



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SEYHAN, CEYHAN, DOĞU AKDENİZ VE ASİ HAVZASI
BÖLGELERİNDE SAÇILMA YAĞIŞ İNDİSİ İLE METEOROLOJİK
KURAKLIĞIN ZAMANSAL VE ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

SERİN DEĞERLİ ŞİMŞEK
YÜKSEK LİSANS TEZİ



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SEYHAN, CEYHAN, DOĞU AKDENİZ VE ASİ HAVZASI
BÖLGELERİNDE SAÇILMA YAĞIŞ İNDİSİ İLE METEOROLOJİK
KURAKLIĞIN ZAMANSAL VE ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

SERİN DEĞERLİ ŞİMŞEK
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. EVREN TURHAN

ADANA, 2023

JÜRİ ONAY SAYFASI

(SEYHAN, CEYHAN, DOĞU AKDENİZ VE ASİ HAVZASI BÖLGELERİNDE
SAÇILMA YAĞIŞ İNDİSİ İLE METEOROLOJİK KURAKLIĞIN ZAMANSAL VE
ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI)

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında 20801201009 numaralı Serin DEĞERLİ
ŞİMŞEK tarafından ilgili yönetmeliklerin belirlediği şartlar doğrultusunda tamamlanan
Yüksek Lisans aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Adana Alparslan Türkeş Bilim ve
Teknoloji Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca
onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ahmet BEYÇİOĞLU

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Faruk Fırat ÇALIM

Anabilim Dalı Başkanı

Doç. Dr. Evren TURHAN

Danışman

Tez Jürisi

Doç. Dr. Evren TURHAN

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Prof. Dr. Hatice ÇAĞATAY

Çukurova Üniversitesi

Prof. Dr. Recep YURTAL

Çukurova Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi

21/12/2023

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmada;

Bu tezin özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edilerek sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, tez kapsamında bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm veri ve bilgiler için bilimsel etik ve gelenek çerçevesinde kaynak gösterdiğimi; bu kaynakları da kaynakçada belirttiğimi beyan ederim. Çalışmam ile ilgili yaptığım beyana aykırı bir durum saptanması halinde tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

21/12/2023

[İmza]

Serin DEĞERLİ ŞİMŞEK

ÖZET

SEYHAN, CEYHAN, DOĞU AKDENİZ VE ASİ HAVZASI BÖLGELERİNDE SAÇILMA YAĞIŞ İNDİSİ İLE METEOROLOJİK KURAKLIĞIN ZAMANSAL VE ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Serin DEĞERLİ ŞİMŞEK

Yüksek Lisans, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Evren TURHAN

Aralık 2023, 148 sayfa

Sıcaklık değerlerindeki yükselmenin ve nüfustaki hızlı artışın, ülkemizin kuraklık etkilerine karşı hassas olan bölgeleri üzerindeki etkisi gün geçtikçe daha belirgin bir hale gelmektedir. Bu nedenle kurak ve nemli dönemlerin pratik bir şekilde belirlenerek bölgesel yönetim planlarına ışık tutması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, ülkemizde kurak ve yarı kurak iklim kuşağının etkisinde olan Seyhan, Ceyhan, Asi Nehri ve Doğu Akdeniz Havzaları'nda meteorolojik kuraklık indislerinden faydalanılarak kurak ve nemli dönem analizleri gerçekleştirilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nden 21 adet istasyon için temin edilen 52 yıllık (1970-2021) yağış verisi yardımıyla Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) ile Saçılma Yağış İndisi (DPI) değerleri elde edilmiştir. Sonuçların zamansal ve alansal değişimleri çeşitli grafikler ile değerlendirilmiştir. Nemli ve kurak dönemlerin meydana gelme sayısı, sıklığı ve şiddeti belirlenerek kuraklık sınıflandırmaları arası geçiş olasılıkları incelenmiştir. Çalışma sonucunda; en kurak yılın 2013'te Göksun'da, en nemli yılın ise 2009'da Karataş bölgesinde meydana geldiği belirlenmiştir. Genel olarak SPI-Gamma değerleri ile nemli dönemler daha hassas olarak tespit edilebilirken, SPI-Lognormal yöntemi ile kurak periyotlar daha detaylı tespit edebilmiştir. DPI yönteminde ise SPI metoduna göre kurak dönemlerin çok daha fazla sayıda gerçekleştiği öne çıkmaktadır. 1980, 1990, 2007, 2014, 2016 senelerinin kurak; 1981, 2001, 2009 yıllarının ise nemli olarak geçtiği tüm indislerce ortak olarak tespit edilmiştir. SPI sonuçları baz alındığında kuraklık kategorilerinin seviyesinde azalma oldukça gerçekleşme sıklıklarında bir artış olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Meteorolojik Kuraklık, Saçılma Yağış İndeksi, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, Akdeniz Kıyı Bölgeleri Havzaları (Türkiye).

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SPATIOTEMPORAL CHANGES OF METEOROLOGICAL DROUGHT WITH DISCREPANCY PRECIPITATION INDEX IN SEYHAN, CEYHAN, EASTERN MEDITERRANEAN AND ASİ BASIN REGIONS

Serin DEĞERLİ ŞİMŞEK

M.Sc., Department of Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Evren TURHAN

December 2023, 148 pages

The increase in temperature values and rapid escalation of the population leads to severe drought periods, the effects of which our country is already sensitive for. For this reason, it is crucial to determine dry and wet periods practically and provide information for regional management plans. In this context, dry and wet period analyses were carried out using meteorological drought indices in the Seyhan, Ceyhan, Asi River and Eastern Mediterranean basins, which are under the influence of our country's arid and semi-arid climate zone. Standardized Precipitation Index (SPI) and Discrepancy Precipitation Index (DPI) values were obtained with 52 years (1970-2021) of precipitation data obtained from the Turkish State Meteorological Service (MGM) for 21 stations. Spatiotemporal changes in the results were evaluated with various graphs. By determining the number of occurrences, frequency and severity of wet and dry periods, the transition probabilities between drought classifications were examined. As a result, it was determined that the driest year occurred in Göksun in 2013, and the wettest year occurred in 2009 in the Karataş region. While humid periods can be detected more precisely with SPI-Gamma values, dry periods can be detected more specifically with the SPI-Lognormal method. Dry periods occur much more frequently in the DPI method compared to the SPI method. According to the results of all indices, the years 1980, 1990, 2007, 2014, and 2016 were dry; the years 1981, 2001 and 2009 were determined to be wet. Based on the SPI results, it is thought that as the level of drought categories decreases, while their frequency increases.

Keywords: Meteorological Drought, Discrepancy Precipitation Index, Standardized Precipitation Index. Mediterranean Coastal Regions Basins (Türkiye).



İthaf

Sevgili eşim Tuğşat'a ve canım aileme...

TEŞEKKÜR

Yüksek eğitimimin her aşamasında bilgi ve deneyimleri ile her daim yol gösteren saygıdeğer danışmanım Sayın Doç. Dr. Evren TURHAN 'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans Tez savunmasında jüri olarak değerli fikirleri ile tezin son halini almasını sağlayan Sayın Prof. Dr. Hatice ÇAĞATAY ve Sayın Prof. Dr. Recep YURTAL'a kıymetli katkılarından dolayı teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Çalışmada kullanılan 21 adet istasyona ait yağış verilerinin temin edilmesini sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca ve bu çalışmanın hazırlanması esnasında gerek maddi gerek manevi tüm konularda destek olup yanımda olan ve anlayışlarını esirgemeyen başta sevgili eşim Ahmet Tuğsat ŞİMŞEK olmak üzere anneme, babama ve canım kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ONAY SAYFASI	ii
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANNAMESİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
<i>İthaf</i>	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR	xiv
SEMBOLLER	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	7
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Çalışma alanı	13
3.1.1.1. Doğu Akdeniz Havzası	13
3.1.1.2. Seyhan Havzası	16
3.1.1.3. Ceyhan Havzası	19
3.1.1.4. Asi Nehri Havzası	21
3.1.1.5. Çalışma kapsamında kullanılan yağış verileri	23
3.1.1.6. Drought Indices Calculator (DrinC)	26
3.2. Metot	28
3.2.1. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI)	28
3.2.2. Saçılma Yağış İndeksi (DPI)	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1. Yağış Verilerinin Değerlendirilmesi	35
4.2. SPI ve DPI Sonuçları	40
4.2.1. SPI Sonuçları	40
4.3. Alt Havzalarda Bulunan İstasyon Bazında SPI ve DPI Sonuçlarının Değerlendirilmesi	76

4.3.1.	<i>Doğu Akdeniz Alt Havzaları</i>	76
4.3.2.	<i>Seyhan Alt Havzaları</i>	78
4.3.3.	<i>Ceyhan Alt Havzaları</i>	80
4.3.4.	<i>Asi Nehri Alt Havzaları</i>	82
4.4.	Şehir ve İlçe Bazında SPI ve DPI Sonuçlarının Değerlendirilmesi	84
4.4.1.	<i>Adana İli ve İlçeleri İndis sonuçları</i>	84
4.4.2.	<i>Mersin İli ve İlçeleri İndis sonuçları</i>	85
4.4.3.	<i>Antalya İli ve İlçeleri İndis Sonuçları</i>	86
4.4.4.	<i>Hatay İli ve İlçeleri İndis Sonuçları</i>	87
4.4.5.	<i>Kahramanmaraş İli ve İlçeleri İndis Sonuçları</i>	87
4.4.6.	<i>Gaziantep İli İndis Sonuçları</i>	88
4.5.	SPI ve DPI Sonuçlarının Gerçekleşme Olasılıklarının İncelenmesi	105
4.5.1.	Kuraklık Sınıfı Görülme Sayısı	105
4.5.2.	Kuraklık Sınıfı Görülme Olasılığı	110
4.5.3.	Yıllık Beklenen Kalma Süresi	113
5.	SONUÇLAR	117
6.	ÖNERİLER	123
	KAYNAKÇA	125
	EKLER	137
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	Doğu Akdeniz Havzası sınırları içerisinde yer alan şehirler	14
Şekil 2.	Doğu Akdeniz Alt Havzası'nda seçilen MGM istasyonları	15
Şekil 3.	Seyhan Havzası içerisinde yer alan şehirler	17
Şekil 4.	Seyhan Havzası'nda bulunan ve çalışma kapsamında seçilen istasyonlar ile numaraları	18
Şekil 5.	Ceyhan Havzası sınırları içerisinde bulunan iller	19
Şekil 6.	Ceyhan Havzası Alt Havzaları ve çalışma için seçilen istasyonlar	20
Şekil 7.	Asi Havzası sınırlarında yer alan iller	22
Şekil 8.	Asi Havzası Alt Havzaları ve çalışma için seçilen istasyonlar	23
Şekil 9.	Ele alınan MGM istasyon lokasyonları	25
Şekil 10.	DrinC veri kontrol arayüzü	27
Şekil 11.	DrinC indis hesaplanma penceresi	28
Şekil 12.	Adana bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	40
Şekil 13.	Adana bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	41
Şekil 14.	Ceyhan bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	42
Şekil 15.	Ceyhan bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	42
Şekil 16.	Karaisalı bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	43
Şekil 17.	Karaisalı bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	43
Şekil 18.	Karataş bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	44
Şekil 19.	Karataş bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	44
Şekil 20.	Yumurtalık bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	45
Şekil 21.	Yumurtalık bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	45
Şekil 22.	Kozan bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	46
Şekil 23.	Kozan bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	46
Şekil 24.	Gazipaşa bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	47
Şekil 26.	Alanya bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	48
Şekil 27.	Alanya bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	49
Şekil 28.	Manavgat bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	49
Şekil 29.	Manavgat bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	50
Şekil 30.	Antalya bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	50
Şekil 31.	Antalya bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	51
Şekil 32.	Mersin bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	52
Şekil 33.	Mersin bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	52
Şekil 34.	Erdemli bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	53
Şekil 35.	Erdemli bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	53
Şekil 36.	Anamur bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	54
Şekil 37.	Anamur bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	54
Şekil 38.	Silifke bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	55
Şekil 39.	Silifke bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	56
Şekil 40.	Dört Yol bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	56

Şekil 42.	Antakya bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	57
Şekil 43.	Antakya bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları.....	58
Şekil 44.	Samandağ bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	59
Şekil 45.	Samandağ bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	59
Şekil 46.	İskenderun bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları.....	60
Şekil 47.	İskenderun bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları	60
Şekil 48.	Göksun bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	61
Şekil 49.	Göksun bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları.....	61
Şekil 50.	Kahramanmaraş bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	62
Şekil 51.	Kahramanmaraş bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları.....	62
Şekil 52.	Gaziantep bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları	63
Şekil 53.	Gaziantep bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları.....	63
Şekil 54.	Adana bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	64
Şekil 55.	Ceyhan bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	65
Şekil 56.	Karaisalı bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	65
Şekil 57.	Karataş bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	66
Şekil 58.	Yumurtalık bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	67
Şekil 59.	Kozan bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	67
Şekil 60.	Gazipaşa bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	68
Şekil 61.	Alanya bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	68
Şekil 62.	Manavgat bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	69
Şekil 63.	Antalya bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	70
Şekil 64.	Mersin bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	70
Şekil 65.	Erdemli bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları.....	71
Şekil 66.	Anamur bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	71
Şekil 67.	Silifke bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları.....	72
Şekil 68.	Dört Yol bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	72
Şekil 69.	Antakya bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	73
Şekil 70.	Samandağ bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	73
Şekil 71.	İskenderun bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları.....	74
Şekil 72.	Göksun bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	75
Şekil 73.	Kahramanmaraş bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	75
Şekil 74.	Gaziantep bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları	76
Şekil 75.	1970-1980 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası.....	94
Şekil 76.	1981-1990 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası.....	96
Şekil 77.	1991-2000 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası.....	97
Şekil 78.	2001-2010 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası.....	99

Şekil 79. 2011-2021 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası.....	101
Şekil 80. On yıllık periyotlara göre indislerin birbirine göre sayıca kurak dönem tespit edebilme oranları	105



TABLO LİSTESİ

Tablo 1.	Ele alınan MGM istasyon bilgileri	24
Tablo 2.	Ele alınan istasyonların istatistiksel parametreleri	26
Tablo 3.	Doğu Akdeniz Havzasında belirlenen en kurak ve en nemli yıllar	77
Tablo 4.	Seyhan Havzasında belirlenen en kurak ve en nemli yıllar	79
Tablo 5.	Ceyhan Havzasında belirlenen en kurak ve en nemli yıllar	81
Tablo 6.	Asi Nehri Havzasında belirlenen en kurak ve en nemli yıllar	83
Tablo 7.	Yıllık SPI-G değerlerinin şehir ve ilçeler bazında değişimini gösteren renklendirilmiş indis haritası	90
Tablo 8.	Yıllık SPI-L değerlerinin şehir ve ilçeler bazında değişimini gösteren renklendirilmiş indis haritası	91
Tablo 9.	Yıllık DPI değerlerinin şehir ve ilçeler bazında değişimini gösteren renklendirilmiş indis haritası	92
Tablo 10.	SPI değerleri renklendirme aralıkları	93
Tablo 11.	DPI değerleri renklendirme aralıkları	93
Tablo 12.	SPI-G sonuçlarına göre kuraklık kategorilerinin görülme olasılığı	112
Tablo 13.	SPI-L sonuçlarına göre kuraklık kategorilerinin görülme olasılığı	112
Tablo 14.	DPI sonuçlarına göre kuraklık kategorilerinin görülme olasılığı	112
Tablo 15.	SPI-G sonuçlarına göre kuraklık sınıflandırmalarının beklenen yıllık kalma süresi	115
Tablo 16.	SPI-L sonuçlarına göre kuraklık sınıflandırmalarının beklenen yıllık kalma süresi	115
Tablo 17.	DPI sonuçlarına göre kuraklık sınıflandırmalarının beklenen yıllık kalma süresi	115

KISALTMALAR

AGI	: Toplu Kuraklık İndisi
DI	: Ondalıklar İndisi
DPI	: Saçılım Yağış İndisi
IDMI	: Entegre Kuraklık İndisi
MGM	: Meteoroloji Kuraklık İndisi
MSDI	: Çok Değişkenli Standartlaştırılmış Kuraklık İndisi
PDSI	: Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi
PNI	: Normal Yağış Yüzdesi İndisi
RAI	: Yağış Anomalisi İndisi
RDI	: Keşif Kuraklık İndisi
SDI	: Akım Kuraklık İndisi
SPEI	: Standartlaştırılmış Yağış Evaporasyon İndisi
SPI	: Standartlaştırılmış Yağış İndisi
SRI	: Standartlaştırılmış Akım İndisi
SWSI	: Yerüstü Su Kaynakları İndisi
WMO	: Dünya Meteoroloji Organizasyonu

SEMBOLLER

Θ	: Şekil Parametresi
ε	: Ölçek Parametresi
$K(\theta)$	: Gamma Fonksiyonu
n	: Veri Sayısı
$\bar{x}$	: Yağış Verilerinin Ortalaması
$F(x)$	: Kümülatif Olasılık Dağılımı
μ_y	: Logaritmik Yağış Verisi Ortalaması
σ_y	: Logaritmik Yağış Verisi Standart Sapması

1. GİRİŞ

Su, Dünya üzerindeki canlı hayatının devamının sağlanabilmesi ve doğal çevrenin muhafazası için gerekli olan en önemli doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Tarımsal, endüstriyel ya da evsel alanlarda üretim veriminin maksimize edilmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi tamamen suyun yeterli miktarda temin edilmesine bağlı olarak gerçekleşmektedir (Zachariah ve diğ., 2020; Kaitotsu ve Tamagawa, 2021). Erişilebilir su kaynakları göz önüne alındığında Yerkürenin yaklaşık %71'lik kısmı su ile kaplı olmasına karşın bu su hacminin yalnızca %2,5'lik bölümünü tatlı su kaynakları oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun 2023 yılı sonuna kadar 8 milyara ulaşılacağına öngörülmesi, su kullanımının artmasına bağlı olarak su azlığı durumunu beraberinde getirecektir. (Census, 2022). Özellikle son yüzyılda hızla gelişen ve yakın gelecekte de devam etmesi öngörülen küresel ısınma kuraklık oluşumunda büyük bir etken olarak görülmektedir (Zhang ve Zhou, 2020). Küresel ısınmanın ortaya çıkarabileceği su kıtlığı hidrolojik çevrime direkt olarak etki ederek su seviyelerinde azalmaya sebep olmakta ve buna bağlı olarak erişilebilir su miktarını ve kalitesini düşürmektedir. Ancak kuraklık sadece kişi başına düşen su miktarındaki azalma olarak tanımlanamayacak kadar geniş bir kavramdır. Yağış miktarındaki azalmalar ve küresel ısınma ile sıcaklıkta meydana gelebilecek olan artışlar da kurak dönemleri artırarak su seviyelerini olumsuz etkilemektedir (Upal, 2020, Siddig ve diğ., 2020, Yisehak ve Zenebe, 2021).

Kuraklık genel bir tanım ile, iklim özelliklerindeki değişime bağlı olarak mevcut su kaynaklarının ortalama değerlerin altında seyretmesi ve yeterli su arzının sağlanamaması durumu olarak açıklanabilmektedir (Deniz Öztürk, 2022, Gorgij ve diğ., 2022). Mevcut tatlı su rezervlerinin deşarjı, çoğunlukla yağmur biçiminde yer yüzüne ulaşan yağışın miktarına ve şiddetine göre değişim göstermektedir. Küresel çapta gözlenen iklimsel değişikliği takip etmenin en etkili yolu atmosferik dolaşımın ana bileşenleri ile yağışı da analiz etmek olduğu düşünülmektedir (Kirsta ve Loucha, 2020, Baig ve diğ., 2022). Yağış değerlerindeki değişimin incelenmesinin kuraklık olayının geçici ve kalıcı etkilerinin incelenmesinde önemli rol oynadığı görülmektedir (Malik ve Kumar, 2020, Brouziyne ve diğ., 2020). Bu sayede su kaynaklarının yönetiminde esas olan yağış değerleri irdelenerek gelecek yıllarda karşılaşılması muhtemel su azlığı durumları daha kapsamlı ve sürdürülebilir bir şekilde çözülebilir (Reyes ve diğ., 2022).

Kuraklık, Dünya'nın çeşitli bölgelerinde meydana gelen ve sosyoekonomik açıdan ciddi sorunlara yol açabilecek doğal afetlerden biri olarak kabul edilmektedir. Diğer doğal afetlerden farklı olarak kuraklığın oluşum süresi ve bitişi çok uzun bir zamana yayılmaktadır. Bu doğrultuda kuraklıkla mücadelede yapılacak çalışmaların ve alınacak önlemlerin uzun vadedeki etkilerinin iyi hesaplanması gerekmektedir. Kuraklığın olumsuz etkileri başlangıçta çok hafif ilerlediği için erken fark edilmesi büyük dikkat ve tecrübe gerektirmektedir. Zaman geçtikçe şiddetlenen kuraklık çoğu zaman ağır sonuçlarla karşılaşıldığında tespit edilebilmektedir (Akbaş, 2014). Yıllık ya da dönemsel beklenen yağış değerlerinin rastgele bir düzene sahip olması nedeniyle, yağışsız geçen bir periyodun devamında beklenen yağış gerçekleşebilmektedir. Bu durum düşük yağış değerlerine sahip her dönemin kuraklığı işaret etmediği anlamına gelmektedir. Ancak yağış trendlerinde meydana gelen en ufak değişimlerin sürekli olarak yakından incelenmesi ile bu tip az yağışlı dönemlerin devamında kuraklık riskini taşıyıp taşımadığı durumu değerlendirilebilir.

Literatür çalışmaları göz önüne alındığında Akdeniz, Batı Asya, Kuzey Asya bölgelerinde iklim özelliklerindeki değişimlere bağlı olarak kuraklık etkilerinde artış olduğu gözlenmiştir (Mearns ve diğ., 2018, Brouziyne ve diğ., 2020). Ülkemizde 1971-1974, 1983-1984, 1989-1990, 1996-2001, 2007-2008 ve 2020 yıllarında gerçekleşmiş olan kuraklık sonucu birçok kişi su azlığı ile karşılaşmış ve bu durumdan tarımsal aktiviteler olumsuz etkilenmiştir (Tayfur ve Alami, 2022, Deniz Öztürk, 2022). İklim değişiminin de etkisiyle bu olumsuzluklar daha sık görülmeye başlanmıştır (Masih ve diğ., 2014). Dolayısıyla kurak dönemlerin belirlenmesi çalışmaları; insanlarda farkındalık sağlamak ve etkin su kaynaklarının tasarımı süreçleri açısından büyük bir önem arz etmektedir (Gorgij ve diğ., 2022).

Bir bölgede beklenen yağış değerinin çok altında yağış miktarları ile karşılaşıyorsa, söz konusu bölgede kuraklık etkilerinin görüldüğünü söylemek mümkündür (Yisehak ve Zenebe, 2020). Kuraklık oluşumu ise hidrolojik döngüde önemli değişimleri ortaya çıkarabilmektedir (Şahin ve Kurnaz, 2014). Bu kapsamda kuraklığın daha detaylı ele alınabilmesi kaçınılmaz olup, son yıllarda kuraklık dört ana başlığa bölünerek incelenmeye başlanmıştır (Mukherjee ve diğ., 2018; Ma ve diğ., 2023; Poornima ve diğ., 2023). Bunlar oluşum düzenine göre;

meteorolojik kuraklık, tarımsal kuraklık, hidrolojik kuraklık ve sosyoekonomik kuraklık olarak sıralanmaktadır. Meteorolojik kuraklık, yağışın normalden daha uzun süre beklenen değerlerin altında kalmasına ek olarak sıcaklıktaki ve rüzgâr hızındaki şiddetlenmeye bağlı buharlaşmadaki artış ile tetiklenmektedir. Yalnızca düşük yağış değerlerinin meteorolojik kuraklığa sebep olacağının söylenmesinin pek doğru bir tanımlama olmayacağı ifade edilmektedir (Hao ve AghaKouchak, 2013; Kurnaz, 2014). Meteorolojik kuraklık uzun bir süre devam ettiğinde kuraklık tehdidi bir üst seviye olan tarımsal kuraklığa ulaşmaktadır. Tarımsal kuraklık beklenenden daha fazla zaman periyodu için yeterli yağış alamayan bölgelerde görülmekte olup toprak neminin yitirilmesiyle tarımsal arazilerde kayıplara sebebiyet vermektedir. Bu durum gıda üretimini ve tatlı suya erişimi büyük ölçüde olumsuz etkilemektedir (Mishra, 2020). Kuraklığın üçüncü aşamasında ise tarımsal arazilerin olumsuz etkilenmesine ve düşük yağış seviyelerine bağlı olarak akarsularda ve rezervuarlardaki su seviyelerinin yıllar boyunca beklenenden düşük düzeyde su taşınması, hidrolojik kuraklık belirtisi olarak söylenebilir. Tarımsal ya da evsel olarak ihtiyaç duyulan su miktarının bir su yılı içerisinde değişkenlik göstermesi nedeniyle hidrolojik kuraklık ve meteorolojik kuraklık birbirine bağlı olarak gerçekleşse de eş zamanlı olarak görülmeyebilmektedir. Son olarak sosyoekonomik kuraklık, suya bağlı olarak yaşamını devam ettiren canlıların ve suyun kaynak olarak kullanıldığı endüstriyel yapılaşmanın üzerindeki kuraklık etkisi olarak ifade edilmektedir. Söz konusu kuraklık evresi ekonomiye, sosyal yaşama ve çevreye neden olduğu tahribatın bütüncül bir perspektif ile incelenmesini sağlamaktadır (Özfıdaner, 2020).

Kuraklık olayının daha kapsamlı incelenebilmesi amacıyla birçok araştırmacı tarafından çeşitli kuraklık yöntemleri geliştirilmiştir. İlerleyen zamanlarda beklenen yağış değerlerinin tahmini ve kuraklık indisleri aracılığıyla kurak ve ıslak dönemlerin belirlenmesi öne çıkan yöntemler arasında yer almaktadır. Kuraklık indisleri uygulama kolaylığı sağlaması yönünden ön değerlendirme süreçlerinde sıklıkla tercih sebebi olmuştur (Mishra ve Singh, 2009). Kuraklık indisleri genellikle farklı zaman ölçeklerinde kuraklık süresinin, şiddetinin ve gerçekleşme sıklığının ön görülmesi ve gözlenmesini sağlamaktadır (Bisht ve diğ., 2019, Kebede ve diğ., 2020). Geliştirilen kuraklık indisinden birkaçı, Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (PDSI) (Denghan ve diğ., 2020), Yağış Anomalisi İndisi (RAI) (Alahacoon ve diğ., 2021), Yerüstü Su Kaynakları İndisi (SWSI) (Nyokabi, 2022), Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) (Değerli Şimşek ve diğ., 2023), Standartlaştırılmış Akım İndeksi (SRI) (Kubiak-

Wójcicka ve Juśkiewicz, 2020; Turhan ve diğ., 2021), Akım Kuraklık İndeksi (SDI) (Turhan ve diğ., 2022; Tuhan ve Değerli Şimşek, 2023), Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI) (Polong ve diğ., 2019), Normalin Yüzdesi (PNI) (Böhnisch ve diğ., 2021), Ondalıklar İndisi (DI) (Abbasian ve diğ., 2021) olarak sıralanabilmektedir. Kuraklık indislerinin benzer özelliklerinin olmasının yanında kendilerine özgü avantaj ve dezavantaj sağlayan özgün giriş parametreleri bulunmaktadır (yağış, debi, zemin su muhtevası vb.). Bu giriş değişkenlerinin kullanılması ile kuraklığın meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik etkilerinin değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir (Kwon ve diğ., 2019, Kebede ve diğ., 2020).

