



**BATI KARADENİZ BÖLGESİNDE YER ALAN
FİLYOS NEHRİ HAVZASI'NIN METEOROLOJİK
VE HİDROLOJİK KURAKLIK ANALİZLERİ**

Rahmatullah NOORI

**2022
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN**

**BATI KARADENİZ BÖLGESİNDE YER ALAN FİLYOS NEHRİ
HAVZASI'NIN METEOROLOJİK VE HİDROLOJİK KURAKLIK
ANALİZLERİ**

Rahmatullah NOORI

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat mühendisliği Hidrolik Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN**

**KARABÜK
Ağustos 2022**

Rahmatullah NOORİ tarafından hazırlanan “BATI KARADENİZ BÖLGESİNDE YER ALAN FİLYOS NEHRİ HAVZASI’NIN METEOROLOJİK VE HİDROLOJİK KURAKLIK ANALİZLERİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN

.....

Tez Danışmanı, Hidrolik Ana Bilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 25/08/2022

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN (KBÜ)

.....

Üye : Doç. Dr. Osman SÖNMEZ (SAÜ)

.....

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Fatih SAKA (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Rahmatullah NOORI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**BATI KARADENİZ BÖLGESİNDE YER ALAN FİLYOS NEHRİ
HAVZASI'NIN METEOROLOJİK VE HİDROLOJİK KURAKLIK
ANALİZLERİ**

Rahmatullah NOORI

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN

Ağustos 2022, 145 sayfa

Su insan ve bütün canlıların yaşamı için temel gereksinimlerden biridir. Dünya nüfusunun artışı, tarım, enerji ve sanayi sektörlerinin genişlemesi ile birlikte su talebinin artması, iklim değişikliği ve su kaynaklarının kirlenmesi nedeniyle tüm dünyada özellikle Türkiye’de son yıllarda su kaynaklarının üzerinde yoğun baskı oluşturmaktadır. Bu sebeplerden dolayı kuraklık çalışmalarının ve araştırmalarının önemi çok arttırmıştır. Kuraklık, uzun dönemde yağışın ortalama değerlerinden daha az miktarda gerçekleşmesi ile ortaya çıkan doğal bir iklimsel afet olayı olarak tanımlanabilmektedir. Kuraklık, canlı hayatı ve ülke ekonomisi üzerinde olumsuz büyük etkiye sahip olan, telafisi mümkün olmayan zararlara uğratabilen ayrıca başlangıcı ve sonu kolay tespit edilemeyen bir felakettir.

Bu tez çalışmada meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizleri yapılmış ve bu amaçla DrinC (Kuraklık Endeksler Hesaplayıcı) yazılım paketi kullanılarak Standartlaşmış

Yağış İndeksi (SPI) ve Akım Kuraklık İndeksi (SDI) hesaplamaları yapılmıştır. Ek olarak, DrinC yazılımı ile sıcaklığa dayalı olarak potansiyel buharlaşma-terleme (PET) hesaplamaları da kullanılarak Keşif Kuraklık İndeksi (RDI) hesaplaması ile de kuraklık tahmini gerçekleştirilmiştir. Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Filyos Nehri Havzasında gerçekleştirilen bu çalışmada, 6 adet yağış gözlem istasyonu'un meteorolojik kuraklık analizi için 1965-2019 yılları arasındaki aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılarak 1, 3, 6 ve 12 aylık meteorolojik kuraklık analizleri yapılmıştır. Ayrıca hidrolojik kuraklık analizi için 7 adet akım gözlem istasyonunun 1965-2015 yılları arasındaki aylık ortalama akım verileri kullanılarak 1, 3, 6, ve 12 aylık zaman serilerinde kuraklık olayları incelenmiştir.

Anahtar sözcükler:Kuraklık analizleri, Standart yağış indeksi (SPI), Akım kuraklık indeksi (SDI), Keşif kuraklık indeksi (RDI). Filyos Nehri Havzası, Batı Karadeniz Bölgesi

Bilim Kodu : 91106

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL DROUGHT ANALYZES OF THE FİLYOS RIVER BASIN LOCATED IN THE WESTERN BLACK SEA REGION

Rahmatullah NOORI

Karabük University

The Institute of Graduate Studies

The Department of Civil Engineering

Thesis Advisor:

Prof. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN

August. 2022, 145 pages

Water is one of the basic requirements for human life and all living things. Due to the increase in the world population, the increase in water demand with the expansion of agriculture, energy and industry sectors, climate change and pollution of water resources all over the world, especially in Turkey, in recent years there has been intense pressure on water resources. For these reasons, the importance of drought studies and research has increased a lot. Drought can be defined as a natural climatic disaster event that occurs when precipitation is less than the average values in long-term. Drought is a disaster that has a great negative impact on living beings and the country's economy, can cause irreparable damages, and its beginning and end cannot be easily determined.

In this thesis, meteorological and hydrological drought analyzes were performed and the standardized precipitation index (SPI) and flow drought index (SDI) were

calculated using the DrinC (Drought Indices Calculator) software package. In addition, drought estimation was carried out with the reconnaissance drought index (RDI) calculation using potential evaporation-perspiration (PET) based on temperature with DrinC software. In this study, analysis were done and carried out in the Filyos River Basin located in the Western Black Sea region, for meteorological drought analysis, monthly total precipitation and monthly average temperature data of 6 precipitation observation stations between the years (1965-2019) were used. In addition, for hydrological drought analysis, monthly average flow data of 7 observation stations between the years (1965-2015) were used and 1, 3, 6, and 12-month time series drought events were examined.

Key Word : Drought analysis, Standard precipitation index (SPI), Flow drought index (SDI), Reconnaissance drought Index (RDI). Filyos River Basin, West Black Sea Region

Science Code : 91106

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, değerlendirilmesinde, yürütülmesinde her türlü bilgi ve desteğini esirgemeyen, alıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren danıőmanım ve saygıdeğer sayın hocam Prof. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca birçok fedakârlık gösteren, beni bugünlere getirerek desteklerini her zaman yanımda hissettiğim sevgili anneme ve aileme çok teşekkür ederim.

Çalıőmam konusunda her zaman moral ve motivasyonumu üst düzeyde tutarak her türlü maddi ve manevi desteklerini sunan sayın Mustafa PARLAKKILIC'a őükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. KURAKLIK TANIMI.....	1
1.2. KURAKLIĞIN ETKİLERİ.....	2
1.2.1. Ekonomik etkiler	2
1.2.2. Çevresel Etkiler	3
1.2.3. Toplumsal etkiler.....	3
1.3. KURAKLIK TÜRLERİ	4
1.3.1. Meteorolojik Kuraklık	4
1.3.2. Tarımsal Kuraklık.....	4
1.3.3. Hidrolojik Kuraklık	5
1.3.4. Sosyo-Ekonomik Kuraklık	6
1.4. KURAKLIK ANALİZ METOTLARI.....	6
BÖLÜM 2	7
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
BÖLÜM 3	12
MATERYAL VE YÖNTEM.....	12

	<u>Sayfa</u>
3.1. ÇALIŞMA ALANI	12
3.2. YÖNTEM.....	14
3.2.1. DrinC Kuraklık İndeks Hesaplayıcı (Drought Indices Calculator)	15
3.2.2. Standartlaşmış Yağış İndeksi (SPI).....	15
3.2.3. Keşif Kuraklık İndeks (RDI)	17
3.2.4. Akım Kuraklık İndeksi (SDI).....	18
3.4. VERİLER	20
BÖLÜM 4.....	23
TARTIŞMA VE BULGULAR.....	23
4.1. DOĞRUSAL REGRESYON ANALİZİ.....	23
4.2. EKSİK YAĞIŞ VE SICAKLIK VERİLERİNİN TAMAMLANMASI.....	24
4.3. EKSİK AKIM VERİLERİNİN TAMAMLANMASI.....	25
4.4. STANDART YAĞIŞ İNDEKSİ HESAPLANMASI (SPI).....	29
4.4.1. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI).....	29
4.4.2. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI).....	35
4.4.3. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI)	40
4.4.4. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI).....	45
4.4.5. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI).....	50
4.4.6. (17022) Nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI)	55
4.5. KEŞİF KURAKLIK İNDEKSİ (RDI)	60
4.5.1. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI).....	60
4.5.2. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI).....	65

4.5.3. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI).....	70
4.5.4. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI).....	75
4.5.5. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI).....	80
4.5.6. (17615) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonunun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI).....	85
4.6. AKIM KURAKLIK İNDEKSİ (SDI)	90
4.6.1. D13A036 nolu Hacılar Deresi-Yalaközü Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI).....	90
4.6.2. E13A014 nolu Soğanlı Çayı Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI).....	96
4.6.3. E13A019 nolu Mengen Çayı/Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI).....	101
4.6.4. E13A027 nolu Ulusu-Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI).....	106
4.6.5. E13A33 nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI).....	111
4.6.6. E13A034 nolu Bolu Çayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI).....	116
4.6.7. E13A35 nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI).....	121
BÖLÜM 5	132
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	132
KAYNAKÇA.....	140
ÖZGEÇMİŞ	145

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Batı Karadeniz Havzası'nın konumu.....	12
Şekil 3.2. Filyos Nehri Havzası'nın drenaj alanı	13
Şekil 4.1. Yağış verilerinin regresyon analiz sonuçları.	26
Şekil 4.2. Sıcaklık verilerinin regresyon analiz sonuçları.....	27
Şekil 4.3. Akım verilerinin regresyon analiz sonuçları.....	28
Şekil 4.4. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun aylık SPI değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.	30
Şekil 4.5. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun 3, 6, ve 12 aylık SPI değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.....	31
Şekil 4.6. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.	32
Şekil 4.7. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.....	34
Şekil 4.8. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun aylık SPI-1 değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	36
Şekil 4.9. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun aylık SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.....	36
Şekil 4.10. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.	37
Şekil 4.10. devam ediyor.	38
Şekil 4.11. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.....	39
Şekil 4.12. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	41
Şekil 4.13. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 VE SPI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.....	41
Şekil 4.14. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.	42
Şekil 4.15. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.....	44

Şekil 4.16. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	46
Şekil 4.17. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 VE SPI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.....	46
Şekil 4.18. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi	47
Şekil 4.19. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3 SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.....	49
Şekil 4.20. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	51
Şekil 4.21. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-3, ve SPI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.....	51
Şekil 4.22. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.	52
Şekil 4.23. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.....	54
Şekil 4.24. (17615) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	56
Şekil 4.25. (17615) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.....	56
Şekil 4.26. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.....	57
Şekil 4.27. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.....	59
Şekil 4.28. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	61
Şekil 4.29. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1, RDI-3 ve RDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.....	61
Şekil 4.30. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem istasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi. 62	
Şekil 4.31. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.....	64
Şekil 4.32. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	66

Şekil 4.33. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6, ve RDI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dağılımları.	66
Şekil 4.34. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.	67
Şekil 4.35. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.	69
Şekil 4.36. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.	71
Şekil 4.37. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6, ve RDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.	71
Şekil 4.38. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.	72
Şekil 4.39. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.	74
Şekil 4.40. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.	76
Şekil 4.41. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dağılımları.	76
Şekil 4.42. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.	77
Şekil 4.43. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.	79
Şekil 4.44. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.	81
Şekil 4.45. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.	81
Şekil 4.46. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.	82
Şekil 4.47. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.	84
Şekil 4.48. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.	86
Şekil 4.49. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.	86

Şekil 4.50. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.....	87
Şekil 4.51. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.....	89
Şekil 4.52. (D13A036) nolu Hacılar Deresi-Yalaközü Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	92
Şekil 4.53. (D13A036) nolu Hacılar Deresi-Yalaközü Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI- 12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.	92
Şekil 4.54. (D13A036) nolu Hacılar Deresi-Yalaközü Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık zamansal analizi.	93
Şekil 4.55. (D13A036) nolu Hacılar Deresi-Yalaközü Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık zamansal analizi.....	95
Şekil 4.56. (E13A014) nolu Soğanlı Çayı Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	97
Şekil 4.57. (E13A014) nolu Soğanlı Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dağılımları.	97
Şekil 4.58. (E13A014) nolu Soğanlı Çayı/Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık zamansal analizi.....	98
Şekil 4.59. (E13A014) nolu Soğanlı Çayı/Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 yılık zamansal analizi.	100
Şekil 4.60. (E13A019) nolu Mengen Çayı-Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.	102
Şekil 4.61. (E13A019) Mengen Çayı/Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.	102
Şekil 4.62. (E13A019) nolu Mengen Çayı/Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık zamansal analizi.....	103
Şekil 4.63. (E13A019) nolu Mengen Çayı/Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık zamansal analizi.....	105
Şekil 4.64. (E13A027) nolu Ulusu-Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.....	107
Şekil 4.65. (E13A027) nolu Ulusu-Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.....	107
Şekil 4.66. (E13A027) nolu Ulusu/Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.....	108

Şekil 4.67. (E13A027) nolu Ulusu/Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.....	110
Şekil 4.68. (E13A033) nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI 1 aylık değerlerinin kurak/nemlidönem dağılımları.....	112
Şekil 4.69. (E13A033) nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları	112
Şekil 4.70. (E13A033) nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.....	113
Şekil 4.71. (E13A033) nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.	115
Şekil 4.72. (E13A034) nolu Bolu Çayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	117
Şekil 4.73. (E13A034) nolu Bolu Çayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, 6 ve 12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.	117
Şekil 4.74. (E13A034) nolu Bolu Çayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.....	118
Şekil 4.75. (E13A034) nolu Bolu Çayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6, aylık değerlerin zamansal analizi.	120
Şekil 4.76. (E13A035) nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.....	122
Şekil 4.77. (E13A035) nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 veSDI- 12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.	122
Şekil 4.78. (E13A035) nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.....	123
Şekil 4.79. (E13A035) nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.....	125

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. SPI yönteminin indeks değerleri ve sınıflandırılması.....	16
Çizelge 3.2. RDI yönteminin indeks değerleri ve sınıflandırılması.....	18
Çizelge 3.3. (SDI) yönteminin indeks değerleri ve sınıflandırılması.	19
Çizelge 3.4. Filyos Nehri Havzasında yer alan yağış gözlem istasyonlarına ait bilgiler.	20
Çizelge 3.5. Filyos Nehri Havzasında yer alan akım gözlem istasyonlarına ait bilgiler.	21
Çizelge 4.1 Yağış gözlem istasyonlarının eksik olan yıllar ve aylara ait bilgiler.	24
Çizelge 4.2. Sıcaklık gözlem istasyonlarının eksik olan yıllar ve aylara ait bilgiler.	24
Çizelge 4.3. Akım gözlem istasyonlarının eksik olan yıllar ve aylara ait bilgiler.	25
Çizelge 4.4. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2019 yılları arasında SPI kuraklık oranlarına bağlı olarak kurak-nemli dönem dağılımları.....	126
Çizelge 4.5. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2019 yılları arasında SPI sonuçlarının özeti.....	127
Çizelge 4.6. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2019 yılları arasında RDI kuraklık oranlarına bağlı olarak kurak-nemli dönem dağılımları.....	128
Çizelge 4.7. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2019 yılları arasında RDI sonuçlarının özeti.	129
Çizelge 4.8. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2015 yılları arasında SDI kuraklık oranlarına bağlı olarak kurak-nemli dönem dağılımları.....	130
Çizelge 4.9. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2015 yılları arasında SDI sonuçlarının özeti.....	131

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

i : Su yılı

i : Yılın yağışı

j : Ayın yağışı

j : Su yılı içerisindeki ay

k : Ay

N : Toplam yıl sayısı

p_{ij} : Yağış

s_k : Standart sapma

v_k : Kümülatif akım hacimlerinin ortalaması

x_i : Yağış miktarı

\bar{x}_i : Yağış ortalaması

σ : Standart sapma

\bar{a}_k : Yıl ortalaması

$a_k^{(i)}$: Aritmetik ortalama

\bar{y}_k : Aritmetik ortalama

σ_{yk} : Standart sapma

KISITLAMALAR

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

aSPI : Tarımsal Standartlaşmış Yağış İndeksi

Erdi : Etkili Keşif Kuraklık İndeksi

NYI : Normalleştirilmiş Yağış İndeksi

PD : Yağış Desilleri

PDSI : Palmer Kuraklık İndeksi

PET : Potansiyel buharlaşma-terleme

PNI : Normal Yüzdesi İndeksi

RDI : Keşif Kuraklık İndeksi

ScPHDI : Kendi kendini kalibre eden palmer hidrolojik kuraklık indeksi

SDI : Akım Kuraklık İndeksi

SPEI : Yağış Buharlaşma-Terleme İndeksi

SPI : Standartlaşmış Yağış İndeksi

SSFI : Standartlaştırılmış Akım İndisi

YSA : Yapay Sinir Ağları

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Nehirler ve akarsular dünyanın birçok yerinde içme suyu, tarımsal sulama ve endüstriyel amaçlarla kullanılmaktadır. Günümüzde hızla artan nüfus, sanayi ve yerleşim alanlarının genişlemesi sonucu gelişen altyapı eksiklikleri ve arıtma tesislerinin yetersizliği nehirlerin ve tatlı su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Artan kirlilik oranı doğanın dengesini bozmakta ve insan hayatını tehdit eden boyutlara ulaşmaktadır. Su kalitesindeki değişimler doğada var olan hayvan ve bitki türlerinin değişmesine ve dolayısıyla ekosistemin değişmesine neden olmaktadır. Bu nedenle su, hayatımızda vazgeçilmez bir parçası olduğu için tüm canlıların hayatlarını sürdürebilmeleri için her aşamada gerekli ve önemli bir maddedir. Yaşantımız boyunca rahat ve sıkıntılı olmayacak bir hayat için suya her daim ihtiyaç duyulmaktadır. Su bolluğunda rahat, eksikliğinde veya azlığında sıkıntılı bir hayattan söz edilebilir. Dünyanın nüfusunun gitikçe artması, sanayide üretimi ihtiyacının çoğalması kentleşmede patlama yaşanması, hava kirlenmesi, orman tahribatları ve bazı kaynakların tükenmesi ile birlikte kuraklık baş göstermeye başlamaktadır [1]. Kuraklık basit bir yağış eksikliği demek değildir. Kuraklığın evrensel olarak kabul edilmiş genel bir tanımı yoktur. Kuraklık ideal olarak, incelenen bölgeyle ilişkili olmalı ve özel uygulamaya özel olarak tanımlanmalıdır [2]. Kuraklık bir çevre felaketi olarak kabul edilmekte ve çevre jeoloji, hidrojeoloji, meteoroloji, ziraat mühendislerinin ve birçok farklı alanda çalışan bilim insanlarının dikkatini çekmektedir. Kuraklık hem yüksek hem de düşük yağışlı alanlar gibi hemen hemen tüm iklim bölgelerinde meydana gelebilmekte ve yoğunlukla mevsim veya yıl gibi uzun bir süre boyunca alınan yağış miktarındaki azalma ile ilgili olmaktadır. Sıcaklıklar, kuvvetli rüzgâr, düşük bağıl nem, ürün yetiştirme mevsimleri boyunca yağışlı günlerin dağılımı, yağmurun yoğunluğu ve süresi, başlangıcı ve bitişi de dahil olmak üzere yağışların zamanlaması ve özellikleri kuraklıkların ortaya çıkmasında önemli bir rol oynamaktadır [3]. Kuraklık, diğer doğal afetlerden (örneğin, sel, tropikal

siklonlar ve depremler) çok farklıdır. Kuraklığın etkileri genellikle yavaş yavaş ve sinsi olarak etkisini devam ettirmekte bütün canlıların üzerine uzun yıllar etkisini sürmektedir. Kuraklığın etkisi yavaş devam etmesinden dolayı başlangıcı ve bitişi belirlemek oldukça zordur [4].

Kuraklıkların ortaya çıkmasının sebepleri zaman ve havzada farklıdır. Üstelik aynı yağış farklı zamanlarında ve farklı bölgelerinde değişik algılar ortaya çıkartabilir. Kuraklıkların şimdiye kadar net bir tanımı yapılamamakla beraber genellikle yağışın ortalamasından altına düşmesi ile tanımlanmıştır [5]. Nüfusun büyümesi tarımsal, enerji ve sanayi sektörlerinin genişlemesi nedeniyle su talebi birçok kat artmış ve hatta su kıtlığı, dünyanın birçok yerinde neredeyse her yıl ortaya çıkmakta iklim değişikliği ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi diğer faktörler, su kıtlığına daha fazla olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda, yüksek zirveler ve ciddiyet seviyelerinde sel ve kuraklıklar yaşanmıştır [6].

1.1. KURAKLIK TANIMI

Dünyanın her yerindeki toplumlar deprem, sel, hortum, volkanik patlama, kuraklık, kasırga ve fırtına gibi doğal afetlere maruz kalmaktadır. Hidrolojik aşırılıklar (seller ve kuraklıklar), belirli bölgelerle sınırlı olmayan, dünya çapında meydana gelen ve bu nedenle çok sayıda insanı etkileyen doğal tehlikelerdir. Sel olayları, hızlı, açıkça görülebilir ve dramatik sonuçları nedeniyle hem haberlerde hem de bilimsel literatürde en çok dikkati çeken afetler olup, “Sürünen felaket” olarak da adlandırılan kuraklık olayları ise sellerden çok daha büyük bir uzaysal ve zamansal ölçeğe sahip olmaktadır. Kuraklık, geniş alanları kapsayabilmekte ve birçok ekonomik sektör üzerinde yıkıcı etkilerle aylarca hatta yıllarca sürebilmektedir [7]. Kuraklık, çok sayıda insanı etkileyen en maliyetli ve en ölümcül tehlikelerden biri olabilmektedir. Kuraklık meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyoekonomik kuraklık olarak sınıflandırılabilir [8]. Meteorolojik kuraklık yağışların normal kabul edilen değer aralığının altına düşmesi sonucu meydana gelmekte hidrolojik kuraklık ise ilk belirti olarak doğal akarsu akışlarında azalmalar yüzey veya yeraltıları seviyelerinde düşmeler olarak kendini gösterebilmektedir [8]. Yağışların azalma sürecine

buharlaşmanın artması eşlik etmektedir. Kuraklığın süre, siddet ve frekans gibi özellikleri, bir bölge ya da bir alan için birbirlerine bağlıdır [1]. Sadece normalin altındaki yağışlardan yararlanarak tarımsal kuraklık hakkında bir sonuca ulaşmak yanlış bilgiye neden olabilmektedir. Dolayısıyla, kuraklığın birçok alanda etkili olması kuraklığın tanımını genişletmekte olup, yapılan tanımlamalar mesleklere göre (hidrolojik, tarımsal, meteorolojik, coğrafik) veya endüstriyel, enerji üretimi, su temini, denizcilik, mesire alanları göz önünde bulundurularak oluşturulmalıdır [9]. Kuraklık, canlıların yaşamını, ekonomiyi, tarımı ve sanayiye olumsuz etkilemektedir. Tüm alanları etkileyen bu olayı sonlandırmak için; sebepleri araştırılmalı, araştırma sonuçları en iyi şekilde değerlendirilmeli ve sonuçların insanlık üzerindeki etkileri en aza indirilmedir [10]. Bu nedenle kuraklık yağışların, uzun yıllarda kaydedilen normal seviyelerinin ortalamasından önemli ölçüde altına düşmesi sonucu o bölgede arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesine ve çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara sebep olan bir doğal afet olarak tanımlanabilir.

1.2. KURAKLIĞIN ETKİLERİ

Kuraklık, genel olarak başta sağlık, ekonomik, tarım, enerji ve bir çok etkisi olmakla beraber değişik çevre ve meteorolojik şartlar altında insan can ve mal kaybına neden olan sosyal, çevresel ve ekonomik, etkileri olan bir doğa olayıdır. Kuraklık etkileri daha fazla detayını değerlendirilmek ise şöyle sınıflandırılmalıdır [1].

1.2.1. Ekonomik etkiler

- Ekonomik gelişmede azalma,
- Hayvan mamulleri ve et üretimindeki azalmalar,
- Otlak yerlerinin azalması,
- Orman yangınlar,
- İşsizliğin artması,
- Tarımsal ürünlerin niteliğinde ve ticaretinde azalma,
- Tarımsal ürünlerin fiyatlarında artma,
- Orman alanların ve ürünlerin düşmesi,

- Deniz ve su ürünleri üretiminde azalma,
- Gelir gider eşitsizliği,
- Nehir ve kanallarda yapılan su taşımacılığının bitmesi,
- Yeni ve ilave su aynakların geliştirilmesinin maliyetinin artması.

1.2.2. Çevresel Etkiler

- Hayvan türlerine zarar ve azalma,
- İçme suyu teminin zorlaşması
- Ormanlarda yangınların daha da artması,
- Hastalıkların çoğalması,
- Kullanabilir su kaynakları ve rezervlerinin azalması,
- Suyun kalitesinin daha fazla bozulması ve tuzlamanın fazla artması,
- Balık ürünlerinin zarar görmesi.

1.2.3. Toplumsal etkiler

- Gıda eksikliği sorununun yaşanması,
- Evlerde suyun tekrar kullanılması,
- Eğlence alanların azalması,
- Sağlığı etkileyecek düşük su akımlarının oluşması
- Sosyal ve politik çatışmalar
- İnsanlarda ruhen olarak problemler yaşanması,
- Toplumun huzurunun bozulması,
- Yerleşim yerlerinin değişme oranındaki artış,
- Yoksulluğun artması.

1.3. KURAKLIK TÜRLERİ

Yağışta bir eksiklik olarak tanımlanan meteorolojik kuraklık olayı gerçekleşirken bu tür kuraklık yüzey suyuna etkisi olup bir eksiklik meydana getirmekte, hidrolojik bir kuraklığa gelişebilmekte ve yeraltısuyu seviyesinde azalma meydana gelirken tarımsal kalkınmayı olumsuz etkilemekte, dolayısıyla gıda üretiminde azalmaya ve sosyo-ekonomik sorunlara neden olmaktadır, Bugüne kadar kuraklığın her aşamasında dikkatlice incelenmesi ve modellenmesi için bilim insanları tarafından kuraklıkların meydana gelişine göre meteorolojik, tarımsal, hidrolojik, sosyo ekonomik yönden farklı biçimlerde tanımlanmaktadır [11].

1.3.1. Meteorolojik Kuraklık

Meteorolojik kuraklık belirli bir zaman dilimine ait yağışın normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucunda ortaya çıkabilmektedir. Bu duruma karşı insanın yaptırımı direk olmamakta doğrudan ekonomiye ve ekolojiye etkisi oluşmamaktadır. Etkisini hissedebilmek için uzun zaman gerekmektedir. Meteorolojik kuraklığı değerlendirilirken yağışla beraber sıcaklık değerleri de göz önüne bulundurulmalıdır, çünkü kuraklık boyunca yağışların azalmasına buharlaşmanın artışı eşlik etmektedir [12,13].

1.3.2. Tarımsal Kuraklık

Tarımsal kuraklık, esas olarak bitkilerin yetişmesi için ihtiyaç duyduğu nemin ve topraktaki su kaynağındaki azalma nedeniyle meydana gelebilmektedir. Yağıştaki azalmanın neden olduğu toprak nemi kaybı tarımsal kuraklığın baş göstermesine neden olmaktadır [14]. Yağış azaldığında önce meteorolojik kuraklık, ardından sürekli su buharlaşması nedeniyle kademeli olarak tarımsal kuraklık ve hidrolojik kuraklık kendini belli etmeye başlamakta, tarımsal kuraklık toprağın derinlikleri doymuş olsa bile üründe daha ciddi oranda verim kaybına neden olabilmektedir [15]. Kuraklık gibi aşırı iklim değişikliği olaylarının sıklığı ve yoğunluğu 1970'lerden bu yana önemli ölçüde artmıştır. Aşırı iklim değişikliği olayları daha fazla olma eğiliminde

olduğundan anormal beklenmedik, öngörülemeyen ve iklim değişikliğine duyarlı karasal ekosistem istikrarsızlığının ana kaynağı olarak kabul edilebilmekte ve hem ekosistemlerin hem de insan ekonomisinin sürdürülebilir gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır [16].

Tarımsal kuraklığın temelinde gıda sektöründe ciddi bir etkilenme olduğundan toplumun hayatını sürdürebilmesinin olmazsa olmazı olan gıda güvenliği en büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Maalesef bugün Afrika ülkeleri başta olmak üzere dünyanın bir çok yerinde halk tarımsal kuraklığın en son aşaması ile mücadele etmektedir, bunda su kaynaklarının yetersizliği ve su kaynaklarının bilgisizce kullanılması çok fazla etkili olmaktadır [1].

1.3.3. Hidrolojik Kuraklık

Hidrolojik kuraklık olayları, büyük ölçekli sel ve deprem olayları gibi ciddi hasarlara sebep olan bir doğal afettir. Uzun süre ve geniş kapsamlı olarak ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri oluşmaktadır. Kış aylarında meydana gelen hidrolojik kuraklıkların sonraki aylarda su kaynakları üzerinde derin etkileri olabilmektedir. Bununla birlikte, kuraklık araştırmaları esas olarak yaz mevsimine odaklanmaktadır. Hidrolojik kuraklık, sürekli ve bölgesel olarak yaygın olan su mevcudiyetinin ortalamasının altında olduğu doğal bir olaydır. Bu nedenle normal koşullardan uzun süreli bir sapma olarak karakterize edilebilir. Yağış, toprak nemi, yeraltısuyu ve akarsu akışı gibi değişkenlere yansıyan doğal sistem (iklim ve hidroloji) etkileri vardır [17]. Hidrolojik kuraklık, esas olarak meteorolojik kuraklığın uzamasıyla meydana gelmekte ve ilk belirtileri arasında su kaynakları debilerinin normal değerlerinden daha düşük olması, nehirler, yeraltısuları ve göllerin su seviyesindeki azalmalar yer almaktadır [9]. Genellikle hidrolojik kuraklık meteorolojik ve tarımsal kuraklıktan daha sonra ortaya çıkmakta, bununla birlikte söz konusu bölge için normal ya da normal üstü yağış gözlemlendiğinde bile hidrolojik kuraklık oluşabilmektedir [18,19].

1.3.4. Sosyo-Ekonomik Kuraklık

Meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklık unsurlarının bazı ekonomik malların arzı ve talebine olan etkileriyle ilgilidir. Su yetersizliğinin insanları ve yaşamlarını etkilediği zaman sosyo-ekonomik kuraklıktan bahsedilir. Sosyo-ekonomik kuraklık, toplumun üretim ve tüketim faaliyetlerini etkileyen su eksikliğidir. Kuraklığın sosyo-ekonomik tanımı meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklıkla bağlantılı bazı ekonomik ürünlerin arz ve talepleriyle ilgilidir. Bu kuraklık yağışlardaki azalmanın sonucu olarak gelişen ve üretimin ihtiyacı karşılayamadığı durumlarda ortaya çıkabilmektedir [20].

1.4. KURALIK ANALİZ METOTLARI

Bilim adamları tarafından kuraklık olaylarını incelemek ve izlemek için, çeşitli yaklaşım ve yöntemler önerilmiştir. Bu yöntemler ile kuraklık olaylarını izlenmesi ve değerlendirilmesi risklerin yönetilmesinde temel amaçtır. Bu tür sistemler, kuraklığın başlangıcını, ilerlemesini, şiddetini bitişi ve alansal boyutununun izlenmesi ve araştırılması kuraklık endekslerinden yardım alınarak kullanılır. Bugüne kadar birçok kuraklık endeksleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında ABD’de yaygın olarak kullanılan Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI) [21]. Avustralya’da kullanılan Deciles İndeksi [22]. Çinde kullanılan Z İndeksi (CZI) [23]. Dünya çapında çok popüler olarak Standard Yağış İndeksi (SPI) [24]. ve Akım Kuraklık İndeksi (SDI) [25]. yer almaktadır. Bu endekslerin çoğu, noktasal ölçümleri olan meteoroloji ve akım gözlem istasyonlarından alınan iklim verileri kullanılarak hesaplanmaktadır [26].

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Palmer Kuraklık İndeksi yöntemini kullanarak Kuzey Kıbrıs Bölgesindeki 37 yıllık (1978-2015) meteorolojik veriler kullanarak yapılmış olan kuraklık çalışmasında, 37 yılda 6 defa kuraklık meydana geldiğini saptamıştır. Ard arda meydana gelen bu kurak dönemlerin küresel iklim değişikliğine bağlı olduğu belirtilmiştir [27].

Konya İli meteorolojik kuraklık analizi adında hazırlanmış olan tez çalışmasında, Standart Yağış İndeksi ve Yapay Sinir Ağlarını kullanarak, 1971-2014 yılları arasında hafif derecede kuraklığın olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca çok şiddetli kuraklığa hemen hemen hiç rastlanmadığını ve çalışma sahasının uzun yıllık ortalama yağışının 751.86 mm olduğu saptanmıştır [28].

Gediz Havzasında yapılmış olan kuraklık analizleri için Standart Yağış İndeksi ve Akım Kuraklık İndeksi yöntemlerini kullanılmış ve bu analizler için 18 yağış gözlem istasyonu ve 9 akım gözlem istasyonunun verileri kullanılmıştır. Ayrıca araştırmacı çalışmasında dönemsel kuraklığı belirleyebilmek için yıllara ait su fazlalığını ve eksikliğini bir grafik haline getirerek 50 yıldaki sulak dönemleri ve kurak dönemleri saptamıştır [29].

Farklı kuraklık analiz yöntemlerini Yeşilirmak Havzası için irdeleyen çalışmada, 1970-2014 yılları arasındaki veriler kullanılmış ve 1, 3, 6, 12, 24, 36 ve 48 aylık zaman diliminde hesaplamalar yapılarak, kuraklık haritaları oluşturulmuştur. Çalışmada Yeşilirmak Havzasını kuraklık açısından riskli olduğunu tesbit edilmiş ve Türkiye’de en sulak bölgelerinden biri olarak düşünülen Yeşilirmak Havzası’nda belli aralıklarla şiddetli kuraklıkların yaşandığını saptamıştır [30].

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuraklık analizi ile ilgili bir tez çalışması yapılmış ve çalışmada 1960-2015 yılları arası yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. Yöntem olarak Standart Yağış İndisi (SPI), Erinç İndisi ve De Mortanne İndisleri tercih etmiştir. Araştırmacı, analizlerini 3, 6, 12, ve 24 aylık zaman ölçekleri için hesaplamış ve 1971-1980 yılları arasında kurak dönemin varlığından bahsetmiştir. Ayrıca iklim değişikliğinin tüm dünyayı kuraklık etkisi açısından hisedilir bir anlamda riske soktuğunu ifade ederek, çalışma bölgesindeki su yapılarının doğru bir şekilde planlanması gerektiğini ve bölgedeki günümüze kadar yapılan çalışmaların yeniden gözden geçirilmesini önermiştir [31].

L-momentler ve Standart Yağış İndeksi (SPI) metodu ile Seyhan Havzasının kuraklık analizinin gerçekleştirildiği çalışmada analizlerde en az 20 yıllık verisi olan 11 adet yağış gözlem istasyonunun verisi kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından her istasyonun için 3, 6, 9 ve 12 ay zaman diliminde hesaplamalar yapılmış, tüm istasyonlar için kuraklığın sınırdaki olduğu ve 2000 yılından sonra önceki dönemlere göre yağışta ciddi bir azalmanın olduğu belirtilmiştir [32].

İç Anadolu Bölgesinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) ile kuraklık analizi yapılmış ve analiz için 1953-2003 yılları arasındaki aylık toplam yağış verileriyle 1, 3, 6, 9, 12, 24, ve 48 aylık seriler için SYI değerleri hesaplanmıştır. Bu analiz sonucunda İç Anadolu Bölgesinin kurak koşullardan önemli ölçüde etkilendiği ve bu etkinin doğal kaynakların yanlış kullanılması, kontrolsüz şehirleşme, sanayileşme, nüfus artışı, orman tahripleri ve bunlar ile birlikte yağış ve sıcaklık değerlerinin beklenmeyen ölçülerdeki artış ve azalışlarına bağlı olduğu belirtilmiştir [33].

Türkiye'de iklim değişikliğinin yağış, sıcaklığa etkisi ve kuraklık analizi: Akarçay örneği' adlı çalışmada 250 adet yağış gözlem istasyonunun 1931-2010 yılları arasındaki, 81 yıllık kayıtları kullanılarak kurak dönemleri saptanmıştır. Kuraklık analizinde Standart Yağış İndeksi (SPI) kullanılmış ve ayrıca havzada yıllık ortalama yağış değeri hesaplanmıştır [34].

“Uzun dönem kuraklık tahmininde dalgacık yöntemiyle yapay sinir Ağlarının kullanılması” adlı çalışmada, Karapınar, Manisa ve Rize olmak üzere 3 istasyonun yağış verileriyle geleceğe yönelik olarak kuraklık tahmini yapılmıştır. Çalışmada Karapınar için 1975-2013 yılları arası aylık toplam yağış değerleri, Rize için 1975-2012 yılları arasındaki aylık toplam yağış ve Manisa için 1975-2015 yılları arasındaki aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Bu 3 istasyonun farklı zamanlarına ait verilerine dayanarak, Normalleştirilmiş Yağış İndisi (NYI) değerleri hesaplanmış ve daha sonra 12 aylık yağış toplamı ile oluşturulan NYI₁₂ değerleri için Yapay Sinir Ağı (YSA) ile modeller oluşturularak geleceğe yönelik tahminler yapılmaya çalışılmıştır [35].

Kuraklık altında hazne yönetimi ile ilgili bir çalışma gerçekleştirilmiş ve çalışmada Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi, Erinç İndisi, De Martonne’un İklim Sınıflandırması ve Standart Yağış İndisi (SPI) yöntemlerinden elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Araştırmacılar tarafından kuraklık etkilerini en aza indirmek için iklim izleme sisteminin geliştirilmesi, geleceğe yönelik kuraklıkların tahmin edilmesi gibi çalışmalar yapılması önerilmiştir [36].

Kızılırmak Havzası’nda SPI ile kuraklık analizi ve YSA yöntemi ile kuraklık tahmini yapılmıştır. Çalışmada Kızılırmak Havzası’ndaki 14 yağış gözlem istasyonunun 58 yıllık verileri kullanarak 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık periyotlardaki SPI değerleri bulunmuş ve havzada son yıllarda kuraklık yönünde bir eğilimin mevcut olduğunu saptanmıştır. Tez çalışmasında ayrıca Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemiyle gelecek yıllara yönelik kuraklık tahmini yapılırken Matlab programı kullanılmış, verilerin %25’in test için, %75’i ise eğitim için kullanıldığı ifade edilmiştir [37].

Fırat Havzası’nın Akım Kuraklık İndeksi yöntemi yardımıyla hidrolojik kuraklık analizi yapılmış ve bu çalışması için havzadaki 16 akım gözlem istasyonuna ait 1957-2016 yılları arasındaki aylık akım verilerini kullanılmıştır. Çalışmada 1, 3, 6, ve 12 aylık hidrolojik kuraklık indeksi değerleri hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda tüm havzada 1968-2011 yılları arasında kuraklık oranının diğer yıllara nazaran daha fazla olduğu saptanmıştır [38].

Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Dicle Havzası'ndaki 13 meteoroloji istasyona ait uzun yıllar ortalama sıcaklık değerleri ve 18 meteoroloji istasyona ait uzun dönem ortalama aylık yağış verileri derlenip, Thornthwaite Kuraklık İndeksi, Fournier Yağış İndisi ve Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndisi yöntemleriyle yağış ve kuraklık analizleri yapılmıştır. Thornthwaite yönteminde hem sıcaklık ve hem de yağış verileri kullanılmış, bu veriler yardımıyla elde edilen potansiyel buharlaşma-terleme (evapotranspirasyon) değerleri kullanılarak en az kurak bölgenin Bitlis ve en fazla riskli bölgelerin ise sırasıyla Diyarbakır, Batman ve Cizre olduğu belirlenmiştir [39].

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI) metotları kullanılarak Şanlıurfa ve Mardin illerinin 6 adet meteoroloji gözlem istasyonunun 1985-2015 yılları arasında verileri ile kuraklık analizi yapılmıştır. Çalışmada bölgedeki en fazla kurak dönemin 2000-2007 yılları arasında olduğunu tespit edilmiştir [40].

Ege Bölgesi'nde bulunan Küçük Menderes Havzası için meteorolojik ve hidrolojik kuraklık arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, 11 adet meteoroloji gözlem istasyonu 1972-2016 yılları arasındaki aylık toplam yağış miktarı ve aylık ortalama sıcaklık verileri ve 8 adet akım gözlem istasyonu verileri kullanılmıştır. Çalışmada meteorolojik kuraklık bakımından Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI), Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI), Kuraklık Keşif İndisi (RDI) ve hidrolojik kuraklık açısından ise Akım Kuraklık İndisi (SDI), Standartlaştırılmış Akım İndisi (SSFI) ve Kendi Kendini Kalibre Eden Palmer Hidrolojik Kuraklık İndisi (scPHDI) yöntemleri kullanılmıştır [41].

Standart Yağış İndisi (SPI) yöntemiyle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kuraklık analizi yapılmış ve Adıyaman, Kilis, Şanlıurfa, Siirt, Gaziantep, Diyarbakır, Batman, Mardin ve Şırnak illerindeki 48 yıllık verileri olan meteoroloji gözlem istasyonunun aylık toplam yağış değerleri kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman serileri ile hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca yıllık ortalama yağış değerleri hesaplanmış ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde en çok yağış alan ilin 697.1 mm

değeri ile Şırnak olduğu, en az yağış alan ilinin ise 431.0 mm ile Şanlıurfa olduğu sonucuna varılmıştır [42].

Standardize Yağış İndeksi (SPI) yöntemi kullanılarak Kuzey Irak bölgesinde kuraklığın araştırılması, 1979-2013 yıllar arasında 15 adet meteoroloji gözlem istasyonunun aylık toplam yağış verileri kullanılarak 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 6, 9 ve 12 aylık dönemlerde, 1 ve 3 aylık zaman dilimine göre daha yüksek kurak dönemlerin saptandığı bildirilmiştir [43].

Batı Karadeniz Bölgesinde gerçekleştirilen çalışmada, Sinop, Kastamonu, Bartın illerindeki, 8 yağış gözlem istasyonu için aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri ile 1, 3, 6 ve 12 aylık meteorolojik kuraklık analizleri Standardize Yağış İndeksi (SPI) kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca aynı bölgedeki hidrolojik kuraklığın belirlenmesi için, 3 akım gözlem istasyonunun aylık ortalama akım verileri kullanılmıştır. Çalışmada analiz sunularının bölgedeki kurak ve yağış yüzdelerinin genel olarak birbirine yakın olduğu, son yıllardaki meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıklarda artış gözlendiği belirtilmiştir [44].

BÖLÜM 3

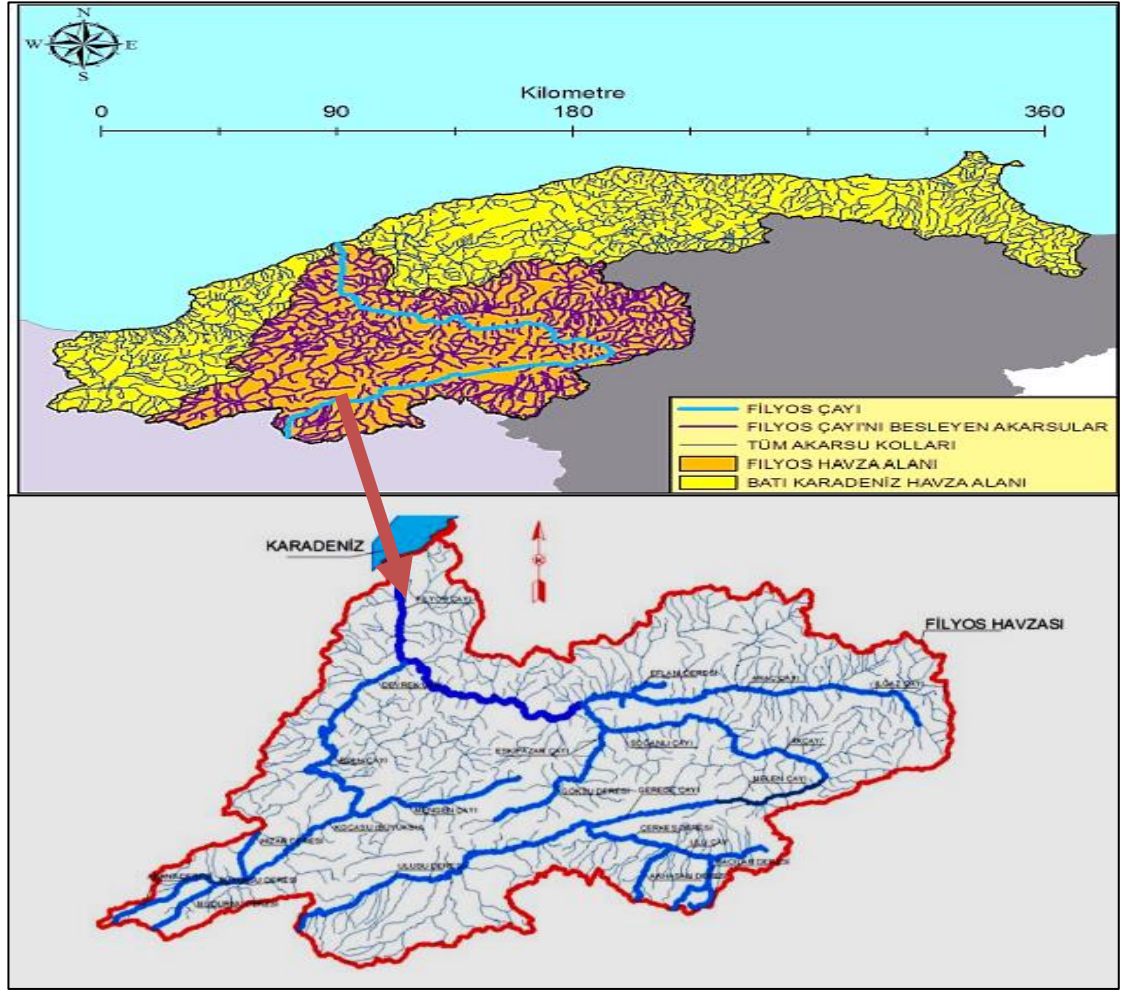
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMA ALANI

Filyos Nehri Havzası Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Bolu, Kastamonu, Karabük ve Bartın ili sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu iller içinde Bolu’da Gerede, Mengen, Dörtdivan ve Yeniçağ ilçeleri, Karabük’te Eflani, Eskipazar, Ovacık, Safranbolu ve Yenice ilçeleri yer almaktadır. Bunlara ek olarak çalışma havzası Zonguldak’tan Çaycuma, Devrek ve Gökçebey ilçeleri, Kastamonu’dan Araç ve İhsangazi ilçeleri, Çankırı’dan ise Atkaracalar, Bayramoren ve Çerkeş ilçeleri içerisinde yer almaktadır. Bu bölge daha çok dağ ve platolardan oluşmakta olup, kıydan güneye doğru çok sayıda küçük, orta ve yüksek dağlık alanlar bulunmaktadır. Bu alanın dörtte üçü 500-1500 m yükseklik aralığında bulunmaktadır [45].



Şekil 3.1. Batı Karadeniz Havzası'nın konumu [46].



Şekil 3.2. Filyos Nehri Havzası'nın drenaj alanı [46].

Filyos Nehri Havzası coğrafi olarak Türkiye'nin kuzey kesiminde, Karadeniz'in güney kıyısında yer almaktadır. Batı Karadeniz Havzası'nın en büyük nehri olan Filyos Nehri 228 km uzunluğunda ve 13.300 km² toplam drenaj havzasına sahiptir [47]. Bu alan, 40° 29' ve 41° 36' kuzey enlemleri ve 30° 14' ve 33° 42' doğu boylamları arasında yer almakta ve Karadeniz'deki tüm havzaların % 46'sını oluşturmaktadır. Filyos Nehri üzerinde, sıklıkla yüksek maliyetlere ve can kayıplarına neden olan taşkınlar meydana gelmektedir. Filyos Nehri Havzası'nın meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizleri çalışma konusu olarak seçilmiştir. Havza güneybatı-kuzeydoğu yönünde 215 km, kuzey-güney doğrultusunda 120 km uzunluğundadır. Filyos Nehri birçok akarsuyun birleşmesi ile oluşmuştur. Filyos Nehri'nin iki ana kolu vardır: birincisi Devrek Çayı ve ikincisi ise Yenice Çayıdır. Gerede, Ovacık ve Eskipazar istikametlerinden gelen

akarsu kollarının birleşmesiyle oluşan Soğanlı Çayı ve Ilgaz Dağları, Eflani ve Safranbolu istikametlerindeki akarsu kollarının birleşmesiyle oluşan Araç Çayı, Karabük merkezde birleşerek Yenice Çayını oluşturmakta ve Yenice Çayı, Çaycuma Ovasında Devrek Çayı ile birleşerek Filyos Nehrini oluşturmaktadır. Çaycuma Ovasından 30 km geçtikten sonra Hisarönü (Filyos) doğusundaki bir bölgeden Karadeniz'e dökülmektedir [48].

3.2. YÖNTEM

Kuraklık genel olarak herhangi bir coğrafi bölgede ve iklimde meydana gelebilecek bir su kıtlığı durumu olarak tanımlanabilir. Başlangıcı çok yavaş veya ani olabilir ve bir kuraklık olayı karmaşık faktörlerin oluşturduğu diğer doğal tehlikelerden daha uzun sürebilir. Kuraklığın değerlendirilmesi ve tahmini, her zaman klimatolojik bir zorluk oluşturmakta ve çeşitli ihtiyaçlara göre çok sayıda tanım ve indeksler uygulanabilmektedir. Meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklıklar farklı özelliklere ve etkilere sahiptir. Bu nedenle uygulanacak metodolojiler değişebilmektedir. Kuraklık indekslerinin veya performanslarının değerlendirilmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır [45]. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI), kuraklığı değerlendirmek için en rekabetçi yöntemlerden olduğunu kanıtlamıştır ve günümüzde 70'den fazla ülkede operasyonel ve araştırma faaliyetleri için kullanılmaktadır [49].

Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI) Keşif Kuraklık indeksi (RDI) Akım Kuraklık İndeksi vb. yöntemler, kuraklıkları belirleme, değerlendirme ve izlemede, bir ülkenin ya da bölgenin kuraklık yönetimi ve kuraklıkla savaşıma yeteneklerinin ve olanaklarının gelişmesinde etkili olan yöntemler arasında kabul edilmektedir [50]. Bu tez kapsamında Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Filyos Nehri Havzası yağış azlığı nedeniyle araştırma alanı olarak seçilmiş olup 1, 3, 6, ve 12 aylık periyotlardaki meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizleri DrinC yazılımı yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu analizleri uygulamak için T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden 6 adet yağış gözlem istasyonunun uzun yıllara ait (1965-2019) aylık toplam yağış verileri ile aylık ortalama sıcaklık verileri ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel

Müdürlüğü'nden 7 adet akım gözlem istasyonunun uzun yıllara ait (1965-2015) aylık ortalama akım verileri temin edilmiştir. Meteorolojik kuraklık analizi için Standart Yağış İndeksi (SPI) ve DrinC yazılımı tarafından gerçekleştirilen Keşif Kuraklık İndeksi (RDI) yöntemleri tercih edilirken, hidrolojik kuraklık analizi için ise Akım Kuraklık İndeksi (SDI) tercih edilmiştir. Öncelikle eksik yağış, sıcaklık ve akım verileri regresyon analizi ile tamamlanmıştır. Keşif Kuraklık İndeksi (RDI) hesaplamaları gerçekleştirilirken Thornthwaite metodu ile elde edilen potansiyel buharlaşma-terleme (PET) kullanılmıştır.

3.2.1. DrinC Kuraklık İndeks Hesaplayıcı (Drought Indices Calculator)

Kuraklık indekslerini hesaplamayı kolaylaştırmak için tasarlanmış bir yazılım olan DrinC bu tez kapsamında meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizi yapmak amacıyla kullanılmıştır. Bu programda Standartlaşmış Yağış İndeksi (SPI), Keşif Kuraklık İndeksi (RDI), Akım Kuraklık İndeksi (SDI), Tarımsal Standartlaşmış Yağış İndeksi (aSPI), Etkili Keşif Kuraklık İndeksi (eRDI) ve Yağış Desilleri (PD) hesaplanabilmektedir. DrinC'nin çeşitli yerlerde, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki uygulamaları, Kuraklık analizi için avantajlı olarak kullanılabilir [51,52].

3.2.2. Standartlaşmış Yağış İndeksi (SPI)

Standart Yağış İndeksi (SPI) istenen bir süre için uzun vadeli yağış kaydına dayalı olarak hesaplanmaktadır. SPI ülkelerin kendi kuraklık koşullarını takip etmek için operasyonel olarak hesaplamaya ve kullanmaya ihtiyaç duyması nedeniyle dünya çapında büyük ilgi görmüştür. SPI, Mckee ve ark. (1993) [24] tarafından geliştirilmiştir Belirli bir zaman ölçeğinde gözlemlenen kümülatif yağışın uzun vadeli ortalamadan sapacağı standart sapmaların sayısı olarak tanımlanmıştır. Mevcut uzun vadeli yağış verileri, gamma olasılık dağılımına uygulanmakta ve daha sonra normal dağılıma dönüştürülmektedir. SPI belki de en popüler olarak kullanılan kuraklık indeksi olup aylık toplam yağış verilerinden elde edilen kuraklık olaylarını belirlemek ve izlemek için geliştirilmiştir. SPI, yöntemi 1, 3, 6, 9, 12 veya 24 ay gibi

birden çok zaman diliminde kuraklık dönemlerinin yanı sıra kuraklıkların şiddetini tanımlamayı amaçlamaktadır. SPI aşağıdaki şekil gibi hesaplanmaktadır.

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

SPI: Standart Yağış İndeksi

x_i : Yağış miktarı

\bar{x}_i : Yağış ortalaması

σ : Standart sapma

SPI değerleri sıfırın altına düştüğü zaman kuraklık olduğunu göstermekte olup, pozitif değerler ise kuraklığın bittiği ve yağışlı dönemlerin başlangıcını belirtmektedir.

Çizelge 3.1. SPI değerlerinin sınıflandırılmasını göstermektedir.

Çizelge 3.1. SPI yönteminin indeks değerleri ve sınıflandırılması [53].

SPI İNDİS DEĞERLERİ	SINIFLANDIRMA	CLASSIFICATION
2.0 ve fazla	Olağanüstü Nemli	Exceptionally Moist
1.60 ile 1.99	Aşırı Nemli	Extremely Moist
1.30 ile 1.59	Çok Nemli	Very Moist
0.80 ile 1.29	Orta Nemli	Moderately Moist
0.51 ile 0.79	Hafif Nemli	Abnormally Moist
0.50 ile -0.50	Normal Civarı	Near Normal
-0.51 ile -0.79	Hafif Kurak	Abnormally Dry
-0.80 ile -1.29	Orta Kurak	Moderately Dry
-1.30 ile -1.59	Şiddetli Kurak	Severely Dry
-1.60 ile -1.99	Çok Şiddetli Kurak	Extremely Dry
-2.0 ve düşük	Olağanüstü Kurak	Exceptionally Dry

3.2.3. Keşif Kuraklık İndeks (RDI)

Keşif kuraklık indeksi hem kümülatif yağışa hem de potansiyel buharlaşma-terlemeye dayanmaktadır. Bu indeksin pozitif değerleri yağışlı dönemleri, negatif değerleri ise bölgenin normal koşullarına göre kurak dönemlerini ifade etmektedir. Keşif Kuraklık İndeksi (RDI) kuraklık değerlendirmesi için genel bir meteorolojik indeks olarak karakterize edilebilir. RDI üç biçimde ifade edilebilir. Başlangıç değeri α_k Normalleştirilmiş RDI (RDI_n) ve Standartlaştırılmış RDI (RDI_{st}) [54]. α_k aylık zaman ölçeği kullanılarak toplu bir biçimde sunulmaktadır ve aylık, mevsimlik veya yıllık olarak hesaplanabilmektedir. α_k aşağıdaki denklemlerle saptanabilmektedir.

$$\alpha_k^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^k P_{ij}}{\sum_{j=1}^k PET_{ij}}, i = 1 \text{ to } N \quad (3.2)$$

Burada P_{ij} ve PET_{ij} sırasıyla yağış ve potansiyel evapotranspirasyondur. i , ise yılın yağışı ve j ayının yağışı N ise mevcut verilerin toplam yıl sayısıdır. α_k değerlerinin lognormal dağılımı takip ettiği ve RDI_{st} 'in şu şekilde hesaplandığı varsayımını kullanmıştır.

$$RDI_{st(k)}^{(i)} = \frac{a_k^{(i)}}{\bar{a}_k} - 1 \quad (3.3)$$

\bar{a}_k = her yıl a_k hesaplarının ortalaması olup $a_k^{(i)}$ ise aritmetik ortalamasıdır.

RDI_{st} 'in ilk formülasyonu α_k olduğu varsayımını kullandığı değerler, log-normal (LN) dağılımını takip eder böylece RDI_t şu şekilde hesaplanabilmektedir [54].

$$RDI_n^{(i)} = \frac{y_k^{(i)} - \bar{y}_k}{\hat{\sigma}_{y_k}} \quad (3.4)$$

Bu bakımdan, $y_k^{(i)}$ $\ln a_0^{(i)}$ 'ya eşit olup \bar{y}_k ve σ_{y_k} , sırasıyla y_i 'nin aritmetik ortalaması ve standart sapmasıdır.

Çizelge 3.2. RDI yönteminin indeks değerleri ve sınıflandırılması.

