T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİCLE HAVZASINDAKİ METEOROLOJİK KURAKLIK TRENDİNİN YENİLİKÇİ ŞEN YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Latif Doğan DİNSEVER

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vii
1.GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3. MATERYAL ve YÖNTEM 11
3.1. Materyal 11
3.1.1. Çalışma Alanı 11
3.2. Yöntem 12
3.2.1. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) 12
3.2.2. Yenilikçi Şen Yöntemi (Innovative Trend Analysis-ITA) 13
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 15
4.1. Kuraklık Analizi 15
4.1.1. 17210-Siirt İstasyonu Kuraklık Analizi 15
4.1.2. 17280-Diyarbakır İstasyonu Kuraklık Analizi 17
4.1.3. 17282-Batman İstasyonu Kuraklık Analizi 20
4.1.4. 17285-Hakkâri İstasyonu Kuraklık Analizi 22
4.1.5. 17846-Maden İstasyonu Kuraklık Analizi 25
4.1.6. 17847-Ergani İstasyonu Kuraklık Analizi 27
4.1.7. 17880-Başkale İstasyonu Kuraklık Analizi 30
4.1.8. 17920-Yüksekova İstasyonu Kuraklık Analizi 32
4.1.9. 17950-Cizre İstasyonu Kuraklık Analizi 35
4.2. Trend Analizi 37
4.2.1. 17210-Siirt İstasyonu Trend Analizi 38
4.2.2. 17280-Diyarbakır İstasyonu Trend Analizi 40
4.2.3. 17282-Batman İstasyonu Trend Analizi 42
4.2.4. 17285-Hakkâri İstasyonu Trend Analizi 44
4.2.5. 17846-Maden İstasyonu Trend Analizi 46
4.2.6. 17847-Ergani İstasyonu Trend Analizi 48
4.2.7. 17880-Başkale İstasyonu Trend Analizi 50
4.2.8. 17920-Yüksekova İstasyonu Trend Analizi 53
4.2.9. 17950-Cizre İstasyonu Trend Analizi 55
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 58
KAYNAKLAR 60
ÖZGEÇMİŞ 63

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DİCLE HAVZASINDAKİ METEOROLOJİK KURAKLIK TRENDİNİN YENİLİKÇİ ŞEN YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Latif Doğan DİNSEVER

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ
Yıl: 2021, Sayfa: 63

Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin en önemli su havzalarından olan Dicle Havzası'ndaki dokuz meteoroloji gözlem istasyonuna ait Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den temin edilen aylık toplam yağış verileri ile 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde (SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12, SYİ-24) Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi kullanılarak elde edilen kuraklık indis değerleriyle bölgenin kuraklık analizi yapılmıştır. Farklı zaman ölçeklerinde elde edilen indis değerlerinin trend analizinde Yenilikçi Şen Yöntemi (Innovative Trend Analysis-ITA) kullanılmıştır. Çalışmada, farklı zaman ölçeklerinde ve ele alınan istasyonlarda en uzun kurak dönem SYİ-24'te 158 ay olarak 17950-Cizre istasyonunda görülmüştür. En yüksek kurak dönem meydana gelme oranı SYİ-12'de 17920-Yüksekova istasyonunda %58 olarak belirlenmiştir. 3, 6 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde, en yüksek Aşırı Kurak (AK) durum oluşma yüzdesi 17846-Maden istasyonunda olurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ise 17280-Diyarbakır istasyonunda meydana gelmiştir. ITA yöntemi ile yapılan trend analizine göre 17846-Maden istasyonu için tüm zaman ölçeklerinde "çok güçlü" bir azalma trendi tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Dicle havzası, kuraklık, trend analizi, standartlaştırılmış yağış indeksi, Yenilikçi Şen yöntemi

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF METEOROLOGICAL DROUGHT TREND IN TIGRIS RIVER BASIN WITH INNOVATIVE TREND ANALYSIS METHOD

Latif Doğan DİNSEVER

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Veysel GÜMÜŞ
Year: 2021, Page: 63

In this thesis, monthly total precipitation data obtained from the Turkish State Meteorological Service (Turkish acronym is MGM) for nine meteorological stations located in the Tigris Basin, one of the most important basins of Turkey, are used. Drought index values of 3, 6, 12 and 24-month time scales are determined by the Standardized Precipitation Index (SPI) method. After that, Innovative Trend Analysis (ITA) method is used to determine the trend of the index values. The result of the study show that the longest dry period is determined as 158 months in SPI-24 for 17950-Cizre station. The highest percentages of occurrence for extreme drought conditions are determined at 17846-Maden station for the 3, 6 and 24-month time scales, and at 17280-Diyarbakır station for the 12-month time scale. The highest percentage of occurrence of drought period is determined as 58% at 17920-Yüksekova station on a 12-month time scale. According to ITA results, a “very strong” decreasing trend is detected at all time scales for the 17846-Maden station.

KEYWORDS: Tigris basin, drought, trend analysis, standardized precipitation index, Innovative Trend Analysis

TEŞEKKÜR

Bu tez konusunun belirlenmesinde ve hazırlanmasında bana rehberlik eden, yardımda bulunan ve akademik gelişimime katkı sağlayan danışman hocam sayın Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ'e, yüksek lisans eğitimime katkıda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ŞİMŞEK'e, tezin yazılma sürecinde desteklerini esirgemeyen İnş. Yük. Müh. Yavuz AVŞAROĞLU'na, Öğr. Gör. Cihat BENGİ'ye, Öğr. Gör. Ahmet Erhan EREN' e ve HRÜ. Hidrolik Laboratuvarı çalışma arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Ayrıca bu süreç boyunca verdikleri destek, gösterdikleri sabır ve her zaman yanımda oldukları için başta anneme ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3. 1.Çalışma Alanı..... 11
Şekil 3. 2. ITA yöntemine göre trend meydana gelme durumu..... 14
Şekil 4. 1. 17210-Siirt istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları..... 16
Şekil 4. 2. 17210-Siirt istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri 16
Şekil 4. 3. 17210-Siirt istasyonuna ait SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri... 17
Şekil 4. 4. 17280-Diyarbakır istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları... 18
Şekil 4. 5. 17280-Diyarbakır istasyonu için meydana gelen yağışlı / kurak dönem yüzdeleri..... 19
Şekil 4. 6. 17280-Diyarbakır istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri. 20
Şekil 4. 7. 17282-Batman istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları..... 21
Şekil 4. 8.17282-Batman istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri..... 21
Şekil 4. 9. 17282-Batman istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri..... 22
Şekil 4. 10. 17285-Hakkâri istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları 23
Şekil 4. 11.17285-Hakkâri istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri 24
Şekil 4. 12. 17285-Hakkâri istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri ... 25
Şekil 4. 13. 17846-Maden istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları..... 26
Şekil 4. 14. 17846-Maden istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri 26
Şekil 4. 15. 17846-Maden istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri 27
Şekil 4. 16. 17847-Ergani istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları 28
Şekil 4. 17. 17847-Ergani istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri..... 29
Şekil 4. 18. 17847-Ergani istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri..... 30
Şekil 4. 19. 17880-Başkale istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları 31
Şekil 4. 20. 17880-Başkale istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri..... 31
Şekil 4. 21. 17880-Başkale istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri.... 32
Şekil 4. 22. 17920-Yüksekova istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları 33
Şekil 4. 23. 17920-Yüksekova istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri 34
Şekil 4.24. 17920-Yüksekova istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri 35
Şekil 4. 25. 17950-Cizre istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları 36
Şekil 4. 26. 17950-Cizre istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri..... 36
Şekil 4. 27. 17950-Cizre istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri..... 37
Şekil 4. 28. ITA yöntemine göre 17210-Siirt İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri 38
Şekil 4. 29. ITA yöntemine göre17210-Siirt İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri 39
Şekil 4. 30. ITA yöntemine göre 17210-Siirt İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri 39
Şekil 4. 31. ITA yöntemine göre 17210-Siirt İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri 40
Şekil 4. 32. ITA yöntemine göre 17280-Siirt İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri 40
Şekil 4. 33. ITA yöntemine göre 17280-Siirt İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri 41
Şekil 4. 34. ITA yöntemine göre 17280-Siirt İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri 41
Şekil 4. 35. ITA yöntemine göre17280-Siirt İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri 42
Şekil 4. 36. ITA yöntemine göre 17282-Batman İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri..... 42
Şekil 4. 37. ITA yöntemine göre 17282-Batman İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri..... 43
Şekil 4. 38. ITA yöntemine göre 17282-Batman İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri..... 43
Şekil 4. 39. ITA yöntemine göre 17282-Batman İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri..... 44
Şekil 4. 40. ITA yöntemine göre 17285-Hakkâri İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri 45
Şekil 4. 41. ITA yöntemine göre 17285-Hakkâri İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri 45
Şekil 4. 42. ITA yöntemine göre17285-Hakkâri İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri 46
Şekil 4. 43. ITA yöntemine göre 17285-Hakkâri İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri 46
Şekil 4. 44. ITA yöntemine göre 17846-Maden İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri..... 47
Şekil 4. 45. ITA yöntemine göre17846-Maden İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri..... 47
Şekil 4. 46. ITA yöntemine göre 17846-Maden İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri..... 48
Şekil 4. 47. ITA yöntemine göre 17846-Maden İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri..... 48
Şekil 4. 48. ITA yöntemine göre 17847-Ergani İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri 49
Şekil 4. 49. ITA yöntemine göre 17847-Ergani İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri 49
Şekil 4. 50. ITA yöntemine göre 17847-Ergani İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri 50

Şekil 4. 51. ITA yöntemine göre 17847-Ergani İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri 50
Şekil 4. 52. ITA yöntemine göre 17880-Başkale İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri 51
Şekil 4. 53. ITA yöntemine göre 17880-Başkale İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri 51
Şekil 4. 54. ITA yöntemine göre 17880-Başkale İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri 52
Şekil 4. 55. ITA yöntemine göre 17880-Başkale İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri 53
Şekil 4. 56. ITA yöntemine göre 17920-Yüksekova İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri 53
Şekil 4. 57. ITA yöntemine göre 17920-Yüksekova İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri 54
Şekil 4. 58. ITA yöntemine göre 17920-Yüksekova İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri 54
Şekil 4. 59. ITA yöntemine göre 17920-Yüksekova İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri 55
Şekil 4. 60. ITA yöntemine göre 17950-Cizre İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri 56
Şekil 4. 61. ITA yöntemine göre 17950-Cizre İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri 56
Şekil 4. 62. ITA yöntemine göre 17950-Cizre İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri 57
Şekil 4. 63. ITA yöntemine göre 17950-Cizre İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri 57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3. 1. Tüm istasyonlara ait coğrafi bilgileri ölçüm aralığı ve verilerin istatistikleri 12
Çizelge 3. 2. SYİ değerlerinin sınıflandırılması 13

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

i	Verilerin gözlem sırası
y1	X eksenine yerleştirilen zaman serisi
y2	Y eksenine yerleştirilen zaman serisi
±%5	Anlamlı ve güçlü trend
±%10	Anlamlı ve çok güçlü trend
P_{ij}	i yağış istasyonundaki j. gözlemdeki aylık yağışı
P_{im}	Uzun dönemli yağış ortalamaları
σ_p	Standart sapma
SYİ	Standartlaştırılmış Yağış İndeksi
ITA	Yenilikçi Şen Analizi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
PDSI	Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi
RDI	Keşif Kuraklık İndeksi
M-K	Mann-Kendall testi
AMD	Yıllık Maksimum Süre
AMS	Yıllık Maksimum Şiddet
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
SPEI	Normalleştirilmiş Yağış-Buharlaşma İndeksi
PSO	Parçacık Sürü Optimizasyonu
ANN	Yapay Sinir Ağları

1.GİRİŞ

Su, tek hücreli organizmalardan en karmaşık organizmalara kadar dünyadaki bütün canlıların var olması ve yaşamlarını sürdürebilmeleri için ihtiyaç duyulan en önemli bir temel maddedir. Dünya'daki kullanılabilir su miktarının, toplam su miktarına olan oranı yaklaşık olarak %1'dir. Bu nedenle var olan suyun verimli bir şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Bilim insanları küresel iklim değişikliğinin canlı yaşamları üzerindeki etkilerini ve bu süreç içindeki olası senaryoların üzerine çalışmalarını yoğunlaştırmaktadır. Artan sıcaklık, daha değişken ve aşırı yağışlarla karakterize edilen iklim değişikliği bağlamında kuraklığın ekonomiler, toplumlar ve çevre üzerindeki etkileri yıkıcı hale gelebilmektedir (Nam ve ark., 2015). Kuraklık, neredeyse tüm iklim bölgelerinde görülen ve yağış miktarının uzun bir süre boyunca düşen ortalama yağış miktarı altında kalmasına denmektedir (Belayneh ve Adamowski, 2012). Canlılar için her zaman önemli bir sorun teşkil etmiş olan kuraklık, iklim değişikliği ile son yıllarda daha fazla önemli hale gelmiştir. Kuraklık aşamalı bir olaydır ve yıkıcı etkisi uzun yıllarca sürebilmesinin yanında kısa süreli de olabilmektedir. Diğer doğal afetler ile kıyaslandığı zaman, bölgesel olarak daha geniş alanları etkileyebilmekte ve çevresel, tarımsal ve sosyoekonomik sorunlar oluşturabilmektedir.

Kuraklık genel olarak meteorolojik kuraklık, hidrolojik kuraklık, tarımsal kuraklık ve sosyoekonomik kuraklık olarak sınıflandırılır (Wilhite ve Glantz, 1985; Heim Jr, 2002). Meteorolojik kuraklık; yağışın uzun süre boyunca normal değerinin altında kaldığı dönem (Hayes ve ark., 2012), hidrolojik kuraklık; yağışın az olduğu dönemlerde yüzeysel akışta meydana gelen azalma olarak tanımlanır (Liu ve ark., 2012). Tarımsal kuraklık ise bitkilerin gelişmesi için yeterince nemin toprakta bulunmaması olarak ifade edilir (Botterill ve Fisher, 2003). Kuraklık farklı değişkenlere bağlı olarak her ne kadar bu şekilde sınıflandırılmış olsa da kuraklık türleri birbirleri ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin yağışın az olması akışı doğrudan etkilemekte olup toprak nemi ise hem yağış hem de akış ile yine doğrudan ilişkilidir. Tarihsel olarak kuraklıkların tespit edilmesi ve bunların eğilimlerinin belirlenmesi

dünyamızdaki suyu verimli ve etkili bir şekilde kullanılması açısından önem arz etmektedir.

Tarihsel meteorolojik kuraklığın belirlenmesi için kuraklık indis değerleri kullanılmaktadır. Uzun yıllara ait yağış ortalama değerlerine göre hesaplanan bu indis değerleri ile hangi tarihlerde kuraklığın yaşandığını ve kuraklığın şiddetini belirlemek mümkün olmaktadır. Meteorolojik kuraklığın değerlendirilmesi için farklı girdi parametreleri kullanan birçok yöntem bulunmaktadır. Örneğin, Amerika Birleşik Devleti'nde çok popüler olan ve "ABD Great Plains" koşulları için kalibre edilen Palmer kuraklık şiddet indeksi (Palmer Drought Severity Index-PDSI) yöntemi (Palmer, 1965), kuraklığı belirlemede hassas bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Bu yöntem kuraklığı belirlemek için yağış, evapotranspirasyon ve toprak nemi değerlerini girdi parametreleri olarak kullanır (Zargar ve ark., 2011). Ayrıca, uygulama kolaylığı nedeniyle son yıllarda tercih edilen keşif kuraklık indeksi (Reconnaissance Drought Index-RDI) yöntemi (Tsakiris ve ark., 2007), girdi parametresi olarak yağış ve potansiyel evapotranspirasyon değerlerini kullanmaktadır. Bu yöntemler yağışı ana parametre olarak almakla birlikte, analiz edilecek tüm istasyonlarda eksik veri olmadan diğer iklim parametrelerini temin etmek zor olabilir. Yalnızca yağış verilerini girdi olarak kullanan ve McKee ve ark. (1993) tarafından önerilen Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYI) yöntemi, meteorolojik kuraklığı belirlemede dünyada en yaygın kullanılan yöntemdir (Zargar ve ark., 2011; Gumus ve Algin, 2017). SYI yöntemi, farklı zaman dilimlerinde kuraklığı belirlemesi nedeniyle hidrolojik ve meteorolojik kuraklığın izlenmesine de olanak tanımakta, ayrıca farklı iklim koşullarında da uygun sonuçlar verdiği raporlanmıştır (Zargar ve ark., 2011).

Tarihsel kuraklığın belirlenmesinin yanı sıra trendinin hesaplanması, kuraklığa karşı alınması gereken önlemlerin düzeyinin ve zamanının belirlenmesinde oldukça önemlidir. Ancak, “Kuraklık ne zaman başlar?”, “Ne kadar sürer?”, “Şiddeti ne olacak?”, “Etki alanının genişliği ne kadardır?” gibi sorulara kesin bir yanıt bulunamamıştır. Bu durum, kuraklığın doğru bir şekilde analiz edilmesini zorlaştırmaktadır. Ancak kuraklığın ve eğiliminin belirlenmesi, su kaynaklarının ve

tarım alanlarının planlanması ve işletilmesi için ek bilgi sağlayabilme potansiyeli taşımaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin en önemli havzalarından olan Dicle Havzası'nda bulunan dokuz meteoroloji gözlem istasyonuna ait aylık toplam yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde (MGM) temin edilerek 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerine ait kuraklık indis değerleri SYİ yöntemi ile hesaplanmıştır. Hesaplanmış olan indis değerlerinin temsil ettiği kuraklık şiddetlerinin trend analizi, sonuçları grafiksel olarak verme ve belli aralıklardaki değerlerin değişimini belirleme yeteneğine sahip Yenilikçi Şen Yöntemi (Innovative Sen Analysis-ITA) ile belirlenerek, ele alınan istasyonlara ait farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık sınıflarının değişimleri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Komuscu (1999), Türkiye'de bulunan ve farklı iklimsel özellik gösteren 7 farklı istasyona ait 1940 ile 1997 yılları arasındaki 3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçekleri için SYİ yöntemi ile kuraklık analizi yapmıştır. Çalışma sonucunda, zaman ölçeğinin büyümesiyle kuraklık oluşma sıklığının azaldığını ancak kuraklığın daha uzun sürdüğü sonucuna ulaşmıştır.

Bonaccorso ve ark. (2003), çalışmalarında 1926-1996 dönemleri arasında 43 gözlem istasyonundan elde edilen yağış verilerini kullanarak SYİ yöntemi ile Sicilya için kuraklık analizini yapmışlardır. 12 aylık ve 24 aylık zaman ölçekleri için yapmış oldukları kuraklık analizinden sonra kuraklığın trendinin yetmişli yıllarda daha kurak yönde olduğunu belirlemişlerdir.

SIrdaş ve Sen (2003), çalışmalarında Türkiye Trakya bölgesine ait 4 istasyon için çeşitli kuraklık özelliklerini belirlemek için "Run Analizi" ve "z-skor" kullanmışlardır. Daha sonra kuraklık süresi ve büyüklüğü arasındaki ilişkiyi göstermek için kuraklık periyodu, büyüklüğü ve SYİ değerlerini belirlemişlerdir.

Moreira ve ark. (2006), Portekiz'in güneyinde yer alan Alentejo bölgesi için 67 yıllık yağış veri setini üç döneme ayırarak SYİ yöntemini uygulamış ve bu üç dönemdeki kuraklık sınıflarını karşılaştırmak için bir loglineer modelleme yapmışlardır. Çalışma sonucunda ilk ve son dönem kuraklıklarının benzerlik gösterdiğini ve ikinci döneme göre daha yıkıcı yaşandığını belirlemişlerdir.

Livada ve Assimakopoulos (2007), çalışmalarında Yunanistan'a iyi bir şekilde yayılmış olan 23 istasyona ait toplam 51 yıllık aylık toplam yağış verilerini bölgenin kuraklığının belirlenmesinde kullanmışlardır. 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçekleri için SYİ yöntemiyle kuraklık analizi yapmışlardır. Çalışma sonucunda, hafif ve orta dereceli kuraklığın 3 ve 6 aylık zaman ölçekleri için kuzeyden güneye ve batıdan

doğuya doğru azaldığını, çok kurak dereceli kuraklık sınıfının ise ülkenin güneyinde daha sık yaşandığını belirlemişlerdir.

Khalili ve ark. (2011), çalışmalarında İran'daki farklı iklim koşullarına sahip 10 istasyonda 3 ve 6 aylık zaman ölçeklerinde kuraklığın belirlenmesine SYİ ve RDI yöntemlerinin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, her iki yönteminde benzer sonuçlar gösterdiği ancak tarımsal faaliyetler için yapılmak istenen kuraklık analizlerinde RDI yönteminin uygulanabilirliğinin daha iyi olduğunu belirlemişlerdir.

Cheval ve ark. (2014), Romanya için 1961-2010 yılları arasında meteorolojik kuraklığın mekânsal ve zamansal değişimlerini belirlemek için SYİ yöntemini uygulamışlardır. Kuraklığın süresini, yoğunluğunu, büyüklüğünü ve sıklığını belirlemek için 124 istasyondan alınan yağış verilerini kullanarak 1 ve 3 aylık SYİ değerlerini hesaplamışlardır. Bu çalışma sonucunda, büyük ölçekli atmosferik sirkülasyonun kışın, termodinamik faktörlerin ise yazın kuraklıkta ana etkenler olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kisi ve Ay (2014), çalışmalarında Türkiye Kızılırmak Havzası'nda bulunan 5 adet istasyona ait debi ve su parametreleri için Mann-Kendall (MK) testi ve Şen (2012) yöntemi ile trend analizi etmişler ve farklı yöntem kullanılarak elde edilen trend analizi sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, debi ve su kalitesi eğilimini tespit etmede MK testine göre Şen yönteminin uygulanabilirliğinin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Mahajan ve Dodamani (2015), Hindistan'ın Maharashtra Bölgesi'nde 59 istasyona ait 1960-2012 yılları arasındaki aylık yağış verilerini kullanarak farklı zaman ölçekleri için çeşitli kuraklık yöntemleriyle (SYİ, Normal Yağış Yüzdesi-NYİ) kuraklık analizi yapmışlardır. Daha sonra MK testi ve Şen yöntemine göre kuraklık indis değerlerinin trendini belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda, SYİ yöntemi ile yapılan kuraklık analizinin diğer kuraklık yöntemlerine kıyasla çoklu zaman ölçeklerine daha duyarlı olduğunu ve zaman ölçeğinin büyümesiyle anlamlı trende sahip istasyon sayısının arttığını belirlemişlerdir. Bunun yanında, elde edilen

sonuçlardan, incelenen alanın %63'ünden fazla bir kısmında Muson öncesi yağışlarda olumsuz bir eğilim olduğunu belirlenmiştir.

DabanlI ve ark. (2016), çalışmalarında Türkiye'de bulunan Ergene Havzası'na ait sıcaklık, nem, akım ve yağış parametrelerinin trend analizini MK testi ve ITA yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmişler ve iki farklı trend yönteminin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, bazı parametrelerde MK ile tespit edilemeyen eğilimin ITA yöntemi ile belirlenebildiği ve ITA yöntemi ile "çok düşük" ve "çok yüksek" olarak sınıflandırılan durumların, gelecekteki kuraklık ve taşkın durumlarına dikkat çekmek açısından önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Zhou ve Liu (2016), çalışmalarında 1957 ile 2014 yılları arasında Çin'de bulunan 13 yağış istasyonuna ait aylık yağış verileriyle, yağış ortalaması ve SYİ indis değerlerinin ortalaması gibi iki şema ile bölgenin kuraklık analizini yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda, yağış ortalama şemasının SYİ şemasına göre daha fazla hata oranına sahip olduğunu ve bölgesel olarak meteorolojik kuraklık analizlerinde SYİ yönteminin daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Yagoub ve ark. (2017), 1960-2013 yılları arasındaki Sudan ve Güney Sudan'da yer alan 25 istasyondaki yağış verilerini kullanarak 1, 3, 12, 24, 36 ve 48 aylık zaman ölçeklerinde SYİ yöntemini kullanarak kuraklığı değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, SYİ-12 zaman ölçeğinde birçok dönemde kuraklığın sıklıkla yaşandığını tespit etmişler ve yapılan trend çalışması sonucunda yağışların azalmasıyla artan kuraklığın bitki örtüsü ve hayvansal üretimi olumsuz etkileyeceğini söylemişlerdir.

Bacanli (2017), çalışmasında Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yer alan 8 meteorolojik istasyona ait 1960-2013 dönemine ait yağış verilerini kullanarak farklı zaman ölçekleri için SYİ yöntemi ile kuraklık analizi yapmışlardır. Daha sonra SYİ indis değerlerinin eğilimlerini belirlemek için, lineer regresyon, MK ve ITA yöntemleri kullanılmıştır. SYİ sonuçlarına göre zaman ölçeği büyüdükçe kuraklık görülme sıklığının azaldığı, ancak kuraklık süresinin arttığını belirlemiştir. Lineer

regresyon analizi sonuçlarına göre tüm bölgelerde aylık yağış verilerinin eğilimi Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları için azalım göstermiştir.

Tosunoglu ve Kisi (2017), Türkiye Çoruh Nehri Havzası'nda maksimum hidrolojik kuraklık değişimi, yıllık maksimum süre ve yıllık maksimum şiddet eğilimlerini belirleyebilmek için MK, modifiyeli MK ve ITA yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, MK testi ile ele alınan istasyonlarda herhangi anlamlı bir eğilim tespit edilemezken, modifiyeli MK ve ITA yöntemleri ile 2304 nolu istasyonda yıllık maksimum şiddet verileri için ve 2321 numaralı istasyonda ise yıllık maksimum süre verileri için %10 anlamlılık düzeyinde dikkate değer bir azalma eğilimi belirlemişlerdir. Ayrıca, ITA yönteminin diğer iki yönteme göre kuraklık eğilimlerini belirleme ve su kaynakları verimli kullanılması açısından karar vericiler tarafından basit ve başarılı bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Mustafa ve Rahman (2018), çalışmalarında Ürdün'de bulunan 29 meteoroloji gözlem istasyonuna ait 37 yıllık yağış verilerini kullanarak 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçekleri için SYİ yöntemi ile kuraklığın mekânsal ve zamansal dağılımını incelemişlerdir. Daha sonra, MK testi ve lineer regresyon testleri ile kuraklığın eğilimini belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda, Ürdün'de her 2-3 yılda bir kuraklığın artan bir sıklıkla ve uzun süreli kuraklıkların ise her 15-20 yılda bir yaşandığını tespit etmişlerdir. MK testine göre anlamlı bir eğilime rastlanmadığı, ancak lineer regresyona göre kuraklık eğilimin arttığını belirlemişlerdir.