Literatüre göre Palmer (1965) tarafından ele alınan PDSI ilk kuraklık indisleri arasında yer almaktadır. Yağış, sıcaklık, zemin su muhtevası, potansiyel evapotranspirasyon ve akım ölçümlerine ihtiyaç duyan PDSI metodu bölgesel iklim özelliklerinin yüzeysel nemlilik düzeyi ile bağlantısının anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Gibbs ve Maher (1967) tarafından önerilen Ondalıklar İndeksi (DI) yöntemi kuraklık indisi olarak öne sürülmüştür. Sadece yağış verilerine ihtiyaç duyulan bu yöntemde verilerin büyükten küçüğe sıralanmasını takiben kuraklık 10 eşit gruba ayrılarak incelenmektedir. DI metodunun basit ve pratik olmasının yanı sıra yapılan çalışmalar sonucunda güvenilirliği noktasında tereddütler söz konusu olmuştur (Mishra ve Singh, 2009, Yacoub ve Tayfur, 2017). Kuraklık indisinin temellerini oluşturan bir diğer çalışma ise Shafer ve Dezman (1982) tarafından ele alınmıştır. Yerüstü Su Kaynakları İndisi (SWSI) olarak adlandırılan bu indisin hesaplanabilmesi için yağış, akım değeri, rezervuarlarda depolanan su miktarı ve kar yüksekliği gibi verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Uygulanabilir olması ve etkili çözümler sunmasıyla geniş bir kullanım alanı bulan SPI McKee ve diğ. (1993) tarafından oluşturulmuştur. Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) SPI metodunu uluslararası geçerliliği olan bir yöntem olarak değerlendirmiştir (Cepa Reyes ve diğ., 2022). Yağış verilerinin ortalama ve standart sapma olmak üzere iki matematiksel işlem yardımıyla hesaplanabilen SPI değeri, temin edilmesi zor olan zemin su muhtevası, evapotranspirasyon veya kar yüksekliği gibi karmaşık verileri göz ardı edilerek elde edilebilmektedir. Bu sayede temin edilmesi daha güç verilere ihtiyaç duyulmadan analizler yapılabilmektedir. Yağış verilerinin ortalama değer ile farkının standart sapmaya bölünmesiyle elde edilen SPI değerleri, yağış verilerinin Normal dağılıma uydurulması prensibi ile oluşturulmuştur. Yağış değerlerinin olasılık dağılımlarına uydurulmasıyla kurak

ve nemli dönemlerin tespit edilmesini ele alan çalışmalar bulunmaktadır ancak bu çalışmalarda da belirtildiği üzere, yağış değerlerinin herhangi bir olasılık dağılımına uydurulması pratik bir uygulama olarak görülmemektedir (Özonur ve diğ., 2021). Ancak, SPI yönteminde Normal dağılım haricinde Log-SPI ve Gamma-SPI olarak farklı dağılımların uygulamaları da söz konusu olabilmektedir. Bu dağılım çeşitleri, yağış verilerinin öncelikle Log Normal veya Gamma olasılık dağılımına dönüştürülüp ardından Normal dağılıma uydurulması ile elde edilmektedir. SPI metodu her ne kadar uygulanabilir olsa da belirlenen bölgelerin kuraklık analizine yönelik tespitlerde daha detaylı çalışmalara gereksinim olduğu kaçınılmazdır (Tsakiris ve Vangelis, 2004, Mishra ve Desai, 2005). Aylık ölçütte ve güvenilirliği ispatlanmış bir diğer kuraklık indisi de Willeke ve diğ. (1994) tarafından önerilen PNI'dır. PNI indisi de yağış verilerinin Normal dağılıma uyduğu kabulüne dayanmaktadır.

Günümüzde, yalnızca yağış verileri ile değerlendirme yapmak yerine zemin su muhtevası, kar yüksekliği ve evapotranspirasyon gibi çeşitli giriş parametrelerin de hesaplamalara dahil edildiği yeni kuraklık indisleri geliştirilmektedir. Tsakiris ve Vangelis (2005) tarafından önerilen Keşif Kuraklık İndisi (RDI), Bhuyan Erhardt ve diğ. (2019) tarafından ele alınan SPEI-Kumar ve diğ. (2021) tarafından oluşturulan Entegre Kuraklık İzleme İndeksi (IDMI) bu kapsamda ele alınan çalışmalar arasında yer almaktadır.

Mevcut kuraklık indislerinin birçoğu meteorolojik ve hidrolojik verilerin temin güçlüğü ve karmaşık hesaplama yöntemleri gerektirmesi nedenleriyle yeterli gözlemlerin olmadığı bölgelerde bu indislerin kullanımı oldukça sınırlıdır. Bu durum, uzun dönem yağış verileri bulunmayan bölgelerde kolay erişilebilen parametreler ile gerçekleştirilen kuraklık indislerinin daha çok tercih edilmesine sebep olmaktadır. Ayrıca Tayfur (2021) çalışmasında mevcut kuraklık indislerinin yağış verilerini çeşitli olasılık dağılımlarına uydurulmasıyla elde edildiği görülmektedir (SPI, log-SPI, gamma-SPI vb.). Ancak bu yağış verilerinde sıklıkla rastlanan düzensizlikler sebebiyle verilerin olasılık dağılımlarına uydurulması yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde görülen yağış düzenindeki süreksizlikler daha fazla saçılım ile karşılaşılmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu tip sorunların ortadan kaldırılması amacıyla son zamanlarda ele alınan en önemli kuraklık indislerinden biri de Saçılım Yağış İndisidir (Discrepancy Precipitation Index, DPI) (Tayfur, 2021). DPI'nın

temelleri Weyl (1916) alışmasına dayandırılmaktadır. Yöntemde yağış verilerinin serisini ortalamasına oranının logaritması ile DPI değeri elde edilmektedir.

Bu çalışmada, literatürde Ege Bölgesi'nde uygulanabilirliği SPI yöntemi ile kıyaslanmış olan DPI metodunun, Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzaları'ndaki kullanılabilirlik durumu SPI metodu ile karşılaştırılarak ele alınmıştır. Ayrıca mevcut çalışmalardan farklı olarak, indis verileri birbiri ile kıyaslanarak kuraklık sınıflarının geçiş olasılıkları da incelenmiştir. Bu sayede, indis değeri ile bölge üzerinde belirlenen kuraklık sınıfının geekleşme olasılıkları, belli bir kuraklık sınıfının bekleme süresi ve görölme sayılarının da ortaya konmasıyla kurak ve nemli dönemlerin gelişme sürecine istatistiksel bir yaklaşım yapılmıştır. Çalışmanın; istasyonların bulunduğu şehir ve havza bazında yapılan kuraklık renklendirme haritaları ile mikro ve makro düzeyde yapılması planlanan kuraklık incelemelerine yardımcı olacağı öngörülmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Barua ve diğ. (2011) SPI metodunun da dahil olduğu beş kuraklık indisinden hangisinin Avustralya’da kurak ve nemli dönemleri daha iyi temsil ettiğini araştırmışlardır. Bu karşılaştırmayı yaparken kuraklık parametrelerinin uygulanabilirliği ve farklı bölgelerde de kullanılabilir olması gibi parametreleri ele almışlardır. Çalışma sonucunda Avustralya genelinde Toplu Kuraklık İndeksinin (Aggregated Drought Index, AGI) geçmiş kuraklık etkilerini temsil etmekte en uyumlu indis olduğunu belirtmişlerdir.

Fidan (2011), Doğu Akdeniz Havzası’nda bulunan 58 adet MGM istasyonuna ait yağış gözlem istasyonlarının 1975-2009 yılları arasındaki verilerine SPI metodunu uygulayarak kuraklık incelemesi gerçekleştirmiştir. Markov zinciri yönteminden faydalanan SPI değerlerinin geçiş olasılıkları üstünde durmuştur. Çalışma sonucunda Doğu Akdeniz Bölgesi için kuraklıktan en çok etkilenebilecek bölge Tufanbeyli olarak belirlenmiştir.

Spinoni ve diğ. (2014) çalışmalarında Dünya genelinde 1951-2010 yıllarında ölçülmüş yağış verilerini kullanarak SPI değerlerini hesaplamışlardır. Meteorolojik kuraklık hakkında daha detaylı bir inceleme yapabilmek amacıyla 62 yıllık veriyi üç kategoriye bölüp incelemişlerdir. 12 aylık dönemde Gamma-SPI değerlerini kullandıkları çalışmada kuraklığın şiddeti, meydana gelme uzunluğu ve sıklığı gibi parametreleri de ele almışlardır. Afrika, Doğu Asya ve Akdeniz bölgelerinde kuraklık parametrelerinde artış gözlemlendiğinin belirtildiği çalışmada, bu bölgelerin kendi özelinde incelenmesinin kuraklık çalışmalarına olumlu anlamda etkisinin olabileceği üzerinde durmuşlardır.

Radzka (2015) SPI yöntemi ile Polonya’da bulunan dokuz istasyon için 1971-2005 yıllarına ait kurak ve nemli dönemlerin analizini gerçekleştirmiştir. Kuraklık sınıflarının meydana gelme sıklığını ve dağılımını da dikkate alarak bölgenin kurak dönemlere olan yatkınlığı üzerinde durmuştur. Çalışma sonucunda, SPI yönteminin atmosferik ve meteorolojik kuraklık etkilerinin ortaya konulmasında iyi sonuçlar verdiğini, ancak söz konusu tarımsal ve hidrolojik kuraklık durumunda ise zemin parametrelerini de içeren bir indis ile çalışılmasının daha uygun olacağını belirtmişlerdir.

Keskiner ve diğ., (2016) Seyhan Havzası'nda 41 adet meteorolojik istasyonun 57 yıllık yağış verisi ile bölgesel kuraklık haritalarının elde edilmesi için SPI yönteminden faydalanmışlardır. Kısa ve uzun yıllık tekerrür periyotlarında kuraklık riski taşıyan alanların belirlenmesi ile 10 yıllık süreç içerisinde Orta Kurak dönemlerin beklendiğini, 2 yıllık tekerrür periyodunda ise Normal-Hafif Kurak dönemlerin öngörüldüğünü belirtmişlerdir. Çalışmada özellikle Seyhan Havzası için bir kuraklık oluşumu görülmesi halinde havza genelinde ciddi bir şekilde hissedileceğine de işaret etmişlerdir.

Dinç ve diğ., (2016) Antalya ili sınırlarında bulunan Alanya, Gazipaşa ve Manavgat'ın da içinde yer aldığı çeşitli meteorolojik istasyonlarda 1970-2014 yıllarına ait yağış verileri ile SPI kuraklık indisi değerlerini hesaplamışlardır. 3,6,12 ve 24 aylık dönemlerde hesapladıkları indis değerlerine göre bölgenin nemli ve kurak zaman dilimlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Antalya bölgesinde genel olarak Hafif Kurak ile Hafif Nemli dönemlerin seyrettiğini, kuraklık etkilerinin yaz dönemlerinde olduğu kadar, kış dönemlerinde de görülebileceğini belirtmişlerdir.

Yacoub ve Tayfur (2017) belirledikleri üç istasyona ait uzun dönem yağış verileriyle çeşitli kuraklık indisleri hesaplayarak kuraklık karakteristiklerinin değişimini incelemişlerdir. Çalışmada Normal-SPI, Lognormal- SPI, Gamma-SPI, PNI, CZI ve DI kuraklık indislerinden faydalanmışlardır. 1970-2013 yılları arasında 44 yıllık yağış verilerine göre gerçekleştirdikleri çalışmanın sonuçlarına göre, 12 aylık periyotta Lognormal-SPI değerlerinin pik kuraklık değerlerini tespit ettiğini ve Gamma-SPI ile çok benzer sonuçlar ortaya koyduğunu belirtmişlerdir.

Alami ve diğ., (2017) çalışmalarında Afganistan'da bulunan Kabul Nehri Havzasındaki 38 yıllık ölçülmüş yağış verileri ile meteorolojik kuraklık etkilerini ele almışlardır. Bu kapsamda Gamma- SPI, Lognormal-SPI, PNI, DI ve CZI kuraklık indislerini kullanarak indisler arası korelasyonu gözlemlemişlerdir. Sıcaklık değerlerindeki yükselme ve nüfusun hızlı gelişimine bağlı olarak artan su kullanımı sebebiyle bölgede 2000 ve 2004 yılları arasında kuraklık etkilerinin gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Kurak dönemlerin öngörülmesinde Lognormal-SPI ve Gamma-SPI değerlerinin etkili sonuçlar verdiğinin ve çalışma alanına yakın bölgelerde kullanılmasının uygun olduğunun altını çizmişlerdir.

Özfidaner (2020), çalışmasında Türkiye genelinde 1968-2007 yılları arasında verisi mevcut 48 adet MGM istasyonundaki aylık toplam yağış verilerinden faydalanarak SPI ve SDI değerlerini hesaplamıştır. Elde edilen SPI ve SDI değerleri ile ülke geneli için meteorolojik ve hidrolojik kuraklık haritaları oluşturmuştur. Kuraklık sınıflarının bitiminden birkaç ay sonrasına ötelenmelerin gerçekleşmesi sonucunda meteorolojik kuraklık görülme olasılıklarında artış gözüktüğünü, hidrolojik kuraklık görülme olasılığında önemli bir değişim olmadığını vurgulamıştır.

Yisehak ve Zenebe (2020) çalışmalarında kurak dönemlerin incelenmesinde, 1980-2014 yılları arasındaki yağış ve debi değerlerini kullanarak çok değişkenli kuraklık modellemesi (Multivariate Standardized Drought Index, MSDI) yönteminden faydalanmışlardır. MSDI metodu ile elde ettikleri verileri 6 ve 12 aylık SPI ve SRI kuraklık indisi sonuçları ile kıyaslayarak sonuçların birbirleri ile olan uyumunun belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda geliştirilen modelin SPI ve SRI sonuçları ile büyük ölçüde uyumlu olduğunu ve elde edilen regresyon değerlerinin özellikle SRI değerlerinin tahmininde başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sayede literatürde yeni bir indeks olan MSDI'nın halihazırda kabul görmüş olan indekslerle karşılaştırmasını yaparak kullanılabilirliği üzerinde durmuşlardır.

Brouziyne ve diğ. (2020) gelecekteki su kaynakları yönetiminin etkili bir şekilde yapılabilmesi için hidrolojik kuraklık indisi ile Soil and Water Assessment Tool (SWAT) modelini birleştirerek hibrit bir indis oluşturmuşlardır. Öne sürdükleri indisin geçerliliğini ispat edebilmek için literatürde sıklıkla tercih edilen SPI ve SDI gibi kuraklık indisleri ile elde ettikleri sonuçları kıyaslamışlardır. Akdeniz Bölgesi üzerinde yürüttükleri çalışmalarında 2100 yılına kadar oluşması muhtemel kuraklık durumunu incelemeleri sonucunda ele aldıkları kuraklık indisinin tahmin çalışmaları yönünden olumlu sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Tayfur (2021), kuraklık analizinde yağış verilerinin düzensizlikler içermesi sebebiyle herhangi bir olasılık dağılımına uydurulmasının her zaman için doğru sonuçlar veremeyeceğini öne sürerek yeni bir indis olan Saçılım Yağış İndeksini (DPI) geliştirmiştir. Kurak ve yarı kurak iklimlere sahip bölgeler göz önüne alındığında saçılmanın daha fazla olduğunu, bu nedenle verilerin olasılık dağılımına uydurulmasıyla yanıltıcı sonuçlar elde edilebileceğini vurgulamıştır. Lognormal-SPI ile DPI metodunun karşılaştırıldığı çalışma sonucunda DPI metodunun kurak dönemleri tespit etmede başarılı olduğunu, SPI metodu ile

nemli olarak belirlenen zaman dilimlerinde dahi kurak dönemlerin tespit edilebileceğini belirtmiştir.

Baig ve diğ. (2022), yağış trendinin belirlenebilmesi amacıyla 36 yıl süreli yağış verisine Mann-Kendall testini, kurak ve nemli dönemlerin belirlenebilmesi için de SPI metodundan faydalanmışlardır. Hindistan'ın güneydoğu bölgesinde bulunan Andhra Pradesh eyaleti için yaptıkları çalışmada SPI değerlerine göre kullanılan verilerin 18 yıllık bölümünde normal düzeyde yağış görüldüğünü belirtmişlerdir. Bölgede 1985 yılında da Aşırı Nemli dönem tespit edilirken, 2011 ile 2018 yılları arasında Aşırı Kurak dönemin oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Cerpa Reyes ve diğ. (2022), Kolombiya'da bulunan Arroyo Pechelin Havzası'ndaki kuraklık seyrini incelemek için SPI-gamma metodunu tercih etmişlerdir. Kullandıkları 35 yıllık verinin yaklaşık %70'lik kısmının sıfır yağış olduğunu belirtmişler, SPI metodunun büyük çapta sıfır yağış ölçümü içeren veri serisinde yanıltıcı sonuçlar verebildiğini açıklamışlardır. Bu şekildeki yağış durumunda meydana gelen en ufak artışta dahi metodun nemli dönemlere işaret ettiğini ancak bu sonucun doğru bir yaklaşım olamayacağına vurgu yapmışlardır. Düşük yağış ve yüksek sıcaklık etkisinde olan bölgelerde bu sonuçların elde edilmesinin muhtemel olduğunu belirterek formülasyona bir K düzeltme katsayısı ekleyerek SPI metodundaki eksiklerin giderildiğini öne sürmüşlerdir.

Deniz Öztürk (2022), çalışmasında Karadeniz Bölgesi'nde yer alan 26 adet MGM istasyonuna ait 1960-2020 yılları arasındaki 61 yıllık zaman aralığında gerçekleşen kurak dönemleri yapay zekâ metotları ve SPI yönteminden faydalanarak hesaplamıştır. Genel olarak nemli dönemlerin hâkim olduğunu belirtmekle birlikte en kurak dönemin 1972 ile 1987 yılları arasında gerçekleştiğini öne sürmüştür. Buna ek olarak en nemli dönemlerin ise 2008 ve 2019 yıllarında yaşandığını tespit etmiştir.

Mersin ve diğ. (2022) 14 adet yağış istasyonuna ait 47 yıllık veri ile İzmir bölgesindeki kuraklık etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Bu bağlamda SPI, SPEI, PNI ve DPI metotlarından faydalanmışlardır. Çalışma sonucunda indisler arası en iyi uyumun DPI ve PNI

metotları arasında tespit edildiğini öne sürmüşlerdir. 1980 ile 2010 senelerinde ise kuraklık etkilerinin kendisini hissettirdiğini de eklemişlerdir.

Muse ve diğ. (2023) çalışmalarında Somali'nin kuzey bölgesi için 41 yıllık sıcaklık yağış verisini kullanarak kuraklık analizi gerçekleştirmişlerdir. SPI-Normal, SPI-Gamma, SPI-Lognormal, DPI, DI ve PNI metotlarını kıyaslayarak bölgeyi en iyi temsil eden yöntemi belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda SPI-L, DPI ve DI metotlarının Aşırı ve Şiddetli seviyelerdeki kuraklık etkilerini tespit etmede başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Elbeltagi ve diğ. (2023) tarımsal, hidrolojik ve meteorolojik kuraklık etkilerini SPI metodu ile belirleyerek çeşitli modeller ile indis sonuçlarının elde edilmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak Random Subspace (RSS) modelinin SPI verilerine en yakın çıktıları verdiğini öne sürmüşlerdir.

Soydan Oksal (2023) çalışmalarında SPI ve SPEI yöntemleri ile Marmara bölgesinde kuraklık analizlerine yer vermişlerdir. Sonuç olarak SPEI metodunun daha uzun süren kurak dönemlere işaret etmesinin yanında SPI ile ortak olarak belirledikleri kurak dönemlerin varlığından da söz etmişlerdir.

Merabti ve diğ. (2023) farklı indislerin kuraklık etkilerini belirlemedeki etkinliğini 54 yıllık veri serisi üzerinde ele almışlardır. Çalışmada PDSI, MedPDSI, SPI ve RDI metotlarının değerlendirilmesi sonucunda zemin su muhtevası parametrelerinin dahil olduğu PSDI ve MedPDSI sonuçlarının SPI ile RDI verilerinden farklılık gösterdiğini söylemişlerdir. SPI ve RDI değerlerinin ise kendi içlerinde birbirine yakın sonuçlar verdiğinin altını çizmişlerdir.

Berhail ve Katipoğlu (2023) SPI ve SPEI metotlarının farklı zaman ölçeklerindeki uyum seviyelerini kıyaslamışlardır. Çalışmada 1970-2011 yılları arasındaki 42 yıllık yağış ve sıcaklık verilerinden faydalanmışlardır. Bunlara ek olarak Yenilikçi Trend Analizi (ITA) yöntemi ile de Mekerra bölgesindeki kurak ve nemli trend dönemlerini belirlemeyi amaçlamışlardır.

Tsesmelis ve diğ. (2023) SPI metodu ile Akdeniz ikliminin hâkim olduğu çeşitli ülkelerde 120 yıllık yağış verilerinden faydalanarak kurak dönemlerin zamansal dağılımı üzerinde çalışmışlardır. Türkiye'nin de çalışma kapsamına dahil edilmesi ile özellikle güney kısımda kalan havzalarda oluşan belirgin kuraklık etkilerinden söz etmişlerdir.



3. MATERİYAL VE METOT

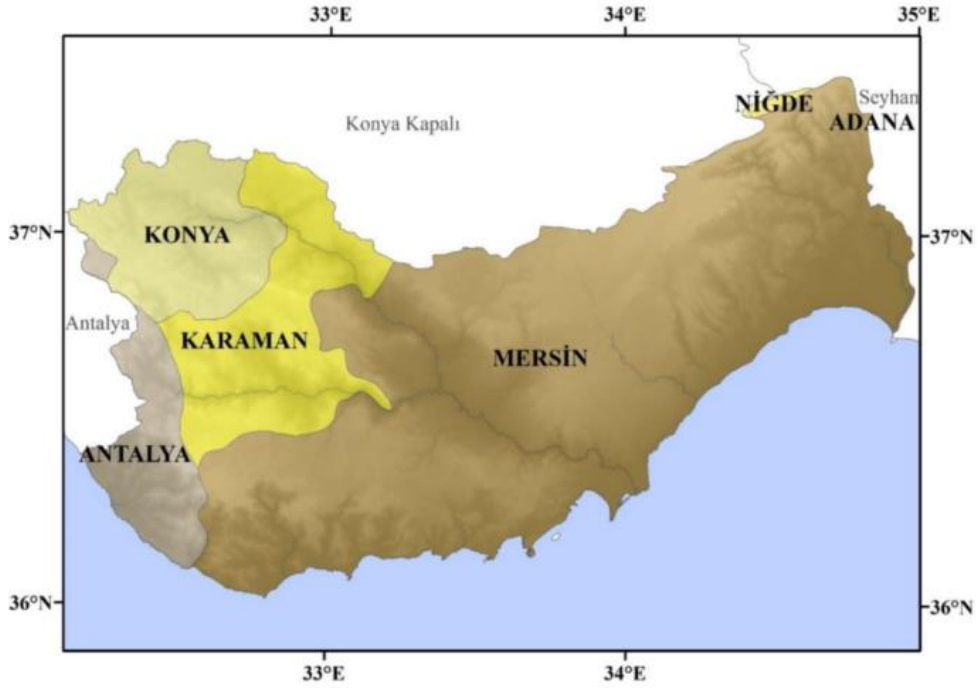
3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı

3.1.1.1. Doğu Akdeniz Havzası

Doğu Akdeniz Havzası Türkiye'nin güney bölgesinde yer almakta olup, etrafında Konya Kapalı Havzası, Seyhan ve Antalya Havzaları bulunmaktadır. Açık havza olan Doğu Akdeniz Havzası; Tarsus Nehri ve Sedir Çayı arasında bulunur ve çıkış noktası Akdeniz'e bağlanmaktadır. Havza yaklaşık 2,1 milyon hektarlık yüzey alanı ile Türkiye yüz ölçümünün %2,78'lik bir kısmını oluşturmaktadır (Özfidaner ve diğ. 2015; OSİB, 2018). Havza içerisinde deniz seviyesine göre yükselti 0-2000 m arasında değişiklik gösterirken, Anamur ve Silifke gibi kıyı bölgelerinde bulunan alanların haricinde özellikle Orta Toros Dağları bölgeleri için maksimum yükselti 3000 m seviyelerine kadar çıkabilmektedir. Havzanın en düşük kotları ise Göksu Nehri çevresinde, kıyı bölgelerde ve Mut Havzasında seyretmektedir. Doğu Akdeniz Havzası içerisinde Adana, Antalya, Mersin, Karaman, Konya ve Niğde il sınırlarını bulundurmakla birlikte 21.807 km²'lik toplam yağış alanına sahiptir. Havza genelinde yıllık ortalama 75 cm yüksekliğinde yağış beklenirken, havza içerisinde ortalama akış değeri yaklaşık 11 m³/s olarak belirtilmiştir. (Topçu, 2018; TOB, 2018).

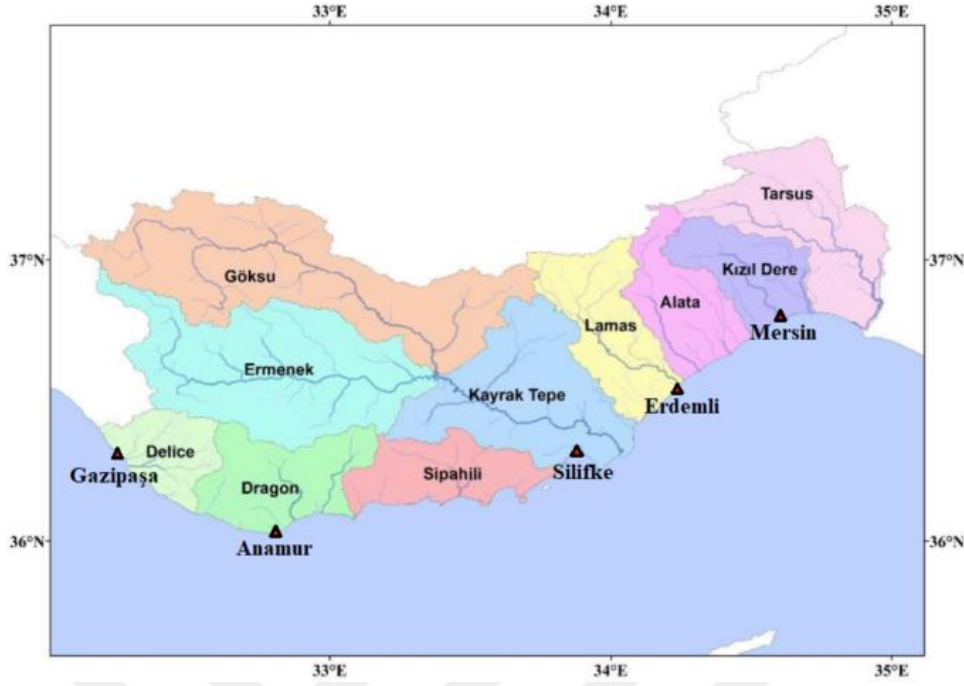
Havza yüzey alanını büyük bir ölçüde Mersin ili oluşturmaktadır (Şekil 1). Ancak Antalya'nın Gazipaşa ilçesi, ayrıca Adana'nın bir kısmı da Doğu Akdeniz Havzası'na dahildir. Çalışmada Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan Gazipaşa, Anamur, Erdemli, Mersin ve Silifke ilçelerine ait MGM verilerinden faydalanılmıştır. Alt havza bazında incelendiğinde, Gazipaşa ve Anamur ilçeleri Dragon alt havzası sınırlarında yer almaktadır (Şekil 1). Mersin Erdemli ilçesi Kayrak Tepe alt havzasına bağlı iken Silifke ilçesi ise Lamas suyu sınırlarındadır (Karabulut ve Doğan, 2018). Doğu Akdeniz Havzasına dahil olmamasına rağmen Orta Akdeniz bölgesi kıyı kesiminin daha iyi temsil edilebilmesi adına, Antalya Havzası sınırları içerisinde kalan Antalya Havalimanı, Manavgat ve Alanya istasyonları da çalışma kapsamında incelenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Doğu Akdeniz Havzası sınırları içerisinde yer alan şehirler (TOB, 2018)

Çalışma alanının Doğu Akdeniz Havzası'nı kapsayan bölümünde 2015 yılı itibariyle yaklaşık 1.625.953 kişinin ikamet ettiği belirtilmiştir (OSİB, 2018). TÜİK 2025 yılı nüfus tahminlerine göre ise havzanın yaklaşık 1.971.119 kişiye ev sahipliği yapacağı öngörülmektedir. Buradan anlaşılabileceği üzere 10 yıllık bir süre zarfında havza nüfusunun %21 oranında artış gösterebileceği düşünülmektedir. Ancak 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler nedeniyle, bölgede yapılan tahminlerin ötesinde bir nüfus artışı ile karşılaşılmasının da muhtemel olduğu söylenebilir. Hızlı nüfus artışına bağlı olarak gerçekleşebilecek su kullanımındaki artışlar Doğu Akdeniz Havzası için ele alınacak kuraklık çalışmalarını önemli kılacaktır (OSİB, 2018).

