



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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATMOSFERİK İNDİSLER İLE AKDENİZ BÖLGESİ KURAKLIKLARI
İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

EMİR CENGİZ DURGUN

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Şanlıurfa
2025**



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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATMOSFERİK İNDİSLER İLE AKDENİZ BÖLGESİ KURAKLIKLARI
İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

EMİR CENGİZ DURGUN

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Oğuz ŞİMŞEK
Tez 2./Eş Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Utku ZEYBEKOĞLU**

**Şanlıurfa
2025**

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren, akademik birikimi ve değerli katkılarıyla araştırmamın şekillenmesine büyük katkı sağlayan danışmanım Doç. Dr. Oğuz ŞİMŞEK'e en içten teşekkürlerimi sunarım. İkinci danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Utku ZEYBEKOĞLU'na da, kıymetli görüşleri ve desteği için müteşekkirim. Bu zorlu süreçte her zaman yanımda olan, sabrı, sevgisi ve anlayışıyla bana güç veren değerli eşim Eylem DURGUN'a ve varlığıyla hayatıma anlam katan sevgili oğlum Buğra Duha DURGUN'a sonsuz teşekkür ederim. Bu çalışmayı sizlere armağan ediyorum.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. GEREÇ ve YÖNTEM	35
3.1. Gereç	35
3.2. Yöntem	37
3.2.1. SPI Yöntemi	37
3.2.2. SPEI Yöntemi	38
3.2.3. Run Teorisi	40
3.2.4. Atmosferik Salınımlar	40
3.2.5. Korelasyon Analizi	42
4. BULGULAR	43
4.1. Kuraklık Analiz Sonuçları	43
4.1.1. SPI Kuraklık Analiz Sonuçları	43
4.1.2. SPEI Kuraklık Analiz Sonuçları.....	116
4.2. Atmosferik Salınımlarla Kuraklık İndisleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi.....	190
5. TARTIŞMA	198
6. SONUÇLAR	207
7. ÖNERİLER	227
KAYNAKLAR	228
ÖZGEÇMİŞ	233

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ATMOSFERİK İNDİSLER İLE AKDENİZ BÖLGESİ KURAKLIKLARI İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Emir Cengiz DURGUN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Oğuz ŞİMŞEK
İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Utku ZEYBEKOĞLU
Yıl: 2025, Sayfa:233

Kuraklık, zamansal ve mekansal değişim gösteren, yıkıcı etkileri diğer afetlere kıyasla daha geç ortaya çıkan, çeşitli parametrelerden etkilenen afet türüdür. Kuraklığın zamansal ve mekansal değişiminin irdelenmesi kuraklığın önlenmesi ve gerekli tedbirlerin belirlenmesi açısından önemlidir. Bunun yanında kuraklığa etki eden atmosferik salınımlarla kuraklık arasındaki ilişkinin ortaya konması kuraklığın daha detaylı değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'nde yer alan 24 adet meteoroloji istasyonu için 1970–2022 yıllarını kapsayan kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. Analizlerde Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Standartlaştırılmış Yağış-Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) kullanılarak 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık/nemli oluşum oranları, kuraklık şiddeti, kuraklık süresi ve en büyük indis değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bölgede kuraklık oluşum oranları %49 ile %52 arasında değişmekte, en büyük oranlar uzun vadeli zaman ölçeklerinde gözlenmektedir. “Hafif Kurak” ve “Hafif Yağışlı” sınıflar tüm istasyonlarda en sık görülen kuraklık türleri olurken, “Aşırı Kurak” ve “Aşırı Yağışlı” türlerine oldukça nadir rastlanmıştır. Zaman ölçeği büyüdükçe kuraklık şiddeti ve süresi genel olarak artış göstermektedir. Özellikle Yumurtalık, Göksun ve Kahramanmaraş istasyonlarında uzun süreli ve yüksek şiddetli kuraklık olayları yaşanmıştır. En küçük negatif peak değeri -5.08 ile Yumurtalık istasyonunda tespit edilmiştir. Bu bulgular, Akdeniz Bölgesi'nde kuraklık riskinin yüksek olduğunu ve bu riskin mekansal dağılımının istasyonlara göre farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. SPI ve SPEI yöntemlerinin karşılaştırılmasından, SPEI'nin kuraklık tespitinde SPI'dan daha hassas olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Arktik Salınım (AS) ile kuraklık yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyon vardır. Akdeniz Salınım İndeksleri (ASİ1 ve ASİ2) ile iki kuraklık yöntemi arasında herhangi bir istatistiksel anlamlı korelasyon bulunmamaktadır. Çalışmanın sonucunda elde edilen kuraklık sonuçlarının, hem tarım hem de su yönetimi açısından dikkatle ele alınması gerektiğini göstermektedir. 12 ve 24 aylık SPEI değerleri, uzun vadeli göstergelerin kuraklık erken uyarı sistemlerinde kullanılması önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Akdeniz Bölgesi, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI), Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI), Atmosferik Salınımlar, Korelasyon Katsayısı

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP OF ATMOSPHERIC INDICES AND DROUGHT IN THE MEDITERRANEAN REGION

Emir Cengiz DURGUN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Oğuz ŞİMŞEK
Co-Supervisor: Asst. Prof. Dr. Utku ZEYBEKOĞLU
Year: 2025, Page:233

Drought is a type of disaster that changes temporally and spatially; its destructive effects occur later than other disasters, and is affected by various parameters. Examining the temporal and spatial changes of drought is crucial for preventing drought and determining the necessary measures. In addition, revealing the relationship between atmospheric oscillations that affect drought allows for a more detailed evaluation of drought. In this study, a drought analysis covering the years 1970–2022 was carried out for 24 meteorological stations located in the Mediterranean Region of Türkiye. In the analyses, drought/humidity occurrence rates, drought severity, drought duration, and maximum index values were determined at 1, 3, 6, 12, and 24-month time scales using Standardized Precipitation Index (SPI) and Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI). According to the results obtained, drought occurrence rates in the region vary between 49% and 52%, and the largest rates are observed at long-term time scales. While the “Mild Dry” and “Mild Rainy” classes were the most common drought types at all stations, the “Extreme Dry” and “Extreme Rainy” types were encountered quite rarely. As the time scale increases, drought severity and duration generally increase. Long-term and high-intensity drought events were particularly experienced at the Yumurtalık, Göksun, and Kahramanmaraş stations. The smallest negative peak value was detected at the Yumurtalık station with -5.08. These findings reveal that the drought risk is high in the Mediterranean Region, and the spatial distribution of this risk varies according to the stations. A comparison of the SPI and SPEI methods revealed that SPEI is more sensitive than SPI in detecting droughts. There is a statistically significant negative correlation between the Arctic Oscillation (AO) and drought methods. There is no statistically significant correlation between the Mediterranean Oscillations Index (MOI1 and MOI2) and the two drought methods. The drought results obtained from the study indicate that they should be carefully considered in terms of both agriculture and water management. 12- and 24-month SPEI values are recommended for use in drought early warning systems that utilize long-term indicators.

KEYWORDS: Mediterranean Region, Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), Oscillations, Correlation Coefficient

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışma bölgesinde incelenen istasyonların mekansal dağılımı.....	36
Şekil 4.1. Adana istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri.....	44
Şekil 4.2. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Adana).....	45
Şekil 4.3. SPI ile Adana istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	46
Şekil 4.4. Alanya istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	48
Şekil 4.5. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Alanya)	49
Şekil 4.6. SPI ile Alanya istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	49
Şekil 4.7. Anamur istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	51
Şekil 4.8. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Anamur)	52
Şekil 4.9. Anamur istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	52
Şekil 4.10. Antakya istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	54
Şekil 4.11. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Antakya)	55
Şekil 4.12. Antakya istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi.....	55
Şekil 4.13. Antalya Havalimanı istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	57
Şekil 4.14. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Antalya Havalimanı)	58
Şekil 4.15. Antalya Havalimanı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	58
Şekil 4.16. Ceyhan istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	60
Şekil 4.17. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Ceyhan).....	61
Şekil 4.18. Ceyhan istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	61
Şekil 4.19. Dörtöyl istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri.....	63
Şekil 4.20. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Ceyhan).....	64
Şekil 4.21. Dörtöyl istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi.....	64
Şekil 4.22. Eğirdir istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri.....	66
Şekil 4.23. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Eğirdir).....	67
Şekil 4.24. Eğirdir istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	67
Şekil 4.25. Elmalı istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	69
Şekil 4.26. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Elmalı)	70
Şekil 4.27. Elmalı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	70
Şekil 4.28. Erdemli istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	72
Şekil 4.29. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Erdemli)	73
Şekil 4.30. Erdemli istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	73
Şekil 4.31. Finike istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	75
Şekil 4.32. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Finike).....	76
Şekil 4.33. Finike istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	76
Şekil 4.34. Gazipaşa istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	78
Şekil 4.35. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Gazipaşa)	79
Şekil 4.36. Gazipaşa istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	79
Şekil 4.37. Göksun istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri.....	81
Şekil 4.38. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Göksun).....	82
Şekil 4.39. Göksun istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi.....	82
Şekil 4.40. İskenderun istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	84
Şekil 4.41. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (İskenderun)	85
Şekil 4.42. İskenderun istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	85
Şekil 4.43. Isparta istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	87
Şekil 4.44. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Isparta)	88
Şekil 4.45. Isparta istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	88
Şekil 4.46. Kahramanmaraş istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	90
Şekil 4.47. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Kahramanmaraş).....	91
Şekil 4.48. Kahramanmaraş istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	91
Şekil 4.49. Karaisalı istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri.....	93
Şekil 4.50. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Karaisalı).....	94
Şekil 4.51. Karaisalı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi.....	94
Şekil 4.52. Karataş istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri.....	96
Şekil 4.53. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Karataş).....	97

Şekil 4.54. Karataş istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	98
Şekil 4.55. Korkuteli istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	99
Şekil 4.56. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Korkuteli)	100
Şekil 4.57. Korkuteli istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	101
Şekil 4.58. Kozan istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	102
Şekil 4.59. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Kozan)	103
Şekil 4.60. Kozan istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	104
Şekil 4.61. Mersin istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	105
Şekil 4.62. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Mersin)	106
Şekil 4.63. Mersin istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	107
Şekil 4.64. Samandağ istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	108
Şekil 4.65. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Samandağ)	109
Şekil 4.66. Samandağ istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	110
Şekil 4.67. Silifke istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	111
Şekil 4.68. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Silifke)	112
Şekil 4.69. Silifke istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	113
Şekil 4.70. Yumurtalık istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri	114
Şekil 4.71. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Yumurtalık)	115
Şekil 4.72. Yumurtalık istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	116
Şekil 4.73. Adana istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	118
Şekil 4.74. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Adana)	119
Şekil 4.75. Adana istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	119
Şekil 4.76. Alanya istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	121
Şekil 4.77. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Alanya)	122
Şekil 4.78. Alanya istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	122
Şekil 4.79. Anamur istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	124
Şekil 4.80. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Anamur)	125
Şekil 4.81. Anamur istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	125
Şekil 4.82. Antakya istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	127
Şekil 4.83. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Antakya)	128
Şekil 4.84. Antakya istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	128
Şekil 4.85. Antalya Havalimanı istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	130
Şekil 4.86. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Antalya Havalimanı)	131
Şekil 4.87. Antalya Havalimanı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	131
Şekil 4.88. Ceyhan istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	133
Şekil 4.89. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Ceyhan)	134
Şekil 4.90. Ceyhan istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	134
Şekil 4.91. Dörtöl istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	136
Şekil 4.92. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Dörtöl)	137
Şekil 4.93. Dörtöl istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	138
Şekil 4.94. Eğirdir istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	139
Şekil 4.95. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Eğirdir)	140
Şekil 4.96. Eğirdir istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	141
Şekil 4.97. Elmalı istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	143
Şekil 4.98. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Elmalı)	144
Şekil 4.99. Elmalı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	144
Şekil 4.100. Erdemli istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	146
Şekil 4.101. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Erdemli)	147
Şekil 4.102. Erdemli istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	147
Şekil 4.103. Finike istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	149
Şekil 4.104. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Finike)	150
Şekil 4.105. Finike istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	150
Şekil 4.106. Gazipaşa istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	152
Şekil 4.107. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Gazipaşa)	153
Şekil 4.108. Gazipaşa istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	153
Şekil 4.109. Göksun istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	155
Şekil 4.110. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Göksun)	156
Şekil 4.111. Göksun istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	156

Şekil 4.112. İskenderun istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	158
Şekil 4.113. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (İskenderun)	159
Şekil 4.114. İskenderun istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	160
Şekil 4.115. Isparta istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	161
Şekil 4.116. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Isparta)	162
Şekil 4.117. Isparta istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	163
Şekil 4.118. Kahramanmaraş istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	164
Şekil 4.119. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Kahramanmaraş)	165
Şekil 4.120. Kahramanmaraş istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	166
Şekil 4.121. Karaisalı istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	167
Şekil 4.122. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Karaisalı)	168
Şekil 4.123. Karaisalı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	169
Şekil 4.124. Karataş istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	171
Şekil 4.125. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Karataş)	172
Şekil 4.126. Karataş istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	172
Şekil 4.127. Korkuteli istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	174
Şekil 4.128. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Korkuteli)	175
Şekil 4.129. Korkuteli istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	175
Şekil 4.130. Kozan istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	177
Şekil 4.131. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Kozan)	178
Şekil 4.132. Kozan istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	178
Şekil 4.133. Mersin istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	180
Şekil 4.134. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Mersin)	181
Şekil 4.135. Mersin istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	181
Şekil 4.136. Samandağ istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	183
Şekil 4.137. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Samandağ)	184
Şekil 4.138. Samandağ istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	184
Şekil 4.139. Silifke istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	186
Şekil 4.140. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Silifke)	187
Şekil 4.141. Silifke istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	187
Şekil 4.142. Yumurtalık istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri	189
Şekil 4.143. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Yumurtalık)	190
Şekil 4.144. Yumurtalık istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi	190
Şekil 4.145. SPI12 değişkenine ait korelasyonların mekânsal dağılımı	194
Şekil 4.146. SPEI12 değişkenine ait korelasyonların mekânsal dağılımı	197
Şekil 5.1. Tüm bölge için farklı aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indis değerlerine göre kurak/yağışlı oluşum oranları	204
Şekil 5.2. Tüm bölge için SPI yöntemi ile farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri	205
Şekil 5.3. Tüm bölge için farklı aylık zaman ölçeklerinde SPEI kuraklık indis değerlerine göre kurak/yağışlı oluşum oranları	205
Şekil 5.4. Tüm bölge için SPI yöntemi ile farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri	206

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. İstasyonlara ait bilgiler	36
Çizelge 3.2. SPI değerlerinin sınıflandırılması (McKee ve ark. (1993); Kömüşçü ve ark. (2002); Vermes ve ark. (1998)).....	38
Çizelge 3.3. SPEI değerlerinin sınıflandırılması	40
Çizelge 4.1. MOI1, MOI2 ve AO salınımları ile SPI12 arasındaki korelasyon katsayıları	192
Çizelge 4.2. MOI1, MOI2 ve AO salınımları ile SPEI12 arasındaki korelasyon katsayıları	195



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AK	Aşırı Kurak
ASİ1	Akdeniz Salınımı İndeksi 1
ASİ2	Akdeniz Salınımı İndeksi 2
AS	Arktik Salınım
AO	Arctic Oscillation
AY	Aşırı Yağışlı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇK	Çok Kurak
ÇY	Çok Yağışlı
EDI	Etkin Kuraklık İndeksi
ENSO	El Niño-Güney Salınımı
ET	Evapotranspirasyon
ET_o	Referans Evapotranspirasyon
HK	Hafif Kurak
HY	Hafif Yağışlı
I_{DM}	De Martonne kuraklık indeksi
I_{DMG}	De Martonne-Gottman kuraklık indeksi
I_m	Eriñ kuraklık indeksi
MK	Mann-Kendall
MO	Akdeniz Salınımı
MOI	Akdeniz Salınım İndisi
MOI1	Akdeniz Salınım İndisi 1
MOI2	Akdeniz Salınım İndisi 2
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NAO	Kuzey Atlantik Salınımı
NCP	Kuzey Denizi-Hazar Deseni
N	Sahip olunan verilerin toplamdaki kaç yıla ait olduğu
OK	Orta Kurak
OY	Orta Yağışlı
P	Yıllık toplam yağış (mm) miktarı
P_d	En kurak ayın yağış (mm) miktarı
P_{ij}	İ. yılın j. ayının yağış (mm) miktarı
PDSI	Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi
PET	Potansiyel evapotranspirasyon
PET_{ij}	i. yılın j. ayının hesaplanan potansiyel evapotranspirasyonu

R²	Belirlilik Katsayısı
RDI	Keşif Kuraklık İndeksi
SAI	Standart Akış İndeksi
SO	Güneyli Salınımı
SPEI	Standardized Precipitation Evapotranspiration Index
SYİ	Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi
SPI	Standardized Precipitation Index
SYİ	Standartlaştırılmış Yağış İndeksi
T	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)



1. GİRİŞ

Doğal afetler, kaçınılması mümkün olmayan olaylar olarak tanımlanırken, afetlerin vermiş olduğu zararların azaltılması veya önlenmesi mümkün olmaktadır. Afetlerin, meydana geliş zamanları ve etki alanları bazen öngörülebilir veya sınırlı kalırken bazen ise belirgin bir sınırı bulunmamakta veya zamanı tespit edilememektedir. Kuraklık, sınırı ve zamanı belirgin olmayan, yaşandığında etki düzeyi öngörülemeyen, birçok parametreden etkilenmesinden dolayı anlaşılması zor olan ve yıkıcı etkilere sahip bir afet türüdür.

Yaşanan sıcaklık artışı ve iklim değişikliği, kuraklık olayının daha dikkatli incelenmesi gereken bir konu olduğunu ve önemini ortaya koymaktadır. Günümüzde, iklim değişikliğinin etkileri giderek daha bir net şekilde hissedilmeye başlanmış ve dünya genelindeki iklim sistemleri üzerinde yıkıcı ve kalıcı etkilere neden olduğu yaşanan afetlerden anlaşılmaktadır. Dünya’da bazı bölgelerde kuraklık yaşanırken bazı bölgelerde aşırı yağışlar taşkınlara ve su baskınlarına neden olmaktadır. Bu etkiler arasında, atmosferik salınımların ve kuraklık olgusunun ilişkisi, bilim dünyasının ve karar vericilerin yakından incelediği konulardan biridir. Atmosferik salınımlar, dünya atmosferindeki basınç, sıcaklık, nem gibi meteorolojik faktörlerde meydana gelen değişiklikler olarak tanımlanırken ve bu salınımlar genellikle bölgesel veya küresel iklim sistemlerini etkileyebilmektedir. Bu salınımların büyüklüğü, süresi ve mevsimsel dağılımı, yağış desenleri ve iklim modelleri üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Öte yandan, kuraklık; belirli bir bölgede normalden daha az yağış alınması, su kaynaklarının azalması veya toprak neminin azalmasıyla karakterize edilen bir doğa olayıdır. Kuraklık, tarım, su kaynakları, ekosistemler ve insan sağlığı gibi birçok alanda ciddi sonuçlara neden olabilir. Atmosferik salınımların etkisiyle yağış gibi parametrelerde meydana gelecek azalma sonucunda kuraklık olayı kaçınılmaz olacaktır. Atmosferik salınımlar neticesinde değişim iklim koşulları altında yağışta meydana gelecek artış ani sel ve taşkınların yaşanmasına neden olabilecektir.

Bu bağlamda, atmosferik salınımlar ile kuraklık arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu ilişkinin doğru bir şekilde anlaşılması, gelecekteki kuraklık olaylarını tahmin etme ve bu olayların etkilerini azaltma çabalarına önemli bir katkı sağlayabilecektir. Atmosferik salınımların kuraklık oluşumuna etkileri, iklim modelleri ve veri analizi aracılığıyla

incelenmektedir. Bu çalışmalar, kuraklıkla mücadele stratejilerinin geliştirilmesine, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine ve tarımın iklim değişikliğiyle uyumlu hale getirilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca, tarım, su kaynakları yönetimi, ormancılık gibi sektörlerde karar vericilerin, kuraklık riskini azaltmak için daha etkili politikalar geliştirmelerine yardımcı olabilir.

Kuraklığın analizinde farklı kuraklık indisleri geliştirilmiş olsa da en yaygın kullanılan yöntem Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ- Standardized Precipitation Index-SPI) yöntemidir. Bu yöntemin araştırmacılar tarafından sık tercih edilmesinde indis değerinin hesaplanması için sadece yağış parametresini gerektirmesi ve hesaplama kolaylığının olması etkin rol oynamaktadır. Daha sonraki yıllarda, farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen ve kuraklığın değerlendirilmesinde yağış verisinin yanında sıcaklık, yükselti, nem ve potansiyel evapotranspirasyon değerleri gibi daha fazla parametrenin kullanımını gerektiren diğer yöntemlerin sonuçlarıyla SPI yöntemi sonuçlarının benzer olduğu birçok çalışma sonucunda ortaya konmuştur. Kuraklık karakteristikleri olan kuraklık süresi, şiddeti ve en büyük değerleri kuraklığın değerlendirilmesinde en önemli büyüklüklerdir.

Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi, iklim değişikliğinin etkilerini oldukça yoğun bir şekilde hissedilen bir bölgedir. Bu bölgedeki kuraklık olayları, tarım, su kaynakları yönetimi ve ekosistemler üzerinde önemli etkilere sahiptir. Atmosferik salınımlar, bu kuraklık olaylarının oluşumunda ve süresinde kritik bir rol oynayabilir. Özellikle, Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'ndeki kuraklık ve atmosferik salınımlar arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar genellikle iklim modellemesi, meteorolojik verilerin analizi ve uzun vadeli iklim trendlerinin değerlendirilmesi gibi yöntemleri kullanmıştır. Bu çalışmalar, bölgedeki kuraklık eğilimlerini belirlemeye, kuraklık dönemlerinin atmosferik koşullarla nasıl ilişkilendirildiğini anlamaya ve gelecekteki kuraklık risklerini tahmin etmeye odaklanabilir. Özetle, atmosferik salınımlar ile Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'ndeki kuraklık ilişkisini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar, bölgedeki iklim değişikliği etkilerini anlamak ve uygun çözümler geliştirmek için önemlidir. Bu çalışmalar, bölgedeki su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, tarımın iklim değişikliğiyle uyumlu hale getirilmesi ve kuraklık risklerinin azaltılması gibi konularda politika yapıcılar ve yerel yönetimler için önemli bilgiler sağlayabilir. Akdeniz bölgesi gibi yoğun tarımsal ve turistik faaliyetlerin yürütüldüğü bir bölgede iklim parametreleri ve meteorolojik kuraklık indis değerlerinin trendinin

belirlenmesi ve bu değişkenlerin hava olayları üzerinde etkili olduğu bilinen salınımlarla olan ilişkisinin ortaya konması bu çalışmanın ana motivasyon kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca, farklı kuraklık sınıflarının oluşumlarının ve trend istatistiklerinin mekansal dağılımlarının irdelenmesi çalışmayı literatürden ayıran bir diğer özellik olmuştur.

Bu çalışmada, atmosferik salınımlar ile Akdeniz Bölgesinde konumlanmış yirmi dört farklı meteoroloji gözlem istasyonunda 1970-2022 yılları arasındaki yağış verileri kullanılarak, SPI yöntemiyle yıllık kuraklık indis değerleri hesap edilmiş kuraklık oluşum oranı, farklı kuraklık türlerinin meydana gelme yüzdeleri ve kuraklık karakteristikleri hesap edilmiştir. Ayrıca, yağış ve meteorolojik kuraklık indis değerlerinin Arktik Salınım (AS; Arctic Oscillation- AO) ve Akdeniz Salınımları (AKS1 ve AKS2; Mediterranean Oscillations Index-MOI1 ve MOI2) olmak üzere üç farklı atmosferik salınımla olan ilişki düzeyleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunun, iklim değişikliği ile mücadelede daha etkili stratejiler geliştirmeye katkıda bulunması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın ana motivasyonu, Akdeniz Bölgesi özelinde iklimde meydana gelen değişimlerin ve olası kuraklığın atmosferik salınımlarla olan ilişkisinin belirlenmesidir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Fu (2005), Çin'in doğusunda bulunan 100 farklı istasyonda elde edilen zaman serilerinin farklı mevsimlerdeki değişimlerini Kuzey Atlantik Salınım İndeksi (North Atlantic Oscillation Index-NAOI) ve Sel/Kuraklık Endeksi (FDI) ile olan ilişkisini araştırmıştır. Ayrıca, FDI ve NAOI arasındaki gecikme korelasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan, alan ortalamalı FDI ile NAOI arasında, çalışma bölgesinin doğu ve kuzeyinde 0.001 anlamlılık düzeyinde 2-3 yıllık gecikmelerde anlamlı pozitif korelasyon bulunurken, çalışma bölgesinin diğer kesimlerinde (orta ve güney) bu iki parametre arasında 0,05-0,01 anlamlılık düzeyinde negatif bir korelasyon bulunmuştur. Korelasyon katsayısının zamana ve döneme bağlı değiştiği bildirilmiştir. Mann-Kendall Sıralama İstatistik testi, son 530 yılda doğu ve kuzey Çin'deki alan-ortalama FDI zaman serisinde önemli eğilimi ve on yıllık ani değişimleri ortaya koyarken, son 400 yıldaki NAOI, anlamlılık düzeyinde böyle bir eğilim göstermemiştir. Ancak, FDI zaman serilerinin son yıllarda daha belirgin değişimler göstermiştir. Bu sonuca neden olan faktörün, muhtemelen yeniden yapılandırılmış NAOI serisinin uçlarının genliğinin enstrümantal kayıtlardan daha az olmasından kaynaklandığı yazarlar tarafından değerlendirilmiştir.

Acar (2008), Biga Yarımadası ve çevresindeki hava sıcaklığı, yağış ve akarsu debilerine ait zaman serilerindeki uzun süreli değişiklikleri ve eğilimleri belirlemek için Mann-Kendall (MK) yönteminden yararlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmada klimatolojik/hidrolojik zaman serilerindeki uzun süreli değişimler ve çeşitli atmosferik salınım indisleri arasındaki bağlantılar incelenmiştir. MK yöntemi ile ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların, sonbahar dışında tüm mevsimlerde genel olarak artmakta olduğu tespit edilmiştir. Çalışma bölgesinde, sıcaklıklarda istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimleri ilkbahar ve yaz mevsimlerinde görülmüştür. Bunun yanında, kış mevsiminde yağışlarda 1970'lerde başlayan ve 1990'larda giderek belirginleşen bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Kış mevsiminde, El Niño-Güneyli Salınımı (EÑSO) dışında, NAO, MOI ve AO indisleri ile ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklar arasında, istatistiksel açıdan anlamlı negatif bir ilişki bulunmuştur. İlkbahar mevsiminde ise, EÑSO ve hava sıcaklıkları arasında anlamlı pozitif bir ilişki görülmüştür. Korelasyon katsayısının en büyük değerinin ise minimum sıcaklıkta olduğu belirlenmiştir. Kümelerarası ilişki analizine göre, tüm sıcaklıklar üzerinde en belirleyici olan atmosferik indisler, kış mevsiminde AO, MO ve NAO arasında olduğu

tespit edilmiştir. AO daha çok iç bölümde etkili olurken, NAO ve MO kıyı bölgesinde daha etkili olduğu görülmüştür. Tüm ilkbahar sıcaklıkları en iyi EÑSO ile açıklanırken, NAO'nun değişkenliği yaz sıcaklıklarındaki değişimleri daha iyi açıklamıştır. Tüm sonbahar sıcaklıklarındaki değişimlerin ise en iyi AO tarafından açıklandığı görülmüştür. Yağış miktarları üzerinde en belirleyici etkiye sahip olan atmosferik salınım indisi, kış mevsiminde AO ve NAO olmuştur. İlkbahar mevsimindeki yağışlarda da kış mevsimine benzer olarak AO ve NAO etkili olurken, yaz yağışlarında yerel etkilerin daha belirleyici olduğu tespit edilmiştir. Sonbahar yağışlarındaki yıldan yıla değişimleri ise, en iyi NAO ve AO'nun daha iyi açıkladığı tespit edilmiş.

Türkeş ve Tatlı (2009), Türkiye'deki kuraklık olaylarının şiddet ve sıklıklığını mekânsal ve zamansal değerlendirilmesinde SPI yöntemine alternatif yeni bir metodoloji önermiştir. Klasik SPI yönteminin kuraklığı yerel olarak tanımlamada kullanıldığı ve aylık zaman ölçeklerinde hareketli ortalama için yağış miktarının uzun süreli ortalama yağışın altında olması durumu olarak tanımlandığı bildirilmiştir. Yazarlar tarafından önerilen yeni yöntemin, yağış verisine alt ve üst sınırlar tanımlayarak yağış serisindeki yerel zamansal ortalamaları dikkate alınmış ve böylelikle kurak veya yağışlı durumların açıkça tespit edilme imkanının bulunduğu değerlendirilmiştir. Türkiye'nin iklimsel özellikleri ve yağış rejiminin karakteristik özellikleri dikkate alındığında, yeni yöntemin kurak ve yağışlı koşulları tahmin etme başarısının SPI'dan daha iyi olduğunu ifade edilmiştir. Ayrıca, önerilen yeni yöntemin, uzun süreli yağış serilerinin ve çeşitli zaman periyotları için yağış anormalliklerinin ve kurak- yağışlı durumlar için ekstrem değerleri tahmin etmede daha başarılı olduğu bildirilmiştir. Önerilen SPI yöntemiyle elde edilen aylık değerlerin normalin üstünde, normalin altında, normale yakın ve aşırı kurak olma olasılıkları, klasik SPI yöntemiyle bulunanlardan daha gerçekçi ve makul olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Önerilen SPI yöntemi, Akdeniz makro iklim bölgesi gibi yağış serilerinin yüksek mevsimsellik ve yıldan yıla değişkenlik gösterdiği yerlerde diğer yarı kurak ve yarı nemli iklim bölgelerinin kuraklıklarını belirlemek ve izlemek için uygulanabilir olduğu bildirilmiştir.

Deniz (2009), Türkiye'de meteorolojik kuraklığın belirlenmesi ve izlenmesi amacıyla 1970, 1974, 1983, 1984-1989 ve 2001 yıllarındaki kuraklık olayları dikkate alınarak: SPI yönteminden faydalanılmıştır. Yapılan çalışmalarda SPI yönteminin

meteorolojik ve klimatolojik anlamda daha doğru ve anlamlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Hareketli ortalamalı zaman ölçeğinden ve yağış verilerinden faydalanılarak (3, 6, 12, 48-aylık) uzun süreli ortalama ve standart sapmaya göre normalleştirilen yağışın sıfırdan küçük olduğu durumda kuraklığın başladığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada Türkiye fiziki coğrafyası ve yağışın klimatolojik/meteorolojik özellikleri dikkate alınarak, çeşitli hareketli-ortalama zaman ölçeklerinde hesaplanan kuraklık olasılıklarının, SPI yöntemine göre tutarlı sonuçlar ortaya çıkardığı sonucuna varılmıştır. SPI yönteminde özellikle ekstrem (aşırı) ve nemli kuraklık sınıflarını tam yakalayamamasına karşın, Türkiye'nin birçok kurak, nemli, yarı-kurak mevsimsel etkileri temsil ettiği sonucuna varılmıştır. Mevsimsel değişkenlik ve fiziki coğrafya dikkate alınarak hesaplanan verilerin mekansal analizleri yapılarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. SPI yönteminin kuraklık izleme, planlama ve etki değerlendirme amaçları için kullanılmasının, bu çalışma sonucunda uygulanabilir olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Yürekli ve ark. (2010), Karaman ilindeki kuraklığın SPI, RDI (Keşif Kurak İndeksi) ve EDI (Etkin Kuraklık İndeksi) yöntemleri kullanılarak analizler yapılmıştır. Karaman istasyonu'nda 1975-2009 yılları arasında ölçülen aylık toplam yağış verileri ile aynı yıllara ait FAO56 Penman-Monteith yöntemi temel alınarak hesaplanan referans buharlaşma (ET_0) verileri parametre olarak kullanılmıştır. Her yıla ait dört farklı referans döneme (k1: Ocak-Mart; k2: Ocak-Haziran; k3: Ocak-Eylül; k4: Ocak-Aralık) ait kümülatif aylık yağış ve aylık ET_0 serileri oluşturulmuştur. Bu çalışmada SPI, RDI ve EDI değerleri k-dönemlerine ait seriler kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda, Karaman ilinde kuraklık döneminin son yıllarda başladığını göstermiştir. SPI, RDI ve EDI indekslerine göre, hafif kuraklık ve orta şiddette kuraklık kategorilerinin daha sık yaşandığı tespit edilmiştir.

Kıymaz ve ark. (2011), Seyfe Gölü'nde geçmiş yıllarda yağışlara bağlı olarak meydana gelen meteorolojik kuraklığı, SPI yöntemini kullanılarak analiz edilmiştir. Seyfe Gölü'ndeki kuraklık oluşumu, birinci dönem (1975-1991) yılları arası ve ikinci dönem (1992-2008) yılları arası iki farklı zaman diliminde analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre birinci dönem ve ikinci dönem kuraklık değerleri birbirinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir. İkinci döneme ait değerler, tüm zaman ölçeklerinde (3, 6, 12 ve 24 ay) hafif kuraklık oranlarının, birinci döneme göre arttığı ve çeşitli şiddetlerde

kendini gösterdiği tespit edilmiştir. Fakat normal nemlilik şiddetinin birinci dönemden ikinci döneme göre azaldığı gözlemlenmiştir. Kısa ve uzun vadeli zaman ölçekleri açısından hem birinci hem de ikinci dönemde şiddetli ve çok şiddetli kuraklıkların görülme sıklığının ise en düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Analiz sonucuna göre Kırşehir ilinde önümüzdeki yıllarda su stresi riskinin artacağı tespit edilmiştir.

Kalra ve Ahmad (2012), Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines-SVM) yöntemi ile yıllık yağış değerlerini, okyanus-atmosfer salınımlarını kullanarak tahmin etmek amacıyla çalışmayı yapmışlardır. 1900–2008 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nin batısındaki Colorado Nehri Havzası'nı kapsayan 17 iklim bölgesine uygulanmış Pasifik On Yıllık Salınımı (PDO), Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Atlantik Çok On Yıllık Salınımı (AMO) ve ENSO okyanus-atmosfer salınımları kullanılmış ve bir yıllık ileriye dönük yıllık yağış tahminleri yapılmıştır. Colorado Nehri Havzası'ndaki yıllık yağışların okyanus-atmosfer salınımlarından önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiş. Üst Colorado Nehri Havzası için uzun vadeli yağış tahminleri, PDO, NAO ve AMO indekslerinin birleşimiyle pozitif uyumlu sonuç elde edilirken; Alt Colorado Nehri Havzası için AMO ve ENSO'nun birlikte kullanılmasının daha iyi yağış tahminlerinin sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, SVM modelinin Yapay Sinir Ağları ve Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon modellerine kıyasla daha iyi yağış tahminlerinde bulunduğu, Değiştirilmiş SVM modelleme ile elde edilen yıllık yağış tahminleri, Colorado Nehri Havzası'ndaki büyük ölçekli iklim desenleriyle ilişkili hidrolojik tepkilerin istatistiksel olarak anlaşılması açısından önemli olabileceği sonucuna varılmıştır.

Merkoci ve ark. (2013), SPI yöntemini kullanılarak Arnavutluk'ta 1951-2000 yılları arasında 1, 3 ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık analizi yapmıştır. SPI 3 açısından, her 10 yılda bir görülen orta, şiddetli ve aşırı kurak dönemlerin sayısında artış eğilimde olduğu tespit edilmiştir. SPI değerlerine göre, 1981-1990 döneminin en fazla kuraklık olayının yaşandığı dönem olduğu (on yılda 20'den fazla vaka) anlaşılmıştır. 1961-1970 yılları ve 1971-1980 yılları arasında ise orta, şiddetli ve aşırı kuraklık vakalarının sayısının on yılda yaklaşık 10 civarı olduğu tespit edilmiştir. SPI 6 değerleri sonucunda Arnavutluk'un güneydoğusunda -1.5 (şiddetli kuraklık) ile kuzeyinde -4.2'ye (aşırı kuraklık) kadar değiştiği tespit edilmiştir.

Tosunoğlu (2014), Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), AO, Güneyli Salınımı (SO), Kuzey Denizi-Hazar Paterni (NCP) ve MOI Türkiye'deki meteorolojik ve hidrolojik kuraklıklarla olan ilişkilerinin ortaya çıkarılması, kuraklıkların stokastik modellemesi ve önemli kuraklık parametrelerinin frekans analizlerinin yapılmasını amaçlamıştır. Çalışmayı genel olarak beş aşamada yürütmüştür. Birinci aşamada, çalışmada kullanılacak yağış ve akım gözlem istasyonları belirlenmiş ve eksik verilerin tahmini regresyon modelleri yardımıyla yapılmıştır. İkinci aşamada, belirlenen istasyonlara ait yağış ve akım verilerinin homojenlikleri Standart Normal Homojenlik Testi, Pettit Testi ve Buishand Testleri ile analiz edilmiştir. Üçüncü aşamada ise homojen ve kesintisiz veri setlerine sahip 148 yağış ve 84 akım gözlem istasyonuna ait aylık verilerinin meteorolojik ve hidrolojik kuraklık analizleri, SYİ ve Standart Akış İndeksi (SAİ) metotları ile yapılmıştır. Bu metotlar kullanılarak indis değerlerinin hesaplanmasında aylık veriler tek bir olasılık dağılımı ile ifade edilmemiş, farklı olasılık dağılımlarının uygunluğu araştırılmıştır. En uygun olasılık dağılımını belirlemede Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır. Bu kritere göre Türkiye'nin aylık yağış verilerine en iyi uyan olasılık dağılımlarının Gamma ve Weibull, aylık akım verilerine en iyi uyan olasılık dağılımların ise GEV, LN(2), Gamma ve Weibull olduğu belirlenmiştir. Dördüncü aşamada ise, söz konusu atmosferik salınımların kuraklıklar ile olan ilişkilerinin yönü ve gücü, kuraklık indis değerleri ile salınım indis değerleri arasındaki aylık korelasyonların sıfır ve birkaç ay ötelemeli hesaplanmasıyla belirlenmiştir. Genel değerlendirmeler ışığında, Türkiye kuraklıkları üzerinde en fazla etkisi olan salınımların AO, NAO ve NCP olduğu, SO ve MO salınımların etkisinin ise diğerlerine göre daha az ve bölgesel olduğu sonucuna varılmıştır. Beşinci aşamasında ise ilk olarak Çoruh havzasının günlük yağışlarının stokastik modeli Genelleştirilmiş Lineer Modeller (GLM) yardımıyla yapılmıştır. Kurulan modellere bu bölge üzerinde etkisi korelasyon analizleriyle ortaya çıkarılan atmosferik salınımların indis değerleri de katılarak tarihi seriyle aynı uzunluğa sahip 100 adet sentetik seri türetilmiştir. Türetilen bu sentetik yağış serilerinin meteorolojik kuraklık analizleri SYİ yöntemine göre yapılmış ve önemli kuraklık parametreleri (süre ve şiddet) elde edilmiştir. Edilen bu kuraklık parametrelerinin iki değişkenli frekans analizleri Kopula fonksiyonları kullanılarak yapılmış ve bu parametrelerin bazı olasılık özellikleri (iki değişkenli dönüş periyotları, şartlı olasılıklar, şartlı dönüş periyotları) araştırılmıştır.

Tan ve ark. (2015), Çin'in Ningxia Hui Özerk Bölgesi (Ningxia), kuzeybatı Çin'de iklim değişikliğini ve Ningxia'da 1972–2011 yılları arasında kuraklık şiddeti, süresi, sıklığı ve mekânsal yayılımındaki değişiklikleri incelemek amacıyla, aylık meteorolojik verilere dayanarak SPI ve SPEI yöntemlerini kullanarak indis değerlerini hesaplamışlardır. SPEI'nin Ningxia'daki iklim değişikliği ve kuraklık değişimlerini incelemek için SPI'ye göre daha uygun olduğu bildirilmiştir. Ningxia'da belirgin bir kuruma eğiliminin varlığı tespit edilmiştir. SPEI indis değerleri, 1972–2011 döneminde on yılda yaklaşık 0.37 oranında azalmış. Bu kuruma eğilimi kuraklığı daha da şiddetlendirmiştir. SPEI ile belirlenen bölgesel ortalama kuraklık süresi, maksimum süre, şiddet ve sıklık; 1992–2011 döneminde, 1972–1991 dönemine kıyasla sırasıyla bir ay %0.15 ve üç ay %36.1 oranında artmıştır. SPEI ile belirlenen ilkbahar mevsimindeki kuraklık alanı, 1972–2011 döneminde on yılda yaklaşık %14.4 oranında artmıştır. Mekânsal olarak bakıldığında, kuraklık sıklığı kuzeyden güneye doğru artmıştır. SPEI ile hesaplanan ortalama kuraklık şiddeti (maksimum süresi), merkezi kurak alandan kuzeye artmış ve güneye doğru ise azalmıştır.

Touma ve ark. (2015), küresel sera gazı artışlarının, 21. yüzyılda kuraklığın özelliklerini ve etkilerini değerlendirmek amacıyla Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5) kapsamında arşivlenen 15 küresel iklim modelinin verilerinden faydalanılarak temsili Konsantrasyon Yolu 8.5 (RCP8.5) senaryosu altında iki gelecek dönemde 2010–2054 yılları ve 2055–2099 yılları karşılaştırılarak dört kuraklık endeksinin (SPI, SAI, SPEI) ve Arz-Talep Kuraklık İndeksi (SDDI) mekânsal yayılımı, süresi ve görülme sayısındaki değişim olasılıkları değerlendirilmiştir. 1961–2005 yılları temel dönemine kıyasla, subtropikal ve tropikal bölgelerde "olağanüstü" kuraklıkların mekânsal yayılımı, süresi ve sıklığında artışlar tespit edilmiştir. Pek çok bölgede hem görülme sıklığı hem de sürede artış gözlemlenmiştir. Bireysel iklim modelleri arasında bu değişimlerin yönü konusunda güçlü bir fikir birliğinin olduğu ancak bazı bölgelerde değişimin büyüklüğü konusunda kayda değer belirsizlikler belirlenmiştir. SPEI ve SDDI endekslerindeki değişimler sıcaklık değişimlerinden daha fazla etkilendikleri için, SPI ve SAI endekslerindekiyle kıyasla daha belirgin olduğu sonucuna varılmıştır. Batı, Doğu ve Sahra Altı Afrika'da SDDI'nin mekânsal yayılımı, baz değişkenliğinden kalıcı olarak ayrıldığı bu değişimin 2020 yılında başladığı ve 2080 yılı itibarıyla birçok diğer subtropikal ve tropikal bölgede de görülebileceği tespit edilmiştir. Olağanüstü kuraklıkların artan olasılığının, sera gazı

konsantrasyonları mevcut eğilimde devam ederse, doğal ve insan sistemleri için kuraklıkla ilgili streslerin artacağı sonucuna varılmıştır.

Dinç ve ark. (2016), SPI yöntemi ile Antalya ili sınırları içerisinde bulunan Alanya, Antalya, Demre, Elmalı, Finike, Gazipaşa, Korkuteli ve Manavgat meteoroloji istasyonlarına ait 1970-2014 yılları arasındaki uzun süreli yağış verileri kullanılarak meteorolojik kuraklık analizini yapmışlardır. Uzun süreli yağış değerlerinin SPI yönteme ait kuraklık sınıflandırma değerlerine göre 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde incelendiğinde, SPI değerlerinde bir azalma olmadığı, SPI değerleri eğiliminin normale yakın kurak (0.99~-0.99) arasında yer aldığı hesaplanarak mevsimsel olarak değerlendirilme yapıldığında çalışma bölgesinde kuraklığın yaz aylarında görülebildiği gibi kış aylarında da meydana gelebileceği sonucuna varılmıştır.

Gümüş ve ark. (2016), Şanlıurfa istasyonuna ait 78 yıllık (1937-2014) yağış verilerinden faydalanarak kuraklığın belirlenebilmesi amacıyla SPI metodu kullanılarak kuraklık analizi yapılmıştır. Aylık yağış verileri kullanılarak, 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçekleri için kuraklık ve nemli dönemlerin şiddeti, büyüklüğü ve istasyona göre dağılımı belirlenmiş, 1986-2014 döneminde, 1937-1985 dönemine kıyasla aşırı kurak ayların daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Tüm zaman ölçekleri için en yüksek SPI değerlerinin, Ekim-Aralık 1972 döneminde meydana geldiği tespit edilmiştir.

Bozyurt ve Özdemir (2017), Arktik salınım indisleri ile aylık minimum ortalama sıcaklık değerlerini karşılaştırarak Türkiye üzerindeki karasal ve denizsel faktörlerin etkileri araştırmışlardır. Türkiye’de boydan boya seçilen 32 istasyondan alınan aylık minimum ortalama sıcaklık değerleri ile arktik salınım indis değerleri arasında anlamlı negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiş. Ülkenin batısına doğru gidildikçe istasyonların Arktik Salınım'a verdiği tepkinin ve korelasyonların anlamlılık derecesinin zayıfladığı görülmüştür. Korelasyon değerleri üzerinde karasal, denizel faktörlerin açık etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu etki, sıcaklık değerleri ile atmosferik salınımlar arasında daha net bir şekilde görülmüştür. Arktik salınının özellikle karasal iklimin egemen olduğu yerlerde bulunan istasyonların sıcaklık değerleri üzerinde etkili olduğu, denizsel iklimin egemen olduğu alanlarda yer alan istasyonlarda, bu etki ya çok zayıf ya da çok anlamsız bir korelasyona sahip olduğu

görülmüştür. Genel olarak aylık minimum ortalama sıcaklık değerleri ile arktik salınım indis değerleri arasında negatif bir korelasyon olduğu anlaşılmıştır. Arktik salınım indis değerleri azaldıkça Türkiye’de aylık minimum ortalama sıcaklıkların arttığı belirlenmiştir. Arktik salınımın Türkiye’deki istasyonların aylık minimum ortalama sıcaklık değerleri üzerindeki etkisinin bariz olduğu ve eğilimlerin Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Labudová ve ark. (2016), 1996–2013 yılları arasında bölge genelinde mekânsal yüksek çözünürlükteki veri ile, kuraklık oluşumunun ve yoğunluğunun yanı sıra bunun Tuna ve Doğu Slovakya ovalarındaki tarımsal ürünlerin verimi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi için bu çalışmayı yapmışlardır. On mahsulün (kışlık buğday, baharlık buğday, kışlık arpa, baharlık arpa, çavdar, mısır, patates, yağlı tohumlu kolza, ayçiçeği ve şeker pancarı) standartlaştırılmış verim değeri 1 aylık, 2 aylık ve 3 aylık SPI ile SPEI ile ilişkilerini %95 güven aralığında değerlendirmişlerdir. Her bir ilçe için, 1961–2013 dönemine ait her iki indekzin zamansal değişimi ve kuraklık oluşumu irdelenmiştir. Çoğu ürün, patates hariç, SPI’ye kıyasla SPEI ile daha yüksek korelasyon göstermiştir; patates için SPI ile anlamlı korelasyon daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca, zaman dilimindeki ay sayısı arttıkça korelasyonun da arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek korelasyon, Ağustos ayındaki 3 aylık SPEI ile mısır arasında görülmüştür; bu durumun yaz yağışları ve potansiyel buharlaşma koşullarının sonucu olarak ortaya çıktığı değerlendirilmiştir. Ayrıca, özellikle yaz yağışlarından etkilenen şeker pancarı dikkate alındığında, şeker pancarı üretimi ile 3 aylık SPI arasındaki korelasyon katsayısı, 3 aylık SPEI kadar yüksek olduğundan, çok yüksek bir korelasyon kaydedildiği tespit edilmiş. Doğu Slovakya Ovası’ndaki mahsul verimleri, SPI ve SPEI kullanılarak belirlenen ıslak/kuru dönemlerden etkilenmiş gibi görünmediği nedeni ise bunların her iki endeksle korelasyonu oldukça düşük ve önemsiz olmasından kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tirivarombo ve ark. (2018), Kuzey Zambiya’da yer alan Kafue Havzası’ndaki 1960–2015 yılları arasında meydana gelen kuraklığı SPI ve SPEI yöntemleriyle analiz etmişlerdir. İki endeksin zaman serisi grafiklerini karşılaştırılarak, her iki endeks de kuraklığın zamansal değişimini tespit edilmiş. SPI ile SPEI karşılaştırıldığında, iki yöntem arasında şiddetli ile orta dereceli kategorilerde farklılıkların söz konusu olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, SPI aşırı kategori altında SPEI’den daha fazla kurak olduğu, fakat şiddetli ve orta dereceli kuraklıklarla karşılaştırıldığında daha kısa süreli ve daha

az meydana gelme sıklığına sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Sıcaklık parametresinin kuraklığın karakterize edilmesinde önemli bir rol oynadığı görülmüştür. SPI, yalnızca yağış verisi gerektirdiği ve sıcaklık verisinin bulunmadığı durumlarda daha kullanışlı olduğu bu nedenle SPI ile kuraklık karakterizasyonu yapılırken dikkatli olunması gerektiği tespit edilmiştir.

Vazifehkah ve Kahya (2018), Türkiye ve kuzey İran genelinde standartlaştırılmış SAİ kullanarak kış mevsimindeki NAO ve AO'nun aşırı fazlarının hidrolojik kuraklık üzerindeki etkilerine odaklanarak yeni bir bakış açısı sunmak ve NAO'nun farklı atmosferik koşullardaki aşırı fazlarına ilişkin fiziksel mekanizmalar araştırılmıştır. Türkiye genelinde kısa vadeli kuraklık sonucunda özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinde NAO ve AO'nun negatif aşırı fazlarında nemli koşulların baskın olduğunu ortaya koymuş, İran'daki NAO ve AO etkileri yalnızca kış aylarında anlamı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, NAO ve AO'nun pozitif aşırı durumları için SAİ çıktılarının Türkiye ve İran'da oldukça farklılık gösterdiği, tüm zaman ölçeklerinde Türkiye'de çok sayıda kuraklık olayı tespit edilirken, İran'da genellikle daha az sayıda olaya rastlanmıştır. NAO'nun pozitif aşırı fazlarında batı ve doğu Türkiye çeşitli şiddetlerde kuraklık yaşandığı görülmüştür. Öte yandan, NAO ve AO'nun negatif aşırı fazlarında, İran'ın Hazar Denizi çevresinde daha az kuraklık gözlemlenmiştir. Korelasyon analizleri neticesinde negatif döngülerin Türkiye'de nemliliği, İran'da ise kuraklığı kontrol ettiği ortaya tespit edilmiştir. Pozitif NAO döngüleri ile AKİ arasında araştırma alanında zayıf bir ilişki tespit edilmiştir. Negatif NAO ve AO aşırı fazlarının daha kısa süreli fakat daha güçlü hidrolojik kuraklık etkilerine yol açtığını, pozitif fazların ise daha uzun sürede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Güngen (2019), SPI ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan dokuz il (Şırnak, Mardin, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Siirt, Şanlıurfa, Kilis ve Adıyaman) için kuraklık analizi yapmıştır. Kuraklık analizinde her ilde bulunan meteoroloji istasyonlarından 1970-2017 dönemlerini kapsayan aylık toplam yağış verileri kullanılarak. SPI zaman serileri 3, 6, 12 ve 24 aylık ölçekler için hesaplanmıştır. Bölgede tespit edilen kuraklıklara ait artan ya da azalan bir eğilim olup olmadığının tespiti için hesaplanan SPI değerlerine Mann-Kendall eğilim testi uygulanmış, ekstrem SPI değerlerinin ait olduğu dönemler için kuraklığın bölgedeki dağılımı ArcGIS-ArcMap programı yardımıyla haritalandırılarak Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 3, 6,

12 ve 24 aylık SPI'ların ekstrem değerlere 1973, 1988, 1989, 2008 ve 2009 yıllarında sahip olduğu tespit edilmiştir. Mardin, Kilis ve Şanlıurfa illerinde uzun dönem (12-24 aylık) SPI serileri için azalan yönde bir eğilim olduğu, diğer bir ifadeyle şiddetli ve çok şiddetli kuraklıklarda artış yönünde bir eğilim olduğu belirlenmiş, Şırnak ve Gaziantep illerinde ise kuraklıkların azalma yönünde eğilim gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Khalili ve ark. (2019), İran'daki Urmiye Gölü havzasında iklim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla 2011–2040, 2041–2070 ve 2071–2100 dönemlerindeki kuraklık olayları, SPI ve SPEI yöntemlerini temel alınarak analiz edilmiş ve (1976–2005) karşılaştırma dönemi ile kıyaslanmıştır. SPI ve SPEI, CanESM2 tarafından sağlanan yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak hesaplanmıştır, RCP 2.6 ve 8.5 senaryoları sırasıyla iyimser ve kötümser senaryolar olarak değerlendirilmiştir. SPI analiz sonuçlarına göre, RCP 2.6 senaryosu altında kuraklık sıklığının neredeyse sabit kaldığı, RCP 8.5 senaryosu altında ise özellikle 2071–2100 döneminde kuraklık sıklığında artış gözlenmiştir. Her iki senaryo altında ve tüm gelecek dönemlerde hesaplanan SPEI, kuraklıkların sıklık ve süresinde artış yaşanacağını öngördüğü sonucuna varılmıştır. Genel olarak SPI ve SPEI arasındaki farkın, her bir indeksin girdi verilerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. SPI'nin yalnızca yağışa dayandığı, SPEI'nin ise hem yağış hem de potansiyel buharlaşma (potential evapotranspiration- PET) dayandığından küresel ısınma ve değişen iklim koşulları altında, PET'in önemli rolü olduğu görülmüş, değişen iklim koşullarında kuraklık çalışmaları için SPEI'nin SPI'ya göre daha başarılı olduğu sonucuna varıldığı anlaşılmıştır.

Güner Bacanlı ve Akşan (2019), Akdeniz Bölgesi'ndeki 8 (Adana, Antalya, Burdur, Hatay/Antakya, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye) meteoroloji gözlem istasyonunun 1970-2018 yılları arasında kaydedilen sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak kuraklık analizi çalışması yapmışlardır. Her bir istasyon için 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPEI değerlerinin frekans analizleri hesaplanmış. Aylık (1, 3, 6, 9 ve 12 aylık) frekans değerleri arasında kurak ve yağışlı dönemlerin dağılımlarının karşılaştırılması yapılmıştır. SPEI değerlerinin kuraklık sınıflarında ne kadar mevcut olduğu ve bu mevcudiyet üzerinden karşılaştırmalar yapılarak, Akdeniz Bölgesindeki tüm istasyonlarda elde edilen veriler hafif kuraklık ile normale yakınlık arasında olduğu tespit edilmiştir. Hem normale yakın kurak hem de kurak durumlarda Mersin

istasyonu maximum değerler almış, minimum değerlere bakıldığında ise diğer istasyonlara kıyasla Adana istasyonunun hem sulak hem de kurak durumlarda en az yüzdelik değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Ağırbaş ve Ersoy (2019), NAO, AO ve Güney salınım indisi (SO) faydalanılarak Karadeniz kıyılarından seçilen ve bölgenin iklimsel özelliklerini temsil edeceği düşünülen 7 ayrı noktadaki meteoroloji gözlem istasyonlarında elde edilen geçmiş yıllara ait yağış verilerinin uzun dönemli (1970-2018) meteorolojik analizi yapılmıştır. Yağış miktarlarının global iklimsel salınım indeks verileri ile ilişkileri incelenmiştir. Analizler sonucunda istasyonlara düşen toplam yağış miktarları 333 mm (Sinop, 1986) ile 3380 mm (Hopa, 2016) arasında değişim göstermiş, istasyonlar arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Yıllık ölçekte yağış miktarlarında 0,08-0,43 mm'lik istatistiki olarak anlamlı bir artış hesap edilmiştir. İklimsel salınım indisleri ile yapılan regresyon analizleri neticesinde en iyi ilişki NAO ve AO ile Batı Karadeniz Havzasına ait yağış miktarları arasında elde edilmiştir. SO ile istatistiki açıdan herhangi bir ilişki tespit edilememiş ve yağış verilerinin değerlendirilmesinde bölge için bir gösterge olamayacağı sonucuna varılmıştır.

Kazembeği (2016), atmosferik salınımların Karadeniz Bölgesinde yer alan 16 istasyonun (Amasya, Çorum, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Artvin, Bolu, Kastamonu, Rize, Düzce, Giresun, Bayburt, Bartın, Gümüşhane, Zonguldak) 14 standart zamanlardaki (5, 10, 15, 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360, 480, 720, 1080 ve 1440 dakika) yıllık maksimum yağış değerleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Küresel atmosferik indislerin AO, NAO, SO ve NCP (Kuzey Denizi Hazar Deseni) standart süreli yağışlar ile arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanarak bu korelasyonlar $\alpha=0.01$, $\alpha=0.05$ ve $\alpha=0.10$ önem seviyelerine göre Student t testi ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerin sonucunda; AO salınıminin Çorum, Artvin, Rize ve Bartın istasyonlarının yağış verileri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Özellikle, Artvin istasyonunda tüm standart sürelerde önemli korelasyonlar tespit edilmiştir. NAO indeksi ve standart süreli yağışlar arasında Çorum, Sinop, Artvin, Rize ve Bayburt istasyonlarında önemli korelasyonlar bulunmuştur. Yağış şiddet verilerine SO etkisi incelendiğinde ise sadece Sinop için önemli korelasyonlar bulunmuştur. NCP indeksinin 16 istasyonun standart süreli yağış verileri ile ilişkisi

irdelendiğinde sadece 3 istasyonda (Bartın, Bayburt ve Gümüşhane) orta ve uzun süreli yağışlar üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Danandeh Mehr ve Vaheddoost (2019), Ankara ili genelindeki meteorolojik kuraklık olaylarının temel özelliklerini (süre, şiddet ve eğilim) inceleme amacıyla çalışma alanında bulunan altı meteoroloji istasyonuna ait 46 yıllık aylık gözlemsel yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde SPI ve SPEI değerleri hesaplanmıştır. İndeksler, ilişkili kuraklık olayları ve her istasyondaki potansiyel eğilimler arasında karşılaştırılarak analiz edilmiştir. İstasyondaki kuraklık eğilimlerini araştırmak amacıyla Spearman sıralama korelasyon katsayısı, yenilikçi Şen yöntemi ve yenilikçi eğilim analizi metodlarından faydalanılarak 1971–2016 yılları arasında Ankara ilinin beş aşırı kuraklık olayı yaşadığını ancak özellikle 6 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde SPI ve SPEI arasında zamansal tutarsızlıklar olduğu tespit edilmiştir. SPEI dikkate alınarak gözlemlenen kuraklık olaylarında hafif bir azalma eğilimi görülmüş buna karşılık SPI aynı sonuçları yansıtmadığı sonucuna varılmıştır.

Zarei ve Mahmoudi (2020), SPEI de girdi olarak kullanılan PET değerlerinin farklı yöntemlerle hesaplanmasına dayanan çalışmada aylık ve mevsimlik ölçekte kuraklık analizi gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, İran'daki 24 meteoroloji istasyonunun (uygun coğrafi dağılıma ve farklı iklim koşullarına sahip) 1967'den 2017'ye kadar olan meteorolojik veri serileri, aylık ve mevsimsel zaman ölçeklerinde PET değerlerini ve SPEI'yi hesaplamak için kullanılmıştır. Sonuçlar, normalize edilmiş ortalama karekök hata indeksine (NRMSE) göre Blaney-Criddle (BC) yöntemi ile tahmin edilen SPEI'nin FPM yöntemi ile aylık (değerlendirilen istasyonların %79,1'inde) ve mevsimsel (değerlendirilen istasyonların %75'inde) zaman ölçeğinde benzerliklerinin diğer yöntemlerden daha fazla olduğunu göstermiştir. Kümeleme analizi sonuçlarına göre, FPM denklemi ile Jensen-Haise (JH), Değiştirilmiş Jensen-Haise (MJH), Thornthwaite (TW), Hargreaves-Samani (HS), BC denklemleri arasındaki hesaplanan SPEI benzerlik ortalaması aylık zaman ölçeğinde %85,46, %83,08, %82,17, %81,38 ve %83,46 ve mevsimsel zaman ölçeğinde %84,08, %82,04, %80,38, %81,93 ve %82,79 olarak bulunmuştur. Bu nedenle meteorolojik veriye en az ulaşılabilen bölgelerde FPM denkleminin JH veya BC denklemleriyle değiştirilmesi önerilmektedir.

Li ve ark. (2020), Çin'de kuraklık özelliklerini değerlendirmek için 1980–2015 yılları arasındaki verileri kullanarak SPI ve SPEI yöntemlerinden faydalanmışlardır. SPEI yöntemine göre 1998–2015 dönemi boyunca kuraklık şiddeti, alanı ve sıklığında genel bir artış gösterdiğini anlaşılmış bu durumun nedeni ise büyük ölçüde artan potansiyel buharlaşmadan kaynaklandığı tespit edilmiştir. SPI'de yağış genel olarak anlamlı bir değişim göstermediğinden bu durumu ortaya koymamıştır. Ayrıca, üç boyutlu (yani boylam, enlem ve zaman) kümeleme algoritması kullanılarak bireysel kuraklık olayları tanımlanmış ve kuraklığın mekânsal-zamansal dinamiklerini incelemek için Şiddet–Alan–Süre (SAD) yöntemi uygulanmıştır. SPI ile karşılaştırıldığında, SPEI genel olarak daha düşük kuraklık sıklığı tanımlamakta ancak daha geniş toplam kuraklık alanlarını ortaya koymuştur. Ek olarak, SPEI, SPI'ye kıyasla daha fazla sayıda şiddetli kuraklık olayı yaşanmış ancak daha az sayıda hafif kuraklık olayı tanımlanmıştır. SPI ile tespit edilen kuraklık hücrelerinin yaklaşık %30'u SPEI tarafından kuraklık olarak tanımlanmamış, SPEI tarafından tespit edilen kuraklık hücrelerinin ise %40'ı SPI tarafından kuraklık olarak tanınmamıştır. Her iki indekisin de büyük kuraklık olaylarını kabaca yakalayabildiği; ancak, SPEI ile tespit edilen kuraklık olayları genelde SPI'ye kıyasla daha şiddetli olduğu tespit edilmiştir. SAD analizine göre, SPI genellikle 1 milyon km²'den küçük alanlarda ve 2 aydan kısa süreli kuraklıkları daha şiddetli olarak tanımlarken, SPEI 3 milyon km²'den büyük geniş alanlarda ve 3 aydan uzun süreli dönemlerde kuraklığı daha şiddetli olarak gösterdiği anlaşılmıştır. Isınan bir iklimde potansiyel buharlaşmanın artması iklim değişikliği altında kuraklık izleme için SPEI'nin SPI'ya kıyasla daha uygun olabileceğini sonucu elde edilmiştir.

Yüce ve Eşit (2020), Ceyhan Havzası'nda bulunan 8 meteoroloji gözlem istasyonunda 1963'ten 2016'ya kadar kaydedilen aylık meteorolojik parametreleri kullanarak havzanın kuraklığını SPI ve SPEI metotlarını kullanarak hesaplamışlardır. SPI ve SPEI arasında 1 ve 3 aylık zaman serilerinde $0.83 < r < 0.96$ aralığında değişen çok güçlü korelasyon elde edilmiştir. 2007-2009 yılları arası yapılan kuraklık sınıfları değerlendirilmesinde, her iki indisin hem kuru dönemde hem de nemli dönemdeki performansı benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır. SPEI yönteminin SPI'ya göre, kurak dönemlerdeki performansı daha yüksek değerler gösterdiği, nemli dönemlerde bu değerler daha az olarak ölçüldüğü tespit edilmiştir. Kuraklık indisleri nispi frekans değerleri ayrıca 1986-1995, 1996-2005 ve 2006-2011 yılları arasında “normal” ve “şiddetli” kuraklık sınıflandırmasına göre karşılaştırılmıştır. Kuraklık

sınıflandırmasında en yüksek kuraklık tipinin “normal” olarak en düşük değer %20 oranında SPI, %23 oranında SPEI yöntemi için ölçüldüğü belirlenmiştir. Farklı zaman dilimleri için her iki metodun performansı havza üzerinde alansal değerlendirilmiş, SPI ve SPEI normal kuraklık kategorisindeki performansları benzerlik gösterirken, aynı durum şiddetli kuraklık kategorisinde gözlemlenmediği tespit edilmiştir.

Pei ve ark. (2020), İç Moğolstanda bulunan 102 meteoroloji gözlem istasyonunda 1981 ile 2018 yılları arasında elde edilen yağış ve sıcaklık parametreleri kullanılarak SPEI ve SPI yöntemleriyle bölgenin kuraklık analizi yapılmıştır. 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde elde edilen kuraklık indis değerleri karşılaştırılmış ve indis değerlerinin birbiriyle olan tutarlığı ve uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Ayrıca, indis değerlerinin zamansal ve alansal değişimleri incelenmiştir. Zaman ölçeğinin artmasıyla SPI ve SPEI arasında tutarlılığın arttığı, ancak dalgalanma ve devamlılıkta küçük farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Bölge için tipik kuraklık ve bitki örtüsü indisleriyle hesaplanan indis değerleri karşılaştırılmış ve karşılaştırma sonucunda SPEI yönteminin ele alınan bölge için daha tutarlı sonuçlar elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Bakanoğullari (2020), İstanbul-Büyükçekmece içme suyu havzasında yer alan Damlıca deresi havzasında 1982-2006 yılları arası havzada ölçülmüş meteorolojik veriler kullanılarak kuraklık SPEI ve SPI ile belirlemiş ve kuraklığın karakteristik özelliklerini (sıklığı ve şiddeti) karşılaştırmıştır. SPEI kuraklık indisi evapotranspirasyonu Thornthwaite eşitliği ile tahmin edilerek 25 yıllık veri seti ile yıllık SPEI ve SPI İndeksleri arasındaki regresyon analizinde, ikinci derece polinoma göre yıllık SPI ve SPEI kuraklık indeksleri arasında determinasyon katsayısı (R^2) 0.977 olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak aylık, mevsimlik ve 6 aylık kuraklık değerlendirmelerinde kuraklık şiddetleri arasında farklar görülmüştür. Yıllık değerlendirme sonuçlarına göre; SPEI indisi ile havzada 4 yıl orta kurak (1983, 1989, 2004, 2006), 7 yıl hafif kurak (1982, 1992, 1993, 1994, 1999, 2000, 2003), SPI indisi ile ise 2 yıl şiddetli kurak (1983, 1989), 3 yıl orta kurak (1982, 2004, 2006) ve 2 yıl hafif kurak (1992, 1993) olarak tespit edilmiştir. Tarımsal üretim açısından yağış, sıcaklık ve evapotranspirasyon verileri ile hesaplanan SPEI kuraklık indisi tarımsal üretim ve kuraklık değerlendirmelerinde daha hassas sonuçlar

verdiği için kuraklığın değerlendirilmesinde daha sağlıklı sonuçlar verebileceği anlaşılmıştır.

Cenk ve Turgay (2020), MOI ile Türkiye'deki sıcaklık ve yağış özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla MOI ile iklim parametreleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı belirlenmiştir. Daha sonra, korelasyon analizinin sonucu Student t testi ile değerlendirilmiştir. MOI ile sıcaklık rejimi arasındaki en anlamlı korelasyonlar kış mevsiminde bulunmuş, yağış ile MOI arasındaki en önemli ilişkinin yaz mevsiminde elde edildiği görülmüştür. Gecikmeli korelasyon analizi, kış mevsiminde MOI'sinin kuzeybatı Türkiye'de ilkbahar mevsimi sıcaklığı üzerinde etkili olduğunu ve yaz mevsimi MOI'sinin sonbahar yağışı üzerinde etkili olabileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca, MOI evrelerine bağlı olarak anlamlı kış sıcaklığı ve yaz yağışı farklılıkları gözlemlenmiştir. Bu çalışmada MO ile NAO arasındaki ilişki araştırılarak özellikle Türkiye'nin batı kesiminde kış mevsiminde NAO ve MO'nun benzer etkiler gösterebileceği anlaşılmıştır. MO'nun Türkiye'nin sıcaklık ve yağış rejimi ile anlamlı bir ilişkisi olabileceği sonucuna varılmıştır.

Öney (2020), Gediz havzasında bulunan Akhisar, Demirci, Gediz, Manisa ve Salihli meteoroloji gözlem istasyonlarından ölçülen aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış miktarlarından yararlanarak SPEI ve L moment teknikleri kullanarak bölgesel kuraklık analizi yapmıştır. Aylık ortalama sıcaklıklardan yararlanarak Thornthwaite yöntemiyle elde edilen PET miktarları ile aylık toplam yağış miktarları 1, 3, 6, 9 ve 12 ay olmak üzere 5 farklı zaman ölçeği için hesaplanmıştır. Yağış ile PET değerlerinin farkını ifade eden su dengesi (D_i) serileri 9 ve 12 aylık dönemlerin neredeyse tamamının su eksiği yaşadığı, 3 aylık dönemin ise su fazlası yaşadığını göstermiştir. Su dengesi serilerine en iyi uyumu sağlayan dağılımlar belirlendikten sonra elde edilen SPEI değerlerine göre tüm istasyonlarda normale yakın koşullar egemen olmuş, orta ve şiddetli kurak ve nemli koşullar bazen meydana gelirken, aşırı nemli ve kurak koşullar nadiren görülmüştür. Elde edilen SPEI değerleri ile L moment teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen bölgesel kuraklık analizinde 5 istasyon bir bölge olarak kabul edilmiş, düzensizlik ve heterojenlik ölçüleri havzanın kabul edilebilir düzeyde homojen olduğu tespit edilmiştir. SPEI değerlerine bölgesel olarak 1 ve 3 aylık dönemler için genel ekstrem değer (GEV), 6 aylık dönem için genel normal (GNO), 9 aylık dönem için genel lojistik (GLO), 12 aylık dönem için de

Pearson Tip 3 (PE3) dağılımları en iyi uyumu sağladığı anlaşılmıştır. Bölgesel SPEI değerlerine göre referans dönemler için 1.11, 1.25 ve 2 yılda normale yakın, 1.04 yılda orta nemli, 1.01 ve 1.02 yıllar için çok nemli koşulların, 4 ve 5 yılda orta kurak, 10 yılda şiddetli kurak 20 yıl ve daha uzun sürelerde ise aşırı kurak koşulların meydana geleceği öngörülmüştür.

Mohammadrezaei ve ark. (2020), okyanus-atmosfer indeksleri ile İran'daki kuraklık arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla 2015 yılına kadar olan 30 yılı aşkın yağış verilerini kullanmıştır. 37 sinoptik istasyondan elde edilen verilere dayanarak 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24 ve 48 aylık zaman dilimleri için SPI değerleri hesaplanmıştır. Analize, AAO, AO, Atlantik Çok On Yıllık Salınımı (AMO), NAO, ENSO: (NINO 1.2, NINO 3, NINO 3.4, NINO 4, SOI) ve Batı Akdeniz Salınımı (WeMo) dahil olmak üzere bir dizi aylık okyanus-atmosfer salınım endeksi de dâhil edilmiştir. SPI ile okyanus-atmosfer salınımları arasındaki eş zamanlı ilişki Spearman korelasyon testi kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24 ve 48 aylık gecikme sürelerinde eş zamansız ilişkileri incelemek için çapraz korelasyon fonksiyonu (CCF) katsayısı kullanılmıştır. Son olarak, SPI zaman ölçekleri ile OA indeksleri arasındaki nihai ilişkileri modellemek için çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. AMO ve NINO 4, İran'ın batı ve kuzey bölgelerinde SPI ile en anlamlı ve en sık ilişkiye sahip indeksler olarak öne çıkmıştır. Güneydoğu bölgeleri hariç, SPI ile en güçlü ve sık ilişki gösteren endekslerin AMO, NINO 3.4 ve NINO 4 olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, eş zamansız ilişkilerin eş zamanlı ilişkilerden daha etkili olduğu görülmüştür. AMO, tüm istasyonlar arasında kuraklık ile OA indeksleri arasındaki ilişkiyi modellemede en önemli endeks olarak ortaya çıkmış ve iklim koşullarının öngörülmesi ve kuraklık yönetimi için yüksek potansiyele sahip olduğu anlaşılmıştır.

Topuz ve ark. (2020), 29 yağış gözlem istasyonunda 1955–2013 yılları arası mevsimsel ve yıllık yağış zaman serilerindeki eğilimleri, basit doğrusal regresyon modeline dayanan iki istatistiksel test ve iyi bilinen MK testi ile incelenmiştir. Eğilimlerin eğimini tahmin etmek için parametrik olmayan Sen's eğim tahmincisi kullanılmıştır. 1955–2013 yılları arasındaki tüm dönemi kapsayan ulusal düzeyde yapılan eğilim analiz sonuçları, sadece sonbahar yağışlarında on yılda %5,5'lik anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Yıllık ve diğer mevsimsel zaman serilerinde ise anlamlı bir eğilim bulunmamıştır. Türkiye genelinde ortalama alınan yağış serilerinde ani değişimlerin incelenmesi sonucunda, 1984 yılından itibaren

sonbahar yağışlarında belirgin bir artış eğilimi, 1971 yılında başlayan kış yağışlarında ise bir azalış eğilimi saptanmıştır. Fakat bu azalış eğilimi 1996'dan sonra tersine dönmeye başlamıştır. Türkiye'deki yağış değişkenliği üzerinde atmosferik dolaşımın etkisini, NAOI, MOI, Akdeniz Dolaşım İndeksi (MCI), Doğu Akdeniz Deseni İndeksi (EMPI) ve Kuzey Deniz-Hazar Deseni İndeksi (NCPI) atmosferik dolaşım indeksi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu dolaşım indekslerinin analizi, Türkiye'deki yağış değişkenliği ile bazı atmosferik telekoneksiyon desenleri arasında önemli bir ilişki olduğunu ve bunun özellikle NAOI ve MCI indeksleri ile ifade edildiği anlaşılmıştır.

Sariş ve Gedik (2021), Konya Kapalı Havzası'ndaki meteorolojik kuraklık durumunu, farklı zaman ölçeklerinde hazırlanan 20 ayrı yağış serisi ile SPI yöntemini kullanılarak analiz etmiştir. Havzadaki 11 meteoroloji istasyonuna ait 1930-2019 yılları arasında farklı zaman aralıklarında kaydedilmiş aylık toplam yağış verileri kullanılarak veri setleri kısa vadeli (aylık, mevsimlik ve 6 aylık) ve uzun vadeli (12, 24 ve 36 aylık) yağış serileri olarak hazırlanmış ve SPI hesaplamasından sonra SPI indeks değerlerindeki süreklilik bileşeni Run's Test uygulanarak istatistiksel olarak belirlenmiştir. Kuraklığın şiddeti, Konya Kapalı Havzası'nda hafif, orta, şiddetli ve aşırı kurak olmak üzere farklı sınıflara göre değerlendirilmiştir. Orta, şiddetli ve özellikle aşırı kuraklığın belirgin olduğu dönemler; Aralık ayı, kış mevsimi, 6 ay ve daha uzun süreli dönemler (12, 24, 36 ay) olarak tespit edilmiştir. Run's Test sonuçlarına göre, tüm istasyonların 24 ve 36 aylık serilerine ait SPI değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İstasyonlar arasında kurak yıllar açısından bazı farklılıklar gözlemlense de, öne çıkan kuraklık için on yıllık bir değişim ayırt edilebilmiştir. 12 aylık dönemde Cihanbeyli, Beyşehir, Ereğli ve Niğde; 24 aylık dönemde Aksaray, Karaman, Seydişehir ve Çumra; 36 aylık dönemde ise Konya, Kulu, Karapınar en fazla kurak yıl sayısına sahip istasyonlar olduğu belirlenmiştir. Uzun süreli kuraklıklardaki bu anlamlı eğilimler, Konya Kapalı Havzası'nda kuraklık şiddetinin meteorolojik kuraklıktan tarımsal ve hidrolojik kuraklığa doğru yayıldığını ve havzanın su yenilenmesi açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Topçu ve Karaçor (2021), tarafından Erzurum istasyonunda SPEI ve Toplu Kuraklık İndeksi (Aggregated Drought Index-ADI) kullanılarak 1975-2008 hidrolojik yılları arasında kuraklık analizi yapılmıştır. Veri olarak aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama bağıl nem, aylık toplam buharlaşma ve aylık toplam güneşlenme süresi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, istasyon ve çevresinde hem

nemli hem de kurak dönemlerin yaşandığı sonucuna varılmıştır. Kuraklık, 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık dönemler halinde incelenerek her dönem için kuraklık sıklığı hesaplanmıştır. SPEI ve ADI değerleri grafiklerle gösterilmiş eğilim analiz yöntemleri olarak Mann-Kendall ve Sen's eğim yöntemi tercih edilmiştir. SPEI değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir kuraklık artışı gözlemlenmemekle birlikte, ADI değerlerinde %99 anlamlılık düzeyinde bir kuraklık artışı tespit edilmiştir.

Okka ve Durduran (2022), Ermenek barajı havzasında kuraklık analizi için SPI ve Standart SPEI yöntemlerini kullanmışlar ve 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık dönemler için indis değerlerinin hesaplamalarını yapmışlardır. Kuraklık analizi için çalışma alanı olarak Alanya, Anamur, Karaman, Konya ve Seydişehir istasyonları kullanılmıştır. Veri seti olarak Ocak 1980 ile Haziran 2021 arasındaki 498 aylık veri kullanılmıştır. 12 ve 24 aylık veriler arasında, Akdeniz ikliminin etkili olduğu yerlerde korelasyon %89-95 arasında, karasal iklimin hakim olduğu bölgelerde ise %60-79 arasında hesaplanmıştır. Son dönemlere bakıldığında, istasyonlarda genellikle normal ve normale yakın kuraklık değerlerinin baskın olduğu gözlemlenmiştir. Bölgenin Normale Yakın Kuraklık, Orta Şiddette Kuraklık ve Şiddetli Kuraklık etkisinde olduğu belirlenmiştir. Akdeniz iklimine sahip Anamur ve Alanya istasyonlarının daha yağışlı dönemlere sahip olduğu, Konya, Karaman ve Seydişehir istasyonlarının ise daha kurak dönemler yaşadığı tespit edilmiştir. Tarımsal çalışmalar açısından değerlendirildiğinde, SPEI indeksinin, yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri ile hesaplandığı için SPI indeksine göre daha hassas olduğu sonucuna varılmıştır.

Müller-Plath ve ark. (2022), Avrupa genelinde yağış değişkenliğinin ay bazında ve ülke bazında yapılan ilk kıta çapındaki analizi çalışması için 1950–2019 dönemine ait 39 Avrupa ülkesinin düzeltilmemiş aylık yağış verileri ile beş potansiyel iklim etmeni (NAO, AO, Kuzey Deniz-Hazar Deseni - NCP ve iki Akdeniz Salınım İndeksi - MOI2 ve WeMOI) arasında Pearson korelasyon katsayısı hesaplamıştır. Birçok ülke ve ay için $r = 0.7$ ve üzeri olacak şekilde önemli ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyon değerleri bulunmuştur. Pearson korelasyonlarının zaman-mekânsal dinamik evrimi haritalandırılarak yıl boyunca bu etkilerin kademeli ya da ani yayılımı, yer değişimi ve zamanla azalması takip edilmiştir. Korelasyon analizine ek olarak, potansiyel etmenler arasındaki karşılıklı korelasyonları kontrol etmek amacıyla en iyi alt küme çoklu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Avrupa'da kısa ve orta vadeli yağış tahminlerinin iyileştirilmesine katkı sağlayabileceği ve iklim

modellerinin daha da geliştirilmesi için önemli kalibrasyon verileri sunabileceği değerlendirilmiştir.

Yüce ve ark. (2022), Samsun ilinde bulunan 17030 numaralı istasyona ait 1938-2020 yılları arasındaki aylık yağış verileri kullanılarak SPI ve SPEI ile kuraklık analizi yapmışlardır. İlk olarak, %95 güven aralığına göre iklim değişikliğinin yağış, sıcaklık, bağıl nem ve buharlaşma üzerindeki etkileri incelenerek sıcaklık verilerinde artan bir eğilim gözlemlenirken, yağış, bağıl nem ve buharlaşma verilerinde anlamlı bir eğilim tespit edilmemiştir. SPI ve SPEI arasında 1 aylık zaman serilerinde güçlü bir ilişki elde edilmiş ve bu ilişki, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık serilerde de devam etse de belirleme katsayısı olan R^2 değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Kuraklık kategorileri arasında normal kuraklık kategorisi en yaygın olarak gözlemlenirken, aşırı kuraklık Samsun ili için en az görülen kategori olarak belirlenmiştir. İki indeks arasında küçük farklar gözlemlenmiştir. Ancak, aşırı kuraklık kategorisinde, SPI indeksinin SPEI'ye göre daha hassas sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Zeybekoglu (2022), Yarı kurak iklim özelliklerine sahip olan Hirfanlı Barajı havzasında ilk kez SPEI uygulanmış, havzadaki 1968-2017 yılları arasındaki yıllık kuraklık olayları, Hirfanlı Barajı havzasında yer alan Gemerek, Kayseri, Kırşehir, Nevşehir, Sivas ve Zara meteoroloji gözlem istasyonlarından elde edilen yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak incelenmiştir. Havzadaki kurak ve nemli yıllar belirlenmiş ve bu doğrultuda yapılan değerlendirmeler sonucunda havzada en şiddetli kuraklıkların yaşandığı yıllar tespit edilerek, kuraklığın mekânsal dağılımını gösteren kuraklık haritaları hazırlanmıştır. Yapılan analizler ve haritalar ışığında, Hirfanlı Barajı havzasında en şiddetli kuraklığın 2001 yılında yaşandığı belirlenmiştir.

Tran ve ark. (2022), Vietnam'daki kuraklık özellikleri, değişim eğilimi ve kuraklık ile büyük ölçekli süreçler arasındaki ilişki SPI ve SPEI kuraklık endeksleri kullanılarak araştırmışlardır. Vietnam'ın 146 istasyonundan 1980-2018 dönemine ait aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri ile aylık iklim endekslerinin veri setleri kullanılarak, kuraklık sıklığı, kuraklık süresi, kuraklık şiddeti ve kuraklığın mekansal kapsamını içeren kuraklık özellikleri, 3 aylık, 6 aylık ve 12 aylık kuraklıklardan oluşan üç zaman ölçeği için incelenmiştir. Kuraklık değişim eğilimleri Mann-Kendall testi ve Sen'in eğimleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Kuraklık ile büyük ölçekli süreçler arasındaki ilişki, kuraklık endeksleri ile iklim endeksleri arasındaki korelasyon

katsayıları ve ampirik ortogonal fonksiyonları temel alınarak analiz edilmiştir. SPI ve SPEI ile hesaplanan kuraklık karakteristikleri arasında belirgin bir fark olmadığını, ancak kuraklık zaman ölçekleri arasında anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir. Sıcaklığın kuraklık üzerindeki etkisi yalnızca kuraklık indekslerindeki değişim eğilimlerinde yansımakta olduğu görülmüştür. Hem SPI hem de SPEI indeksleri, kuraklık sıklığı ve süresinin kuzey alt bölgelerde güney alt bölgelere göre daha fazla olduğunu göstermiştir. Güney alt bölgelerdeki kuraklık, ENSO indeksleriyle güçlü bir şekilde ilişki içinde oldu tespit edilmiştir. Kuzey Orta ve Güney Orta bölgelerin bir kısmında kuraklık, Pasifik ve Atlantik okyanusları üzerindeki deniz yüzeyi sıcaklıklarının çok yıllık değişkenliğiyle kısmen ilişkili olduğu ve Üç kuzey alt bölgede ise kuraklık, iklim indeksleriyle zayıf bir korelasyon gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Aktürk ve ark. (2022), yarı kurak özelliklere sahip Kırıkkale ilinde kuraklığın gelişimini ve özelliklerini incelemek amacıyla SPI ve SPEI yöntemleri kullanılarak kuraklık analizi yapılmıştır. Kırıkkale meteoroloji istasyonundan 1963-2018 yılları arasında aylık yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde SPI ve SPEI değerleri hesaplanmıştır. SPEI hesaplamasında potansiyel evapotranspirasyon (PET) değerleri hesaplanırken Thornthwaite ve Hargreaves modelleri kullanılmış ve iki farklı SPEI değeri elde edilmiştir. Aynı zaman ölçeğinde tüm indisler arasında yüksek korelasyon değerleri elde edilmiş. Çalışma alanında kuraklığın tespiti ve izlenmesinde SPI ve SPEI yöntemlerinin uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Erlat ve Gülerer (2023), Türkiye'deki kuraklıkların zamansal değişimi, 1951-2022 döneminde 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçekleri için SPEI yöntemini temel alarak incelemiştir. Türkiye'yi temsil eden 102 grid verisinin ortalaması kullanılarak yapılan analizler, su yılı boyunca ve tüm mevsimlerde SPEI değerlerinde azalan bir eğilim olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, son 72 yılda SPEI değerlerinin “normal” sınıfından “orta ve şiddetli kuraklık” sınıflarına doğru kaydığını göstermiştir. 1990'ların sonlarından itibaren daha şiddetli ve uzun süreli meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar gözlemlenmiştir. 1951-2022 döneminde Türkiye'de 3, 6 ve 12 aylık SPEI zaman ölçeklerine göre en şiddetli ve en uzun süreli kuraklıklar 2020-2021 su yılında yaşanmıştır. Özellikle SPEI-12'ye göre, Aralık 2020'den Kasım 2021'e kadar üst üste 12 ay boyunca “şiddetli kuraklık” koşulları sürmüş, bu dönemin 4 ayında

ise “aşırı kuraklık” koşulları gözlenmiştir. Türkiye’de mevsimsel ortalamalara göre SPEI değerlerinin zamansal değişimi incelendiğinde, tüm mevsimlerde daha kuru koşullara yönelik bir eğilim gözlenmiş, bu eğilim özellikle yaz ve sonbahar mevsimlerinde daha belirgin olmuştur. Yaz mevsiminde, son 72 yılda basit doğrusal regresyon analizi (Sen eğimi) temel alınarak yapılan analizde SPEI-3 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı -1.02 (-1.03) düzeyinde azalan bir eğilim saptanmıştır. Bu durum, Türkiye’de yaz ve sonbahar mevsimlerinde meteorolojik ve tarımsal kuraklıkların arttığını göstermiştir. SPEI yönteminde hem yağış hem de buharlaşma-terleme verilerinin kullanılması, özellikle son 20 yılda Türkiye’de indeks değerlerindeki azalan eğilimin yalnızca yağıştaki yüksek değişkenlikle açıklanamayacağını ortaya koymuştur. Bu durum, artan sıcaklıklar ve yükselen buharlaşma/terleme oranlarının kuraklıkların şiddetlenmesine ve kuru dönemlerin uzamasına katkı sağladığını göstermiştir.

Özçelik ve Akkuzu (2023), Ege bölgesinin meteorolojik kuraklığını SPEI yöntemiyle değerlendirmişlerdir. SPEI değerlerine göre, tüm Ege Bölgesi’nde şiddetli ve aşırı kuraklıklar gözlemlenmiştir. Özellikle 1989, 1993, 2007, 2008, 2011 ve 2012 yıllarında kuraklık olayları yaşanmıştır. 2007 ve 2008 yıllarında ise aşırı kuraklıklar kaydedilmiştir. Bu durum, SPEI değerlerinin uzun zaman ölçeklerinde mekânsal olarak kuraklık dönemlerini belirleme potansiyeline sahip olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Uzun zaman ölçeklerinde SPEI değerleri, kesintisiz uzun kuraklık dönemlerini tanımlamada daha faydalı sonuçlar sağlarken; kısa zaman ölçeklerinde ise daha kısa süreli ve daha fazla sayıda kuraklık olayı elde edilmiştir.

Habeeb ve ark. (2023), SPEI hesaplanmasının ardındaki kavramlara dayanarak, bölgesel kuraklığın izlenmesi için Modifiye Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (MSPEI) adlı yeni bir kuraklık indeksi önermişlerdir. Önerilen endeksin potansiyeli Referans Evapotranspirasyonun (ET_o) tahminine dayandırılmış. ET_o ’yu tahmin etmek için bulanık mantık kalibrasyonuna dayalı Modifiye Hargreaves-Samani (MHS) denklemi kullanılmıştır. Önerilen indeks Pakistan’daki on meteoroloji istasyonunda bir aylık zaman ölçeğinde doğrulanmıştır. Daha sonra Pearson korelasyonuna dayalı olarak önerilen endeksin performansı yaygın olarak kullanılan kuraklık indeksi (SPEI) ile karşılaştırılmıştır. On istasyonun tamamı için MSPEI ve SPEI’nin kantitatif değerleri arasında anlamlı bir korelasyon ($r > 0.7$) göstermiştir. Farklı kuraklık sınıfları için SPEI ve MSPEI arasındaki

mekansal korelasyonu tahmin etmek ve test etmek için değiştirilmiş bir Tjostheims katsayısı kullanılmıştır. MSPEI'nin gelecekteki eğilimini Hurst indeksi (HI) kullanılarak analiz etme yönünde bir genişletme yapılmıştır. Sonuçlara göre, Bahawalnagar, Sialkot, Lahor, Kotli ve Gilgit şehirlerinde HI değerleri sırasıyla 0.63, 0.58, 0.56, 0.55 ve 0.53 ile 0.5'in üzerindedir. Buna karşılık, Muzaffarabad, Skardu ve Jhelum'da HI değerleri sırasıyla 0.47, 0.45 ve 0.38'dir; Dera Ismail Khan (DIK) ve Islamabad'da ise HI değeri 0.5 olarak gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın daha doğru bir kuraklık indeksi kullanarak bölgesel kuraklıkların izlenmesi ve tahmin edilmesi açısından, kuraklık tehlike karakterizasyonunun geliştirilmesine katkı sağlaması açısından önemli bir temel oluşturacağı sonucuna varılmıştır.

Zateroğlu (2023), atmosferik salınımlar ile klimatolojik unsurlar arasındaki karşılaştırmalı istatistiksel analizi incelemiştir. Bu kapsamda Antalya'daki meteoroloji istasyonundan elde edilen gözlemsel iklim verileri temel alınarak yapılan analizlerde, meteorolojik değişkenler gibi atmosferik unsurların NAO, AO, Antarktik Salınım (AAO) ve Pasifik-Kuzey Amerika (PNA) deseni gibi atmosferik salınımlarla ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Atmosferik değişkenler ile atmosferik salınımlar arasındaki ilişkileri istatistiksel olarak ortaya koymak amacıyla Spearman'ın rho ve Kendall'ın tau istatistikleri kullanılmıştır. Bu iki katsayı, ilişkilerin yönünü ve gücünü yorumlamak açısından karşılaştırılmıştır. Genel olarak, Spearman'ın rho katsayılarının daha uygun değerler sunduğu görülmüştür.