Caloiero (2018), Yeni Zelanda'daki kurak ve yağışlı dönemleri kısa (3 ve 6 ay) ve uzun (12 ve 24 ay) zaman ölçeklerinde SYİ yöntemini kullanarak belirlemiş ve ardından hesaplanan SYİ indis değerlerinin trendinin belirlenmesinde ise ITA yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ülkenin güneyindeki tarım bölgelerinde ve kuzeyindeki bazı bölgelerde kuraklığın gittikçe yükseldiği ve yağışlı dönemlerin ise azalmakta olduğunu ifade etmiştir.

Marini ve ark. (2019), İtalya Puglia Bölgesi için 1960-2013 yılları arasındaki mekânsal ve zamansal kuraklıkları, yağış verilerini baz alan SYİ ve hem yağış hem de

evapotranspirasyona dayalı olan RDI yöntemiyle belirlemişler ve bu kullanılan iki yöntemin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, zaman ölçeğinin artmasıyla iki yöntemde de kuraklığın süresinin arttığını ve kuraklık yaşanma sıklığının azaldığını belirleyerek, RDI yönteminde kullanılan potansiyel evapotranspirasyon verilerinin iki yöntem arasındaki kuraklık özelliklerini ayırt etmede önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Abeysingha ve Rajapaksha (2020), çalışmalarında Sri Lanka'da bulunan 54 istasyondan 1970-2017 yılları arasında elde edilen yağış verileri ile farklı zaman ölçeklerindeki (3, 6 ve 12 aylık) kuraklığı SYİ yöntemi ile analiz etmişlerdir. Ayrıca, SYİ değerlerinin trendinin belirlenmesinde MK ve Sen'in trend eğim metodları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, farklı tarımsal mevsimlerdeki trend oluşumu incelenmiş ve iki farklı mevsim arasında, kuraklık trendinin ciddi farklılıklar gösterdiği görülmüştür.

Yilmaz (2019), Güneydoğu Anadolu Projesi Bölgesi'nde (GAP) seçilen 9 istasyona ait (Mardin, Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Siirt, Şırnak, Gaziantep, Kilis ve Şanlıurfa) son 48 yıllık aylık yağış verilerini kullanarak, SYİ yöntemi ile 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hidrolojik kuraklıkları değerlendirmiştir. SYİ değerlerinin trendlerin belirlenmesinde MK ve ITA yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, her iki yöntemle de Mardin'e ait SYİ değerlerinin eğiliminin önemli ölçüde azaldığını tespit edilerek, tüm GAP bölgesinin merkezinin gelecekte şiddetli kuraklık yaşayabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca, bir serinin düşük, orta ve yüksek değerlerinin trendini belirlemede ITA yönteminin kullanılabilirliğine ve başarısına dikkat çekilmiştir.

Özfidaner ve Topaloğlu (2020), Türkiye Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan 3 adet istasyona ait 40 yıllık yağış verilerini kullanarak, 1 ve 12 aylık zaman ölçekleri için SYİ yöntemi ile kuraklık analizi yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda, 17261-Gaziantep istasyonunda %8 oranında çok şiddetli kuraklık yaşandığını tespit etmişlerdir.

Yüce ve Eşit (2020), çalışmalarında Ceyhan Havzası'nda bulunan 8 adet istasyona ait 1963-2016 yılları arasındaki aylık yağış verilerini kullanarak, SYİ ve Normalleştirilmiş Yağış-Buharlaşma İndeksi (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index-SPEI) yöntemleri ile kuraklık analizi yapmışlardır. Çalışma sonucunda, her iki yöntemin de "normal kuraklık" için elde edilen sonuçların benzerlik gösterdiği, ancak şiddetli kuraklık için elde edilen sonuçların ise birbirine benzer olmadığını belirlemişlerdir.

Marak ve ark. (2020), Hindistan'ın Meghalaya Bölgesi'nde yer alan iki önemli havza (Umiam, Umtru) için 1901'den 2018 yılına kadar Hindistan Meteoroloji Departmanından elde edilen yağış verilerini kullanarak zamansal ve mekânsal yağış değişimlerini ITA yöntemi ile incelemişlerdir. Daha sonra ITA yönteminin doğruluğunu kontrol etme amacıyla MK testi ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçların genelde benzer olduğu, ancak bazı trendleri tespit etmede ITA yönteminin daha duyarlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Wang ve ark. (2020), Çin'in Yangtze Nehri Deltası'nda 1961-2019 yılları arasında toplamda 14 istasyona ait yağış verilerini kullanarak ITA yöntemi ile yağışlı dönemlerin trend analizini yaparak elde edilen sonuçları, Theil-Sen yaklaşımı ve MK testi sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, ITA yöntemi ile tüm istasyonlardaki yıllık yağışta %99 güven düzeyinde önemli bir artış yaşandığını belirlemişlerdir. ITA ile elde edilen sonuçlar, çalışmada kullanılan diğer trend analizi yöntemleri ile de doğrulanmıştır.

F. Hasan (2021), çalışmasında Irak'ın kuzey bölgesinde yer alan 11 istasyona ait 49 yıllık günlük ortalama yağış verilerini kullanarak SYİ yöntemi ile 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde meteorolojik kuraklık analizi yapmıştır. SYİ analizinden sonra kuraklığın trendinin tespiti için MK testi ve ITA yöntemi kullanmıştır. Sonuçlar, seçilen istasyonların çoğunda SYİ zaman serilerinde %5 anlamlılık düzeyinde bir azalma eğilimi olduğunu ve bölgede kuraklık kategorilerine göre meteorolojik kuraklığın daha çok "hafif kurak" olarak meydana geldiğini ifade etmiştir.

Alsubih ve ark. (2021), Suudi Arabistan'ın Asir bölgesinde 1970-2017 yılları arasında meteorolojik kuraklığı 6 aylık zaman ölçeğinde hesaplamışlardır. Olası eğilimleri belirlemek amacıyla ITA, MK, Modifiyeli MK, Sıralı MK ve Morlet Dalgacık Dönüşümü yöntemlerini kullanmışlardır. Ayrıca, Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimization-PSO), makine öğrenme algoritması ve Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network-ANN) ile meteorolojik kuraklık tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, ITA ve Modifiyeli MK yöntemlerinden elde edilen sonuçlardan kuraklığın eğiliminin önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca, PSO ve ANN modeli, bölgenin 2018-2025 yıllarında orta ile aşırı kuraklıkların yaşanabileceğini belirtmişlerdir.

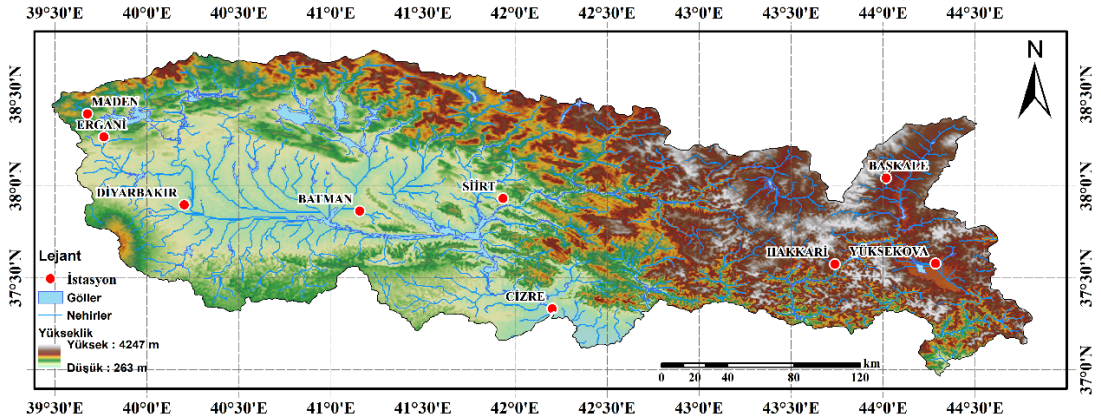
Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, tarihsel kuraklığın belirlenmesinde SYİ yönteminin dünyada ve ülkemizde sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca, farklı hidro-meteorolojik parametrelerin trendini belirlemede yaygın kullanım alanı olan ITA yönteminin, belli bir veri aralığındaki değişimi belirleme yeteneği nedeniyle kuraklık sınıflarının trendinin belirlenmesinde de kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Dicle Havzası için tarihsel meteorolojik kuraklık şiddetlerinin trendinin belirlenmesinde ITA yönteminin kullanılması ile ilgili çalışma bulunmamaktadır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Bu tez çalışmasında, doğum noktası Türkiye'den başlayarak birçok kola ayrılan ve yaklaşık uzunluğu 1900 km olan Dicle Nehri'nin oluşturduğu Türkiye'nin önemli havzalarından biri olan Dicle Havzasında bulunan 17210-Siirt, 17280-Diyarbakır, 17282-Batman, 17285-Hakkâri, 17846-Maden, 17847-Ergani, 17880-Başkale, 17920-Yüksekova, 17950-Cizre olmak üzere, toplam 9 meteoroloji gözlem istasyonuna ait ve MGM'den elde edilen aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Ele alınan istasyonlara ait coğrafi bilgiler, ölçüm aralığı, aylık ve yıllık ortalama, minimum ve maksimum değerler Çizelge 3. 1'de verilmiştir. Kullanılan bu veri setleri en az 40 en fazla ise 88 yıllık sürekli verilere sahiptirler. En yüksek uzun yıllar ortalama toplam yağış Maden istasyonunda 823.32 mm olarak meydana gelirken, en düşük uzun yıllar ortalama toplam yağış değeri de 447.36 mm ile Başkale istasyonunda olmuştur.



Şekil 3. 1.Çalışma Alanı

Çizelge 3. 1. Tüm istasyonlara ait coğrafi bilgileri ölçüm aralığı ve verilerin istatistikleri

İstasyon	Koorinat (K)	Koordinat (D)	Ölçüm Aralığı	Par.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu	Eyl.	Ekim	Kas.	Ara.	Yıllık Top.
				Ort	95.1	96.81	109.50	103.36	62.86	8.32	1.64	0.87	4.70	49.17	80.55	95.83	708.7
SİİRT	37.9319	41.9354	1945-2019	**Min**	9.30	16.70	13.20	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	430.8
				Max	240	359.2	271.3	359.2	291.1	36.60	22.20	13.9	48.2	264.0	231.6	333.8	1228
				Ort	71.8	68.80	65.27	68.92	42.46	8.69	0.85	0.53	4.51	32.86	55.55	71.89	492.1
D.Bakır	37.8973	40.2027	1929-2020	**Min**	0.70	12.70	1.50	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	*206.2*
				Max	189	151.8	210.3	209.0	182.2	47.80	7.40	9.50	68.2	148.1	175.3	237.0	775.4
				Ort	61.0	64.84	74.29	74.70	46.62	7.49	0.68	0.72	3.68	32.46	56.13	62.34	484.94
Batman	37.8636	41.1562	1959-2019	**Min**	5.60	13.10	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.50	240.10
				Max	128.	149.9	259.4	193.9	192.3	35.40	7.40	13.7	38.1	121.7	146.8	196.2	820.80
				Ort	90.1	103.8	122.0	126.1	76.40	18.97	4.08	2.92	7.49	66.31	86.48	98.99	803.57
Hakkâri	37.5745	43.7388	1961-2019	**Min**	17.6	20.80	13.40	0.00	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	11.50	450.30
				Max	229.4	295.0	294.6	366.8	690.6	210.4	37.60	25.9	43.0	215.8	206.6	342.4	*1359.5*
				Ort	133	117.6	107.0	94.73	59.47	12.00	2.31	1.58	7.62	59.64	91.44	136.8	823.32
Maden	38.3924	39.6757	1980-2019	**Min**	0.00	1.00	8.80	4.10	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	0.00	0.00	284.80
				Max	353	261.5	256.0	250.0	243.6	43.90	22.00	11.5	56.0	188.7	218.0	474.6	1332.4
				Ort	120	105.4	101.9	88.90	52.92	10.85	0.87	1.56	5.65	51.10	82.26	123.7	744.90
Ergani	38.267	39.766	1965-2019	**Min**	0.20	5.60	7.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.10	432.00
				Max	297	262.6	250.5	233.2	210.7	69.30	9.00	20.4	59.6	165.1	232.2	400.8	1351.9
				Ort	35.6	42.04	60.08	72.87	58.92	26.56	15.84	10.1	8.27	35.59	42.63	38.95	447.36
Başkale	38.0435	44.0173	1959-2019	**Min**	5.20	7.20	12.20	12.60	3.80	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	251.90
				Max	105	97.20	156.5	273.1	669.2	121.4	181.8	73.1	44.1	106.3	114.3	263.3	1110.7
				Ort	89.0	98.80	114.8	113.6	56.71	13.50	6.68	5.61	6.55	53.23	76.67	96.23	731.32
Yüksekova	37.5785	44.2862	1965-2019	**Min**	9.00	11.20	16.30	17.80	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	405.40
				Max	260	302.9	348.0	269.7	194.2	82.30	29.90	60.2	60.5	186.0	232.9	353.0	1226.3
				Ort	112	111.5	100.8	82.94	35.34	3.38	0.59	0.11	1.74	29.65	63.98	112.4	654.12
Cizre	37.3326	42.2027	1962-2019	**Min**	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	230.00
				Max	268	293.4	283.2	395.6	179.4	21.10	9.60	2.00	20.0	146.4	191.2	452.7	1165.5

3.2. Yöntem

3.2.1. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ)

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) yağış verilerinden bir istasyonda meydana gelen tarihsel kuraklıkları belirlemek için McKee ve ark. (1993) tarafından önerilmiş ve ülkemizde ve dünyada sıklıkla kullanılmaktadır (Dashtpagerdi ve ark., 2015; Gumus ve Algin, 2017). Bu yöntem, birikimli yağış verilerini gamma olasılık yoğunluk fonksiyonuna uydurma işlemi yapmakta ve sonrasında Denklem 3.1'de verildiği gibi aylık yağışların yağış ortalaması arasındaki farkın standart sapmaya oranı ile elde edilmektedir.

$$SY\dot{I} = \frac{P_{ij} - P_{im}}{\sigma_p} \tag{3.1}$$

Burada; P_{ij}, i. yağış istasyonundaki j. gözlemdeki aylık yağışı, P_{im}, uzun dönemli yağış ortalamasını ve σ_p standart sapmayı ifade etmektedir. Normalize edilerek boyutsuzlaştırılan SYİ değerinin; negatif olması kurak, pozitif olması ise yağışlı olarak ifade edilir. SYİ değerlerinin ardışık olarak negatif olması ise kurak dönem olarak

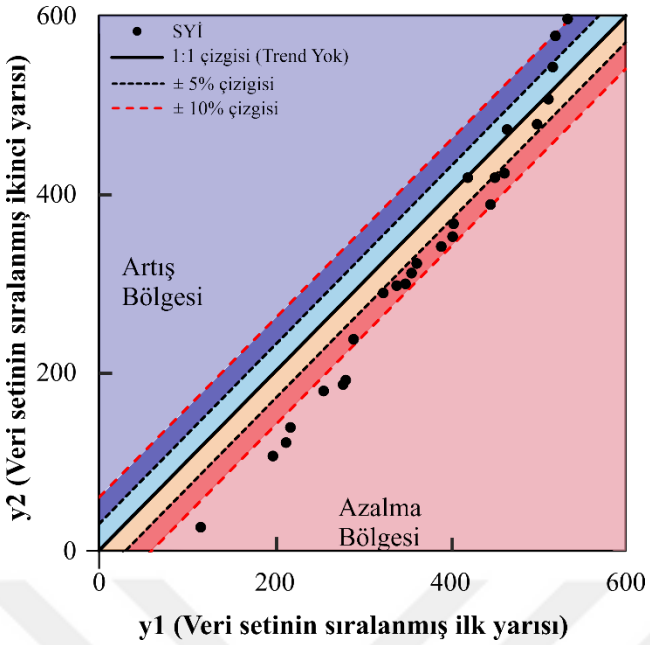
tanımlanır. SYİ metodunda aylık yağış veri setleri en az 30 yıllık kesintisiz dönem için düzenlenir ve SYİ yöntemi ile kuraklık şiddeti Çizelge 3. 2'da gösterilen kategorilere göre sınıflandırılabilmektedir (McKee ve ark., 1993; Gumus ve Algin, 2017). Bu tablodaki kısaltmalar uluslararası literatürde genel olarak kullanılan kısaltmalar olduğundan bu çalışma kapsamında da bu kısaltmalar kullanılmıştır.

Çizelge 3. 2. SYİ değerlerinin sınıflandırılması

SYİ Değerleri	**Kuraklık Sınıfları**	**Uluslararası Kısaltma**
2.0 > SYİ	Aşırı yağışlı	EW
1.5 < SYİ ≤ 2.0	Çok yağışlı	SW
1.0 < SYİ≤ 1.5	Orta yağışlı	MoW
0< SYİ≤ 1.0	Hafif Yağışlı	MW
-1.0 < SYİ≤ 0	Hafif Kurak	MD
-1.5 < SYİ≤ -1.0	Orta kurak	MoD
-2.0 < SYİ ≤-1.5	Çok kurak	SD
-2.0 ≥ SYİ	Aşırı kurak	ED

3.2.2. Yenilikçi Şen Yöntemi (Innovative Trend Analysis-ITA)

Yenilikçi Şen Yöntemi (Innovative Trend Analysis-ITA) Şen (2012) tarafından önerilmiştir. Bu yöntemde ilk olarak ölçümü alınan zaman serisi, ölçüm başlangıç tarihinden son ölçüm tarihine doğru sıralanır ve ilk tarihten itibaren iki eşit parçaya bölünür. Oluşturulan bu iki zaman serisi kendi içlerinde küçükten büyüğe doğru sıralanır. Şekil 3.2'de görüldüğü gibi, sıralanan zaman serilerinin ilki *x* eksenine (y1), ikinci zaman serisi ise *y* eksenine yerleştirilir (y2). Grafik üzerinde 1:1 (45˚) çizgisi oluşturularak, verilerin bu çizgi üzerindeki dağılımına göre trend varlığı değerlendirilir.



Şekil 3. 2. ITA yöntemine göre trend meydana gelme durumu

ITA yönteminde, veriler 1:1 çizgisinin üzerinde bir dağılım gösteriyorlar ise trendin olmadığı, çoğunlukla çizginin alt kısmında yer alıyorlar ise azalan yönde bir trend, üstünde yer almaları durumunda ise artan yönde bir trend olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Bu çalışmada, ITA ile trendin varlığı, dağılım grafiğinde yer alan verilerin çoğunun çizgi üzerinde olması durumunda "trend yok", ±%5 ile 1:1 çizgisi aralığındaysa "zayıf trend var", ±%5-10 aralığındaysa "güçlü trend var", verilerin çoğunun ±%10 çizgisini aşması durumu ise "çok güçlü trend var" olarak değerlendirilmiştir.

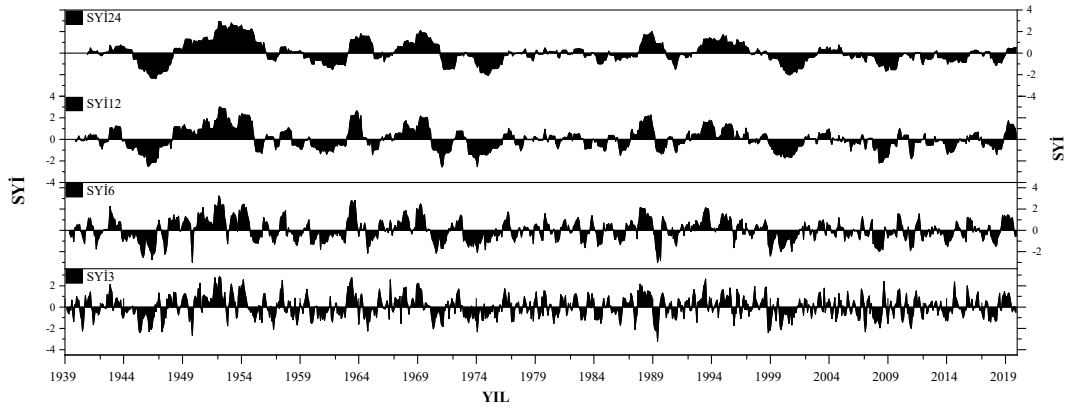
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kuraklık Analizi

Bu çalışmada, SYİ yöntemi ile en az 39, en çok 91 yıllık yağış veri setleri kullanılarak toplam 9 farklı istasyona ait 3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık analizleri yapılmıştır. Daha sonra SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24 indis değerleri için zamansal dağılımlar, yağışlı/kurak dönem oluşma yüzdeleri ve kuraklık sınıflarına göre dağılım yüzdeleri belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda elde edinilen bulgular aşağıda verilmiştir.

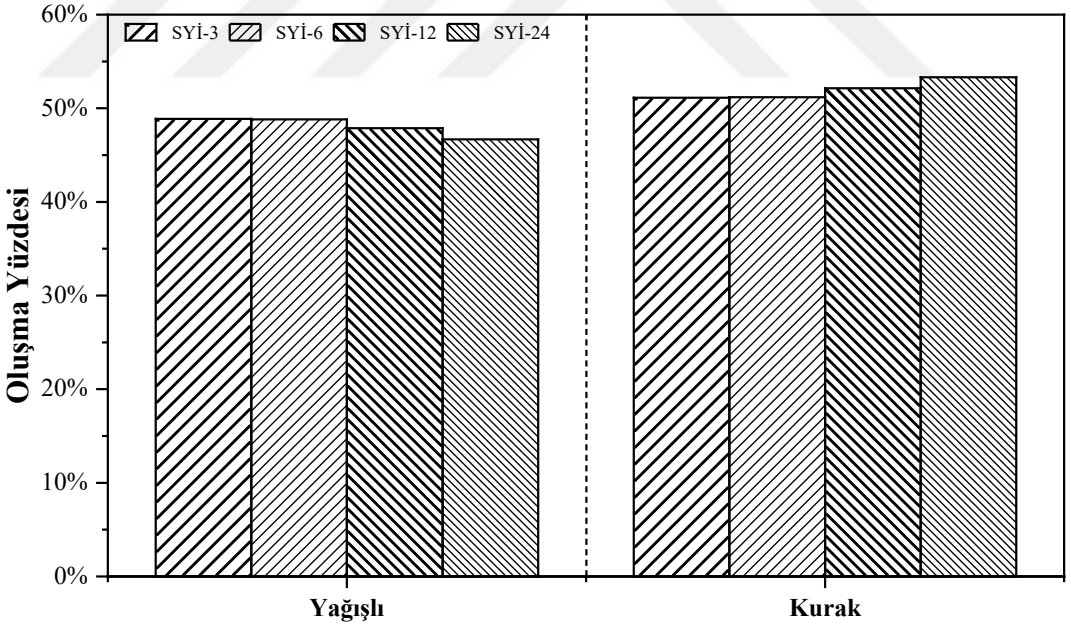
4.1.1. 17210-Siirt İstasyonu Kuraklık Analizi

Şekil 4. 1'de, 3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçekleri için 17210-Siirt istasyonu 1939-2019 yılları arasındaki kuraklık indis değerleri SYİ yöntemi ile hesaplanmıştır. SYİ-3 için en uzun iki kurak dönem Kasım 1944 – Ağustos 1946 ve Ekim 1999 - Nisan 2001 dönemleri arasında sırasıyla 22 ve 19 ay olarak sürmüştür, SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri ise Haziran 1989 tarihinde -3.20 olarak belirlenmiştir. Altı aylık (SYİ-6) değerleri için en uzun süren kurak dönemler Kasım 1943 - Ekim 1946 tarihleri arasında 36 ay, Aralık 1972 - Ağustos 1975 tarihleri arasında ise 33 ay olarak iki farklı dönemde meydana gelirken bu zaman ölçeğinde hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri -3.00 olarak Kasım 1949 tarihinde bulunmuştur. SYİ-12 için en uzun kurak dönemlerin 52 ay ve 37 ay olarak sırasıyla Kasım 1943 - Şubat 1948 ve Mart 1973 - Mart 1976 dönemleri arasında oluştuğu görülmüştür. Maksimum kuraklık indis değeri Şubat 1971 tarihinde -2.56 olarak hesaplanmıştır. SYİ-24 için en uzun süren kurak dönemler Kasım 2006 - Nisan 2011 tarihlerinde 54 ay, Ekim 1998 - Ocak 2003 tarihlerinde 52 ay sürmüştür. SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri Ekim 1946 tarihinde -2.37 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 1. 17210-Siirt istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları

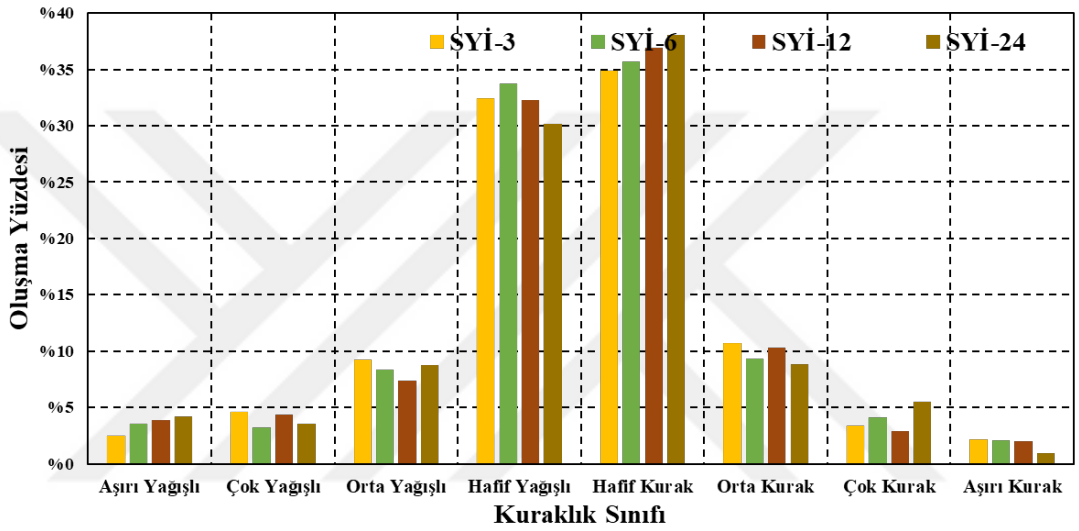
17210-Siirt istasyonunda farklı zaman ölçeklerine göre belirlenen SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24 aylık kuraklık indis değerlerinin kurak-yağışlı olarak oluşma oranları Şekil 4. 2'de gösterilmiştir. SYİ-3 ve SYİ-6 indis değerlerinde kurak ve yağışlı dönem oluşma yüzdeleri birbirlerine çok yakın olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca SYİ indis değerleri büyüdükçe kurak dönem oluşma yüzdelerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 4. 2. 17210-Siirt istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri

Çizelge 3. 2'de belirtilen kuraklık sınıflarına göre, 17210-Siirt istasyonundaki farklı zaman ölçeklerine göre hesaplanan indis değerlerinin oluşma yüzdeleri Şekil 4. 3'te gösterilmiştir. Buna göre SYİ-3'te en yüksek Orta Yağışlı (9.28) ve Çok Yağışlı

(4.64) durumlar ile Orta Kurak (10.72) ve Aşırı Kurak (2.16) durumların olduğu gözlemlenirken en düşük Aşırı Yağışlı (2.47) ve Hafif Kurak (34.85) durumlar yine bu indis değerinde görülmüştür. SYİ-6 indis değerinde ise en düşük Çok Yağışlı durum (3.21) en yüksek ise Hafif Yağışlı durum (33.71) meydana gelmiştir. Aşırı Kurak durumda SYİ-24 indis değerinin en düşük olduğu görülürken diğer indis değerlerinin ise birbirlerine yakın olduğu tespit edilmiştir. Hafif Kurak (38.04) ve Çok Kurak (5.48) durumların ise yine bu indis değerlerinde en yüksek olduğu belirlenmiştir.