Havza geneli analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için kesintisiz minimum 30 yıllık yağış değerine sahip 5 adet istasyon tespit edilmiştir (Şekil 2). Seçilen istasyonlar arasında Anamur ilçesi yaklaşık 900 mm'lik yıllık toplam yağış değeri ile en çok yağış alan bölge olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 800 mm'lik yıllık toplam yağış değeriyle Gazipaşa ve 650 mm'lik yağış değeriyle Mersin ili-ilçeleri takip etmektedir (MGM, 2021).



Şekil 2. Doğu Akdeniz Alt Havzası'nda seçilen MGM istasyonları

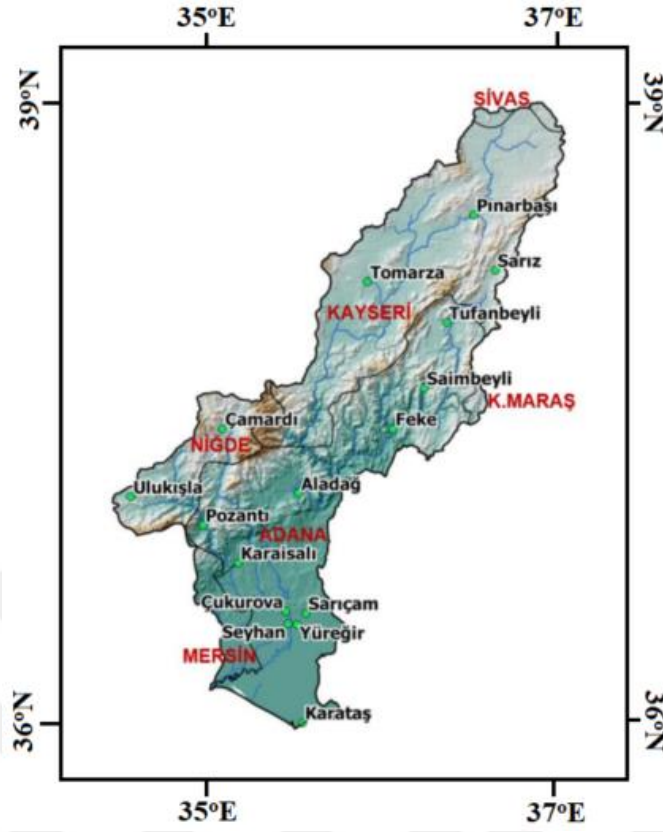
Doğu Akdeniz Havzası'nda sulama, enerji üretimi, taşkın kontrolü ve içme suyu elde edilmesi gibi çeşitli amaçlarla mevcut halde planlama ve işletme aşamasında olan toplam 18 adet baraj ve 48 adet gölet bulunmaktadır. Bunlar arasında Karaman ilinde bulunan Ermenek Barajı 4583 hm³'lük hacmi ile havza içerisindeki en büyük hacme sahip baraj kategorisindedir (Okka ve Durduran, 2022).

Havza içerisinde yaban hayatının devamlılığının sağlanabilmesi amacıyla 150 km²'lik Özel Çevre Koruma Bölgesi ve yaklaşık 510 km²'lik de Yaban Hayatı Geliştirme Sahası belirlenmiştir. Bu alanların belirlenmesindeki asıl amaç avlanma faaliyetlerinin kısıtlanarak bölge üzerinde yaşamını devam ettiren yabani canlı popülasyonunu ve özellikle bölgede endemik yaban keçisi (*Capra aegagrus*) türünü koruma altına almak olduğu belirtilmiştir (OSİB, 2018).

3.1.1.2. Seyhan Havzası

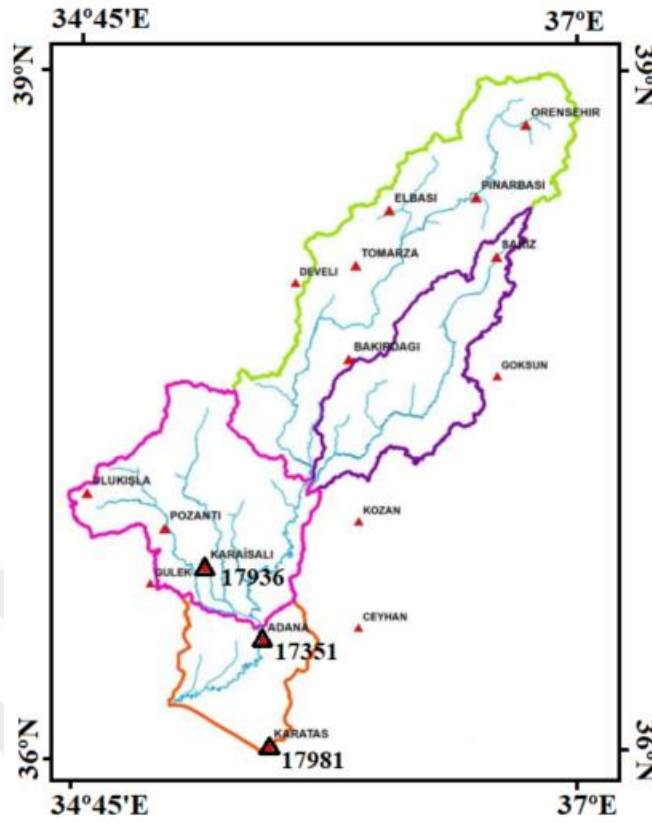
Seyhan Havzası, İç Anadolu'nun doğu kesiminden başlayıp güneyde Çukurova'ya kadar ilerleyerek Akdeniz'e dökülen Seyhan Nehri'nin yağış alanını oluşturmaktadır (Değerli Şimşek ve diğ., 2023). Batıda Ceyhan ve Fırat-Dicle Havzalarına doğuda ise Doğu Akdeniz, Konya Kapalı ve Kızılırmak Havzalarına komşu durumdadır (Çavuş ve Aksoy, 2019). Havzanın toplam yüzölçümü 2,2 milyon hektar olmakla birlikte Türkiye'nin yaklaşık %2,8'lik kısmını meydana getirmektedir (Keskiner ve diğ., 2020). Havza içerisinde uluslararası paylaşılan su kapsamına giren bir bölge söz konusu değildir. Doğu Akdeniz Havzası'nın doğuya doğru devamı şeklinde konumlandırılan havza Toros Dağları'nın kuzeydoğu yönünde varlığını sürdürmektedir. Bu nedenle havza içerisindeki yükselti 0-3500 m arasında değişiklik göstermektedir (Altın Bayer ve diğ., 2020). Adana ve güneyinde kalan kesimlerde maksimum 100 m'lik yükseltiler gözlenirken, Orta Toroslar'ın doğu ucunu meydana getiren Niğde ve Kayseri lokasyonlarında maksimum yükselti değerleri gözlenmektedir. Havza içerisinde bulunan MGM istasyonlarına ait yıllık toplam yağış değeri 531,4 mm olarak ölçülmüştür (TOB, 2019a). Bu yağış değerinin dağılımı kıyı bölgelerine doğru artış gösterirken, yaklaşık 860 mm yağış yüksekliği ile Karaisalı bölgesine maksimum toplam yağış düşmektedir. Orta Toros Dağları'ndan kuzeye doğru ilerlendikçe yağış değerlerinde de kademeli bir düşüş olmaktadır, bu nedenle Kayseri'ye bağlı Elbaşı, Pınarbaşı ve Örenşehir ilçelerinde 330 mm ile havzadaki en düşük ortalama toplam yağış değerleri görülmektedir (Köyceğiz ve Büyükyıldız, 2021).

Seyhan Havzası'nda Adana, Kayseri, Niğde, Mersin, Kahramanmaraş ve Sivas illerinin belirli bölümleri yer almaktadır (Şekil 3). Adana ili toplam yüz ölçümünün %71'lik bölümü Seyhan Havzası'nda bulunmakta, havzadaki en büyük alanı kapsamaktadır. Seyhan Havzası; Aşağı Seyhan Ovası, Göksu Irmağı, Zamantı Irmağı ve üçünün birleşimi olan Seyhan Barajı-Zamantı ve Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası olmak üzere 4 alt havzada incelenmektedir (Dikici ve Aksel, 2019). Çalışmada kullanılan MGM Karataş, Adana Bölge ve Karaisalı istasyonları Seyhan Havzası'nda Aşağı Seyhan ve Göksu Alt Havzalarında yer almaktadır, buna ek olarak belirtilen istasyonların tamamı Adana iline bağlı durumdadır (Şekil 4). Alt havza bazında bakıldığında; Karataş ve Adana Bölge istasyonları Aşağı Seyhan Ovası'na, Karaisalı ise Seyhan Baraj-Zamantı-Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası içerisinde yer almaktadır.



Şekil 3. Seyhan Havzası içerisinde yer alan şehirler (TOB, 2020)

Belirlenen çalışma alanının Seyhan Havzası'nı içeren kısmında 2016 TÜİK nüfus ölçümü verilerine göre yaklaşık 1.9 milyon kişi ikamet etmektedir, 2025 yılı için yalın projeksiyonlarda ise bu değer 2.038.116 kişiyi aşacağı belirtilmiştir (TOB, 2019a). Seyhan Havzası sınırları içerisinde seçilen istasyonlar Adana iline bağlı olduğu için bu nüfus değerleri de Adana ilini temsil etmektedir. Havzanın 2016 yılındaki toplam nüfus değeri 2 milyon olmakla beraber, Adana ili havza nüfusunun %85'lik bir kısmını barındırmaktadır (TOB, 2019a). Bu nedenle Seyhan Havzası'nda en yoğun su tüketiminin olduğu bölgeler olarak Adana iline bağlı istasyonlar tercih edilmiştir.



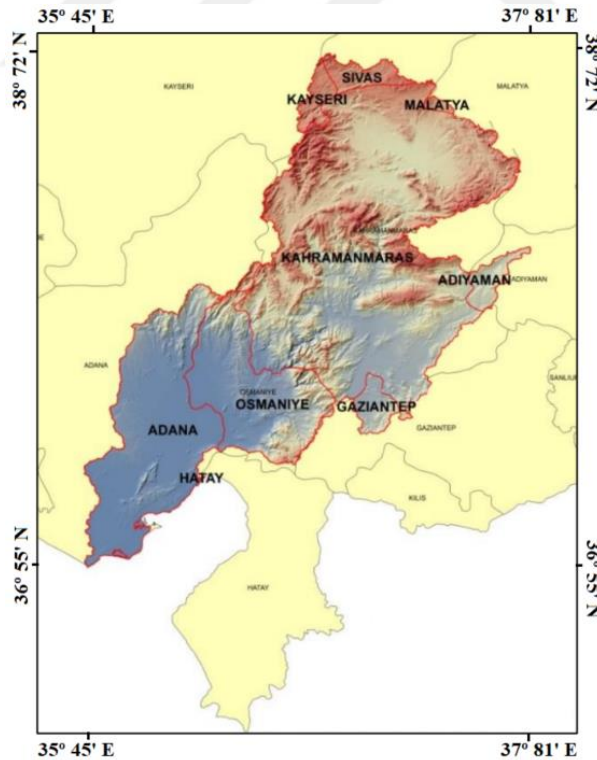
Şekil 4. Seyhan Havzası'nda bulunan ve çalışma kapsamında seçilen istasyonlar ile numaraları (TOB, 2019a)

Seyhan Havzası'nda özellikle Adana ili ve ilçelerinde birçok tabiat anıtı mevcuttur. Bıgıbıg Orman Sarmaşığı, Acıkise Ardıç Ağacı gibi geniş alanlara yayılan ve yüzyıllardır varlığını sürdüren doğal oluşumların korunması amacıyla bölge denetime altına alınmış durumdadır. Ayrıca yaban hayatının kontrol altında tutulması ve çevre olumsuzluklarından minimum derecede etkilenebilecek Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları da oluşturulmuştur. Bu sahalardan biri olan Adana Akyatan Gölü kıyıları, küresel olarak yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olan yeşil deniz kaplumbağasının (*Chelonia mydas*) temel yumurtlama ve yuvalama kumsalları arasında yer almaktadır. Ayrıca havza, sulak alanları sayesinde birçok kuş türüne geçici ve temelli olarak ev sahipliği yapmaktadır (TOB, 2019a).

Havza üzerinde Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından her yıl birçok su yapısının planlama ve işleme geçirilme süreçleri devam ettirilmektedir. Bölgesel gelişim projeleri kapsamında havza üzerinde Adana'da 24 adet, Kayseri'de 14 adet, Niğde'de ise 27 adet baraj ve göletin faaliyete geçirilmesi söz konusudur.

3.1.1.3. Ceyhan Havzası

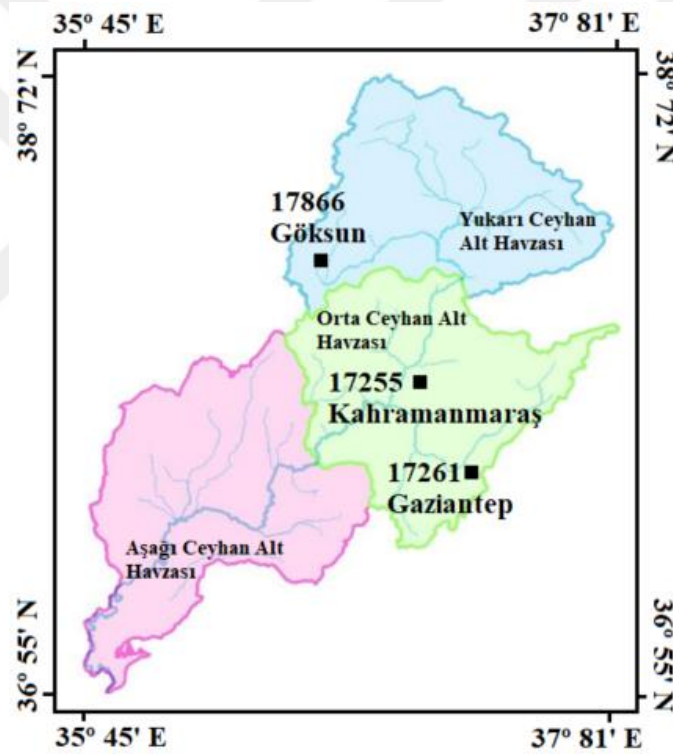
Ceyhan Havzası İskenderun Körfezi'nden Anadolu'nun iç kesimlerine doğru ilerleyen Doğu Akdeniz Bölgesi'nde kıyısı olmakla birlikte yıllık ortalama akış miktarı açısından Türkiye'nin 9. Havzası olarak kabul edilmektedir (Yüce ve Eşit, 2020). Havza, batı bölgesinde Seyhan Havzası'na, doğu kısmında Fırat-Dicle Havzaları'na, güneyinde ise Asi Nehri Havzası'na komşu durumdadır (Yüce ve diğ., 2019). Havza içerisindeki yükselti dağılımı 0-3000 m arasında değişmektedir. Havzanın Akdeniz'e çıkışı olan İskenderun Körfezi'nde yükselti 0 m iken, Kahramanmaraş ve Kayseri bölgelerindeki dağlık alanlarda 3000 m'lere kadar ulaşabilmektedir. Ceyhan Havzası 2,7 milyon hektarlık alanıyla Seyhan Havzası'na benzer şekilde Türkiye yüz ölçümünün yaklaşık %2,8'ünü oluşturmaktadır. Havzanın ortalama yıllık toplam akım değeri 7.833 hm^3 , yıllık toplam yağış değeri ise 727,3 mm olarak ölçülmüştür (Dikici ve Aksel, 2021; Yüce ve Eşit 2020, Eşit ve Yüce 2022). Aşağı Ceyhan, Orta Ceyhan ve Yukarı Ceyhan olarak üç ayrı bölgeye ayrılan Ceyhan Havzası'nın sınırları içerisinde Adana, Osmaniye, Kahramanmaraş, Kayseri, Sivas, Gaziantep, Adıyaman ve Malatya illerinin bir kısmı yer almaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Ceyhan Havzası sınırları içerisinde bulunan iller (TOB, 2019b)

Kahramanmaraş ilinin kendi yüzölçümünün yaklaşık % 90'ı ile havzada en çok yer kaplayan şehir olduğu söylenebilir buna ek olarak Osmaniye ilinin tamamına yakını yine Ceyhan Havzası sınırlarında bulunmaktadır (Yüce ve diğ., 2022). Ceyhan Havzası nüfus dağılımı açısından çalışmada Göksun, Kahramanmaraş, Gaziantep MGM istasyonları seçilmiştir (Şekil 6).

TÜİK 2016 nüfus sayımına göre Ceyhan Havzası'nda yaklaşık 1,8 milyon kişi ikamet ediyorken, 2025 yılında bu sayının 2,3 milyona yaklaşması öngörülmektedir. 2016 yılından itibaren 10 yıl içerisinde ortalama %27'lik bir nüfus artışı beklenen havzada su yapılarının planlanmasının ve kuraklık çalışmalarının gelecekte yaşanabilecek kuraklık sorunlarının önüne geçilmesinde büyük bir rol oynayacağı düşünülmektedir (Çuhadar ve Atış, 2019).



Şekil 6. Ceyhan Havzası Alt Havzaları ve çalışma için seçilen istasyonlar (TOB, 2019b)

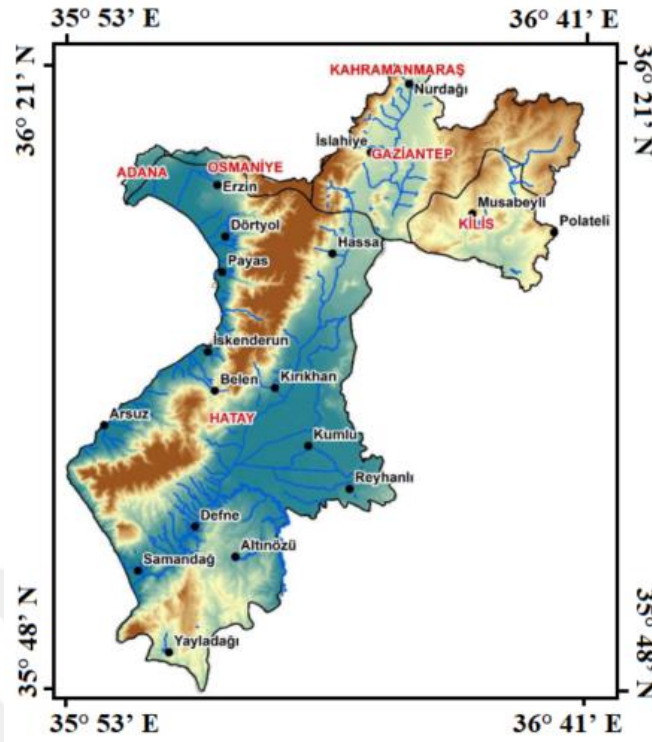
Havza üzerinde çeşitli amaçlara yönelik faaliyet gösteren veya planlama/yapım aşamasında olan toplam 25 adet baraj, 10 adet de gölet bulunmaktadır. Bu hidrolik yapılara Osmaniye’de bulunan Aslantaş ve Berke Barajları, Kahramanmaraş’ta yer alan Sır Barajı örnek olarak verilebilir (Oğuz, 2019).

Ceyhan Havzası'nda doğal yaşamın korunması amacıyla tabiat parkları ve yabani hayatı geliştirme sahaları bulunmaktadır. Adıyaman ilinde bulunan Gölbaşı Gölleri Tabiat Parkı havza içerisinde bulunan tek tabiat parkıdır. Yaklaşık 38 km²'lik Yaban Hayatı Geliştirme Sahası bulunan havzada korunması amaçlanan endemik türlerin başında Karaca'lar gelmektedir (TOB, 2019b).

3.1.1.4. Asi Nehri Havzası

Asi Havzası Türkiye'nin güneyinde yer alan akarsu havzasıdır. Havzanın batı bölgesi Akdeniz'e, doğusu Fırat-Dicle Havzası'na, kuzeyi Ceyhan Havzası'na ve doğusu ise Suriye'ye komşu konumda bulunmaktadır (Turhan ve diğ., 2022). Kıyı bölgelerden havzanın kuzey kesimlerine doğru gidildikçe yükselti 0-2240 m arasında değişim göstermektedir. Havzanın en yüksek bölümünü 2240 m ile Nur Dağları üzerinde bulunan Mıgırtepe kesimi oluşturmaktadır. Belen, Payas, İskenderun gibi ilçeler Nur Dağları'nın devamında yer almaları sebebiyle havzanın yüksek rakımlı sayılabilecek alanlarında bulunmaktadır. Havza yaklaşık 7900 km²'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin en küçük üçüncü havzası konumundadır (Gümüş, 2017 ;Dikici, 2020). Sınır aşan su statüsünde olan Asi Nehri Lübnan sınırları içerisinde doğup Suriye üzerinden Türkiye sınırlarına girmekte ardından Samandağ yakınlarında Akdeniz'e dökülmektedir. Asi Havzası genelinde Akdeniz iklim özellikleri hakim olmakla birlikte yıllık ortalama toplam 1100 mm ile en fazla yağışı alan bölge Antakya (Hatay Merkez) olarak belirtilmiştir (Topçu ve diğ., 2022).

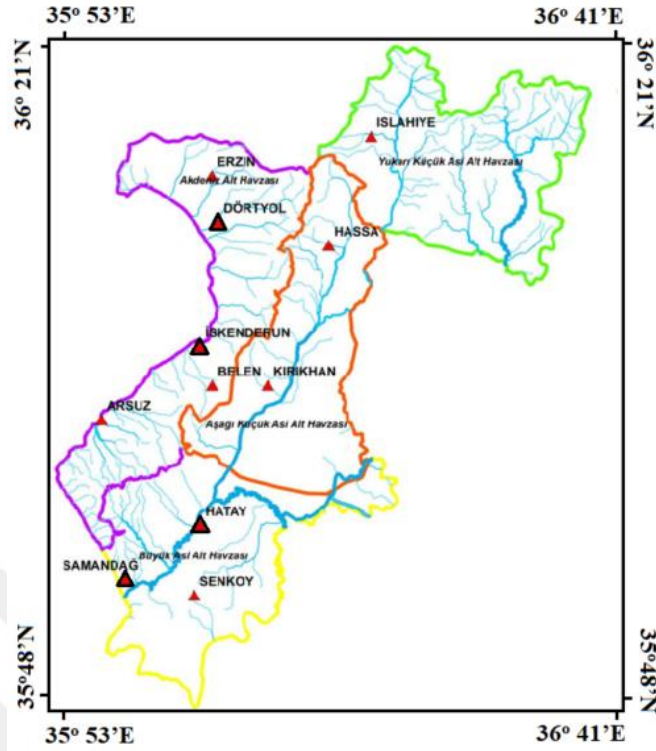
Havza sınırları içerisinde Hatay, Kilis, Gaziantep, Osmaniye, Adana ve Kahramanmaraş illerinin bir kısmı yer almaktadır ve havza yüzölçümünün %70'ini Hatay ili kapsamaktadır (Topçu ve Seçkin, 2022). Çalışma kapsamında Asi Havzası üzerinde bulunan Samandağ, Aktakya, İskenderun ve Dörtyol istasyonlarının verilerinden faydalanılmıştır (Şekil 7). İstasyonlar havzayı etkin bir şekilde temsil etmesi amacıyla hem yüzölçümü hem de nüfus olarak baskın olan Hatay ilinden seçilmiştir. 2016 yılı itibariyle nüfus 1.6 milyon iken 2025 yılına kadar bu sayının yaklaşık 1.9 milyona ulaşabileceği düşünülmektedir. Bölge üzerinde bulunan göçmen sayısının fazlalığı ve havzanın Türkiye'nin güneyinde yer alması sebebiyle kuraklık çalışmalarına karşı ciddi hassasiyetin gösterilmesi büyük önem arz etmektedir (Dikici, 2019).



Şekil 7. Asi Havzası sınırlarında yer alan iller (TOB, 2019d)

Yukarı Küçük Asi, Aşağı Küçük Asi, Büyük Asi ve Akdeniz Alt Havzası olmak üzere Asi Havzası dört alt havzada incelenmektedir (Şekil 8). Çalışma kapsamında ele alınan İskenderun ve Dört Yol istasyonları Akdeniz Alt Havzası'nda bulunurken, Antakya ve Hatay istasyonları Büyük Asi Alt Havzası içerisinde yer almaktadır (TOB, 2019d) .

Havza içerisinde taşkın koruma, elektrik üretimi, tatlı su temini ve sulama amacıyla 2019 yılına kadar tamamlanması planlanan 44 adet baraj ve gölet bulunmaktadır (TOB, 2020). Bunun yanında havza içerisinde bulunan tabiat anıtlarının korunması için de çeşitli bölgeler koruma altına alınmış durumdadır. Buna en iyi örnek olarak havza içerisinde bulunan Onat Çınarı Tabiat Anıtı verilebilir, koruma altına alınan Onat Çınarı yaklaşık 300 yıldır bölgede hayatını sürdürmektedir (TOB, 2019c).