Gümüş (2023), Türkiye'nin farklı iklimsel ve coğrafi özelliklerinde kuraklık karakteristiklerini belirlemek için SPI ve SPEI yöntemi kullanmıştır. Kuraklık karakteristikleri, Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinde yer alan 199 sinoptik gözlem istasyonuna ait 1970-2021 yılları arasındaki meteorolojik veriler kullanarak, 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde SPI ve SPEI indis değerleri hesaplanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, iki indeks arasındaki korelasyon katsayısı (CC) genellikle yüksek olmakla birlikte (bölgeye ve zaman ölçeğine bağlı olarak 0.81 ile 0.93 arasında değişmektedir), çoraklık indeksi (Aridity İndeksi) değeri düşük olan bölgelerde özellikle 3 aylık zaman ölçeğinde daha düşük olduğu anlaşılmış, 6 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde ise AI ile CC arasında bir ilişki gözlenmemiştir. Ayrıca, SPEI yöntemi tüm coğrafi bölgelerde orta ve şiddetli kuraklıkların daha yüksek oranda gerçekleştiği tespit etmiştir (SPI'ya kıyasla %15'e kadar artış gözlemlenmiştir), buna karşılık SPI yöntemi ise aşırı kuraklıkların daha yüksek oranlarda olduğunu göstermiştir. Sonuç

olarak 1990’lardan sonra SPI ve SPEI yöntemlerinin belirli kuraklık karakteristiklerini tespit etmede önemli farklılıklar gösterdiğini ve bu durumun özellikle devam eden iklim değişikliği bağlamında, kuraklık izleme çalışmalarında sıcaklık değişimlerinin dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Rohmat ve ark. (2023), Endonezya Deniz Kıtası’nda (IMC) yer alan Tondano, Jangka ve Kapuas havzalarında atmosferik sirkülasyonların hidrolojik olaylarla etkileşimi üzerine yapılan bu çalışmasıyla, literatürdeki önemli bir boşluk giderilmesini amaçlamışlardır. Çalışmada, 2000–2022 yılları arasını kapsayan 23 yıllık uydu yağış verilerinden türetilen aylık SPI1, SPI3 ve SPI6 endeksleri kullanılmış; bu endeksler, ENSO (Nino 3.4), IOD (Dipole Mode Index), MJO (100E ve 120E), Muson Endeksi ve akış verileriyle karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, Tondano havzasında en baskın atmosferik olayın ENSO ($r=0,62$), Kapuas’ta MJO ($r=0,28$) ve Jangka’da ENSO ($r=0,27$) ile IOD ($r=0,28$) olduğu belirlenmiştir. Muson’un tüm lokasyonlarda görece düşük korelasyonlar gösterdiği, ancak yıllık ıslak ve kurak dönemlerin modülasyonunda etkili olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgularla, atmosferik olaylar ile SPI3 ve akış arasındaki ilişkilerin ortaya konduğu; bu ilişkilerin havza yönetimi açısından stratejik bilgiler sunduğu ve benzer iklimsel özelliklere sahip diğer havzalar için de geçerli olabileceği değerlendirilmiştir.

Çelik ve Yakar (2024), Türkiye Akdeniz havzasında yer alan Mersin ilinin kuraklık analizi gerçekleştirmişlerdir. Kuraklığın değerlendirilmesi, çeşitli iklim verilerini gerektiren Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI), Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI), SPI ve SPEI kuraklık indeksleri tercih edilmiştir. Farklı kuraklık indekleriyle hesaplanan indis değerlerinin görselleri sunulmuş, farklılıkları ve benzerlikleri değerlendirilmiştir. Gelecekteki olası durum tahmin edilerek Mersin’in kuraklık riski altında olduğu sonucuna varılmıştır.

El Mansouri ve ark. (2024), Kurak bölgelerdeki su alanlarındaki değişimlerin izlenmesi, su kaynaklarının geliştirilmesi, etkin kullanımı ve kuraklık ile iklim değişikliği etkilerinin yönetilmesi amacıyla Fas’ın güneydoğusunda yer alan El Mansour Eddahbi (EME) barajında 1984’ten 2023’e kadar olan yıllık yüzey suyu değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla, Google Earth Engine’in sunduğu olanaklardan yararlanılmış ve Landsat uydu görüntüleri üzerinde dört su indeksi (MNDWI, EWI,

NWI ve AWEI) uygulanmıştır. Her yıl için, su alanlarını doğru şekilde çıkarmak ve tanımlamak üzere rasgele orman (random forest) yöntemiyle denetimli sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada EME barajının yüzey suyu alanının yıllar arasında önemli ölçüde dalgalandığı görülmüştür. Ayrıca, Pearson analizi, barajdaki su yüzeyi alanının SPI-12 ve SPEI-12 gibi kuraklık indeksleriyle güçlü pozitif korelasyona sahiptir. Bu durum, yüzey suyu değişimi, kuraklık ve iklim değişikliği altında uyarlanabilir su yönetimi ihtiyacı arasındaki bağlantıyı ortaya koymuştur.

Behzadi ve ark. (2024), İran'da iklim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla CMIP6'da bulunan CanESM5, GFDL-ESM4 ve IPSL-CM6A-LR modellerinde elde edilen çıktılar kullanmışlardır. Bu modellerin sonuçları, SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 senaryoları altında, SPI ve SPEI indis değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Sonuçlara göre, yakın gelecekte (2022–2050) bazı senaryolarda yıllık ortalama yağış artarken, diğerlerinde azalma bekleneceği, uzak gelecekte (2051–2100) ise tüm bölgelerde yıllık ortalama yağış miktarının 8–115 mm arasında artacağı öngörülmüştür. Ortalama minimum ve maksimum sıcaklıkların ise bir bölge dışındaki tüm bölgelerde sırasıyla 4.85 °C ve 4.9 °C'ye kadar artacağı tahmin edilmiştir. Araştırma sonuçları, İran genelinde şiddetli kuraklıkların beklendiğini göstermiş. Özellikle 5. Küme'nin, SPI indeksine göre 85 şiddet puanı ile 6 yıl sürecek en uzun ve en şiddetli kuraklığı yaşayacağı tahmin edilmektedir. İklim değişikliğinin, özellikle İran'ın orta ve doğu bölgelerinde kuraklık şiddetini artıracığı öngörülmüştür. SPEI analizleri de kuraklık koşullarının gelecekte daha da kötüleşeceğini doğrulamıştır. Güneydoğu İran'da, 20 yıl sürecek çok şiddetli bir kuraklık yaşanacağı tespit edilmiştir. İklim değişikliğinin, kuraklık sürelerini uzatması ve şiddetini artırması, İran'da su yönetimi açısından önemli zorluklar yaşayacağı sonucunu ortaya koymuştur.

Semenova ve Vicente-Serrano (2024), 1946 ile 2020 yılları arasında Ukrayna'da meteorolojik kuraklıkların mekânsal ve zamansal dağılımındaki değişiklikleri ve şiddetini belirlemek için çalışma yapmışlardır. Yağış ve buharlaşmanın kuraklık şiddeti üzerindeki rolünü tespit etmek amacıyla SPI ve SPEI yöntemlerini karşılaştırmalı analiz etmişlerdir. Her iki yöntemle 3 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık indis değerleri hesaplanmıştır. Ukrayna Hidrometeoroloji Enstitüsü tarafından geliştirilen yüksek mekânsal çözünürlüklü (0.1×0.1) aylık hava sıcaklığı ve yağış verilerine dayalı gridlenmiş veri seti kullanılmıştır. Kuraklık indekslerinin

zaman serisi analizine göre, Ukrayna topraklarının en az %25'ini etkileyen farklı şiddetlerdeki kuraklıkların yaşandığı en az 20 dönem tespit edilmiştir. Elde edilen eğilimler, kuraklık şiddetinde bir artış olduğunu ve bunun esas olarak atmosferik buharlaşma talebindeki güçlü artıştan kaynaklandığını göstermiştir. Kuraklıkların süresi ve şiddetinde artış eğilimleri özellikle Ukrayna'nın güneybatı, merkez ve kuzey bölgelerinde gözlemlenmiştir. Belirlenen ana kuraklık dönemleri boyunca kuraklıktan etkilenen alanların mekânsal dağılımının zamansal analizi, Ukrayna genelinde kuraklığın yayılımında farklı desenler olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Kesgin ve ark. (2024), Türkiye'nin Akdeniz kıyı bölgesinde yer alan 11 meteorolojik gözlem istasyonunda 1972–2020 yılları arasında ölçülen yağış ve sıcaklık verilerini kullanarak SPI, SPEI ve Keşif Kuraklık İndeksi (RDI) yöntemleriyle 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçekleri için kuraklık indis değerlerini hesaplamışlardır. Öncelikle, kuraklık indekslerinin zaman serilerindeki ani değişiklikleri tespit etmek amacıyla Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT) ve Pettitt Testi ile veri setinin homojenliği kontrol edilmiştir. Ardından, bölgedeki kuraklığın zamansal değişimini belirlemek için Yenilikçi Eğilim Analizi (ITA) ve ITA'nın gelişmiş görselleştirme yöntemi olan IV-ITA ile eğilim analizi gerçekleştirilmiştir. Kuraklık sınıflandırmalarına ait grafiksel bir temsil, IV-ITA'ya dayalı olarak geliştirilmiştir. SNHT ve Pettitt testi sonuçlarına göre, tüm indekslerin sırasıyla %91,92 ve %85,86'sında %5 anlamlılık düzeyinde önemli değişim noktaları bulunmuştur. Her iki testte de Marmaris istasyonunda 1972 ile 1974 yılları arasında benzer zamanlarda kırılmalar tespit edilirken, Alanya istasyonunda SNHT testine göre değişim 1972-1973 yılları arasında, Pettitt testine göre ise 2008 yılında gözlenmiştir. Zaman ölçeği arttıkça, aşırı koşullar (aşırı kurak ve aşırı nemli) arasındaki eğilim farklarının belirgin şekilde azaldığı görülmüştür. ITA eğilimleri 3 aylık zaman ölçeğinde neredeyse aynıyken, zaman ölçeği arttıkça farklılaşmaya başlamıştır. Özellikle, verilerde negatif farkların varlığı, birkaç aşırı durum ve küçük dalgalanmalara rağmen kuraklık dönemlerinin artmasına katkı sağladığı anlaşılmıştır. Bu durum IV-ITA analizinde de gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın, Akdeniz havzasında kuraklığa dair son dönem değişimlere ilişkin değerli bilgiler sağlayacağı değerlendirilmiştir.

Jiang ve ark. (2025), Avrasya kıtasının merkezi bölümünde yer alan buharlaşmanın yüksek ve yağışın düşük olmasından dolayı kuraklık olayının sıkça yaşandığı Xinjiang bölgesinde, beş ana okyanus-atmosfer salınımı ve meteorolojik

kuraklık göstergesi olarak bir aylık SPEI değerleri hesaplanmış ve ilişkilendirilmiştir. 53 meteoroloji istasyonundan elde edilen aylık yağış ve sıcaklık zaman serileri, aylık SPEI zaman serilerini hesaplamak için kullanılmış, mevsimsel Kendall testi ise eğilimleri analiz etmede uygulanmıştır. Yağış miktarındaki artışa rağmen, özellikle güney bölgelerde artan sıcaklıklar nedeniyle 1961–2017 yılları arasında Xinjiang'daki kuraklık koşulları daha da kötüleşmiştir. 53 aylık SPEI zaman serisi, bölgenin topoğrafik ve iklimsel çeşitliliğini büyük ölçüde yansıtan kümeleme yöntemi olan aglomeratif hiyerarşik yöntemle sınıflandırılmıştır. Fakat klasik korelasyon yöntemleri, SPEI ile büyük ölçekli okyanus-atmosfer salınımları arasında genel olarak zayıf ya da ihmal edilebilir düzeyde ilişki olduğunu göstermiştir. Bu doğrultuda, ölçeklere özgü korelasyonları tespit etmek için kısmi dalgacık koherans (PWC) yöntemi kullanılmıştır. Hem ikili dalgacık koheransı (BWC) hem de PWC, bazı belirli zaman ölçeklerinde SPEI ile okyanus-atmosfer salınımları arasında anlamlı korelasyonlar tespit etmiştir. Analiz sonuçlarına göre güney Xinjiang'daki kuraklıkların daha çok Pasifik veya Hint Okyanusu salınımlarından etkilendiğini, kuzey bölgelerdeki kuraklıkların ise Atlantik veya Arktik iklim değişkenliklerinden daha fazla etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Zeng ve ark. (2025), 1979–2020 dönemine ait SPEI zaman serilerini kullanarak kısa vadeli kuraklık tahmini için metodolojik bir çerçeve geliştirmek ve üç tahmin modeli Temel bir XGBoost modeli (XGBoost1), Pearson korelasyon analizini içeren özellik iyileştirmeli XGBoost varyantı (XGBoost2), İkili özellik seçimi ve parametre ayarına sahip hibrit parçacık sürü optimizasyonunu entegre eden gelişmiş CPSO-XGBoost modeli) değerlendirilmiştir. Temel bulgular, mekânsal ve zamansal tahmin desenlerini ortaya koymuştur: Zaman ölçeğine bağlı olarak tüm modeller, SPEI-1 düzeyinde sınırlı performans göstermiştir. (R^2 : 0.32–0.41, RMSE: 0.68–0.79); ancak tahmin doğruluğu zamanla artmakta ve SPEI-12 seviyesinde CPSO-XGBoost modeli en yüksek başarıya ulaşmıştır (R^2 : 0.85–0.90, RMSE: 0.33–0.43) ve bu model, temel modellere göre %18.7–23.4 oranında hata azaltımı sağladığı tespit edilmiştir. Bölgesel düzeyde, nemli bölgeler (Güney Çin/Orta-Güney) en yüksek doğruluğu SPEI-12'de yakalamış ($R^2 \approx 0.90$, RMSE < 0.35), kurak bölgeler (Kuzeybatı Çölü/Qinghai-Tibet Platosu) ise SPEI-1'den ($R^2 < 0.35$, RMSE > 1.0) SPEI-12'ye geçildiğinde belirgin bir gelişim göstermiştir ($R^2 > 0.85$, RMSE azalması > %52). Çok değişkenli olasılık yoğunluk analizi, modelin dayanıklılığını doğrulamış; atmosfer-karasal sistemler arası doğrusal olmayan etkileşimleri daha iyi yakalaması ve parçacık sürü zekasıyla

parametre belirsizliklerini azaltması sayesinde başarı elde edilmiştir. CPSO-XGBoost'un üstünlüğü, sinerjik optimizasyondan kaynaklandığı tespit edilmiş: İkili parçacık sürü algoritması ile özellik seçimi giriş verilerinin alaka düzeyini arttırdığı değerlendirilmiş, uyarlamalı parametre ayarı hesaplama verimliliğini geliştirmiştir. Bu sayede, çeşitli coğrafi alanlarda iklim değişkenliği kaynaklı zorluklar etkin biçimde ele alınabilmektedir. Bu çalışma, mekânsal ve zamansal olarak uyarlanabilir tahminler sunarak iklim dayanıklılığı yüksek su yönetimi ve tarımsal risk azaltımı için ileri düzey bir kuraklık erken uyarı sistemi çerçevesini ortaya koymaktadır.

Bhardwaj ve ark. (2025), Küresel meteorolojik kuraklık desenlerini tarihsel ve geleceğe dönük olarak analiz etmek amacıyla Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Standartlaştırılmış Yağış ve Buharlaşma İndeksi (SPEI) kullanılarak CMIP6 modelleri değerlendirilmiştir. Öncelikle modellerin tarihsel gözlemlerle (1951–2014) olan uyumu incelenmiş, ardından IPCC'nin belirlediği ısınma eşiklerinde gelecekteki değişiklikler projelendirilmiştir. CMIP6 modellerinin küresel ortalama kuraklık özelliklerini doğru şekilde yansıttığını, ancak tarihsel olarak aşırı kuraklık yaşamış bölgelerde önemli önyargılar (bias) taşıdığını göstermiştir. Gelecek projeksiyonları, özellikle daha yüksek ısınma senaryolarında kuraklık süresi, sıklığı ve şiddetinde artış olacağını ortaya koymuştur. SPEI kullanıldığında bu artışın SPI'ye göre çok daha belirgin olduğu görülmüştür: 3 °C'lik ısınma senaryosunda, SPEI'ye göre kara gridlerinin %91,8'inde kuraklık şiddeti artarken, bu oran SPI için yalnızca %28,2 olmuştur. Aynı şekilde, kuraklık sıklığı %86,5 (SPEI) ve %33,4 (SPI); kuraklık süresi ise %74,9 (SPEI) ve %12,9 (SPI) oranlarında artış göstermiştir. Bu fark, sıcaklık etkisinin özellikle artan buharlaşma talebiyle birlikte kuraklık değerlendirmelerinde dikkate alınmasının önemini vurgulanmıştır. Analiz ayrıca, nemli ve geçiş bölgelerinde SPI'ye göre kuraklık şiddeti ve süresi azalabilirken, SPEI'nin bu bölgelerde kuraklık olaylarının gelecekte önemli ölçüde kötüleşeceğini öngördüğü tespit edilmiştir. Her iki gösterge de kurak bölgelerde kuraklık koşullarının daha da kötüleşeceğini öngörülmüş – SPI ile belirlenen değişiklikler sınırlı kalırken, SPEI'ye göre bu bölgelerde kuraklık süresi 2–3 ay, sıklığı 3.5–4 olay ve şiddeti 4.3–5.2 birim artış göstermiştir.

Wang ve ark. (2025), İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve Standartlaştırılmış Yağış ve Buharlaşma İndeksi (SPEI) indeksi birden kullanarak Birleşik Kuraklık ve Sıcak Hava Dalgası (CDHW) olaylarına maruz

kalan nüfusun nicel hesaplamasında kullanılan kuraklık göstergelerinin etkisini ortaya koymak amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Dört farklı Gelecek Sosyoekonomik Yol (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5) kapsamında altı Genel Sirkülasyon Modeli kullanılmıştır. Maruziyet, CDHW Şiddeti ($^{\circ}\text{C}$) ile her bölgedeki nüfusun (milyon kişi) çarpımı olarak tanımlanmış ve böylece bu olayların nüfus üzerindeki etkileri nicel olarak hesaplanmıştır. Çalışmada, SPI yalnızca yağışı dikkate alırken, SPEI hem yağış hem de potansiyel buharlaşma (PET) verilerini dikkate aldığından, PET'in CDHW nüfus maruziyet projeksiyonlarındaki rolü ayrıntılı şekilde incelenerek 2050 sonrası senaryolar arasında CDHW şiddeti-nüfus maruziyetinde belirgin sapmalar olduğu görülmüştür. SSP3-7.0 senaryosu en büyük artışı sergileyerek yüzyılın sonunda 0.72 (SPI) ve 1.78 (SPEI) milyon kişi- $^{\circ}\text{C}$ seviyesine ulaştığı tespit edilmiştir. Batı Afrika (WAF), Güneydoğu Afrika ve Güney Asya (SAS) gibi bölgeler, SSP3-7.0 senaryosunda SPEI bazlı tahminlerde sırasıyla 6.93, 6.77 ve 5.56 milyon kişi- $^{\circ}\text{C}$ maruziyetle en büyük artışları yaşadığı ayrıca Batı ve Orta Avrupa, Akdeniz, WAF, Batı-Orta Afrika, Doğu Asya ve SAS gibi bölgelerde PET'e karşı yüksek hassasiyet gözlemlenmiş, SPEI ve SPI projeksiyonları arasındaki farklar 1 milyon kişi- $^{\circ}\text{C}$ 'yi aştığı anlaşılmıştır. Nedensellik analizleri, özellikle kuraklık PET ile hesaplandığında (SPEI), iklim değişikliğinin en önemli etken olduğunu; ardından etkileşim değişiklikleri ve nüfus değişimlerinin geldiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, PET'in CDHW projeksiyonlarındaki kritik rolünü ve yüksek risk altındaki bölgelerde bölgeye özgü uyum stratejilerinin gerekliliği önemini vurgulamaktadır.

Venturi ve ark. (2024), İtalya'nın orta kesiminde yer alan Umbria bölgesinin kara izleme sistemi aracılığıyla doğrulanmış ve ölçülmüş uzun dönemli yağış ve sıcaklık verileri (1961–2020) kullanılarak kuraklık risk yönetimi ve önleme çalışmalarına etkili göstergeler sağlamak amacıyla SPI ile SPEI performanslarını ve korelasyonları analiz etmişlerdir. SPEI'nin kuraklık olaylarını hem gerçekleşen olaylar açısından hem de eğilimler bakımından daha iyi değerlendirebildiğini göstermiştir. Özellikle SPEI, sıcaklıklardaki artışın etkilerini daha iyi yansıtmakta; bu durum, gelecek yıllarda iklim değişikliğinde belirleyici bir unsur olabileceği değerlendirilmiştir. Mevcut durumda, SPI ile SPEI arasındaki yüksek korelasyon ($R^2 > 0.8$ ve $r > 0.9$), kuraklık analizlerinde SPEI yerine SPI kullanımını mümkün kılmaktadır; ancak bu korelasyon, 1961–1990 ve 1991–2020 dönemlerine ait iki zaman serisi üzerinden değerlendirildiğinde azalan bir eğilim göstermiştir; bu da gelecekte bu ilişkinin güvenilir olmayabileceği kanısına varılmıştır. Yağış ve sıcaklık

verilerinin daha entegre biçimde izlenmesi gerektiğine işaret etmekte ve ölçüm istasyonlarında iki sensörün zaman uyumsuzluğunun mümkün olduğunca azaltılması önerilmiştir. Şiddetli kuraklık yaşanan yıllar için ERA5 yeniden analiz verilerinin kullanımı da istasyon bazlı gözlemlerle karşılaştırılarak araştırılmış, sıcaklık verilerinin güvenilir olduğu tespit edilirken, toplam yağış parametresinin daha az güven verdiği sonucu elde edilmiştir. Bu nedenle, CHIRPS, MERRA2 ve Terraclimate gibi diğer gridli veri kümeleri değerlendirilerek model tabanlı yağış verilerinin uygunluğunun artırılması gerekliliği kanısına varılmıştır.

Mungul ve Nowbuth (2025), Mauritius gibi Gelişmekte Olan Küçük Ada Devletleri (SIDS) için en uygun kuraklık değerlendirme aracını belirlemek amacıyla iki güçlü kuraklık endeksini SPI ve SPEI istatistiksel teknikler kullanarak karşılaştırmışlardır. 1971–2017 yılları arasını kapsayan altı meteoroloji istasyonundan elde edilen aylık ortalama yağış, maksimum ve minimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. SPI ve SPEI değerleri, R Programlama dili içindeki SPEI paketi kullanılarak 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanmıştır. Bu iki endeks arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için üç istatistiksel test uygulanmıştır: Pearson Korelasyon Testi, Cohen'in Kappa İstatistiği ve Bland-Altman analizi. Pearson korelasyon testi güçlü ilişkiler göstermiştir ($r > 0.9$, $p < 0.01$), Cohen'in Kappa testi ise 3 aylık zaman ölçeğinde +0.95 ve diğer zaman ölçeklerinde +0.94 değerlerine ulaşarak “neredeyse mükemmel uyum” olduğunu ortaya koymuştur. Bland-Altman grafik analizi de kabul edilebilir düzeyde bir uyum olduğunu doğrulamıştır. SPI ve SPEI'nin her ikisinin de Mauritius'ta kuraklık değerlendirmesi için etkili araçlar olduğu sonucuna varılmıştır.

Abu Arra ve ark. (2025), birleşik frekans analizi ve yenilikçi eğilim analizi metodolojileri (F-ITA) ile SPI, SPEI ve SDI olmak üzere üç farklı kuraklık endeksi, farklı zaman ölçeklerinde Türkiye'de İstanbul-Florya İstasyonu, Birleşik Krallık'ta Durham İstasyonu ve İsveç'te Vargonas (Vargönäs) KRV İstasyonu için hesaplamışlardır. F-ITA yönteminin, yalnızca artış veya azalış eğilimi sunmak yerine meteorolojik ve hidrolojik kuraklık eğilimlerini mikroskopik düzeyde daha ayrıntılı bir şekilde inceleyerek kuraklık değerlendirmesini geliştirdiğini anlaşılmıştır. SPI-3 ve SPI-6 için F-ITA'da herhangi bir eğilim gözlenmezken, SPI-12 F-ITA'da tüm kuraklık sınıflamalarında monoton artış eğilimi belirlenmiştir. SPI-1 ve SPEI-1 F-ITA için “olağandışı kurak” sınıflandırmasında %35 frekansla çok az değişim gözlenmiştir.

SPEI-12 F-ITA grafiği ise tüm kuraklık sınıflamalarında artış eğilimi göstermiştir. SPEI-12 için, “olağanüstü kurak” (aşırı kurak) olayların frekansı %0.11 (veya %0.66)’dan %1.21 (veya %2.3)’e yükselmiştir. Şiddetli kuraklık oranı %3.73’ten %4.61’e, orta kuraklık oranı ise %7.46’dan %11.4’e önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Tüm sınıflandırmalarda tüm zaman ölçeklerinde SDI için monoton artış eğilimleri gözlemlenmiştir.

Sayat ve ark. (2025), Güney Pre-Balkash bölgesinde iklimsel parametrelerdeki değişimleri ve bu değişimlerin kuraklıkların gelişimi üzerindeki etkilerini, 1950–2023 dönemi için SPI ve SPEI kullanarak değerlendirmişlerdir. Analizlerde uzun dönemli yağış ve sıcaklık verileri ile Google Earth Engine platformundan elde edilen uzaktan algılama verileri kullanılmış, iklim koşulları ve kuraklık özelliklerindeki eğilimleri değerlendirmek için Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Hem SPI hem de SPEI’nin kuraklıkların değerlendirilmesinde kullanılabileceğini, ancak SPEI’nin sıcaklık artışlarını daha etkili şekilde yansıtmaya açısından daha avantajlı olduğu anlaşılmıştır. Kuraklık dönemlerinin şiddeti ve sıklığı, özellikle 1990’lı yıllardan sonra artış göstermiş bu artış SPEI ile yapılan ölçümlerde daha belirginleşmiştir. Kurak dönemlerin şiddeti ve sıklığında gözlenen artışın, iklim değişikliği ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma alanında iklim değişikliği, esas olarak hava sıcaklıklarındaki artışla (her 10 yılda 0.17–0.39 °C) karakterize edilmiştir. SPEI endeksi, yalnızca yağışı dikkate alan SPI’ye kıyasla, hem yağış hem de buharlaşma etkilerini hesaba kattığı için su dengesi değişimlerine karşı daha duyarlı olduğu anlaşılmış. SPEI endeksi, hem yağış hem de buharlaşma etkilerini dikkate aldığından, su dengesi değişimlerine karşı daha hassas sonuçlar elde edilebilmektedir. Buna karşılık, sadece yağışı dikkate alan SPI endeksi bu etkiyi yansıtmakta daha sınırlıdır. Bu nedenle, kuraklık koşulları SPEI ile analiz edildiğinde kuraklığın derinliği ve şiddeti daha doğru bir şekilde temsil edileceği sonucuna varılmıştır.

Kenawy ve ark. (2025), Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) bölgesinde SPI ve SPEI kullanılarak 1981–2021 yılları arasında kuraklığın dağılımı ve şiddetine ilişkin çalışma yapmışlardır. Kuraklık özelliklerindeki (örneğin sıklık, şiddet, süre ve yoğunluk) değişiklikleri analiz etmek için CRU TS v. 4.07 veri seti kullanılmış ve ana Köppen-Geiger iklim bölgeleri temel alınarak 12 aylık zaman ölçeğinde değerlendirme yapılmıştır. 1998 öncesinde daha nemli iklim koşullarından, 1998 sonrasında daha sık kuraklık olaylarına geçiş olduğu görülmüştür. Bu geçiş, özellikle

Kuzey Afrika, Levant bölgesi, Arap Yarımadası'nın batı kesimleri, Kuzey Irak ve Batı İran gibi kuzey MENA bölgelerinde daha belirgin olmuştur. SPI ve SPEI, 1998–2021 döneminde MENA bölgesinin %19.4'ünde kuraklık sıklığında anlamlı artışlar tespit ederken, bu oran 1981–1997 döneminde %12.9 olarak gözlenmiştir. SPEI, buharlaşma etkisini de dahil ettiği için, SPI'ye kıyasla kuraklık sıklığı ve şiddetinde daha belirgin bir artış gösterdiği anlaşılmıştır. Bu durum, son on yıllarda artan sıcaklıkların etkisini yansıttığını göstermiştir. Bölge, son 20 yılda daha sık ve uzun süreli, ancak daha az şiddetli kuraklıklar yaşamıştır. Mekânsal olarak, SPEI, sıcaklık artışıyla birlikte ölçülen ılıman ve soğuk çöl (CWb, BWk) bölgelerinde kuraklık şiddetinde önemli artışlar tespit etmiştir. Öte yandan SPI, hafif ve orta şiddetteki kuraklık olaylarını iyi yakalarken, şiddetli, aşırı ve çok aşırı gibi anomalisi yüksek kuraklık olaylarının şiddetini olduğundan düşük tahmin etmiştir. Örnek olarak SPI ile karşılaştırıldığında SPEI, kurak bölgelerde (Aw) şiddetli ila çok aşırı kuraklık yaşayan alanların oranında %15'lik bir artış göstermiştir. Sahra ve Arap Yarımadası gibi hiper-kurak (BWh) bölgelerde SPI ile SPEI arasındaki belirgin farklılıklar dikkat çekmiştir. Bu durum, sıcaklık etkisini dikkate alan SPEI gibi endekslerin, sıcak ve su kaynakları açısından sınırlı iklimlerde daha doğru kuraklık değerlendirmeleri sunmadaki önemini ortaya koymuştur. SPEI, küresel ısınma bağlamında bölgedeki kuraklık şiddetini anlamak için daha güvenilir bir gösterge olarak değerlendirilirken, artan kuraklık sıklığı ve şiddeti karşısında uyum ve azaltım stratejilerinin acilen benimsenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Feng ve ark. (2025), 1979–2020 yılları arasında küresel çapta 59 nehir havzasındaki kuraklık olayları, SPEI ve üç boyutlu (3B) kümeleme yöntemi kullanılarak analiz etmişlerdir. Aynı zamanda, farklı kuraklık göstergeleri arasındaki ilişkiler de incelenmiştir. Çoğu havzada kuraklık özelliklerinin zaman içinde anlamlı bir değişim göstermediğini ortaya koyarken, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da kuraklık sıklığının azaldığını, yüksek enlemlerde ise kuraklık sıklığının arttığı gözlemlenmiştir. Amazon, Nil ve La Plata havzalarında kuraklıkların genel olarak diğer havzalara kıyasla daha şiddetli olduğu ve bu havzalarda kuraklıkların daha yüksek şiddetlere ulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca, neredeyse tüm havzalar için geçerli olmak üzere, kuraklık süresi uzadıkça etkilenen alanın büyüklüğü ve kuraklık şiddetinin artış gösterdiği anlaşılmıştır.

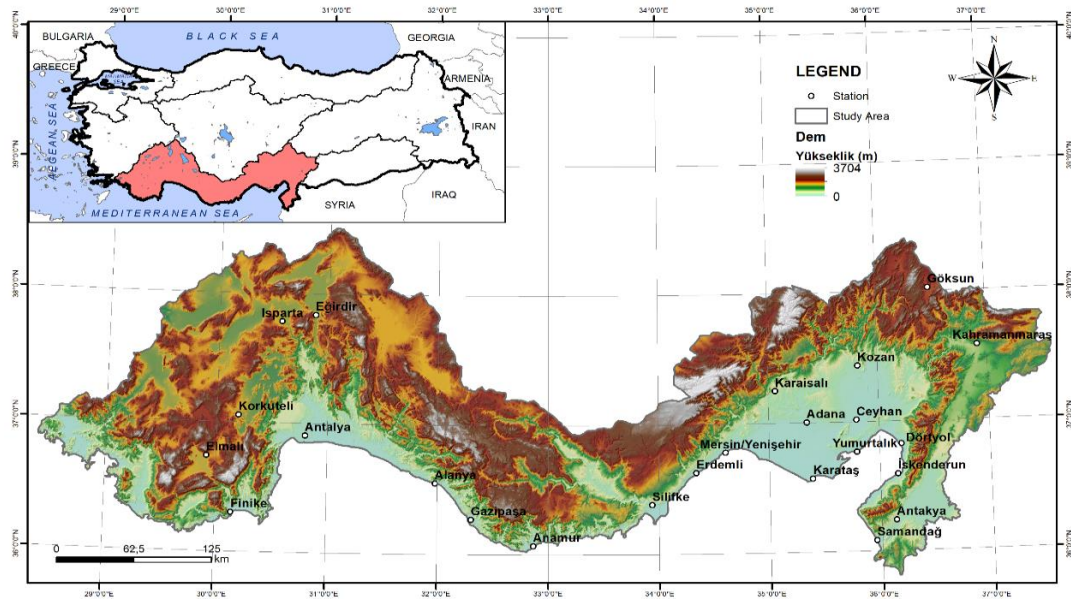
3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

Türkiye 7 coğrafi bölgeye ayrılmış olup, Türkiye'nin güney sınırını oluşturan Akdeniz Bölgesi bu bölgelerden biridir. Akdeniz Bölgesi, sıcak ve kurak yazlara, ılık ve yağışlı kışlara sahiptir. Bölgenin kuzeyinde Toros Dağları, güneyinde ise Akdeniz bulunmaktadır. Bu nedenle yükselti farkı fazladır. Bölgede turizm faaliyetleri oldukça yaygın olup, Türkiye'nin ihraç ettiği tarımsal ürünlerin üretildiği bölgelerden birisidir. Bölgede sıcaklığın yüksek olmasından dolayı seracılık faaliyetleri oldukça yaygın olup, seracılık en önemli gelir kaynağı olarak görülmektedir. Birçok araştırmacı, bölgenin Türkiye'de küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine en duyarlı bölge olduğunu belirtmiştir (Simsek (2021)). Çalışma bölgesinde incelenen istasyonların mekansal dağılımı Şekil 3.1.'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan istasyonların il, istasyon numarası ve adı, yükselti, enlem ve boylam bilgileri Çizelge 3.1.'de sunulmuştur. Çalışmada 24 meteoroloji gözlem istasyonunda 1970-2022 yılları arasında ölçülen yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bu veriler Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Adana, Antalya, Hatay, Isparta, Kahramanmaraş ve Mersin il sınırları içerisinde sırasıyla 6, 6, 4, 2, 2 ve 4 meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Çizelge 3.1.'den görülebileceği gibi yükseklik 2 ile 1344 m arasında değişmektedir.

Çizelge 3.1. İstasyonlara ait bilgiler

İl	No	Station Name	Yükselti (m)	Enlem (N)	Boylam (E)
Adana	17351	Adana	23	37.0041	35.3443
	17908	Kozan	112	37.4337	35.8202
	17960	Ceyhan	30	37.0153	35.7955
	17979	Yumurtalık	34	36.7701	35.7902
	17936	Karaisalı	240	37.2506	35.0628
	17981	Karatas	22	36.5683	35.3894
Antalya	17974	Gazipasa	21	36.2747	32.3076
	17300	Antalya	61	36.9063	30.7990
	17952	Elmalı	1095	36.7372	29.9121
	17310	Alanya	6	36.5507	31.9803
	17375	Finike	2	36.3024	30.1458
	17926	Korkuteli	1017	37.0565	30.1910
Hatay	17962	Dortyol	29	36.8244	36.1981
	17372	Antakya	104	36.2368	36.1329
	17986	Samadag	4	36.0814	35.9492
	17370	Iskenderun	4	36.5924	36.1582
Isparta	17240	Isparta	997	37.7848	30.5679
	17882	Egirdir	920	37.8377	30.8720
Kahramanmaraş	17866	Goksun	1344	38.0240	36.4823
	17255	Kahramanmaraş	572	37.5760	36.9150
Mersin	17320	Anamur	2	36.0686	32.8649
	17958	Erdemli	7	36.6268	34.3380
	17340	Yenisehir	7	36.7808	34.6031
	17330	Silifke	10	36.3824	33.9373



Şekil 3.1. Çalışma bölgesinde incelenen istasyonların mekansal dağılımı

3.2. Yöntem

Kuraklığın değerlendirilmesinde birçok yöntem farklı araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Kuraklığın değerlendirilmesinde farklı parametrelere bağlı analizler gerçekleştirilse de meteorolojik kuraklık analizinde yağış verisi ana parametre olarak kullanılmaktadır. Yağış verisinin yanında sıcaklık, toprak nemi, bitki su ihtiyacı ve potansiyel evapotranspirasyon verilerini de gerektiren farklı yöntemlerde bulunmaktadır. Kullanılan parametrelerin az veya çok olması yöntemlerin kuraklığı belirlemede farklı hassasiyetler göstermesine neden olmaktadır. Bu bağlamda, farklı verilere dayalı hesaplanan kuraklık indis değerlerinin karşılaştırılması birçok araştırmaya sıklıkla konu olmaktadır. Birden çok parametreyi gerektiren yöntemlerde ilgili parametrelerin ölçüm sıklığının ve kayıtlarının düzenli olmaması gibi birçok hususta zorluklarla karşılaşmaktadır. Basit ve uygulama kolaylığı ve sadece yağış parametresine bağlı elde edilen kuraklık indis değerleri ise sıcaklık gibi parametrelerin bölge iklimi üzerindeki etkileri gözardı etmesinden dolayı kapsamlı değerlendirme imkanı sunamamaktadır. Bu tez çalışmasında, meteorolojik kuraklığın değerlendirilmesinde sadece yağış parametresine dayalı yöntem olan SYİ ve meteorolojik kuraklık analizinde yağış parametresinin yanında potansiyel evapotranspirasyon verisini gerektiren Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon SPEI yöntemi kullanılmıştır. SPEI yönteminde PET değerlerinin hesabında, ortalama sıcaklık parametresine dayalı hesaplama yapan Thornthwaite yöntemi tercih edilmiştir. Bu iki yöntemle hesaplanan kuraklık indis değerlerinin karşılaştırılmasıyla kuraklık üzerinde yağışın etkisinin yanında sıcaklığın etkisinin de dikkate alınmasını sağlayacak ve atmosferik salınım indislerinin bu parametreler ile olan ilişkisi de değerlendirilmiş olacaktır.

3.2.1. SPI Yöntemi

Meteorolojik kuraklığın analizinde sadece yağış parametresine bağlı değerlendirme imkanı sunan SPI yöntemi, belirlenen herhangi bir zaman ölçeğinde ilgili istasyonda veya bölgede meydana gelen yağış açığını değerlendirme imkanı sunmaktadır. SPI yöntemi diğer kuraklık analiz yöntemlerine kıyasla daha az veri gerektirmesi ve hesaplama kolaylığı nedeniyle oldukça sık tercih edilmektedir. SPI yöntemi kullanılmadan önce yağış verileri gamma olasılık yoğunluk fonksiyonuna uydurularak yeni bir zaman serisi elde edilir. Oluşturulan yeni zaman serisinin

kümülatif dağılımı belirlenir. Daha sonra kümülatif dağılımdan ortalaması sıfır ve varyansı bir olan standart normal dağılıma bir eş olasılık dönüşümü yapılır. Bu şekilde elde edilmiş zaman serisi kullanılarak, herhangi bir zaman aralığı için indis değeri hesaplanabilir. SPI değerleri aşağıda sunulan Eşitlik 3.1. kullanılarak hesap edilir.

$$SYI = \frac{x_{ij} - x_{im}}{\sigma} \quad (3.1)$$

Burada; x_{ij} , i. yağış istasyonundaki j. gözlemdeki aylık yağışı, x_{im} , uzun dönemli yağış ortalamasını ve σ standart sapmayı ifade etmektedir.

SPI değerinin sıfırın altına düştüğü dönemler kuraklığın olduğu dönemler olarak kabul edilirken, pozitif değere yükseldiği dönemler kuraklığın bittiği yani yağışlı dönemler olarak değerlendirilir. SPI değerleri sürekli olarak negatif ise bu zaman periyodu kurak dönem olarak tanımlanır (Kömüşçü ve ark., 2002). SPI metodunda aylık yağış veri setleri en az 30 yıllık kesintisiz dönem için düzenlenir ve SPI yöntemi ile kuraklık şiddeti aşağıdaki çizelgede gösterilen kategorilere göre sınıflandırılabilir (McKee ve ark., 1993).

Çizelge 3.2. SPI değerlerinin sınıflandırılması (McKee ve ark. (1993); Kömüşçü ve ark. (2002); Vermes ve ark. (1998))

SPI Değerleri	Kuraklık Sınıflandırılması
$2.0 < SPI$	Aşırı yağışlı (AY)
$1.5 < SPI \leq 2.0$	Çok yağışlı (ÇY)
$1.0 < SPI \leq 1.5$	Orta yağışlı (OY)
$0 < SPI \leq 1.0$	Hafif yağışlı (HY)
$-1.0 < SPI \leq 0$	Hafif kurak (HK)
$-1.5 < SPI \leq -1.0$	Orta kurak (OK)
$-2.0 < SPI \leq -1.5$	Çok kurak (ÇK)
$-2.0 \geq SPI$	Aşırı kurak (AK)

3.2.2. SPEI Yöntemi

Vicente-Serrano ve ark. (2010) tarafından geliştirilen SPEI yöntemi, sadece yağış verilerini kullanan SPI yönteminden farklı olarak, sıcaklık verilerine bağlı olarak hesaplanan potansiyel evapotranspirasyonu da içerir. Bu yöntem, SPI yönteminin farklı zaman ölçeklerinde hesaplanması ve Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (PDSI)'nin avantajlarından biri olan buharlaşma parametresi hassasiyeti avantajlarını bünyesinde barındırır.

SPEI, aylık yağış ve potansiyel evapotranspirasyon arasındaki iklimsel su dengesinden hesaplanır. Evapotranspirasyon (ET) terimi, su havzasındaki bitkilerin büyümesi sonucu olarak su havzasında üretilen toplam su buharı olarak tanımlanır. Potansiyel evapotranspirasyon (PET) ise yeterince sulanmış durumda aktif olarak büyüyen, eşit yükseklikteki yeşil çimenlerin varsayımsal bir yüzeyi tarafından kullanılan su olarak tanımlanır. Gerçek buharlaşma, bu talebe ve suyun mevcudiyetine bağlıdır. PET bilgileri hidro-iklim sisteminin talebini belirlemeye yardımcı olduğundan dolayı, PET'in doğru bir şekilde hesaplanması doğru su yönetimi için önemlidir. SPEI, küresel ısınmanın neden olduğu kuraklıkların şiddetini belirlemek ve incelemek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem kümülatif yağış ve potansiyel evapotranspirasyon arasındaki haftalık veya aylık fark olarak hesaplanan basit bir iklimsel su dengesini gösterir.

Hava parametrelerinin bir fonksiyonu olarak PET'i hesaplamak için literatürde kullanılan çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler sıcaklığa dayalı, radyasyona dayalı ve bunların kombinasyonları olarak sınıflandırılabilir. Thornthwaite yöntemi sıcaklığa dayalı parametreleri kullanan en basit yöntemlerden biridir (Thornthwaite, 1948). Güneşten gelen radyasyonu tahmin etmek için enlemi ve potansiyel buharlaşmayı hesaplamak için ortalama sıcaklığı kullanır. Yaygın olarak kullanılan diğer bir yöntem, girdi olarak hem maksimum ortalama hem de minimum ortalama sıcaklığı kullanan Hargreaves yöntemidir (Hargreaves, 1994). PET'i hesaplamak diğer bir yöntem ise daha fiziksel tabanlı bir yöntem olan Penman yöntemidir Penman (1948) ama bu yöntem Monteith (1965) tarafından güncellenerek Penman-Monteith olmuştur. Gerekli girdi verilerinin (solar radyasyon, ortalama güneşlenme süresi, bulut kapallılık oranı, buharlaşma basıncı, bağıl nem, atmosfer basıncı, rüzgâr hızı...) mevcut olduğu durumlarda PET değerini hesaplamak için Penman-Monteith'ın kullanılması önerilmesine rağmen bu verilerinin uzun yıllar boyunca ölçüldüğü istasyon sayısı kısıtlı olduğundan, yalnızca sıcaklık verilerinin mevcut olduğu durumlarda standart yöntem olarak Hargreaves yöntemi kullanılabilir. Xu ve Singh (2001) tarafından yapılan çalışma, Hargreaves yönteminin Penman-Monteith yöntemine çok yakın bir yaklaşım sağladığını göstermiştir.

Çizelge 3.3. SPEI değerlerinin sınıflandırılması

SPEI Değerleri	Kuraklık Sınıflandırılması
$2.0 < \text{SPEI}$	Aşırı yağışlı (AY)
$1.5 < \text{SPEI} \leq 2.0$	Çok yağışlı (ÇY)
$1.0 < \text{SPEI} \leq 1.5$	Orta yağışlı (OY)
$0 < \text{SPEI} \leq 1.0$	Hafif yağışlı (HY)
$-1.0 < \text{SPEI} \leq 0$	Hafif Kurak (HK)
$-1.5 < \text{SPEI} \leq -1.0$	Orta kurak (OK)
$-2.0 < \text{SPEI} \leq -1.5$	Çok kurak (ÇK)
$-2.0 \geq \text{SPEI}$	Aşırı kurak (AK)

3.2.3. Run Teorisi

Kuraklığın zamansal analizine ek olarak, kuraklık özelliklerinin değerlendirilmesi kuraklığın daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını kolaylaştırır. (Yevjevich, 1967) tarafından geliştirilen "run teorisi", kuraklık özelliklerini belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir metodolojidir. Kuraklık analizinde, "şiddet" (S), "süre" (D), "yoğunluk" (I) ve "zirve" (P) terimleri kuraklığın en temel özelliklerini temsil eder. Bu terimler sırasıyla kuraklık dönemindeki toplam yağış açığını veya yağış eksikliğini, kuraklığın uzunluğunu, en küçük negatif veya en büyük pozitif değeri ve kuraklığın yoğunluğunu tanımlar. Kuraklığın yoğunluğu, toplam yağış açığının kuraklığın süresine bölünmesiyle hesaplanır. Bu son terim, kuraklığın süresine göre bir oran olarak ifade edilen kuraklığın yoğunluğuna aittir. Kuraklığın sona erdiğini tespit etmek için endeks değerinin pozitif olması, yağışın varlığını göstermesi gerekir. Kuraklığın bu tanımlayıcı özelliklerine ek olarak, kuraklıktan etkilenen alanın kapsamını değerlendirmek ve belirlemek de büyük önem taşımaktadır. Kuraklıktan etkilenen alanın belirlenmesi ve zaman içindeki değişikliklerin belirlenmesi, kuraklığın bir zaman serisi olarak analiz edilmesini ve etkilenen alanın değerlendirilmesini kolaylaştıracaktır. Sonuç olarak, önerilen önlemlerin etkinliği ve bunlara atfedilecek önem düzeyi artacaktır.

3.2.4. Atmosferik Salınımlar

Arktik Salınım

Arktik Salınım (AO), Kuzey Yarımküre'nin orta ve yüksek enlemleri üzerinde etkili olan bir atmosferik dolaşım deseni olarak tanımlanır (Xoplaki, 2002), (Türkeş ve Erlat, 2008). Bu dolaşım deseni, özellikle kış mevsiminde kutup ve orta enlem bölgeleri arasındaki basınç farklarının değişimine dayanır. AO'nun pozitif fazında,

Arktik bölgesindeki hava basıncı normalden daha düşük, orta enlemlerdeki basınç ise daha yüksek olur. Bu durumda, kutup girdabı güçlenir ve soğuk hava kütleleri kuzeye hapsolür. Bu nedenle Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'nın büyük bir kısmında hava genellikle daha ılıman geçer. Buna karşın, AO'nun negatif fazında Arktik'te yüksek basınç, orta enlemlerde ise alçak basınç hâkimdir. Bu fazda kutup girdabı zayıflar ve soğuk hava güney enlemlere doğru sarkarak bu bölgelerde aşırı soğuk hava dalgalarına yol açabilir (Hurrell, 2000).

AO'nun en belirgin dışavurumu, orta enlemlerde fırtınaları taşıyan jet akımının kuzey-güney doğrultusundaki konumunda gözlemlenir. Jet akımındaki bu dalgalanmalar, sadece sıcaklıkları değil aynı zamanda yağış rejimlerini de etkileyerek kuraklık, sel ve kar fırtınası gibi çeşitli hava olaylarının sıklığını ve şiddetini değiştirebilir. Bu durum, özellikle yoğun nüfuslu bölgelerde ciddi ekonomik, sosyal ve çevresel sonuçlar doğurabilir (Thompson ve Wallace, 1998; Thompson ve Wallace, 2000; Thompson ve Wallace, 2001); (Zhou ve ark., 2001); (Thompson ve ark., 2003); (Higgins ve ark., 2002; Higgins ve ark., 2000); (Larson ve ark., 2005).

Ayrıca Arktik Salınım, küresel iklim değişikliği ile yakından ilişkilidir. AO'nun fazlarındaki değişiklikler, Arktik bölgesinde buzulların erime hızını, deniz buzu miktarını ve okyanus-atmosfer etkileşimlerini doğrudan etkileyebilir. Örneğin, AO'nun pozitif fazı uzun süreli olarak devam ettiğinde, Arktik bölgesindeki sıcaklık artışları hızlanabilir ve bu da deniz buzu erimesini tetikleyebilir. Bu süreç, yeryüzünün albedo (yansıtma) oranını azaltarak daha fazla güneş ışığının emilmesine ve ısınmanın geri besleme mekanizmasıyla artmasına neden olur. Bu nedenle AO, hem bölgesel hem de küresel ölçekte iklim değişikliğinin anlaşılması açısından kritik öneme sahip bir iklim göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Curry ve ark., 1995); (Thompson ve Wallace, 2000); (Overland ve Wang, 2005); (Serreze ve Francis, 2006).

Akdeniz Salınımları

Akdeniz Salınımı, kışın etkili olan, etkisi ilkbaharda kısmen zayıflayıp yazın tamamen ortadan kalkan ve sonbahar mevsiminde kışa oranla daha az gelişen bir atmosferik salınımdır. Kışın, yağışlar ve sıcaklıklar arasında anlamlı ilişki gösteren Akdeniz Salınımı, temelde Güney Avrupa' yı ve Akdeniz' i kaplayan derin siklonik dolaşımın sonucu olan güneyli akımlarla Akdeniz havzasındaki nemli koşulları,

kuzeyli akımlarla bağlantılı antisiklonik dolaşımla ise Akdeniz havzasındaki kurak koşulların oluşmasına yol açmaktadır.

Akdeniz Salınımı, pozitif evresindeyken, kuzeyli dolaşım egemen olmakta ve sıcaklıklar bu dolaşıma bağlı olarak düşmektedir. Negatif evrede ise, güneyli dolaşım etkili olmakta, güneyli akışlarla birlikte orta enlem siklonları, Akdeniz havzası ve çevresinde uzun süreli ortalamalara göre daha sıcak ve yağışlı koşulların egemen olmasını sağlamaktadır (Acar, 2008).

Akarsu akım değerleri ile Akdeniz Salınımı arasındaki korelasyonun bulunmasında Akdeniz Salınımı' na ait 1970-2015 tarihleri arasındaki indis değerleri kullanılmıştır. Akdeniz Salınımı ile ilgili iki farklı indis üretilmiştir. Bunlardan ilki, Cebelitarık' ta ki Kuzey Kalesi (36.1 °K, 5.3 °B) ile İsrail' deki Lod havaalanı (32.0 °K, 34.5 °D) arasındaki deniz seviyesi atmosfer basınçları farkı alınarak hesaplanan indis, diğeri ise Cezayir (36.4 °K, 3.1 °D) ve Kahire (36.4 °K, 3.1 °D) arasındaki normalleştirilmiş deniz seviyesi basınç farkları hesaplanarak oluşturulmuş indislerdir. Bu çalışmada, bu indislerden ilki kullanılmıştır. Bu indise ait aylık değerler Doğu İngiltere Üniversitesi İklim Araştırma Biriminden (CPC) (2019) alınmıştır.

3.2.5. Korelasyon Analizi

Yıllık atmosferik indis değerleri ile yıllık kuraklık ve yağış kayıtları arasındaki ilişki Eşitlik 3.2. ile ifade edilen Pearson Korelasyon Katsayısı aracılığı ile incelenmiştir.

$$r_{x,y} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{NS_x S_y} \quad (3.2.)$$

Korelasyon katsayılarının istatistiksel değerlendirmesi ise Eşitlik 3.3.'de belirtilen t testi kullanılarak $\alpha=0.05$ önem seviyesi için değerlendirilecektir.

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3.3.)$$

r korelasyon değerini ve N veri sayısını ifade etmektedir.

4. BULGULAR

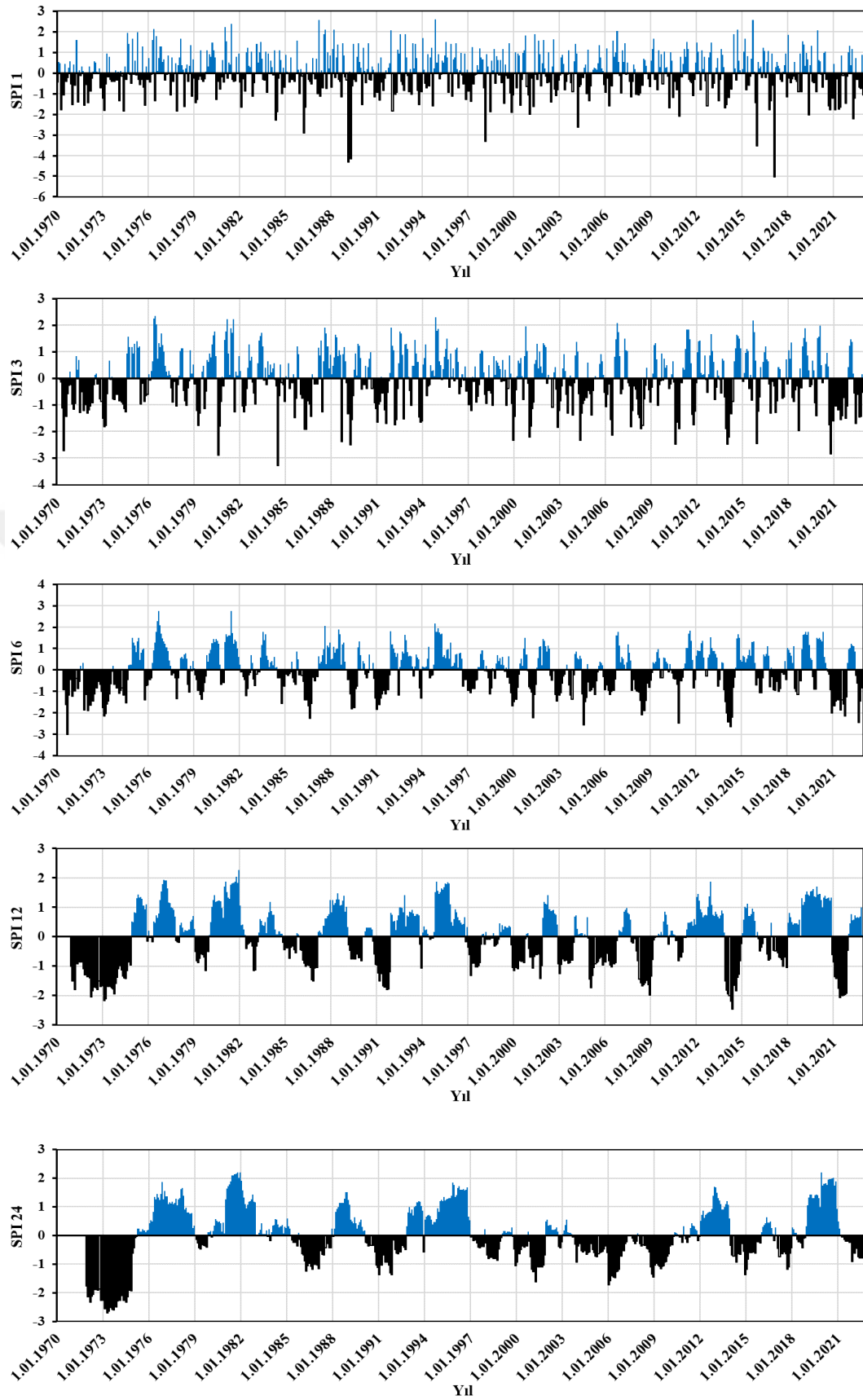
4.1. Kuraklık Analiz Sonuçları

Kuraklığın değerlendirilmesinde farklı girdi parametresi gerektiren SPI ve SPEI değerlerinin zamansal değişimleri, kuraklık ve nemlilik oluşum oranları, kuraklık sınıflarının oluşum oranları ve run teorisi sonucunda elde edilen kuraklık karakteristik özellikleri analiz edilmiştir. Sıcaklık parametresinin bölgenin meteorolojik kuraklığına olan etkisi SPI ve SPEI değerlerinin karşılaştırılmasıyla irdelenme imkanı bulunmuştur.

4.1.1. SPI Kuraklık Analiz Sonuçları

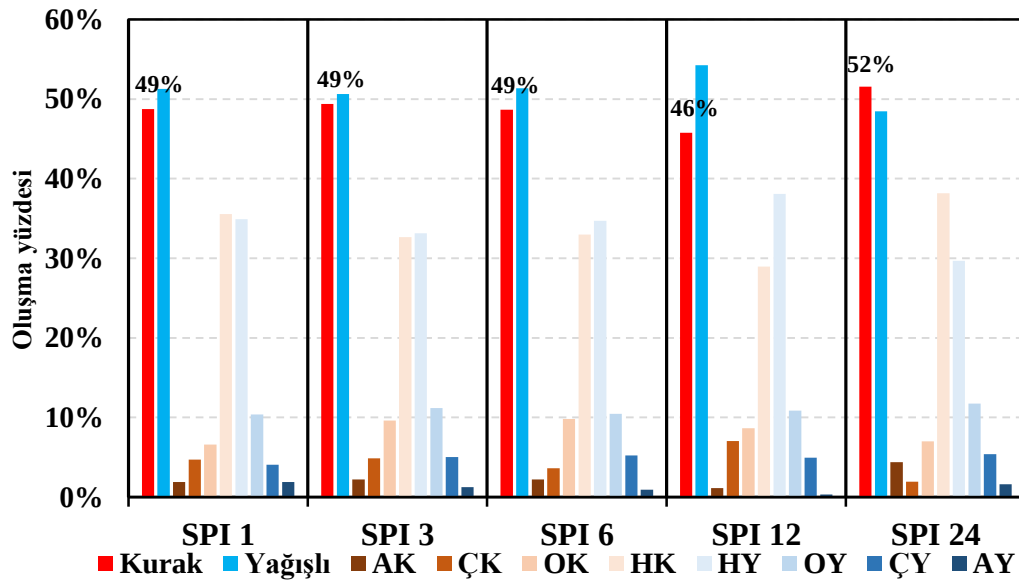
Adana istasyonu

Şekil 4.1.'de Adana istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Adana istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun sürdüğü görülmektedir. Genel olarak, Adana istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini peşi sıra takip etmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2013 Kasım ayında başlamış ve 2014 Nisan ayında bitmiş, 6 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1971 Temmuz ayında başlamış 12 ay sürmüştür ve 1972 Haziran ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 1971 Ekim ayında başlayıp 23 ay sürmüştür ve 1973 Ağustos ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1970 Aralık-1974 Kasım arasında meydana gelmiş ve 48 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2003 Eylül ayında başlamış 2007 Mart ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 43 ay sürdüğü belirlenmiştir. Adana istasyonu için genel olarak 1970-1974 yılları arasında 3 aylık, 6 aylık ve 12 aylık zaman ölçekleri için en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Zaman ölçeğinin artmasına paralel olarak genellikle en küçük negatif indis değerinin değeri daha küçük olmaktadır. Zaman ölçeğinin büyümesiyle en uzun kurak dönemlerin daha uzun yaşandığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.1. Adana istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri

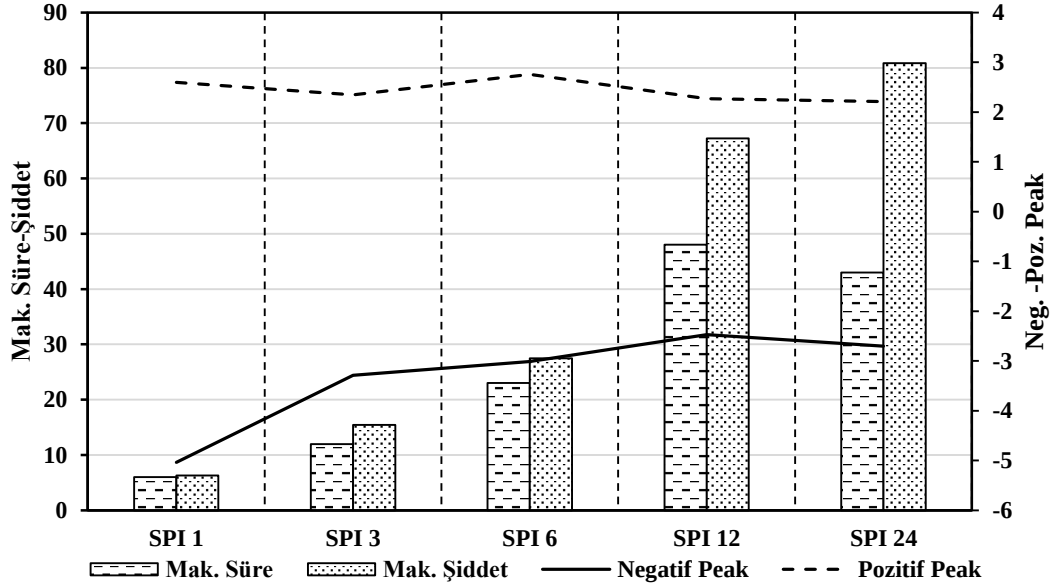
SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.2.'de verilmiştir. 1 aylık, 3 aylık ve 6 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %49 ve 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %46, 24 aylık zaman ölçeğinde ise kuraklık oluşum oranı %52 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 24’te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi en büyük SPI 1 ve SPI 24’te elde edilmiştir. “ÇK” oluşum yüzdesi en büyük SPI 12’de elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10’dur. Tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde dikkate alınan 1, 3, ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oranının %50’den düşük olması bu faaliyetlerin sürdürülmesinde sıkıntı olmayacağı değerlendirilmesine olanak tanırken, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranının %50’den büyük olması su kaynakları üzerine inşa edilen su yapılarının işletilmesinde ve faaliyetlerinde sorunların yaşanabileceği yorumunu desteklemektedir. Ayrıca, SPI 24’te aşırı kurak oluşum sınıfının oluşum oranı dikkat çekmektedir.



Şekil 4.2. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Adana)

Şekil 4.3.'te SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif-pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet artmaktadır ve SPI 12 hariç maksimum süre de benzer şekilde artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 6, 12, 23, 48, ve 43 olurken, maksimum

kuraklık şiddeti sırasıyla 6.32, 15.44, 27.50, 67.26 ve 80.85 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.21 ile 2.76 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -5.04 ile -2.47 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerleri genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır. Tüm zaman ölçeklerinde elde edilen negatif ve pozitif peak değerleri sırasıyla “AK” ve “AY” sınıfta oluşmuştur.



Şekil 4.3. SPI ile Adana istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

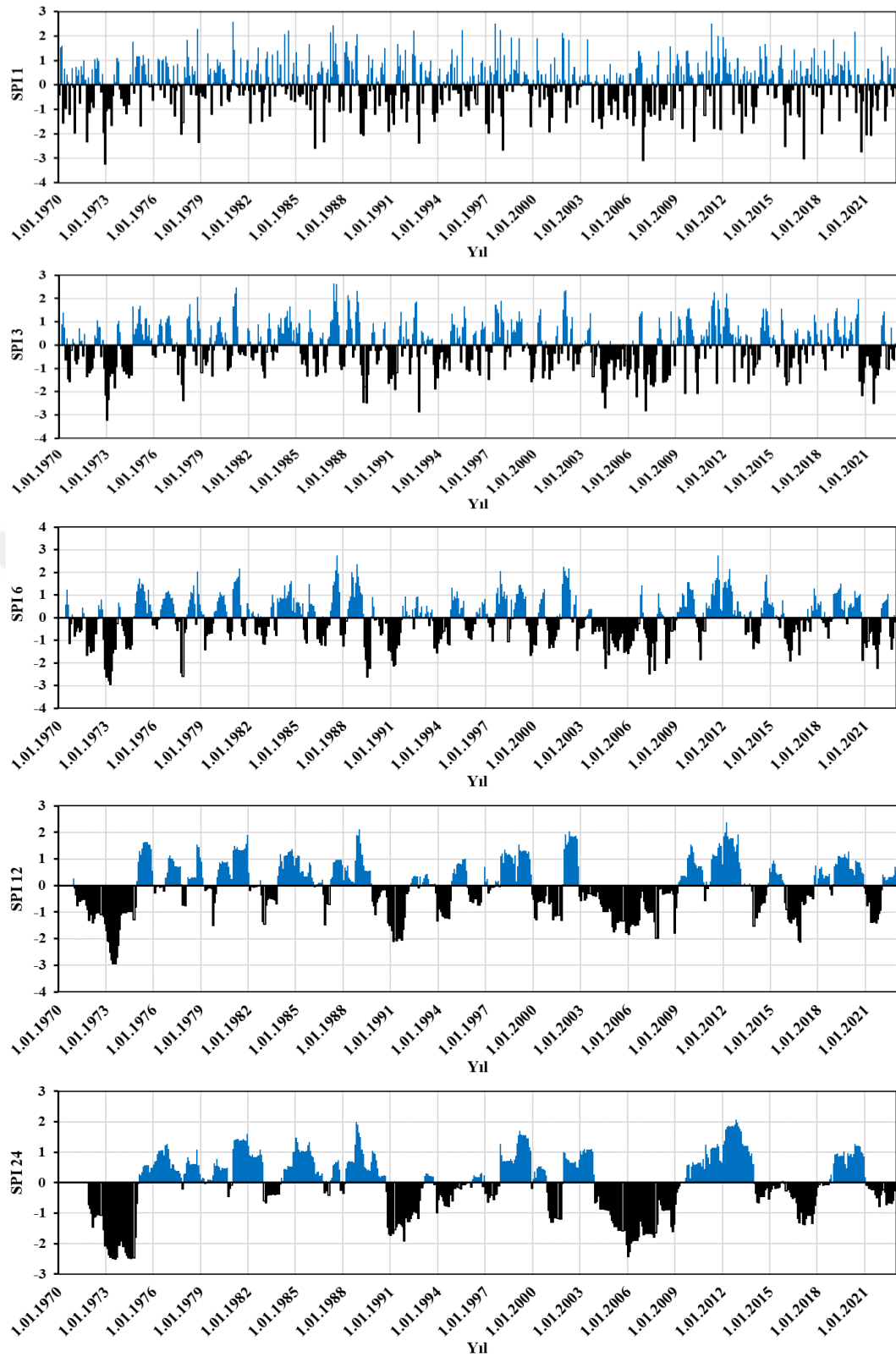
Alanya istasyonu

Şekil 4.4.’te, Alanya istasyonu için SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Alanya istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha belirginleşmektedir. Genel olarak Alanya istasyonunda kurak dönem ardından yağışlı dönem yaşanmıştır. SPI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1990 Eylül-1991 Nisan arasında yaşanmış ve 8 ay sürmüştür, SPI indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2020 Ağustos-2021 Aralık arasında yaşanmış ve 17 ay sürmüştür, SPI 6 indis değerlerine göre 2004 Aralık- 2006 Eylül arasında yaşanmış ve 22 ay sürmüştür, SPI 12 indis değerlerine göre en uzun kurak dönem 2002 Aralık-2008 Ağustos arasında yaşanmış ve 69 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2003 Aralık ayında başlamış 2009 Nisan ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 65 ay

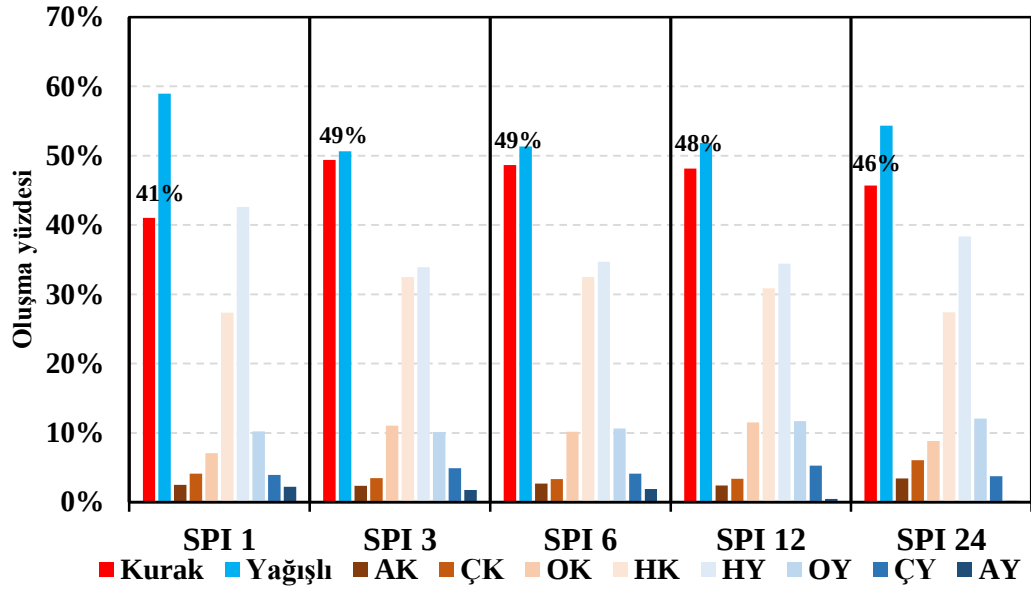
sürdüğü belirlenmiştir. Alanya istasyonunda SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için 2002-2009 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

Alanya istasyonu için SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.5.'te verilmiştir. SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için kuraklık oluşum oranları sırasıyla %41, %49, %49, %48 ve %46 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPI 1, SPI 6, SPI 24'te eşit ve SPI 3 ile SPI 12'den daha büyüktür. "AY" en büyük oluşum yüzdesi SPI 1, SPI 3 ve SPI 6'da elde edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPI 24'te elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10'dur. Alanya istasyonunda Adana istasyonuna kıyasla kuraklık oluşum oranı SPI 1 ve SPI 24'te daha düşüktür. Zaman ölçeğinin artmasıyla "AY" oluşum yüzdesinde azalma dikkat çekmektedir.

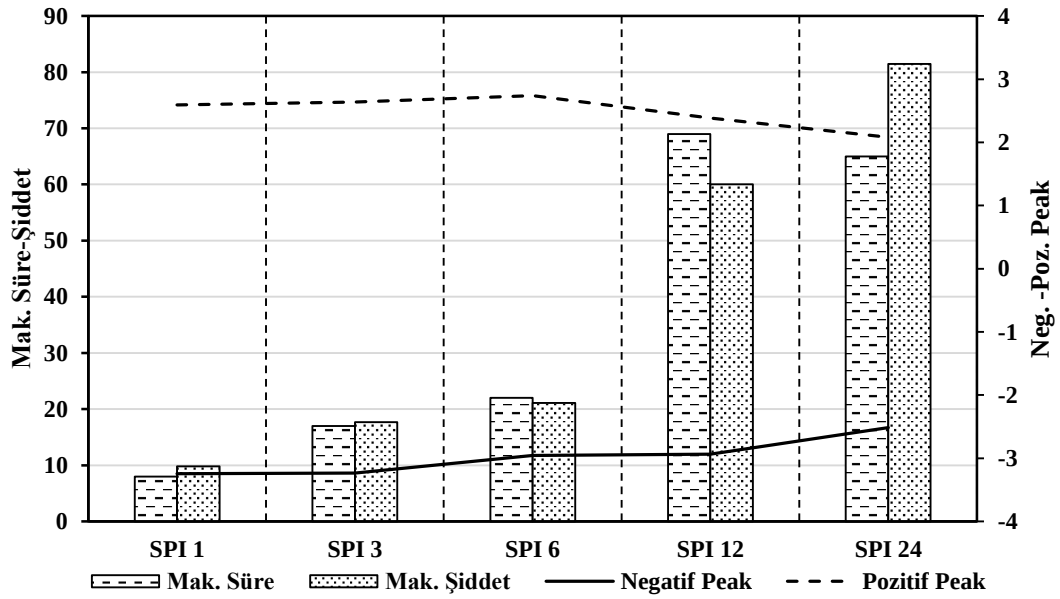
SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet, negatif ve pozitif peak değerler Şekil 4.6.'da grafiksel olarak sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet artmakta ve SPI 24 hariç maksimum süre de benzer şekilde artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için sırasıyla 8, 17, 22, 69, ve 65 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.81, 17.66, 21.09, 60.03 ve 81.47 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.08 ile 2.74 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -3.24 ile -2.51 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.4. Alanya istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.5. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Alanya)



Şekil 4.6. SPI ile Alanya istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

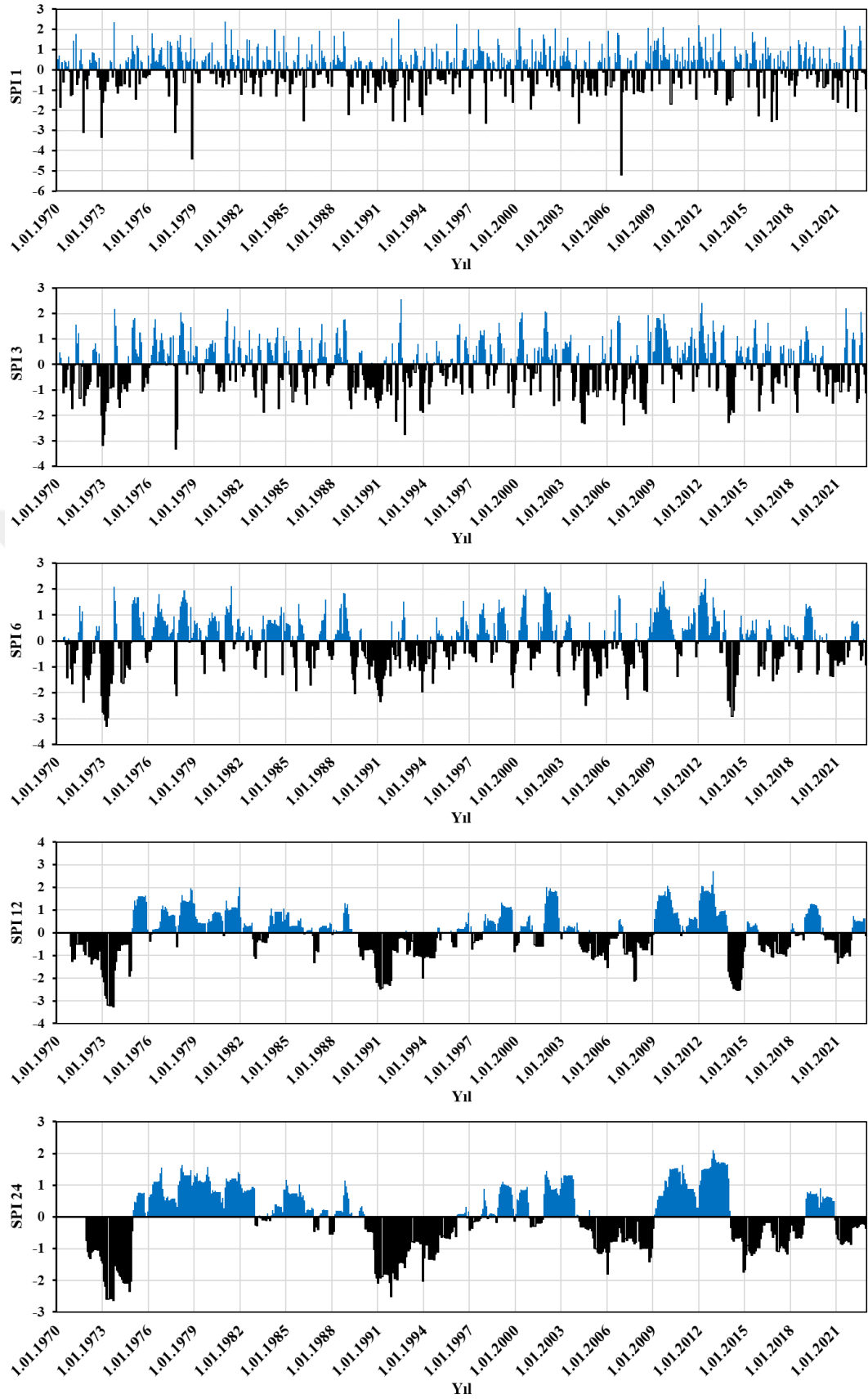
Anamur istasyonu

Şekil 4.7.'de Anamur istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerin geçiş zamanları SPI 1'den SPI 24'e artmaktadır. Kurak ve yağışlı dönemlerin zaman ölçeğinin büyümesiyle daha belirginleştiği anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık SPI 1'de 1990 Eylül ayında başlamış ve 1991 Mart ayında arasında meydana gelmiş ve 7 ay sürmüştür, SPI 3'te 1972 Kasım-1973 Eylül arasında meydana

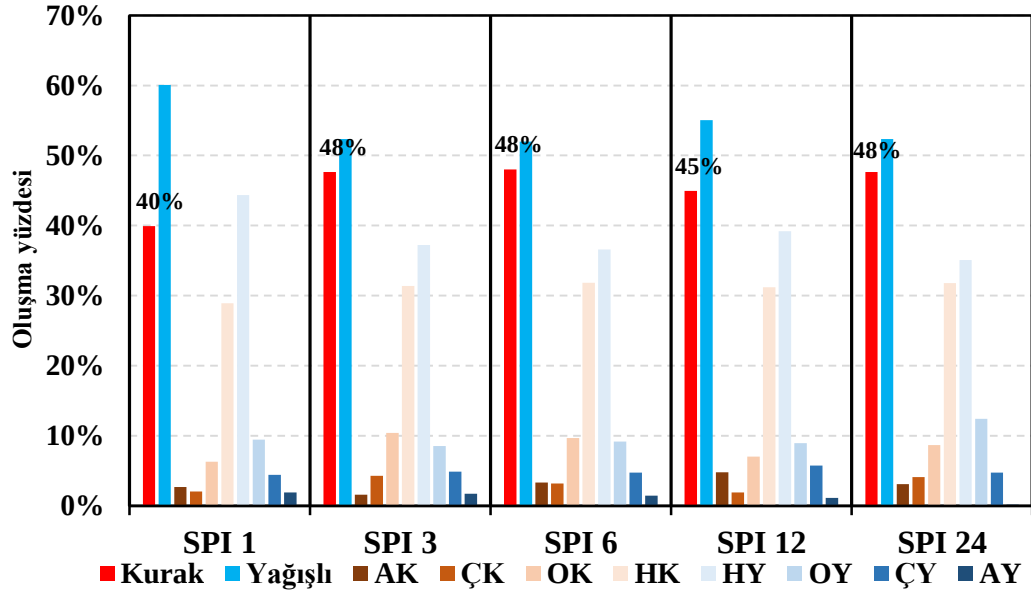
gelmiş ve 11 ay sürmüş, SPI 6'da 1990 Ocak – 1991 Kasım arasında meydana gelmiş ve 23 ay sürmüş, SPI 12'de 1970 Aralık-1974 Kasım arasında meydana gelmiş ve 48 ay sürmüş, SPI 24'te 1990 Mart-1996 Şubat arasında meydana gelmiş ve 72 ay sürmüştür. Anamur istasyonu için SPI 1 ve SPI 6'da 1990-1991 yılları arasında en uzun kuraklık yaşanmış, SPI 3 ve SPI 12'de ise 1970-1974 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Tüm zaman ölçeklerinde son yıllarda kurak ve yağışlı dönemlerin geçişlerinin daha kısa zaman dilimlerinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

SPI yöntemiyle kurak ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.8.'de verilmiştir. Kuraklık oluşumu oranı SPI 1 için %40, SPI 3, SPI 6 ve SPI 24 için %48, SPI 12 için ise %45 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 12'de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi en büyük SPI 1 ve SPI 3'te elde edilmiştir. “ÇK” oluşum yüzdesi en büyük SPI 12'de elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10'dur. SPI 24'te “AY” hiç oluşmamıştır.

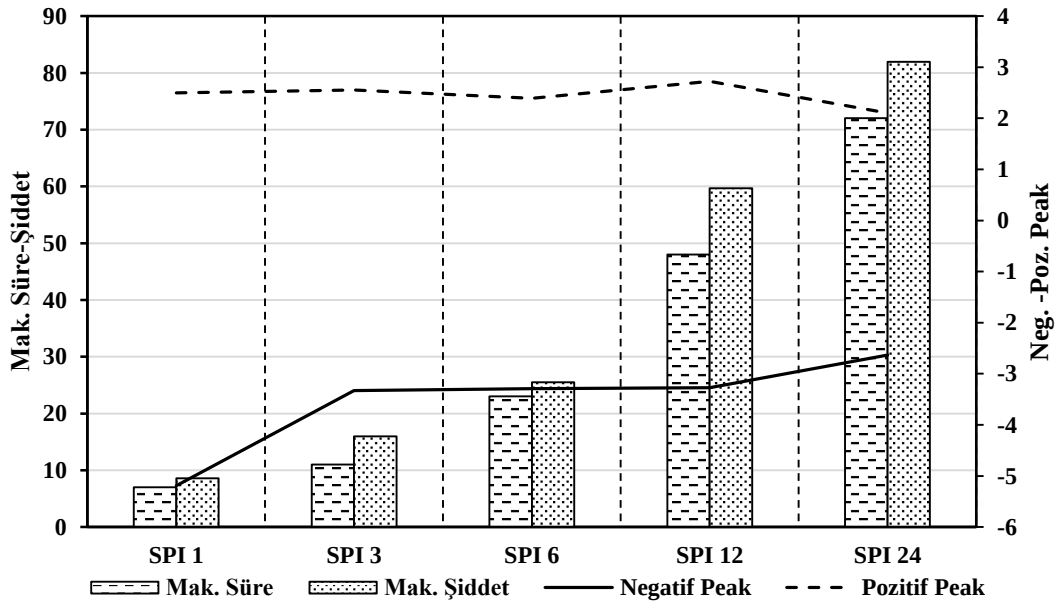
Şekil 4.9.'da, Anamur istasyonunda SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre ve şiddet, negatif peak ve pozitif peak değerler verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için sırasıyla 7, 11, 23, 48, ve 72 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 8.60, 15.98, 25.49, 59.65 ve 81.96 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.10 ile 2.72 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -5.19 ile -2.63 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.7. Anamur istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.8. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Anamur)



Şekil 4.9. Anamur istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

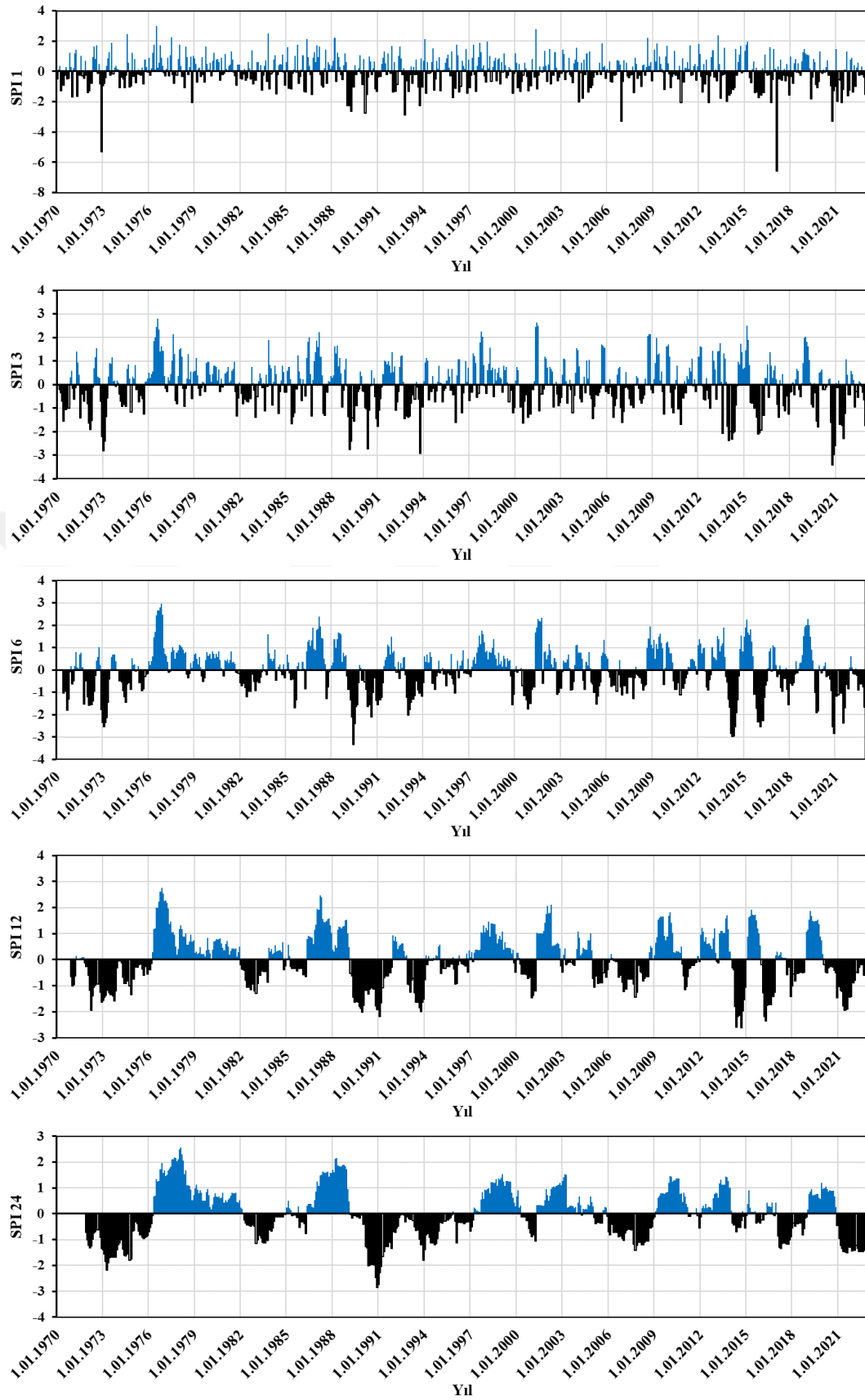
Antakya istasyonu

Şekil 4.10.'da Antakya istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kuraklık indislerinin hesaplandığı zaman ölçekleri kurak ve yağışlı dönemlerin belirlenmesine ve geçiş zamanlarına etki etmektedir. Genel olarak Antakya istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. SPI 1'de en uzun kuraklık 2013 Ekim -2014 Mayıs döneminde ve 8 ay meydana

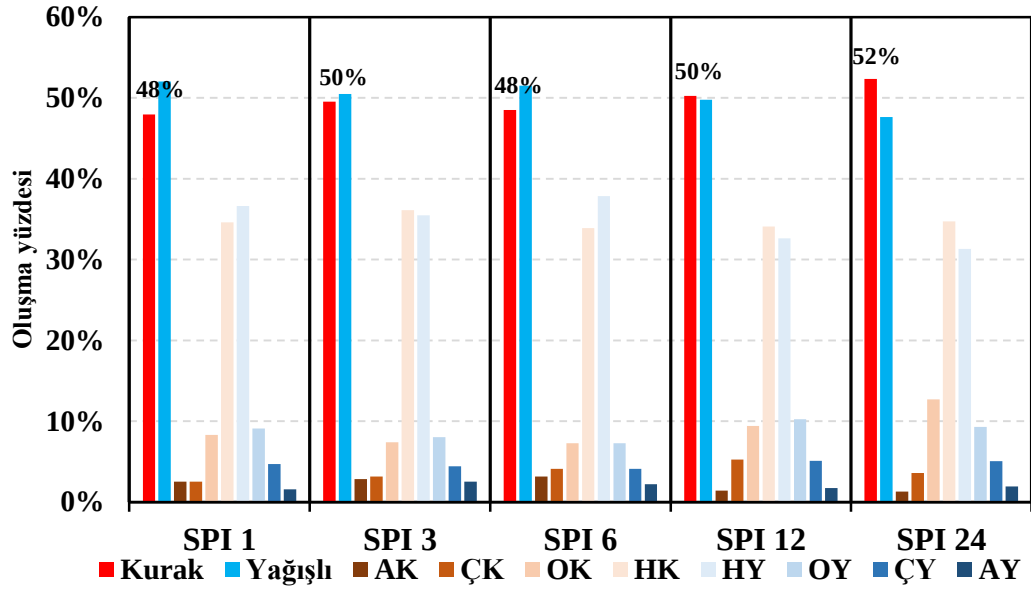
gelmiştir. SPI 3'te en uzun kuraklık 1999 Ağustos-Mart 2001 döneminde ve 12 ay yaşanmıştır. SPI 6'da en uzun kuraklık 21 ay sürmüş ve 1981 Kasım ayında başlayıp 1983 Haziran ayında bitmiştir. SPI 12'de en uzun kurak dönem 1971 Kasım ayında başlamış ve 1975 Ekim ayında bitmiş ve 48 ay sürmüştür. SPI 24'te en uzun kuraklık 1971 Aralık ayında başlamış 1976 Nisan ayında sona ermiş ve bu zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 53 ay sürdüğü belirlenmiştir. Antakya istasyonu için 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 1971-1976 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. 1997 yılından sonra kurak ve yağışlı dönemlerin geçişi daha az sürmektedir.

Antakya istasyonda SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.11.'de verilmiştir. SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24 ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı sırasıyla %48, %50, %48, %50 ve %52 olmuştur. "AK" ve "AY" oluşumu SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24 ölçeklerinde sırasıyla, %3 ve %2, %3 ve %3, %3 ve %2, %1 ve %2, %1 ve %2 olarak hesap edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPI 12'de, OK oluşum yüzdesi en büyük değerine SPI 24'te sahiptir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuş yani diğer bir ifade ile bu kuraklık sınıfları baskın kuraklık sınıflarıdır. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10'dur.