RDI Değerleri	Sınıflandırma
2.00 <	Aşırı nemli
1.50 – 1.99	Çok nemli
1.00 – 1.49	Orta düzeyde nemli
-0.99 – 0.99	Normal
-1.00 – -1.49	Orta düzeyde kurak
-1.50 – -1.99	Çok kurak
< 2,00	Aşırı kurak

3.2.4. Akım Kuraklık İndeksi (SDI)

Meteorolojik kuraklığa ek olarak, birlikte Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan aylık ortalama akım (debi) değerleri ile 1, 3, 6 ve 12 aylık periyotlarda Akım Kuraklık İndeksi (SDI) yöntemi yardımıyla hidrolojik kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. Kuraklık İndeksi ilk olarak Nalbantis (2008) tarafından hidrolojik kuraklığın belirlenmesi ve kuraklığın şiddetini değerlendirmek için önerilmiştir. Farklı zaman periyotlarından gelen kümülatif akış hacimleri, çalışma alanının kuraklık şiddeti, kuraklık oluşum sıklığı ve döngülerin oluşumu elde edilen farklı zaman sürelerinde kuraklık şiddetinin dağılımını ve değişimini incelemek için kullanılmaktadır. Bu yöntemde, ilk olarak, aylık akış hacimlerinin (Q_{ij}) ardışık olduğu ve daha sonra k zaman süresine göre biriktirildiği varsayılır. k süres i hidrolojik yılı ve j hidrolojik yılın aylarını (Ekim-Eylül arasındaki zaman) temsil etmektedir. $V_{i,k}$ kümülatif akış denklemdeki gibi hesaplayabilir [55].

$$V_{i,k} = \sum_{j=1}^{3k} Q_{ij} \quad i=1, 2, \dots, j=1, 2, \dots, 12, k=1, 2, 3, 4 \quad (3.5)$$

- i , su yılını
- j ise su yılı içerisindeki ayı
- Birinci denklemlerdeki k , referans periyodunu ifade etmektedir.

- Birinci denklemdeki k=1 Ekim,
- k=2 Kasım,
- k=12 Eylül olacak şekilde,
- İkinci denklemdeki k=1 Ekim-Aralık (SDI-3 Ekim),
- k=2 Ocak-Mart (SDI-3 Ocak),
- k=3 Nisan-Haziran (SDI-3 Nisan),
- k=4 ise Temmuz-Eylül (SDI-3 Temmuz) dönemlerini temsil etmektedir.
- Üçüncü denklemdeki k=1 ve k=2 sırasıyla ilk 6 ay (SDI-6 Ekim) ve son 6 aylık (SDI-6 Nisan) periyodlarını,
- Dördüncü denklemde ise yıllık kuraklık indis değerini (SDI-12) ifade etmektedir.

Daha sonra, dönem süresi k olan i. hidrolojik yıl için SDI kümülatif akış hacimleri $V_{i,k}$ kullanılarak aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$SDI_{i,k} = \frac{V_{i,k} - \bar{V}_k}{S_k} \quad i = 1, 2, \dots, k = 1, 2, 3, 4 \quad (3.6)$$

V_k ve S_k sırasıyla kümülatif akım hacimlerinin ortalamasını ve standart sapmalarını ifade etmektedir.

Çizelge 3.3. (SDI) yönteminin indeks değerleri ve sınıflandırılması.

SDI Değeri	Sınıflandırma
$SDI > 2.00$	Aşırı nemli
$1.50 < SDI \leq 2.00$	Şiddetli nemli
$1.00 < SDI \leq 1.50$	Orta derece nemli
$0.00 < SDI \leq 1.00$	Hafif nemli
$1.00 < SDI \leq -1.00$	Hafif kurak
$-1.00 < SDI \leq -1.50$	Orta derece kurak
$-1.50 < SDI \leq -2.00$	Şiddetli kurak
$SDI \leq -2.00$	Aşırı kurak

3.4. VERİLER

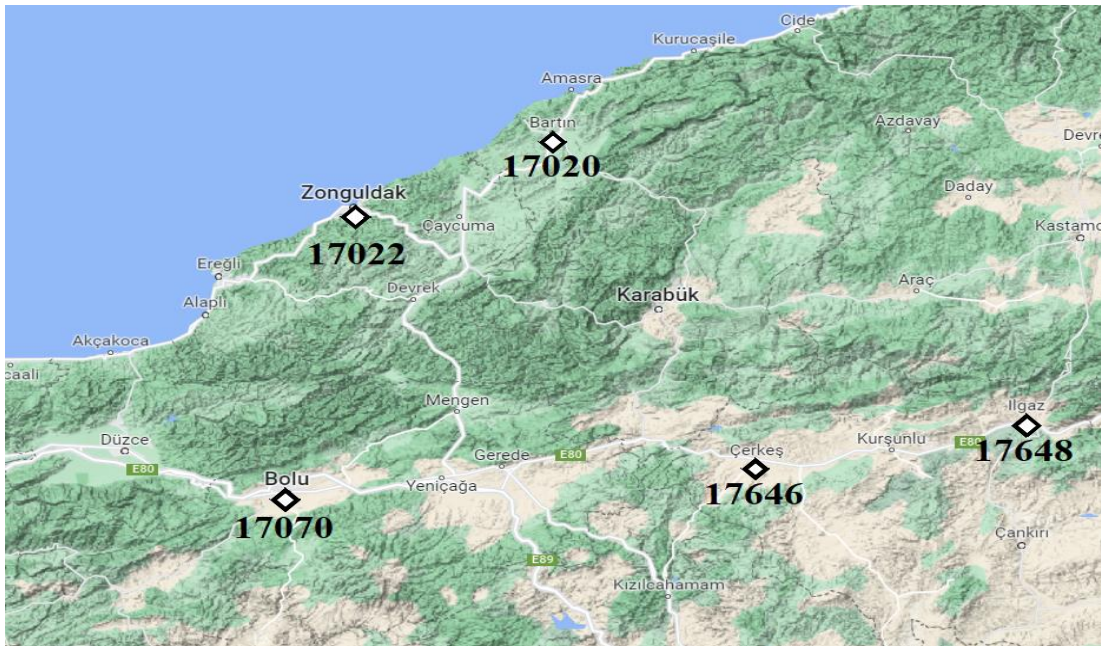
Filyos Nehri Havzasının meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizi için havza içerisinde istasyonlara ait aylık toplam yağış verileri ve aylık ortalama sıcaklık verileri ele alınıp Standart Yağış İndeksi (SPI) ve Keşif Kuraklık İndeksi (RDI) yöntemleri ile 1965-2019 yılları arasındaki 54 yıllık dönemin 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman dilimlerinde meteorolojik kuraklık analizleri yapılmıştır. Aynı zamanda havza içerisinde bulunan akım gözlem istasyonlarının aylık ortalama akım verileri kullanılarak Akım Kuraklık İndeksi (SDI) ile 1965-2015 yılları arasında 50 yıllık dönemin 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman diliminde hidrolojik kuraklık analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Kullanılmış tüm istasyonlara ait bilgiler Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5 de ve istasyonların konumları ise Şekil 3.2 de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Filyos Nehri Havzası'nda yer alan yağış gözlem istasyonlarına ait bilgiler [53].

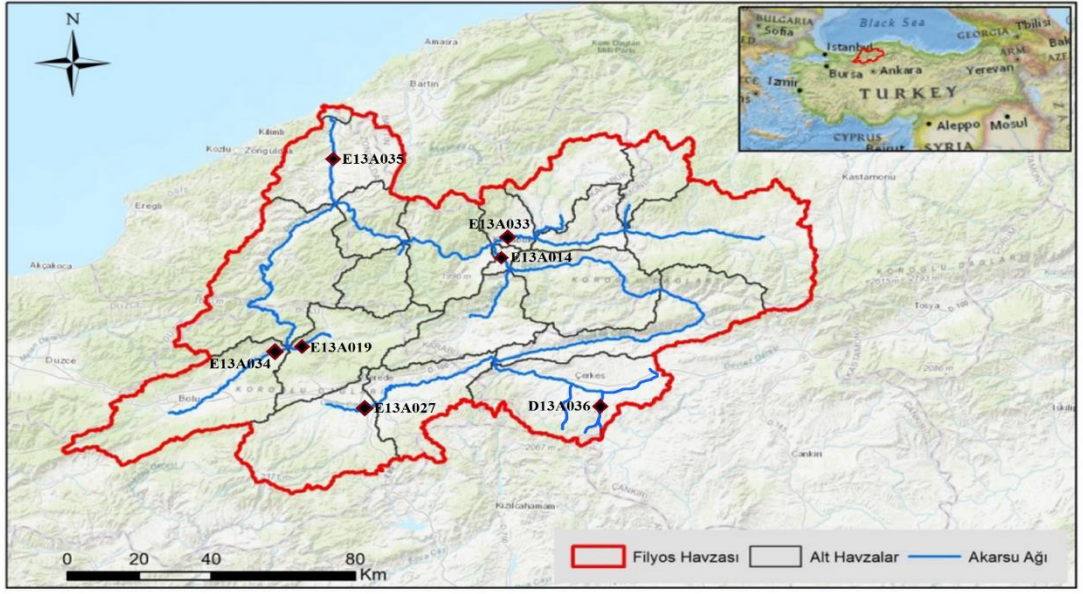
İstasyon no	İstasyon adı	Bulunduğu il	Yükseklik (m)	Enlem-Boylam
17020	Bartın	Bartın	33	41°37'29.3"K -32°21'24.8"D
17070	Bolu	Bolu	740	40°43'58.4"K -31°36'07.9"D
17646	Çerkeş	Çankırı	1126	40°48'54.0"K- 32°52'59.2"D
17648	Ilgaz	Çankırı	885	40°54'56.2"K- 33°37'32.9"D
17615	Ulus	Bartın	162	41°34'54.8"K- 32°38'13.2"D
17022	Zonguldak	Zonguldak	135	41°26'57.3"K- 31°46'40.5"D

Çizelge 3.5. Filyos Nehri Havzası'nda yer alan akım gözlem istasyonlarına ait bilgiler [56].

İstasyon no	İstasyon adı	Drenaj alanı (km ²)	Yükseklik (m)	Enlem - Boylem
D13A036	Hacılar Deresi - Yalaközü	88.3	1179	40°57'0"K - 31°23'0"D
E13A014	Soğanlı Çayı - Karabük	5086.8	271	41°10'11"K - 32°38'32"D
E13A019	Mengen Çayı - Gökçesu	786.3	507	40°53'44"K - 1°58'04"D
E13A027	Ulus - Afatlar	953.6	1142	40°44'30"K - 2°15'01"D
E13A033	Araç Çayı - Karabük	2833.2	262	41°11'45"K - 2°37'26"D
E13A034	Bolu Çayı - Beşdeğermenler	1102.8	541	40°53'11"K - 31°55'47"D
E13A035	Filyos Çayı - Derecikviran	13300.2	2	41°32'49"K - 32°04'44"D



Şekil 1.11 Meteoroloji istasyonlarının havzadaki konumu [57].



Şekil 1.12. Akım gözlem istasyonlarının havzadaki konumu [58].

BÖLÜM 4

TARTIŞMA VE BULGULAR

Son yıllarda iklim değışiklikleriyle orantılı olan kuraklık daha fazla sorun haline gelmiştir. Yoğunluğu ne olursa olsun, ekosistemlerin ve insan toplumlarının karşı karşıya olduğu en ciddi konulardan biridir. Kısa süreli olabilir veya şiddetli yıllarca yoğun bir şekilde sürebilir. Yetersiz yağış, yüksek su tüketimi ve su kaynaklarının plansız kullanımı gibi su kıtlığı meydana gelmesi durumunda kuraklık, sosyo-ekonomik, tarımsal ve çevresel koşullar üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Şiddetli ve aşırı kuraklık dönemlerinin süresinin bu koşullar üzerinde ciddi etkileri olabilmektedir. Önceki kuraklık varyasyonları hakkında elde edilen ayrıntılı ve yeterli bilgi, gelecekteki kuraklık riskinin yeterli şekilde yönetilmesine izin verebilmektedir [59].

Bu nedenle, su kaynaklarının verimli kullanımı ile hidroelektrik ve tarımsal üretimin planlanması için kuraklık özelliklerinin yeterli tahmini çok önemlidir. Çalışmadaki istasyonlar incelendiğinde bazı ayların/yılların eksik verileri olduğu saptanmış ve eksik verilerin tamamlanması için doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır.

4.1. DOĞRUSAL REGRESYON ANALİZİ

Doğrusal regresyon, iki değışken arasındaki ilişkiyi incelemek ve modellemek için kullanılmakta yada doğrusal regresyon iki değışken arasında bir değışkenin değerini başka bir değışkenin değerine göre tahmin etmek için kullanılmaktadır. Tahmin etmek istediğimiz değışken bağımlı değışken (veya bazen sonuç değışkeni) olarak ifade edilmekte, diğer değışkenin değerini tahmin etmek için kullanılan değışken ise bağımsız değışken (veya bazen tahmin değışkeni) olarak ifade edilmektedir ve aşağıda verilen şekilde formülize edilmektedir [60].

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon \quad (4.1)$$

Burada y bağımlı değişken, x bağımsız değişken, α sabit (y - eksenin kesiştiği nokta), β regresyon doğrusunun eğimi, ya da α ve β regresyon katsayılarıdır. ε ise hata terimini ifade etmektedir.

4.2. EKSİK YAĞIŞ VE SICAKLIK VERİLERİNİN TAMAMLANMASI

Filyos Nehri Havzası'nın kuraklık analizi için seçilen 6 adet yağış gözlem istasyonunun yağış ve sıcaklık verilerinin ortak dönemleri 1965-2019 yılları arası olup, bu yıllar arasındaki eksik verilerinin tamamlanması doğrusal regresyon analizi ile gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.1 Yağış gözlem istasyonlarının eksik olan yıllar ve aylara ait bilgiler.

İstasyon adı	Bartın	Bolu	Çerkeş	İlgaz	Ulus	Zonguldak
Eski veriler	1965 1 ay	1965 1ay	1965 1 ay	1965 3 ay	1965	1965 2 ay
	2003 1 ay	1969 1 ay	1969 1 ay	1966 3 ay	1981-1985	2003 1 ay
	2005 1 ay	1982 1 ay	1982 1ay	1969 4 ay	1990 1 ay	2008 1 ay
	2008 1 ay	1998 1 ay	1985 1 ay	1970 1 ay	1992 1 ay	
				2012 1 ay	1996 2 ay	
				2016 1 ay	2001 2 ay	
					2007 1 ay	
					2008 1 ay	
					2012 1 ay	
					2013 1 ay	

Çizelge 4.2. Sıcaklık gözlem istasyonlarının eksik olan yıllar ve aylara ait bilgiler.

İstasyon adı	Bartın	Bolu	Çerkeş	İlgaz	Ulus	Zonguldak
Eksik veriler			1981 1 ay	1982 11 ay	1982 11 ay	
					1993 11 ay	

Eksik veriler tamamlanırken verisi var olan tüm istasyonlar ile verisi eksik olan istasyonlar korele edilmiş (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2) ve elde edilen en yüksek korelasyon katsayılarına göre eksik veriler tamamlanmıştır. Tamamlanma işlemlerinde var olan verilerin % 15'ini geçmeyecek şekilde tamamlanılmasına dikkat edilmiştir. Şekil 4.1'de görülebileceği gibi yağış verilerinin regresyon analizlerinden elde edilen korelasyon katsayıları (r) 0.589 ile 0.84 arasında olduğu saptanmıştır. Korelasyon katsayıları 0.589 gibi düşük olan regresyon işlemlerinde eksik veriler sadece birkaç ay olduğu için ve dolayısıyla analizlerin doğruluğunu çok etkilemeyeceği düşünüldüğü için kullanılmıştır. Şekil 4.2'de görülebileceği gibi ise sıcaklık verilerinin regresyon analizlerinden elde edilen korelasyon katsayıları oldukça yüksek olup (r) 0.988 ile 0.991 arasında değişmektedir.

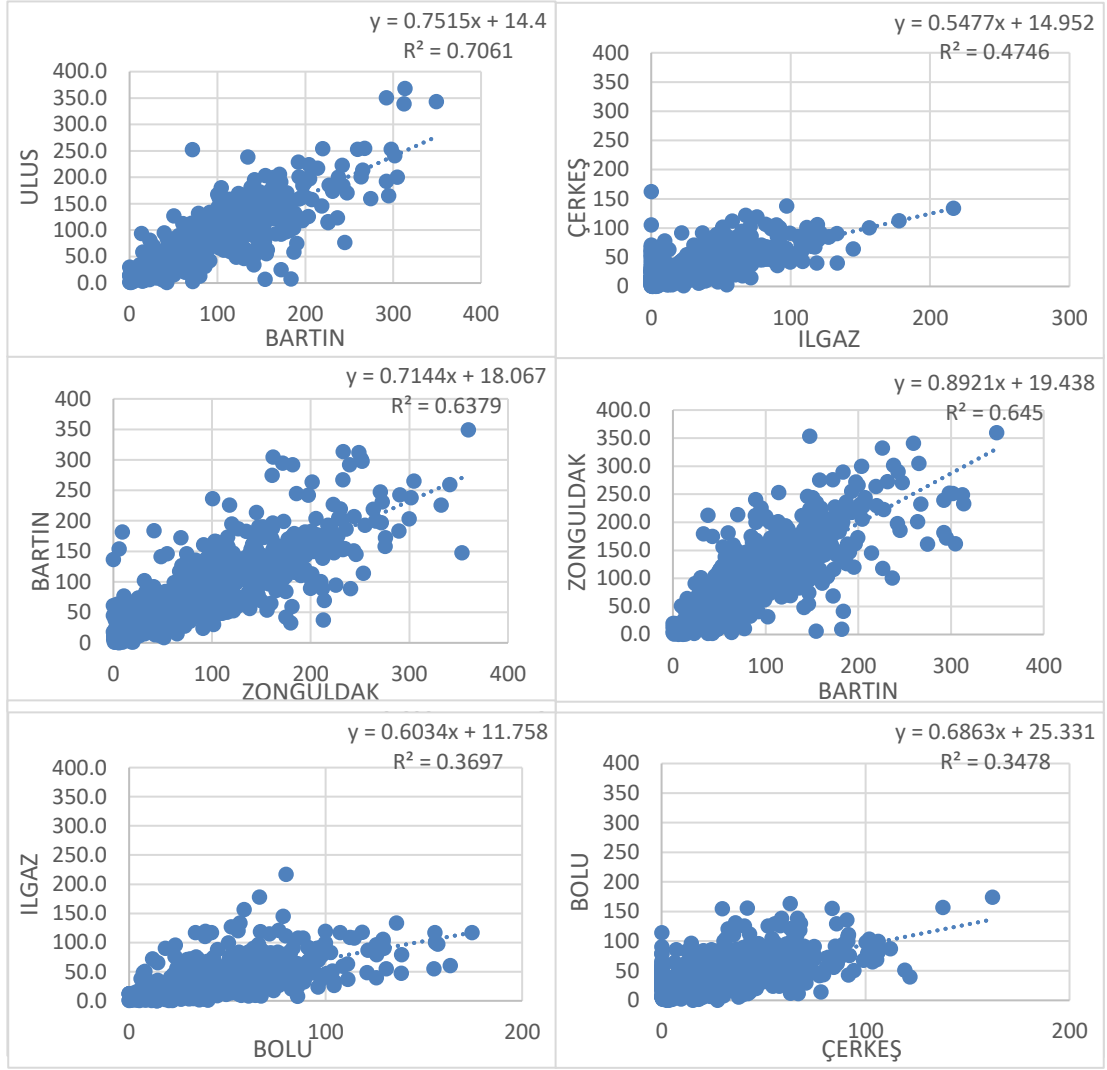
4.3. EKSİK AKIM VERİLERİNİN TAMAMLANMASI

Filyos Nehri Havzası'nın kuraklık analizi için seçilen 7 adet akım gözlem istasyonunun verilerinin ortak dönemleri 1965-2015 yılları arası olup bu yıllar arasındaki eksik verilerinin tamamlanması doğrusal regresyon analizi ile gerçekleştirilmiştir.

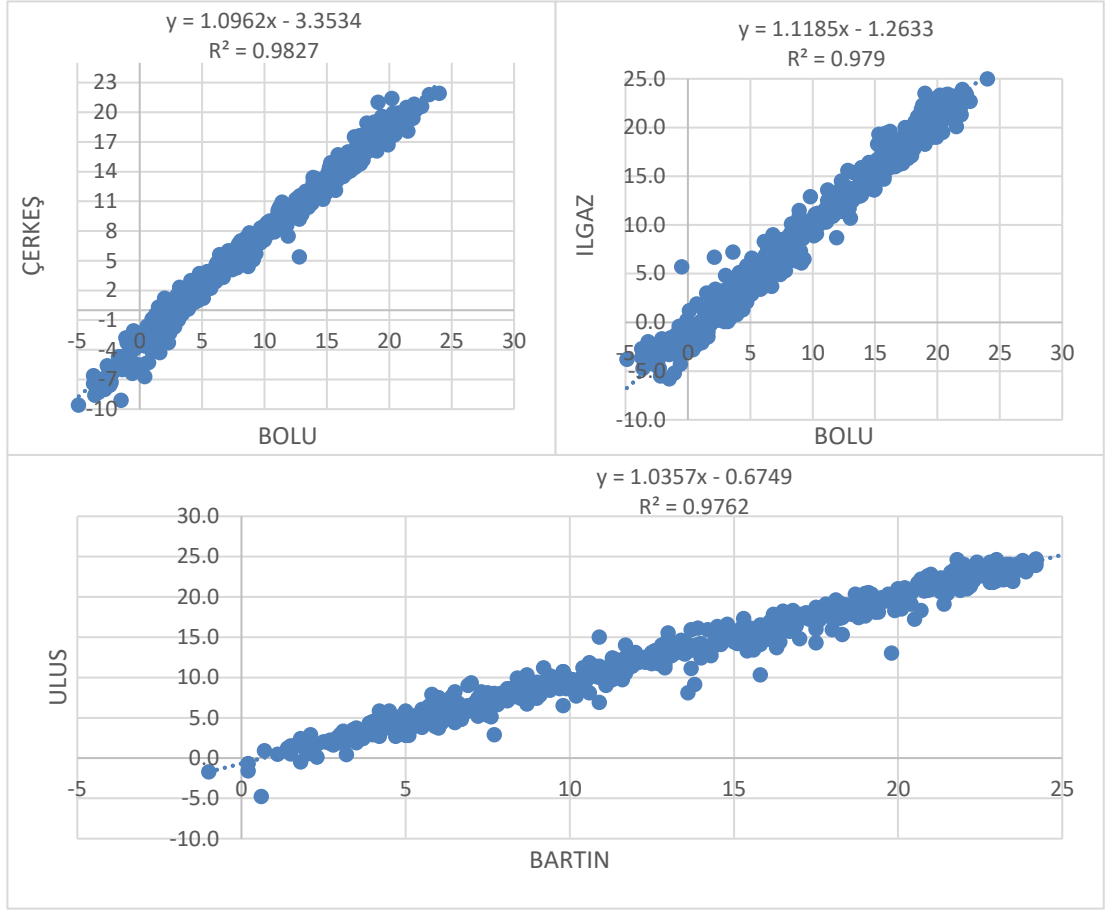
Çizelge 4.3. Akım gözlem istasyonlarının eksik olan yıllar ve aylara ait bilgiler.

İstasyon adı	D13A036	E13A019	E13A027	E13A033	E13A033	E13A035
Eksik veriler	1978		1966	2003-2004		2012-2014
	1984					2015 3 ay
	1989 2 ay					

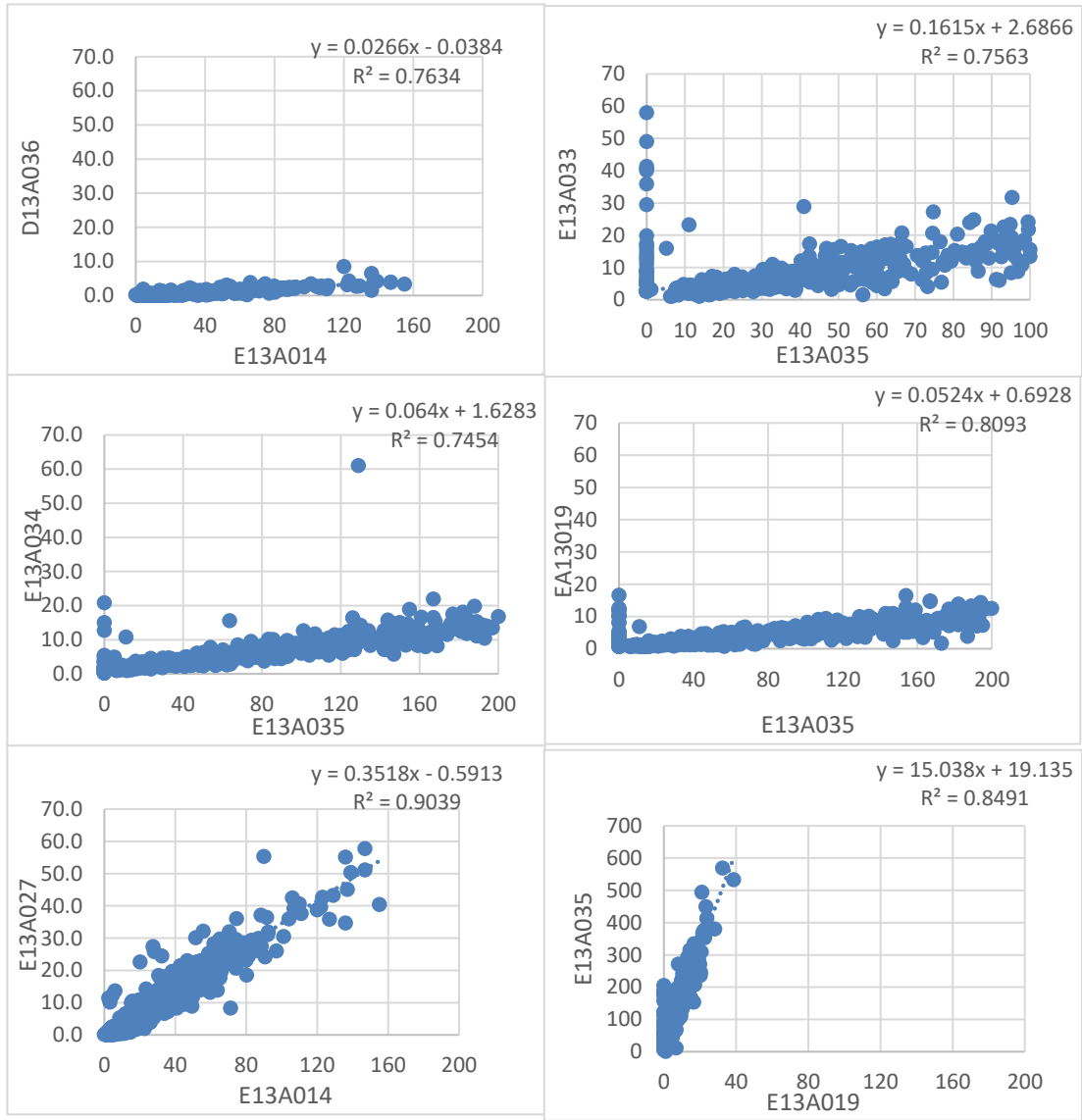
Şekil 4.3'de görülebileceği gibi akım verilerinin regresyon analizlerinden elde edilen korelasyon katsayıları (r) 0.828 ile 0.948 arasında değişmektedir.



Şekil 4.1. Yağış verilerinin regresyon analiz sonuçları.



Şekil 4.2. Sıcaklık verilerinin regresyon analiz sonuçları.



Şekil 4.3. Akım verilerinin regresyon analiz sonuçları.

4.4. STANDART YAĞIŞ İNDEKSİ HESAPLANMASI (SPI)

Çalışma alanındaki 6 adet meteoroloji istasyonunun 1965-2019 yılları arasındaki aylık toplam yağış verileri ile 1, 3, 6 ve 12 aylık ölçeklerde SPI değerleri hesaplanmıştır.

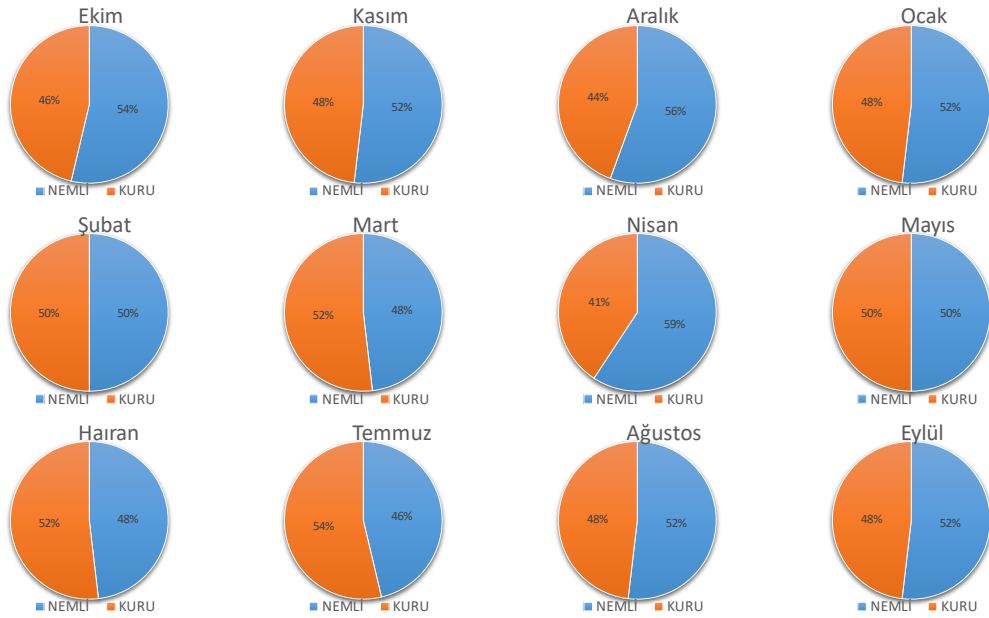
4.4.1. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI)

Bartın İstasyonu'nun 1965-2019 yılları arasındaki aylık toplam yağış verileri kullanılarak 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman diliminde SPI değerleri SPI-1, SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 olarak irdelenmiştir. Aylık kurak/nemli dönemler Şekil 4.4'te ve 3, 6, 12 aylık kurak/nemli dönemler ise Şekil 4.5'te verilmiştir. Aylık SPI değerlerinin verildiği şekillerden Bartın İstasyonu'nun aylık kuraklık yüzdelerinin %41 ile %54 arasında değiştiği gözlenebilmektedir. En yüksek kurak dönem Temmuz ayında gerçekleşirken, en düşük kurak dönem Nisan ayında gerçekleşmiştir.

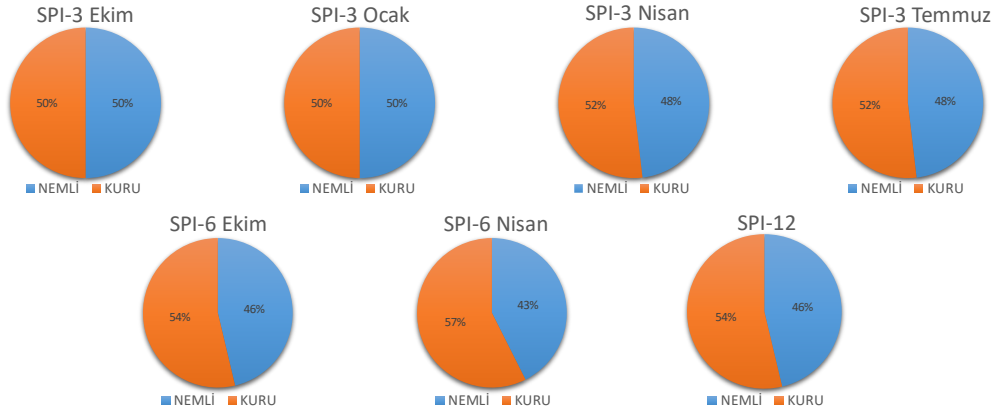
Şekil 4.5'te Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun 3, 6, 12 aylık SPI kurak/nemli dönem değerleri incelendiğinde, SPI-3 dönemi dikkate alındığında en yüksek kurak dönemin %52 ile SPI-3 Nisan ve SPI-3 Temmuz dönemlerinde ortaya çıktığı, en düşük kurak dönemin ise %50 ile SPI-3 Ekim ve SPI-3 Ocak dönemlerinde meydana geldiği saptanmıştır. SPI-6 değerlerine bakıldığında, en yüksek kurak dönemin %57 ile SPI-6 Nisan ve en düşük kurak dönemin ise %54 ile SPI-6 Ekim aylarında gerçekleştiği anlaşılmaktadır. SPI-12 değerleri incelendiğinde ise kurak dönem oranı %54 olarak saptanmıştır.

Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de verilen Bartın İstasyonu'nun 54 yıllık verilerinden elde edilen 1 aylık SPI zamansal değerleri incelendiğinde "Olağanüstü Kurak" dönemler 1965-2019 yılları arasında 18 ayda gözlenirken, 2005 yılı Nisan ayında "Olağanüstü Kurak" (-4.01) dönem olarak saptanmıştır. Ayrıca 1965-2019 yılları arasında 11 ayda "Olağanüstü Nemli" dönemler gözlenirken, en "Olağanüstü Nemli" dönem 1998 yılı Mayıs ayında (+3.06) saptanmıştır.

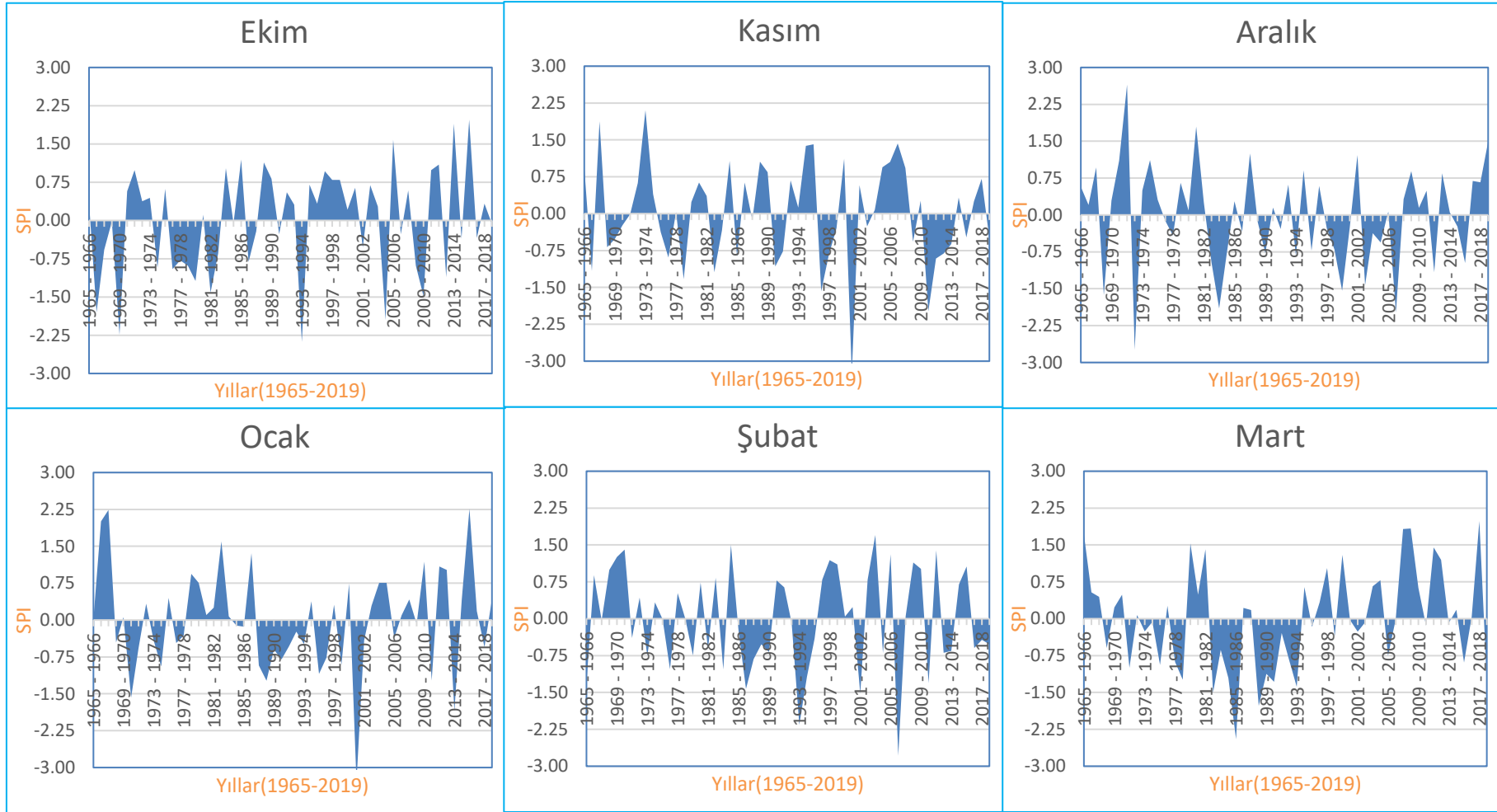
Şekil 4.8, ve Şekil 4.9’da verilen Bartın Yağış Gözlem İstasyonu’nun 54 yıllık verilerinden elde edilen 3 aylık SPI zamansal değerleri incelendiğinde, 1983 yılı SPI-3 Ekim ve 2006 yılı SPI-3 Nisan dönemlerinde “Olağanüstü Kurak” dönemler olarak yaşandığı gözlenirken, 1973 yılı SPI-3 Ekim, 1991 yılı SPI-3 Nisan ve 1968 yılı SPI-3 Temmuz dönemlerinde “Olağanüstü-Aşırı Nemli” dönemler olarak yaşanmış olduğu görülebilmektedir. 6 aylık SPI değerleri incelendiğinde 1994 yılı SPI-6 Ekim dönemi “Olağanüstü Kurak” dönemi temsil ederken, 1968 yılı SPI-6 Ekim ve 1991 yılı SPI-6 Nisan dönemleri “Olağanüstü Kurak” dönemleri temsil etmektedir. SPI-12 değerlerine göre ise 1994 ve 1968 yıllarında “Olağanüstü Nemli” dönemler gözlenmiştir.



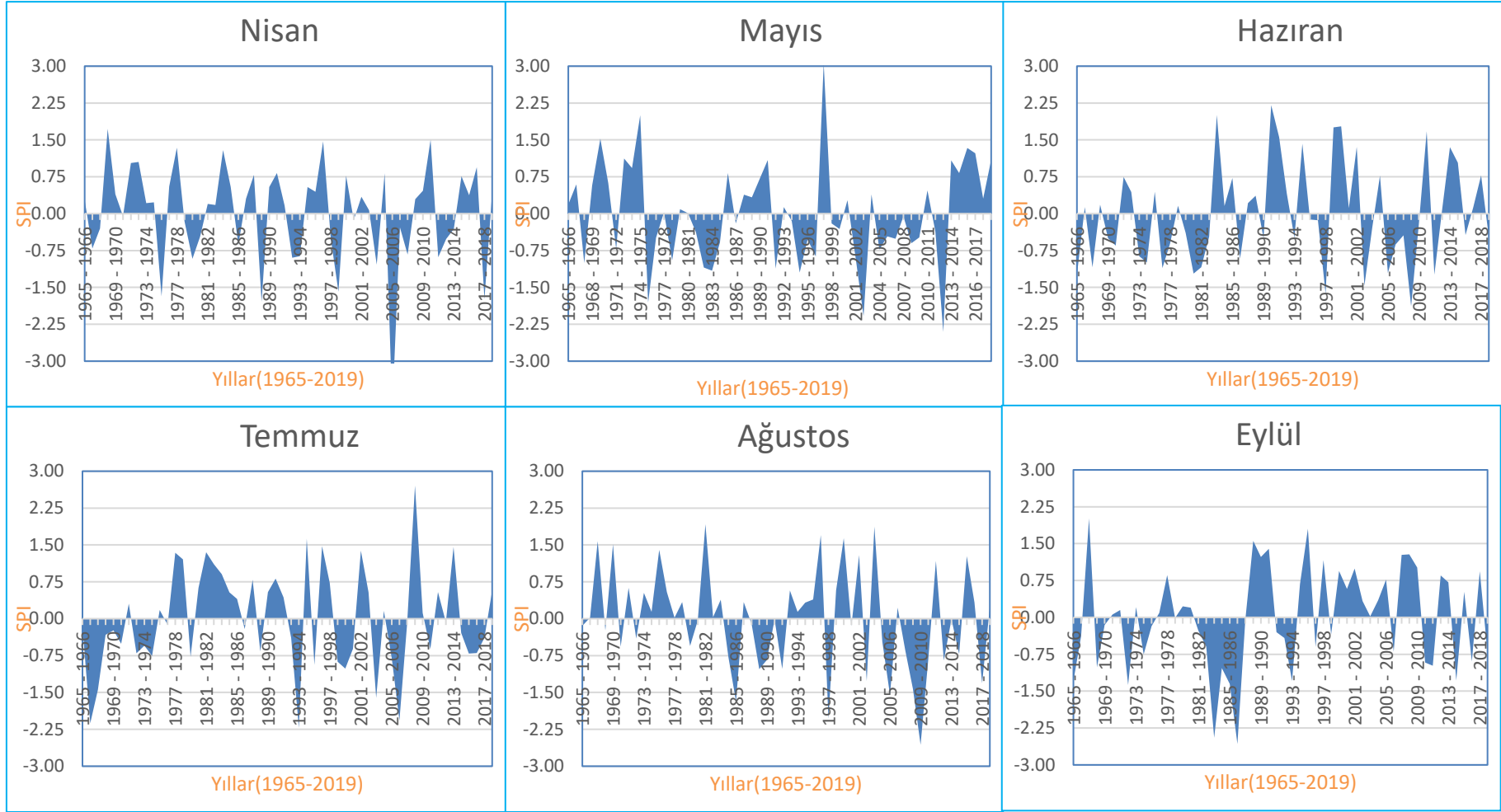
Şekil 4.4. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu’nun aylık SPI değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



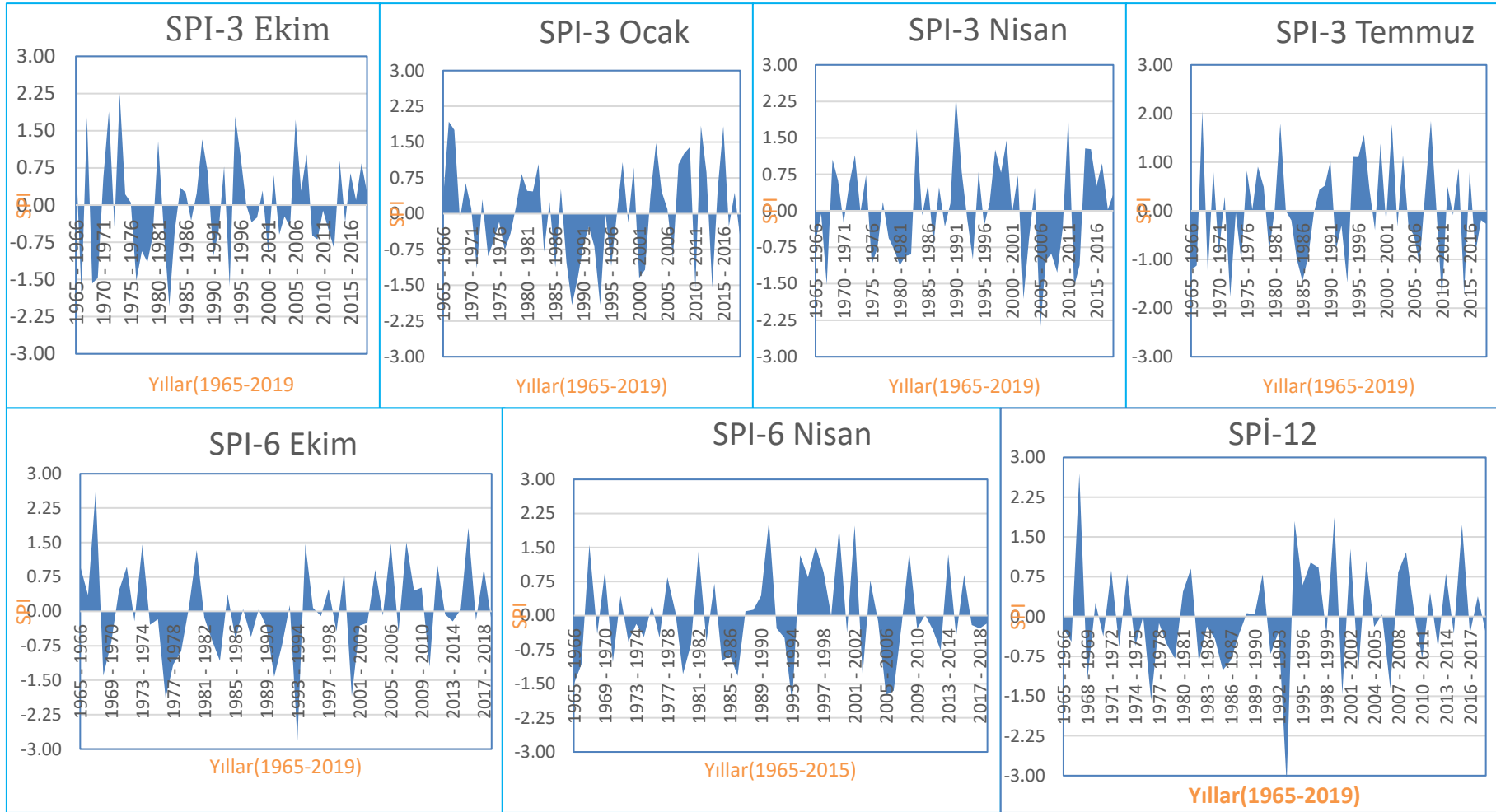
Şekil 4.5. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun 3, 6, ve 12 aylık SPI değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.6. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.6. Devam ediyor.



Şekil 4.7. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

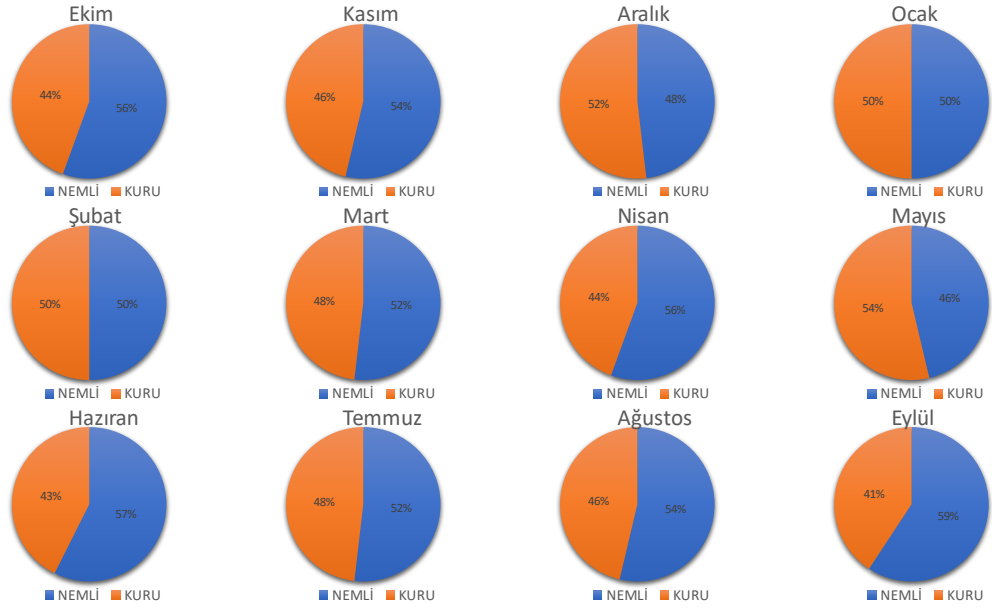
4.4.2. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI)

Bolu istasyonu'nun 1965-2019 yılları arasındaki aylık toplam yağış verileri kullanarak 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman diliminde SPI değerleri sırasıyla SPI-1, SPI-3, SPI-6, SPI-12 olarak incelenmiştir. Aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.8 de ve 3, 6, 12 aylık kurak nemli dönemler ise Şekil 4.9'da gösterilmektedir. Şekillerden anlaşılacağı gibi Bolu İstasyonunun aylık kuraklık yüzdeleri %41 ile %54 arasında değişmektedir. En yüksek kurak dönem Mayıs ayında gerçekleşirken en düşük kurak dönem Eylül ayında kaydedilmiştir.

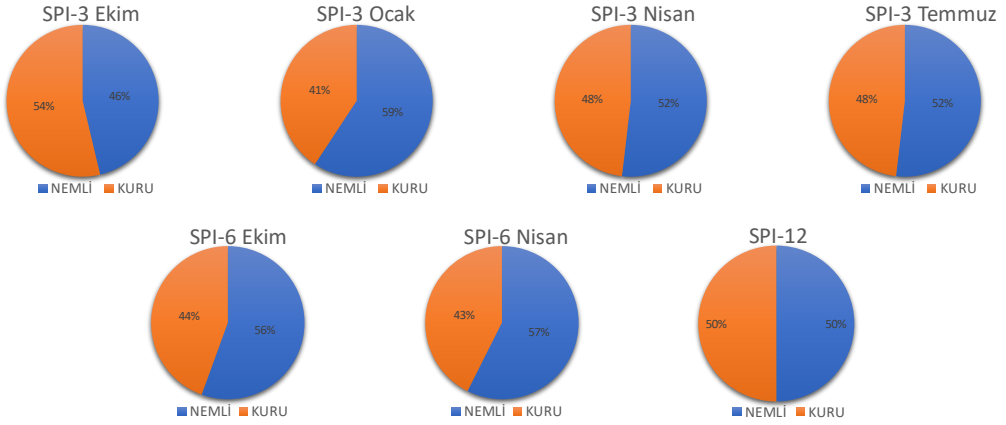
Şekil 4.9'da Bolu Yağış Gözlem İstasyonunun 3, 6 ve 12 aylık SPI kurak/nemli dönem değerleri incelendiğinde, SPI-3 analiz dönemlerine göre en yüksek kurak dönemin %54 ile SPI-3 Ekim ve en düşük kurak dönemin SPI-3 Nisan döneminde gerçekleştiği anlaşılabilir. SPI-6 değerlerine bakıldığında en yüksek kurak dönem % 44 SPI-6 Ekim ve en düşük kurak dönem ise %43 SPI-6 Nisan dönemlerinde gözlenmektedir. SPI-12 değerleri incelendiğinde ise %50 kurak dönem olarak gerçekleşmiştir.

Şekil 4.10'da Bolu Yağış Gözlem İstasyonunun 54 yıllık verilerinden elde edilen 1 aylık SPI değerleri zamansal olarak incelendiğinde "Olağanüstü Kurak" dönemler 1965-2019 yılları arasında 19 ayda gözlenirken, 1992 ve 2003 yıllarında (-3.21) Mayıs ve Haziran aylarında "Olağanüstü Kurak" dönemler gerçekleşmiştir. 1965-2019 yılları arasında 14 ayda "Olağanüstü Nemli" dönemler gözlenirken, en "Olağanüstü Nemli" bir dönem 1975 yılı Nisan ayında (+2.64) gerçekleşmiştir.

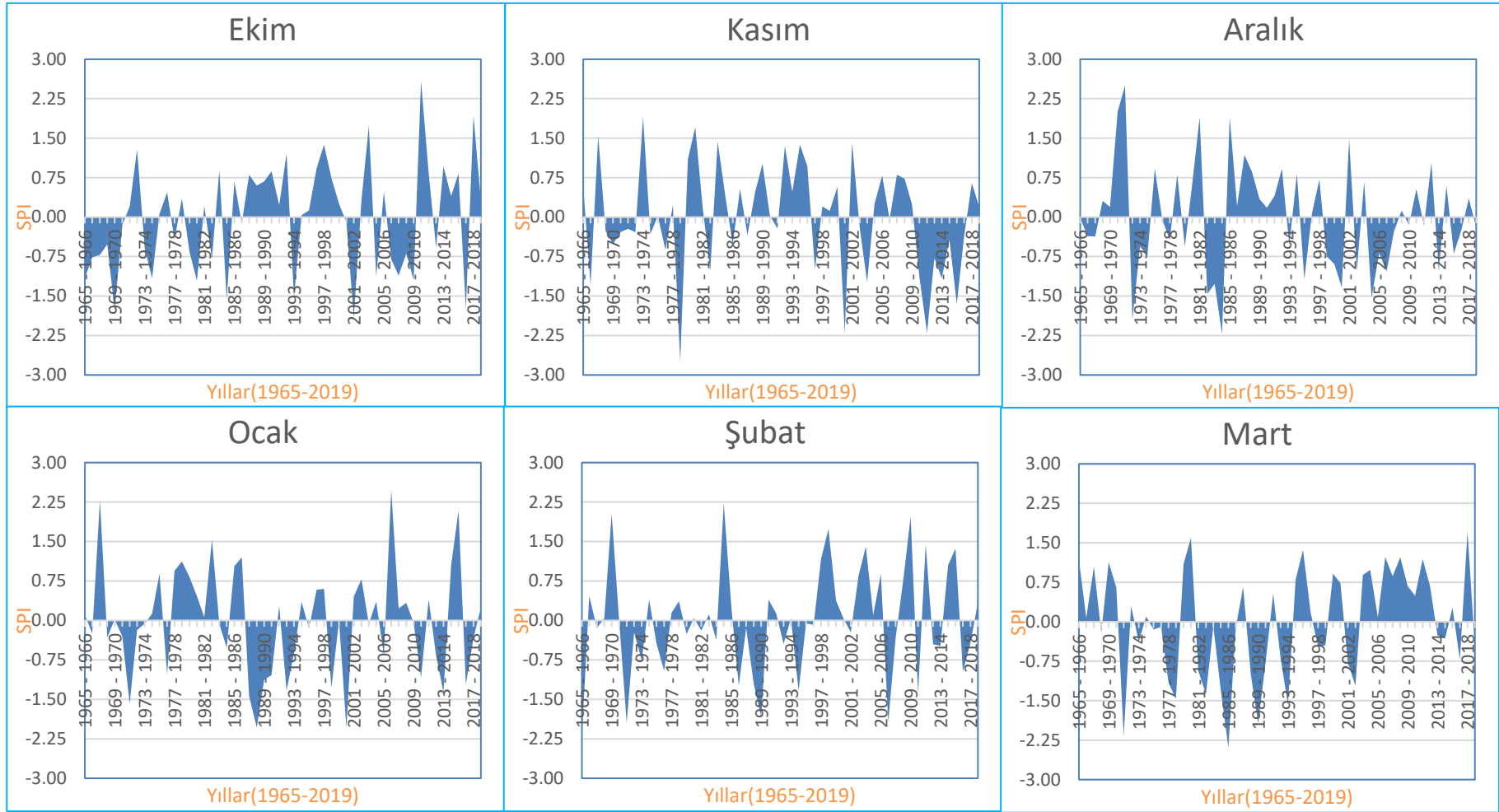
Şekil 4.11'de Bolu İstasyonunun 54 yıllık verilerinden elde edilen 3 aylık SPI zamansal değerleri incelendiğinde, 2001 yılı SPI-3 Ekim, 1972, 1998 ve 1990 yılı SPI-3 Ocak, 2003, 2006, 2014 yılı SPI-3 Nisan, 1985 ve 1994 yılı SPI-3 Temmuz dönemleri "Olağanüstü Kurak" dönemler olarak belirlenirken, 2014 yılı SPI-3 Nisan en yüksek nemli dönem olarak görülmektedir. 6 aylık SPI kurak dönemler incelendiğinde 2001, 2017 yılı SPI-6 Ekim, 1994, 2003 yılı SPI-6 Nisan, "Olağanüstü Kurak" dönemler olarak gerçekleşmektedir. 12 aylık SPI değerlerine göre 1977 ve 1994 yıllarında "Olağanüstü Kurak" dönemler saptanmıştır.