Şekil 8. Asi Havzası Alt Havzaları ve çalışma için seçilen istasyonlar (TOB, 2019d)

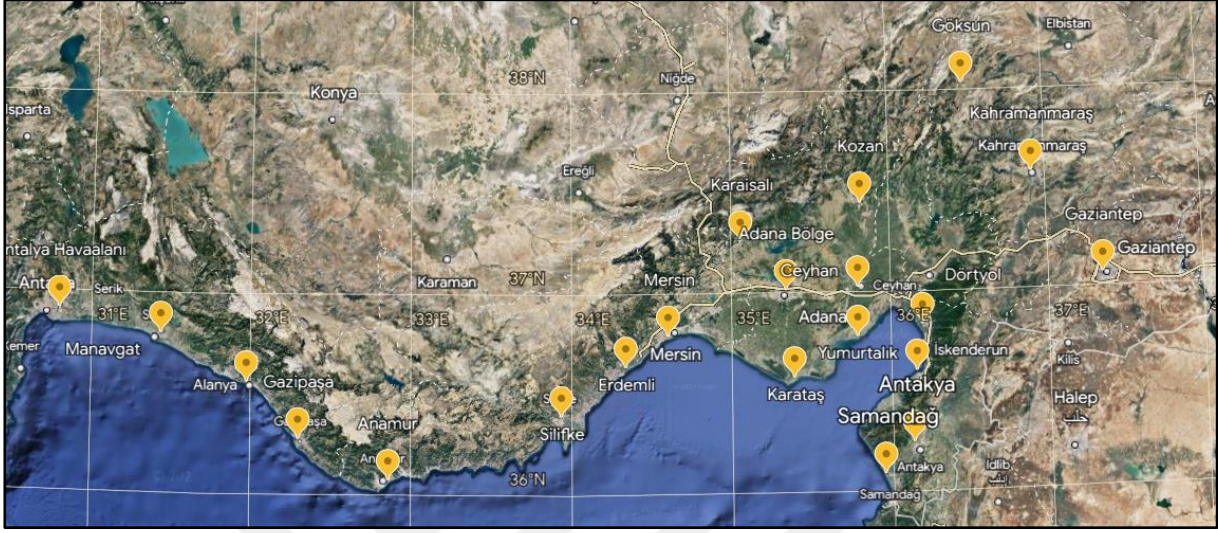
3.1.1.5. Çalışma kapsamında kullanılan yağış verileri

Çalışmada Akdeniz Havzası'na komşu olan Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi Nehri Alt Havzaları'nda bulunan MGM'ye bağlı olarak ölçüm alınan 21 adet istasyonun verisinden faydalanılmıştır. Tercih edilen istasyonların, havzaların en yoğun nüfuslu bölgelerini temsil etmesine dikkat edilmiştir. Şehir merkezlerine bağlı istasyonlarda Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren yağış ölçümleri bulunmasına karşın, göreceli olarak daha yeni kabul edilen ilçe merkezleri ölçüm istasyonlarında ölçüm başlangıç tarihleri 1970 yılına kadar gecikebilmektedir. Ortak bir zaman dilimi belirlenebilmesi için minimum ölçüm süresine sahip istasyonlar baz alınmış olup, 1970-2021 yılları arasındaki 52 yıllık zaman aralığı seçilmiştir. Alt havzalardan seçilen istasyonlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ele alınan MGM istasyon bilgileri (MGM, 2023)

İstasyon Adı	İstasyon Numaraları	Koordinat	Yükselti (m)	Kullanılan Gözlem Yılları
Adana Bölge	17351	37°00'14.8"N 35°20'39.5"E	24	1970-2021
Ceyhan	17960	37°00'55.1"N 35°47'43.8"E	30	1970-2021
Karaisalı	17936	37°15'02.2"N 35°03'46.1"E	238	1970-2021
Karataş	17981	36°34'05.9"N 35°23'21.8"E	22	1970-2021
Kozan	17908	37°26'01.3"N 35°49'07.7"E	125	1970-2021
Yumurtalık	17979	36°46'07.3"N 35°47'25.1"E	17	1970-2021
Antakya	17372	36°14'12.6"N 36°07'58.5"E	158	1970-2021
Dört Yol	17962	36°49'27.8"N 36°11'53.2"E	27	1970-2021
İskenderun	17370	36°35'32.6"N 36°09'29.5"E	3	1970-2021
Samandağ	17986	36°04'53.0"N 35°56'57.1"E	6	1970-2021
Kahramanmaraş	17255	37°34'33.6"N 36°54'54.0"E	570	1970-2021
Göksun	17866	38°01'26.4"N 36°28'56.3"E	1343	1970-2021
Gaziantep	17261	37°03'30.6"N 37°21'03.6"E	859	1970-2021
Alanya	17310	36°33'02.5"N 31°58'49.1"E	13	1970-2021
Antalya Havaalanı	17300	36°54'22.7"N 30°47'56.4"E	56	1970-2021
Gazipaşa	17974	36°16'17.4"N 32°18'16.2"E	72	1970-2021
Manavgat	17954	36°47'22.2"N 31°26'27.6"E	28	1970-2021
Anamur	17320	36°04'07.0"N 32°51'53.6"E	5	1970-2021
Erdemli	17958	36°37'36.5"N 34°20'16.8"E	10	1970-2021
Mersin	17340	36°46'50.9"N 34°36'11.2"E	4	1970-2021
Silifke	17330	36°22'56.6"N 33°56'14.3"E	16	1970-2021

İstasyonların belirtilen koordinatlarındaki lokasyonları Google Earth üzerinden belirlenerek Şekil 9’da gösterilmiştir. Doğu Akdeniz ve Orta Akdeniz Bölgesi’nin kıyı kesimlerine ek olarak Seyhan ve Ceyhan Havzaları’nın iç kesimleri de çalışma kapsamına dahil edilmiştir.



Şekil 9. Ele alınan MGM istasyon lokasyonları (Google Earth, 2023)

Kuraklık çalışmalarının verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi durumu büyük oranda giriş parametresi olarak kullanılan yağış verilerinin güvenilirliği ile doğru orantılıdır (Yacoub ve Tayfur, 2017). Dolayısıyla verilerin temel istatistiksel parametreler hesaplanarak aşağıda yer alan Tablo 2 ‘de özetlenmiştir. Çalışmada kullanılan verilerin istatistiksel parametre özellikleri de incelenerek Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ele alınan istasyonların istatistiksel parametreleri

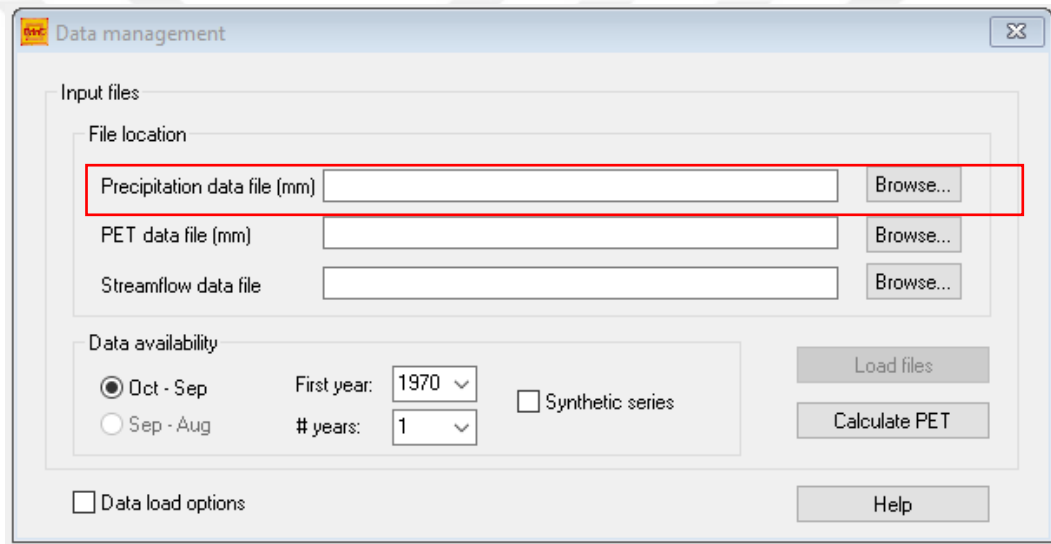
İstasyon Adı	Ortalama m ³ /s	Standart Sapma m ³ /s	Varyans m ³ /s	Basıklık	Maksimum m ³ /s	Minimum m ³ /s
Adana Bölge	56,5	58,7	3448,8	7,3	415,6	0
Ceyhan	62	55,4	3068,3	3,3	402,2	0
Karaisalı	75,5	78,1	6092,2	10,2	676,6	0
Karataş	68,9	82,4	6795,3	4,7	513,6	0
Kozan	68,5	56,6	3201,4	1,1	296	0
Yumurtalık	65,9	67,7	4586,5	3,8	476,1	0
Antakya	93,3	93	8653,1	2,8	638,5	0
Dörtyol	77,1	61,1	3737,4	0,6	332,8	0
İskenderun	61,6	51	2603,5	1	283	0
Samandağ	74,7	72,8	5296,9	1,5	433,6	0
Kahramanmaraş	58,2	62,7	3929,6	1,4	321,4	0
Göksun	47,7	43,6	1897,6	1,2	233	0
Gaziantep	46,5	48,6	2360,6	2,4	270,2	0
Alanya	92,3	109,3	11944,1	4,7	710,4	0
Antalya Havaalanı	85,2	119,3	14228,1	8,7	907,2	0
Gazipaşa	70,3	81,7	6680,2	2,5	499,8	0
Manavgat	90,3	113	12761,6	4	780,8	0
Anamur	75	94	8840,9	3,2	590,9	0
Silifke	49,1	58,1	3380,8	8,2	504,5	0
Erdemli	47,5	61,8	3820,3	17,5	646,8	0
Mersin	50,5	64,9	4211	20,2	677,4	0

3.1.1.6. Drought Indices Calculator (DrinC)

DrinC programı Atina Ulusal Teknik Üniversitesi Doğal Afetlerin Değerlendirilmesi ve Proaktif Planlama Merkezi, Islah İşleri, Su Kaynakları Yönetimi Laboratuvarı'nda geliştirilmiş ve 2005 yılından itibaren kullanıma açılmıştır (<https://drought-software.com/>). Mevcut MATLAB, ArcGIS gibi karmaşık arayüzlere sahip ve gelişmiş kullanım becerileri gerektiren programların aksine DrinC basit arayüzü ile kuraklık indisi hesaplamalarının etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Tigkas ve diğ., 2015). Aynı zamanda açık kaynak kodlu olması ve ücretsiz erişim seçeneği sunması bir avantajdır. Program içerisinde SPI, SDI, RDI ve PDI indislerinin hesaplarının yapımına ek olarak sıcaklık ölçümü üzerinden potansiyel evapotranspirasyon hesapları da gerçekleştirilebilmektedir.

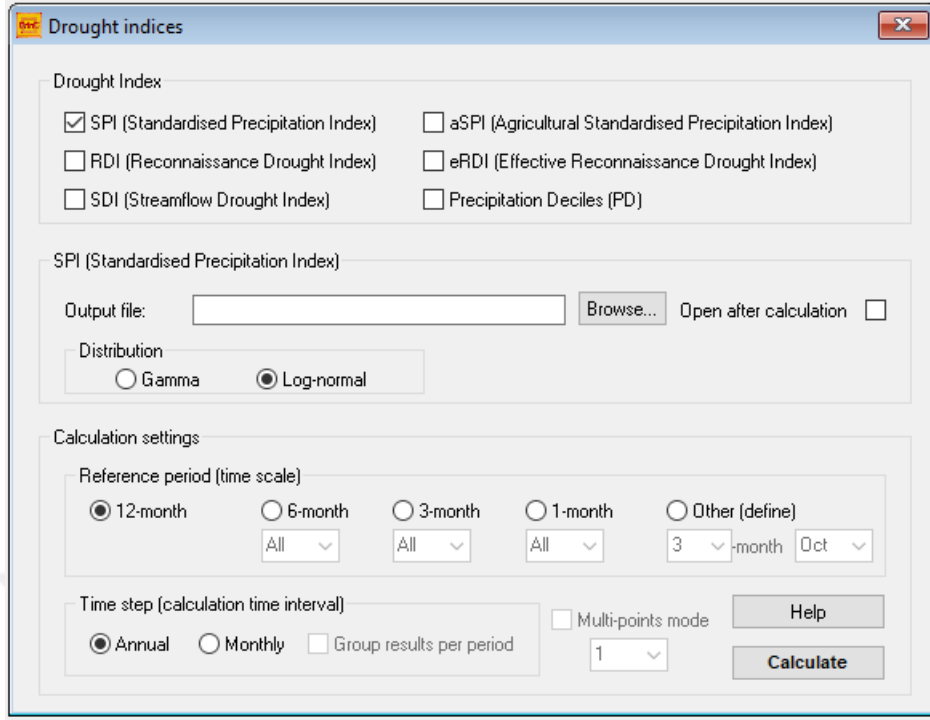
Bu tez çalışmasında Microsoft Excel üzerinden gerekli formülasyonlar kullanılarak hesaplanan indis değerleri aynı zamanda DrinC yazılımı kullanılarak kontrol edilmiştir. Programın kullanımı esnasında izlenen adımlar şu şekilde sıralanabilir;

1. DrinC yazılımına veri girişi, programın kendine ait olan şablonları ile gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle ilk adımda MGM'den temin edilen yağış verileri şablona uygun hale getirilmiştir.
2. Arayüzünde verilerin sisteme girişinin kontrolü için açılan Data Management bölümünde yağış verilerinin aktarıldığı şablon dosyası seçilerek programa veri girişi yapılmış ve veri tarihleri sisteme girilmiştir. Bu bölümde ölçüm verilerinin su yılı tarihlerine göre ayarlanmış olması büyük önem arz etmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. DrinC veri kontrol arayüzü

3. Sisteme verilerin yüklenmesi sonrasında açılan kuraklık indisi penceresi üzerinden indis seçilerek, kullanılacak indisin hesaplanacağı olasılık dağılımı formülasyonu belirtilmektedir (Şekil 11). Tercih edilen zaman aralığının da belirlenmesi ile çıktı Excel dosyasının içine sonuç değerleri otomatik olarak yazdırılmaktadır.



Şekil 11. DrinC indis hesaplanma penceresi

3.2. Metot

3.2.1. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI)

Yağış değerlerinin normal seviyelerin altına düşmesinin yeraltı suyu kaynakları, yüzey su rezervleri, zemin su muhtevası ve akarsu debisi üzerindeki etkisi farklılık göstermektedir (Çavuş ve Aksoy, 2019; Sağlamoğlu ve Irvem, 2020). Bu etkinin kolay uygulanabilir ve kapsayıcı bir şekilde incelenebilmesi amacıyla McKee ve diğ. (1993) Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'ni (SPI) geliştirmişlerdir. Colorado Bölgesi için üretilmiş olmasına rağmen çeşitli bölgelere uygulanabilir olması ve tek giriş parametresi olan yağış değerleri ile hesaplamaların yapılabilmesi yöntemin en önemli avantajları olarak öne çıkmaktadır (Bayer Altın ve diğ., 2020). İstatistik hesaplamalarında da olduğu gibi SPI değerlerinin etkin bir şekilde hesaplanabilmesi için minimum 30 yıllık veriye ihtiyaç duyulmaktadır, ancak optimum sonuçların elde edilebilmesi için 50-60 yıllık yağış değerlerinin tercih edilebileceği belirtilmiştir (Svaboda ve diğ., 2012). Veri serilerinin eksiksiz olması en ideal durum olmasına karşın, verilerin yalnızca %75-85 'lik kısmının temin edilmesi ile de iyi sonuçlar elde edilebilmektedir.

SPI metodunun literatürde sıklıkla kullanılması üç temel sebebe bağlanabilmektedir, bu nedenlerden ilki, sadece yağış değerlerinin ortalaması ve standart sapması gibi basit iki parametrelerde indisin hesaplanabiliyor olması olarak gösterilebilir (Turhan ve diğ., 2019; Değerli Şimşek ve diğ., 2023). Zemin su muhtevassından bağımsız olması sayesinde ilgili indis yaz ve kış dönemlerinin kuraklık incelemelerinde de tercih edilebilmektedir (Dikici ve Aksel, 2019). İkinci sebep, yağış değerlerinin standartlaştırılması ile herhangi bir bölgede ve zaman aralığında aşırı olarak adlandırılabilcek pik kurak ve nemli dönemlerin gerçekleşme sıklığının daha tutarlı seviyelerde olması olarak gösterilmektedir (Bayer Altın ve Altın, 2021). Son olarak ise yöntemin çeşitli zaman aralıklarında kullanılmaya uygun olması, yağış eksikliğinin hidrolojik su çevrimine farklı aşamalarda olan etkisinin incelenmesine imkân vermesi yöntemin avantaj sağlayan özelliklerinden birisi olarak sayılabilir (Alkan ve Tombul, 2022). Yöntemin kuraklık çalışmalarının hızlı bir şekilde geliştirilmesini sağlayan pozitif yönleri olmasının yanında birkaç dezavantajı da bulunmaktadır (Tsesmelis ve diğ., 2023). Bu dezavantajlara örnek olarak, ham verilerin standartlaştırılmasından önce herhangi bir olasılık dağılımına uydurulabileceğinin varsayılması durumu verilebilir (Rolbiecki ve diğ., 2022). Kullanılan verilerin miktarına ve güvenilirliğine göre olasılık dağılımına olan uyum değişebileceği için minimum 30 yıllık eksiksiz yağış verisinin kullanımı tavsiye edilmektedir (Mishra ve diğ., 2009; Svaboda ve diğ., 2012). Buna ek olarak verilerin standartlaştırılması prensibine dayanması sebebiyle SPI metodunun belirlenen bölgelerin kuraklık eğilimlerinin belirlenmesinde çoğu zaman etkili olamadığı belirtilmiştir (Rolbiecki ve diğ., 2022). Buradan, farklı herhangi iki bölgede benzer SPI değerlerinin bulunmasının aynı seviyede su eksikliği yaşandığı anlamına gelemeyeceği anlaşılmaktadır. Son olarak ise, genel olarak düşük yağış seviyelerinin görüldüğü yarı kurak veya kurak bölgelerde 1,2 ve 3 ay gibi kısa zaman ölçeklerinde etkili sonuçların elde edilemeyeceği de söylenmektedir (Angelidis ve diğ., 2012).

SPI metodunda 1 aydan 72 aylık zaman ölçeklerine kadar hesaplamalar gerçekleştirilebilmektedir (Saini ve diğ., 2022). Bu durum su eksikliğinin su döngüsü üzerindeki farklı etkilerinin incelenmesine yardımcı olmaktadır. Kısa ve uzun zaman ölçeklerinde dikkate alınabilecek durumlar değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin, kısa zaman ölçeği olarak varsayılan 1-12 aylık dönemler için hesaplanan SPI değerleri meteorolojik ve tarımsal kuraklık gibi su eksikliği sonucunda ilk görülen belirtilerin tespit edilmesini mümkün kılabilir (Yisehak ve Zenebe, 2021). Buna ek olarak 12-24 aylık zaman ölçekleri uzun dönem kabul edilmekle birlikte akarsu akışı, rezervlerde tutulması

planlanan su miktarı ve yeraltı suyunun su eksikliği ile karşılaşılması durumunda göstereceği belirtilerin ortaya çıkarılması için kullanılabilmektedir (Eslamian ve diğ., 2017). Bu nedenle mevcut çalışmada çoğunlukla meteorolojik kuraklık etkilerinin göz önüne alınması sebebiyle SPI değerleri 12 aylık zaman ölçeğine göre hesaplanmıştır.

SPI yönteminde indis değerleri, 12 aylık zaman ölçeği için toplanan yağışın frekans dağılıma uygun bir olasılık yoğunluk fonksiyonunun yerleştirilmesi ile elde edilmektedir. Gamma-SPI hesaplanabilmesi için yağış serisinin Gamma olasılık yoğunluk fonksiyonuna uydurulması gerekmektedir. Bahsedilen olasılık yoğunluk fonksiyonu şu şekilde belirtilebilir (Angelidis ve diğ., 2012):

$$f(x) = \frac{1}{\varepsilon^{\theta} \kappa(\theta)} x^{\theta-1} e^{-\frac{x}{\varepsilon}} \quad (1)$$

Denklem 1 'de verilmiş olan $\theta > 0$ şekil parametresini, $\varepsilon > 0$ ölçek parametresini, $x > 0$ ise yağış miktarını temsil etmektedir. $\kappa(\theta)$ Gamma fonksiyonu olmak üzere Denklem 2'de gösterilmektedir (Angelidis ve diğ., 2012),

$$\kappa(\theta) = \int_0^{\infty} y^{\theta-1} e^{-y} dy \quad (2)$$

Yağış verilerinin olasılık dağılım fonksiyonlarına uydurulması için θ ve ε değerlerinin tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu adım Denklem 3'te verildiği üzere gerçekleştirilebilmektedir (Thom, 1958),

$$\theta = \frac{1}{4V} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4V}{3}} \right) \quad (3a)$$

$$V = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}, \quad n = \text{veri sayısı} \quad (3b)$$

Olasılık yoğunluk fonksiyonunun x 'e göre integrali alındığında kümülatif olasılık dağılımı için $F(x)$ denklemi elde edilmektedir,

$$F(x) = \int_0^x f(x) dx = \frac{1}{\varepsilon^{\theta} \kappa(\theta)} \int_0^x x^{\theta-1} e^{-\frac{x}{\varepsilon}} dx \quad (4a)$$

Burada x/ε ifadesi yerine h kullanıldığında

$$F(x) = \frac{1}{\kappa(\theta)} \int_0^x h^{\theta-1} e^{-h} dh \quad (4b)$$

Yılın belirli dönemlerinde yağış meydana gelmemesi sebebiyle yağış değerlerinin sıfır olması durumu muhtemeldir, $x=0$ değeri Gamma olasılık dağılımında tanımsız sonuç vereceği için Gamma olasılık dağılımının kümülatif olasılık fonksiyonu şu şekilde güncellenmiştir (Denklem 5);

$$G(x)=q+(1-q) F(x) \quad (5)$$

Burada q sıfır yağışın gerçekleşme olasılığını belirtmektedir.

Abramowitz ve Stegun (1965) tarafından kümülatif olasılık dağılım fonksiyonu SPI değerlerinin elde edilebilmesi için standart normal dağılıma çevrilmiştir, kullanılan dönüşümler Denklem 6 'da verilmiştir (Alami ve diğ., 2017),

$$SPI = - \left(h - \frac{a_0 + a_1 h + a_2 h^2}{1 + b_1 h + b_2 h^2 + b_3 h^3} \right) \quad (6a)$$

$$h = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{(G(x))^2} \right)} \quad \text{burada } 0 < G(x) < 0.5 \quad (6b)$$

$$SPI = + \left(h - \frac{a_0 + a_1 h + a_2 h^2}{1 + b_1 h + b_2 h^2 + b_3 h^3} \right) \quad (6c)$$

$$h = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{(1-G(x))^2} \right)} \quad \text{burada } 0.5 < G(x) < 1 \quad (6d)$$

$$a_0=2.516, a_1=0.803, a_2=0.010, b_1=1.433, b_2=0.189, b_3=0.001 \quad (6e)$$

SPI değerlerinin kuraklık sınıfına göre sınıflandırması Tablo 3'te verilmiştir. Anlık yağış değerinin, ortalama değerden küçük olması durumunda negatif işaretli SPI değerleri, ortalama değerden büyük olması halinde ise pozitif işaretli SPI değerleri elde edilmektedir. Nemli ve kurak dönemlerin aynı indis altında incelenebilmesi SPI değerlerinin standartlaştırılması sayesinde mümkün olmaktadır (Svoboda ve diğ., 2012).

Tablo 3. SPI değerlerinin sınıflandırılma aralıkları (McKee ve diğ., 1993)

SPI Değeri	Sınıflandırma
$SPI \leq -2$	Aşırı Kurak
$-2 < SPI \leq -1.5$	Şiddetli Kurak
$-1.5 < SPI \leq -1$	Orta Kurak
$-1 < SPI \leq 0$	Hafif Kurak
$0 < SPI \leq 1$	Hafif Nemli
$1 < SPI \leq 1.5$	Orta Nemli
$1.5 < SPI \leq 2$	Şiddetli Nemli
$SPI > 2$	Aşırı Nemli

Gamma dağılımı ile benzer olarak Log Normal dağılımı pozitif çarpık durumdadır ve negatif değildir (Angelidis ve diğ., 2012). Yağış değerlerinin sıfırdan büyük olması şartı ile $Y = \ln(x)$ formülasyonu yardımıyla dönüştürülmüş yağış verilerinin bir Gauss dağılımıyla tanımlandığı varsayılmaktadır. Logaritmik dönüştürülmüş verinin ortalama ve standart sapma değerlerine Log Normal dağılımın uydurulması ile SPI değerleri aşağıda verilen Denklem (7) ile hesaplanabilmektedir (Alami ve diğ., 2017).

$$SPI = Z = \frac{\ln(x) - \mu_y}{\sigma_y} \quad (7)$$

Burada μ_y logaritmik yağış verilerinin ortalamasını, σ_y ise logaritmik yağış verilerinin standart sapmasını belirtmektedir.

3.2.2. Saçılma Yağış İndeksi (DPI)

Literatürde yeni kullanım alanı bulan DPI metodunun temelleri dağılımların kaçınılmaz saçılımlarına dayandırılmaktadır (Tayfur, 2021). Matematikte saçılma, belirli bir dağılımın ya da serinin ideal olarak belirlenmiş olan değerden ne kadar saptığının belirlenmesi şeklinde ifade edilmektedir. Olasılık dağılımlarından bağımsız olarak düşünülen yağış verisinin saçılma değerleri Denklem (8)'de verildiği üzere hesaplanmaktadır,

$$DPI = D_i = \log\left(\frac{x}{\mu}\right) \quad (8a)$$

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad i = 1, 2, 3, 4, \dots, n \quad (8b)$$

Yukarıdaki denklemde x yağış değerlerini, μ ise n adet yağış değerinin ortalamasını temsil etmektedir. İstenen zaman adımıdaki DPI değeri, belirlenen zaman adımıdaki yağış değerinin ortalamaya oranının logaritması alınarak elde edilmektedir. SPI yöntemine benzer şekilde pozitif indis değerleri yağışın ortalamadan fazla olduğu durumlarda, negatif indis değerleri ise yağış verisinin ortalamadan daha az olması durumunu temsil etmektedir. Minimum 30 yıllık girdiye ihtiyaç duyulan yöntemde kuraklık sınıflandırmaları Tablo 4'te olduğu gibi ele alınmaktadır.

Tablo 4. DPI kuraklık kategorileri (Tayfur, 2021)

DPI Değeri	Sınıflandırma
$DPI \leq -0.6$	Aşırı Kurak
$-0.4 < DPI \leq -0.59$	Şiddetli Kurak
$-0.2 < DPI \leq -0.39$	Orta Kurak
$0 < DPI \leq -0.19$	Hafif Kurak

Denklem (8)'de görüleceği üzere DPI metodu veri serisini standartlaştırmamakta ve dolayısıyla herhangi bir olasılık dağılımına uymamaktadır. SPI metodunda nemli ve kurak dönemlerin aynı anda değerlendirilmesine olanak sağlayan bu işlemlerin DPI metodunda yer alması sebebi ile metod nemli dönemlerin tespitinde farklılıklar gösterebilmektedir. Yalnızca yağış verisine sahip olması ve global ölçekteki bölgelerde kolaylıkla uygulanabilir olması büyük avantaj olarak değerlendirilebilir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Yağış Verilerinin Değerlendirilmesi

Tez çalışması kapsamında Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi Nehri Alt Havzaları'nda bulunan birçok istasyon için MGM'den ilgili veriler temin edilmiştir. Söz konusu veriler bu çalışmada kullanılmak üzere uyumlu hale getirilmiştir. Verilerin ayıklanması aşamasında ele alınan koşullar;

- Minimum 50 yıllık kesintisiz ölçümün bulunması,
- Her bir istasyon için eksik verilerin, toplam veri sayısının %15'inden daha fazla olmaması,
- Belirlenen bölgeyi eşit bir şekilde tarayabilmek için istasyonların birbirine minimum 30 km mesafede olması,
- Belirlenen bölgenin en yoğun nüfusuna sahip olan alanları temsil ediyor olması,

olarak sıralanabilmektedir.