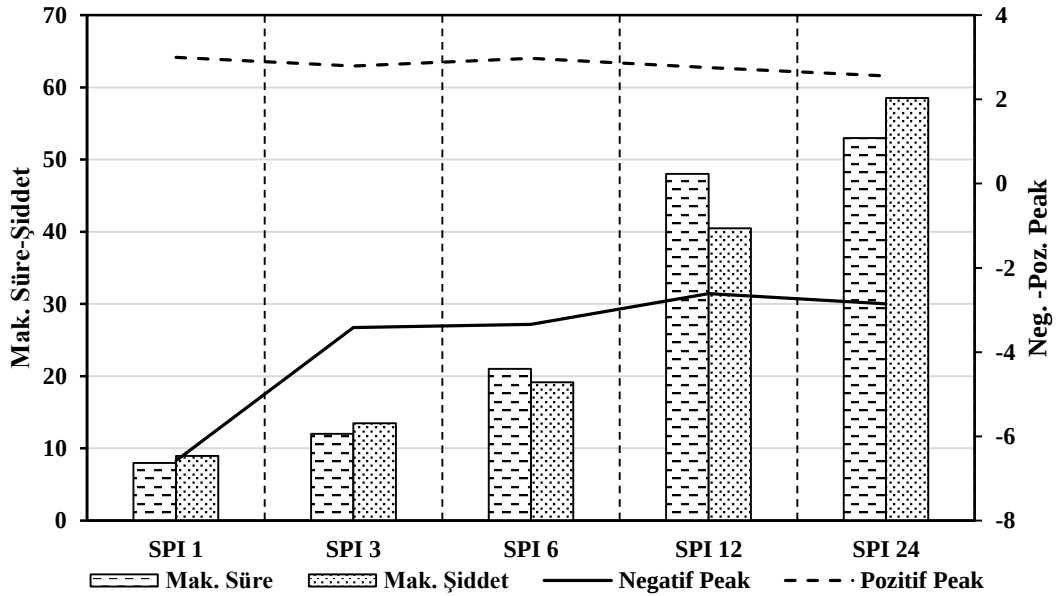
Şekil 4.12.'de SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler görülmektedir. Grafikten anlaşılabacağı üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve süre değerlerinde artışlar meydana gelmektedir. Maksimum kuraklık süresi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için sırasıyla 8, 12, 21, 48, ve 53 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 8.96, 13.46, 19.17, 40.48 ve 58.51 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.56 ile 2.99 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -6.58 ile -2.61 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.10. Antakya istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.11. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Antakya)



Şekil 4.12. Antakya istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

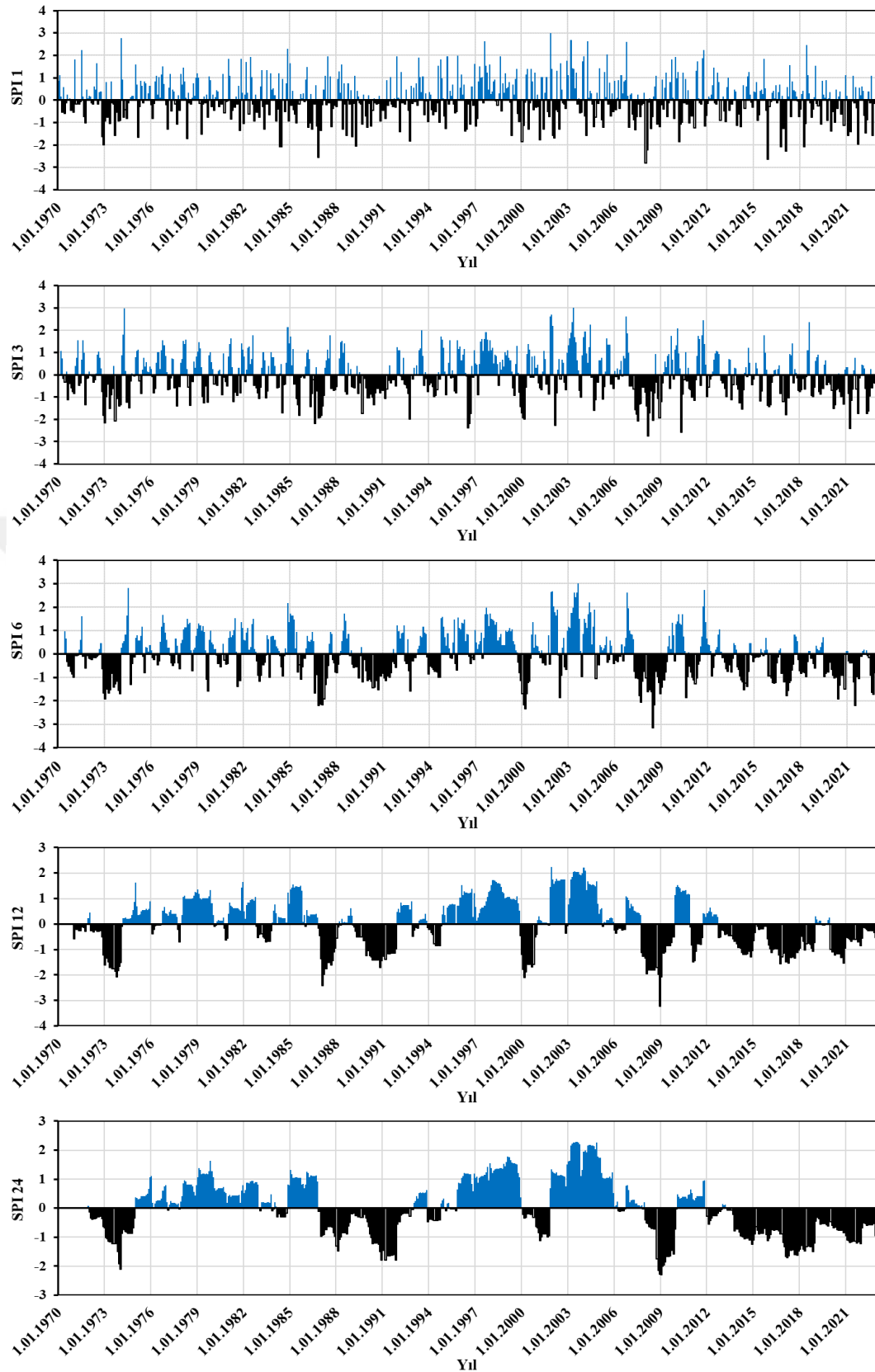
Antalya Havalimanı istasyonu

Şekil 4.13.'te, Antalya Havalimanı istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Antalya Havalimanı istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha uzun yıllarda gerçekleşmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1973 Temmuz -1974 Ocak arasında meydana gelmiş ve 7 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2007 Ocak -2008 Ağustos

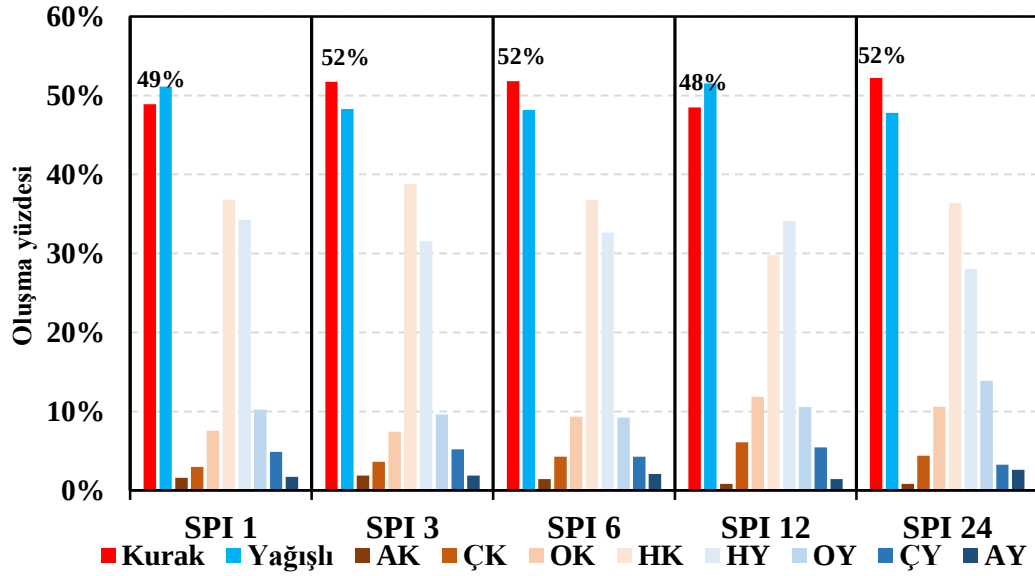
arasında yaşanmış ve 20 ay devam etmiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 2007 Nisan - 2009 Mayıs arasında meydana gelmiş ve 26 ay yaşanmıştır. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 2015 Kasım - 2018 Aralık arasında meydana gelmiş ve 38 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2013 Mayıs - 2022 Aralık arasında yaşanmıştır. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 116 ay sürdüğü belirlenmiştir. Antalya Havalimanı istasyonu için 3 aylık ve 6 aylık zaman ölçeklerinde 2007-2009 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmış, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 2013-2022 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Diğer istasyonlara kıyasla bu istasyonda en uzun kuraklıklar daha yakın geçmişte meydana gelmiştir.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.14.'te verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %49, 3 aylık, 6 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranları %52, 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı ise %48 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPI 1 ve SPI 3'te birbirlerine eşit ve SPI 6, SPI 12, SPI 24'ten oluşan yüzdeden daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi en büyük SPI 24'te elde edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPI 12'de elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10'dur. "AK" oluşum oranı zaman ölçeğinin büyümesiyle azalmaktadır. "OY" oluşum oranı 1 aylık zaman ölçeğinden 6 aylık zaman ölçeğine kadar azalırken, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde tekrardan artmaktadır.

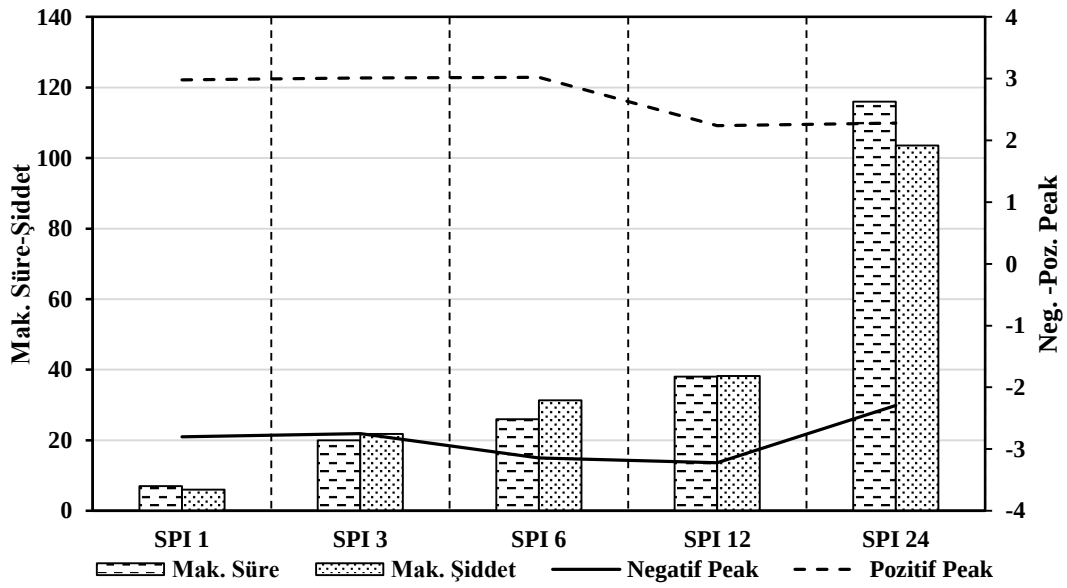
Şekil 4.15.'te SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerleri bulunmaktadır. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmakta zaman ölçeğinin kuraklık karakteristiklerini etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için sırasıyla 7, 20, 26, 38, ve 116 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 6.03, 21.77, 31.30, 38.23 ve 103.58 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.24 ile 3.02 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -3.22 ile -2.30 arasında değişmektedir.



Şekil 4.13. Antalya Havalimanı istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.14. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Antalya Havalimanı)



Şekil 4.15. Antalya Havalimanı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

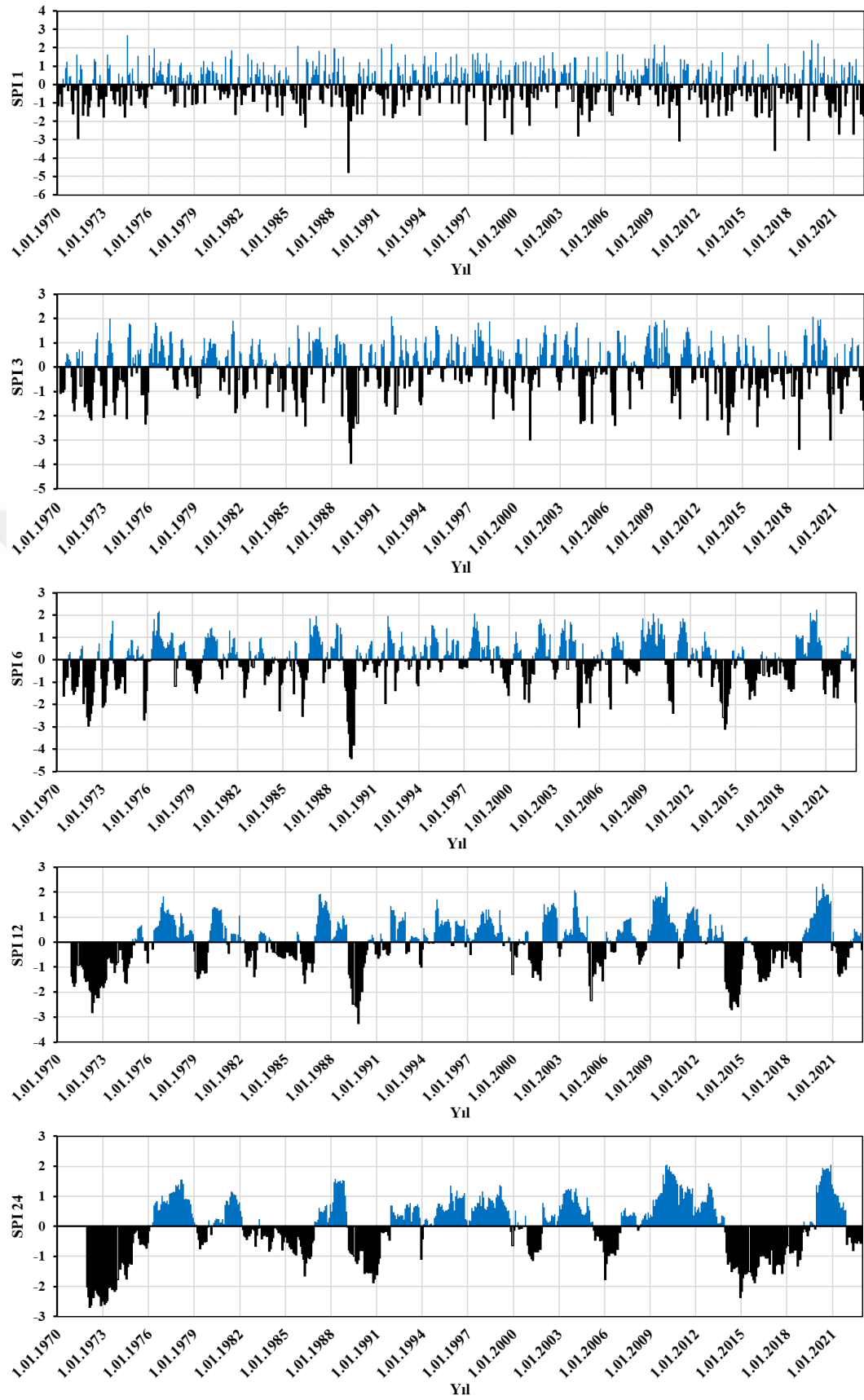
Ceyhan istasyonu

Şekil 4.16.'da Ceyhan istasyonu için SPI yöntemiyle farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri sunulmuştur. Ceyhan istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha uzun yıllarda gerçekleşmiş ve zaman ölçeğinin artması küçük zaman ölçeklerinde ortaya çıkan kurak ve yağışlı dönemlerin kaybolmasına neden olmuştur. Genel olarak Ceyhan istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiş ve baskın

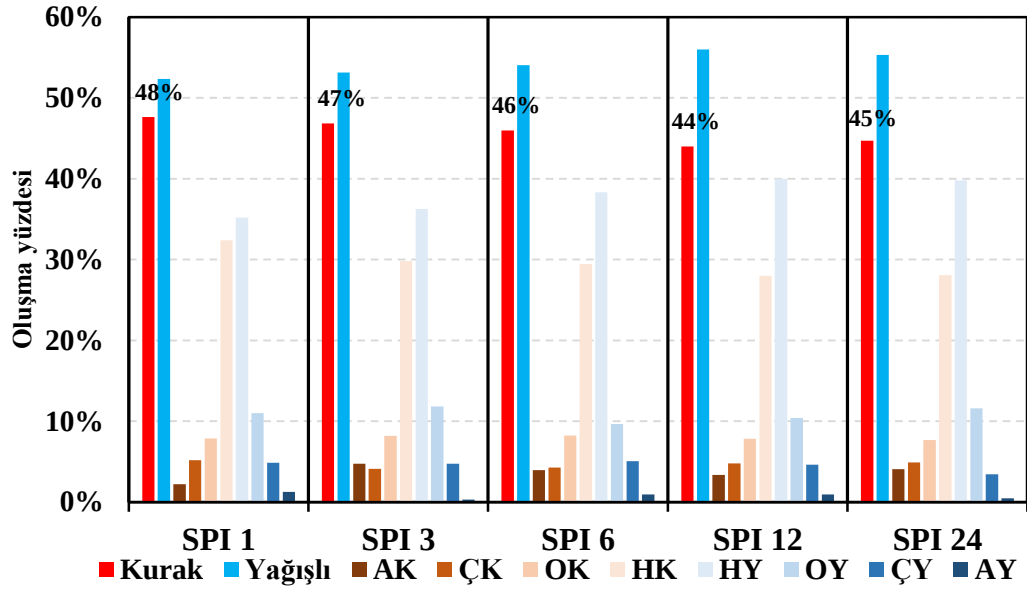
bir durum söz konusu değildir. Ceyhan istasyonunda, 1992-2013 yılları arasında yağışlı dönemlerin daha uzun sürdüğü anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık, SPI 1 için 1988 Aralık ayında başlamış ve 1989 Eylül ayında bitmiş ve 10 ay sürmüştür, SPI 3 için 1973 Eylül ayında başlamış 11 ay sürmüştür ve 1974 Temmuz ayında sona ermiş, SPI 6 için 2020 Ekim ayında başlayıp 15 ay sürmüştür ve 2021 Aralık ayında bitmiş, SPI 12 için 1970 Aralık ayında başlamış ve 1974 Kasım ayında bitmiş ve 48 ay sürmüştür, SPI 24 için 2013 Aralık ayında başlamış 2019 Ocak ayında sona ermiş ve 62 ay sürdüğü belirlenmiştir. Ceyhan istasyonu için 3 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde 1970-1974 yılları arasında, 6 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde ise 2013-2020 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

Ceyhan istasyonu için kurak/yağışlı ve farklı kuraklık sınıflarının oluşum yüzdeleri Şekil 4.17.'de verilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranı %50'den az olmuştur. En az kurak oluşum oranı SPI 12'de %44 olarak, en büyük oluşum oranı ise SPI 1'de %48 olarak belirlenmiştir. "AK" oluşum yüzdesi SPI 1'de %2, SPI 3'te %5, SPI 6 ve SPI 24'te %4, SPI 12'de ise %3 olarak elde edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPI 1, SPI 12 ve SPI 24'te elde edilmiştir. Bu istasyonda tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık sınıflarına göre daha büyük yani bu iki kuraklık sınıfı baskın sınıf olarak belirlenmiştir. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş, "OK" oluşumu oranı %8'dir, "OY" oluşumu ise yaklaşık olarak %11'dir.

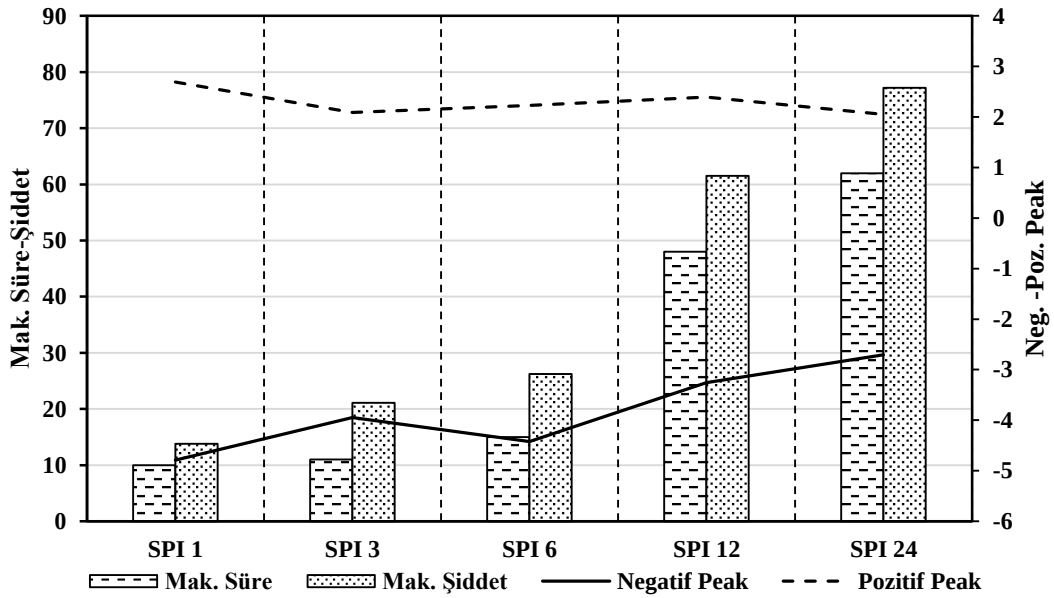
Şekil 4.18.'de, Ceyhan istasyonunda SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerleri verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için sırasıyla 10, 11, 15, 48, ve 62 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 13.78, 21.08, 26.25, 61.50 ve 77.20 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.05 ile 2.69 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -4.72 ile -2.70 arasında değişmektedir. Tüm zaman ölçeklerinden negatif peak değerler "AK" sınıfında, pozitif peak değerler ise "AY" sınıfında oluşmuştur. Kuraklık karakteristikleri üzerinde zaman ölçeğinin etkisinin olduğu açıkça söylenebilir.



Şekil 4.16. Ceyhan istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.17. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Ceyhan)



Şekil 4.18. Ceyhan istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

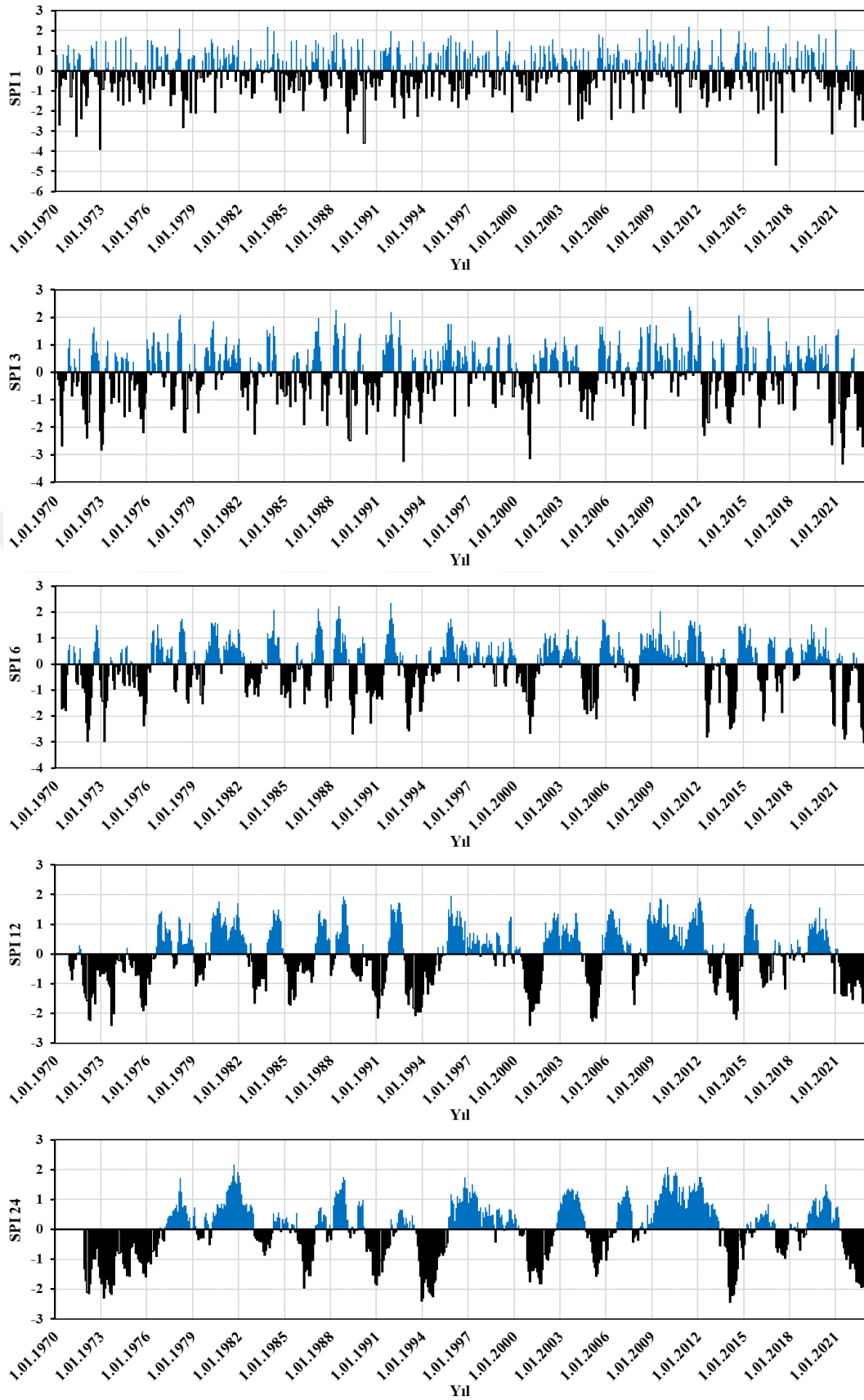
Dörtüol istasyonu

Şekil 4.19.'da Dörtüol istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçiş zaman aralığı zaman ölçeğinin artmasıyla büyümektedir. Genel olarak Dörtüol istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. Dörtüol istasyonu için SPI 1'de en uzun kuraklık 2022 Haziran ayında başlamış ve 2022 Aralık ayında bitmiş ve 7 ay sürmüştür. SPI 3'te uzun kuraklık 1990 Mart ayında başlamış 15 ay sürmüş ve 1991

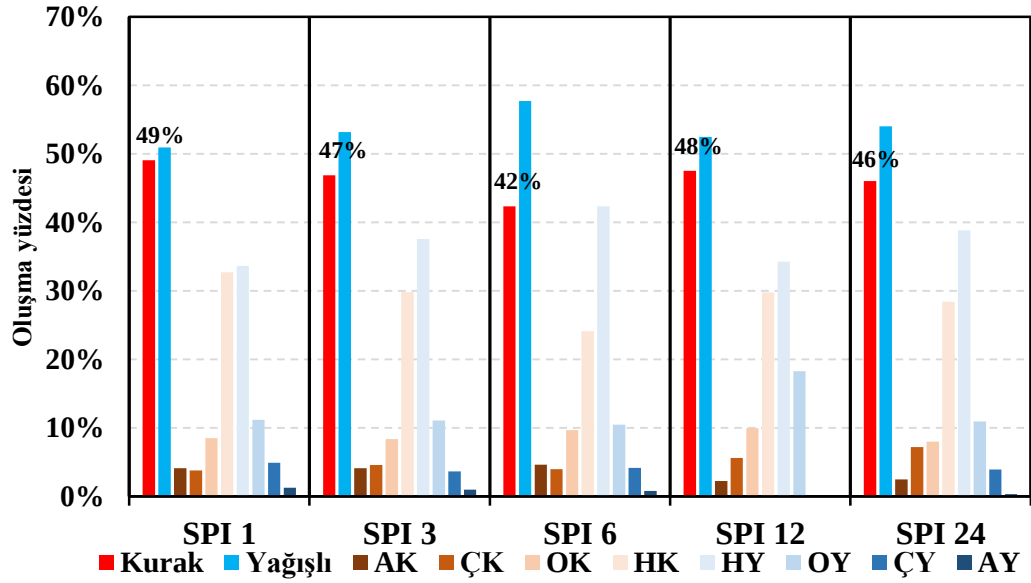
Mayıs ayında sona ermiştir. SPI 6’da en uzun kuraklık 2000 Mart ayında başlayıp 2001 Haziran ayında bitmiş ve 16 ay sürmüştür. SPI 12’de en uzun kurak dönem 1971 Ekim ayında başlamış ve 1974 Temmuz ayında bitmiş ve 34 ay sürmüştür. SPI 24’te en uzun kuraklık 1971 Aralık ayında başlamış 1976 Ekim ayında sona ermiş ve en uzun kuraklığın 59 ay sürdüğü belirlenmiştir. Dörtöl istasyonu için 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 1971-1976 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.20.’de verilmiştir. Kuraklık oluşumu oranı SPI 1 için %49, SPI 3 için %47 , SPI 6 için %42, SPI 12 için %48, SPI 24 için ise %46 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 12’de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi en büyük SPI 6’da elde edilmiştir. “ÇK” oluşum yüzdesi en büyük SPI 24’te elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş, “OK” oluşumu oranı yaklaşık olarak %8’dir, “OY” oluşumu ise yaklaşık olarak %11’dir. “OY” oluşum yüzdesi en büyük SPI 24’te elde edilmiştir.

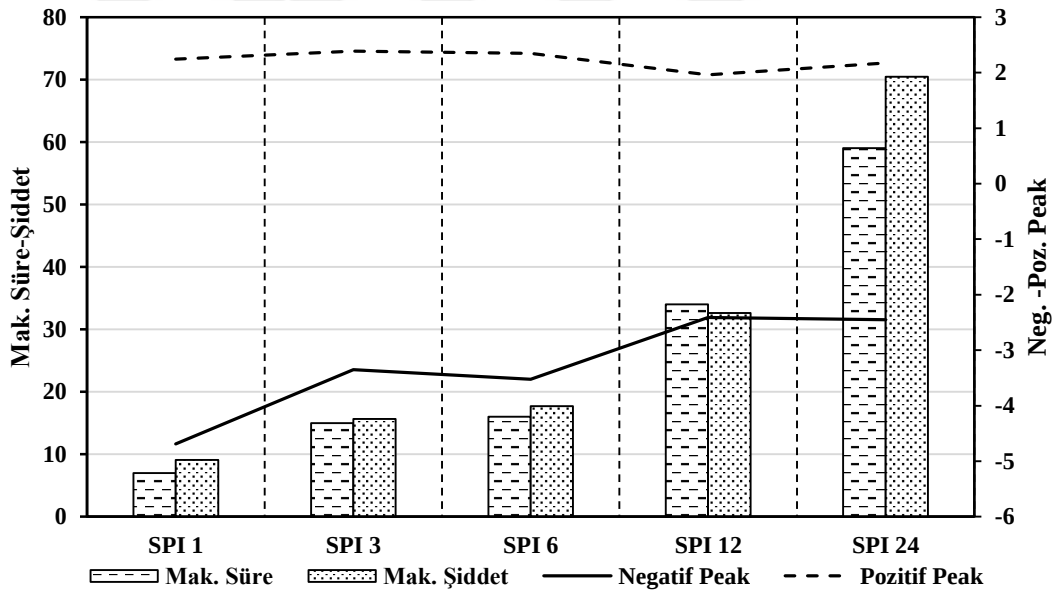
Şekil 4.21.’de SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için sırasıyla 7, 15, 16, 34, ve 59 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.11, 15.68, 17.72, 32.63 ve 70.47 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 1.96 ile 2.39 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -4.69 ile -2.41 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.19. Dörtöyöl istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.20. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Ceyhan)



Şekil 4.21. Dörtöl istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

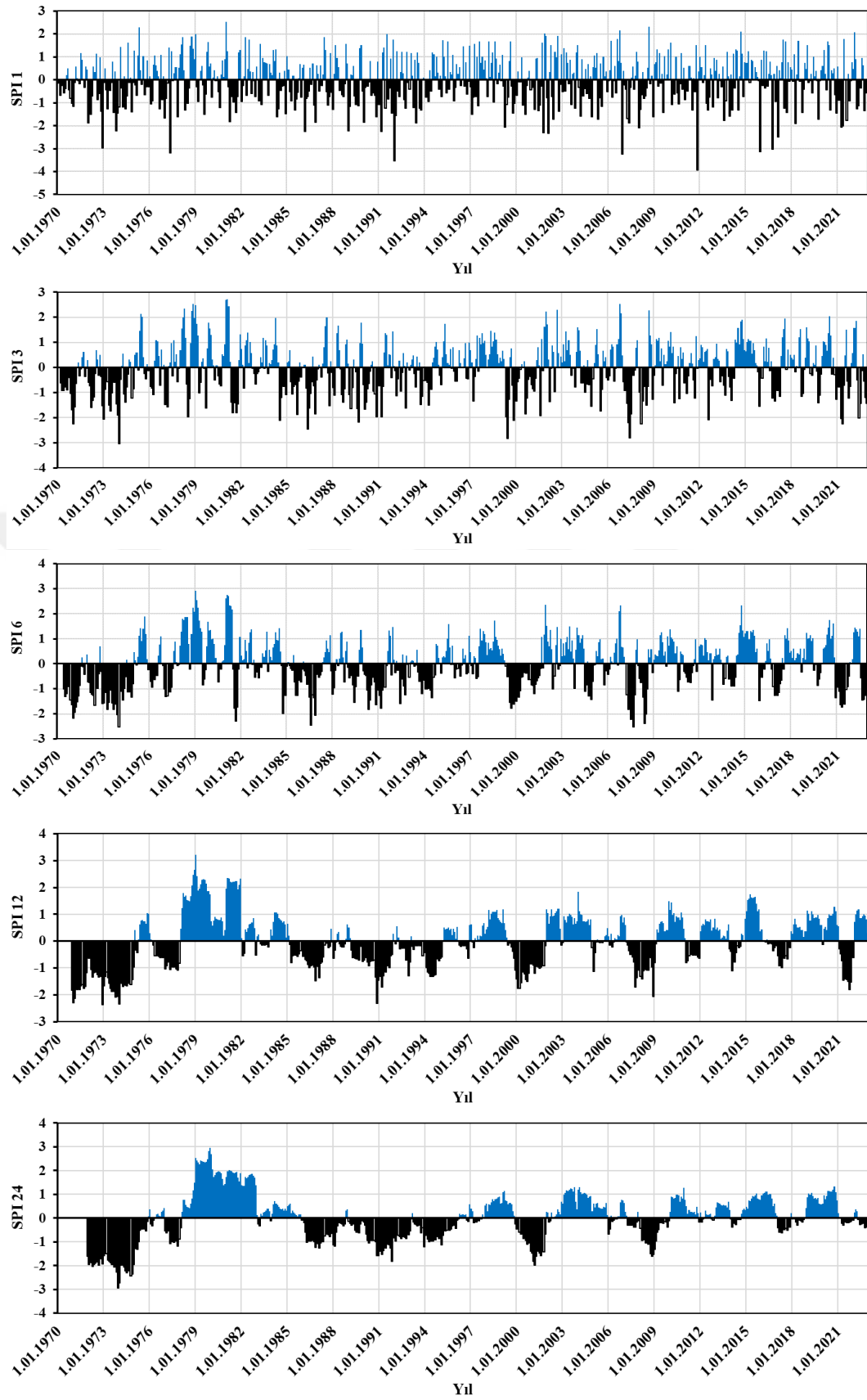
Eğirdir istasyonu

Şekil 4.22.'de Eğirdir istasyonu için SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Eğirdir istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha belirginleşmektedir. Genel olarak Eğirdir istasyonunda kurak dönem ardından yağışlı dönem yaşanmıştır. SPI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1981 Mart ayında başlamış 1981 Ekim ayında bitmiş ve 8 ay sürmüştür. SPI 3 indis değerine göre en uzun kuraklık 1972

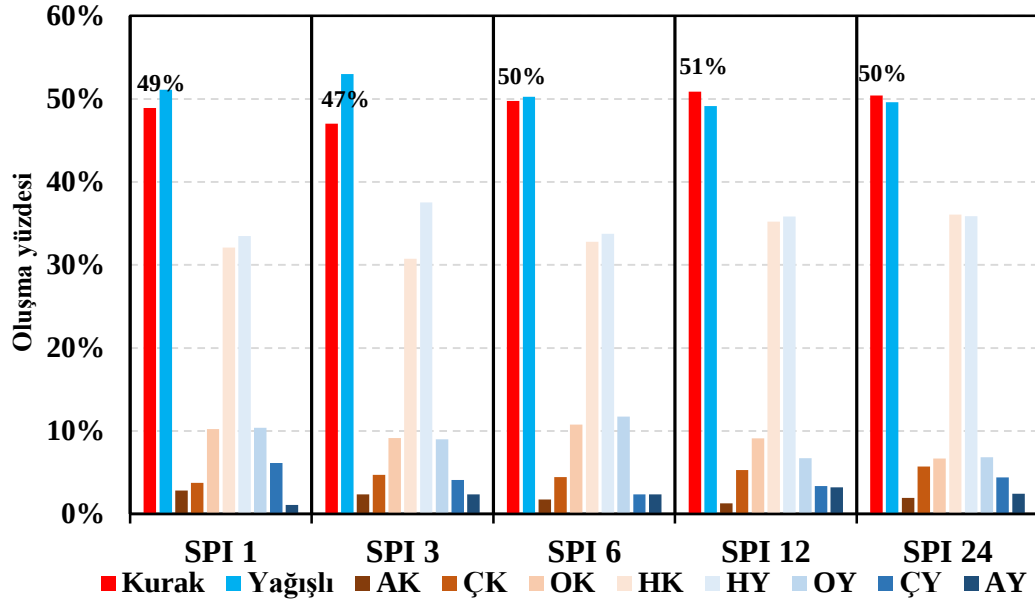
Kasım ayında başlamış 11 ay sürmüş ve 1973 Eylül ayında sona ermiştir. SPI 6 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1999 Mayıs ayında başlayıp 28 ay sürmüş ve 2001 Ağustos ayında bitmiştir. SPI 12 indis değerlerine göre en uzun kurak dönem 1970 Aralık ayında başlamış ve 1974 Aralık ayında bitmiş ve 49 ay sürmüştür. SPI 24 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1989 Ocak ayında başlamış 1993 Şubat ayında sona ermiş ve 50 ay sürmüştür. Eğirdir istasyonu için genel olarak 1970-1977 yılları arasında tüm zaman ölçekleri için en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.23.'te verilmiştir. Kuraklık oluşumu oranı SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24'te sırasıyla %49, %47, %50, %51, %50 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPI 1'de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyük SPI 12'de ise en küçük olarak tespit edilmiştir. "AY" oluşum yüzdesi %3 en büyük SPI 12'de elde edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPI 24'te elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş, "OY" ve "OK" oluşum yüzdesi %11 en büyük SPI 6'da elde edilmiştir.

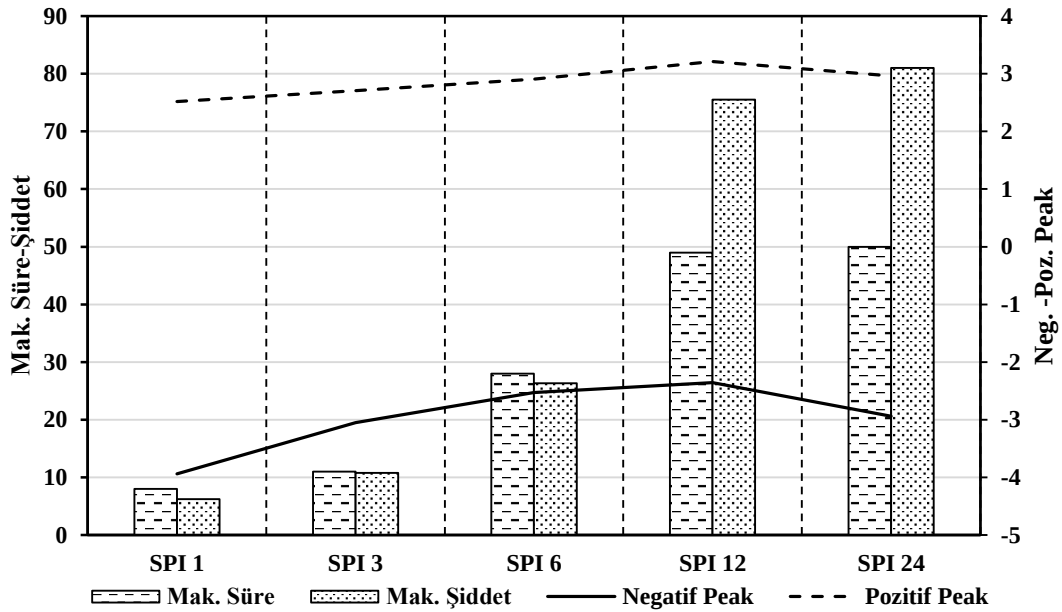
Şekil 4.24.'te SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için sırasıyla 8, 11, 28, 49, ve 50 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 6.26, 10.79, 26.33, 75.48 ve 81 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.52 ile 3.21 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -3.94 ile -2.36 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle artmaktadır.



Şekil 4.22. Eğirdir istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.23. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Eğirdir)



Şekil 4.24. Eğirdir istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

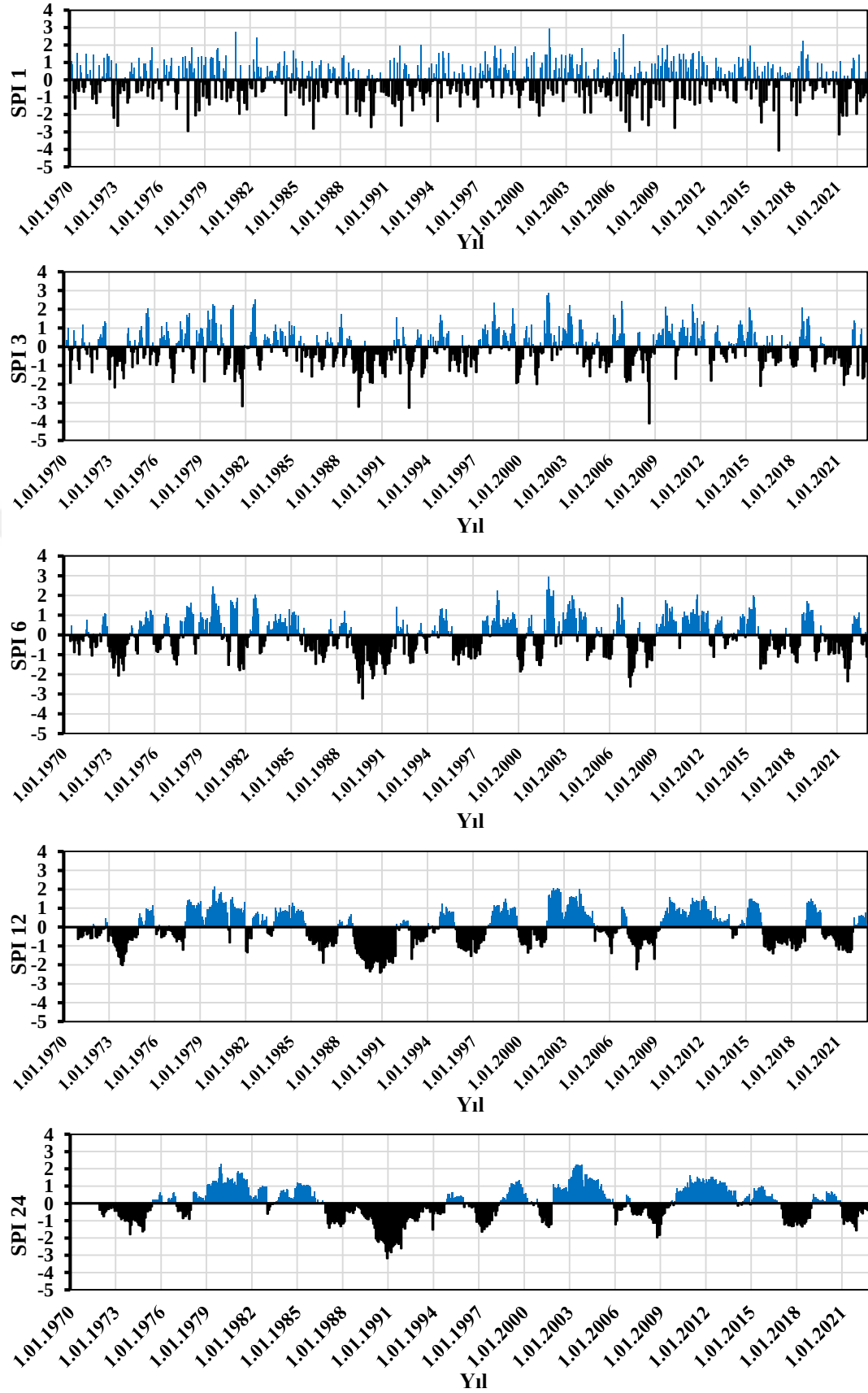
Elmalı istasyonu

Şekil 4.25.'te Elmalı istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Elmalı istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun yıllarda gerçekleşmiştir. Genel olarak Elmalı istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. 1994 öncesi yıllarda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumunun 1994 sonrası yıllara göre daha uzun

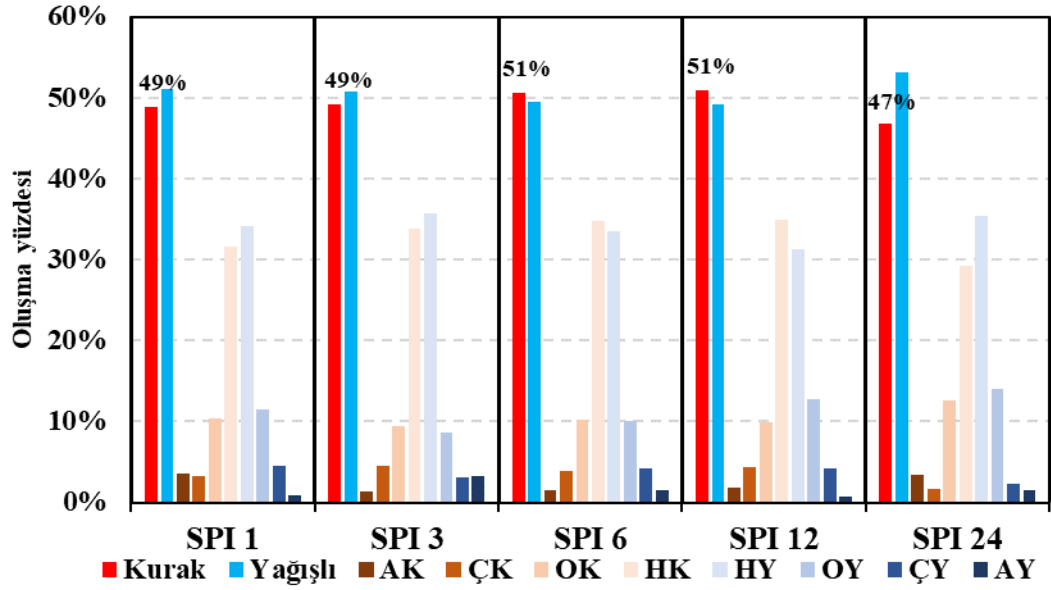
sürdüğü anlaşılmaktadır. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1980 Haziran ayında başlamış ve 1980 Aralık ayında bitmiş ve 7 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1989 Aralık ayında başlamış 22 ay sürmüş ve 1991 Eylül ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 1989 Ocak ayında başlayıp 35 ay sürmüş ve 1991 Kasım ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1989 Şubat ayında başlamış ve 1991 Kasım ayında bitmiş ve 34 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1986 Kasım ayında başlamış 1994 Ekim ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 96 ay sürdüğü belirlenmiştir. Elmalı istasyonu için genel olarak 1980-1990 yılları arasında tüm zaman ölçekleri için en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.26.'da verilmiştir. 1 ve 3 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %49, 6 ve 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı ise %51, 24 aylık zaman ölçeğinde ise kuraklık oluşum oranı %47 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPI 1 ve SPI 24'te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi en büyük SPI 3'te elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10'dur.

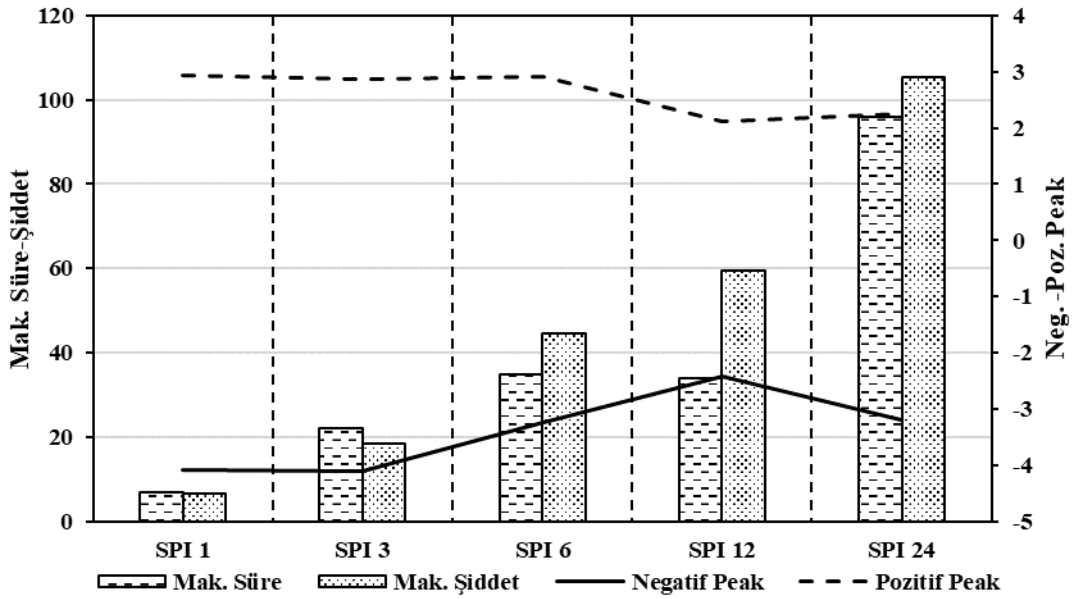
Şekil 4.27.'de SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet artmaktadır ve SPI 12 hariç maksimum süre de benzer şekilde artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 7, 22, 35, 34, ve 96 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 6.53, 18.46, 44.71, 59.59 ve 105.25 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.12 ile 2.94 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -4.11 ile -2.42 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.25. Elmalı istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.26. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Elmalı)



Şekil 4.27. Elmalı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

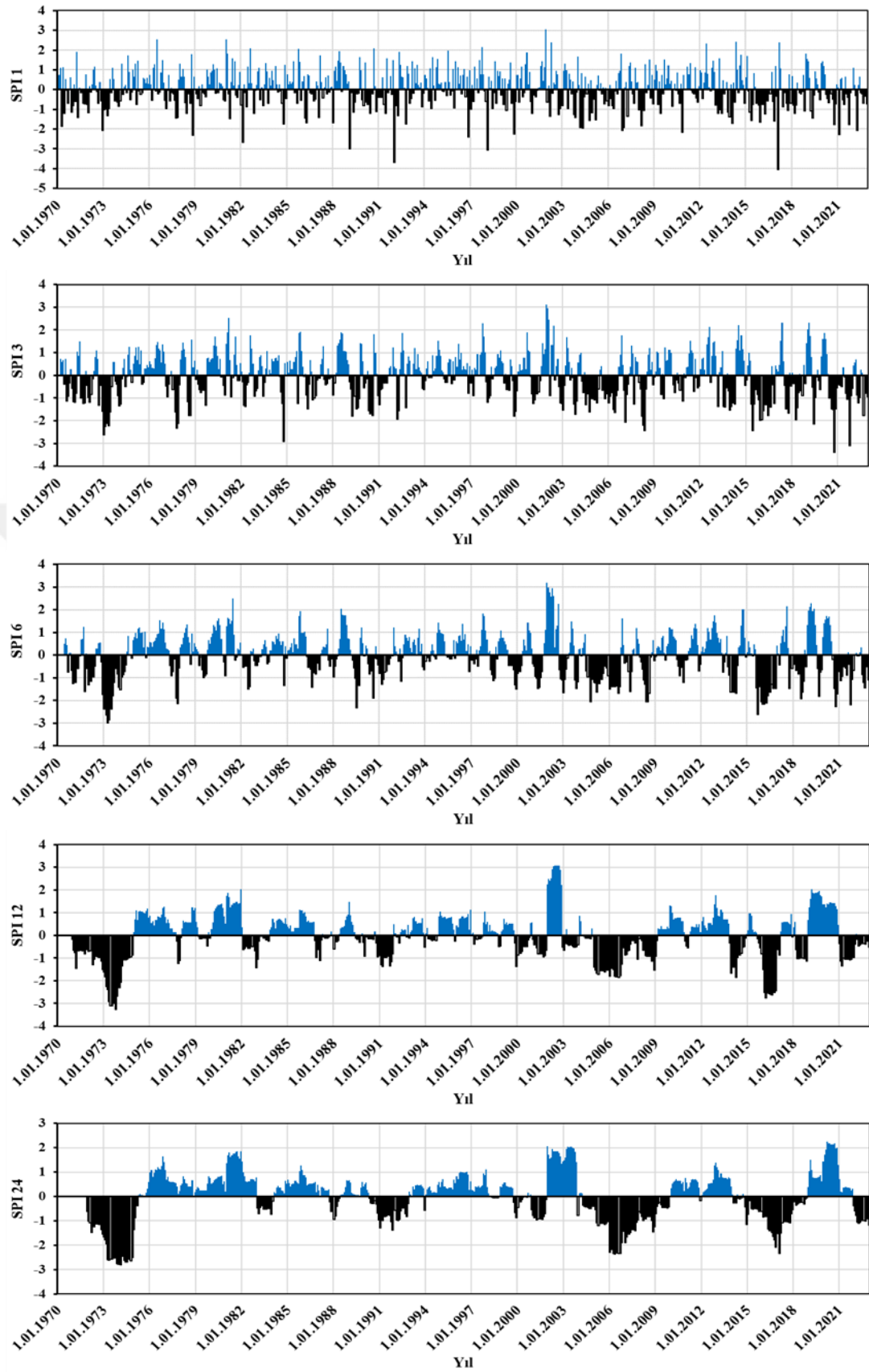
Erdemli istasyonu

Şekil 4.28.'de Erdemli istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerin geçiş zamanları SPI 1'den SPI 24'e artmaktadır. Kurak ve yağışlı dönemlerin zaman ölçeğinin büyümesiyle daha belirginleştiği anlaşılmaktadır. Erdemli istasyonu için 1975-1990 yılları arasında yağışlı dönemlerin daha uzun sürdüğü anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık SPI 1'de 1989 Şubat ayında

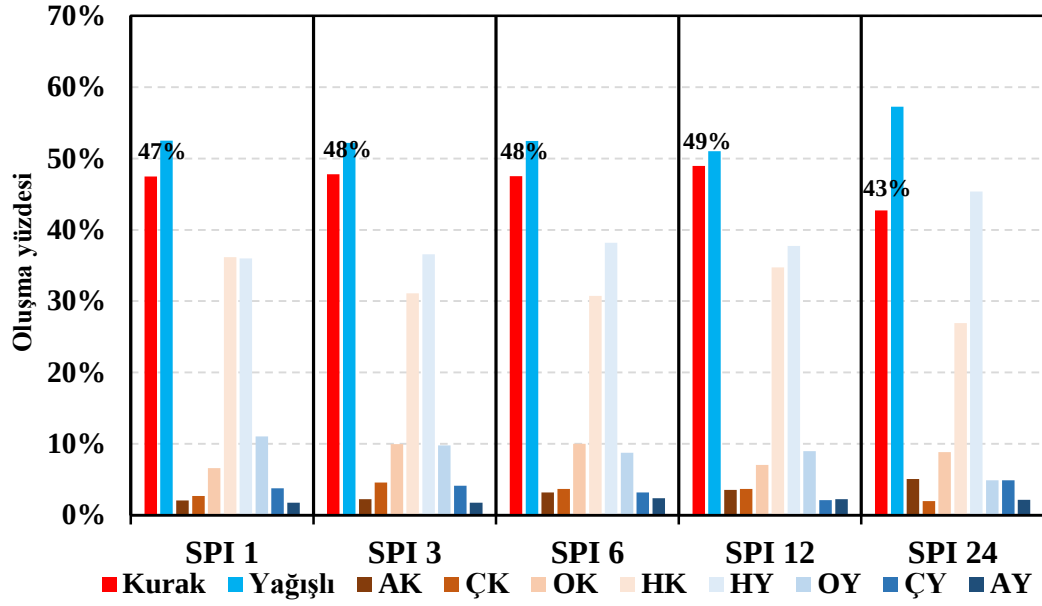
başlamış ve 1989 Eylül ayında bitmiş ve 8 ay sürmüştür. SPI 3'te uzun kuraklık 2015 Mayıs ayında başlamış 16 ay sürmüş ve 2016 Ağustos ayında sona ermiştir. SPI 6'te en uzun kuraklık 2004 Temmuz ayında başlayıp 27 ay sürmüş ve 2006 Eylül ayında bitmiştir. SPI 12'de en uzun kurak dönem 2004 Aralık ayında başlamış ve 2009 Şubat ayında bitmiş ve 51 ay sürmüştür. SPI 24'te en uzun kuraklık 2004 Nisan ayında başlamış 2009 Kasım ayında sona ermiş ve 68 ay sürdüğü belirlenmiştir. Erdemli istasyonu için 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 2004-2009 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Tüm zaman ölçeklerinde son yıllarda kurak ve yağışlı dönemlerin geçişlerinin daha kısa zaman dilimlerinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.29.'da verilmiştir. SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için kuraklık oluşum oranları sırasıyla %47, %48, %48, %49 ve %43 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPI 24'te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24'te birbirine eşit ve %2 olduğu elde edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPI 3'te elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş, SPI 24'te "OY", "AK" ve "ÇY" de oluşum oranları eşit olmuştur. Tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde dikkate alınan 1, 3, ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oranının %50'den düşük olması bu faaliyetlerin sürdürülmesinde sıkıntı olmayacağına olanak tanırken, SPI 24'te aşırı kurak oluşum sınıfının oluşum oranı dikkat çekmektedir.

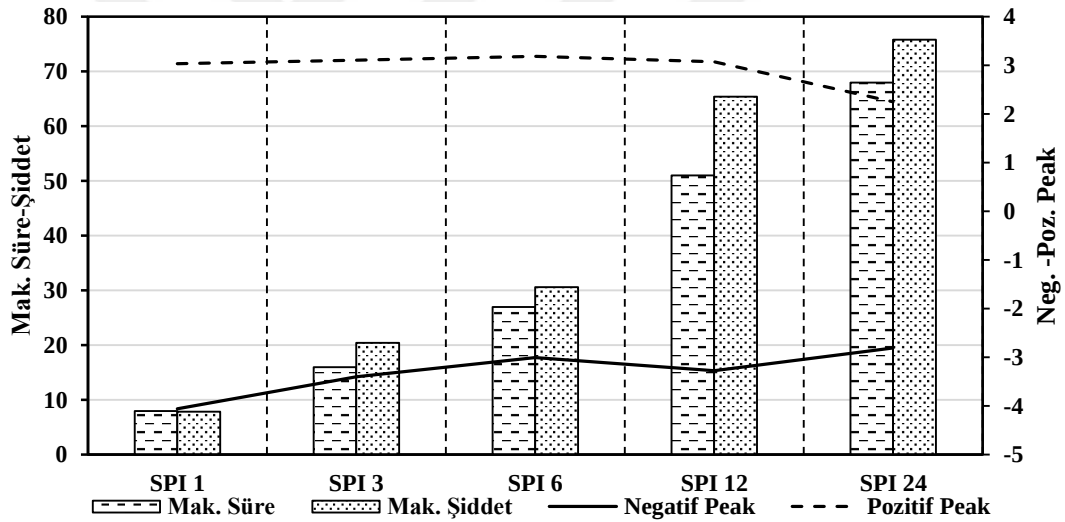
Şekil 4.30.'da SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için sırasıyla 8, 16, 27, 51, ve 68 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 7.85, 20.46, 30.62, 65.39 ve 75.81 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.25 ile 3.18 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -4.06 ile -2.81 arasında değişmektedir. Negatif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle artmakta pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle önce artmakta sonra azalmaktadır.



Şekil 4.28. Erdemli istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.29. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Erdemli)



Şekil 4.30. Erdemli istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

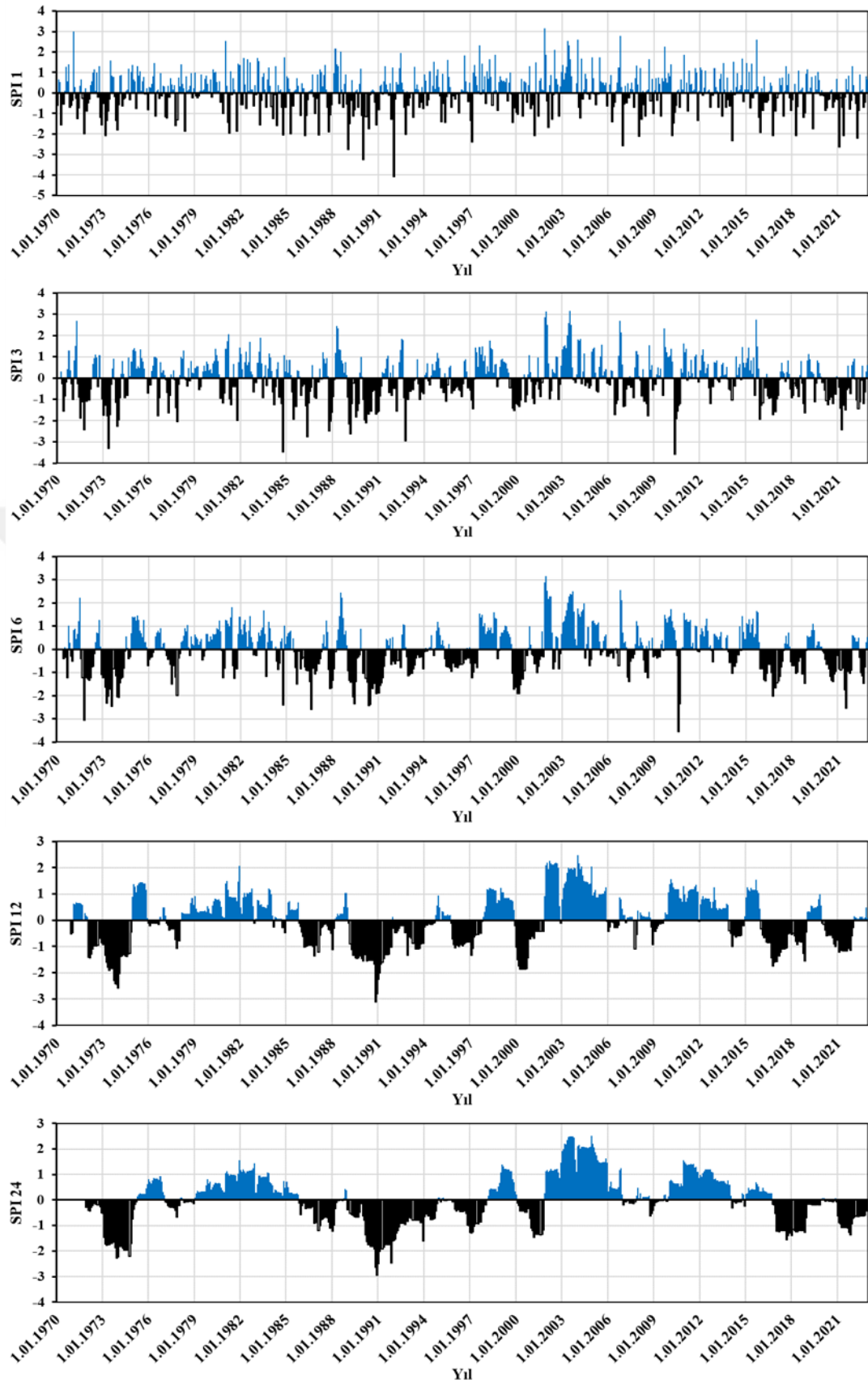
Finike istasyonu

Şekil 4.31.'de Finike istasyonu istasyonu için SPI yöntemiyle farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri sunulmuştur. Finike istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha uzun yıllarda gerçekleşmiş ve zaman ölçeğinin artması küçük zaman ölçeklerinde ortaya çıkan kurak ve yağışlı dönemlerin kaybolmasına neden olmuştur. Genel olarak Finike istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiş ve baskın bir durum söz konusu değildir. Finike istasyonunda, 2002-2016

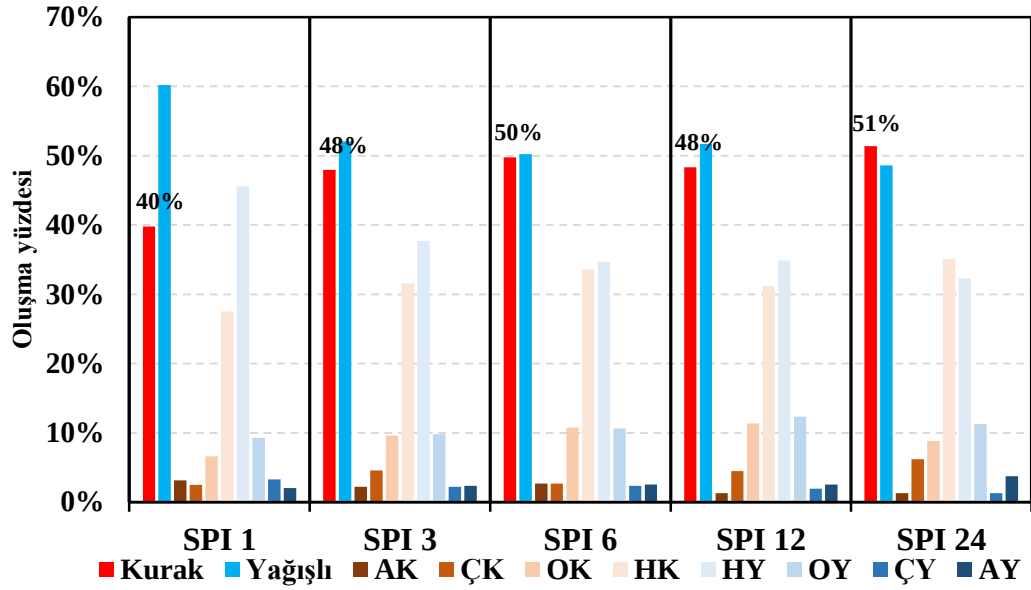
yılları arasında yağışlı dönemlerin daha uzun sürdüğü anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık, SPI 1 için 1972 Kasım ayında başlamış ve 1973 Haziran ayında bitmiş ve 8 ay sürmüştür. SPI 3 için en uzun kuraklık 1990 Ocak ayında başlamış 15 ay sürmüş ve 1991 Mart ayında sona ermiştir. SPI 6 için en uzun kuraklık 2020 Ocak ayında başlayıp 23 ay sürmüş ve 2021 Kasım ayında bitmiştir. SPI 12 için en uzun kurak dönem 2016 Ocak ayında başlamış ve 2018 Aralık ayında bitmiş ve 36 ay sürmüştür. SPI 24 için en uzun kuraklık 1989 Ocak ayında başlamış 1994 Kasım ayında sona ermiş ve 71 ay sürdüğü belirlenmiştir. Finike istasyonu için 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 1989-1998 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.32.'de verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %40, 3 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %48, 6 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı %50, 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %48, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı ise %51 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 1 ve SPI 6’da birbirlerine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi %4 olarak en büyük SPI 24’te elde edilmiştir. “ÇK” oluşum yüzdesi en büyük SPI 24’te elde edilmiştir. Bu istasyonda tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık sınıflarına göre daha büyük yani bu iki kuraklık sınıfı baskın sınıf olarak belirlenmiştir. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş, SPI 1, SPI 12 ve SPI 24’te “OY” oluşum yüzdesi, “OK” oluşum yüzdesinden büyük olduğu elde edilmiştir.

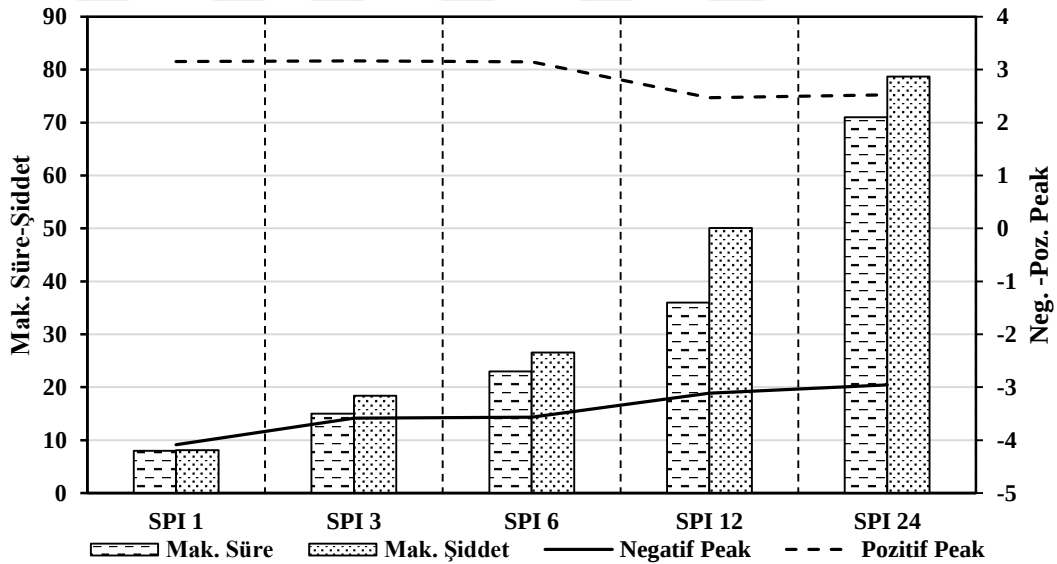
Şekil 4.33.’te SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 15, 23, 36, ve 71 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 8.10, 18.39, 26.52, 50.08 ve 78.71 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.47 ile 3.17 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -4.08 ile -2.95 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.31. Finike istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.32. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Finike)



Şekil 4.33. Finike istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

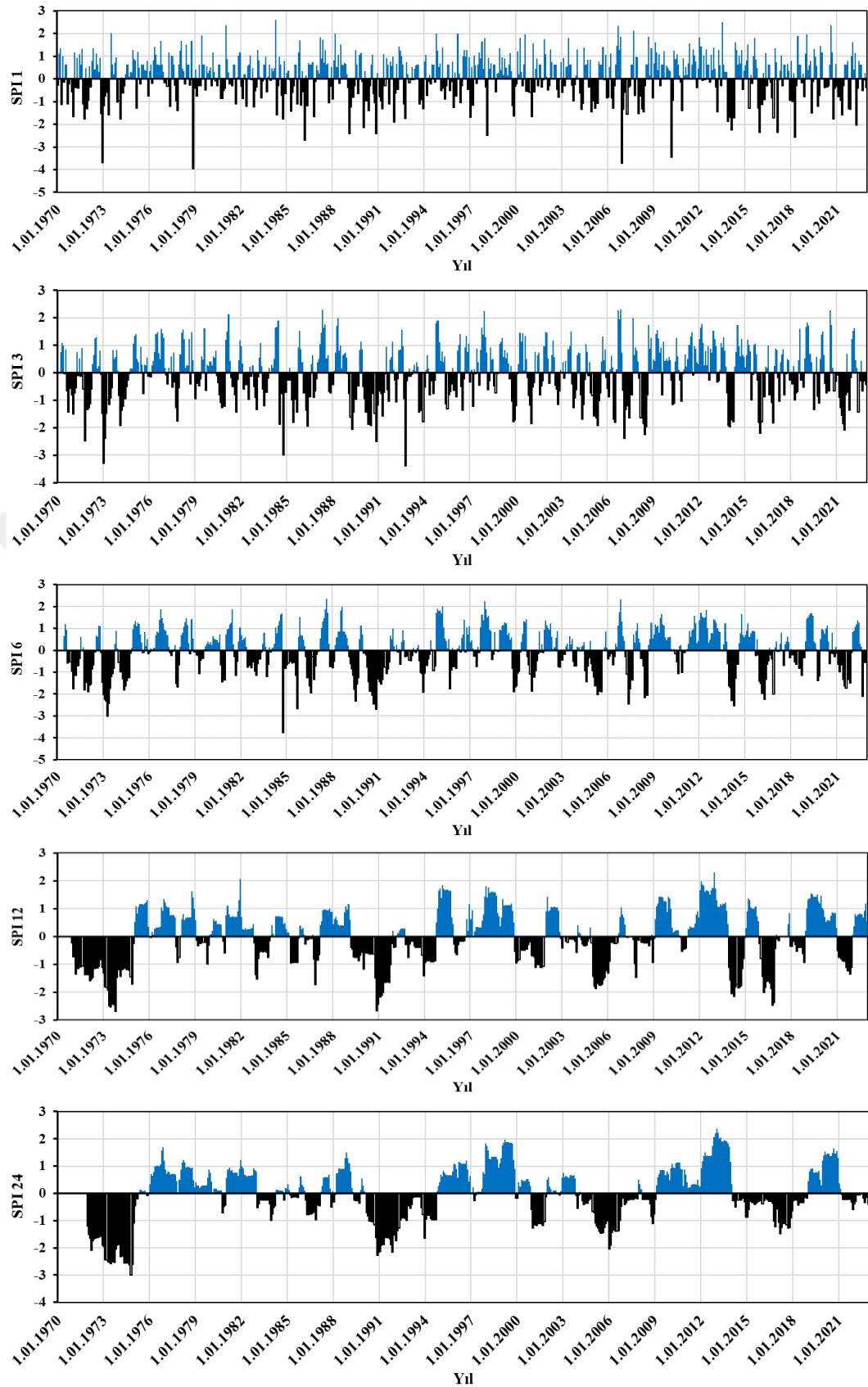
Gazipaşa istasyonu

Şekil 4.34.'te Gazipaşa istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Gazipaşa istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun sürdüğü görülmektedir. Genel olarak, Gazipaşa istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini peşi sıra takip etmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1972 Kasım ayında başlamış ve 1973 Mayıs ayında bitmiş ve 7 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1990 Ocak

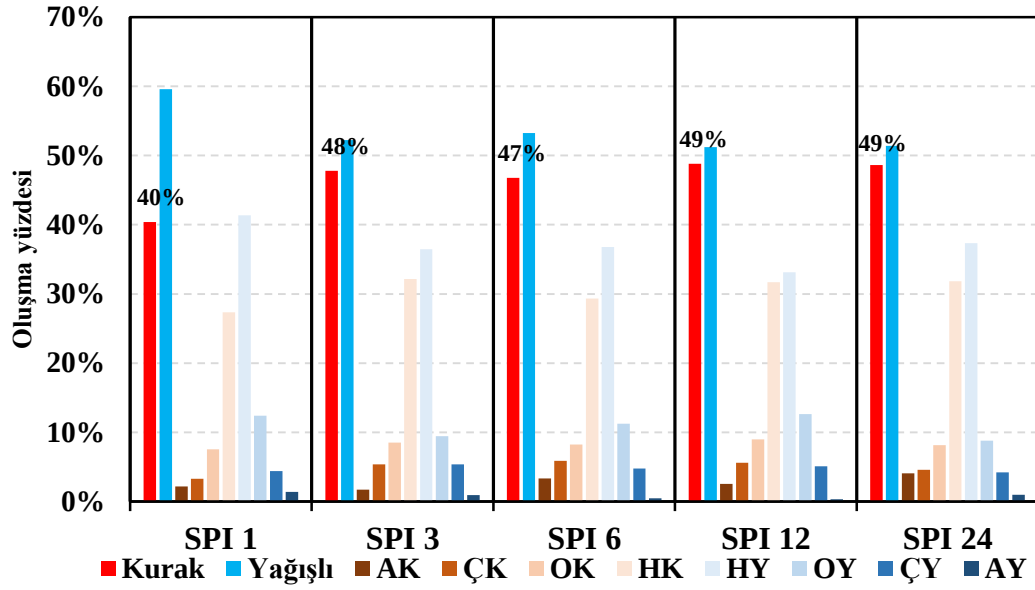
ayında başlamış 18 ay sürmüş ve 1991 Haziran ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 1990 Ocak ayında başlayıp 21 ay sürmüş ve 1991 Eylül ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1970 Aralık ayında başlamış ve 1974 Aralık ayında bitmiş ve 49 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2014 Şubat ayında başlamış 2018 Aralık ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 59 ay sürdüğü belirlenmiştir. Gazipaşa istasyonu için genel olarak 1989-1994 yılları arasında 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçekleri için en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Zaman ölçeğinin artmasına paralel olarak genellikle en küçük negatif indis değerinin değeri daha küçük olmaktadır. Zaman ölçeğinin büyümesiyle en uzun kurak dönemlerin daha uzun yaşandığı anlaşılmaktadır.

Gazipaşa istasyonu için kurak/yağışlı ve farklı kuraklık sınıflarının oluşum yüzdeleri Şekil 4.35.'te verilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranı %50'den az olmuştur. En az kurak oluşum oranı SPI 1'de %40 olarak, en büyük oluşum oranı ise SPI 12 ve SPI 24'te %49 olarak belirlenmiştir. "AK" oluşum yüzdesi SPI 24'te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPI 1, SPI 3, SPI 24'te oluşum yüzdelerinin birbirlerine eşit oldukları ve SPI 6 ile SPI 12 oluşum yüzdelerinden büyük oldukları elde edilmiştir. En büyük "ÇK" oluşum yüzdesi birbirine eşit olan SPI 6 ve SPI 12 zaman ölçeğinde elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş, tüm zaman ölçeklerinde "OY" oluşum yüzdesi, "OK" oluşum yüzdesinden büyük olduğu elde edilmiştir.

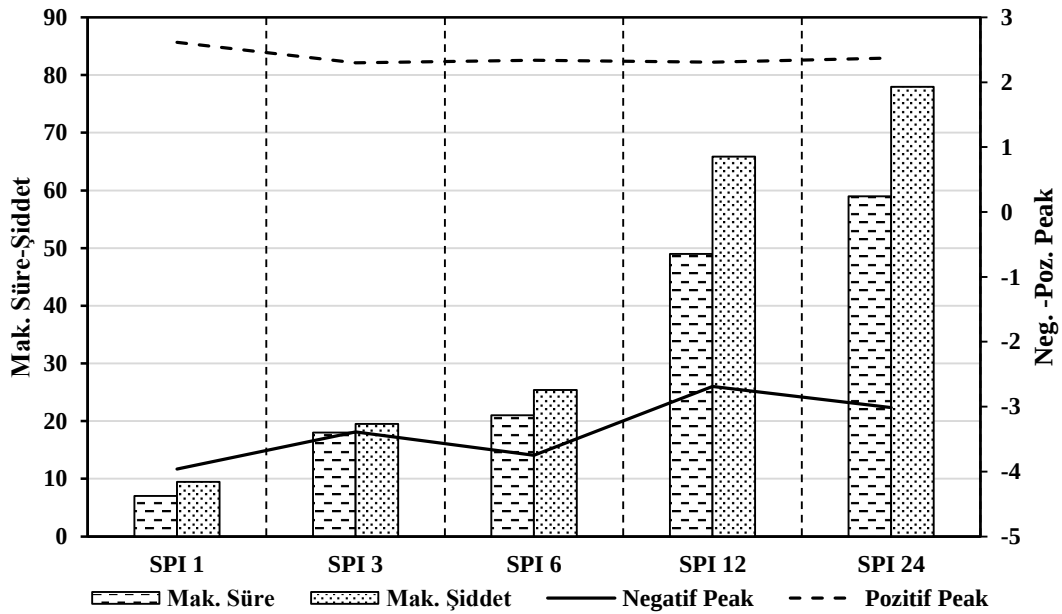
Şekil 4.36.'da SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 7, 18, 21, 49, ve 59 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.47, 19.54, 25.39, 65.86 ve 77.94 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.30 ile 2.61 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -3.96 ile -2.69 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.34. Gazipaşa istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.35. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Gazipaşa)



Şekil 4.36. Gazipaşa istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

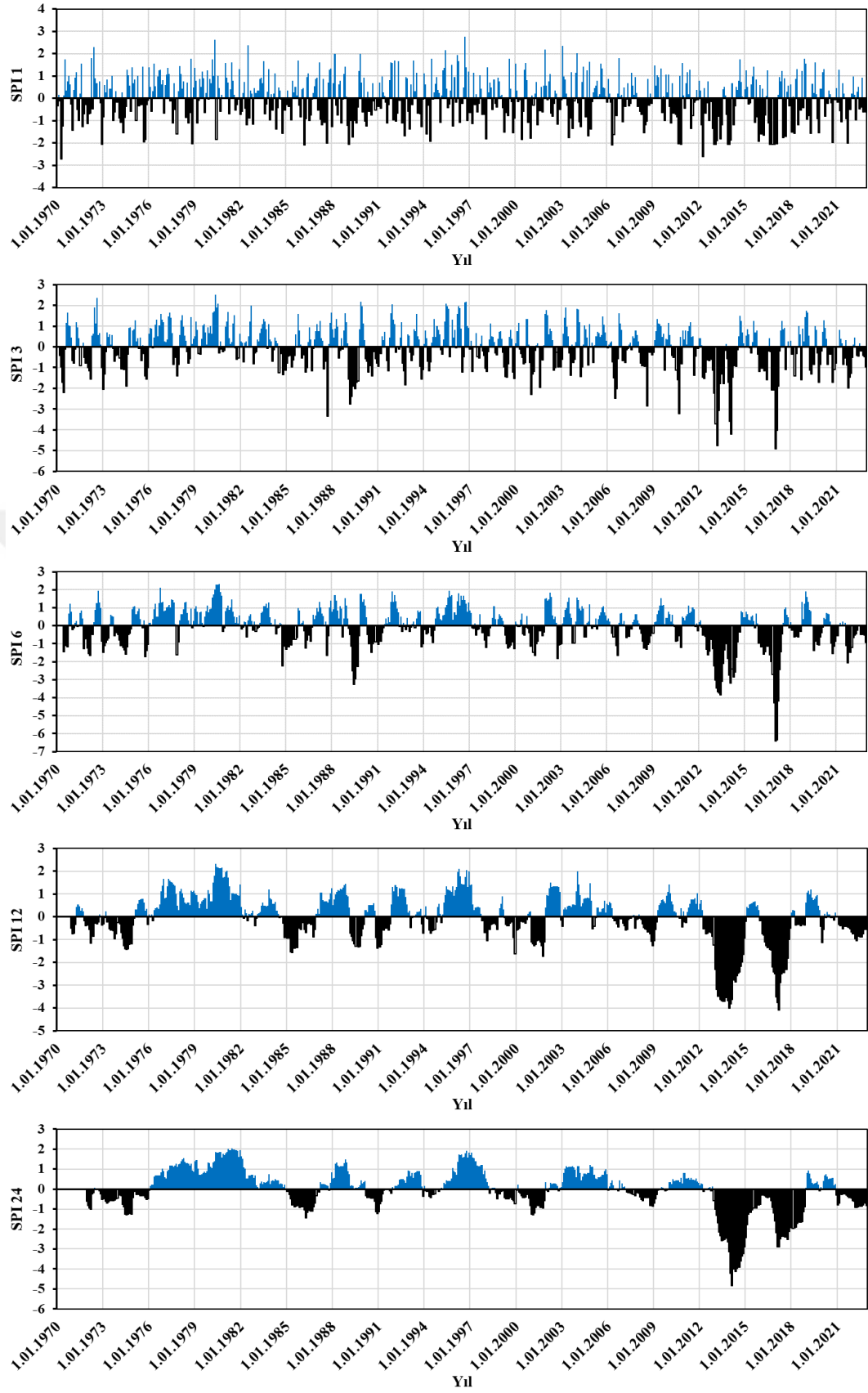
Göksun istasyonu

Şekil 4.37.'de Göksun istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kuraklık indislerinin hesaplandığı zaman ölçekleri kurak ve yağışlı dönemlerin belirlenmesine ve geçiş zamanlarına etki etmektedir. Genel olarak Göksun istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. SPI 1'de en uzun kuraklık 2012 Eylül ayında başlamış ve 2013 Temmuz ayında bitmiş ve 11 ay

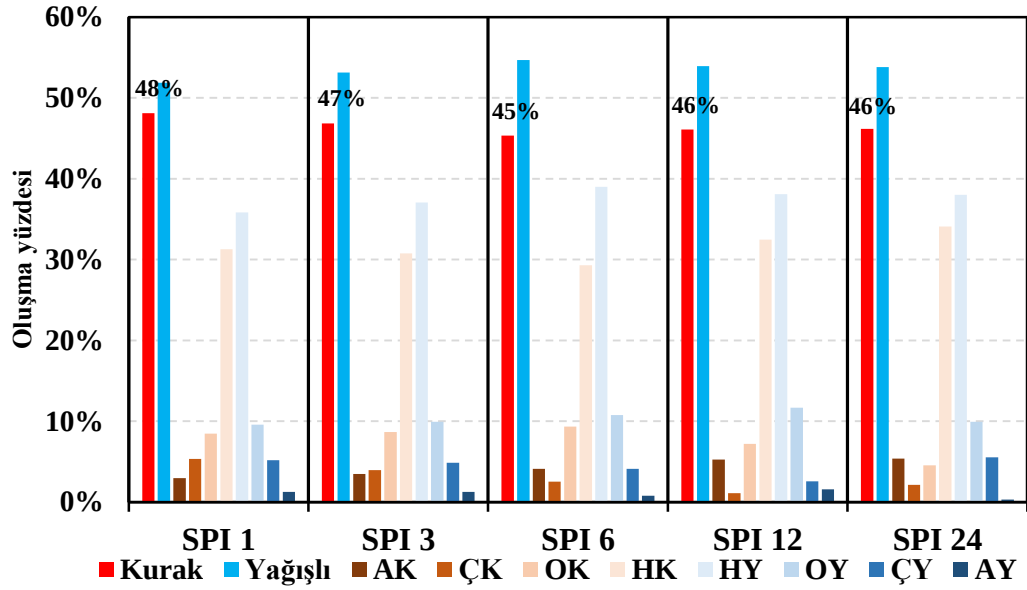
sürmüştür. SPI 3'te en uzun kuraklık 2012 Nisan ayında başlamış 18 ay sürmüş ve 2013 Eylül ayında sona ermiştir. SPI 6'da en uzun kuraklık 2012 Ocak ayında başlayıp 31 ay sürmüş ve 2014 Eylül ayında bitmiştir. SPI 12'de en uzun kurak dönem 2012 Nisan ayında başlamış ve 2015 Ocak ayında bitmiş ve 34 ay sürmüştür. SPI 24'te en uzun kuraklık 2012 Aralık ayında başlamış 2018 Kasım ayında sona ermiş ve 72 ay sürdüğü belirlenmiştir. Göksun istasyonu için genel olarak 2012-2013 yılları arasında tüm zaman ölçekleri için en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.38.'de verilmiştir. SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24 ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı sırasıyla %48, %47, %45, %46 ve %46 olmuştur. "AK" ve "AY" oluşumu SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24 ölçeklerinde sırasıyla, %3 ve %1, %3 ve %1, %4 ve %1, %5 ve %2, %5 ve %0 olarak hesap edilmiştir. "AK" oluşum yüzdesi SPI 12 ve SPI 24'te birbirine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPI 12'de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "ÇK" oluşum yüzdesi SPI 1'de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü tüm zaman ölçeklerinde "OY" oluşum oranı izlemiş SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 zaman ölçeklerinde ise "OK" oluşum oranı izlemiştir.

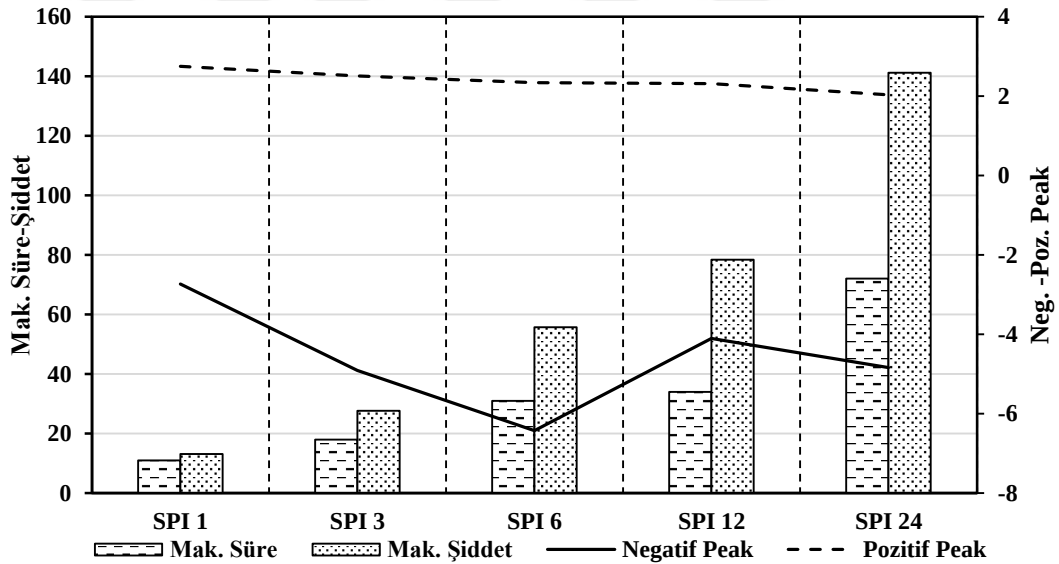
Şekil 4.39.'da SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 11, 18, 31, 34, ve 72 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 13.16, 27.58, 55.71, 78.38 ve 141.17 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.03 ile 2.75 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -6.43 ile -2.73 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle azalmaktadır.