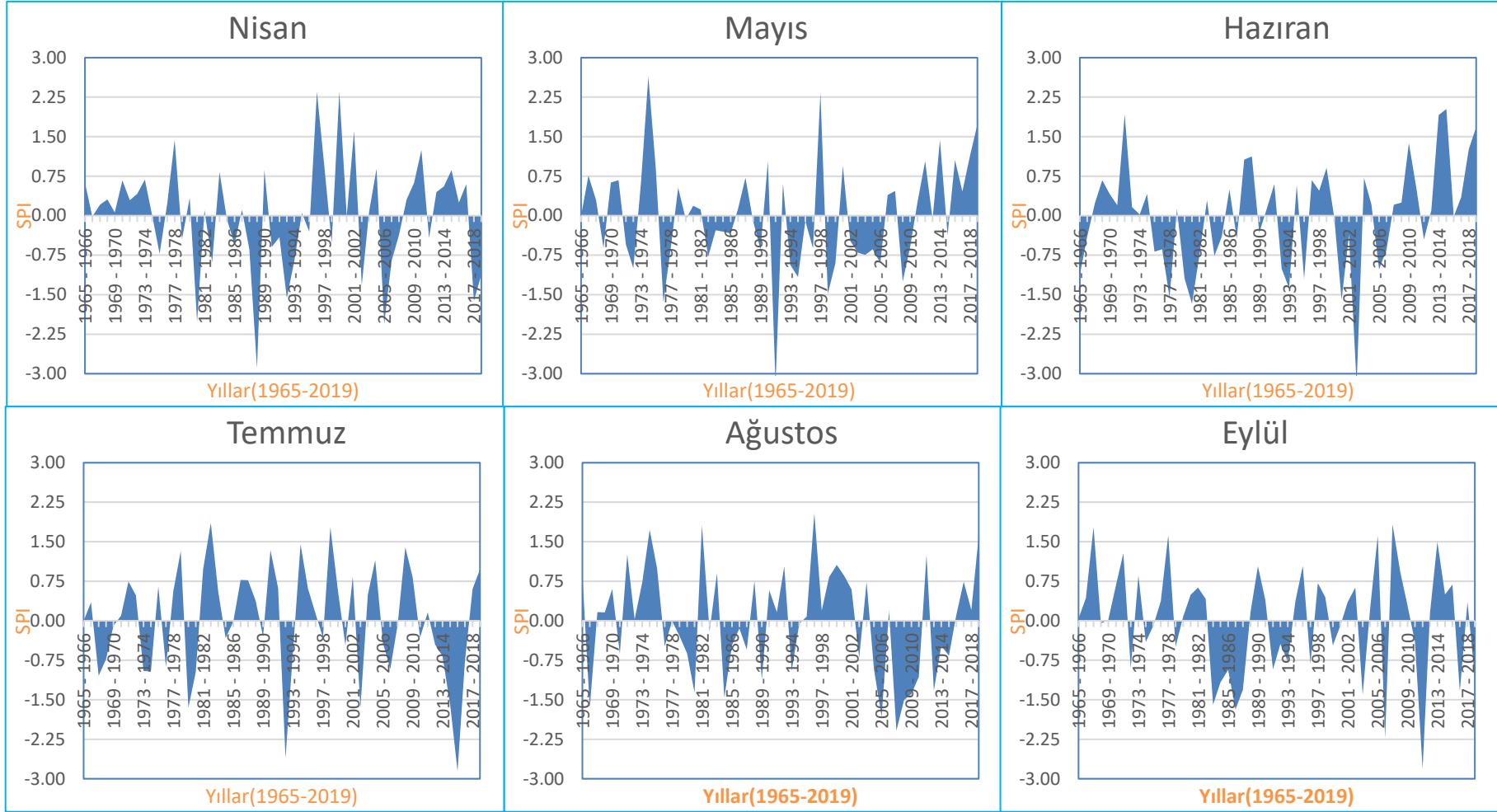
Şekil 4.8. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun aylık SPI-1 değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



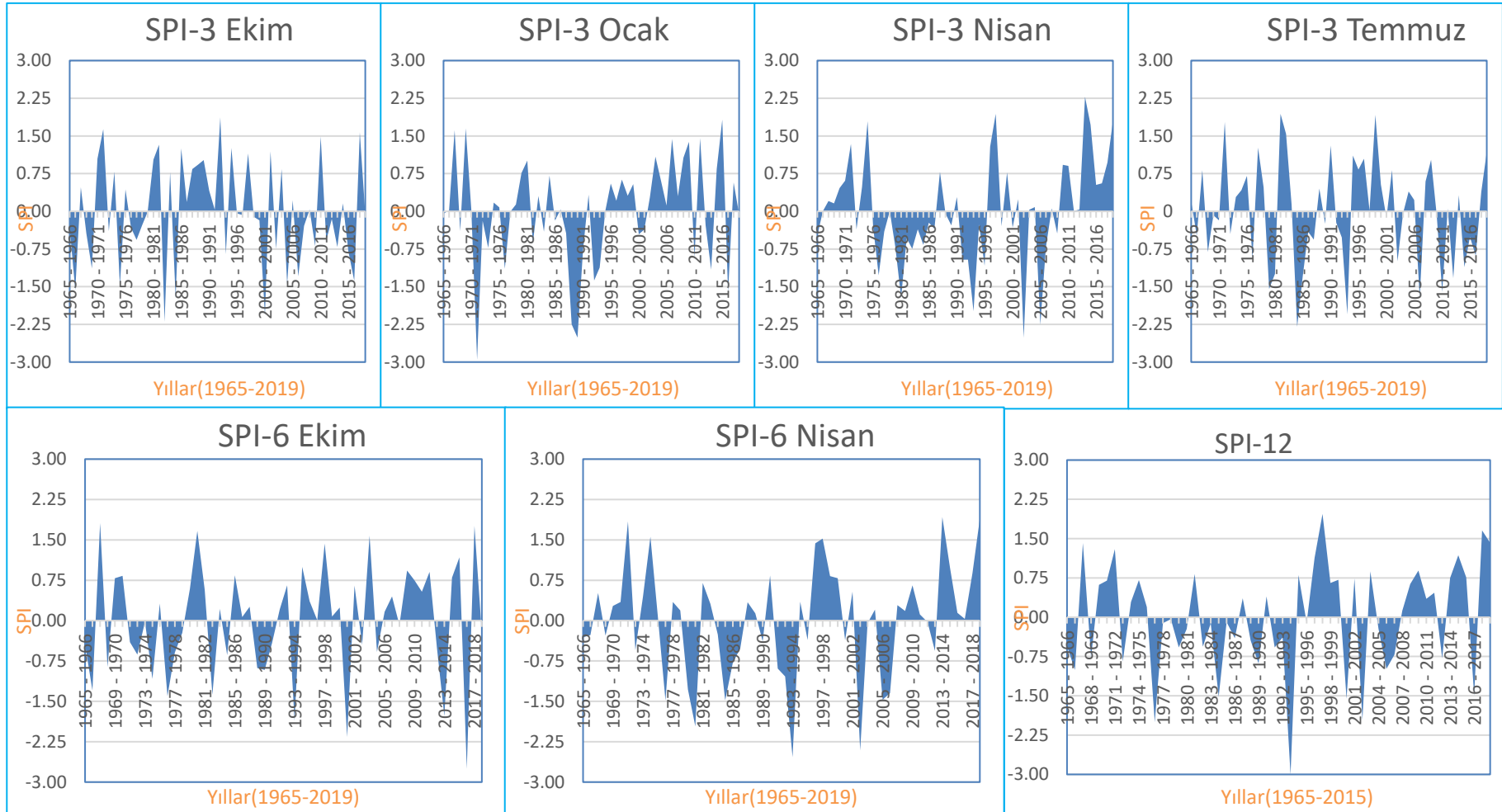
Şekil 4.9. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun aylık SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.10. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.10. devam ediyor.



Şekil 4.11. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

4.4.3. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI)

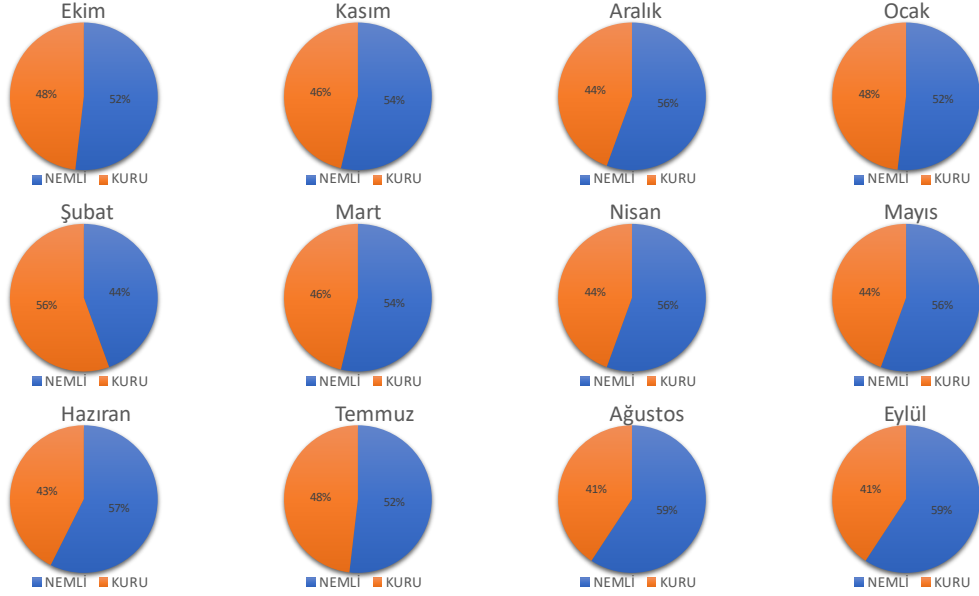
Çerkeş İstasyonu'nun 1965-2019 yılları arasındaki aylık toplam yağış verileri kullanarak 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman diliminde SPI değerleri sırasıyla SPI-1, SPI-3, SPI-6, SPI-12, olarak incelenmiştir. Aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.12 ve 3, 6, 12 aylık kurak/nemli dönemler ise Şekil 4.13'te gösterilmektedir. Şekillerden anlaşılacağı gibi Çerkeş İstasyonunun aylık SPI kuraklık yüzdeleri %41 ile %56 arasında değişmektedir. En yüksek kurak dönem Şubat ayında en düşük kurak dönem ise Ağustos ve Eylül aylarında gerçekleşmiştir.

Şekil 4.13'te Çerkeş İstasyonunun 3, 6, 12 aylık SPI kurak/nemli dönem değerleri incelendiğinde SPI-3 dönemi dikkate alındığında en yüksek kurak dönemin %54 ile SPI-3 Temmuz döneminde, en düşük kurak dönemin ise %48 ile SPI-3 Ocak ve SPI-3 Nisan dönemlerinde meydana geldiğini görülebilmektedir. SPI-6 değerleri incelendiğinde en yüksek kurak dönemin %52 ile SPI-6 Nisan dönemi ve en düşük kurak dönemin ise %44 ile SPI-6 Ekim döneminde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. SPI-12 değerleri incelendiğinde kurak dönem %46 olarak gerçekleşmiştir.

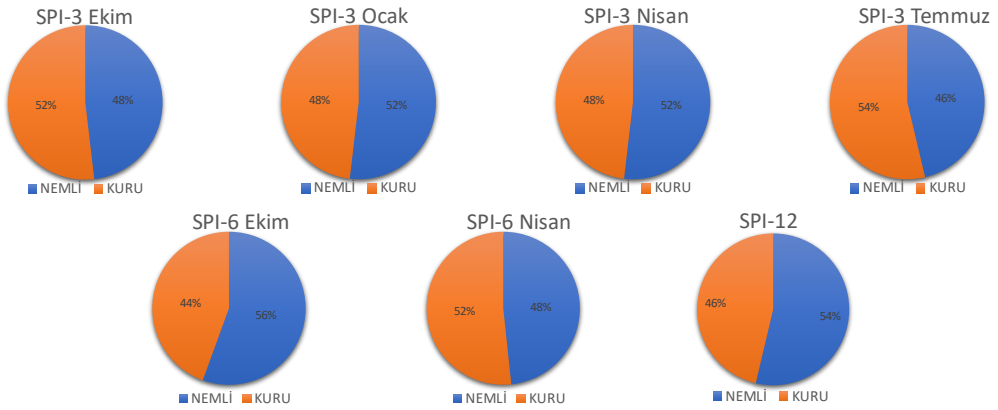
Şekil 4.14'te Çerkeş İstasyonunun 54 yıllık verilerinden elde edilen 1 aylık SPI değerleri incelendiğinde "Olağanüstü Kurak" dönemler 1965-2019 yılları arasındaki toplam 24 ayda gerçekleşirken, 1985 yılı Aralık ayı (-3.08) en "Olağanüstü Kurak" ay olarak saptanmıştır. Ayrıca 1965-2019 yılları arasındaki 11 ayda "Olağanüstü Nemli" dönem olarak gözlenirken, 1973 yılı Şubat ayı (+2.40) en "Olağanüstü Nemli" dönem olarak gözlenmektedir.

Şekil 4.15'te Çerkeş İstasyonu'nun 54 yıllık verilerinden elde edilen 3 aylık SPI zamansal değerleri incelendiğinde, 1967 yılı SPI-3 Temmuz, 1972 yılı SPI-3 Ocak, 1976 yılı SPI-3 Nisan, 1985 yılı SPI-3 Nisan, 1990 yılı SPI-3 Ocak, 1996 yılı SPI-3 Nisan, ve 2012 yılı SPI-3 Nisan dönemleri "Olağanüstü Kurak" dönemler olarak gözlenirken, 1972 yılı SPI-3 Temmuz, 2001 ve 1974 yılı SPI-3 Ekim, 1973 yılı SPI-3 Ocak, 1974 yılı SPI-3 Nisan, dönemleri "Olağanüstü Nemli" dönemler olarak karşımıza çıkmaktadır. 6 aylık SPI değerleri incelendiğinde 1976 yılı SPI-6 Nisan,

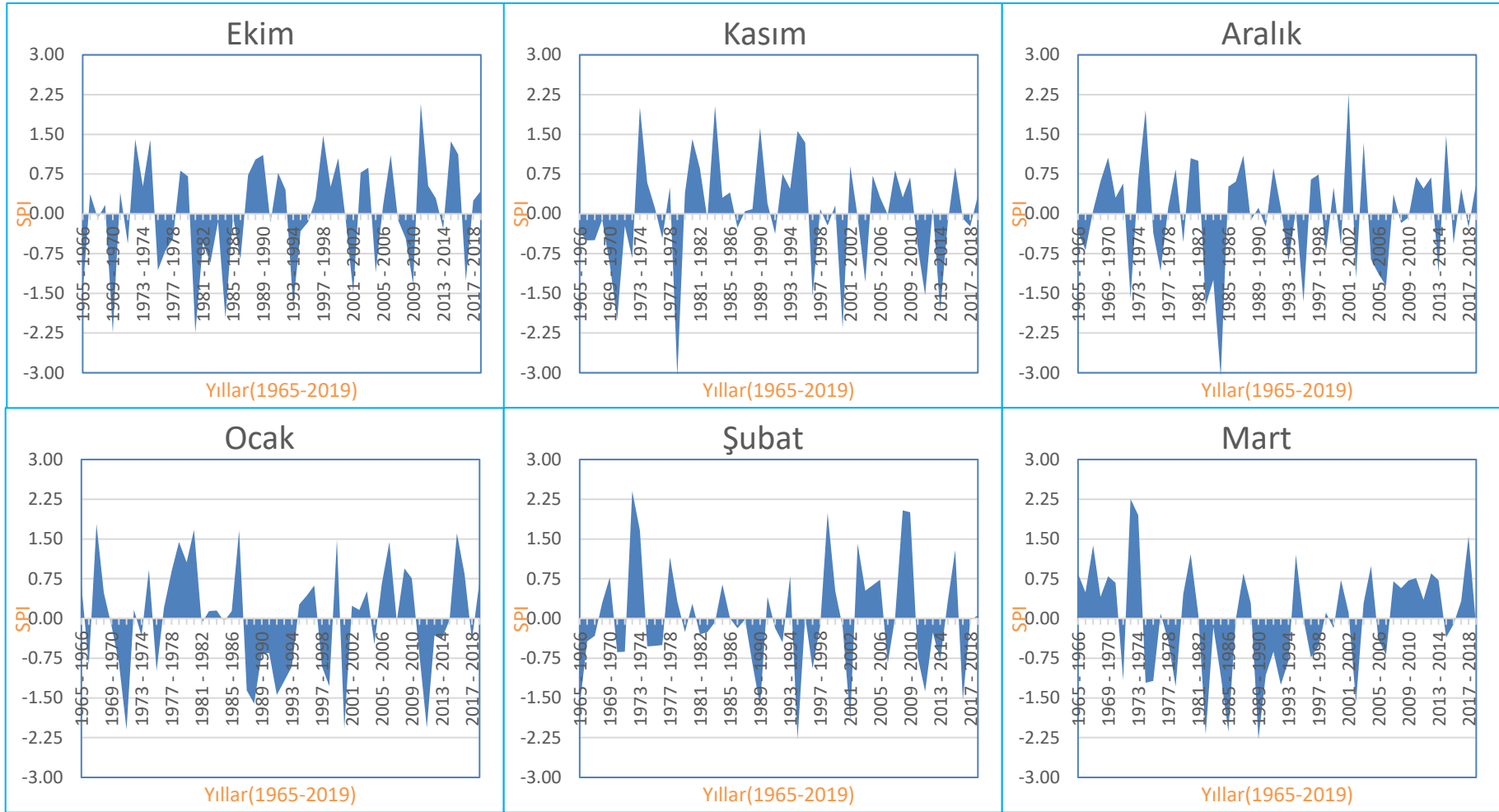
1982 yılı SPI-6 Ekim “Olağanüstü Kurak” dönemleri temsil ederken, 1972 yılı SPI-6 Nisan, 1974 yılı SPI-6 Ekim “Olağanüstü Nemli” dönemler olarak yaşanmıştır. 12 aylık SPI değerlerine göre 1976 yılında SDI-12 “Olağanüstü Kurak” dönemleri temsil ederken 1974 yılı “Olağanüstü Nemli” dönemleri temsil etmektedir.



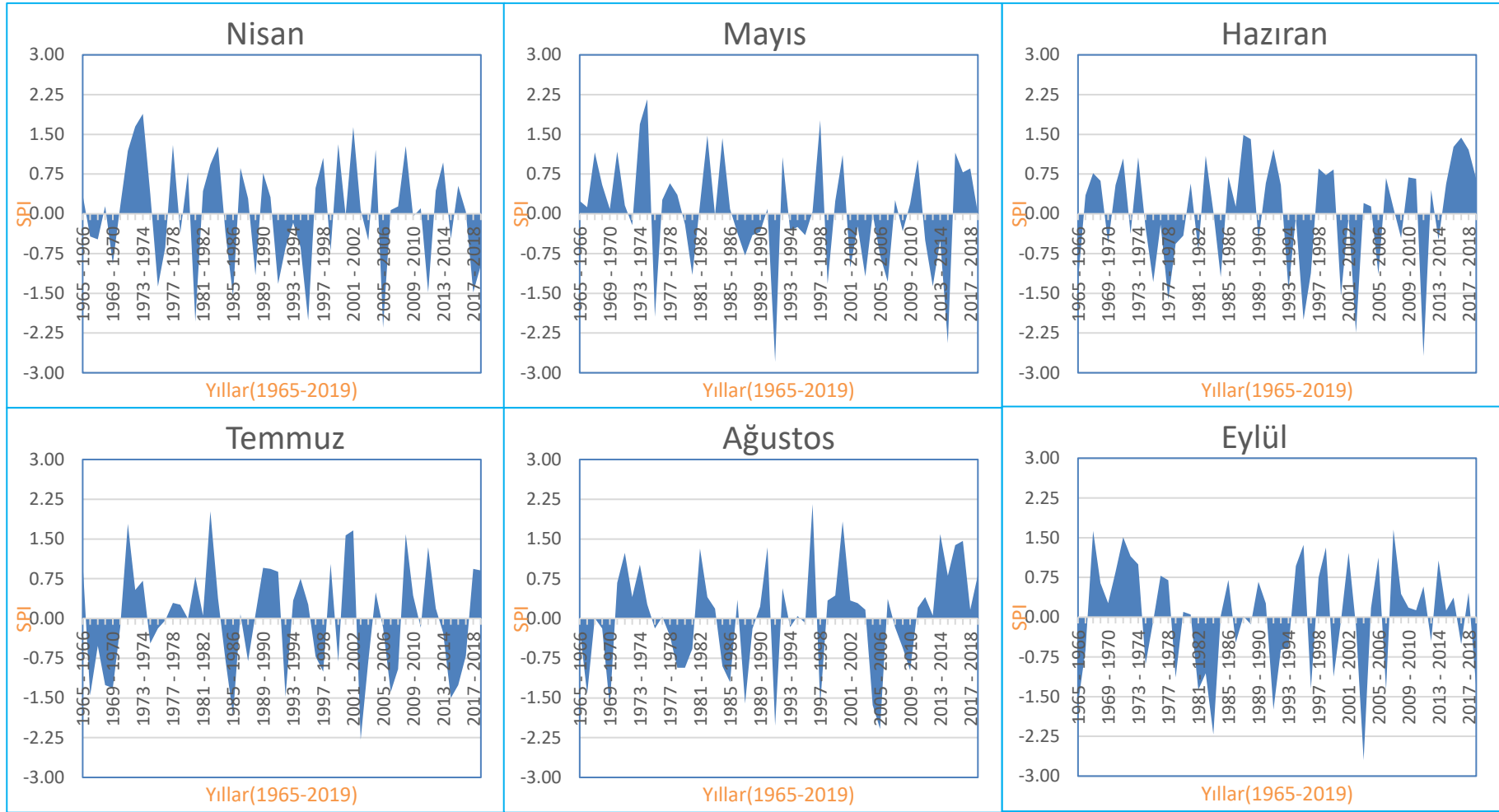
Şekil 4.12. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



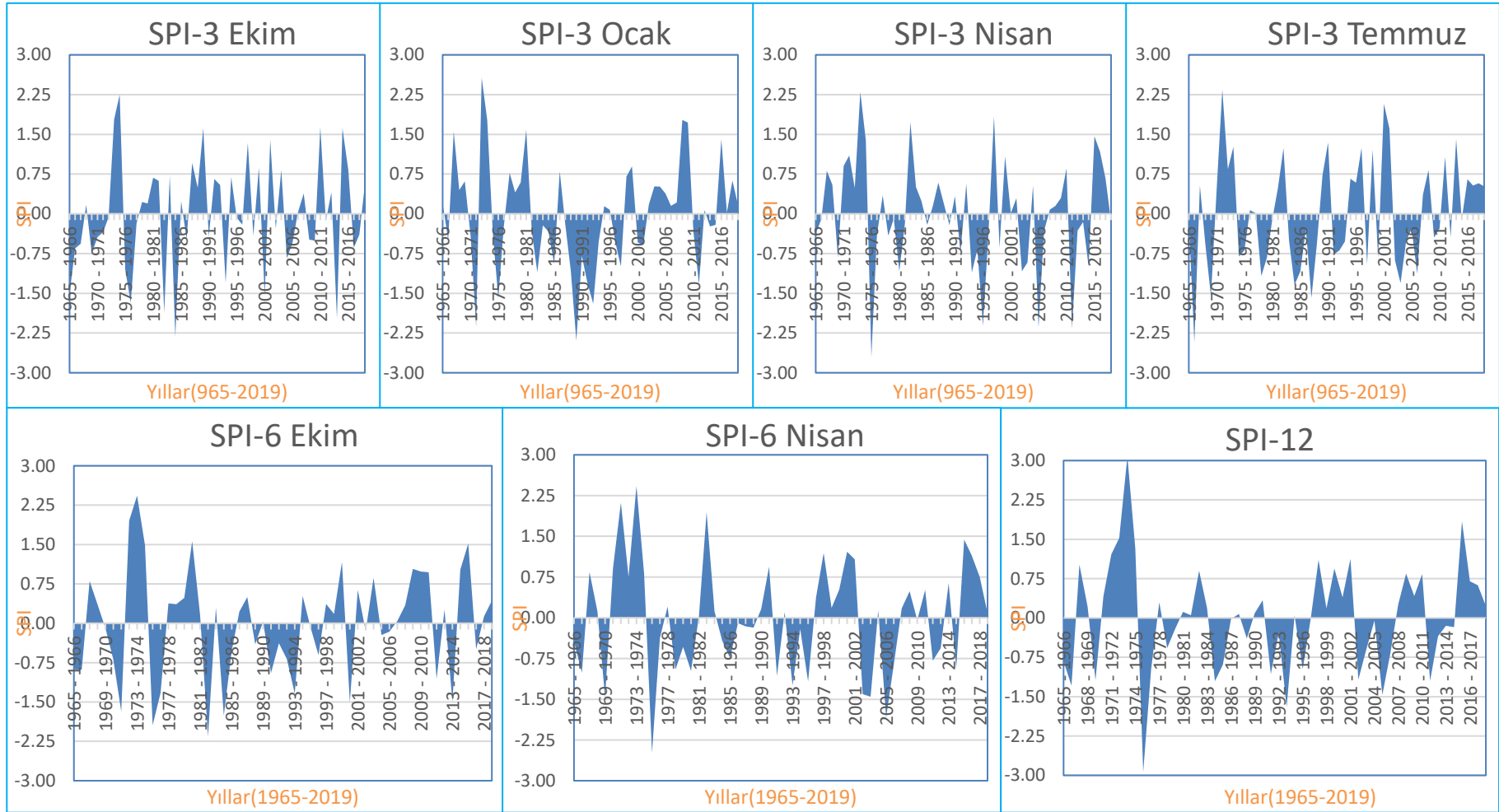
Şekil 4.13. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 VE SPI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.14. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.14. devam ediyor



Şekil 4.15. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

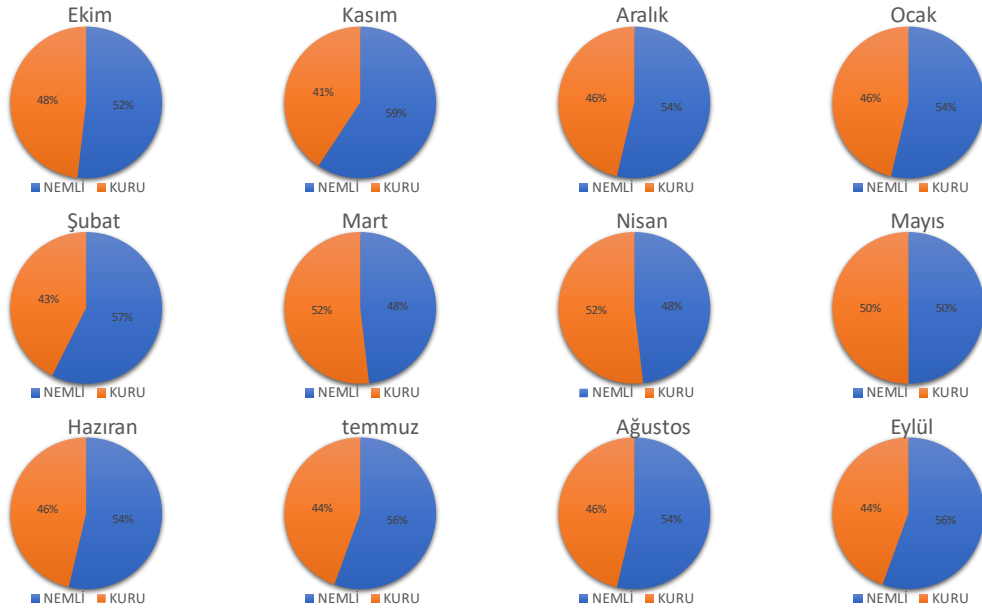
4.4.4. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI)

Ilgaz İstasyonu'nun 1965-2019 yılları arasındaki aylık toplam yağış verileri ele alınarak 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman diliminde SPI değerleri sırasıyla SPI-1, SPI-3, SPI-6, SPI-12, olarak incelenmiştir. SPI-1 Aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.16 ve 3, 6, 12 aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.17'de verilmiştir. Ilgaz istasyonu'nun aylık kuraklık yüzdeleri %41 ile %52 arasında değiştiğini gözlenmektedir. En yüksek kurak dönem Mart ve Nisan aylarında meydana gelirken en düşük kurak dönem Kasım ayında saptanmıştır.

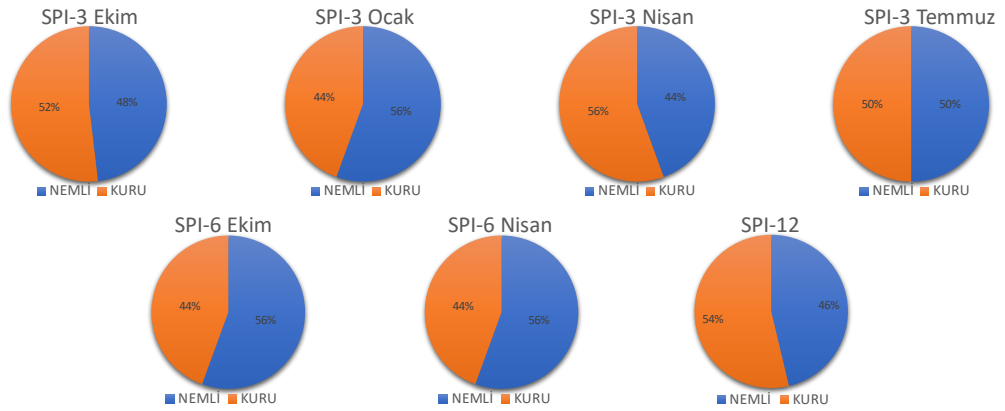
Şekil 4.16. Ilgaz İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık SPI kurak/nemli dönem değerleri incelendiğinde, SPI-3 değerlerin göre %56 SPI-3 Nisan en yüksek kurak dönem en düşük kurak dönem %44 SPI-3 Ocak döneminde geldiği saptanmıştır. SPI-6 değerleri irdelendiğinde en yüksek kurak dönem %54 SPI-6 Nisan ve düşük kurak dönemin %44 SPI-6 Ekim aylarında gerçekleştiğini saptanmıştır. SPI-12 değerleri incelendiğinde %54 en yüksek kurak dönem olarak belirlenmektedir.

Şekil 4.17'de Ilgaz İstasyonu'nun 54 yıllık verilerinden elde edilen 1 aylık SPI değerleri zamansal olarak irdelendiğinde, “Olağanüstü Kurak” dönemin 1965-2019 yılları arasındaki 22 ayda gözlenirken, 1992 yılı Mayıs ayı (-3.5) “Olağanüstü Kurak” ay olarak gerçekleşmiştir. 1965-2019 yılları arasındaki 13 ayda “Olağanüstü Nemli” dönemler gerçekleşirken 1974 yılı Mayıs ayı (+3.20) “Olağanüstü Nemli” ay olarak karşımıza çıkmaktadır.

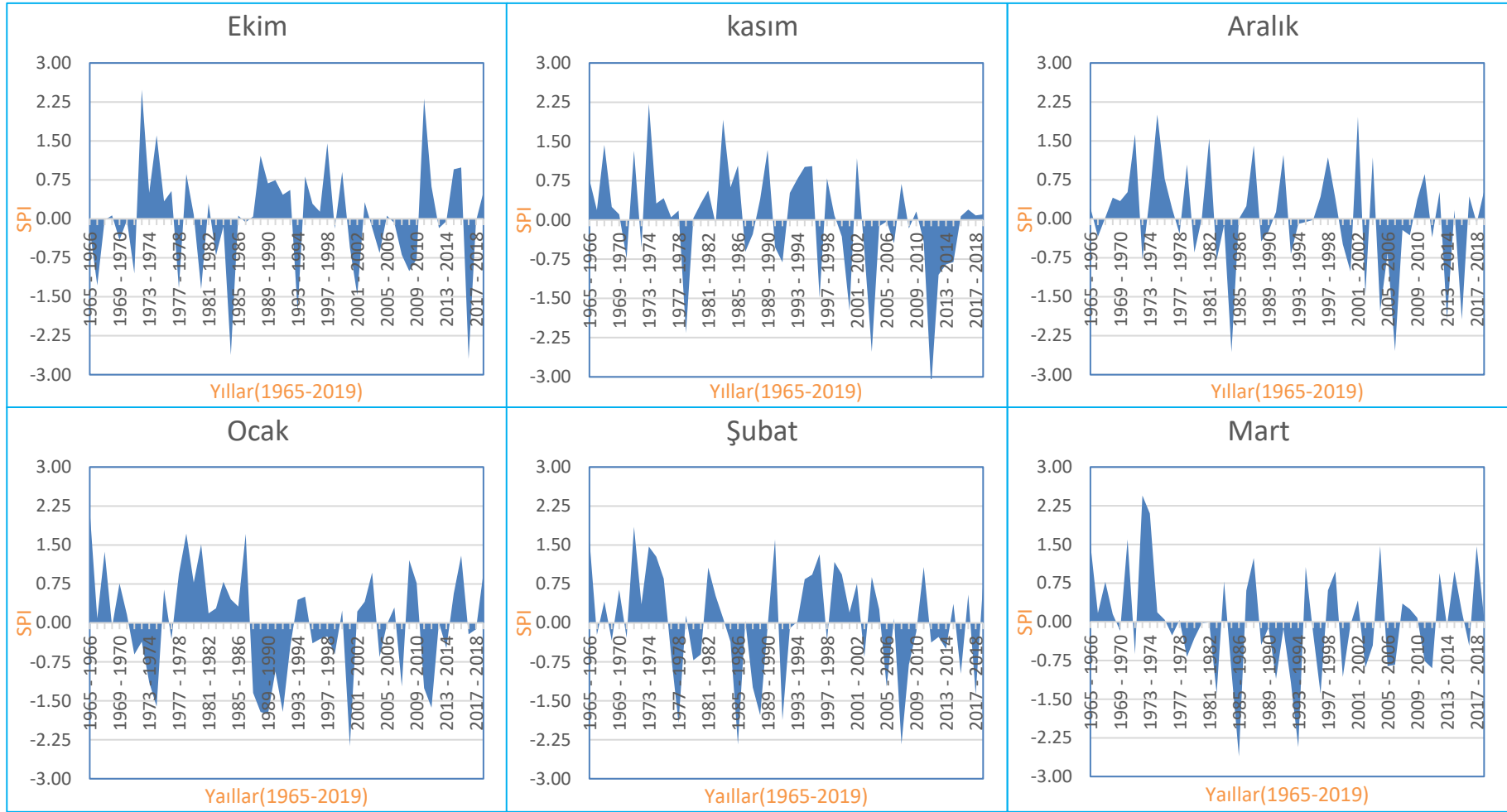
Şekil 4.18'de Ilgaz İstasyonu'nun 54 yıllık verilerinden elde edilen 3 aylık SPI zamansal değerleri incelendiğinde 2001 yılı SPI-3 Ekim, 2012 yılı SPI3 Ocak, 1981 yılı SPI-3 Nisan, 1988 yılı SPI-3 Temmuz dönemleri “Olağanüstü Kurak” dönemler olarak tespit edilirken, 1975 yılı SPI-3 Ekim, 1973 yılı SPI-3 Ocak, 1972 ve 1974 yılı SPI-3 Nisan ve 1972 yılı SPI-3 Temmuz dönemleri “Olağanüstü Nemli” dönemler olarak saptanmıştır. 6 aylık SPI değerleri incelendiğinde 2001 yılı SPI-6 Ekim dönemin “Olağanüstü Kurak” bir dönem olduğu gözlenmiştir. 12 aylık SPI değerlerine göre herhangi “Olağanüstü Kurak” dönem görülmemekte olup 1972, 1973 ve 1974 yılı SPI-12 “Olağanüstü Nemli” bir dönem olarak saptanmıştır.



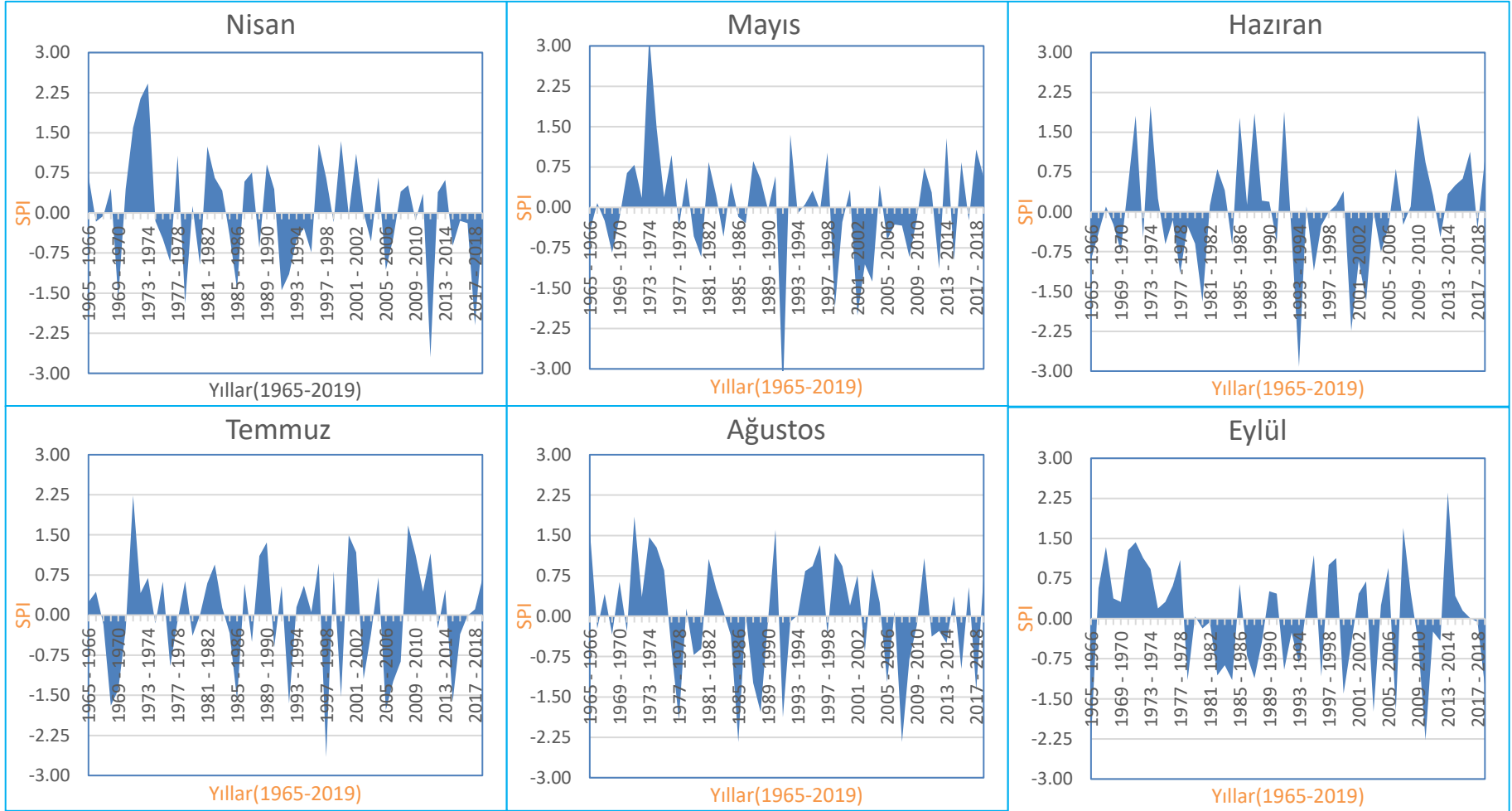
Şekil 4.16. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



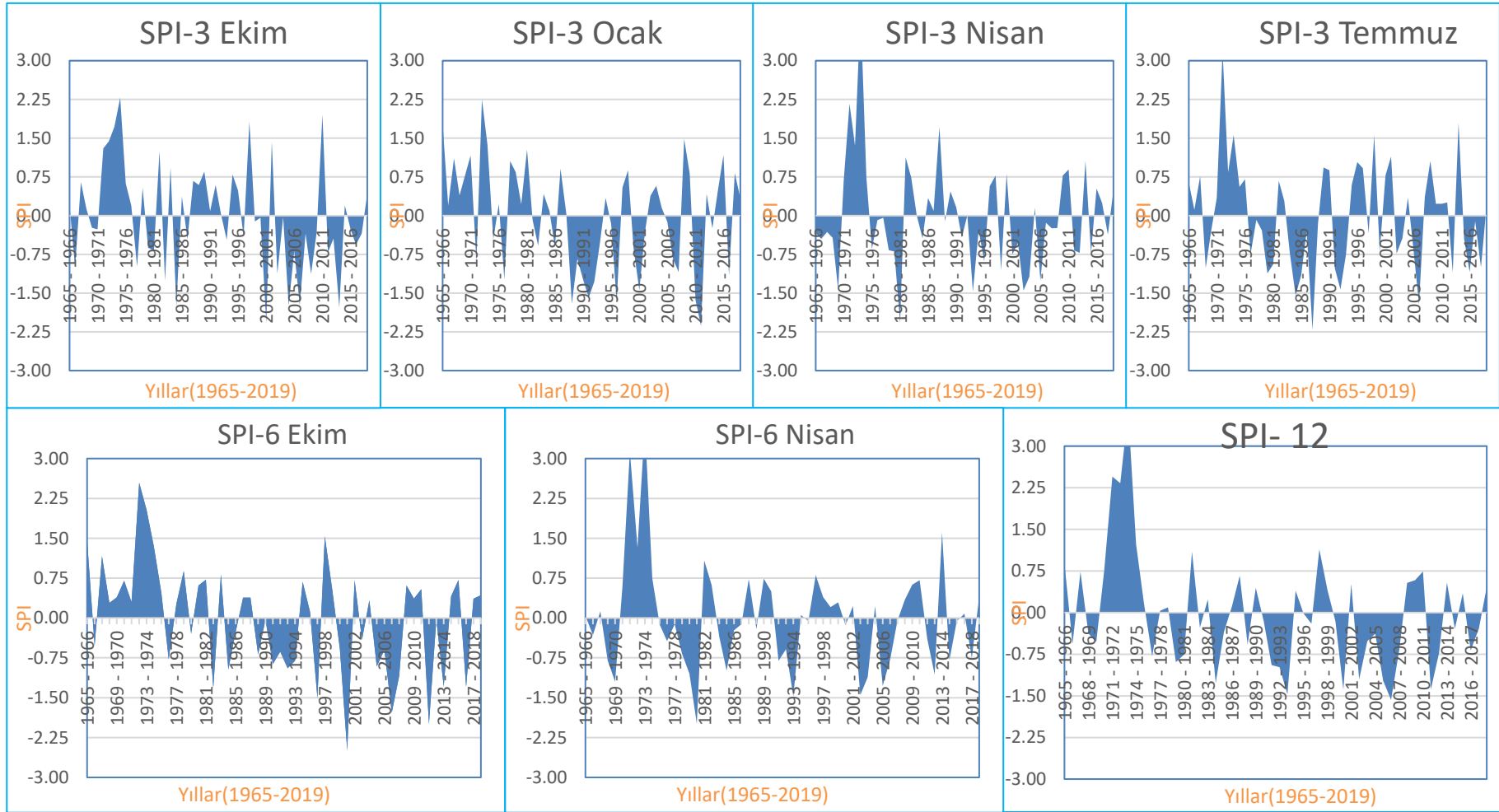
Şekil 4.17. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 VE SPI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.18. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.18. devam ediyor



Şekil 4.19. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3 SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

4.4.5. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI)

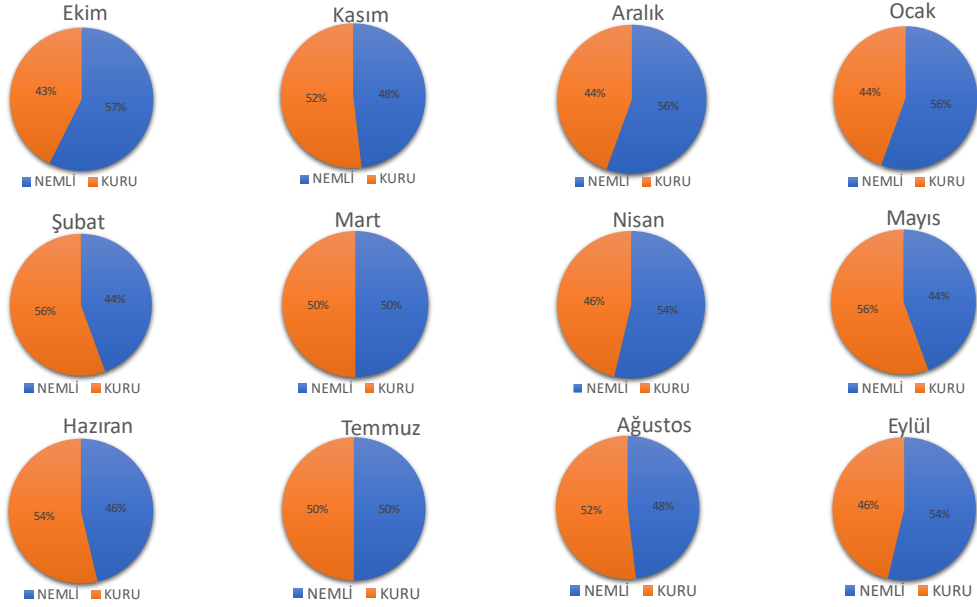
Ilgaz İstasyonu'nun 1965-2019 yılları arasındaki aylık toplam yağış verileri kullanarak 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman diliminde SPI değerleri sırasıyla SPI-1, SPI-3, SPI-6, SPI-12, olarak incelenmiştir. Aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de ve 3, 6, 12 aylık kuru/nemli dönemleri Şekil 4.20'de verilmiştir. Ilgaz istasyonunun aylık kuraklık yüzdeleri %43 ile %56 arasında değişmektedir. En yüksek kurak dönem Şubat ve Mayıs aylarında gerçekleşirken en düşük kurak dönem Ekim ayında gözlenmiştir.

Şekil 4.21'de Ilgaz İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık SPI kurak/nemli dönem değerleri incelendiğinde, SPI-3 dönemlerine göre en yüksek kurak dönem %54 ile SPI-3 Ekim, en düşük kurak dönem ise %44 ile SPI-3 Ocak dönemlerinde ortaya çıktığını gözlenmektedir. SPI-6 dönemlerin değerleri incelendiğinde en yüksek kurak dönemin %57 ile SPI-6 Nisan ve düşük kurak dönemin ise %50 ile SPI-6 Ekim dönemlerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. SPI-12 değerleri incelendiğinde %46 oranında kurak dönemin varlığı saptanmıştır.

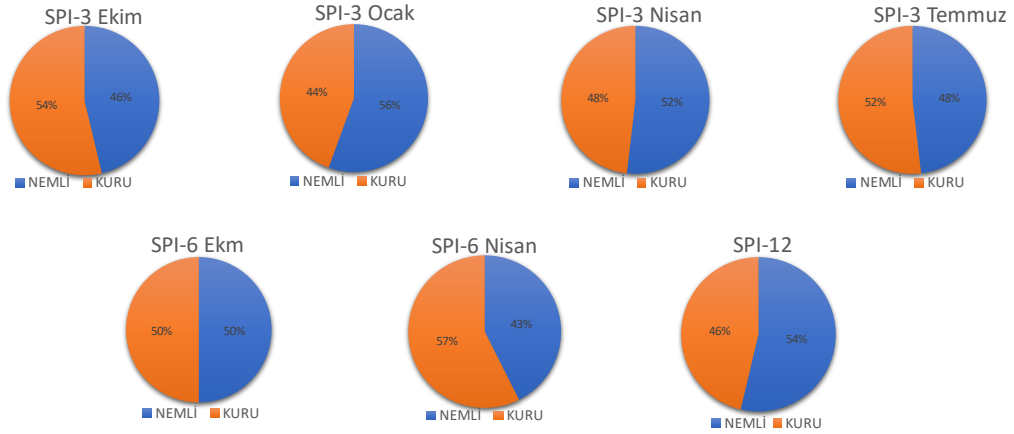
Şekil 4.22'de Ilgaz İstasyonu'nun 54 yıllık verilerini kullanarak 1 aylık zaman diliminde SPI zamansal değerleri incelendiğinde, "Olağanüstü Kurak" dönemlerin 1965-2019 'e kadar olan zaman dilimleri içerisinde 15 ayda gözlemlendiği ve 2006 yılı Nisan ayında (-3.55) "Olağanüstü Kurak" dönemler olarak yaşanmış olduğu tespit edildiği görülebilmektedir. 1965-2019 yılları arasındaki 15 ayda ise "Olağanüstü Nemli" dönemlerin varlığı saptanırken, 1968 yılı (+3.07) Ocak ayının "Olağanüstü Nemli" bir ay olarak hissedildiği saptanmıştır.

Şekil 4.23'de Ilgaz İstasyonu'nun 54 yıllık verilerinden ele edilen 3 aylık SPI zamansal değerleri incelendiğinde 2011 yılı SPI-3 Ekim, 1968, 2003, 2006 yılı SPI-3 Nisan, "Olağanüstü Kurak" dönemleri temsil ederken, 1968 yılı SPI-3 Ocak, 1974 yılı SPI-3 Ekim, 1991 yılı SPI-3 Nisan, 1982 yılı SPI-3 Temmuz, "Olağanüstü Nemli" dönemleri temsil etmektedir. 6 aylık SPI zamansal değerleri incelendiğinde 2006, 2011 yılı SPI-6 Ekim ve 2007 yılı SPI-6 Nisan dönemlerinde "Olağanüstü Kurak" dönemlerin varlığı saptanmıştır. 1968 yılı SPI-6 Ekim ve 1991 yılı SPI-6 Nisan dönemlerinde ise "Olağanüstü nemli" dönemler meydana gelmiş olduğu tespit

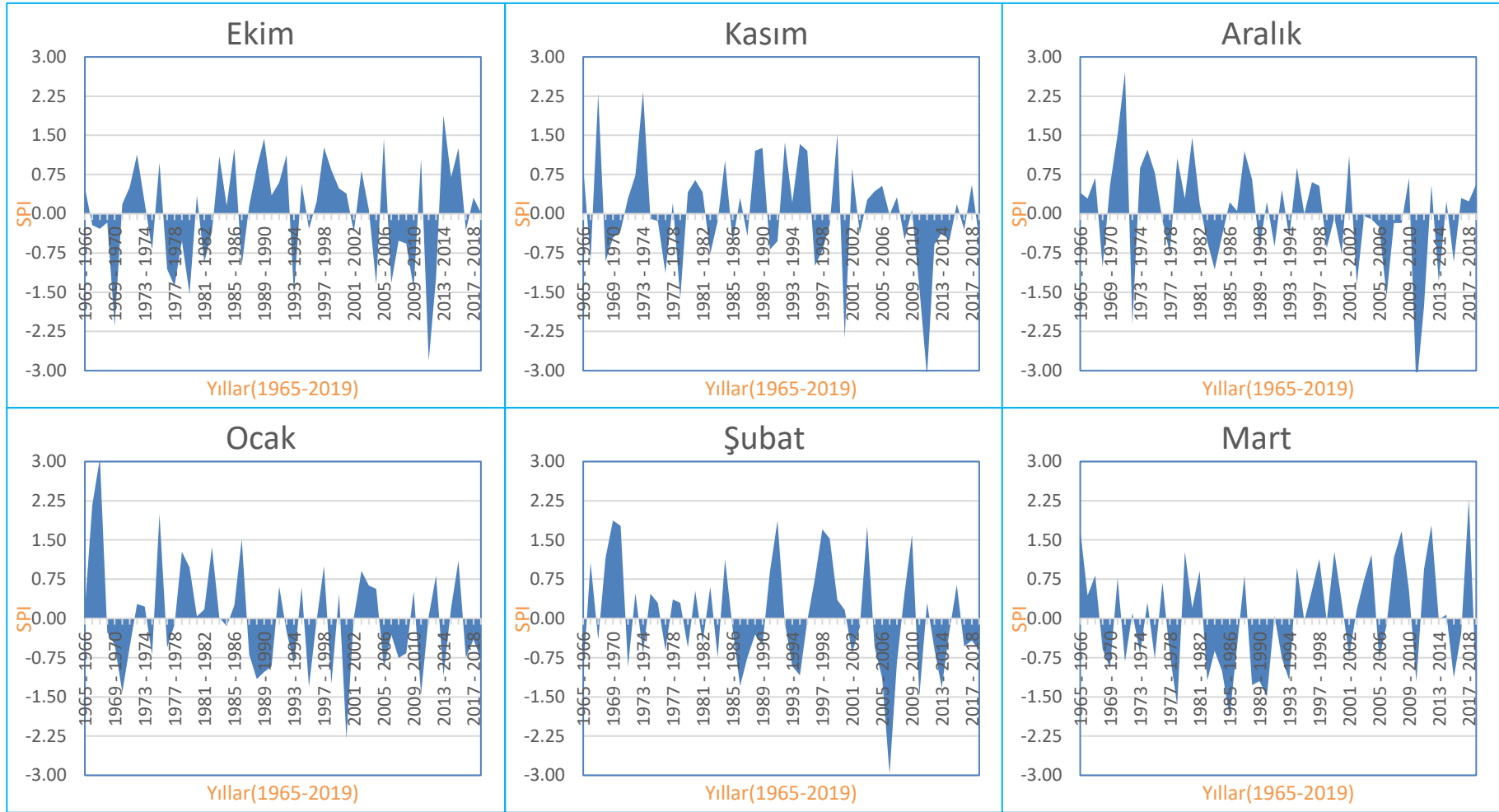
edilmiştir. 12 aylık SPI zamansal değerlerine göre 2007 ve 2011 yılları, “Olağanüstü Kurak” dönemler olarak gerçekleşirken, 1968 yılı, “Olağanüstü Nemli” bir dönem olarak saptanmıştır.



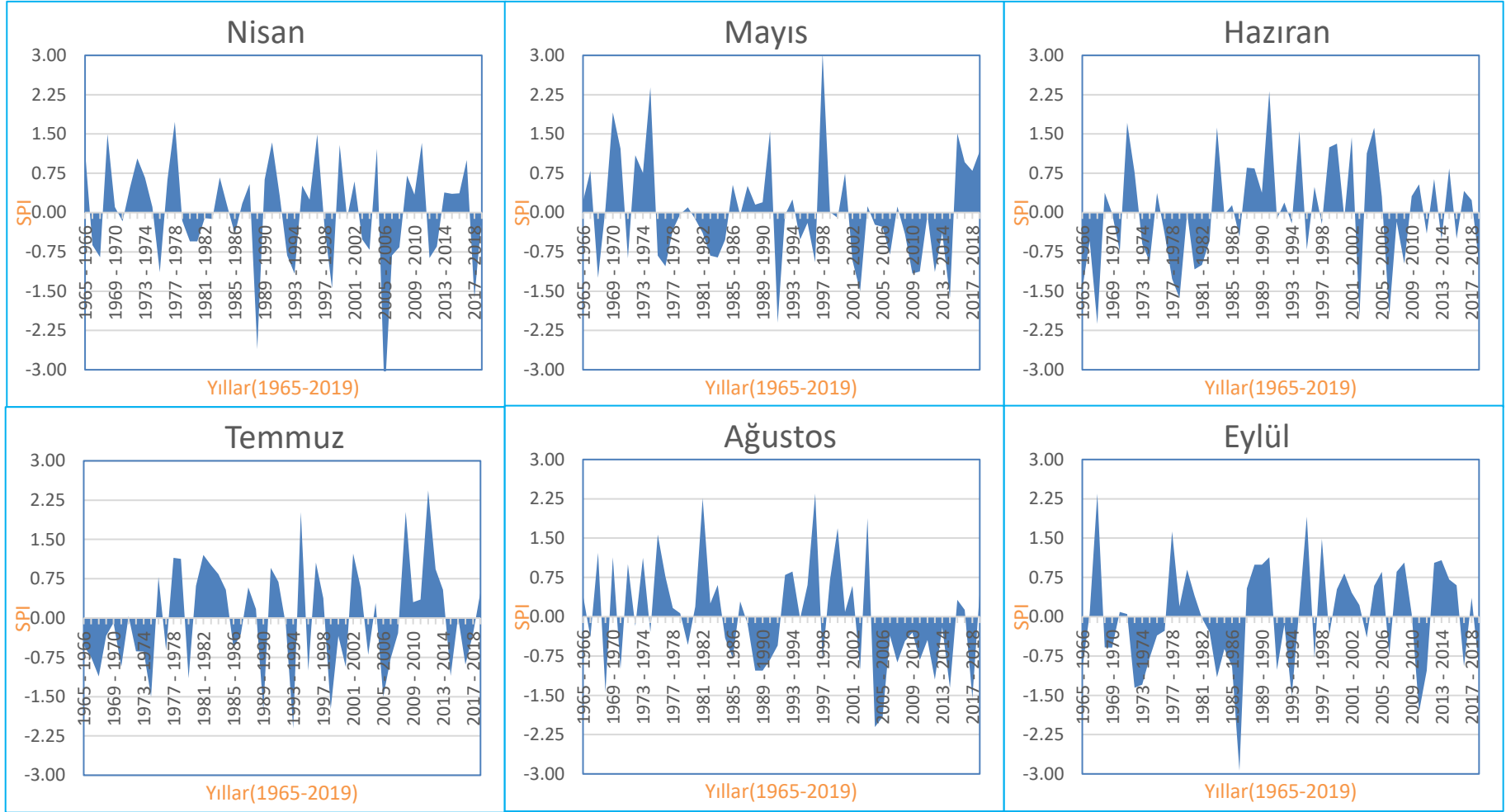
Şekil 4.20. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



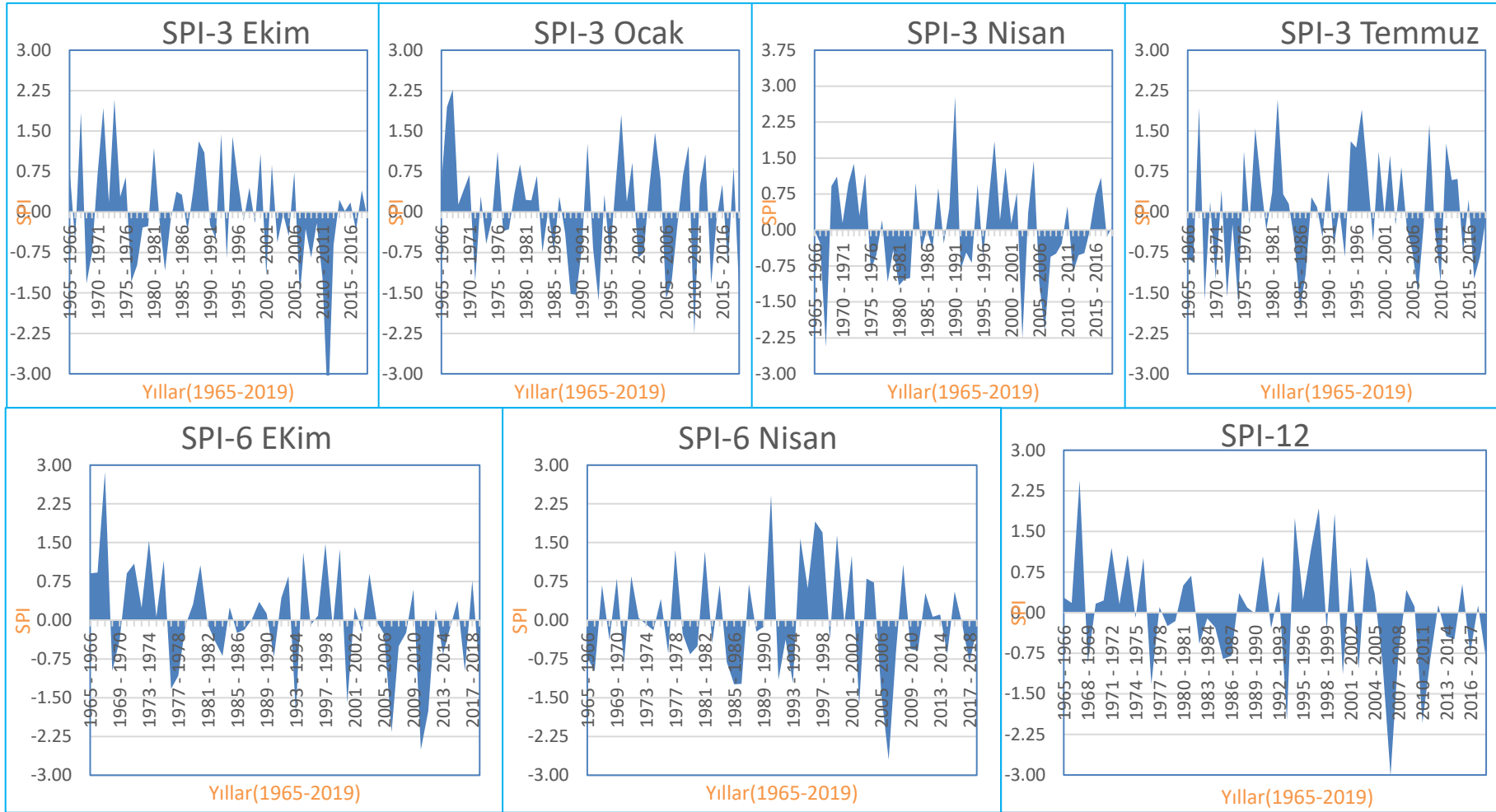
Şekil 4.21. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-3, ve SPI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.22. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.22. devam ediyor.