Belirtilen koşullara göre 21 gözlem istasyonunun çalışma kapsamında kullanılabilir olduğu ve drenaj havzalarının incelenmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir. Kullanılacak olan istasyonların belirlenmesine müteakiben eksik veriler tamamlanmaya çalışılmıştır. Bu adımda; her bir istasyonun eksik verisinin olduğu zaman diliminden 12 ay önce ve 12 ay sonraki verilerin ortalamaları ile eksik yağış değerleri tamamlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında ele alınan drenaj havzaları için, literatürde son yıllar verilerini içerecek şekilde Mann-Kendall Testi ile trend analizlerine rastlamak mümkündür. Bahsi geçen çalışmalar kronolojik olarak şu şekilde sıralanabilmektedir; Karabulut ve Cosun (2009) çeşitli istatistiksel metotlar ile yaptıkları çalışmada Kahramanmaraş bölgesi için yağış miktarında belirgin bir azalma yaşanmadığını, ancak nemlilik ve kuraklık durumlarında negatif bir trendin görülmediğini belirtmişlerdir. Çiçek ve Duman (2015) Türkiye genelinde 83 yağış istasyonu verisiyle yaptıkları trend analizi çalışmasında, ülkenin güney ve orta kesimleri için sonbahar ayları dışında aylık ve yıllık yağışlar açısından azalma eğiliminin söz konusu olduğuna işaret etmişlerdir. Uzunkol ve Kızılelma (2016) çalışmalarında ise Ceyhan Havzası'nda bulunan Kahramanmaraş ve Göksun bölgelerinde kurak dönemlerin yağışlı dönemlerden daha fazla görüldüğünü ifade ederek yağış trendinde potansiyel bir düşüş

olabileceğini düşünmektedirler, buna karşın incelenen Havza içinde bulunan diğer bölgelerde ise yağış değerlerinin normal seviyelerin altına düşmediğini de eklemişlerdir. Gümüş (2019) Seyhan ve Ceyhan Havzası istasyon verilerini kullanarak yaptığı trend analizi çalışmasında Adana, Karaisalı, Göksun ve Kahramanmaraş bölgelerinde negatif yağış trendi tespit ederken; Kozan, Ceyhan, Yumurtalık, Karataş istasyonlarında ise pozitif yağış trendlerinin görüldüğünü söylemiştir. Buna karşın Seyhan Havzası üzerinde yapılan trend analizi çalışmalarının birkaçında havza genelinde anlamlı düzeyde bir eğilim sonucunun elde edilemediğini belirtmiştir (Soydan ve diğ., 2016; Yüce ve diğ., 2018; Köyceğiz ve Büyükyıldız, 2023). Alcar (2022) yaptığı çalışmada, bu çalışmadaki aynı havza lokasyonları için nemlilik ve kuraklık durumlarının gerçekleşme düzeninde pozitif veya negatif herhangi bir eğilimin söz konusu olup olmadığını anlamak amacıyla Mann-Kendall Testi ile trend analizi gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak Alanya, Anamur, Antakya, Erdemli, Gazipaşa, Göksun, Karaisalı, Kozan, Manavgat, Samandağ, Silifke, Yumurtalık istasyonlarına ait veriler için nemlilik durumunda azalma ve kuraklık bakımından ise artış eğilimi olduğu vurgulanmıştır. Ceyhan ve İskenderun istasyon verileri ile oluşturduğu analizlerde nemliliğin pozitif yönde artışa ve kuraklığın ise azalışa geçtiğini ifade etmiştir. Dört yol istasyonu verilerini kullanarak yaptığı analizlerde hem nemlilik hem de kuraklık açısından ilerleyen zamanlarda hissedilir azalmalar görülebileceğini belirtmektedir. Bunun aksine Karataş istasyonu verileri ile yaptığı inceleme sonucunda ise yağış değerlerinin değişimine bağlı olarak nemliliğin ve kuraklığın artış göstereceğini öngörmüştür. Eşit ve Yüce (2022) de çalışmalarında Ceyhan Havzası Göksun (17866) istasyonu verileri ile elde ettikleri sonuçlara istinaden önemli bir trend artışının varlığından söz etmişlerdir.

Tamamlanan yağış verilerinin 52 yıllık gelişiminin incelenebilmesi için zamana göre değişim grafikleri oluşturulmuştur (EK-1). Hem ay hem de yıl bazında verilerin değerlendirilebilmesi amacıyla 21 adet istasyonun ortalama aylık ve ortalama yıllık yağış değerleri kullanılarak birtakım grafikler oluşturulmuştur. EK-1 göre seçilen istasyonların 52 yıllık süreçte yağış değerlerindeki değişim aşağıdaki gibi özetlenebilir. Literatür çalışmalarında da benzer sonuçlara sahip çalışmalara rastlamak mümkündür (Gümüş, 2019; Alcar, 2022);

- **Adana Bölge** istasyonunda, görülen maksimum yağış yüksekliği yaklaşık 420 mm olarak 1991 yılında ölçülmüştür. Yıllık olarak ise ortalama 100 mm seviyelerinde yağış düşmektedir. Pik yağış değerlerinin veri serisinin ilk 25 yılında daha yüksek

değerlerde görüldüğünü söylemek mümkündür. Grafiklere eklenen doğrusal eğilim çizgilerinden de anlaşılabileceği üzere pozitif eğimli yağış trendlerinin varlığından söz edilebilmektedir.

- **Ceyhan** istasyonunda, 52 yıllık verisi içinde en büyük yağış değeri 400 mm olarak 1991 yılında görülmüştür. Bu pik yağış değeri istasyonun en yüksek ortalama yıllık yağış değerinin 94 mm olarak görülmesine de katkıda bulunmuştur. Grafiklere eklenen doğrusal eğilim çizgisinden de görüleceği üzere istasyon üzerinde belirgin bir trend değişimi olmasa da pozitif bir eğim tespit edilmiştir.
- **Karaisali** istasyonunda, 375. ayda maksimum yağış değeri yaklaşık 680 mm yüksekliğinde ölçülmüştür. Ortalama yıllık olarak ise 1981 yılında yaklaşık 133 mm seviyelerinde yağış düşmüştür. Karaisali istasyonunun Adana il sınırı içerisindeki diğer istasyonlara göre yağış değerlerinde gözle görülür bir azalma olduğunu da söylemek mümkündür.
- **Karataş** istasyonunda, maksimum yağış değeri 2009 yılında ortalama yıllık 195 mm olarak ölçülmüştür. Adana il sınırları içerisinde en çok ortalama yağış değerlerinin gözlemlendiği istasyon olarak değerlendirilebilmektedir. Bununla birlikte istasyon yağış değerlerinde belirgin bir pozitif bir trend eğilimi de göze çarpmaktadır.
- **Yumurtalık** istasyonunda, Seyhan Havzası sınırlarında yer alan diğer istasyonlara benzer olarak 52 yıllık veri serisi içerisinde en yüksek yağış değeri 255. ayda yaklaşık 480 mm seviyesinde meydana gelmiştir. İstasyonda ortalama yıllık yağış değerlerinin 40 mm'den daha düşük seviyelere inmemesine rağmen, trendin çok düşük eğimle de olsa negatif değerde olduğu anlaşılmaktadır.
- **Kozan** istasyonunda, normal yağış düzeninden bağımsız aşırı pik değerlere fazla rastlanmamıştır. Maksimum yağış değeri yaklaşık 300 mm olarak 1991 yılında meydana gelmiştir. Bununla birlikte Seyhan Havza sınırları içerisindeki en belirgin negatif trend de bu istasyonda gerçekleşmiştir.
- **Gazipaşa** istasyonunda, pik yağış değerlerinde bir düşüş gözlenmiştir. Maksimum yağış değeri 1982 su yılında 500 mm yüksekliğinde gerçekleşmiştir. Ortalama yıllık yağış eğrisinin pozitif eğimli olmasına karşın özellikle 2014 yılından itibaren gerçekleşen düşük yıllık yağış değerlerinin hareketli ortalama da belirgin bir düşüşe de sebep olmuş olabileceği öngörülmektedir.

- **Alanya** istasyonunda, benzer şekilde pik yağış değerlerinin son 20 yılda sönümlendiğini söylemek mümkündür. Maksimum yağış değeri 1982 yılında 710 mm olarak ölçülmüştür. Ortalama yıllık yağış değerlerinde oluşturulan doğrusal eğilim çizgisi görseline göre ise belirgin bir trend değişimi tespit edilmemiştir.
- **Manavgat** istasyonunda, benzer şekilde pik yağış değerlerinin son 20 yılda sönümlendiğini söylemek mümkündür. Maksimum yağış değeri 1982 yılında 780 mm olarak ölçülmüştür. Ortalama yıllık yağış değerlerinde ise negatif bir eğilim olduğunu söylemek mümkündür.
- **Antalya Havaalanı** istasyonunda, 2010 yılından itibaren yağış değerlerinde belirgin bir düşüş olduğu görülmektedir. Maksimum yağış değerinin 2000 yıllarının başında yaklaşık 900 mm görülmesini takiben yağış değerlerinde azalma gerçekleşmiş ve buna bağlı olarak da değerlerde negatif yönde bir eğilim meydana gelmiş olduğu düşünülmektedir. Antalya ili sınırları göz önüne alındığında, doğrusal eğilim çizgisi en belirgin şekilde negatif olarak tespit edilen istasyonun Antalya Havalimanı olduğunu söylemek mümkündür.
- **Mersin** istasyonunda, Karaisalı'na benzer şekilde maksimum ortalama yağış değeri 375. ayda yaklaşık 680 mm olarak ölçülmüştür. Ortalama yıllık yağış değerinde 90 mm ile 2012 yılının en çok yağış alan yıl olduğu söylenebilmektedir. Ortalama yıllık yağış değerlerinde artış olduğunu gösteren bir eğilim olması ile birlikte, Karabulut (2012) çalışmasında bu bölge için sıcaklık trendlerinde de belirgin bir artış olduğunu belirtmiştir.
- **Erdemli** istasyonunda, Mersin istasyonu ile aynı zaman diliminde maksimum ortalama aylık yağış değerine ulaştığı görülmektedir. Bu durumda 2000 yılı başında Doğu Akdeniz kıyılarına yoğun miktarda yağış düştüğünü söylemek mümkündür. Erdemli istasyonu için ortalama yıllık yağış değerlerinde belirgin bir artış ya da azalışa rastlanmamıştır.
- **Anamur** istasyonunda, yağış değerlerinde azalmaya doğru bir yönelim olduğunu söylemek mümkündür. Ancak aynı havza içerisinde yer almalarına rağmen Erdemli istasyonundan çok daha yüksek ortalama yağış değerlerinin de görüldüğü görüldüğünü söylenebilmektedir. Maksimum aylık yağış değeri Alanya ile benzer zamanlarda yaklaşık 600 mm olarak ölçülmüştür.

- **Silifke** istasyonunda, maksimum ortalama yağış değeri 2000 yılında 504 mm olarak tespit edilmiştir. Bu değerin istasyonun genel aylık ortalama değerlerine kıyasla belirgin bir şekilde yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Maksimum ortalama yıllık değerinin de benzer zaman diliminde görüldüğü söylenebilir.
- **Dört Yol** istasyonunda, maksimum ortalama aylık değeri 2021 yılında 330 mm olarak ölçülmüştür. Ancak yıllık bazda bakıldığında 1976-1999 yılları arasında ortalama yıllık yağış değerlerinin daha yüksek olduğu, 2000 yılından itibaren bu değerde bir düşüş olduğu dikkat çekmektedir.
- **Antakya** istasyonunda, maksimum ortalama aylık yağış değeri yaklaşık 650 mm seviyelerindedir. Bu değerin, istasyon geneli pik değerlerin epey üzerinde olduğu da gözlenmektedir. Ortalama aylık maksimum değer 2000 yıllarının başında meydana gelirken, ortalama yıllık maksimum değer ise 1976 yılında görülmüştür.
- **Samandağ** istasyonunda, Antakya istasyonuna kıyasla daha az yağış değerlerinin görüldüğü söylenebilir. Ortalama maksimum yağış değeri 450 mm seviyelerindedir ve aynı zaman diliminde istasyon genelinde ortalama yıllık maksimum değerlerden birinin görüldüğünü söylemek mümkündür. Yağış değerleri Hatay ili sınırları içerisindeki diğer istasyonlara göre daha az olmasına karşın negatif yönlü bir yağış eğiliminden söz edilmemektedir.
- **İskenderun** istasyonunda, ortalama aylık seviyeden belirgin şekilde sapan pik bir değer olmamakla birlikte maksimum değer yaklaşık 300 mm olarak ölçülmüştür. 1970'li yılların başından itibaren düzenli olarak yağış değerlerinin artış gösterdiğini de söylemek mümkündür. Bu durumda istasyon için pozitif eğilimli yağış değerlerinin etkin olduğu anlaşılmaktadır.
- **Göksun** istasyonunda, özellikle 2000'li yılların başından itibaren yağış değerlerinde ciddi bir azalma ile karşılaşmıştır. 1990-2000 arası dönemde gerçekleşmiş olan maksimum ortalama yağış değerlerinin yaklaşık 250 mm seviyelerinde olduğu görülmektedir. Yağış değerlerindeki belirgin düşüş ile birlikte istasyonda negatif yönde bir eğilim gerçekleştiği söylenebilmektedir.
- **Kahramanmaraş** istasyonunda, dikkate değer bir yağış eğilimi tespit edilememiştir. Ancak 2010 yılından itibaren ortalama yıllık yağış değerlerinde bir düşüşün söz konusu olduğu söylenebilir. Maksimum ortalama aylık yağış değeri 330 mm iken, yıllık değer ise 100 mm olarak ölçülmüştür.

- **Gaziantep** istasyonunda, maksimum aylık ortalama yağış değeri 280 mm, ortalama yıllık maksimum değer ise 83 mm olarak belirlenmiştir. Yağış dağılımında ise çok belirgin olmamakla birlikte pozitif bir eğilim görülmektedir.

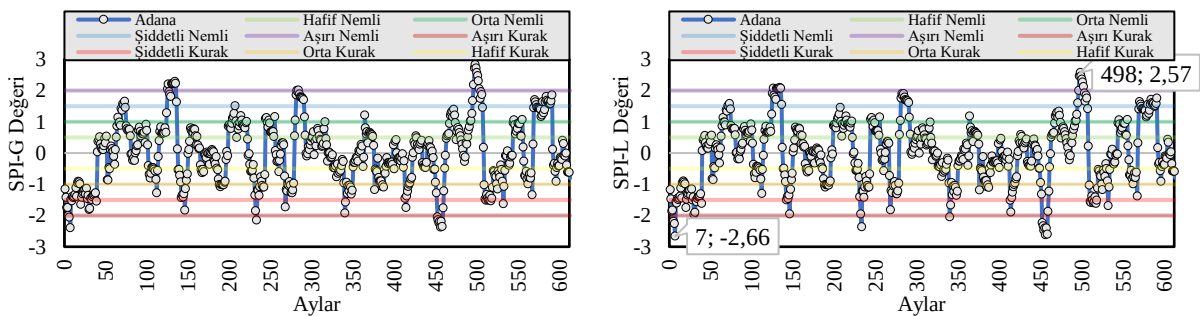
4.2. SPI ve DPI Sonuçları

Literatürde SPI ve DPI metotlarının birlikte ele alındığı uygulama alanları oldukça az olup (Tayfur, 2021) bu çalışma kapsamında Akdeniz Alt Havzaları'na ait kurak ve nemli dönem incelemeleri bu iki indis ile detaylı bir biçimde değerlendirilmiştir.

4.2.1. SPI Sonuçları

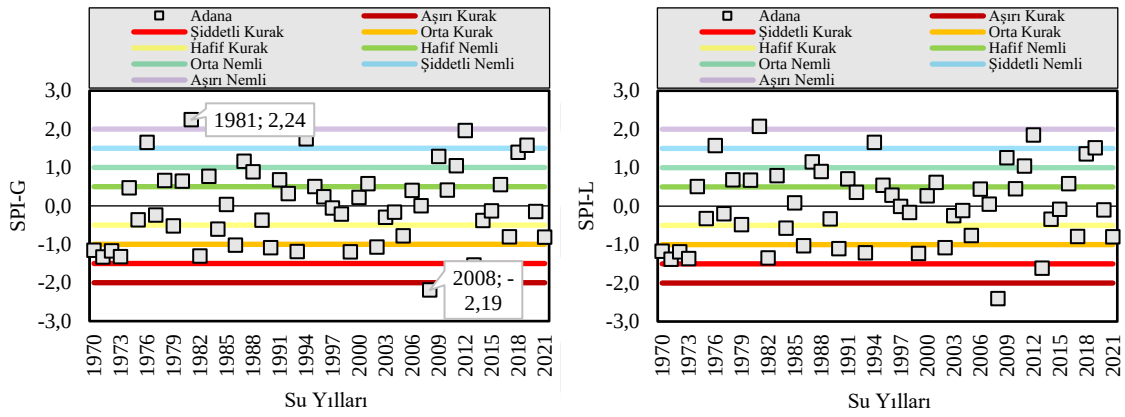
Bu bölümde, SPI yöntemiyle Gamma ve Lognormal olasılık dağılımlarına göre hesaplanan indis değerleri istasyon bazında değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda indislerin aylık ve ortalama yıllık değişim grafikleri oluşturulmuştur. Söz konusu grafiklerde SPI-G Gamma ve SPI-L Lognormal dağılımlarını temsil etmektedir. İki farklı olasılık dağılımına göre elde edilen SPI değerleri istasyonlar genelinde aşağıdaki şekilde ele alınmıştır;

Adana istasyonunda, en kurak dönem 7. ayda -2.66 SPI-L, en nemli dönem ise 498. ayda 2.90 SPI-G değerleri ile tespit edilmiştir (Şekil-12). Aylık bazda en nemli ve kurak dönemler kıyaslandığında nemli dönemin daha şiddetli olarak yaşandığı, kurak dönemlerin ise sayıca daha fazla gözlendiği söylenebilmektedir. 2014 yılından itibaren Aşırı kategorisinde kuraklık ya da nemlilik etkisine rastlanmamıştır. İlk 48 aylık dönemde istasyon ve çevresinde kuraklık etkilerinin belirgin bir şekilde hâkim olduğu söylenebilir.



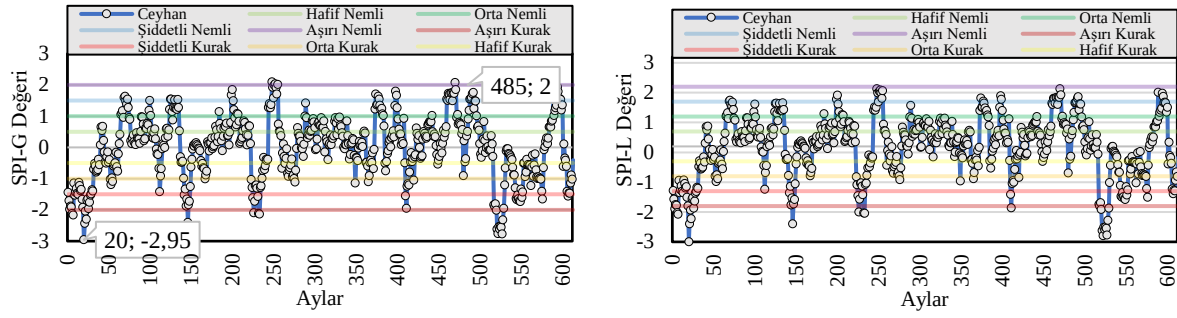
Şekil 12. Adana bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Yıllık bazda incelendiğinde, 1981 yılında Aşırı Nemli dönem, 2008 yılında ise Aşırı Kurak dönemin meydana geldiği görülmektedir (Şekil 13). Belirtilen iki yıl dışında istasyon ve çevresinde Aşırı kategorisinde bir kuraklık sınıflandırması tespit edilememiştir. İlk dört yılda birbiri ardına dört Orta Kurak dönem gerçekleşmiştir. 2008 yılına kadar Şiddetli Kurak sınırını geçen hiçbir yıl bulunmamakla birlikte birçok Şiddetli Nemli yıldan söz edilebilmektedir. Bu durumda Adana istasyonu ve çevresi için nemlilik etkilerinin daha bariz hissedildiği yorumu yapılabilir.



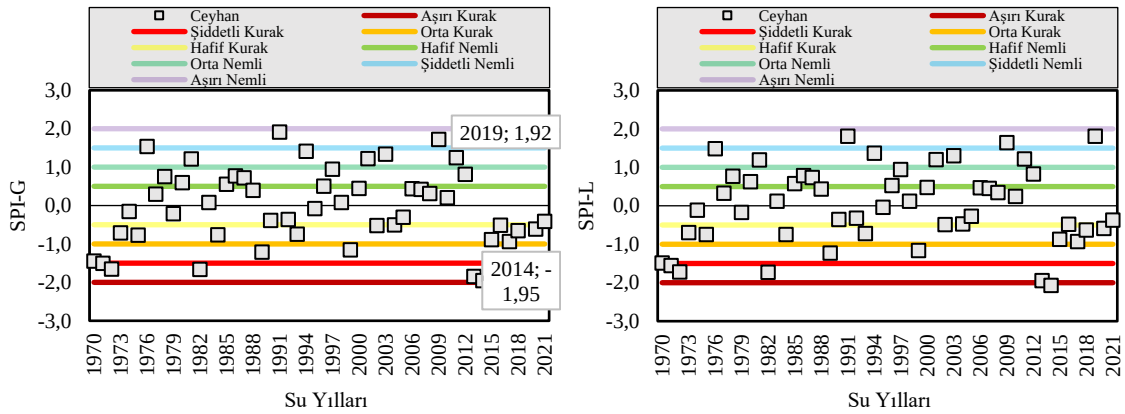
Şekil 13. Adana bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

Ceyhan istasyonunda, Aşırı Kurak dönemlerin Aşırı Nemli dönemlere kıyasla belirgin bir şekilde fazla olduğu söylenebilir (Şekil 14). SPI-L ile Aşırı Nemli dönem tespit edilemezken SPI-G'ye göre göre 252. ve 485. aylarda Aşırı Nemli dönemlere rastlamak mümkündür. Aylık bazda en kurak dönem veri serisinin başında, 20. ayda, -2.95 seviyelerinde gerçekleşmiştir. İstasyon ve çevresinde nemlilik özelliği gösteren dönemlerin sayıca fazla ancak şiddet olarak Hafif ve Orta seviyelerinde kaldığı, kurak dönemlerin ise sayıca daha az olmasına rağmen daha yüksek seviyelerde gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 14. Ceyhan bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

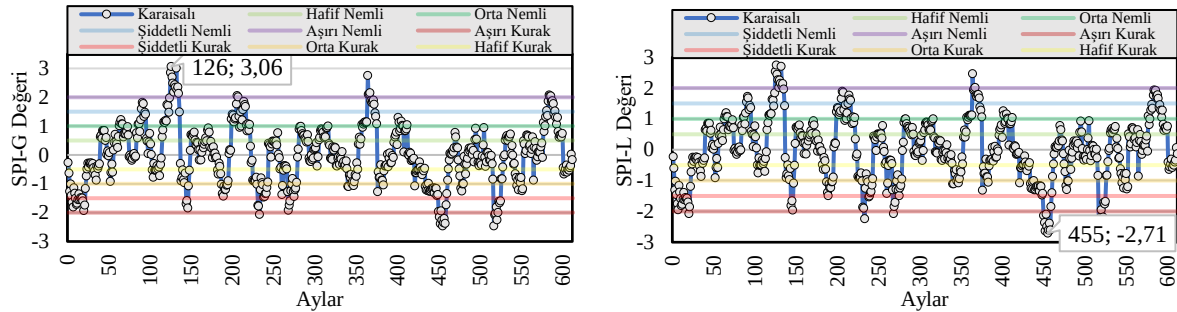
Yıllık bazda incelendiğinde, SPI-G yöntemine göre Aşırı Kurak dönem hiç tespit edilemezken, SPI-L'ye göre sadece 2014 yılında Aşırı Kurak dönemin varlığından söz edilebilmektedir (Şekil 15). Ayrıca her iki olasılık dağılımına göre Ceyhan istasyonu ve çevresinde Aşırı Nemli döneme rastlanmamaktadır. 2015 yılından itibaren kuraklık etkilerinin düşük seviyelerde seyrettiği, Orta Kuraktan daha üst düzeyde kategorilerin meydana gelmediği gözlenmiştir. 52 yıl içerisinde en nemli dönem ise 2019 yılında Şiddetli Kurak seviyesinde oluşmuştur. Nemlilik seviyeleri çok yüksek olmamakla birlikte, istasyon ve çevresinde kayda değer bir biçimde etkisini görmek de mümkündür.



Şekil 15. Ceyhan bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

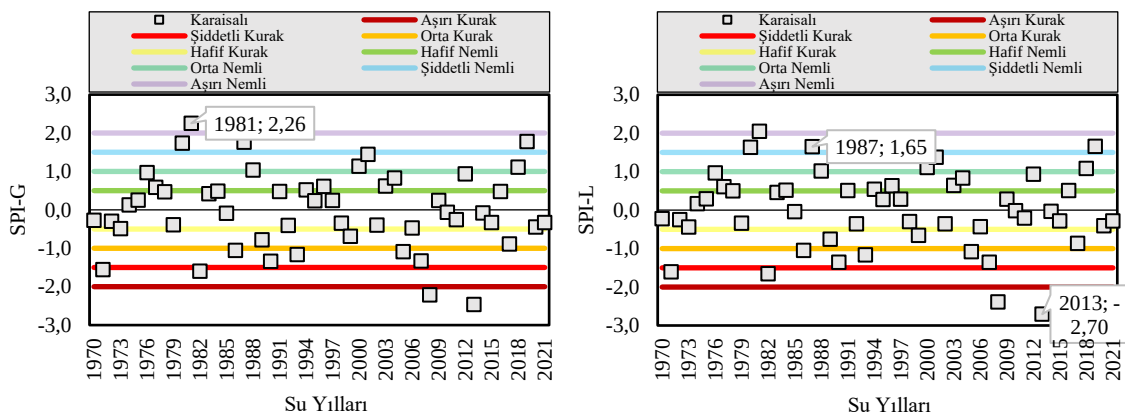
Karaisalı istasyonunda aylık olarak ele alındığında en nemli dönemin 126. Ayda 3.0 SPI-G seviyelerinde, en kurak dönemin ise 455. ayda -2.71 SPI-L seviyesinde olduğu söylenebilir (Şekil 16). Veri serisinin başından ilk 10 yıllık sürenin sonuna kadar nemlilik seviyesinde kademeli bir artış görülmektedir. Pik değerlerin nemli dönemlerde yaşandığı ancak buna

rağmen Aşırı Kurak periyotların da zaman zaman görüldüğünü söylemek mümkündür. SPI-L değerlerinin kurak dönemlerin tespitinde, SPI-G değerlerinin ise nemli dönemlerin elde edilmesinde daha belirleyici olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 16. Karaisalı bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

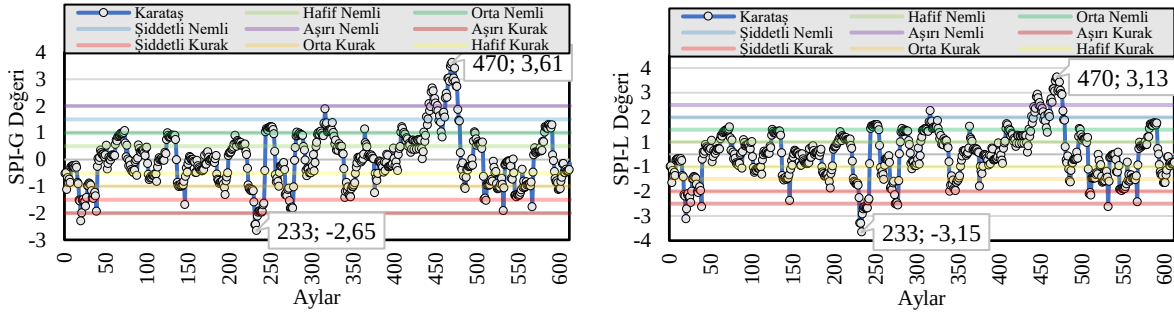
Karaisalı istasyonu ve çevresi SPI sonuçları yıllık ortalama olarak ele alındığında, 2008 ve 2013 yıllarında Aşırı Kurak, 1981 yılında ise Aşırı Nemli dönem tespit edilmiştir. Orta ve Hafif kuraklık sınıflandırmalarının yoğunlukta olduğunu ancak pik değerlerin de zaman zaman görüldüğü söylenebilir (Şekil 17). 1987 yılından 2008 yılına kadar nemlilik ve kuraklık etkileri Orta seviyelerde seyretmiştir. En kurak yıl 2013 yılında 2.7 SPI-L ile, en nemli yıl ise 1981 yılında 2.26 SPI-G ile hesaplanmıştır. Aşırı ve Şiddetli kategorilerin az olması ve genel olarak Orta-Hafif kategorilerin etkili olması sebebiyle istasyon ve çevresinde yağış değerlerinin normal seviyelerde olduğu yorumu da yapılabilir.