Şekil 4.37. Göksun istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.38. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Göksun)



Şekil 4.39. Göksun istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

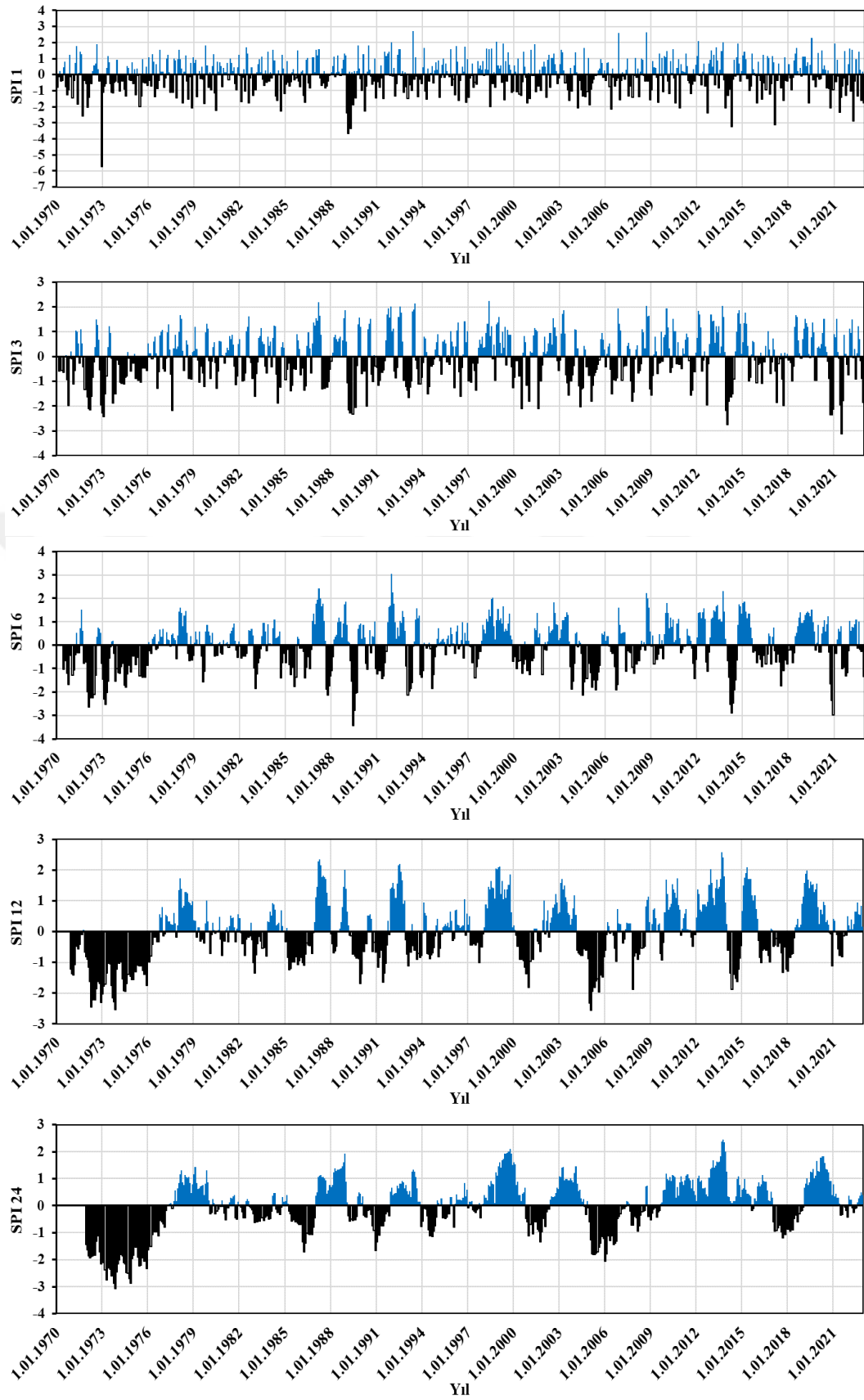
İskenderun istasyonu

Şekil 4.40.'ta İskenderun istasyonu için SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. İskenderun istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha belirginleşmektedir. Genel olarak İskenderun istasyonunda kurak dönem ardından yağışlı dönem yaşanmıştır. SPI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1971 Eylül-1972 Nisan arasında yaşanmış 8 ay sürmüştür. SPI 3 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1973 Ağustos ayında başlamış 13 ay sürmüştür ve 1974 Ağustos ayında sona

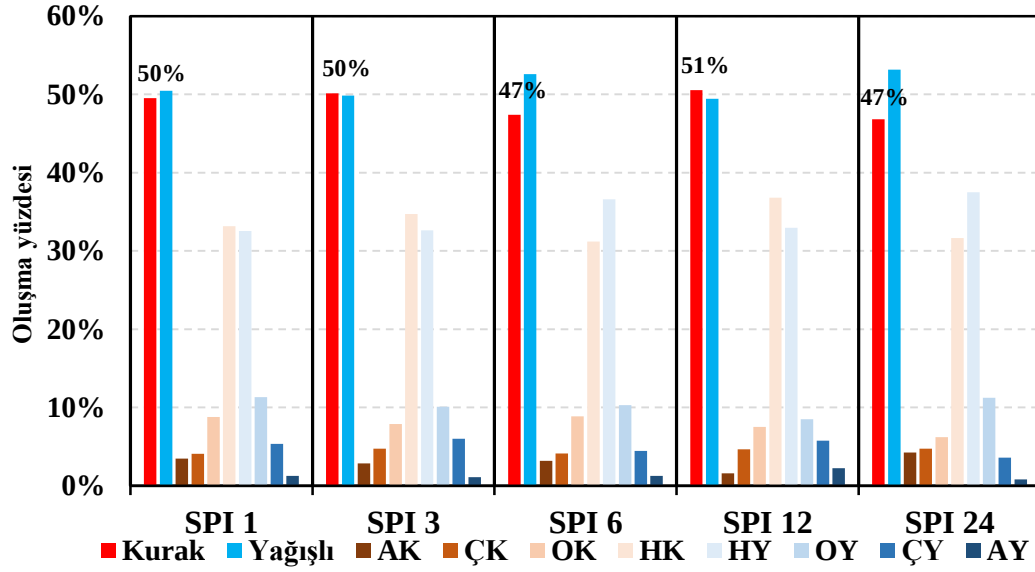
ermiştir. SPI 6 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1973 Ekim-1975 Aralık arasında yaşanmış ve 27 ay sürmüştür. SPI 12 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1971 Kasım ayında başlamış ve 1976 Eylül ayında bitmiş ve 59 ay sürmüştür. SPI 12 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1971 Aralık ayında başlamış 1977 Mart ayında sona ermiş ve 64 ay sürmüştür. İskenderun istasyonunda SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için 1970-1977 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

İskenderun istasyonu için SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.41.'de verilmiştir. SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için kuraklık oluşum oranları sırasıyla %50, %50, %47, %51 ve %47 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi %4 SPI 24’te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi SPI 1, SPI 3, SPI 6 ve SPI 24’te %1, SPI 12’de ise diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPI 3, SPI 12 ve SPI 24’te ise %2 değeri elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş, tüm zaman ölçeklerinde “OY” oluşum yüzdesi, “OK” oluşum yüzdesinden büyük olduğu elde edilmiştir.

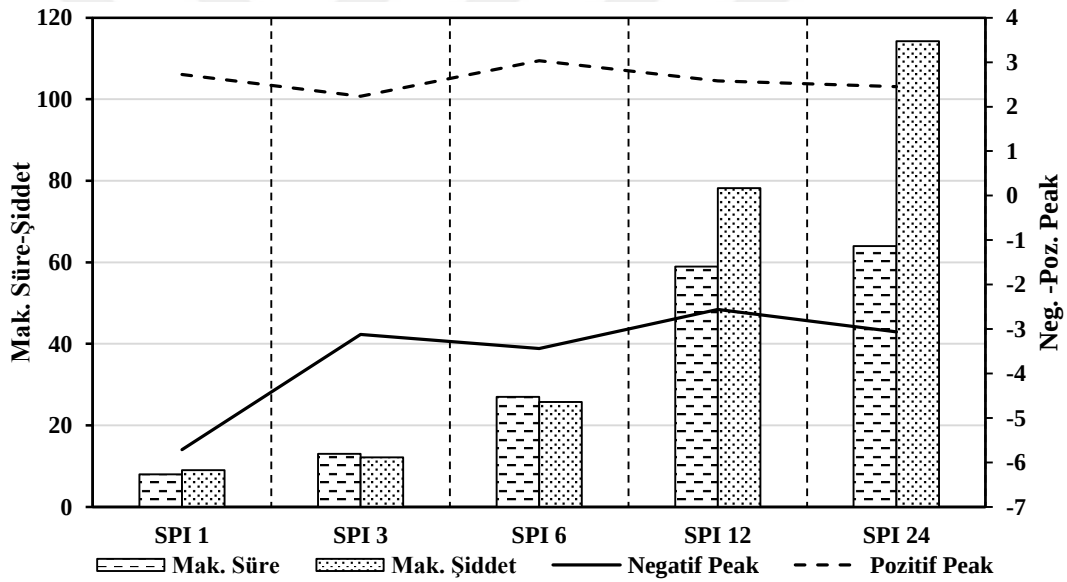
Şekil 4.42.’de SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 13, 27, 59, ve 64 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.03, 12.17, 25.71, 78.23 ve 114.26 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.23 ile 3.04 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -5.71 ile -2.56 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.40. İskenderun istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.41. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (İskenderun)



Şekil 4.42. İskenderun istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

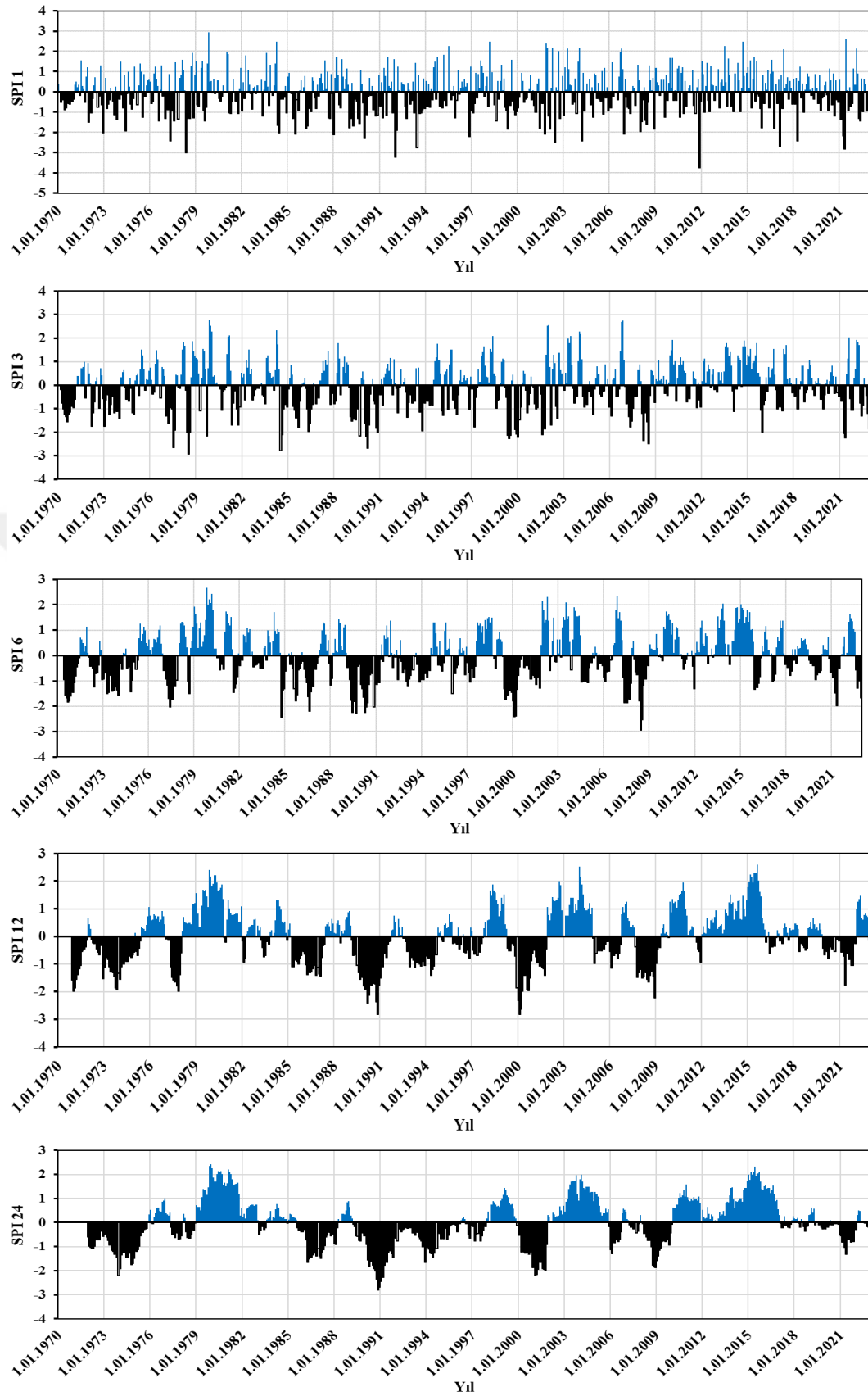
İsparta istasyonu

Şekil 4.43.'te Isparta istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Isparta istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha uzun yıllarda gerçekleşmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1970 Mart -1970 Ekim arasında meydana gelmiş 8 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1972 Aralık-1974 Ocak arasında meydana gelmiş 14 ay sürmüştür. 6 aylık zaman ölçeğinde 1999 Mayıs-2001 Ekim arasında meydana

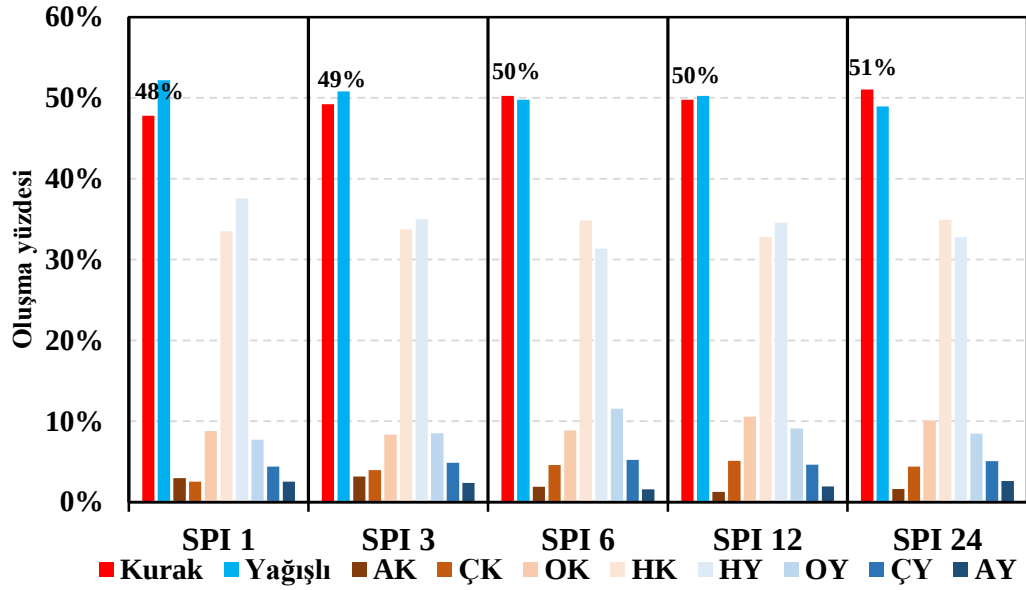
meydana gelmiş ve 30 ay sürmüştür. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1989 Mart-1991 Eylül arasında meydana gelmiş ve 31 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1971 Aralık ayında başlamış 1975 Ekim ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 47 ay sürdüğü belirlenmiştir. Isparta istasyonu için tüm zaman ölçeklerinde genel olarak 1970-1975 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.44.'te verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %48, 3 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %49, 6 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranı %50, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %51 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPI 1 ve SPI 3'te birbirine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPI 1 ve SPI 24'te birbirine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "ÇK" oluşum yüzdesi SPI 6 ve SPI 12'de birbirine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10'dur. 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranının %50'den büyük olması su kaynakları üzerine inşa edilen su yapılarının işletilmesinde ve faaliyetlerinde sorunların yaşanabileceği yorumunu desteklemektedir.

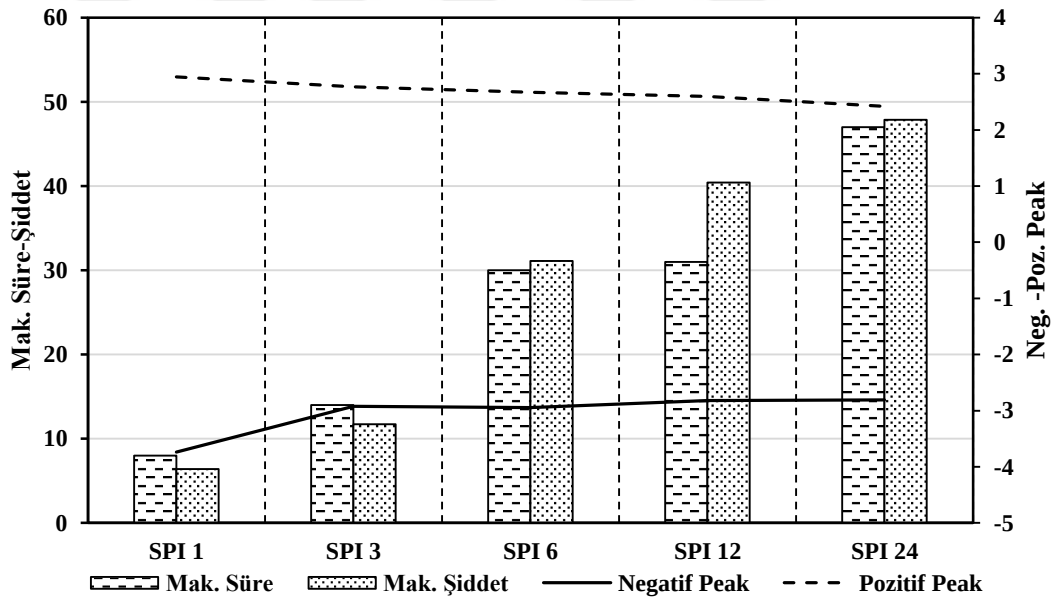
Şekil 4.45.'te SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 14, 30, 31, ve 47 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 6.40, 11.74, 31.12, 40.40 ve 47.87 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.42 ile 2.94 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -3.74 ile -2.81 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.43. Isparta istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.44. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Isparta)



Şekil 4.45. Isparta istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

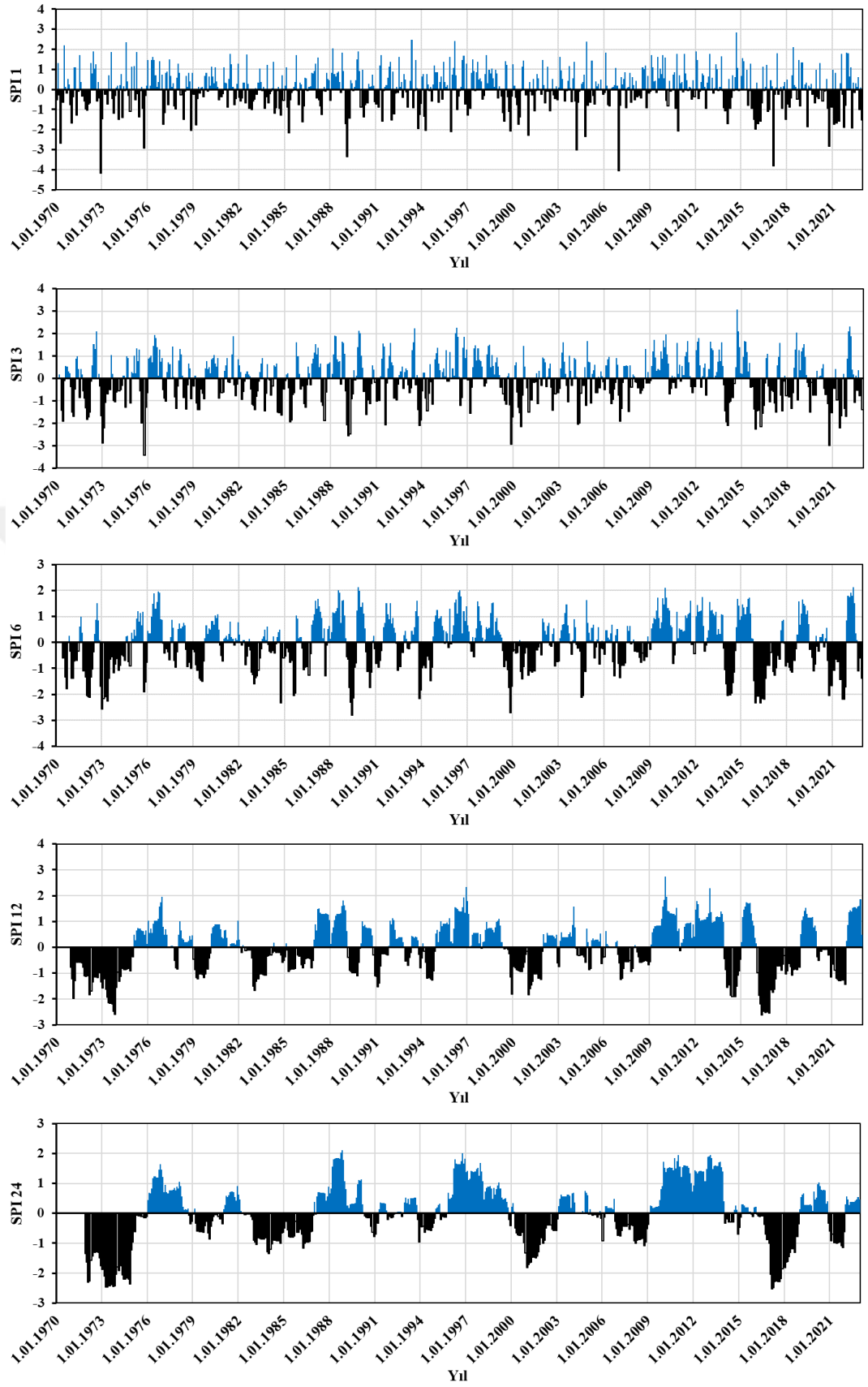
Kahramanmaraş istasyonu

Şekil 4.46.'da Kahramanmaraş istasyonu için SPI yöntemiyle farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Bu istasyonda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun yıllarda gerçekleşmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1971 Eylül ayında başlamış ve 1972 Mart ayında bitmiş ve 7 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2015 Ağustos ayında başlamış 12 ay sürmüştür.

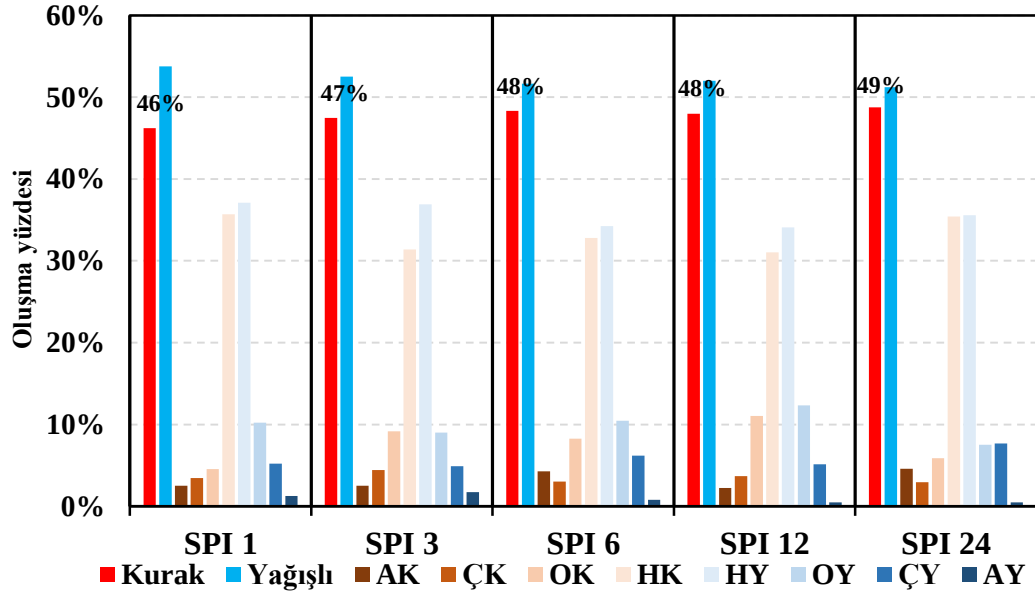
ve 2016 Temmuz ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 2015 Kasım ayında başlayıp 21 ay sürmüş ve 2017 Temmuz ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1970 Aralık ayında başlamış ve 1975 Ocak ayında bitmiş ve 50 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1982 Haziran ayında başlamış 1986 Aralık ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 55 ay sürdüğü belirlenmiştir. Bu istasyonda 1 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde 1970-1975 yılları arasında, 3 ve 6 aylık zaman ölçeklerinde ise 2015-2017 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.47.'de verilmiştir. Kuraklık oluşumu oranı SPI 1 için %46, SPI 3 için %46, SPI 6 ve SPI 12 için %48, SPI 24 için ise %49 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi %5 SPI 24'te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPI 3'te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyük ve SPI 12 ve SPI24'te "AY" hiç olmamıştır. "ÇK" oluşum yüzdesi SPI 3 ve SPI 24'te birbirine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur.

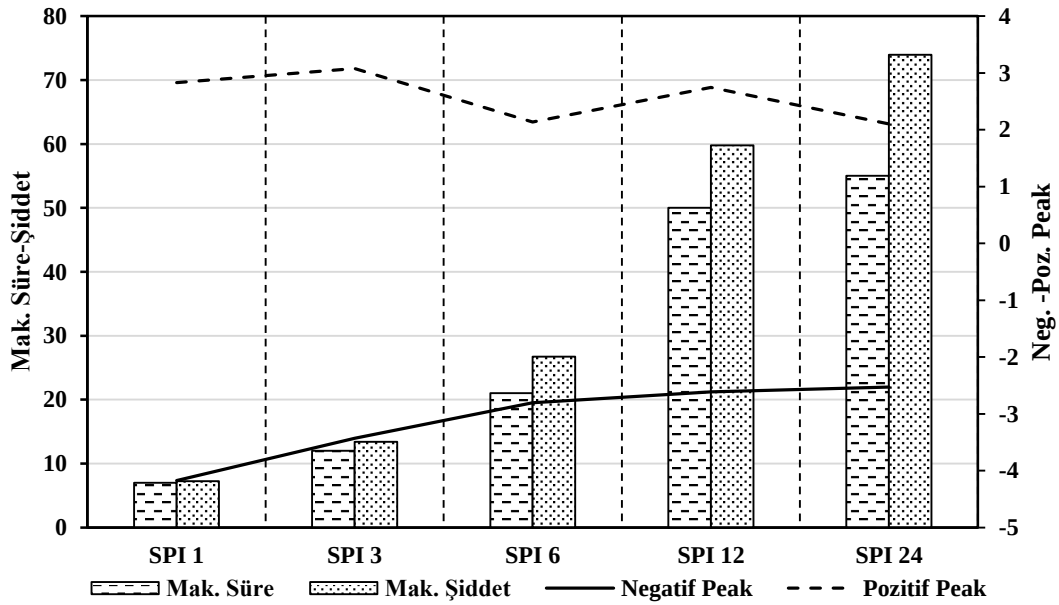
Şekil 4.48.'de SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 7, 12, 21, 50, ve 55 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 7.23, 13.40, 26.73, 59.79 ve 73.95 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.10 ile 3.08 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -4.18 ile -2.53 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.46. Kahramanmaraş istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.47. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Kahramanmaraş)



Şekil 4.48. Kahramanmaraş istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

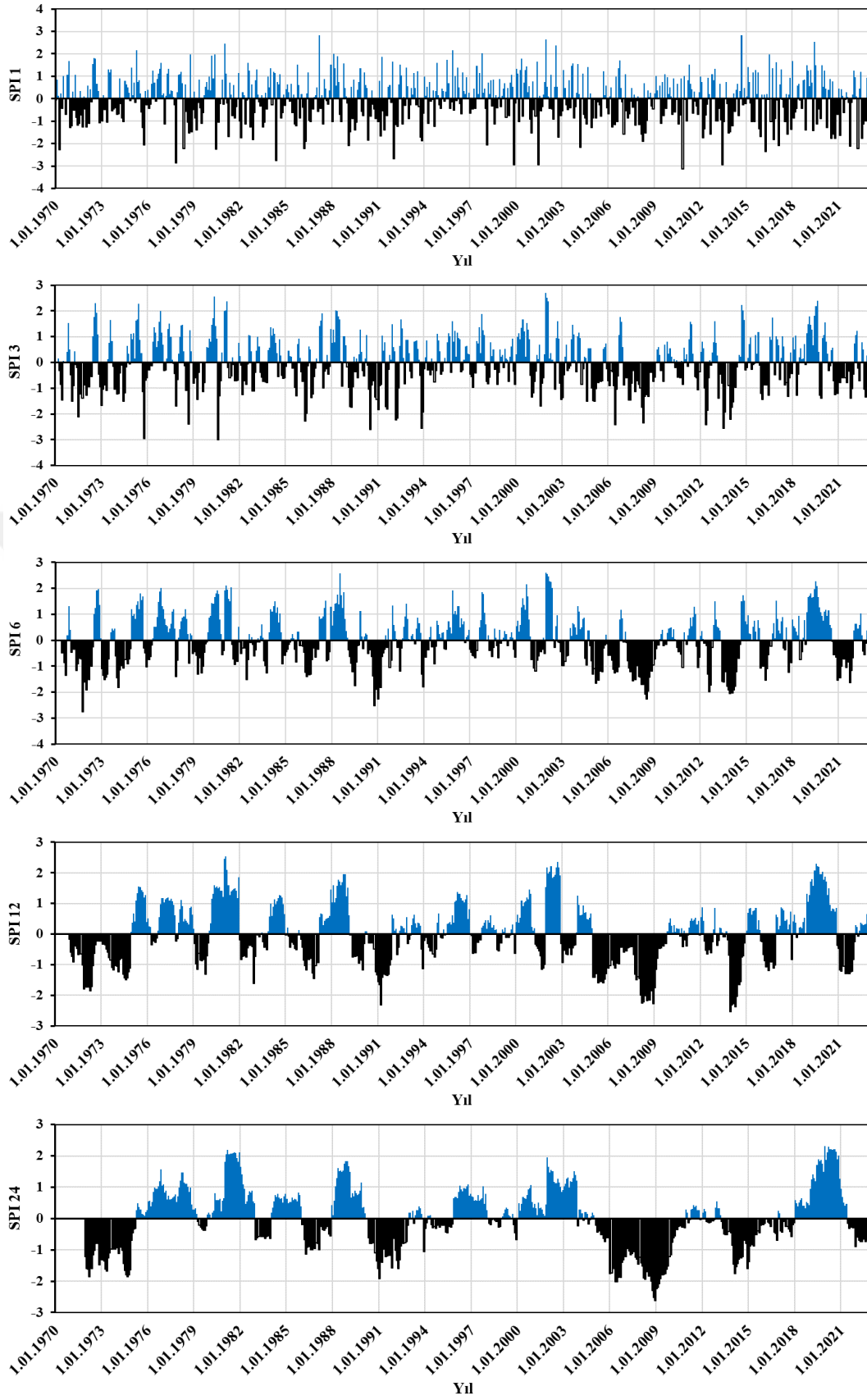
Karaisali istasyonu

Şekil 4.49.'da Karaisali istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerin geçiş zamanları SPI 1'den SPI 24'e artmaktadır. Kurak ve yağışlı dönemlerin zaman ölçeğinin büyümesiyle daha belirginleştiği anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık SPI 1'de 1973 Eylül ayında başlamış ve 1974 Şubat ayında bitmiş ve 6 ay sürmüştür. en uzun kuraklık SPI 3'te 2007 Ocak ayında başlamış

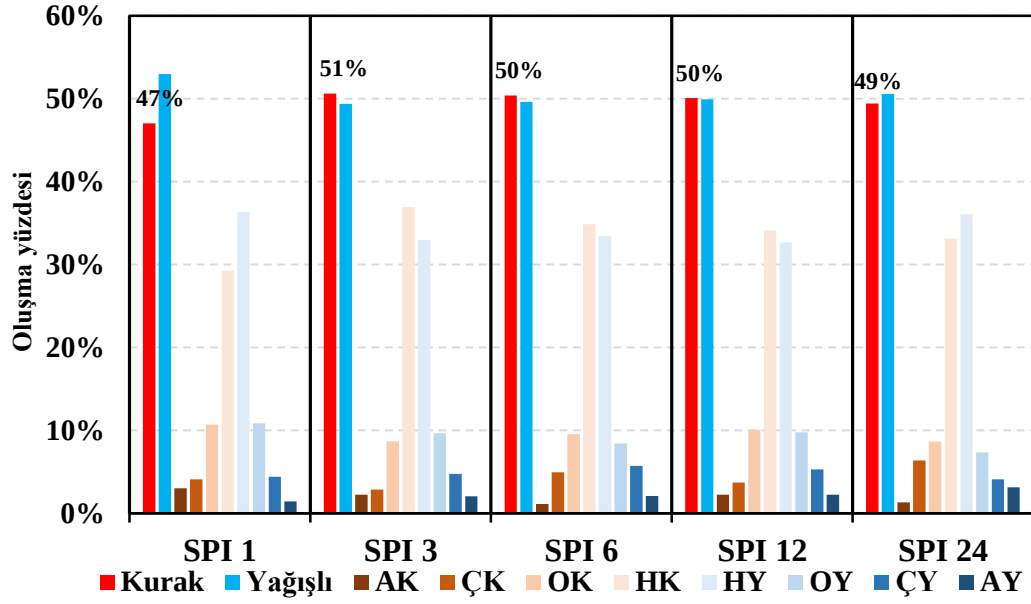
26 ay sürmüş ve 2009 Şubat ayında sona ermiştir. En uzun kuraklık SPI 6’da 2007 Mart ayında başlamış 2009 Nisan ayında bitmiş ve 26 ay sürmüştür. SPI 12’de en uzun kurak dönem 2005 Ocak ayında başlamış ve 2009 Ekim ayında bitmiş ve 58 ay sürmüştür. SPI 24’te en uzun kuraklık 2005 Şubat ayında başlamış 2010 Kasım ayında sona ermiş ve 70 ay sürdüğü belirlenmiştir. Karaisalı istasyonu için 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 2005-2010 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.50.’de verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %47, 3 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %51, 6 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranı %50, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %49 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 1’de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi SPI 24’te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPI 24’te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. “OK” ve “OY” kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10’dur.

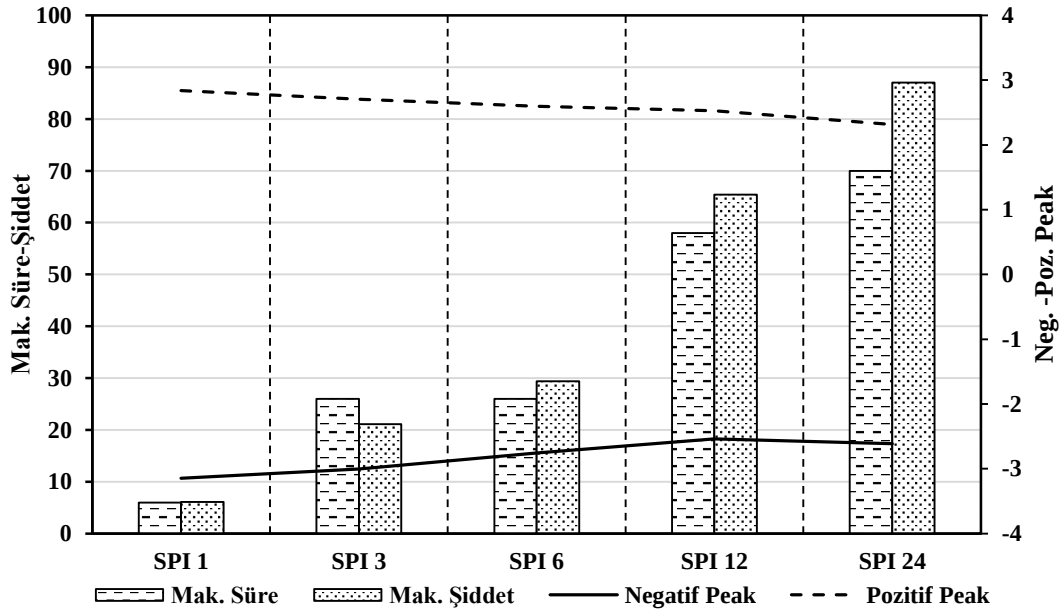
Şekil 4.51.’de SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet artmaktadır ve SPI 6 hariç maksimum süre de benzer şekilde artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 6, 26, 26, 58, ve 70 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 6.11, 21.09, 29.38, 65.38 ve 87.03 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.32 ile 2.84 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -3.15 ile -2.54 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.49. Karaisalı istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.50. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Karaisali)



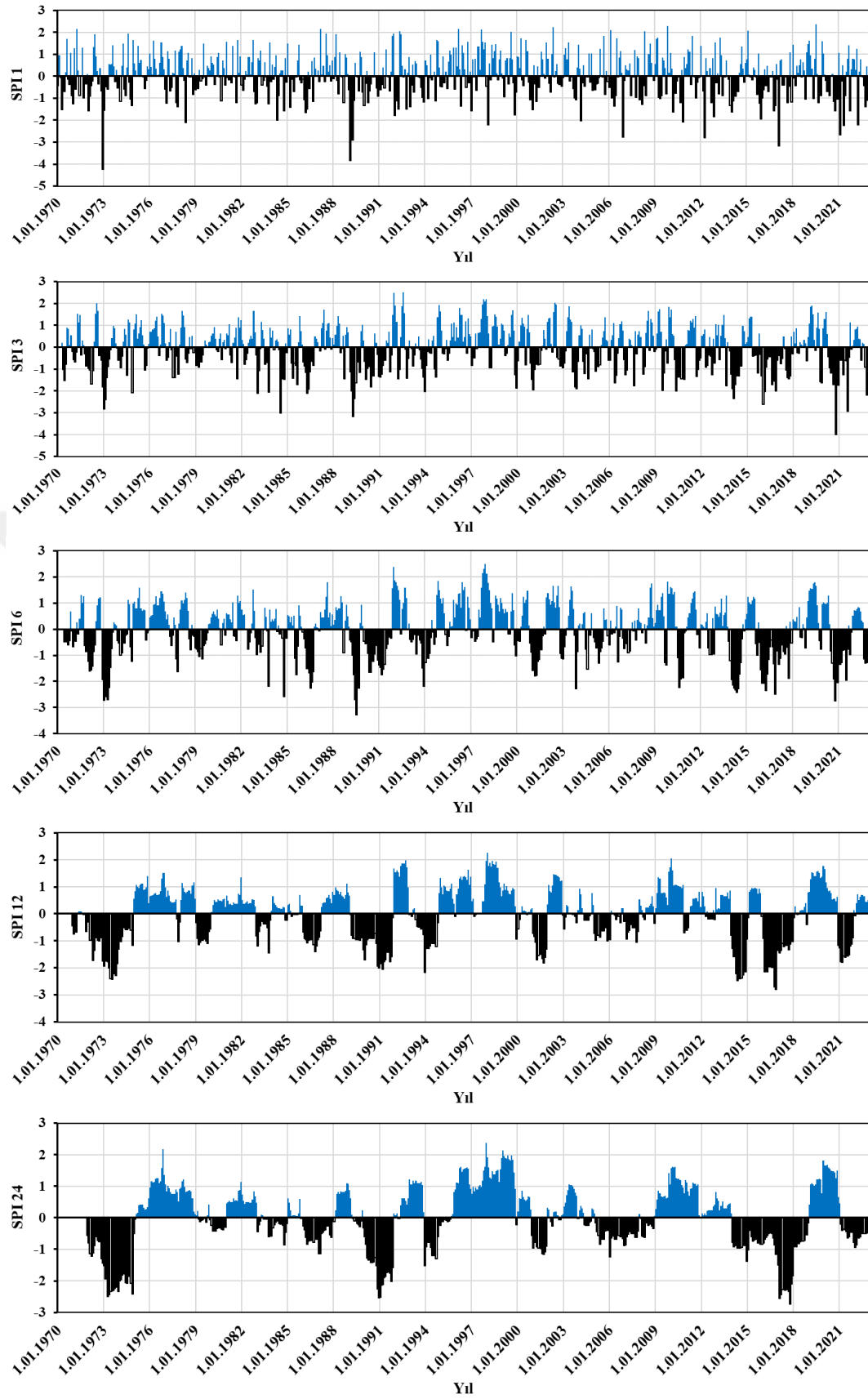
Şekil 4.51. Karaisali istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

Karataş istasyonu

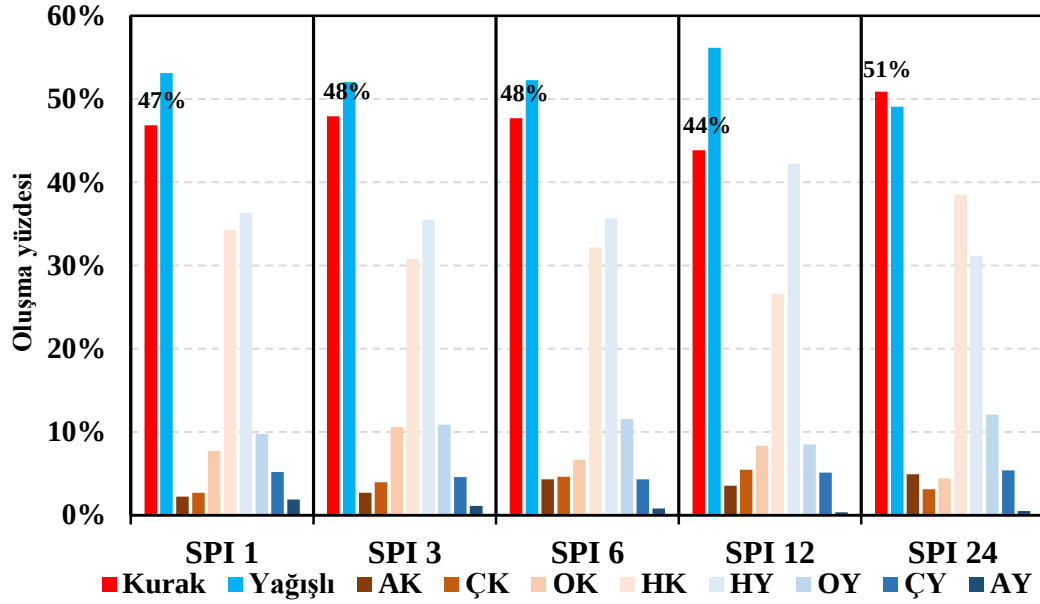
Şekil 4.52.'de Karataş istasyonu istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Karataş istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun sürdüğü görülmektedir. Genel olarak, Karataş istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini peşi sıra takip

etmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2013 Kasım ayında başlamış ve 2014 Haziran ayında bitmiş ve 8 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2015 Kasım ayında başlamış 18 ay sürmüş ve 2017 Nisan ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 1990 Ocak ayında başlayıp 22 ay sürmüş ve 1991 Ekim ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1971 Kasım ayında başlamış ve 1974 Kasım ayında bitmiş ve 37 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2014 Ocak ayında başlamış 2018 Aralık ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 60 ay sürdüğü belirlenmiştir. Karataş istasyonu için 1 aylık, 3 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 2010-2020 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

Karataş istasyonda SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.53.'te verilmiştir. SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24 ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı sırasıyla %47, %48, %48, %44 ve %51 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24'te sırasıyla %2, %3, %4, %4, %5 olmuştur. "AY" oluşum yüzdesi SPI 1'te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "ÇK" oluşum yüzdesi SPI 6 ve SPI 12'de birbirine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. SPI 3 ve SPI 12'de zaman ölçeğinde "OK" ve "OY" kuraklık türlerinin oluşum oranı birbirine eşittir. 1 aylık, 6 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde ise "OY" kuraklık oluşum oranının "OK" oluşum oranından fazla olmuştur. Tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde dikkate alınan 1, 3, ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oranının %50'den düşük olması bu faaliyetlerin sürdürülmesinde sıkıntı olmayacağı değerlendirilmesine olanak tanırken, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranının %50'den büyük olması su kaynakları üzerine inşa edilen su yapılarının işletilmesinde ve faaliyetlerinde sorunların yaşanabileceği yorumunu desteklemektedir. Ayrıca, SPI 24'te aşırı kurak oluşum sınıfının oluşum oranı dikkat çekmektedir.

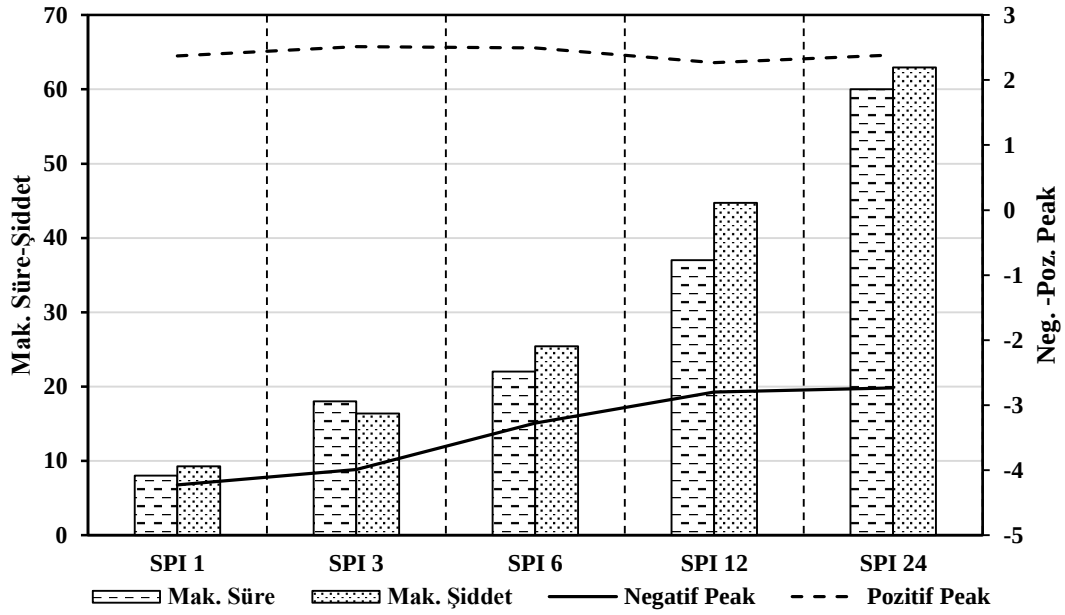


Şekil 4.52. Karataş istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.53. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Karataş)

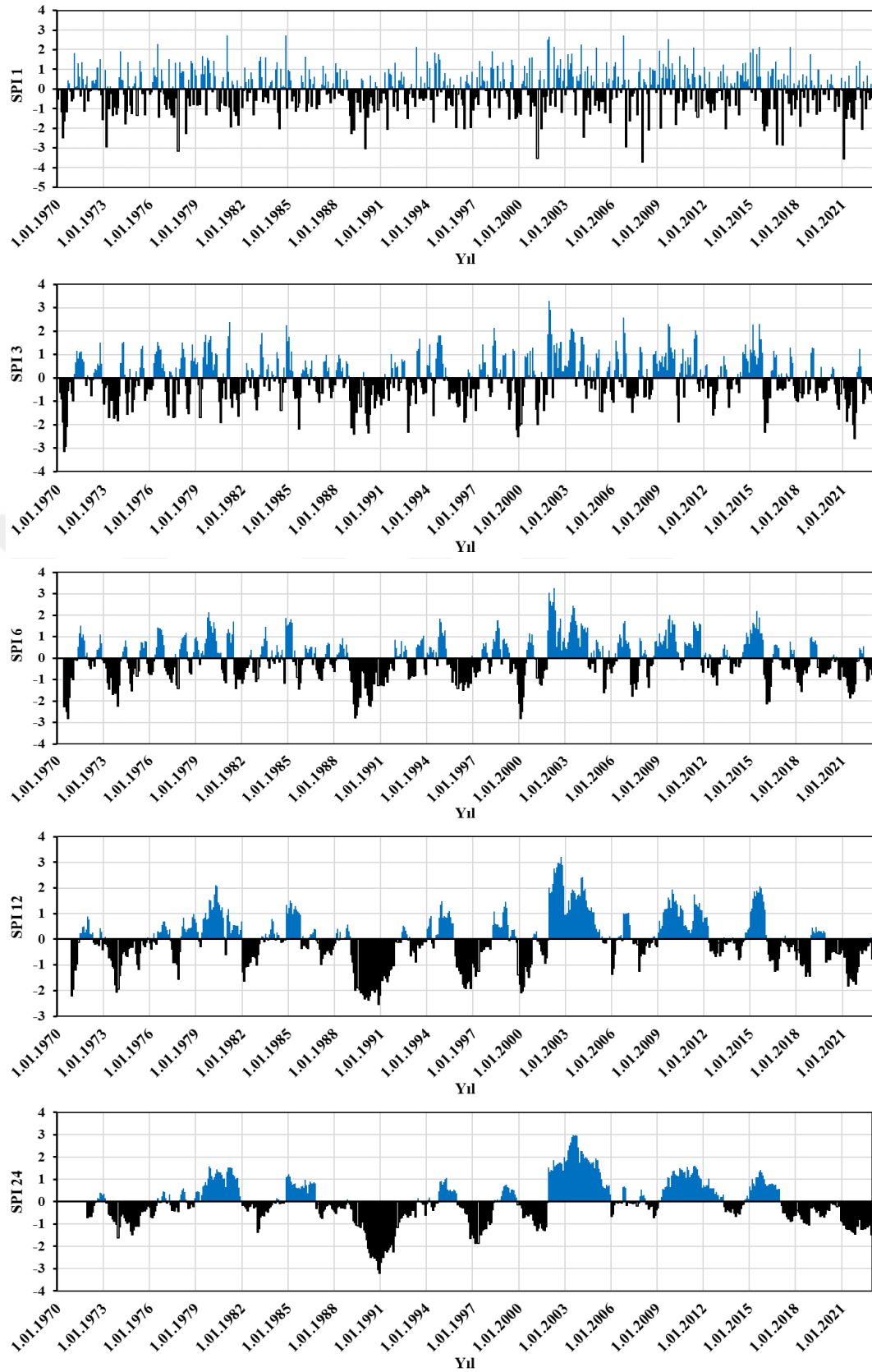
Şekil 4.54.'te SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 18, 22, 37, ve 60 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.27, 16.37, 25.42, 44.73 ve 62.97 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.27 ile 2.52 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -4.23 ile -2.74 arasında değişmektedir. Negatif peak değerler zaman ölçeğinin büyümesiyle artmakta, pozitif peak değerler zaman ölçeğinin büyümesiyle önce artmakta sonra azalmaktadır.



Şekil 4.54. Karataş istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

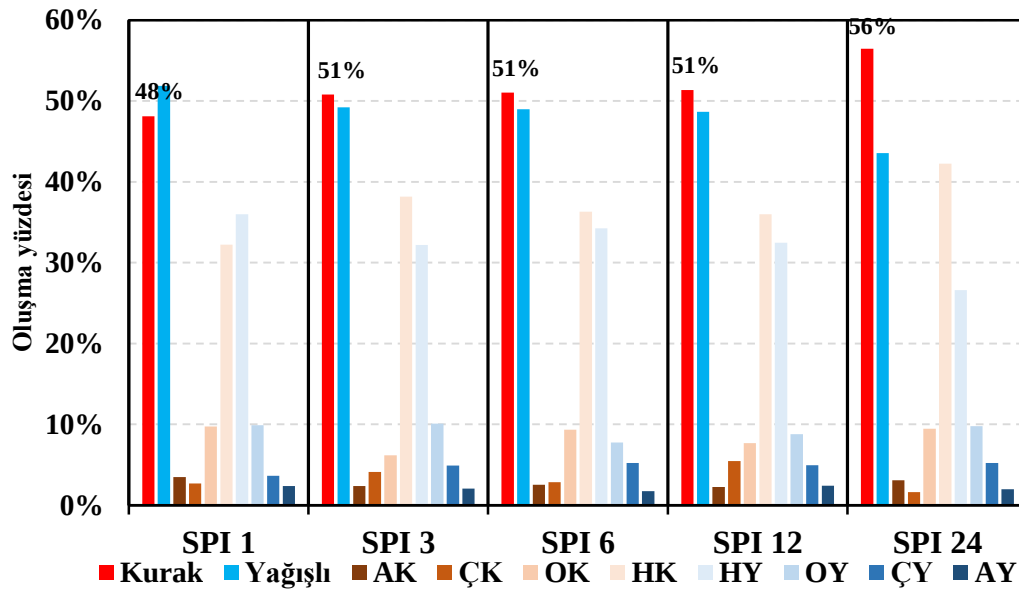
Korkuteli istasyonu

Şekil 4.55.'te Korkuteli istasyonu için SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Korkuteli istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha belirginleşmektedir. Genel olarak Korkuteli istasyonunda kurak dönem ardından yağışlı dönem yaşanmıştır. SPI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1970 Ocak-1970 Ağustos arasında yaşanmış ve 8 ay sürmüştür. SPI 3 indis değerine göre en uzun kuraklık 1989 Aralık-1991 Mart arasında yaşanmış ve 16 ay sürmüştür. SPI 6 indis değerine göre en uzun kuraklık 1988 Aralık-1991 Ağustos arasında yaşanmış ve 33 ay sürmüştür. SPI 12 indis değerine göre en uzun kuraklık 1989 Şubat-1991 Aralık arasında yaşanmış ve 35 ay sürmüştür. SPI 24 indis değerine göre en uzun kuraklık 2017 Şubat-2022 Aralık arasında yaşanmış ve 71 ay sürdüğü belirlenmiştir. Korkuteli istasyonu için SP 3, SPI 6 ve SPI 12 için 1988-1991 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.



Şekil 4.55. Korkuteli istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri

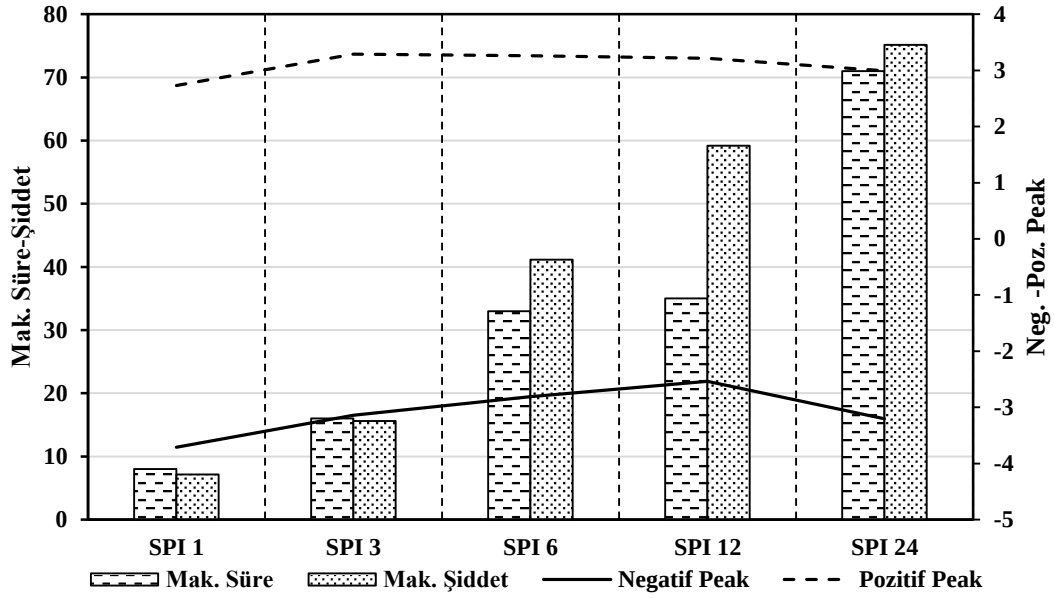
SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.56.'da verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %48, 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %51, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %56 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 1, SPI 6 ve SPI 24’te birbirine eşit ve SPI 3, SPI 12’ye göre daha büyük değer elde edilmiştir. “AY” oluşum yüzdesi tüm zaman ölçeklerinde birbirine eşit olmuştur. “ÇK” oluşum yüzdesi SPI 12’de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiştir. Zaman ölçeğinin büyümesiyle birlikte kuraklık oluşum oranı arttığı görülmektedir. Bu durumun su kaynakları üzerine inşa edilen su yapılarının işletilmesinde ve faaliyetlerinde sorunların yaşanabileceği yorumunu desteklemektedir.



Şekil 4.56. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Korkutelı)

Şekil 4.57.’de SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, 3, 6, 12 ve 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 16, 33, 35, ve 71 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 7.13, 15.61, 41.16, 59.21 ve 75.16 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.73 ile 3.29 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -3.71 ile -2.54 arasında

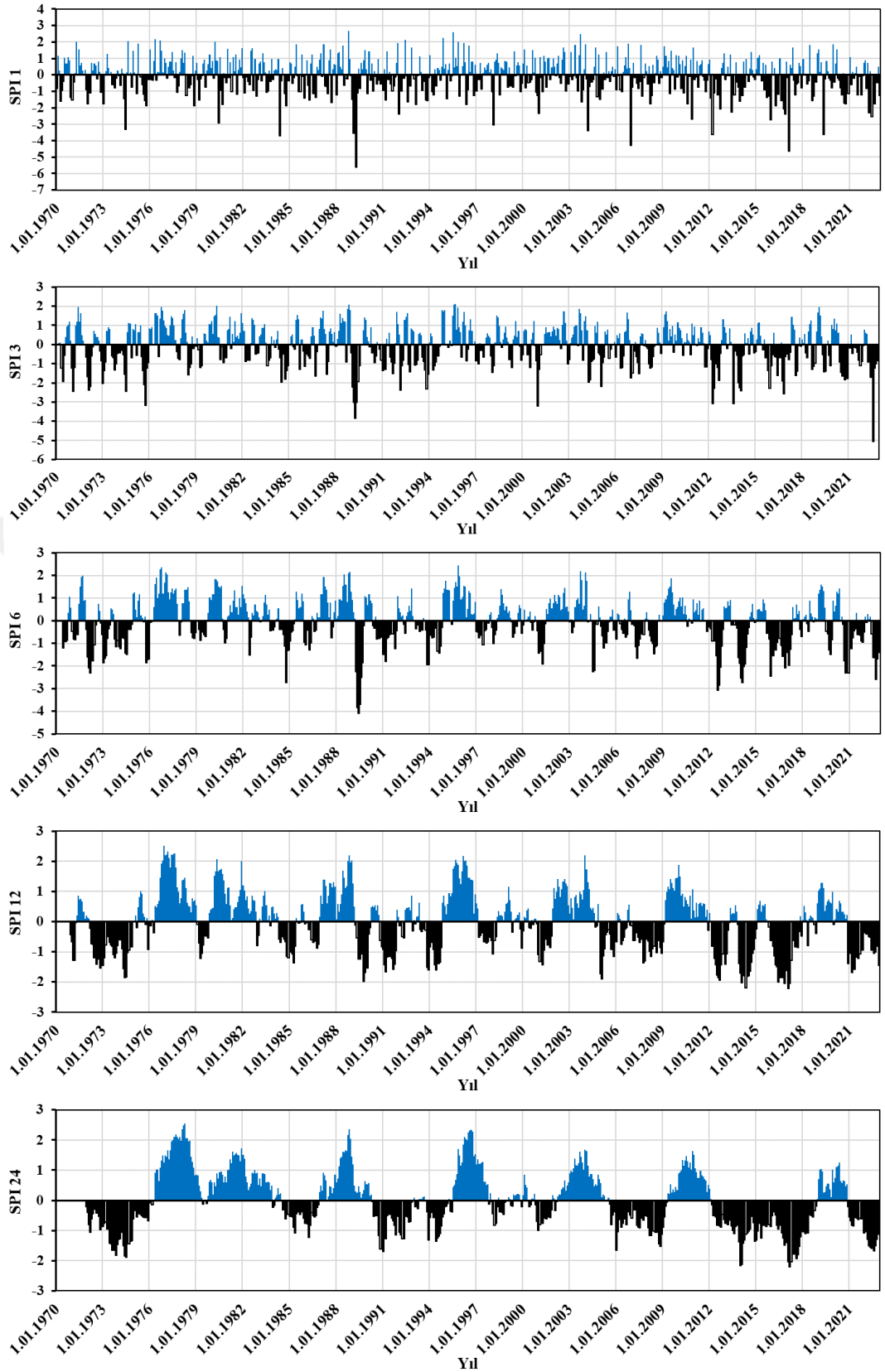
değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.57. Korkuteli istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

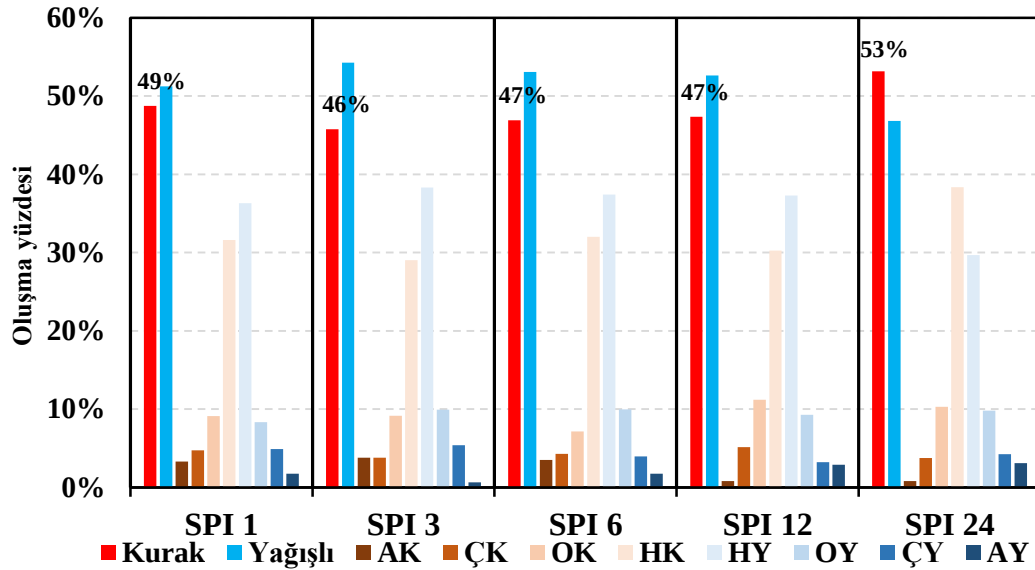
Kozan istasyonu

Şekil 4.58.'de Kozan istasyonu istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Genel olarak, Kozan istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini peşi sıra takip etmiştir. SPI 1'de en uzun kuraklık 2012 Şubat-2012 Eylül döneminde yaşanmış ve 8 ay sürmüştür. SPI 3'te en uzun kuraklık 1973 Ağustos-1974 Temmuz döneminde yaşanmış ve 12 ay sürmüştür. SPI 6'da en uzun kuraklık 2015 Eylül-2017 Nisan döneminde yaşanmış ve 20 ay sürmüştür. SPI 12'de en uzun kuraklık 1972 Mart-1974 Aralık ayında bitmiş ve 34 ay sürmüştür. SPI 24'te en uzun kuraklık 2012 Mart-2018 Kasım ayında sona ermiş ve 81 ay sürdüğü belirlenmiştir. Kozan istasyonu için 3 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde 1972-1974 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmış 1 aylık, 6 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde ise 2010-2020 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.



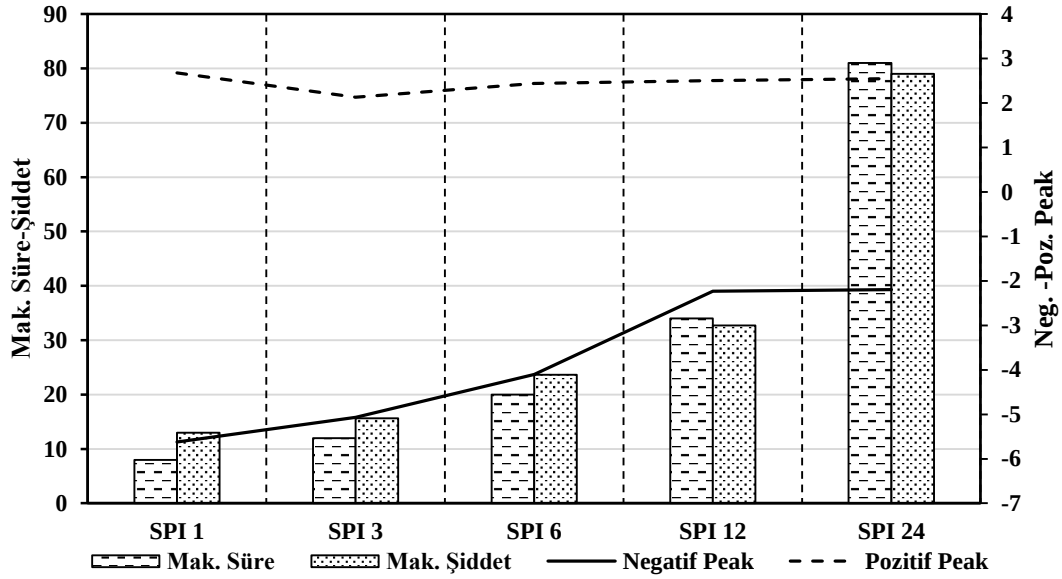
Şekil 4.58. Kozan istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri

Kozan istasyonunda SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.59.'da verilmiştir. SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24 ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı sırasıyla %49, %46, %47, %47 ve %53 olmuştur. “AK” ve “AY” oluşumu SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24 ölçeklerinde sırasıyla, %3 ve %2, %4 ve %1, %3 ve %2, %1 ve %3, %1 ve %3 olarak hesap edilmiştir. “AY” oluşum yüzdesi SPI 12 ve SPI 24’te birbirine eşit ve diğer üç zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPI 1 ve SPI 12’de birbirine eşit ve diğer üç zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiştir.



Şekil 4.59. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Kozan)

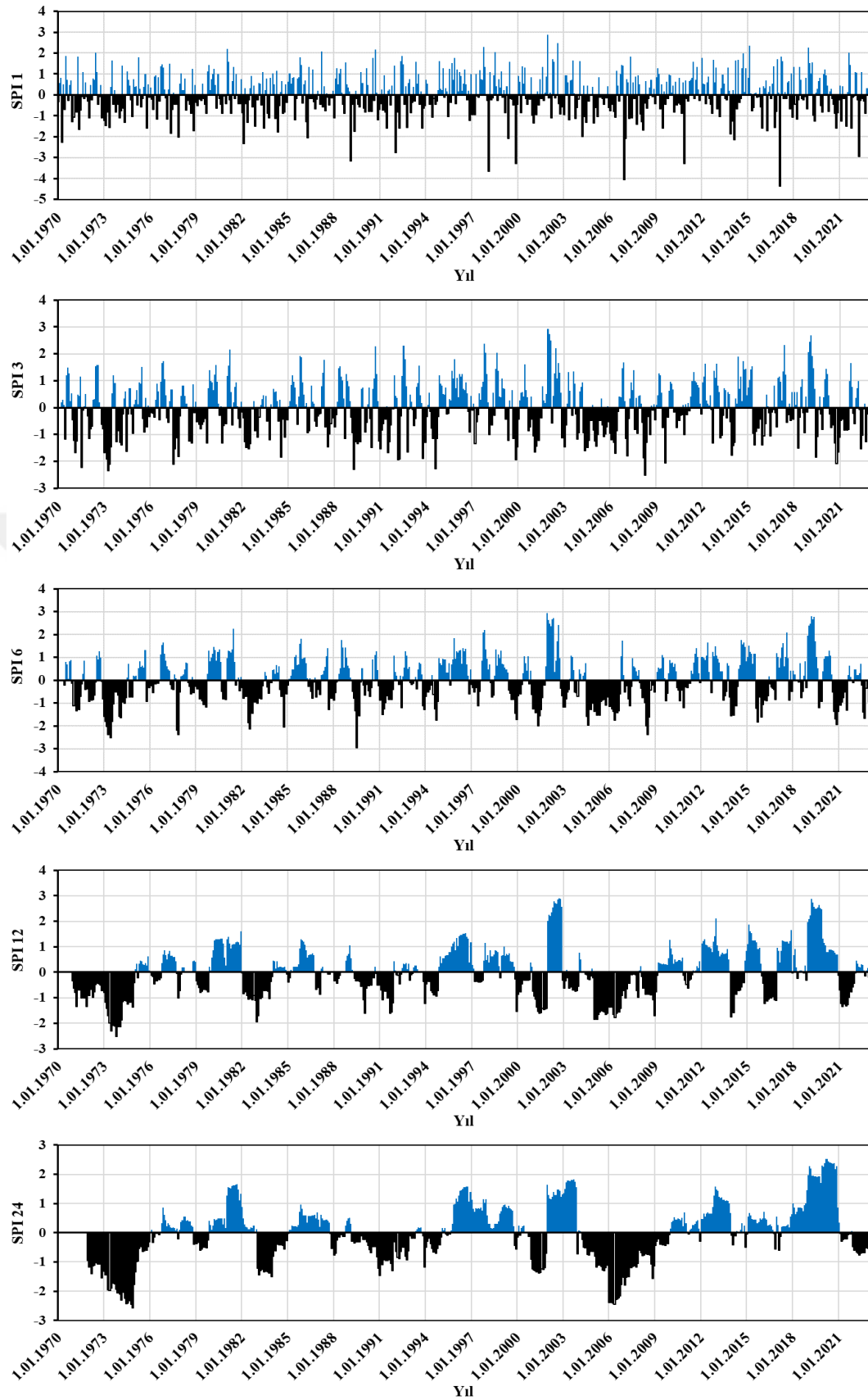
Şekil 4.60.'ta SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 12, 20, 34, ve 81 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 12.96, 15.60, 23.65, 32.71 ve 79.01 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.13 ile 2.68 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -5.62 ile -2.20 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.60. Kozan istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

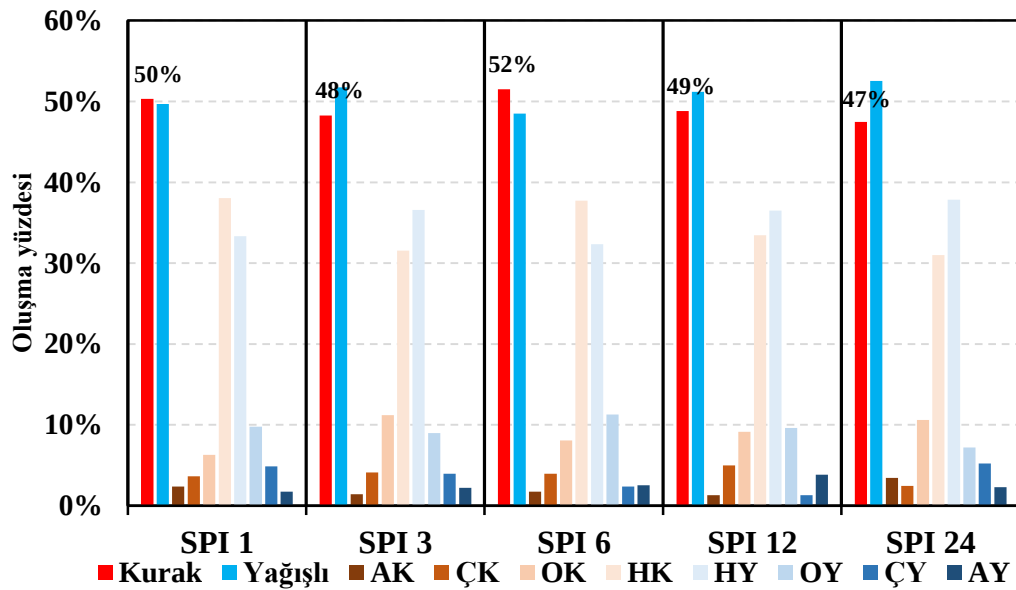
Mersin istasyonu

Şekil 4.61.'de Mersin istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Mersin istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun sürmektedir. Genel olarak Mersin istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1972 Kasım ayında başlamış ve 1973 Mayıs ayında bitmiş ve 7 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2020 Mayıs ayında başlamış 15 ay sürmüştür ve 2021 Temmuz ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 2004 Temmuz ayında başlayıp 27 ay sürmüştür ve 2006 Eylül ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1970 Aralık ayında başlamış ve 1974 Aralık ayında bitmiş ve 49 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2004 Nisan ayında başlamış 2009 Aralık ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 69 ay sürdüğü belirlenmiştir. Mersin istasyonu için 1 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde 1970-1975 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmış, 6 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde ise 2004-2009 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.



Şekil 4.61. Mersin istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri

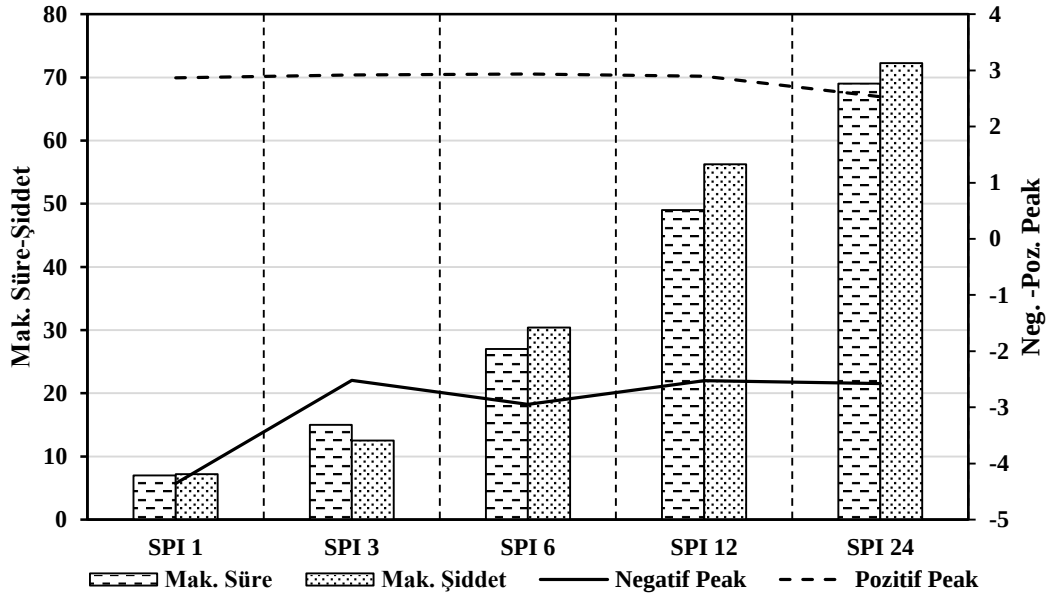
SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.62.'de verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %50, 3 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %48, 6 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %52, 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %49, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %47 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 1’de %2, SPI 3’te %1, SPI 6’da %2, SPI 12’de %1 ve SPI 24’te ise %3 olarak elde edilmiştir. “AY” oluşum yüzdesi SPI 12’de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPI 12’de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuş yani diğer bir ifade ile bu kuraklık sınıfları baskın kuraklık sınıflarıdır. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10’dur.



Şekil 4.62. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Mersin)

Şekil 4.63.’te SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 7, 15, 27, 49, ve 69 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 7.22, 12.51, 30.40, 56.24 ve 72.24 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.53 ile 2.94 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -4.35 ile -2.52 arasında

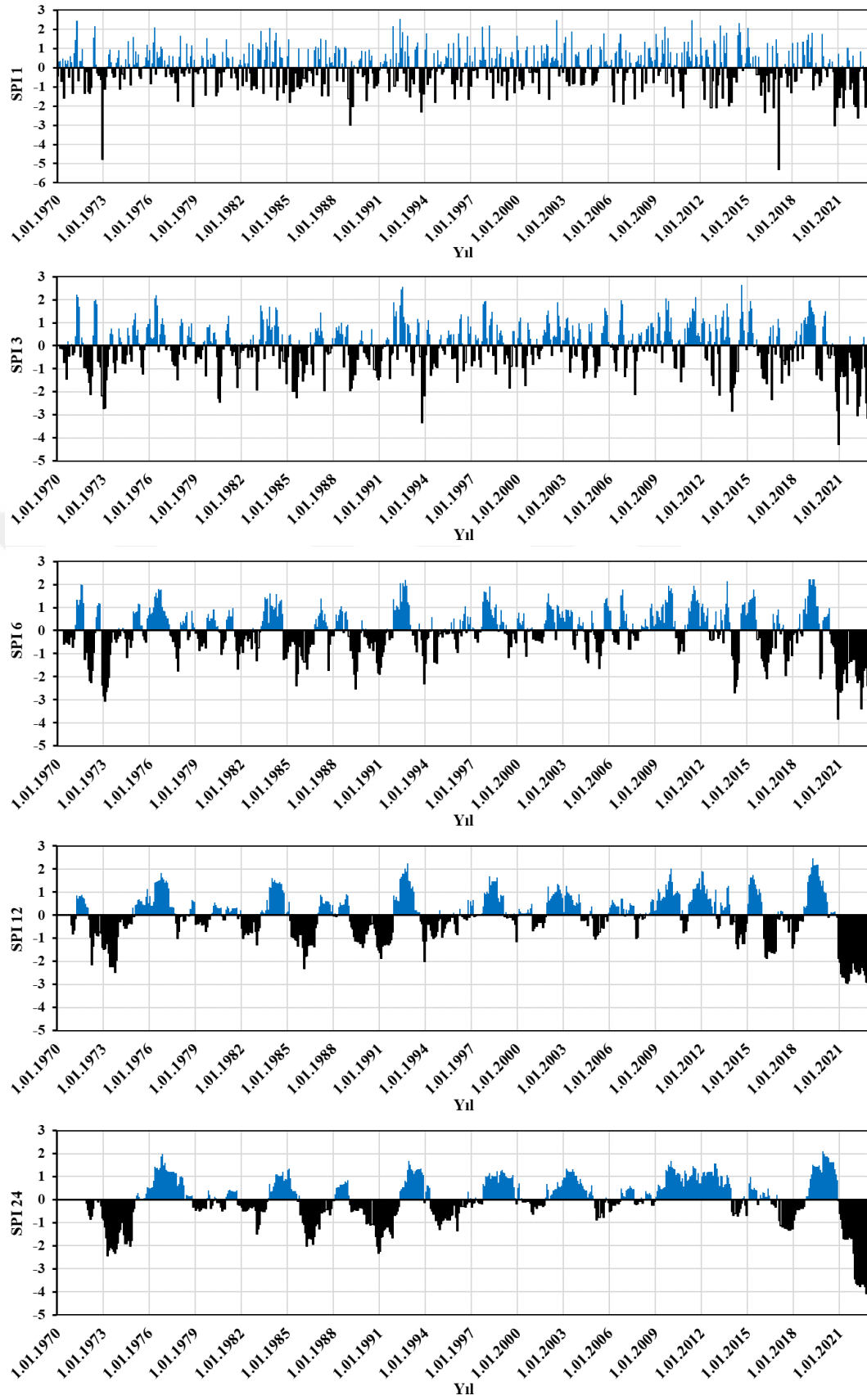
değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.63. Mersin istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

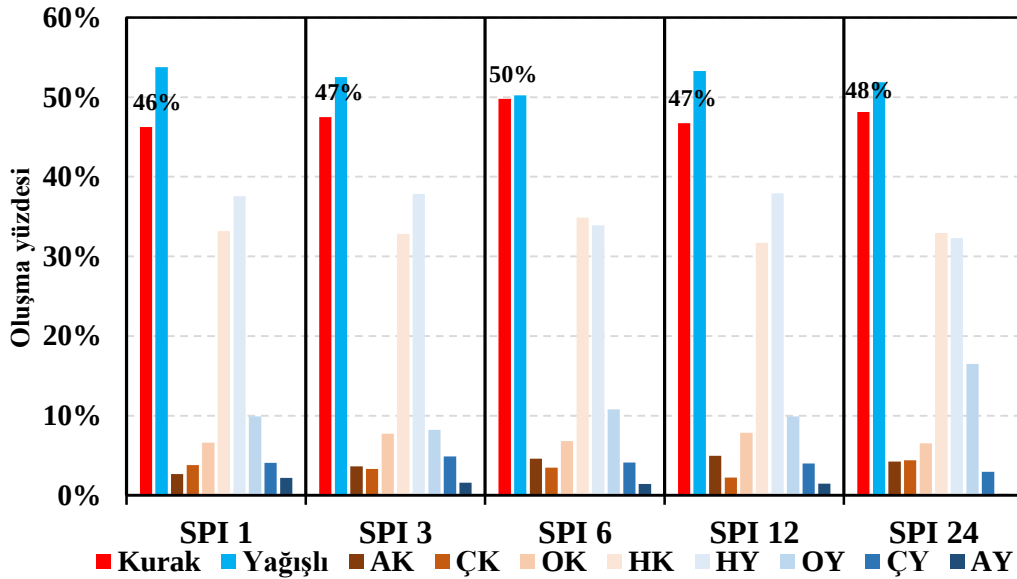
Samandağ istasyonu

Şekil 4.64.'te Samandağ istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kuraklık indislerinin hesaplandığı zaman ölçekleri kurak ve yağışlı dönemlerin belirlenmesine ve geçiş zamanlarına etki etmektedir. Genel olarak Samandağ istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1972 Ağustos-1973 Mart arasında meydana gelmiş ve 8 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2020 Ağustos-2021 Ağustos arasında meydana gelmiş ve 13 ay sürmüştür. 6 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2020 Haziran-2022 Aralık arasında yaşanmış ve 31 ay sürmüştür. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1972 Şubat-1974 Kasım arasında meydana gelmiş ve 34 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1989 Şubat-1992 Nisan arasında meydana gelmiş ve 39 ay sürdüğü belirlenmiştir. Samandağ istasyonu için 1 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde 1970-1975 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmış, 3 aylık ve 6 aylık zaman ölçeklerinde ise 2020-2022 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Samandağ istasyonu için son yıllarda kuraklığın arttığı belirgin bir şekilde görülmüştür.



Şekil 4.64. Samandağ istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri

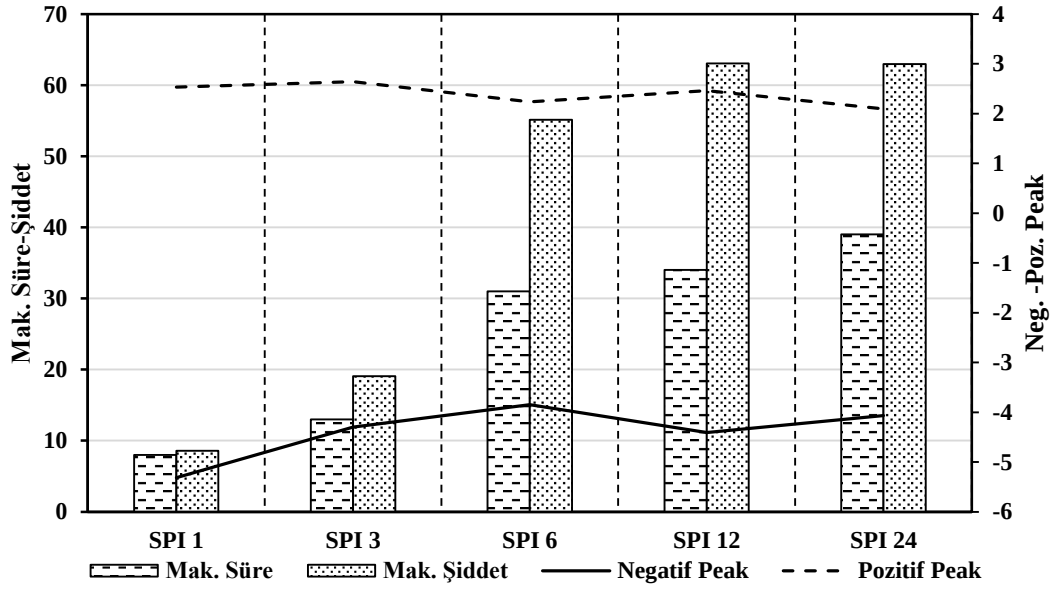
SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.65.'te verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %46, 3 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %47, 6 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %50, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %48 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 6 ve SPI 12’de birbirine eşit ve diğer üç zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi SPI 1 ve SPI 3’te birbirine eşit ve diğer üç zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” SPI 24’te hiç olmamıştır. “ÇK” oluşum yüzdesi SPI 1 ve SPI 24’te birbirine eşit ve diğer üç zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. 6 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde “HK” oluşum oranı “HY” oluşum oranından daha büyüktür. “HK” ve “HY” kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiştir.



Şekil 4.65. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Samandağ)

Şekil 4.66.’da SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum süre ve SPI 24 hariç maksimum şiddet de benzer şekilde artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 13, 31, 34, ve 39 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 8.60, 19.09, 55.11, 63.03 ve 62.94 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.09 ile 2.64 arasında değişmekte, negatif

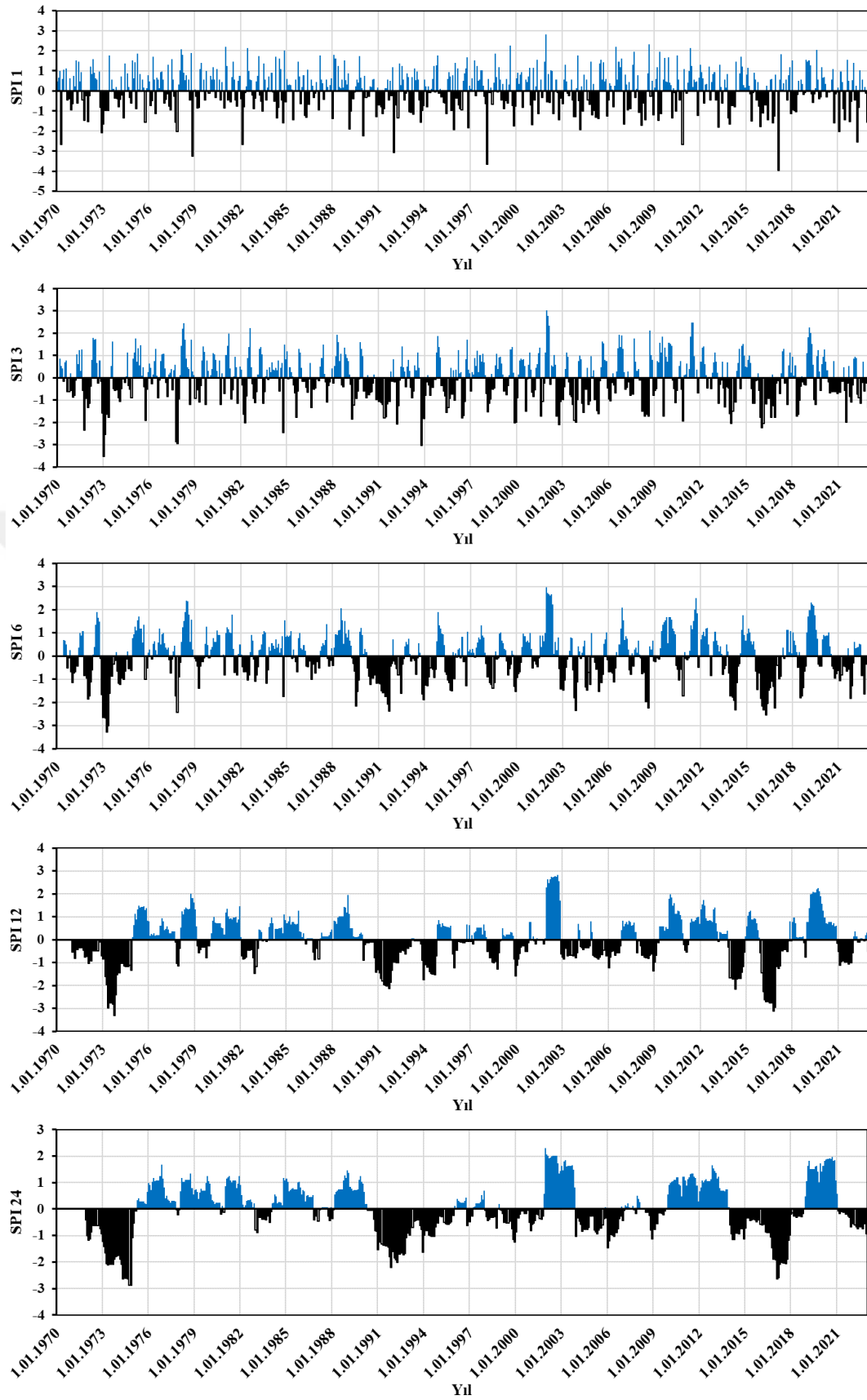
peak değeri ise -5.32 ile -3.85 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerleri genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.66. Samandağ istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

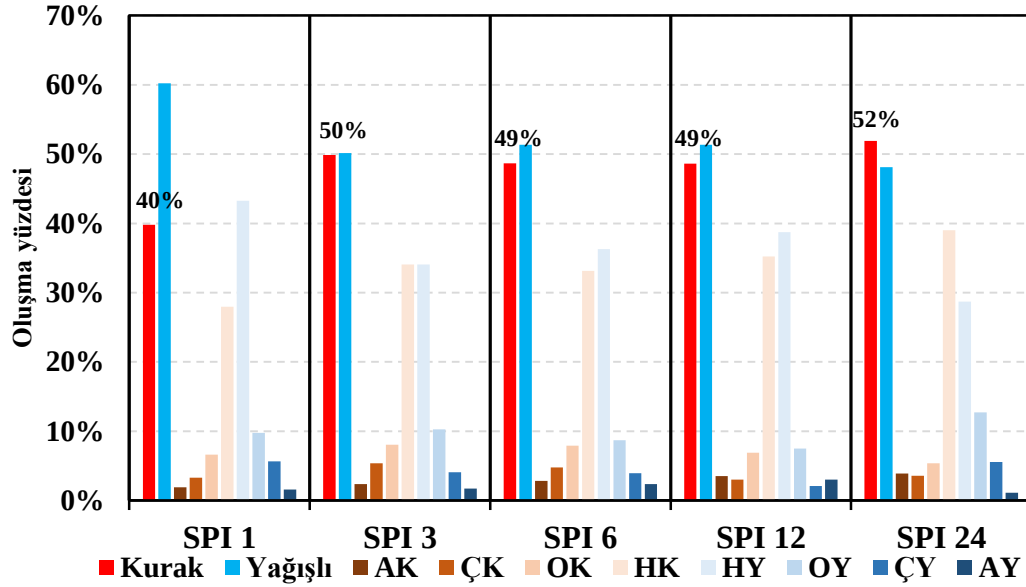
Silifke istasyonu

Şekil 4.67.'de Silifke istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Silifke istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha uzun yıllarda gerçekleşmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1972 Kasım ayında başlamış ve 1973 Mayıs ayında bitmiş ve 7 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1990 Kasım ayında başlamış 11 ay sürmüştür ve 1991 Eylül ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 2015 Ağustos ayında başlayıp 21 ay sürmüştür ve 2017 Nisan ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1990 Ocak ayında başlamış ve 1993 Şubat ayında bitmiş ve 38 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1990 Mayıs ayında başlamış 1995 Aralık ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 68 ay sürdüğü belirlenmiştir. Silifke istasyonu için SPI 3, SPI 12 ve SPI 24'te 1990-1995 yılları arasında en uzun kuraklık yaşanmıştır. Tüm zaman ölçeklerinde son yıllarda kurak ve yağışlı dönemlerin geçişlerinin daha kısa zaman dilimlerinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır.



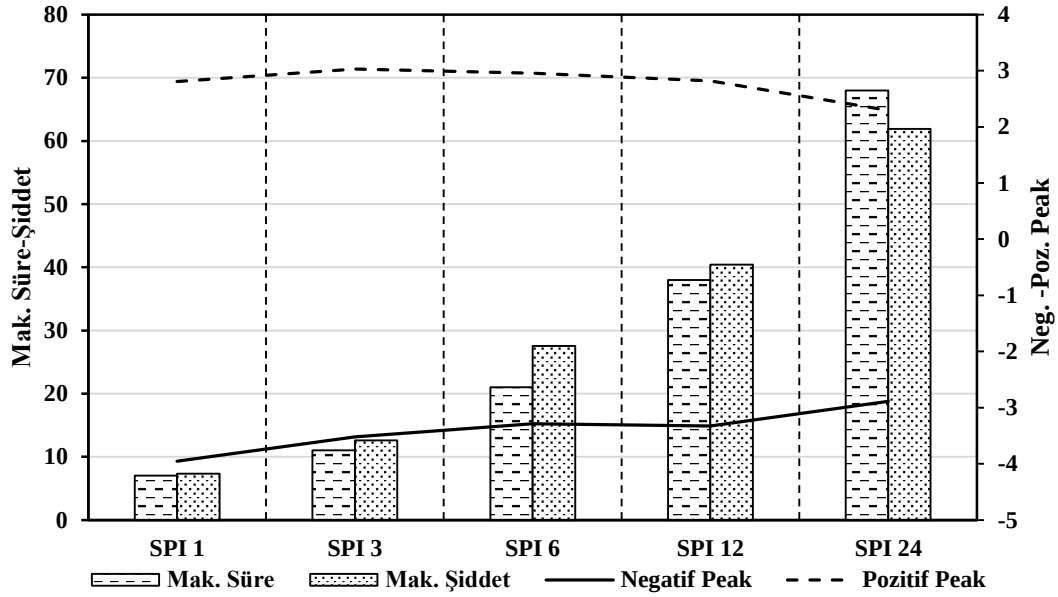
Şekil 4.67. Silifke istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri

SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.68.'de verilmiştir. SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24 ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı sırasıyla %40, %50, %49, %49 ve %52 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 12 ve SPI 24’te birbirine eşit ve SPI 1, SPI 3, SPI 6 zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi SPI 12’de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPI 3 ve SPI 6’da birbirine eşit ve diğer üç zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. 3 aylık zaman ölçeğinde “HK” ve “HY” oluşum oranları birbirine eşit olmuştur. 24 aylık zaman ölçeğinde ise “HK” oluşum oranı “HY” oluşum oranından daha büyüktür.