Şekil 4.23. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

4.4.6. (17022) Nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun Standart Yağış İndeksi (SPI)

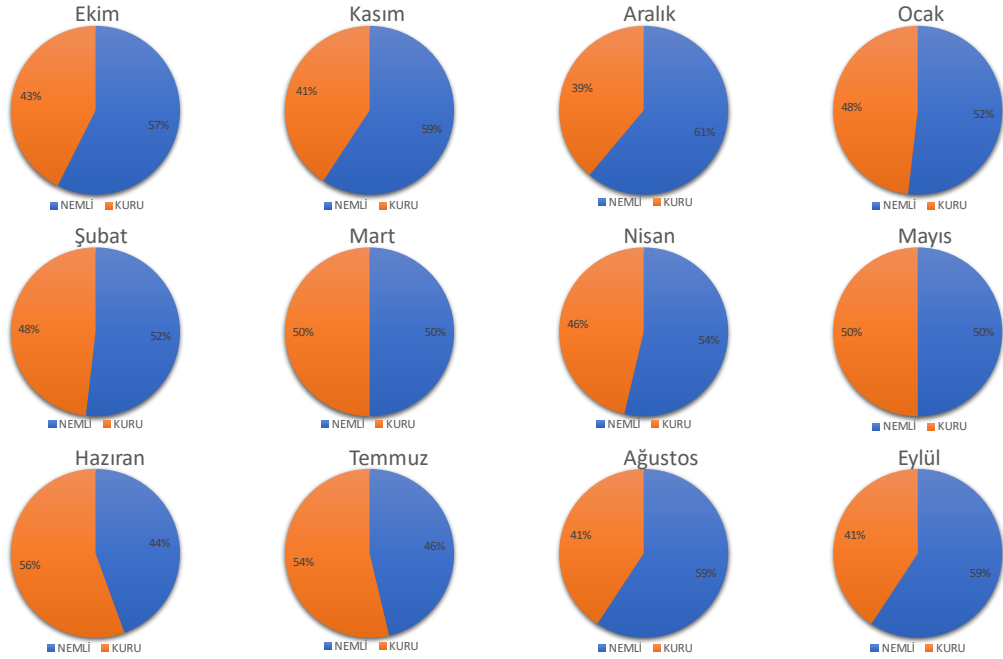
Zonguldak İstasyonu'nun 1965-2019 yılları arasındaki aylık toplam yağış verilerinden elde edilen 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman diliminde SPI değerleri sırasıyla SPI-1, SPI-3, SPI-6, SPI-12, olarak incelenmiştir. Aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.24'te ve 3, 6, 12 aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.25 'de verilmiştir. Aylık SPI değerlerinin verildiği şekilllerden aylık kuraklık oranı %39 ile %56 arasında değişmektedir. En yüksek kurak dönem Haziran ayında gerçekleşirken en düşük kurak dönem Aralık ayında gerçekleşmiştir.

Şekil 4.25'te Zonguldak İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık SPI kurak/nemli dönem değerlerinin incelendiğinde, SPI-3 dönemlerine göre en yüksek kurak dönemin %52 ile SPI-3 Nisan dönemi ve en düşük kurak dönemin ise %41 ile SPI-3 Ekim dönemlerinde gerçekleşmiştir. SPI-6 değerleri irdelendiğinde en yüksek kurak dönemin %48 ile SPI-6 Nisan ve en düşük kurak dönemin ise %44 SPI-6 Ekim dönemlerinde ortaya çıktığı gözlenmiştir. SPI-12 değerleri incelendiğinde ise %48'lik bir kurak dönemin varlığından söz edilebilmektedir.

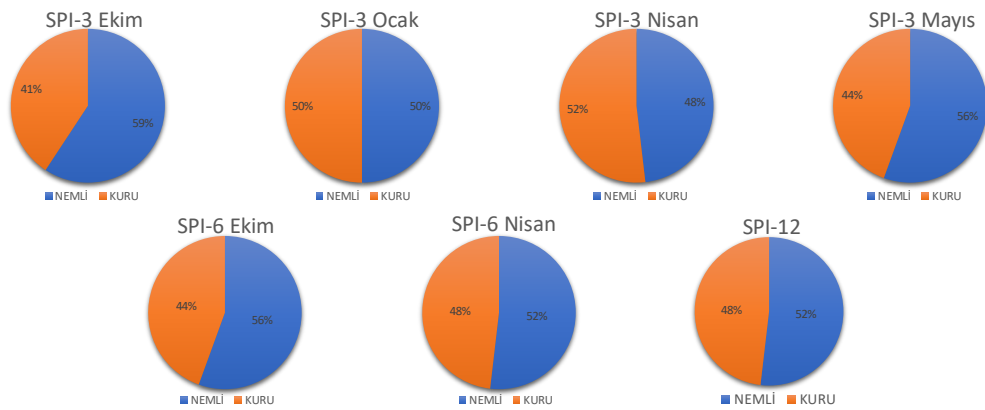
Şekil 4.26 'de Zonguldak İstasyonu'nun 54 yıllık verileri kuullanarak 1 aylık SPI zamansal değerleri irdelendiğinde, “Olağanüstü Kurak” dönemlerin 1965-2019 yılları arasındaki 18 ayda gözlenirken, 2011 yılı (-3.79) Aralık ayında “Olağanüstü Kurak” bir ay yaşanmış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca “Olağanüstü Nemli” dönemlerin 1965-2019 yılları arasındaki 10 ayda meydana geldiği ve 1998 yılı (+2.80) Mayıs ayında “Olağanüstü Nemli” bir ayın yaşanmış olduğu saptanmıştır.

Şekil 4.27'de Zonguldak İstasyonu'nun 54 yıllık verilerinden elde edilen 3 aylık SPI zamansal değerleri irdelendiğinde 2011 yılı SPI-3 Ekim, 1972, 1989 yılları SPI-3 Ocak, 1976 ve 2013 yılları SPI-3 Nisan, 1969 ve 2011 yılları SPI-3 Temmuz dönemlerinde “Olağanüstü Kurak” dönemlerin varlığı gözlenirken, 2000 yılı SPI-3 Temmuz döneminde “Olağanüstü Nemli” dönemin varlığı saptanmıştır. 6 aylık SPI zamansal değerleri incelendiğinde 2012 yılı SPI-6 Ekim “Olağanüstü Kurak” bir dönem olarak karşımıza çıkarken, 1995 yılı SPI-6 Ekim, 1991, 1997 ve 2000

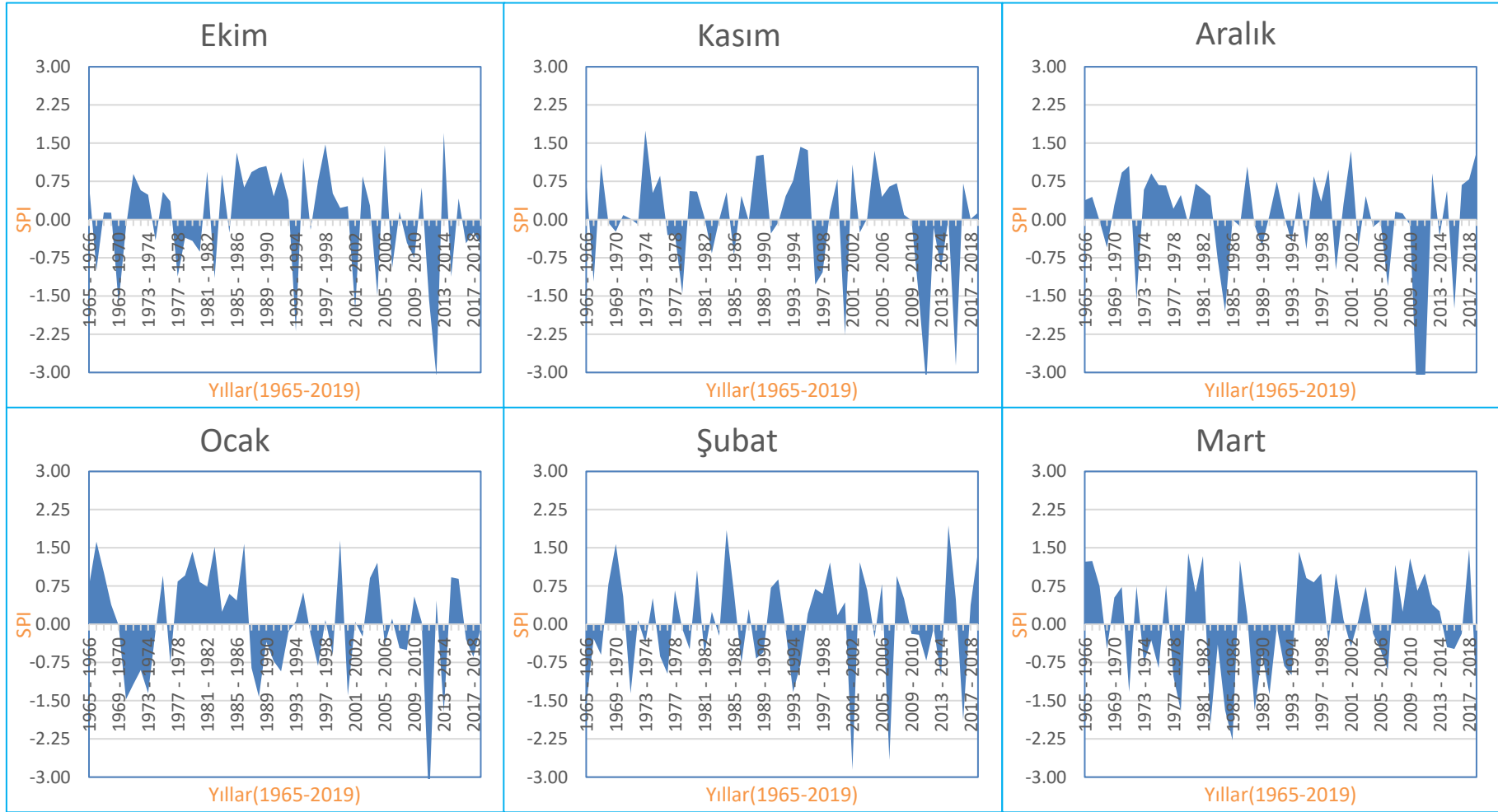
yıllarındaki SPI-6 Nisan dönemleri, “Olağanüstü Nemli” dönemler olarak gerçekleştiği saptanmıştır. 12 aylık SPI zamansal değerleri irdelendiğinde ise 2000 yılı, “Olağanüstü Nemli” bir yıl olarak, 2012 yılı ise “Olağanüstü Kurak” bir yıl olarak karşımıza çıkmaktadır.



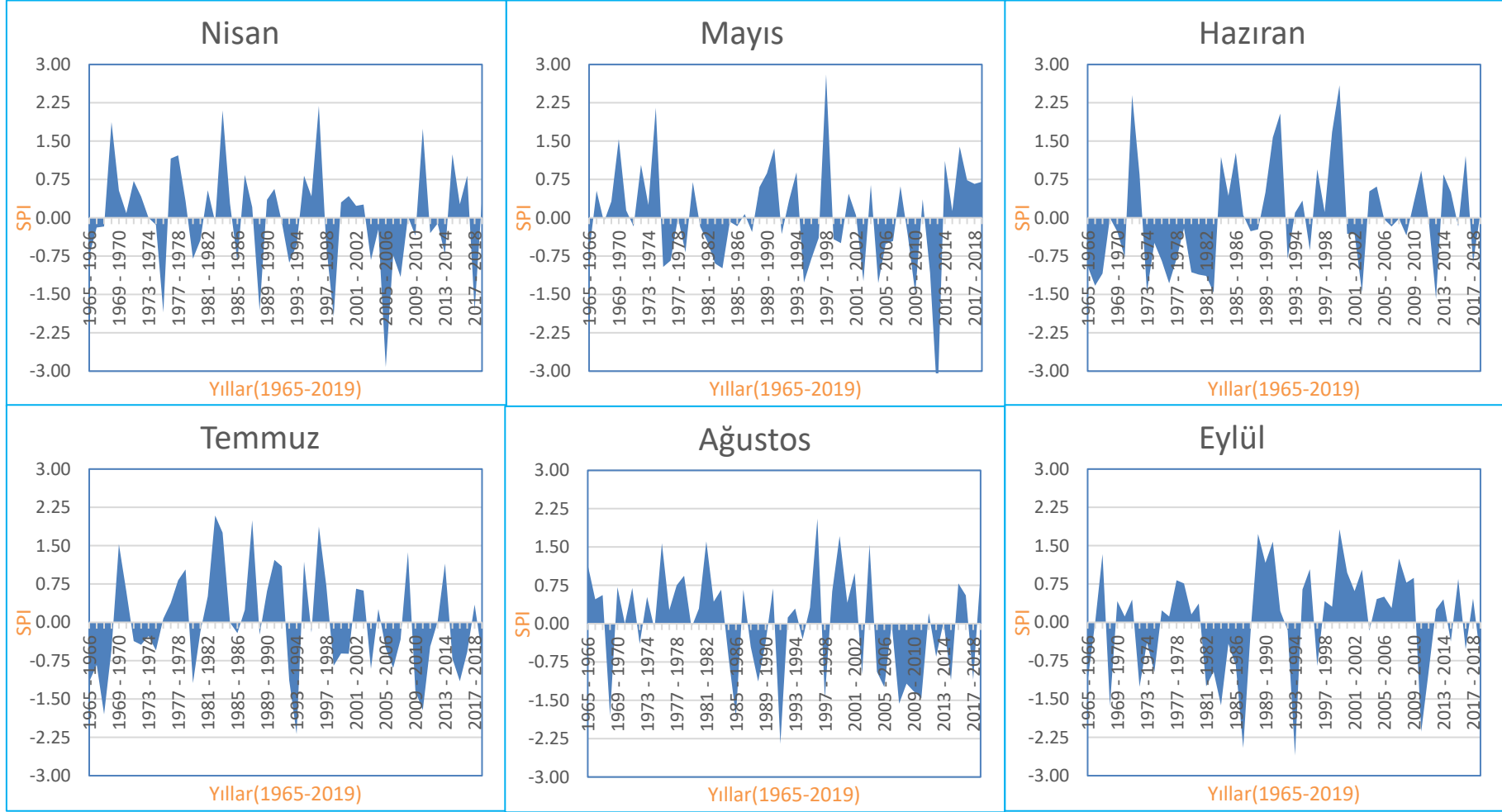
Şekil 4.24. (17615) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu’nun SPI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



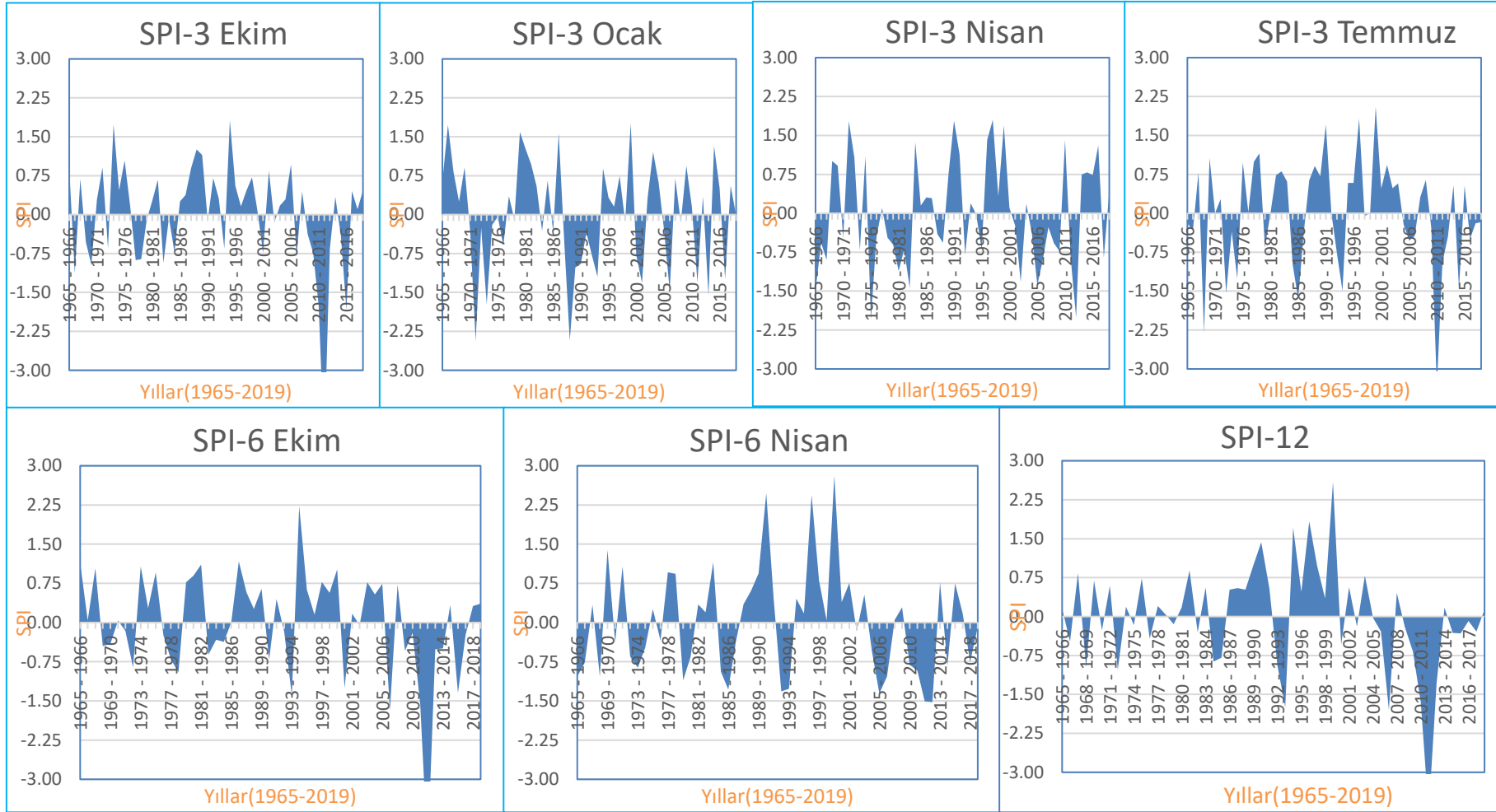
Şekil 4.25. (17615) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu’nun SPI-3, SPI-6 ve SPI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.26. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.26. devam ediyor.



Şekil 4.27. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun SPI-3, SPI6 ve SPI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

4.5. KEŞİF KURAKLIK İNDEKSİ (RDI)

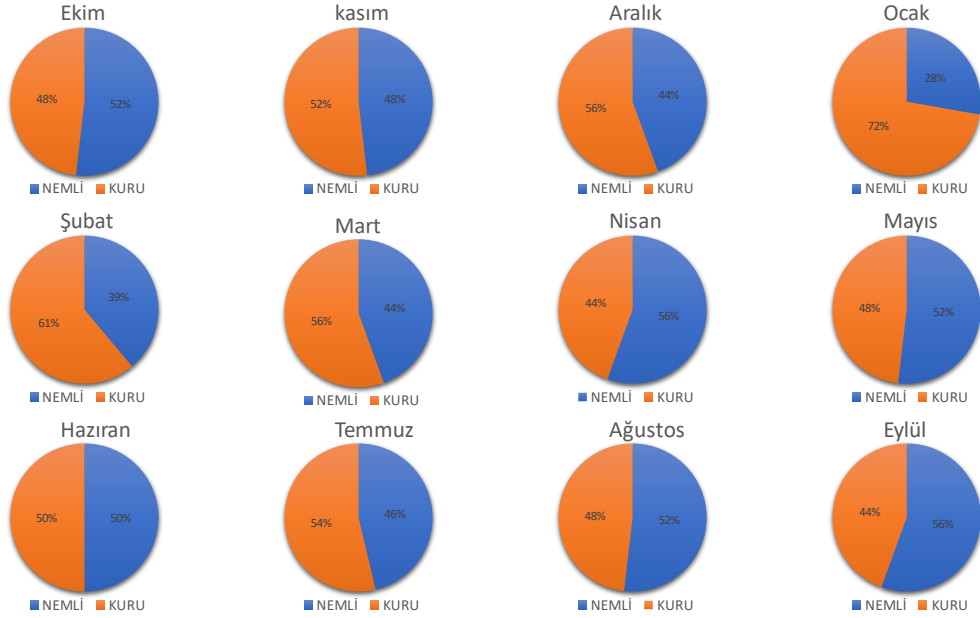
Bu kapsamda meteorolojik kuraklık analizi için Keşif Kuraklık İndeksi hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan tüm aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri ile gözlem istasyonlarında 1, 3, 6 ve 12 aylık periyotlar için kuraklık analizleri gerçekleştirilmiştir.

4.5.1. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI)

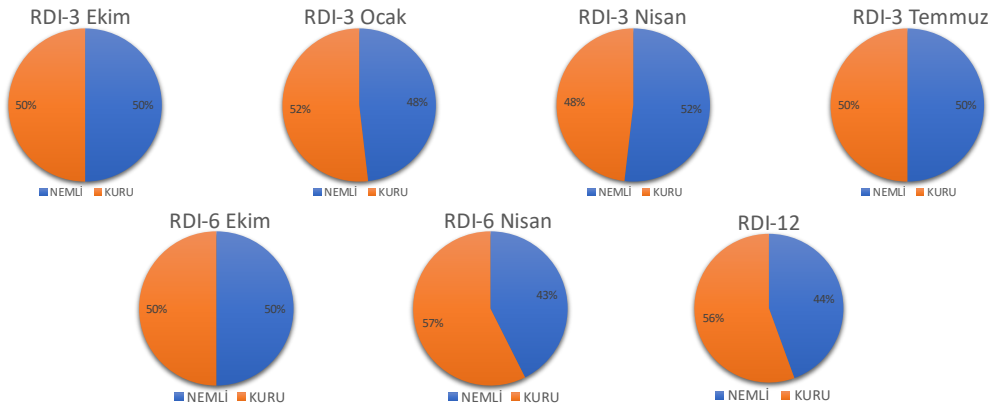
Bartın İstasyonu'nun 1965-2019 yılları arasındaki sürekli olarak ölçülmüş aylık ortalama sıcaklık miktarı ve yağış verileri kullanılarak RDI değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan RDI değerleri 1965-2019 yılları arasındaki dönemlerde 1, 3, 6 ve 12 aylık bazda sırasıyla RDI-1 RDI-3 RDI-6 ve RDI-12 olarak incelenmiştir. Aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.28'de ve 3, 6, 12 aylık kurak/nemli dönemleri ise Şekil 4.29'de verilmiştir. Aylık RDI değerlerinin verildiği şekillerden Bartın İstasyonu'nun kuraklık yüzdeleri %44 ile %72 arasında değişmektedir. En yüksek kurak dönem %72 Ocak ayında gerçekleşirken, en düşük kurak dönemin ise %44 Nisan ve Eylül aylarında gözlenmiştir. Şekil 4.29'de verilen Bartın İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık RDI kurak/nemli değerleri incelendiğinde, RDI-3 dönemi için en yüksek kurak dönemin %52 ile RDI-3 Ocak döneminde, RDI-6 dönemi için %57 ile RDI-6 Nisan döneminde gerçekleştiği saptanmış olup, RDI-12 döneminde %56 oranında kurak dönemlerin varlığı tespit edilmiştir.

Şekil 4.30'de Bartın İstasyonu'nun 54 yıllık verilerinden elde edilen 1 aylık RDI-1 zamansal değerleri incelendiğinde, 1965-2019 yılları arasındaki 12 ayda "Aşırı Kurak" ayların varlığı tespit edilmiş ve 2005 yılı Nisan ayının (-3.51) en yüksek "Aşırı Kurak" bir ay olarak yaşanmış olduğu saptanmıştır. 1965-2019 yılları arasındaki 18 ayda "Aşırı Nemli" ay olarak karşımıza çıkarken, 1972 yılı Ocak ayı (+3.76) "Aşırı Nemli" bir ay olarak saptanmıştır. Şekil 4.31'de verilen 3 aylık RDI zamansal değerleri incelendiğinde 1966 yılı RDI-3 Ekim ve 2005 yılı RDI-3 Nisan dönemleri "Aşırı Kurak" dönemleri temsil etmekte olup RDI-6 aylık değerleri incelendiğinde ise "Aşırı Kurak" dönemlerin 1976 ve 1993 yıllarında RDI-6 Ocak dönemlerinde gerçekleştiği

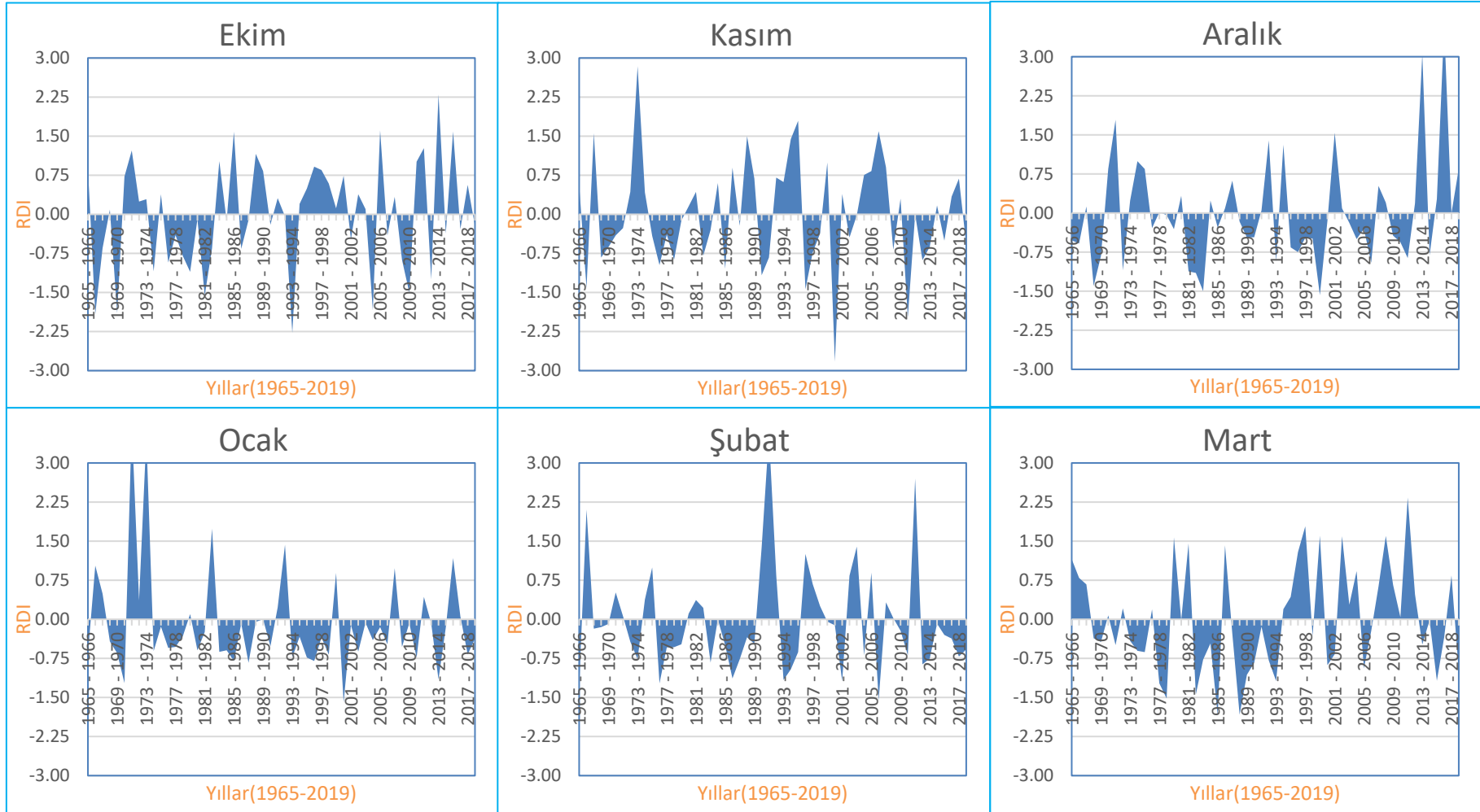
tespit edilmiştir.12 aylık RDI değerleri irdelendiğinde ise 1993 yılı “Aşırı Kurak” 1967 yılı ise “Aşırı Nemli” yıllar olarak karşımıza çıkmaktadır.



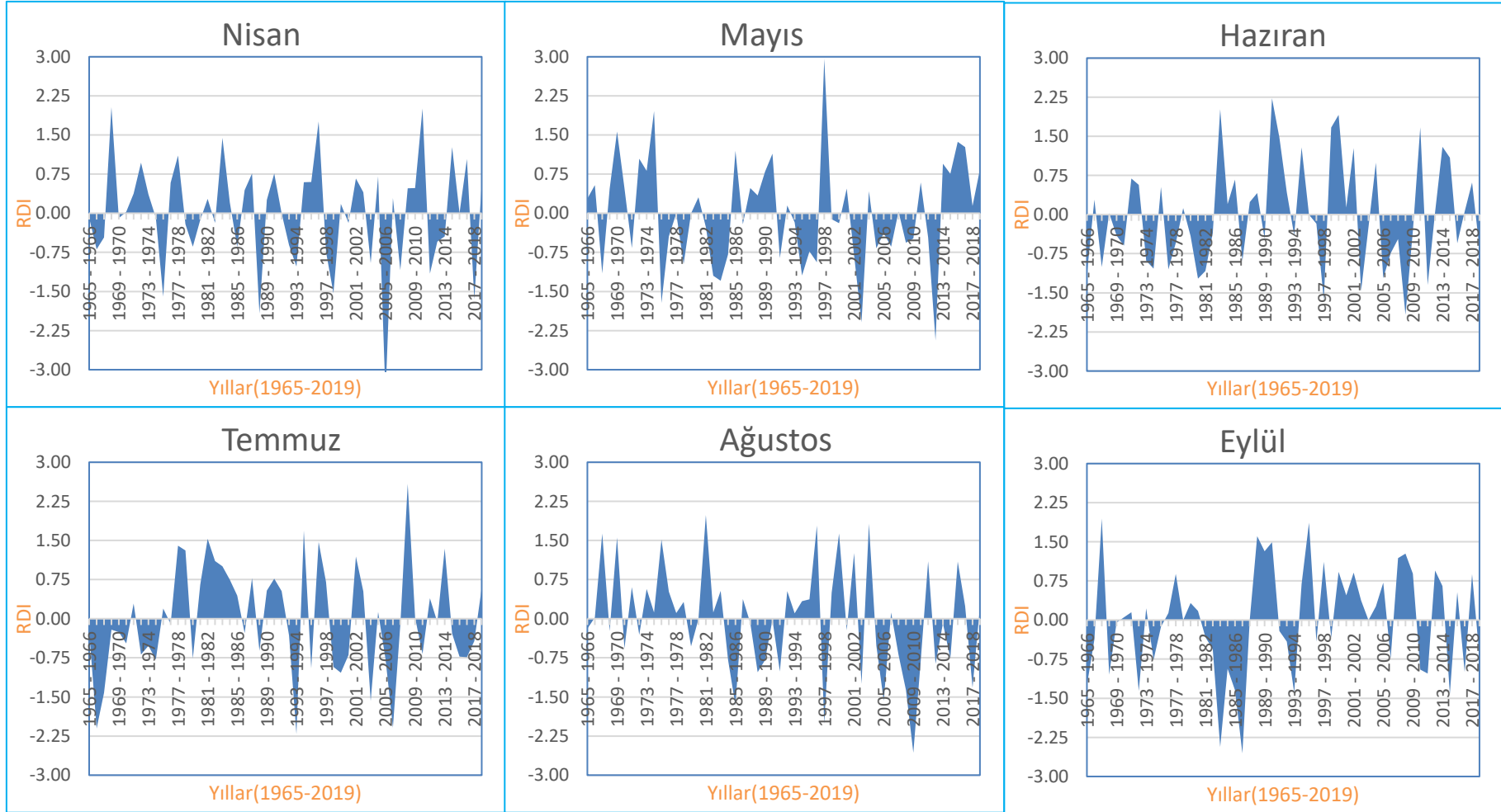
Şekil 4.28. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



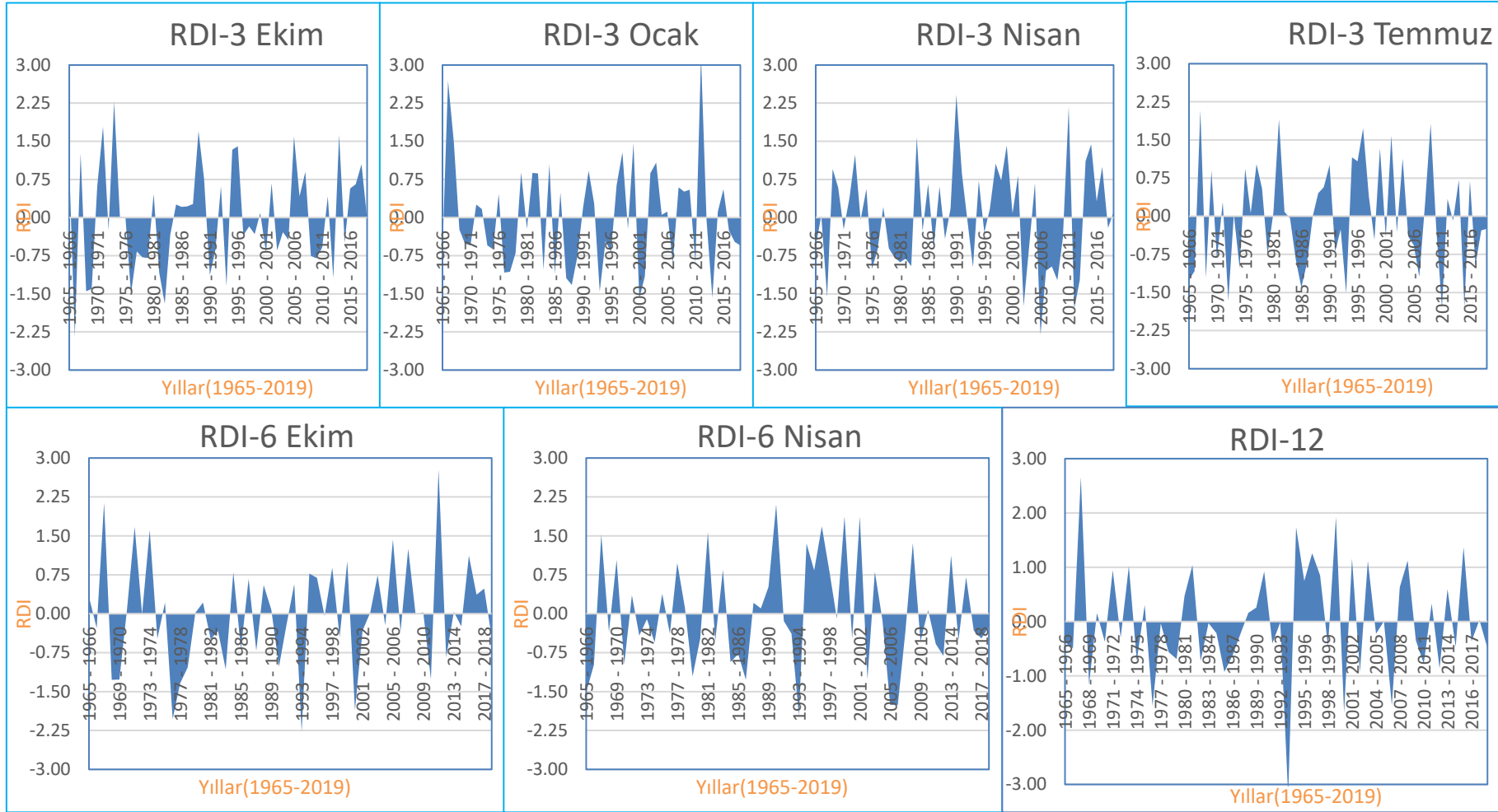
Şekil 4.29. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1, RDI-3 ve RDI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.30. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem istasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.30. devam ediyor.



Şekil 4.31. (17020) nolu Bartın Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI6ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi

4.5.2. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI)

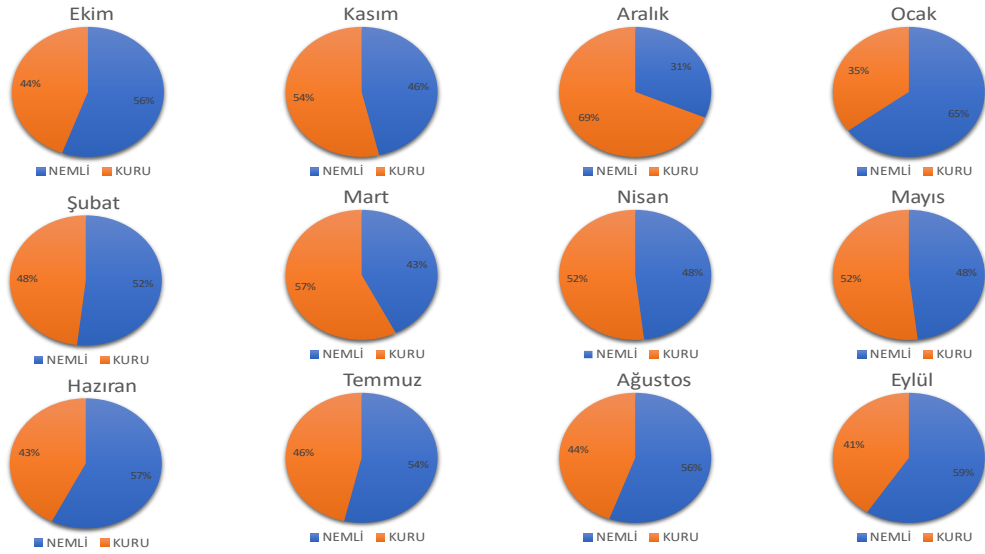
Bolu İstasyonu'nun 1965-2019 yıllar arasındaki sürekli olarak ölçülmüş aylık ortalama sıcaklık miktarı ve aylık toplam yağış verileri kullanarak 1, 3, 6, ve 12 aylık RDI değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan RDI değerleri 1, 3, 6, ve 12 aylık ölçeklerde RDI-1 RDI-3 RDI-6 ve RDI-12 olarak değerlendirilmiştir. Aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.32'de ve 3, 6, 12 aylık dönemleri ise Şekil 4.33'te verilmiştir. Bolu İstasyonu'nun aylık kuraklık yüzdelerinin %41 ile %69 arasında değiştiği gözlenebilmektedir. En yüksek kurak dönem %69 ile Aralık ayında gerçekleşirken, en düşük kurak dönem %41 ile Eylül ayında meydana gelmiştir.

Şekil 4.33'te Bolu İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık RDI kurak/nemli dönem değerleri incelendiğinde, RDI-3 değerlerine göre en yüksek kurak dönemin %61 ile RDI-3 Ocak döneminde gerçekleşirken, en düşük kurak dönemin ise %52 ile RDI-3 Temmuz dönemlerinde gözlenmektedir. RDI-6 değerleri incelendiğinde ise en yüksek kurak dönem %52 ile RDI-6 Ekim döneminde gerçekleşirken en düşük kurak dönem ise %41 ile RDI-6 Nisan döneminde gerçekleşmiştir. RDI-12 değerleri incelendiğinde ise en yüksek kurak dönem %44 olarak saptanmıştır.

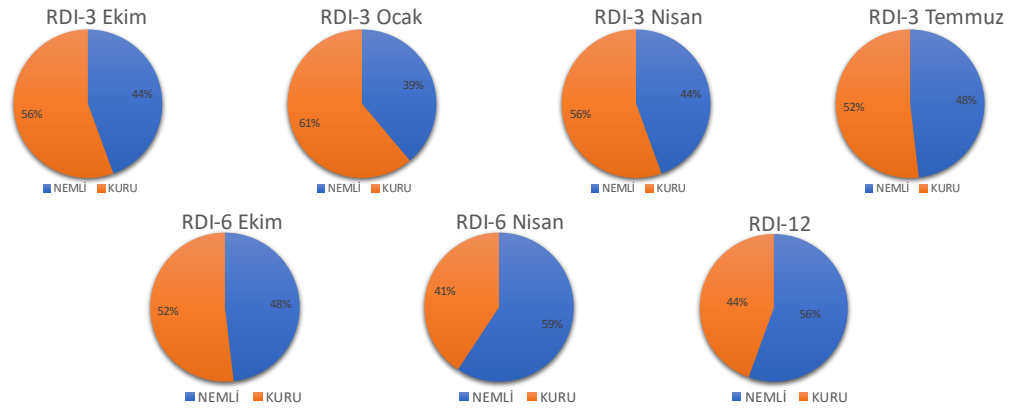
Şekil 4.34'te Bolu İstasyonu'nun 54 yıllık zaman dilimindeki aylık RDI-1 zamansal değerleri incelendiğinde, 1965-2019 yıllar arasındaki 8 ayda "Aşırı Kurak" dönemlerin varlığı tespit edilirken, 2002 yılı Haziran ayında (-3.24) en yüksek "Aşırı Kurak" bir ay olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca 1965-2019 yılları arasındaki 16 ayda "Aşırı Nemli" ayların varlığı gözlenirken, Aralık ayında (+5.28) "Aşırı Nemli" bir ay olarak saptanmıştır.

Şekil 4.35'te verilen Bolu İstasyonu'nun 3 aylık RDI değerleri irdelendiğinde 1966 yılı RDI-3 Ekim, 1993, 2002, 2005 yılları RDI-3 Nisan, 1984 ve 1993 yılları RDI-3 Temmuz, "Aşırı Kurak" dönemleri temsil ederken, 1971 yılı RDI-3 Ekim, 1967 ve 2011 yılı RDI-3 Ocak, 2013 yılı RDI-3 Nisan, 1981 yılı RDI-3 Temmuz ayları "Aşırı Nemli" dönemleri temsil etmektedir. 6 aylık RDI değerleri incelendiğinde "Aşırı Kurak" dönemler 2000 yılı RDI-6 Ocak, 1993 ve 2002 yılı RDI-6 Nisan dönemlerinde gözlenirken 1967 ve 2011 yılı RDI-6 Ekim döneminde ise "Aşırı Nemli" dönem

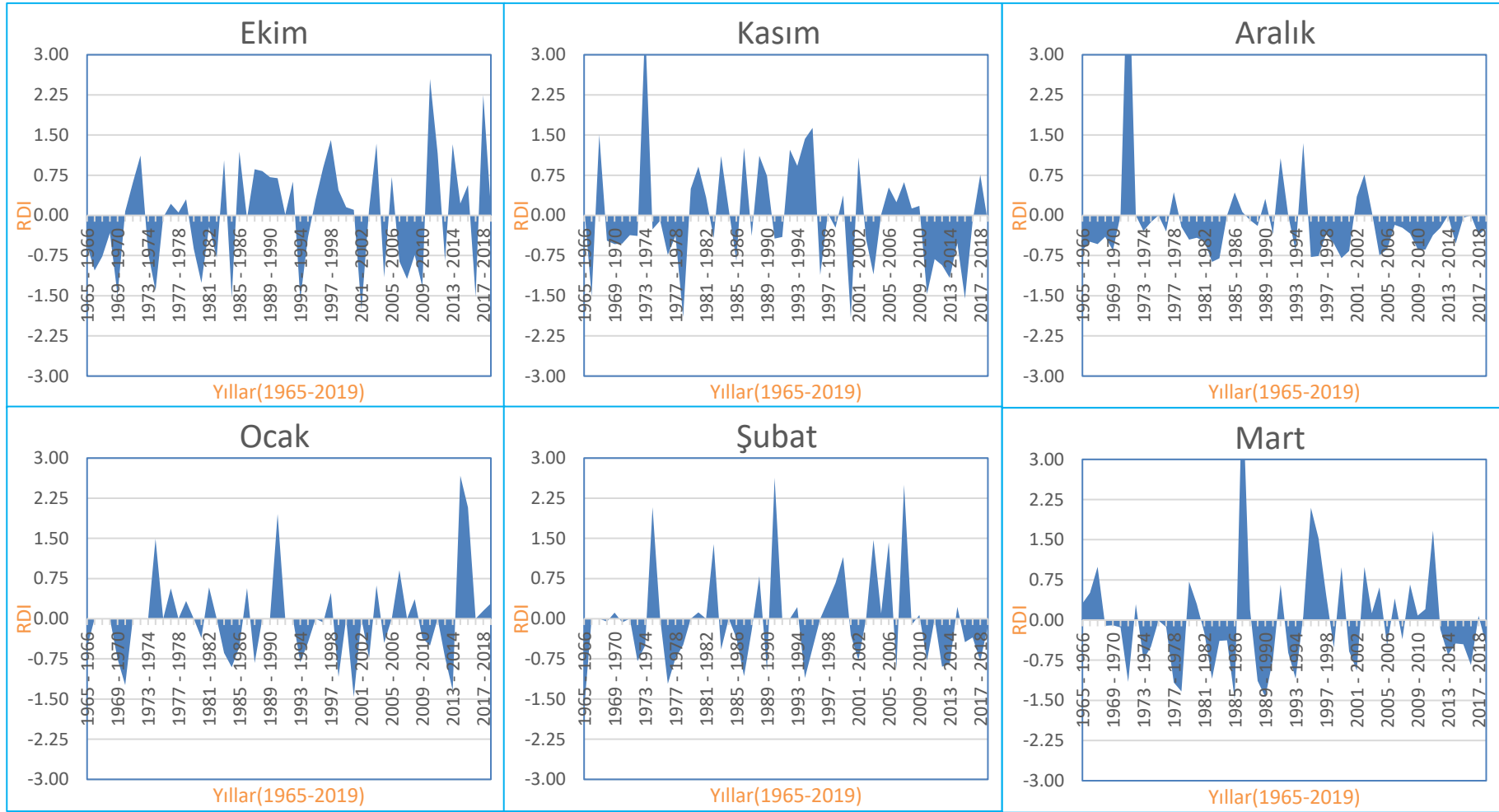
karşımıza çıkmaktadır. 12 aylık RDI değerlere göre ise “Aşırı kurak” dönemin 1993 yılında gerçekleştiği saptanmıştır.



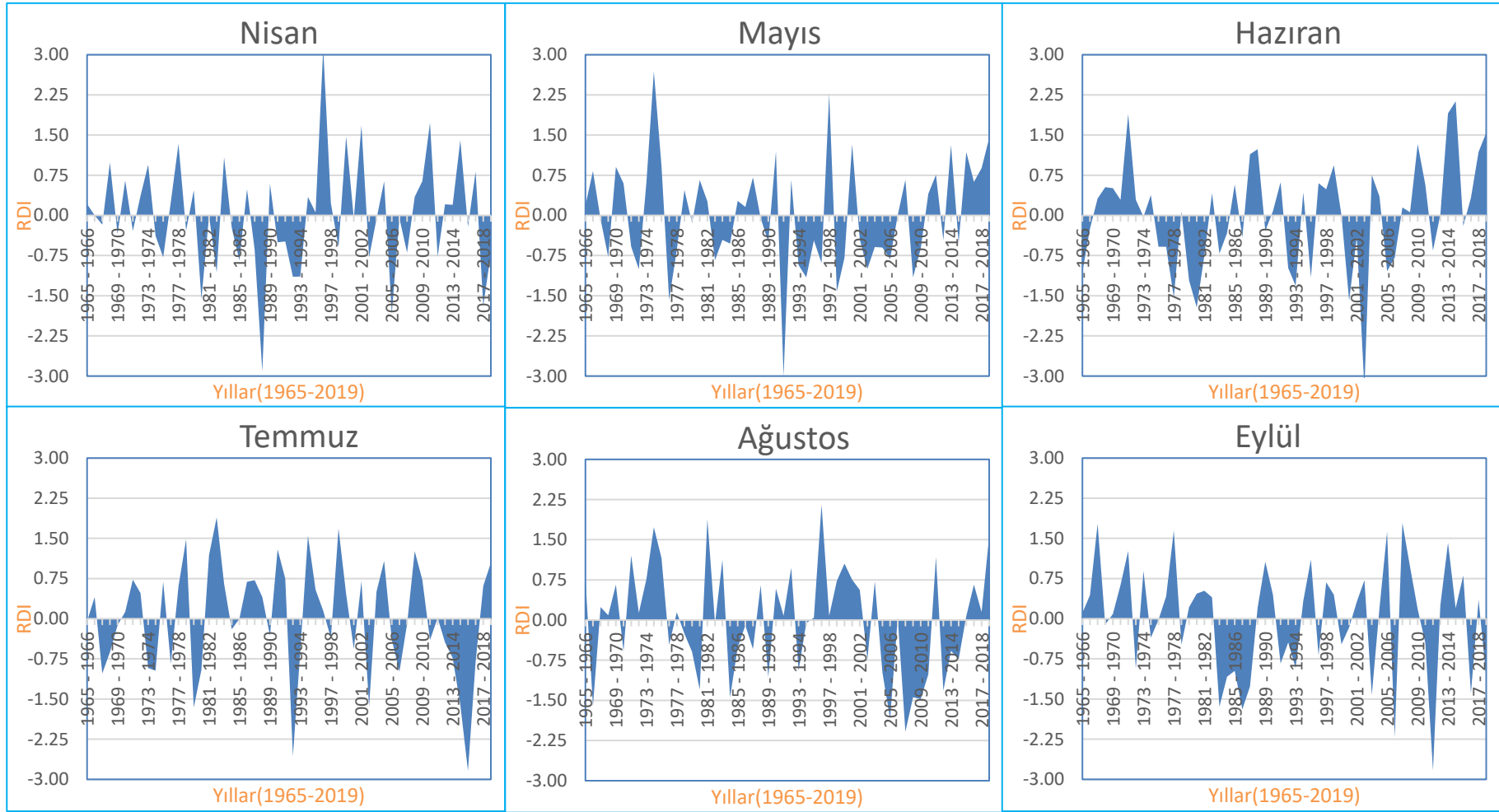
Şekil 4.32. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



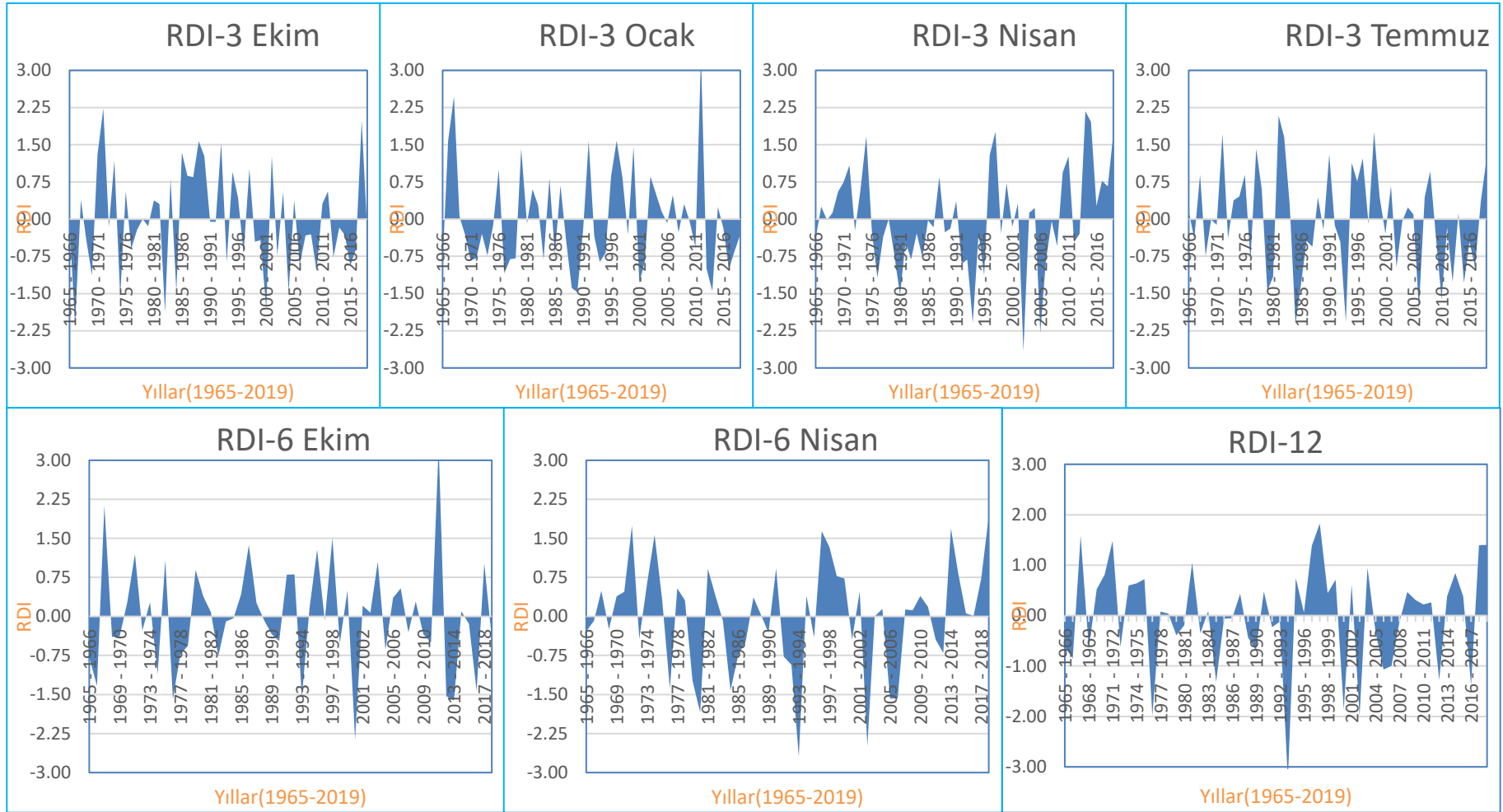
Şekil 4.33. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6, ve RDI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.34. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.34. devam ediyor



Şekil 4.35. (17070) nolu Bolu Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

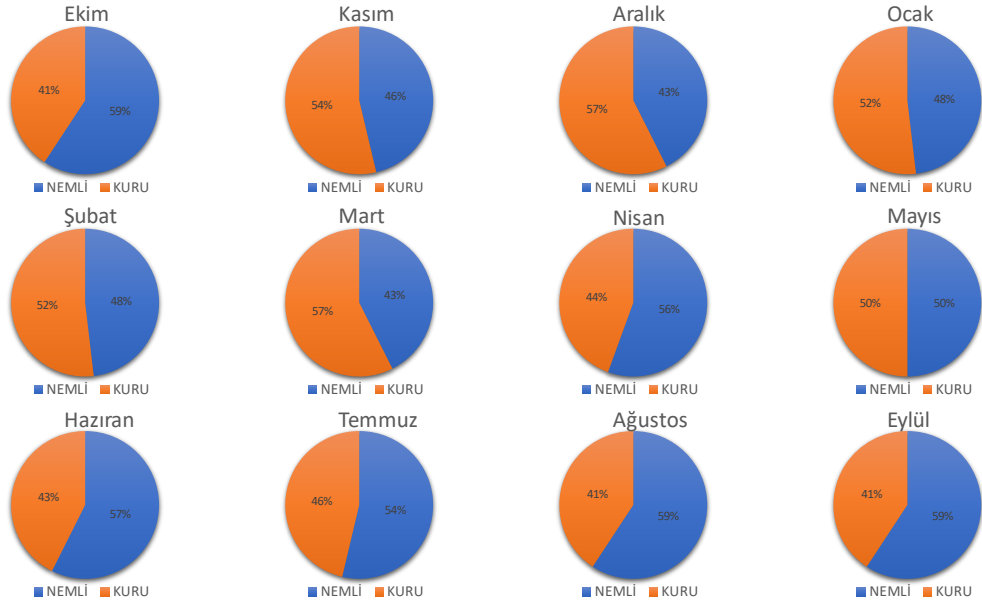
4.5.3. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI)

Çerkeş (17646) nolu gözlem istasyonu'nun 1965-2019 yıllar arasındaki sürekli olarak ölçülmüş toplam aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri kullanılarak 1, 3, 6, ve 12 aylık zaman periyodunda RDI değerleri elde edilmiştir. Aylık kurak/nemli dönemleri Şekil 4.36'de ve 3, 6, 12 aylık dönemleri ise Şekil 4.37'de verilmiştir. Çerkeş İstasyonu'nun aylık kuraklık yüzdelerinin %41 ile %57 arasında değişmektedir. En yüksek kurak dönem Aralık ayında gerçekleşirken en düşük kurak dönem Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında gözlenmiştir.