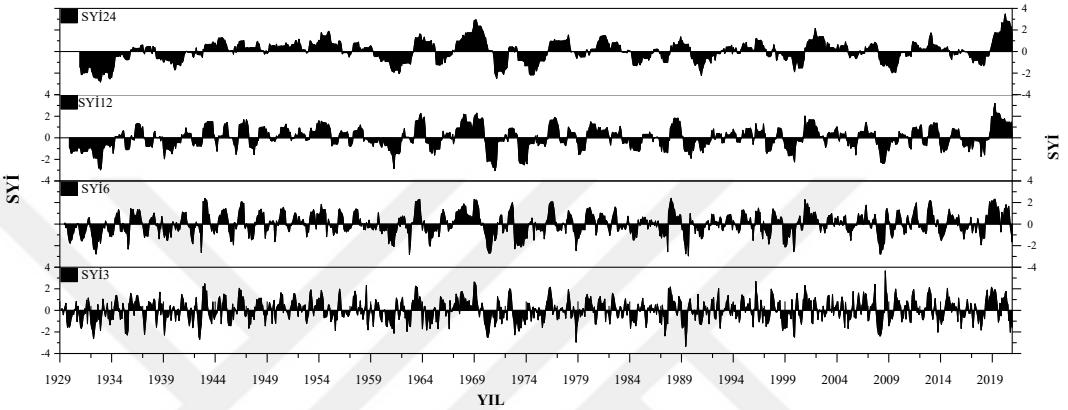


Şekil 4. 3. 17210-Siirt istasyonuna ait SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri

4.1.2. 17280-Diyarbakır İstasyonu Kuraklık Analizi

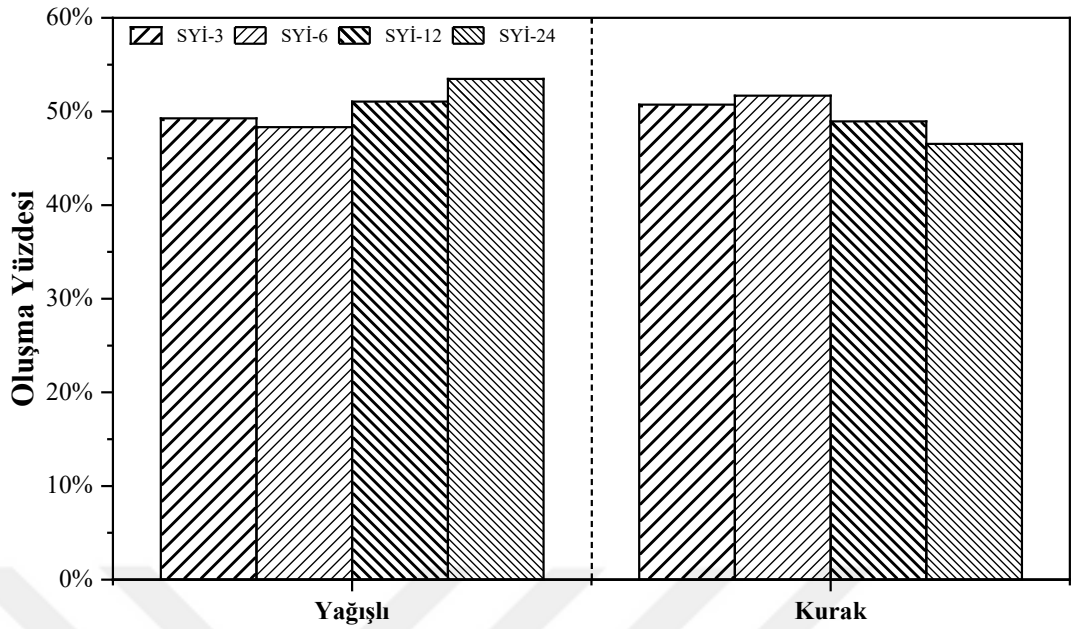
17280-Diyarbakır istasyonunda 1929-2020 yılları arasında farklı zaman ölçeklerindeki SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24 için hesaplanan kuraklık indis değerleri Şekil 4. 4'te gösterilmiştir. SYİ-3 için en uzun iki kurak dönem Eylül 1972 - Şubat 1974 ve Aralık 1969 - Mart 1971 dönemleri arasında sırasıyla 18 ve 16 ay olarak sürmüştür, SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri ise Haziran 1989 tarihinde -3.34 olarak belirlenmiştir. Altı aylık (SYİ-6) değerleri için en uzun süren kurak dönemler Aralık 1959 – Ağustos 1961 tarihleri arasında 21 ay, Aralık 1931 – Mayıs 1933 tarihleri arasında ise 18 ay olarak iki farklı dönemde meydana gelirken bu zaman ölçeğinde hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri -2.94 olarak Eylül 1989 tarihinde bulunmuştur. SYİ-12 için en uzun kurak dönemlerin 53 ay ve 34

ay olarak sırasıyla Aralık 1929 – Nisan 1934 ve Aralık 2015 – Eylül 2018 dönemleri arasında oluştuğu görülmüştür. Maksimum kuraklık indis değeri Ocak 1971 tarihinde -3.05 olarak hesaplanmıştır. SYİ-24 için en uzun süren kurak dönemler Aralık 1930 - Ekim 1935 tarihlerinde 59 ay, Nisan 1959 – Şubat 1963 tarihlerinde 47 ay sürmüştür. SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri Aralık 1932 tarihinde -2.84 olarak belirlenmiştir.



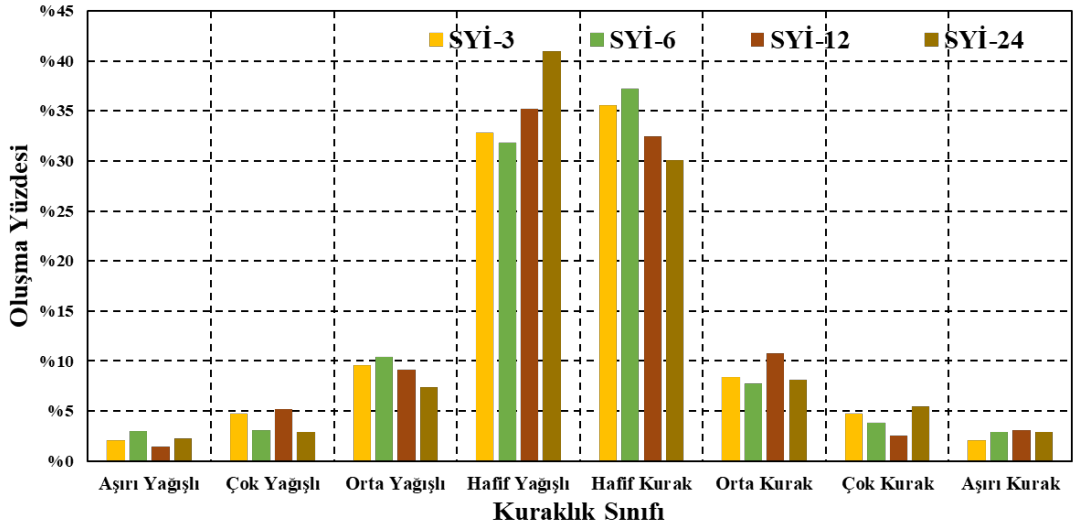
Şekil 4. 4. 17280-Diyarbakır istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları

Şekil 4. 5'te, farklı zaman ölçeklerine göre 17280-Diyarbakır istasyonunda hesaplanan kuraklık indis değerlerinin (SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12, SYİ-24) kurak-yağışlı olarak oluşma oranları gösterilmiştir. SYİ-3 ve SYİ-6 indis değerleri için oluşma yüzdelerinin birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Kurak dönem oluşma yüzdesinin SYİ-6 için en yüksek (%52) SYİ-24 için ise en düşük (%47) olduğu tespit edilmiştir. SYİ-6 durumu dışında indis değerleri büyüdükçe kurak dönem oluşma yüzdelerinin azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4. 5. 17280-Diyarbakır istasyonu için meydana gelen yağışlı / kurak dönem yüzdeleri

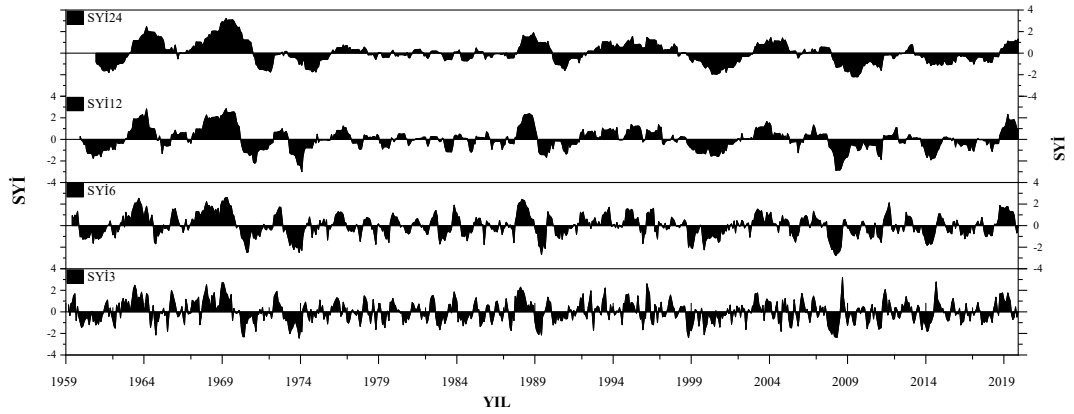
Şekil 4. 6'da, 17280-Diyarbakır istasyonunda farklı zaman ölçekleri için hesaplanan indis değerlerinin oluşma yüzdeleri Çizelge 3. 2'de belirtilen kuraklık sınıflarına göre gösterilmiştir. Buna göre SYİ-3 indis değerinde Aşırı Kurak oluşma yüzdesinin en düşük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek Aşırı Kurak ve Orta Kurak durumları oluşma yüzdelerini ile en düşük Çok Kurak durum oluşma yüzdesinin SYİ-12 indis değerinde meydana geldiği belirlenmiştir. SYİ-6 indis değerinde Aşırı Yağışlı, Orta Yağışlı ve Hafif Kurak durumları en yüksek, Orta Kurak durumu ise en düşük olarak meydana gelmiştir. En düşük Orta Yağışlı ve Hafif Kurak durumları oluşma yüzdeleri SYİ-24 indis değerinde belirlenmiştir.



Şekil 4. 6. 17280-Diyarbakır istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri

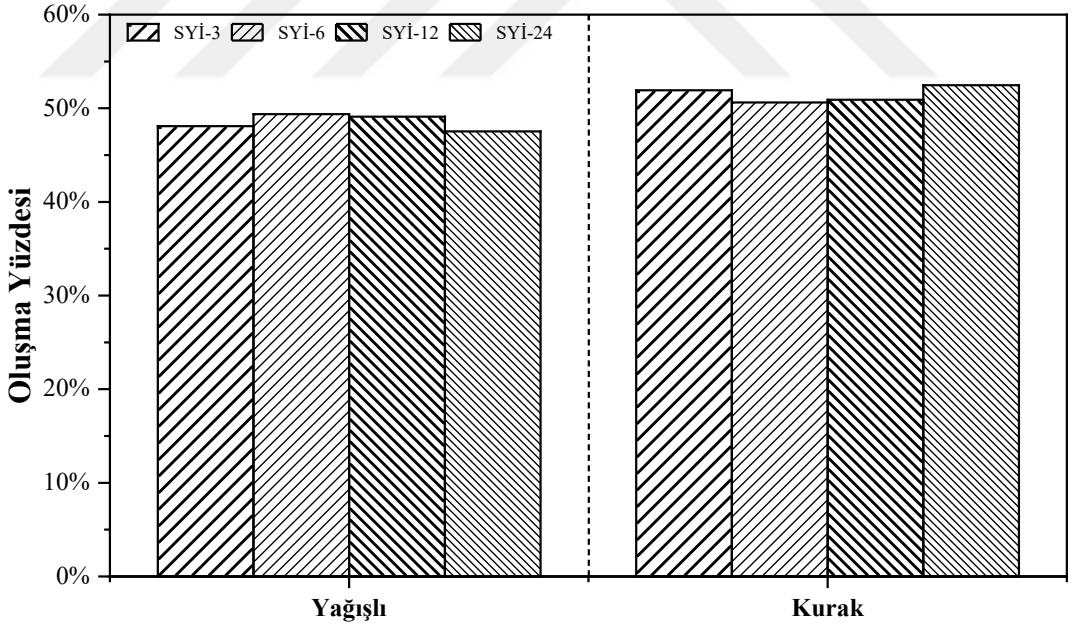
4.1.3. 17282-Batman İstasyonu Kuraklık Analizi

Şekil 4. 7'te, 1959 - 2019 yıllarında 17282-Batman istasyonu için 3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indis değerleri SYİ yöntemi ile hesaplanarak gösterilmiştir. SYİ-3 için en uzun iki kurak dönem Aralık 1972 - Şubat 1974 ve Mart 1970 - Mayıs 1971 dönemleri arasında 15'er ay olarak sürmüştür, SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri ise Aralık 1973 tarihinde -2.43 olarak belirlenmiştir. Altı aylık (SYİ-6) değerleri için en uzun süren kurak dönemler Kasım 1959 – Ağustos 1961 tarihleri arasında 22 ay, Aralık 1969 - Ağustos 1971 tarihleri arasında ise 21 ay olarak iki farklı dönemde meydana gelirken bu zaman ölçeğinde hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri -2.78 olarak Nisan 2008 tarihinde bulunmuştur. SYİ-12 için en uzun kurak dönemlerin 42 ay ve 39 ay olarak sırasıyla Kasım 2007 - Nisan 2011 ve Ekim 1998 - Aralık 2001 dönemleri arasında oluştuğu görülmüştür. Maksimum kuraklık indis değeri Şubat 1974 tarihinde -3.00 olarak hesaplanmıştır. SYİ-24 için en uzun süren kurak dönemler Mayıs 2013 - Eylül 2018 tarihlerinde 65 ay, Ocak 2008 – Eylül 2012 tarihlerinde 57 ay sürmüştür. SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri Haziran 2009 tarihinde -2.19 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 7. 17282-Batman istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları

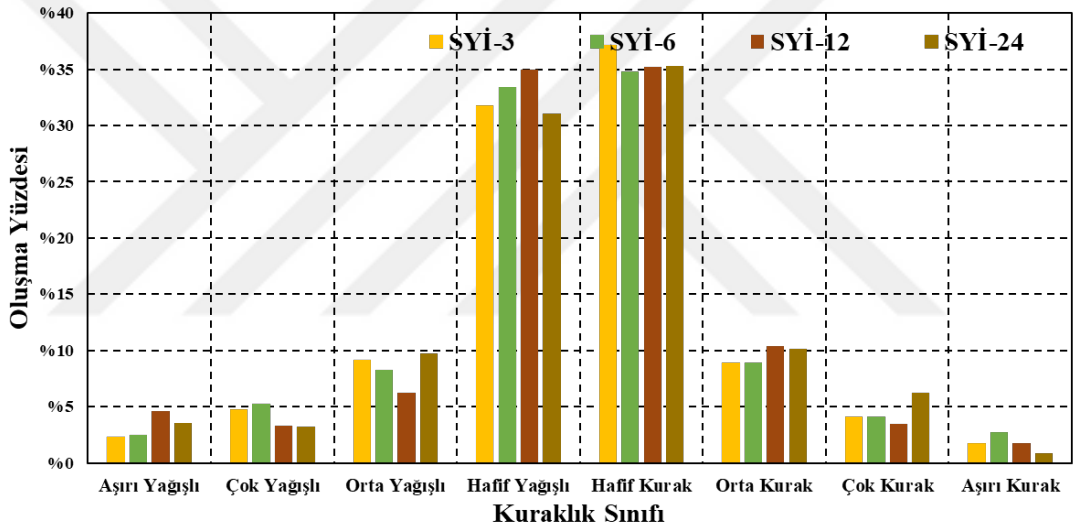
17282-Batman istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde belirlenen kuraklık indis değerlerinin kurak-yağışlı olarak oluşma oranları Şekil 4. 8'de gösterilmiştir. SYİ-3 ve SYİ-24 indis değerleri için kurak dönem oluşma yüzdelerinin diğerlerine kıyasla daha yüksek olduğu (%52) belirlenirken SYİ-6 ve SYİ-12 indis değerleri için oluşma yüzdelerinin %50 civarında ve aynı olduğu görülmüştür.



Şekil 4. 8.17282-Batman istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri

3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçekleri için hesaplanan indis değerlerinin Çizelge 3. 2'de belirtilen kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri Şekil 4. 9'da gösterilmiştir. Buna göre SYİ-3 indis değerinde Hafif Kurak durumun en yüksek

olduğu (%37.12) görülürken yine bu indis değerinde en düşük durumların Aşırı Yağışlı (2%.33) ve Orta Kurak (%8.90) durumlar olduğu belirlenmiştir. SYİ-6'da Aşırı Kurak (%2.75) ve Çok Yağışlı (%5.23) durumların en yüksek olduğu belirlenmiş, en düşük ise Hafif Kurak (%34.80) durumun meydana geldiği görülmüştür. Hafif Yağışlı (%34.95), Aşırı Yağışlı (%4.58) ve Orta Kurak (%10.40) durumun en yüksek olduğu durumlar SYİ-12 indis değerinde gözlemlenirken yine bu indis değerindeki en düşük durumlar ise Orta Yağışlı (%6.24) ve Çok Kurak (%3.47) durumlarıdır. SYİ-24 indis değerlerinde en yüksek Çok Kurak (%6.21) durum, en düşük ise Aşırı Kurak (%0.85) durumun olduğu belirlenmiştir.

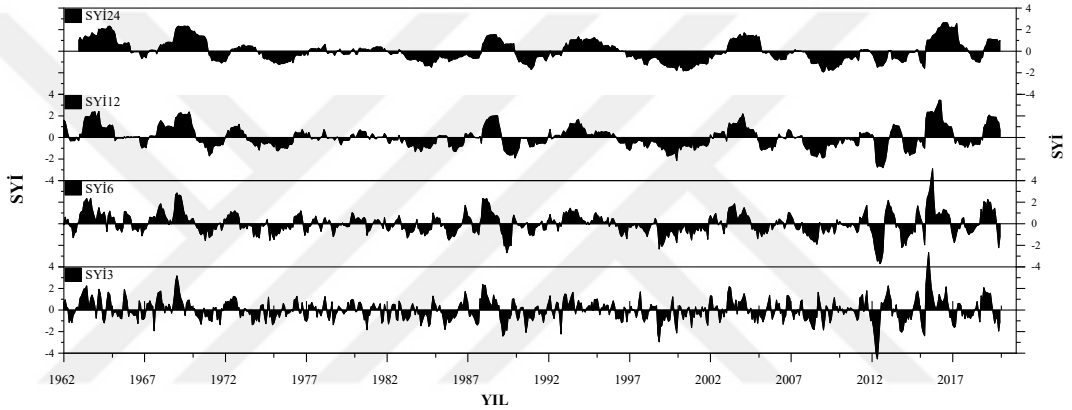


Şekil 4. 9. 17282-Batman istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri

4.1.4. 17285-Hakkâri İstasyonu Kuraklık Analizi

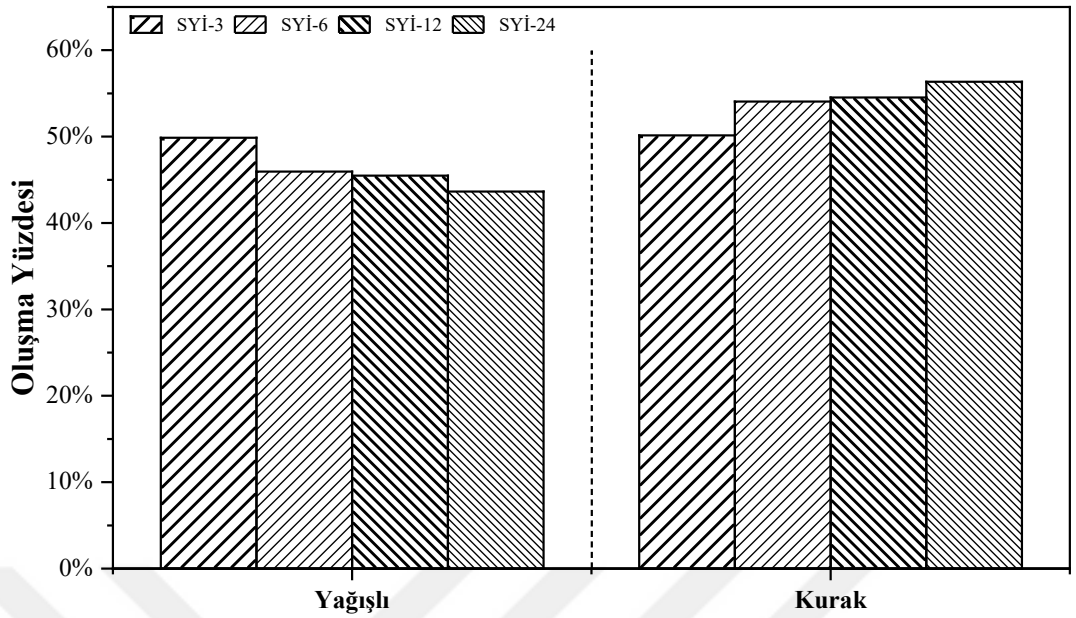
1961-2019 yılları arasında 17285-Hakkâri istasyonu için SYİ yöntemi ile kuraklık analizi yapılmıştır. Şekil 4. 10'da, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık farklı zaman ölçekleri için kuraklık indis değerleri gösterilmiştir. Buna göre, SYİ-3 için en uzun iki kurak dönem Mayıs 1985-Mayıs 1986 ve Ağustos 2013-Temmuz 2014 dönemleri arasında sırasıyla 13 ve 12 ay olarak sürmüştür, SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri ise Mart 2012 tarihinde -4.53 olarak belirlenmiştir. Altı aylık (SYİ-6) indis değerleri için en uzun süren kurak dönemler Eylül 1998-Nisan

2000 tarihleri arasında 20 ay, Ağustos 1974-Şubat 1976 tarihleri arasında ise 19 ay olarak iki farklı dönemde meydana gelirken bu zaman ölçeğinde hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri -3.71 olarak Şubat 2012 tarihinde bulunmuştur. SYİ-12 için en uzun kurak dönemlerin 69 ay ve 42 ay olarak sırasıyla Nisan 1996-Aralık 2001 ve Ekim 2007-Mart 2011 dönemleri arasında oluştuğu görülmüştür. Maksimum kuraklık indis değeri Ekim 2011 tarihinde -2.81 olarak hesaplanmıştır. SYİ-24 için en uzun süren kurak dönemler Kasım 1996-Ocak 2003 tarihlerinde 75 ay, Aralık 1982-Kasım 1987 tarihlerinde 60 ay sürmüştür. SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri Şubat 2007 tarihinde -1.94 olarak belirlenmiştir



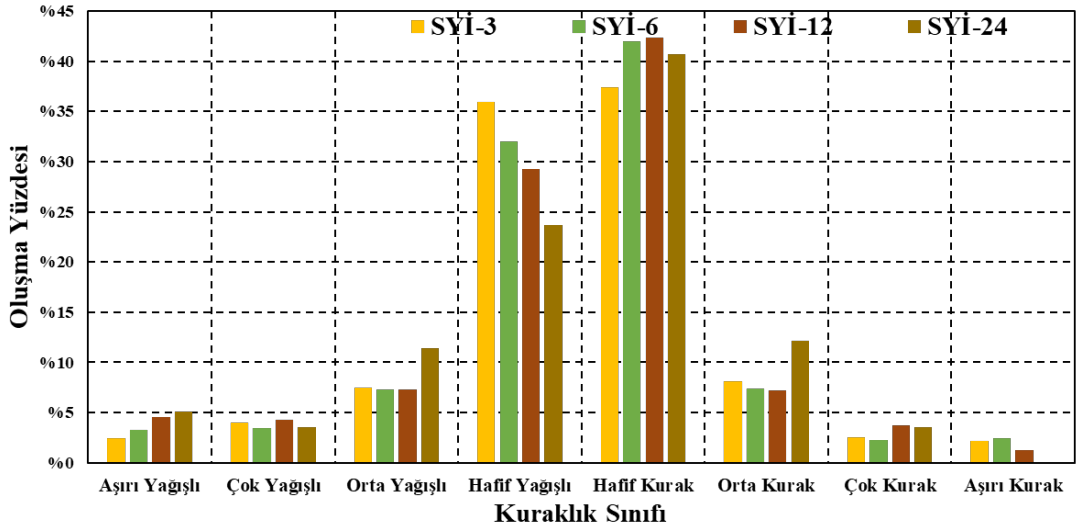
Şekil 4. 10. 17285-Hakkâri istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları

Farklı zaman ölçeklerine göre 17285-Hakkâri istasyonu için belirlenen kuraklık indis değerlerinin kurak-yağışlı olarak oluşma oranları Şekil 4. 11'de gösterilmiştir. SYİ-3 için yağışlı dönem oluşma yüzdesi %50 iken SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24 için yağışlı dönem oluşma yüzdesi %45 civarında olmaktadır. Buna göre, SYİ değerleri büyüdükçe yağışlı dönem oluşma yüzdesinin giderek azaldığı kurak dönem oluşma yüzdesinin ise arttığı görülmektedir.