Şekil 4.68. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Silifke)

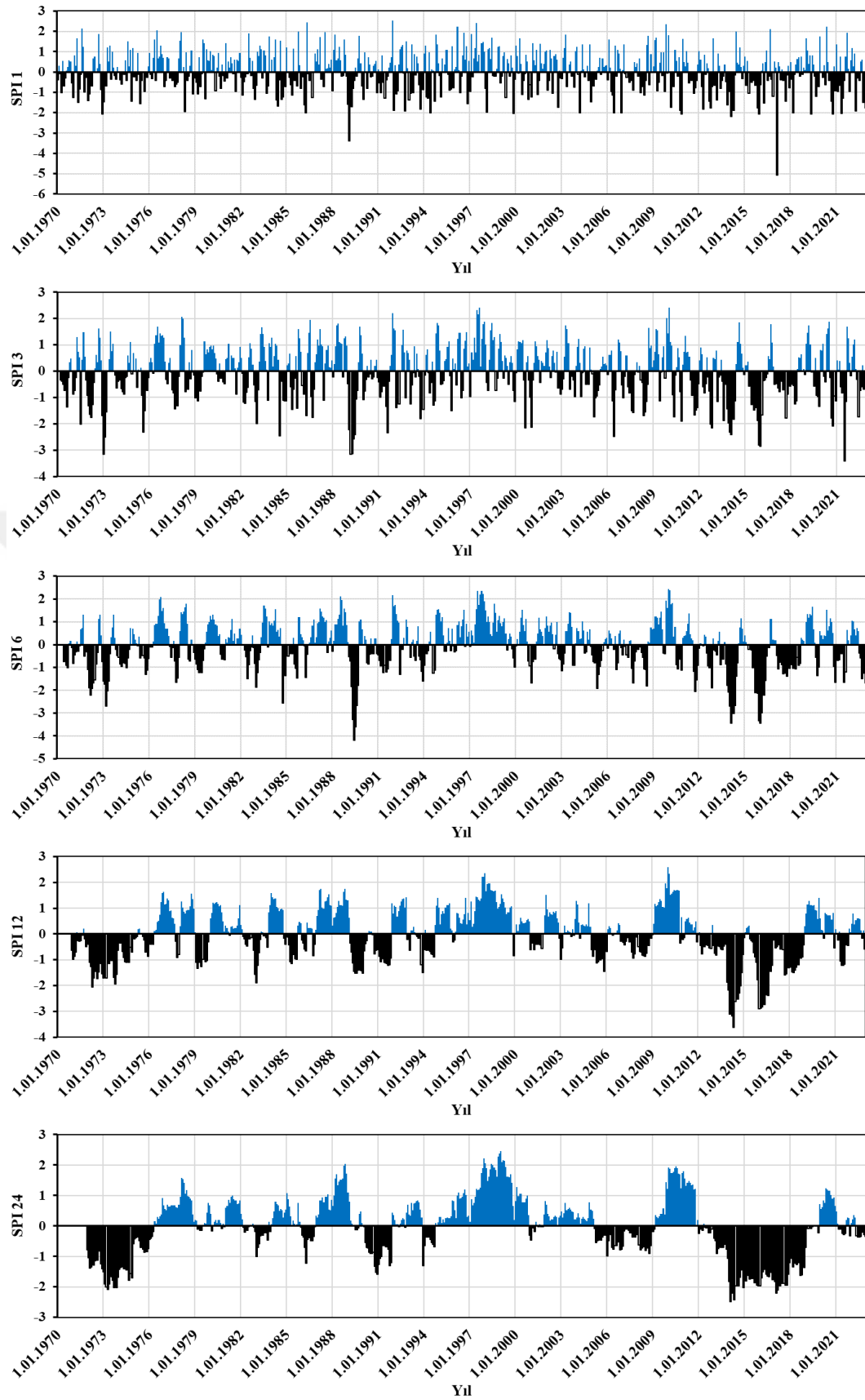
Şekil 4.69.'da SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 7, 11, 21, 38, ve 68 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 7.30, 12.62, 27.54, 40.40 ve 61.89 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.29 ile 3.03 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -3.95 ile -2.89 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.69. Silifke istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

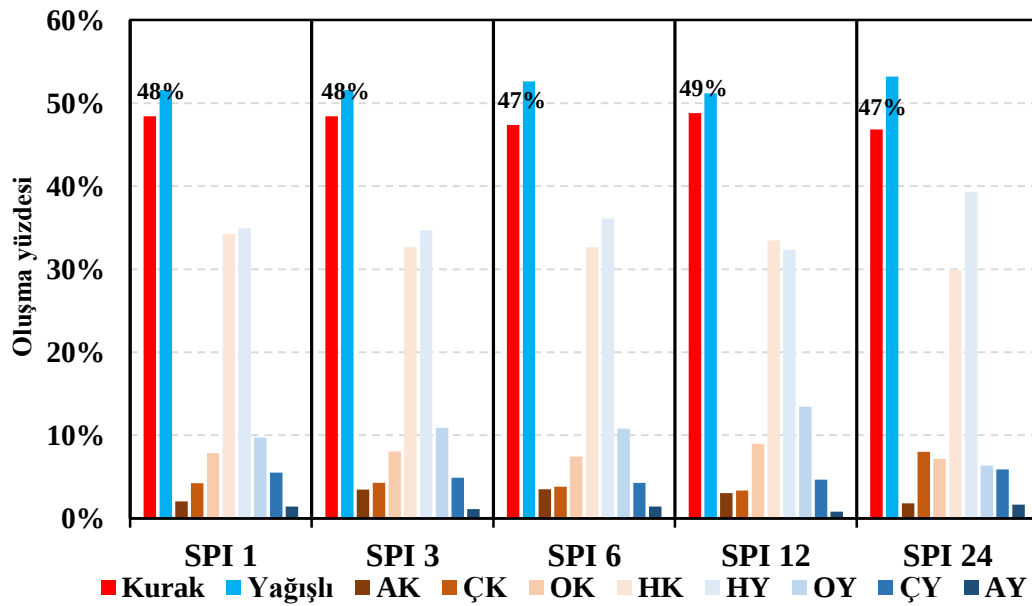
Yumurtalık istasyonu

Şekil 4.70.'te Yumurtalık istasyonu istasyonu için SPI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yumurtalık istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun sürdüğü görülmektedir. Genel olarak, Yumurtalık istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini peşi sıra takip etmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2015 Haziran ayında başlamış ve 2016 Ocak ayında bitmiş ve 8 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2015 Nisan ayında başlamış 15 ay sürmüş ve 2016 Haziran ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 2017 Şubat ayında başlayıp 19 ay sürmüş ve 2018 Ağustos ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1971 Ekim ayında başlamış ve 1975 Mart ayında bitmiş ve 48 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2012 Haziran ayında başlamış 2019 Mart ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 82 ay sürdüğü belirlenmiştir. Yumurtalık istasyonu için tüm zaman ölçeklerinde 2012-2020 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Zaman ölçeğinin artmasına paralel olarak genellikle en küçük negatif indis değerinin değeri daha küçük olmaktadır. Zaman ölçeğinin büyümesiyle en uzun kurak dönemlerin daha uzun yaşandığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.70. Yumurtalık istasyonu SPI değerlerinin zamansal değişimleri

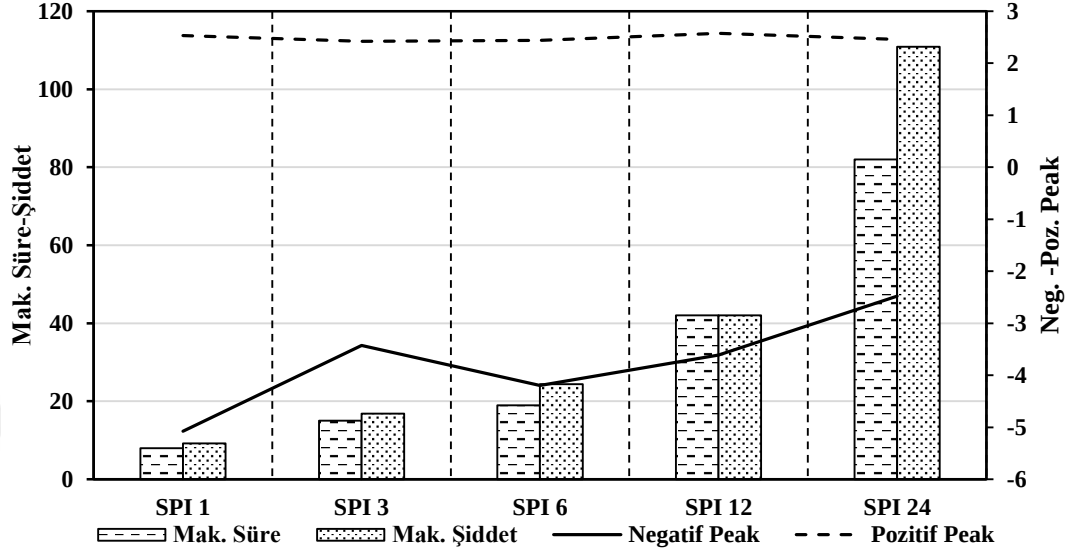
SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.71.'de verilmiştir. 1 aylık ve 3 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %48, 6 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %47, 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %49 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPI 1’ SPI 3, SPI 6, SPI 12, SPI 24 için sırasıyla %2, %3, %3, %3, %2 hesap edilmiştir. “AY” oluşum yüzdesi SPI 24’te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPI 24’te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. SPI 1, SPI3, SPI6 ve SPI 24’te “HY” oluşum oranı “HK” oluşum oranından büyük olmuştur. SPI 12’de “HK” oluşum oranı “HY” oluşum oranından daha büyük olmuştur. Kuraklık oluşum oranı tüm zaman ölçeklerinde %50’den küçük olması tarımsal faaliyetlerin yürütülmesi ve su kaynakları üzerinde inşa edilen su yapılarının işletilmesinde ve faaliyetlerinde sorun olmayacağı yorumunu desteklemektedir.



Şekil 4.71. SPI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Yumurtalık)

Şekil 4.72.’de SPI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 15, 19, 42, ve 82 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.23, 16.82, 24.36, 42.02 ve 110.89 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman

ölçekleri için 2.42 ile 2.58 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -5.08 ile -2.48 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.72. Yumurtalık istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

4.1.2. SPEI Kuraklık Analiz Sonuçları

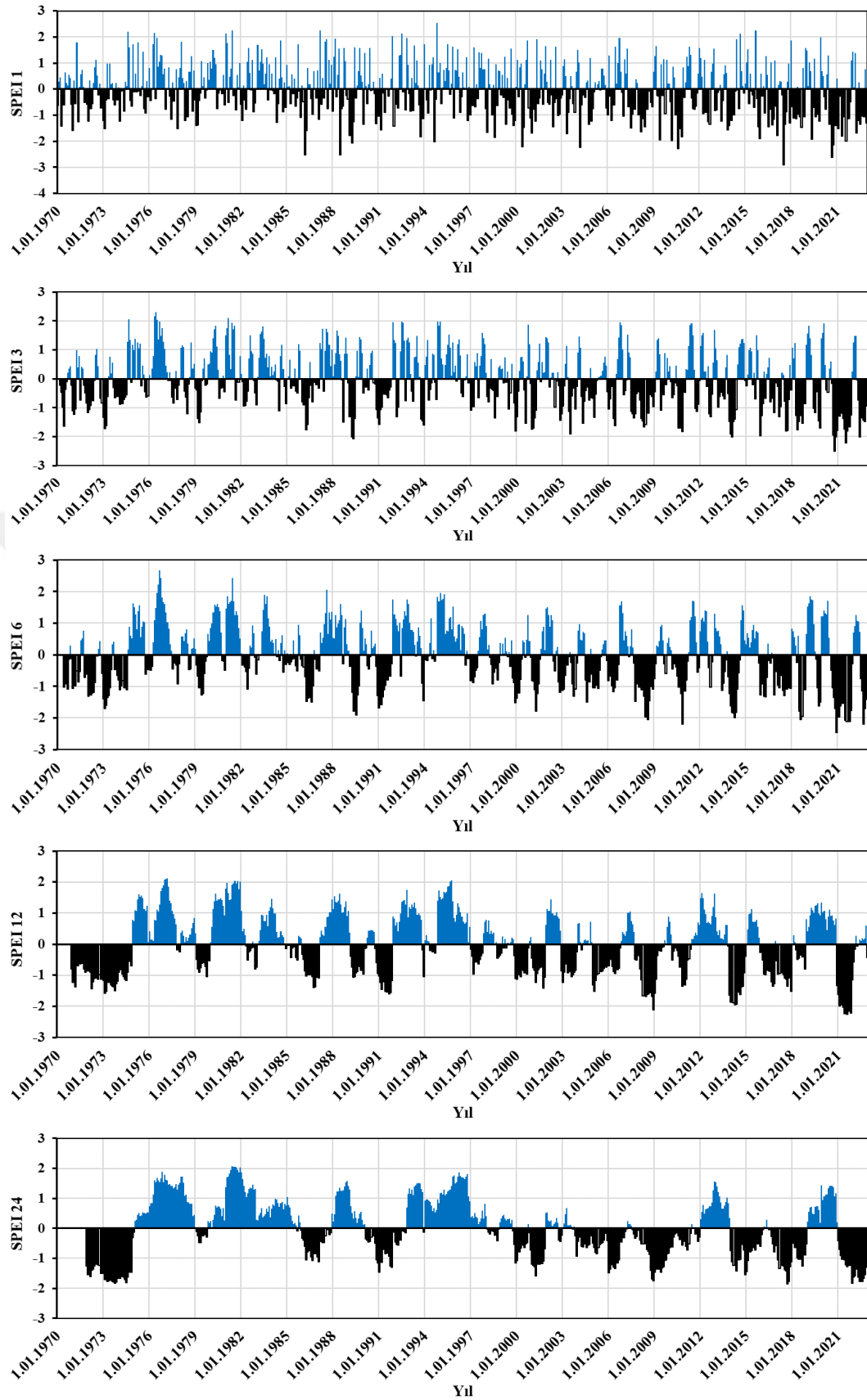
Adana istasyonu

Şekil 4.73.'te Adana istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Adana istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun sürdüğü görülmektedir. Genel olarak, Adana istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini peşi sıra takip etmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2021 Şubat-2021 Kasım aylarında yaşanmış ve 10 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2007 Temmuz ayında başlamış 19 ay sürmüş ve 2009 Ocak ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 2007 Eylül ayında başlayıp 18 ay sürmüş ve 2009 Şubat ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1970 Aralık ayında başlamış ve 1974 Kasım ayında bitmiş ve 48 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2007 Ağustos ayında başlamış 2011 Mayıs ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 46 ay sürdüğü belirlenmiştir. Adana istasyonu için genel olarak 2007-2009 yılları arasında 3 aylık, 6 aylık ve 24 aylık zaman ölçekleri için en uzun

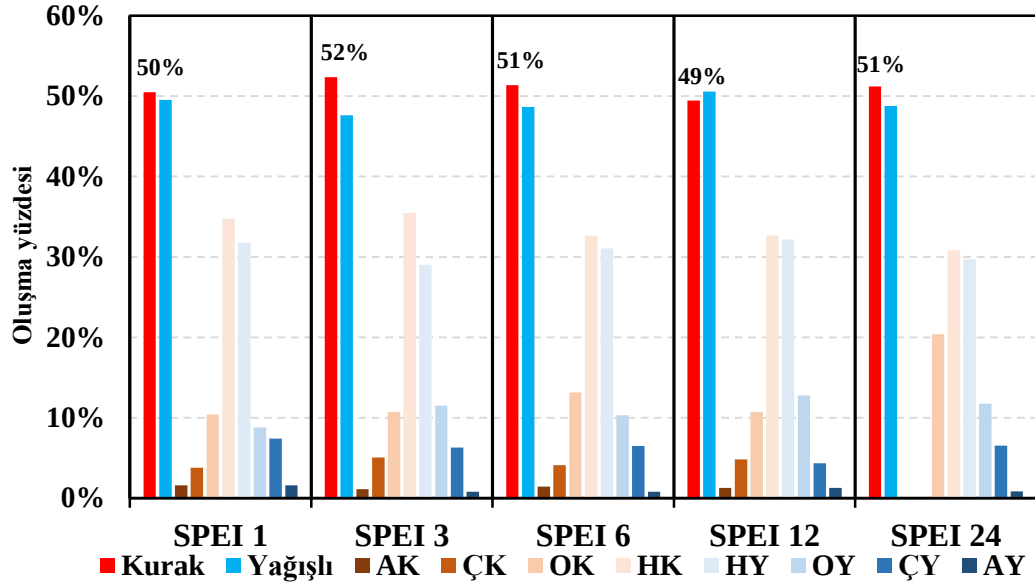
kuraklıklar yaşanmıştır. Zaman ölçeğinin artmasına paralel olarak genellikle en küçük negatif indis değerinin değeri daha küçük olmaktadır. Zaman ölçeğinin büyümesiyle en uzun kurak dönemlerin daha uzun yaşandığı anlaşılmaktadır.

Adana istasyonu için SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.74.'te verilmiştir. SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için kuraklık oluşum oranları sırasıyla %50, %52, %51, %49 ve %51 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 1'de %2 ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 24 hiç olmamıştır. "AY" oluşum yüzdesi SPEI 1'de %2 elde edilmiş, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 9, SPEI 24'te ise % 1 değeri elde edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 3 ve SPEI 12'de elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. "HK" oluşum oranı, zaman ölçeğinin büyümesiyle azalmıştır. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu sırasıyla yaklaşık olarak %13 ve %11'dur.

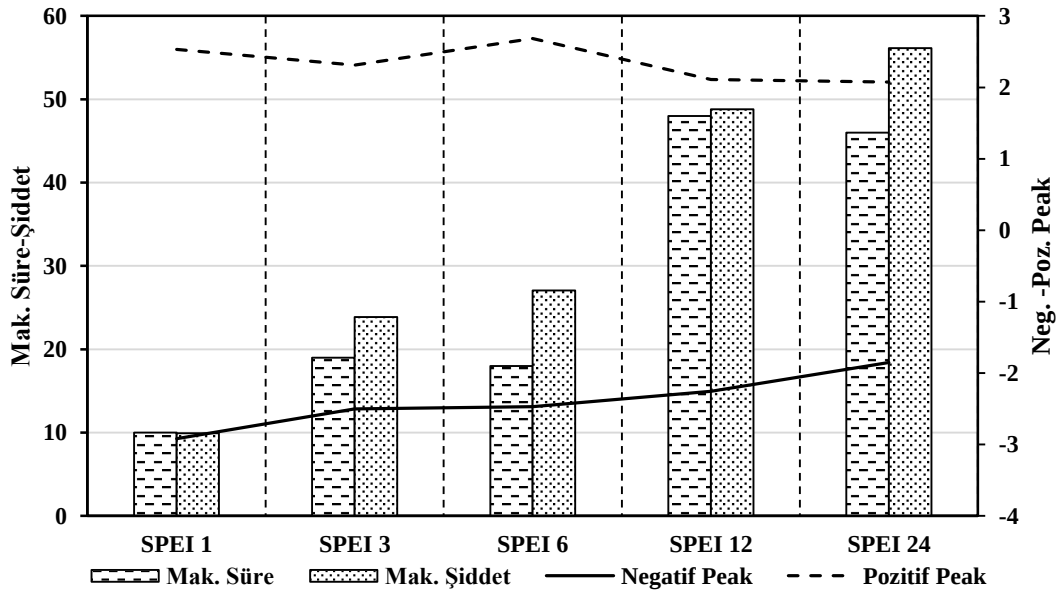
Şekil 4.75.'te SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve SPEI 24 hariç maksimum süre de benzer şekilde artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 10, 19, 18, 48, ve 46 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.92, 23.85, 27.07, 48.79 ve 56.12 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.07 ile 2.68 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -2.92 ile -1.85 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.73. Adana istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.74. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Adana)



Şekil 4.75. Adana istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

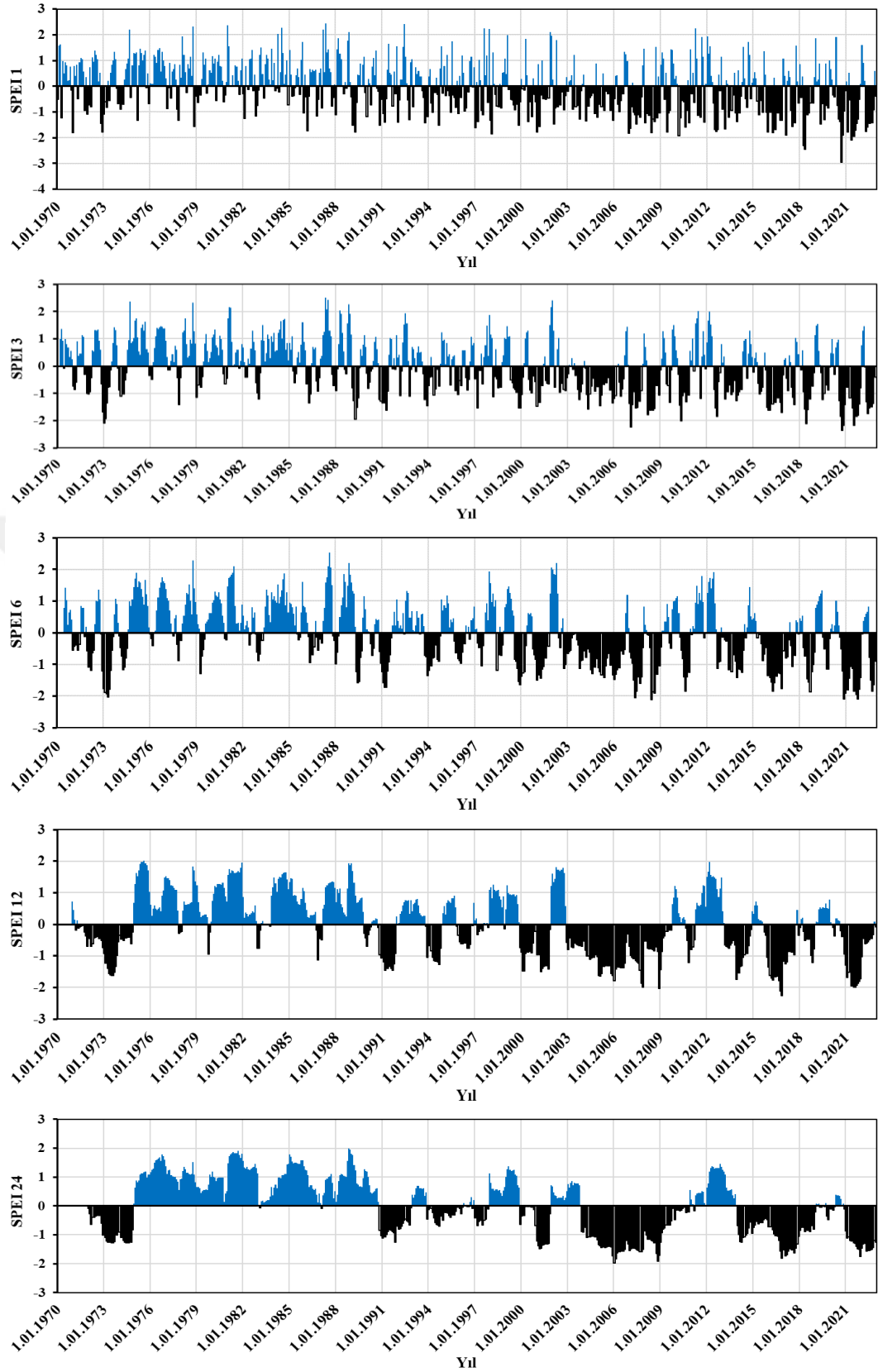
Alanya istasyonu

Şekil 4.76.'da Alanya istasyonu için SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Alanya istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha belirginleşmektedir. Genel olarak Alanya istasyonunda kurak dönem ardından yağışlı dönem yaşanmıştır. SPEI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1999 Mart-1999 Aralık arasında yaşanmış ve 10 ay sürmüştür. SPEI 3 indis değerlerine göre en uzun

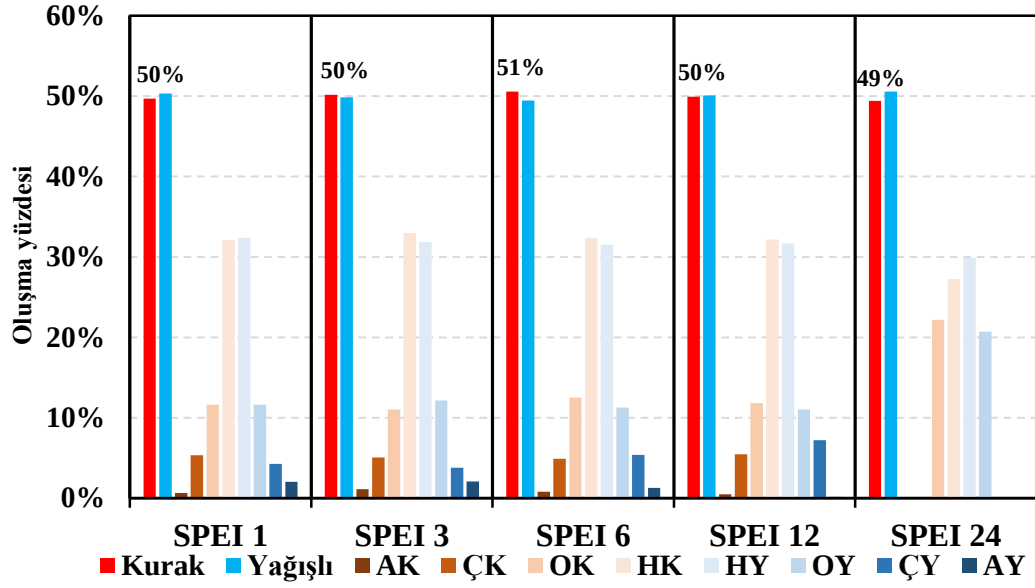
kuraklık 2020 Ağustos-2021 Aralık arasında yaşanmış ve 17 ay sürmüştür. SPEI 6 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2003 Ağustos-2006 Eylül arasında yaşanmış ve 38 ay sürmüştür. SPEI 12 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2002 Aralık-2009 Eylül arasında yaşanmış ve 82 ay sürmüştür. SPEI 24 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2003 Aralık-2009 Ekim arasında yaşanmış ve 71 ay sürmüştür. Alanya istasyonunda SPEI 6, SPEI 12 ve 24 için 2003-2006 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.77.'de verilmiştir. 1 aylık 3 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %50, 6 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %51, 24 aylık zaman ölçeğinde ise kuraklık oluşum oranı %49 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6'da %1, SPEI 12 ile SPEI 24'te ise hiç olmamıştır. "AY" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 1, SPEI 3'te elde edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6 ve SPEI 12 'de birbirlerine eşit ve SPEI 24'ten büyük elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuş yani diğer bir ifade ile bu kuraklık sınıfları baskın kuraklık sınıflarıdır. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiştir. SPEI 24'te "AK", "ÇK", "ÇY" ve "AY" hiç oluşmamıştır.

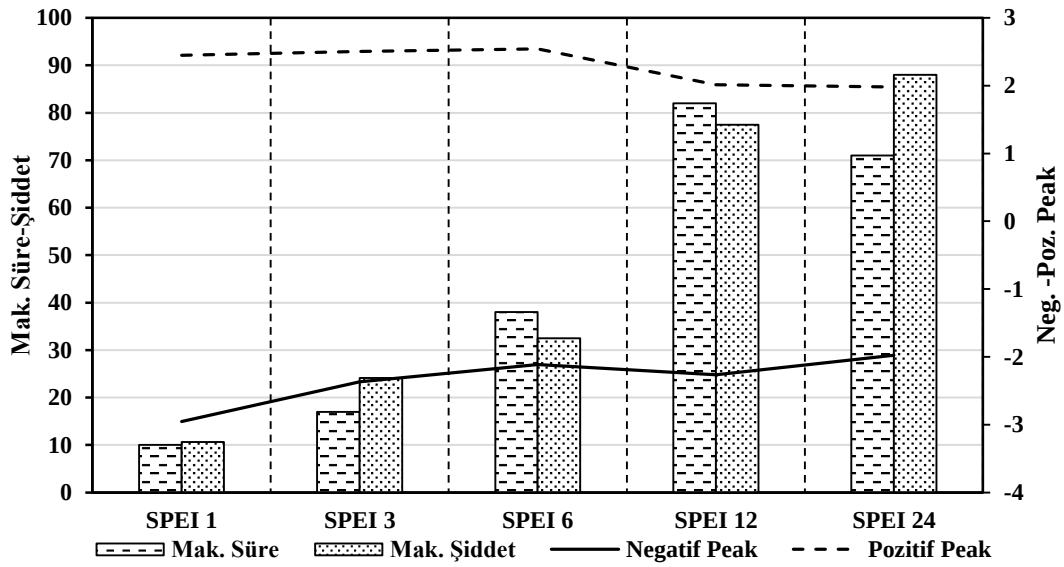
Şekil 4.78.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet artmaktadır ve SPEI 24 hariç maksimum süre de benzer şekilde artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için sırasıyla 10, 17, 38, 82, ve 71 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 10.64, 24.16, 32.48, 77.50 ve 88.01 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 1.98 ile 2.54 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -2.95 ile -1.98 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.76. Alanya istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.77. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Alanya)



Şekil 4.78. Alanya istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

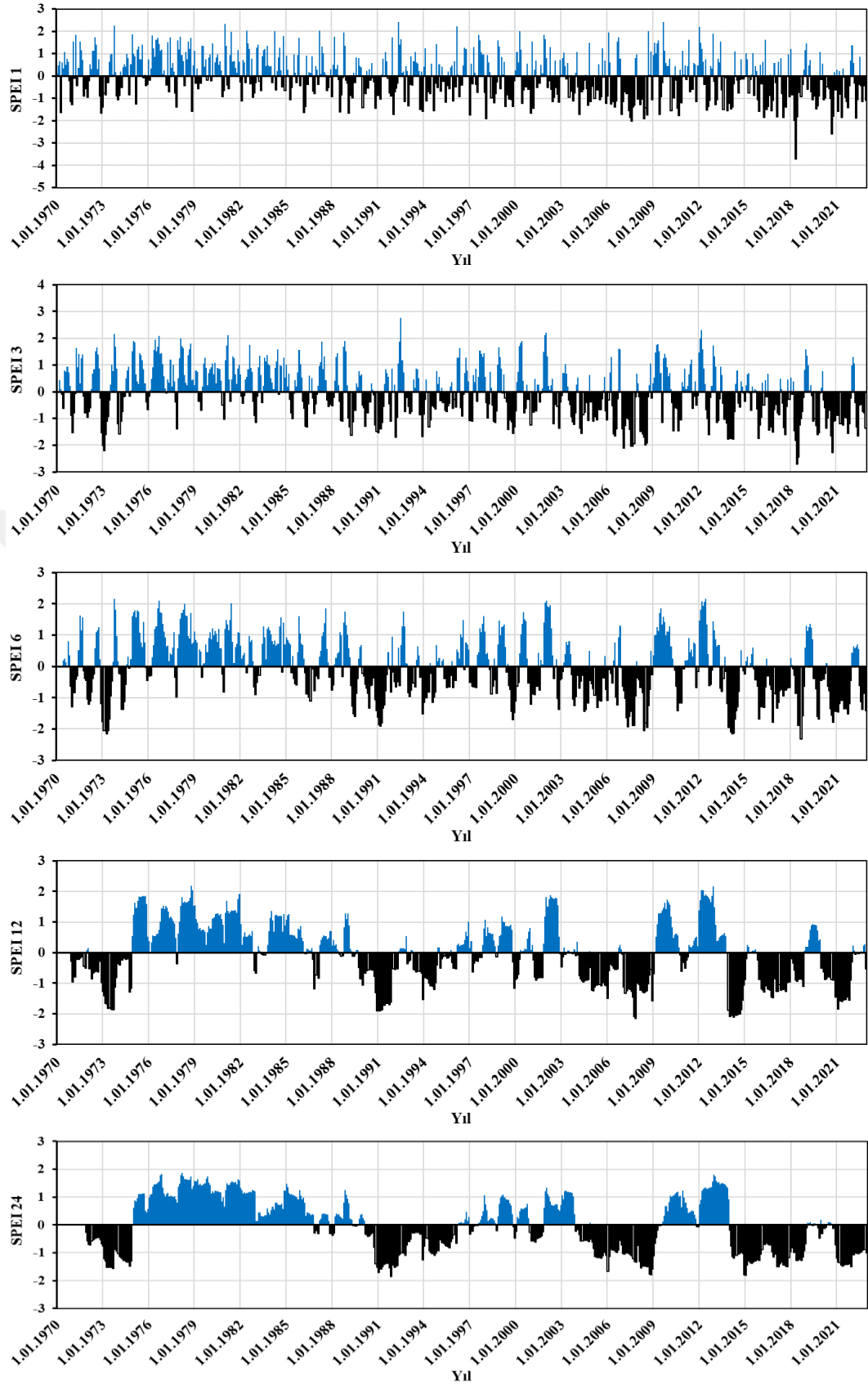
Anamur istasyonu

Şekil 4.79.'da Anamur istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerin geçiş zamanları SPEI 1'den SPEI 24'e artmaktadır. Kurak ve yağışlı dönemlerin zaman ölçeğinin büyümesiyle daha belirginleştiği anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık SPEI 1'de 2018 Şubat ayında başlamış ve 2018 Ekim arasında meydana gelmiş ve 9 ay sürmüştür. SPEI 3'te en uzun kuraklık 2020 Mart ayında başlamış 2021 Aralık ayında sona ermiş ve 22 ay sürmüştür. SPEI 6'da

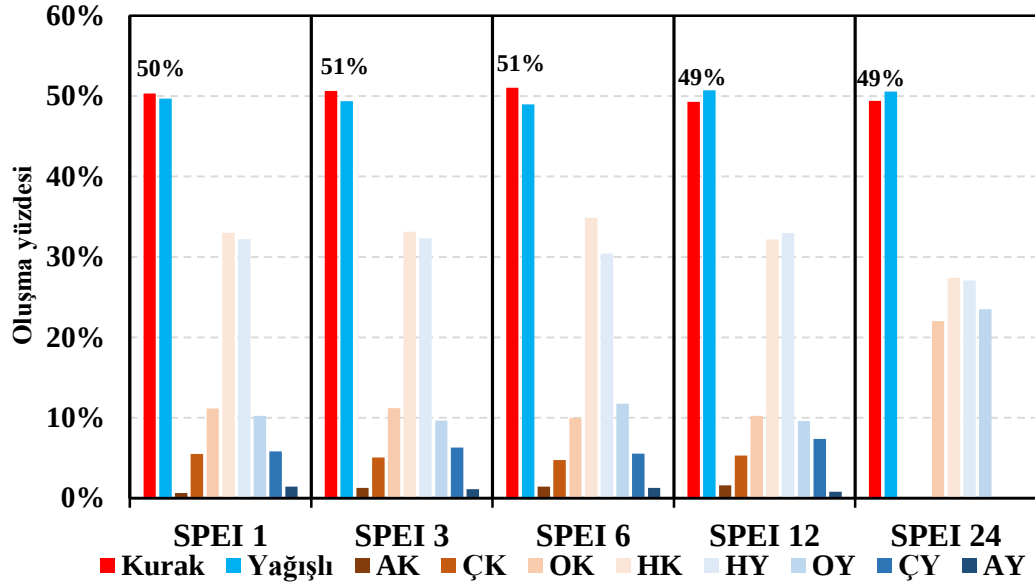
en uzun kuraklık 1990 Ocak ayında başlayıp 20 ay sürmüş ve 1991 Ağustos ayında bitmiştir. SPEI 12’de en uzun kurak dönem 2015 Ekim ayında başlamış ve 2018 Kasım ayında bitmiş ve 38 ay sürmüştür. SPEI 24’te en uzun kuraklık 1990 Mart ayında başlamış 1996 Şubat ayında sona ermiş ve 72 ay sürdüğü belirlenmiştir. Anamur istasyonu için SPEI 6 ve SPEI 24’te 1990-1991 yılları arasında en uzun kuraklık yaşanmıştır. Tüm zaman ölçeklerinde son yıllarda kurak ve yağışlı dönemlerin geçişlerinin daha kısa zaman dilimlerinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Anamur istasyonunda SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.80.’de verilmiştir. SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12, SPEI 24 ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı sırasıyla %50, %51, %51, %49 ve %49 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 12’de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür ve SPEI 24’te ise hiç olmamıştır. “AY” oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12’de birbirlerine eşit ve SPEI 24’ten büyük değer elde edilmiştir. “ÇK” oluşum yüzdesi en büyük SPEI 1’de elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Zaman ölçeğinin büyümesiyle birlikte “HY” ve “HK” azalma eğilimi göstermiştir. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %13’tür. Tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde dikkate alınan 1, 3, ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oranının %50’den büyük olması bu faaliyetlerin sürdürülmesinde sorunlar olabileceği değerlendirilmektedir.

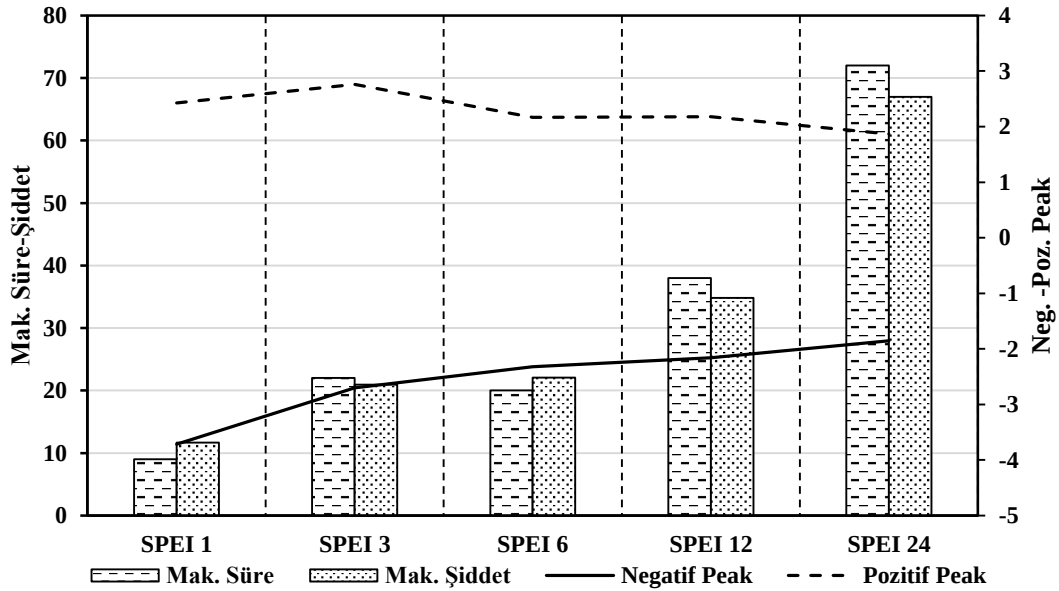
Şekil 4.81.’de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet artmaktadır ve SPEI 6 hariç maksimum süre de benzer şekilde artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için sırasıyla 9, 22, 20, 38, ve 72 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 11.68, 20.93, 22.09, 34.83 ve 66.99 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 1.87 ile 2.76 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -3.71 ile -1.86 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.79. Anamur istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.80. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Anamur)



Şekil 4.81. Anamur istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

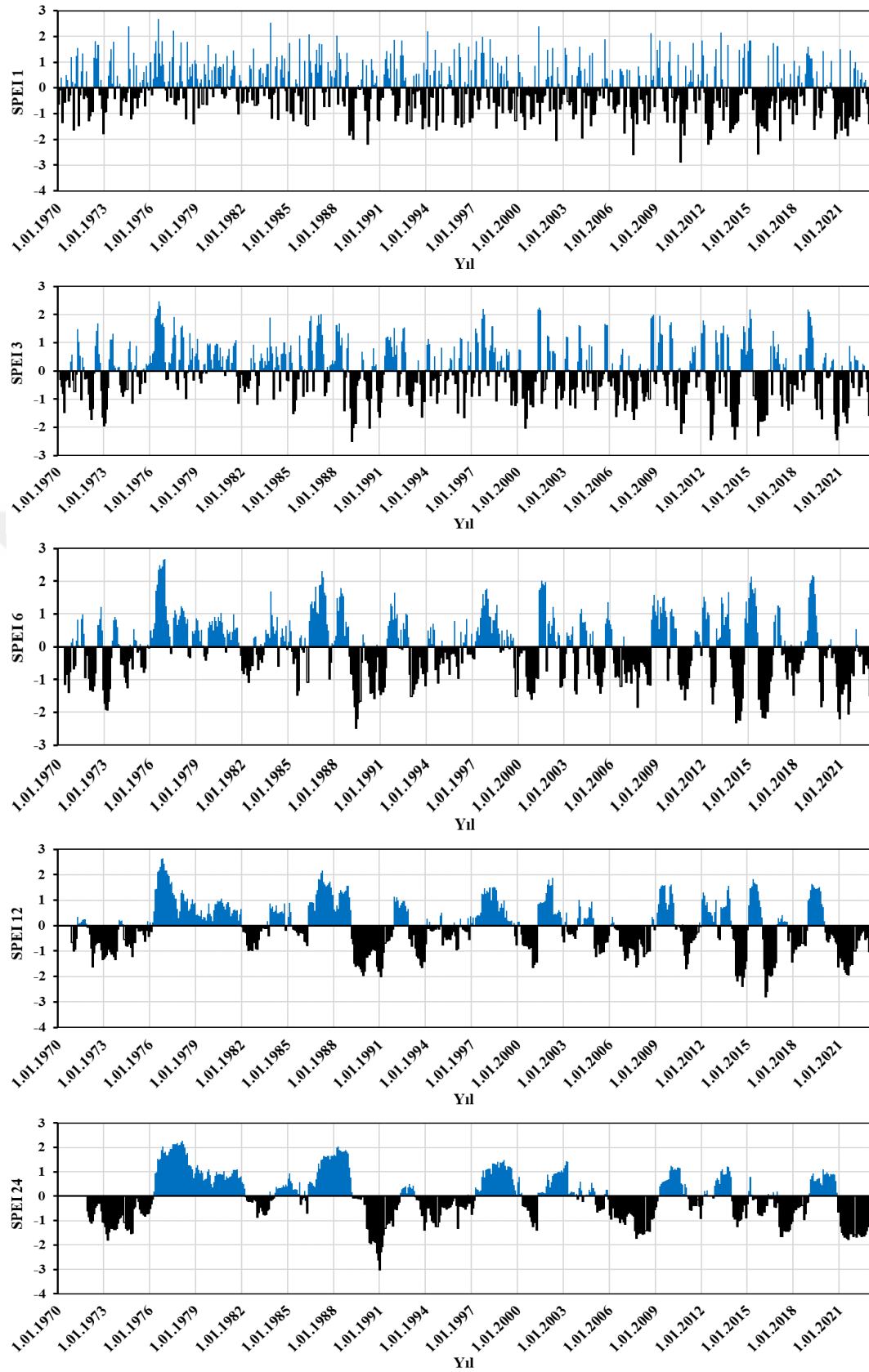
Antakya istasyonu

Şekil 4.82.'de Antakya istasyonu için SPEI yöntemiyle farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan SPEI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kuraklık indislerinin hesaplandığı zaman ölçekleri kurak ve yağışlı dönemlerin belirlenmesine ve geçiş zamanlarına etki etmektedir. SPEI 1'de en uzun kuraklık 2015 Mayıs -2016 Şubat döneminde yaşanmış ve 10 ay sürmüştür. SPEI 3'te en uzun kuraklık 2000 Nisan- 2001 Nisan arasında 13 ay sürmüştür. SPEI 6'da en uzun

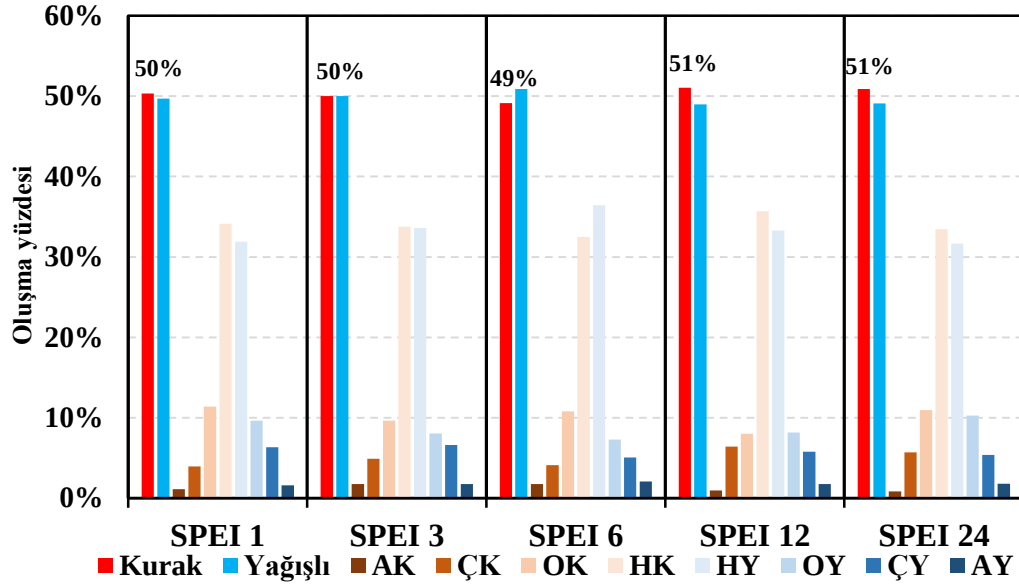
kuraklık 2006 Aralık-2008 Ağustos döneminde yaşanmış ve 21 ay sürmüştür. SPEI 12’de en uzun kuraklık 2020 Şubat-2022 Aralık arasında 35 ay, SPEI 24’te 1971 Aralık-1976 Mart döneminde yaşanmış ve 52 ay sürmüştür.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.83.’te verilmiştir. 1 aylık ve 3 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %50, 6 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranları %49, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı ise %51 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 3 ile SPEI 6’da %2 ve SPEI 1, SPEI 12 ve SPEI 24’te ise %1 değeri elde edilmiştir. “AY” oluşum yüzdesi tüm zaman ölçeklerinde birbirlerine eşit elde edilmiştir. “ÇK” oluşum yüzdesi SPEI 12, SPEI 24’te %6, SPEI 3’te %5, SPEI 1 ve SPEI 6’da ise %4 değeri elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10’dur. “OY” oluşum oranı 1 aylık zaman ölçeğinden 6 aylık zaman ölçeğine kadar azalırken, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde tekrardan artmaktadır.

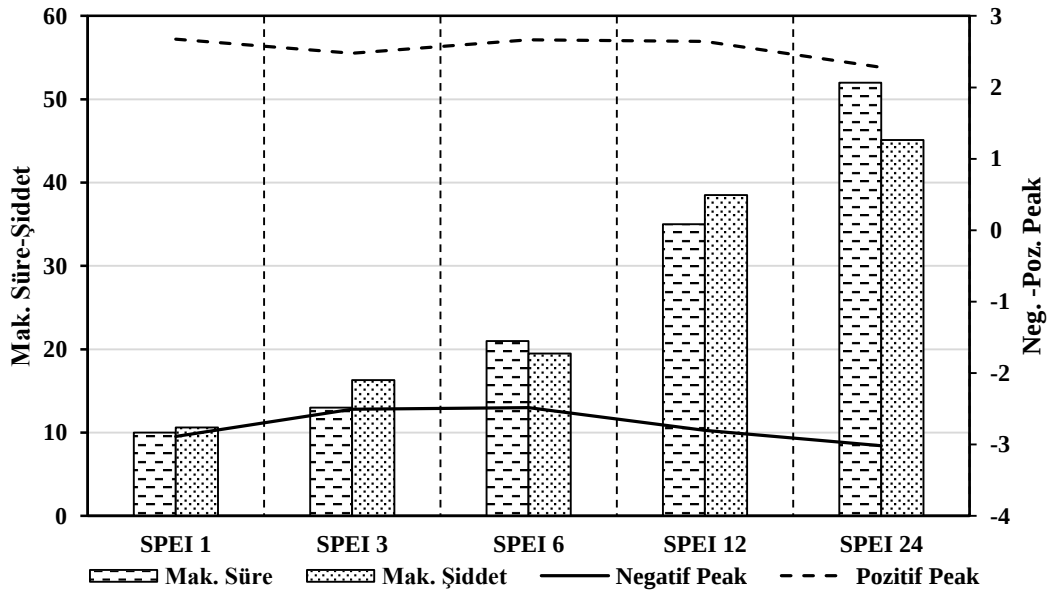
Şekil 4.84.’te SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için sırasıyla 10, 13, 21, 35, ve 52 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 10.61, 16.30, 19.47, 38.50 ve 45.10 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.28 ile 2.67 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -3.02 ile -2.48 arasında değişmektedir. Negatif peak değerler zaman ölçeğinin büyümesiyle önce artmış sonra azalmıştır, pozitif peak değerler ise zaman ölçeğinin büyümesiyle azalmaktadır.



Şekil 4.82. Antakya istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.83. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Antakya)



Şekil 4.84. Antakya istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

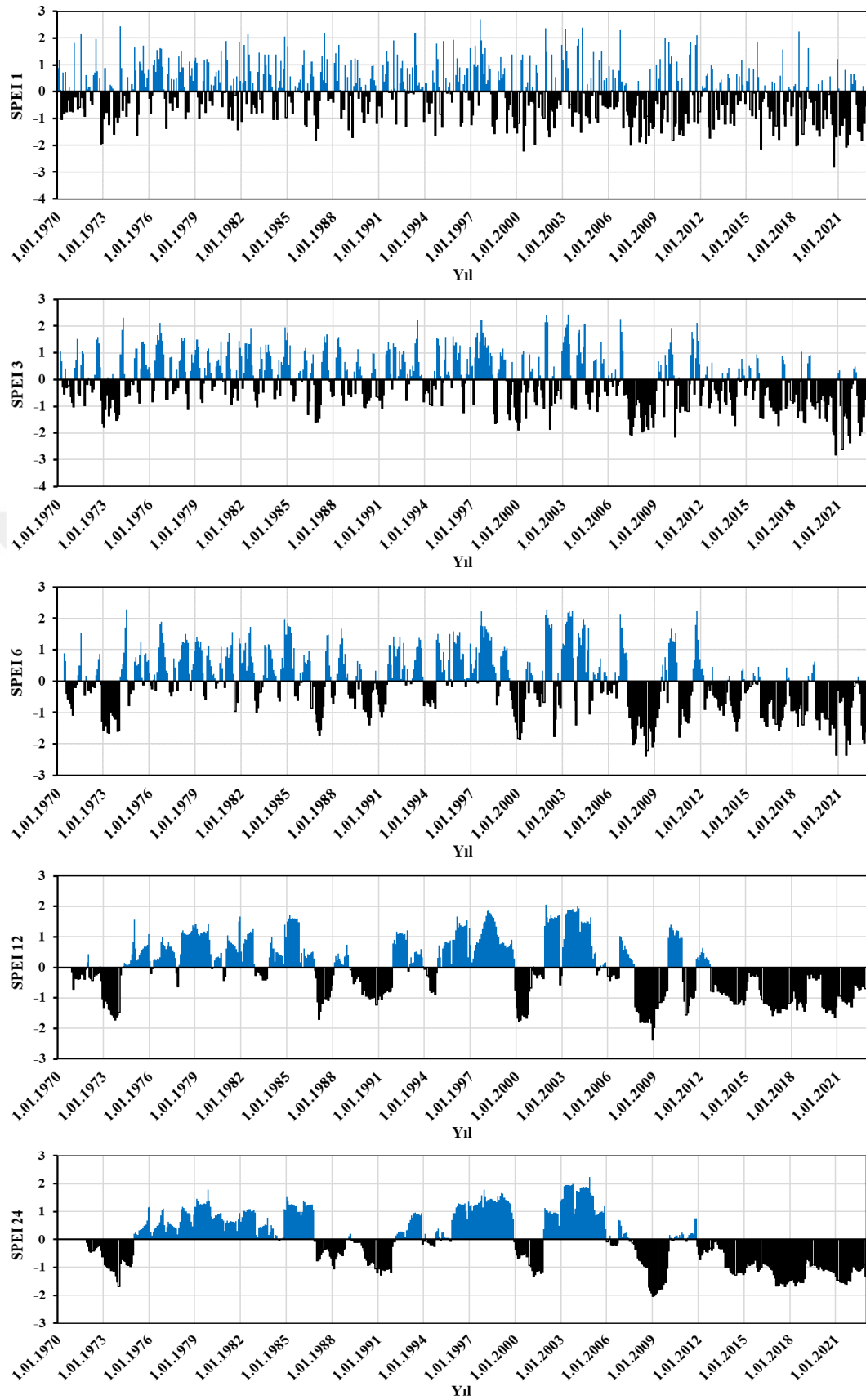
Antalya Havalimanı istasyonu

Şekil 4.85.'te Antalya Havalimanı istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Antalya Havalimanı istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha uzun yıllarda gerçekleşmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2007 Mart -2007 Kasım arasında meydana gelmiş 9 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2007 Ocak -2009 Şubat arasında

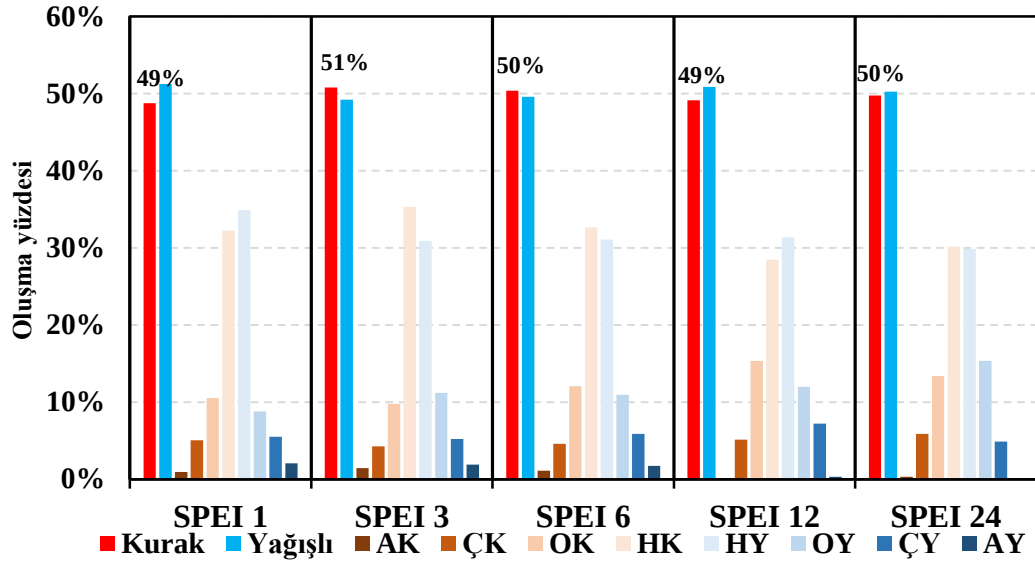
meydana gelmiş ve 26 ay sürmüştür. 6 aylık zaman ölçeğinde 2019 Temmuz-2022 Ocak arasında meydana gelmiş ve 31 ay sürmüştür. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 2012 Ekim-2022 Aralık arasında yaşanmış ve 123 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde ise en uzun kuraklık 2011 Aralık-2022 Aralık arasında yaşanmış ve 133 ay sürmüştür. Antalya Havalimanı istasyonu için 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 2012-2022 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

Antalya Havalimanı istasyonu için kurak/yağışlı ve farklı kuraklık sınıflarının oluşum yüzdeleri Şekil 4.86.'da verilmiştir. En az kurak oluşum oranı SPEI 1 ve SPEI 12'de %49 olarak, en büyük oluşum oranı ise SPEI 3'de %51 olarak belirlenmiştir. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 1'de %1, SPEI 3'te %1, SPEI 6'da %1 ve SPEI 12 ve SPEI 24'te ise hiç olmamıştır. "AY" oluşum SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6'da birbirlerine eşit ve SPEI 12, SPEI 24'ten daha büyüktür. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 24'te elde edilmiştir. Bu istasyonda tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık sınıflarına göre daha büyük yani bu iki kuraklık sınıfı baskın sınıf olarak belirlenmiştir. Zaman ölçeğinin büyümesiyle "HK" ve "HY" oluşum oranları genel olarak azalmaktadır. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş, "OK" oluşumu oranı %12'dir, "OY" oluşumu ise yaklaşık olarak %10'dur.

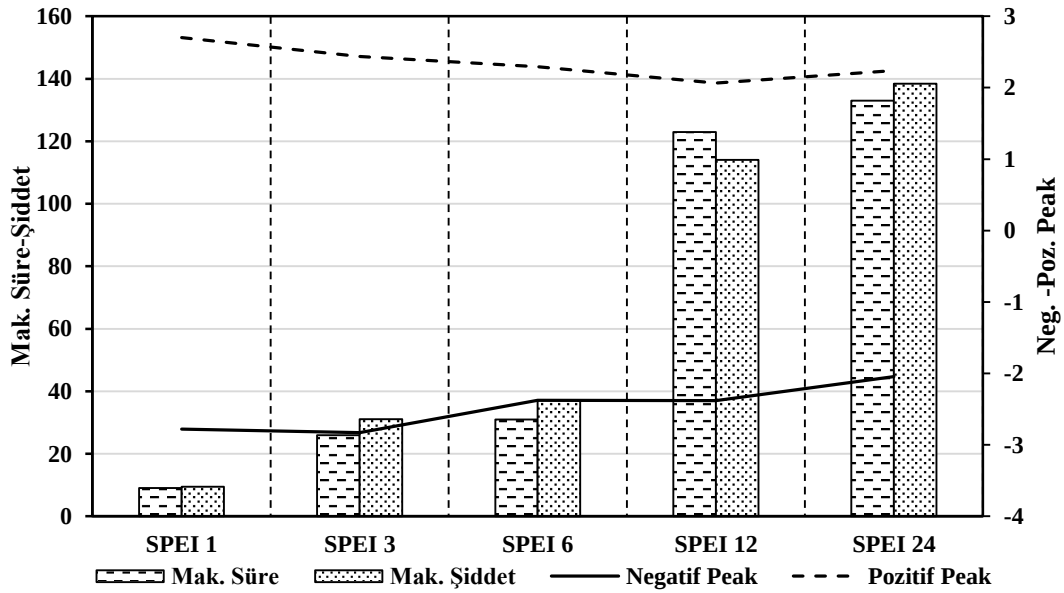
Şekil 4.87.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için sırasıyla 9, 26, 31, 123, ve 133 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.42, 31.12, 37.16, 114.06 ve 138.45 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.07 ile 2.70 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -2.83 ile -2.04 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.85. Antalya Havalimanı istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.86. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Antalya Havalimanı)



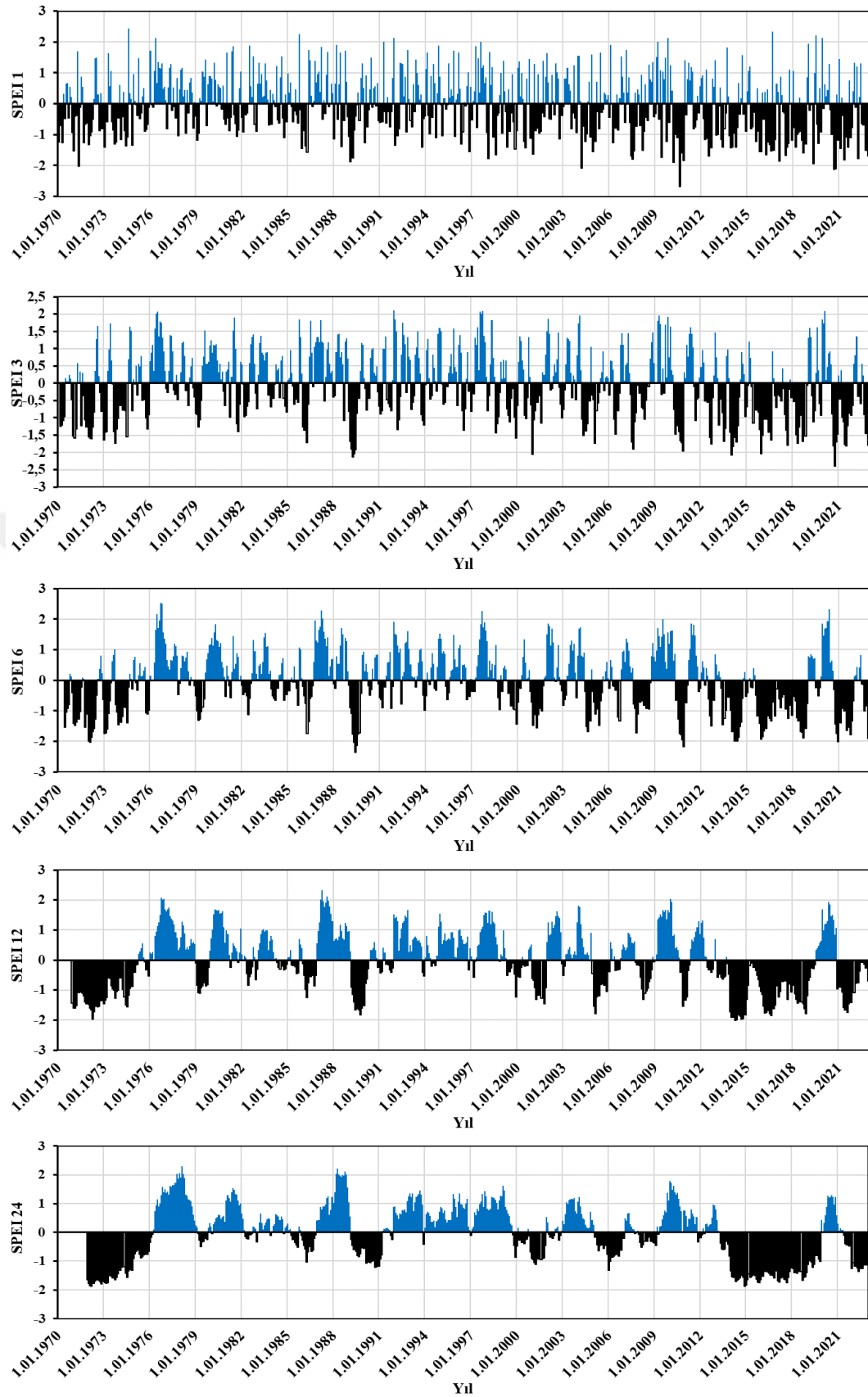
Şekil 4.87. Antalya Havalimanı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

Ceyhan istasyonu

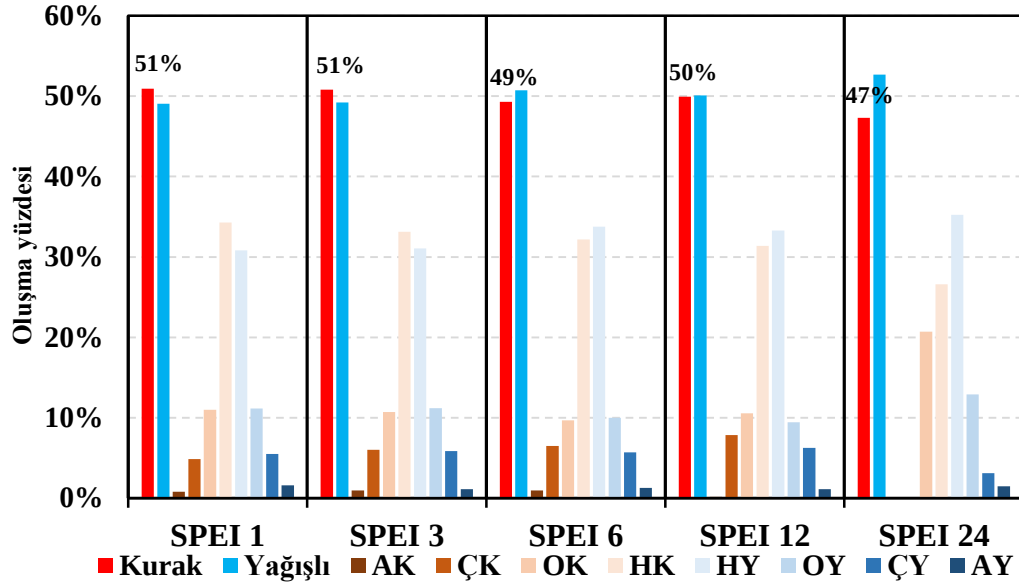
Şekil 4.88.'de Ceyhan istasyonu için SPEI yöntemiyle farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri sunulmuştur. Ceyhan istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha uzun yıllarda gerçekleşmiş ve zaman ölçeğinin artması küçük zaman ölçeklerinde ortaya çıkan kurak ve yağışlı dönemlerin kaybolmasına neden olmuştur. Genel olarak Ceyhan istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiş ve baskın bir durum söz konusu değildir. Ceyhan istasyonunda, 1992-2013 yılları arasında

yağışlı dönemlerin daha uzun sürdüğü anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık, SPEI 1 için 1988 Aralık ayında başlamış ve 1989 Temmuz ayında bitmiş ve 8 ay sürmüştür. SPEI 3 için en uzun kuraklık 2015 Mayıs ayında başlamış 16 ay sürmüş ve 2016 Ağustos ayında sona ermiştir. SPEI 6 için 2015 Ağustos ayında başlayıp 41 ay sürmüş ve 2018 Aralık ayında bitmiştir. SPEI 12 için en uzun kurak dönem 2013 Ekim ayında başlamış ve 2019 Haziran ayında bitmiş ve 69 ay sürmüştür. SPEI 24 için en uzun kuraklık 2013 Mayıs ayında başlamış 2019 Kasım ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 79 ay sürdüğü belirlenmiştir. Ceyhan istasyonu için 3 aylık ve 6 aylık zaman ölçeklerinde 2015-2016 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmış, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde ise 2013-2019 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.89.'da verilmiştir. 1 aylık ve 3 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %51, 6 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %49, 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %50 ve 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %47 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6’da %1 ve SPEI 12 ile SPEI 24’te ise hiç olmamıştır. “AY” oluşum yüzdesi SPEI 1’de %2, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12, SPEI 24’te ise %1 değeri elde edilmiştir. “ÇK” oluşum yüzdesi en büyük SPEI 12’de elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Zaman ölçeğinin artmasıyla birlikte “HK” ve “HY” oluşum oranları sırasıyla azalmakta ve artmaktadır. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiştir. “OK” oluşum oranı SPEI 1, SPEI 3, ve SPEI 6’ya kadar azalmış, SPEI 12 ve SPEI 24’te artmıştır. “OY” oluşum oranı SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6 ve SPEI 12’ye kadar azalmış, SPEI 24’te ise artmıştır. “AK” ve “ÇK” SPEI 24’te hiç oluşmamıştır.

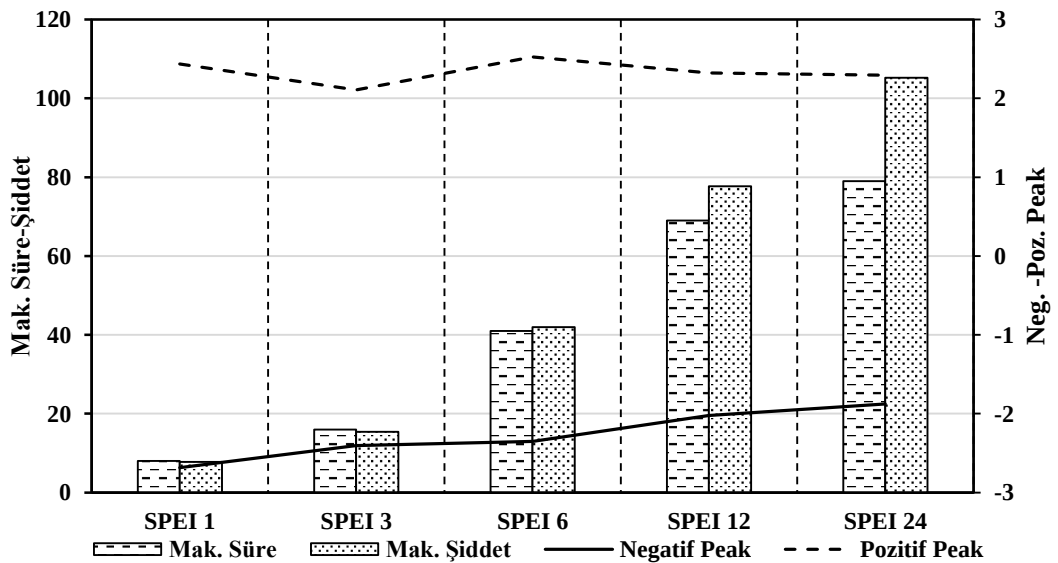


Şekil 4.88. Ceyhan istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.89. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Ceyhan)

Şekil 4.90.'da SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için sırasıyla 8, 16, 41, 69, ve 79 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 7.79, 15.42, 41.99, 77.71 ve 105.21 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.11 ile 2.52 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -2.68 ile -1.88 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.

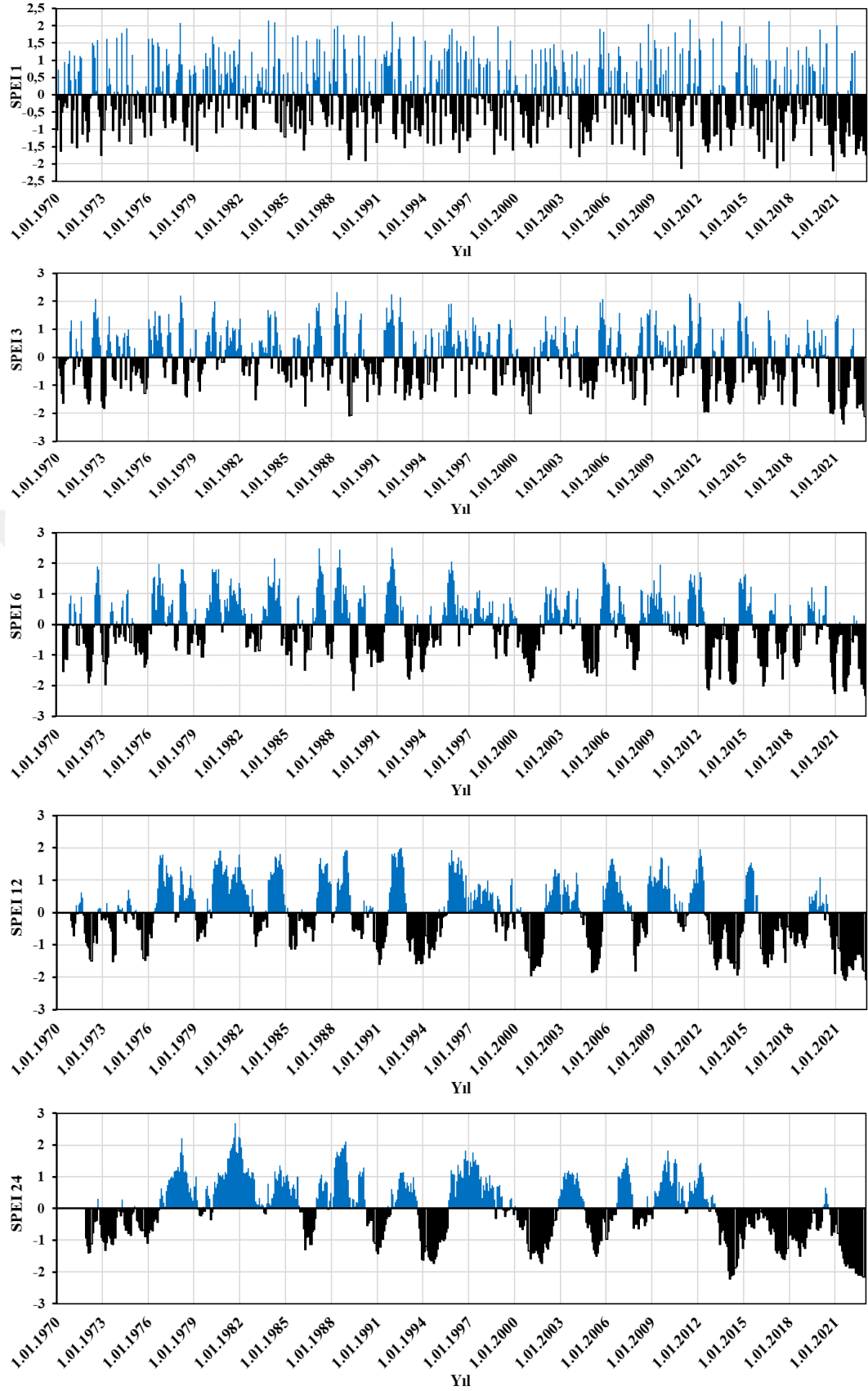


Şekil 4.90. Ceyhan istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

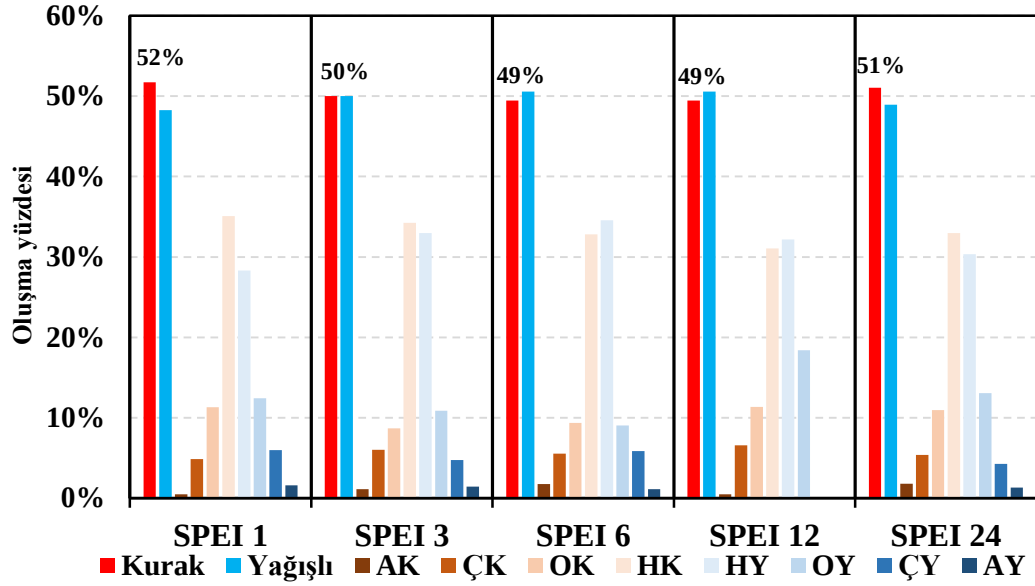
Dörtüol istasyonu

Şekil 4.91.'de Dörtüol istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPEI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kuraklık indislerinin hesaplandığı zaman ölçekleri kurak ve yağışlı dönemlerin belirlenmesine ve geçiş zamanlarına etki etmektedir. Genel olarak Dörtüol istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. SPEI 1'de en uzun kuraklık 2013 Ekim -2014 Mayıs döneminde yaşanmış ve 8 ay sürmüştür. SPEI 3'te en uzun kuraklık 2004 Nisan-2005 Haziran döneminde yaşanmış ve 15 ay sürmüştür. SPEI 6'da en uzun kuraklık 2000 Mart-2001 Ağustos döneminde yaşanmış ve 18 ay sürmüştür. SPEI 12'de en uzun kurak dönem 2012 Haziran-2014 Aralık döneminde yaşanmış ve 31 ay sürmüştür. SPEI 24'te en uzun kuraklık 2013 Mart-2020 Şubat döneminde yaşanmış ve 84 ay sürmüştür. Dörtüol istasyonu için 1 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 2013-2019 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

Dörtüol istasyonunda SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.92.'de verilmiştir. SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12, SPEI 24 ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı sırasıyla %52, %50, %49, %49 ve %51 olmuştur. "AK" ve "AY" oluşumu SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12, SPEI 24 ölçeklerinde sırasıyla, %0 ve %2, %1 ve %1, %2 ve %1, %0 ve %0, %2 ve %1 olarak hesap edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 12'de, OY oluşum yüzdesi en büyük değerine SPEI 12'de sahiptir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuş yani diğer bir ifade ile bu kuraklık sınıfları baskın kuraklık sınıflarıdır. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu sırasıyla yaklaşık olarak %10 ve %12'dir.

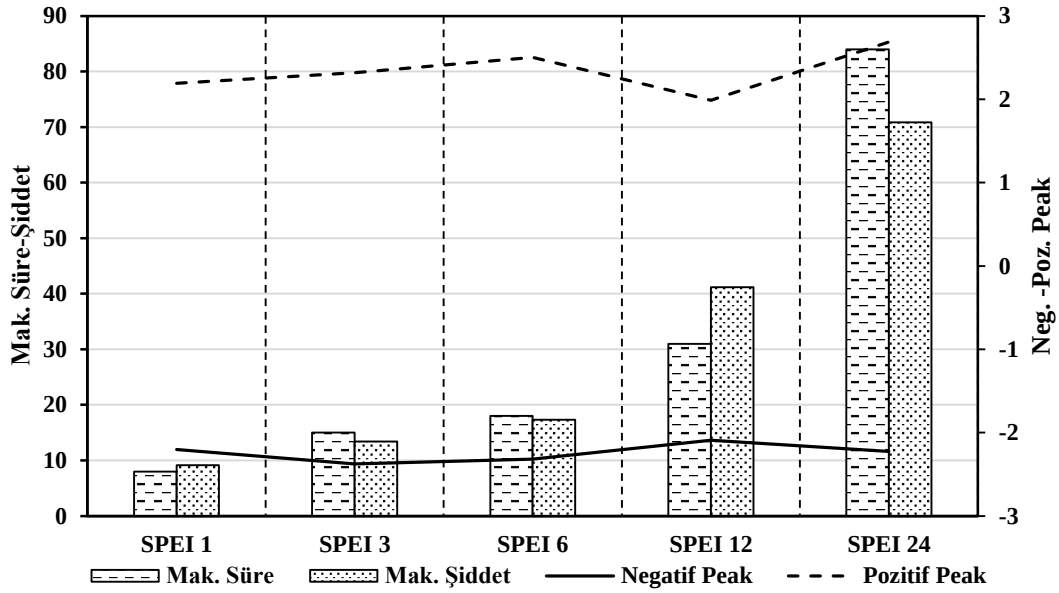


Şekil 4.91. Dört yol istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.92. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Dörttyol)

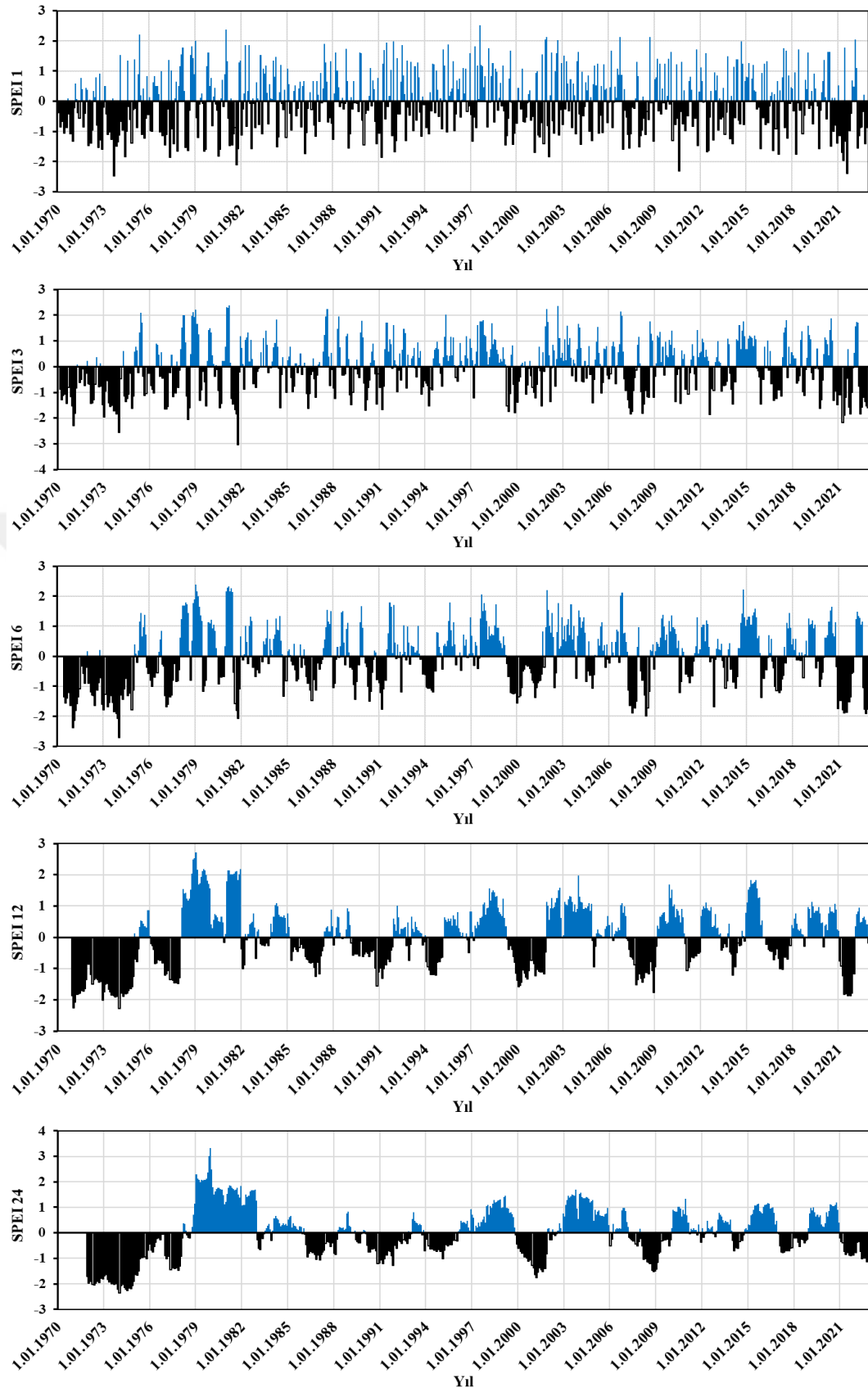
Şekil 4.93.'te SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için sırasıyla 8, 15, 18, 31, ve 84 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.12, 13.39, 17.32, 41.18 ve 70.83 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 1.99 ile 2.69 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -2.38 ile -2.09 arasında değişmektedir. Negatif peak değerler önce azalmış sonra artmış ve daha sonra azalmaya devam etmiştir. Pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmaktadır.



Şekil 4.93. Dörtüyl istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

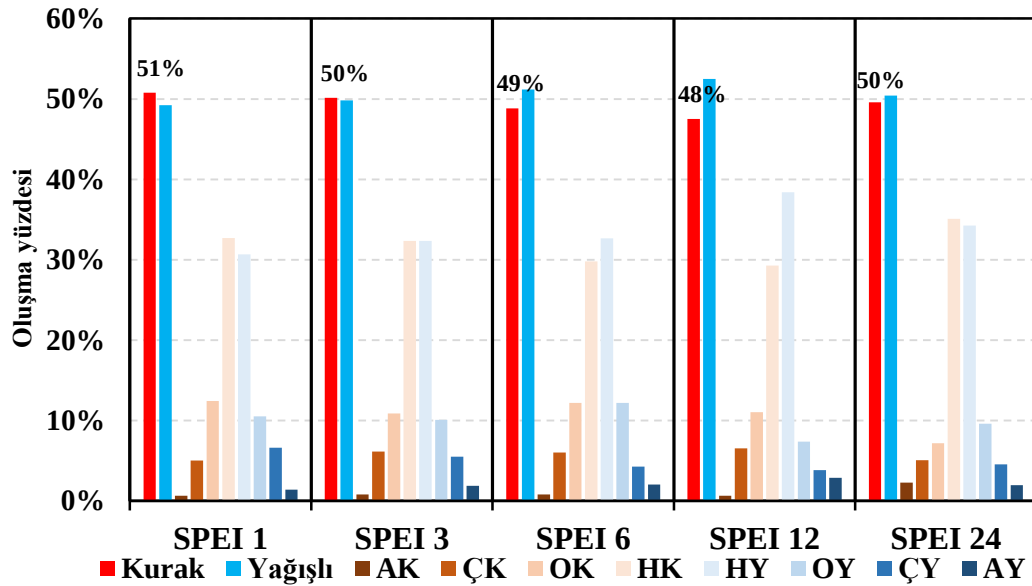
Eğirdir istasyonu

Şekil 4.94.'te Eğirdir istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPEI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kuraklık indislerinin hesaplandığı zaman ölçekleri kurak ve yağışlı dönemlerin belirlenmesine ve geçiş zamanlarına etki etmektedir. Genel olarak Eğirdir istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. SPEI 1'de en uzun kuraklık 1970 Ocak-1970 Ağustos döneminde yaşanmış ve 8 ay sürmüştür. SPEI 3'te en uzun kuraklık 1972 Kasım-1974 Mart döneminde yaşanmış ve 17 ay sürmüştür. SPEI 6'da en uzun kuraklık 1972 Kasım-1974 Aralık döneminde yaşanmış ve 26 ay sürmüştür. SPEI 12'de en uzun kuraklık 1970 Aralık-1974 Aralık döneminde yaşanmış ve 49 ay sürmüştür. SPEI 24'te en uzun kuraklık 1971 Aralık-1976 Kasım döneminde yaşanmış ve 60 ay sürdüğü belirlenmiştir. Eğirdir istasyonu için 1 aylık zaman ölçeği hariç olmak üzere, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 1972-1974 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.



Şekil 4.94. Eğirdir istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri

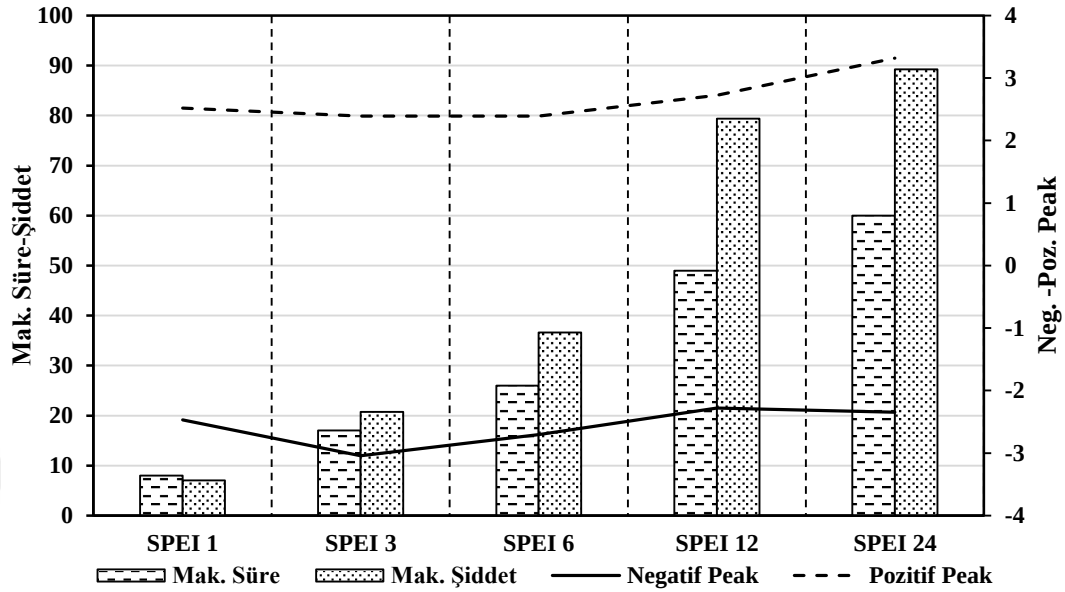
SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.95.'te verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %51, 3 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranları %50, 6 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı %49, 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı ise %48 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 24’te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi en büyük SPEI 12’de elde edilmiştir. “ÇK” oluşum yüzdesi en büyük SPEI 12’de elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10’dur. “OY” oluşum oranı 1 aylık zaman ölçeğinden 12 aylık zaman ölçeğine kadar artarken, 24 aylık zaman ölçeğinde azalmaktadır.



Şekil 4.95. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Eğirdir)

Şekil 4.96.’da SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için sırasıyla 8, 17, 26, 49, ve 60 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 7.06, 20.76, 36.59, 79.39 ve 89.22 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.39 ile 2.72 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -3.04 ile -2.28 arasında

değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle artmaktadır.