Şekil 17. Karaisalı bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

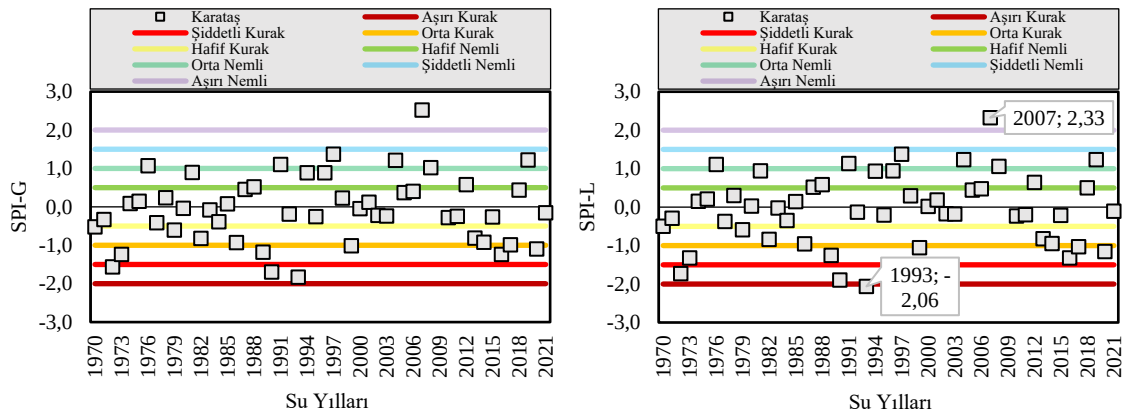
Karataş istasyonunda, ciddi kurak ve nemli dönemler mevcuttur. En kurak dönemin tespitinde iki yöntem arasında belirgin bir fark bulunmaktadır (Şekil 18). Her iki yöntemle de

en kurak dönemin 233. ayda gerçekleştiği görülse de SPI-G ile bu dönemin -2.65 seviyelerinde, SPI-L ile -3.15 civarında meydana geldiği tahmin edilmektedir. Benzer bir durum en nemli dönem tespitinde de oluşmuştur. Söz konusu dönem 470. ayda SPI-L ile 3.13 seviyelerinde gerçekleşirken, SPI-G bu dönemin 3.61'lik bir değer ile oluştuğunu göstermektedir.



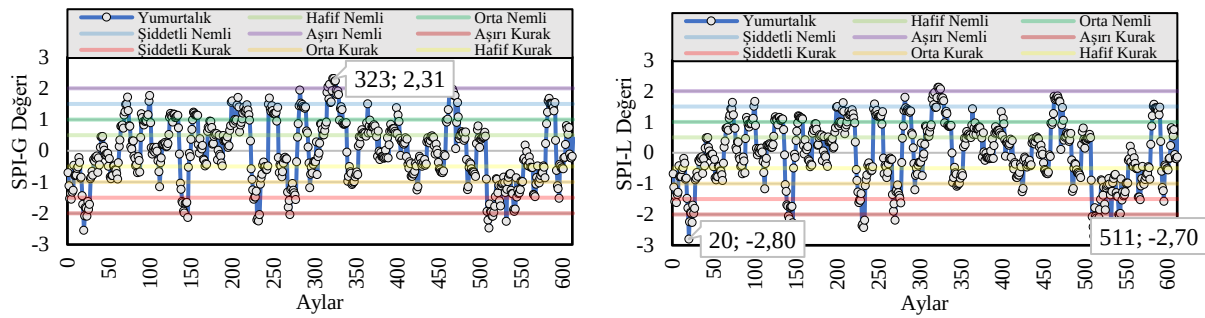
Şekil 18. Karataş bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Yıllık bazda incelendiğinde Karataş istasyonunda nemli dönemlerin daha çok gerçekleştiği söylenebilir (Şekil 19). 1993 yılında Aşırı Kurak döneme rastlanırken, 2007 yılında da Aşırı Nemli dönemin oluştuğu görülmektedir. 1993 yılını takip eden zamanda (2007 yılı haricinde), nemlilik ve kuraklık etkilerinin Orta seviyesinden ileriye gitmediği söylenebilir. Özellikle SPI-G yöntemine göre indis değerleri normale yakın seviyelerde yağışın söz konusu olduğunu ortaya koymaktadır.



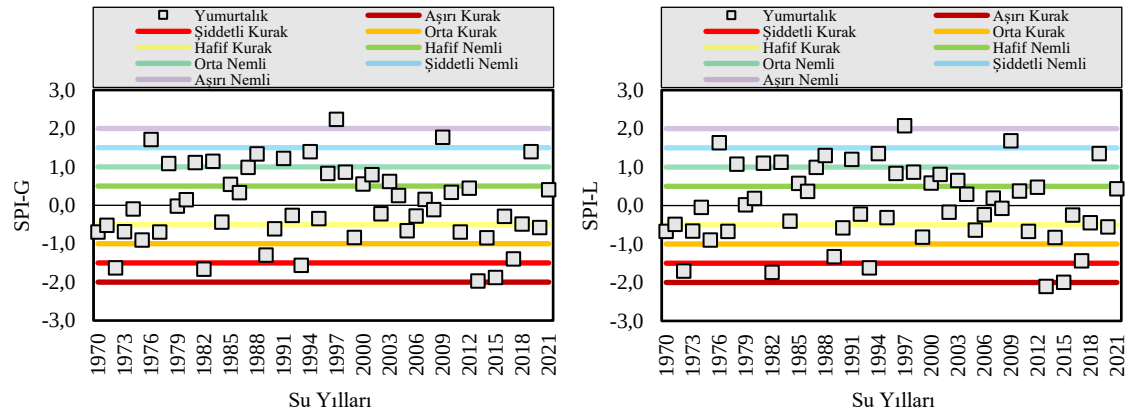
Şekil 19. Karataş bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

Yumurtalık istasyonunda, aylık bazda en kurak dönem 1972 yılında -2,80 SPI-L seviyelerinde meydana gelmiştir (Şekil 20). Bu dönemin ardından 41 yıl boyunca aylık bazda Aşırı Kurak dönem meydana gelmemiştir. İlk 43 yıllık dönemde kurak ve nemli dönemler birbirinin ardı sıra sıralanmakta ve bir düzen oluşturmaktadır, ancak 510-560 ay aralığında kurak dönemde bir süreklilik meydana gelmesi bu dönemde yağış değerlerinde belirgin bir azalmanın olduğuna işaret etmektedir. Aylık bazda en nemli dönem 323. ayda 2.31 SPI değeriyle gerçekleşirken bu dönem dışında başka bir zaman diliminde Aşırı Nemli periyota rastlanmamaktadır.



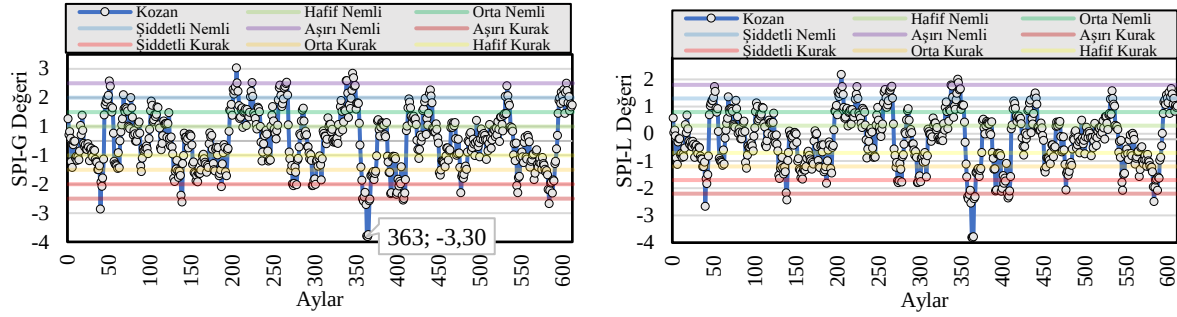
Şekil 20. Yumurtalık bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Yıllık ortalama SPI değerleri de aylık bazda hesaplanan değerlerle uyumlu görülmektedir (Şekil 21). En nemli yıl 1997 olurken, en kurak yıl ise 2015 olarak tespit edilmiştir. Aşırı Nemli dönem sadece 1997 yılında gözlenirken, Aşırı Kurak dönemin 2013 yılına ek olarak 2015 yılında da meydana geldiğini söylemek mümkündür. İlk 25 yıllık dönemde Aşırı kategorisinde herhangi kuraklık sınıfı ile karşılaşılmamıştır.



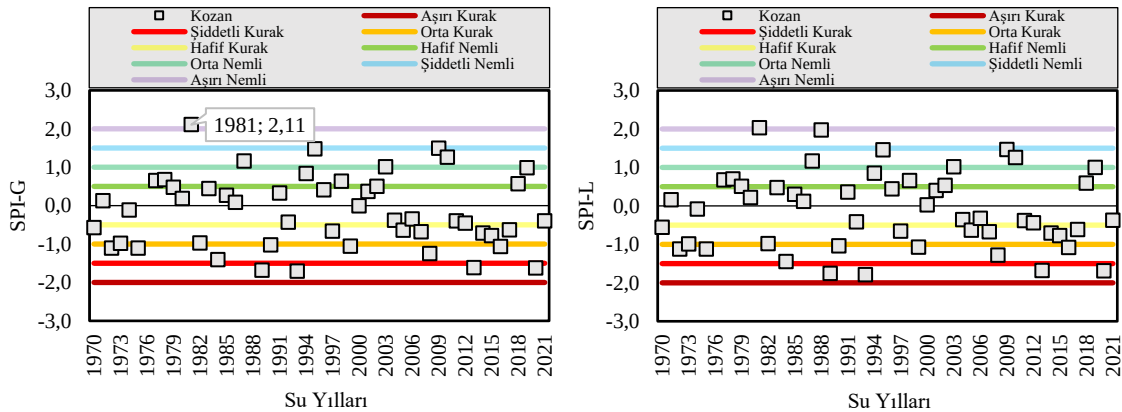
Şekil 21. Yumurtalık bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

Kozan istasyonunda, kuraklığın oldukça etkili olduğu görülmektedir. Özellikle aylık bazda en kurak dönem olan 363. ayda Aşırı Kurak sınır değerlerinden belirgin bir şekilde sapma gösterdiği göze çarpmaktadır (Şekil 22). En nemli dönem ise 1981 yılında Aşırı Nemli dönem olarak meydana gelmiştir. Aşırı kategorileri içerisine giren periyotlar olmasına karşın istasyon ve çevresinde normal seviyelerde SPI değerlerinde yığılma daha çoktur.



Şekil 22. Kozan bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

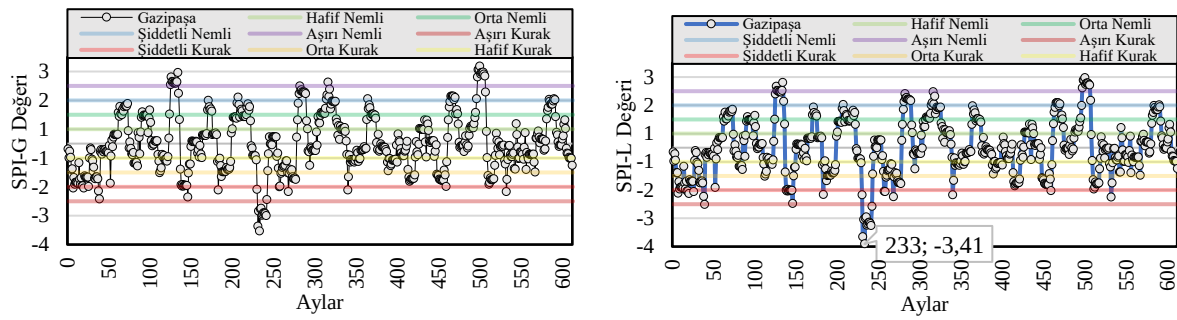
Yıllık bazda incelendiğinde Kozan istasyonu için Aşırı Kurak döneme rastlanılmamıştır. 1981 yılında meydana gelen aylık en nemli dönemin etkilerinin yıllık olarak ele alındığında da devam ettiği görülmektedir (Şekil 23). Son 25 yıllık dönemde kurak dönemlerin sayıca daha fazla meydana geldiği söylenebilmektedir. Buna rağmen istasyon ve çevresinde Aşırı kategorisine ait sadece Nemli dönemlerin tespit edilebilmiş olması da dikkat çekicidir.



Şekil 23. Kozan bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

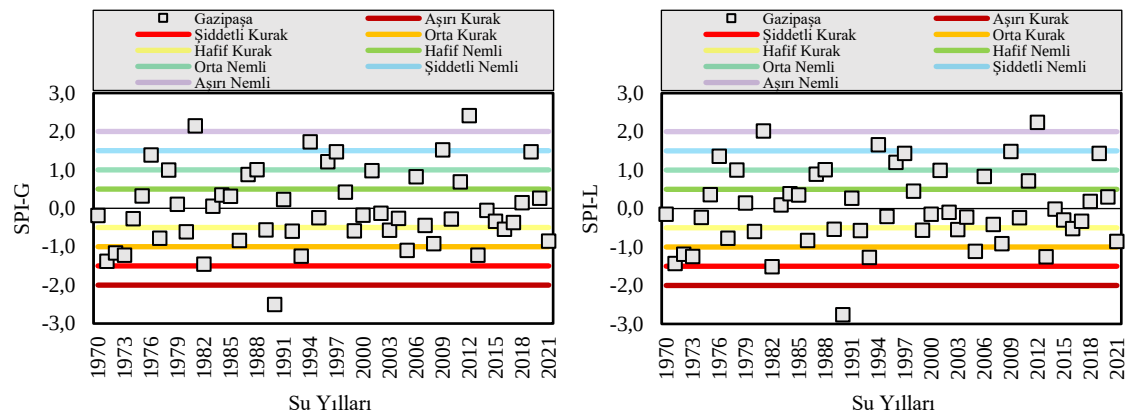
Gazipaşa istasyonunda, en nemli dönemin 2012 yılında, en kurak dönemin ise 1990 senesinde meydana geldiği görülmektedir (Şekil 24). Aylık ortalama bazında her iki SPI metoduna göre

de 4 ayrı dönemde Aşırı Nemli periyodun gerçekleşmiş olduğu söylenebilir. Aşırı Nemli dönemlerden özellikle 1981 ile 2012 yılları, diğerlerine göre sınır değerden belirgin bir sapma görülmektedir. Aşırı Kurak dönemler açısından ise en çok öne çıkan aylık ortalama dönemin 225 ile 240. aylar arasındaki zaman aralığı olduğu görülmektedir. Bu dönem içerisinde 233. ay -3.41'lik SPI-L değeri ile en ciddi Aşırı Kurak dönem olarak belirlenmiştir. İlk 5 yıllık dönemde Şiddetli Kurak dönemlerin sürekli olarak meydana geldiği görülmektedir. Buna ek olarak son 10 yıllık dönemde ise Aşırı kategorisinde herhangi bir kuraklık sınıflandırmasına rastlanılmamıştır.



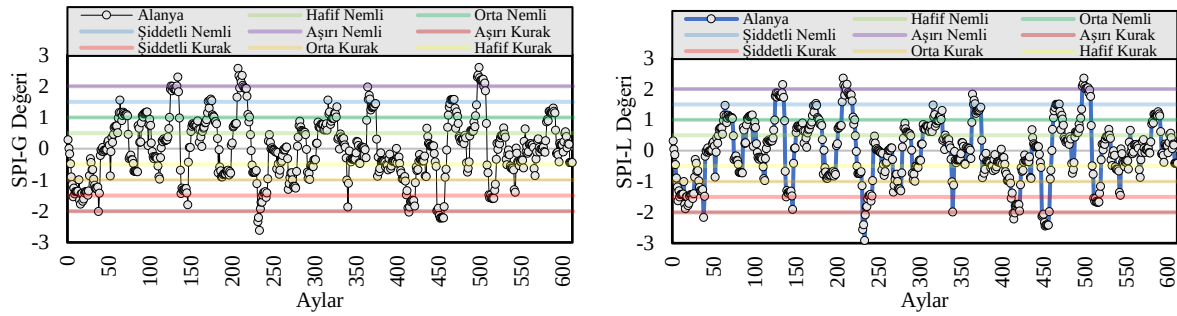
Şekil 24. Gazipaşa bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Gazipaşa istasyonu yıllık ortalama SPI değerleri incelendiğinde her iki olasılık dağılımı için iki Aşırı Nemli, bir de Aşırı Kurak dönemin varlığından söz edilebilmektedir (Şekil 25). Buna ek olarak istasyon genelinde Şiddetli Nemli dönemlerin sayısının Şiddetli Kurak dönemlerden daha fazla olduğu da görülmektedir. Bu durumda Gazipaşa istasyonu geneli nemlilik etkilerinin daha belirgin olduğu sonucuna varılabilmektedir.



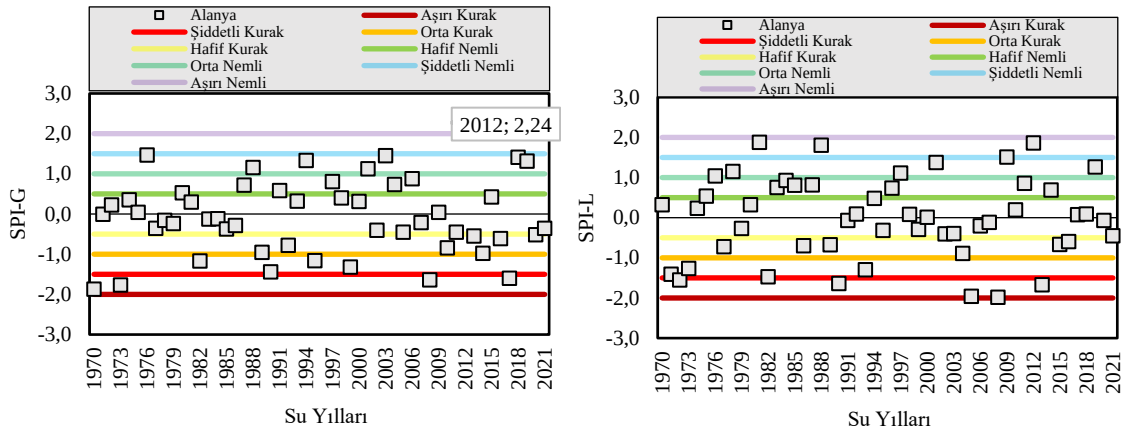
Şekil 25. Gazipaşa bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

Alanya istasyonunda, aylık bazda bakıldığında pik kurak dönem -2.91'lik SPI-L değeri ile 233. ayda yaşanırken, 499. ayda en nemli dönem 2.60 SPI-L seviyelerinde gerçekleşmiştir (Şekil 26). Bölgedeki diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında nemli ve kurak dönemlerin sınır değerlere daha yakın yaşandığını söylemek mümkündür. Bu nedenle pik nemli ve kurak dönemlerin şiddetleri arasında bir uyum olduğu, istasyon verileri ile elde edilen sonuçlar arasında pozitif bir korelasyondan bahsedilebileceği, bu durumun ise genel olarak ölçülmüş yağış değerlerinde de belirgin bir değişimin olmamasıyla ilgili olduğu söylenebilir. Alanya istasyonunda geçmişten günümüze kadar çeşitli zamanlarda Aşırı Kurak ve Aşırı Nemli dönem yaşanmış olmasına karşın son 10 yıllık periyotta Şiddetli kategorisini aşan kuraklık sınıflandırmalarına rastlanılmamıştır. SPI-L ve SPI-G değerlerine göre Alanya istasyonu değerlendirmesi sonucunda Nemli dönemlerin SPI-G, kurak dönemlerin ise SPI-L ile daha detaylı ele alınabileceği öngörülebilir.



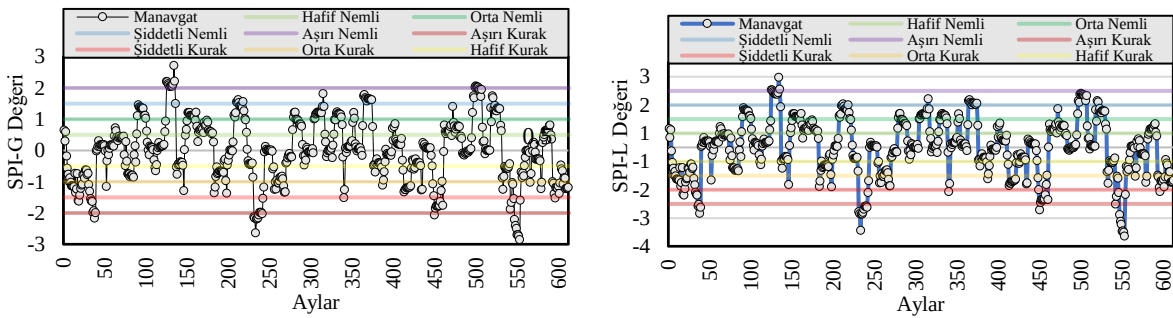
Şekil 26. Alanya bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Yıllık SPI değerleri incelendiğinde SPI-G metodu 2012 yılında Aşırı Nemli dönemi ortaya çıkarırken, SPI-L yönteminde Alanya istasyonunda 52 yıllık süreç boyunca Aşırı Nemli dönemin meydana gelmediği gözlenmektedir (Şekil 27). Bu durumda mevcut Alanya istasyonu için SPI-L metodunun Aşırı Nemli dönemlerin tespitinde beklenen düzeyde olmadığı ifade edilebilir. Aylık incelemelerde birçok Aşırı Kurak dönem mevcutken yıllık olarak ele alındığında ise her iki SPI yöntemi de Aşırı Kurak dönemin gerçekleşmediğine işaret etmektedir. Bu doğrultuda yıl içerisinde kuraklık ve nemlilik etkilerinin yoğun olarak hissedildiği zaman dilimleri olmasına karşın yıl sonunda birbirlerini dengeleyici etki oluşturdıkları düşünülebilir.



Şekil 27. Alanya bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

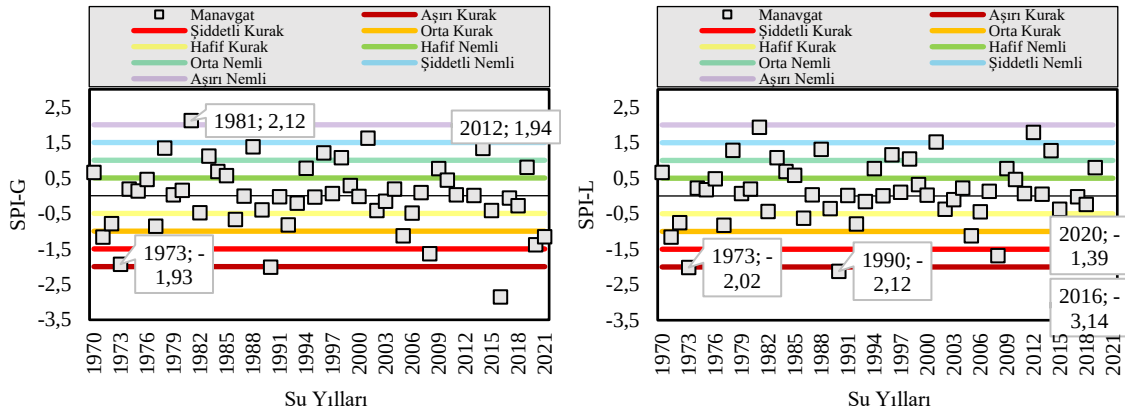
Manavgat istasyonunda, en kurak dönemin 2016 yılına denk gelen 553. ayda -3.14 SPI-L seviyelerinde, en nemli dönemin ise 1981 yılına tekabül eden 134. ayda 2,73'lük bir düzeyde meydana geldiği görülmektedir (Şekil 28). Aylık SPI değerlerine göre 1991-2010 yılları arasında Aşırı kategorisinde herhangi bir kuraklık sınıfına rastlanılmamıştır. Aşırı Kurak dönemlerin hem sayıca Aşırı Nemli dönemlerden daha fazla olduğu hem de daha şiddetli gerçekleştiği söylenebilir. 460 ile 530 ayları arasında tamamen nemli dönemlerin meydana gelmesi ve ardından 52 yıllık veri serisinde en kuvvetli kurak dönemin oluşması da dikkat çekmektedir.



Şekil 28. Manavgat bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

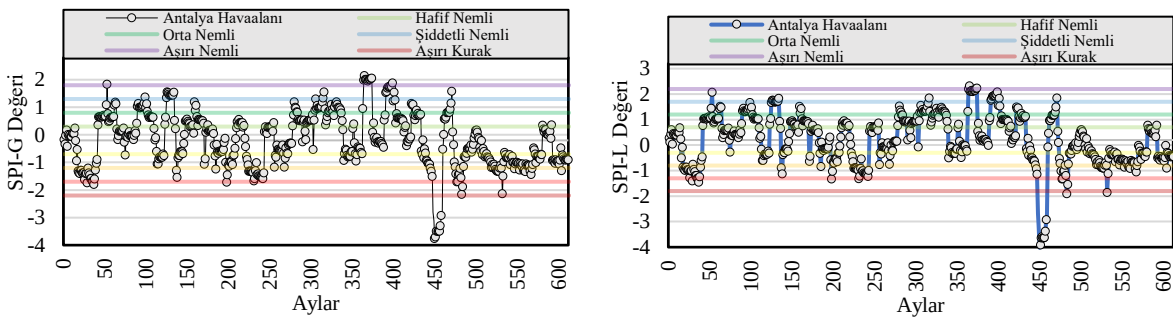
Yıllık ortalama SPI değerleri açısından değerlendirildiğinde, 2016 yılının özellikle Aşırı Kurak sınır değerinden belirgin bir şekilde sapma göstermesi nedeni ile söz konusu yılın öne çıktığı söylenebilir (Şekil 29). 1981 yılında Aşırı Nemli dönem gerçekleşirken, 1973 ile 1990 yıllarında Aşırı Kurak dönemin varlığında söz edilebilmektedir. 2016 yılındaki ciddi kurak

dönemin sonrasındaki zaman diliminde Orta kategorisini aşan seviyelerde kuraklık ya da nemlilik olayları gözlenmemiştir.