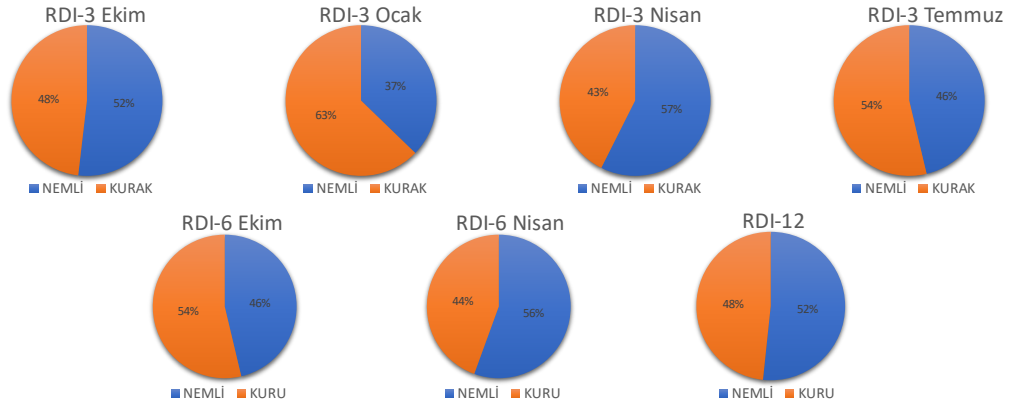
Şekil 4.38'de Çerkeş İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık RDI değerleri kurak/nemli dönem şeklinde incelendiğinde, RDI-3 dönemi dikkate alındığında en yüksek kurak dönem %63 ile RDI-3 Ocak döneminde meydana geldiği, en düşük kurak dönemin ise %43 ile RDI-3 Nisan döneminde gerçekleşmiş olduğu saptanmıştır. RDI-6 değerleri irdelendiğinde en yüksek kurak dönem %54 ile RDI-6 Ekim döneminde gerçekleşirken, en düşük kurak dönem %44 ile RDI-6 Nisan dönemin meydana gelmiştir. RDI-12 değerleri incelendiğinde ise kurak dönem %48 olarak gözlenmiştir.

Şekil 4.37'de Çerkeş İstasyonu'nun 1 aylık RDI zamansal değerlerini incelendiğinde, 1965-2019 yılları arasındaki 12 ayda "Aşırı Kurak" dönem gözlenirken, 2011 yılı Haziran ayı en yüksek "Aşırı Kurak" (-2.70) dönem olarak saptanmıştır.

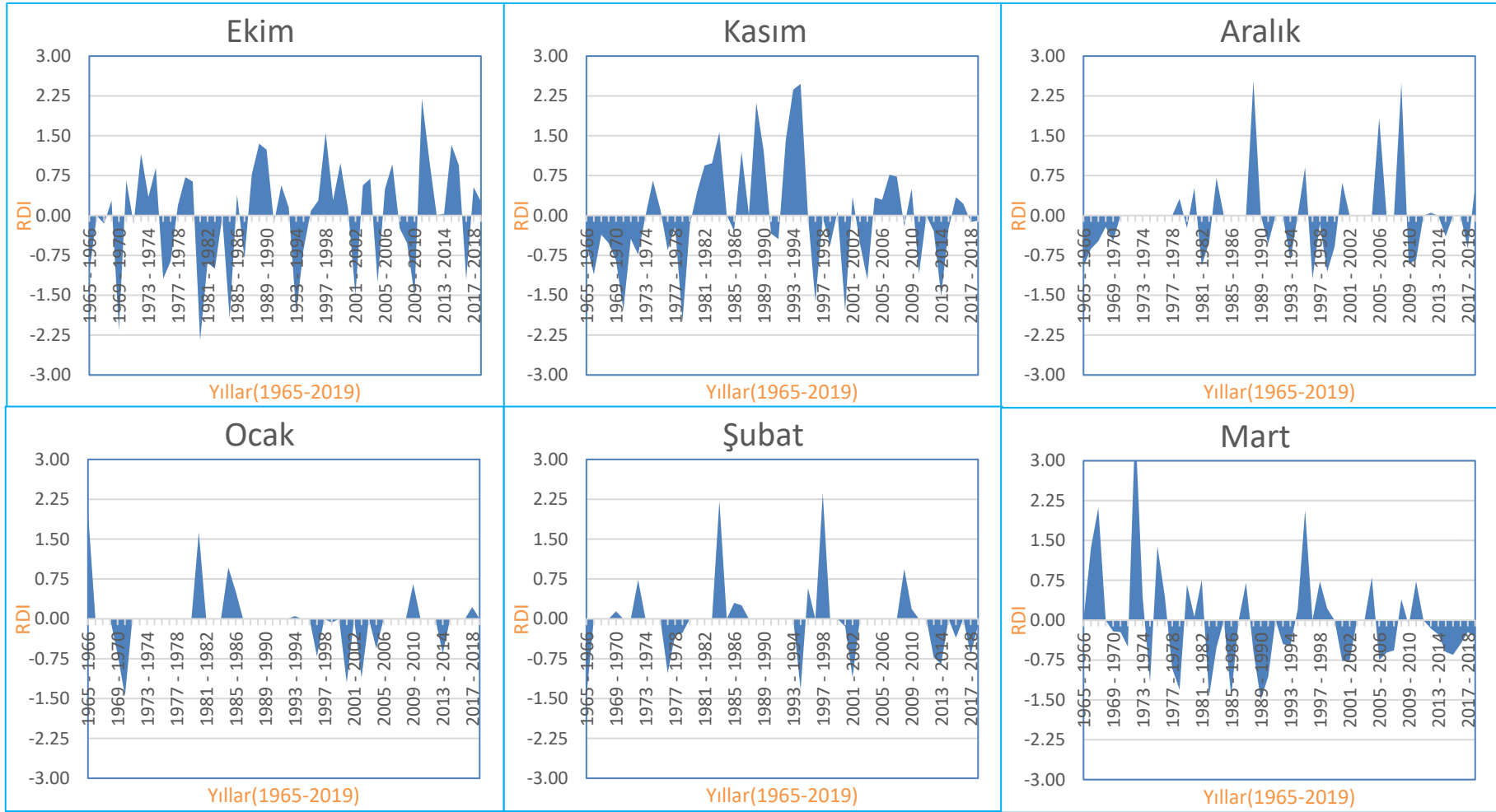
Şekil 4.38'de Çerkeş İstasyonu'nun 3 aylık RDI zamansal değerleri incelendiğinde, 1983 yılı RDI-3 Ekim, 1975, 1995, 2005 ve 2011 yılları RDI-3 Nisan, 1966 yılı RDI-3 Temmuz dönemleri "Aşırı Kurak" dönemler olarak kaydedilirken, 1973 yılı RDI-3 Ekim, 1984 yılı RDI-3 Ocak, 1973 yılı RDI-3 Nisan, 1971 yılı RDI-3 Temmuz dönemleri "Aşırı Nemli" dönemler olarak belirlenmiştir. 6 aylık değerler incelendiğinde, 1975 yılı RDI-6 Nisan dönemi "Aşırı Kurak" bir dönem olarak gerçekleşirken, 1973, 1995 ve 2011 yılları RDI-6 Ocak, 1973 ve 1982 yıllarında RDI-6 Nisan "Aşırı Nemli" dönemlerin meydana geldiğini saptanmıştır. 12 aylık RDI değerlerine göre ise 1975 yılı "Aşırı Kurak" bir yıl olarak karşımıza çıkmaktadır.



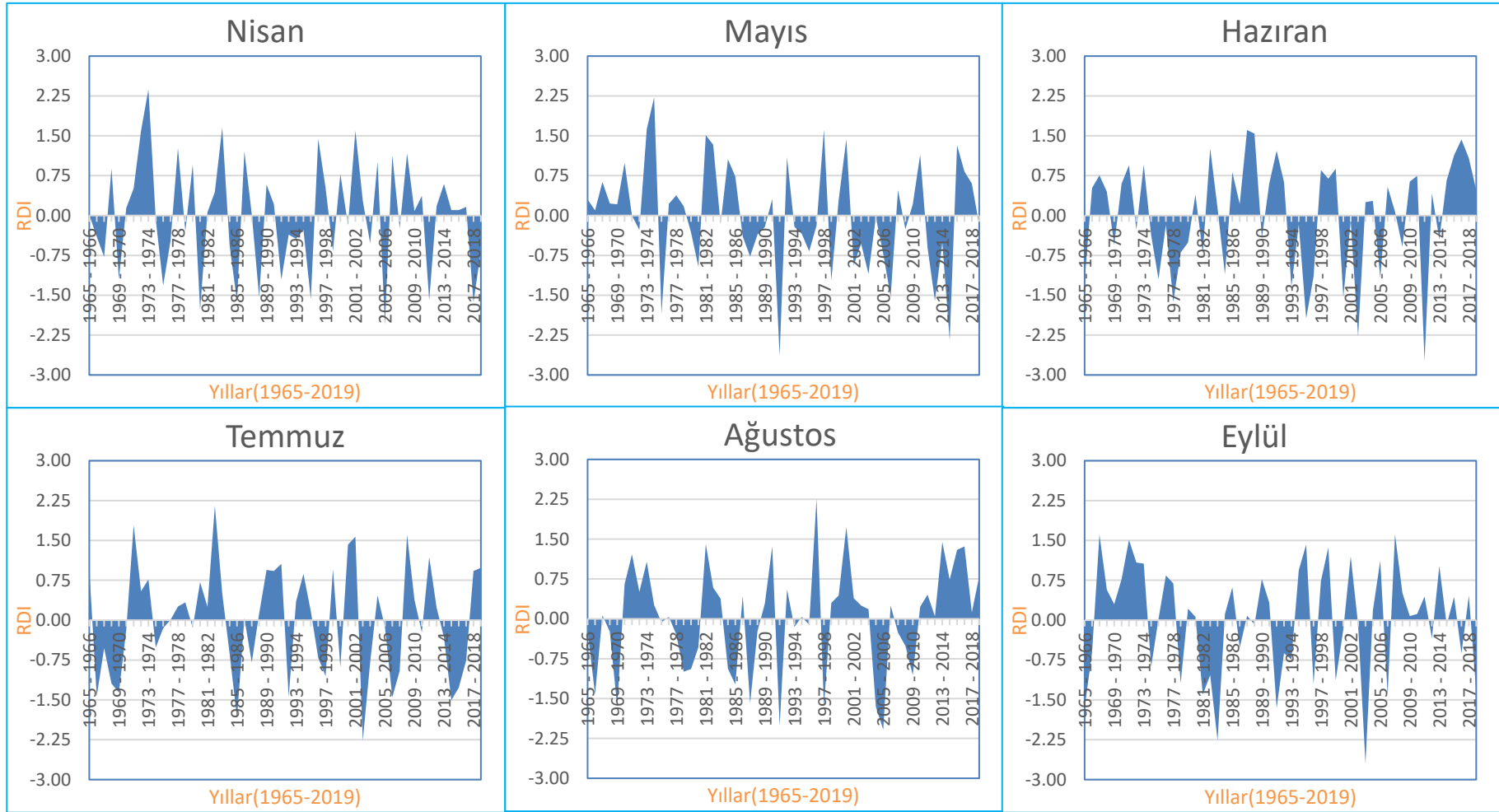
Şekil 4.36. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



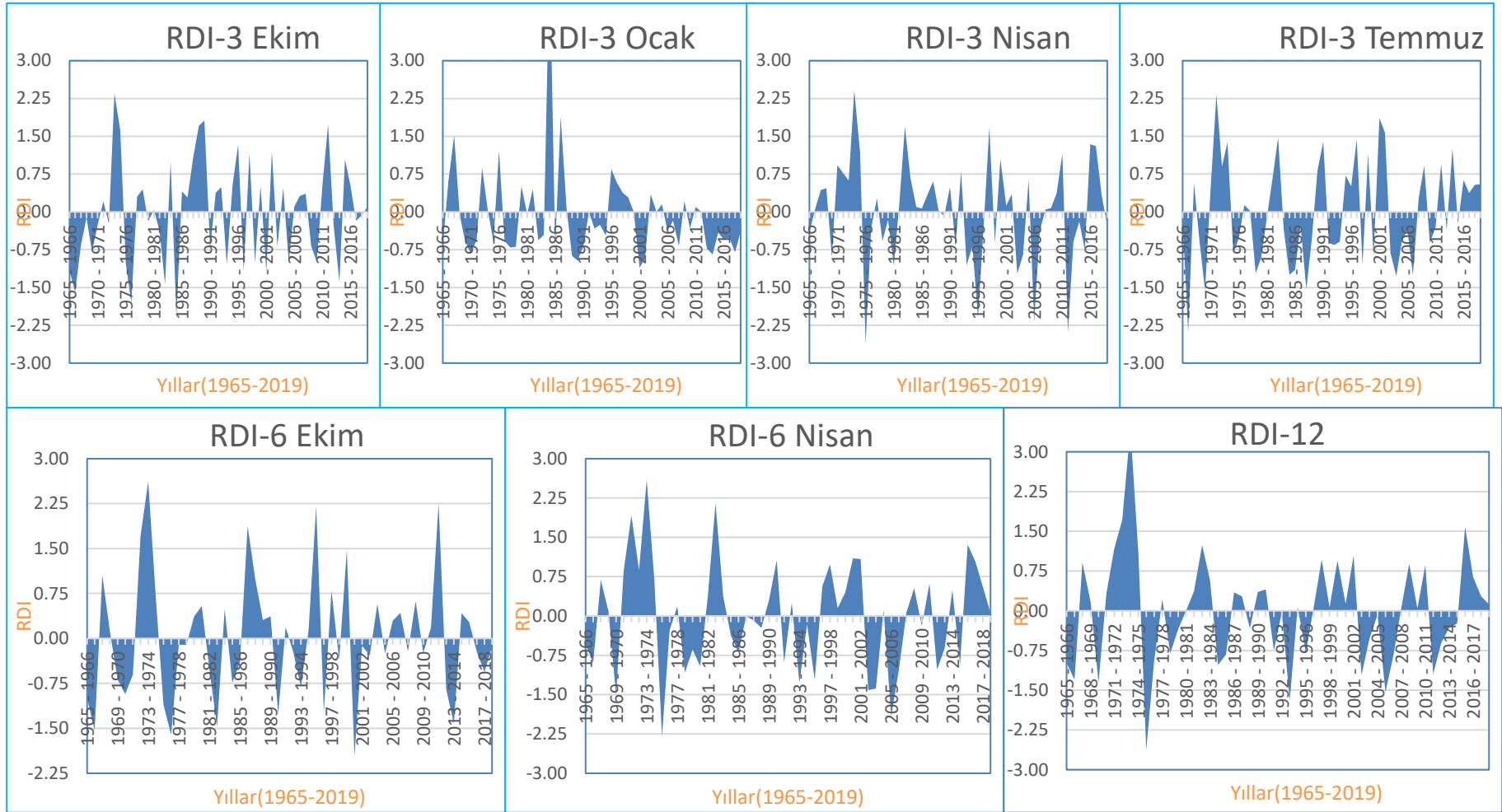
Şekil 4.37. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6, ve RDI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.38. (17646) nolu Çerkeş Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.38. devam ediyor.



Şekil 4.39. (17646) nolu Çerkeş istasyonunun'un Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

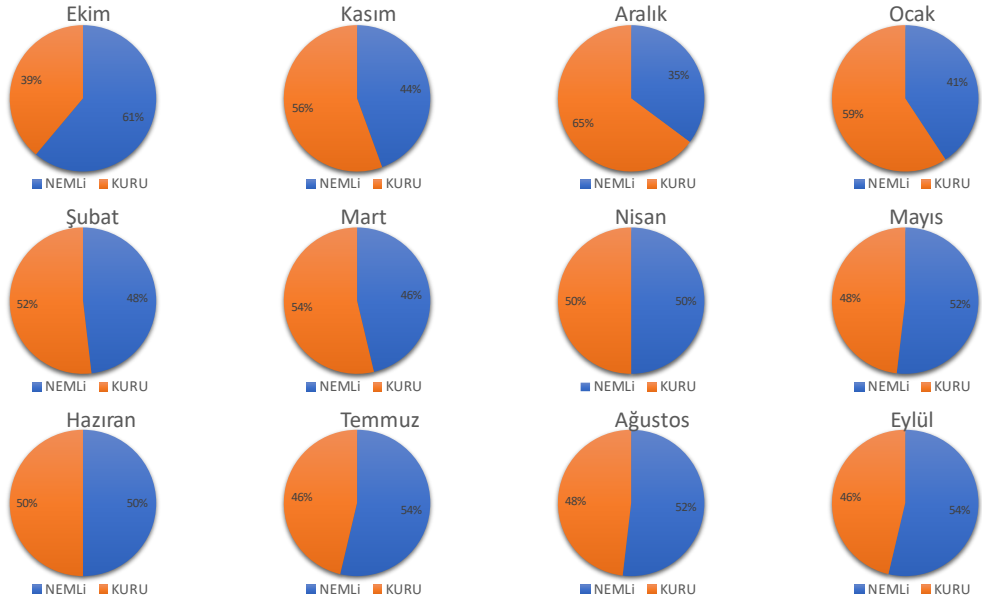
4.5.4. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI)

Ilgaz İstasyonu'nun 1965-2019 yılları arasında 1, 3, 6, ve 12 aylık zaman diliminde RDI değerleri elde edilmiştir. Aylık kuru/nemli RDI değerlerinin Şekil 4.41'de ve 3, 6, 12 aylık kurak/nemli dönemler ise Şekil 4.42'de verilmiştir. RDI kuraklık yüzdeleri %39 ile %65 arasında değişmektedir. En yüksek kurak dönem Aralık ayında gerçekleşirken, en düşük kurak dönem Ekim ayında gözlenmiştir.

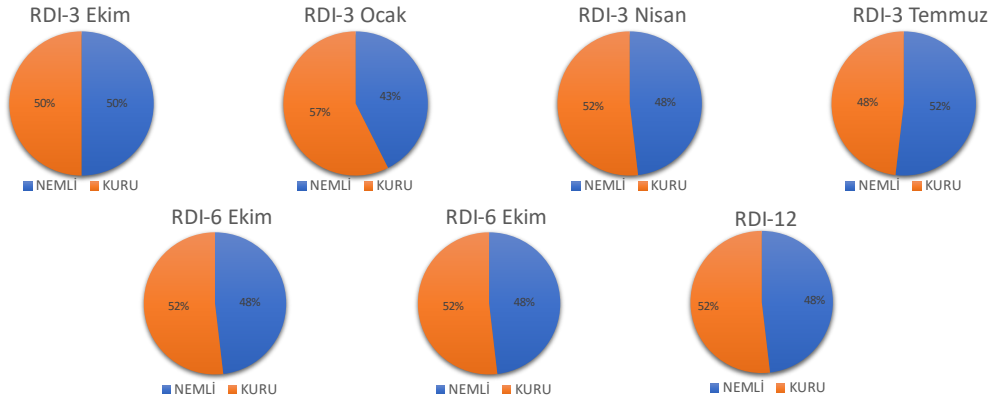
Şekil 4.42'de Ilgaz İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık RDI değerleri kurak/nemli dönemleri irdelendiğinde, RDI-3 için en yüksek kurak dönem %57 ile RDI-3 Ocak döneminde gerçekleşirken, en düşük kurak dönem ise %48 ile RDI-3 Temmuz döneminde gözlenmiştir. RDI-6 değerleri irdelendiğinde en yüksek kurak dönemin RDI-6 Ekim ve RDI-6 Nisan dönemlerinde eşit olarak gerçekleşmiştir. RDI-12 değerleri incelendiğinde ise %48 oranında kurak dönem yaşandığı tespit edilmiştir.

Şekil 4.43'te verilen Ilgaz İstasyonu'nun 1 aylık RDI zamansal değerleri incelendiğinde 1965-2019 yılları arasındaki 16 ayda "Aşırı Kurak" dönemlerin varlığı ve 1991 yılı Mayıs ayında en yüksek "Aşırı Kurak" (-3.45) bir ayın yaşanmış olduğu saptanmıştır.

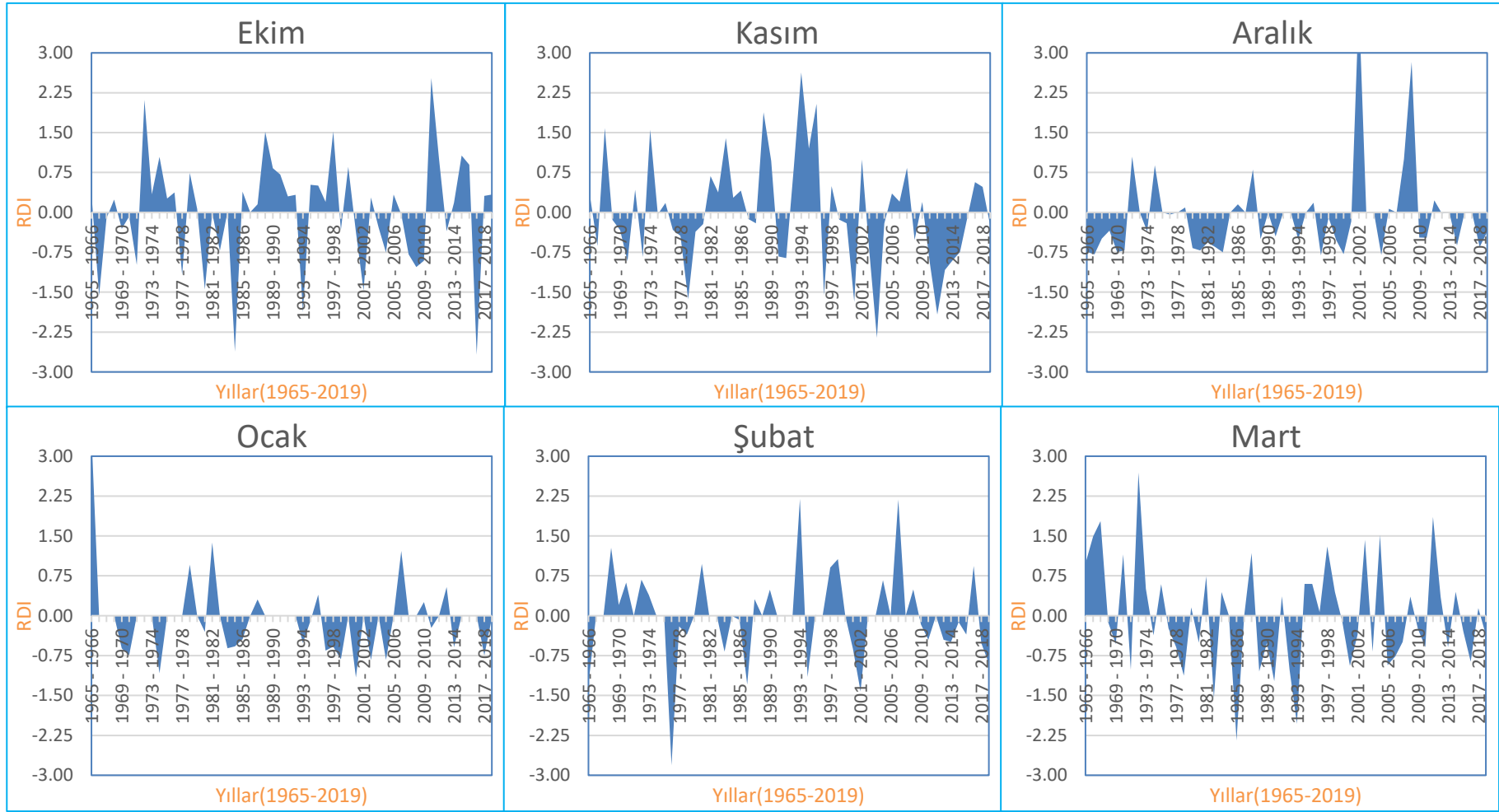
Şekil 4.44'te verilen Ilgaz İstasyonu'nun 3 aylık RDI zamansal değerleri incelendiğinde, 1966 yılı RDI-3 Ekim, 1997 yılı RDI-3 Temmuz dönemleri "Aşırı Kurak" dönem olarak gerçekleşirken, 1966, 1967 ve 1987 yılları RDI-3 Ocak, 1971 ve 1973 yılları RDI-3 Nisan, 1971 yılı RDI-3 Temmuz dönemleri "Aşırı Kurak" dönemler olarak gözlenmiştir. 6 aylık zamansal değerleri incelendiğinde 2000 yılı RDI-6 Ekim dönemi "Aşırı Kurak" dönem olarak gerçekleşirken, 1971 ve 1973 yılları RDI-6 Nisan, 1972 yılı RDI-6 Ekim dönemleri "Aşırı Kurak" dönemler olarak karşımıza çıkmıştır. 12 aylık RDI değerlerine göre 1971, 1972 ve 1973 yılı RDI-12 yılları "Aşırı Kurak" dönemler olarak gerçekleşmiştir.



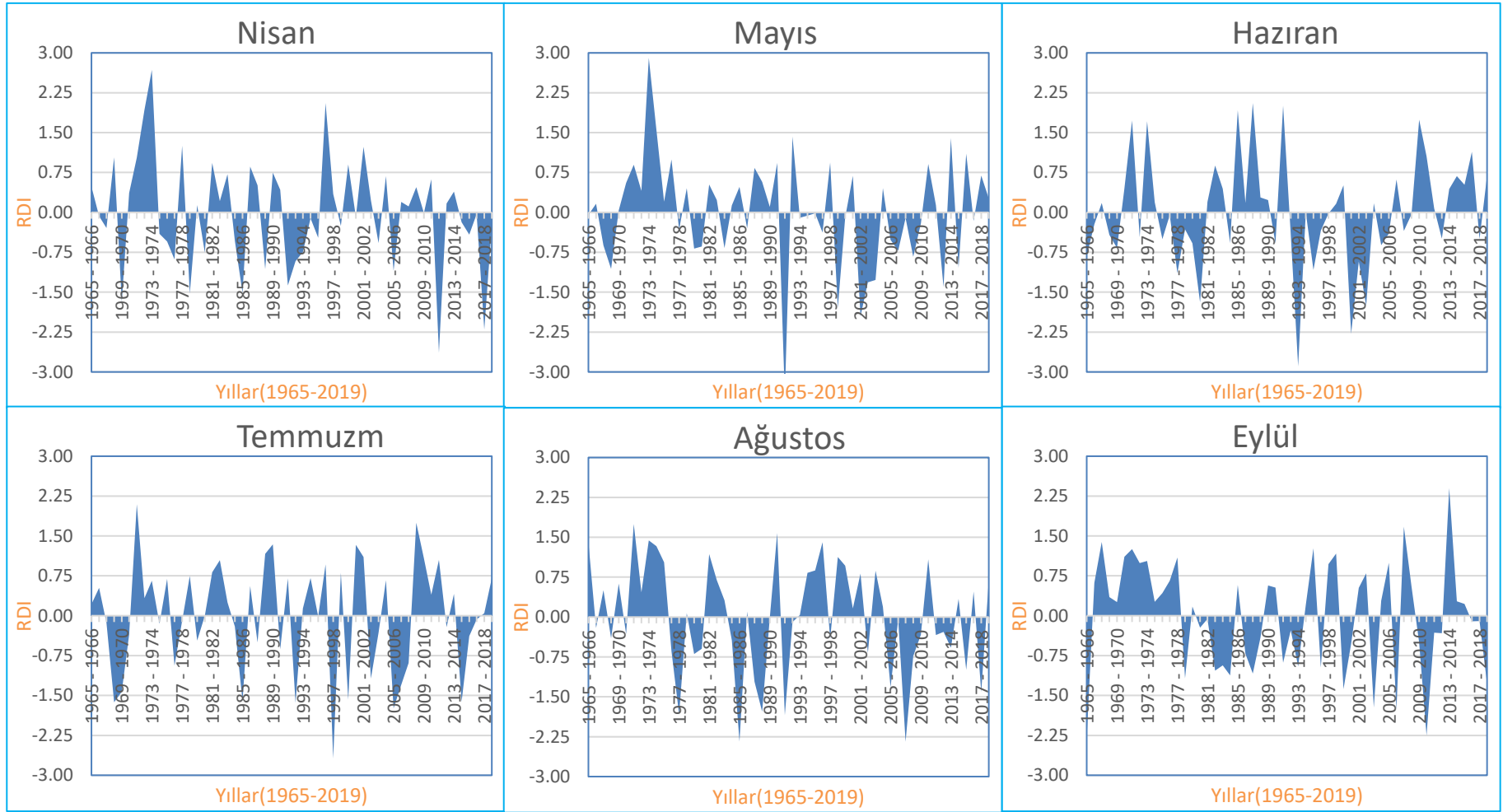
Şekil 4.40. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



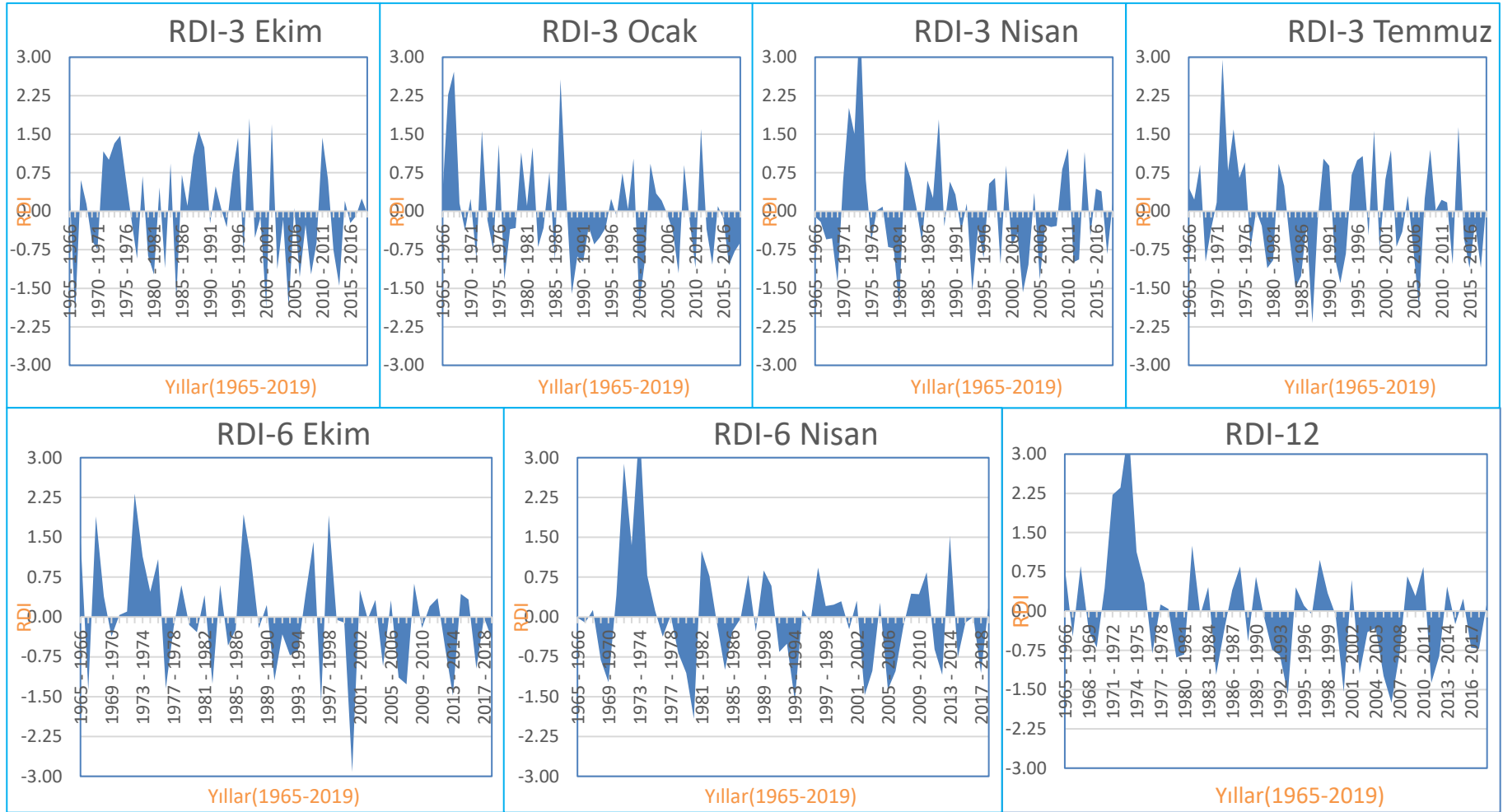
Şekil 4.41. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dağılımları.



Şekil 4.42. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.42. devam ediyor.



Şekil 4.43. (17648) nolu Ilgaz Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

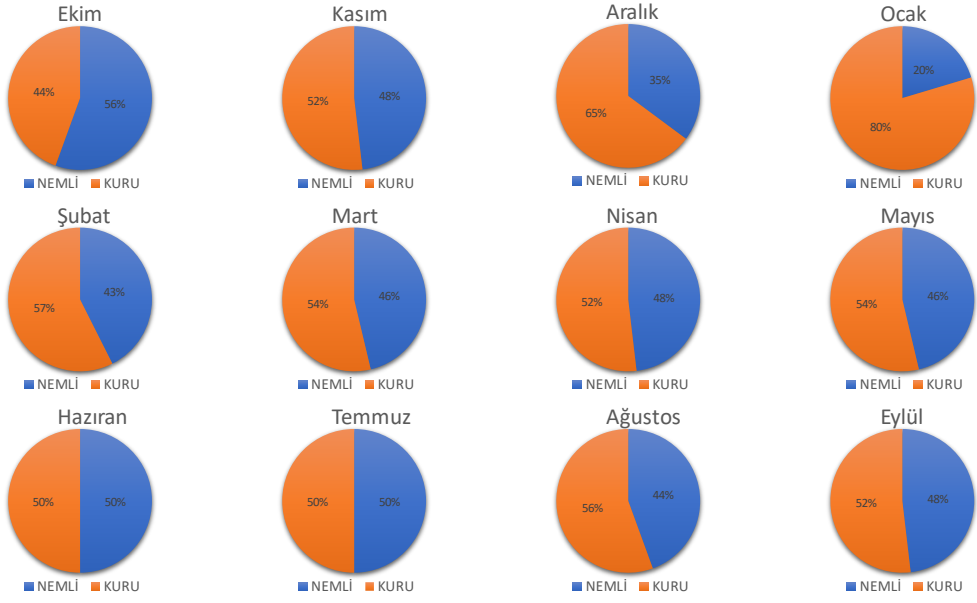
4.5.5. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI)

Ulus İstasyonu'nun hesaplanan RDI-1 değerleri Şekil 4.44'te ve RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 değerleri ise Şekil 4.45'te verilmiştir. Ulus İstasyonu'nun aylık kuraklık yüzdelerinin %44 ile %80 arasında değiştiği ve en yüksek kurak dönemin Ocak ayında gerçekleştiği saptanmıştır.

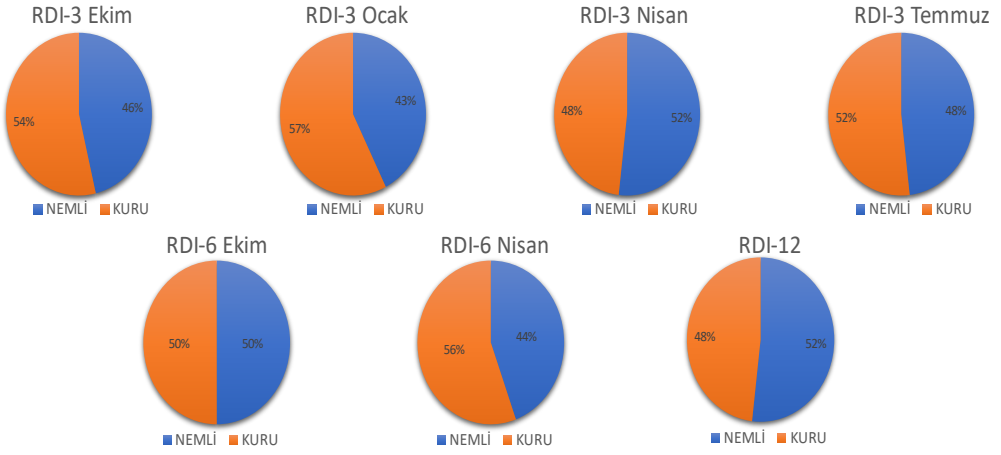
Şekil 4.45'te verilen 3, 6 ve 12 aylık RDI değerleri incelendiğinde, RDI-3 için en yüksek kurak dönemin %57 ile RDI-3 Ocak döneminde gerçekleşirken, en düşük kurak dönemin %48 ile RDI-3 Nisan döneminde saptanmıştır. 6 aylık değerleri değerlendirildiğinde en yüksek kurak dönemin %56 ile RDI-6 Nisan döneminde gözlemlendiği ve RDI-12 değerleri irdelendiğinde ise kurak dönemin %48 oranında gerçekleştiği saptanmıştır.

Şekil 4.46'de verilen Ulus İstasyonu'nun 1 aylık RDI değerleri zamansal olarak irdelendiğinde, 1965-2019 yıllar arasındaki 11 ayda "Aşırı Kurak" dönemlerin varlığı gözlenirken ve 2006 yılı Nisan ayında ise en yüksek "Aşırı Kurak" dönemin yaşanmış olduğu saptanmıştır. Ayrıca 1965-2019 yıllar arasındaki 16 ayda "Aşırı Nemli" dönemlerin varlığı ve 1966 yılı Aralık ayında ise en yüksek "Aşırı Nemli" (+5.12) ayın yaşanmış olduğu saptanmıştır.

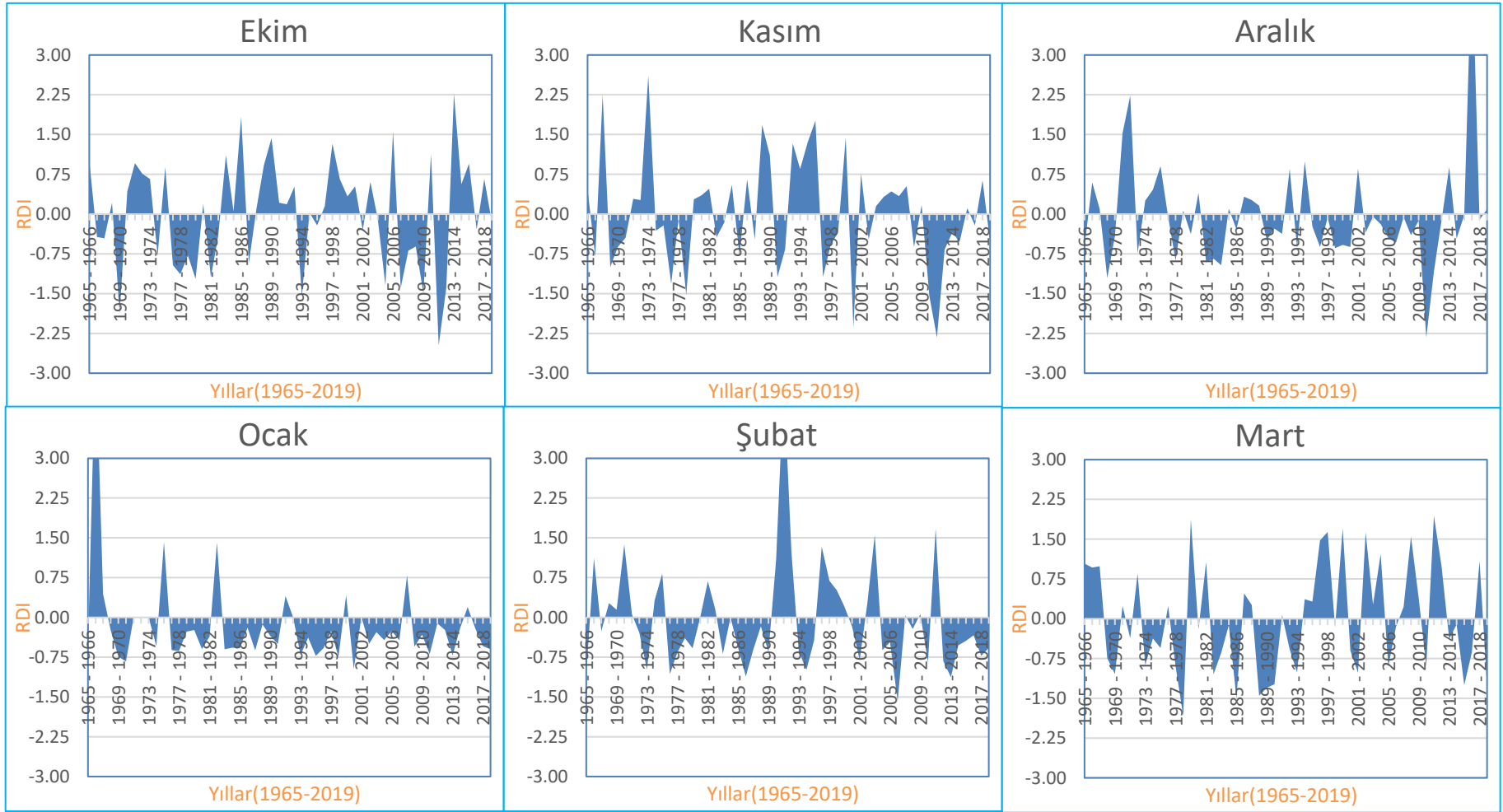
Şekil 4.47'de Ulus İstasyonu'nun 3 aylık RDI değerleri zamansal olarak değerlendirildiğinde, 2001 yılı RDI-3 Ekim, 1967, 2002 ve 2006 yılları RDI-3 Nisan, dönemlerinde "Aşırı Kurak" dönemlerin gerçekleştiği ve 1966, 2011 yılları RDI-3 Ocak, 1971, 1973 yılları RDI-3 Ekim, 1990 yılı RDI-3 Nisan, 1967,1981 yılları RDI-3 Temmuz dönemlerinde ise "Aşırı Nemli" dönemlerin varlığı tespit edilmiştir. RDI-6 aylık değerleri incelendiğinde 2010 yılı RDI-6 Ekim, 2006 yılı RDI-6 Nisan, dönemlerinde "Aşırı Kurak" dönemler gerçekleşirken, 1967, 1971 yılları RDI-6 Ekim, 1990 yılı RDI-6 Nisan dönemleri "Aşırı Nemli" dönemler olarak karşımıza çıkmaktadır. 12 aylık RDI değerlere göre ise 1993 ve 2006 yıllarında "Aşırı Kurak" dönemler saptanmıştır.



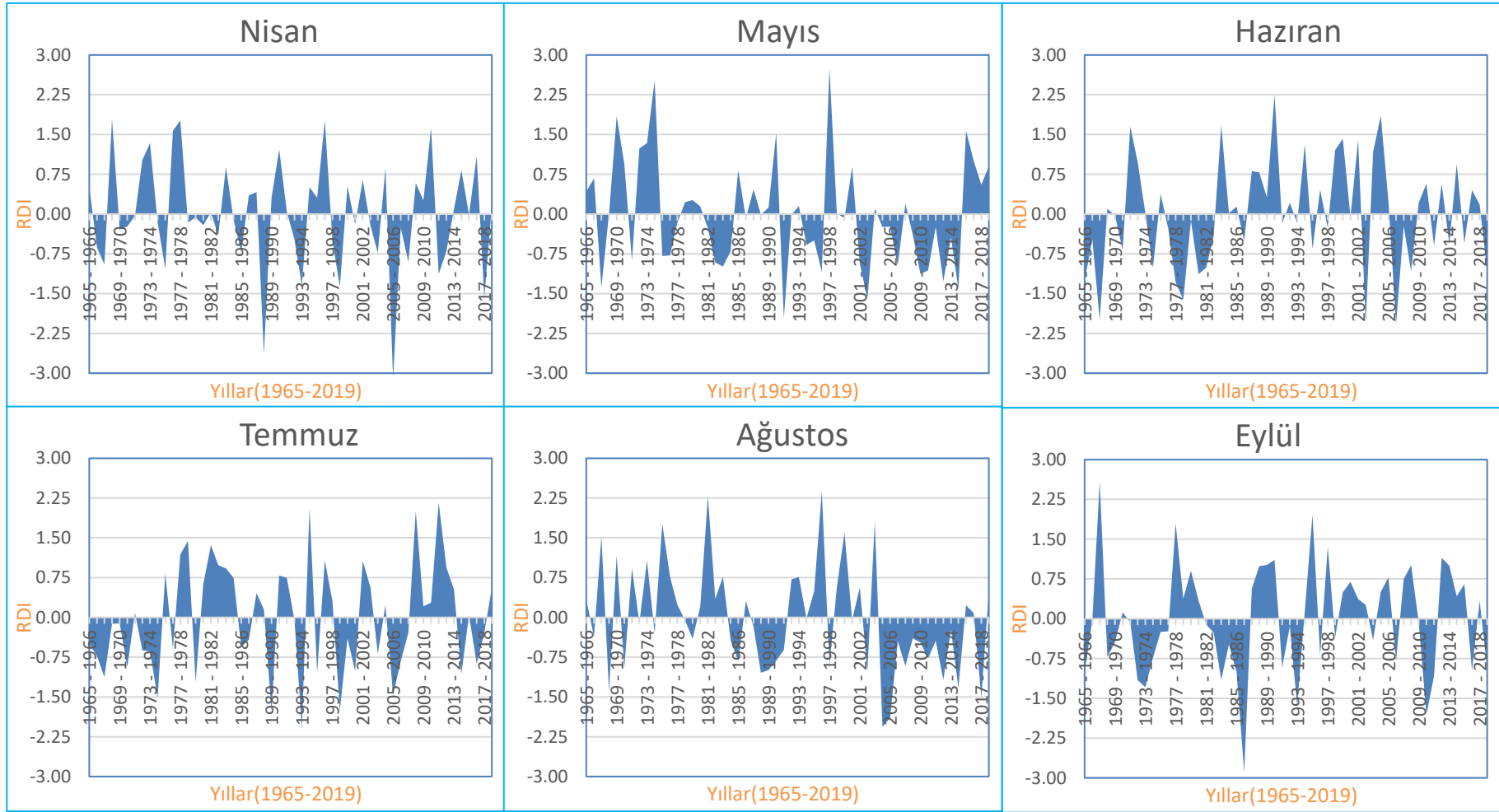
Şekil 4.44. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



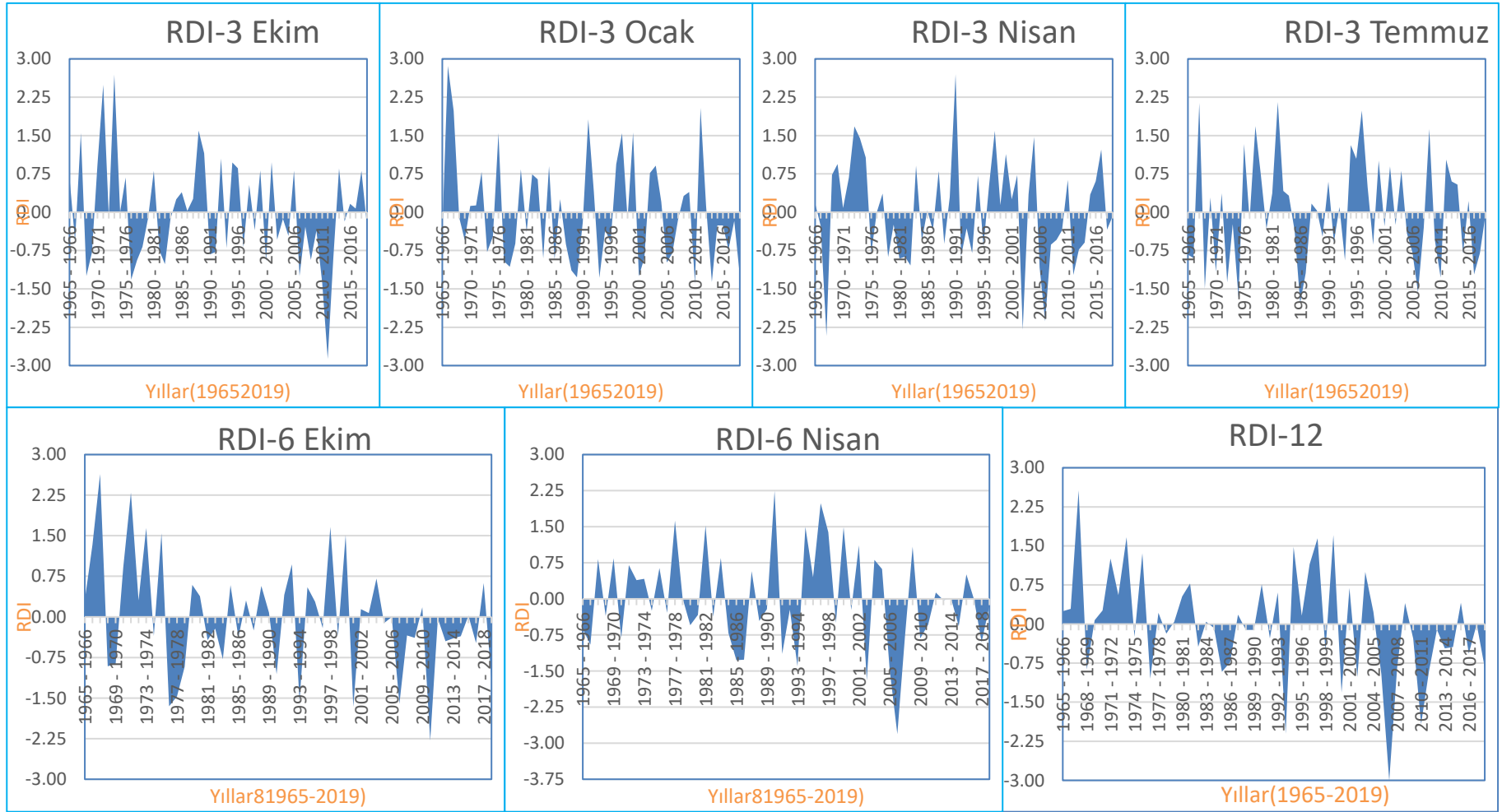
Şekil 4.45. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.46. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.46. devam ediyor.



Şekil 4.47. (17615) nolu Ulus Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ne RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

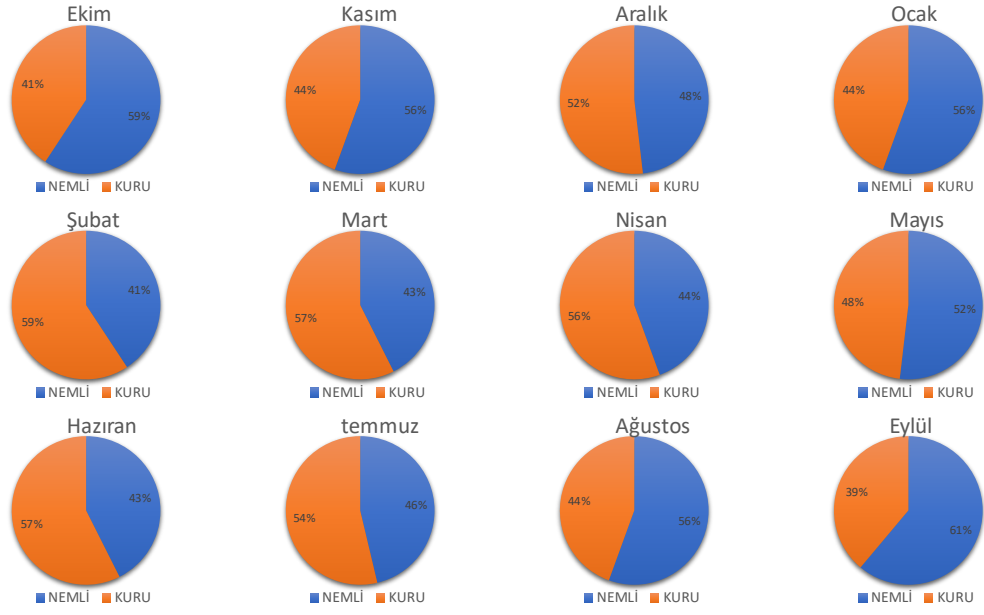
4.5.6. (17615) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonunun Keşif Kuraklık İndeksi (RDI)

Zonguldak İstasyonu'nun RDI-1 değerleri Şekil 4.48'de ve RDI-3 RDI-6 ve RDI-12 değerleri Şekil 4.48'de gösterilmiştir. Zonguldak İstasyonu'nun aylık kuraklık yüzdelerinin %39 ile %59 arasında değiştiği ve en yüksek kurak dönemlerin ise Şubat ayında yaşandığı tespit edilmiştir.

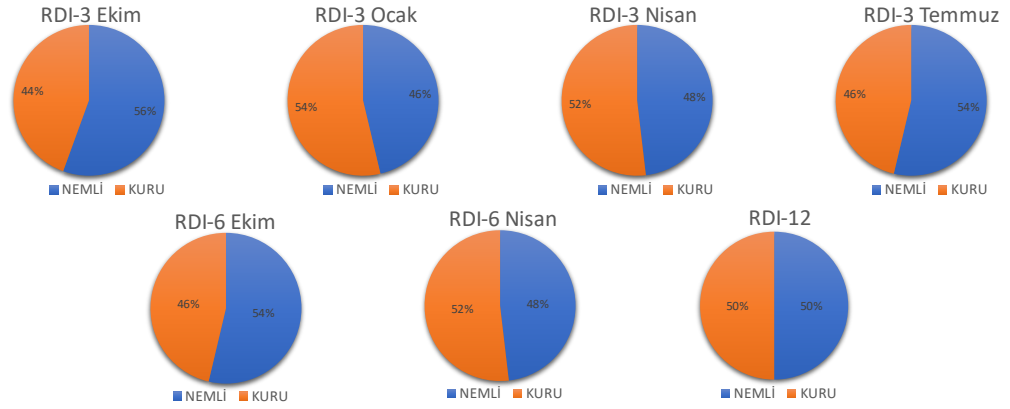
Şekil 4.49'de Zonguldak İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık RDI değerleri incelendiğinde, %54 ile RDI-3 Ocak dönemin en yüksek kurak dönem olarak karşımıza çıkarken, en düşük kurak dönemin %46 ile RDI-3 Temmuz dönemi karşımıza çıkmaktadır. 6 aylık RDI değerleri incelendiğinde % 52 ile RDI-6 Nisan döneminin en yüksek kurak dönem olduğu ve RDI-12 değerleri irdelendiğinde ise %50 ile kurak/nemli dönemlerin eşit olduğu saptanmıştır.

Şekil 4.49'de Zonguldak İstasyonu'nun 1 aylık RDI zamansal değerleri irdelendiğinde 1965-2019 yılları arasındaki zaman dilimin içerisinde 16 ayda "Aşırı kurak" dönemlerin varlığı saptanırken, 2012 yılı Mayıs ayında ise (-3.61) en yüksek "Aşırı Kurak" dönemin varlığı tespit edilmiştir.

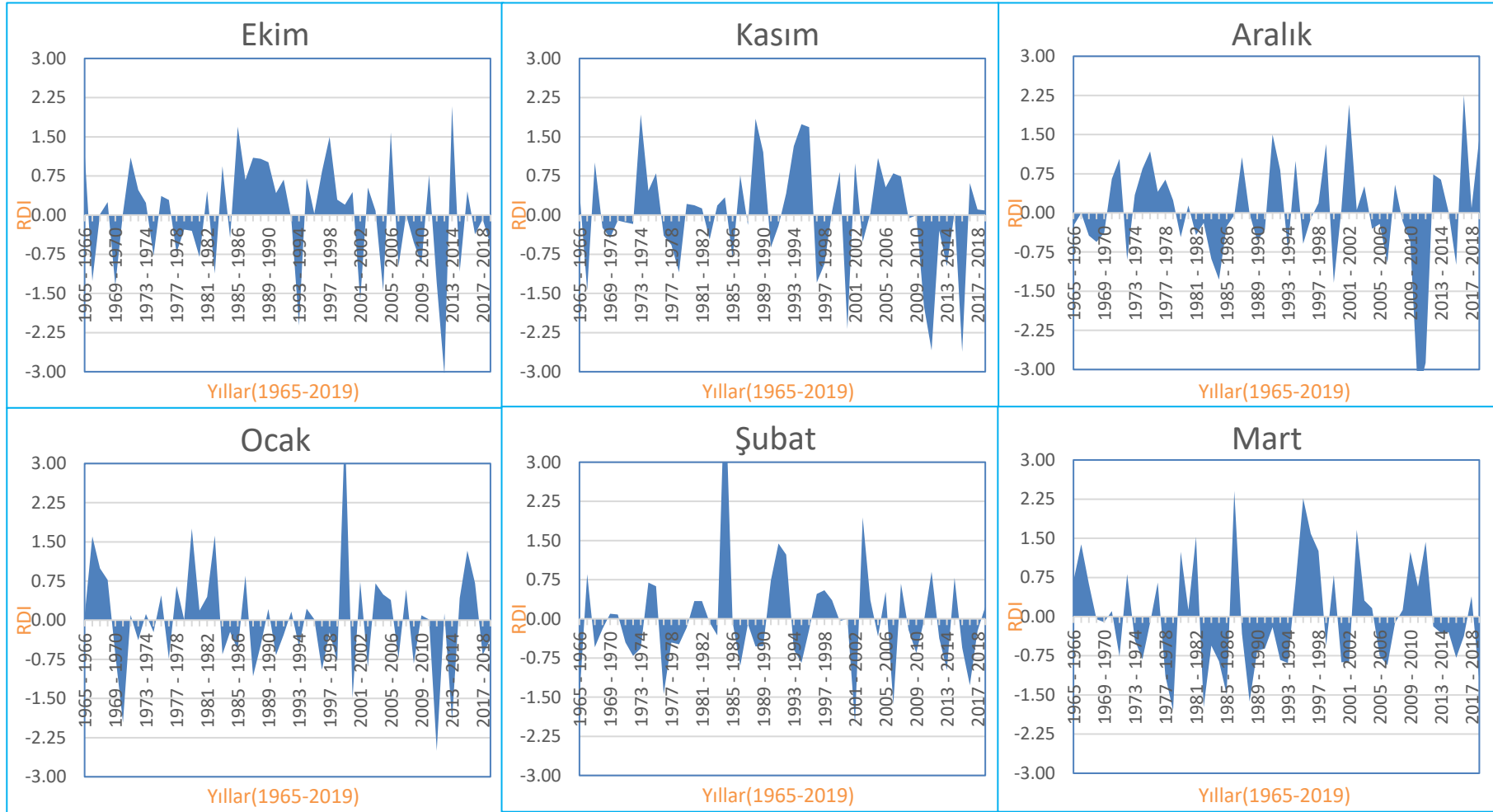
Şekil 4.50'de Zonguldak İstasyonu'nun 3 aylık RDI değerleri incelendiğinde 2010, 2011 yılları RDI-3 Ekim, 2012 yılı RDI-3 Nisan, 1968, 2010 yılları RDI-3 Temmuz, dönemlerinde "Aşırı Kurak" dönemler olarak gerçekleştiği saptanırken, 1966, 1999 yılları RDI-3 Ocak, ise "Aşırı Nemli" dönem olarak saptanmıştır. RDI-6 aylık değerleri irdelendiğinde "Aşırı Kurak" dönem 2011 yılında RDI-6 Ekim dönemin meydana gelirken, "Aşırı Nemli" bir dönem 1990, 1996, 1999 yıllarında RDI-6 Nisan döneminde gözlenmiştir. 12 aylık RDI değerlere göre ise 2011 yılı "Aşırı Kurak" bir yıl olarak karşımıza çıkmaktadır.