Şekil 4.96. Eğirdir istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

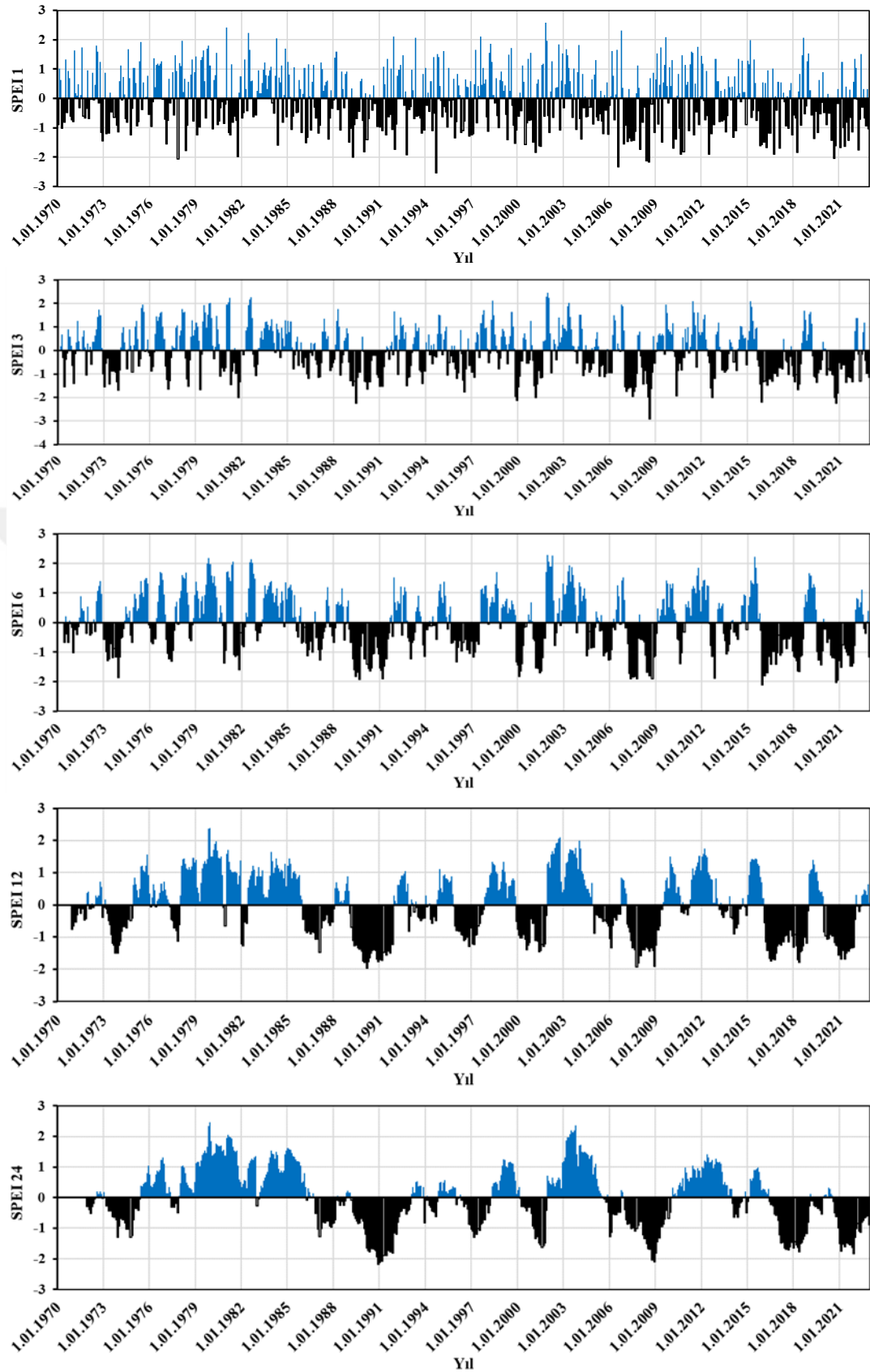
Elmalı istasyonu

Şekil 4.97.'de Elmalı istasyonu için SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Elmalı istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha belirginleşmektedir. Genel olarak Elmalı istasyonunda kurak dönem ardından yağışlı dönem yaşanmıştır. SPEI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2008 Ocak-2008 Ağustos arasında yaşanmış ve 8 ay sürmüştür. SPEI 3 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2020 Mart-2021 Aralık arasında yaşanmış ve 22 ay sürmüştür. SPEI 6 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2015 Kasım-2018 Ağustos arasında yaşanmış ve 34 ay sürmüştür. SPEI 12 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2016 Şubat-2018 Aralık arasında yaşanmış ve 35 ay sürmüştür. SPEI 24 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1986 Kasım-1993 Ocak arasında yaşanmış ve 47 ay sürmüştür. Elmalı istasyonu için SPEI 6 aylık ve SPEI 12 aylık zaman ölçeklerinde 2016-2018 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

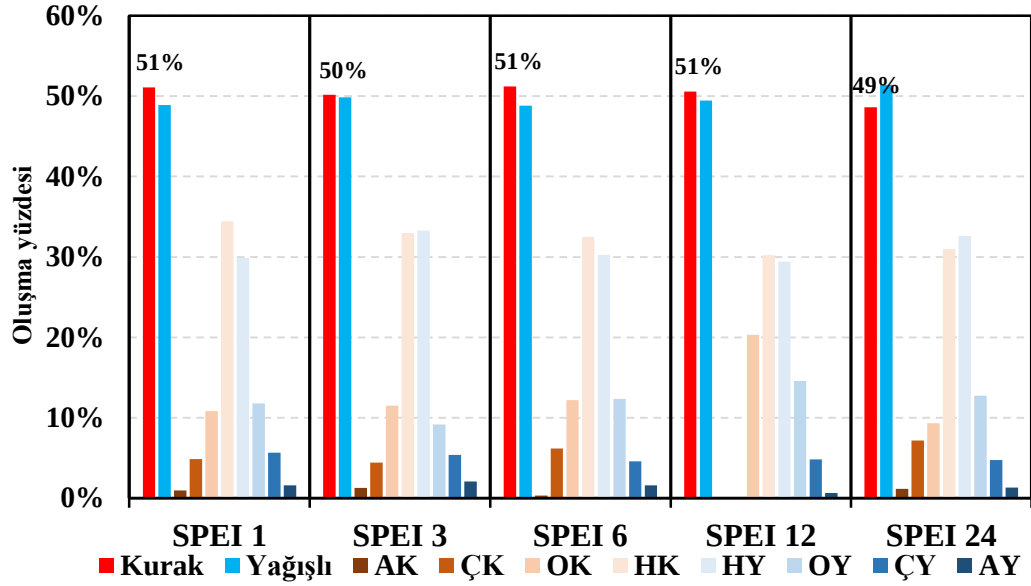
SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.98.'de verilmiştir. Kuraklık oluşumu oranı SPEI 1, SPEI 6, SPEI 12 için %51, SPEI 3 için %50, SPEI 24 için ise %49 olmuştur. "AK"

oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3 ve SPEI 24'te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 1, SPEI 3 ve SPEI 6'da eşit ve SPEI 12 ile SPEI 24 'ten büyük olduğu tespit edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları yaklaşık olarak %30'dur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiştir. Tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde dikkate alınan 1, 3, ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oranının %50'den büyük olması bu faaliyetlerin sürdürülmesinde sıkıntı olacağı değerlendirilmektedir.

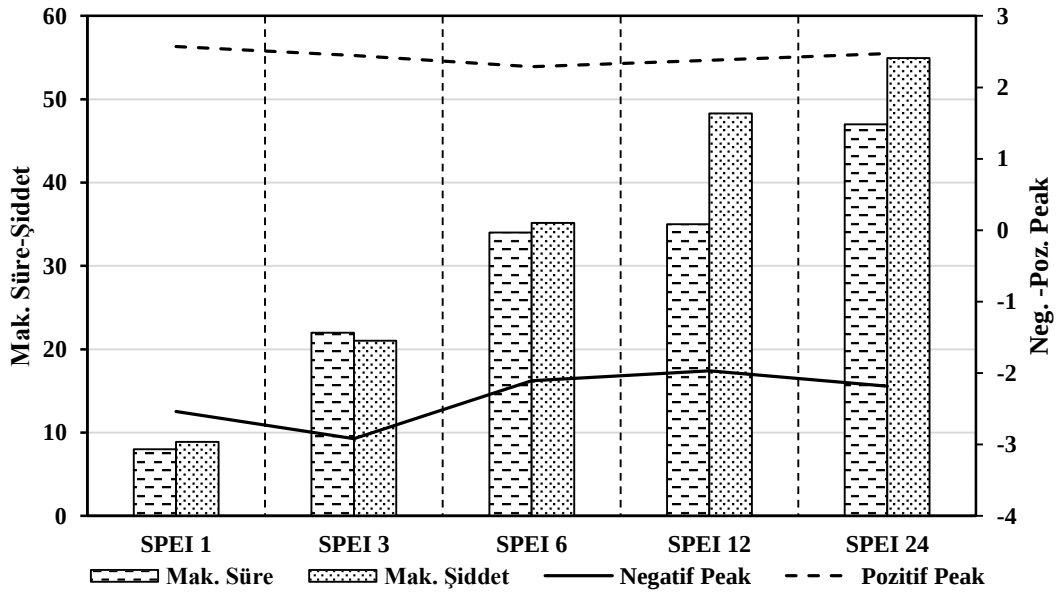
Şekil 4.99.'da SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 22, 34, 35, ve 47 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 8.89, 21.02, 35.15, 48.29 ve 54.93 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.29 ile 2.57 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -2.92 ile -1.97 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.97. Elmalı istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.98. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Elmalı)



Şekil 4.99. Elmalı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

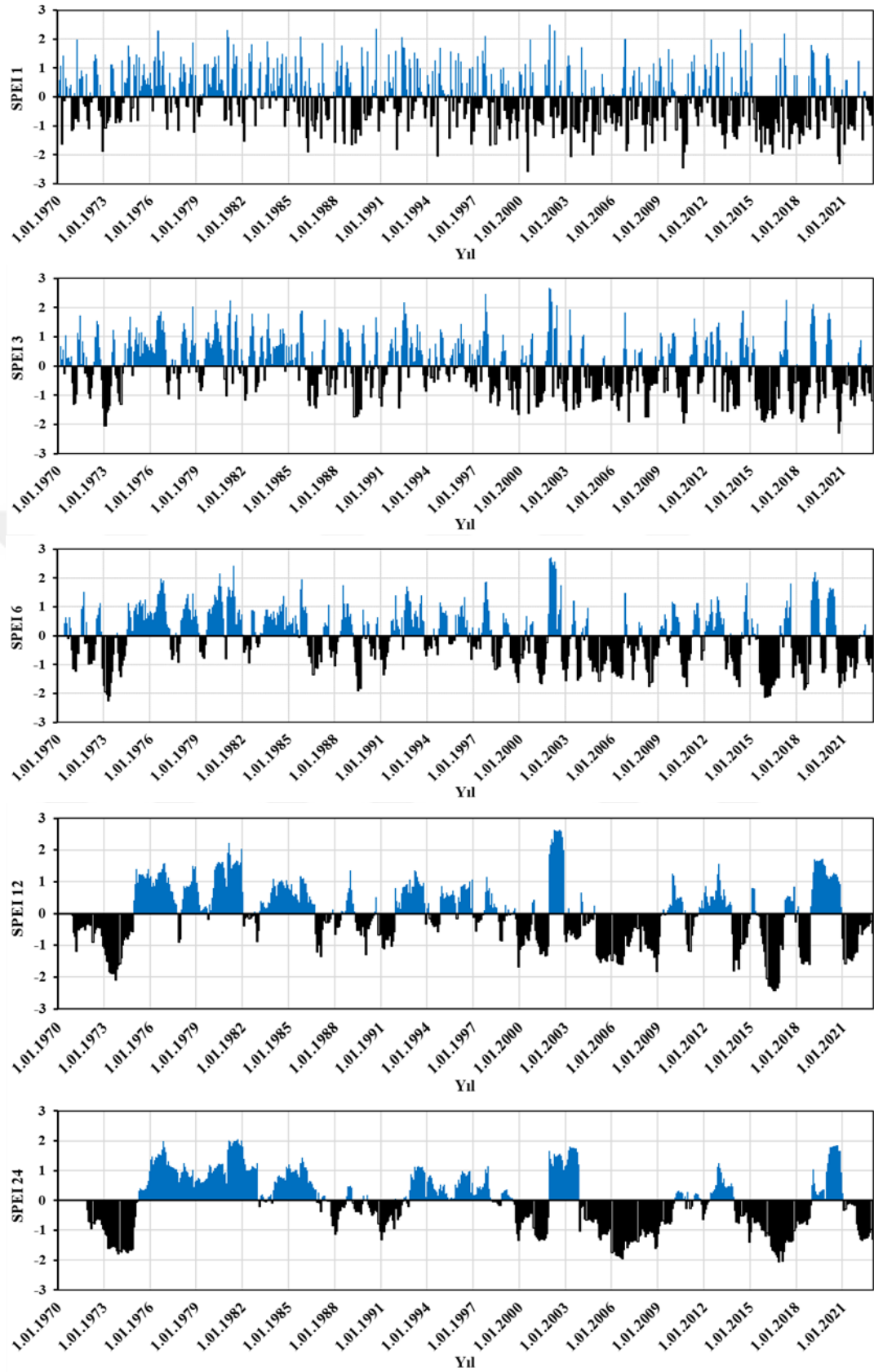
Erdemli istasyonu

Şekil 4.100.'de Erdemli istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerin geçiş zamanları SPEI 1'den SPEI 24'e artmaktadır. Kurak ve yağışlı dönemlerin zaman ölçeğinin büyümesiyle daha belirginleştiği anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık SPEI 1'de 2015 Ağustos ayında başlamış ve 2016 Ağustos ayında sonlanmış ve 13 ay sürmüştür. En uzun kuraklık SPEI 3'de 2015

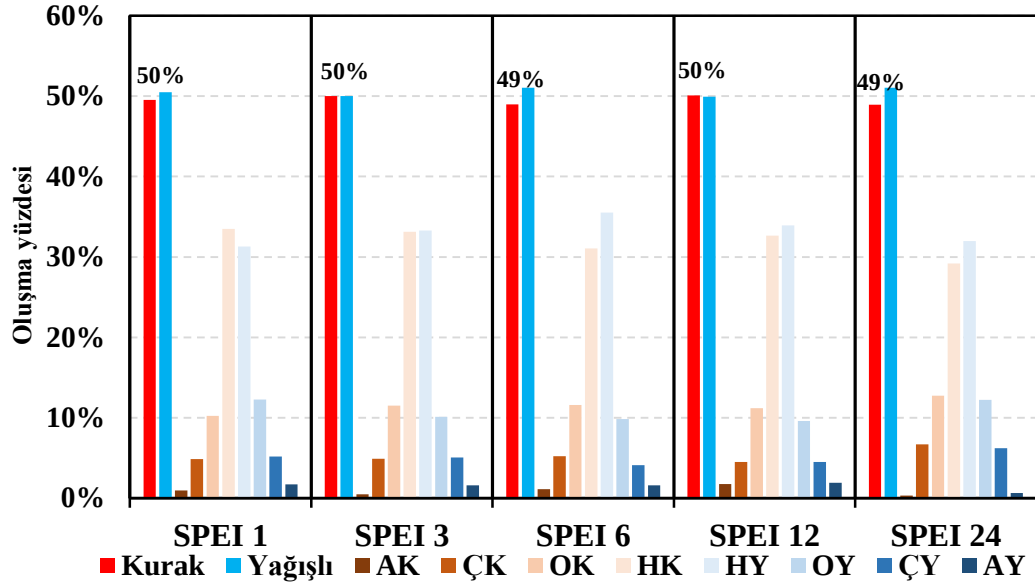
Mayıs ayında başlamış ve 2016 Kasım ayında sonlanmış ve 19 ay sürmüştür. SPEI 6'da en uzun kuraklık 2004 Ekim ayında başlamış 2006 Ekim ayında bitmiş ve 25 ay sürmüştür. SPEI 12'de en uzun kuraklık 2004 Aralık ayında başlamış 2009 Nisan ayında bitmiş ve 53 ay sürmüştür. SPEI 24'te en uzun kuraklık 2003 Aralık ayında başlamış 2010 Ocak ayında sona ermiş ve 74 ay sürmüştür. Erdemli istasyonu için SPEI 1 ve SPEI 3 için 2015-2016 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmış, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24'de 2004-2006 yıllarında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.101.'de verilmiştir. 1 aylık 3 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %50, 6 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranları ise %49 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 12'de elde edilmiş, SPEI 3 ve SPEI 24'te ise hiç olmamıştır. "AY" oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 'de eşit ve SPEI 24'ten büyük olduğu tespit edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 24'te elde edilmiştir. "ÇY" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 24'te elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiştir. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş, "OK" oluşumu oranı yaklaşık %11'dir, "OY" oluşumu ise yaklaşık olarak %10'dur.

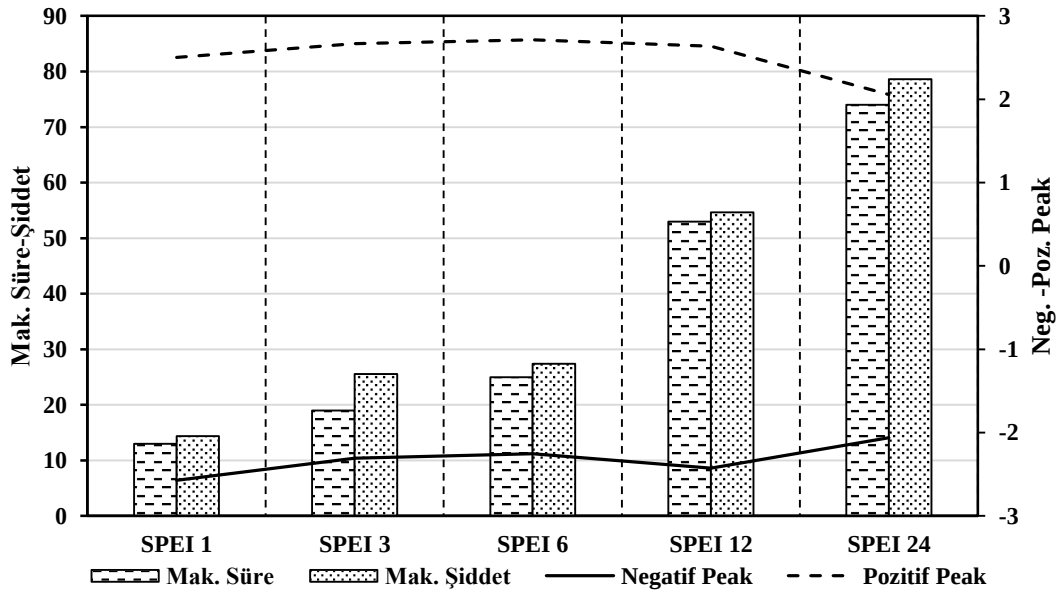
Şekil 4.102.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi SPEI 1, 3, 6, 12 ve 24 için sırasıyla 13, 19, 25, 53, ve 74 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 14.36, 25.53, 27.37, 54.65 ve 78.60 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.06 ile 2.71 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -2.57 ile -2.06 arasında değişmektedir.



Şekil 4.100. Erdemli istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.101. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Erdemli)



Şekil 4.102. Erdemli istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

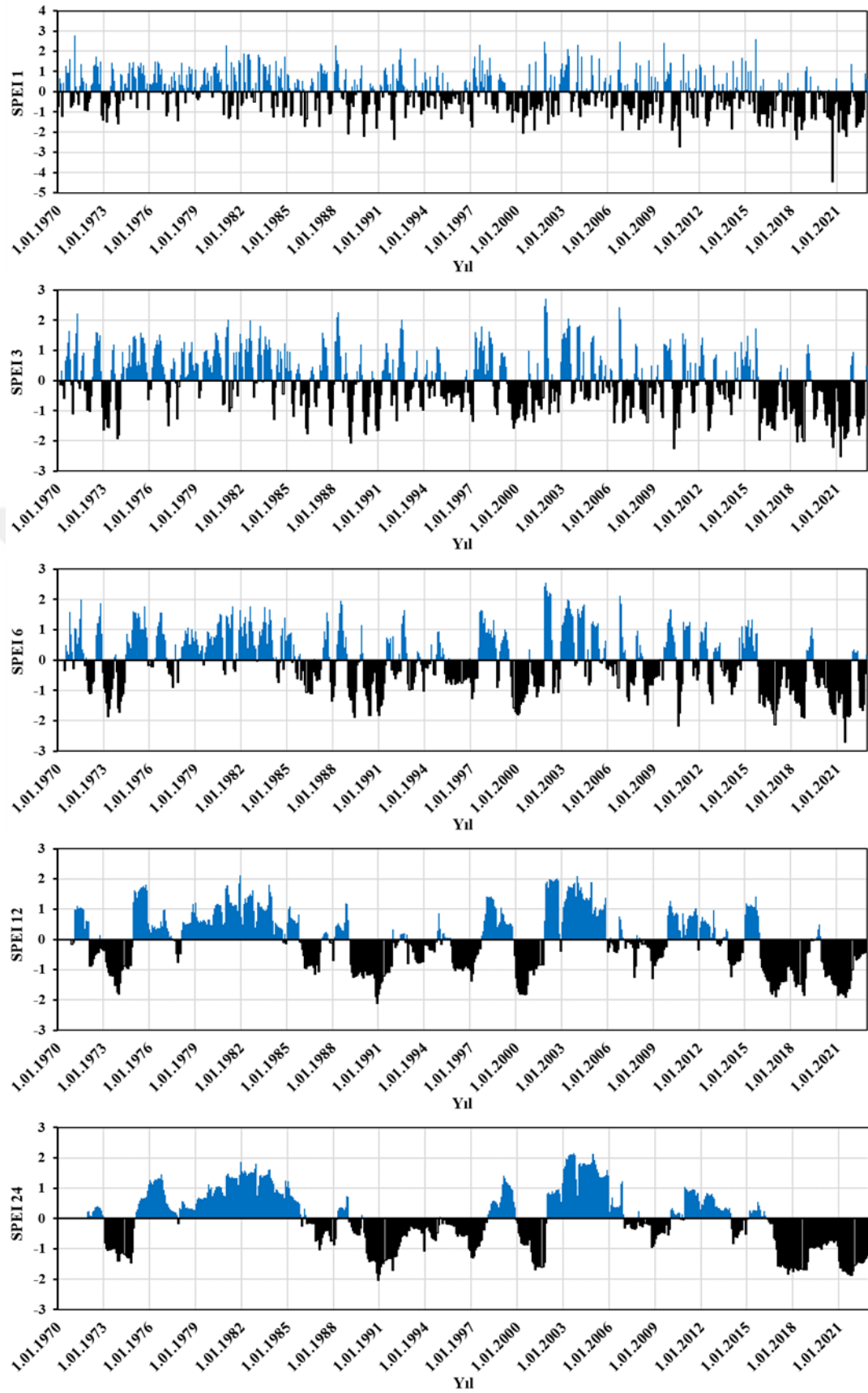
Finike istasyonu

Şekil 4.103.'te Finike istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Finike istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun yıllarda gerçekleşmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklıklar 2021 Ocak ayında başlamış 2021 Kasım ayında bitmiş, 2016 Nisan ayında başlamış 2017 Şubat ayında bitmiş ve 11 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde

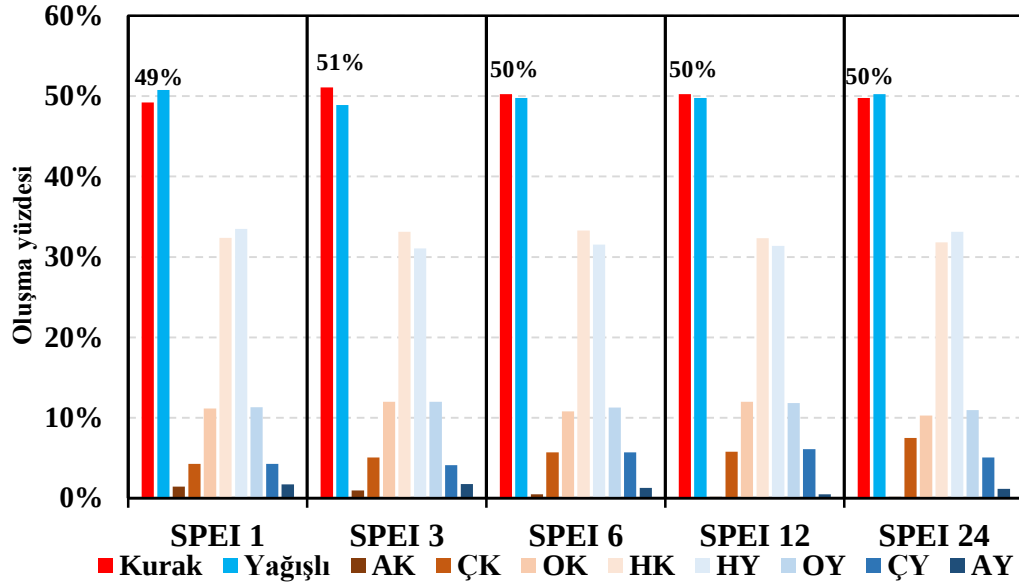
en uzun kuraklık 2019 Haziran ayında başlamış 30 ay sürmüştür ve 2021 Kasım ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 2015 Kasım ayında başlayıp 38 ay sürmüştür ve 2018 Aralık ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 2016 Ocak ayında başlamış ve 2019 Nisan ayında bitmiş ve 40 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2016 Mayıs ayında başlamış 2022 Aralık ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 80 ay sürdüğü belirlenmiştir. Finike istasyonu için tüm zaman ölçeklerinde 2016-2018 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.104.'te verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %49, 3 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %51, 6 aylık 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı ise %50 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi ile "AY" oluşum yüzdesi SPEI 1 ve SPEI 3'de birbirlerine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 24'te elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. "HK" oluşum oranı 1 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde "HY" oluşum oranlarından küçük değer elde edilmiştir. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve SPEI 24 hariç, diğer zaman ölçeklerinde "OY" oluşum yüzdesi "OK" oluşum yüzdesine eşit değer elde edilmiştir.

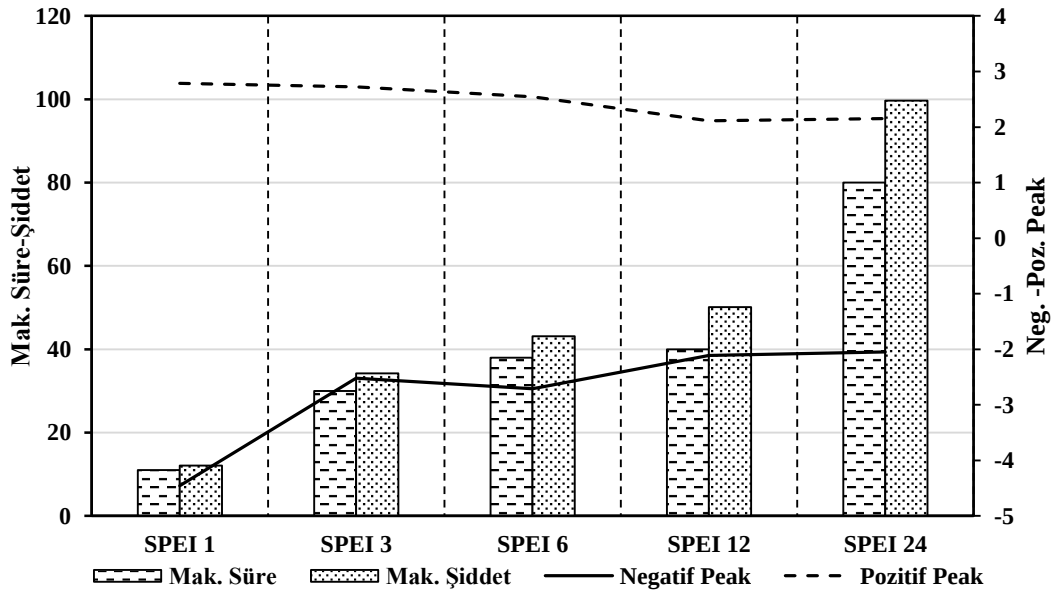
Şekil 4.105.'te SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, 3, 6, 12 ve 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 11, 30, 38, 40, ve 80 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 12.09, 34.20, 43.14, 50.09 ve 99.69 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.11 ile 2.79 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -4.46 ile -2.05 arasında değişmektedir.



Şekil 4.103. Finike istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.104. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Finike)



Şekil 4.105. Finike istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

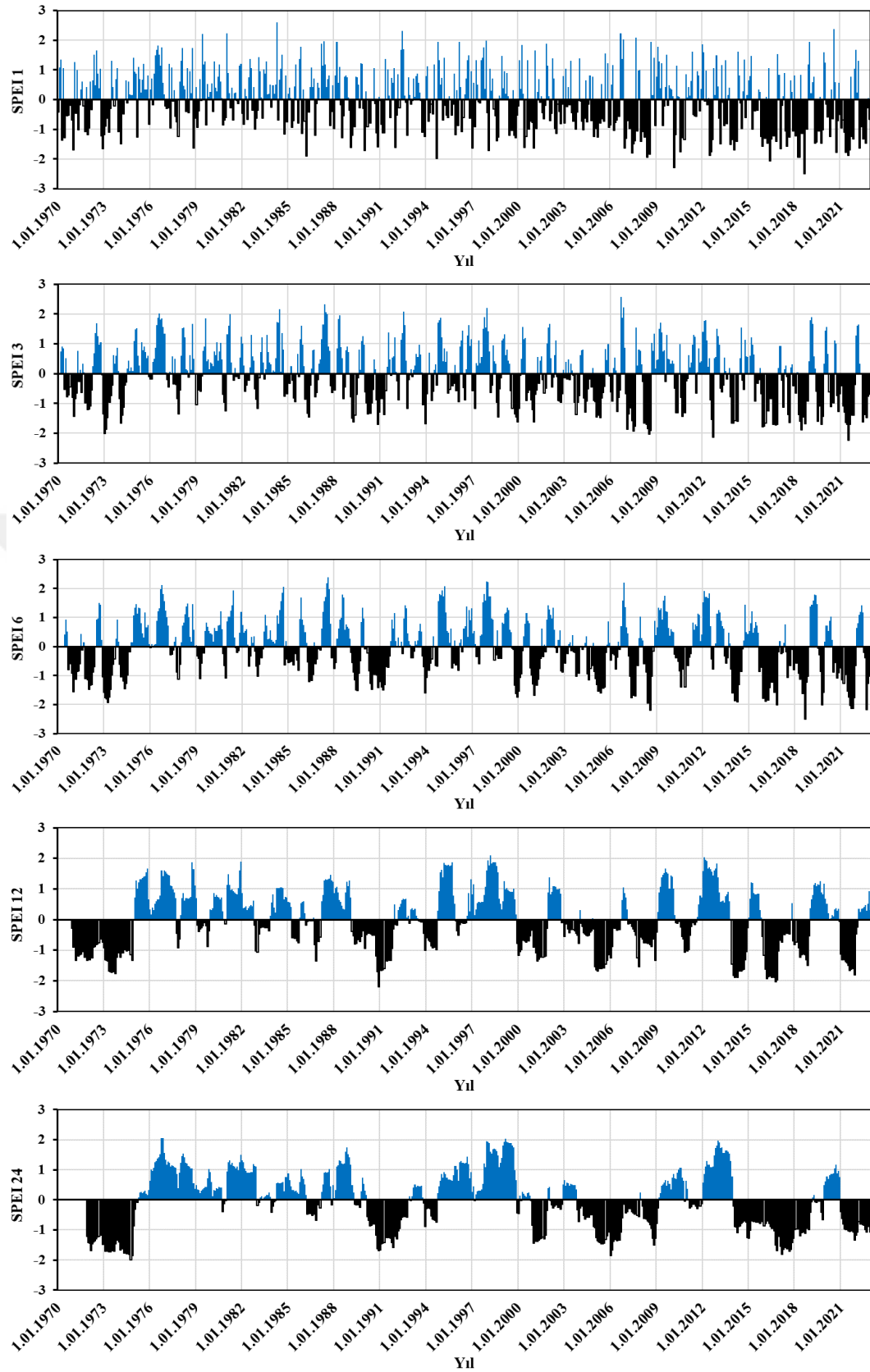
Gazipaşa istasyonu

Şekil 4.106.'da Gazipaşa istasyonu için SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Gazipaşa istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha belirginleşmektedir. Genel olarak Gazipaşa istasyonunda kurak dönem ardından yağışlı dönem yaşanmıştır. SPEI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2006 Aralık-2007 Ağustos arasında yaşanmış ve 9 ay sürmüştür. SPEI 3 indis değerlerine

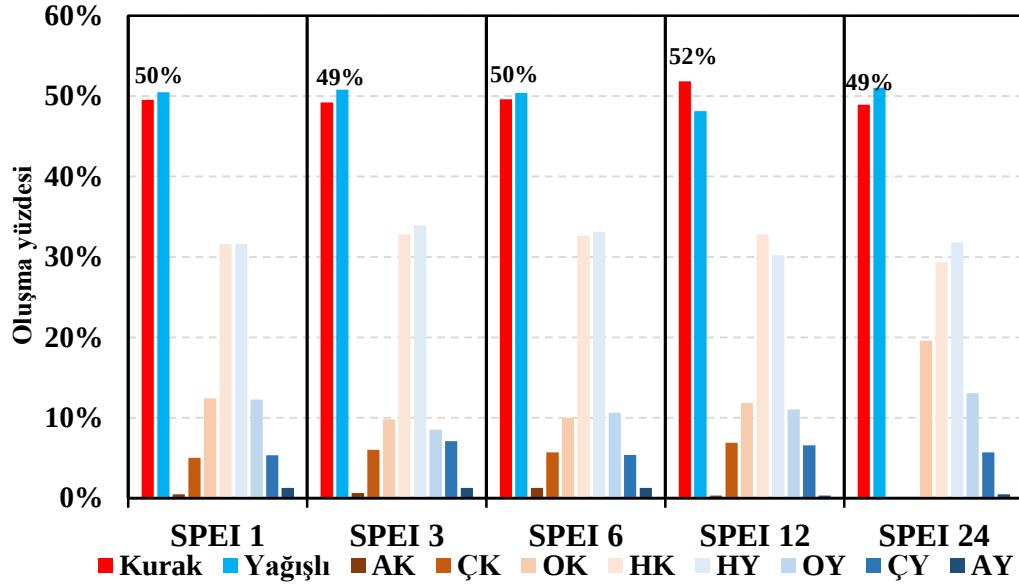
göre en uzun kuraklık 2020 Ekim-2021 Aralık arasında yaşanmış ve 15 ay sürmüştür. SPEI 6 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1990 Ocak ayında başlayıp 20 ay sürmüş ve 1991 Ağustos ayında bitmiştir. SPEI 12 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 1970 Aralık-1974 Aralık arasında yaşanmış ve 49 ay sürmüştür. SPEI 24 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2014 Ocak-2019 Şubat arasında yaşanmış ve 62 ay sürmüştür. Gazipaşa istasyonunda SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için 1975-1990 yılları arasında en uzun yağışlı dönemler yaşanmıştır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.107.'de verilmiştir. Kuraklık oluşumu oranı SPEI 1 ve SPEI 6 için %50, SPEI 3 ve SPEI 24 için %49, SPEI 12 için ise %52 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 3 ve SPEI 6'da birbirlerine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6'da oluşum yüzdelerinin birbirlerine eşit ve SPEI 12 ile SPEI 24 oluşum yüzdelerinden büyük değer elde edilmiştir. En büyük "ÇK" oluşum yüzdesi SPEI 12 zaman ölçeğinde elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak sırasıyla %13 ve %11'dir. SPEI 12 ve SPEI 24'te "AY" ve "AK" hiç oluşmamıştır.

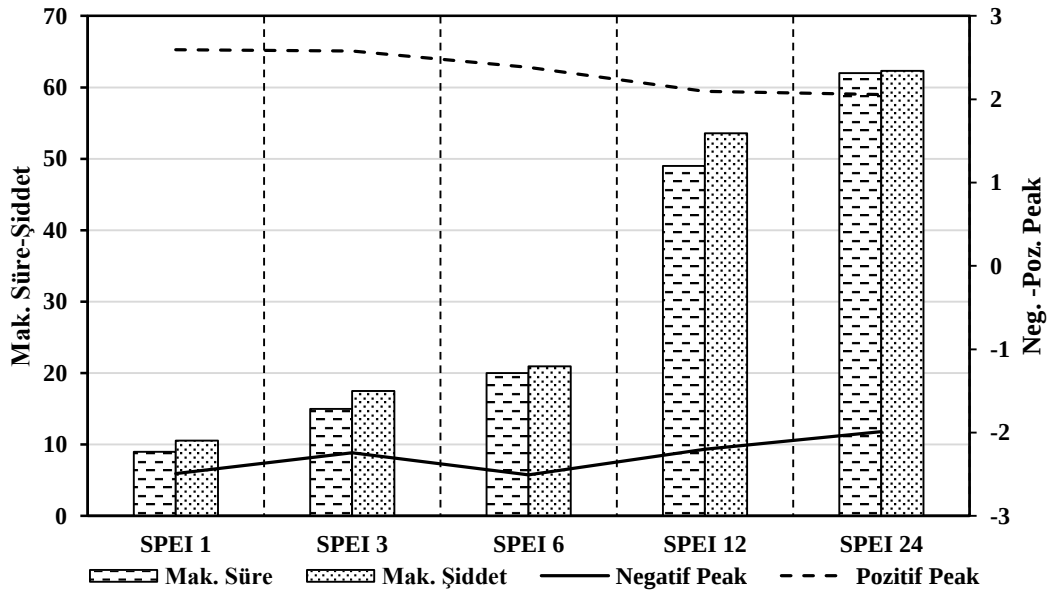
Şekil 4.108.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 9, 15, 20, 49, ve 62 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 10.56, 17.50, 20.94, 53.56 ve 62.32 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.06 ile 2.59 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -2.51 ile -1.99 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.106. Gazipaşa istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.107. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Gazipaşa)



Şekil 4.108. Gazipaşa istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

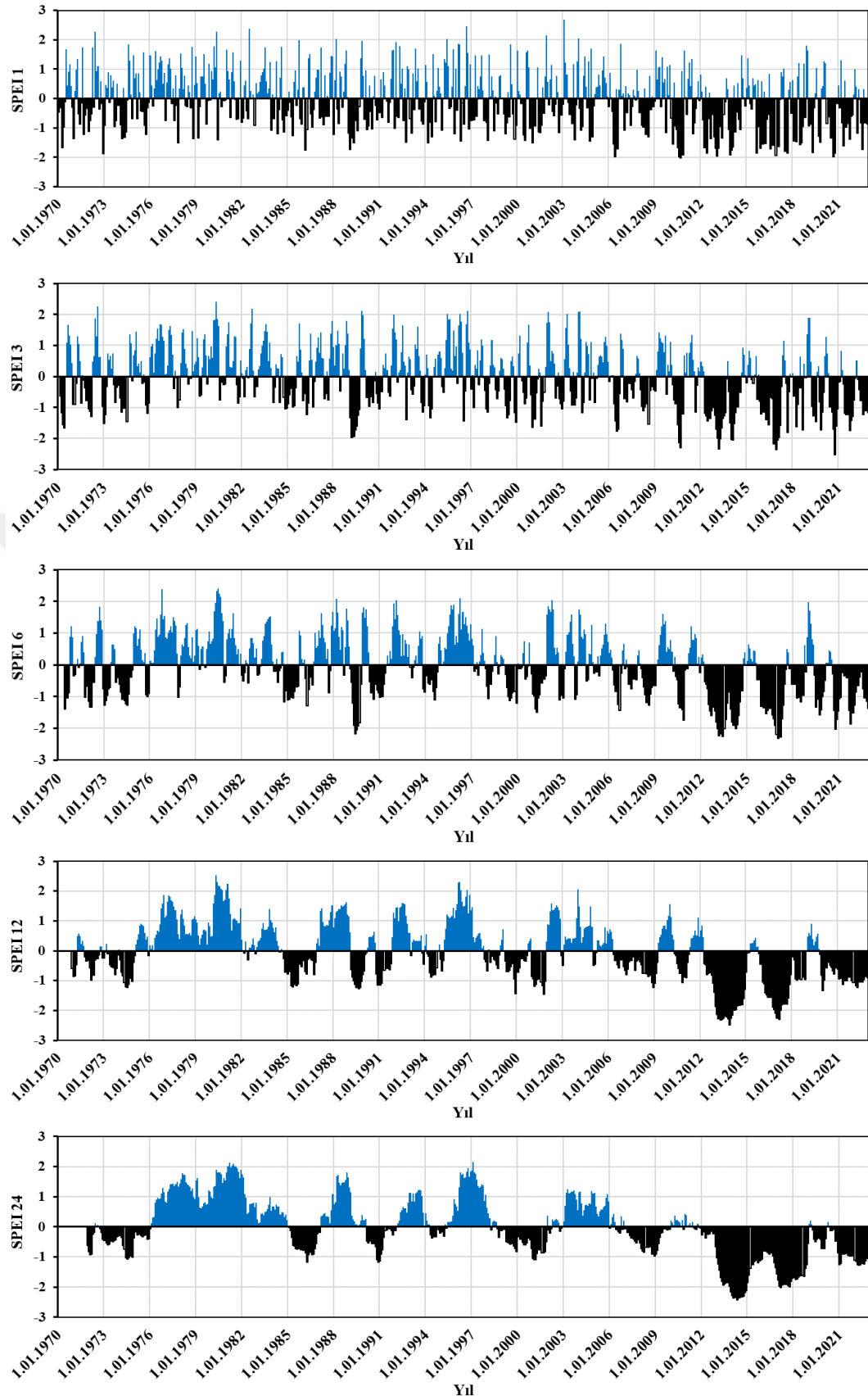
Göksun istasyonu

Şekil 4.109.'da Göksun istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPEI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kuraklık indislerinin hesaplandığı zaman ölçekleri kurak ve yağışlı dönemlerin belirlenmesine ve geçiş zamanlarına etki etmektedir. Genel olarak Göksun istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. SPEI 1'de en uzun kuraklık 2012 Eylül -2013 Ağustos döneminde yaşanmış ve 12 ay

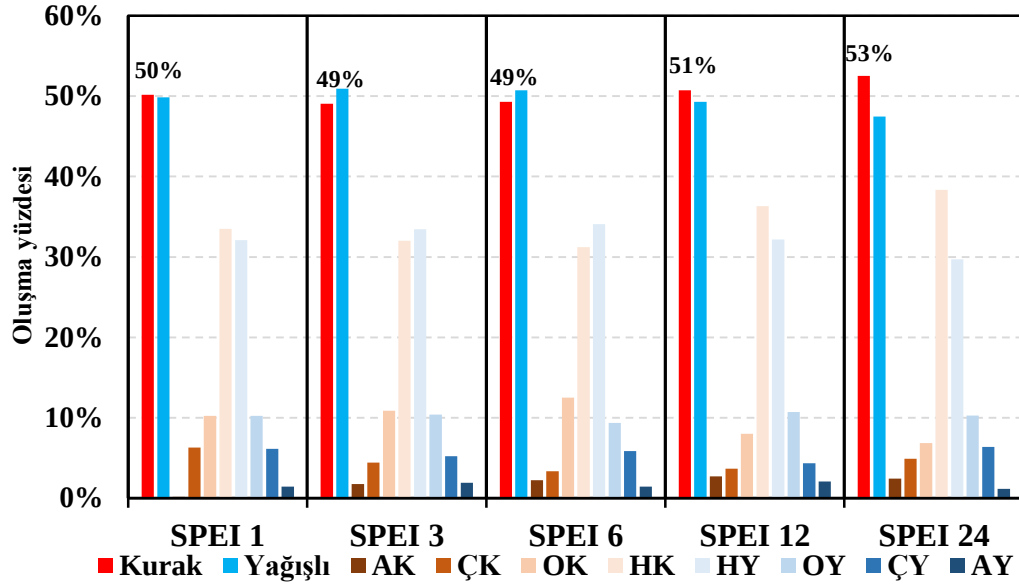
sürmüştür. SPEI 3'te en uzun kuraklık 2012 Nisan -2013 Eylül döneminde yaşanmış ve 18 ay sürmüştür. SPEI 6'da en uzun kuraklık 2012 Nisan -2014 Eylül döneminde yaşanmış ve 30 ay sürmüştür. SPEI 12'de en uzun kuraklık 2015 Kasım -2018 Aralık döneminde yaşanmış ve 38 ay sürmüştür. SPEI 24'te en uzun kuraklık 2012 Nisan - 2018 Aralık döneminde yaşanmış ve 81 ay sürmüştür. Göksun istasyonu için 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 2012-2022 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.107.'de verilmiştir. Kuraklık oluşumu oranı SPEI 1 ve SPEI 6 için %50, SPEI 3 ve SPEI 24 için %49, SPEI 12 için ise %52 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 3 ve SPEI 6'da birbirlerine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6'da oluşum yüzdelerinin birbirlerine eşit ve SPEI 12 ile SPEI 24 oluşum yüzdelerinden büyük değer elde edilmiştir. En büyük "ÇK" oluşum yüzdesi SPEI 12 zaman ölçeğinde elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak sırasıyla %13 ve %11'dir. SPEI 12 ve SPEI 24'te "AY" ve "AK" hiç oluşmamıştır.

Şekil 4.108.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 9, 15, 20, 49, ve 62 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 10.56, 17.50, 20.94, 53.56 ve 62.32 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.06 ile 2.59 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -2.51 ile -1.99 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle artmakta ve azalmaktadır.

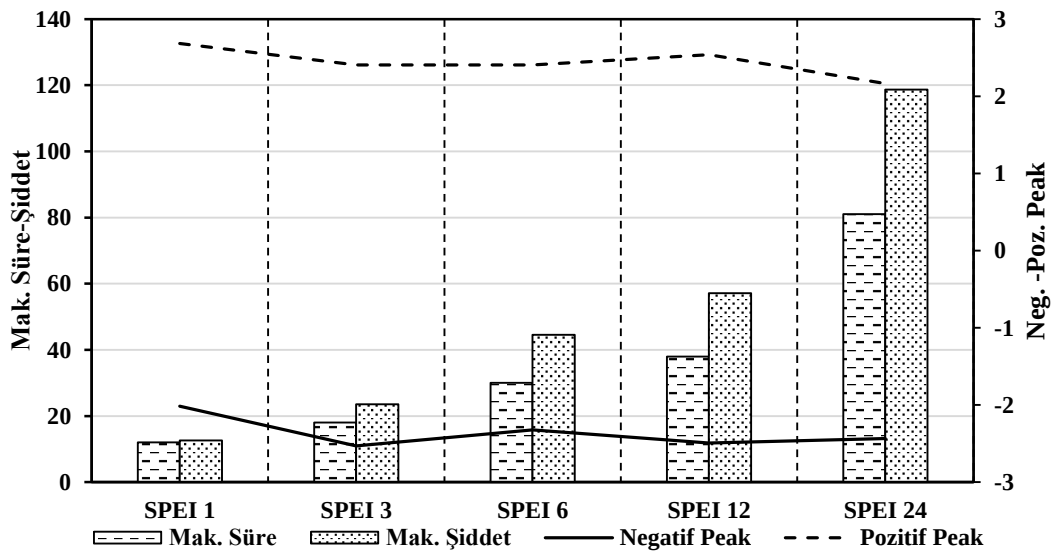


Şekil 4.109. Göksun istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.110. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Göksun)

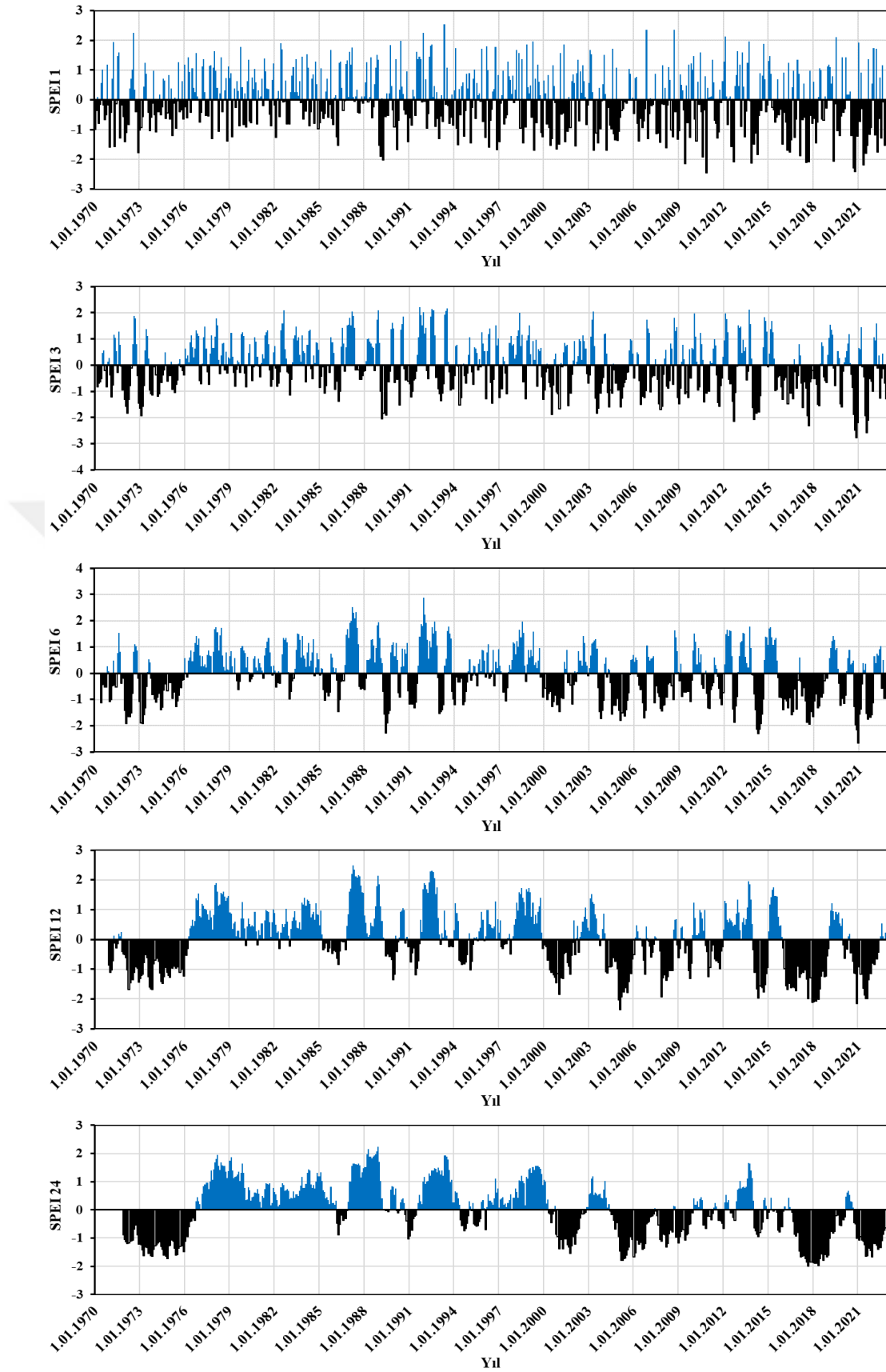
Şekil 4.111.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 12, 18, 30, 38, ve 81 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 12.65, 23.59, 44.53, 57.09 ve 118.64 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.16 ile 2.68 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -2.53 ile -2.01 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle azalmaktadır.



Şekil 4.111. Göksun istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

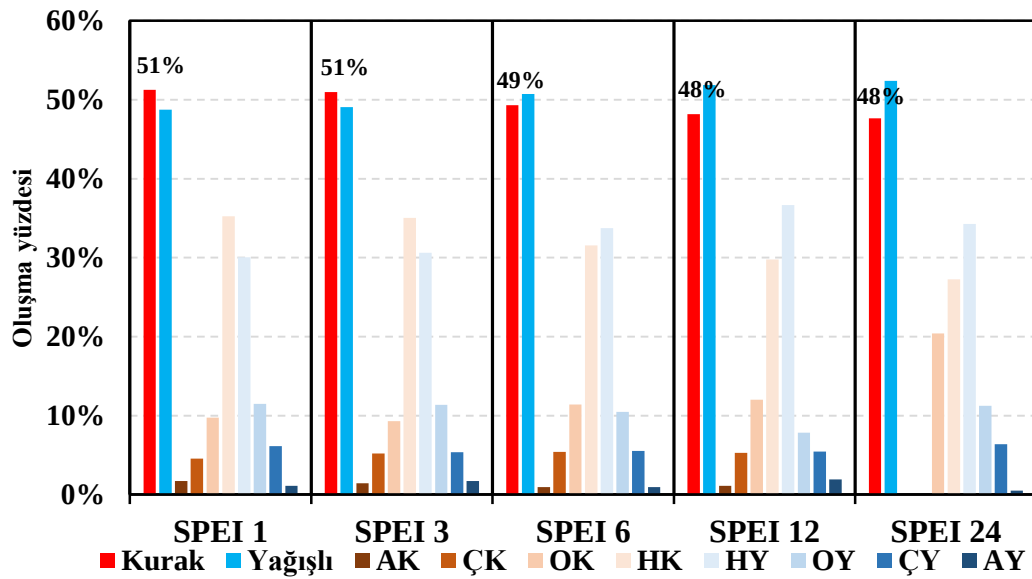
İskenderun istasyonu

Şekil 4.112.'de İskenderun istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. İskenderun istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun sürdüğü görülmektedir. Genel olarak, İskenderun istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini peşi sıra takip etmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklıklar 1971 Eylül ayında başlamış 1972 Nisan ayında bitmiş, 2004 Aralık ayında başlamış 2005 Temmuz ayında bitmiş, 2013 Ekim ayında başlamış 2014 Mayıs ayında bitmiş ve 8 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklıklar 2015 Haziran ayında başlamış 2016 Ağustos ayında bitmiş, 2017 Mart ayında başlamış 2018 Mayıs ayında bitmiş ve 15 ay sürmüştür. 6 aylık zaman ölçeğinde 1973 Ekim ayında başlayıp 27 ay sürmüş ve 1975 Aralık ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1971 Kasım ayında başlamış ve 1976 Mart ayında bitmiş ve 53 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1971 Aralık ayında başlamış 1976 Eylül ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 58 ay sürdüğü belirlenmiştir. İskenderun istasyonu için genel olarak 1971-1976 yılları arasında tüm zaman ölçekleri için en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Zaman ölçeğinin artmasına paralel olarak genellikle en küçük negatif indis değerinin değeri daha küçük olmaktadır. Zaman ölçeğinin büyümesiyle en uzun kurak dönemlerin daha uzun yaşandığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.112. İskenderun istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri

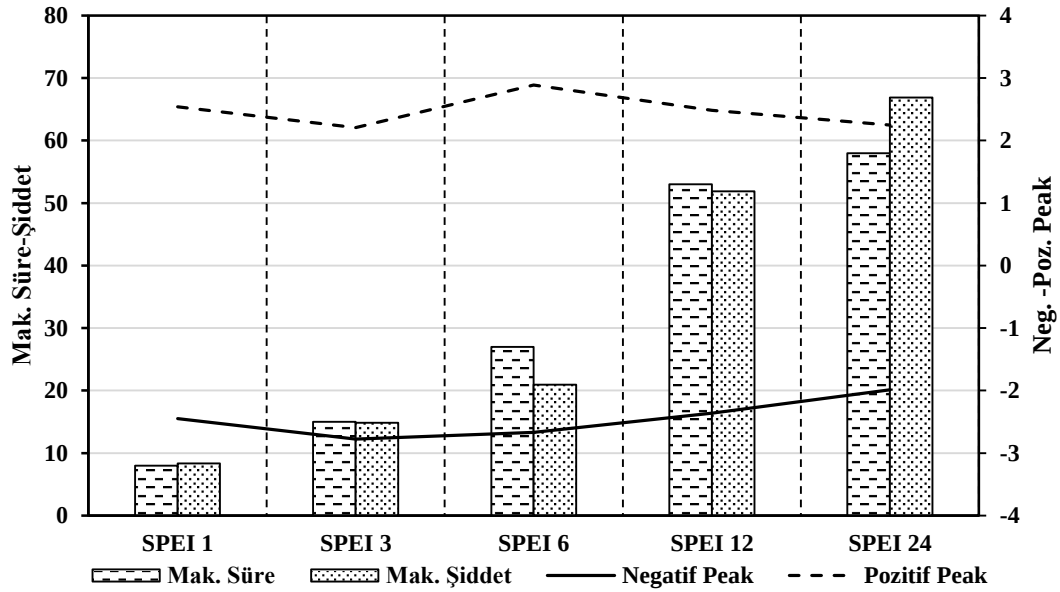
SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.113.'te verilmiştir. 1 aylık ve 3 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %51, 6 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %49, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranı ise %48 olmuştur. Zaman ölçeğinin büyümesiyle birlikte kuraklık oluş oranı azalmaktadır. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 1’de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi SPEI 3 ve SPEI 12’de eşit ve SPEI 1, SPEI 6 ve SPEI 24’ten daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6 ve SPEI 12’de birbirine eşit ve SPEI 24’ten daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %11’dir. SPEI 24’te “AK”, “AY” ve “ÇK” hiç oluşmamıştır.



Şekil 4.113. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (İskenderun)

Şekil 4.114.'te SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 15, 27, 53, ve 58 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 8.36, 14.83, 20.94, 51.88 ve 66.88 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.21 ile 2.89 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -

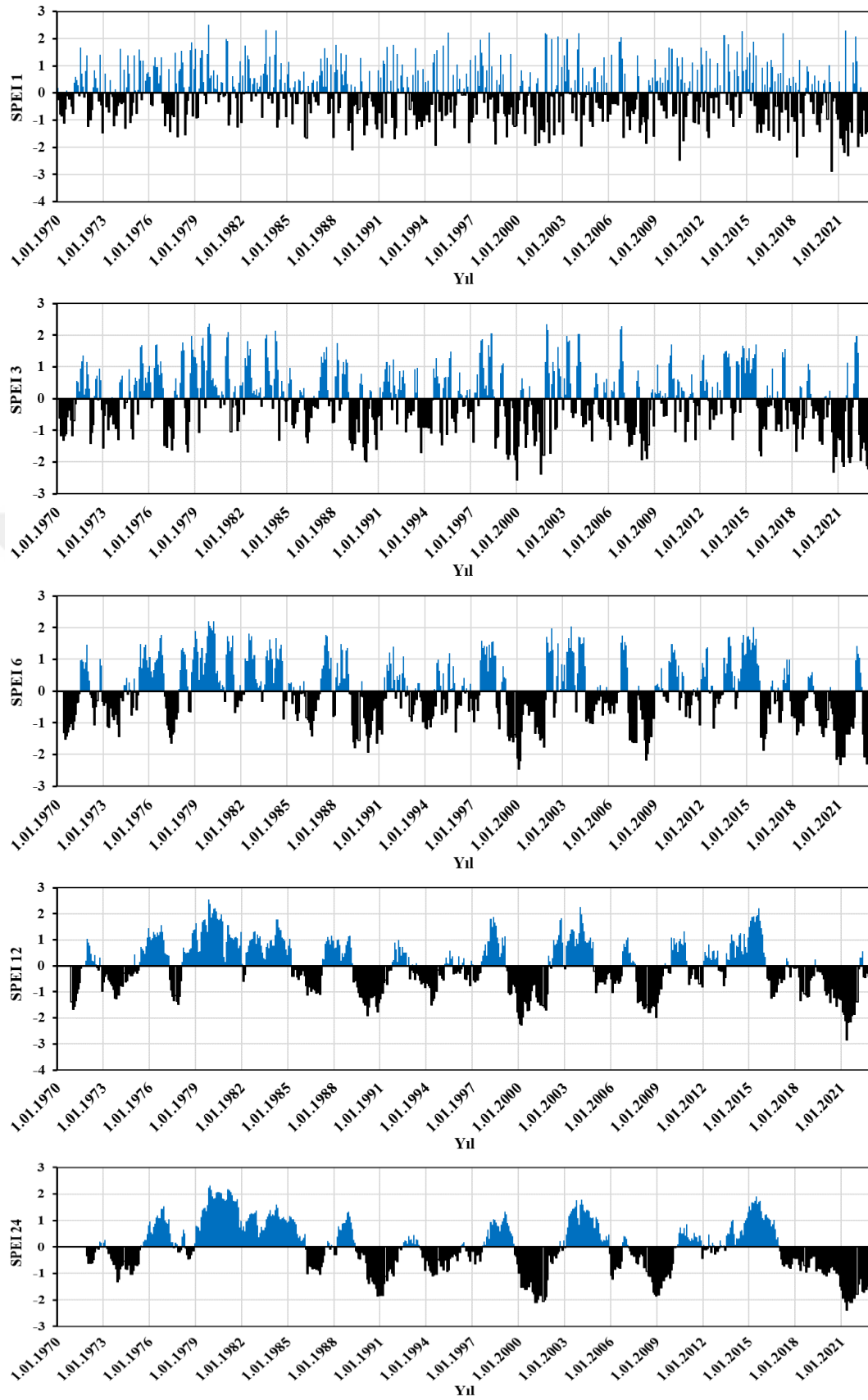
2.78 ile -1.99 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.114. İskenderun istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

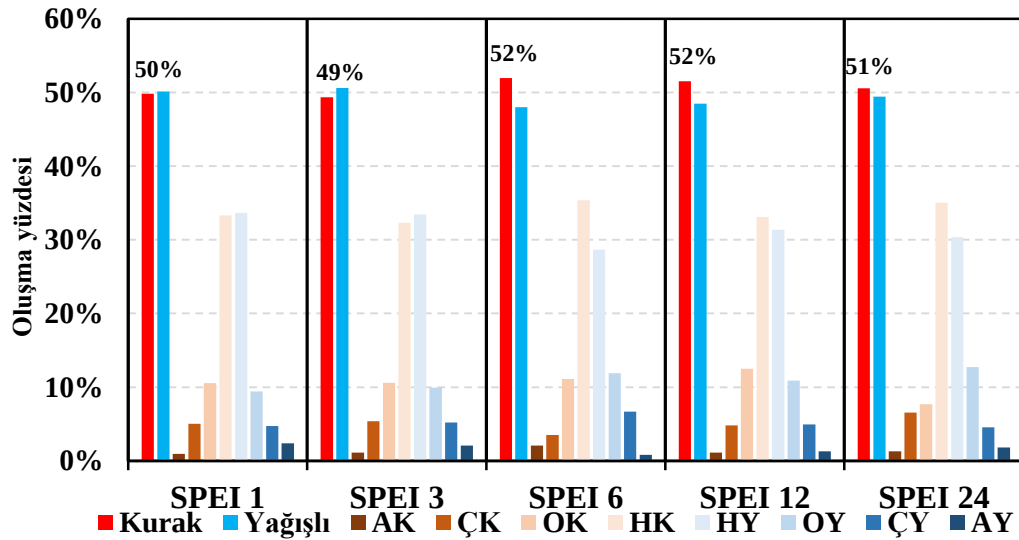
Isparta istasyonu

Şekil 4.115.'te Isparta istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerin geçiş zamanları SPEI 1'den SPEI 24'e artmaktadır. Kurak ve yağışlı dönemlerin zaman ölçeğinin büyümesiyle daha belirginleştiği anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık SPEI 1'de 2007 Şubat ayında başlamış ve 2007 Ekim sona ermiş ve 9 ay sürmüştür. En uzun kuraklık SPEI 3'te 1970 Mart ayında başlamış 13 ay sürmüş ve 1971 Mart ayında sona ermiştir. SPEI 6'da en uzun kuraklık 1999 Mayıs ayında başlayıp 31 ay sürmüş ve 2001 Kasım ayında bitmiştir. SPEI 12'de en uzun kurak dönem 1999 Mart ayında başlamış ve 2001 Kasım ayında bitmiş ve 33 ay sürmüştür. SPEI 24'te en uzun kuraklık 2017 Ocak ayında başlamış 2022 Aralık ayında sona ermiş ve 72 ay sürmüştür. Isparta istasyonu için SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24'te 2016-2022 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.



Şekil 4.115. Isparta istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri

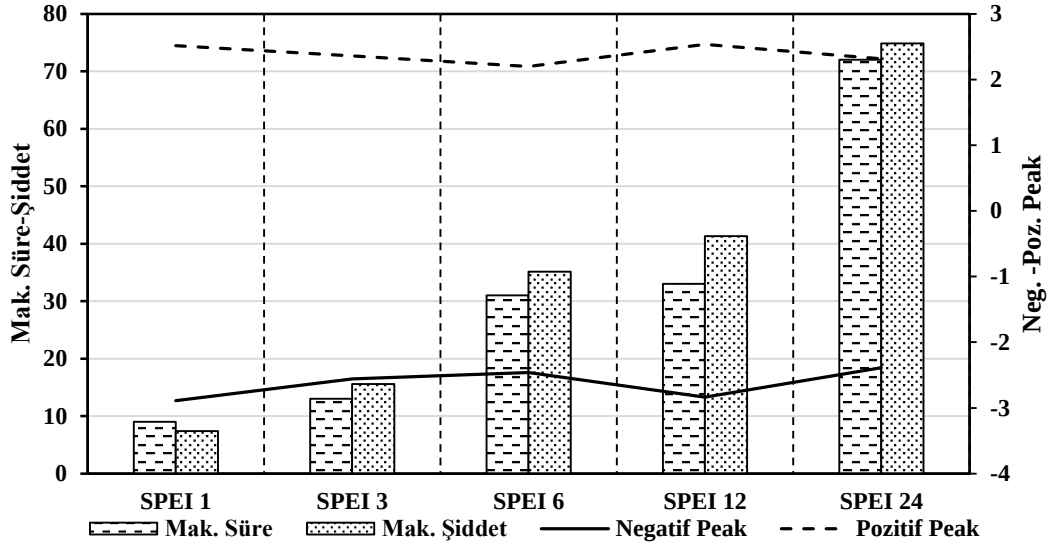
SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.116.'da verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %50, 3 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %49, 6 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranı %52, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %51 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 6’da diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 24’te eşit ve SPEI 6, SPEI 12’de oluşan yüzdeden daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPEI 24’te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %11’dir. 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranının %50’den büyük olması su kaynakları üzerine inşa edilen su yapılarının işletilmesinde ve faaliyetlerinde sorunların yaşanabileceği değerlendirilmektedir.



Şekil 4.116. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Isparta)

Şekil 4.117.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 9, 13, 31, 33, ve 72 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 7.40, 15.58, 35.14, 41.29 ve 74.86 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.20 ile 2.54 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -

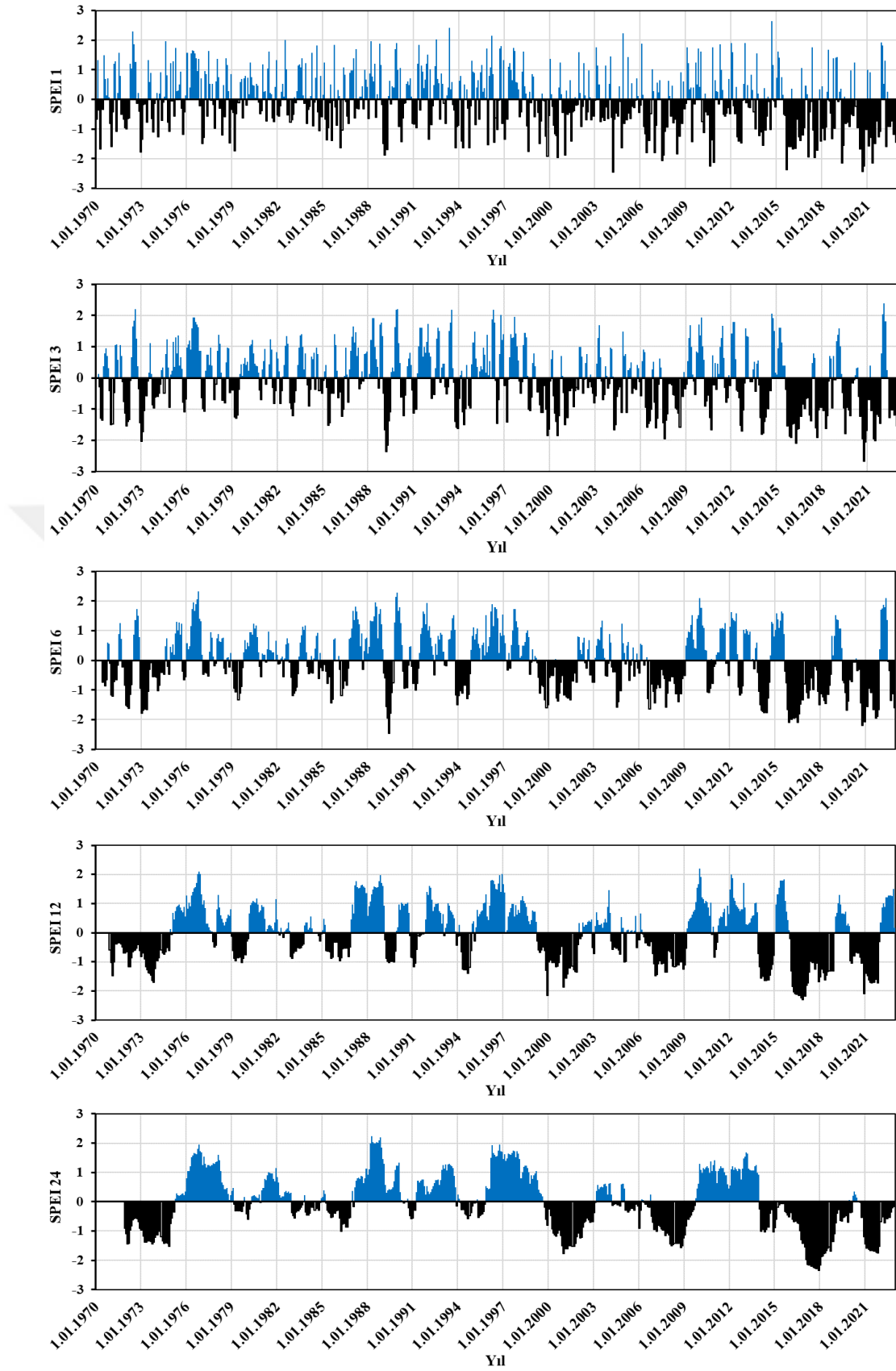
2.89 ile -2.39 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.117. Isparta istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

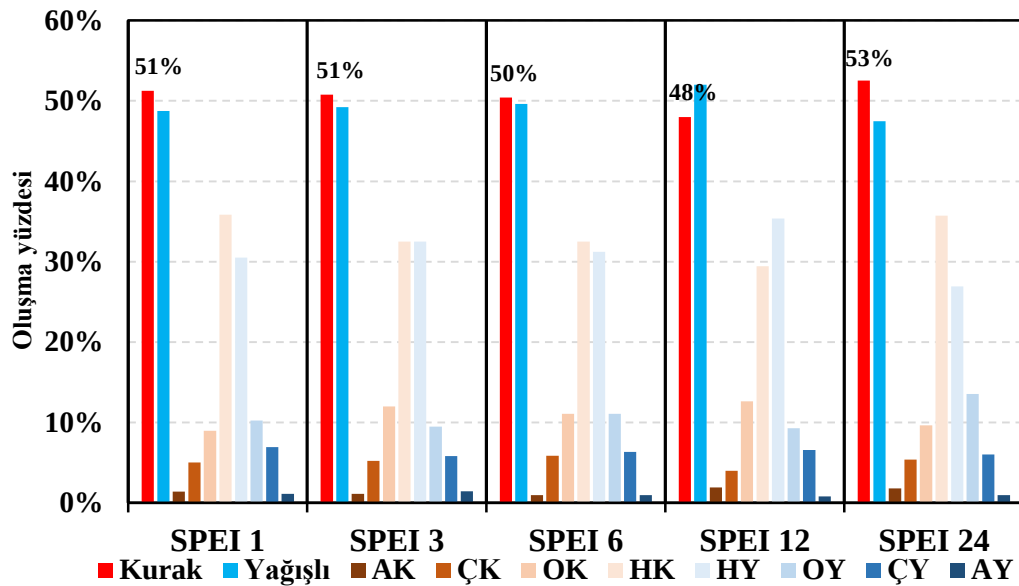
Kahramanmaraş istasyonu

Şekil 4.118.'de Kahramanmaraş istasyonu için SPEI yöntemiyle farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2020 Nisan ayında başlamış ve 2020 Aralık ayında bitmiş ve 9 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2015 Ağustos ayında başlamış 21 ay sürmüştür ve 2017 Nisan ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 2015 Eylül ayında başlayıp 37 ay sürmüştür ve 2018 Eylül ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 1970 Aralık ayında başlamış ve 1974 Kasım ayında bitmiş ve 48 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2014 Ocak ayında başlamış 2019 Kasım ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 71 ay sürdüğü belirlenmiştir. Kahramanmaraş istasyonu için 3, 6 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 2015-2018 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.



Şekil 4.118. Kahramanmaraş istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri

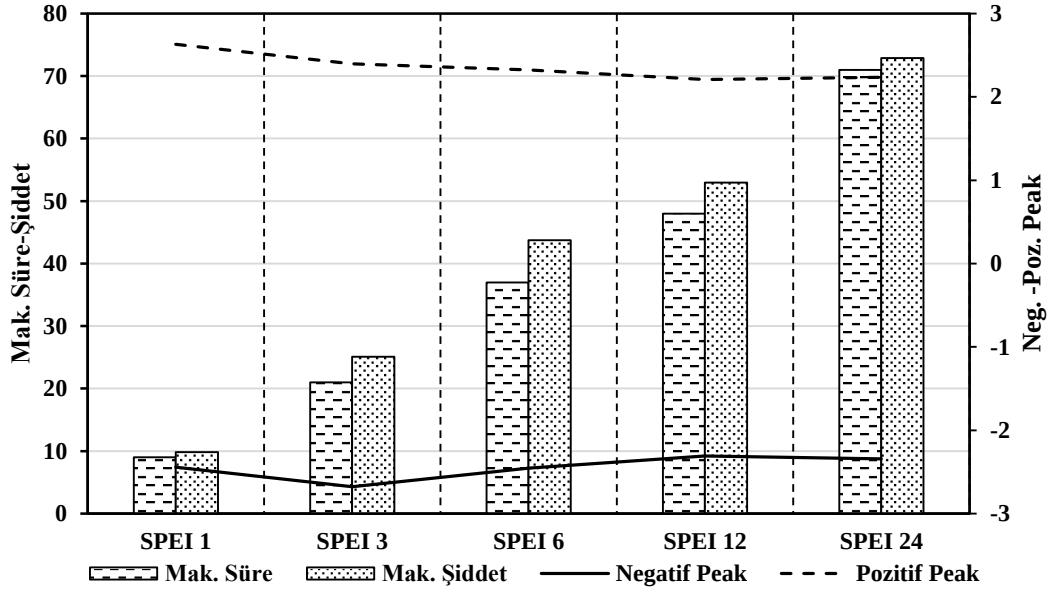
Kahramanmaraş istasyonunda SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.119.'da verilmiştir. SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12, SPEI 24 ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı sırasıyla %51, %51, %50, %48 ve %53 olmuştur. “AK” ve “AY” oluşumu SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12, SPEI 24 ölçeklerinde sırasıyla, %1 ve %1, %1 ve %1, %2 ve %1, %1 ve %2, %2 ve %1 olarak hesap edilmiştir. “ÇK” oluşum yüzdesi SPEI 6’da diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuş yani diğer bir ifade ile bu kuraklık sınıfları baskın kuraklık sınıflarıdır. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %11’dir. Tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde dikkate alınan 1, 3, ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oranının %50’den büyük olması bu faaliyetlerin sürdürülmesinde sorunlar yaşanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.119. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Kahramanmaraş)

Şekil 4.120.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 9, 21, 37, 48, ve 71 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.84, 25.07, 43.73, 52.98 ve 72.90 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.21 ile 2.63 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -

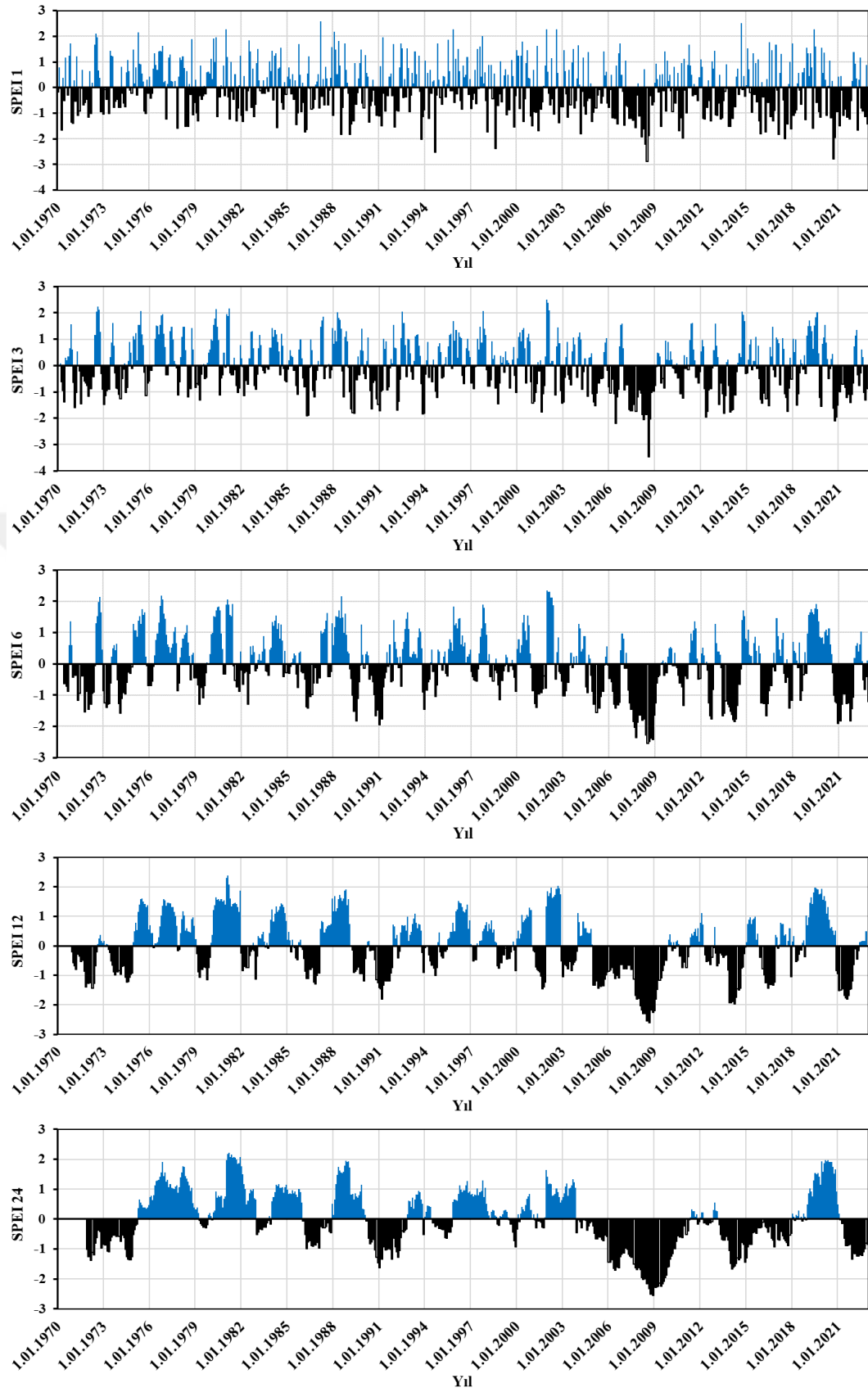
2.68 ile -2.31 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.120. Kahramanmaraş istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

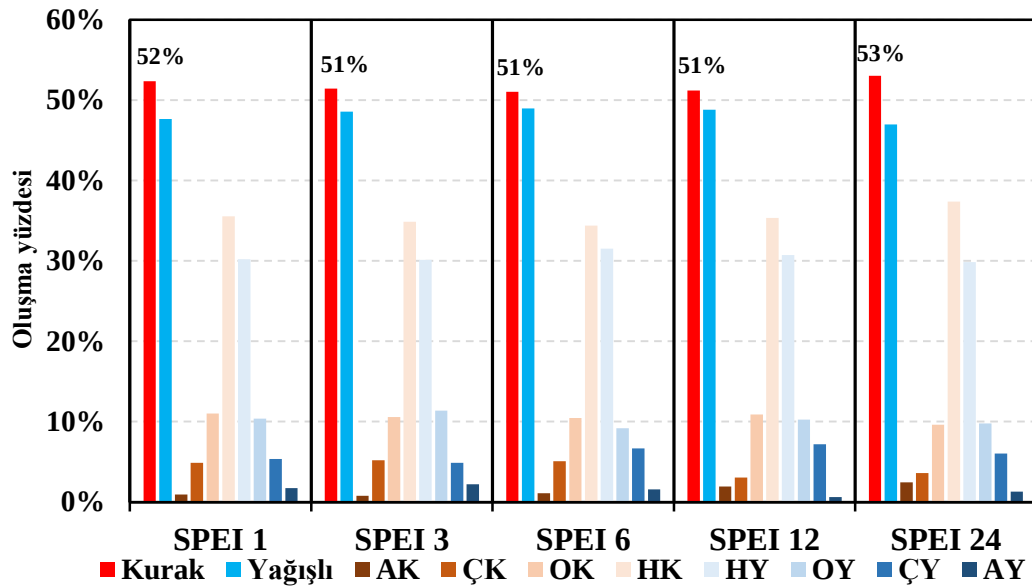
Karaisali istasyonu

Şekil 4.121.'de Karaisali istasyonu için SPEI 1, 3, 6, 12 ve 24 indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Genel olarak Karaisali istasyonunda kurak dönem ardından yağışlı dönem yaşanmıştır. SPEI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklıklar 2004 Aralık-2005 Ağustos ile 2007 Mart-2007 Kasım arasında yaşanmış ve 9 ay sürmüştür. SPEI 3 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2007 Ocak-2009 Şubat arasında yaşanmış ve 26 ay sürmüştür. SPEI 6 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2007 Mart-2009 Nisan arasında yaşanmış ve 26 ay sürmüştür. SPEI 12 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2005 Ocak-2009 Kasım arasında yaşanmış ve 59 ay sürmüştür. SPEI 24 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2004 Temmuz-2011 Nisan arasında yaşanmış ve 82 ay sürmüştür. Karaisali istasyonunda SPEI 1, 3, 6, 12 ve 24 için 2005-2010 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.



Şekil 4.121. Karaisalı istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri

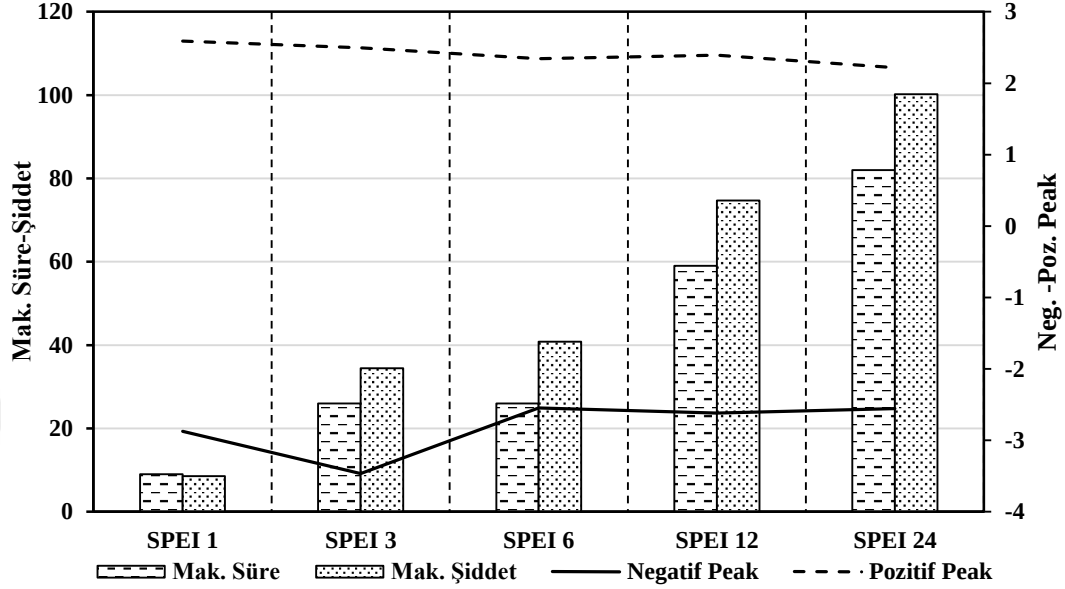
Karaisalı istasyonu için kurak/yağışlı ve farklı kuraklık sınıflarının oluşum yüzdeleri Şekil 4.122.'de verilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranı %50'den fazla olmuştur. En az kurak oluşum oranı SPEI 3, SPEI 6 ve SPEI 12'de %51 olarak, en büyük oluşum oranı ise SPEI 24'te %53 olarak belirlenmiştir. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3 ve SPEI 6'da %1, SPEI 12, SPEI 24'te ise %2 olarak elde edilmiştir. "AY" oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3 ve SPEI 6 zaman ölçeklerinde birbirlerine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "ÇK" oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3 ve SPEI 6 zaman ölçeklerinde birbirlerine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. "OK" ve "OY" kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10'dur. Kuraklık oluşum oranlarının tüm zaman ölçeklerinde %50'den fazla olması tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde ve su kaynakları üzerine inşa edilen su yapılarının işletilmesinde ve faaliyetlerinde sorunların yaşanabileceği yorumunu desteklemektedir.



Şekil 4.122. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Karaisalı)

Şekil 4.123.'te SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 9, 26, 26, 59, ve 82 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 8.55, 34.46, 40.82, 74.70 ve 100.20 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak

değeri tüm zaman ölçekleri için 2.22 ile 2.59 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -3.46 ile -2.55 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.123. Karaisalı istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

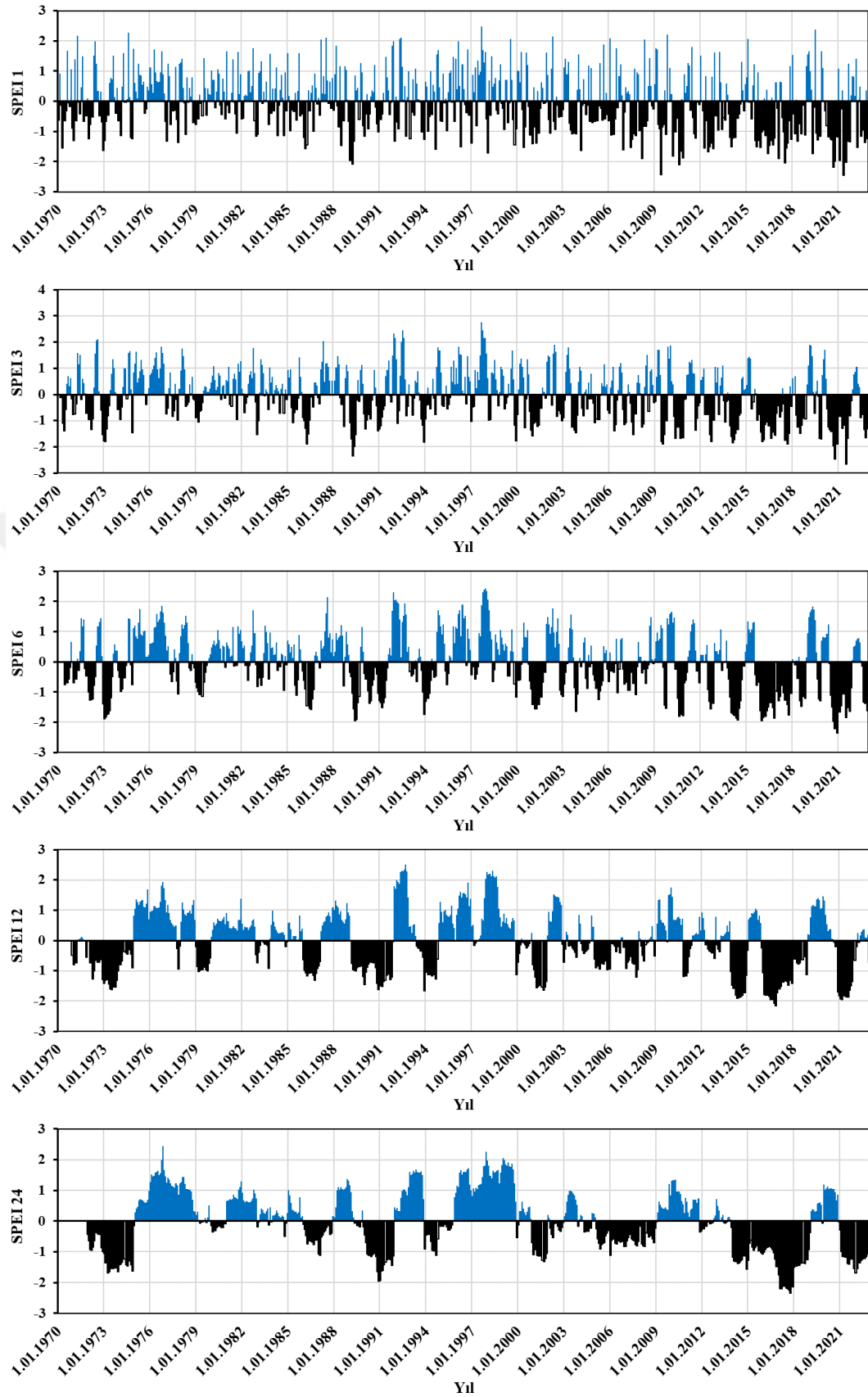
Karataş istasyonu

Şekil 4.124.'te Karataş istasyonu için SPEI yöntemiyle farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri sunulmuştur. Karataş istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha uzun yıllarda gerçekleşmiş ve zaman ölçeğinin artması küçük zaman ölçeklerinde ortaya çıkan kurak ve yağışlı dönemlerin kaybolmasına neden olmuştur. Genel olarak Karataş istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiş ve baskın bir durum söz konusu değildir. Karataş istasyonunda, 1975-1986 yılları arasında yağışlı dönemlerin daha uzun sürdüğü anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık, SPEI 1 için 2013 Kasım-2014 Ağustos ile 2020 Mart-2020 Aralık arasında yaşanmış ve 10 ay sürmüştür. En uzun kuraklık, SPEI 3 için 2015 Eylül-2017 Nisan ile 2020 Nisan-2021 Kasım arasında yaşanmış ve 20 ay sürmüştür. En uzun kuraklık, SPEI 6 için 2015 Ağustos-2017 Aralık arasında yaşanmış ve 29 ay sürmüştür. En uzun kuraklık, SPEI 12 için 2015 Aralık-2018 Kasım arasında yaşanmış ve 36 ay sürmüştür. SPEI 12 için en uzun kuraklık 2013 Aralık ayında başlamış 2019 Ocak ayında sona

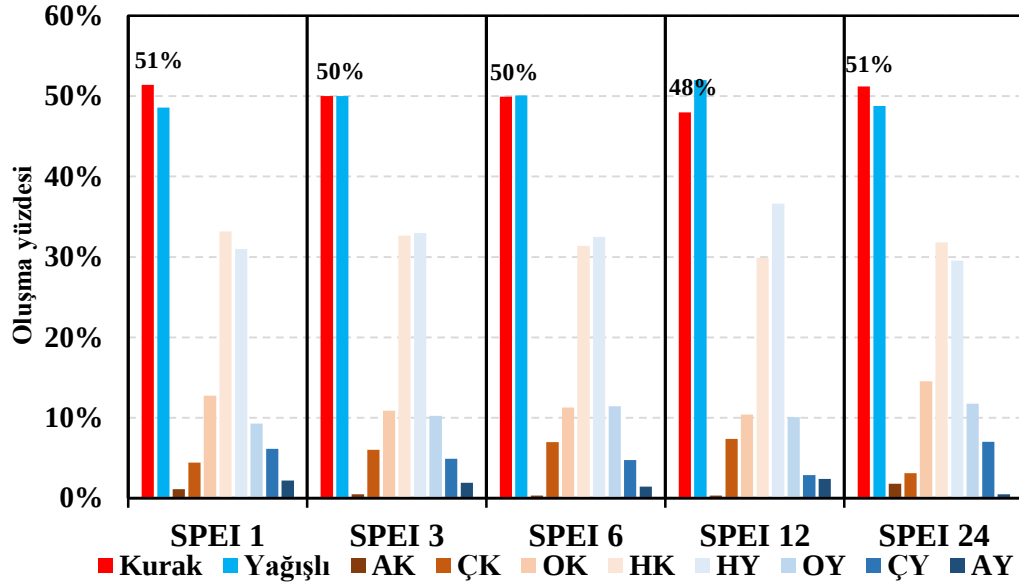
ermiş ve 62 ay sürmüştür. Karataş istasyonu için genel olarak tüm zaman ölçeklerinde 2015-2020 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.125.'te verilmiştir. 1 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %51, 3 aylık ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %50, 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %48 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 24’te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3 ve SPEI 12 zaman ölçeklerinde birbirlerine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPEI 6 ve SPEI 12’de birbirine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiştir. “OK” oluşum oranı 1 aylık zaman ölçeğinden 12 aylık zaman ölçeğine kadar azalırken, 24 aylık zaman ölçeğinde tekrardan artmaktadır. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 3, SPEI 6 ve SPEI 12’de hiç oluşmamıştır.

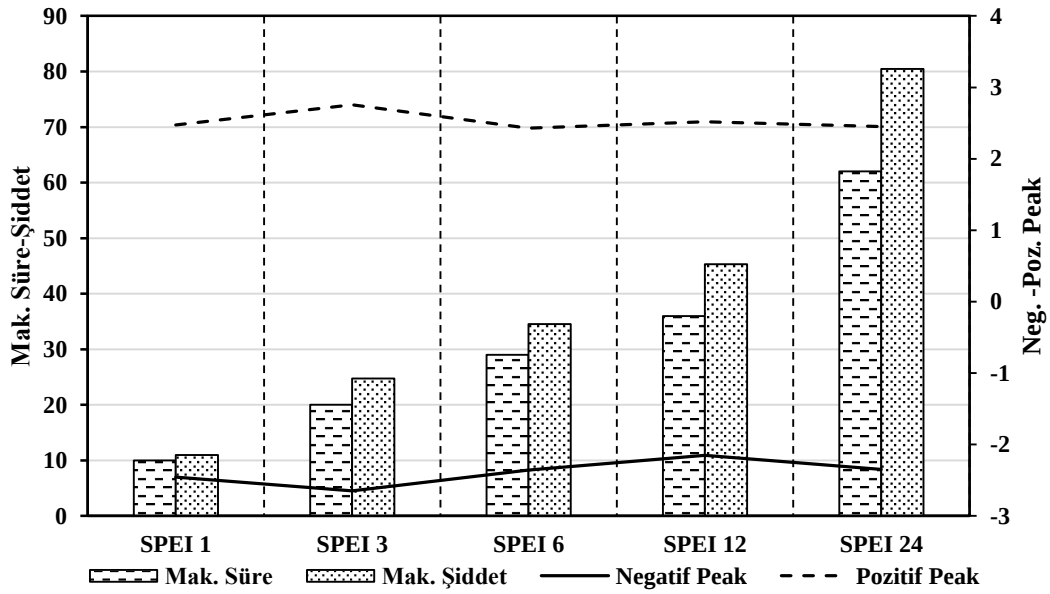
Şekil 4.126.’da SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 10, 20, 29, 36, ve 62 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 10.97, 24.75, 34.53, 45.30 ve 80.45 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.43 ile 2.76 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -2.65 ile -2.15 arasında değişmektedir. Negatif peak değerler zaman ölçeğinin büyümesiyle artmakta, pozitif peak değerler zaman ölçeğinin büyümesiyle önce artmakta sonra azalmaktadır.