Şekil 29. Manavgat bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

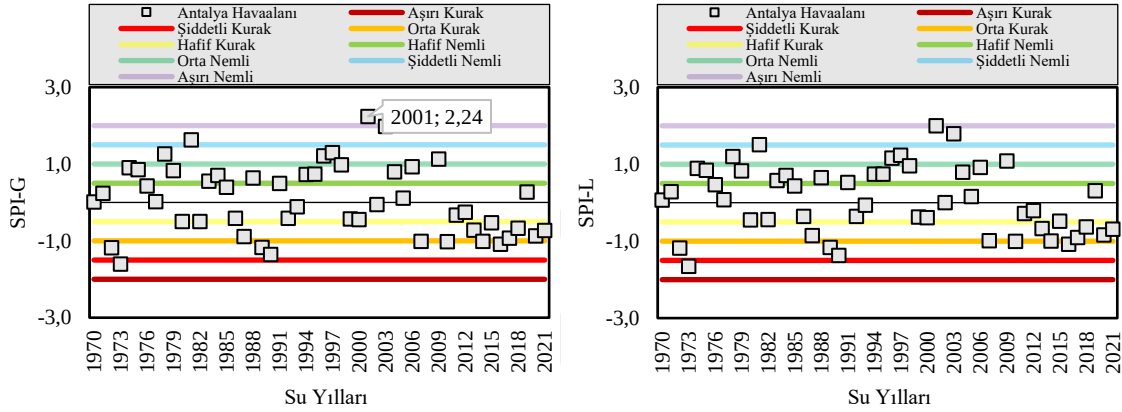
Antalya istasyonunda, nemli dönemlerin sayıca daha yoğun olarak yaşandığı ancak 2007 yılında çok ciddi bir yağış açığının ortaya çıktığı dikkat çekmektedir (Şekil 30). İstasyon verisinin ilk 40 yıllık bölümünde, Aşırı Kurak dönemlerin meydana gelmediği buna ek olarak ise üç ayrı dönemde Aşırı Nemli dönemlerin oluşması Antalya istasyonunda genel olarak nemlilik etkilerinin görüldüğü düşüncesini de beraberinde getirmektedir. En Kurak dönem -4.12'lik bir indis değeri ile meydana gelmiş, bu dönemi takip eden zaman diliminde kuraklık etkilerinde artışlar görülmeye başlanmıştır. Son 10 yıllık dönemde Orta Kurak ve Orta Nemli kategoriler arasında değişen bir seyir olduğu da söylenebilmektedir.



Şekil 30. Antalya bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

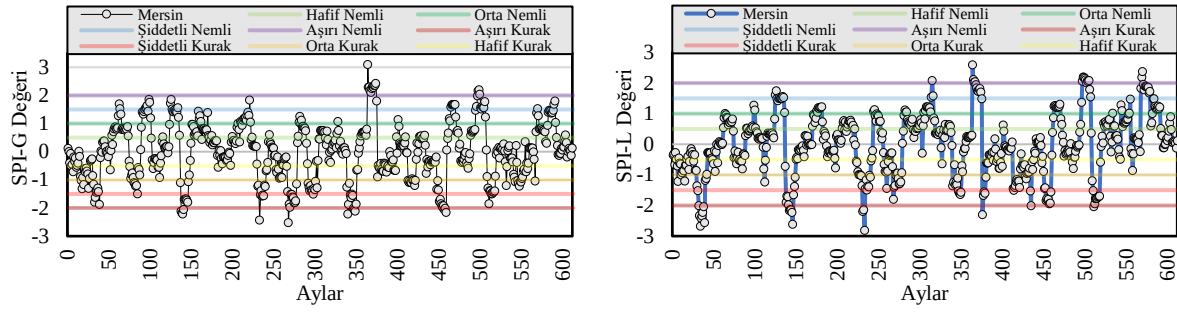
Yıllık ortalama SPI sonuçları incelendiğinde ilk dikkat çeken durum, aylık bazda en kurak dönem indis değerlerinin azalarak Orta Kurak seviyelerine gelmesidir (Şekil 31). Bunun temel sebebinin, Aşırı Kurak kategorisinin yılın sadece birkaç ayında görülmesiyle birlikte geri

kalan periyotlarda belirtilen değerlerin nemli dönemlerde gerçekleşmiş olduğu düşünülmektedir. Son 15 yıllık dönemde çoğunlukla kurak dönemlerin etkin olduğu gözükmemektedir. 2001 yılında Aşırı Nemli dönem gerçekleşirken Aşırı Kurak döneme hiç rastlanılmamıştır. Diğer istasyonlarda da olduğu gibi SPI-G sonuçlarının nemli dönemleri, SPI-L'nin ise kurak dönemleri belirlemede daha uyumlu sonuçlar ortaya koyduğunu söylemek mümkündür.



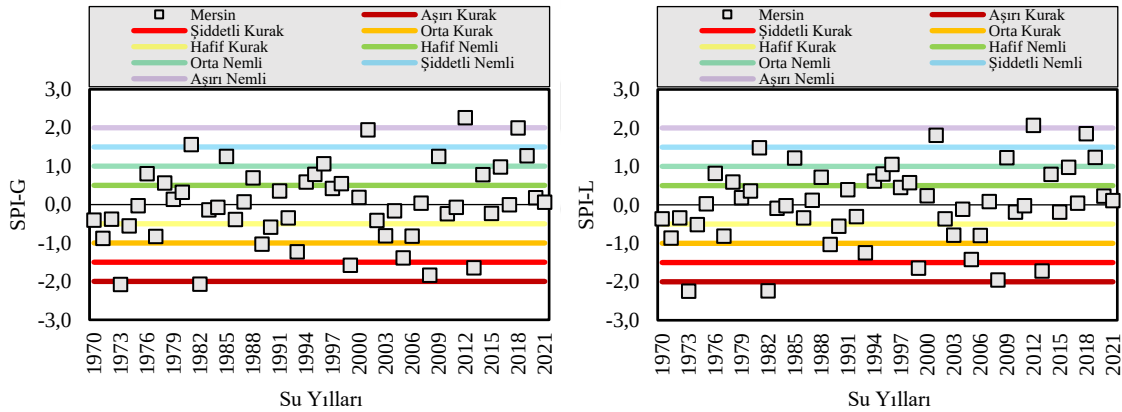
Şekil 31. Antalya bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

Mersin istasyonunda, aylık indis değerlerine göre Aşırı Nemli dönemin 2000'li yılların başında peş peşe gerçekleştiği gözlenmektedir (Şekil 32). Ele alınan ilk 30 yıllık dönemde Aşırı Nemli dönemlere rastlanmazken son 20 yıllık zaman diliminde Aşırı Nemli dönemin varlığından söz edilebilmektedir. SPI-G grafiğinde son 20 yılda iki ayrı zaman diliminde, SPI-L grafiğinde ise üç ayrı dönemde Aşırı Nemli kategorisinde kuraklık değerleri görülmektedir. Bu durumda Aşırı Nemli dönemlerin tespitinde SPI-L yönteminin daha hassas sonuçlar ürettiğini söylemek mümkündür. Buna ek olarak SPI-L yönteminin SPI-G metoduna göre daha fazla sayıda Aşırı Kurak dönemi işaret ettiği de ifade edilebilir. SPI-L sonuçlarına göre Aşırı Kurak dönemler ilk 30 yıllık bölümde yoğunluk göstermektedir. Her iki SPI yöntemi için de son 10 yıllık dönemde Orta Kurak dönemden daha ciddi kuraklık seviyeleri görülmemiştir.



Şekil 32. Mersin bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

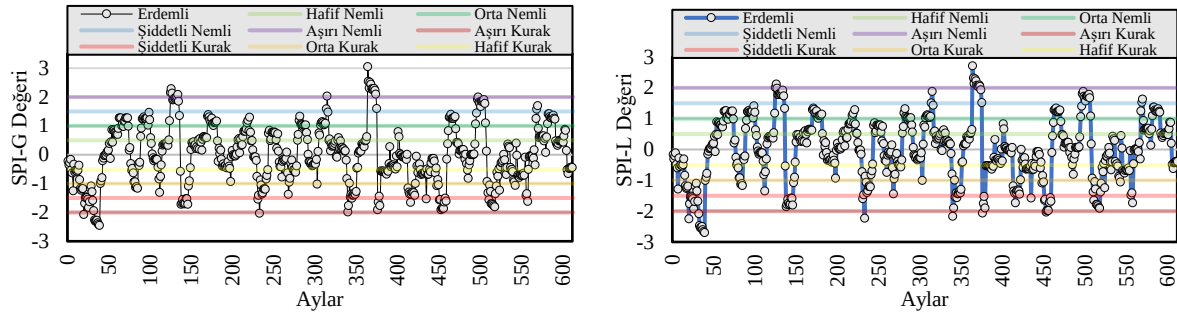
Yıllık ortalama SPI değerlerine göre, olasılık dağılımı çeşitliliğinin elde edilen sonuçlara belirgin bir etkisinin olmadığı söylenebilir (Şekil 33). Hem SPI-G hem de SPI-L yıllık ortalama grafiklerinin birbirine çok benzer olduğu ve kuraklık sınıflandırma sonuçlarının birbirleri ile uyumu dikkat çekici ayrıntılardır.



Şekil 33. Mersin bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

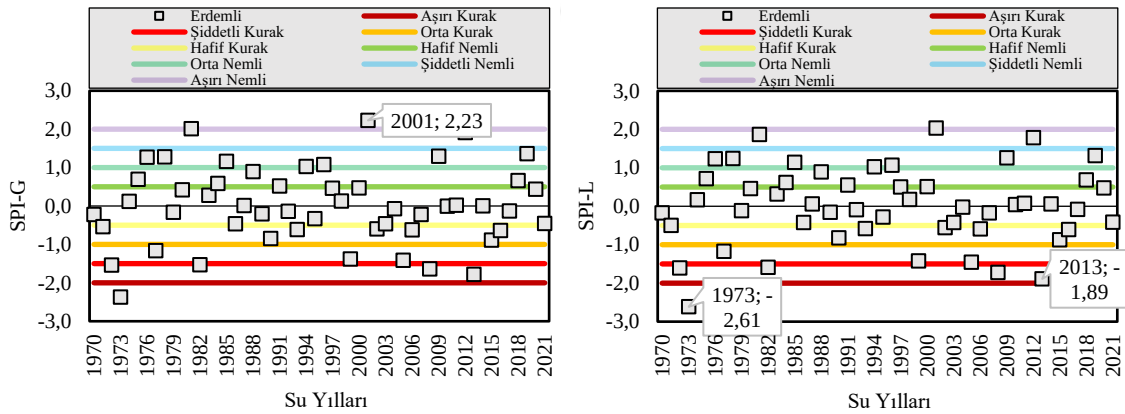
Erdemli istasyonunda, aylık indis değerlerine göre 1974 yılında ciddi Aşırı Kurak dönem meydana gelmiştir (Şekil 34). 52 yıllık veri serisinde belirli periyotlarda Aşırı Kurak dönem gerçekleşmeye devam etmiştir. Ancak 2008 yılından itibaren Aşırı Kurak dönem oluşmamıştır. SPI-G yönteminin nemli dönemleri, SPI-L metoduna göre daha yüksek indis değerleri ile tespit etmiştir. En nemli dönem SPI-G yöntemine göre 3,05 olarak elde edilirken, SPI-L ile aynı değer 2,71 olarak hesaplanmıştır. Ancak tam aksine SPI-L metodu en kurak dönemi -2,70 indis değeri ile belirlerken, SPI-G yöntemine göre -2,45 değeri bulunmuştur. Dolayısıyla SPI-G sonuçlarının nemli dönem tespitinde, SPI-L hesaplamalarının ise kurak dönemin belirlenmesinde pik değerleri yakalayabildiğini söylemek mümkündür. Her iki SPI

sonuçlarına göre 2008 yılından itibaren Aşırı Nemli ya da Aşırı Kurak bir döneme rastlanılmamıştır.



Şekil 34. Erdemli bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

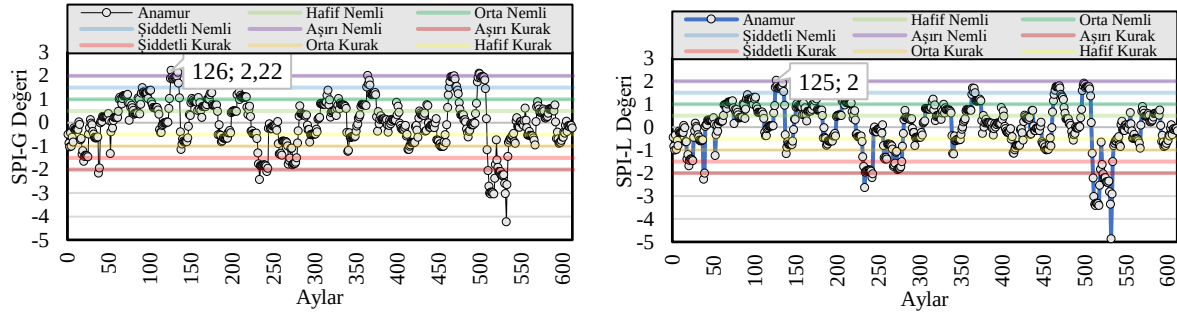
SPI-G ve SPI-L arasındaki Aşırı Kurak ve Aşırı Nemli dönem tespitindeki hassasiyet yıllık ortalama SPI değerlerinde de görülmektedir (Şekil 35). Buna rağmen Hafif, Orta ve Şiddetli kategorilerde olasılık dağılımları benzer sonuçlar ortaya koymuştur. SPI-G yöntemine göre 1980,2001 ve 2012 yıllarında Aşırı Nemli dönem tespit edilirken, SPI-L metoduna göre sadece 2001 yılında Aşırı Nemli dönem söz konusudur. 1973 yılında hesaplanan Aşırı Kurak dönem ise SPI-G ile SPI-L yöntemlerinde de ortak bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 35. Erdemli bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

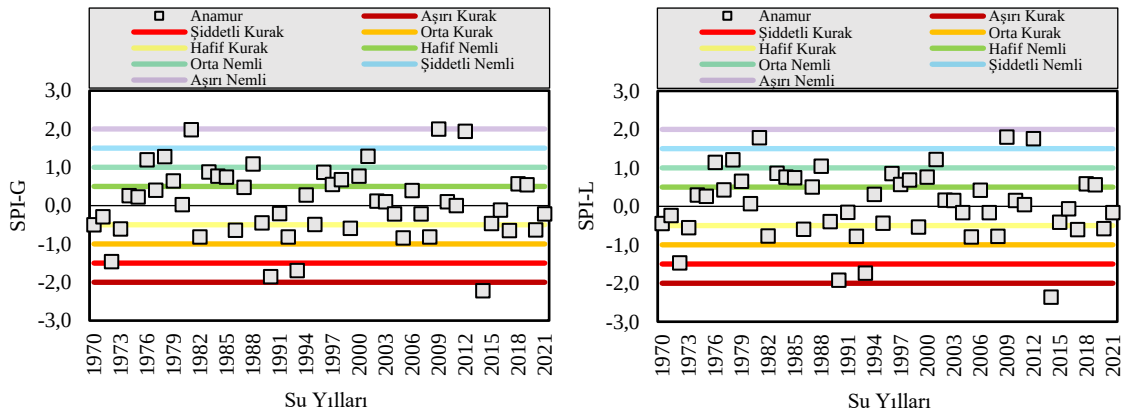
Anamur istasyonunda, 2014 yılına denk gelen 532. ayda ciddi bir kurak dönem yaşandığı görülmektedir (Şekil 36). SPI-G ile -4.24, SPI-L ile -4.87 olarak indis değeri Aşırı Kurak dönem sınırı olan -2 seviyesinden belirgin bir şekilde uzaklaşmıştır. Bu döneme kadar 1972 ve 1990 yıllarında da Aşırı Kurak dönemlere rastlanılsa dahi 2014 yılına kadar hiçbir zaman periyodunda bu ölçüde şiddetli kuraklıkların gerçekleşmediğini söylemek mümkündür.

İstasyonda yer yer Aşırı Nemli dönemlere de rastlanmıştır. SPI-G yöntemine göre 1981,2009, 2012 dönemlerinde Aşırı Nemli dönem tespit edilirken, SPI-L bu dönemlerden hiçbirini Aşırı Nemli olarak vermemiştir. Ancak SPI-L metodunun Aşırı Kurak olarak gösterdiği dönemlerin birçoğunu SPI-G’de Aşırı Kurak olarak işaret etmektedir. Bu nedenle Anamur istasyonu için SPI-G’nin daha uyumlu sonuçlar verdiği söylenebilir.



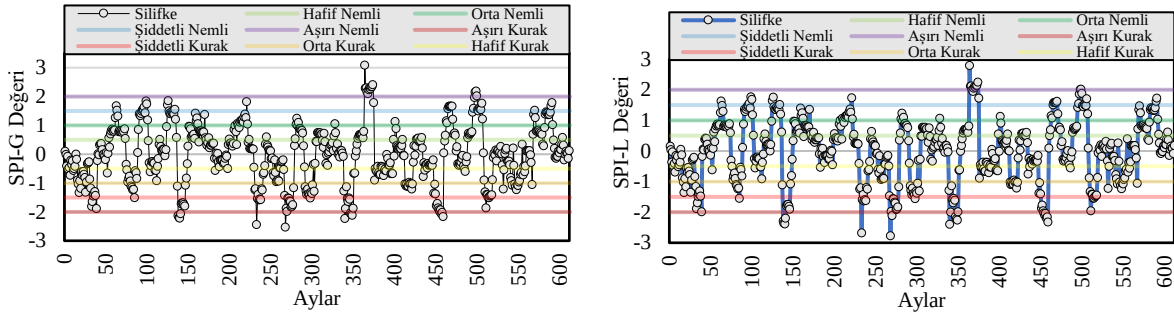
Şekil 36. Anamur bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Yıllık ortalama SPI değerlerine bakıldığında 2014’ten günümüze kadar sadece Hafif Nemli ve Hafif Kurak dönemlerin gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 37). Meydana gelen diğer Aşırı Kurak dönemlerin ardından kademeli olarak Nemli dönemlere doğru bir geçiş olduğu göz önüne alınırsa, 2014’ten sonra Nemli dönemlerin etkisini sürdürdüğü yorumu yapılabilmektedir. Ayrıca 2014 yılındaki ciddi Aşırı Kurak ayların varlığına rağmen, yıllık ortalama bazında incelendiğinde Aşırı Kurak dönemin sınır değerlerine indirgendiği de ifade edilebilir.



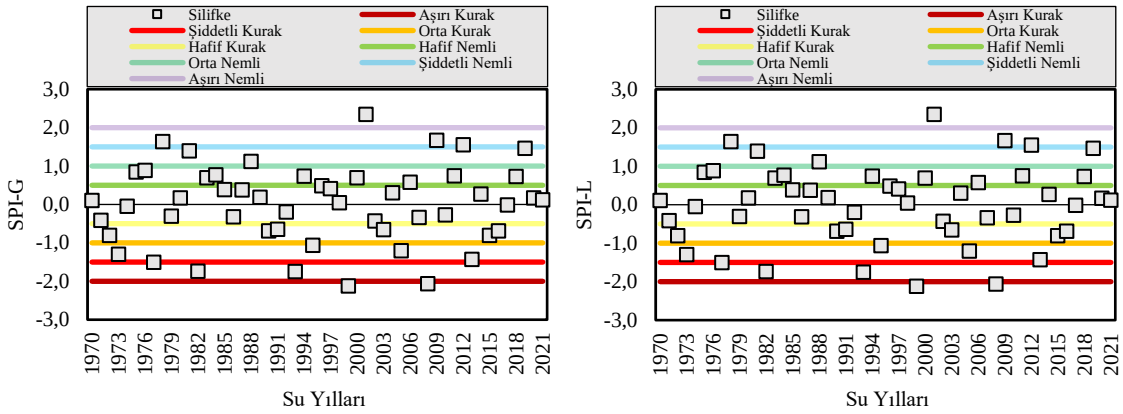
Şekil 37. Anamur bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

Silifke istasyonunda, 2001 yılında Aşırı Nemli dönemin yaşandığı görülmektedir. Bu döneme kadar her iki SPI yöntemi de Aşırı Nemli periyot tespit etmemiştir (Şekil 38). Buna karşın Aşırı Kurak kategoride ayların sıklıkla gerçekleştiği grafiklerden anlaşılmaktadır. Bu durumda 2000’li yılların başına kadar Silifke istasyonu üzerinde kuraklık etkilerinin nemliliğe göre daha yoğun olduğu söylenebilir. 2012 yılında tekrar Aşırı Nemli dönemlere rastlamak mümkündür. Aylık bazda SPI-L yöntemi 7 ayrı dönemde Aşırı Kurak döneme işaret ederken, SPI-G yöntemi de 5 Aşırı Kurak dönemin yaşandığını ortaya koymaktadır. Aylık ortalama SPI değerlerine göre en kurak dönem SPI-L yöntemi ile 268. ayda -2.78’lik indis değeri şeklinde bulunmuştur.



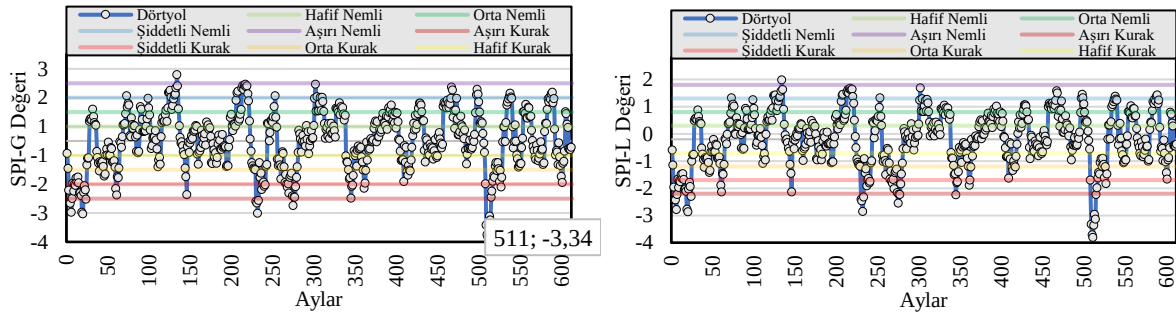
Şekil 38. Silifke bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Silifke istasyonu için yıllık ortalama SPI değerleri incelendiğinde, her iki olasılık dağılımına göre de benzer sonuçların elde edildiğini söylemek mümkündür (Şekil 39). En nemli dönem 2001 yılında yaklaşık 2.3’lük indis değeri ile meydana gelirken, en kurak dönemin ise 1999 yılında olduğu gözlenmektedir. Ortalama değerlere göre 1999 ile 2008 yıllarında Aşırı Kurak dönem gözlenirken, sadece 2001 yılında Aşırı Nemli dönemin yaşandığı yorumu yapılabilmektedir. 1999 yılına kadar ve 2008 yılından itibaren herhangi bir Aşırı Kurak ve Nemli dönem ise tespit edilememiştir.



Şekil 39. Silifke bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

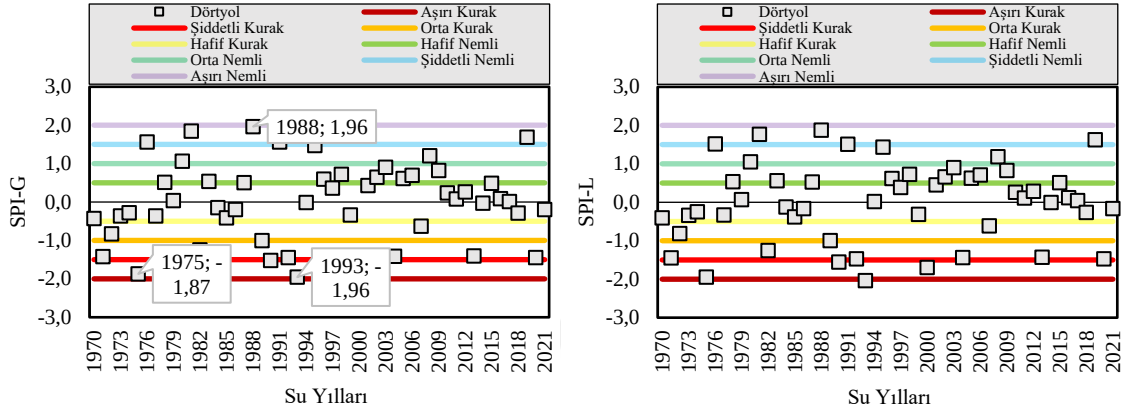
Dörtöyol istasyonunda, Aşırı Kurak dönemlerin belirgin bir şekilde Aşırı Nemli dönemlerden daha kuvvetli yaşandığı görülmektedir (Şekil 40). En kurak dönem -3.62 SPI-L değeri ile, en nemli dönem ise 2.17 SPI değeri ile gerçekleşmiştir. Son 10 yıllık dönemde Aşırı kategorisinde nemlilik ya da kuraklık etkileri gözlenmemiştir. Hem SPI-G hem de SPI-L için altı ayrı zaman diliminde Aşırı Kurak dönemin gerçekleştiği, bununla birlikte Aşırı Nemli dönemlerin çok daha az sayıda meydana geldiği görülmektedir. 2012 yılında meydana gelen Aşırı Kurak dönemlerin 52 yıllık veri içerisinde yalnızca bu dönemde -3 yani minimum sınır değerini aşması mevcut istasyon bölgesi için farklı bir durum olarak yorumlanabilir.



Şekil 40. Dörtöyol bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

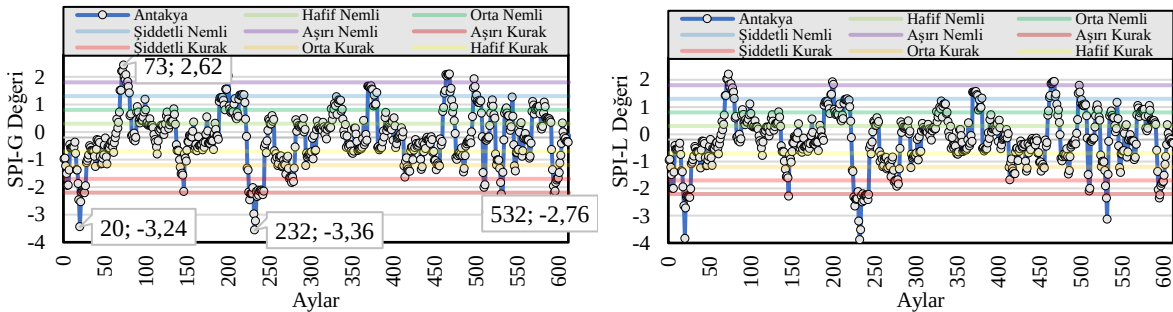
Yıllık ortalama SPI değerlerinde, Antalya istasyonunda da gözlemlendiği üzere Aşırı Kurak dönemin azalarak Şiddetli Kurak seviyelerine indirgenebildiği düşünülmektedir (Şekil 41). 1988 yılında Aşırı Nemli dönem hâkim iken, 1975 ve 1993 yıllarında ise Aşırı Kurak dönemlerin bölge üzerinde etkilerini hissettirdiği söylenebilmektedir. Aylık olarak

incelendiğinde pik değerlerin daha çok Aşırı Kurak dönemlerde ortaya çıkmasına rağmen mevcut lokasyon geneli nemli yılların sayıca daha fazla olduğunu da söylemek mümkündür. Özellikle 1993 yılından itibaren herhangi bir Aşırı kategorisindeki kuraklık sınıflarına rastlanılmamıştır.