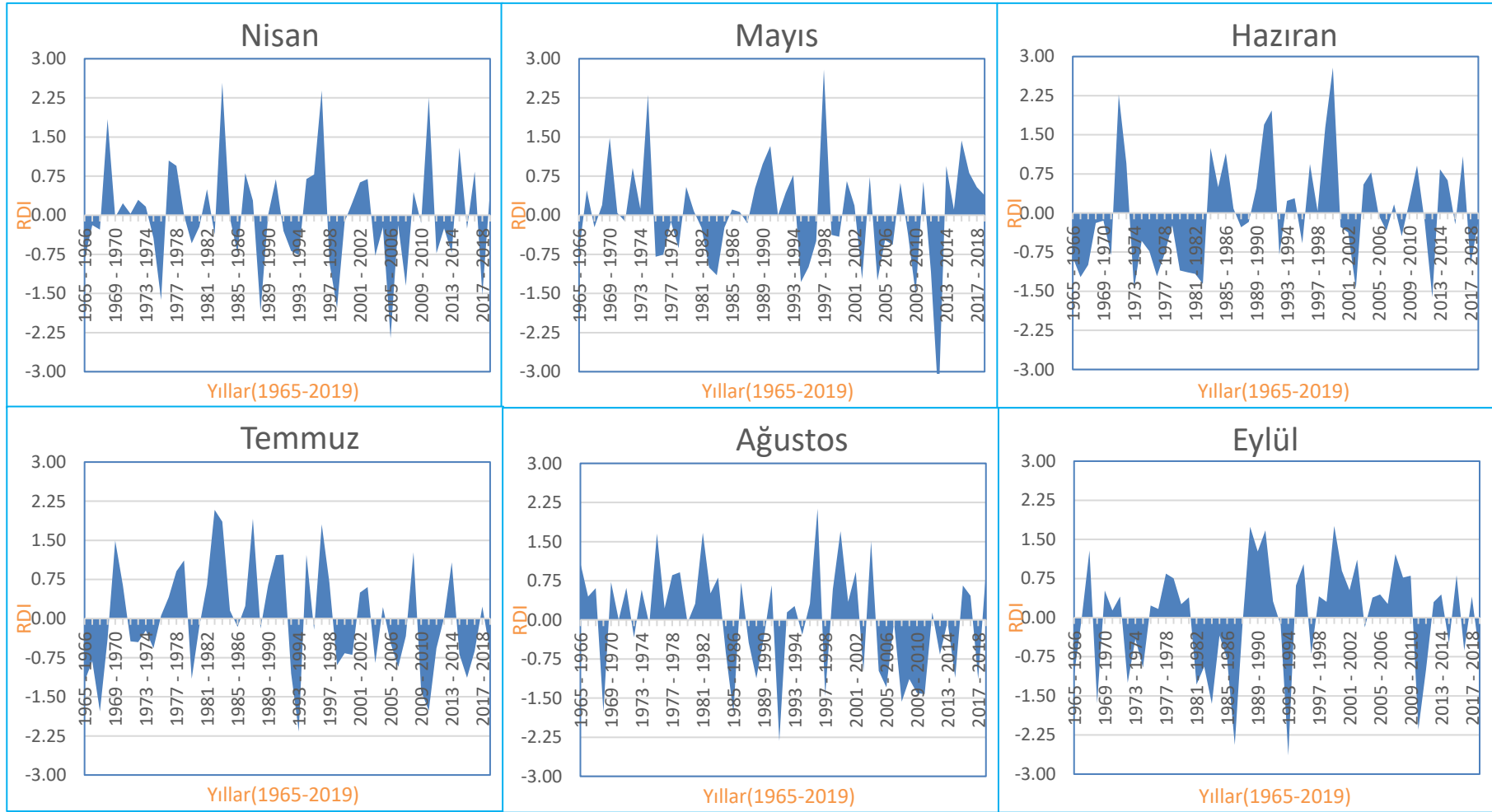
Şekil 4.48. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



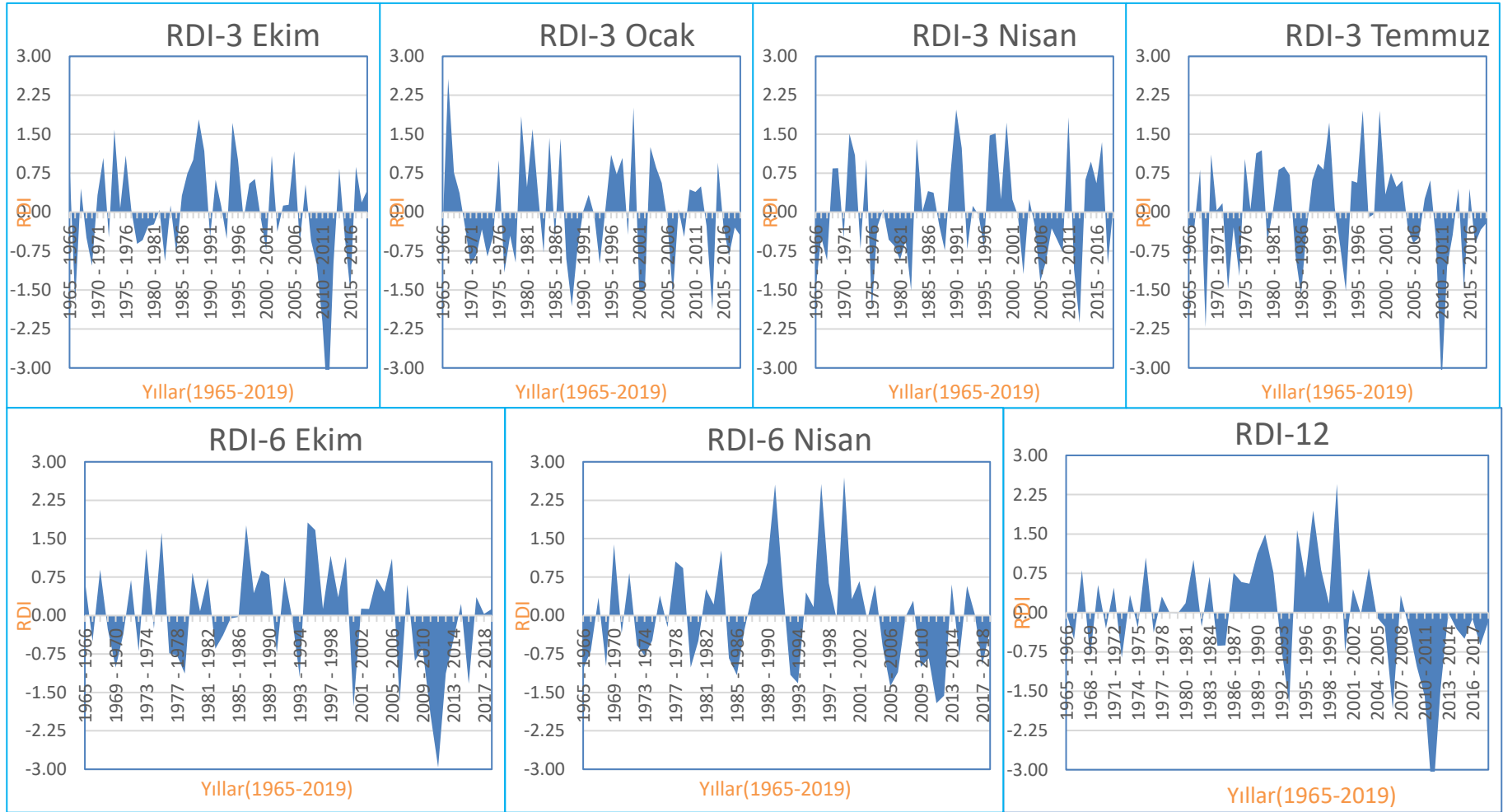
Şekil 4.49. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.50. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.50. devam ediyor.



Şekil 4.51. (17022) nolu Zonguldak Yağış Gözlem İstasyonu'nun RDI-3, RDI-6 ve RDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

4.6. AKIM KURAKLIK İNDEKSİ (SDI)

Hidrolojik Kuraklık daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi su yetersizliği yada suyun akışı normal seviyelerin önemli ölçüde altında düşmesi ve su talebi karşılanamaması durumunda ortaya çıkan ve dünya çapında tehlikeli doğal bir afet olayıdır. Bu tez çalışması kapsamında, Batı Karadeniz Bölgesinde bulunan Filyos Nehri Havzası'nın hidrolojik kuraklık analizinin incelenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla 1965–2015 yılları arasındaki uzun süreli ölçülmüş 7 adet (D13A036, E13A014, E13A019, E13A022, E13A027, E13A033, E13A034, E13A035) akım gözlem istasyonlarının aylık ortalama akım verileri elde edilmiştir ve 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman periyotlarında Akım Kuraklık İndeksi (SDI) yöntemi ile hidrolojik kuraklık analizi irdelenmiştir.

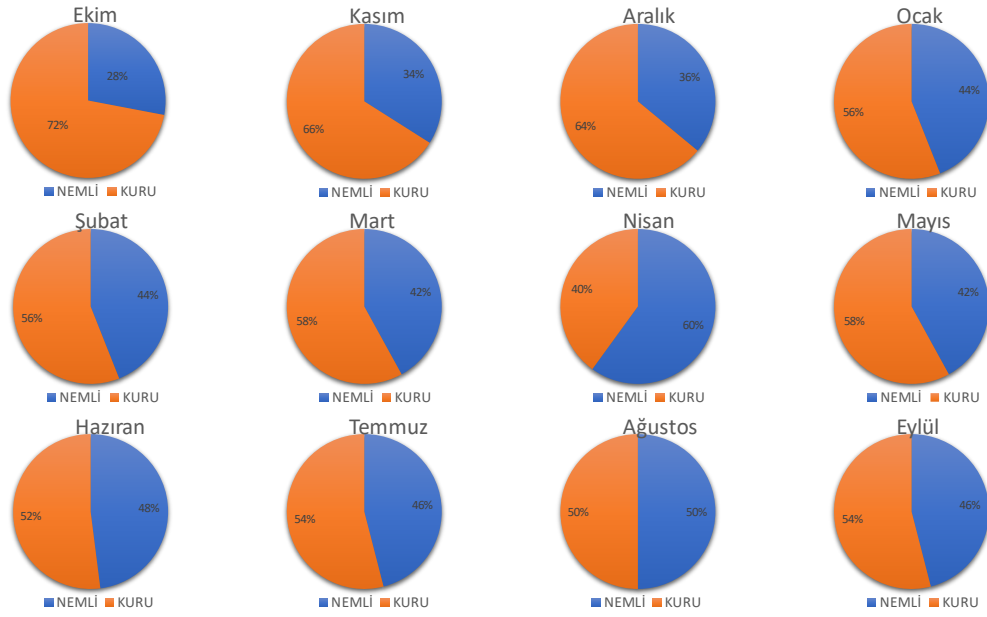
4.6.1. D13A036 nolu Hacılar Deresi-Yalaközü Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI)

D13A036 nolu Hacılar Deresi-Yalaközü İstasyonu'nun aylık SDI kuraklık oranı değerleri Şekil 4.52'te, 3, 6, 12 aylık RDI değerleri ise Şekil 4.53'te verilmiştir. Aylık SDI kuraklık yüzdelerinin %40 ile %72 arasında değiştiği ve en yüksek kurak dönemin ise Ekim ayında gerçekleştiği saptanmıştır.

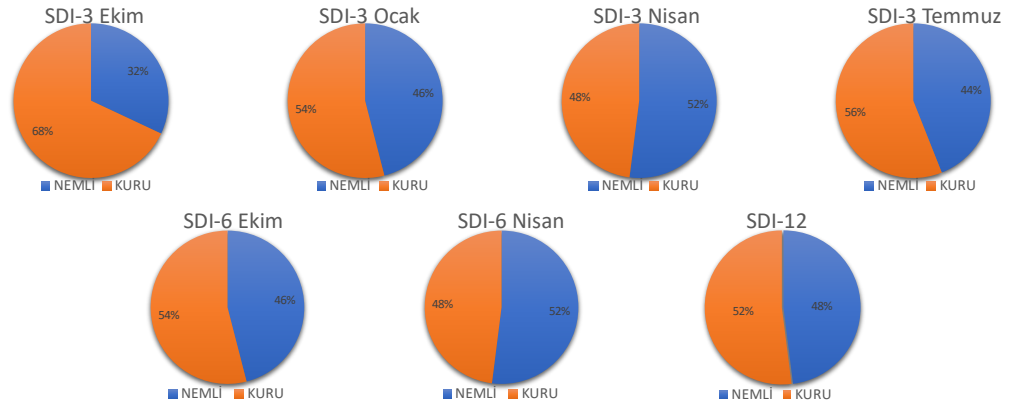
Şekil 4.53'te verilen Hacılar Deresi-Yalaközü İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık SDI kuraklık oranları irdelendiğinde, %68 ile SDI-3 Ekim dönemin en yüksek kurak dönem olarak yaşanmış olduğu, %48 ile SDI-3 Nisan döneminin ise en düşük kurak dönem olarak yaşanmış olduğu saptanmıştır. 6 aylık SDI değerleri incelendiğinde ise en yüksek kurak dönem %54 ile SDI-6 Ekim, ve en düşük kurak dönemin ise %48 ile SDI-6 Nisan döneminde yaşanmış olduğu saptanmıştır. SDI-12 değerleri irdelendiğinde ise %52 oranında kurak dönemin varlığı tespit edilmiştir.

Şekil 54'te Hacılar Deresi-Yalaközü İstasyonu'nun 1 aylık SDI zamansal değerleri incelendiğinde, 1982-2014 yılları arasındaki 9 ayda “Aşırı Kurak” dönemlerin görüldüğü olup 1987 yılı Ağustos ayı (-3.40) en yüksek “Aşırı Kurak” ay olarak karşımıza çıkmaktadır. gerçekleşmiştir.

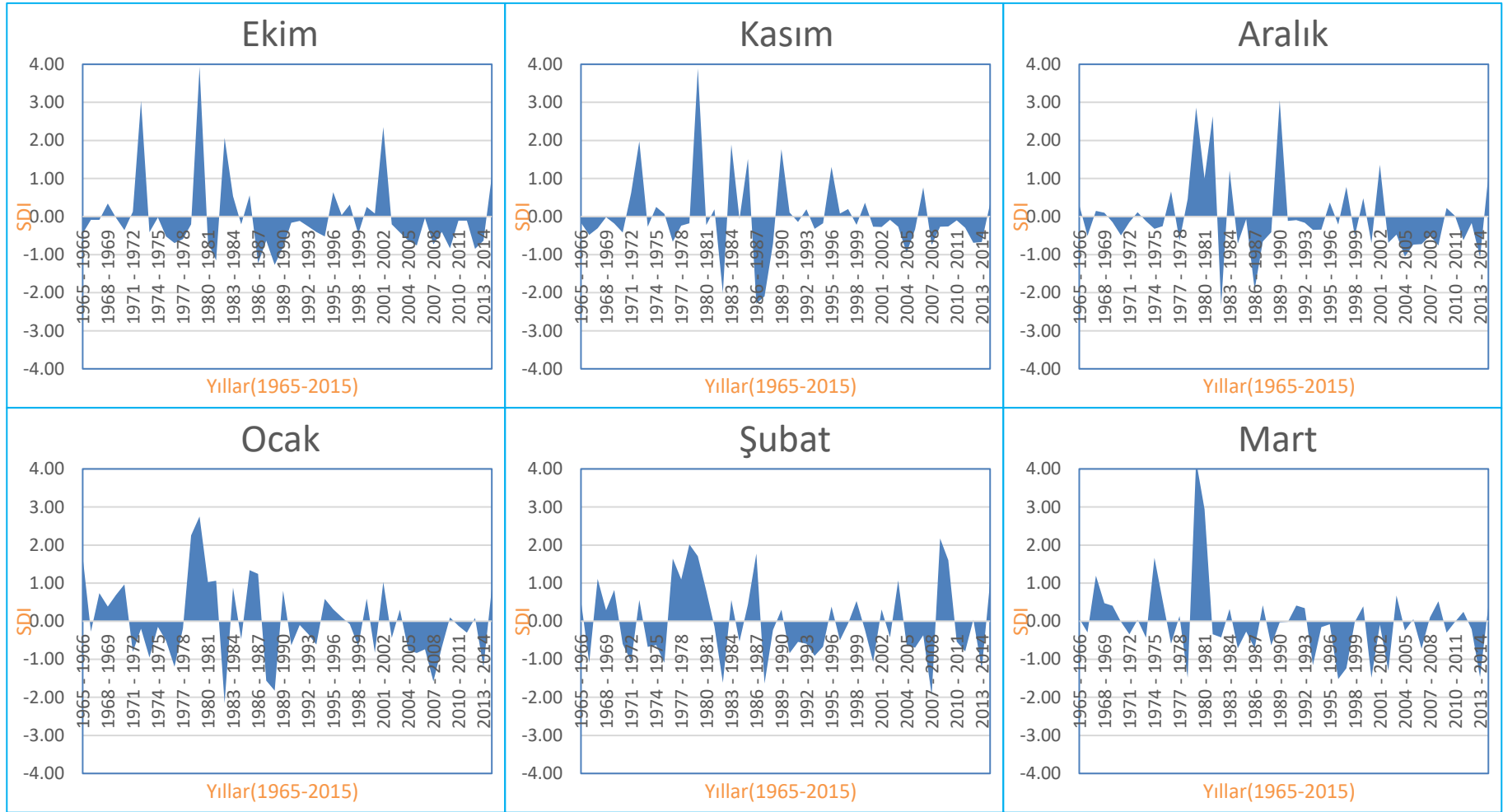
Şekil 4.55’de verilen Hacılar Dersi-Yalaközü İstasyonu’nun 3 aylık SDI zamansal değerleri incelendiğinde, 1986 yılı SDI-3 Ekim, 1988 yılı SDI-3 Nisan dönemlerin “Aşırı Kurak” dönemler olarak saptanırken, 1979, 1989 yılları SDI-3 Ekim, 1979, 1980 yılları SDI-3 Ocak, 1974 yılı SDI-3 Nisan, 1971, 1991, 2013 yılları SDI-3 Temmuz dönemlerinde “Aşırı Nemli” dönemler olarak meydana gelmiş olduğu görülmektedir. 6 aylık SDI zamansal değerleri incelendiğinde, 1988 yılında SDI-6 Nisan dönemin “Aşırı Kurak” dönem olarak karşımıza çıkarken, 12 aylık değerlere bakıldığında 1988 yılı “Aşırı Kurak” bir yıl olarak karşımıza çıkmaktadır. 1974 ve 1979 yılları ise “Aşırı Nemli” yıllardır.



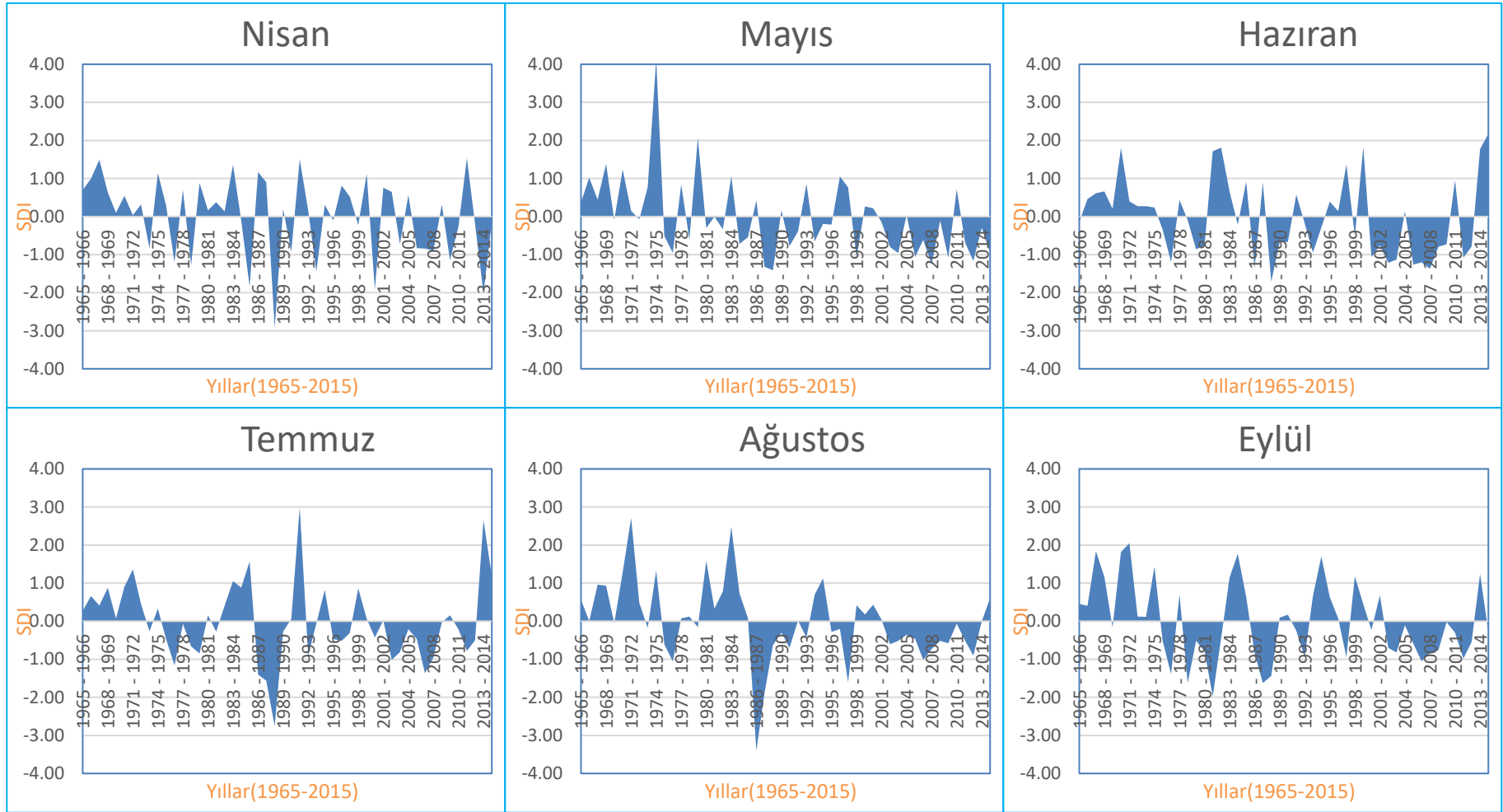
Şekil 4.52. (D13A036) nolu Hacılar Deresi-Yalaközü Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



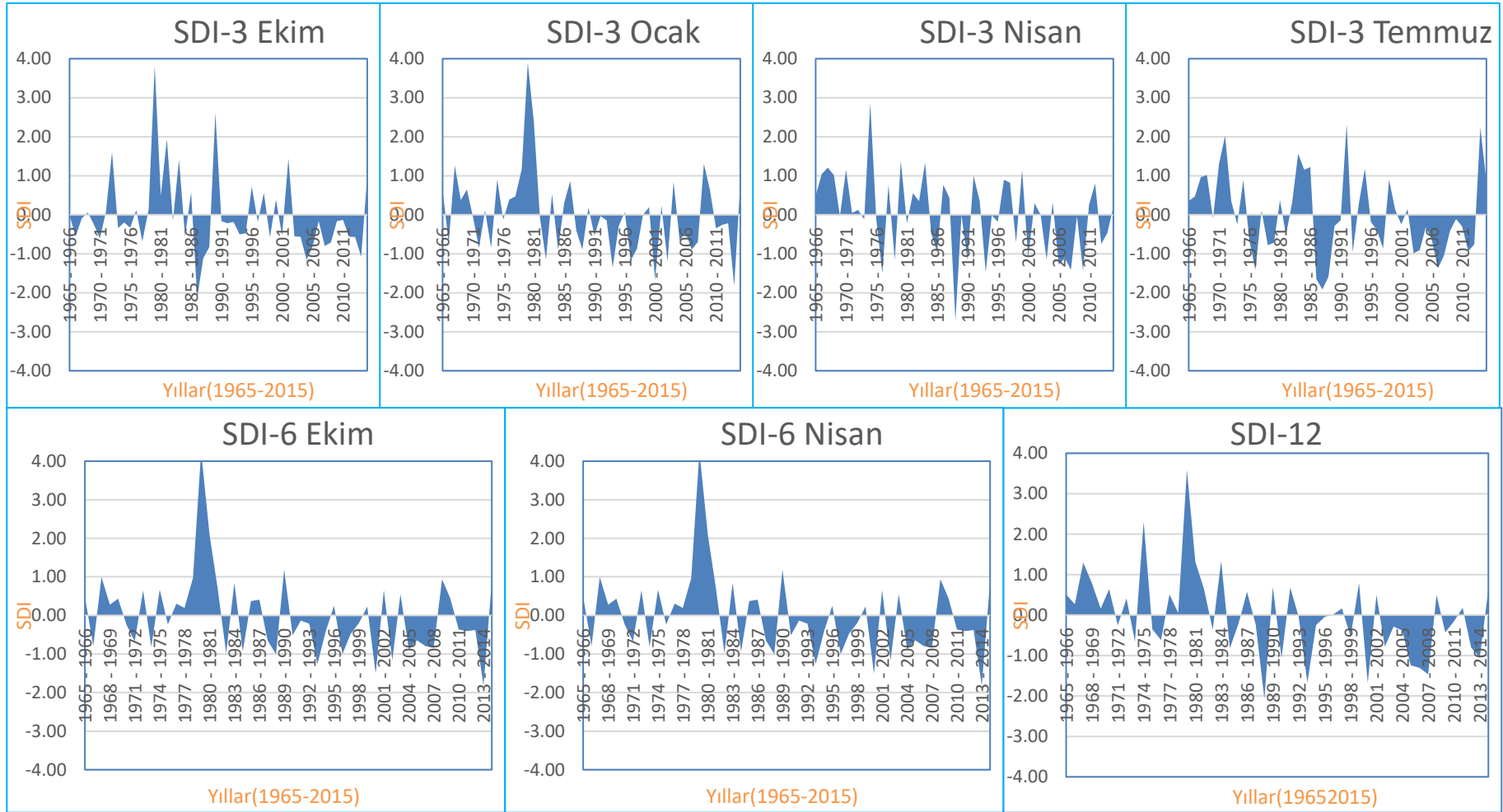
Şekil 4.53. (D13A036) nolu Hacılar Deresi-Yalaközü Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.54. (D13A036) nolu Hacılar Deresi-Yalaközü Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık zamansal analizi.



Şekil 4.54. devam ediyor.



Şekil 4.55. (D13A036) nolu Hacılar Deresi-Yalaközü İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık zamansal analizi.

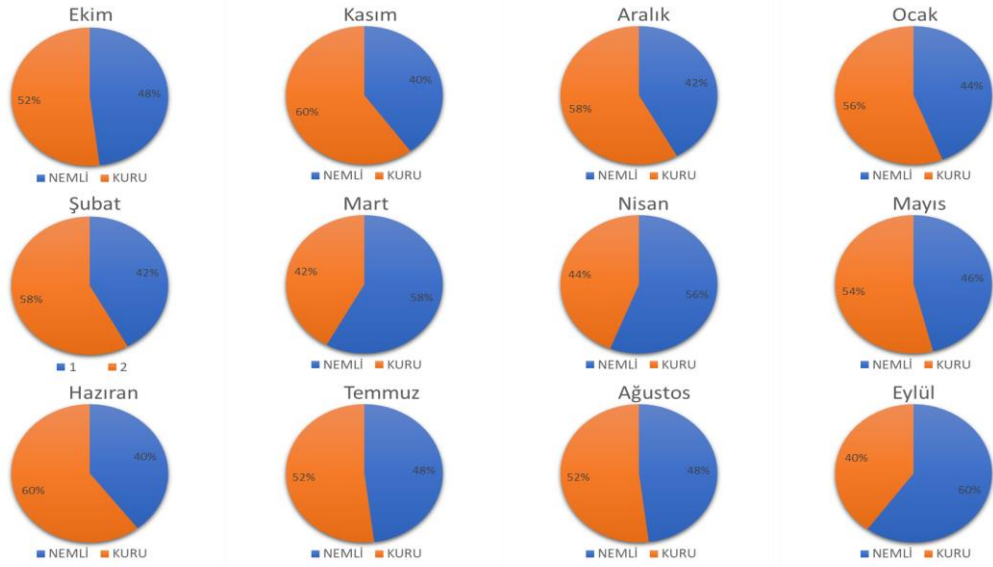
4.6.2. E13A014 nolu Soğanlı Çayı Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI)

E13A014 nolu Soğanlı Çayı-Karabük İstasyonu'nun aylık SDI değerleri Şekil 4.56'da ve 3, 6, 12 aylık SDI değerleri ise Şekil 4.57'de verilmiştir. İstasyonun aylık kuraklık yüzdeleri %40 ile %60 arasında değişirken en yüksek kurak ayların Kasım ve Haziran aylarında gerçekleştiği ve en düşük kurak ayın ise Eylül ayında meydana geldiği saptanmıştır.

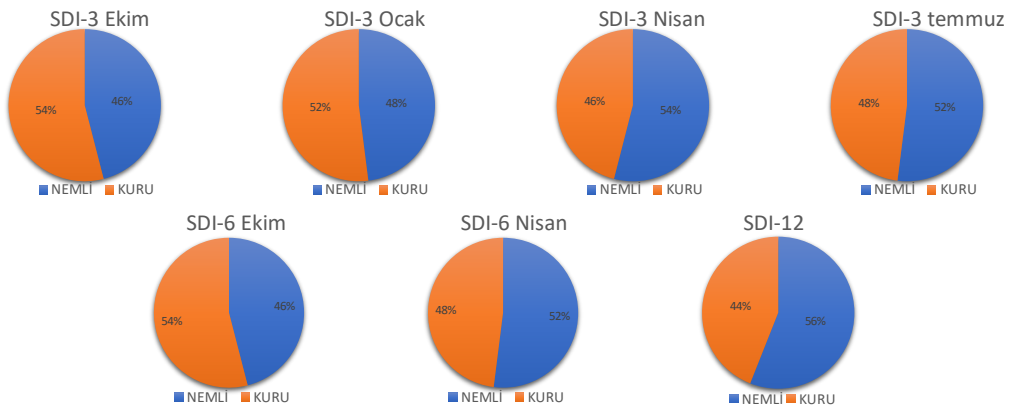
Şekil 4.57'de verilen 3, 6 ve 12 aylık SDI kuraklık oranı değerleri incelendiğinde en yüksek kurak dönemin %54 ile SDI-3 Ekim döneminde gerçekleşirken, en düşük kurak dönemin %46 ile SDI-3 Nisan döneminde meydana geldiği saptanmıştır. 6 aylık SDI değerleri irdelendiğinde en yüksek kurak dönemin %54 ile SDI-6 Ekim, en düşük kurak dönemin %48 ile SDI-6 Nisan döneminde meydana geldiği saptanmıştır. SDI-12 değerlerine göre ise %44'lük bir kurak dönemden bahsedilebilmektedir.

Şekil 4.58'de verilen E13A014 nolu Soğanlı Çayı-Karabük İstasyonu'nun 1 aylık SDI zamansal değerleri incelendiğinde, 1965-2015 yıllar arasındaki 10 ayda "Aşırı Kurak" dönemin varlığı dikkat çekmekte olup 1984 yılı Eylül ayında (-5.39) "Aşırı Kurak" bir ay olarak kendini göstermektedir. 1965-2015 yıllar arasındaki 20 ayda "Aşırı Nemli" dönemler gözlenmekte olup, 1972 yılı Ekim ayında (+4.59) "Aşırı Nemli" bir dönem saptanmıştır.

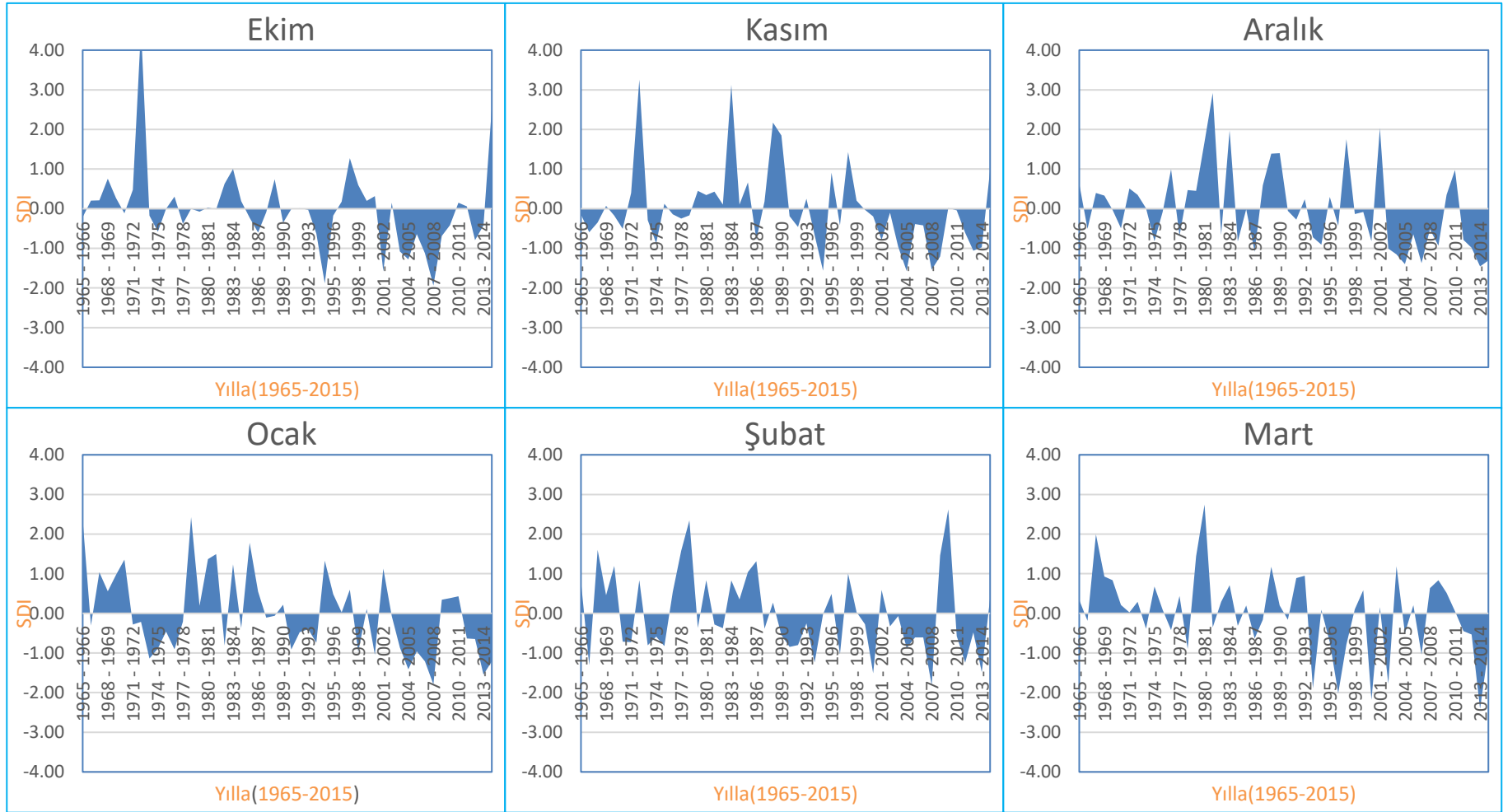
Şekil 4.59'de verilen Soğanlı Çayı-Karabük İstasyonu'nun 3 aylık SDI zamansal değerleri irdelendiğinde 2000, 2013 yılları SDI-3 Ocak, 1993 yılı SDI-3 Nisan, 1993, 2006 yılları SDI-3 Temmuz "Aşırı Kurak" dönemler olarak gerçekleşirken, 6 aylık SDI değerlerine göre 2013 yılı SDI-6 Ekim, 1993 yılı SDI-6 Nisan dönemleri "Aşırı Kurak" dönemler olarak kendini göstermektedir. 1980 yılı SDI-6 Ekim döneminde ise "Aşırı Nemli" dönemler yaşanmış olabileceği saptanmıştır. RDI-12 değerlere incelendiğinde 1993 yılı "Aşırı Kurak" dönem olarak karşımıza çıkmaktadır.



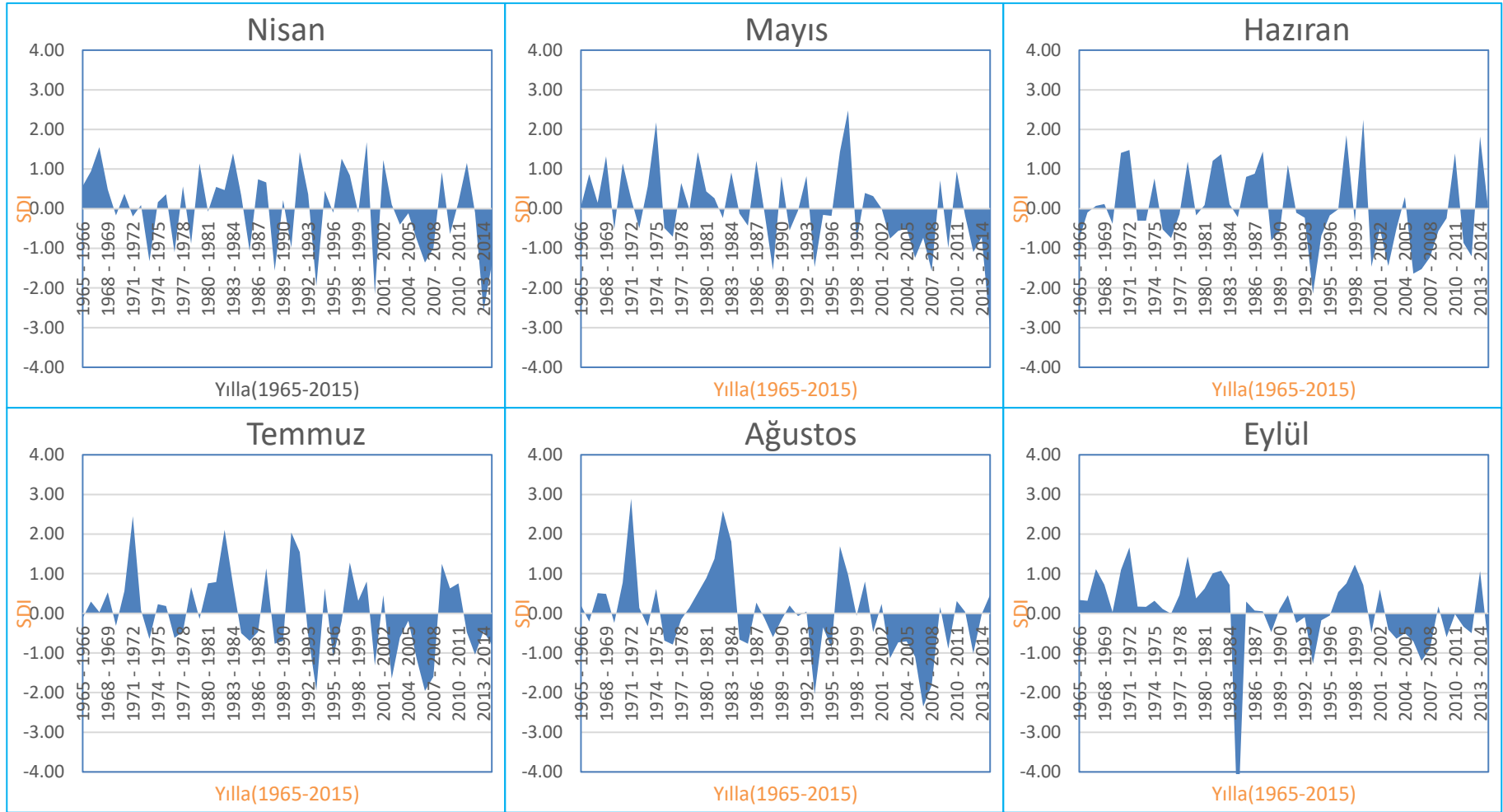
Şekil 4.56. (E13A014) nolu Soğanlı Çayı Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



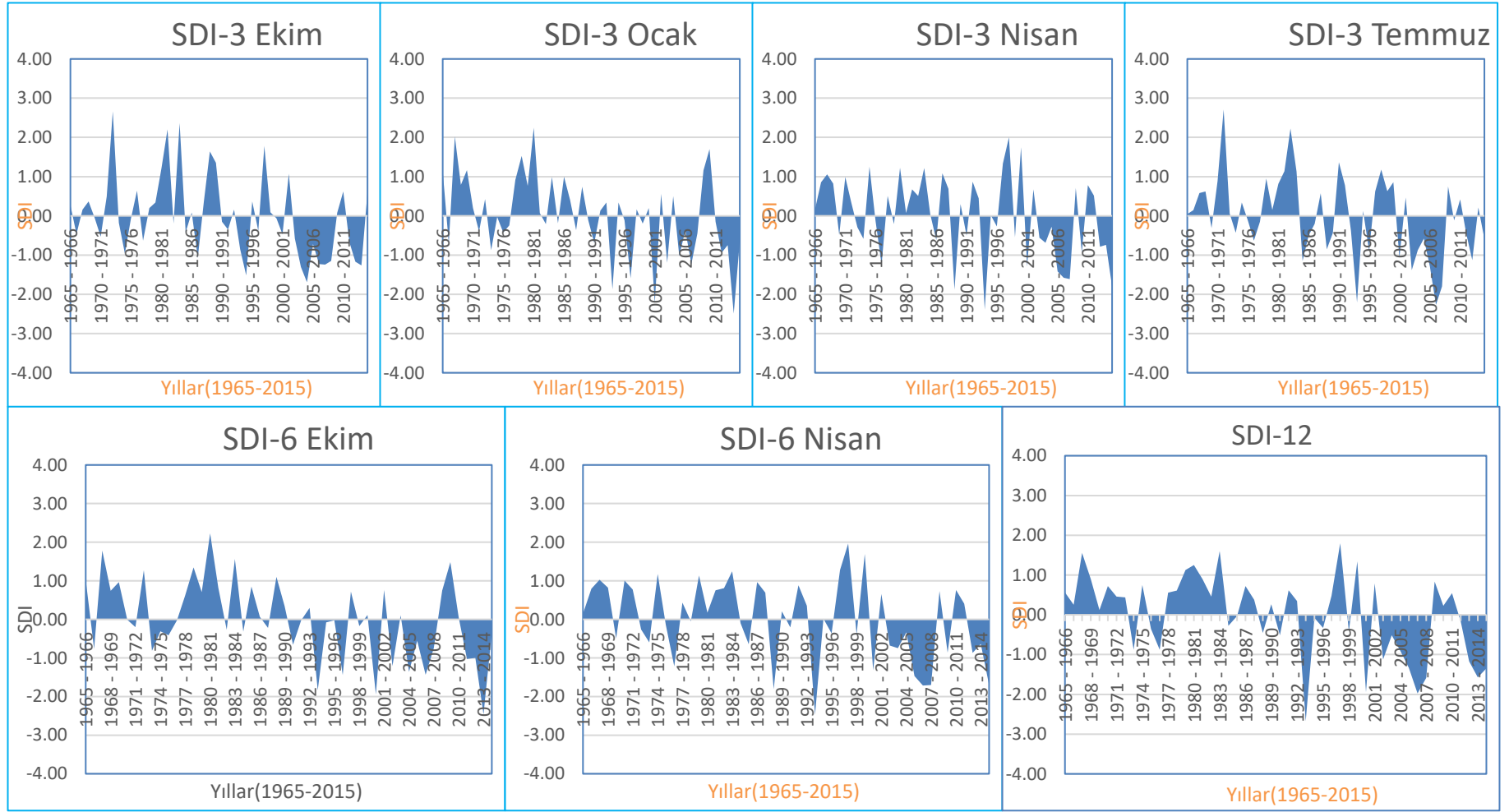
Şekil 4.57. (E13A014) nolu Soğanlı Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dağılımları.



Şekil 4.58. (E13A014) nolu Soğanlı Çayı/Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık zamansal analizi.



Şekil 4.58. devam ediyor.



Şekil 4.59. (E13A014) nolu Soğanlı Çayı/Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık zamansal analizi.

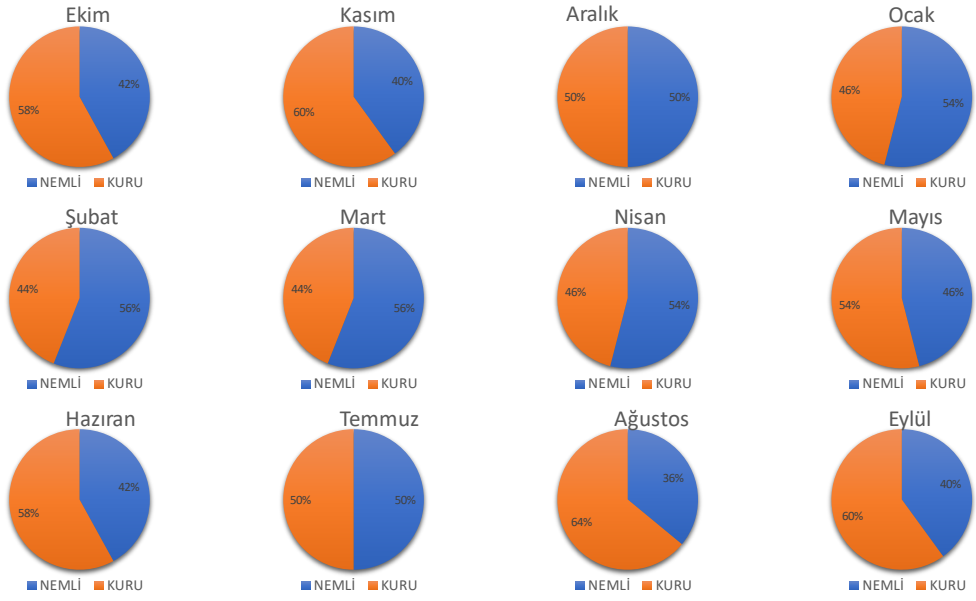
4.6.3. E13A019 nolu Mengen Çayı/Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI)

E13A019 nolu Mengen Çayı-Gökçesu İstasyonu'nun SDI aylık kuraklık oranı değerleri Şekil 4.60'da ve 3,6, 12 aylık değerleri ise Şekil 4.61'de verilmiştir. Aylık kuraklık oranı %44 ile %64 arasında değişmekte olup en yüksek kurak ay Ağustos ayında gerçekleşirken en düşük kurak ay Mart ayında meydana gelmiştir.

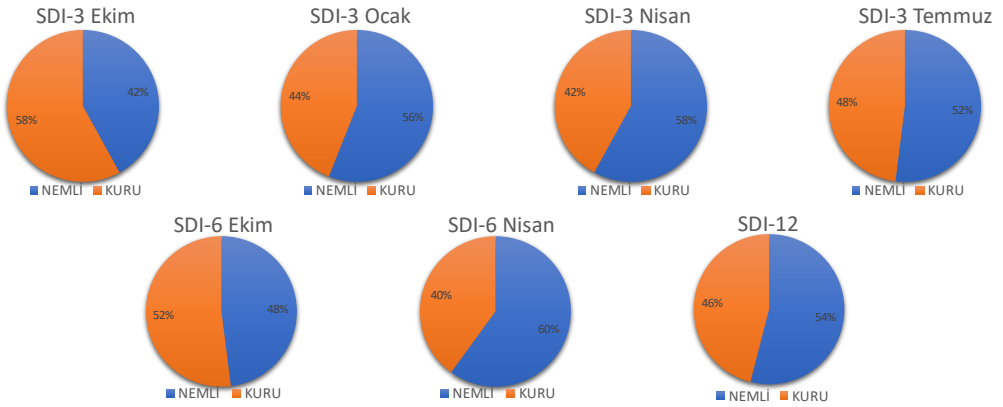
Şekil 4.60'da verilen Mengen Çayı-Gökçesu İstasyonu'nun 3, 6 ve 12 aylık SDI oranları eğrileri irdelendiğinde en yüksek kurak dönemin %58 ile SDI-3 Ekim döneminde gerçekleşirken, en düşük kurak dönemin %42 ile SDI-3 Nisan döneminde gerçekleştiği saptanmıştır. 6 aylık SDI değerleri irdelendiğinde en yüksek kurak dönemin %52 ile SDI-6 Ekim döneminde gerçekleştiği, SDI-12 değerlerine göre ise %46'lık bir kuraklık oranının varlığı saptanmıştır.

Şekil 4.62'de verilen Mengen Çayı-Gökçesu İstasyonu'nun 1 aylık SDI zamansal değerleri irdelendiğinde, 6 ayda "Aşırı Kurak" dönemlerin yaşanmış olduğu saptanmış ve Mart ayı (-3.76) en yüksek "Aşırı Kurak" ay olarak karşımıza çıkmaktadır.

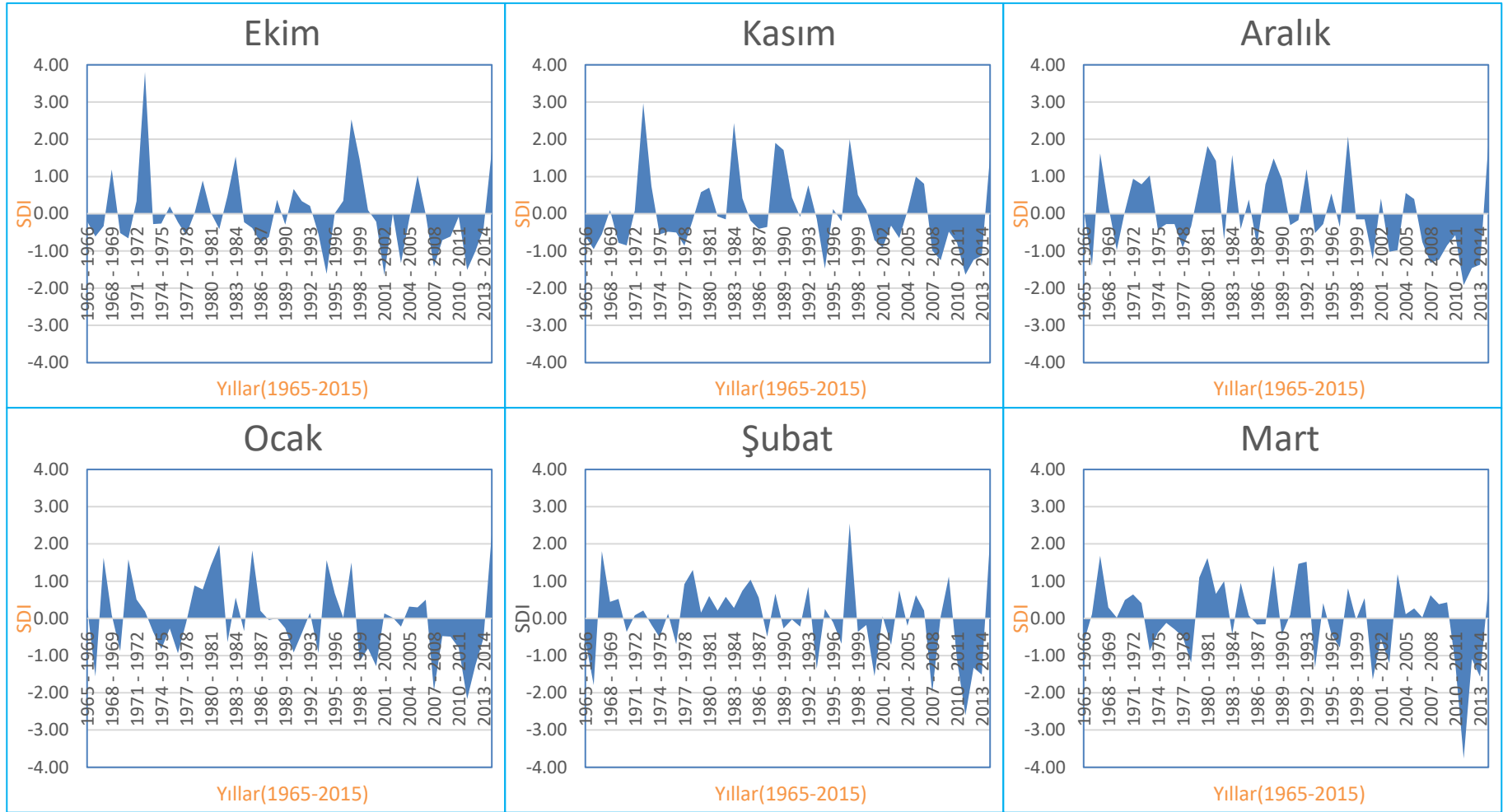
Şekil 4.63'te verilen Mengen Çayı-Gökçesu İstasyonu'nun 3 aylık SDI zamansal değerleri incelendiğinde 2011 yılı SDI-3 Ocak, ve SDI-3 Nisan dönemlerinde "Aşırı Kurak" dönemleri gerçekleşirken, 1972, 1983, 1997 yılları SDI-3 Ekim, 1996, 1997 yılları SDI-3 Nisan, 1971, 1982, 1990 yılları SDI-3 Temmuz dönemlerinde "Aşırı Nemli" dönemler gözlenmektedir. 6 aylık SDI zamansal değerleri incelendiğinde 2011 yılı SDI-6 Ekim dönemi "Aşırı Kurak" dönem olarak karşımıza çıkarken RDI-12 değerlerine göre 2011 yılı "Aşırı Kurak" bir yıl olarak kendini göstermektedir.