Şekil 4. 11.17285-Hakkâri istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri

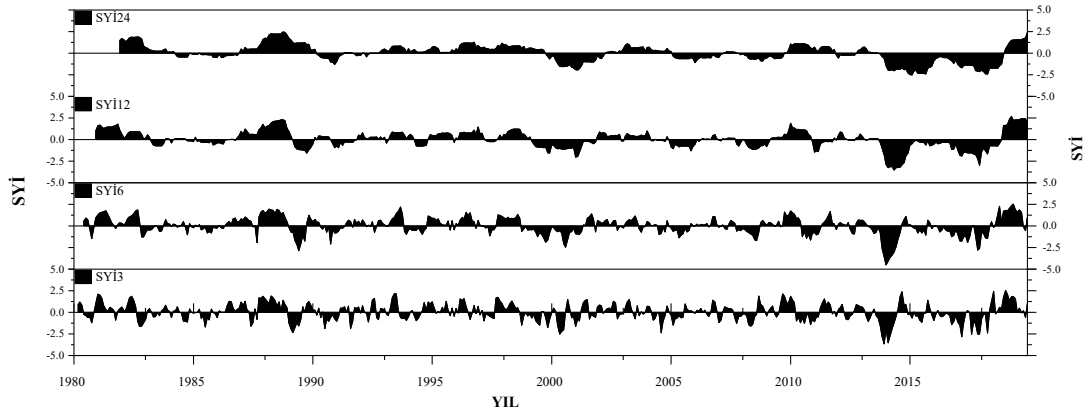
Çizelge 3. 2'de belirtilen kuraklık sınıflarına göre farklı zaman ölçekleri için hesaplanan indis değerlerinin oluşma yüzdeleri Şekil 4. 12'te gösterilmiştir. Buna göre SYİ-3 için en yüksek Hafif Yağışlı durum oluşma yüzdesi (%35,98) oluşmakta iken en düşük Hafif Kurak (%37,39) ve Aşırı Yağışlı (%2,41) durumları oluşma yüzdesi yine bu indis değerinde olmuştur. Aşırı Kurak durum oluşma yüzdesinin en yüksek değeri (%2,42) SYİ-6'da görülmektedir. SYİ-12 için Hafif Kurak (%42,32) ve Çok Yağışlı (%4,30) durumlarının oluşma yüzdeleri diğer indis değerlerine göre daha yüksek iken Orta Kurak durumu oluşma yüzdesi ise yine bu zaman ölçeği için en düşük değere sahiptir. SYİ-24 indis değeri için Orta Yağışlı ve Orta Kurak durumlarının oluşma yüzdeleri diğerlerine göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 12. 17285-Hakkâri istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri

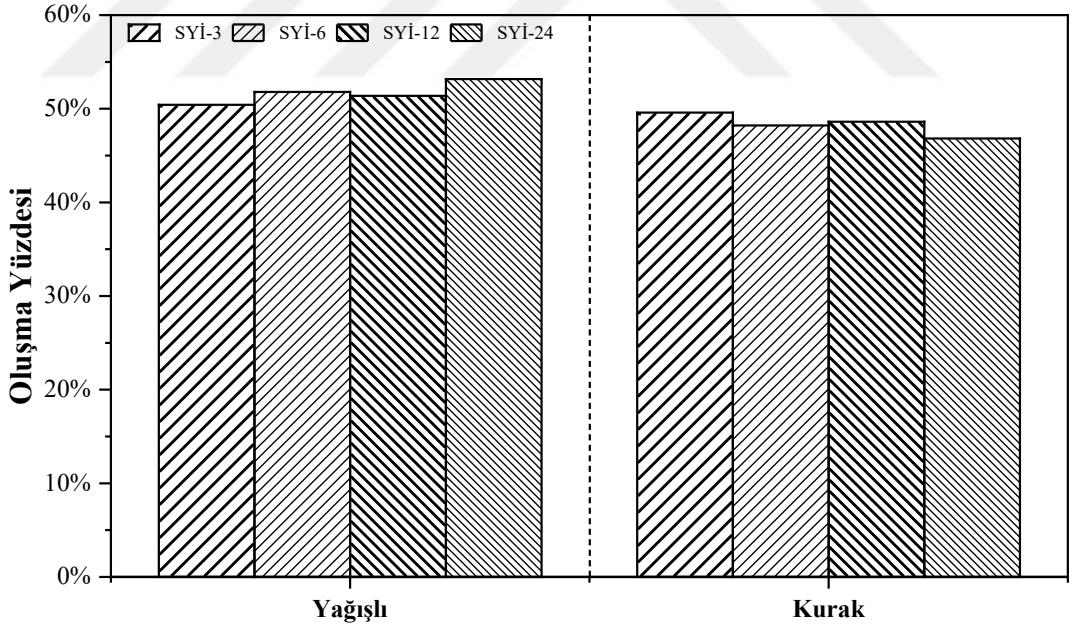
4.1.5. 17846-Maden İstasyonu Kuraklık Analizi

Şekil 4. 13'te, SYİ yöntemi ile 1980-2019 yılları için 17846-Maden istasyonu için kuraklık analizi 3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indis değerleri için belirlenmiştir. SYİ-3 için en uzun iki kurak dönem Nisan 2016 - Mayıs 2017 ve Eylül 2007 – Ağustos 2008 dönemleri arasında sırasıyla 14 ve 12 ay olarak sürmüştür, SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri ise Aralık 2013 tarihinde -3.66 olarak belirlenmiştir. Altı aylık (SYİ-6) değerleri için en uzun süren kurak dönemler Ekim 1998 - Nisan 2001 tarihleri arasında 31 ay, Aralık 2015 – Ağustos 2017 tarihleri arasında ise 21 ay olarak iki farklı dönemde meydana gelirken bu zaman ölçeğinde hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri -4.51 olarak Ocak 2014 tarihinde bulunmuştur. SYİ-12 için en uzun kurak dönemlerin 62 ay ve 33 ay olarak sırasıyla Ekim 2013 - Kasım 2018 ve Mart 1999 - Kasım 2001 dönemleri arasında oluştuğu görülmüştür. Maksimum kuraklık indis değeri Mayıs 2014 tarihinde -3.53 olarak hesaplanmıştır. SYİ-24 için en uzun süren kurak dönemler Eylül 2013 - Aralık 2018 tarihlerinde 64 ay, Ekim 1999 - Mart 2002 tarihlerinde 30 ay sürmüştür. SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri Şubat 2015 tarihinde -2.54 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 13. 17846-Maden istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları

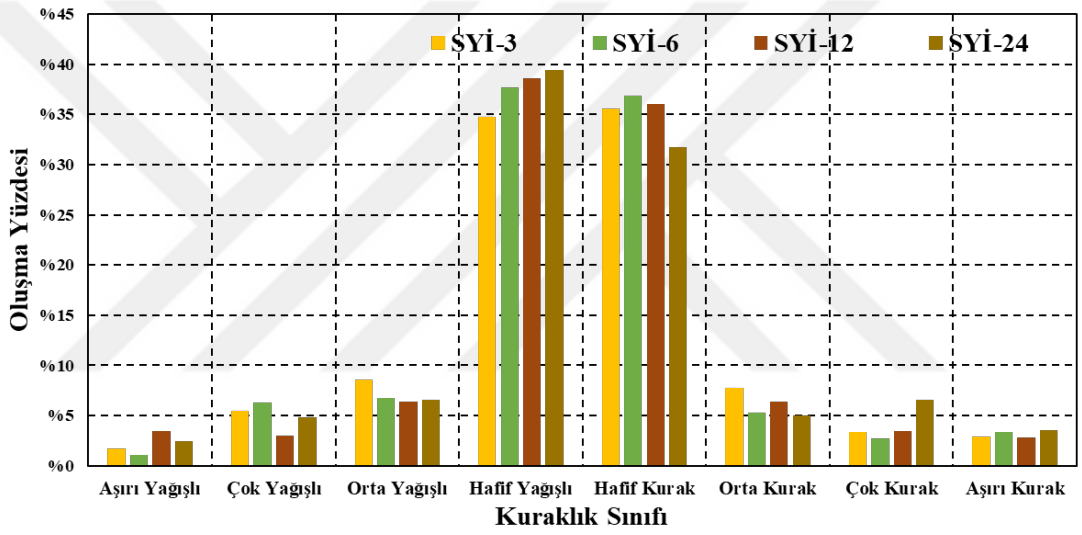
Şekil 4. 14'de, kuraklık indis değerlerinin farklı zaman ölçekleri SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24 için belirlenen kurak-yağışlı olarak oluşma oranları 17846-Maden istasyonu için gösterilmiştir. En yüksek kurak dönem oluşma yüzdesi SYİ-3 indis değerleri için tespit edilmiştir (%50), indis değerleri büyüdükçe kurak dönem oluşma yüzdelerinin azaldığı ve en düşük kurak dönem oluşma yüzdesi (%47) ise SYİ-24 değerleri için tespit edilmiştir.



Şekil 4. 14. 17846-Maden istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri

17846-Maden istasyonu için Şekil 4. 15'de farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan indis değerlerinin oluşma yüzdeleri Çizelge 3. 2'deki kuraklık sınıflarına göre, gösterilmiştir. Buna göre en yüksek Orta Yağışlı (%8.58) ve Orta Kurak (%7.74)

durumlar SYİ-3 indis değerinde iken, en düşük Hafif Yağışlı (%34.73) durum ise yine bu indis değerinde meydana gelmiştir. SYİ-6 indis değerinde Çok Yağışlı (%6.32) ve Hafif Kurak (%36.84) durumlar en yüksek durumlar olarak belirlenmiş, en düşük durumların ise Aşırı Yağışlı (%1.05) ve Çok Kurak (%2.74) durumlar olduğu görülmüştür. Aşırı Yağışlı (%3.41) en yüksek durumun SYİ-12 indis değerinde meydana geldiği gözlemlenirken yine bu indis değerinde en düşük durumlar Çok Yağışlı (%2.99) ve Aşırı Kurak (%2.77) olmuştur. SYİ-24 indis değerinde Çok Kurak (%6.56) durumun en yüksek, Hafif Kurak (%31.73) durumun ise en düşük olduğu gözlemlenmiştir.

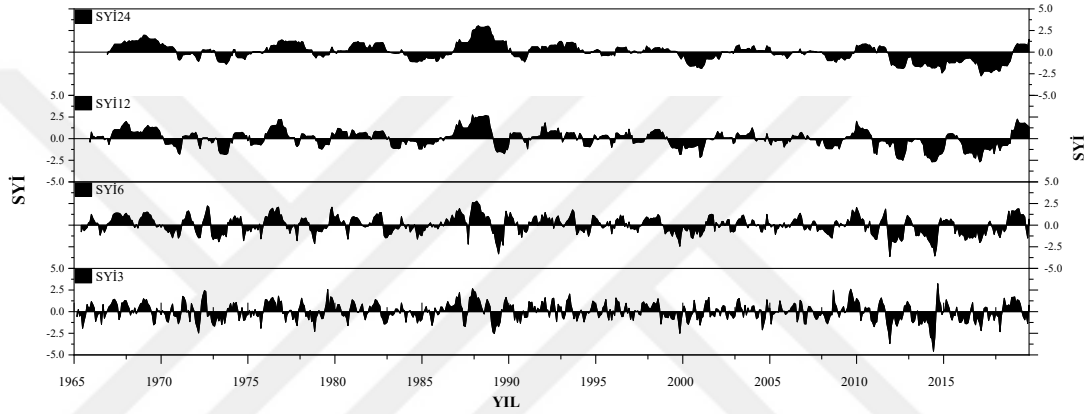


Şekil 4. 15. 17846-Maden istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri

4.1.6. 17847-Ergani İstasyonu Kuraklık Analizi

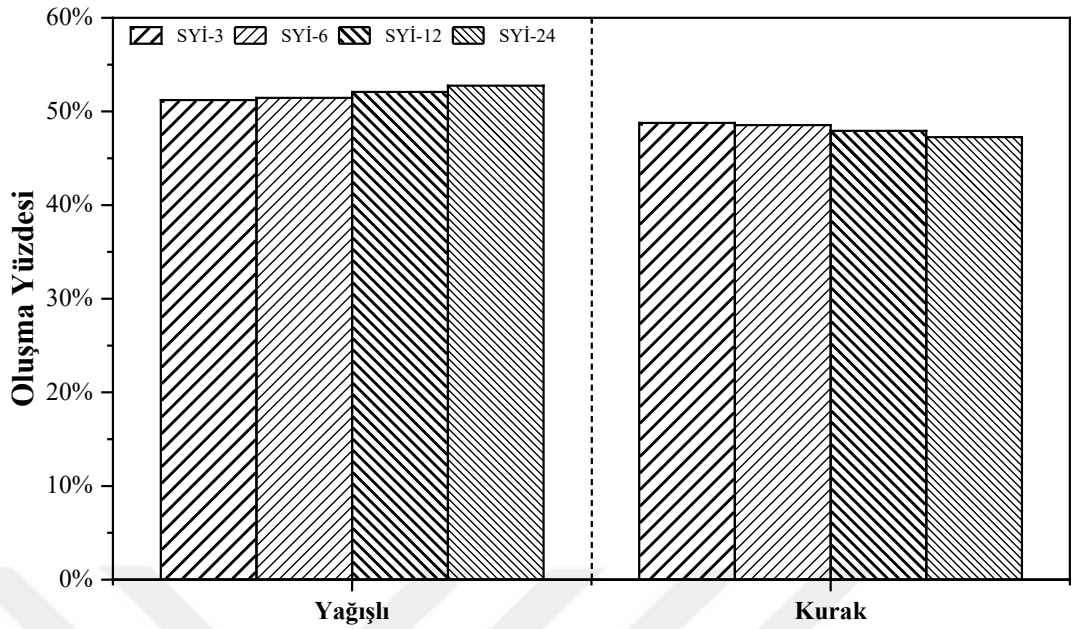
1965-2019 yılları arasında 17847-Ergani istasyonunu için 3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indis değerleri SYİ yöntemi hesaplanarak Şekil 4. 16'te, gösterilmiştir. SYİ-3 için en uzun iki kurak dönem Ekim 1998 - Aralık 1999 ve Eylül 1972 - Ekim 1973 dönemleri arasında sırasıyla 15 ve 14 ay olarak sürmüştür, SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri ise Haziran 2014 tarihinde -4.56 olarak belirlenmiştir. Altı aylık (SYİ-6) değerleri için en uzun süren kurak dönemler Aralık 1998 - Nisan 2001 tarihleri arasında 29 ay, Eylül 2015 - Temmuz 2017 tarihleri arasında ise 23 ay olarak iki farklı dönemde meydana gelirken

bu zaman ölçeğinde hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri -3.62 olarak Aralık 2011 tarihinde bulunmuştur. SYİ-12 için en uzun kurak dönemlerin 51 ay ve 36 ay olarak sırasıyla Aralık 2010 – Şubat 2015 ve Aralık 2015 - Kasım 2018 dönemleri arasında oluştuğu görülmüştür. Maksimum kuraklık indis değeri Mayıs 2014 tarihinde -2.69 olarak hesaplanmıştır. SYİ-24 için en uzun süren kurak dönemler Ekim 2011 - Aralık 2018 tarihlerinde 87 ay, Aralık 1983 - Ekim 1986 tarihlerinde 35 ay sürmüştür. SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri Mart 2017 tarihinde -2.74 olarak belirlenmiştir.



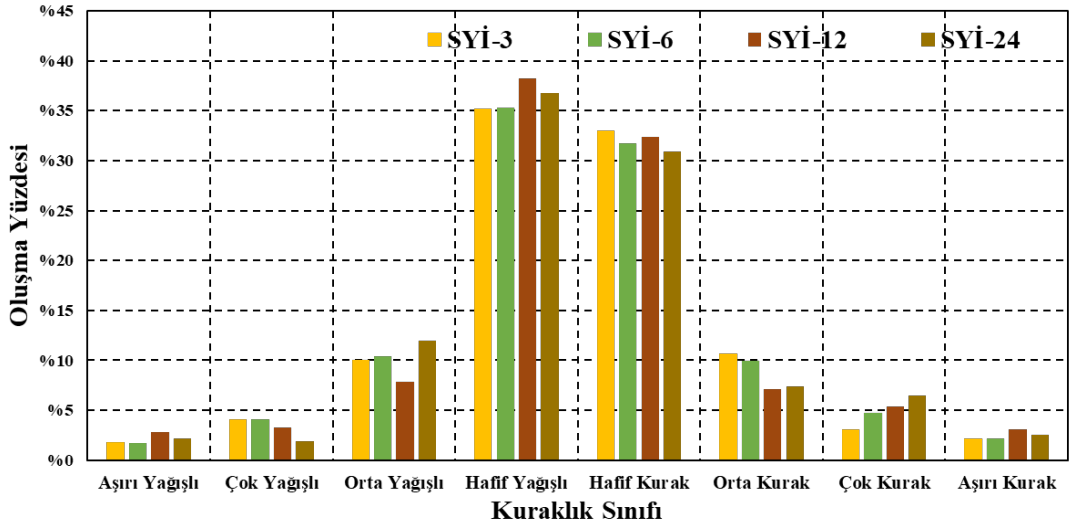
Şekil 4. 16. 17847-Ergani istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları

17847-Ergani istasyonundaki farklı zaman ölçeklerine göre belirlenen kuraklık indis değerlerinin kurak-yağışlı olarak oluşma oranları Şekil 4. 17'de gösterilmiştir. Tüm indis değerleri için oluşma yüzdelerinin birbirlerine yakın olduğu tespit edilmiştir. Kurak dönem oluşma yüzdelerinin %50'nin altında olduğu ve SYİ değerleri büyüdükçe kurak dönem oluşma yüzdelerinin azalış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4. 17. 17847-Ergani istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri

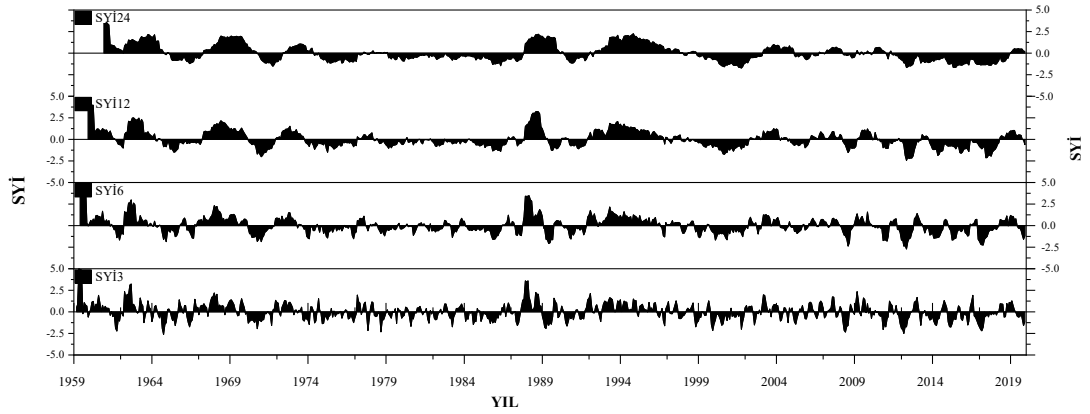
17847-Ergani istasyonunda farklı zaman ölçekleri için hesaplanan indis değerlerinin Çizelge 3. 2'de belirtilen kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri Şekil 4. 18'de gösterilmiştir. Buna göre SYİ-3 için en yüksek oluşma durumu Hafif Kurak (%32.98) ve Orta Kurak (%10.64) durumları olurken yine bu indis değerinde en düşük Çok Kurak (%3.04) ve Aşırı Kurak (%2.13) durumlar meydana gelmiştir. SYİ-6 indis değerinde ise en yüksek Çok Yağışlı (%4.12) durum oluşurken en düşük ise Aşırı Yağışlı (%1.68) durum oluşmuştur. Aşırı Kurak (%3.08), Aşırı Yağışlı (%2.77) ve Hafif Yağışlı (%38.21) durumlarının en yüksek, Orta Yağışlı (%7.86) ve Orta Kurak (%7.09) durumların ise en düşük olduğu indis değeri SYİ-12 olarak gözlemlenmiştir. Orta Yağışlı (%11.93) ve Çok Kurak (%6.44) durumların en yüksek oluştuğu indis değeri SYİ-24 olurken yine bu indis değerinde en düşük Çok Yağışlı (%1.88) ve Hafif Kurak (%30.93) durumları meydana gelmiştir.



Şekil 4. 18. 17847-Ergani istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri

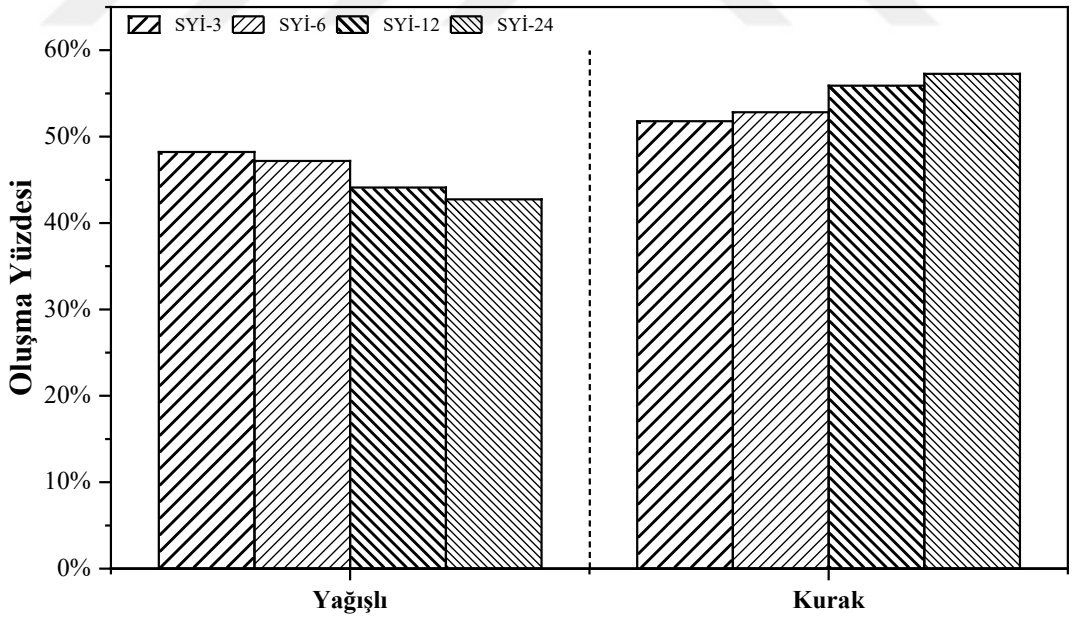
4.1.7. 17880-Başkale İstasyonu Kuraklık Analizi

Şekil 4. 19'da, 17880-Başkale istasyonunda 1959-2019 yılları için 3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indis değerleri SYİ yöntemi hesaplanmıştır. SYİ-3 için en uzun iki kurak dönem Eylül 2016 – Mart 2018 ve Ocak 1970 - Mayıs 1971 dönemleri arasında sırasıyla 19 ve 17 ay olarak sürmüştür, SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri ise Ekim 1964 tarihinde -2.63 olarak belirlenmiştir. Altı aylık (SYİ-6) değerleri için en uzun süren kurak dönemler Ekim 1999 - Mart 2002 tarihleri arasında 30 ay, Şubat 1984 - Mayıs 1986 tarihleri arasında ise 28 ay olarak iki farklı dönemde meydana gelirken bu zaman ölçeğinde hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri -2.70 olarak Mayıs 2012 tarihinde bulunmuştur. SYİ-12 için en uzun kurak dönemlerin 54 ay ve 43 ay olarak sırasıyla Kasım 2013 - Nisan 2018 ve Ekim 1998 - Nisan 2002 dönemleri arasında oluştuğu görülmüştür. Maksimum kuraklık indis değeri Mayıs 2012 tarihinde -2.43 olarak hesaplanmıştır. SYİ-24 için en uzun süren kurak dönemler Mart 1979 - Ekim 1987 tarihlerinde 104 ay, Haziran 2011 - Aralık 2018 tarihlerinde 91 ay sürmüştür. SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri Ekim 2001 tarihinde -1.73 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 19. 17880-Başkale istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları

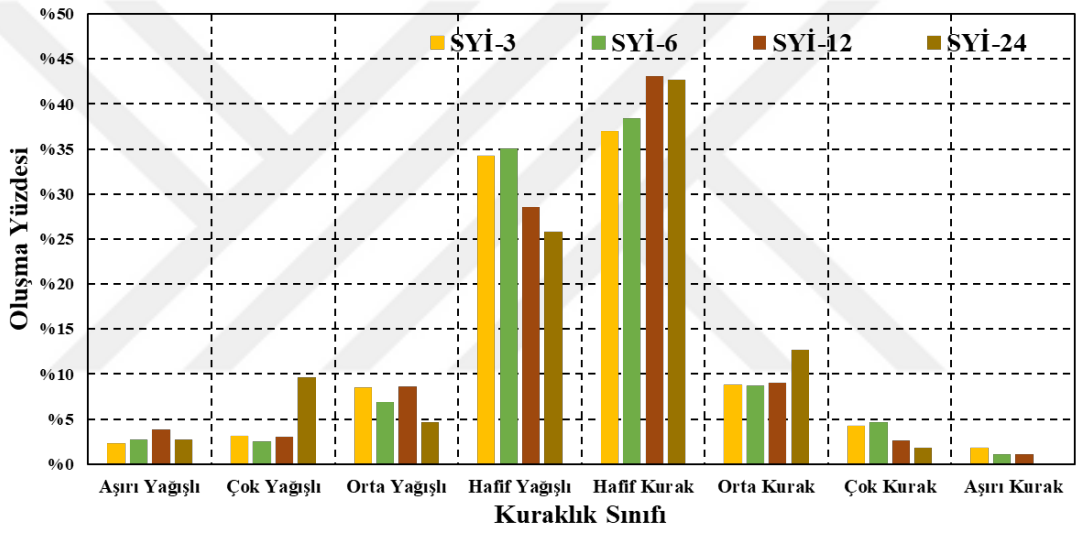
17880-Başkale istasyonu için farklı zaman ölçeklerine göre belirlenen kuraklık indis değerlerinin kurak-yağışlı olarak oluşma oranları Şekil 4. 20'de gösterilmiştir. Tüm indis değerleri için kurak dönem oluşma yüzdelerinin %50'nin üstünde olduğu belirlenmiştir. SYİ değerleri büyüdükçe kurak dönem oluşma yüzdeleri artmakta ve en yüksek kurak dönem oluşma yüzdesi SYİ-24 için %57, en düşük kurak dönem oluşma yüzdesi SYİ-3 için %52 olarak bulunmuştur.



