, M., Scinocca, J. F., Gillett, N. P., Winter, B., 2019. The canadian earth system model version 5 (CanESM5. 0.3). Geoscientific Model Development, 12(11), 4823-4873.
- Şen, Ö.L., Turunçoğlu, U.U., Dalfes, H.N., 2017. Fırat Dicle Havzasında İnsan Kaynaklı İklim Değişimleri, Tübitak 1001 Araştırma Projesi Raporu, (Proje No:114Y114).
- Şener, E., 2016. Burdur Gölü Yüzey Suyu Sıcaklığı Mevsimsel Değişiminin Landsat 8 Uydu Görüntüleri Kullanılarak Belirlenmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 4(2), 67-73.
- Şener, E., 2019. İnsansız Hava Araçları Kullanılarak Süleyman Demirel Üniversitesi Yerleşkesinin Yüksek Çözünürlüklü Ortofoto Haritasının Hazırlanması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 7(2), 393-402.
- Şener, E., Şener, Ş., 2019. Meteorolojik Kuraklığın Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Zamansal ve Konumsal Analizi: Çorak Gölü Havzası (Burdur-Türkiye) Örneği. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 7(3), 596-607.
- Şener, E., Şener, Ş., 2021. SPI ve CZI Kuraklık İndislerinin CBS Tabanlı Zamansal ve Konumsal Karşılaştırması: Burdur Gölü Havzası Örneği. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 7(1), 41-58.
- Şener, E., Uysal, R., Şener, Ş., Küçükkara, R., 2012. Sığ Göllerde Batimetrik Özelliklerin Yüksek Çözünürlüklü Worldview-2 Uydu Görüntüsü İle

Değerlendirilmesi: Eğirdir Gölü Örneği, 5. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 27-29 Ağustos, Isparta.

Şener, Ş., 2010. Eğirdir Göl Suyu ve Dip Sedimanlarının Hidrojeokimyasal İncelemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 348 s, Isparta.

Tatebe, H., Ogura, T., Nitta, T., Komuro, Y., Ogochi, K., Takemura, T., Kimoto, M., 2019. Description and basic evaluation of simulated mean state, internal variability, and climate sensitivity in MIROC6. *Geoscientific Model Development*, 12(7), 2727-2765.

Taylor, K.E., 2001. Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram. *Journal of Geophysic Research*, 106(D7), 7183-7192.

Terzi, Ö., 2004. Eğirdir Gölü'ne Ait Buharlaşma Modellerinin Geliştirilmesi ve Uygulanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 134 s, Isparta.

Terzi, Ö., Ersoy, T., 2018. Yapay Sinir Ağları ile Konya İli Kuraklık Tahmini. *DSİ Teknik Bülteni*, (127), 1-13.

Tsakiris, G., Nalbantis, I., Vangelis, H., Verbeiren, B., Huysmans, M., Tychon, B., Jacquemin, I., Canters, F., Vanderhaegen, S., Engelen, G., Poelmans, L., De Becker, P., Batelaan, O., 2013. A system-based paradigm of drought analysis for operational management. *Water Resources Management*, 27, 5281-5297.

Tsakiris, G., Pangalou, D., Vangelis, H., 2007. Regional drought assessment based on the reconnaissance drought index (RDI). *Water Resources Management*, 21(5), 821-833.

Turan, E.S., 2018. Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 63-69.

Türkeş, M., 1990. Palmer Kuraklık İndisi'ne Göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki Kurak Dönemler ve Kuraklık Şiddeti. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 129-144.

Türkeş, M., 2012. Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.

Türkeş, M., Sümer, U.M., Çetiner, G., 2000. Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.

Ullah, H., Nagelkerken, I., Goldenberg, S.U., Fordham, D.A., 2018. Climate change could drive marine food web collapse through altered trophic flows and cyanobacterial proliferation. *PLoS biology*, 16(1), e2003446.

- Ullah, W., Nihei, T., Nafees, M., Zaman, R., Ali, M., 2018. Understanding climate change vulnerability, adaptation and risk perceptions at household level in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*.
- UNFCCC., 1994. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. Erişim Tarihi: 16.03.2021 <http://www.unfccc.int/>
- USGS., 2013. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook Version 1.0. Available online: <http://landsat.usgs.gov/l8handbook.php>
- USGS., 2016. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook, Version 2.0, L8DS-1574. 106 s.
- Van Rooy, M.P., 1965. A rainfall anomaly index independent of time and space. *Notos*, 14, 43.
- Van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Rose, S.K., 2011. The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109(1-2), 5-31.
- Wan, Z., Wang, P. ve Li, X., 2004. Using MODIS Land Surface Temperature and Normalized Difference Vegetation Index products for monitoring drought in the southern Great Plain, USA. *International Journal of Remote Sensing* 25 (1), ss. 61-72
- Wan, Z., Hook, S., Hulley, G., 2015. MOD11A2 MODIS/Terra land surface temperature/emissivity 8-day L3 global 1km SIN grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, 10.
- Wardlow, B. D., ve Egbert, S. L., 2008. Large-area Crop Mapping Using Time-series MODIS 250 m NDVI Data: An Assessment for the U. S. Central Great Plains", *Remote Sensing of Environment* 112, ss. 1096-1116.
- Wilhite, D., 2000. Drought as a natural hazard, Concepts and Definitions in Drought: A Global Assessment. *Hazards and Disasters*, 1, 3-18.
- Xiong, X., Chiang, K., Sun, J., Barnes, W., Guenther, B., Salomonson, V., 2009. NASA EOS Terra and Aqua MODIS on-orbit performance. *Advances in Space Research*, 43, 413-422.
- Yacoub, E., Tayfur, G., 2017. Evaluation and Assessment of Meteorological Drought by Different Methods in Trazza Region, Mauritania. *Water Resources Management*, 31, 825-845.
- Yadav, S.K., Borana, S.L., 2019. MODIS derived NDVI based time series analysis of vegetation in the Jodhpur area. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(3), 535-539.

- Yue, S., Pilon, P., Cavadias, G., 2002. Power of the Mann–Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of hydrology*, 259(1-4), 254-271.
- Zarch, M.A.A., Malekinezhad, H., Mobin, M.H., Dastorani, M.T., Kousari, M.R., 2011. Drought monitoring by reconnaissance drought index (RDI) in Iran. *Water resources management*, 25(13), 3485-3504.