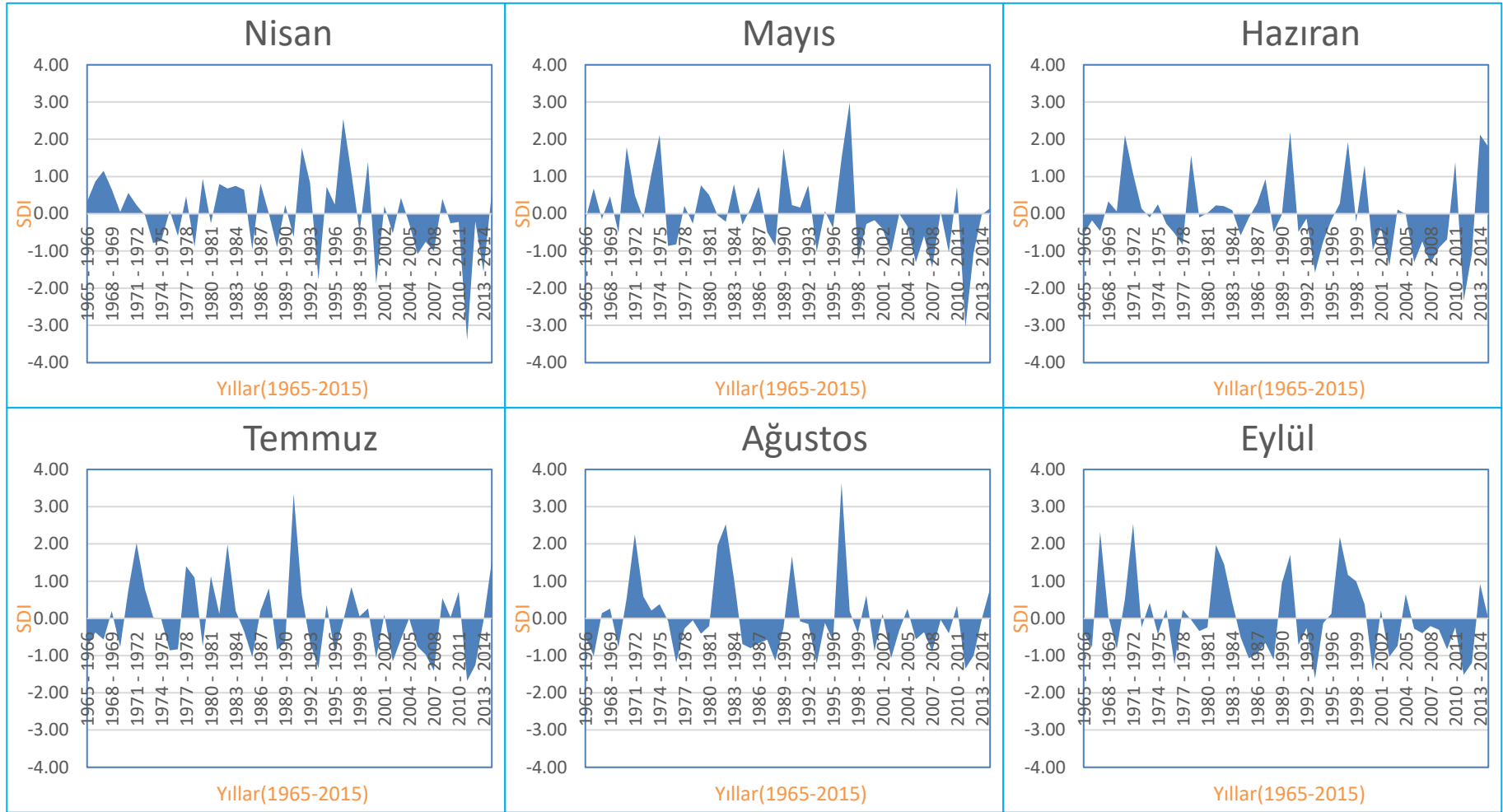
Şekil 4.60. (E13A019) nolu Mengen Çayı-Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



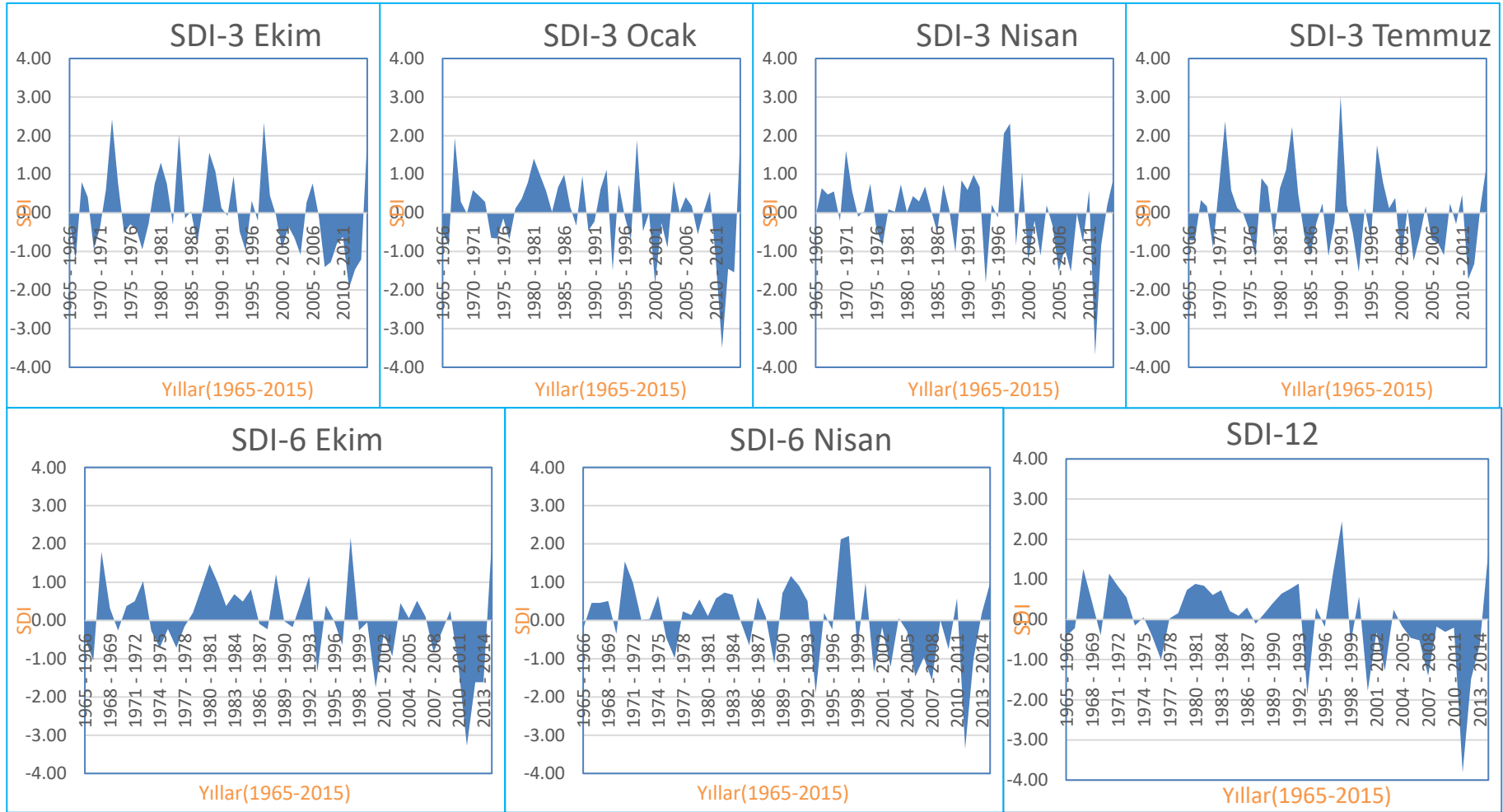
Şekil 4.61. (E13A019) Mengen Çayı/Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.62. (E13A019) nolu Mengen Çayı/Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık zamansal analizi.



Şekil 4.62. devam ediyor.



Şekil 4.63. (E13A019) nolu Mengen Çayı/Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık zamansal analizi.

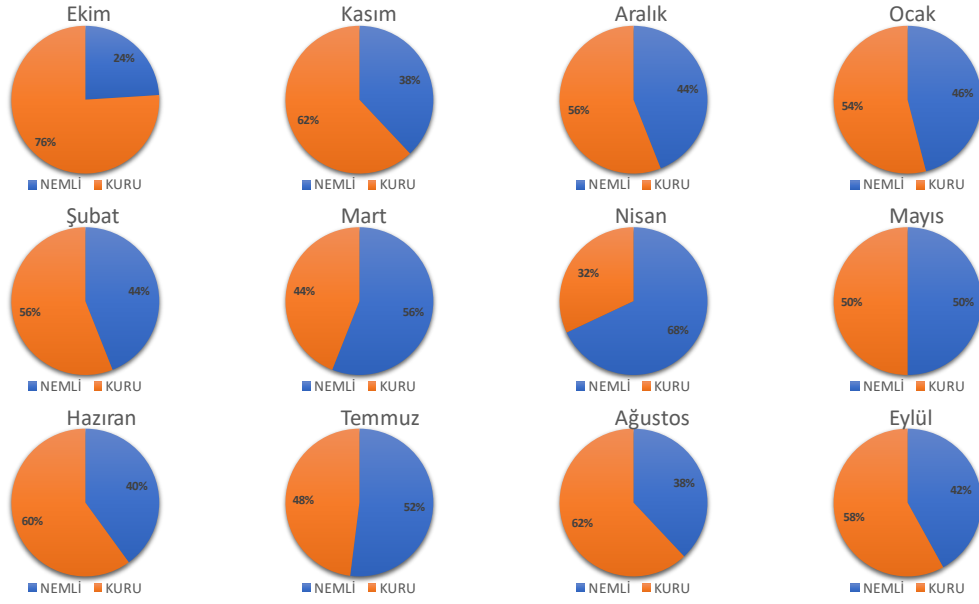
4.6.4. E13A027 nolu Ulusu-Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI)

E13A027 nolu Ulusu-Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun aylık kuraklık oranı SDI değerleri Şekil 4.64'te ve 3, 6, 12 aylık değerleri ise Şekil 4.65'de verilmiştir. Aylık kuraklık yüzdeleri %32 ile %76 arasında değişmekte olup, en yüksek kurak dönem Ekim ayında gerçekleşmiştir.

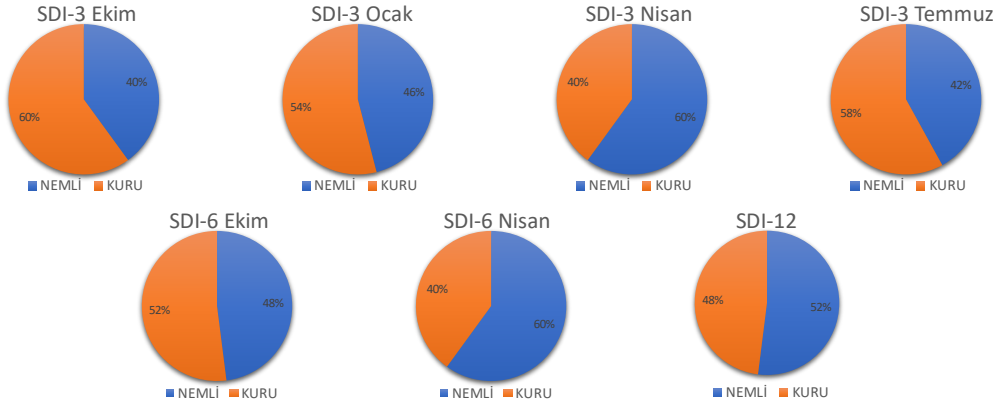
Şekil 4.65'de verilen 3, 6, 12 aylık SDI kuraklık oranları incelendiğinde SDI-3 için en yüksek kurak dönemin %60 ile SDI-3 Ekim olduğu belirlenirken, en düşük kurak dönemin %40 ile SDI-3 Nisan dönemi olduğu gözlenmiştir. 6 aylık değerleri incelendiğinde en yüksek kurak dönemin %52 ile SDI-6 Ekim olduğu, en düşük kurak dönemin ise %48 ile SDI-6 Nisan dönemi olduğu saptanmıştır. SDI-12 değerleri irdelendiğinde en yüksek kuraklık oranının %48 olarak gözlemlendiği saptanmıştır.

Şekil 4.66'de verilen aylık SDI-1 zamansal değerleri incelendiğinde 1965-2015 yılları arasındaki 6 ayda "Aşırı Kurak" dönemlerin varlığı saptanmış olup 1989 yılı Mayıs ayında (-2.33) en yüksek "Aşırı Kurak" ay gözlenmiştir. Aynı yıllar arasında 25 ayda ise "Aşırı Nemli" dönem kendini gösterirken, 1972 yılı Ekim ayı (+4.74) en yüksek "Aşırı Nemli" dönem olarak karşımıza çıkmaktadır.

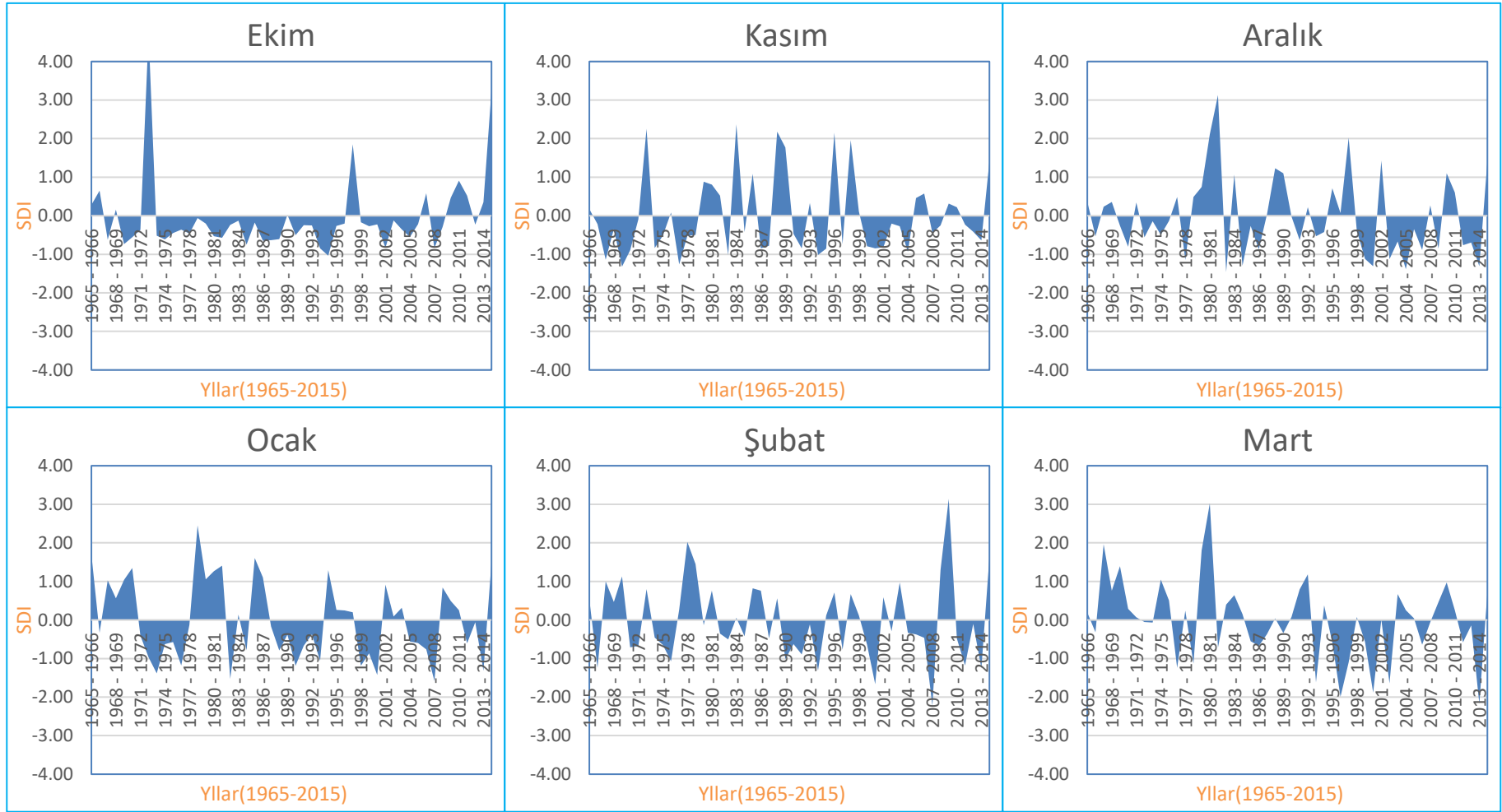
Şekil 4.67'de verilen SDI-3 zamansal değerlere göre 1988, 1993 yılları SDI-3 Nisan, 2000, 2013 yılları SDI-3 Ocak dönemlerinde "Aşırı Kurak" dönemler belirlenirken, 1980, 2009 yılları SDI-3 Ocak, 1981, 1997, 2013 yılları SDI-3 Ekim, 1971, 1982, 2008 yılları SDI-3 Temmuz dönemleri ise "Aşırı Nemli" dönemler olarak saptanmıştır. SDI-6 aylık zamansal değerleri incelendiğinde 2000, 2013 yılları SDI-6 Ekim "Aşırı Kurak" dönemler saptanırken, RDI-12 zamansal değerleri irdelendiğinde ise 1993, 2000 yıllarında "Aşırı Kurak" yılların yaşanmış olduğu gözlenmiştir.



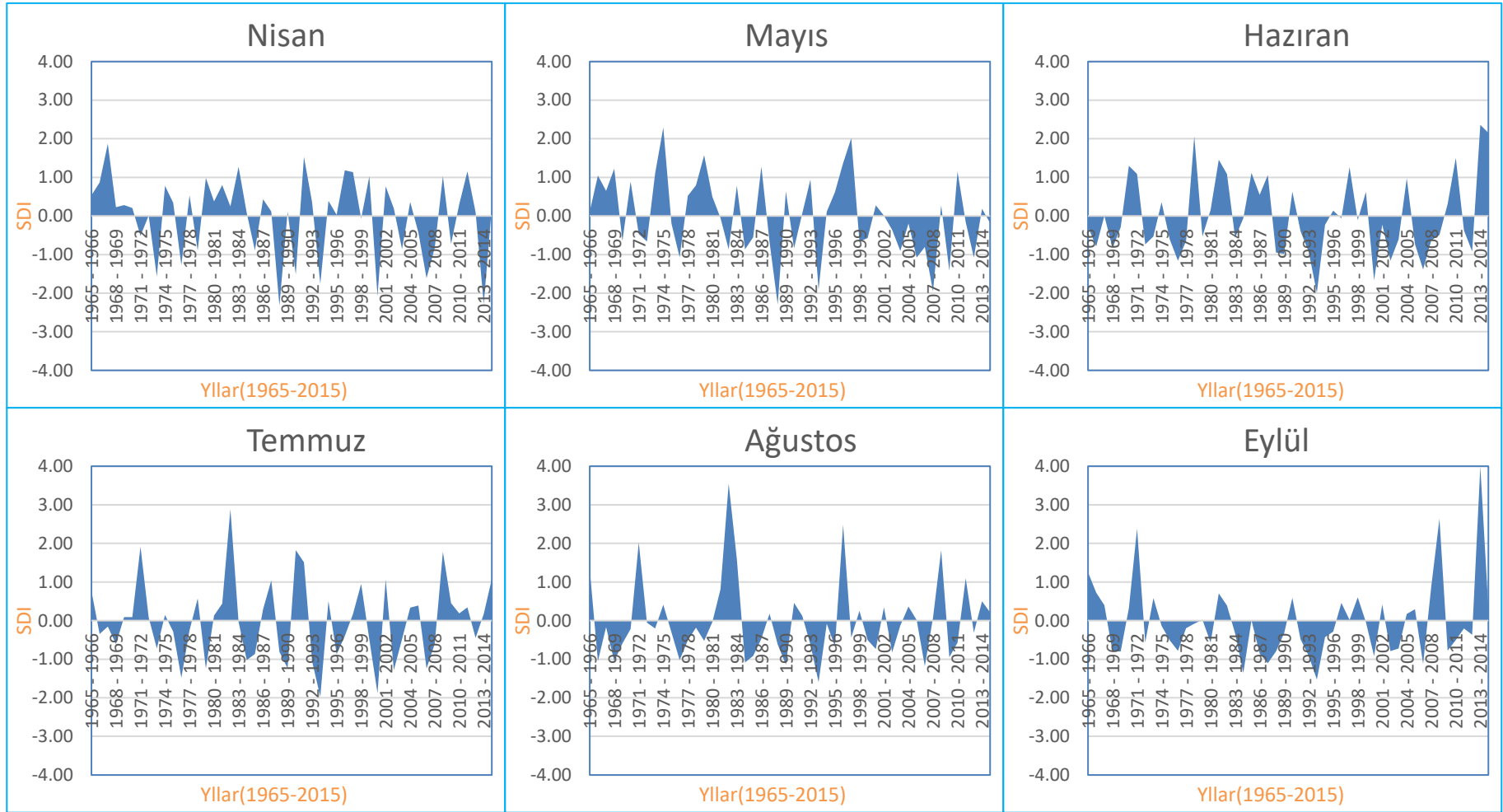
Şekil 4.64. (E13A027) nolu Ulusu-Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.



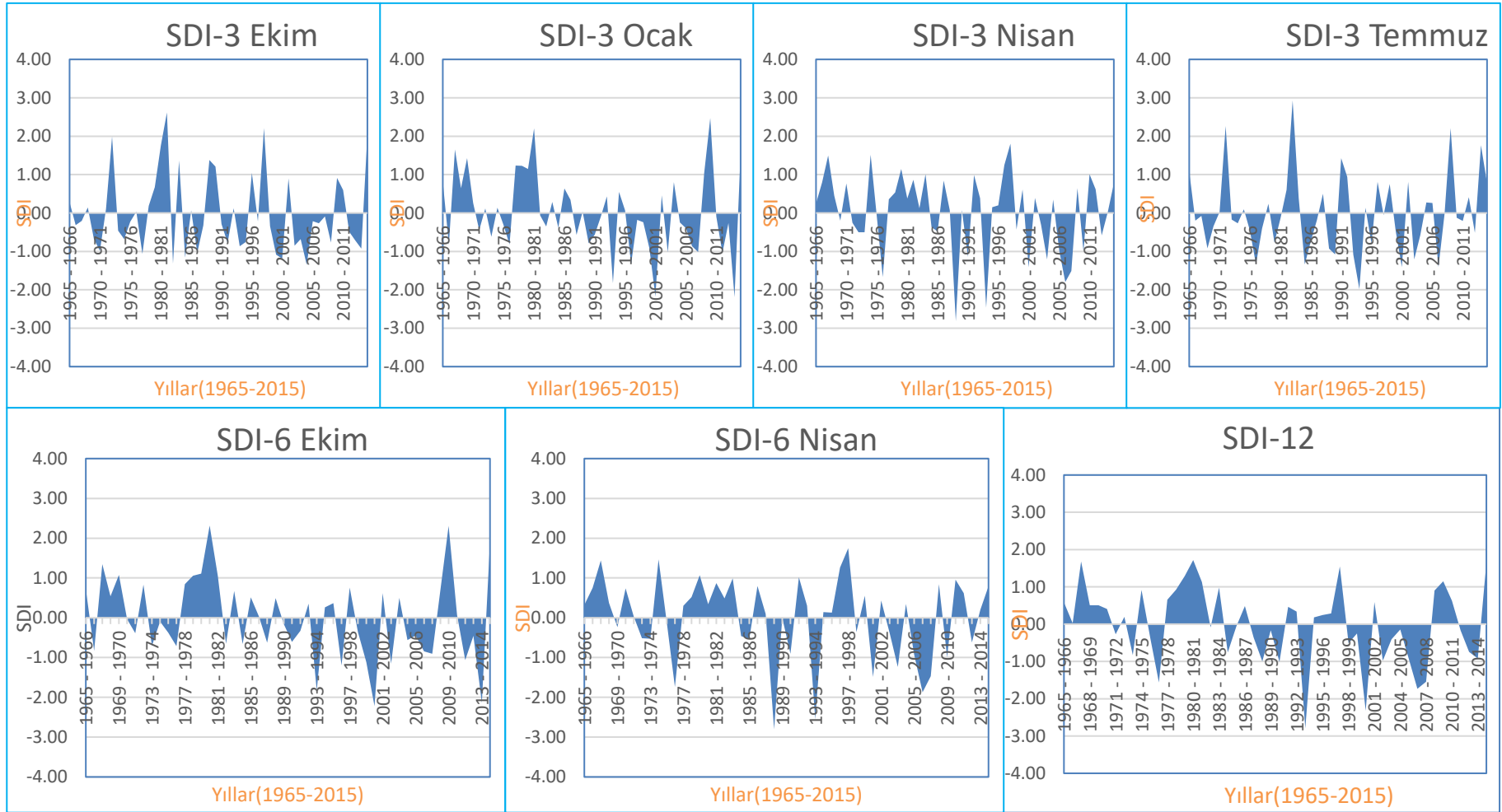
Şekil 4.65. (E13A027) nolu Ulusu-Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.66. (E13A027) nolu Ulusu/Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.66. devam ediyor.



Şekil 4.67. (E13A027) nolu Ulusu/Afatlar Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

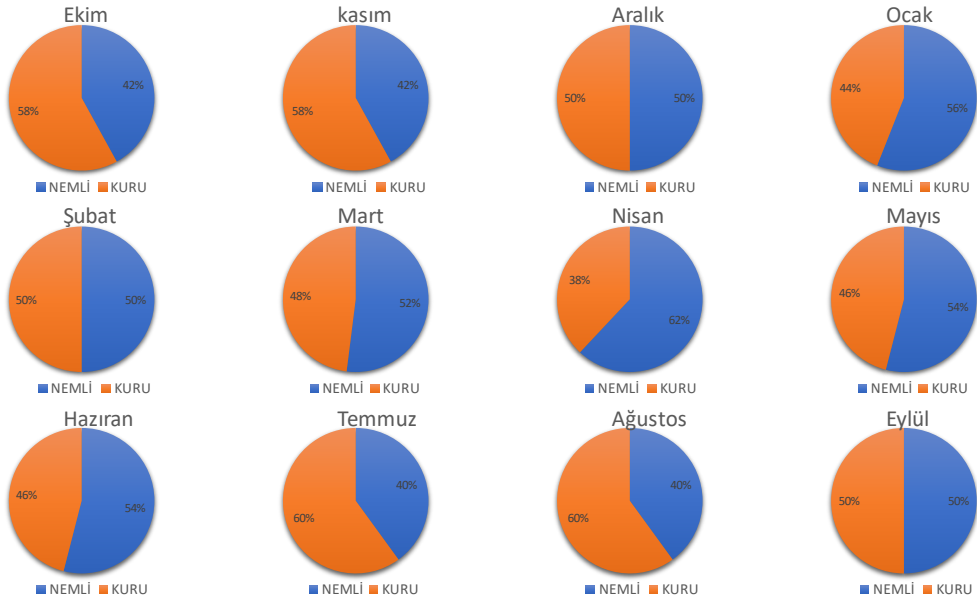
4.6.5. E13A33 nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI)

E13A033 nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI aylık kuraklık oranları Şekil 4.68'de ve 3, 6, 12 aylık oranları ise Şekil 4.69'da gösterilmiştir. Aylık kuraklık yüzdeleri %38 ile %60 arasında değişirken, en yüksek kurak dönem Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşmiştir.

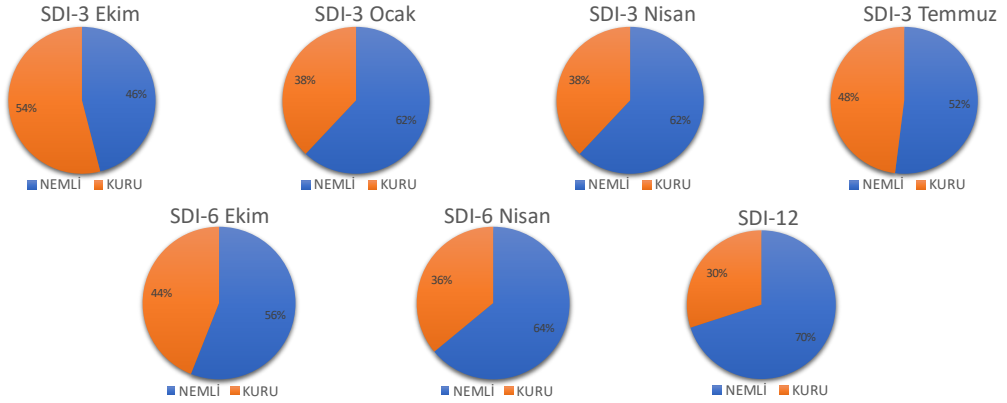
Şekil 4.69'de verilen 3, 6, 12 aylık SDI kuraklık oranları incelendiğinde en yüksek kurak dönemin %52 ile SDI-3 Ekim dönemi olduğu, SDI-6 aylık için en yüksek kurak dönemin %44 ile SDI-6 Ekim dönemi olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.70'de verilen aylık SDI-1 değerleri zamansal dağılımları incelendiğinde 1965-2014 yıllara arasındaki 24 ayda "Aşırı Kurak" dönemlerin varlığı saptanırken 1965-2015 yıllara arasındaki 13 ayda "Aşırı Nemli" dönemlerin kendini gösterdiği saptanmıştır.

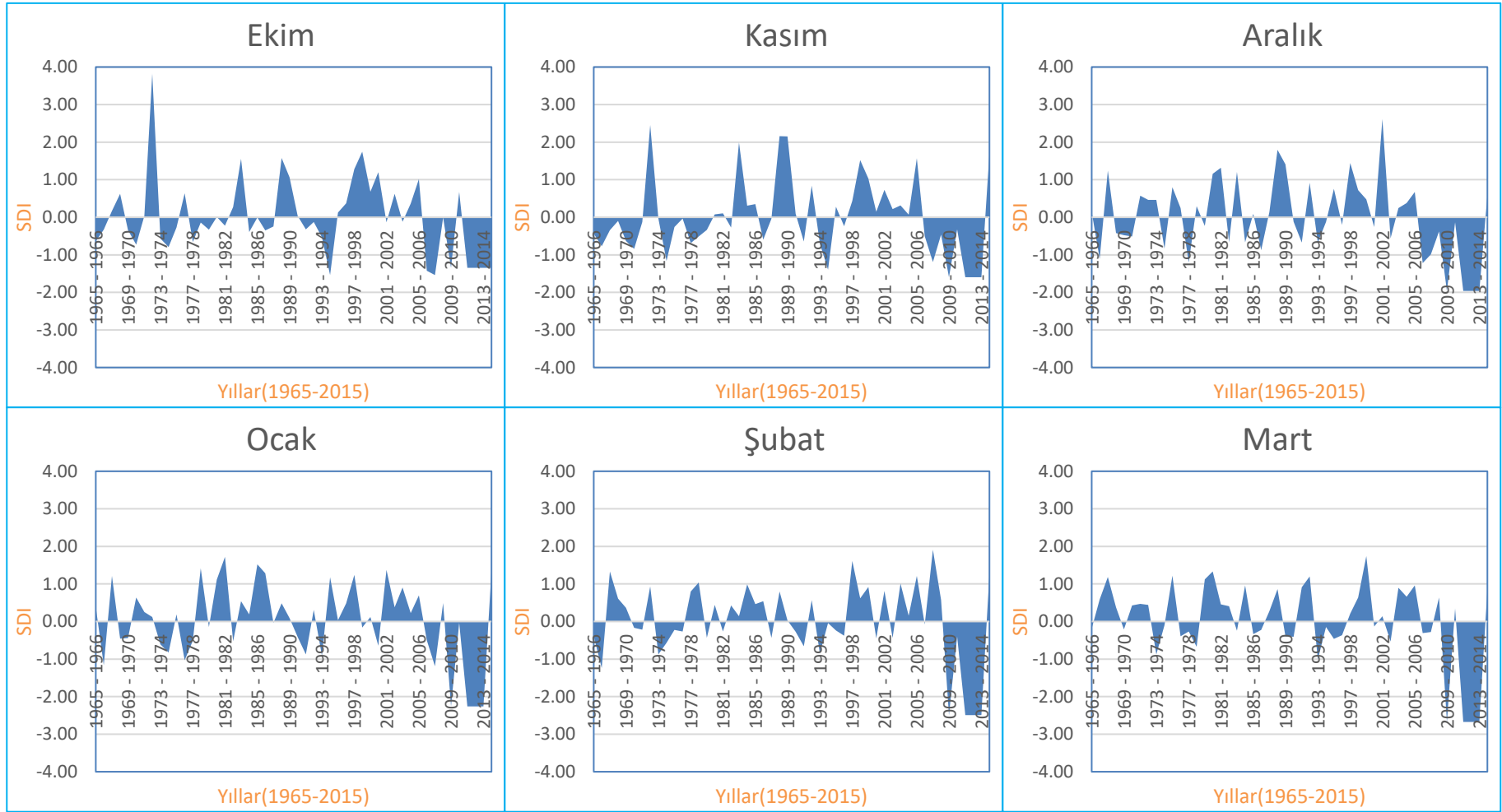
Şekil 4.71'de verilen 3 aylık SDI zamansal değerlerine göre 2009, 2011, 2012 2013 yılları SDI-3 Ocak ve 2009, 2011, 2012, 2013 yılları SDI-3 Nisan dönemlerinde göre "Aşırı Kurak" dönemler karşımıza çıkarken, 1972 yılı SDI-3 Ekim, 1971, 1982 yılları SDI-3 Temmuz, dönemleri "Aşırı Nemli" dönemler olarak kendini göstermektedir. SDI-6 aylık zamansal değerleri irdelendiğinde 2009, 2011, 2012 2013 yılları SDI-6 Ekim "Aşırı Kurak" dönemler olarak saptanmış olup RDI-12 için ise 2009, 2011, 2012 ve 2013 yıllarda "Aşırı Kurak" dönemler gözlenmiştir.



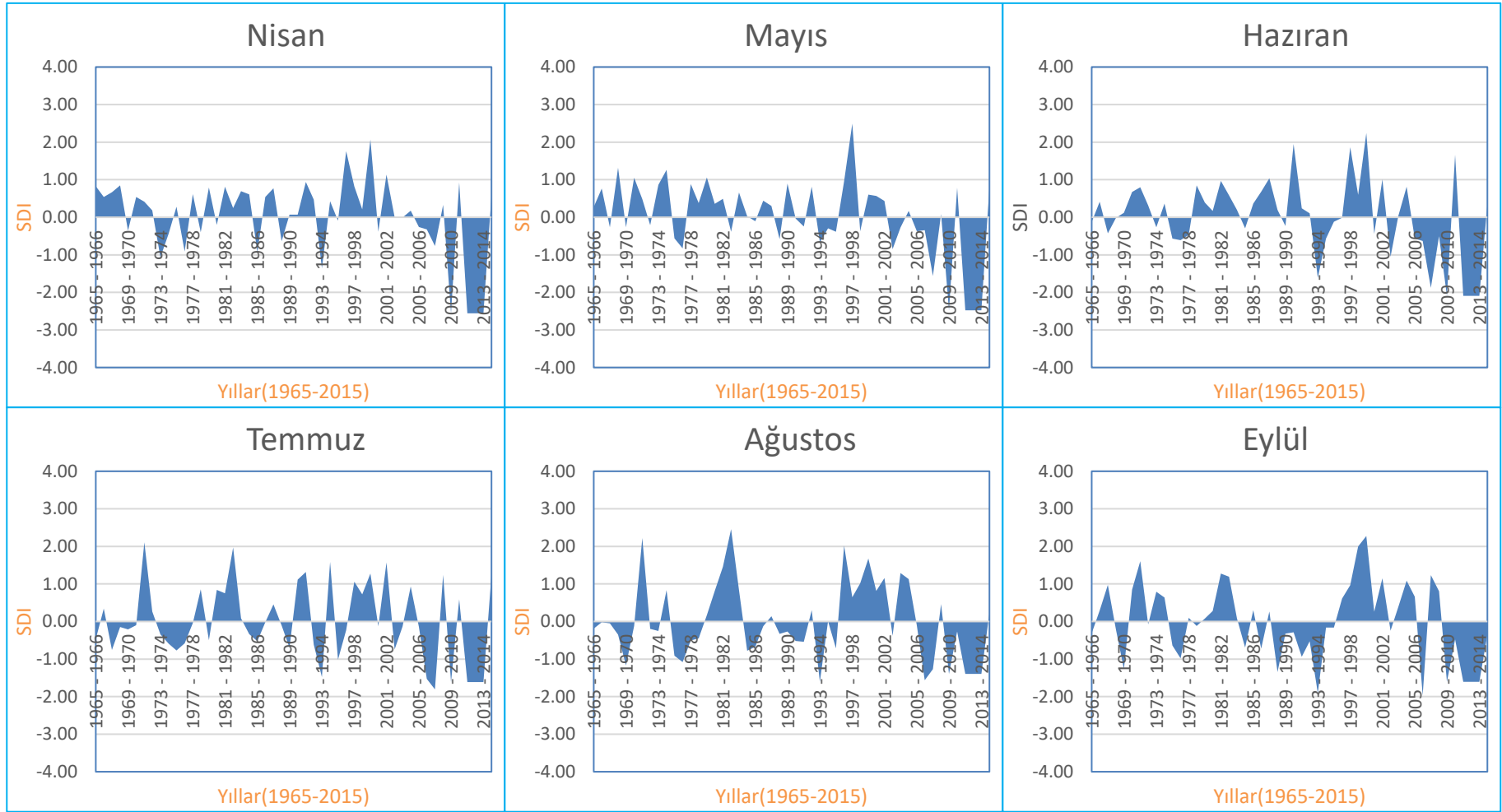
Şekil 4.68. (E13A033) nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI 1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



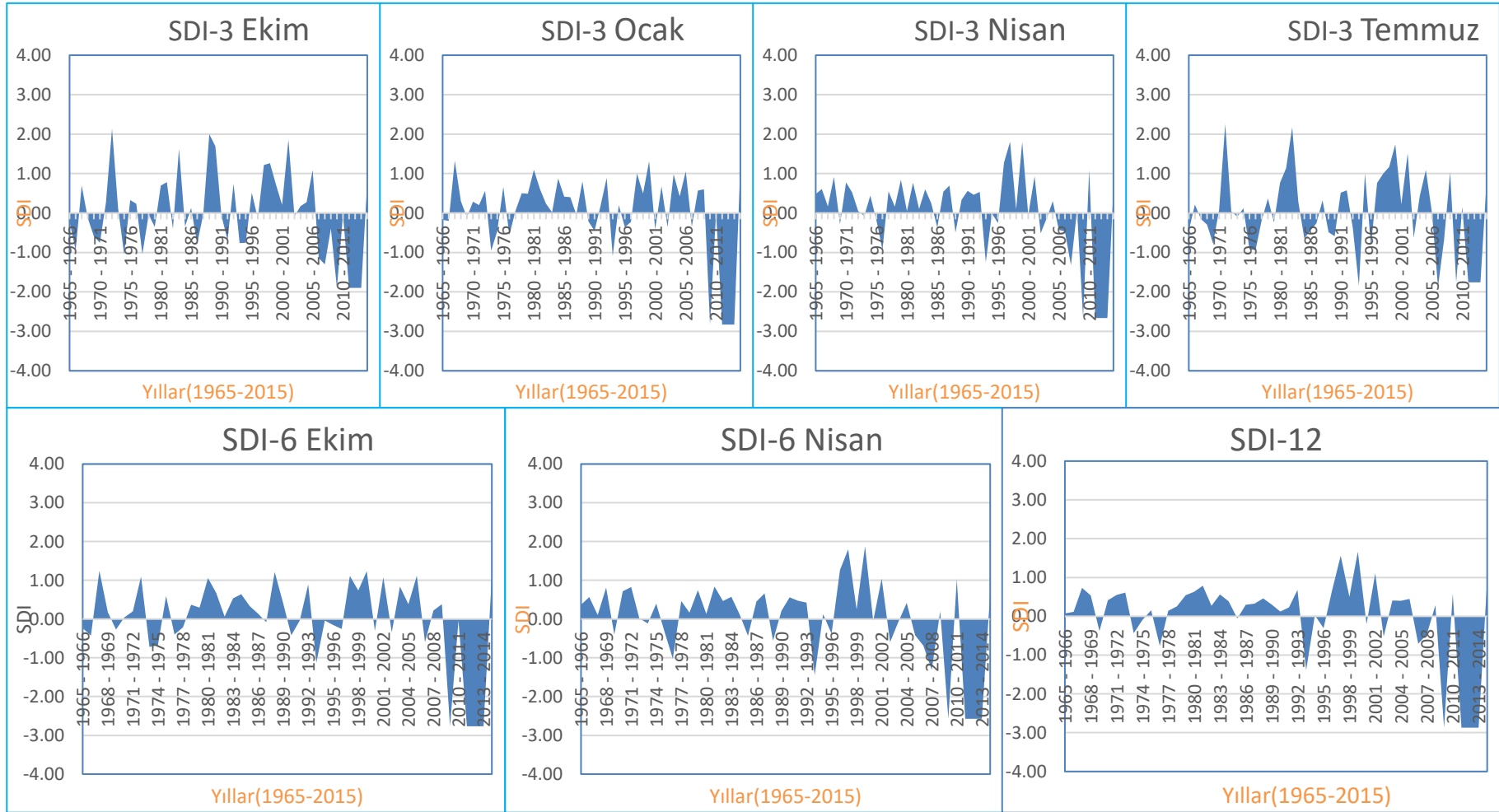
Şekil 4.69. (E13A033) nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI 3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.70. (E13A033) nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.70. devam ediyor.



Şekil 4.71. (E13A033) nolu Araç Çayı-Karabük Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerin zamansal analizi.

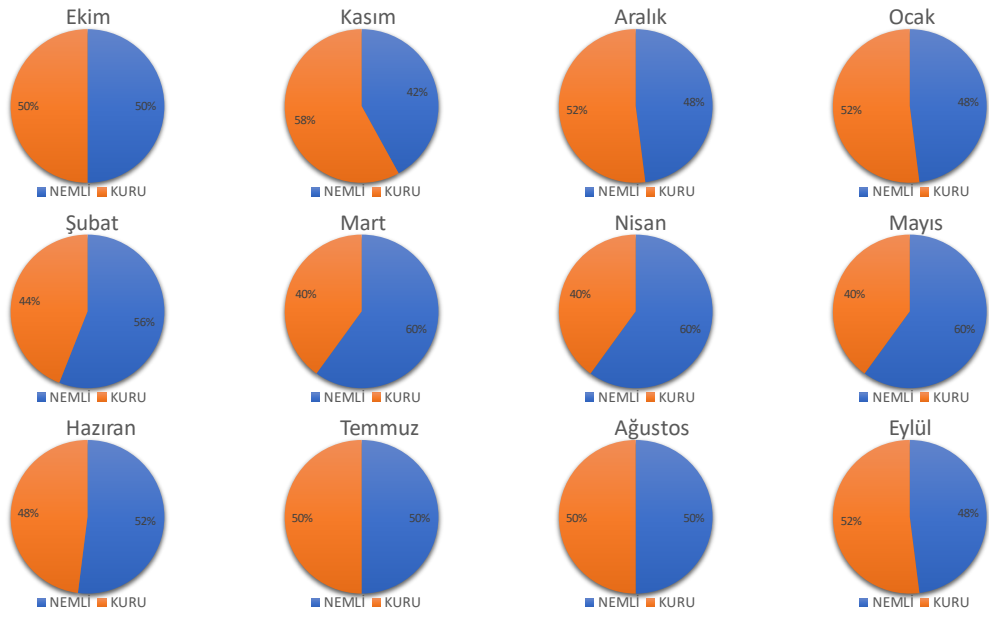
4.6.6. E13A034 nolu Bolu ayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI)

E13A034 nolu Bolu ayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI aylık kuraklık oranları Şekil 4.72'te ve 3, 6, 12 aylık kuraklık oranları ise Şekil 4.73'te verilmiştir. Aylık kuraklık yüzdeleri %40 ile %58 arasında değişmekte olup, en yüksek kurak dönem Kasım ayında gerçekleşmiştir.

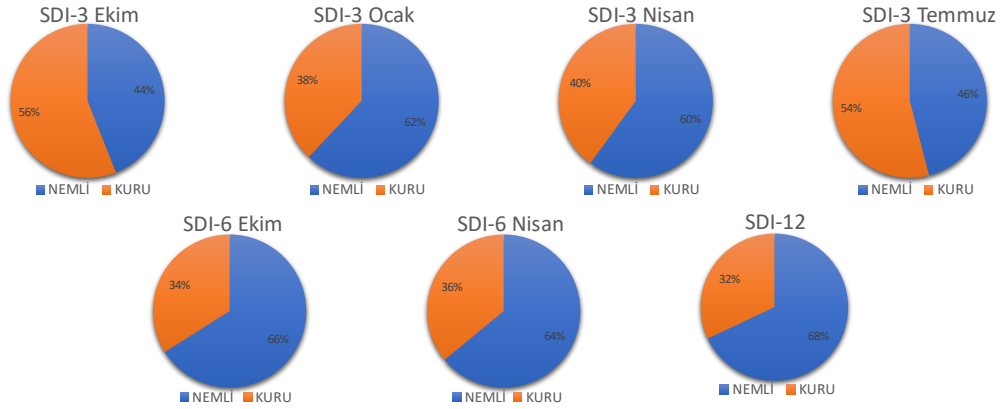
Şekil 4.73'te verilen 3, 6, 12 aylık SDI kuraklık oranları incelendiğinde, SDI-3 dönemi için en yüksek kurak dönem %56 ile SDI-3 Ekim dönemi olduğu, SDI-6 için en yüksek kurak dönemin %36 ile SDI-6 Nisan döneminde gözleendiği, SDI-12 için ise %32'lik kurak dönemlerin varlığında söz edilebilmektedir.

Şekil 4.74'den 1965-2019 yıllar arasındaki 24 ayda “Aşırı Kurak” dönemlerin gözleendiği saptanmış olup 2011 yılı Şubat ayında (-3.45) en yüksek “Aşırı Kurak” ay belirlenmiştir.

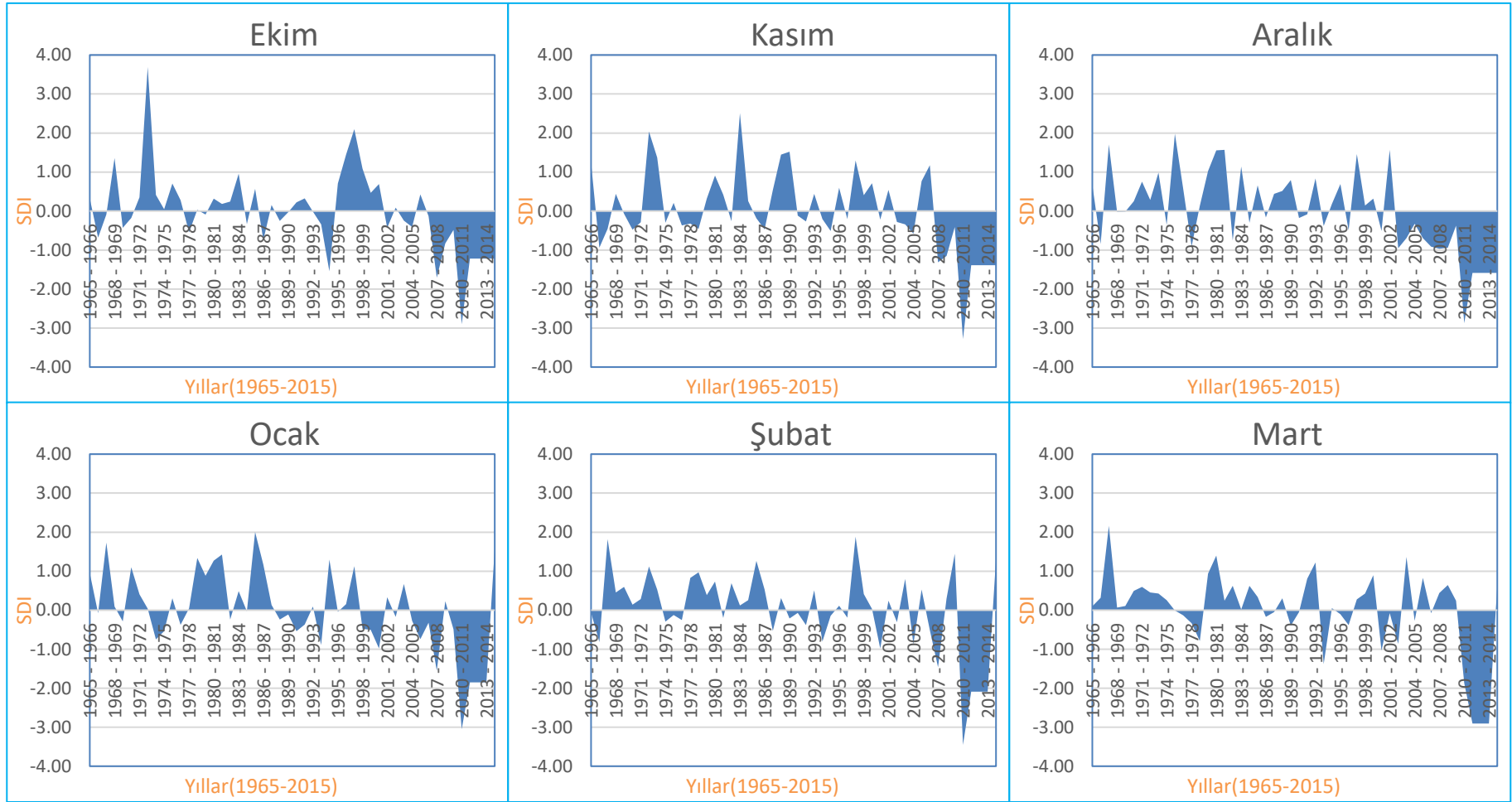
Şekil 4.75'te verilen zamansal dağılımları incelendiğinde SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 için genellikle 2010 yılından sonra “Aşırı Kurak” dönemleri çarpıcı şekilde kendini göstermektedir.



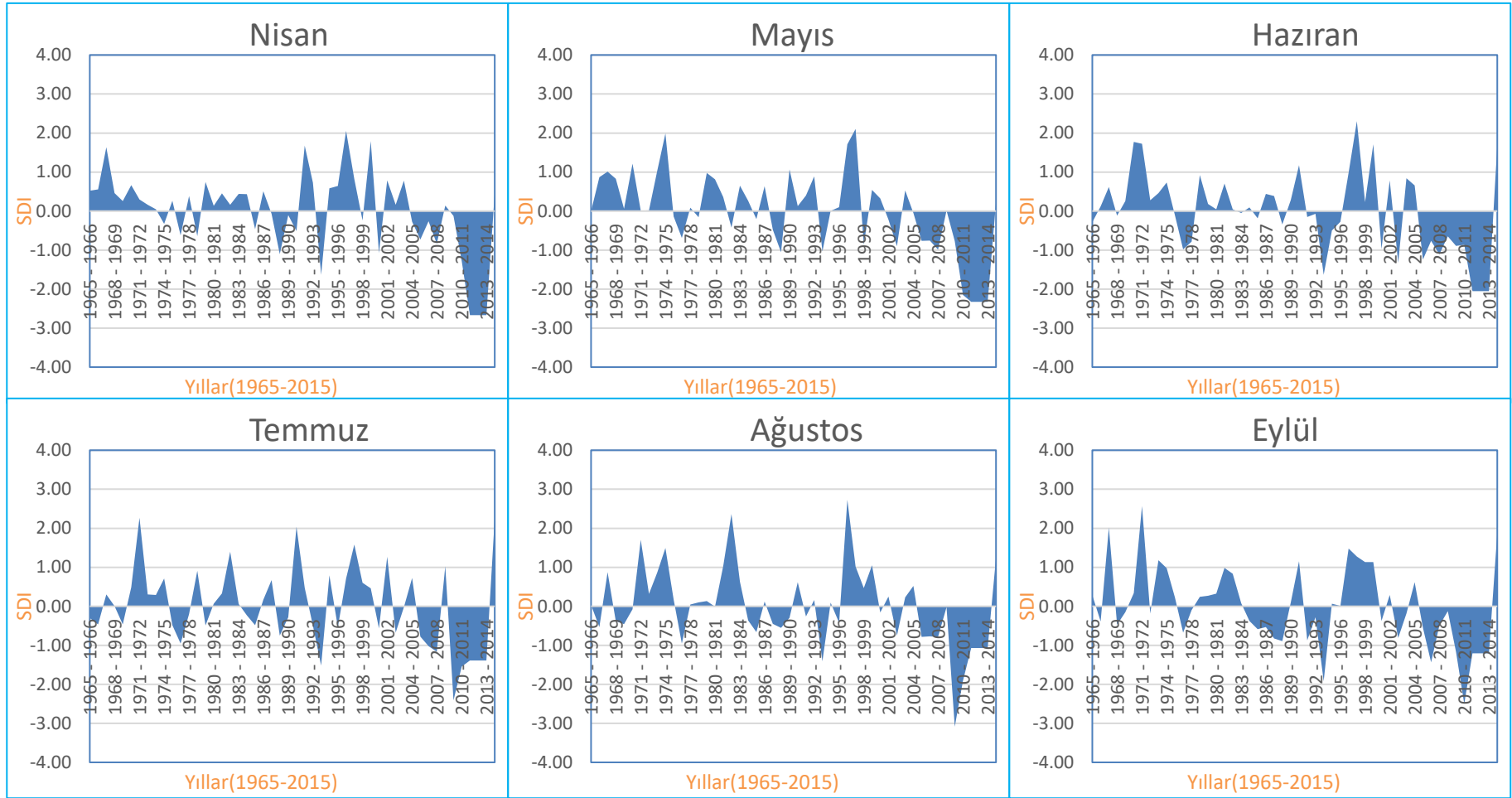
Şekil 4.72. (E13A034) nolu Bolu Çayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



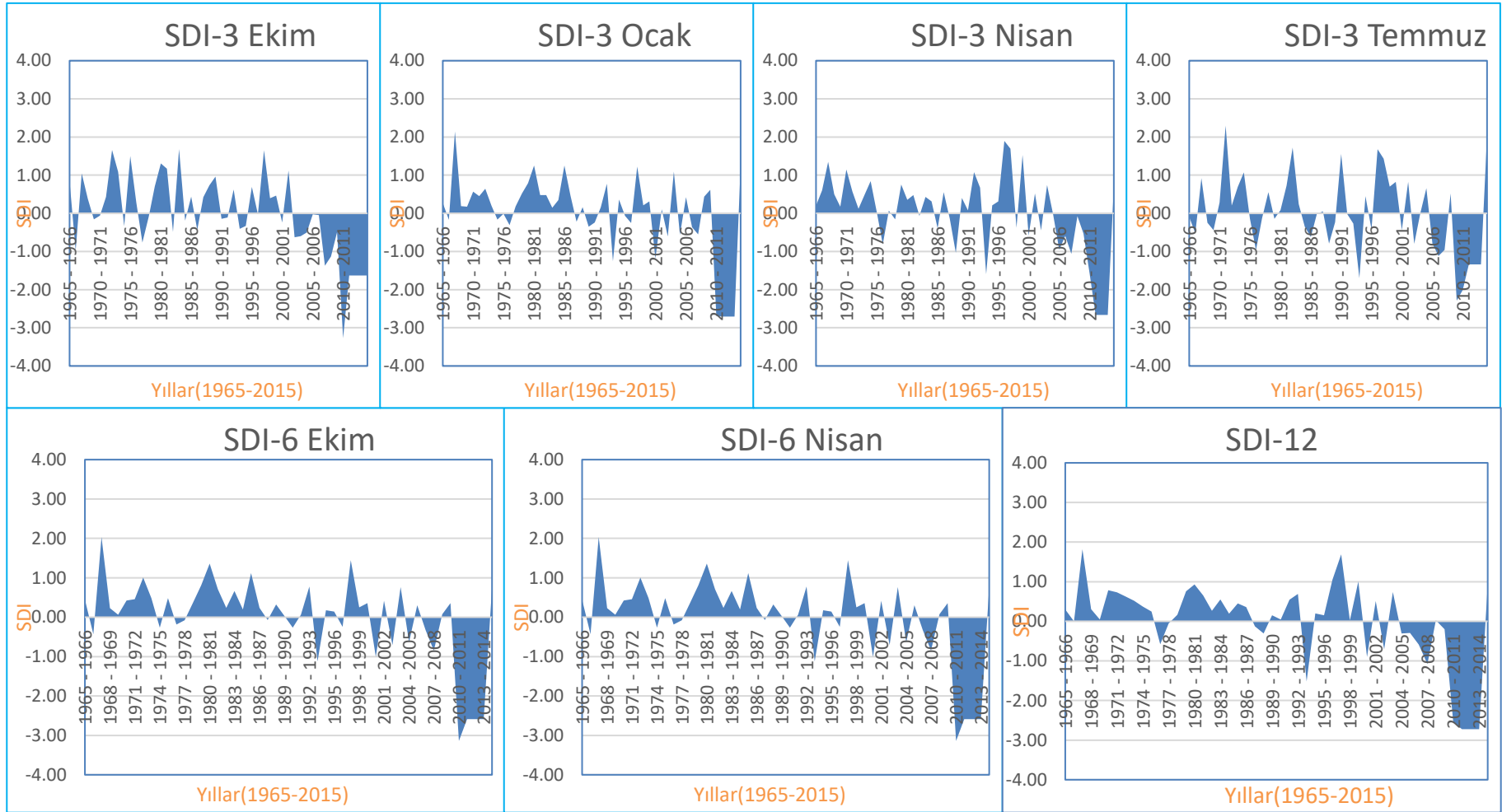
Şekil 4.73. (E13A034) nolu Bolu Çayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, 6 ve 12 aylık değerlerin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.74. (E13A034) nolu Bolu Çayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.74. devam ediyor



Şekil 4.75. (E13A034) nolu Bolu Çayı-Beşdeğermenler Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6, aylık değerlerin zamansal analizi.

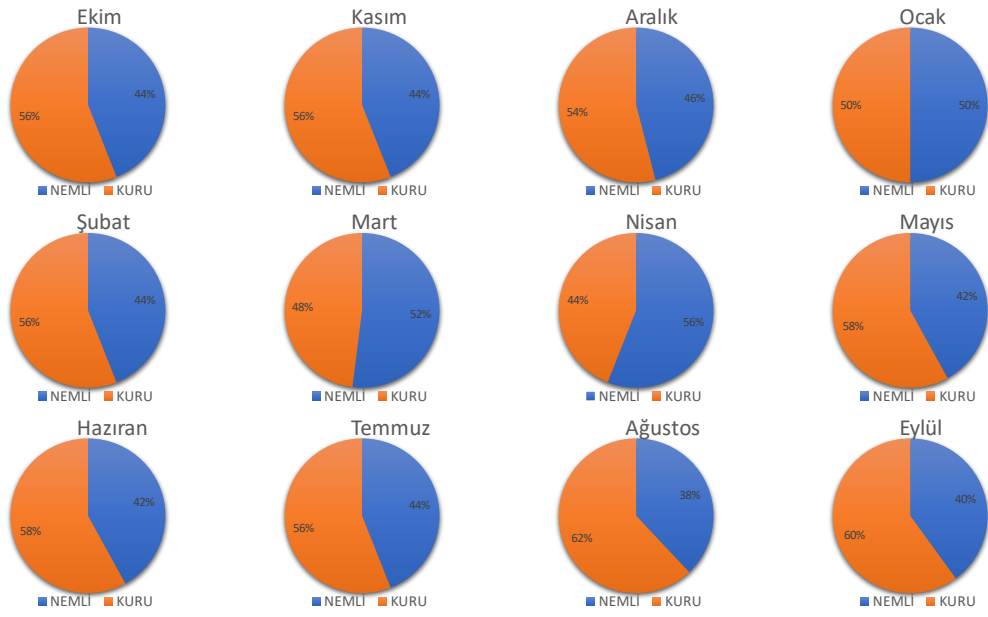
4.6.7. E13A35 nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun Akım Kuraklık İndeksi (SDI)

E13A035 nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun aylık SDI kuraklık oranları Şekil 4.76'de ve 3, 6, 12 aylık kuraklık oranları ise Şekil 4.77'de verilmiştir. Aylık kuraklık yüzdeleri %44 ile %62 arasında değişmekte olup en yüksek kurak dönem Ağustos ayında gözlenirken, en düşük kurak ay Nisan ayında saptanmıştır.

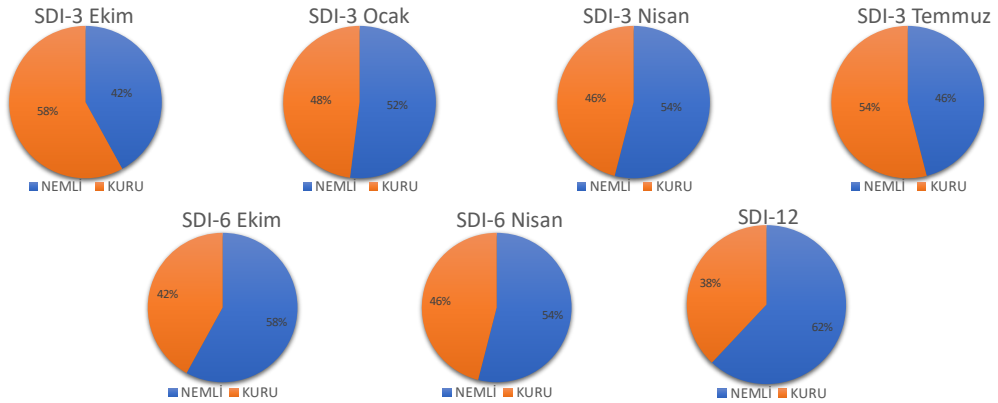
Şekil 4.77'de verilen SDI-3 dönemi dikkate alındığında en yüksek kurak dönemin %58 ile SDI-3 Ekim döneminde gerçekleştiği, en yüksek nemli dönemin ise %46 ile SDI-3 Nisan döneminde gözlenmiş olduğu saptanmıştır. SDI-6 kuraklık oranları incelendiğinde en yüksek kurak dönemin %46 ile SDI-6 Nisan olduğu ve SDI-12 için ise en yüksek kurak dönem %38 olarak karşımıza çıktığı saptanmıştır.