Şekil 4. 20. 17880-Başkale istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri

Şekil 4. 21'de 17880-Başkale istasyonunda SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24 zaman ölçekleri için hesaplanan indis değerlerinin Çizelge 3. 2'de belirtilen kuraklık

sınıflarına göre oluşma yüzdeleri gösterilmiştir. Buna göre SYİ-3 için en yüksek Aşırı Kurak (%1.78) durum oluştuğu görülürken en düşük ise Hafif Kurak (%36.99) durum oluşmuştur. Hafif Yağışlı (%35.08) ve Çok Kurak (%4.68) durumların en yüksek oluşma yüzdeleri SYİ-6 indis değerlerinde gözlemlenmiş ve Çok Yağışlı (%2.48) durum oluşma yüzdesi yine en düşük bu indis değerinde meydana gelmiştir. SYİ-12 indis değerinde Aşırı Yağışlı (%3.88) durum ile Hafif Kurak (%43.13) durumların oluşma yüzdeleri en yüksek olurken SYİ-24 için en yüksek oluşma durumunun Çok Yağışlı (%9,59) durumda olduğu belirlenmiştir.

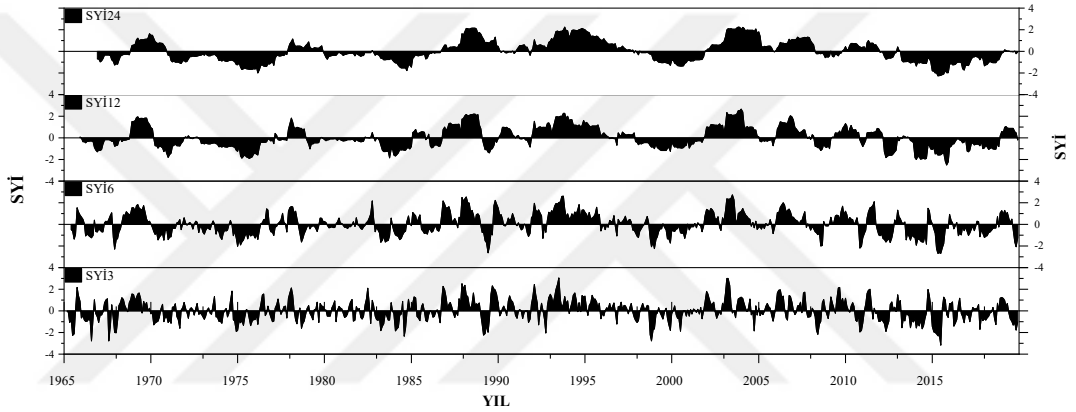


Şekil 4. 21. 17880-Başkale istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri

4.1.8. 17920-Yüksekova İstasyonu Kuraklık Analizi

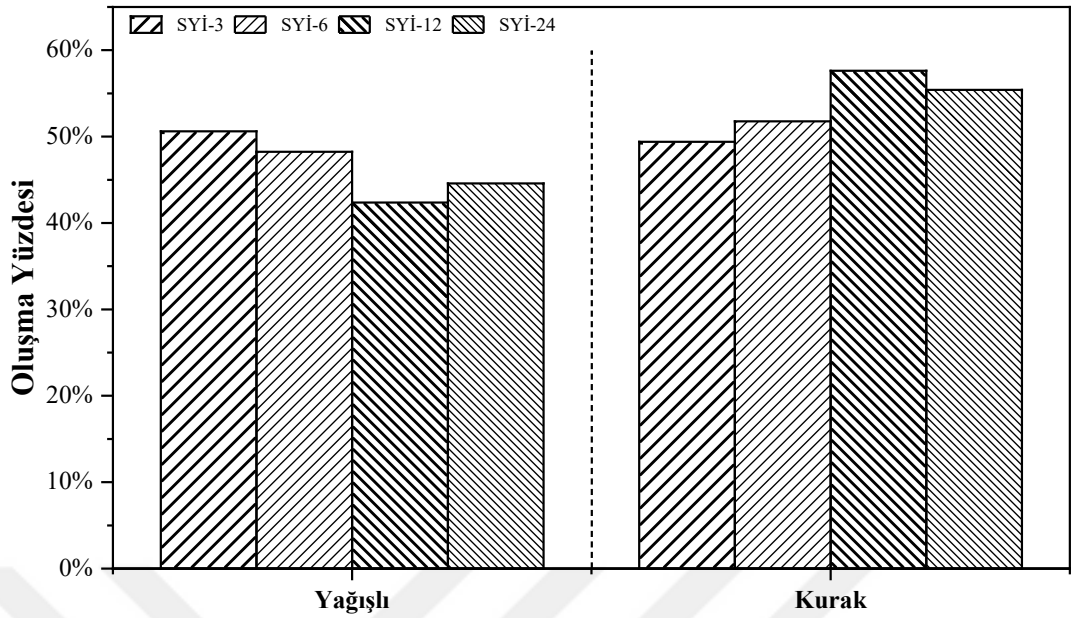
17920-Yüksekova istasyonu için yapılan kuraklık analizi Şekil 4. 22'de, 1965-2019 yılları için 3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indis değerleri SYİ yöntemi ile hesaplanmıştır. SYİ-3 için en uzun iki kurak dönem Nisan 2013 - Eylül 2014 ve Aralık 1982 - Ekim 1983 dönemleri arasında sırasıyla 18 ve 11 ay olarak sürmüştür, SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri ise Temmuz 2015 tarihinde -3.17 olarak belirlenmiştir. Altı aylık (SYİ-6) değerleri için en uzun süren kurak dönemler Eylül 1974 - Nisan 1976 tarihleri arasında 20 ay, Şubat

1970 - Haziran 1971 tarihleri arasında ise 17 ay olarak iki farklı dönemde meydana gelirken bu zaman ölçeğinde hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri -2.68 olarak Temmuz 2015 tarihinde bulunmuştur. SYİ-12 için en uzun kurak dönemlerin 62 ay ve 53 ay olarak sırasıyla Ekim 2013 - Kasım 2018 ve Ekim 1972 - Şubat 1977 dönemleri arasında oluştuğu görülmüştür. Maksimum kuraklık indis değeri Kasım 2015 tarihinde -2.51 olarak hesaplanmıştır. SYİ-24 için en uzun süren kurak dönemler Aralık 1970 - Kasım 1977 tarihlerinde 84 ay, Mart 2013 – Şubat 2019 tarihlerinde 72 ay sürmüştür. SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri Mayıs 2015 tarihinde -2.26 olarak belirlenmiştir.



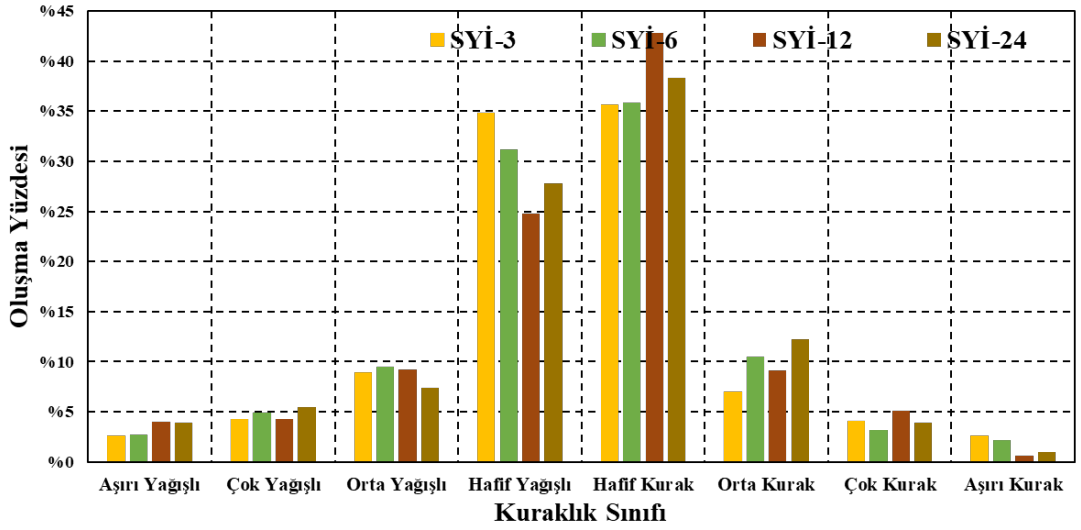
Şekil 4. 22. 17920-Yüksekova istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları

Kuraklık indis değerlerinin farklı zaman ölçeklerine göre 17920-Yüksekova istasyonu için belirlenen kurak-yağışlı olarak oluşma oranları Şekil 4. 23'de gösterilmiştir. En yüksek kurak dönem oluşma yüzdesi SYİ-12 için %58, en düşük kurak dönem oluşma yüzdesi ise SYİ-3 indis değerleri için %49 olarak bulunmuştur. SYİ indis değerleri büyüdükçe kurak dönem oluşma yüzdesinin arttığı ancak SYİ-24 için bir miktar azalış olduğu (%55) belirlenmiştir.



Şekil 4. 23. 17920-Yüksekova istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri

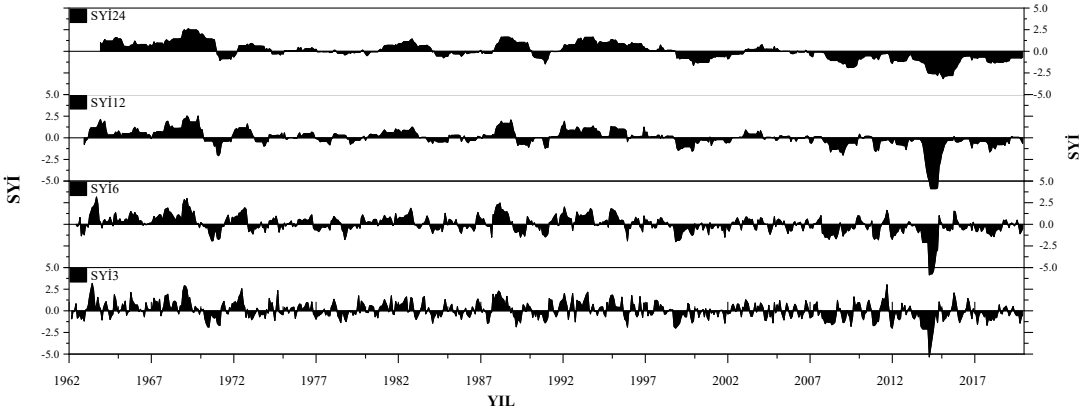
Çizelge 3. 2'de belirtilen farklı zaman ölçeklerinde 17920-Yüksekova istasyonu için hesaplanan indis değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri Şekil 4.24'te gösterilmiştir. Hafif Yağışlı (%34.80) ve Aşırı Kurak (%2.58) durumların oluşma yüzdelerinin SYİ-3 indis değeri için en yüksek olduğu gözlemlenmiş ve yine bu indis değerinde Orta Kurak (%6.99) durum oluşma yüzdesinin en düşük olmuştur. SYİ-6 indis değerinde Orta Yağışlı (%9,47) durumun oluşma yüzdesi en yüksek, Çok Kurak (%3.21) durum oluşma yüzdesi ise en düşük olmuştur. Hafif (%42,84) ve Çok Kurak (%5.08) durumların oluşma yüzdeleri SYİ-12 indis değeri için en yüksek, Hafif Yağışlı (%24.81) ve Aşırı Kurak (%0.62) durumların oluşma yüzdeleri ise en düşük olarak belirlenmiştir. SYİ-24 indis değerinde en yüksek oluşma yüzdesinin Orta Kurak (%12.24) en düşük oluşma yüzdesinin ise Orta Yağışlı (%7.38) durum olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.24. 17920-Yüksekova istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri

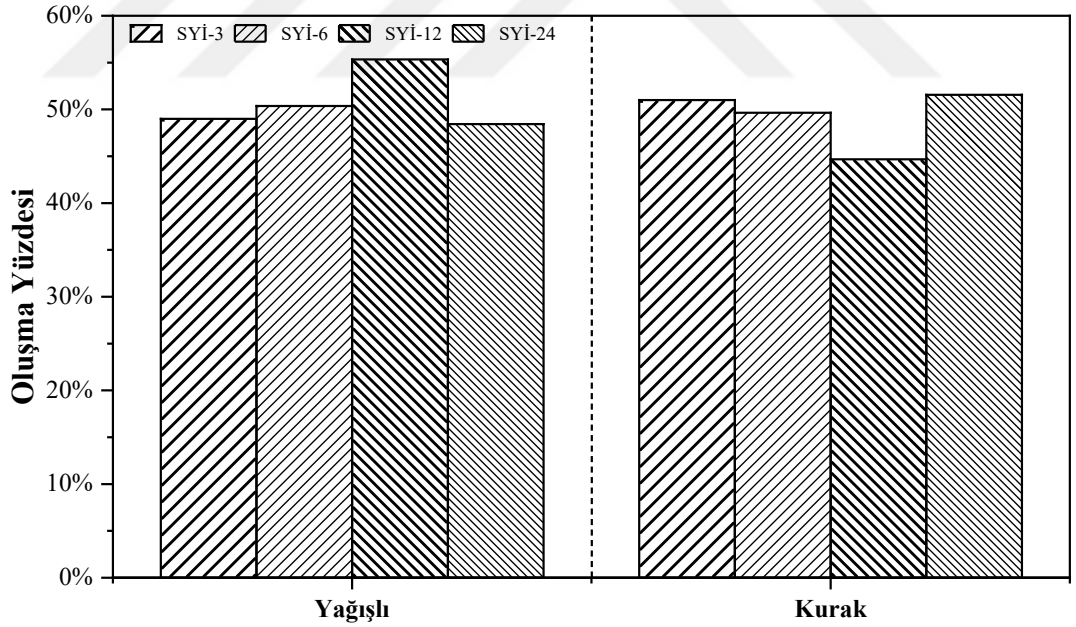
4.1.9. 17950-Cizre İstasyonu Kuraklık Analizi

17950-Cizre istasyonu için yapılan kuraklık analizi 1962-2019 yılları için 3, 6, 12 ve 24 aylık farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indis değerleri SYİ yöntemi ile hesaplanarak Şekil 4. 25'de gösterilmiştir. SYİ-3 için en uzun iki kurak dönem Mart 2013 - Ekim 2014 ve Ocak 2017 - Haziran 2018 dönemleri arasında sırasıyla 20 ve 18 ay olarak sürmüştür, SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri ise Nisan 2014 tarihinde -5.35 olarak belirlenmiştir. Altı aylık (SYİ-6) değerleri için en uzun süren kurak dönemler Ocak 2017 - Eylül 2018 tarihleri arasında 21 ay, Mart 2013 - Ekim 2014 tarihleri arasında ise 20 ay olarak iki farklı dönemde meydana gelirken bu zaman ölçeğinde hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri -5.85 olarak Nisan 2014 tarihinde bulunmuştur. SYİ-12 için en uzun kurak dönemlerin 59 ay ve 41 ay olarak sırasıyla Kasım 2010 - Eylül 2015 ve Kasım 2015 - Mart 2019 dönemleri arasında oluştuğu görülmüştür. Maksimum kuraklık indis değeri Mayıs 2014 tarihinde -5.89 olarak hesaplanmıştır. SYİ-24 için en uzun süren kurak dönemler Kasım 2006 - Aralık 2019 tarihlerinde 158 ay, Aralık 1998 - Ocak 2003 tarihlerinde 50 ay sürmüştür. SYİ yöntemi ile hesaplanan maksimum kuraklık indis değeri Şubat 2015 tarihinde -3.16 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 25. 17950-Cizre istasyonuna ait SYİ-3, 6, 12 ve 24 değerlerinin zamansal dağılımları

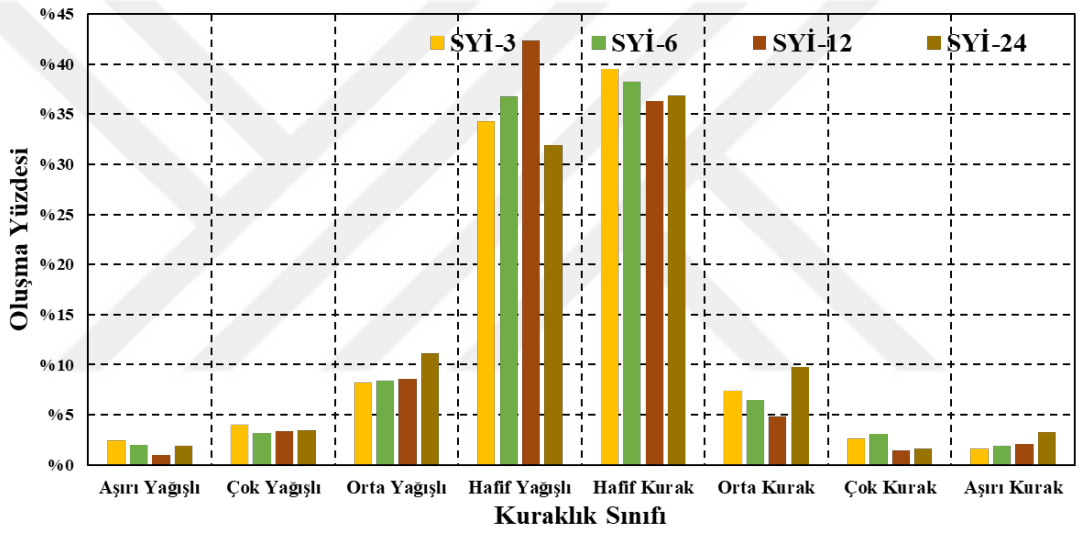
Şekil 4. 26'da Farklı zaman ölçeklerine göre 17950-Cizre istasyonu için belirlenen kuraklık indis değerlerinin kurak-yağışlı olarak oluşma oranları gösterilmiştir. SYİ-3, SYİ-6, SYİ-24 indis değerleri için kurak dönem oluşma yüzdeleri %50-%52 arasında değişmektedir. En düşük kurak dönem oluşma yüzdesi ise SYİ-12 için %45 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 26. 17950-Cizre istasyonu için meydana gelen yağışlı/kurak dönem yüzdeleri

Çizelge 3. 2'de yer alan kuraklık sınıflarına göre farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan SYİ indis değerlerinin oluşma yüzdeleri Şekil 4. 27'de gösterilmiştir. Buna göre Hafif Kurak (%39.48) ve Çok Yağışlı (%4.03) durumların oluşma yüzdeleri SYİ-

3 indis değerinde en yüksek olurken Aşırı Kurak (%1.59) ve Orta Yağışlı (%8.21) durumların oluşma yüzdeleri en düşük olarak belirlenmiştir. SYİ-6'da Çok Kurak (%3.04) durumun oluşma yüzdesi en yüksek olarak görülürken en düşük ise Çok Yağışlı (%3.18) durum oluşma yüzdesi meydana gelmiştir. Hafif Yağışlı (%42.34) durum oluşma yüzdesinin SYİ-12 için diğer indis değerlerine göre daha yüksek olduğu yine bu indis değerinde Aşırı Kurak durum hariç diğer Kurak durumlarda en düşük oluşma yüzdeleri gözlemlenmiştir. Aşırı Kurak (%3.27), Orta Kurak durum oluşma yüzdeleri (%9.81) en yüksek SYİ-24 indis değeri için bulunmuştur.



Şekil 4. 27. 17950-Cizre istasyonu SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oluşma yüzdeleri

4.2. Trend Analizi

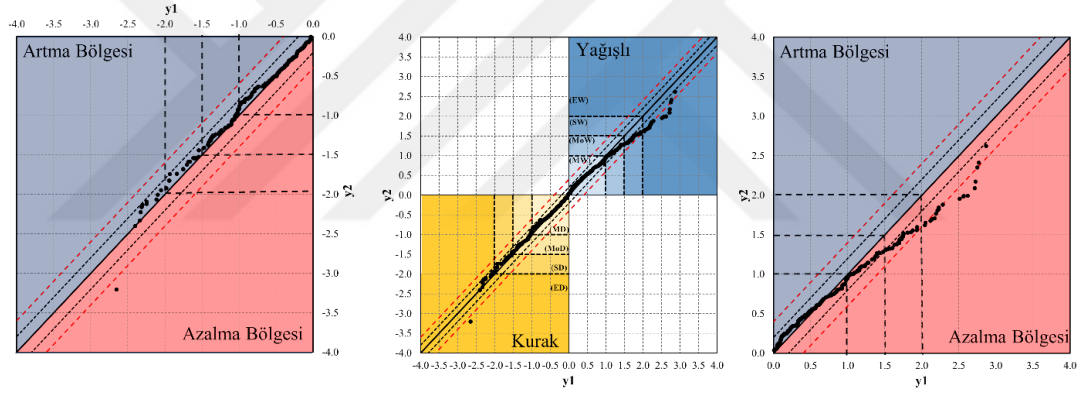
Bir zaman serisinin monotonik trendi, değişimin sadece yönünü ve istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını vermektedir. Ancak, Yenilikçi Şen Yöntemi (Innovative Şen Method-ITA) ise belli bir değer aralığının değişimini grafiksel olarak vermesi nedeniyle değerlendiricilere önemli yorumlama kolaylığı sağlamaktadır. Bu şekillerde verilerin kesikli iki siyah çizgi arasında kalması trendin olmaması, kesikli siyah çizgi ile kesikli kırmızı çizgi arasında olmaları %5'ten fazla bir değişimin olduğu (değer kesikli siyah çizginin altında ise azalan, tersi durumda ise artan), kesikli kırmızı

çizgiyi aşması durumunda ise %10'dan fazla bir değişim meydana geldiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

4.2.1. 17210-Siirt İstasyonu Trend Analizi

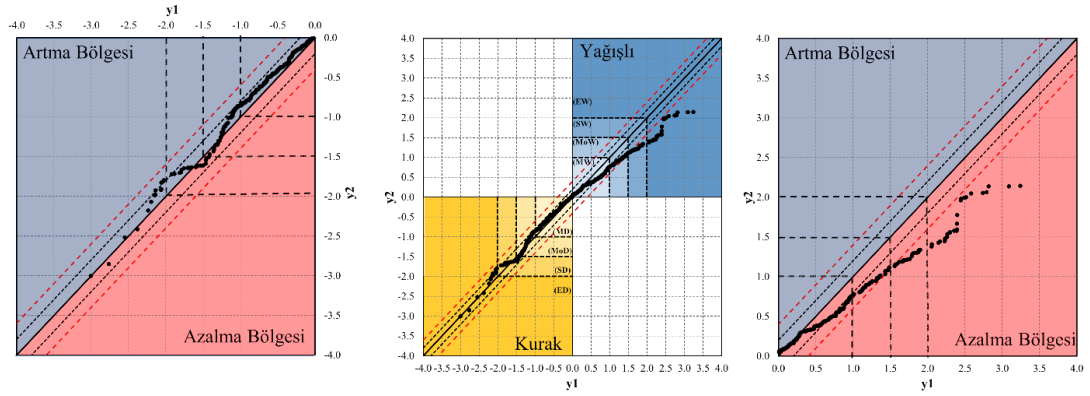
17210-Siirt istasyonu için hesaplanan SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24 indis değerlerinin ITA yöntemine göre trend analizi sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

Şekil 4. 28'de verilen SYİ-3 sonuçlarına göre, 1.5 indis değerlerinden yüksek olan Çok Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi olurken, Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise çok güçlü bir azalma eğilimi tespit edilmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde zayıf bir artış eğilimin olduğu görülmektedir.



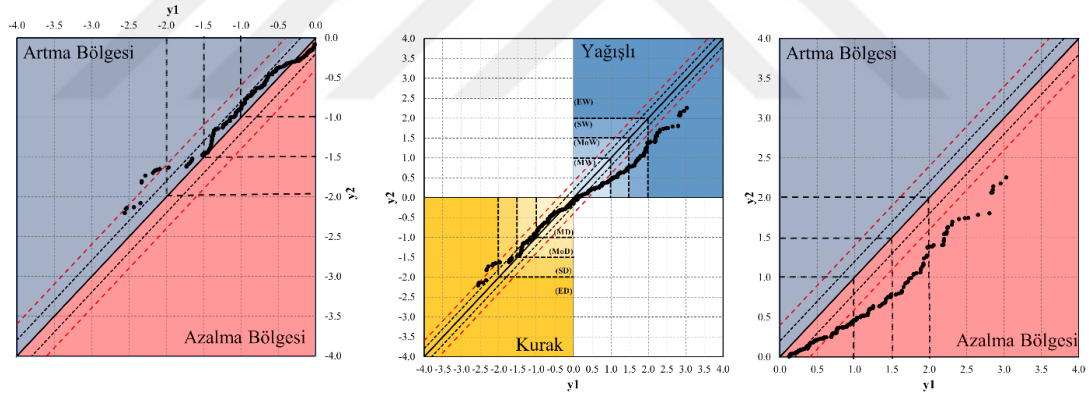
Şekil 4. 28. ITA yöntemine göre 17210-Siirt İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri

SYİ-6 ITA sonuçları incelendiğinde, 0.5'ten büyük olan Hafif Yağışlı indis değerlerinde ve Çok Yağışlı indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi görülmekte iken Çok Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi görülmektedir. Kurak dönemler incelendiğinde ise -2.00 değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir artma eğilimi, diğer durumlarda ise genellikle zayıf bir artış eğilimi olduğu anlaşılmıştır.