Şekil 4.124. Karataş istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.125. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Karataş)



Şekil 4.126. Karataş istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

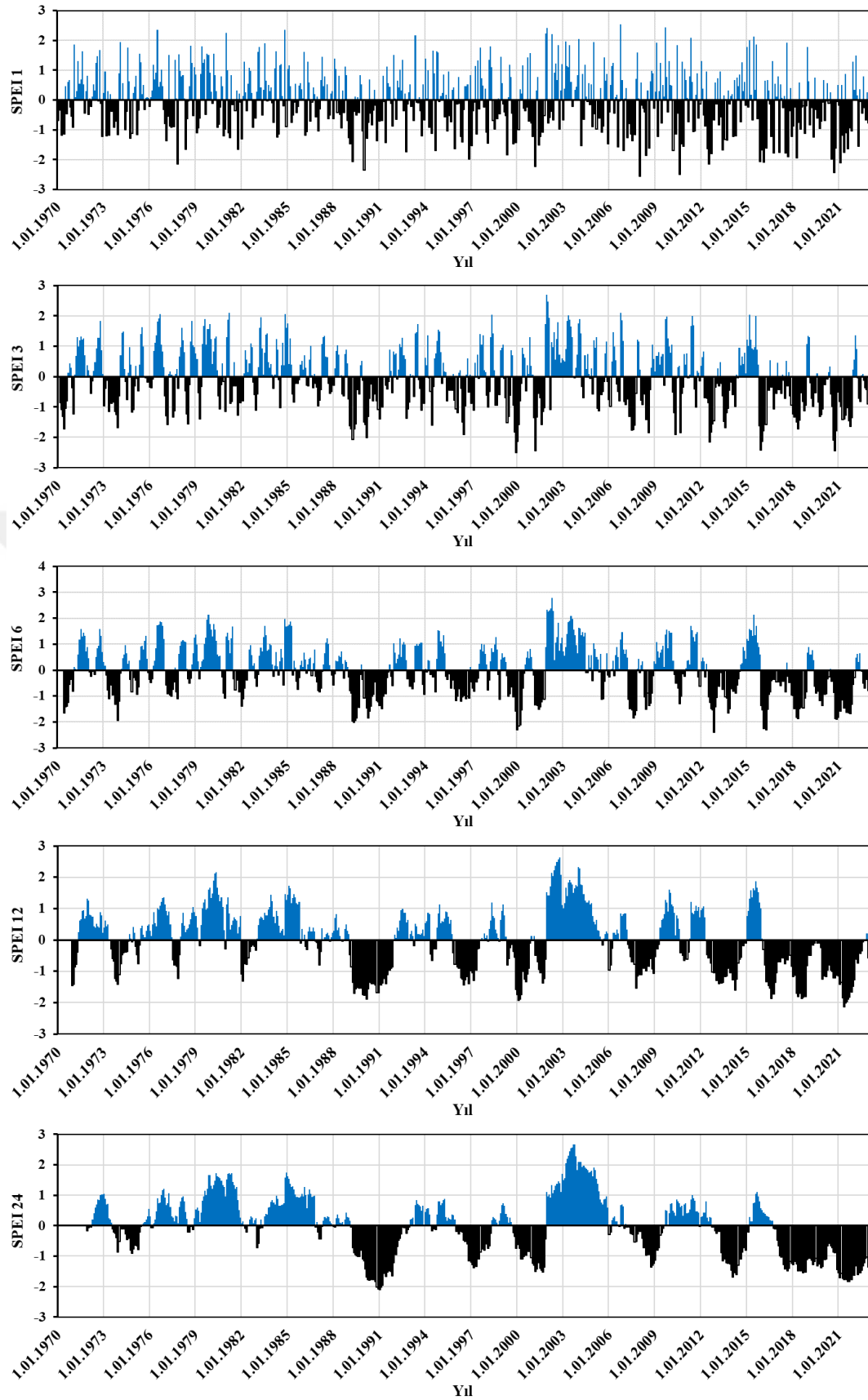
Korkuteli istasyonu

Şekil 4.127.'de Korkuteli istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerin geçiş zamanları SPI 1'den SPI 24'e artmaktadır. Kurak ve yağışlı dönemlerin zaman ölçeğinin büyümesiyle daha belirginleştiği anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık SPEI 1'de 2007 Mart ayında başlamış ve 2007 Eylül ayında bitmiş ve 7 ay sürmüştür. SPEI 3'te en uzun kuraklık 2020 Eylül ayında

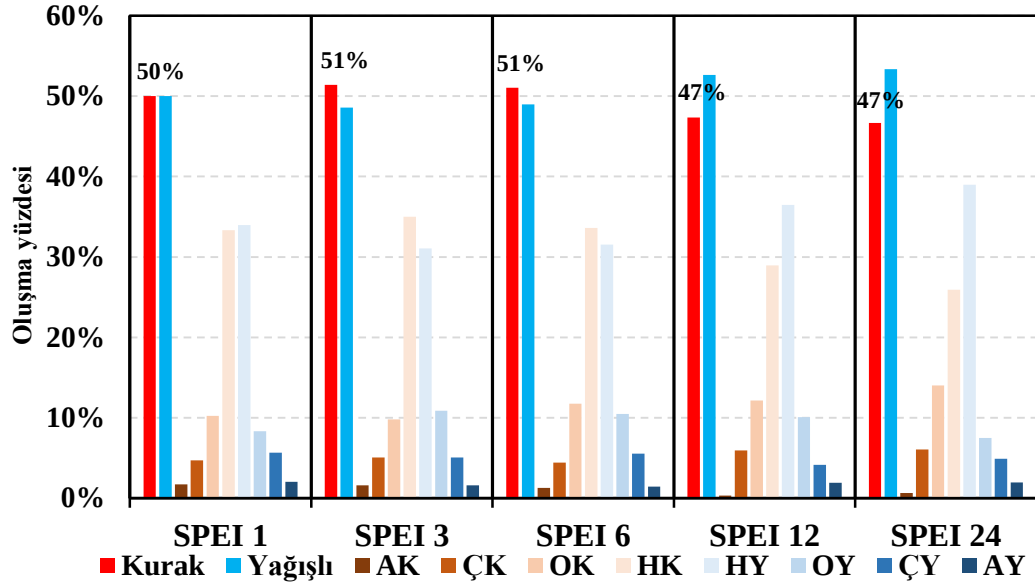
başlamış 17 ay sürmüş ve 2021 Kasım ayında sona ermiştir. SPEI 6'da en uzun kuraklık 1989 Aralık ayında başlamış 21 ay sürmüş ve 1991 Ağustos ayında bitmiştir. SPEI 12'de en uzun kurak dönem 2019 Mayıs ayında başlamış, 2022 Ağustos ayında bitmiş ve 40 ay sürmüştür. SPEI 24'te ise en uzun kuraklık 2016 Ekim ayında başlamış 2022 Aralık ayında sona ermiş ve 75 ay sürmüştür Korkuteli istasyonu için SPEI 6, 12 ve 24'te 2017-2022 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Tüm zaman ölçeklerinde son yıllarda kurak ve yağışlı dönemlerin geçişlerinin daha kısa zaman dilimlerinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.128.'de verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %50, 3 aylık ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %51, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşum oranı ise %47 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 1 ve 3'te eşit ve SPEI 6, 12, 24'e göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPEI 1, 3, 12 ve 24'te birbirine eşit ve SPEI 6'dan daha büyüktür. "ÇK" oluşum yüzdesi SPEI 12 ve 24'te eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiştir. 3 aylık zaman ölçeğinde "OY" oluşum oranı, "OK" oluşum oranından daha büyük değer elde edilirken diğer zaman ölçeklerinde ise "OK" oluşum oranı, "OY" oluşum oranından büyük değer hesaplanmıştır.

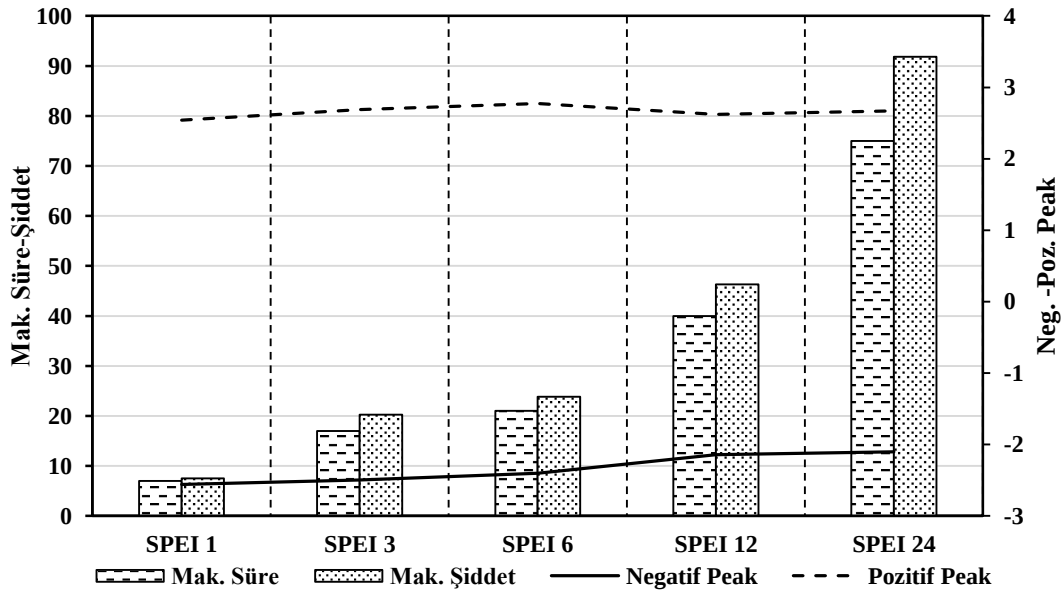
Şekil 4.129.'da SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, 3, 6, 12 ve 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 7, 17, 21, 40, ve 75 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 7.54, 20.27, 23.87, 46.32 ve 91.83 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.54 ile 2.77 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -2.56 ile -2.10 arasında değişmektedir.



Şekil 4.127. Korkuteli istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.128. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Korkuteli)



Şekil 4.129. Korkuteli istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

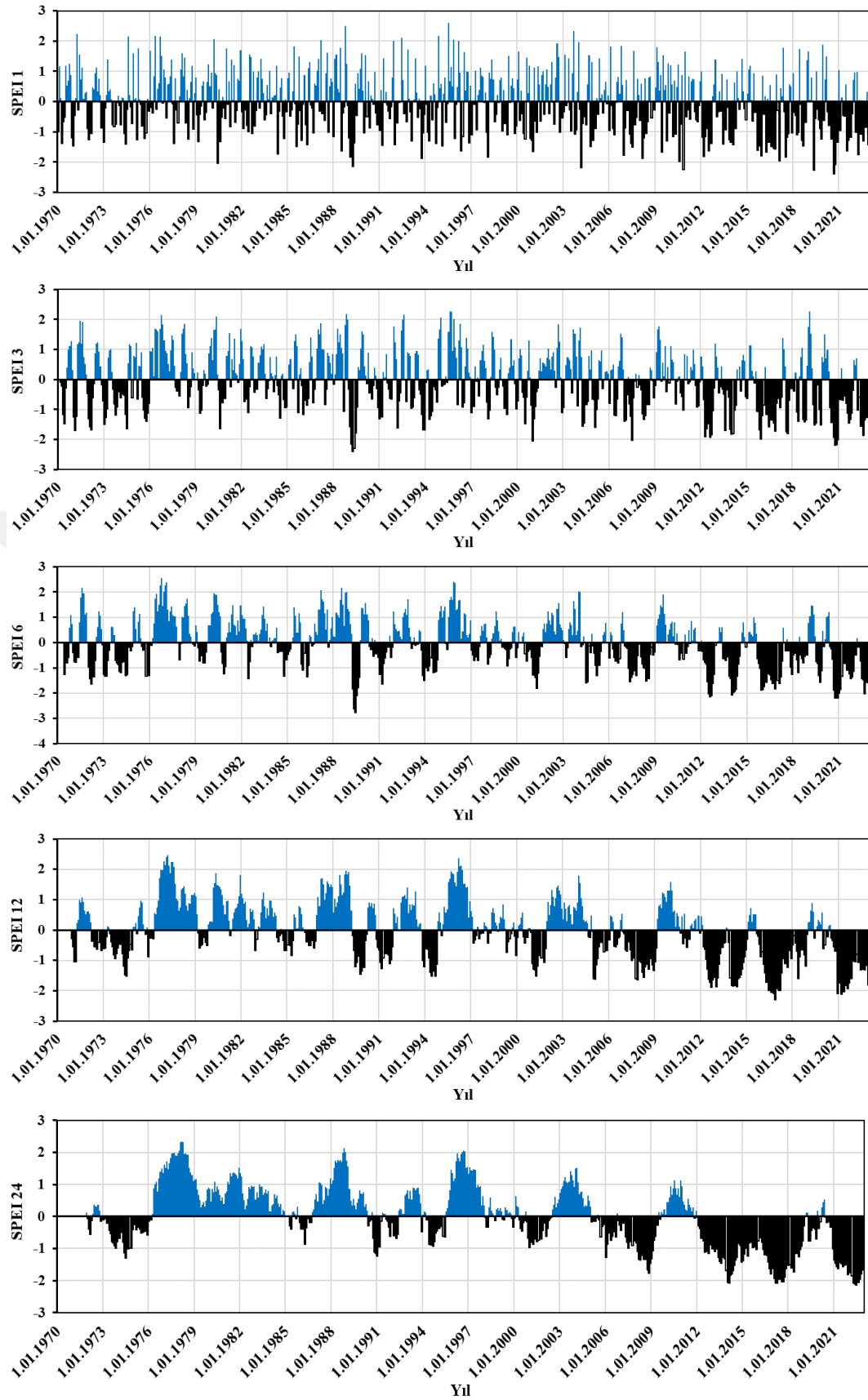
Kozan istasyonu

Şekil 4.130.'da Kozan istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kozan istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun sürdüğü görülmektedir. Genel olarak, Kozan istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini peşi sıra takip etmiştir. SPEI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2020 Nisan-2020 Aralık arasında

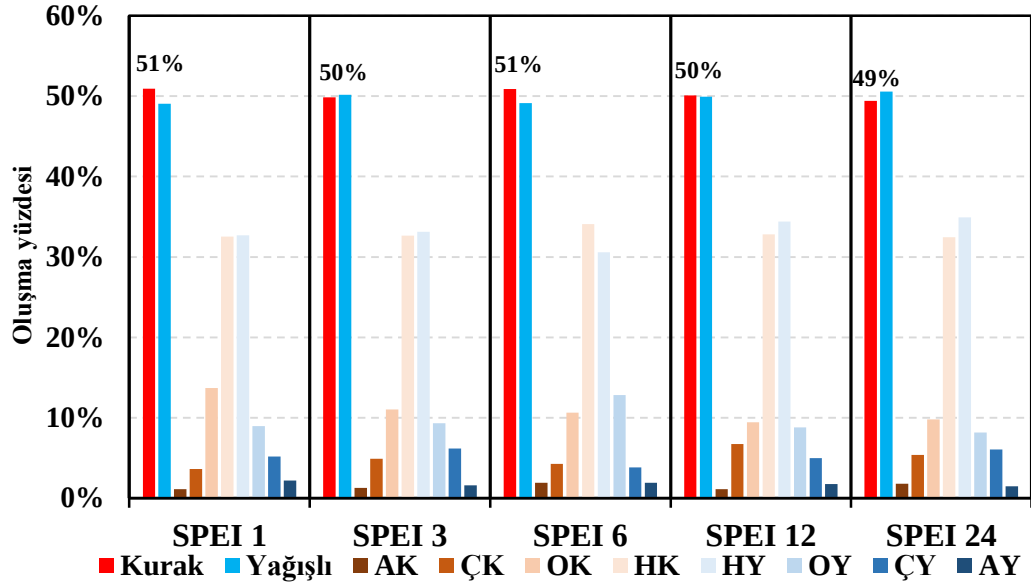
yaşanmış ve 9 ay sürmüştür. SPEI 3 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2016 Nisan-2017 Nisan arasında yaşanmış ve 13 ay sürmüştür. SPEI 6 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2007 Ocak-2008 Aralık arasında yaşanmış ve 24 ay sürmüştür. SPEI 12 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2015 Eylül-2018 Aralık arasında yaşanmış ve 40 ay sürmüştür. SPEI 24 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2012 Ocak-2019 Ocak arasında yaşanmış ve 85 ay sürmüştür. Kozan istasyonu için genel olarak 2012-2022 yılları arasında 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçekleri için en uzun kuraklıklar yaşanmıştır. Zaman ölçeğinin artmasına paralel olarak genellikle en küçük negatif indis değerinin değeri daha küçük olmaktadır. Zaman ölçeğinin büyümesiyle en uzun kurak dönemlerin daha uzun yaşandığı anlaşılmaktadır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.131.'de verilmiştir. 1 aylık ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %51, 3 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %50, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %49 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 6 ve SPEI 24'te birbirine eşit ve diğer üç zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6 ve SPEI 12'de eşit ve SPEI 24 zaman ölçeğinden daha büyüktür. "ÇK" oluşum yüzdesi SPEI 12'de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiştir.

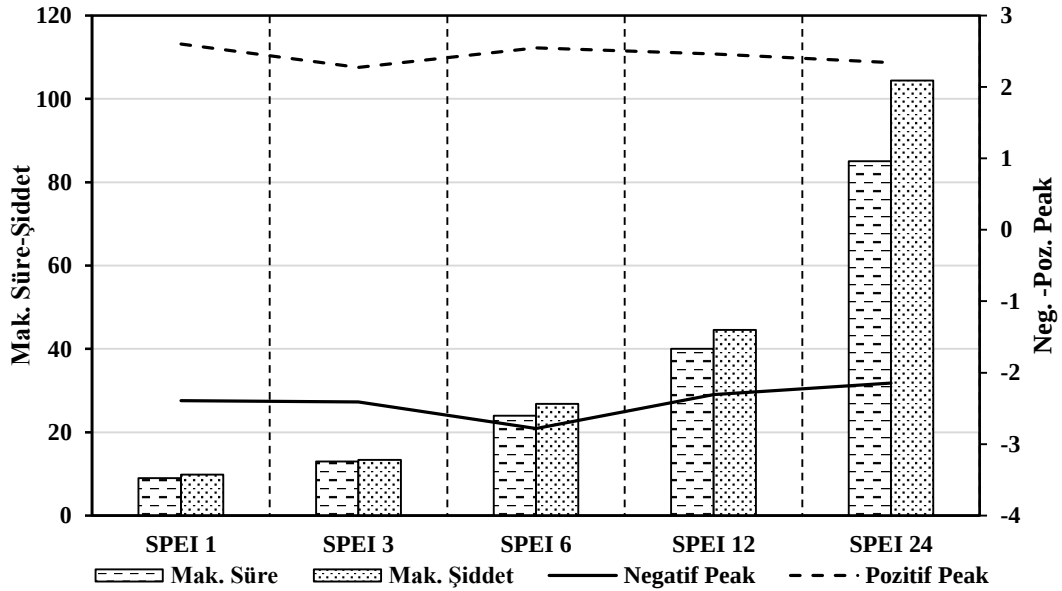
Şekil 4.132.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPI 1, SPI 3, SPI 6, SPI 12 ve SPI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 9, 13, 24, 40, ve 85 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.81, 13.32, 26.83, 44.52 ve 104.42 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.27 ile 2.60 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -2.78 ile -2.15 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.130. Kozan istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.131. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Kozan)



Şekil 4.132. Kozan istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

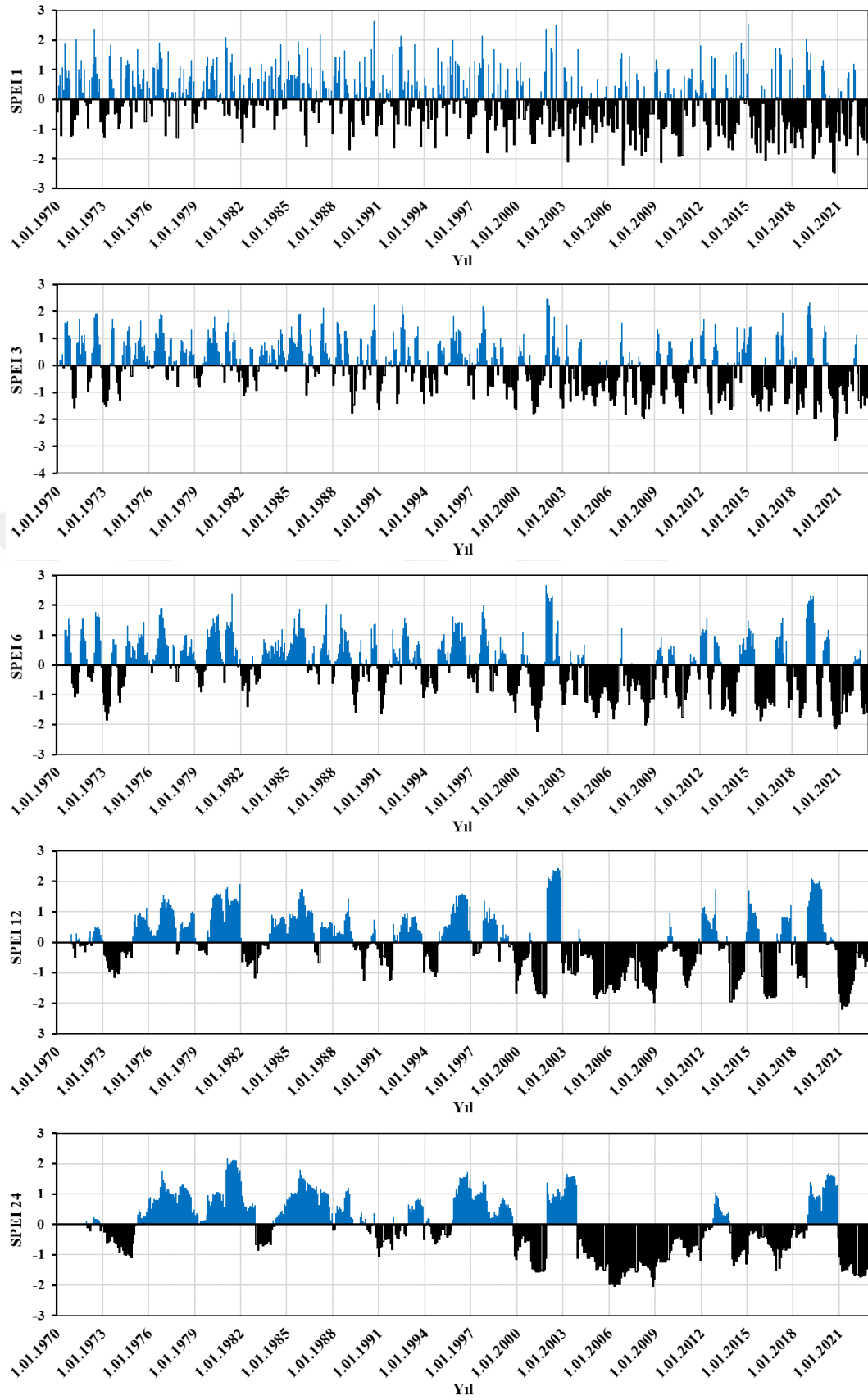
Mersin istasyonu

Şekil 4.133.'te Mersin istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerin geçiş zamanları SPEI 1'den SPEI 24'e artmaktadır. Kurak ve yağışlı dönemlerin zaman ölçeğinin büyümesiyle daha belirginleştiği anlaşılmaktadır. En uzun kuraklık SPEI 1'de 2015 Mart ayında başlamış ve 2015 Aralık ayında bitmiş ve 10 ay sürmüştür. SPEI 3'te en uzun kuraklık 2020 Mayıs

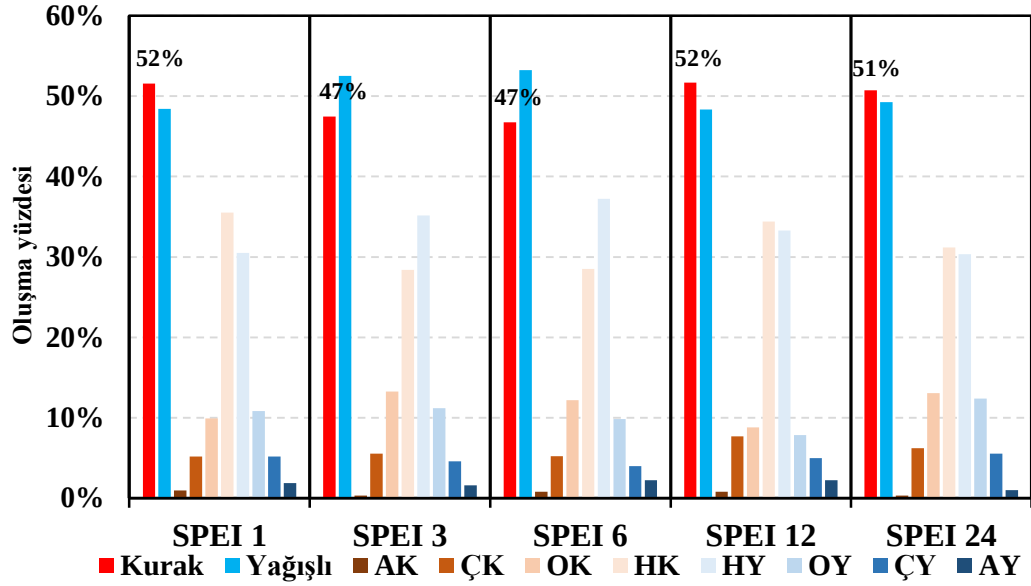
ayında başlamış 20 ay sürmüş ve 2021 Aralık ayında sona ermiştir. SPEI 6’da en uzun kuraklık 2004 Temmuz ayında başlamış 27 ay sürmüş ve 2006 Eylül ayında bitmiştir. SPEI 12’de en uzun kurak dönem 2004 Mart ayında başlamış ve 2009 Ekim ayında bitmiş ve 68 ay sürmüştür. SPEI 24’te en uzun kuraklık 2003 Aralık ayında başlamış 2012 Eylül ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 106 ay sürdüğü belirlenmiştir. Mersin istasyonu için SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24’te 2003-2009 yılları arasında en uzun kuraklık yaşanmıştır. Tüm zaman ölçeklerinde son yıllarda kurak ve yağışlı dönemlerin geçişlerinin daha kısa zaman dilimlerinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.134.’te verilmiştir. 1 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %52, 3 aylık ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %47, 12 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %52, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %51 olmuştur. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 6 ve SPEI 12’de birbirine eşit ve diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. “AY” oluşum yüzdesi SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6 ve SPEI 12’de birbirine eşit ve SPEI 24’ten daha büyüktür. “ÇK” oluşum yüzdesi SPEI 12’de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde “HK” ve “HY” oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü “OK” ve “OY” oluşum oranları izlemiştir. “OY” oluşum oranı 1 aylık zaman ölçeğinden 12 aylık zaman ölçeğine kadar azalırken, 24 aylık zaman ölçeklerinde tekrardan artmaktadır. “AK” oluşum yüzdesi SPEI 3 ve SPEI 24’te hiç oluşmamıştır.

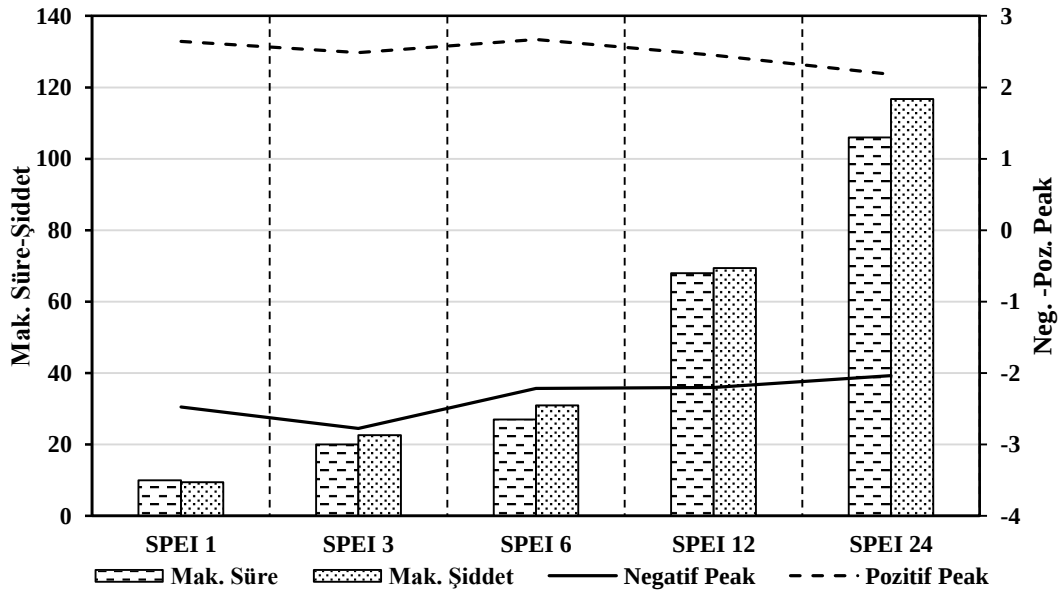
Şekil 4.135.’te SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 10, 20, 27, 68, ve 106 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 9.49, 22.59, 30.94, 69.44 ve 116.75 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.18 ile 2.67 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -2.77 ile -2.04 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.133. Mersin istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.134. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Mersin)



Şekil 4.135. Mersin istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

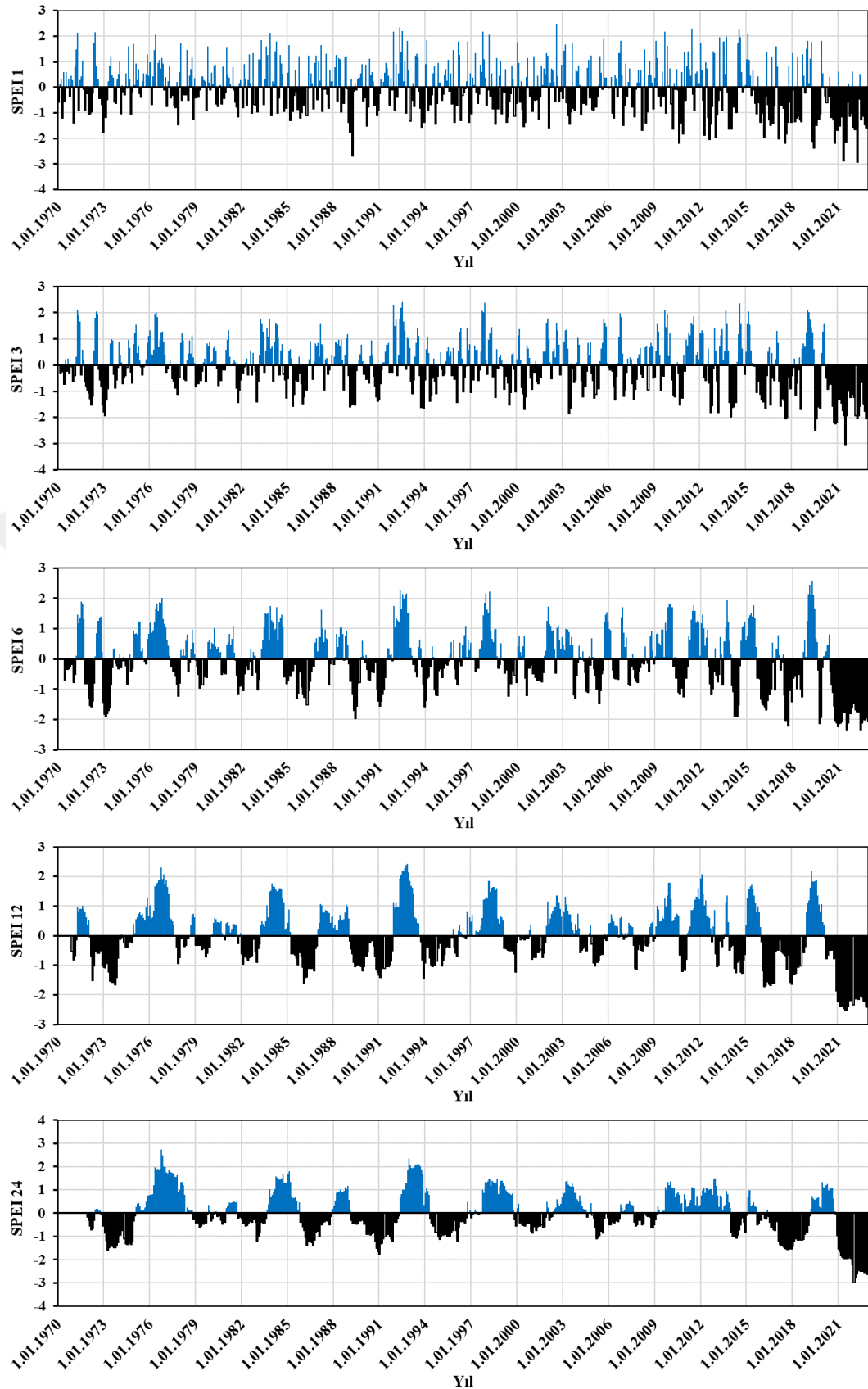
Samandağ istasyonu

Şekil 4.136.'da Samandağ istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Samandağ istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişlerin daha uzun yıllarda gerçekleşmiştir. Genel olarak Samandağ istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklıklar 2013 Ekim ayında başlamış 2014 Mayıs ayında

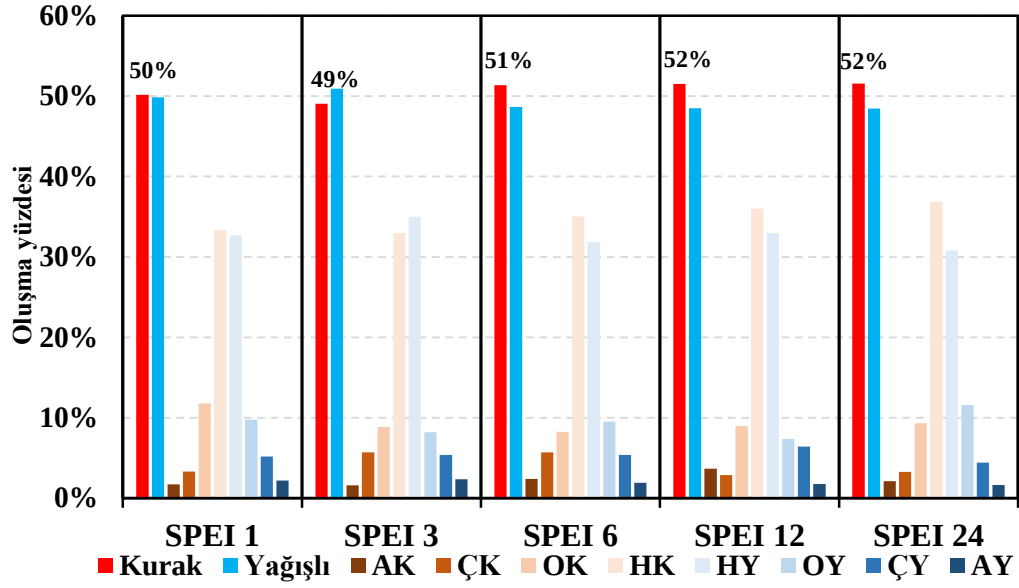
bitmiş, 2017 Şubat ayında başlamış 2017 Eylül ayında bitmiş ve 8 ay sürmüştür. 3 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 2020 Nisan ayında başlamış 33 ay sürmüş ve 2022 Aralık ayında sona ermiştir. 6 aylık zaman ölçeğinde 2020 Haziran ayında başlayıp 31 ay sürmüş ve 2022 Aralık ayında bitmiştir. 12 aylık zaman ölçeğinde en uzun kurak dönem 2016 Ocak ayında başlamış ve 2018 Kasım ayında bitmiş ve 35 ay sürmüştür. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklık 1989 Mart ayında başlamış 1992 Nisan ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 38 ay sürdüğü belirlenmiştir. Samandağ istasyonu için 3 aylık ve 6 aylık zaman ölçeklerinde 2020-2022 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

Samandağ istasyonunda SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.137.'de verilmiştir. SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12, SPEI 24 ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı sırasıyla %50, %49, %51, %52 ve %52 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi oluşum yüzdesi SPEI 12'de diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi tüm zaman ölçeklerinde birbirine eşittir. "ÇK" oluşum yüzdesi SPEI 3 ve SPEI 6'da eşit ve diğer üç zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10'dur. SPEI 1, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24'te "HK" oluşum oranı, "HY" oluşum oranından büyük iken SPEI 3'te ise küçük olmuştur.

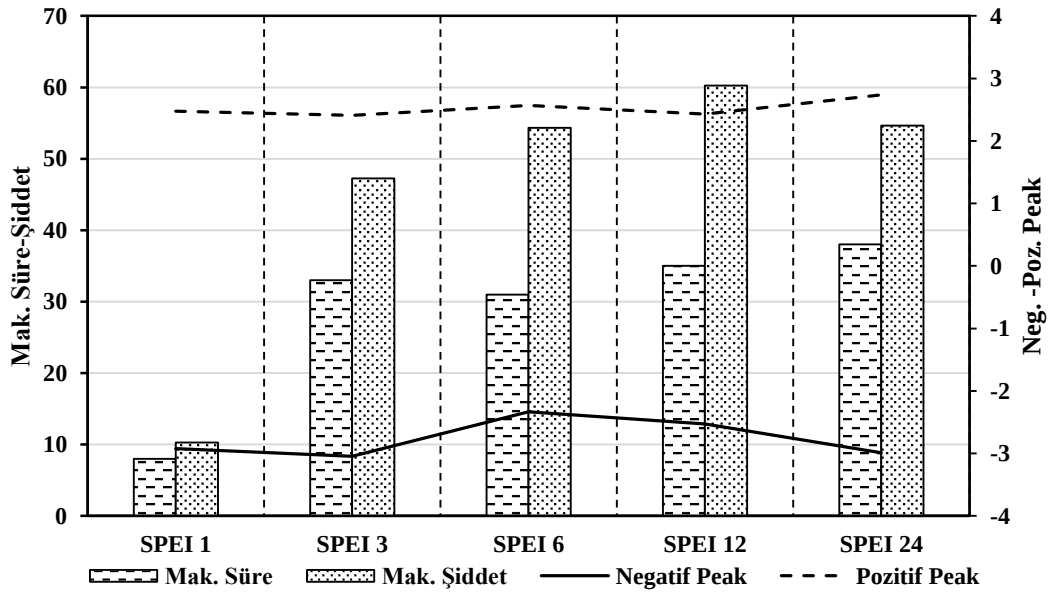
Şekil 4.138.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum süre ve maksimum şiddet genel olarak artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 8, 33, 31, 35, ve 38 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 10.26, 47.25, 54.35, 60.24 ve 54.66 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.41 ile 2.74 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -3.05 ile -2.33 arasında değişmektedir. Negatif peak değerler önce azalmış, sonra artmış daha sonra ise azalmıştır. Pozitif peak değerler zaman ölçeğinin büyümesiyle genel olarak artmaktadır.



Şekil 4.136. Samandağ istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.137. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Samandağ)



Şekil 4.138. Samandağ istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

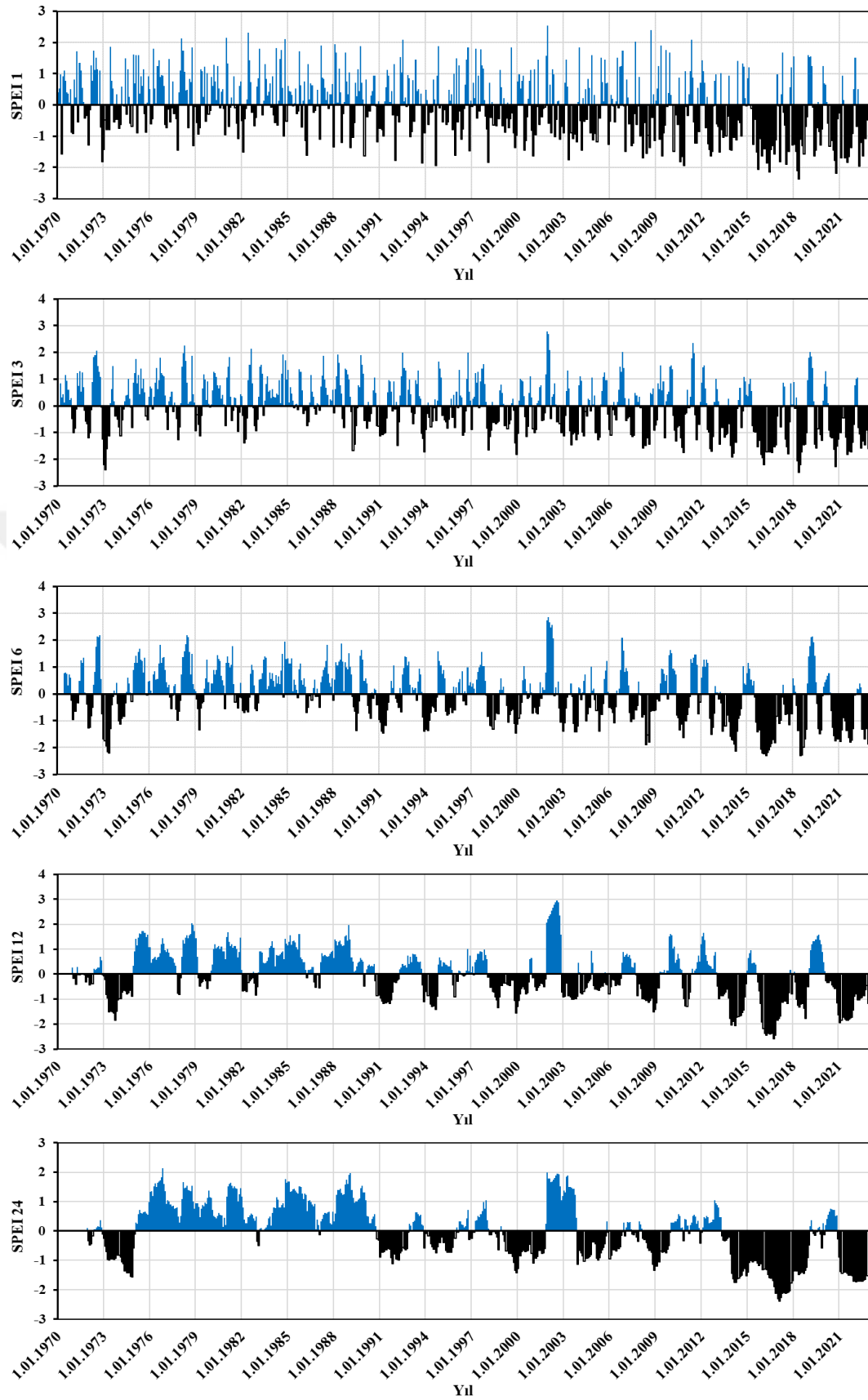
Silifke istasyonu

Şekil 4.139.'da Silifke istasyonu için SPEI yöntemiyle 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPEI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Kuraklık indislerinin hesaplandığı zaman ölçekleri kurak ve yağışlı dönemlerin belirlenmesine ve geçiş zamanlarına etki etmektedir. Genel olarak Silifke istasyonunda kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşumu birbirini takip etmiştir. SPEI 1'de en uzun kuraklık 2015 Nisan -2016 Kasım döneminde yaşanmış ve 20 ay

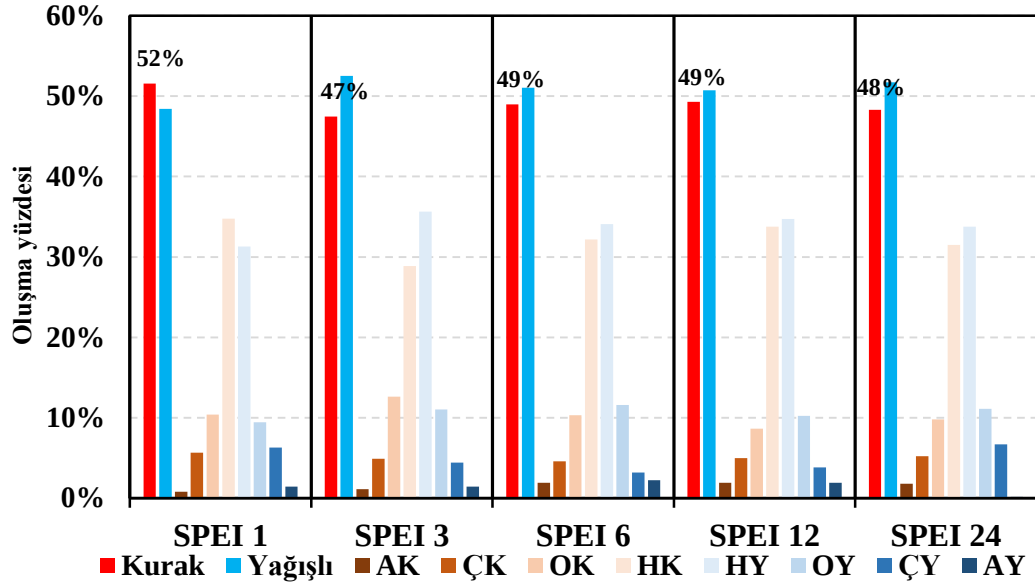
sürmüştür. SPEI 3'te en uzun kuraklık 2015 Mayıs-2017 Ocak arasında yaşanmış ve 21 ay sürmüştür. SPEI 6'da en uzun kuraklık 2015 Temmuz-2017 Nisan arasında yaşanmış ve 22 ay sürmüştür. SPEI 12'de en uzun kuraklık 2020 Mart-2022 Aralık arasında yaşanmış ve 34 ay sürmüştür. SPEI 24'te en uzun kuraklık 2013 Mayıs-2019 Ocak arasında yaşanmış ve 69 ay sürmüştür. Silifke istasyonu için 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçeklerinde 2015-2020 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.140.'ta verilmiştir. 1 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşumu oranı %52, 3 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %47, 6 aylık ve 12 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık oluşumu oranı %49, 24 aylık zaman ölçeğinde kuraklık oluşum oranı ise %48 olmuştur. "AK" oluşum yüzdesi SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24'te eşit ve diğer iki zaman ölçeğine göre daha büyüktür. "AY" oluşum yüzdesi SPEI 6 ve SPEI 12'de eşit ve diğer üç zaman ölçeğine göre daha büyüktür. "ÇK" oluşum yüzdesi en büyük SPEI 1'de elde edilmiştir. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. "HK" ve "HY" kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiştir. SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24'te "HY" oluşum oranı, "HK" oluşum oranından büyük iken SPEI 1'de ise küçük olmuştur. "AY" SPEI 24'te hiç oluşmamıştır.

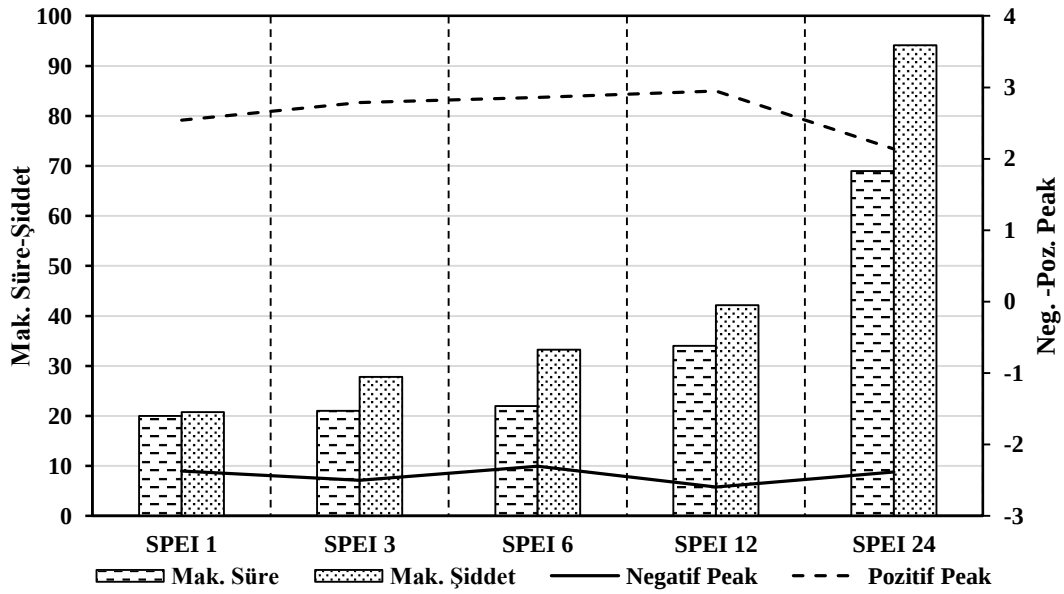
Şekil 4.141.'de SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. . Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, 3, 6, 12 ve 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 20, 21, 22, 34, ve 69 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 20.79, 27.82, 33.25, 42.18 ve 94.15 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.14 ile 2.95 arasında değişmekte, negatif peak değer ise -2.59 ile -2.30 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle azalmaktadır.



Şekil 4.139. Silifke istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.140. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Silifke)



Şekil 4.141. Silifke istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

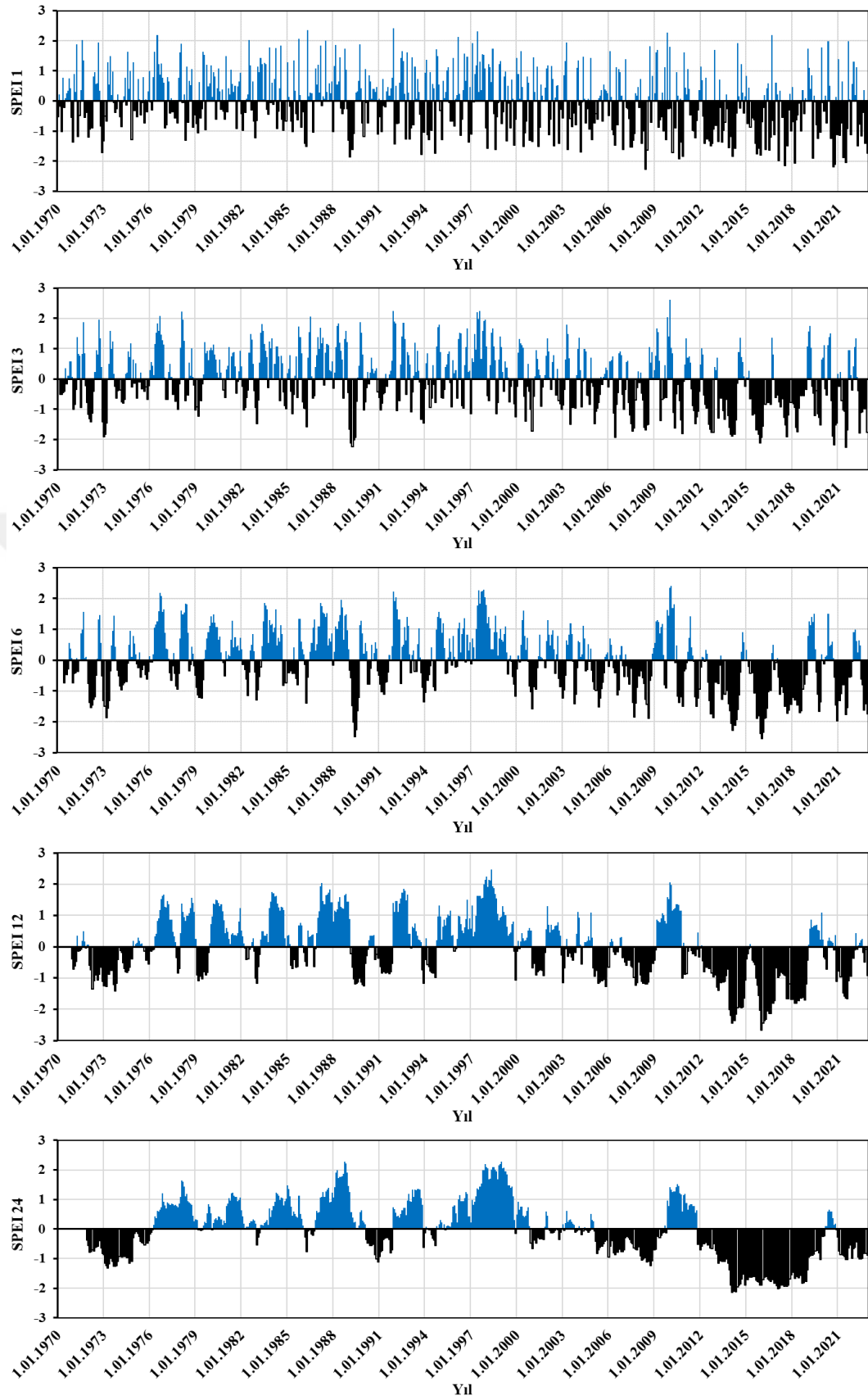
Yumurtalık istasyonu

Şekil 4.142.'de Yumurtalık istasyonu için SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 indis değerlerinin zamansal değişimleri verilmiştir. Yumurtalık istasyonunda zaman ölçeğinin büyümesiyle kurak ve yağışlı dönemler arasındaki geçişler daha belirginleşmektedir. Genel olarak Yumurtalık istasyonunda kurak dönem ardından yağışlı dönem yaşanmıştır. SPEI 1 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2015 Nisan-2016 Şubat arasında yaşanmış ve 11 ay sürmüştür. SPEI 3 indis değerlerine göre en

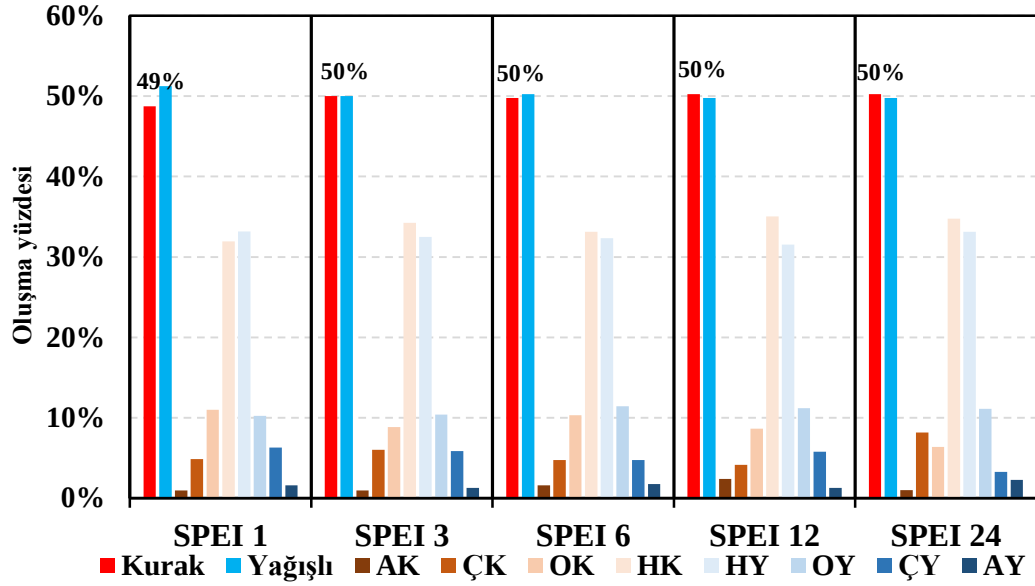
uzun kuraklık 2016 Aralık-2018 Aralık arasında yaşanmış ve 25 ay sürmüştür. SPEI 6 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2017 Şubat ayında başlayıp 23 ay sürmüş ve 2018 Aralık ayında bitmiştir. SPEI 12 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2015 Haziran-2019 Ocak arasında yaşanmış ve 44 ay sürmüştür. SPEI 24 indis değerlerine göre en uzun kuraklık 2011 Kasım ayında başlamış 2020 Şubat ayında sona ermiştir. 24 aylık zaman ölçeğinde en uzun kuraklığın 100 ay sürdüğü belirlenmiştir. Yumurtalık istasyonu için tüm zaman ölçeklerinde genel olarak 2015-2018 yılları arasında en uzun kuraklıklar yaşanmıştır.

Yumurtalık istasyonunda SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri Şekil 4.143.'te verilmiştir. SPEI 1'de kuraklık oluşumu oranı %49, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12, SPEI 24'te ise kuraklık oluşum oranı %50 olmuştur. "AK" ve "AY" oluşumu SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12, SPEI 24 ölçeklerinde sırasıyla, %1 ve %2, %1 ve %1, %2 ve %2, %2 ve %1, %1 ve %2 olarak hesap edilmiştir. "ÇK" oluşum yüzdesi SPEI 24'te diğer zaman ölçeklerine göre daha büyüktür. Tüm zaman ölçeklerinde "HK" ve "HY" oluşum oranları diğer kuraklık türlerinin oluşum oranından fazla olmuştur. Bu iki kuraklık türünü "OK" ve "OY" oluşum oranları izlemiş ve bu kuraklık türlerinin oluşumu yaklaşık olarak %10'dur.

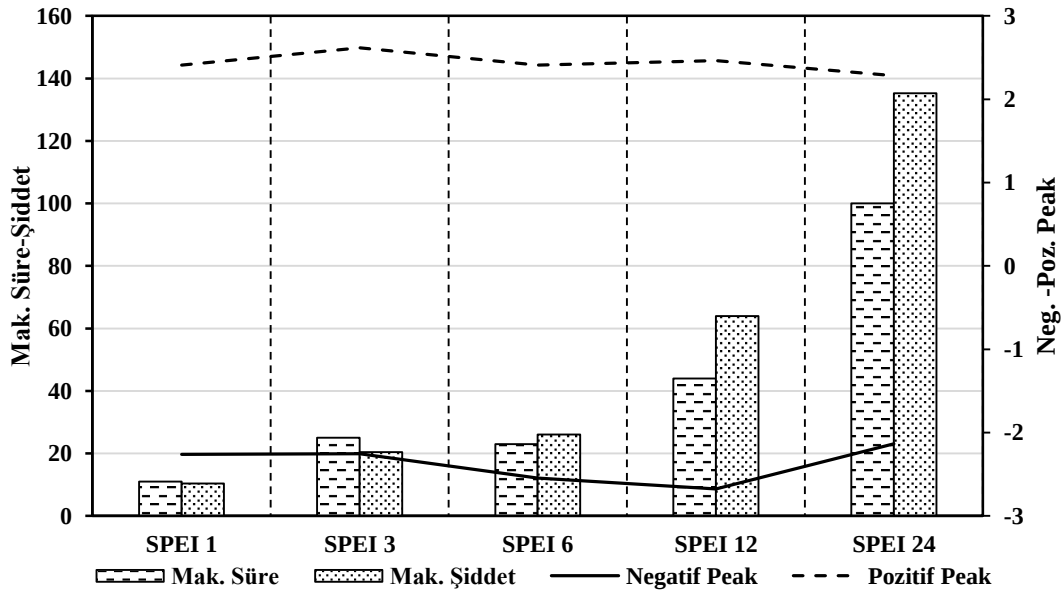
Şekil 4.144.'te SPEI yöntemiyle elde edilen maksimum süre, maksimum şiddet ve negatif ve pozitif peak değerler sunulmuştur. Grafikten görüleceği üzere zaman ölçeğinin büyümesiyle maksimum şiddet ve maksimum süre genel olarak artmaktadır. Maksimum kuraklık süresi ve SPEI 1, SPEI 3, SPEI 6, SPEI 12 ve SPEI 24 için maksimum kuraklık süresi sırasıyla 11, 25, 23, 44, ve 100 olurken, maksimum kuraklık şiddeti sırasıyla 10.40, 20.46, 26.04, 63.98 ve 135.23 olarak hesap edilmiştir. Pozitif peak değeri tüm zaman ölçekleri için 2.28 ile 2.62 arasında değişmekte, negatif peak değeri ise -2.67 ile -2.13 arasında değişmektedir. Negatif ve pozitif peak değerler genel olarak zaman ölçeğinin büyümesiyle sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.



Şekil 4.142. Yumurtalık istasyonu SPEI değerlerinin zamansal değişimleri



Şekil 4.143. SPEI ile farklı kuraklık sınıflarının oluşum oranları (Yumurtalık)



Şekil 4.144. Yumurtalık istasyonu kuraklık bileşenlerinin değişimi

4.2. Atmosferik Salımlarla Kuraklık İndisleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

Bu bölümde, Akdeniz Bölgesi iklimi üzerinde etkili olduğu düşünülen atmosferik salınımların (AO, MOI1 ve MOI2), bir önceki bölümde hesaplanan yağış ve yağış-sıcaklık temelli kuraklık indisleri olan SPI ve SPEI üzerindeki etkilerinin nicel olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, her bir atmosferik salınımına ait yıllık indis değerleri ile önceki bölümde hesaplanan yıllık SPI ve SPEI değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları, her meteorolojik istasyon için ayrı ayrı

hesaplanmıştır. Elde edilen korelasyon sonuçlarına dayanarak, bu ilişkilerin coğrafi dağılımını ve istatistiksel anlamlılığını yansıtan haritalar oluşturulmuştur.

Akdeniz Bölgesi geneli için, MOI1, MOI2 ve AO indisleri ile SPI12 ve SPEI12 arasında hesaplanan korelasyon katsayıları ilgili sırasıyla Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2.'de sunulmaktadır. Ayrıca, atmosferik salınımlar ile SPI12 ve SPEI12 arasında %5 anlamlılık düzeyinde ($\alpha = 0.05$) tespit edilen anlamlı korelasyonlar tabloda koyu renk ile vurgulanmıştır. Kuraklık indis değerleri ile sadece AO salınımları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunurken, MOI1 ve MOI2 ile herhangi bir istasyonda istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Hesaplanan korelasyon katsayılarının coğrafi dağılımını görselleştirmek amacıyla, IDW enterpolasyon yöntemi kullanılarak haritalar oluşturulmuştur. AO ile SPI12 ve SPEI12 indisleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı veya anlamsız tüm korelasyon katsayıları negatif olması dikkat çekmektedir. Bu kapsamda, SPI12 ve SPEI12 değişkenlerine ait korelasyonların mekânsal dağılımı sırasıyla Şekil 4.145. ve Şekil 4.146.'da sunulmuştur.

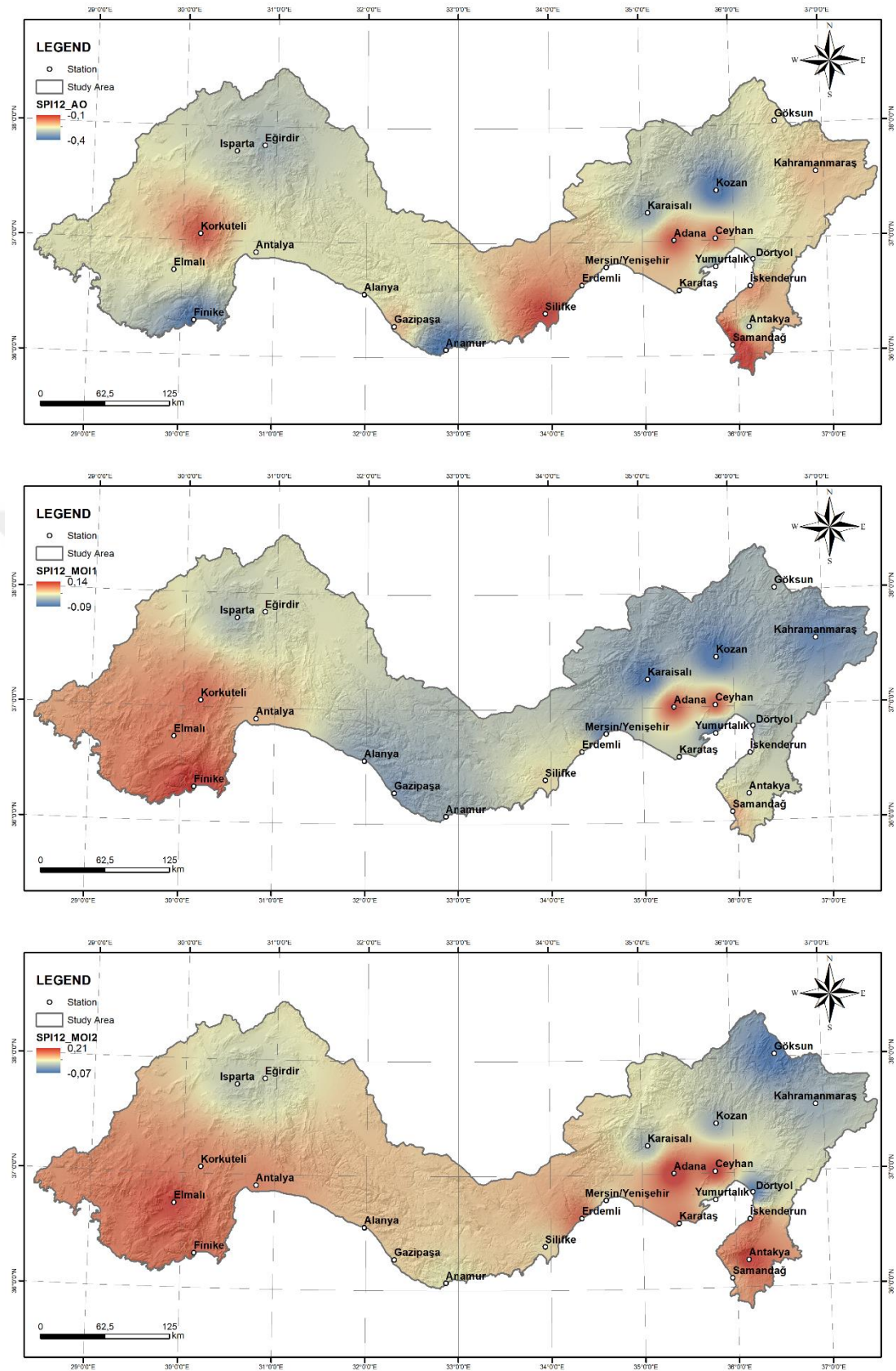
Çizelge 4.1. MOI1, MOI2 ve AO salınımları ile SPI12 arasındaki korelasyon katsayıları

İl	İstasyon Adı	MOI1	MOI2	AO
Adana	Adana	0.12	0.21	-0.20
	Kozan	-0.10	0.00	-0.40
	Ceyhan	0.11	0.19	-0.22
	Yumurtalık	-0.09	0.03	-0.34
	Karaisalı	-0.09	0.01	-0.34
	Karatas	0.00	0.14	-0.27
Antalya	Gazipaşa	-0.05	0.08	-0.26
	Antalya	0.05	0.13	-0.29
	Elmalı	0.09	0.18	-0.29
	Alanya	-0.04	0.09	-0.29
	Finike	0.14	0.15	-0.38
	Korkuteli	0.10	0.13	-0.2
Hatay	Dört Yol	-0.03	-0.06	-0.31
	Antakya	0.01	0.19	-0.31
	Samandağ	0.06	0.10	-0.10
	İskenderun	0.01	0.16	-0.23
Isparta	Isparta	-0.02	0.03	-0.31
	Eğirdir	0.01	0.04	-0.33
Kahramanmaraş	Göksun	-0.02	-0.07	-0.28
	Kahramanmaraş	-0.07	0.00	-0.26
Mersin	Anamur	-0.03	0.06	-0.39
	Erdemli	0.03	0.15	-0.24
	Mersin	-0.07	0.07	-0.28
	Silifke	0.03	0.07	-0.19

SPI12 ile MOI1 arasında hesaplanan korelasyon katsayıları -0.10 ile 0.14 aralığında değişmektedir. Bölgedeki toplam 24 meteorolojik istasyondan 12'sinde MOI1 ile pozitif yönlü bir ilişki gözlemlenirken, 11 istasyonda negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Ancak elde edilen bu pozitif ve negatif korelasyon değerleri, belirlenen anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. MOI1 ile pozitif korelasyon gösteren istasyonlar Adana, Ceyhan, Antalya, Elmalı, Finike, Korkuteli, Antakya, Samandağ, İskenderun, Eğirdir, Erdemli ve Silifke olarak sıralanmaktadır. Negatif yönde korelasyon gösteren istasyonlar ise Kozan, Yumurtalık, Karaisalı, Gazipaşa, Alanya, Dört Yol, Isparta, Göksun, Kahramanmaraş, Anamur ve Mersin'dir. En yüksek pozitif korelasyon Finike istasyonunda 0.14 değeri ile gözlemlenmiş, en belirgin negatif korelasyon ise -0.10 değeri ile Kozan istasyonunda kaydedilmiştir. Karataş istasyonunda ise MOI1 ile SPI12 arasında ilişki tespit edilememiştir.

SPI12 ile MOI2 arasındaki korelasyon katsayıları -0.07 ile 0.21 arasında değişim göstermekte olup, genel olarak bölge genelinde bu iki değişken arasında pozitif yönlü bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Bölgedeki 24 meteorolojik istasyondan 20'sinde MOI2 ile SPI12 arasında pozitif korelasyon gözlenirken, 2 istasyonda negatif korelasyon kaydedilmiştir. Ancak, elde edilen tüm korelasyon değerleri istatistiksel anlamlılık düzeyi açısından anlamlı bulunmamıştır. MOI2 ile pozitif yönde ilişki gösteren istasyonlar; Adana, Ceyhan, Yumurtalık, Karaisalı, Karataş, Gazipaşa, Antalya, Elmalı, Alanya, Finike, Korkuteli, Antakya, Samandağ, İskenderun, Isparta, Eğirdir, Anamur, Erdemli, Mersin ve Silifke olarak belirlenmiştir. Negatif ilişki gösteren istasyonlar ise Dört Yol ve Göksun'dur. En güçlü pozitif korelasyon, Adana istasyonunda 0.21 değeri ile, en güçlü negatif korelasyon ise Göksun istasyonunda -0.07 değeri ile gözlemlenmiştir. Öte yandan, Kozan ve Kahramanmaraş istasyonlarında MOI2 ile SPI12 arasında ilişki tespit edilememiştir.

SPI12 ile AO arasındaki ilişki, incelenen tüm istasyonlarda negatif yönde bulunmuştur. Söz konusu istasyonlara ait hesaplanan korelasyon katsayıları -0.40 ile -0.10 arasında değişim göstermektedir. Bu negatif korelasyonlardan 15'i, belirlenen anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunurken; 9 istasyonda ise negatif ilişki istatistiksel açıdan anlamlılık taşımamaktadır. AO ile anlamlı düzeyde negatif ilişki gösteren istasyonlar; Kozan, Yumurtalık, Karaisalı, Karataş, Antalya, Elmalı, Alanya, Finike, Dört Yol, Antakya, Isparta, Eğirdir, Göksun, Anamur ve Mersin olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, AO indis değerlerindeki artışın SPI12 değerlerinde azalmaya yol açtığını, dolayısıyla AO'daki artışın kuraklık şiddetini artırabileceğini göstermektedir. Diğer yandan, istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif korelasyonlar Adana, Ceyhan, Gazipaşa, Korkuteli, Samandağ, İskenderun, Kahramanmaraş, Erdemli ve Silifke istasyonlarında gözlemlenmiştir.



Şekil 4.145. SPI12 değişkenine ait korelasyonların mekânsal dağılımı

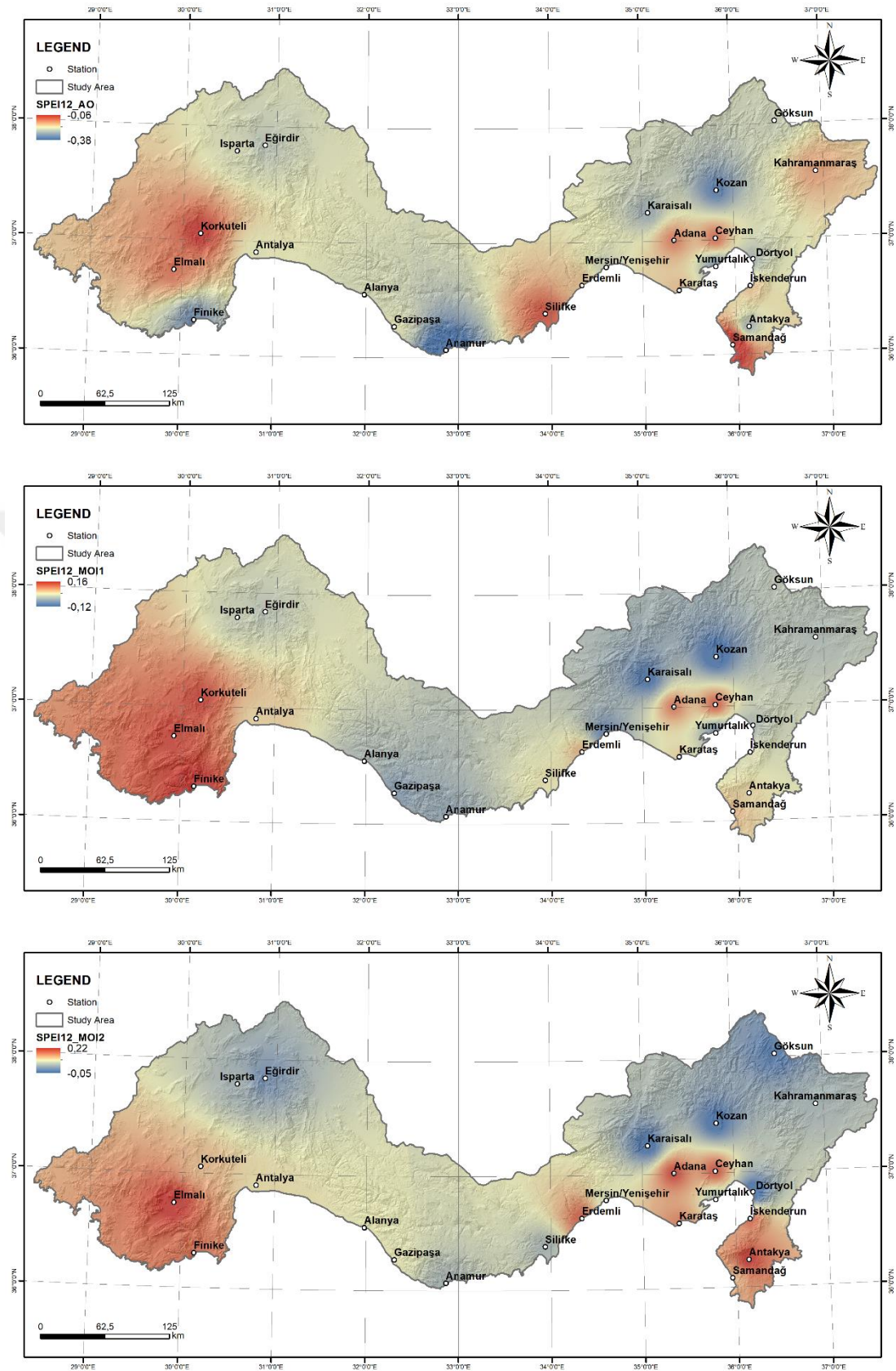
Çizelge 4.2. MOI1, MOI2 ve AO salınımları ile SPEI12 arasındaki korelasyon katsayıları

İl	İstasyon Adı	MOI1	MOI2	AO
Adana	Adana	0.10	0.20	-0.18
	Kozan	-0.12	-0.04	-0.35
	Ceyhan	0.12	0.19	-0.17
	Yumurtalık	-0.06	0.05	-0.32
	Karaisalı	-0.10	-0.04	-0.30
	Karatas	0.04	0.16	-0.22
Antalya	Gazipaşa	-0.05	0.09	-0.25
	Antalya	0.04	0.10	-0.25
	Elmalı	0.14	0.22	-0.17
	Alanya	-0.02	0.09	-0.26
	Finike	0.16	0.17	-0.33
	Korkuteli	0.14	0.12	-0.13
Hatay	Dörtöl	-0.02	-0.06	-0.29
	Antakya	0.04	0.21	-0.29
	Samadag	0.06	0.12	-0.06
	İskenderun	0.02	0.18	-0.22
Isparta	Isparta	0.00	0.04	-0.26
	Eğirdir	-0.01	0.00	-0.28
Kahramanmaraş	Goksun	-0.01	-0.02	-0.27
	Kahramanmaraş	-0.02	0.04	-0.20
Mersin	Anamur	-0.04	0.04	-0.39
	Erdemli	0.06	0.18	-0.22
	Mersin	-0.08	0.08	-0.27
	Silifke	0.03	0.04	-0.15

SPEI12 ile MOI1 arasında hesaplanan korelasyon katsayıları -0.12 ile 0.16 aralığında değişmektedir. Bölgedeki toplam 24 meteorolojik istasyondan 12'sinde MOI1 ile pozitif yönlü bir ilişki gözlemlenirken, 11 istasyonda negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Ancak elde edilen bu pozitif ve negatif korelasyon değerleri, belirlenen anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. MOI1 ile pozitif korelasyon gösteren istasyonlar Adana, Ceyhan, Karataş, Antalya, Elmalı, Finike, Korkuteli, Antakya, Samandağ, İskenderun, Erdemli ve Silifke olarak sıralanmaktadır. Negatif yönde korelasyon gösteren istasyonlar ise Kozan, Yumurtalık, Karaisalı, Gazipaşa, Alanya, Dörtöl, Eğirdir, Goksun, Kahramanmaraş, Anamur ve Mersindir. En yüksek pozitif korelasyon Finike istasyonunda 0.16 değeri ile gözlemlenmiş, en belirgin negatif korelasyon ise -0.12 değeri ile Kozan istasyonunda kaydedilmiştir. Isparta istasyonunda ise MOI1 ile SPEI12 arasında ilişki tespit edilememiştir.

SPIE12 ile MOI2 arasındaki korelasyon katsayıları -0.06 ile 0.22 arasında değişim göstermekte olup, genel olarak bölge genelinde bu iki değişken arasında pozitif yönlü bir ilişkinin baskınlığı tespit edilmiştir. Bölgedeki 24 meteorolojik istasyondan 19'unda MOI2 ile SPEI12 arasında pozitif korelasyon gözlenirken, 5 istasyonda negatif korelasyon kaydedilmiştir. Ancak, elde edilen tüm korelasyon değerleri istatistiksel anlamlılık düzeyi açısından anlamlı bulunmamıştır. MOI2 ile pozitif yönde ilişki gösteren istasyonlar; Adana, Ceyhan, Yumurtalık, Karataş, Gazipaşa, Antalya, Elmalı, Alanya, Finike, Korkuteli, Antakya, Samandağ, İskenderun, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin, Silifke, Anamur ve Erdemli olarak belirlenmiştir. Negatif ilişki gösteren istasyonlar ise Kozan, Dört Yol, Göksun ve Karaisalı'dır. En güçlü pozitif korelasyon, Elmalı istasyonunda 0.22 değeri ile, en güçlü negatif korelasyon ise Dört Yol istasyonunda -0.06 değeri ile gözlemlenmiştir. Öte yandan, Eğirdir istasyonunda MOI2 ile SPEI12 arasında ilişki tespit edilememiştir.

SPEI12 ile AO arasındaki ilişki, incelenen tüm meteorolojik istasyonlarda negatif yönlü olarak belirlenmiştir. İstasyonlara ait hesaplanan korelasyon katsayıları -0.39 ile -0.06 arasında değişmektedir. Elde edilen negatif korelasyonlardan 11'i, $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş; kalan 13 istasyonda ise bu ilişki anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır. AO ile anlamlı düzeyde negatif ilişki gösteren istasyonlar; Kozan, Yumurtalık, Karaisalı, Finike, Korkuteli, Dört Yol, Antakya, Eğirdir, Göksun, Anamur ve Mersin olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, AO indis değerlerindeki artışın SPEI12 değerlerinde azalmaya yol açtığını, dolayısıyla AO'daki artışın kuraklık şiddetini artırabileceğini göstermektedir. Buna karşılık, Adana, Ceyhan, Karataş, Gazipaşa, Antalya, Elmalı, Alanya, Samandağ, İskenderun, Isparta, Kahramanmaraş, Erdemli ve Silifke istasyonlarında tespit edilen negatif korelasyonlar istatistiksel olarak anlamlı değildir.



Şekil 4.146. SPEI12 değişkenine ait korelasyonların mekânsal dağılımı

5. TARTIŞMA

Adana il sınırları içerisindeki istasyonlarda yapılan SPI ve SPEI analizleri, bölgedeki kuraklıkların zaman ölçeğine ve iklimsel koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. SPI-24 zaman ölçeğinde kuraklık süreleri 59–71 ay arasında değişmiş, en şiddetli kuraklıklar 1996, 1997 ve 2009 yıllarında gözlenmiştir. SPI analizlerinde özellikle “hafif yağışlı (HY)” ve “hafif kurak (HK)” sınıfları öne çıkmış, çok kurak ve aşırı kurak sınıflar ise sınırlı oranda tespit edilmiştir. SPEI analizlerinde ise sıcaklık etkisiyle kuraklıklar daha uzun sürmüş ve şiddet düzeyleri daha yüksek olmuştur. SPEI-24’te HK ve OK sınıfları belirgin şekilde artış göstermiştir. Kıyı istasyonlarında (Karataş, Yumurtalık) buharlaşma etkisiyle kuraklıklar daha sık ve şiddetli yaşanırken, iç kesimlerde (Kozan, Karaisalı) daha uzun süreli ve derin kuraklıklar tespit edilmiştir. Genel olarak, SPI kısa vadeli yağış eksikliklerini tespit etmede yeterli olurken, SPEI yöntemi sıcaklık etkisini de içermesi sayesinde özellikle yaz aylarında yaşanan kuraklıkların daha etkili şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır. Bu da Adana ili gibi iklim geçiş bölgelerinde SPEI’nin uzun vadeli izleme ve planlama açısından daha uygun bir gösterge olduğunu ortaya koymaktadır.

Adana ili kapsamında değerlendirilen meteorolojik istasyon verilerine göre, SPI12 değerleri bakımından Adana ve Ceyhan istasyonlarının MOI1 ile pozitif yönde ilişki sergilediği, buna karşılık Kozan, Yumurtalık ve Karaisalı istasyonlarının negatif korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. MOI2 ile olan ilişkiler incelendiğinde, Kozan istasyonu dışındaki tüm istasyonların bu indekse karşı pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. SPEI12 değerleri açısından da benzer bir eğilim gözlemlenmiş; Adana ve Ceyhan istasyonlarında MOI1 ile pozitif, Kozan, Yumurtalık ve Karaisalı istasyonlarında ise negatif korelasyon değerleri elde edilmiştir. MOI2 ile olan ilişkilerde ise yalnızca Kozan istasyonunda negatif bir korelasyon gözlenmiştir. Öte yandan, Adana ilindeki tüm istasyonların SPI12 ve SPEI12 değerleri ile AO indeksi arasında negatif yönlü bir ilişki içerisinde olduğu saptanmıştır.

Antalya il sınırları içinde yer alan 6 meteoroloji istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, bölgenin farklı topoğrafik yapısı ve iklimsel çeşitliliğine bağlı olarak kuraklık karakteristiklerinin hem kıyı hem iç kesimlerde farklılaştığını ortaya koymuştur. SPI 24 zaman ölçeğine göre kuraklık süresi istasyonlar arasında 63 ila 75

ay arasında değişirken, en şiddetli kuraklıklar genellikle 1999, 2000 ve 2009 yıllarında yaşanmıştır. SPEI 24 analizlerinde ise kuraklık süreleri 68 ila 85 ay arasında değişmiş, sıcaklık ve buharlaşmanın etkisiyle SPI'ya kıyasla daha yüksek şiddet değerleri kaydedilmiştir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde “hafif kurak (HK)” sınıfı baskın olurken, uzun vadeli ölçeklerde (SPI-24) “hafif yağışlı (HY)” sınıfı öne çıkmıştır. SPI-24 zaman ölçeğinde HY oranı genellikle %30'un üzerinde, HK oranı %20–23 aralığında, (ÇK+AK) oranı ise %6–8 arasında seyretmiştir. SPEI analizlerinde ise HK ve “orta kurak (OK)” sınıfları özellikle SPEI-3, SPEI-6 ve SPEI-24 zaman ölçeklerinde %27–34 oranlarında baskın olarak gözlenmiştir. SPEI-24'te HY oranı ortalama %25 civarında seyrederken, HK %27–29, OK %13–15, (ÇK+AK) ise toplamda %8–10'a ulaşmaktadır. Kıyı kesimlerde yer alan Gazipaşa, Alanya, Antalya ve Finike istasyonlarında, yaz aylarında buharlaşma etkisinin artmasıyla SPEI analizlerinde kuraklık süresi ve şiddeti belirgin şekilde artmıştır. İç kesimlerde yer alan Elmalı ve Korkuteli istasyonlarında ise karasal iklimin etkisiyle kuraklıklar daha uzun süreli ve derin seyretmiş; SPEI analizleri bu bölgelerde SPI'ya göre çok daha yüksek şiddet değerleri ve daha fazla aşırı kurak sınıf dağılımı göstermiştir. Bu genel tablo, Antalya ili genelinde SPI'nin kısa vadeli yağış eksikliklerini yansıtmada yeterli olduğunu, ancak sıcaklık ve evapotranspirasyon etkisini de göz önünde bulunduran SPEI'nin hem kıyı hem iç kesimlerde uzun vadeli kuraklık analizleri için daha güvenilir ve kapsayıcı bir yaklaşım sunduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Antalya iline ait istasyon verileri incelendiğinde, Gazipaşa ve Alanya istasyonlarının SPI12 ve SPEI12 indisleri ile MOI1 arasında negatif ilişki gösterdiği, buna karşın Antalya, Elmalı, Finike ve Korkuteli istasyonlarında pozitif korelasyonların hakim olduğu görülmektedir. MOI2 ile olan ilişkilerde ise tüm istasyonların pozitif yönde ilişki sergilediği belirlenmiştir. Ayrıca, ildeki tüm istasyonlar açısından AO indeksi ile yapılan analizlerde SPI12 ve SPEI12 değerlerinin negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

Hatay il sınırları içinde yer alan Dörtöy, Antakya, Samandağ ve İskenderun istasyonlarında yapılan SPI ve SPEI analizleri, bölgenin kıyıda iç kesimlere kadar farklı iklimsel faktörlerle şekillenen kuraklık dinamiklerini ortaya koymaktadır. SPI ve SPEI analizleri, özellikle yağış eksiklikleri ve sıcaklık artışı gibi faktörlerin bölgesel kuraklık üzerindeki etkisini detaylı şekilde incelemiştir. SPI analizlerinde, kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı baskın olurken, uzun

vadeli ölçeklerde (SPI-12, SPI-24) “hafif yağışlı (HY)” sınıfı genellikle %30–33 arasında oranlar göstermiştir. Çok kurak (ÇK) ve aşırı kurak (AK) sınıflarının toplam oranı ise %6 civarındadır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle kuraklık süreleri genellikle daha uzun ve şiddetli olmuştur. SPEI-24 zaman ölçeğinde “hafif kurak (HK)” ve “orta kurak (OK)” sınıflarının oranları %26–30 civarındayken, (ÇK+AK) sınıfları %7–9 arasında kaydedilmiştir. Kıyı bölgelerinde İskenderun ve Samandağ istasyonları, sıcaklık artışının ve deniz etkisinin kuraklık üzerindeki etkisini daha belirgin şekilde göstermektedir. İç kesimlerde yer alan Dörttyol ve Antakya ise daha uzun süreli kuraklıklarla karakterizedir. 1997 yılı, tüm istasyonlar için en şiddetli kuraklık yılı olarak öne çıkmakta, 1994–2000 dönemi ise SPEI analizine göre en uzun süren kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Sonuçlar, Hatay ili genelinde SPEI’nin sıcaklık ve buharlaşma etkilerini kapsayan yapısı sayesinde uzun vadeli kuraklık izleme açısından daha güvenilir ve etkili bir gösterge sunduğunu göstermektedir. SPI ise kısa vadeli yağış eksikliklerini daha iyi yansıtarak hızlı değişimlere duyarlıdır, ancak uzun vadeli kuraklıkların değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır.

Hatay ili özelinde yapılan değerlendirmede; Antakya, Samandağ ve İskenderun istasyonlarının hem MOI1 hem de MOI2 ile pozitif yönde ilişki gösterdiği, Dörttyol istasyonunun ise her iki indekse karşı negatif korelasyon sergilediği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, Hatay ilindeki tüm istasyonlar AO indeksi ile negatif ilişki göstermektedir.

Isparta il sınırları içerisinde bulunan, Isparta ve Eğirdir istasyonlarında yapılan SPI ve SPEI analizleri, bölgenin karasal iklim özellikleri ve yüksek rakım nedeniyle kuraklık dinamiklerini farklı ölçeklerde incelemeye olanak tanımaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde her iki istasyon da uzun süreli kuraklıklarla karakterize olmuştur. Eğirdir istasyonunda en uzun kuraklık süresi 73 ay (1995–2000), Isparta istasyonunda ise 74 ay (2000–2005) olarak hesaplanmıştır. Kuraklık şiddeti ve negatif peak değerleri de her iki istasyonda 1999 yılı etrafında en yüksek seviyelere ulaşmıştır. SPI-24 zaman ölçeğinde her iki istasyonun sınıf dağılımlarında en yüksek oranlar “hafif yağışlı (HY)” sınıfına ait olup, Eğirdir’de %32, Isparta’da %31 olarak gözlemlenmiştir. Buna karşın, “hafif kurak (HK)” ve “orta yağışlı (OY)” sınıflarının oranları da sırasıyla %23 ve %18 arasında değişmiştir. Şiddetli sınıflar (ÇK+AK) ise %6 civarındadır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisi, kuraklık sürelerini ve şiddetini daha

belirgin hale getirmiştir. Eğirdir ve Isparta istasyonlarında, özellikle SPEI-24 zaman ölçeğinde “hafif kurak (HK)” ve “orta kurak (OK)” sınıfları öne çıkmaktadır. Eğirdir’de HK %27, OK %13, Isparta’da ise HK %28, OK %14 oranlarına sahiptir. SPEI-24’te “hafif yağışlı (HY)” sınıfı Eğirdir’de %26, Isparta’da %25 olarak belirlenmiştir. (ÇK+AK) oranları her iki istasyonda da yaklaşık %8 civarındadır. SPI’nin kısa vadeli yağış eksikliklerine duyarlılığına karşın, SPEI’nin sıcaklık etkisini de içermesi uzun vadeli kuraklıkları daha doğru bir şekilde ortaya koymuştur. Her iki istasyonun analiz sonuçları, özellikle 1999 yılı ve 1995–2002 dönemi için en şiddetli ve en uzun süren kuraklık dönemlerini göstermektedir. Sonuçlar, Eğirdir ve Isparta gibi karasal iklimin etkili olduğu bölgelerde SPEI’nin, uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel değerlendirmelerde daha güvenilir bir gösterge sunduğunu ortaya koymaktadır.