Şekil 4.78'de verilen SDI-1 değerleri irdelendiğinde 1965-2015 yıllar arasındaki 7 ayda "Aşırı Kurak" dönemler kendini gösterirken, 2012 yılı Mart ayında (-3.63) en yüksek "Aşırı Kurak" dönem saptanmıştır.

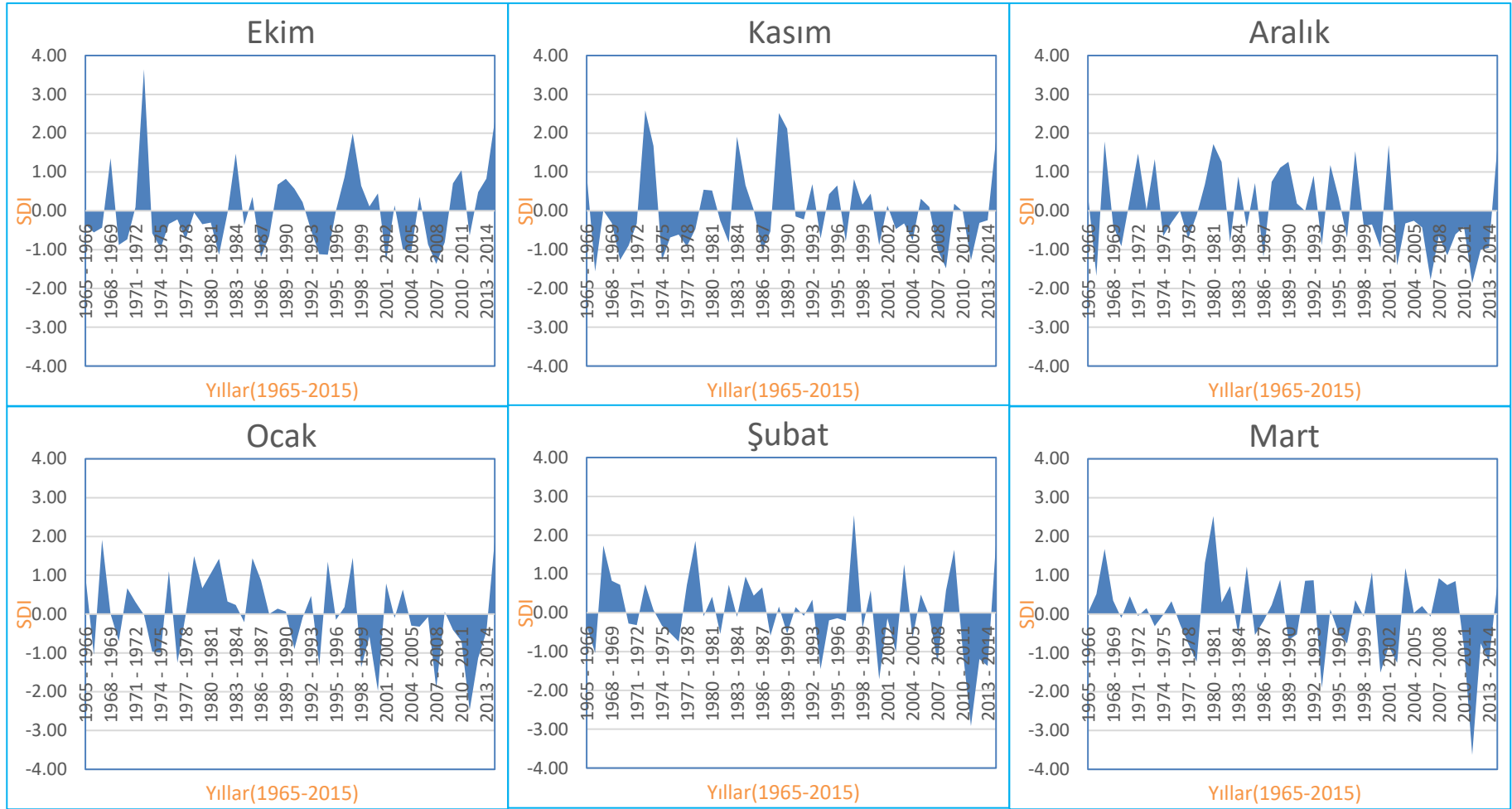
Şekil 4.79'de verilen 3 aylık SDI verilerine göre 2000 ve 2011 yılları SDI-3 Ocak, 1993 ve 2011 yılları SDI-Nisan, 1993 yılı SDI-3 Temmuz dönemlerinde "Aşırı Kurak" dönemler karşımıza çıkmakta olup SDI-6 aylık zamansal dönemleri irdelendiğinde 2011 yılında SDI-6 Ekim, 1993 ve 2011 yıllarında SDI-6 Nisan, dönemleri "Aşırı Kurak" dönemler olarak kendini göstermektedir. SDI-12 zamansal değerlere irdelendiğinde ise 1993 ve 2011 yıllarında "Aşırı Kurak" dönemlerler saptanmıştır.



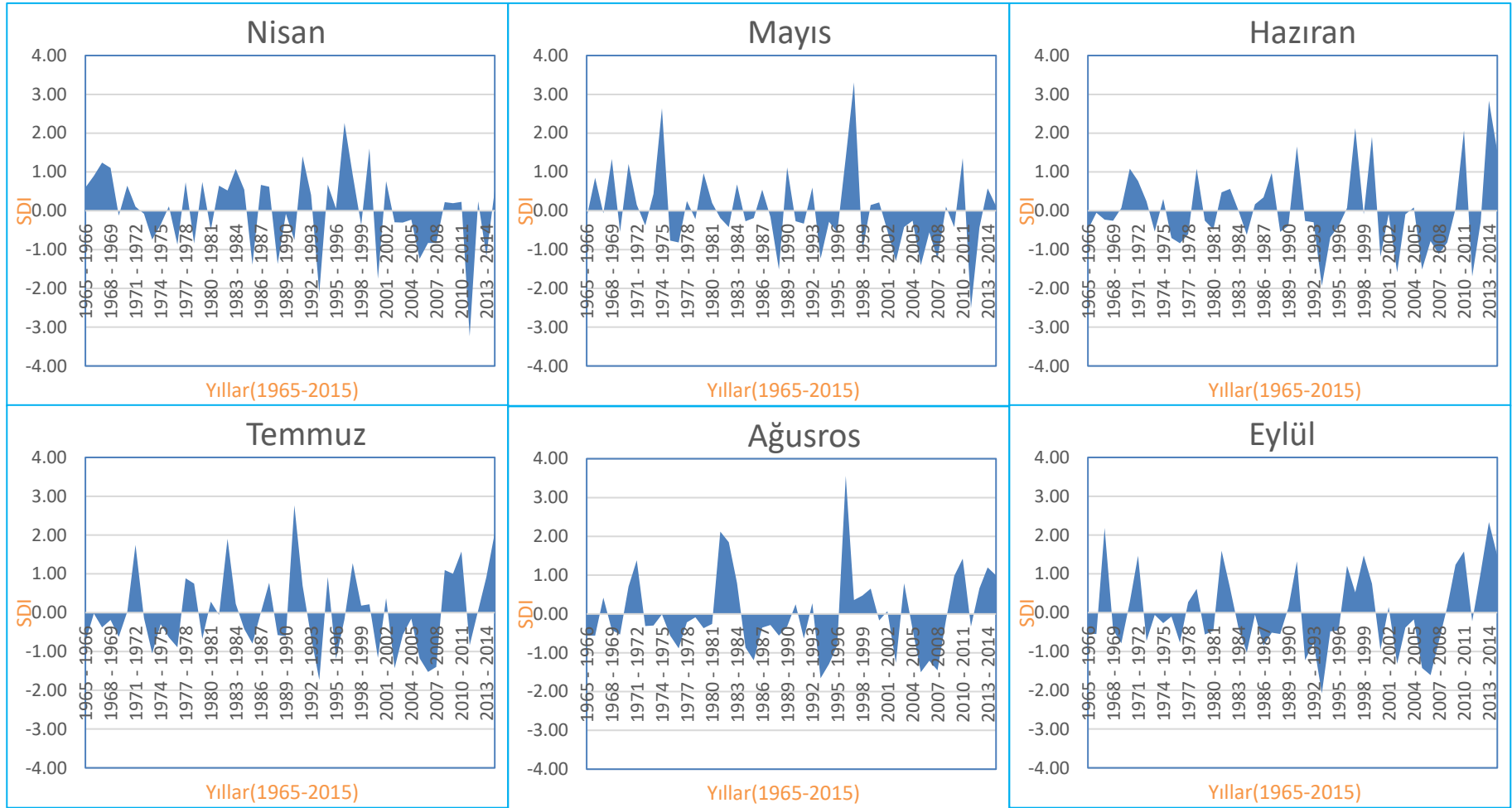
Şekil 4.76. (E13A035) nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



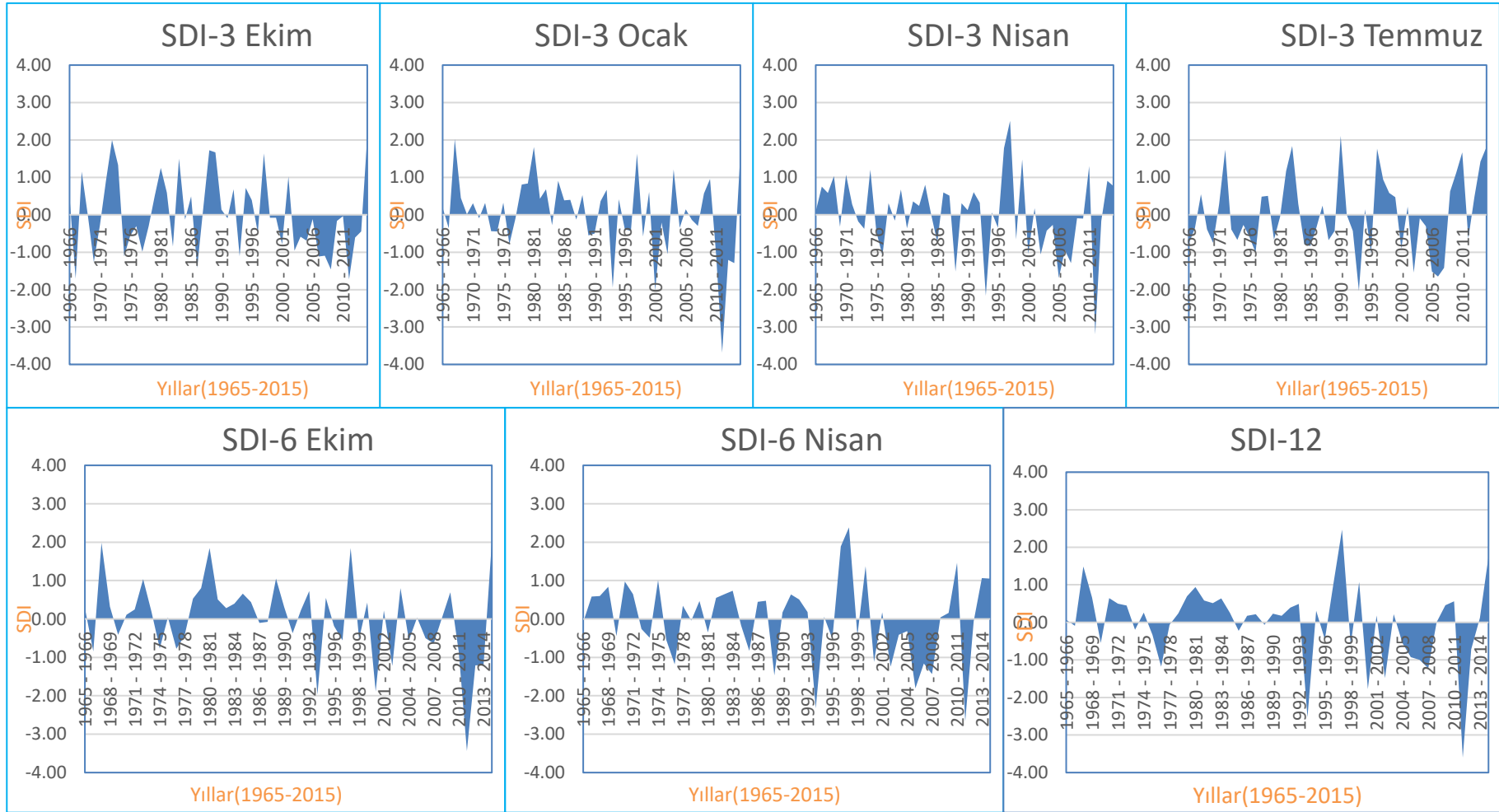
Şekil 4.77. (E13A035) nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-3, SDI-6 ve SDI-12 aylık değerlerinin kurak/nemli dönem dağılımları.



Şekil 4.78. (E13A035) nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.



Şekil 4.78. devam ediyor



Şekil 4.79. (E13A035) nolu Filyos Çayı-Derecikviran Akım Gözlem İstasyonu'nun SDI-1 aylık değerlerin zamansal analizi.

Çizelge 4.4. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2019 yılları arasında SPI kuraklık oranlarına bağlı olarak kurak-nemli dönem dağılımları.

	Değerlendirme	Bartın	Bolu	Çerkeş	Ilgaz	Ulus	Zonguldak
1 Aylık	Kuraklık oranı	%41 - %54	%41 - %54	%41 - %56	%41 - %52	%43 - %56	%39 - %56
	En yüksek kuraklık oranı dönemi	%54 Temmuz	%54 Mayıs	%56 Şubat	%52 Mart, Nisan	%56 Şubat, Mayıs	%56 Haziran
	En düşük kuraklık oranı dönemi	%41 % Nisan	%41 Eylül	%41 Ağustos, Eylül	%41 Kasım	%43 Ekim	%39 Aralık
	En yüksek nem oranı dönemi	%59 Nisan	%59 Eylül	%59 Ağustos, Eylül	%59 Kasım	%57 Ekim	%61 Aralık
	En düşük nem oranı dönemi	%46 Temmuz	%46 Mayıs	%44 Şubat	%48 Mart, Nisan	%44 Şubat, Mayıs	%44 Haziran
	3 Aylık	En yüksek kurak dönem	%52 SPI-3 Nisan %52 SPI- Temmuz	%54 SPI-3 Ekim	%54 SPI-3 Temmuz	%56 SPI-3 Nisan	%54 SPI-3 Ekim
En yüksek nemli dönem		%50 SPI-3 Ekim %50 SPI-3 Ocak	%59 SPI-3 Ocak	%52 SPI-3 Ocak %52 SPI-3 Nisan	%56 SPI-3 Ocak	%56 SPI-3 Ocak	%59 SPI-3 Ekim
6 Aylık	En yüksek kurak dönem	%57 SPI-6 Nisan	%44 SPI-6 Ekim	%52 SPI-6 Nisan	%54 SPI-6 Nisan	%57 SPI-6 Nisan	%48 SPI-6 Nisan
	En yüksek nemli dönem	%46 SPI-6 Ekim	%57 SPI-6 Nisan	%56 SPI-6 Ekim	%56 SPI-6 Ekim	%50 SPI-6 Ekim	%56 SPI-6 Ekim
12 Aylık	En yüksek kurak dönem	%54	%50	%46	%54	%46	%48

Çizelge 4.5. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2019 yılları arasında SPI sonuçlarının özeti.

	Değerlendirme	Bartın	Bolu	Çerkeş	İlgaz	Ulus	Zonguldak
1 Aylık	“Olağanüstü Kurak” dönemi	Nisan 2005- 2006yılı (-4.01)	1991-1992 yılı Mayıs 2002-2003 yılı Haziran (-3.21)	1984-1985 yılı Aralık (-3.08)	1991-1992 yılı Mayıs (-3.50)	2005-2006 yılı Nisan (-3.55)	2010-2011 yılı Aralık (-3.79)
	“Oğlanüstü Nemli” dönem	1997-1998 yılı mayıs (+3.06)	1974-1975 yılı Mayıs (+2.64)	1972-1973 yılı Şubat (+2.40)	1973-1974 yılı Mayıs (+3.20)	1967-1968 yılı Ocak (+3.07)	1997-1998 yılı Mayıs (+2.80)
3 Aylık	“Oğlanüstü Kurak” dönem	2005-2006 yılı SPI- 3 Nisan (-2.41)	1971-1972 yılı SPI- 3 Ocak (-2.95)	1975-1976 yılı SPI3 Nisan (-2.70)	1987-1988 yılı SPI3 Temmuz (- 2.21)	2011-2012 yılı SPI- 3 Ekim (-3.71)	2011-2012 yılı SPI- 3 Ekim (-4.52)
	“Olağanüstü Nemli” dönem	1990-1991 yılı SPI-3 Nisan (+2.36)	2013-2014 yılı SPI- 3 Nisan (+2.28)	1972-1973 yılı SPI- 3 Ocak (+2.57)	1973-1974 yılı SPI- 3 Nisan (+4.01)	1990-1991 yılı SPI- 3 Nisan (+2.78)	1999-2000 yılı SPI- 3 Temmuz (+2.44)
6 Aylık	“Olağanüstü Kurak” dönem	1993-1994 yılı SPI- 6 Ekim (-2.81)	2016-2017 yılı SPI- 6 Nisan (-2.75)	1975-1976 yılı SPI- 6 Nisan (-2.49)	2000-2001 yılı SPI- 6 Ekim (-2.49)	2006-2007 yılı SPI- 6 Nisan (-2.70)	2011-2012 yılı SPI- 6 Ekim (-4.42)
	“Olağanüstü Nemli” dönem	1967-1968 yılı SPI- 6 Ekim (+2.64)		1973-1974 yılı SPI- 6 Ekim, SPI-6 Nisan (+2.43)	1973-1975 yılı SPI- 6 Nisan (+3.65)	1967-1968 yılı SPI- 6 Ekim (+2.87)	1999-2000 yılı SPI- 6 Nisan (+2.81)
12 Aylık	“Olağanüstü Kurak” dönem	1993-1994 yılı SPI- 12(-3.16)	1993-1994 yılı SPI- 12 (-3.00)	1975-1976 yılı SPI- 12 (-2.94)		2006-2007 yılı SPI- 12 (-3.02)	2011-2012 yılı SPI- 12 (-3.79)
	“Olağanüstü Nemli” dönem	1967-1968 yılı SPI- 12(+2.70)		1973-1974 yılı SPI- 12 (+3.08)	1973-1974 yılı SPI- 12 (+3.64)	1967-1968 yılı SPI- 12 (+2.44)	1999-2000 yılı SPI- 12 (+2.59)

Çizelge 4.6. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2019 yılları arasında RDI kuraklık oranlarına bağlı olarak kurak-nemli dönem dağılımları.

	Değerlendirme	Bartın	Bolu	Çerkeş	İlgaz	Ulus	Zonguldak
1 Aylık	Kuraklık oranı	%44 - %72	%41 - %69	%41 - %57	%39 - %65	%44 - %80	%39 - %59
	En yüksek kuraklık oranı dönemi	%72 Ocak	%69 Aralık	%57 Aralık, Mart	%65 Aralık	%80 Ocak	%59 Şubat
	En düşük kuraklık oranı dönemi	%44 Nisan, Eylül	%35 Ocak	%41 Ağustos, Ekim, Eylül	%39 Ekim	%44 Ekim	%39 Eylül
	En yüksek nemlilik oranı dönemi	%56 Nisan, Eylül	%65 Ocak	%59 Ağustos, Ekim, Eylül	%61 Ekim	%56 Ekim	%61 Eylül
	En düşük nemlilik oranı dönemi	%28 Ocak	%31 Aralık	%43 Aralık, Mart	%35 Aralık	%20 Ocak	%41 Şubat
	3 Aylık	En yüksek kurak dönem	%52 RDI-3 Ocak	%61 RDI-3 Ocak	%63 RDI-3 Ocak	%57 RDI-3 Ocak	%57 RDI-3 Ocak
En yüksek nemli dönem		%52 RDI-3 Nisan	%48 RDI-3 Temmuz	%57 RDI-3 Nisan	%52 RDI-3 Temmuz	%52 RDI-3 Nisan	%56 RDI-3 Ekim
6 Aylık	En yüksek kurak dönem	%57 RDI-6 Nisan	%52 RDI-6 Ekim	%54 RDI-6 Ekim	%52 RDI-6 Ekim, RDI-6 Nisan	%56 RDI-6 Nisan	%52 RDI-6 Nisan
	En yüksek nemli dönem	%50 RDI-6Ekim	%59 RDI-6 Nisan	%56 RDI-6 Nisan	%48 RDI-6 Ekim, RDI-6 Nisan	%50 RDI-6 Ekim	%54 RDI-6 Ekim
12 Aylık	En yüksek kurak dönem	%56	%44	%48	%48	%48	%50

Çizelge 4.7. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2019 yılları arasında RDI sonuçlarının özeti.

	Değerlendirme	Bartın	Bolu	Çerkeş	İlgaz	Ulus	Zonguldak
1 Aylık	“Aşırı Kurak” dönem	Nisan 2005-2006 yılı Nisan (-3.51)	2002-2003 yılı Haziran (-3.24)	2010-2011 yılı Haziran (-2.70)	1991-1992 yılı Mayıs (-3.45)	2005-2006 yılı Nisan (-3.11)	2011-2012 yılı Mayıs (-3.61)
	“Aşırı Nemli” dönem	1971-1972 yılı Ocak (+3.06)	1971-1972 yılı Aralık (+5.28)	1971-1972 yılı Mart (+3.68)	2001-2022 yılı Aralık (+3.93)	1967-1968 yılı Ocak (+5.12)	1985-1986 yılı Mart (+4.63)
3 Aylık	“Aşırı Kurak” dönem	1966-1967 yılı RDI-3 Ekim (-2.34)	2002-2003 yılı RDI-3 Nisan (-2.66)	1975-1976 yılı RDI-3 Nisan (-2.62)	1987-1988 yılı RDI-3 Temmuz (- 2.18)	2011-2012 yılı RDI-3 Ekim (-2.87)	2011-2012 yılı RDI-3 Ekim (-3.81)
	“Aşırı Nemli” dönem	2011-2012 yılı RDI-3 Ocak (+3.18)	2011-2012 yılı RDI-3 Ocak (+3.18)	1984-1985 yılı RDI-3 Ocak (+5.10)	1973-1974 yılı RDI-3 Nisan (+3.82)	1966-1967 yılı RDI-3 Ocak (+2.86)	1966-1967 yılı RDI-3 Ocak (+2.44)
6 Aylık	“Aşırı Kura” dönem	1993-1994 yılı RDI-6 Ekim (-2.78)	1993-1994yılı RDI- 6 Nisan (-2.69)	1975-1976 yılı RDI-6 Nisan (-2.30)	2000-2001 yılı RDI-6 Ekim (-2.92)	2006-2007 yılı RDI-6 Nisan (-2.81)	2011-2012 yılı RDI-6 Ekim (-2.97)
	“Aşırı Nemli” dönem	2011-2012 yılı SPI- 6 Ekim (+2.78)	2011-2012 yılı RDI-6 Ekim (+3.28)	1973-1974 yılı RDI-6 Nisan (+2.62)	1973-1975 yılı RDI-6 Nisan (+3.61)	1967-1968 yılı RDI-6 Ekim (+2.64)	1999-2000 yılı RDI-6 Nisan (+2.57)
12 Aylık	“Aşırı Kurak” dönem	1993-1994 yılı RDI-12(-3.28)	1993-1994 yılı RDI-12 (-3.26)	1975-1976 yılı RDI-12 (-2.63)		2006-2007 yılı RDI-12 (-3.01)	2011-2012 yılı RDI-12 (-3.64)
	“Aşırı Nemli” dönem	1967-1968 yılı RDI-12(+2.66)		1973-1974 yılı RDI-12 (+3.43)	1973-1974 yılı RDI-12 (+3.49)	1967-1968 yılı RDI-12 (+2.50)	1999-2000 yılı RDI-12 (+2.45)

Çizelge 4.8. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2015 yılları arasında SDI kuraklık oranlarına bağlı olarak kurak-nemli dönem dağılımları.

	Değerlendirme	D13A036	E13A014	E13A019	E13A027	E13A033	E13A034	E13A035
1 Aylık	Aylık kurak yüdelerinin	%40 - %72	%40 - %60	%44 - %64	%32 - %76	%38 - %60	%40 - %58	%44 - %62
	En yüksek kurak dönemi	%72 Ekim	%60 Kasım, Haziran	%64 Ağustos	%76 Ekim	%60 Temmuz, Ağustos	%58 Kasım	%62 Ağustos
	En düşük kurak dönemi	%40 Nisan	%40 Eylül	%44 Mart	%32 Mart	%38 Nisan	%40 Mart, Nisan, Mayıs	%44 Nisan
	En yüksek nemli dönemi	%60 Nisan	%60 Eylül	%56 Mart	%68 Mart	%62 Nisan	%60 Mart, Nisan, Mayıs	%56 Nisan
	En düşük nemli dönemi	%28 Ekim	%40 Kasım, Haziran	%36 Ağustos	%24 Ekim	%40 Temmuz, Ağustos	%42 Kasım	%38 Ağustos
	3 Aylık	En yüksek kurak dönem	%68 SDI-3 Ekim	%54 SDI-3Ekim	%58 SDI-3 Ekim	%60 SDI-3 Ekim	%54 SDI-3 Ekim	%56 SDI-3 Ekim
En yüksek nemli dönem		%52 SDI-3 Nisan	%54 SDI-3 Nisan	%58 SDI-3 Nisan	%60 SDI-3 Nisan	%62 SDI-3 Ocak SDI-3 Nisan	%62 SDI-3 Ocak SDI-3 Nisan	%54 SDI-3 Nisan
6 Aylık	En yüksek kurak dönem	%54 SDI-6 Ekim	%54 SDI-6 Ekim	%52 SDI-6 Ekim	%52 SDI-6 Ekim	%44 SDI-3 Ekim	%36 SDI-6 Nisan	%46 SDI-6 Nisan
	En yüksek nemli dönem	%52 SDI-6 Nisan	%52 SDI-6 Nisan	%60 SDI-6 Nisan	%60 SDI-6 Nisan	%64 SDI-6 Nisan	%66 SDI-6 Nisan	%58 SDI-6 Ekim

Çizelge 4.9. Meteoroloji istasyonlarının 1965-2015 yılları arasında SDI sonuçlarının özeti.

	Değerlendirme	D13A036	E13A014	E13A019	E13A027	E13A033	E13A034	E13A035
1 Aylık	“Aşırı Kurak” dönem	1986-1987 yılı Ağustos (-3.40)	1983-1984 yılı Eylül (-5.39)	20110-2011 yılı Mart (-3.76)	1988-1989 yılı Mayıs (-2.33)	2010, 2012, 2013, 2014 yılı Mart (-2.67)	2010-2011 yılı Şubat (-3.45)	2011-2012 yılı Mart (-3.63)
	“Aşırı Nemli” dönem	1979-1980 yılı Mart (+4.21)	1972-1973 yılı Ekim (+4.59)	1972-1973 yılı Ekim (+3.81)	1972-1973 yılı Ekim (4.74)	1972-1973 yılı Ekim (+3.82)	1972-1973 yılı Ekim (+3.69)	1972-1973 yılı Ekim (+3.64)
3 Aylık	“Aşırı Kurak” dönem	1988-1989 yılı SDI-3 Nisan (-2.71)	2013-2012 yılı SDI-3 Ocak (2.49)	2011-2012 yılı SDI-3 Nisan (-3.68)	1988-1989 yılı SDI-3 Nisan (-2.88)	2009, 2010, 2011, 2014 SDI-3 Ocak (-2.83)	2010-2011 yılı SDI-3 Ekim (-3.27)	2011-2012 yılı SDI-3 Ocak (-3.69)
	“Aşırı Nemli” dönem	1979-1980 yılı SDI-3 Ocak (+2.90)	1971-1972 yılı SDI-3 Temmuz (+2.71)	1990-1991 yılı SDI-3 temmuz (+3.02)	1982-1983 yılı SDI-3 Temmuz (+2.93)	1971-1972 SDI-3 Temmuz (+2.26)	1971-1972 yılı SDI-3 Temmuz (+2.30)	1997-1998 yılı SDI-3 Nisan (+2.51)
6 Aylık	“Aşırı Kurak” dönem	1988-1989 yılı SDI-6 Nisan (-2.77)	1993-1994 SDI-6 Ekim (-2.47)	2011-2012 SDI-6 Nisan (8-3.35)	1988-1989 yılı SDI-6 Nisan (-2.80)	2009, 2010, 2011, 2014 SDI-6 Ocak (-2.77)	2010-2011 yılı SDI-6 Ekim (-3.14)	2011-2012 yılı SDI-6 Ekim (-3.44)
	“Aşırı Nemli” dönem	1979-1980 yılı SDI-6 Ekim (+4.25)	1980-1981) yılı SDI-6 Ekim (+2.23)	1997-1998 yılı SDI-6 Nisan (+3.02)	1980-1981 yılı SDI-6 Ekim (+2.32)		1967-1967 yılı SDI-6 Ekim (+2.26)	1997-1998 yılı SDI-6 Nisan (+2.38)
12 Aylık	“Aşırı Kurak” dönem	1988-1989 yılı SDI-12 (-2.07)	1993-1994 yılı SDI-12 (-2.49)	2011-2012 yılı SDI-12 (-3.81)	1993-1994 yılı SDI-12 (-2.79)	2009, 2010, 2011, 2014 SDI-12 (-2.8)	2011-2012 yılı SDI-12(-2.74)	2011-2012 yılı SDI-12(-3.60)
	“Aşırı nemli” dönem	1979-1980 yılı SDI-12 (+3.59)		1997-1998 yılı SDI-12 (+2.45)				1997-1998 yılı SDI-12(+2.47)

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Su insan ve bütün canlıların yaşamı için temel gereksinimlerden biridir. Dünya nüfusunun artışı, tarım, enerji ve sanayi sektörlerinin genişlemesi ile birlikte su talebinin artması, iklim değişikliği ve su kaynaklarının kirlenmesi nedeniyle su kıtlığı tüm dünyada özellikle Türkiye'de son yıllarda su kaynaklarının üzerinde yoğun baskı oluşturmaktadır. Kuraklık genellikle dünyanın birçok yerinde sıklıkla meydana gelmektedir. Tüm bu sebeplerden dolayı kuraklık çalışmaları önem arz etmektedir.

Yapılan bu çalışmada Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Filyos Nehri Havzası içerisinde ve yakın çevresinde uzun yıllara ait verisi bulunan 6 adet meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılarak meteorolojik kuraklık; ve havza içerisindeki 7 adet akım gözlem istasyonunu aylık ortalama akım verileri kullanılarak hidrolojik kuraklık analizleri gerçekleştirilmiştir. Meteoroloji istasyonlarının ortak yılları olan 1965-2019 yılları arasındaki 1, 3, 6, ve 12 aylık periyotlarda meteorolojik kuraklık analizleri SPI ve RDI yöntemleri kullanılarak, akım gözlem istasyonlarının ortak yılları olan 1965-2015 yılları arasındaki 1, 3, 6, ve 12 aylık periyotlarda hidrolojik kuraklık analizleri ise SDI yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma havzasındaki kuraklık analizleri değerlendirmeleri genel olarak aşağıda verilmiştir.

- SPI indeksi için aylık bazda (SPI-1) tüm istasyonların 54 yıllık verileri, Bartın, Bolu, Çerkeş istasyonlarının kuraklığının %41 ile %56 arasında değiştiğini göstermektedir. Genel olarak Bartın istasyonunda en yüksek kurak dönem Temmuz ayında tesbit edilirken, Bolu istasyonunda Mayıs ayında, Çerkeş istasyonunda ise Şubat ayında gözlemlendiği tespit edilmiştir. Ilgaz istasyonunda kuraklık oranı %41 ile %52 arasında saptanmış olup Mart ve Nisan aylarında en yüksek kurak dönem meydana gelmiştir. Ulus gözlem istasyonunda %43 ile

- %56 arasında değişen kuraklık oranı, Şubat ve Mayıs aylarında en yüksek kurak dönem olarak karşımıza çıkmıştır. Zonguldak istasyonunda ise kuraklık oranının %39 ile %56 arasında değiştiiği ve Haziran ayında en yüksek kurak dönem gözleendiği saptanmıştır.
- SPI-3 sonuçlarına göre tüm istasyonlarda kuraklık oranının %52 - %56 arasında değiştiiği, genellikle SPI-3 Nisan dönemlerinin en yüksek kurak dönemleri temsil ettiği saptanmıştır.
- SPI-6 değerleri incelendiğinde tüm istasyonlar kuraklık oranlarının %52 - %57 arasında olduğu, genellikle SPI-6 Nisan döneminde en yüksek kurak dönem tespit edilirken, Bolu istasyonunda en yüksek kurak dönemin SPI-6 Ekim döneminde gerçekteştiiğini saptanmıştır.
- SPI-12 değerlerine bakıldığında kuraklık yüzdelerinin %46 ile %54 arasında değiştiiği anlaşılmaktadır.
- SPI 1 Aylık zamansal sonuçlar incelendiğinde, “Olağanüstü Kurak” dönemlerin Bartın ve Ulus istasyonlarında 2006 yılı Nisan ayında tespit edilirken, Bolu ve Ilgaz istasyonlarında 1992 yılı Mayıs ve Haziran aylarında, Çerkeş istasyonunda 1985 yılı Aralık ayında ve Zonguldak istasyonunda ise 2010 yılı Aralık ayında yaşanmış olduğu tespit edilmiştir.
- SPI-3 zamansal değerler incelendiğinde, “Olağanüstü Kurak” dönemlerin Bartın istasyonunda 2005-2006 yılı SPI-3 Nisan döneminde, Bolu istasyonunda 1971-1972 yılı SPI-3 Ocak döneminde, Çerkeş istasyonunda 1975-1976 yılı SPI-3 Nisan döneminde, Ilgaz istasyonunda 1973-1974 yılı SPI-3 Temmuz döneminde, Ulus ve Zonguldak istasyonlarında ise 2011-2012 yılı SPI-3 Ekim döneminde gerçekteştiiğini saptanmıştır.
- SPI-6 sonuçları irdelendiğinde Bartın istasyonu 1993-1994 yılı SPI-6 Ekim döneminin, Bolu istasyonu 2016-2017 yılı SPI-6 Nisan döneminin, Çerkeş istasyonu 1975-1976 yılı SPI-6 Nisan döneminin, Ilgaz istasyonu 2000-2001 yılı SPI-6 Ekim döneminin, Ulus isasyonu 2006-2007 yılı SPI-6 Nisan

döneminin, ve Zonguldak istasyonu 2011-2012 yılı SPI-6 Ekim dönemlerinin “Olağanüstü Kurak” dönem olduğu anlaşılmaktadır.

- SPI-12 değerleri incelendiğinde Bartın ve Bolu istasyonlarında 1973-1974 yıllar arasında, Çerkeş istasyonunda 1975-1976 yıllar arasında, Ulus istasyonunda 2006-2007 yıllar arasında, Zonguldak istasyonunda ise 2011-2012 yıllar arasında “Olağanüstü Kurak” dönemlerin meydana geldiği saptanmıştır.

Ayrıca meteorolojik kuraklık analizi için havzada seçilen istasyonların (Bartın, Bolu, Çerkeş, Ilgaz, Ulus ve Zonguldak) toplam aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılarak RDI yöntemi ile kuraklık analizi yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir.

- RDI indeksi için aylık bazda tüm istasyonların 54 yıllık verilerinden elde edilen kurak/nemli dönemlerinin RDI-1 analizinde, Bartın, Bolu, Çerkeş, Ilgaz, Ulus ve Zonguldak istasyonlarının aylık kuraklık yüzdelerinin %39 ile %80 arasında değiştiği saptanmıştır. Bartın ve Ulus istasyonlarında Ocak ayında, Bolu ve Ilgaz istasyonlarında Aralık ayında, Çerkeş istasyonunda Aralık ve Mart aylarında, Zonguldak istasyonunda ise Şubat ayında en yüksek kurak dönem görülmektedir.
- RDI-3 değerlerine göre aylık kuraklık yüzdeleri %52 ile %63 arasında değişmektedir. Tüm istasyonlarda RDI-3 Ocak dönemlerinde en yüksek kurak dönem saptanmıştır.
- RDI-6 kuraklık yüzdeleri tüm istasyonlarda %52 ile %57 arasında değişmekte olup, Bolu, Çerkeş ve Ilgaz istasyonlarının RDI-6 Ekim dönemlerinde en yüksek kurak dönem gerçekleşirken, Bartın, Ulus ve Zonguldak istasyonlarının RDI-6 Nisan dönemlerinde en yüksek kurak dönem meydana geldiği saptanmıştır.

- RDI-12 kuraklık yüzdelerinin %44 ile %56 arasında değiştiği görülmekte olup, en yüksek kurak dönem 1993-1994 yılı Bartın istasyonda gerçekleşmiştir.
- RDI-1 aylık zaman diliminde sonuçlar irdelendiğinde, Bartın ve Ulus istasyonunun 2006 yılı Nisan ayında, Bolu istasyonunun 2003 yılı Haziran ayında, Çerkeş ve Zonguldak istasyonlarının 2011 yılı Mayıs ve Haziran aylarında, Ilgaz istasyonunun 1992 yılı Mayıs ayında “Aşırı Kurak” dönem yaşanmış olduğu tespit edilmiştir.
- RDI-3 değerleri incelendiğinde Bartın istasyonun 1966-1967 yılı RDI-3 Ekim döneminde, Bolu istasyonun 2002-2003 yılı RDI-3 Nisan döneminde, Çerkeş istasyonun 1975-1976 yılı RDI-3 Nisan döneminde, Ilgaz istasyonun 1987-1988 yılı RDI-3 Temmuz döneminde, Ulus ve Zonguldak istasyonlarının 2011-2012 yılı RDI-3 Ekim dönemlerinde “Aşırı Kurak” dönemler meydana geldiği saptanmıştır.
- RDI-6 sonuçları incelendiğinde Bartın ve Bolu istasyonun 1993-1994 yılı RDI-6 Ekim döneminde, Çerkeş istasyonun 1975-1976 yılı RDI-6 Nisan döneminde, Ilgaz istasyonun 2000-2001 yılı RDI-6 Ekim döneminde, Ulus istasyonun 2006-2007 yılı RDI-6 Nisan döneminde ve Zonguldak istasyonun 2011-2012 yılı RDI-6 Ekim dönemlerinde “Aşırı Kurak” iklimler yaşanmış olduğu tespit edilmiştir.
- RDI-12 zamansal değerlere göre Bartın ve Bolu istasyonlarının 1973-1974 yılı, Çerkeş istasyonun 1975-1976 yılı, Ulus istasyonu 2006-2007 yılı, Zonguldak istasyonu 2011-2012 yılı “Aşırı Kurak” dönemler olarak gerçekleştiği belirlenmiştir.

Hidrolojik kuraklık analizi (SDI) için 1965-2015 yıllar arasındaki 7 adet akım gözlem istasyonunun aylık ortalama akım verileri akım kuraklık indeksi (SDI) yöntemi ile analiz edilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

- Aylık ortalama akım verileri baz alıp 50 yıllık verilerin SDI-1 analizlerine göre, aylık kuraklık yüzdelerinin %32 ile %76 arasında değiştiği ve D13A36 nolu gözlem istasyonu Ekim ayında, E13A014 nolu gözlem istasyonu Kasım ve Haziran aylarında, E13A019 nolu gözlem istasyonu Ağustos ayında, E13A027 nolu gözlem istasyonu Ekim ayında, E13A033 nolu gözlem istasyonu Temmuz ve Ağustos aylarında, E13A034 nolu gözlem istasyonu Kasım ayında ve E13A035 nolu gözlem istasyonu Ağustos ayında en yüksek kuraklık oranlarına sahip olduğu anlaşılmaktadır.
- SDI-3 kurak/nemli dönem oranları değerlendirildiğinde kuraklık yüzdelerinin %54 ile %68 arasında değiştiği saptanmış olup, SPI-3 Ekim döneminde en yüksek kurak dönem gözlemlendiği tespit edilmiştir.
- SDI-6 sonuçları incelendiğinde kuraklık yüzdelerinin %32 ile %56 arasında değiştiği, E13A034 ve E13A035 nolu gözlem istasyonlarının SDI-6 Nisan döneminde en yüksek kurak dönem gerçekleşirken geri kalan istasyonlarının SDI-6 Ekim dönemlerde en yüksek kurak dönemler yaşandığı saptanmıştır.
- SDI-12 kurak/nemli dönem oranları incelendiğinde kuraklık yüzdelerinin %32 ile %52 arasında değiştiğini anlaşılmaktadır.
- SDI-1 aylık zamansal analizler irdelendiğinde, D13A036 nolu gözlem istasyonunun 1986 yılı Ağustos ayında, E13A014 nolu gözlem istasyonunun 1983 yılı Eylül ayında, E13A019 ve E13A035 nolu gözlem istasyonlarının 2011 yılı Mart ayında, E13A027 nolu gözlem istasyonunun 1989 yılı Mart ayında,

E13A033 ve E13A034 no'lu gözlem istasyonlarının ise 2011 yılı Mart ve Şubat aylarında “Aşırı Kurak” dönemler olarak yaşandığı saptanmıştır.

- SDI-3 değerleri incelendiğinde D13A036 ve E13A027 nolu istasyonların 1988-1989 yılı SDI-3 Nisan dönemi, E13A014, E13A033 ve E13A035 nolu gözlem istasyonlarının 2011-2012 yılı SDI-3 Ocak dönemi, E13A019 nolu gözlem istasyonunun 2011-2012 yılı SDI-3 Nisan dönemi ve E13A034 nolu gözlem istasyonunun SDI-3 Ekim dönemlerin “Aşırı Kurak” dönemler olarak saptanmıştır.
- SDI-6 sonuçları incelendiğinde D13A036 ve E13A027 nolu istasyonların 1988-1989 yılı SDI-3 Ocak dönemi, E13A014 nolu gözlem istasyonunun 1993-1994 yılı SDI-6 Ekim dönemi, E13A033 nolu gözlem istasyonunun 2009-2014 yılı SDI-6 Ocak dönemi ve E13A034 ve E13A035 nolu gözlem istasyonlarının 2010-2012 yılı SDI-6 Ekim dönemlerinde “Aşırı Kurak” dönemler mevcut olduğu saptanmıştır.
- SDI-12 zamansal değerleri irdelendiğinde D13A036 nolu istasyonunun 1988-1989 yılı, E13A014, E13A027 nolu istasyonların 1993-1994 yılı, E13A019, E13034, E13A035 nolu istasyonların 2011-2012 yılı, ve E13A033 nolu gözlem istasyonunun 2009-2014 yılı “Aşırı kurak” dönem olarak yaşandığı tespit edilmiştir.

Genel olarak elde edilen tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Filyos Nehri Havzası'nda son yıllarda kuraklığın arttığı ve birçok sınıftaki kuraklık olaylarının yanında “Olağanüstü Kuraklık” sınıfındaki kuraklık olaylarının da sadece yaz mevsimlerinde değil aynı zamanda kış ve bahar dönemlerinde de yaşanmış olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmada kullanılan SPI, RDI ve SDI yöntemlerinin birbirleri ile uyumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. olduğu saptanmıştır. Özellikle Zonguldak yağış gözlem istasyonu ile bu istasyon çevresinde bulunan akım gözlem istasyonlarındaki uyum dikkat çekicidir.

Meteorolojik kuraklık, birkaç ay gecikmeli olarak hidrolojik kuraklık üzerinde etkisini göstermektedir.

Bir genelleme olarak, Batı Karadeniz Havzaları için hidrolojik ve meteorolojik kuraklıklar arasında bir zaman periyodunda bir gecikme korelasyonu olduğu söylenebilmektedir. Meteorolojik kuraklığın ardındaki dönenimler hidrolojik kuraklık olarak ortaya çıkabildiğinden, çalışılan bu bölgede su kaynaklarının ve hidroelektrik ve tarımsal üretimlerin yeterli şekilde planlanması konusunda yöneticilere büyük rol düşmektedir. Bir hidrolojik kuraklık analizi olan Akarsu Kuraklık İndeksi (SDI), meteorolojik kuraklıkların analizlerinin ile birlikte değerlendirildiğinde, güvenilir bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, SPI ve SDI serileri arasındaki gecikme süresi, kuraklık izleme ve erken uyarı sistemlerinin iyileştirilmesi için faydalı bilgiler sunabilir. Ancak hidrolojik kuraklıklar sadece meteorolojik kuraklık indeksleri ile tam olarak açıklanamayabilir, başka jeolojik, topografik ve bazı fiziksel değişkenler de mutlaka dikkate alınmalıdır.

Bölgede özellikle kaliteli ve uzun süreli veriye sahip mevcut gözlem istasyonlarının sayısının artırılması ve iyileştirilmesi önerilmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları su kaynakları yönetimi, su arz ve talebine yönelik olarak dikkate alınabilir. Bu nedenle yöneticiler, planlamacılar ve uzmanların, gerekli düzenlemeleri yapmalarını ve pratik çözümler sunmalarını sağlayabilir. Tarım ve ekonomi üzerinde daha fazla etkisi olan hidrolojik kuraklık gibi önemli bir olayın değişim sürecinin zamanla takip edilmesi ve buna göre mevcut su kaynaklarının kullanımı, planlanması konusunda uygun politikalar geliştirilmeli ve gerekli teknik ve sosyal önlemlerin alınması önerilmektedir.

Unutmamalıdırki her geçen gün artan sıcaklıkla birlikte kuraklığın şiddeti önemli ölçüde artacaktır. Dünya yüzeyindeki hava sıcaklığının küresel ısınma nedeniyle önümüzdeki yıllarda artması beklenmekte ve bu artışın özellikle hidrolojik ve tarımsal kuraklığın üzerinde aşırı bir baskı oluşturacağı açıktır. Gelecekte kuraklık dünyada en büyük sorunlardan biri olacaktır. Suya ihtiyacın daha fazla olduğu ve var olan su kaynaklarının hızla azaldığı için günümüzde su tasarrufunun sağlanması ve bilinçli

kullanılması gerekmektedir. Su kaynaklarının, ekonomik ve hayatı bir değer olduğu için su konusunda toplumsal farkındalığın geliştirilmesi ve artırılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. Şen, Z. (2009), *Kuraklık Afet ve modern hesaplama Yöntemleri* (1-22) İstanbul Su vakfı yayınevi
2. McMahon, T., A., and Diaz Arenas, A. Methods of Computation of Low Streamflow. *UNESCO*, Paris (1982).
3. Wilhite, D.A., Preparing for Drought: A Guidebook for Developing Countries, *Climate Unit, United Nations Environment Program*, Nairobi, Kenya (1992).
4. Tannehill, I. R. Drought: Its Causes and Effects, Princeton, NJ: *Princeton University Press* (1947).
5. Downer, R. N., Siddiqui, M. M. ve Yevjevich, V., Applications of runs to hydrologic droughts. In. In Proc. Int. *Hydrology Symp. Fort Collins, CO: Colorado State University*, 496–505 (1967).
6. Lettenmaier, D.P., McCabe, G., Stakhiv, E.Z., Global climate change: effects on hydrologic cycle. In: Mays, L.W. (Ed.), *Water Resources Handbook, Part V. McGraw-Hill*, New York (1996)
7. Kundzewicz, Z., and Kaczmarek, Z.: Coping with hydrological extremes, *Water International*, 25, 66–75, (2000).
8. Horstmeyer, S. L. (2011). The Weather Almanac: A Reference Guide to Weather, Climate, and Related Issues in the United States and Its Key Cities. John Wiley & Sons.
9. Türkeş, M., Türkiye’de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar. *İstanbul Üniversitesi*. Doktora Tezi, İstanbul, (1990).
10. Özlü, H., 2007. Kuraklık ve Su Yönetimi. İklim Değişimi ve Su Ekonomisi Paneli, G. Ü. *Bilim ve Teknoloji Stratejileri Araştırma ve Geliştirme Merkezi*. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
11. Fleig, A. K., Tallaksen, L. M., Hisdal, H., & Demuth, S. A global evaluation of streamflow drought characteristics. *Hydrology and Earth System Sciences*, 535– 552. (2006).
12. Svoboda M, LeComte D, Hayes M, Heim R, Gleason K, Angel J, Rippey B, Tinker R, Palecki M, Stooksbury D, Miskus D (2002) *The drought monitor*. Bull Am Meteorol Soc 1181–1190 (2002).
13. Lutgenz, F.K. and Tarbuck, E.G. *The Atmosphere*. New Jersey. (2008).

14. Chen Huailiang, Zhang Hongwei, Liu Ronghua et al., 2009. ***Agricultural drought monitoring, forecasting and loss assessment*** in China. *Technology Review*, (11): 82–92. (In Chinese) (2009).
15. Liu Xianfeng, Zhu Xiufang, Pan Yaozhong et al., Spatiotemporal changes of cold surges in Inner Mongolia between (1960-2012). *Journal of Geographical Sciences*, 25(3): 259–273. (2015).
16. Sheffield, J., Wood, E. F., and Roderick, M. L.: ***Little change in global drought over the past 60 years***, *Nature*, 491, 435–438, doi: 10.1038/nature11575, (2012)
17. Tallaksen, L. M. and Van Lanen, H. A. J.: ***Hydrological drought: processes and estimation methods for streamflow and groundwater***, *Developments in Water Science* 48, Elsevier Science B.V., The Netherlands, (2004).
18. U: Water Scarcity and Droughts – Second Interim Report, ***European Commission, DG Environment***, Brussels, (2006).
19. SHW (State Hydraulics Works) ***Research Report on the Sedimentation of Filyos River*** (in Turkish). (1998)
20. Wu H, Hayes MJ, Welss A, Hu Q. An evaluation thestandardized precipitation index, the china-z index and the statisticalz-score. *International Journal of Climatology*21: 745 – 7588 (2001).
21. Palmer, W.C., 1965: Meteorological Drought, US Department of Commerce, Weather Bureau, ***Journal of Technical Paper***, 45-58.
22. Gibbs, W.J., Maher, J.V.,1967: Rainfall Deciles as drought indicators. Bur, *Journal of Meteorogyl.*, Bulletin No. 48.
23. Morid S, Smakhtin V, Moghaddasi M. Comparison of sevenmeteorological indices for drought monitoring in Iran.*InternationalJournal of Climatology*26: 971 – 985(2006)
24. Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., 1993: ***The relationship of drought frequency and duration to time scales***, In: Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA, USA, 179-184
25. Nalbantis, I, "Evaluation of a hydrological drought index", ***Eur Water***, 23(24): 67-77, (2008).
26. Morid S, Smakhtin V, Moghaddasi M. Comparison of sevenmeteorological indices for drought monitoring in Iran.*InternationalJournal of Climatology*26: 971 – 985(2006)
27. Çakal, S., "***Palmer Drought Analysis of North Cyprus***", ***Middle East Technical University***, Northern Cyprus Campus. Master Thesis. (2016)

28. Ersoy, T., "Konya ili Meteoroloji Kuraklık Analizi", *Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü*. Yapi eğitimi Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, . İSPARTA (2019).
29. Temel, İ., " Gediz Havzasında Kuraklık Analizi ", *Ege Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı* Yüksek lisans tezi, İZMİR. (2019).
30. Boustani hazerani, A., "Farklı kuraklık analizi yöntemlerinin yeşilirmak havzasında irdelenmesi", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi, (2018).SAMSUN (2018).
31. Oruç, N., "Drought Analysis of the Southeast Anatolia Region", Pamukkale Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı* Yüksek lisans tezi, DENİZLİ. (2017).
32. Topuç, E., "L- momentler ve standart yağış indeksi(syi)yardımıyla seyhan havzası kuraklık analizi", *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı* Yüksek lisans Tezi (2013).ADANA.
33. Yeğnidemir, M. K., İç anadolu bölgesinin standartlaştırılmış yağış indisi(SYİ)metudu ile kuraklık analizi "*kırıkkale üniversitei*" *Fen Bilimleri Enstitüsü* İnşaat Anabilim Dalı Yüksek lisans Tezi, KIRIKKALE (2005).
34. Dabanlı, İ., "Türkiye’de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay örneği", *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı Doktora Tezi İSTANBUL (2017)
35. Erenson, B., "Uzun Dönem Kuraklı Tahmininde Dalgacık Yöntemiyle Yapa Sınır Ağlarının Kullanılması", *Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek lisans Tezi (2018). AKSARAY.
36. Bacanlı, Ü. G. and Pilgir, M., "Kuraklık altında hazne yönetimi", *Su Yapılar Sampozyumu-16-18 Eylül Diyarbakır*, (2011).
37. Oğuztürk, G. "Kızılırmak Havzası’nda SPI ile Kuraklık Analizi ve YSA Yöntemi ile Kuraklık Tahmini" *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*", İnşaat Anabilim Dalı Yüksek lisans Tezi KIRIKKALE (2010).
38. Yıldız, M .S. "Akim Kuraklık İndeksi Yöntemi ile Fırat Havzasının Hidrolojik Kuraklık Analizi"*Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi ŞANLIURFA ,(2019).
39. Gülsever, H. "Dicle Havzasında Icaklık-Yağış ve Kuraklık *Analizi*"*Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi DİYARBAKIR (2006).

40. Özkutlu, E. "Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI) Metotları ile ŞANLIURFA-MARDIN İllerindeki Kuraklık Analizi" **Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi ŞANLIURFA (2019).
41. Kermen, Ç. "Küçük Menderes Havzası'nda Meteorolojik ve Hidrolojik Kuraklık arasındaki ilişkinin belirlenmesi" **Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Hidrolik – Hidroloji ve Su Kaynakları Programı Yüksek Lisans Tezi İZMİR (2019).
42. Güngen, Y," Standart Yağış İndeksi (SPI) ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kuraklık Analizi" Manisa **Celal BAYAR Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Hidrolik Bilim Dalı MANİSA. (2019).
43. İbrahim, W, Kuzey Irak Bölgesinde Kuraklığın Aştırılması **harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek lisans Tezi, ŞANLIURFA (2018)
44. Alzarouq albaqoul, A, Meteorological And Hydrological Drought Analysis of Sinop, Kastamonu, Bartın Provinces In The Western Black Sea **Karabük University The Institute of Graduate Programs** The Department of Civil Engineering Master Thesis, KARABUK (2022)
45. SHW (State Hydraulics Works). **Annual Discharge Report of Turkish Rivers** (in Turkish) (1992).
46. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına etkisi **Projesi Proje Nihai Raporu** Batı Karadeniz Havzası (2016).
47. Ünal, M. **Determination of Nest Sites and Breeding Success of Ardeids (Black-Crowned Night Heron: Nycticorax Nycticorax, Grey Heron: Ardea Cinerea and Little Egret: Egretta Garzetta) in Filyos Delta (Zonguldak)**. Thesis, Department of Biology, Bülent Ecevit University, Zonguldak, Turkey, p. 119 (2015)
48. Çankırı Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çankırı İli Valiliği Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, "Çankırı İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu", **T.C. Çankırı Valiliği**, Çankırı, (2020).
49. WMO Standardized Precipitation Index (M. Svo boda, M. Hayes and D. Wood). **User guide**. WMO-1090, Geneva. (2012).
50. Vicente-Serrano SM, Begueria S, Lopez-Moreno JI Multiscalar drought index sensitive to global warming: the **standardized precipitation evapotranspiration index**. J Climatol 23: 1696–1718 (2010).
51. Hargreaves GH, Samani ZA (1985) **Reference crop evapotranspiration from temperature**. Trans ASAE 1(2):96–99

52. T, Dimitris, H Vangelis, and G Tsakiris. "DrinC: a software for drought analysis based on drought indices." *Earth Science Informatics* 8.3 697-709. (215).
53. T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (**MGM**) <https://www.mgm.gov.tr/> (2020).
54. Tsakiris, G. and Vangelis, H. 2005. Establishing a drought index incorporating evapotranspiration. *European water*, E. W. Publications. 9/10: 3-11.
55. Nalbantis, I. Evaluation of a *Hydrological Drought Index*. *Eur. Water* 23, 67–77. (2008).
56. EİE, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Müdürlüğü Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, "2011 Akım Gözlem Yıllığı", *DSİ Teknoloji Dairesi Başkanlığı Basın ve Foto-Film Müdürlüğü*, Ankara, (2018).
57. İnternet: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, "İstasyon Bilgileri Veritabanı", <https://mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx?il=Zonguldak> (2022).
58. İnternet: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, "İstasyon Bilgileri Veritabanı", <https://mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx?il=Zonguldak> (2022).
59. Xu K, Yang D, Yang H, Li Z, Qin Y, Shen Y. Spatio-temporal variation of drought in China during 1961 – 2012: a *climatic perspective*. *J. Hydrol.*526: 253 – 264. (2015).
60. Alpar R. Basit Doğrusal Regresyon Çözümlemesi. Spor, Sağlık ve eğitim Bilimlerinden Örneklerle *Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik Güvenirlilik*. Detay Yayıncılık, Ankara, 2010, 285-304

ÖZGEÇMİŞ

Rahmatullah NOORİ; ilk, orta ve lise öğrenimini Afganistan'ın Sarepul Şehrinde tamamlamıştır. Ardından 2014 yılında Kilis 7 Aralık Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde öğrenime başlayıp, 2019 yılında mezun olmuştur. 2019 yılında Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Hidrolik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.