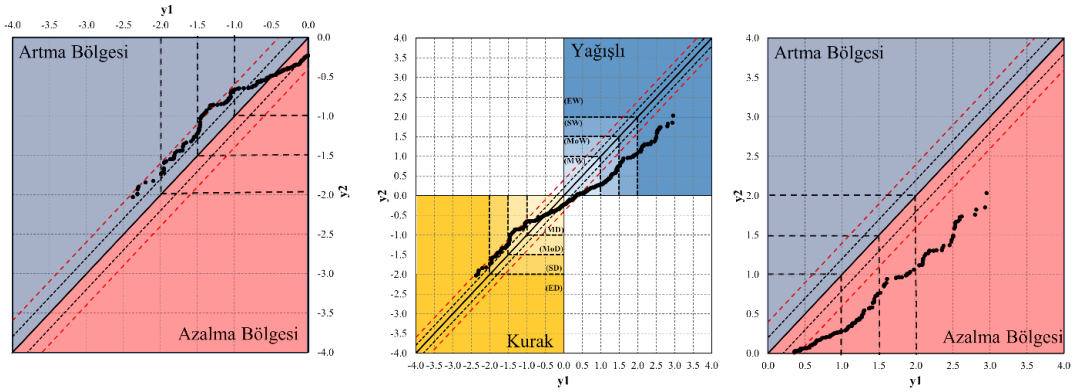
Şekil 4. 29. ITA yöntemine göre17210-Siirt İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri

SYİ-12 için yapılan trend analizine göre, 0.7'den büyük indis değerlerinde Yağışlı Dönemlerin tümünde çok güçlü bir azalma eğilimi gözlemlenmiştir. Kurak dönemlerde ise Hafif, Orta ve Çok Kurak indis değerlerinde zayıf bir artış eğilim görülürken, -2.0' den küçük indis değerlerinde %10'un üzerinde çok güçlü bir artma eğilimi belirlenmiştir.



Şekil 4. 30. ITA yöntemine göre 17210-Siirt İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri

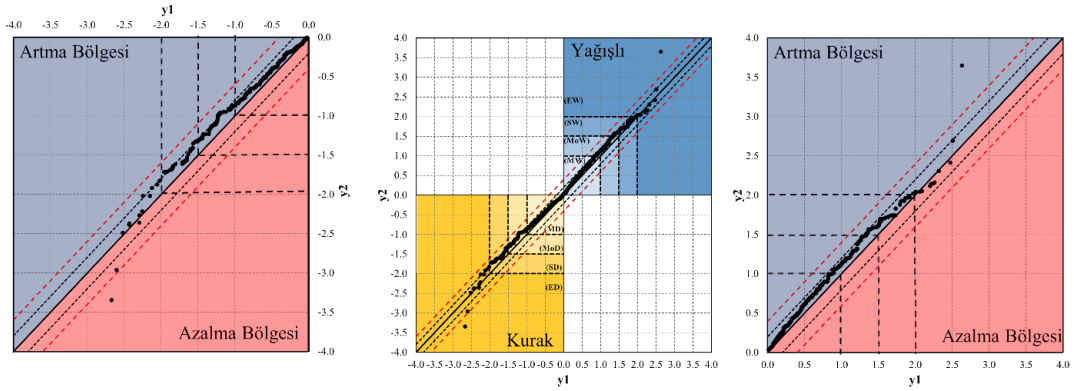
Şekil 4. 31'de verilen SYİ-24 için yapılan ITA sonuçlarına göre, Yağışlı dönemlerin tümünde %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi gözlemlenmiştir. -0.8'den küçük indis değerlerinde Kurak dönemler incelendiğinde güçlü bir artış eğiliminin olduğu anlaşılmakta olup -1.5 indis değerlerinden büyük Orta Kurak indis değerlerinde ise çok güçlü bir artış eğilimi tespit edilmiştir.



Şekil 4. 31. ITA yöntemine göre 17210-Siirt İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri

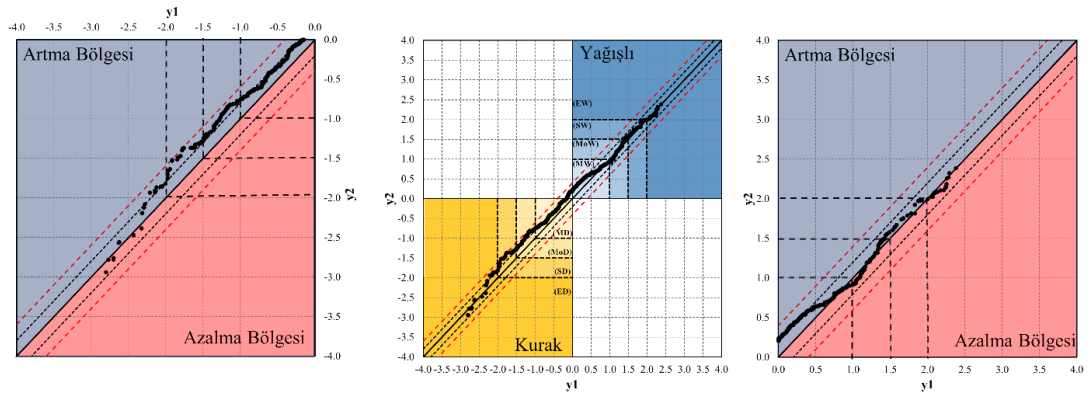
4.2.2. 17280-Diyarbakır İstasyonu Trend Analizi

17280-Diyarbakır istasyonu için, Şekil 4. 32'de verilen SYİ-3 ITA sonuçları incelendiğinde, yağışlı dönemlerde genellikle zayıf bir artma eğilimi meydana gelirken, Aşırı Yağışlı indis değerlerinde herhangi bir eğilim olmamıştır. Kurak dönemler incelendiğinde ise Hafif Kurak ve Aşırı Kurak indis değerlerinde zayıf bir artış eğilimi, Orta ve Çok Kurak indis değerlerinde ise %5 'in üzerinde güçlü bir artış eğilimi görülmektedir.



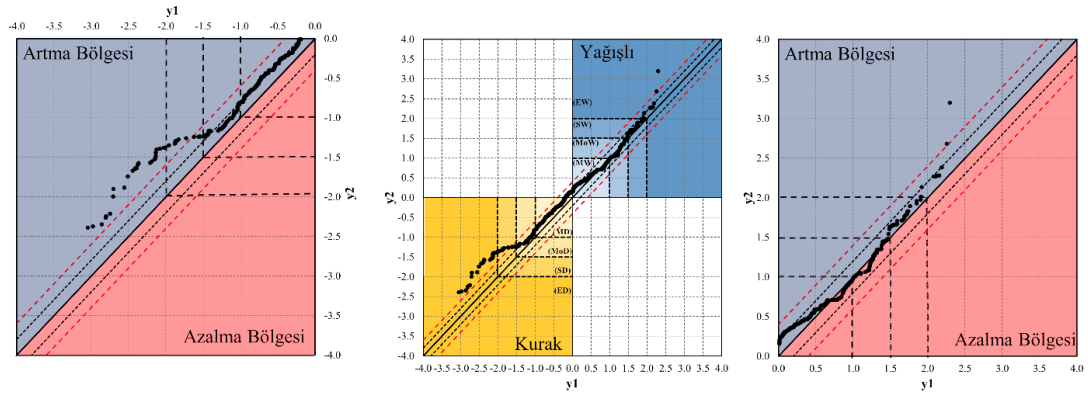
Şekil 4. 32. ITA yöntemine göre 17280-Siirt İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri

SYİ-6'da, Hafif Yağışlı indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir artış eğilimi görülmektedir. Çok Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir artış eğilimi, Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise zayıf bir azalma eğilimi meydana gelmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde ise genellikle %5 ile %10 çizgisi arasında anlamı güçlü bir artma eğilimi gözlemlenmiştir.



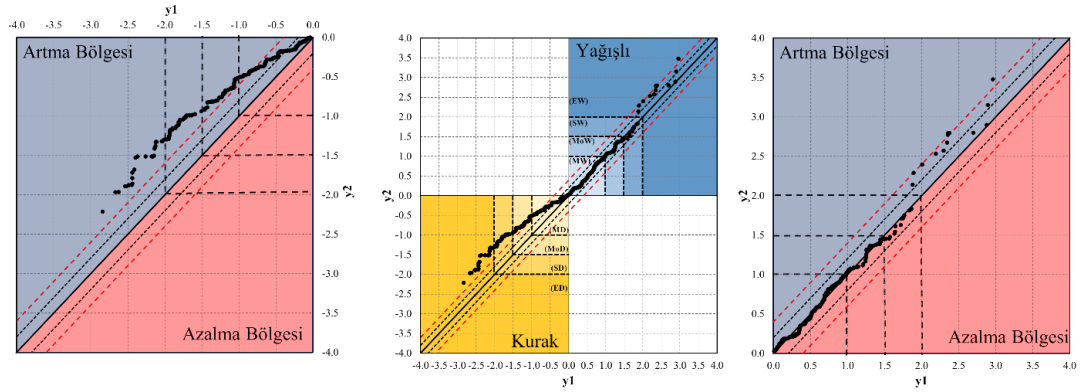
Şekil 4. 33. ITA yöntemine göre 17280-Siirt İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri

SYİ-12 için yapılan analize göre, Hafif Yağışlı, Çok Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde genellikle zayıf artma eğilimi meydana gelirken, Orta Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi olduğu görülmüştür. Hafif Kurak indis değerlerinde %5 çizgisi üzerinde güçlü bir artma eğilimi olurken, Çok Kurak ve Aşırı Kurak indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir artma eğilimi tespit edilmiştir.



Şekil 4. 34. ITA yöntemine göre 17280-Siirt İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri

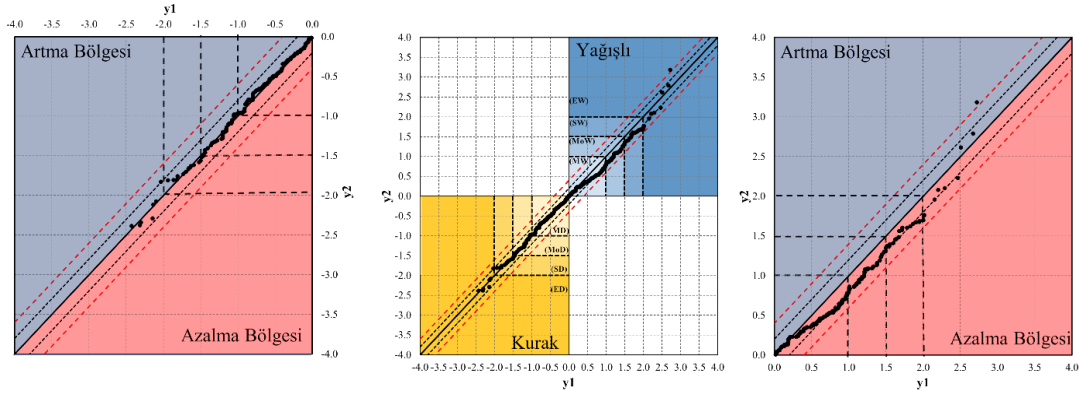
Şekil 4. 35'de SYİ-24 için yapılan ITA sonuçlarına göre, Yağışlı dönemlerde Çok Yağışlı indis değerlerinde anlamlı zayıf bir azalma eğilimi, Aşırı Yağışlı indis değerlerinde güçlü bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. Diğer yağışlı durumlarda anlamlı bir eğilim olmadığı belirlenmiştir. Hafif Kurak indis değerlerinde güçlü bir artış eğilimi olurken, diğer kurak durumlarda ise %10'un üzerinde çok güçlü bir artış eğilimi meydana gelmiştir.



Şekil 4. 35. ITA yöntemine göre17280-Siirt İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri

4.2.3. 17282-Batman İstasyonu Trend Analizi

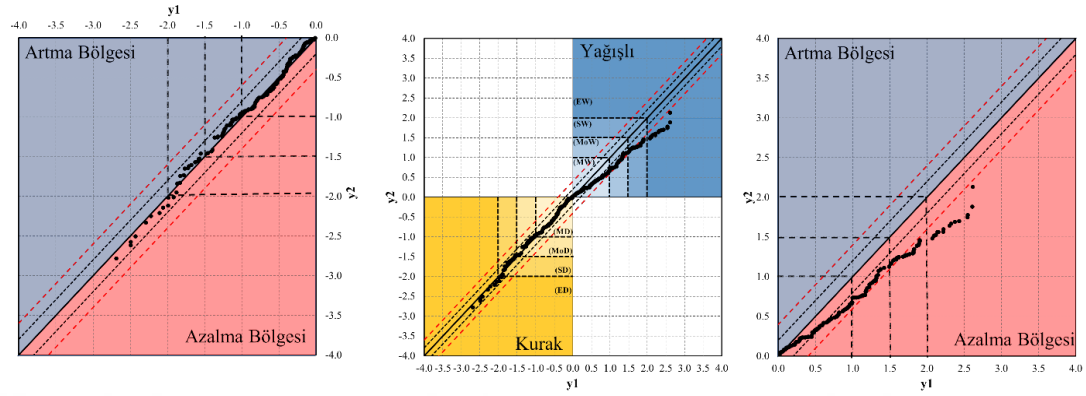
ITA yöntemine göre 17282-Batman istasyonu için farklı zaman ölçeklerindeki SYİ değerlerinin trend analizi sonuçlarına göre, SYİ-3 için 0.5 indis değerlerinden küçük olan değerler dışındaki Yağışlı dönemlerde genellikle zayıf bir azalma eğilimi belirlenmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde ise Hafif kurak indis değerlerinde zayıf bir artış eğilimi olduğu ve bunun dışında diğer kurak durumlarda ise herhangi bir anlamlı eğilimin olmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4. 36. ITA yöntemine göre 17282-Batman İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri

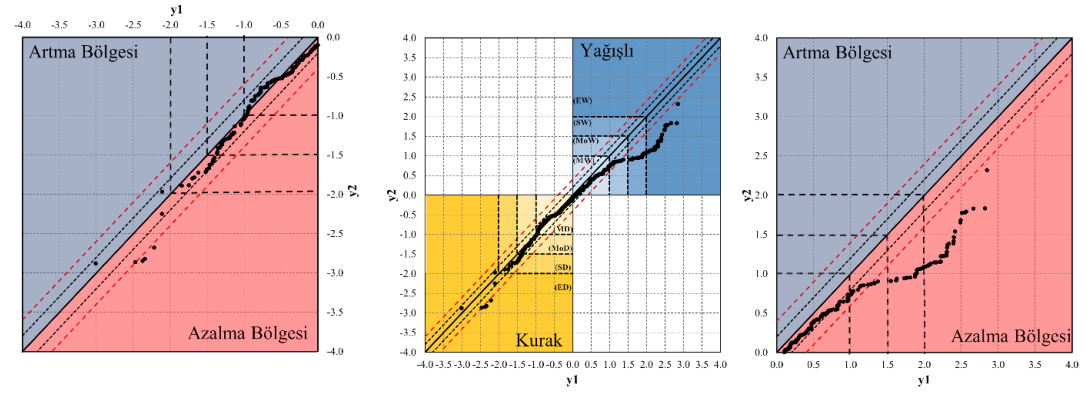
Şekil 4. 37'de verilen SYİ-6 ITA sonuçları incelendiğinde, 0.7 ile 1 indis değerleri arasındaki Hafif Yağışlı indis değerlerinde ve Orta Yağışlı indis değerlerinde güçlü bir azalma eğilimi, Çok Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi olduğu görülmüştür. Kurak dönemler

incelendiğinde ise Orta Kurak ve Çok Kurak indis değerlerinde zayıf bir artış eğilimi, Aşırı Kurak indis değerlerinde ise zayıf bir azalma eğilimi tespit edilmiştir.



Şekil 4. 37. ITA yöntemine göre 17282-Batman İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri

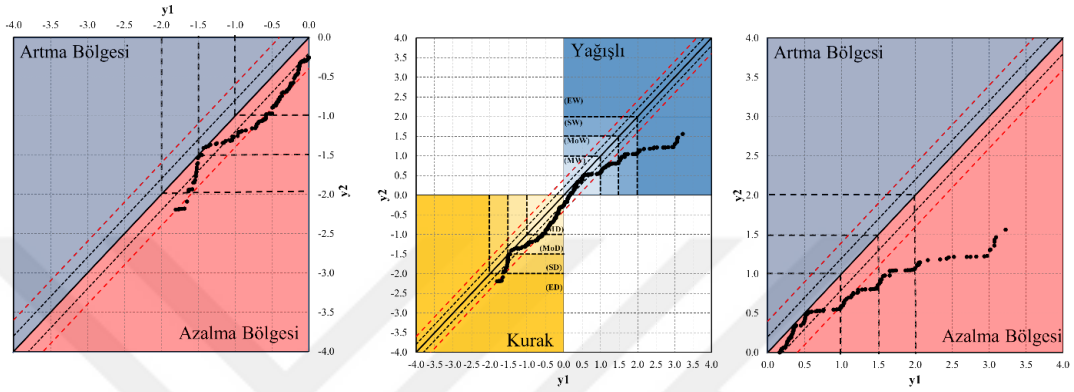
SYİ-12 için yapılan analize göre, Hafif Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi görülürken Orta Yağışlı indis değerlerinde ise %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi olduğu belirlenmiştir. Çok Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi vardır. Kurak dönemlere bakıldığında ise Aşırı Kurak indis değerlerinde çok güçlü bir azalma eğilimi gözlemlenirken, Orta Kurak ve Çok Kurak indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi meydana gelmiştir.



Şekil 4. 38. ITA yöntemine göre 17282-Batman İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri

Şekil 4. 39'da SYİ-24 için yapılan ITA sonuçlarına göre, Hafif Yağışlı indis değerlerinde genellikle zayıf bir azalma eğilimi tespit edilmiş diğer durumlarda ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi olduğu görülmüştür. Kurak dönemlerde

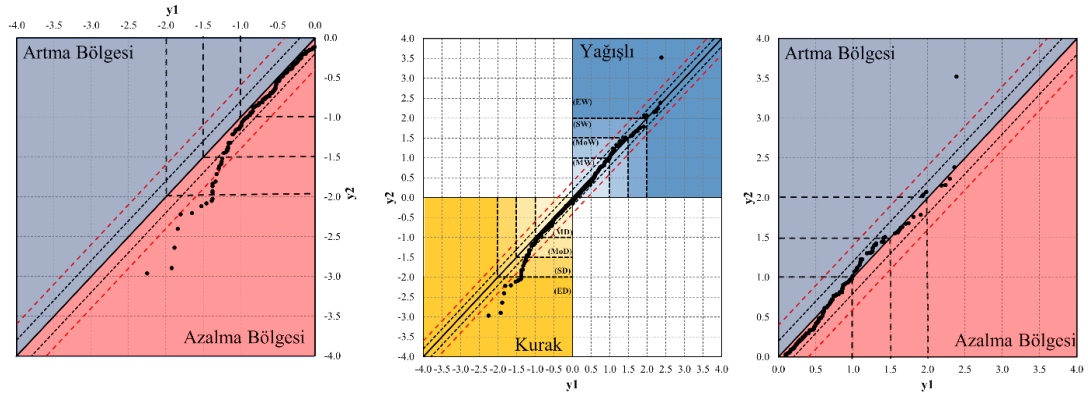
ise Hafif Kurak ve -1 ile -1.2 indis değerleri arasındaki Orta Kurak indis değerlerinde güçlü bir azalma eğilimi meydana gelmiştir. Çok Kurak indis değerlerinde hem zayıf hem de güçlü bir azalma eğiliminin meydana geldiği görülmekte iken, Aşırı Kurak indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. 39. ITA yöntemine göre 17282-Batman İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri

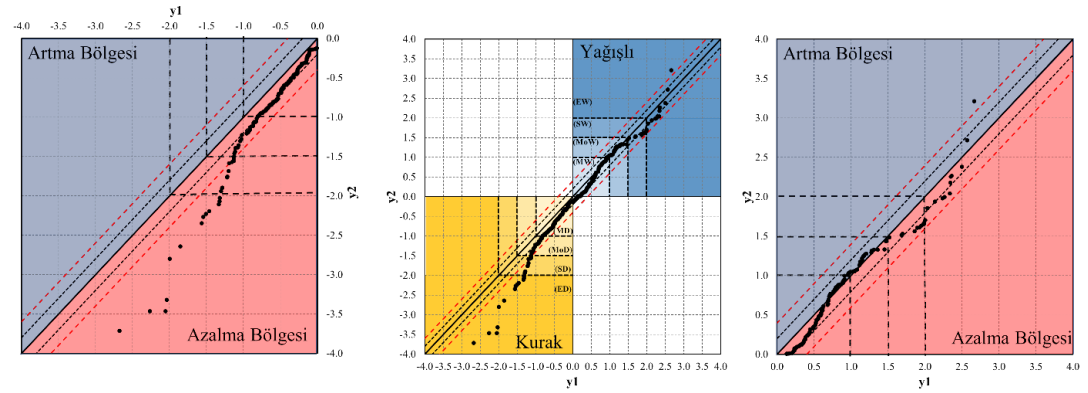
4.2.4. 17285-Hakkâri İstasyonu Trend Analizi

17285-Hakkâri istasyonu için, Şekil 4. 40'da verilen SYİ-3 sonuçlarına göre, 0 ile 0.6 indis değerleri arasındaki Hafif Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi, Orta Yağışlı indis değerlerinde ise zayıf bir artış eğilimi görülmüştür. Kurak dönemler incelendiğinde ise yağışlı dönemlere benzer bir şekilde Hafif Kurak ve Orta Kurak indis değerlerinde bir değişim gözlenmezken, -1.3 değerlerinden küçük Çok Kurak indis değerlerinde ve Aşırı Kurak indis değerlerinde %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğiliminin meydana geldiği görülmektedir. Hafif Kurak ve Orta Kurak indis değerlerinde ise zayıf bir azalma eğilimi belirlenmiştir.



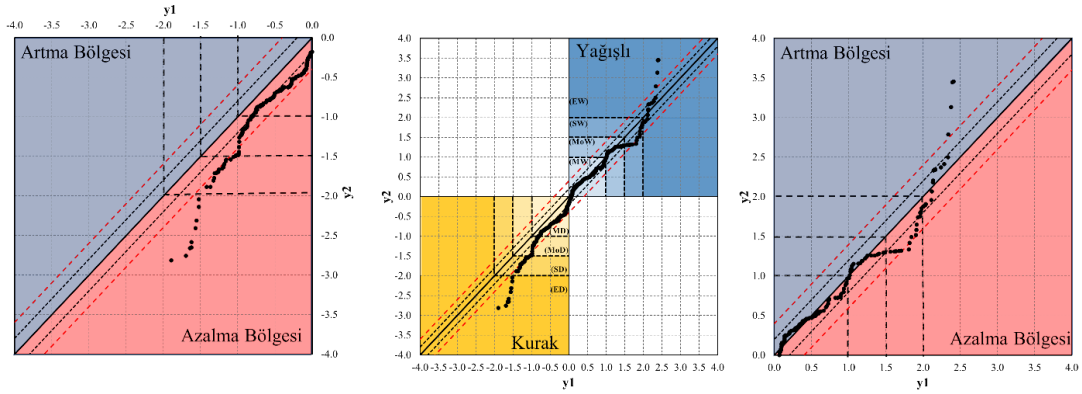
Şekil 4. 40. ITA yöntemine göre 17285-Hakkâri İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri

SYİ-6 ITA sonuçları incelendiğinde, Hafif Yağışlı indis değerlerinde genellikle zayıf bir azalma eğilimi olurken Orta Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir artış eğilimi görülmüştür. Çok Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise azalma eğilimleri meydana gelmiştir. Orta Kurak indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü, Hafif Kurak indis değerlerinde ise zayıf bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Çok Kurak ve Aşırı Kurak indis değerlerinde %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi belirlenmiştir.



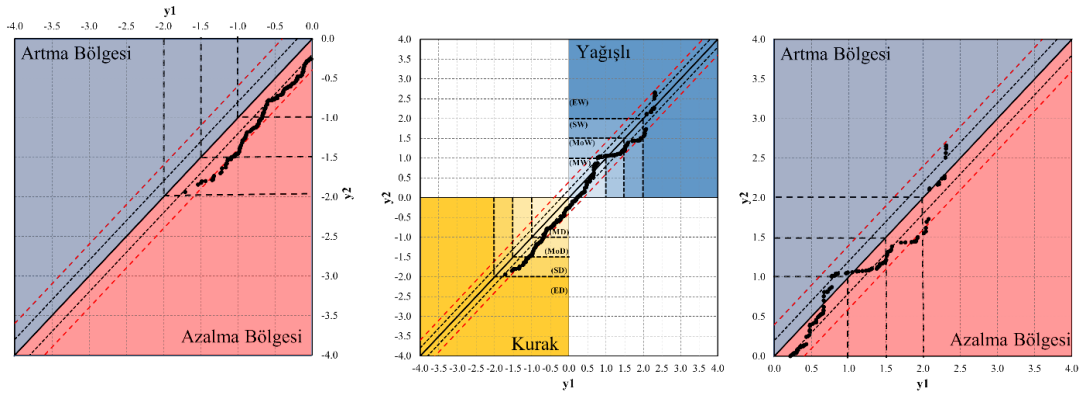
Şekil 4. 41. ITA yöntemine göre 17285-Hakkâri İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri

SYİ-12 için yapılan analize göre, Çok Yağışlı indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi görülürken Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise zayıf bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde ise Hafif Kurak ve Orta Kurak indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi belirlenirken, Çok Kurak ve Aşırı Kurak indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. 42. ITA yöntemine göre17285-Hakkâri İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri

Şekil 4. 43'de verilen SYİ-24 için yapılan ITA sonuçlarına göre, Aşırı Yağışlı indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir artış eğilimi olurken Çok Yağışlı indis değerlerinde güçlü bir azalma eğilimi belirlenmiştir. Orta Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi tespit edilmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde ise Aşırı Kurak indis değerleri haricinde genellikle %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi meydana gelmiştir.