Isparta ili verilerine göre, SPI12 açısından Eğirdir istasyonunun MOI1 ile pozitif, Isparta istasyonunun ise negatif yönde ilişki gösterdiği belirlenmiştir. MOI2 ile her iki istasyonun da pozitif korelasyon gösterdiği saptanmıştır. SPEI12 bakımından ise Eğirdir’de MOI1 ile negatif, Isparta’da MOI2 ile pozitif ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca, ildeki tüm istasyonlarda SPI12 ve SPEI12 ile AO indeksi arasında negatif korelasyon gözlenmiştir.

Kahramanmaraş il sınırları içerisinde yer alan, Göksun ve Kahramanmaraş istasyonlarında yapılan SPI ve SPEI analizleri, Kahramanmaraş il sınırlarında yer alan bu bölgelerin kuraklık dinamiklerini ortaya koymak açısından önemli bulgular sunmaktadır. Her iki istasyon da karasal iklim etkisiyle kuraklıkların yağış eksiklikleri ve sıcaklık faktörlerine bağlı olarak şekillendiğini göstermektedir. SPI 24 zaman ölçeğine göre her iki istasyonda da en uzun kuraklık süreleri 60–72 ay arasında değişmiş, en şiddetli kuraklıklar 2006 ve 2009 yıllarında yaşanmıştır. Negatif peak değerleri genellikle -2.5 ve altına düşerken, çünkü kuraklıkların şiddeti özellikle bu yıllarda belirgin hale gelmiştir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı öne çıkmış ve bu sınıf her iki istasyonda da %30’un üzerinde oranlarda gözlemlenmiştir. Uzun vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-12, SPI-24) ise “hafif yağışlı (HY)” sınıfı en yaygın sınıf olup, %30-33 oranında dağılmıştır. Şiddetli sınıflar (ÇK+AK) ise %6 civarında kalmıştır. SPEI analizlerinde, sıcaklık ve buharlaşma etkisinin daha belirgin olduğu uzun vadeli analizlerde, her iki istasyonda

da “hafif kurak (HK)” ve “orta kurak (OK)” sınıflarının oranları daha yüksek çıkmıştır. SPEI-24 zaman ölçeğinde HK %26–28, OK %12–14 oranlarında iken, HY %25 civarında kalmıştır. ÇK+AK oranları ise %6–8 arasında değişmiştir. Her iki istasyonda da 2006 yılı, hem SPI hem de SPEI analizlerinde en şiddetli kuraklık yılı olarak öne çıkmakta; 2003–2010 dönemi, SPEI analizine göre en uzun süreli kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Göksun ve Kahramanmaraş gibi iç kesimlerde yer alan istasyonlarda kuraklıkların daha uzun süreli ve şiddetli olduğu, sıcaklık ve buharlaşmanın bu kuraklıkları daha derinleştirdiği görülmektedir. SPI, kısa vadeli yağış eksikliklerini iyi yansıtırken, SPEI uzun vadeli kuraklıklar ve sıcaklık etkileriyle daha kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır. Bu veriler, Kahramanmaraş il sınırları içindeki istasyonlarda SPEI’nin, uzun vadeli kuraklık izleme ve risk analizlerinde daha güvenilir bir gösterge sunduğunu ortaya koymaktadır.

Kahramanmaraş ili kapsamında yapılan analizlerde, Göksun istasyonunun SPI12 değerlerinin hem MOI1 hem de MOI2 ile negatif ilişkili olduğu görülmüştür. Kahramanmaraş istasyonunda ise yalnızca MOI1 ile negatif korelasyon belirlenmiştir. SPEI12 değerleri açısından Göksun’da her iki MOI ile de negatif yönde, Kahramanmaraş istasyonunda ise MOI1 ile negatif, MOI2 ile pozitif yönde ilişki tespit edilmiştir. İldeki tüm istasyonlarda AO ile yapılan analizlerde SPI12 ve SPEI12 değerlerinin negatif ilişki gösterdiği saptanmıştır.

Mersin il sınırlarında yer alan Anamur, Erdemli, Yenişehir ve Silifke istasyonlarında yapılan SPI ve SPEI analizleri, kıyıda iç kesimlere kadar uzanan bölgenin iklimsel çeşitliliğiyle kuraklık dinamiklerinin nasıl şekillendiğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde, kuraklık süresi her bir istasyon için 60 ile 72 ay arasında değişirken, en şiddetli kuraklık yılları 2010, 2012 ve 2009 olarak öne çıkmıştır. SPEI 24 analizlerine göre, kuraklık süresi daha uzun olup, 65 ile 78 ay arasında değişmiş, sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle şiddet oranları daha yüksek olmuştur.

SPI analizlerinde, kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %30’un üzerinde oranlarla baskın olurken, SPI-24’te genellikle “hafif yağışlı (HY)” sınıfı öne çıkmıştır. Bu sınıf, %30–33 arasında orana sahip olup, HK %22–24, OY %17 civarında izlenmiştir. Şiddetli kuraklık sınıflarının toplam oranı ise

%6 civarındadır. SPEI analizlerinde ise SPEI-24 zaman ölçeğinde “hafif kurak (HK)” ve “orta kurak (OK)” sınıfları %26–29 arasında değişirken, HY oranı %25–27, (ÇK+AK) sınıfları %6–8 civarında kalmıştır. Özellikle kıyı kesimlerinde yer alan Silifke ve Anamur istasyonlarında, yaz aylarında sıcaklık ve buharlaşma etkisinin artmasıyla SPEI analizlerinde daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıklar gözlemlenmiştir. İç kesimlerde yer alan Erdemli ve Yenişehir ise daha uzun süreli ve derin kuraklıklar yaşamış, bu da sıcaklık ve buharlaşmanın etkilerini daha net yansıtmaktadır.

Her iki analizde de 2010 ve 2012 yılları, tüm istasyonlar için en şiddetli kuraklık yılları olarak öne çıkmaktadır. 2009–2014 dönemi, SPEI analizlerine göre en uzun süren kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Bu veriler, Mersin il sınırlarında yer alan istasyonlar için SPEI’nin, uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel risk analizlerinde daha güvenilir bir yöntem sunduğunu, ancak SPI’nin kısa vadeli yağış eksikliklerine dair hızlı bilgi sağlama konusunda daha etkili olduğunu göstermektedir.

Mersin ili verileri doğrultusunda, Anamur ve Mersin istasyonlarının SPI12 ve SPEI12 değerlerinin MOI1 ile negatif ilişki gösterdiği, Erdemli ve Silifke istasyonlarının ise pozitif korelasyon sergilediği belirlenmiştir. MOI2 ile yapılan analizlerde, il genelindeki tüm istasyonların bu indeks ile pozitif yönde ilişkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca, Mersin ilinde yer alan tüm istasyonların SPI12 ve SPEI12 ile AO indeksi arasında negatif yönde korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

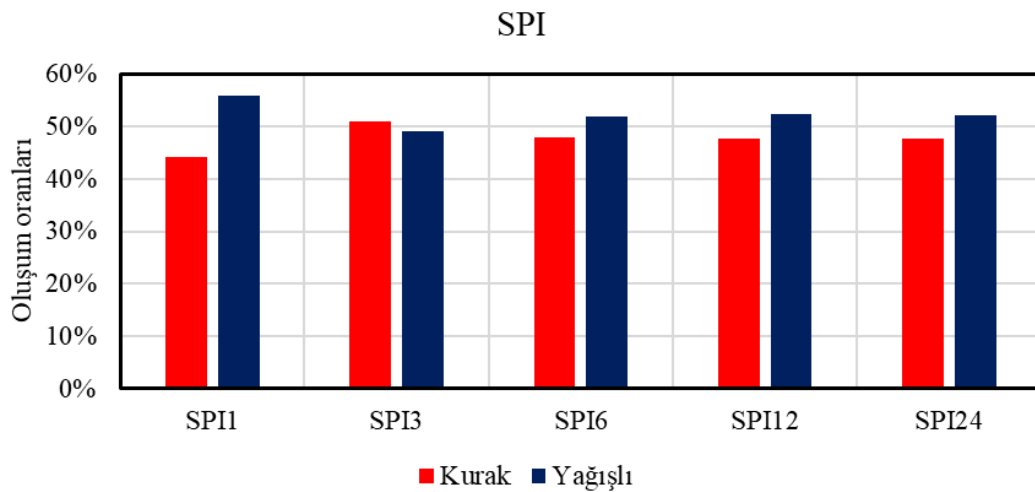
Akdeniz Bölgesi’ndeki 24 istasyonda yapılan SPI ve SPEI analizleri, bölgedeki kuraklık dinamiklerinin yağış rejimi ve sıcaklık etkisi ile nasıl şekillendiğini kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır. SPI analizlerinde, kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı, %30–35 arasında baskın olurken, uzun vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-12, SPI-24) “hafif yağışlı (HY)” sınıfı genellikle %30–33 oranlarında en yüksek değeri almıştır. Şiddetli kuraklık sınıflarının oranı, ÇK ve AK sınıfları toplamda %5–8 arasında kalmıştır.

SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle kuraklık süresi ve şiddeti daha belirgin hale gelmiştir. SPEI-24 zaman ölçeğinde “hafif kurak (HK)” sınıfı %26–30, “orta kurak (OK)” sınıfı ise %12–15 civarında dağılmıştır. (ÇK+AK) oranları ise %7–10 arasında değişmiştir. SPEI’nin, sıcaklık etkisini içermesi nedeniyle, özellikle

yaz aylarında yaşanan kuraklıklar daha şiddetli ve uzun süreli olarak gözlemlenmiştir. Bu bulgular, SPEI'nin uzun vadeli kuraklık analizlerinde SPI'ye kıyasla daha güvenilir bir gösterge sunduğunu ortaya koymaktadır.

1997, 2000, 2009 ve 2012 yılları, bölgedeki tüm istasyonlarda en şiddetli kuraklık yılları olarak kaydedilmiş olup, 1994–2000 dönemi ve 2007–2012 dönemi SPEI analizine göre en uzun süren kuraklık evreleri olarak öne çıkmaktadır. SPI analizlerinde ise kısa vadeli kuraklıklar daha sık gözlemlenmiş, SPEI analizlerinde ise yaz sıcaklıklarının ve buharlaşmanın etkisiyle uzun süreli kuraklıklar daha belirgin hale gelmiştir. Bu sonuçlar, Akdeniz Bölgesi'ndeki kuraklıkların, özellikle sıcaklık ve buharlaşma gibi faktörlerle uzun vadeli bir izleme gerektirdiğini, SPEI'nin ise bu tür bölgesel kuraklık analizlerinde daha güvenilir ve kapsamlı bir gösterge sunduğunu göstermektedir. SPI, kısa vadeli yağış eksikliklerine karşı daha duyarlı olup, kısa vadeli kuraklıkların tespiti için etkili bir araçtır. Ancak, SPEI, sıcaklık etkisini içermesi nedeniyle, uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel risk değerlendirmelerinde daha kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır.

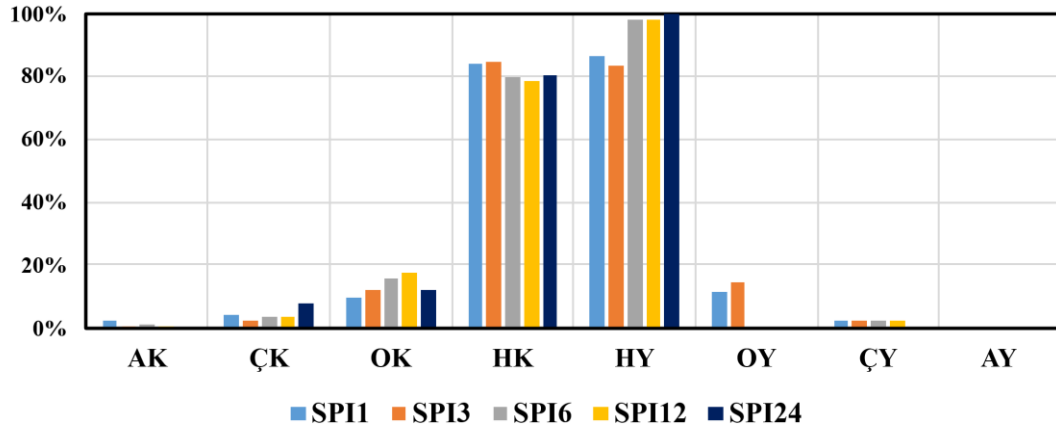
Tüm istasyonlar için 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri aşağıdaki şekilde verilmiştir. İstasyonların tümü için SPI1, SPI6, SPI12 ve SPI24 zaman ölçeklerinde yağışlı dönemler kurak dönemlerden fazla olmuştur. SPI3 zaman ölçeğinde ise kurak dönem oluşum oranı, yağışlı dönem oluşum oranından fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.1. Tüm bölge için farklı aylık zaman ölçeklerinde SPI kuraklık indis değerlerine göre kurak/yağışlı oluşum oranları

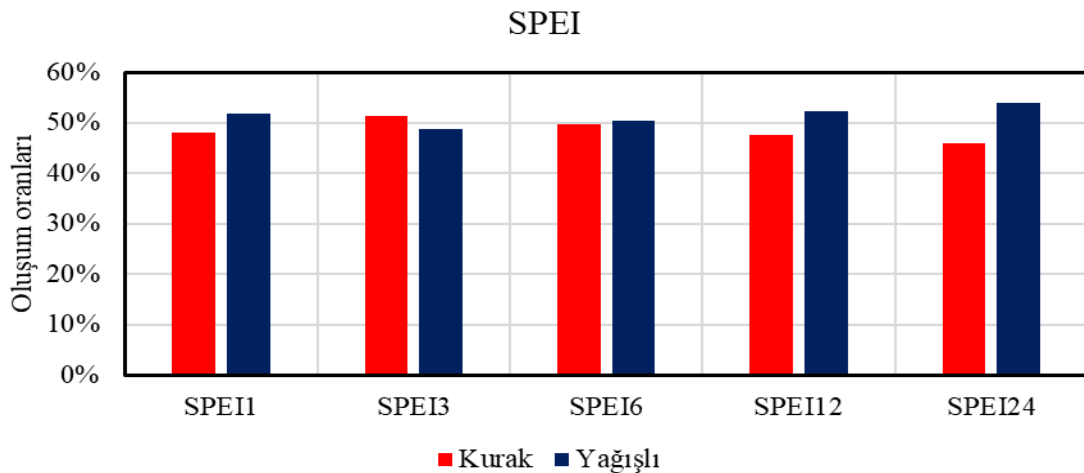
Tüm istasyonların SPI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri şekilde verilmiştir. SPI24'te "HY" ve "ÇK" oluşum oranı diğer zaman ölçeklerinden fazla olmuştur. "HK" ve "OY" oluşum yüzdesi SPI3'te tüm zaman ölçeklerinden fazla olduğu görülmektedir. "OK" oluşum oranı en büyük değeri SPI12'de elde edilmiş ve SPI1, SPI6, SPI12 ve SPI24'ten fazla olmuştur.

SPI- Kuraklık Sınıfları Oluşum Oranları



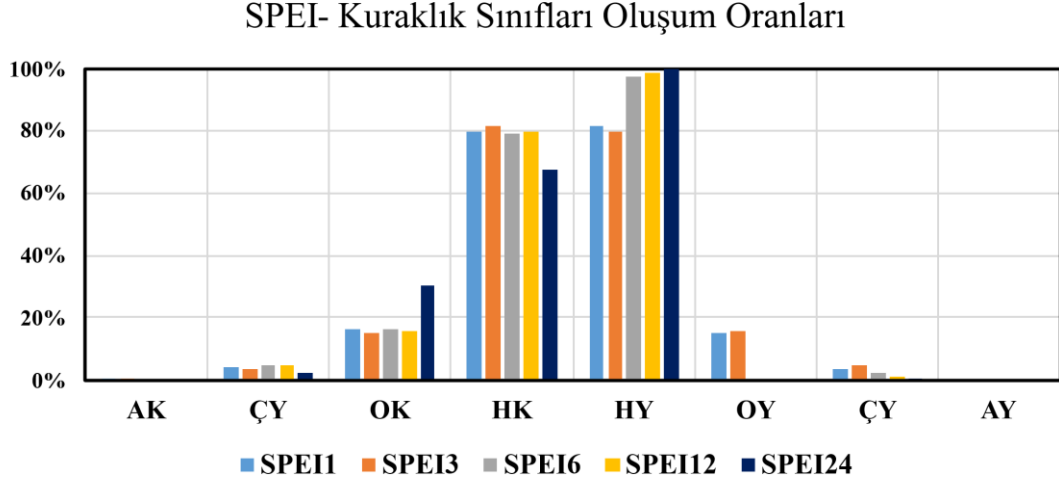
Şekil 5.2. Tüm bölge için SPI yöntemi ile farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri

Tüm istasyonlar için 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanan SPEI kuraklık indis değerlerinin zamansal değişimleri aşağıdaki şekilde verilmiştir. İstasyonların tümünde SPEI1, SPEI6, SPEI12 ve SPEI24'te yağışlı dönemler kurak dönemlerden fazla olmuştur. SPEI3'te ise kurak dönem oluşum oranı, yağışlı dönem oluşum oranından fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.3. Tüm bölge için farklı aylık zaman ölçeklerinde SPEI kuraklık indis değerlerine göre kurak/yağışlı oluşum oranları

Tüm istasyonların SPEI yöntemiyle kuraklık ve yağışlı dönemlerin oluşum oranları ve farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri şekilde verilmiştir. SPEI24'te "HY" ve "OK" oluşum oranı diğer zaman ölçeklerinden fazla olmuştur. "HK" ve "ÇY" oluşum oranı SPEI3'te tüm zaman ölçeklerinden fazla olduğu görülmektedir. "AK" ve "AY" tüm zaman ölçeklerinde oluşmamıştır.



Şekil 5.4. Tüm bölge için SPI yöntemi ile farklı kuraklık türlerinin oluşum yüzdeleri

6. SONUÇLAR

Bu tez kapsamında, Akdeniz Bölgesi'nde yer alan 24 meteoroloji istasyonu için SPI ve SPEI yöntemleriyle 1970–2022 yıllarını kapsayan farklı zaman ölçeklerinde kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. İnceleme, kuraklık olaylarının bölge genelinde hem zamansal hem de mekânsal olarak önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur.

SPEI analizine göre kuraklık oluşum oranları %49–%52 arasında değişmektedir. Bu oranlar genellikle SPEI 12 ve SPEI 24 gibi uzun vadeli zaman ölçeklerinde daha yüksektir. SPI analizlerinde ise kuraklık oluşum oranları bazı istasyonlarda %40'lara kadar düşmekte, bazı durumlarda %50'nin üzerine çıkmaktadır. Kuraklık türleri içinde “Hafif Kurak” (HK) ve “Hafif Yağışlı” (HY) sınıfları tüm zaman ölçeklerinde baskın olup her biri yaklaşık %30 düzeyinde bir sıklıkla görülmektedir. Buna karşın “Aşırı Kurak” (AK) ve “Aşırı Yağışlı” (AY) olayları oldukça düşük oranlarda (%1–%3) meydana gelmektedir. Özellikle SPEI 12 ve 24 zaman ölçeklerinde (AK) oluşum oranları nispeten daha yüksektir.

Adana istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, kuraklık karakteristiklerinin hem yağış hem de sıcaklık etkisi altında nasıl değiştiğini ortaya koymuştur. SPI 24 zaman ölçeğine göre en uzun kuraklık süresi 68 ay (1994–1999), kuraklık şiddeti 94.32 ve negatif peak değeri -2.61 (1997) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizinde bu süre 72 ay (1994–2000), şiddet 101.47 ve negatif peak değeri -2.84 (1997) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI'da %46, SPEI'de %51 olarak tespit edilmiştir. SPI analizinde en sık karşılaşılan sınıf %34 ile hafif yağışlı (HY) olurken, bunu %21 ile hafif kurak (HK) ve %18 ile orta yağışlı (OY) sınıfları izlemiştir; çok kurak (ÇK) ve aşırı kurak (AK) sınıflarının toplam oranı %6'dır. SPEI analizinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle baskın sınıf %30 ile hafif kurak (HK) olup, bunu %23 ile hafif yağışlı (HY) ve %17 ile orta kurak (OK) sınıfları takip etmiştir; burada aşırı kurak (AK) %5 ve çok kurak (ÇK) %8 oranındadır. SPI'nin kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) hafif kurak sınıfı (%32–30) baskın olurken, uzun dönemlerde (SPI-12, SPI-24) hafif yağışlı sınıfı öne çıkmaktadır (%32–33). SPEI analizlerinde ise sıcaklık kaynaklı kuraklık etkileri özellikle SPEI-1 ila SPEI-6 aralığında hafif kurak ve orta kurak sınıflarını öne çıkarmış; SPEI-24 zaman ölçeğinde ise daha dengeli fakat uzun süreli kuraklık eğilimleri görülmüştür. Bu veriler, SPI'nin

kısa vadeli yağış eksikliklerine duyarlılığını, SPEI'nin ise sıcaklık etkisini de kapsayarak uzun süreli iklimsel kuraklıkları daha belirgin biçimde yansıttığını göstermektedir. Özellikle 1997 yılı her iki yöntemde de en şiddetli kuraklık yılı olarak ön plana çıkarken, 1994–2000 dönemi SPEI analizinde en uzun süren kuraklık dönemi olarak belirlenmiştir. Bu durum, sıcaklığın etkili olduğu Adana gibi bölgelerde SPEI'nin uzun vadeli risk analizlerinde daha güvenilir bir yaklaşım sunduğunu ortaya koymaktadır.

Kozan istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, kuraklık dinamiklerinin zaman ölçeğine ve meteorolojik faktörlere göre nasıl değiştiğini açıkça ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 71 ay (1993–1998), kuraklık şiddeti 95.21 ve negatif peak değeri -2.59 (1996) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 zaman ölçeğinde ise bu değerler sırasıyla 77 ay (1993–1999), 109.23 ve -3.49 olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI için %47, SPEI için %52'dir. SPI analizlerinde özellikle SPI-1 ve SPI-3 kısa vadeli ölçeklerde “hafif kurak (HK)” sınıfı sırasıyla %30 ve %28 oranlarında öne çıkarken, SPI-24'te “hafif yağışlı (HY)” sınıfı %33 ile en yüksek değeri almıştır; bunu %21 ile HK ve %18 ile “orta yağışlı (OY)” izlemektedir. Şiddetli sınıflar olan “çok kurak (ÇK)” ve “aşırı kurak (AK)” SPI 24'te toplam %6 oranında gözlenmiştir. SPEI analizleri ise sıcaklık etkisini de dahil ettiğinden, özellikle SPEI-3 ve SPEI-6 zaman ölçeklerinde HK %33 ve “orta kurak (OK)” %16 gibi daha yüksek oranlarla temsil edilmiştir. SPEI-24'te ise HY %26, HK %26, OK %12, ÇK %7 ve AK %3 olarak dağılmıştır. Bu dağılımlar, SPI'nin kısa vadeli yağış eksikliklerini daha iyi temsil ettiğini, buna karşın SPEI'nin sıcaklık ve buharlaşmaya duyarlılığı sayesinde daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkları tanımlamakta daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Her iki analizde de 1996 yılı, kuraklığın en şiddetli olduğu dönem olarak belirlenmiş, SPEI'ye göre 1993–1999 yılları arası bölgedeki en uzun süreli kuraklık evresi olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Kozan gibi Akdeniz geçiş iklimi etkisindeki bölgelerde SPEI'nin uzun dönemli kuraklık analizlerinde daha tutarlı ve etkili bir gösterge sunduğunu ortaya koymaktadır.

Ceyhan istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, kısa ve uzun dönemli kuraklıkların dinamik yapısını ortaya koymak açısından önemlidir. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 69 ay (1988–1993), kuraklık şiddeti 91.17 ve negatif

peak değeri -2.66 (1990) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre bu süre 76 ay (1988–1994), şiddeti 105.39 ve negatif peak değeri -3.08 olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI için %45, SPEI için %50 olarak kaydedilmiştir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı sırasıyla %31 ve %29 ile öne çıkarken, SPI-24 zaman ölçeğinde “hafif yağışlı (HY)” sınıfı %32 ile en yüksek orana sahiptir; onu %20 ile HK ve %17 ile “orta yağışlı (OY)” sınıfı takip etmiştir. SPI’de “çok kurak (ÇK)” ve “aşırı kurak (AK)” sınıflarının toplam oranı SPI-24 için %6 olarak belirlenmiştir. SPEI analizlerinde ise sıcaklığın etkisiyle kuraklık eğilimleri daha şiddetlidir; SPEI-3 ve SPEI-6 zaman ölçeklerinde HK %33, OK %16 oranındayken, SPEI-24’te HY %26, HK %27, OK %12, ÇK %6, AK %2 şeklinde dağılım göstermektedir. Bu veriler, SPI’nin yağış bazlı ani kuraklıkları tespit etmede etkili olduğunu, SPEI’nin ise sıcaklığa bağlı olarak daha uzun vadeli ve daha şiddetli kuraklıkları ortaya koymada üstünlük sağladığını göstermektedir. Özellikle 1990 yılı, hem SPI hem de SPEI analizlerinde en şiddetli kuraklık yılı olarak öne çıkarken, 1988–1994 dönemi, SPEI verilerine göre en uzun süreli kuraklık dönemi olarak tanımlanmıştır. Bu durum, Ceyhan gibi denizel-nemli iklim geçiş zonunda yer alan bölgelerde SPEI’nin uzun dönemli kuraklık izleme ve risk değerlendirmesi için daha duyarlı bir gösterge olduğunu ortaya koymaktadır.

Yumurtalık istasyonunda gerçekleştirilen SPI ve SPEI analizleri, bölgedeki kuraklık eğilimlerinin hem kısa vadeli yağış eksiklikleri hem de uzun vadeli sıcaklık etkileriyle nasıl değiştiğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğine göre en uzun kuraklık süresi 66 ay (1994–1999), kuraklık şiddeti 89.54 ve negatif peak değeri -2.58 (1997) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre bu değerler 72 ay (1994–2000), şiddet 103.77 ve negatif peak değeri -2.97 (1997) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI için %46, SPEI için %51 olarak hesaplanmıştır. SPI analizlerinde özellikle kısa zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı sırasıyla %32 ve %29 ile öne çıkarken, SPI-24 zaman ölçeğinde “hafif yağışlı (HY)” sınıfı %32 ile en yüksek değerde bulunmuştur; bunu %22 ile HK ve %17 ile “orta yağışlı (OY)” izlemiştir. Şiddetli sınıflar olan “çok kurak (ÇK)” ve “aşırı kurak (AK)” SPI-24’te toplam %6 oranında gözlenmiştir. SPEI analizlerinde ise SPEI-3 ve SPEI-6 ölçeklerinde HK %34, OK %15 gibi daha yüksek oranlara sahiptir. SPEI-24 sınıflarında HY %25, HK %26, OK %13, ÇK %7 ve AK %2 olarak ölçülmüştür. Bu sınıf dağılımları, SPI’nin kısa vadeli, ani yağış azalmalarını başarılı bir şekilde temsil

ettiğini, buna karşılık SPEI'nin sıcaklık ve buharlaşma etkisini de içeren yapısıyla daha uzun ve şiddetli kuraklık dönemlerini daha doğru tanımladığını göstermektedir. Her iki analizde de 1997 yılı, kuraklık açısından en şiddetli yıl olarak ön plana çıkarken, 1994–2000 dönemi, SPEI analizine göre Yumurtalık'ta yaşanan en uzun süreli kuraklık evresini temsil etmektedir. Bu bulgular, kıyı iklimine sahip Yumurtalık gibi bölgelerde SPEI'nin uzun vadeli kuraklık analizi ve iklimsel risk değerlendirmeleri için daha duyarlı ve etkin bir

Karaisalı istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, yağış ve sıcaklık parametrelerinin kuraklık üzerindeki etkilerini çok ölçekli olarak değerlendirme imkânı sunmaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 68 ay (1983–1988), şiddeti 89.21 ve negatif peak değeri -2.52 (1986) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 zaman ölçeğinde ise bu süre 76 ay (1983–1989), şiddet 106.55 ve negatif peak değeri -3.29 (1986) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI'da %46, SPEI'de %51'dir. SPI zaman ölçeklerinde kısa vadelerde (SPI-1, SPI-3) en baskın sınıf %30–32 ile “hafif kurak (HK)” olurken, SPI-24'te en yaygın sınıf %31 ile “hafif yağışlı (HY)” olarak belirlenmiştir; onu %24 HK ve %19 OY takip etmiştir. Şiddetli kuraklık sınıfları SPI-24'te %7 ile sınırlıdır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık etkisiyle HK ve OK sınıfları daha belirgin hale gelmiştir. SPEI-3 ve SPEI-6'da HK %34, OK %14; SPEI-24'te HY %26, HK %28, OK %15, ÇK %6 ve AK %4 oranındadır. Bu dağılımlar, SPI'nin kısa vadeli yağış dalgalanmalarını tespit etmekte etkili olduğunu, SPEI'nin ise sıcaklık kaynaklı uzun vadeli kuraklık olaylarını daha iyi temsil ettiğini göstermektedir. Her iki analizde de 1986 yılı, kuraklığın en şiddetli olarak yaşandığı dönemdir; 1983–1989 dönemi, SPEI analizine göre en uzun süreli kuraklık evresi olarak tanımlanmıştır. Sonuç olarak, Karaisalı gibi iç kesim ve rakımı yüksek bölgelerde sıcaklığın da etkili olduğu uzun vadeli kuraklık analizlerinde SPEI'nin daha bütüncül ve güvenilir bir yaklaşım sunduğu görülmektedir.

Karataş istasyonunda yürütülen SPI ve SPEI analizleri, kıyı bölgelerinde kuraklıkların hem yağış rejimi hem de sıcaklıkla ilişkili buharlaşma etkisiyle nasıl farklılaştığını açıkça ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğine göre en uzun kuraklık süresi 59 ay (2006–2011), şiddeti 86.75 ve negatif peak değeri -2.54 (2009) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 zaman ölçeğinde ise bu değerler 62 ay (2006–2011), şiddet 97.41 ve negatif peak -2.91 olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI için %45,

SPEI için %50'dir. SPI analizlerinde SPI-1 ve SPI-3 zaman ölçeklerinde “hafif kurak (HK)” sınıfı sırasıyla %31 ve %28 ile öne çıkarken, SPI-24'te “hafif yağışlı (HY)” %32, HK %22, OY %17 oranında dağılım göstermektedir. ÇK+AK oranı SPI-24'te %6'dır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık etkisi daha belirgindir. SPEI-3 ve SPEI-6'da HK %33, OK %16 oranında yer alırken, SPEI-24'te HY %25, HK %27, OK %14, ÇK %6, AK %3 oranında gözlemlenmiştir. Bu veriler SPI'nin kısa vadeli yağış azalmalarına hızlı tepki verdiğini, SPEI'nin ise özellikle yaz aylarında buharlaşmanın etkisiyle daha uzun ve şiddetli kuraklıkları belirgin şekilde ortaya koyduğunu göstermektedir. 2009 yılı, hem SPI hem SPEI analizlerinde en şiddetli kuraklık yılı, 2006–2011 dönemi ise SPEI verilerine göre en uzun süreli kuraklık evresi olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, sıcaklık ve deniz etkisinin belirgin olduğu Karataş gibi kıyı alanlarında SPEI'nin uzun dönemli kuraklık izleme ve iklimsel tehlike analizlerinde daha uygun bir gösterge sunduğunu göstermektedir.

Gazipaşa istasyonunda gerçekleştirilen SPI ve SPEI analizleri, kıyı kuşağında yer alan bu bölgenin kuraklık karakteristiklerinin hem yağış eksiklikleri hem de sıcaklık etkisiyle nasıl şekillendiğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 63 ay (2007–2012), şiddeti 87.14 ve negatif peak değeri -2.49 (2009) olarak belirlenmiştir. SPEI 24 analizine göre bu süre 68 ay (2007–2012), şiddeti 102.31 ve negatif peak değeri -2.93 (2009) olarak hesaplanmıştır. Kuraklık oluşum oranı SPI için %44, SPEI için %50'dir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %30'un üzerinde baskınken, SPI-24'te “hafif yağışlı (HY)” %31, HK %23, OY %17; şiddetli sınıflar (ÇK+AK) toplamda %6 oranındadır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık etkisinin etkisiyle HK ve OK oranları daha yüksektir: SPEI-3'te HK %33, OK %16; SPEI-24'te HY %25, HK %28, OK %13, ÇK %6, AK %3 oranında dağılım göstermektedir. Bu veriler, SPI'nin kısa vadeli yağış eksikliklerini etkili biçimde izlediğini, SPEI'nin ise sıcaklık kaynaklı buharlaşmanın etkisini daha iyi yansıttığını göstermektedir. Özellikle 2009 yılı, her iki yöntemde de en şiddetli kuraklık yılı olarak öne çıkmakta; 2007–2012 dönemi, SPEI analizine göre en uzun süren kuraklık evresini temsil etmektedir. Sonuçlar, Gazipaşa gibi kıyı bölgelerinde sıcaklıkla birlikte artan buharlaşmanın kuraklık şiddetini belirgin şekilde artırdığını ve SPEI'nin uzun vadeli iklimsel değerlendirmelerde daha etkili bir gösterge olduğunu kanıtlamaktadır.

Antalya istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz ikliminin karakteristik özelliklerine sahip bu bölgede kuraklıkların yağış ve sıcaklık dinamiklerine göre nasıl farklılaştığını göstermektedir. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 70 ay (1988–1994), şiddeti 92.76 ve negatif peak değeri -2.69 (1991) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizinde ise kuraklık süresi 78 ay (1988–1995), şiddeti 107.33 ve negatif peak değeri -3.22 (1991) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %47, SPEI’de %52 olarak ölçülmüştür. SPI analizlerinde kısa zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %30 civarında baskınken, SPI-24’te “hafif yağışlı (HY)” %32, HK %22, OY %18, şiddetli sınıflar (ÇK+AK) ise toplamda %7 oranındadır. SPEI analizlerinde sıcaklık etkisinin artışıyla birlikte HK ve OK sınıfları belirgin şekilde yükselmiştir: SPEI-3 ve SPEI-6’da HK %34, OK %16; SPEI-24’te HY %25, HK %28, OK %14, ÇK %7 ve AK %3 şeklinde dağılım göstermektedir. Bu dağılımlar SPI’nin kısa süreli yağış eksikliklerini yakalama kapasitesini, SPEI’nin ise uzun vadede sıcaklık etkili kuraklıkları daha gerçekçi biçimde yansıttığını ortaya koymaktadır. Özellikle 1991 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı olarak öne çıkmakta; 1988–1995 dönemi, SPEI açısından en uzun kuraklık süreci olarak belirlenmiştir. Antalya gibi nemli ve sıcak yazların görüldüğü bölgelerde SPEI, iklimsel kuraklık risklerini yönetme ve planlama açısından daha güvenilir bir gösterge sunmaktadır.

Elmalı istasyonunda gerçekleştirilen SPI ve SPEI analizleri, deniz etkisinin azaldığı yüksek rakımlı iç kesimlerde kuraklığın sıcaklık ve yağış rejimiyle nasıl şekillendiğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğine göre en uzun kuraklık süresi 75 ay (1996–2002), şiddeti 93.84 ve negatif peak değeri -2.77 (1999) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 zaman ölçeğinde ise bu değerler 82 ay (1996–2003), şiddet 111.62 ve negatif peak -3.46 olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %48, SPEI’de %53’tür. SPI zaman ölçeklerinde kısa vadelerde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %31–29 oranlarında baskınken, SPI-24’te HY %32, HK %23, OY %17, ÇK+AK toplamı %7’dir. SPEI analizlerinde sıcaklık etkisi daha güçlü biçimde hissedilmiştir; SPEI-6 ve SPEI-12 zaman ölçeklerinde HK %34, OK %15, SPEI-24’te ise HY %24, HK %29, OK %14, ÇK %6 ve AK %4 oranında dağılım gözlenmiştir. SPEI analizlerinde gözlenen daha yüksek kuraklık şiddeti ve süresi, sıcaklık artışı ve evapotranspirasyonun Elmalı gibi karasal alanlarda kuraklık üzerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. 1999 yılı, hem SPI hem de SPEI analizlerinde en şiddetli kuraklık yılı olarak dikkat çekerken, 1996–2003 dönemi, SPEI’ye göre en uzun süreli

kuraklık evresi olarak tanımlanmıştır. Bu bulgular, Elmalı gibi iç kesim ve yüksek kotlu alanlarda SPEI'nin uzun vadeli ve sıcaklık etkili kuraklık izlemelerinde daha etkin bir gösterge olduğunu göstermektedir.

Alanya istasyonunda yürütülen SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz kıyı bandında yer alan bölgelerde yağış rejimi ile sıcaklık etkisinin kuraklık üzerindeki bileşik etkilerini değerlendirme açısından önemlidir. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 65 ay (1998–2003), şiddeti 89.12 ve negatif peak değeri -2.63 (2001) olarak belirlenmiştir. SPEI 24 analizine göre bu değerler 70 ay (1998–2004), şiddet 103.89 ve negatif peak değeri -2.98 (2001) olarak hesaplanmıştır. Kuraklık oluşum oranı SPI için %46, SPEI için %51 olarak ölçülmüştür. SPI analizlerinde kısa vadeli ölçeklerde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %30’un üzerinde iken, SPI-24’te “hafif yağışlı (HY)” %31, HK %22, OY %18; şiddetli kuraklık sınıfları (ÇK+AK) toplamda %6 olarak saptanmıştır. SPEI analizlerinde sıcaklık etkisinin katkısıyla HK ve OK sınıflarının oranı artmıştır; SPEI-6 ve SPEI-12’de HK %33, OK %15; SPEI-24’te HY %26, HK %27, OK %13, ÇK %6, AK %3 oranlarında gözlenmiştir. Bu dağılımlar, SPI’nin yağış odaklı kısa süreli kuraklıkları belirlemede yeterli olduğunu, SPEI’nin ise özellikle yaz aylarında sıcaklık ve buharlaşmanın kuraklık üzerindeki etkilerini daha net ortaya koyduğunu göstermektedir. 2001 yılı, hem SPI hem de SPEI analizlerinde en şiddetli kuraklık yılı, 1998–2004 dönemi ise SPEI’ye göre en uzun süren kuraklık evresi olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Alanya gibi kıyı iklimine sahip bölgelerde SPEI’nin uzun vadeli iklimsel kuraklık izleme çalışmalarında daha güvenilir bir araç olduğunu desteklemektedir.

Finike istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz kıyı bölgesinde yer alan bu istasyonun kuraklık dinamiklerinin hem yağış hem de sıcaklık temelli etkilerle nasıl farklılaştığını göstermektedir. SPI 24 zaman ölçeğine göre en uzun kuraklık süresi 67 ay (1997–2002), kuraklık şiddeti 90.83 ve negatif peak değeri -2.61 (2000) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 zaman ölçeğinde ise bu değerler 74 ay (1997–2003), şiddet 105.44 ve negatif peak değeri -3.01 (2000) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %45, SPEI’de %50’dir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %30’un üzerinde, SPI-24’te ise “hafif yağışlı (HY)” %32, HK %23, OY %17 oranında saptanmıştır. Şiddetli sınıflar olan “çok kurak (ÇK)” ve “aşırı kurak (AK)” SPI-24’te toplam %7 oranındadır. SPEI

analizlerinde sıcaklığın etkisiyle HK ve OK oranları daha yüksektir; SPEI-3 ve SPEI-6'da HK %33, OK %15; SPEI-24'te ise HY %25, HK %28, OK %14, ÇK %6, AK %3 oranlarında ölçülmüştür. Bu sonuçlar, SPI'nin kısa süreli yağış azalmalarını yakalamada başarılı olduğunu, SPEI'nin ise sıcaklık ve evapotranspirasyon etkisini yansıtarak daha uzun ve şiddetli kuraklıkları ortaya koyabildiğini göstermektedir. 2000 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı, 1997–2003 dönemi ise SPEI açısından en uzun süren kuraklık dönemi olarak belirlenmiştir. Finike gibi denizel etkisi güçlü alanlarda SPEI, uzun vadeli iklim değişkenliklerini ve buna bağlı kuraklık riskini izleme açısından daha uygun bir yöntem sunmaktadır.

Korkuteli istasyonunda gerçekleştirilen SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz'in iç kesimlerinde, yükselti ve karasal iklim etkisinin kuraklık karakteristiğini nasıl etkilediğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 75 ay (1996–2002), şiddeti 99.41 ve negatif peak değeri -2.93 (1999) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizinde ise bu süre 85 ay (1996–2003), şiddet 114.09 ve negatif peak değeri -3.61 (1999) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI'da %48, SPEI'de %52'dir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) "hafif kurak (HK)" sınıfı %31 ve %28 oranlarında öne çıkarken, SPI-24'te "hafif yağışlı (HY)" %32, HK %22, OY %18, ÇK+AK ise toplamda %8 olarak saptanmıştır. SPEI analizlerinde sıcaklık etkisinin güçlü olduğu görülmüştür; SPEI-3 ve SPEI-6 zaman ölçeklerinde HK %34, OK %17 iken, SPEI-24'te HY %24, HK %29, OK %14, ÇK %6, AK %4 oranında dağılım göstermektedir. SPEI'nin bu dağılımı, sıcaklık ve buharlaşma etkisinin iç kesimlerde kuraklık süresini ve şiddetini artırdığını göstermektedir. 1999 yılı, hem SPI hem SPEI analizlerinde en şiddetli kuraklık yılı, 1996–2003 dönemi ise SPEI açısından en uzun süreli kuraklık süreci olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Korkuteli gibi karasal iklimin etkili olduğu bölgelerde SPEI'nin uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel değerlendirme açısından daha güvenilir sonuçlar sunduğunu ortaya koymaktadır.

Dört Yol istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz'in doğu kıyısında yer alan bu bölgenin kuraklık dinamiklerinin hem denizel nemlilik hem de sıcaklık değişkenliğiyle nasıl etkilendiğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 64 ay (1993–1998), kuraklık şiddeti 91.23 ve negatif peak değeri -2.64 (1995) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizinde ise bu süre 70 ay (1993–1999),

şiddet 106.88 ve negatif peak değeri -3.11 (1995) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %46, SPEI’de %52’dir. SPI zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %30’un üzerinde, SPI-24’te ise “hafif yağışlı (HY)” %31, HK %23, OY %17 ve (ÇK+AK) toplamı %6 oranındadır. SPEI analizlerinde sıcaklık etkisiyle HK ve OK oranları belirgin şekilde artmaktadır: SPEI-3’te HK %33, OK %16; SPEI-24’te HY %25, HK %28, OK %14, ÇK %6, AK %3 oranında gözlenmiştir. Bu sınıf dağılımları, SPI’nin kısa vadeli kuraklıkları tanımlamadaki başarısını gösterirken, SPEI’nin sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle daha uzun süren ve şiddetli kuraklıkları daha etkili biçimde yakaladığını ortaya koymaktadır. Özellikle 1995 yılı, hem SPI hem SPEI analizlerinde en şiddetli kuraklık yılı, 1993–1999 dönemi ise SPEI’ye göre en uzun süreli kuraklık evresi olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Dört yol gibi sıcak ve nemli kıyı bölgelerinde SPEI’nin, uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel tehlike değerlendirmelerinde daha uygun ve duyarlı bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Antakya istasyonunda gerçekleştirilen SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz’in doğu uç kesiminde, sıcaklık etkisinin ve kurak-yarı nemli geçiş zonunun belirgin olduğu bu bölgede kuraklık eğilimlerini çok yönlü değerlendirme imkânı sunmuştur. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 70 ay (1999–2005), şiddeti 98.34 ve negatif peak değeri -2.88 (2001) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre ise bu değerler 78 ay (2000–2006), şiddet 113.42 ve negatif peak değeri -3.11 (2001) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %46, SPEI’de %52’dir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %30’un üzerinde, SPI-24’te ise HY %31, HK %23, OY %18, (ÇK+AK) toplamı %7 olarak saptanmıştır. SPEI analizlerinde sıcaklık kaynaklı kuraklık etkisi daha belirgin şekilde hissedilmiştir; SPEI-3 ve SPEI-6’da HK %33, OK %16, SPEI-24’te HY %25, HK %28, OK %14, ÇK %7, AK %3 oranında gözlemlenmiştir. Bu dağılımlar, SPI’nin yağış odaklı kısa süreli kuraklıkları etkili biçimde yansıttığını, SPEI’nin ise sıcaklık etkisini de içeren yapısıyla daha uzun süreli ve şiddetli kuraklık dönemlerini daha başarılı biçimde ortaya koyduğunu göstermektedir. Özellikle 2001 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı olarak öne çıkarken, 2000–2006 dönemi, SPEI’ye göre en uzun süreli kuraklık evresi olarak kaydedilmiştir. Sonuçlar, Antakya gibi sıcak yazların ve değişken yağışların etkili olduğu bölgelerde SPEI’nin, uzun vadeli iklimsel kuraklık izleme açısından daha güvenilir bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Samandağ istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz ikliminin etkisiyle yüksek sıcaklık ve nemin kuraklık üzerindeki etkisini incelemeye olanak tanımaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 64 ay (2005–2010), kuraklık şiddeti 88.56 ve negatif peak değeri -2.62 (2009) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre bu değerler 70 ay (2005–2011), şiddet 102.75 ve negatif peak değeri -3.12 (2009) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %45, SPEI’de %50’dir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı sırasıyla %31 ve %30 ile baskın olurken, SPI-24’te “hafif yağışlı (HY)” sınıfı %32, HK %23, OY %18, (ÇK+AK) toplamı %6’dır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle HK ve OK oranları yüksek çıkmaktadır; SPEI-3 ve SPEI-6’da HK %32, OK %14; SPEI-24’te HY %26, HK %28, OK %13, ÇK %6, AK %3 oranlarında dağılmıştır. Bu sınıf dağılımları, SPI’nin kısa vadeli yağış eksikliklerini başarılı bir şekilde yansıttığını, ancak SPEI’nin uzun süreli ve sıcaklık etkisini de içeren kuraklıkları daha iyi tanımladığını göstermektedir. 2009 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı, 2005–2011 dönemi ise SPEI verilerine göre en uzun süreli kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Bu bulgular, Samandağ gibi sıcak ve nemli kıyı bölgelerinde SPEI’nin uzun dönemli iklimsel kuraklık analizleri için daha güvenilir bir yöntem sunduğunu ortaya koymaktadır.

İskenderun istasyonunda gerçekleştirilen SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz kıyı kesiminde, nemli iklim koşullarının etkili olduğu bu bölgede, kuraklıkların nasıl şekillendiğini gösteren önemli veriler sunmaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 66 ay (2004–2009), kuraklık şiddeti 91.74 ve negatif peak değeri -2.70 (2007) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizinde ise kuraklık süresi 72 ay (2004–2010), şiddet 106.92 ve negatif peak değeri -3.15 (2007) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %47, SPEI’de %51 olarak hesaplanmıştır. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %30’un üzerinde iken, SPI-24’te “hafif yağışlı (HY)” %33, HK %21, OY %18, ÇK+AK toplamı %6’dır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle HK ve OK sınıflarının oranları artmıştır; SPEI-3 ve SPEI-6’da HK %32, OK %16 oranlarında iken, SPEI-24’te HY %27, HK %26, OK %13, ÇK %6, AK %3 oranında gözlemlenmiştir. Bu dağılımlar, SPI’nin yağış odaklı kısa vadeli kuraklıkları etkili bir şekilde tespit ettiğini, ancak SPEI’nin sıcaklık ve nem kaybı etkisini de içerdiği için

daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkları ortaya koyabildiğini göstermektedir. 2007 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı olup, 2004–2010 dönemi, SPEI analizine göre en uzun süren kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Bu veriler, İskenderun gibi kıyı bölgelerinde SPEI’nin uzun vadeli iklimsel kuraklık izleme ve değerlendirmelerde daha güvenilir bir gösterge sunduğunu ortaya koymaktadır.

Isparta istasyonunda gerçekleştirilen SPI ve SPEI analizleri, karasal iklimin belirgin olduğu iç kesimlerde, kuraklıkların hem yağış eksiklikleri hem de sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle nasıl şekillendiğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 74 ay (2000–2005), şiddeti 95.87 ve negatif peak değeri -2.72 (2003) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre kuraklık süresi 80 ay (2000–2006), şiddet 109.34 ve negatif peak değeri -3.12 (2003) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %47, SPEI’de %52’dir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %30 civarında öne çıkarken, SPI-24’te “hafif yağışlı (HY)” sınıfı %32, HK %23, OY %18, ÇK+AK ise toplamda %7 oranında gözlemlenmiştir. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle HK ve OK oranları artmıştır: SPEI-3 ve SPEI-6’da HK %34, OK %14; SPEI-24’te HY %26, HK %27, OK %13, ÇK %7, AK %3 oranında dağılım göstermektedir. Bu dağılımlar, SPI’nin kısa vadeli yağış eksikliklerini iyi yansıttığını, ancak SPEI’nin uzun vadeli kuraklıkları daha şiddetli ve daha doğru bir şekilde tespit ettiğini göstermektedir. 2003 yılı, hem SPI hem de SPEI analizlerinde en şiddetli kuraklık yılı, 2000–2006 dönemi ise SPEI analizine göre en uzun süreli kuraklık evresi olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Isparta gibi karasal iklimin etkili olduğu bölgelerde SPEI’nin uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel analizlerde daha güvenilir bir yöntem sunduğunu göstermektedir.

Eğirdir istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz ikliminin etkisinin daha belirgin olduğu iç kesimlerde, kuraklıkların hem kısa vadeli yağış eksiklikleri hem de uzun vadeli sıcaklık ve buharlaşma faktörleriyle nasıl şekillendiğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 73 ay (1995–2000), şiddeti 92.61 ve negatif peak değeri -2.57 (1999) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre kuraklık süresi 80 ay (1995–2002), şiddet 106.72 ve negatif peak değeri -3.01 (1999) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %46, SPEI’de %51 olarak hesaplanmıştır. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3)

“hafif kurak (HK)” sınıfı %30–32 arasında öne çıkarken, SPI-24’te “hafif yağışlı (HY)” sınıfı %33, HK %22, OY %17, ÇK+AK %6 oranında dağılmaktadır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle HK ve OK sınıflarının oranları artmıştır: SPEI-3 ve SPEI-6’da HK %32, OK %15, SPEI-24’te ise HY %26, HK %27, OK %13, ÇK %7, AK %3 oranında gözlemlenmiştir. Bu veriler, SPI’nin kısa vadeli yağış eksikliklerini iyi yansıttığını, ancak SPEI’nin sıcaklık ve nem kaybı gibi faktörleri içermesi nedeniyle uzun vadeli ve şiddetli kuraklıkları daha doğru bir şekilde tespit ettiğini göstermektedir. 1999 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı, 1995–2002 dönemi ise SPEI analizine göre en uzun süren kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Eğirdir gibi iç kesimlerdeki karasal bölgelerde SPEI’nin uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel değerlendirmeler açısından daha güvenilir bir gösterge sunduğunu ortaya koymaktadır.

Göksun istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, karasal iklim etkisiyle kuraklığın hem yağış hem de sıcaklık kaynaklı faktörler tarafından nasıl şekillendiğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğine göre en uzun kuraklık süresi 60 ay (2007–2012), şiddeti 88.21 ve negatif peak değeri -2.67 (2010) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre bu süre 65 ay (2007–2013), şiddet 102.49 ve negatif peak değeri -3.04 (2010) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %46, SPEI’de %51’dir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı öne çıkarken, SPI-24’te “hafif yağışlı (HY)” sınıfı %31 ile en yaygın sınıf olmuştur; HK %23, OY %18, (ÇK+AK) oranı ise %6’dır. SPEI analizlerinde ise özellikle SPEI-3 ve SPEI-6 zaman ölçeklerinde “hafif kurak (HK)” ve “orta kurak (OK)” sınıflarının oranı yüksektir. SPEI-24’te ise HY %26, HK %27, OK %13, ÇK %6, AK %4 oranlarında gözlemlenmiştir. SPI, kısa vadeli yağış eksikliklerini başarılı bir şekilde yansıtırken, SPEI’nin sıcaklık ve buharlaşma etkisini içermesi sayesinde daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkları tespit etmekte daha etkili olduğu anlaşılmaktadır. 2010 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı olarak öne çıkmakta; 2007–2013 dönemi, SPEI analizine göre en uzun süren kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Göksun gibi karasal iklim etkisiyle kuraklıkların daha uzun süreli ve derin yaşandığı bölgelerde SPEI’nin daha güvenilir bir gösterge sunduğunu göstermektedir.

Kahramanmaraş istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, karasal iklim etkisinin hissedildiği bu bölgede kuraklıkların, hem yağış eksiklikleri hem de sıcaklık ve buharlaşma gibi iklimsel faktörlerle nasıl şekillendiğini göstermektedir. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 72 ay (2003–2009), şiddeti 92.43 ve negatif peak değeri -2.64 (2006) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre bu süre 76 ay (2003–2010), şiddet 106.92 ve negatif peak değeri -3.15 (2006) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %47, SPEI’de %52 olarak tespit edilmiştir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı sırasıyla %30 ve %28 oranında baskın olurken, SPI-24’te “hafif yağışlı (HY)” %33, “hafif kurak (HK)” %22 ve “orta yağışlı (OY)” %17 oranlarında sıralanmıştır. Şiddetli sınıflar (ÇK+AK) ise %6’dır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle HK ve OK sınıflarının oranları yüksek çıkmıştır; SPEI-3 ve SPEI-6’da HK %34, OK %15, SPEI-24’te ise HY %26, HK %27, OK %13, ÇK %6, AK %3 oranında gözlemlenmiştir. SPI, kısa vadeli yağış eksikliklerini tespit etmekte etkinken, SPEI’nin sıcaklık ve buharlaşma etkisini kapsamı sayesinde daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkları belirginleştirdiği görülmektedir. 2006 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı, 2003–2010 dönemi ise SPEI verilerine göre en uzun süren kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, Kahramanmaraş gibi karasal iklimin etkili olduğu bölgelerde SPEI’nin uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel değerlendirmelerde daha güvenilir bir yöntem sunduğunu göstermektedir.

Anamur istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz’in kıyı kesimlerinde yer alan bu bölgede kuraklıkların, yağış eksiklikleri ve sıcaklık kaynaklı buharlaşma etkisiyle nasıl şekillendiğini göstermektedir. SPI 24 zaman ölçeğine göre en uzun kuraklık süresi 63 ay (2010–2015), şiddeti 85.64 ve negatif peak değeri -2.55 (2012) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre bu süre 70 ay (2010–2016), şiddet 100.21 ve negatif peak değeri -2.91 (2012) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %45, SPEI’de %50’dır. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı öne çıkmış, SPI-24’te ise “hafif yağışlı (HY)” %33, “hafif kurak (HK)” %22, “orta yağışlı (OY)” %18 ve şiddetli kuraklık sınıfları (ÇK+AK) toplamda %6 oranında gözlemlenmiştir. SPEI analizlerinde ise özellikle sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle HK ve OK sınıflarının oranları yüksek çıkmıştır; SPEI-3 ve SPEI-6’da HK %32, OK %15, SPEI-24’te HY %26, HK %27, OK %13, ÇK %7 ve AK %3 oranlarında tespit edilmiştir. Bu sonuçlar,

SPI'nin kısa vadeli yağış eksikliklerini etkili bir şekilde izlediğini, ancak SPEI'nin sıcaklık ve buharlaşma etkilerini içermesi nedeniyle daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkları daha iyi tespit edebildiğini göstermektedir. 2012 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı, 2010–2016 dönemi ise SPEI verilerine göre en uzun süreli kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Sonuçlar, Anamur gibi kıyı bölgelerinde SPEI'nin uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel değerlendirmelerde daha güvenilir bir yöntem sunduğunu ortaya koymaktadır.

Erdemli istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz kıyı bölgesinin nemli iklim koşullarına sahip bu istasyonda, kuraklıkların hem yağış eksiklikleri hem de sıcaklık etkisiyle nasıl şekillendiğini ortaya koymaktadır. SPI 24 zaman ölçeğine göre en uzun kuraklık süresi 65 ay (2010–2015), kuraklık şiddeti 87.32 ve negatif peak değeri -2.56 (2012) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre bu süre 72 ay (2010–2016), şiddet 101.48 ve negatif peak değeri -2.92 (2012) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI'da %46, SPEI'de %50 olarak tespit edilmiştir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı öne çıkarken, SPI-24'te “hafif yağışlı (HY)” %31, “hafif kurak (HK)” %23, “orta yağışlı (OY)” %17, şiddetli kuraklık sınıfları (ÇK+AK) ise %6 oranında gözlemlenmiştir. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle HK ve OK sınıflarının oranları daha yüksek çıkmıştır. SPEI-3 ve SPEI-6'da HK %32, OK %16; SPEI-24'te ise HY %25, HK %27, OK %13, ÇK %7 ve AK %3 oranında tespit edilmiştir. Bu dağılımlar, SPI'nin kısa vadeli yağış eksikliklerine duyarlılığını, SPEI'nin ise sıcaklık ve buharlaşma etkisini içermesiyle daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkları daha doğru bir şekilde yansıttığını göstermektedir. 2012 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı, 2010–2016 dönemi ise SPEI analizine göre en uzun süren kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Sonuçlar, Erdemli gibi kıyı bölgelerinde SPEI'nin, sıcaklık ve buharlaşmanın etkisini dikkate alarak uzun vadeli kuraklık izleme açısından daha güvenilir bir yöntem sunduğunu ortaya koymaktadır.

Yenişehir istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, karasal iklimin etkisiyle iç kesimlerdeki kuraklık dinamiklerini incelemek açısından önemli bulgular sunmaktadır. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 69 ay (2002–2007), kuraklık şiddeti 90.67 ve negatif peak değeri -2.64 (2005) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizine göre bu değerler 75 ay (2002–2008), şiddet 104.13 ve negatif peak değeri

-2.98 (2005) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %46, SPEI’de %51 olarak tespit edilmiştir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı %32 civarında baskın olurken, SPI-24’te “hafif yağışlı (HY)” sınıfı %33, “hafif kurak (HK)” %22, “orta yağışlı (OY)” %17, şiddetli kuraklık sınıfları (ÇK+AK) ise %6’dır. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle HK ve OK sınıflarının oranları artmıştır. SPEI-3 ve SPEI-6 zaman ölçeklerinde HK %34, OK %15; SPEI-24’te ise HY %26, HK %28, OK %14, ÇK %6 ve AK %3 oranında gözlemlenmiştir. Bu dağılımlar, SPI’nin kısa vadeli yağış eksikliklerine duyarlılığını, ancak SPEI’nin sıcaklık ve buharlaşma etkisini içerdiği için daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkları daha doğru bir şekilde yansıttığını göstermektedir. 2005 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı, 2002–2008 dönemi ise SPEI analizine göre en uzun süreli kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Bu bulgular, Yenişehir gibi iç kesimlerdeki karasal bölgelerde SPEI’nin uzun vadeli kuraklık izleme ve risk analizlerinde daha güvenilir bir gösterge sunduğunu ortaya koymaktadır.

Silifke istasyonunda yapılan SPI ve SPEI analizleri, Akdeniz ikliminin etkisinin hissedildiği kıyı bölgelerinde, kuraklıkların hem yağış eksiklikleri hem de sıcaklık kaynaklı buharlaşma etkisiyle nasıl şekillendiğini göstermektedir. SPI 24 zaman ölçeğinde en uzun kuraklık süresi 67 ay (2008–2013), kuraklık şiddeti 89.45 ve negatif peak değeri -2.60 (2010) olarak hesaplanmıştır. SPEI 24 analizinde ise bu değerler 72 ay (2008–2014), şiddet 103.88 ve negatif peak değeri -2.93 (2010) olarak belirlenmiştir. Kuraklık oluşum oranı SPI’da %45, SPEI’de %50 olarak tespit edilmiştir. SPI analizlerinde kısa vadeli zaman ölçeklerinde (SPI-1, SPI-3) “hafif kurak (HK)” sınıfı öne çıkmış, SPI-24’te ise “hafif yağışlı (HY)” %33, “hafif kurak (HK)” %22, “orta yağışlı (OY)” %17, şiddetli kuraklık sınıfları (ÇK+AK) %6 oranında gözlemlenmiştir. SPEI analizlerinde ise sıcaklık ve buharlaşma etkisiyle HK ve OK sınıflarının oranları artmıştır: SPEI-3 ve SPEI-6’da HK %32, OK %15, SPEI-24’te ise HY %25, HK %27, OK %13, ÇK %7, AK %4 oranında gözlemlenmiştir. Bu sınıf dağılımları, SPI’nin kısa vadeli yağış eksikliklerini etkili bir şekilde izlediğini, SPEI’nin ise sıcaklık ve buharlaşma etkisini içermesiyle daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkları daha doğru bir şekilde yansıttığını göstermektedir. 2010 yılı, her iki analizde de en şiddetli kuraklık yılı, 2008–2014 dönemi ise SPEI analizine göre en uzun süren kuraklık dönemi olarak kaydedilmiştir. Sonuçlar, Silifke gibi kıyı

bölgelerinde SPEI'nin, uzun vadeli kuraklık izleme ve iklimsel değerlendirmelerde daha güvenilir bir yöntem sunduğunu ortaya koymaktadır.

SPI, yalnızca yağış verileri kullanarak kuraklık analizleri yapar. Bu, kısa vadeli kuraklıkları (SPI-1, SPI-3) izlerken etkili bir yöntemdir. Akdeniz Bölgesi, mevsimsel yağış dalgalanmalarına sahip olduğu için SPI, özellikle kısa vadeli yağış eksikliklerinin tespit edilmesinde önemli bir araçtır. Kısa vadeli kuraklıklar, özellikle yaz dönemlerinde yağış eksikliği ve buharlaşma nedeniyle belirginleşir. Ancak SPI, sıcaklık ve evapotranspirasyon (buharlaşma) gibi faktörleri dikkate almadığı için uzun vadeli kuraklıklar ve iklim değişikliği kaynaklı kuraklıklar hakkında sınırlı bilgi sunmaktadır.

SPEI, yağış, sıcaklık ve buharlaşma gibi iklimsel faktörleri birleştirerek kuraklık analizleri yapar. Akdeniz Bölgesi, özellikle yaz aylarında yüksek sıcaklıklar ve yüksek buharlaşma ile karakterizedir. Bu nedenle, SPEI, sıcaklık etkisini ve buharlaşmayı dikkate alarak uzun vadeli kuraklıkları daha doğru bir şekilde tespit eder. SPEI-24 gibi uzun vadeli zaman ölçeklerinde, iklim değişikliği ve buharlaşma etkisiyle kuraklıklar daha şiddetli hale gelir. SPEI, bu etkileri dikkate alarak, özellikle iklimsel kuraklıkların uzun süreli analizinde daha etkili bir yöntem sağlar.

Kısa vadeli zaman ölçekleri (SPI-1, SPI-3, SPEI-1, SPEI-3): Akdeniz Bölgesi'nde özellikle yaz aylarında, yağış eksiklikleri ve buharlaşma etkisiyle kısa vadeli kuraklıklar daha belirgindir. Kısa vadeli kuraklıklar, genellikle mevsimsel kuraklıkları yansıtır. Özellikle kıyı bölgelerinde, yaz yağış eksiklikleri kısa vadeli kuraklıklar yaratabilir.

Orta vadeli zaman ölçekleri (SPI-6, SPI-12, SPEI-6, SPEI-12), daha derinleşmiş kuraklıkları ve yaz dönemi boyunca uzayan sıcaklık kaynaklı kuraklıkları yakalamak için kullanılır. Akdeniz Bölgesi'nde, yaz döneminde yüksek sıcaklık ve düşük yağış kombinasyonu bu zaman ölçeklerinde daha belirgin hale gelir.

Uzun vadeli analizler(SPI-24, SPEI-24), iklim değişikliği ve sıcaklık etkilerini daha doğru bir şekilde gösterir. SPEI-24 gibi uzun süreli analizler, sıcaklık artışı,

buharlaştırmanın yükselmesi ve iklim değışikliğı nedeniyle daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkları izlemek için gereklidir.

Kıyı bölgelerinde (Antalya, Mersin, Hatay kıyıları), yağış eksiklikleri ve yaz sıcaklıklarının etkisiyle kısa vadeli kuraklıklar daha sık gözlemlenmektedir. Ancak, bu bölgelerde buharlaşma etkisi ve denizel nem kaybı, SPEI gibi yöntemlerle izlenmesi gereken uzun süreli kuraklıkların daha düşük şiddetli olmasını sağlamaktadır.

Kıyı bölgelerinde SPI kısa vadeli kuraklıkları iyi tespit etse de SPEI, deniz etkisi ve buharlaştırmanın etkilerini kapsayarak daha doğru uzun vadeli kuraklık izlemeleri sunmaktadır.

İç bölgelerde (Karaman, Konya, Isparta, Kahramanmaraş iç kesimleri), karasal iklim etkisiyle sıcaklık artışı ve buharlaşma kuraklığı daha şiddetli hale getirir. Bu bölgelerde, SPEI analizleri Sıcaklık etkisini daha iyi yansıtarak, kuraklık süresini ve şiddetini daha doğru bir şekilde gösterir. SPI ise kısa vadeli yağış değışikliklerini tespit ederken, SPEI, daha uzun süreli kuraklıkları daha hassas bir şekilde izleyebilir.

Akdeniz'in kıyı bölgeleri, yaz aylarındaki buharlaşma ve yüksek sıcaklık nedeniyle risk altındaki bölgeler olarak öne çıkmaktadır. Bu bölgelerde, buharlaşma etkisi ile kuraklık süresi ve şiddeti arttığı için SPEI, uzun vadeli kuraklık izleme açısından daha güvenilir bir yöntemdir.

İç kesimler, özellikle karasal iklimin etkisiyle daha uzun süreli kuraklıklar yaşayabilir. SPEI-24 ve SPI-24 gibi uzun vadeli analizler, bu kesimlerde iklim değışikliğı ve sıcaklık artışı ile artan kuraklık risklerini daha doğru bir şekilde yansıtabilir.

Akdeniz Bölgesi'nde kuraklık analizi için SPEI ve SPI yöntemleri kullanılarak, kıyı bölgeleri ve iç kesimler arasındaki kuraklık dinamikleri incelenmiştir. SPEI, özellikle sıcaklık ve buharlaşma etkilerinin de dahil edilmesiyle, uzun vadeli kuraklıkların izlenmesinde daha güvenilir bir yöntem sunarken, SPI, kısa vadeli yağış eksikliklerini etkili bir şekilde izler. Kıyı bölgelerinde deniz etkisi ve nem kaybı, SPEI'nin daha etkili olmasını sağlarken, iç kesimler, karasal iklim ve sıcaklık etkisiyle

daha uzun süreli kuraklıklara meyilli olduğundan, SPEI, uzun vadeli izlemelerde daha kritik bir rol oynamaktadır.

Bu değerlendirme, Akdeniz Bölgesi'nde kuraklık izleme ve yönetim stratejilerinin geliştirilmesinde önemli bir rehber olacaktır.

Akdeniz Bölgesi'nde yer alan 24 istasyon arasındaki analizler, her bölgenin kendine özgü iklimsel özellikleri ve kuraklık dinamiklerine göre farklı kuraklık risk seviyelerine sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, sıcaklık, buharlaşma ve mevsimsel yağış eksiklikleri gibi faktörler göz önüne alındığında, en riskli istasyon olarak iç kesimlerde yer alan Göksun ve Kahramanmaraş istasyonları öne çıkmaktadır. Bu istasyonlar, karasal iklimin etkisi altında kalmaktadır ve yağışlar daha düzensiz ve kuraklık süresi daha uzun olabilmektedir. İç kesimlerdeki yüksek sıcaklıklar ve düşük nem oranları, kuraklıkları daha şiddetli hale getirir.

SPEI analizlerinde, sıcaklık etkisi ve buharlaşmanın etkisiyle kuraklıkların daha derinleştiği görülmektedir. SPEI-24 gibi uzun vadeli analizlerde, bu bölgelerdeki kuraklık süresi ve şiddeti daha fazla ve uzun süreli olarak tespit edilmiştir.

Göksun ve Kahramanmaraş istasyonlarında SPEI verilerine göre en uzun süreli kuraklıklar yaşanmış ve 2006–2010 yılları arasında bu istasyonlarda kuraklık riskinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, kuraklık süresinin bölgenin gelecekteki iklim değişiklikleri ile daha da artabileceğini gösteriyor.

Kıyı bölgelerindeki istasyonlar (özellikle Silifke, Anamur, Gazipaşa gibi yerler) buharlaşma ve sıcaklık artışı nedeniyle şiddetli kuraklıklar yaşasa da, deniz etkisi ve nemin bulunması, kuraklık şiddetini ve süresini iç kesimlere kıyasla bir miktar daha dengeler.

İç kesimlerde, özellikle Göksun ve Kahramanmaraş, kuraklık daha uzun süreli ve şiddetli olabiliyor, bu da iklim değişikliği ile birleşince uzun vadeli riskleri artırmaktadır.

Göksun ve Kahramanmaraş, karasal iklim nedeniyle sıcaklık artışı ve buharlaşmanın etkisiyle en yüksek risk seviyelerine sahip olan istasyonlardır. Bu

bölgelerde SPEI ve SPI analizlerinin uzun vadeli sonuçları, kuraklıkların daha uzun süreli ve şiddetli olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle, Akdeniz Bölgesi içerisinde en riskli istasyonlar olarak Göksun ve Kahramanmaraş öne çıkmaktadır.

Elde edilen bulgular Akdeniz Bölgesi'nin kuraklık açısından riskli bir yapıya sahip olduğunu göstermekte ve bu riskin zaman ölçeğine, istasyon konumuna, yükseklik, kıyıdan uzaklık gibi fiziksel faktörlere göre değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliği ve su kaynaklarının etkin yönetimi açısından, uzun dönemli SPEI analizlerinin dikkate alınması önerilmektedir. Özellikle SPEI 12 ve 24 gibi göstergeler, iklimsel değişimlerin ve uzun vadeli kuraklık risklerinin izlenmesinde daha güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Kahramanmaraş, iç kesimlerde yer alması, karasal iklimin etkisi ve yüksek sıcaklıklar nedeniyle kuraklık riski açısından en fazla risk taşıyan illerden biridir. Kahramanmaraş il sınırları içindeki Göksun ve Kahramanmaraş istasyonları, uzun süreli kuraklıklar yaşama eğilimindedir. SPEI-24 analizlerine göre, bu bölgelerdeki kuraklık süresi ve şiddeti uzun vadede artmaktadır. Özellikle 2006–2010 dönemi, kuraklık riskinin en yüksek olduğu dönemdir. Karasal iklimin hakim olduğu bu ilde, yağış rejimi düzensiz, sıcaklık farkları oldukça yüksektir ve buharlaşma oranı iç kesimlerde kıyıdan çok daha fazla artmaktadır. Bu da kuraklıkların daha şiddetli ve uzun süreli olmasına yol açmaktadır. SPEI gibi analizler, sıcaklık ve buharlaşma etkisinin kuraklık süresi ve şiddetini artırdığını göstermektedir. Kahramanmaraş'ta sıcaklık artışı ile birlikte, yaz aylarında toprak nemi kaybı önemli bir etken haline gelir. Bu durum, tarım alanları ve su kaynakları üzerinde baskı oluşturur. Kahramanmaraş, Türkiye'nin tarım açısından önemli illerinden biri olup, kuraklık özellikle tarım faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Su kaynakları, yeraltı su seviyeleri ve sulama imkânları, kuraklık riski ile doğrudan ilişkilidir.

Adana ve Mersin illeri kıyıya daha yakın konumda olmasına rağmen, SPEI analizlerinde sıcaklık etkisi ve yaz dönemindeki buharlaşma göz önünde bulundurularak kuraklık şiddetinin arttığı görülmüştür. Kıyı illeri, deniz etkisiyle kuraklık sürelerini ve şiddetini biraz daha dengeleyebilse de, sıcaklık kaynaklı uzun vadeli kuraklık riskleri bu illerde de mevcuttur.

SPEI ve SPI analizleri Antalya ve Hatay kıyıların etkisiyle kuraklık süresi ve şiddetinin iç kesimlere göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Ancak, yaz sıcaklıkları ve buharlaşma nedeniyle kıyı bölgelerinde de kuraklık riski bulunmaktadır.

Kahramanmaraş il sınırlarında yer alan iç kesimler, karasal iklim ve yüksek sıcaklık etkisiyle, Akdeniz Bölgesi'nde kuraklık açısından en riskli bölge olarak öne çıkmaktadır. Bu ildeki kuraklık süresi ve şiddeti, SPEI analizlerine göre daha uzun ve daha şiddetli olmuştur. Sıcaklık artışı ve buharlaşma etkilerinin de etkisiyle, tarım ve su kaynakları üzerinde ciddi baskılar oluşturabileceği için kuraklık riski açısından en dikkat edilmesi gereken bölge Kahramanmaraş'tır.



7. ÖNERİLER

- Uzun süreli verilerle kuraklık eğilimlerini daha doğru analiz edebilmek için İHA ve uzaktan algılama verileri kullanılabilir. Ek olarak, sıcaklık, nem ve rüzgar verileri de dahil edilmelidir.
- Kuraklık tahmin modelleri ve iklim değişikliği senaryoları kullanarak uzun vadeli kuraklık izlemeleri yapılabilir.
- Kıyı ve iç kesimler arasındaki farkları daha detaylı analiz ederek, yerel yönetimler için su yönetimi ve kuraklıkla mücadele politikaları geliştirilebilir.
- SPI ve SPEI gibi indekslere ek olarak toprak nemi ve akış hızı gibi faktörler dikkate alınarak hibrit kuraklık indeksleri oluşturulabilir.
- Kuraklık izleme sistemleri ve erken uyarı mekanizmaları kurulabilir, böylece su kaynakları yönetimi ve tarımda su kullanımı daha etkin hale gelir.
- Akdeniz ülkeleri arasında kuraklık yönetimi ve su kaynakları yönetimi konusunda işbirlikleri kurulabilir. Veri entegrasyonu sağlanarak daha etkili politikalar geliştirilebilir.
- Yerel düzeyde veri toplama ile genişletilmiş bir kuraklık izleme ağı oluşturulabilir, bu sayede daha doğru kuraklık analizleri yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Abu Arra, A., Alashan, S. ve Şişman, E., (2025) "Advancing innovative trend analysis for drought trends: incorporating drought classification frequencies for comprehensive insights". *Natural Hazards*, 121(8): 9195-9219.
- Acar, Z. (2008) "Biga Yarımadasındaki yağış ve akım değişimlerinin ve atmosferik salınım indisleri ile bağlantılarının incelenmesi". Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ağırbaş, E. ve Ersoy, E., (2019) "Karadeniz Türkiye Kıyıları Yağış Miktarlarının Uzun Dönemli Değişimi". *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3): 513-518.
- Aktürk, G., Zeybekoğlu, U. ve Yıldız, O., (2022) "Drought Investigation Using SPI and SPEI Methods: A Case Study in Kırıkkale". *Uluslararası Muhendislik Araştırma ve Gelistirme Dergisi*, 14(2): 762-776.
- Bakanoğulları, F., (2020) "SPEI ve SPI İndisleri Kullanılarak İstanbul-Damlıca Deresi Havzasında Kuraklık Şiddetlerinin Analizi". *Toprak Su Dergisi*, 9(1): 1-22.
- Behzadi, F., Javadi, S., Yousefi, H., Hashemy Shahdany, S. M., Moridi, A., Neshat, A., Golmohammadi, G. ve Maghsoudi, R., (2024) "Projections of meteorological drought severity-duration variations based on CMIP6". *Scientific Reports*, 14(1): 5027.
- Bhardwaj, K., Mishra, A. ve Khedun, C. P., (2025) "Global droughts in a warming climate: Evaluation of SPI and SPEI under 1.5 , 2 , and 3 C global warming". *Journal of Hydrology*, 659.
- Bozyurt, O. ve Özdemir, M. A., (2017) "Arctic Oscillation's Many Years Trends and the Effects of Arctic Oscillation Over Minimum Mean Temperature Values in Turkey". *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1): 123-135.
- Cenk, S. ve Turgay, P., (2020) "The effects of Mediterranean oscillation on temperature and precipitation data in Turkey". *Journal of Water and Climate Change*, 11(3): 722-743.
- Curry, J. A., Schramm, J. L. ve Ebert, E. E., (1995) "Sea ice-albedo climate feedback mechanism". *Journal of Climate*, 8(2): 240-247.
- Çelik, M. Ö. ve Yakar, M., (2024) "Mersin'in Farklı Kuraklık İndeksleri Aracılığıyla Kuraklık Tehdidinin Araştırılması". *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering*, 24(1): 71-84.
- Danandeh Mehr, A. ve Vaheddoost, B., (2019) "Identification of the trends associated with the SPI and SPEI indices across Ankara, Turkey". *Theoretical and Applied Climatology*, 139(3-4): 1531-1542.
- Deniz, D. (2009) "Türkiyedeki kuraklığın standart yağış indeksi (SPI) ile incelenmesi". Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Dinç, N., Aydınşakir, K., Işık, M. ve Büyüktaş, D., (2016) "Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) yöntemi ile Antalya ili kuraklık analizi". *Derim*: 277-296.
- El Mansouri, B., Acharki, S., Arjdal, Y., Taia, S., El Mansouri, B., Moumen, A., El Bouhaddioui, M. ve Mejjad, N., (2024) "Long-term spatiotemporal surface water dynamics using Google Earth Engine in southeastern Morocco". *E3S Web of Conferences*, 489.
- Erlat, E. ve Gülerer, H., (2023) "Türkiye'de Standardize Yağış Evapotranspirasyon İndisine (Spei) Göre Kuraklıkların Zamansal Değişimi (1951-2022)". *Ege Coğrafya Dergisi*.
- Feng, X., Wang, Z., Wu, X., Huang, S., Li, J., Lai, C., Zeng, Z. ve Lin, G., (2025) "Tracking 3D Drought Events Across Global River Basins: Climatology,

- Spatial Footprint, and Temporal Changes". *Geophysical Research Letters*, 52(3).
- Fu, C., (2005) "Correlations between North Atlantic Oscillation Index in winter and eastern China Flood/Drought Index in summer in the last 530 years". *Chinese Science Bulletin*, 50(21).
- Gümüş, V., (2023) "Evaluating the effect of the SPI and SPEI methods on drought monitoring over Turkey". *Journal of Hydrology*, 626.
- Gümüş, V., Bařak, A. ve Oruç, N., (2016) "Standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ) yöntemi ile şanlıurfa istasyonunun kuraklık analizi". *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 1(1): 36-44.
- Güner Bacanlı, Ü. ve Akşan, G. N., (2019) "Drought Analysis in Mediteranean Region". *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 25(6): 665-671.
- Güngen, Y. (2019) "Standart yağış indisi (SPI) ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kuraklık analizi". Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Habeeb, R., Almazah, M. M. A., Hussain, I., Al-Ansari, N., Al-Rezami, A. Y. ve Sammen, S. S., (2023) "Modified Standardized Precipitation Evapotranspiration Index: spatiotemporal analysis of drought". *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 14(1).
- Higgins, R., Leetmaa, A. ve Kousky, V., (2002) "Relationships between climate variability and winter temperature extremes in the United States". *Journal of Climate*, 15(13): 1555-1572.
- Higgins, R., Leetmaa, A., Xue, Y. ve Barnston, A., (2000) "Dominant factors influencing the seasonal predictability of US precipitation and surface air temperature". *Journal of Climate*, 13(22): 3994-4017.
- Hurrell, J., (2000) "Climate: North Atlantic and Arctic Oscillation (NAO/AO). Encyclopedia of Atmospheric Sciences". *Academic Press*, 6: 439-445.
- Jiang, L., Gao, M., Ning, J. ve Tang, J., (2025) "Bivariate and Partial Wavelet Coherence for Revealing the Remote Impacts of Large-Scale Ocean-Atmosphere Oscillations on Drought Variations in Xinjiang, China". *Water*, 17(7).
- Kalra, A. ve Ahmad, S., (2012) "Estimating annual precipitation for the Colorado River Basin using oceanic-atmospheric oscillations". *Water Resources Research*, 48(6).
- Kazembeigi, R. (2016) "Karadeniz bölgesindeki farklı yağış şiddetleri ile atmosferik salınımlar arasındaki ilişkilerinin incelenmesi". Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kenawy, A. E., Al-Awadhi, T., Abdullah, M., Ostermann, F. O. ve Abulibdeh, A., (2025) "A Multidecadal Assessment of Drought Intensification in the Middle East and North Africa: The Role of Global Warming and Rainfall Deficit". *Earth Systems and Environment*.
- Kesgin, E., Yaldız, S. G. ve Güçlü, Y. S., (2024) "Spatiotemporal variability and trends of droughts in the Mediterranean coastal region of Türkiye". *International Journal of Climatology*, 44(4): 1036-1057.
- Khalili, K., Aminnejad, B. ve Ahmadebrahimpour, E., (2019) "Assessing future drought conditions under a changing climate: a case study of the Lake Urmia basin in Iran". *Water Supply*, 19(6): 1851-1861.
- Kıymaz, S., Güneş, V. ve Asar, M., (2011) "Standartlaştırılmış yağış indeksi ile Seyfe Gölünün kuraklık dönemlerinin belirlenmesi". *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpařa University (JAFAG)*, 2011(1): 91-102.

- Kömüşçü, A., Erkan, A. ve Turgu, E., (2002) "Normalleştirilmiş yağış indeksi metodu ile Türkiye’de kuraklık oluşumunun coğrafik analizi". *DMİ Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Yayını, Ankara*.
- Labudová, L., Labuda, M. ve Takáč, J., (2016) "Comparison of SPI and SPEI applicability for drought impact assessment on crop production in the Danubian Lowland and the East Slovakian Lowland". *Theoretical and Applied Climatology*, 128(1-2): 491-506.
- Larson, J., Zhou, Y. ve Higgins, R. W., (2005) "Characteristics of landfalling tropical cyclones in the United States and Mexico: Climatology and interannual variability". *Journal of Climate*, 18(8): 1247-1262.
- Li, L., She, D., Zheng, H., Lin, P. ve Yang, Z.-L., (2020) "Elucidating Diverse Drought Characteristics from Two Meteorological Drought Indices (SPI and SPEI) in China". *Journal of Hydrometeorology*, 21(7): 1513-1530.
- Mckee, T. B., Doesken, N. J. ve Kleist, J., (Year) Published. "The relationship of drought frequency and duration to time scales". *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, 179-183.
- Merkoci, A., Mustaqi, V., Mucaj, L. ve Dvorani, M., (2013) "Arnavutluk Bölgesinde Kuraklık Ve Standart Yağış İndeksinin (Spı) Kullanımı". *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(1).
- Mohammadrezaei, M., Soltani, S. ve Modarres, R., (2020) "Evaluating the effect of ocean-atmospheric indices on drought in Iran". *Theoretical and Applied Climatology*, 140(1-2): 219-230.
- Mungul, V. ve Nowbuth, M. D., (2025) "Comparative study of SPI and SPEI drought indices for meteorological drought assessment in Mauritius". *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 17(2): 1-12.
- Müller-Plath, G., Lüdecke, H.-J. ve Lüning, S., (2022) "Long-distance air pressure differences correlate with European rain". *Scientific Reports*, 12(1).
- Okka, C. T. ve Durduran, S. S., (2022) "Ermenek Barajı Havzasında SPI ve SPEİ İndisleri Kullanılarak Kuraklık Analizi Tahmini". In *14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES*. Sivas.
- Overland, J. ve Wang, M., (2005) "The Arctic climate paradox: The recent decrease of the Arctic Oscillation". *Geophysical Research Letters*, 32(6).
- Öney, M. (2020) "Standart yağış evapotranspirasyon indeksi (SPEI) ile Gediz Havzasında bölgesel kuraklık analizi". Ankara Üniversitesi (Turkey).
- Özçelik, Ş. ve Akkuzu, E., (2023) "Ege Bölgesinde Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) ile kuraklık değerlendirmesi". *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60(3): 515-528.
- Pei, Z., Fang, S., Wang, L. ve Yang, W., (2020) "Comparative Analysis of Drought Indicated by the SPI and SPEI at Various Timescales in Inner Mongolia, China". *Water*, 12(7).
- Penman, H. L., (1948) "Natural evaporation from open water, bare soil and grass". *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences*, 193(1032): 120-145.
- Rohmat, F. I. W., Harjupa, W., Rohmat, D. ve Rohmat, F. I. W., (2023) "The impacts of global atmospheric circulations on the water supply in select watersheds in the Indonesian Maritime Continent using SPI". *Heliyon*, 9(5).
- Sariş, F. ve Gedik, F., (2021) "Konya Kapalı Havzası’nda Meteorolojik Kuraklık Analizi". *Journal of Geography*, 0(42).
- Sayat, A., Lyazzat, M., Elmira, T., Gaukhar, B. ve Gulsara, M., (2025) "Assessment of the impacts of climate change on drought intensity and frequency using SPI

- and SPEI in the Southern Pre-Balkash region, Kazakhstan". *Watershed Ecology and the Environment*, 7: 11-22.
- Semenova, I. ve Vicente-Serrano, S. M., (2024) "Long-term variability and trends of meteorological droughts in Ukraine". *International Journal of Climatology*, 44(6): 1849-1866.
- Serreze, M. C. ve Francis, J. A., (2006) "The Arctic amplification debate". *Climatic change*, 76(3): 241-264.
- Simsek, O., (2021) "Hydrological drought analysis of Mediterranean basins, Turkey". *Arabian Journal of Geosciences*, 14(20).
- Tan, C., Yang, J. ve Li, M., (2015) "Temporal-Spatial Variation of Drought Indicated by SPI and SPEI in Ningxia Hui Autonomous Region, China". *Atmosphere*, 6(10): 1399-1421.
- Thompson, D. W., Lee, S. ve Baldwin, M. P., (2003) "Atmospheric processes governing the northern hemisphere annular mode/North Atlantic oscillation". *The North Atlantic Oscillation: climatic significance and environmental impact*, 134: 81-112.
- Thompson, D. W. ve Wallace, J. M., (1998) "The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields". *Geophysical Research Letters*, 25(9): 1297-1300.
- Thompson, D. W. ve Wallace, J. M., (2000) "Annular modes in the extratropical circulation. Part I: Month-to-month variability". *Journal of Climate*, 13(5): 1000-1016.
- Thompson, D. W. ve Wallace, J. M., (2001) "Regional climate impacts of the Northern Hemisphere annular mode". *Science*, 293(5527): 85-89.
- Thornthwaite, C. W., (1948) "An approach toward a rational classification of climate". *Geographical review*, 38(1): 55-94.
- Tirivarombo, S., Osupile, D. ve Eliasson, P., (2018) "Drought monitoring and analysis: Standardised Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) and Standardised Precipitation Index (SPI)". *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 106: 1-10.
- Topçu, E. ve Karaçor, F., (2021) "Erzurum İstasyonunun Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi Ve Bütünleşik Kuraklık İndeksi Kullanılarak Kuraklık Analizi". *Politeknik Dergisi*, 24(2): 565-574.
- Topuz, M., Feidas, H. ve Karabulut, M., (2020) "Trend analysis of precipitation data in Turkey and relations to atmospheric circulation:(1955-2013)". *Italian Journal of Agrometeorology*, (2): 91-107.
- Tosunoğlu, F., (2014) "Türkiyedeki meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkların atmosferik salınımlarla olan ilişkilerinin incelenmesi".
- Touma, D., Ashfaq, M., Nayak, M. A., Kao, S.-C. ve Diffenbaugh, N. S., (2015) "A multi-model and multi-index evaluation of drought characteristics in the 21st century". *Journal of Hydrology*, 526: 196-207.
- Tran, Q. D., Nguyen, P. T., Trinh, T. L., Phan, V. T., Chu, T. T. H. ve Nguyen, V. H., (2022) "Investigation of Drought Characteristics Across Vietnam During Period 1980-2018 using SPI and SPEI Drought Indices". *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 38(1).
- Türkeş, M. ve Erlat, E., (2008) "Influence of the Arctic Oscillation on the variability of winter mean temperatures in Turkey". *Theoretical and Applied Climatology*, 92(1): 75-85.

- Türkeş, M. ve Tatlı, H., (2009) "Use of the standardized precipitation index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey". *International Journal of Climatology*, 29(15): 2270-2282.
- Vazifehkhah, S. ve Kahya, E., (2018) "Hydrological drought associations with extreme phases of the North Atlantic and Arctic Oscillations over Turkey and northern Iran". *International Journal of Climatology*, 38(12): 4459-4475.
- Venturi, S., Dunea, D., Mateescu, E., Virsta, A., Petrescu, N. ve Casadei, S., (2024) "SPEI and SPI correlation in the study of drought phenomena in Umbria region (central Italy)". *Environmental Science and Pollution Research*, 32(1): 168-188.
- Vermes, L., Irrigation, I. C. o. ve Drainage. (1998) "How to work out a drought mitigation strategy: an ICID guide", *Wirtschafts-und Verlag-Ges. Gas und Wasser*, s.
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S. ve López-Moreno, J. I., (2010) "A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index". *Journal of Climate*, 23(7): 1696-1718.
- Wang, T., She, D., Bao, Z., Zhang, Q., Wang, L., Wei, Y. ve Niu, Q., (2025) "Elucidating diverse population exposure to compound drought and heatwave events from two meteorological drought indices (SPI and SPEI)". *Environmental Research Letters*, 20(3).
- Xoplaki, E. (2002) "Climate variability over the Mediterranean". Verlag nicht ermittelbar.
- Xu, C. Y. ve Singh, V., (2001) "Evaluation and generalization of temperature-based methods for calculating evaporation". *Hydrological processes*, 15(2): 305-319.
- Yevjevich, V. M., (1967) "An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic droughts", *Colorado State University Fort Collins, CO, USA*, s.
- Yüce, M. ve Eşit, M., (2020) "Ceyhan havzasının kuraklık risk haritasının SPI ve SPEI metotları ile belirlenmesi". *Su Kaynakları*, 5(2): 1-8.
- Yüce, M. İ., Aksoy, H., Aytek, A., Eşit, M., Uğur, F., Yaşa, İ., Şimşek, A. ve Deger, İ. H., (2022) "SPI ve SPEI ile Samsun İli Kuraklık Analizi". *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(3): 285-295.
- Yürekli, K., Ünlükara, A. ve Yildirim, M., (2010) "Farklı yaklaşımlarla Karaman ilinin kuraklık analizi". *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1): 19-23.
- Zarei, A. R. ve Mahmoudi, M. R., (2020) "Assessment of the effect of PET calculation method on the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)". *Arabian Journal of Geosciences*, 13(4).
- Zateroğlu, M. T., (2023) "Comparative Analysis for Atmospheric Oscillations". *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 38(2): 317-331.
- Zeng, F., Gao, Q., Wu, L., Rao, Z., Wang, Z., Zhang, X., Yao, F. ve Sun, J., (2025) "Modeling Short-Term Drought for SPEI in Mainland China Using the XGBoost Model". *Atmosphere*, 16(4).
- Zeybekoglu, U., (2022) "Spatiotemporal analysis of droughts in Hirfanli Dam basin, Turkey by the Standardised Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)". *Acta Geophysica*, 70(1): 361-371.
- Zhou, S., Miller, A. J., Wang, J. ve Angell, J. K., (2001) "Trends of NAO and AO and their associations with stratospheric processes". *Geophysical Research Letters*, 28(21): 4107-4110.