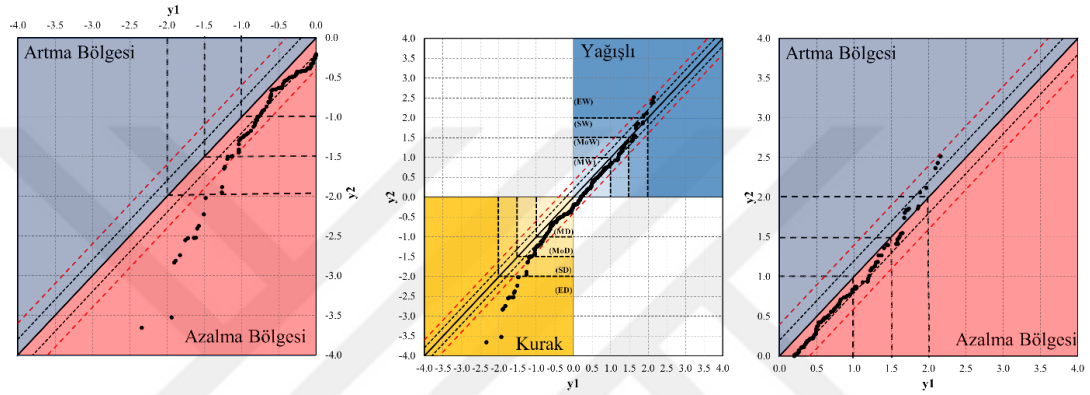


Şekil 4. 43. ITA yöntemine göre 17285-Hakkâri İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri

4.2.5. 17846-Maden İstasyonu Trend Analizi

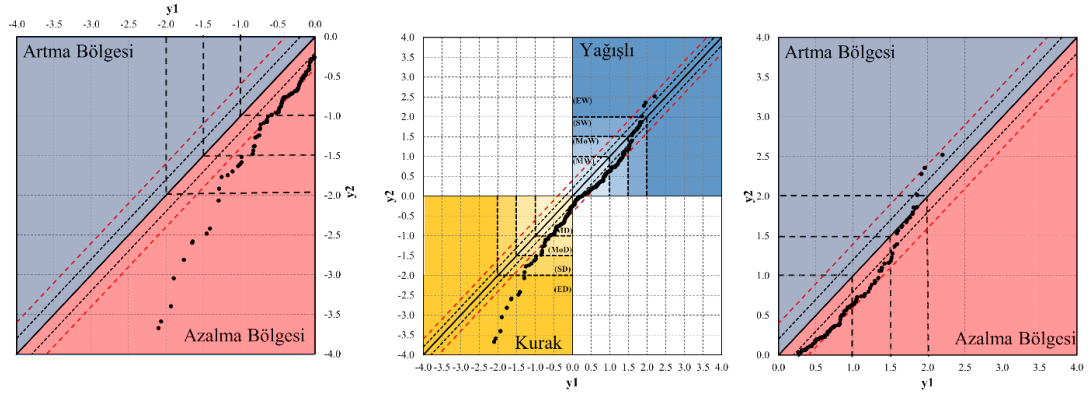
17846-Maden istasyonu için SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24 değerlerinin ITA yöntemine göre trend analizi sonuçları sırasıyla aşağıda gösterilmiştir.

SYİ-3 sonuçlarına göre, Hafif Yağışlı, Orta Yağışlı ve 1.5 ile 1.7 indis değerleri arasındaki Çok Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi görülürken, 1.7 ile 2.00 indis değerleri arasındaki Çok Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise artış eğilimi gözlemlenmiştir. Aşırı Kurak ve Çok Kurak indis değerlerinde %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi meydana gelirken, Orta Kurak ve 0 ile 0 ile -0.3 indis değerleri arasındaki Hafif Kurak indis değerlerinde ise güçlü bir azalma eğilimi belirlenmiştir.



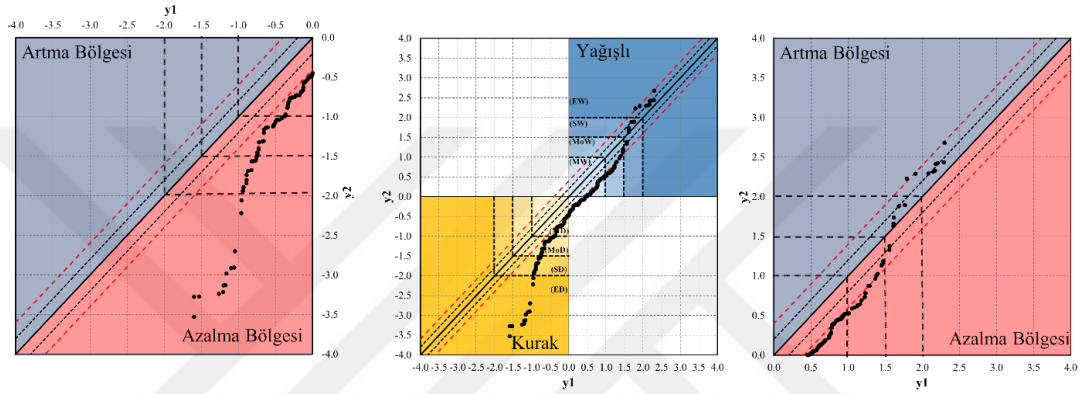
Şekil 4. 44. ITA yöntemine göre 17846-Maden İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri

Şekil 4. 45'te verilen SYİ-6 ITA sonuçları incelendiğinde, Hafif Yağışlı ve Orta Yağışlı indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi, Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise güçlü bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde ise Aşırı Kurak, Çok Kurak ve Orta Kurak indis değerlerinde %10'un üzerinde çok güçlü azalma eğilimleri, Hafif Kurak indis değerlerinde ise güçlü bir azalma eğilimi olduğu görülmüştür.



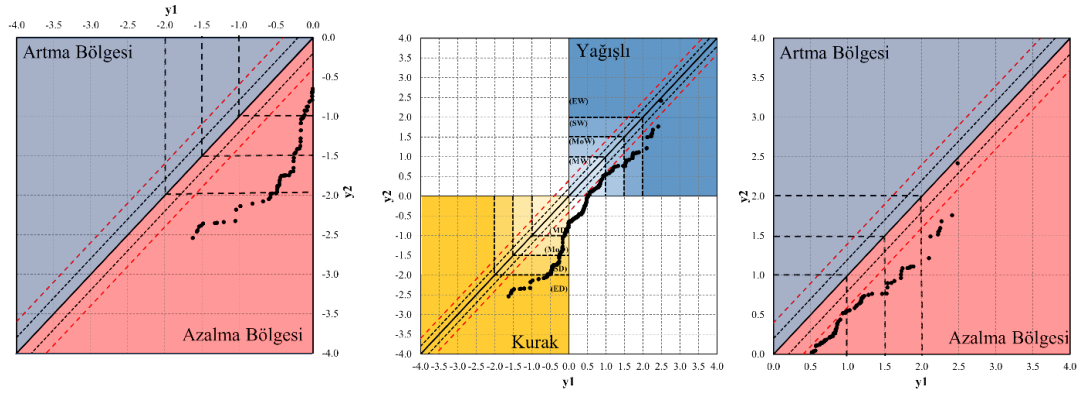
Şekil 4. 45. ITA yöntemine göre17846-Maden İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri

SYİ-12 için, Hafif Yağışlı ve 1 ile 1.3 indis değerleri arasındaki Orta Yağışlı indis değerlerinde %10 üzerinde güçlü bir azalma eğilimi belirlenmiştir. Çok Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir artış eğilimi gözlemlenirken Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise güçlü bir artış eğilimi meydana gelmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde ise tüm durumlarda %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi belirlenmiştir.



Şekil 4. 46. ITA yöntemine göre 17846-Maden İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri

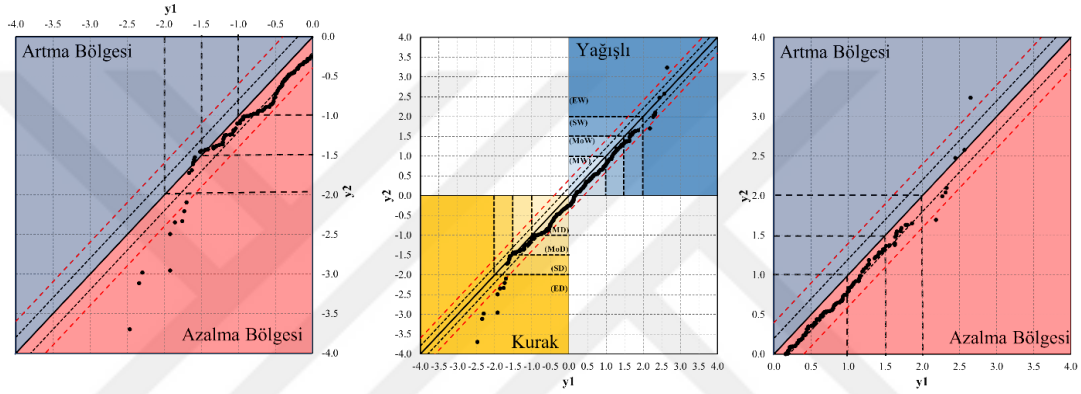
Şekil 4. 47'de SYİ-24 için yapılan ITA sonuçlarına göre, Yağışlı ve Kurak dönemlerin tümünde çok güçlü azalma eğilimleri bulunmuştur.



Şekil 4. 47. ITA yöntemine göre 17846-Maden İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri

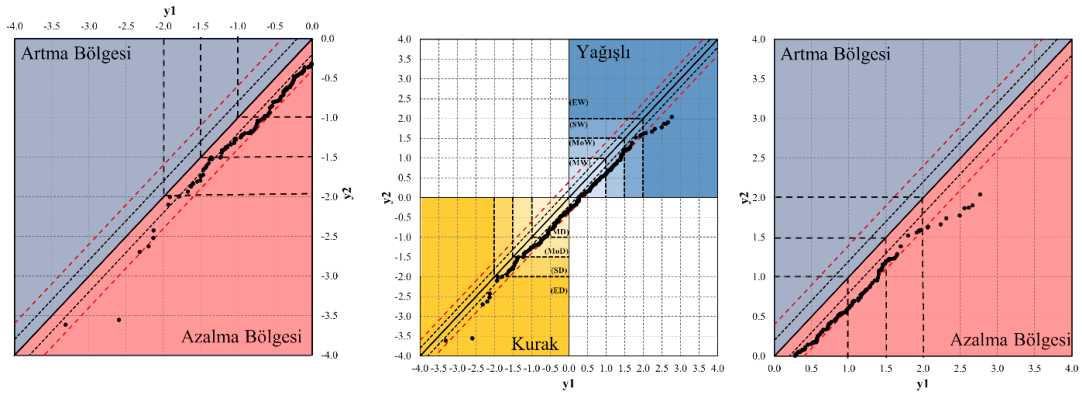
4.2.6. 17847-Ergani İstasyonu Trend Analizi

17847-Ergani istasyonu için Şekil 4. 48'de verilen SYİ-3 sonuçlarına göre, Hafif Yağışlı, Orta Yağışlı ve Çok Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi belirlenirken Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise güçlü bir azalma eğilimi meydana gelmiştir. Kurak dönemlere bakıldığında ise 0 ile-0.5 indis değerleri arasındaki Hafif Kurak indis değerlerinde ve Orta Kurak indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi, -1.5 ile -1.7 indis değerleri arasındaki Çok Kurak durumda ise zayıf bir artış eğilimi olmuştur. Aşırı Kurak indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi belirlenmiştir.



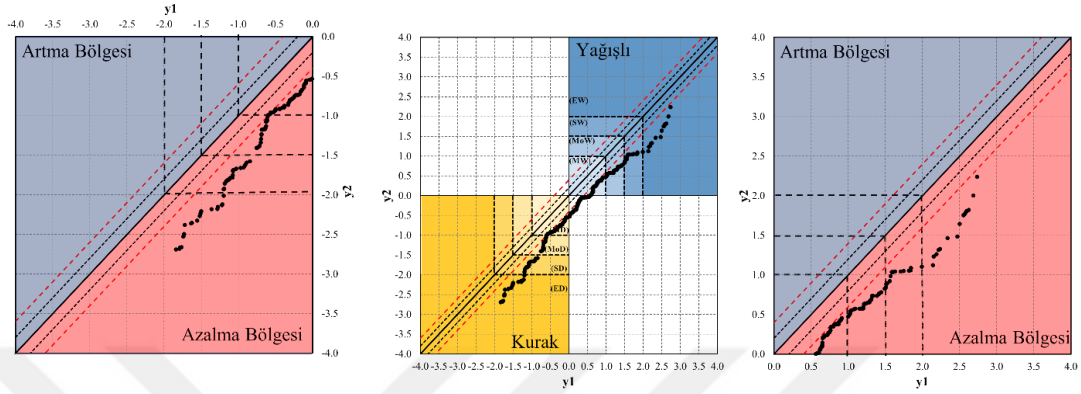
Şekil 4. 48. ITA yöntemine göre 17847-Ergani İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri

Şekil 4. 49'da verilen SYİ-6 ITA sonuçları incelendiğinde, Hafif Yağışlı, Orta Yağışlı ve Çok Yağışlı indis değerlerinde %5 çizgisi üzerinde güçlü bir azalma eğilimi gözlemlenirken, Aşırı Yağışlı indis değerlerinde is %10 çizgisi üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi meydana gelmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde ise tüm durumlarda %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi olduğu belirlenmiştir.



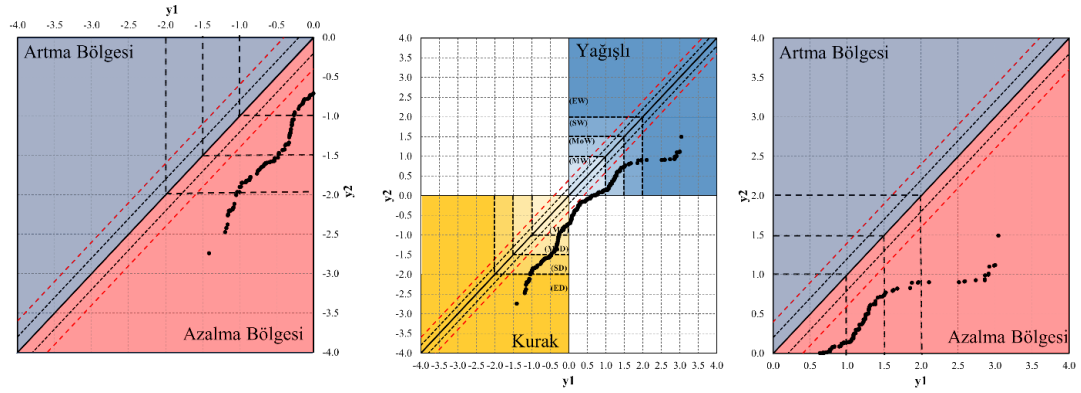
Şekil 4. 49. ITA yöntemine göre 17847-Ergani İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri

SYİ-12 için yapılan analize göre, Yağışlı ve Kurak dönemlerin tümünde %10'un üzerinde çok güçlü azalma eğilimleri olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 50. ITA yöntemine göre 17847-Ergani İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri

Şekil 4. 51'de SYİ-24 için yapılan ITA sonuçlarına göre, SYİ-12'ye benzer şekilde Yağışlı ve Kurak dönemlerin tümünde %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi olduğu meydana gelmiştir.

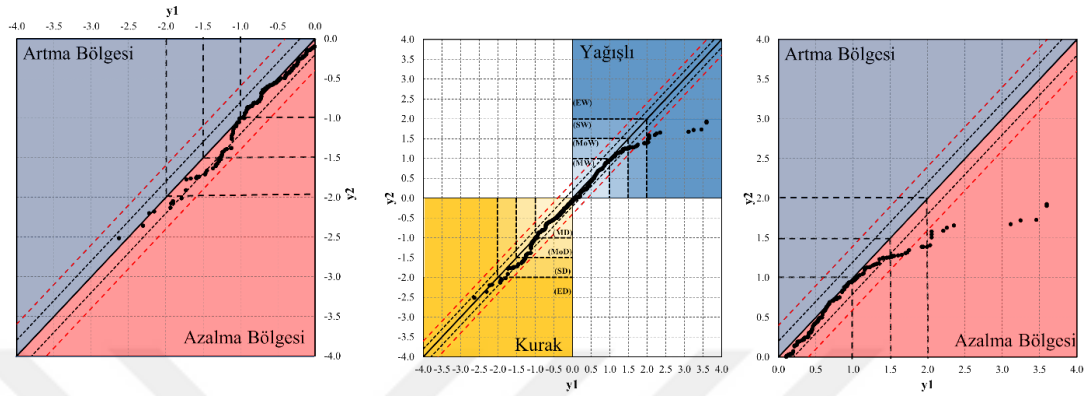


Şekil 4. 51. ITA yöntemine göre 17847-Ergani İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri

4.2.7. 17880-Başkale İstasyonu Trend Analizi

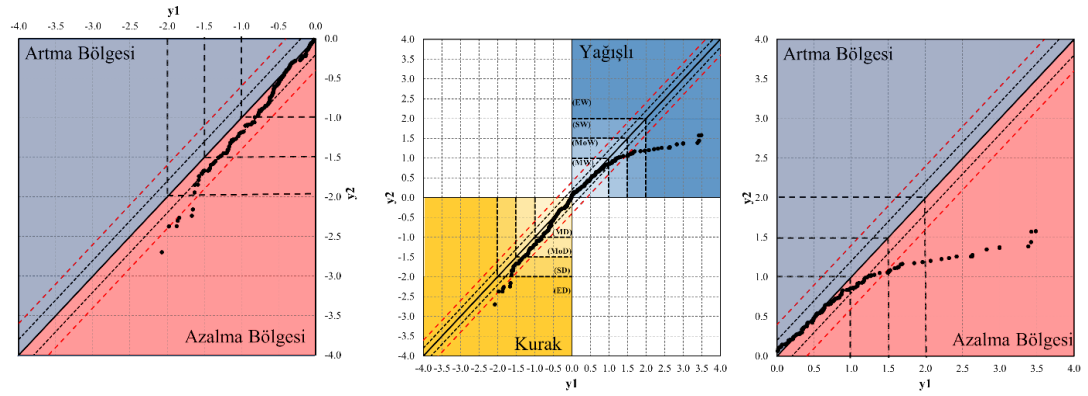
ITA yöntemine göre 17880-Başkale istasyonu için Şekil 4. 52'da verilen SYİ-3 sonuçlarına göre, Hafif ve Orta Yağışlı indis değerlerinde anlamlı zayıf bir eğilimin olduğu belirlenmiştir. Çok Yağışlı indis değerlerinde güçlü, Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi tespit edilmiştir. Kurak

dönemler incelendiğinde ise genel itibariyle zayıf bir azalma eğilimi olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. 52. ITA yöntemine göre 17880-Başkale İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri

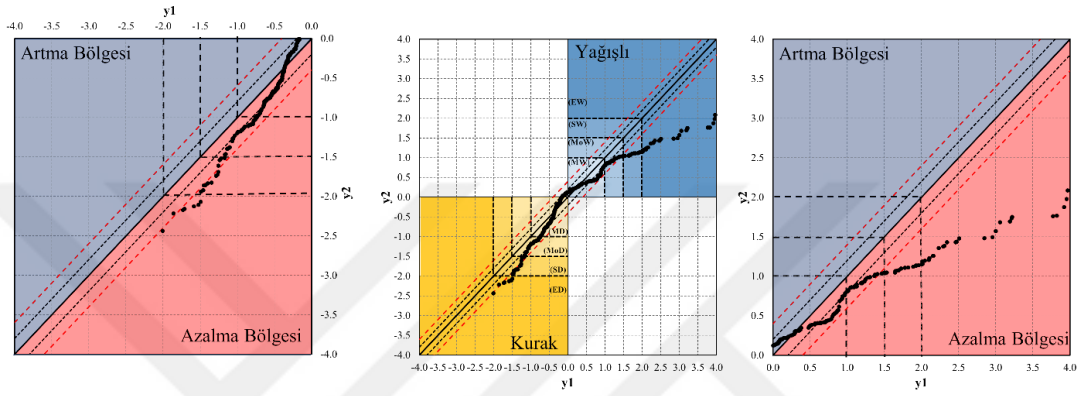
SYİ-6 ITA sonuçları incelendiğinde, Hafif Yağışlı indis değerlerinde ve 1 ile 1.3 indis değerleri arasındaki Orta Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi meydana gelirken, Çok Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise çok güçlü bir azalma eğilimi oluşmuştur. Kurak dönemler incelendiğinde ise -0.6 ile -1 indis değerleri arasındaki Hafif Kurak, Orta Kurak ve Çok Kurak indis değerlerinde zayıf bir anlamlı eğilim meydana gelirken, Aşırı Kurak indis değerlerinde çok güçlü bir anlamlı eğilim meydana gelmiştir.



Şekil 4. 53. ITA yöntemine göre 17880-Başkale İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri

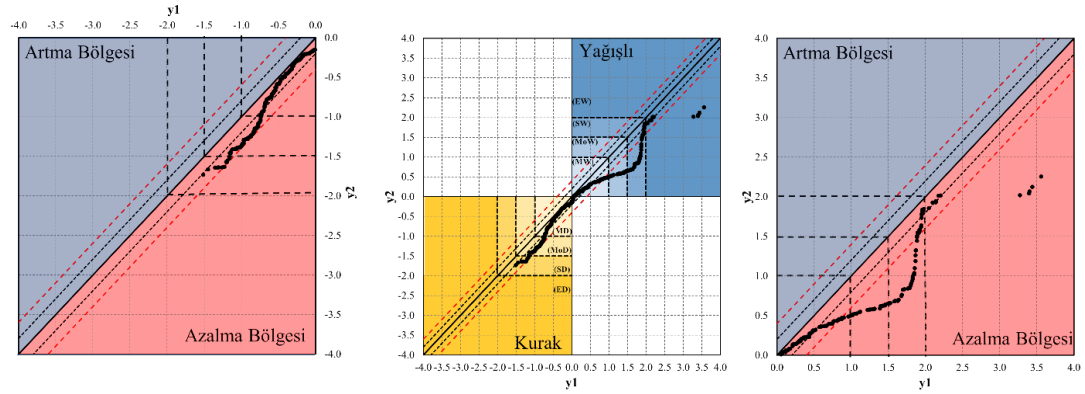
SYİ-12 için yapılan analize göre, Çok Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi oluşmuştur. 0.4 ile 0.6

indis değerleri arasındaki Hafif Yağışlı ve Orta Yağışlı indis değerlerinde güçlü bir azalma eğilimi tespit edilmiştir. 0 ile -0.4 indis değerleri arasındaki Hafif Kurak indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi gözlemlenirken, Orta Kurak ve -1.5 ile -1.7 indis değerleri arasındaki Çok Kurak indis değerlerinde güçlü bir azalma belirlenirken -1.7'den küçük indis değerlerindeki kurak durumlarda çok güçlü bir azalma eğilimi meydana gelmiştir.



Şekil 4. 54. ITA yöntemine göre 17880-Başkale İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri

Şekil 4. 55'de SYİ-24 için yapılan ITA sonuçlarına göre, 0 ile 0.5 indis değerleri arasındaki Hafif Yağışlı indis değerlerinde ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi belirlenmiş iken, Orta Yağışlı ve Çok Yağışlı indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi gözlemlenmiştir. Kurak dönemlere bakıldığında ise Aşırı Kurak indis değerlerinde herhangi bir eğilim olmaz iken Çok Kurak ve Orta Kurak indis değerlerinde %5 çizgisi üzerinde güçlü bir azalma eğilimi olmuştur. Ayrıca Hafif Kurak indis değerlerinde ise zayıf bir azalma eğilimi gözlemlenmiştir.

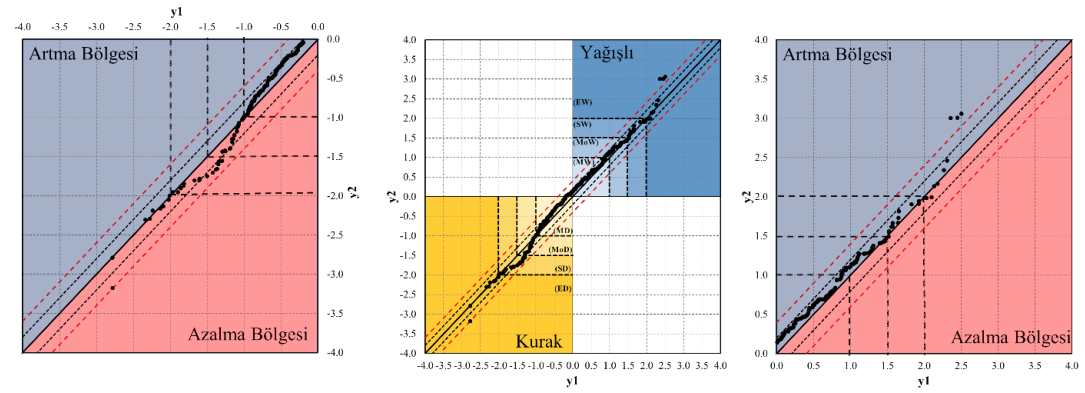


Şekil 4. 55. ITA yöntemine göre 17880-Başkale İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri

4.2.8. 17920-Yüksekova İstasyonu Trend Analizi

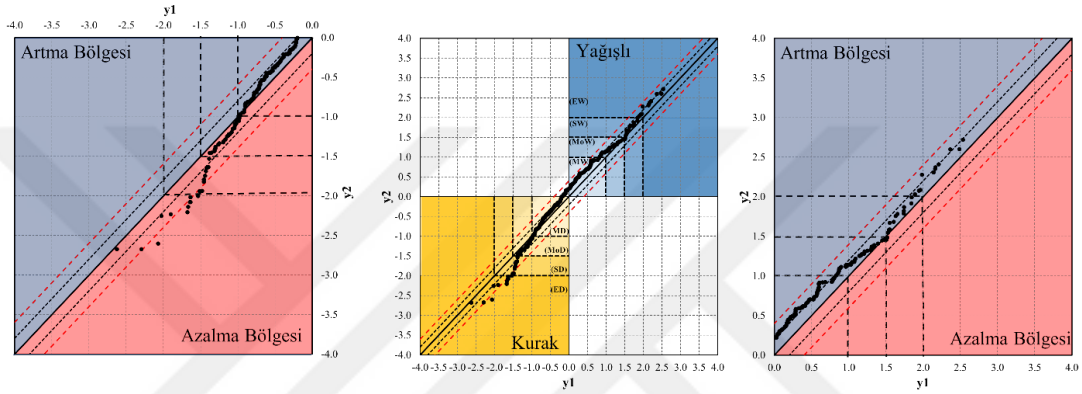
17920-Yüksekova istasyonundaki SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24 değerlerinin ITA yöntemine göre trend analizi sonuçları sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Şekil 4. 56'da SYİ-3 sonuçlarına göre, Yağışlı durumların tümünde zayıf bir artma eğilimi meydana gelmiştir. Hafif Kurak indis değerlerinde zayıf bir artma eğilimi tespit edilirken, Orta Kurak indis değerlerinde zayıf bir azalma eğilimi meydana gelmiştir. -1.5 ile-1.8 indis değerleri arasındaki Çok Kurak indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Aşırı Kurak indis değerlerinde ise anlamlı bir eğilim olmamıştır.



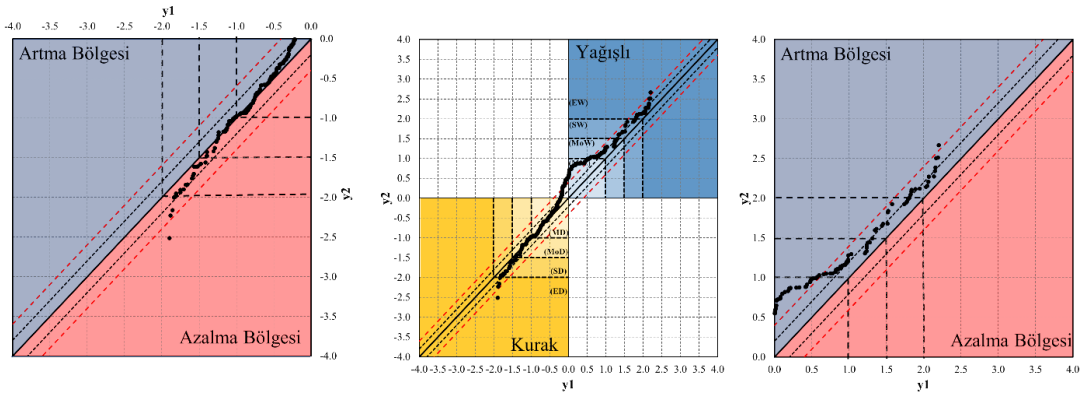
Şekil 4. 56. ITA yöntemine göre 17920-Yüksekova İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri

SYİ-6 ITA sonuçları incelendiğinde, Hafif Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir artış eğilim olduğu tespit edilmiştir. Orta Yağışlı ile Çok Yağışlı indis değerlerinde ise zayıf bir artma eğilimi belirlenmiştir. Kurak dönemler incelendiğinde ise Hafif Kurak indis değerlerinde zayıf bir artış eğilim, Orta Kurak indis değerlerinde ise zayıf bir azalma eğilimi meydana gelmiştir. Çok Kurak ve Aşırı Kurak indis değerlerinde ise %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi belirlenmiştir.



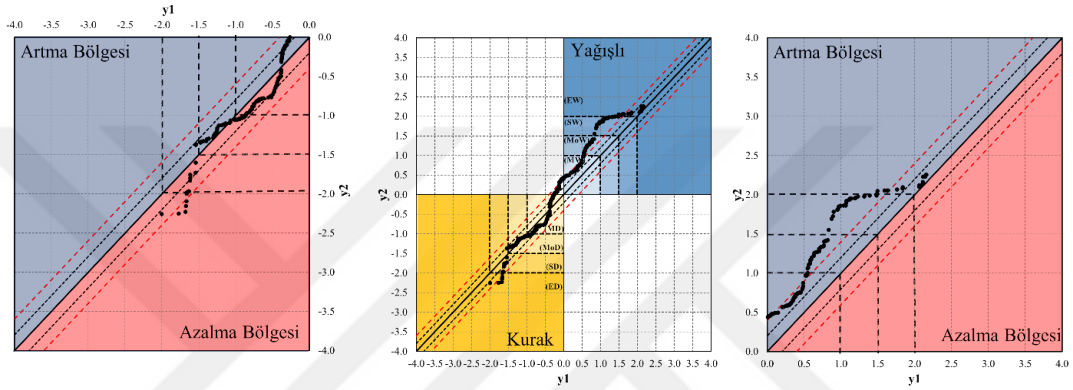
Şekil 4. 57. ITA yöntemine göre 17920-Yüksekova İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri

Şekil 4. 58'de verilmiş olan SYİ-12 için yapılan analize göre, Hafif Yağışlı indis değerlerinde %10'nun üzerinde çok güçlü bir artma eğilimi belirlenmiştir. Orta Yağışlı, Çok Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise %5'in üzerinde güçlü bir artma eğilimi olduğu görülmüştür. Kurak dönemlere bakıldığında ise Aşırı Kurak indis değerlerinde güçlü bir azalma eğilimi tespit edilirken Orta Kurak ve Hafif Kurak indis değerlerinde zayıf bir artma eğilimi olmuştur.



Şekil 4. 58. ITA yöntemine göre 17920-Yüksekova İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri

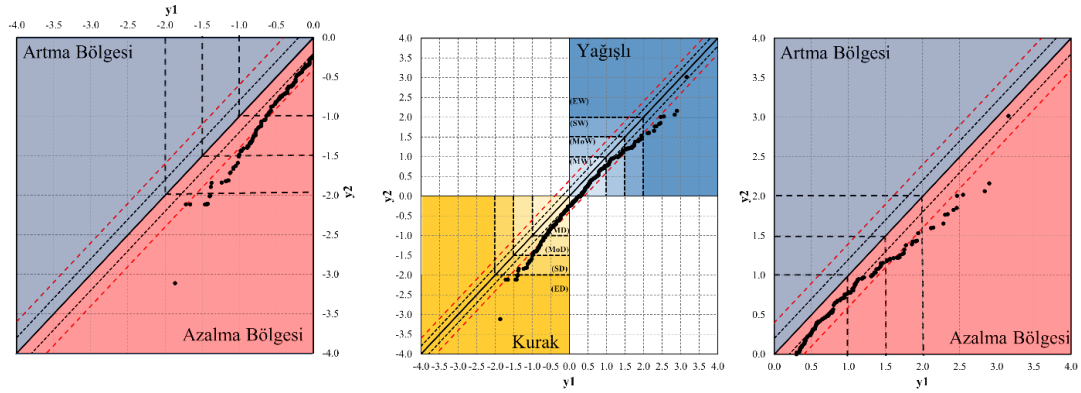
SYİ-24 için yapılan ITA sonuçlarına göre, Orta Yağışlı ve Çok Yağışlı indis değerlerinde %10'in üzerinde çok güçlü bir artma eğilimi bulunurken Hafif Yağışlı ve Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise zayıf bir artma eğilimi meydana gelmiştir. 0 ile -0.5 indis değerleri arasındaki Hafif Kurak ve Orta Kurak indis değerlerinde zayıf bir artma eğilimi gözlemlenmiştir. Aşırı Kurak indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi belirlenmiştir.



Şekil 4. 59. ITA yöntemine göre 17920-Yüksekova İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri

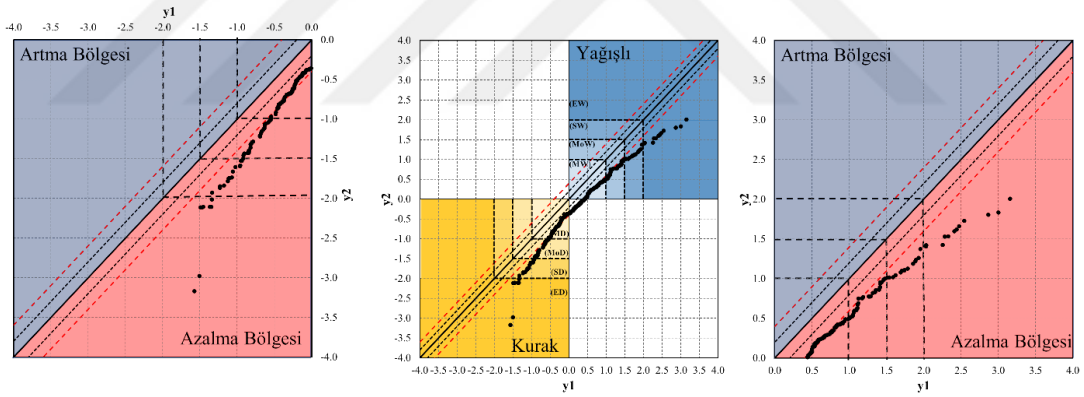
4.2.9. 17950-Cizre İstasyonu Trend Analizi

17950-Cizre istasyonunda ITA yöntemine göre trend analizi sonuçlarına göre Şekil 4. 60'da verilen SYİ-3 sonuçlarına göre, Hafif Yağışlı, Orta Yağışlı ve Çok Yağışlı indis değerlerinde %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi gözlemlenmiştir, Aşırı Yağışlı indis değerlerinde ise bu azalma eğilimi %10'un üzerine çıkmıştır. Kurak dönemlere bakıldığında ise Hafif Kurak ve Aşırı Kurak indis değerlerinde güçlü bir azalma eğilimi, Orta Kurak ve Çok Kurak indis değerlerinde ise %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi meydana gelmiştir.



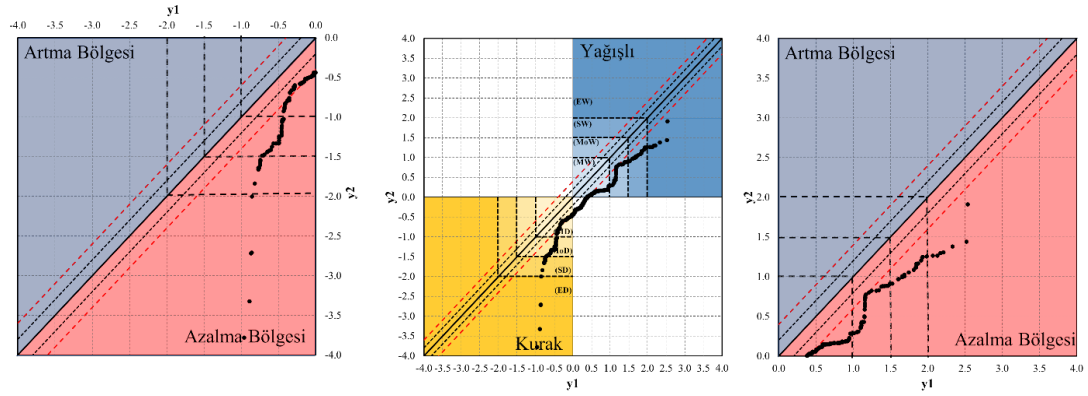
Şekil 4. 60. ITA yöntemine göre 17950-Cizre İstasyonu SYI-3 değerlerinin değişimleri

Şekil 4. 61'de verilen SYİ-6 ITA sonuçları incelendiğinde, Yağışlı durumların tümünde %10'un üzerinde çok güçlü azalma eğilimleri belirlenmiştir. Kurak dönemlere bakıldığında ise Orta Kurak, Çok Kurak ve Aşırı Kurak indis değerlerinde %10'un üzerinde çok güçlü bir azalma eğilimi, Hafif Kurak indis değerlerinde ise %5'in üzerinde güçlü bir azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir.



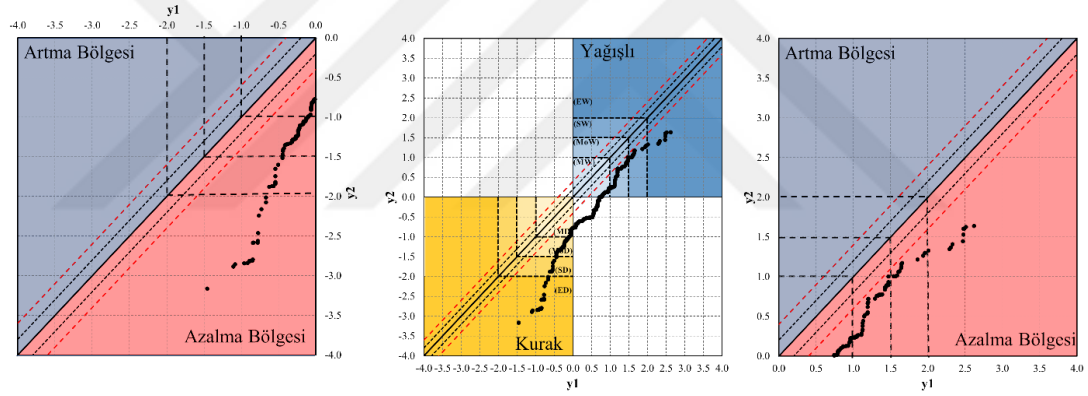
Şekil 4. 61. ITA yöntemine göre 17950-Cizre İstasyonu SYI-6 değerlerinin değişimleri

SYİ-12 için yapılan analize göre, Yağışlı durumların tümünde %10'un üzerinde çok güçlü azalma eğilimleri olduğu anlaşılmaktadır. Kurak dönemler incelendiğinde ise Hafif Kurak indis değerlerinde %5'in üzerinde görülen güçlü azalma eğilimi, diğer tüm kurak durumlarda ise %10'un üzerinde çok güçlü azalma eğilimleri olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. 62. ITA yöntemine göre 17950-Cizre İstasyonu SYI-12 değerlerinin değişimleri

SYİ-24 için yapılan ITA sonuçları Şekil 4. 63'de verilmiştir. Buna göre, Yağışlı ve Kurak durumların tümünde %10'un üzerinde çok güçlü azalma eğilimleri meydana gelmiştir.



Şekil 4. 63. ITA yöntemine göre 17950-Cizre İstasyonu SYI-24 değerlerinin değişimleri

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Dicle Havzası'nda bulunan dokuz meteoroloji gözlem istasyonuna ait aylık toplam yağış verileri kullanılarak SYİ yöntemi ile istasyonlara ait kuraklık indis değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan indis değerlerinin trend analizi ITA yöntemi ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda listelenmiştir.

Tüm istasyonlar için zaman ölçeği büyüdükçe en uzun kurak dönem süresinin arttığı görülmüştür. SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12 ve SYİ-24'te meydana gelen en uzun kurak dönem ortalamaları sırasıyla 17, 25.5, 56 ve 83 ay olmuştur. SYİ- 3 ve SYİ-6 için en uzun kurak dönemler 17210-Siirt istasyonunda sırasıyla 22 ve 36 ay, SYİ-12 için 17285-Hakkâri istasyonunda 69 ay ve SYİ-24 için ise 158 ay olarak 17950-Cizre istasyonunda görülmüştür.

Ele alınan istasyonlarda kurak dönem oluşma yüzdelerinin zaman ölçeği büyüdükçe arttığı belirlenmiştir. En yüksek kurak dönem meydana gelme oranı SYİ-12 zaman ölçeğinde 17920-Yüksekova istasyonu için %58 olarak belirlenmiştir.

Farklı zaman ölçekleri için kuraklık sınıfları oluşma yüzdeleri incelendiğinde, SYİ-3, SYİ-6 ve SYİ-24 zaman ölçeklerinde, AK durum en yüksek 17846-Maden istasyonunda olurken, SYİ-12 zaman ölçeğinde ise 17280-Diyarbakır istasyonunda meydana gelmiştir. ÇK durumda en yüksek oluşma yüzdeleri SYİ-6 ve SYİ-12 zaman ölçekleri için 17847-Ergani istasyonunda meydana gelmiştir. SYİ-12 ve SYİ-24 zaman ölçeklerinde en yüksek HK durum oluşma yüzdeleri 17880-Başkale istasyonunda oluşmuştur.

ITA yöntemine göre kuraklık şiddetlerinin trend analizi sonucunda, 17846-Maden istasyonu için tüm zaman ölçeklerindeki AK indis değerlerinde %10'un üzerinde "çok güçlü" bir azalma eğilimi meydana gelmiştir. Yine AK indis değeri için; SYİ-3 için 17285-Hakkâri, 17846-Maden ve 17847-Ergani istasyonları için %10 çizgisi üzerinde "çok güçlü", 17950-Cizre istasyonu için ise %5'in üzerinde "güçlü"

bir azalma eğilimi belirlenmiştir. 17210-Siirt e 17280-Diyarbakır istasyonunda "zayıf" bir artış trendi meydana gelmiştir.

SYİ-6 için 17285-Hakkâri, 17846-Maden, 17880-Başkale ve 17950-Cizre istasyonlarında "çok güçlü", 17847-Ergani istasyonunda "güçlü" bir azalma ve 17282-Batman istasyonunda ise "zayıf" bir azalma trendi meydana gelmiştir. 17280-Diyarbakır istasyonunda %5'in üzerinde "güçlü" bir artma eğilimi görülmüştür.

SYİ-12 için AK indis değerlerindeki ITA sonuçlarına göre 17282-Batman, 17285-Hakkâri, 17846-Maden, 17847-Ergani, 17880-Başkale ve 17950-Cizre istasyonlarında %10'un üzerinde "çok güçlü" bir azalma eğilimi belirlenirken, 17210-Siirt ve 17280-Diyarbakır istasyonlarında "çok güçlü" bir artış trendi gözlenmiştir.

SYİ-24 için AK indis değerlerindeki trend analizi sonuçlarına göre 17282-Batman, 17846-Maden, 17847-Ergani, 17920-Yüksekova ve 17950-Cizre istasyonlarında "çok güçlü" bir azalma eğilimi, 17285-Hakkari ve 17880-Başkale istasyonlarında ise anlamlı bir eğilime rastlanılmamıştır. 17280-Diyarbakır istasyonunda ise "çok güçlü" bir artma eğilimi meydana geldiği belirlenmiştir.

Bu çalışmanın devamında, iklim değişikliğinin meydana getirmesi muhtemel olumsuz etkilerine erken önlem alınabilmek amacıyla uygulayıcı ve karar vericilere yardımcı olabilmesi için farklı iklim senaryoları kullanılarak, gelecekteki olası yağış verilerinin kuraklığı ve kuraklığın trendinin belirlenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

ABEYSINGHA, N. ve RAJAPAKSHA, U. 2020. SPI-based spatiotemporal drought over Sri Lanka. Advances in Meteorology, 2020 (9753279): 1-10.

ALSUBIH, M., MALLICK, J., TALUKDAR, S., SALAM, R., ALQADHI, S., FATTAH, M. A. ve THANH, N. V. 2021. An investigation of the short-term meteorological drought variability over Asir Region of Saudi Arabia. Theoretical and applied climatology, 145: 597–617.

BACANLI, Ü. G. 2017. Trend analysis of precipitation and drought in the A egean region, T urkey. Meteorological Applications, 24(2): 239-249.

BELAYNEH, A. ve ADAMOWSKI, J. 2012. Standard precipitation index drought forecasting using neural networks, wavelet neural networks, and support vector regression. Applied computational intelligence and soft computing, 2012 (794061): 1-13.

BONACCORSO, B., BORDI, I., CANCELLIERE, A., ROSSI, G. ve SUTERA, A. 2003. Spatial variability of drought: an analysis of the SPI in Sicily. Water resources management, 17(4): 273-296.

BOTTERILL, L. C. ve FISHER, M. 2003. Beyond Drought: People, Policy and Perspectives, CSIRO Publishing, Melbourne,Australian, 248s.

CALOIERO, T. 2018. SPI trend analysis of New Zealand applying the ITA technique. Geosciences, 8(3): 1-14.

CHEVAL, S., BUSUIOC, A., DUMITRESCU, A. ve BIRSAN, M.-V. 2014. Spatiotemporal variability of meteorological drought in Romania using the standardized precipitation index (SPI). Climate Research, 60(3): 235-248.

DABANLI, İ., ŞEN, Z., YELEĞEN, M. Ö., ŞIŞMAN, E., SELEK, B. ve GÜÇLÜ, Y. S. 2016. Trend assessment by the innovative-Şen method. Water resources management, 30(14): 5193-5203.

DASHTPAGERDI, M. M., KOUSARI, M. R., VAGHARFARD, H., GHONCHEPOUR, D., HOSSEINI, M. E. ve AHANI, H. 2015. An investigation of drought magnitude trend during 1975–2005 in arid and semi-arid regions of Iran. Environmental earth sciences, 73(3): 1231-1244.

F. HASAN, I. 2021. Trend Detection of Metrological Drought in North of Iraq. Journal of Engineering and Sustainable Development, 25(3): 60-73.

GUMUS, V. ve ALGIN, H. M. 2017. Meteorological and hydrological drought analysis of the Seyhan− Ceyhan River Basins, Turkey. Meteorological Applications, 24(1): 62-73.

HAYES, M. J., SVOBODA, M. D., WARDLOW, B. D., ANDERSON, M. C. ve KOGAN, F. 2012. Drought monitoring: Historical and current perspectives, CRC Press, Birleşik Krallık, 20s.

HEIM JR, R. R. 2002. A review of twentieth-century drought indices used in the United States. Bulletin of the American Meteorological Society, 83(8): 1149-1166.

KHALILI, D., FARNOUD, T., JAMSHIDI, H., KAMGAR-HAGHIGHI, A. A. ve ZAND-PARSA, S. 2011. Comparability analyses of the SPI and RDI meteorological drought indices in different climatic zones. Water resources management, 25(6): 1737-1757.

KISI, O. ve AY, M. 2014. Comparison of Mann–Kendall and innovative trend method for water quality parameters of the Kizilirmak River, Turkey. Journal of Hydrology, 513: 362-375.

KOMUSCU, A. U. 1999. Using the SPI to analyze spatial and temporal patterns of drought in Turkey. Drought Network News (1994-2001), 49: 7-13.

LIU, X., LIU, C., LUO, Y., ZHANG, M. ve XIA, J. 2012. Dramatic decrease in streamflow from the headwater source in the central route of China's water diversion project: Climatic variation or human influence? Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 117(D6): 1-10.

LIVADA, I. ve ASSIMAKOPOULOS, V. 2007. Spatial and temporal analysis of drought in Greece using the Standardized Precipitation Index (SPI). Theoretical and applied climatology, 89(3): 143-153.

MAHAJAN, D. ve DODAMANI, B. 2015. Trend analysis of drought events over upper Krishna basin in Maharashtra. Aquatic Procedia, 4(2015): 1250-1257.

MARAK, J. D. K., SARMA, A. K. ve BHATTACHARJYA, R. K. 2020. Innovative trend analysis of spatial and temporal rainfall variations in Umiam and Umtru watersheds in Meghalaya, India. Theoretical and applied climatology, 142(3): 1397-1412.

MARINI, G., FONTANA, N. ve MISHRA, A. K. 2019. Investigating drought in Apulia region, Italy using SPI and RDI. Theoretical and applied climatology, 137(1): 383-397.

MCKEE, T. B., DOESKEN, N. J. ve KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993,Boston, USA,179-183.

MOREIRA, E. E., PAULO, A. A., PEREIRA, L. S. ve MEXIA, J. T. 2006. Analysis of SPI drought class transitions using loglinear models. Journal of Hydrology, 331(1-2): 349-359.

MUSTAFA, A. ve RAHMAN, G. 2018. Assessing the spatio-temporal variability of meteorological drought in Jordan. Earth Systems and Environment, 2(2): 247-264.

NAM, W.-H., HAYES, M. J., SVOBODA, M. D., TADESSE, T. ve WILHITE, D. A. 2015. Drought hazard assessment in the context of climate change for South Korea. Agricultural Water Management, 160: 106-117.

ÖZFIDANER, M. ve TOPALOĞLU, F. 2020. Standart Yağış İndeksi Yöntemi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kuraklık Analizi. Toprak Su Dergisi, 9(2): 130-136.

PALMER, W. C. 1965. Meteorological drought, US Department of Commerce, Weather Bureau, Washington, USA, 58s.

SIRDAŞ, S. ve SEN, Z. 2003. Spatio-temporal drought analysis in the Trakya region, Turkey. Hydrological Sciences Journal, 48(5): 809-820.

ŞEN, Z. 2012. Innovative Trend Analysis Methodology. Journal of Hydrologic Engineering, 17(9): 1042-1046.

TOSUNOGLU, F. ve KISI, O. 2017. Trend analysis of maximum hydrologic drought variables using Mann–Kendall and Şen's innovative trend method. River Research and Applications, 33(4): 597-610.

TSAKIRIS, G., PANGALOU, D. ve VANGELIS, H. 2007. Regional drought assessment based on the Reconnaissance Drought Index (RDI). Water resources management, 21(5): 821-833.

WANG, Y., XU, Y., TABARI, H., WANG, J., WANG, Q., SONG, S. ve HU, Z. 2020. Innovative trend analysis of annual and seasonal rainfall in the Yangtze River Delta, eastern China. Atmospheric Research, 231(104673): 1-14.

WILHITE, D. A. ve GLANTZ, M. H. 1985. Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. Water international, 10(3): 111-120.

YAGOUB, Y. E., LI, Z., MUSA, O. S., ANJUM, M. N., WANG, F. ve BO, Z. 2017. Detection of drought cycles pattern in two countries (Sudan and South Sudan) by using Standardized Precipitation Index SPI. Am J Environ Eng, 7(4): 93-105.

YILMAZ, B. 2019. Analysis of hydrological drought trends in the gap region (southeastern Turkey) by Mann-Kendall test and innovative sen method. Appl. Ecol. Environ. Res., 17(2): 3325-3342.

YÜCE, M. İ. ve EŞIT, M. 2020. Ceyhan Havzasının Kuraklık Risk Haritasının SPI ve SPEI Metotları İle Belirlenmesi. Su Kaynakları, 5(2): 1-8.

ZARGAR, A., SADIQ, R., NASER, B. ve KHAN, F. I. 2011. A review of drought indices. Environmental Reviews, 19: 333-349.

ZHOU, H. ve LIU, Y. 2016. SPI based meteorological drought assessment over a humid basin: Effects of processing schemes. Water, 8(9): 373.

ÖZGEÇMİŞ