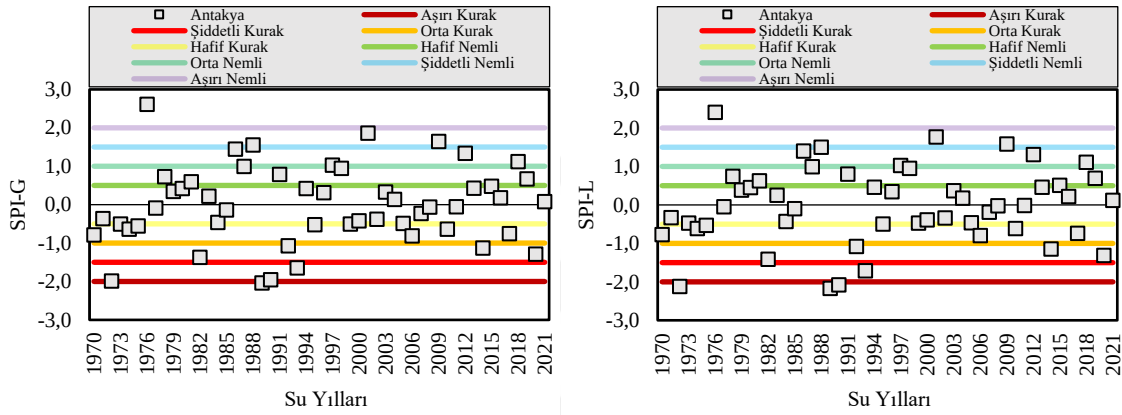
Şekil 41. Dörtöl bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

Antakya istasyonunda, ilk 10 yıllık dönemde ciddi Aşırı Nemli ve Aşırı Kurak dönemlere rastlanmaktadır (Şekil 42). Veri serisi boyunca sadece ilk 10 yıl için değil farklı birçok zaman periyodu için de pik indisler hesaplanmıştır. 1973 ve 1989 yılında, 2014 yılından farklı olarak SPI değerlerinin -3 seviyesini aştığı görülmektedir. Kurak dönemlerin pik değerleri Nemli dönemlere göre sınır seviyelerinden daha fazla sapma göstermişlerdir. En şiddetli gerçekleşen nemli dönemin pik indis değeri 2.62 olarak bulunmuştur. Nemli dönemler kurak periyotlara göre daha küçük şiddetlerde gerçekleşmesine rağmen gerçekleşme sıklığı bakımından bölge geneli için benzerlik göstermektedir.



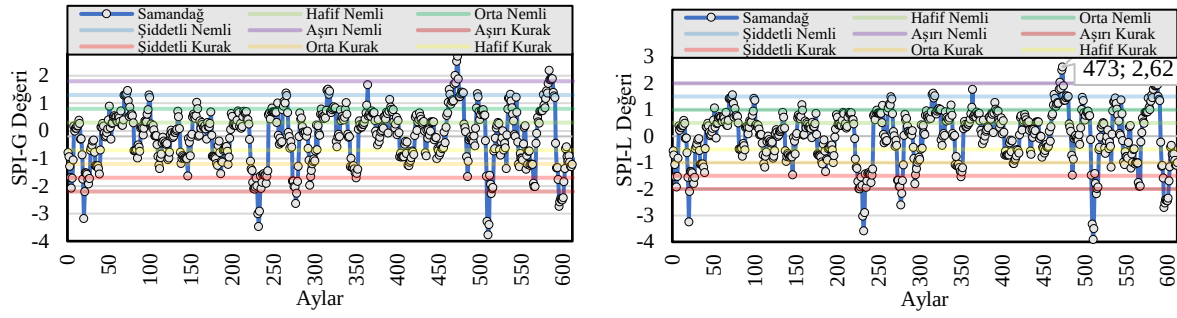
Şekil 42. Antakya bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Antakya istasyonu için elde edilen yıllık ortalama SPI-L değerlerine göre 1976 yılında Aşırı Nemli dönem; 1972, 1989 ve 1990 yıllarında ise Aşırı Kurak dönemlerin hâkim olduğu görülmektedir (Şekil 43). Ancak aylık SPI değerinde bulunan Aşırı Kurak dönem değerleri azalarak SPI-G yıllık ortalama hesaplamalarında Şiddetli Kurak seviyelerine düşmüştür. 1990 yılından itibaren Aşırı Nemli ve Aşırı Kurak kategorisinde herhangi bir kuraklık sınıflandırması oluşmamıştır. Ayrıca veri serisinin ikinci yarısında çoğunlukla Hafif Kurak ve Hafif Nemli dönemlerin etkili sonucuna varılabilir.



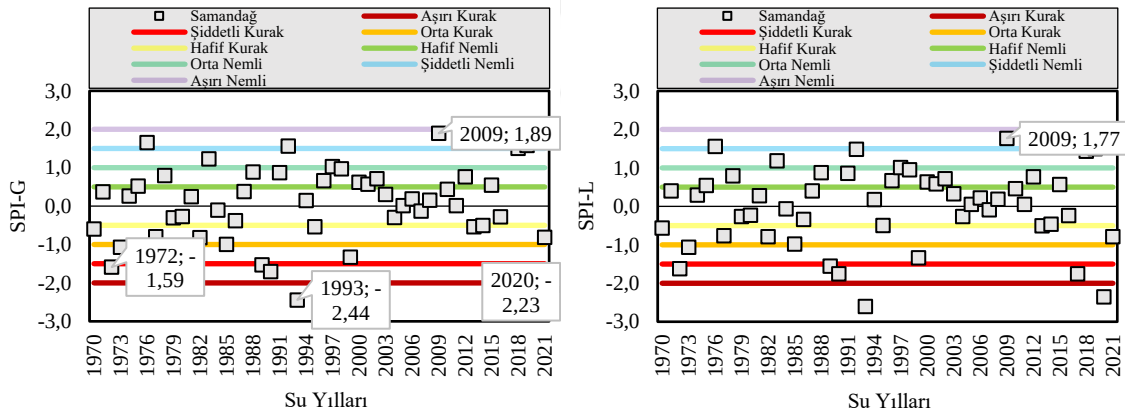
Şekil 43. Antakya bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

Samandağ istasyonunda, aylık bazda incelendiğinde Aşırı Kurak dönemlerin Aşırı Nemli dönemlere kıyasla çok daha şiddetli gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 44). İlk 40 yıllık dönemde Aşırı Kurak dönemlerden bahsedilememektedir. Aşırı Kurak dönemlerde sınır değerden sapma gösteren ayların varlığı, kuraklık etkilerinin yıl içerisinde belirgin bir şekilde kendisini hissettirdiği fikrini de beraberinde getirmektedir. Ancak değişimin fazla olduğu ayların az sayıda bulunması nedeniyle yıllık bazda kuraklık etkilerinin azalma ihtimali de göz önüne alınmalıdır. En nemli dönem 473. ayda 2.62 SPI seviyelerinde gerçekleşmiştir, bu Aşırı Nemli dönemin veri serisinin son 12 yıllık bölümünde gerçekleşmiş olması bölge üzerinde kurak etkilere ek olarak nemlilik seviyelerinde de değişimlerin oluşmaya başladığını gösterebilir.



Şekil 44. Samandağ bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

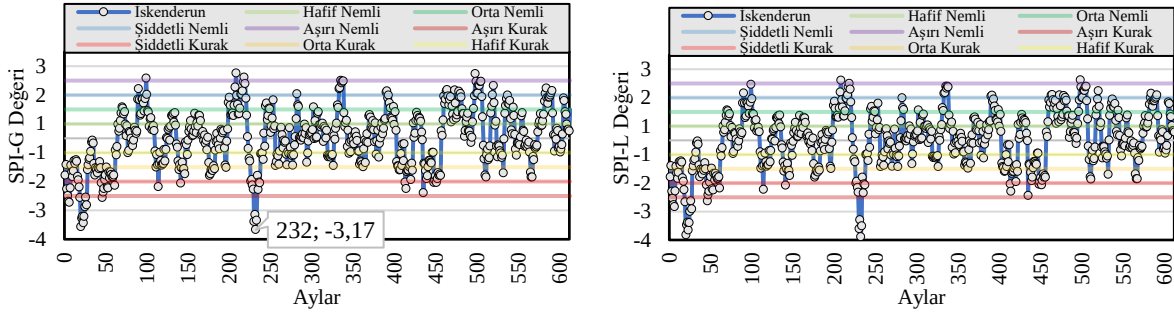
Yıllık bazda ele alındığında Samandağ istasyonunda Aşırı kategorisine ait sadece Aşırı Kurak dönemler gözlenmektedir (Şekil 45). Mevcut lokasyon üzerinde aylık bazda ilk Aşırı Nemli sınıflandırmanın 2009 yılında tespit edildiği göz önüne alınacak olursa, 1970 ile 2008 yılları arasında Aşırı Nemli dönemin yaşanmamasının normal olduğu düşünülmektedir. 1993 ve 2020 yıllarında Aşırı Kurak dönemler yıllık bazda da etkisini sürdürmeye devam ederken, 1973 yılındaki Aşırı Kurak dönemin değişerek Şiddetli Kurak dönemlere geçtiği söylenebilir.



Şekil 45. Samandağ bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

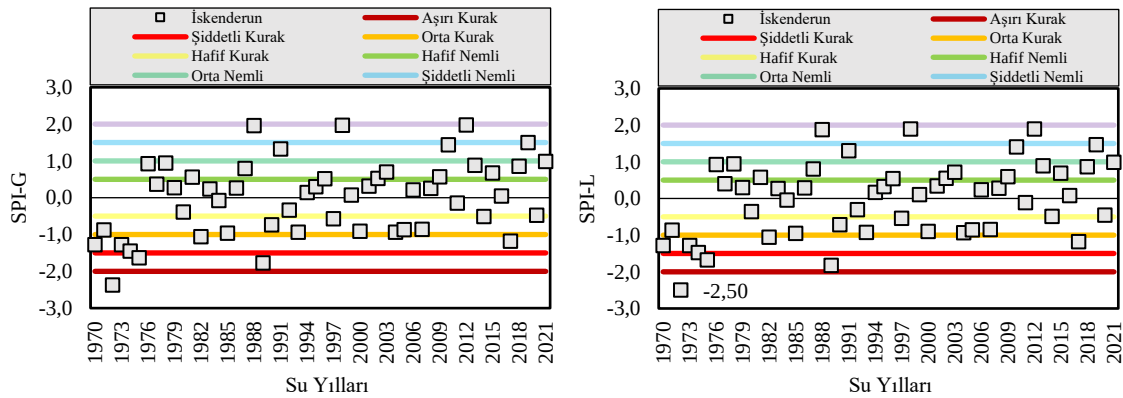
İskenderun istasyonunda, aylık SPI değerleri incelendiğinde ilk 25 ile son 25 yıl arasında belirgin farklılıkların oluştuğunu söylemek mümkündür (Şekil 46). İlk 25 yıllık bölümde Aşırı Kurak ve Aşırı Nemli dönemlere rastlanıldığı, ayrıca Aşırı Kurak dönemlerin de kuvvetli olarak yaşandığı görülmektedir. Son 25 yıllık dönemde ise kuraklık etkilerinde belirgin bir gerileme olduğu söylenebilir. Bu durumun tam aksine ilk 10 yıllık bölümde de nemli dönemler etkisini tamamen yitirmiş gözükmemektedir. 232. ayı takiben kuraklık seviyeleri Orta Kurak düzeyine kadar düşmüş ve yaklaşık 15 yıl etkisini bu şekilde devam ettirmiştir.

Bahsedildiği üzere kuraklık etkilerinde belirgin bir düşüş gözlenirken, nemlilik etkilerinde aynı oranda bir artış söz konusu değildir.



Şekil 46. İskenderun bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

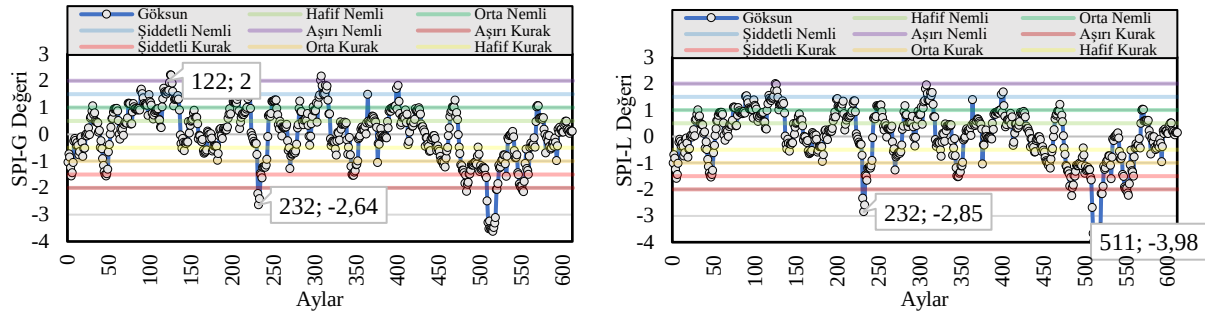
İskenderun istasyonu yıllık ortalama SPI değerlerine göre; 1988, 1998 ve 2012 yıllarında Şiddetli Kurak dönem yaşanmış olup, Aşırı Kurak döneme oldukça yakın geçtiğini de söylemek mümkündür (Şekil 47). 1989 yılındaki Aşırı Kurak dönemlere rağmen yıllık bazda sadece 1972 yılında Aşırı Kurak etkilerinin devam ettiği görülmektedir. 1989 yılından itibaren Orta Kurak seviyesini geçecek baskınlıkta kuraklık etkilerinin olmadığı düşünülmektedir. Buna ek olarak nemlilik etkilerinde bariz bir artış olmadığı görülmekte ve Şiddetli Nemli dönemlerin maksimum seviyelerde seyrettiği anlaşılmaktadır.



Şekil 47. İskenderun bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

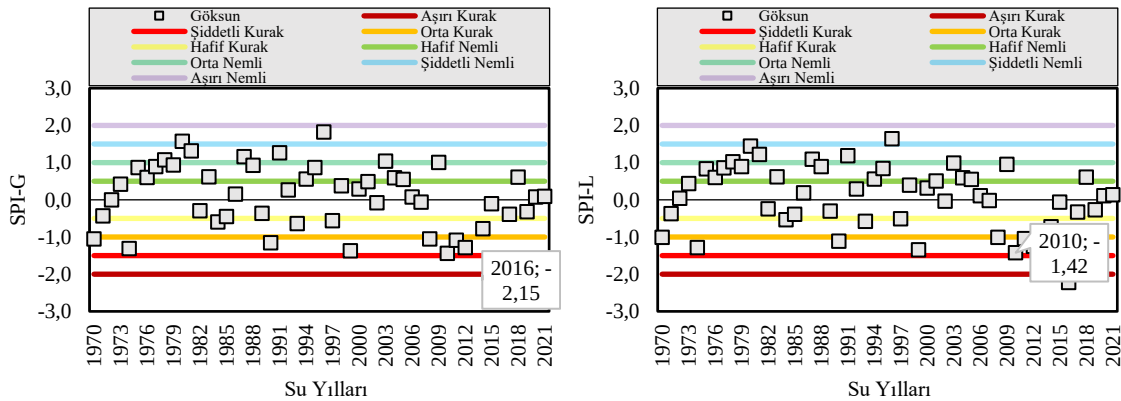
Göksun istasyonunda, ilk 20 yıllık dönemde Aşırı Kurak dönem bulunmazken, son 15 yıllık periyotta bu döneme sıklıkla rastlanmaktadır (Şekil 48). 1980 yılında ilk Aşırı Nemli dönem meydana gelmiş olup, 2,2 SPI-G seviyelerinde gerçekleşmiştir. SPI-L metoduna göre istasyon genelinde Aşırı Nemli dönem tespit edilememiştir. İlk Aşırı Kurak dönem ise 1990 yılında -

2.85 SPI-L ile oluşmuştur. 511. ayda -3.98 SPI-L değeriyle istasyona ait en kurak dönem meydana gelmiştir. Son 15 yıllık periyotta nemli dönemlerde azalma, kurak dönemlerde ise artış gözlenmektedir.



Şekil 48. Gökşun bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

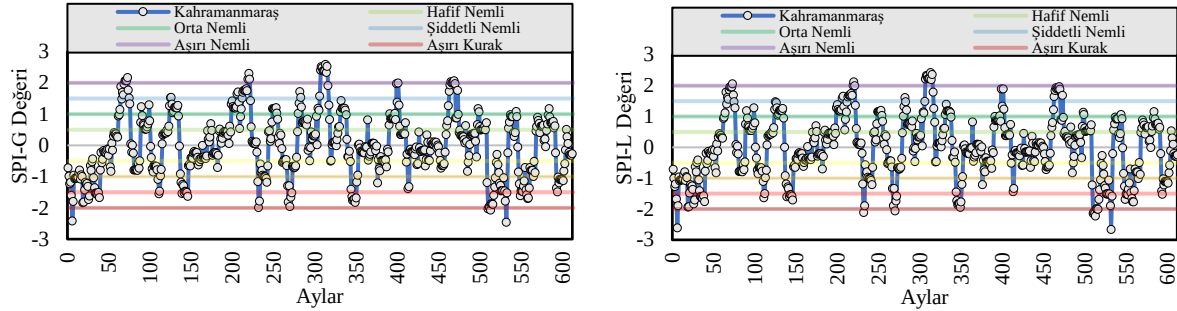
Yıllık bazda incelendiğinde Gökşun istasyonunda Aşırı Nemli dönemin oluşmadığı söylenebilmektedir (Şekil 49). İlk 20 yıllık dönemde kademeli olarak artan nemlilik etkisi yıllık ortalama SPI grafiğinde belirgin olarak gözükmemektedir. Buna ek olarak nemli dönemlerin benzer şekilde 2010 yılından itibaren de nemliliğin adım adım etkisini artırdığı yorumu yapılabilir. Kuraklık etkilerinin daha şiddetli görüldüğü istasyonda Aşırı kategorisine ait sadece bir adet kurak dönem tespit edilmiş olup, bu dönemin 2016 yılında meydana geldiği tespit edilmiştir.



Şekil 49. Gökşun bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

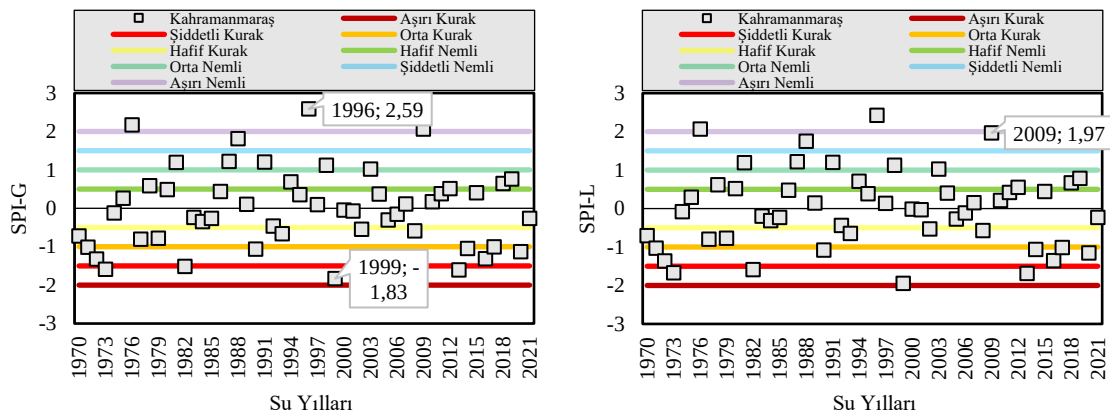
Kahramanmaraş istasyonunda, Gökşun istasyonunun aksine aylık bazda Aşırı Kurak sınır değerinden büyük sapmalar gösteren dönemlere rastlanılmamıştır (Şekil 50). İlk 10 yıllık kısımda Aşırı Kurak dönemden başlayıp Aşırı Nemli döneme doğru devam eden kademeli bir

nemlilik değişimi göze çarpmaktadır. Belirli aralıklarla Aşırı Kurak ve Aşırı Nemli dönemlerin görülmesi bölge genelinde nemli ve kurak dönemlerin hakimiyetini uzun süre devam ettiremediğine işaret etmektedir. Ancak son 10 yıllık bölümde herhangi bir Aşırı ya da Şiddetli kategoride nemli döneme rastlanmamış olması, buna ek olarak iki farklı dönemde Aşırı Kurak dönemin gözlenmesine dayanarak kuraklığın son zamanlarda daha etkili olduğu yorumu da yapılabilmektedir.



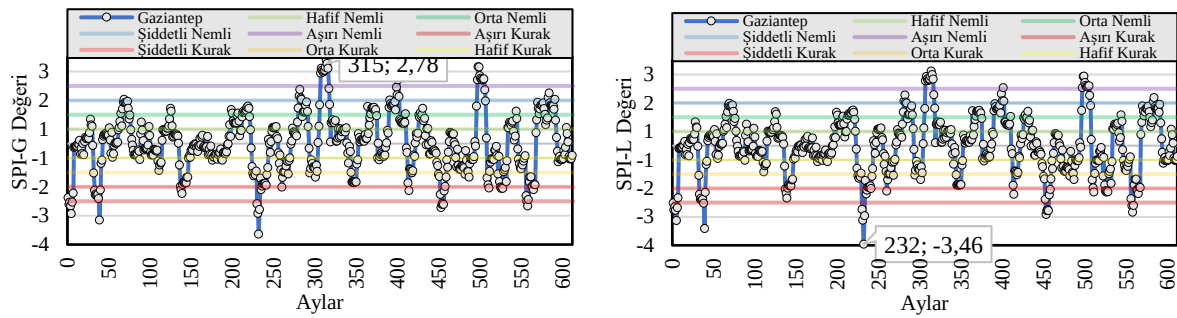
Şekil 50. Kahramanmaraş bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Yıllık bazda incelendiğinde Aşırı Kurak ayların etkisini yitirdiği, ancak Aşırı Nemli dönemlerin yıl bazında tesirini devam ettirdiği görülmektedir (Şekil 51). 1976, 1996 ve 2009 yıllarında Aşırı Nemli dönemler söz konusuysen, Aşırı Kurak döneme rastlanmamıştır. En nemli dönem 2.59 SPI-G değeriyle 1996 yılında oluşurken, en kurak dönem ise 1999 yılında 1.95 SPI-L olarak elde edilmiştir. 2009 yılından itibaren Orta kategorisinin nadiren aşılması sebebiyle istasyon çevresinde normale yakın iklim koşullarının gözlemlendiği yağış değerlerinde önemli ölçüde bir artışın ya da azalmanın söz konusu olmadığı söylenebilmektedir.



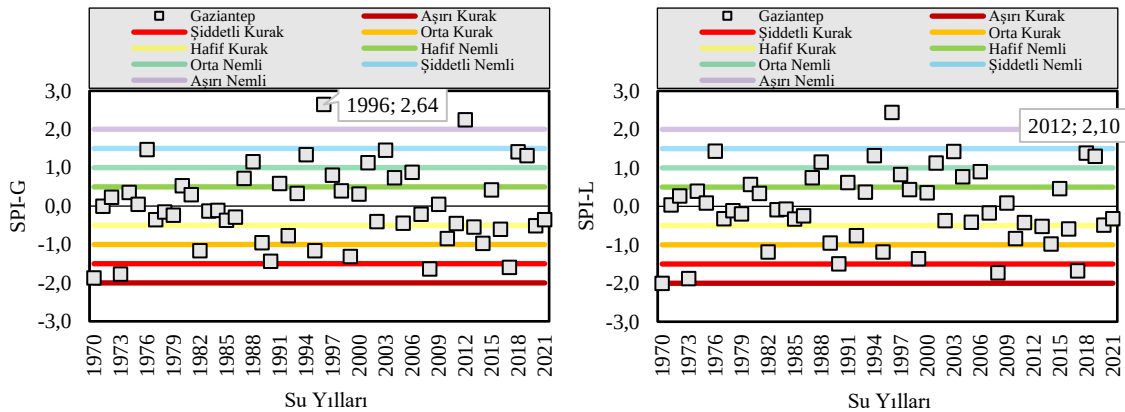
Şekil 51. Kahramanmaraş bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

Gaziantep istasyonunda aylık değerler ele alındığında hem kurak hem de nemli kategorisinde Aşırı sınırlamasından ciddi bir şekilde sapma gösteren dönemlerin varlığından söz edilebilmektedir (Şekil 52). En nemli dönem 314. ayda 2.80 SPI-G ile en kurak dönem ise 232. ayda -3.46 SPI-L yöntemiyle elde edilmiştir. İlk 25 yıllık dönemde nemlilik etkilerinin Orta Nemli kategorisinden öteye geçmediği görülmektedir. Ancak 1995 yılından itibaren Aşırı Nemli dönemler yaşanmaya başlamış ve Aşırı Kurak dönem değerlerinin azalmaya başlamış olduğu görülmektedir.



Şekil 52. Gaziantep bölgesi aylık SPI-G ile SPI-L sonuçları

Yıllık bazda ele alındığında 1970 yılında 2.00 SPI-L seviyesinde Aşırı Kurak dönem görülmüş olup, devamında Aşırı Kurak döneme rastlanılmamıştır (Şekil 53). Her iki olasılık dağılımına göre Aşırı Nemli dönem 1996 ve 2012 yıllarında meydana gelmiştir. Bu durum mevcut bölge çevresinde yağış eksikliğinin, fazla yağış düşen dönemlere kıyasla daha az etkili olduğu anlamına gelebilir.

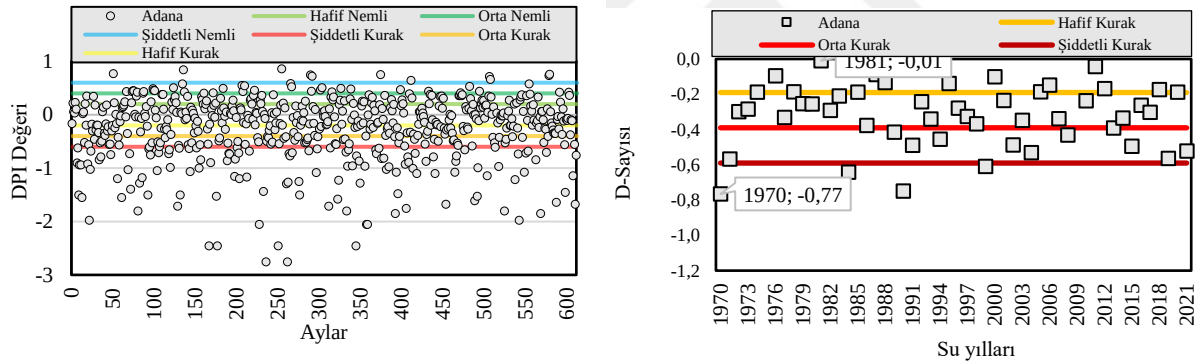


Şekil 53. Gaziantep bölgesi yıllık ortalama SPI-G ile SPI-L sonuçları

4.2.2. DPI Sonuçları

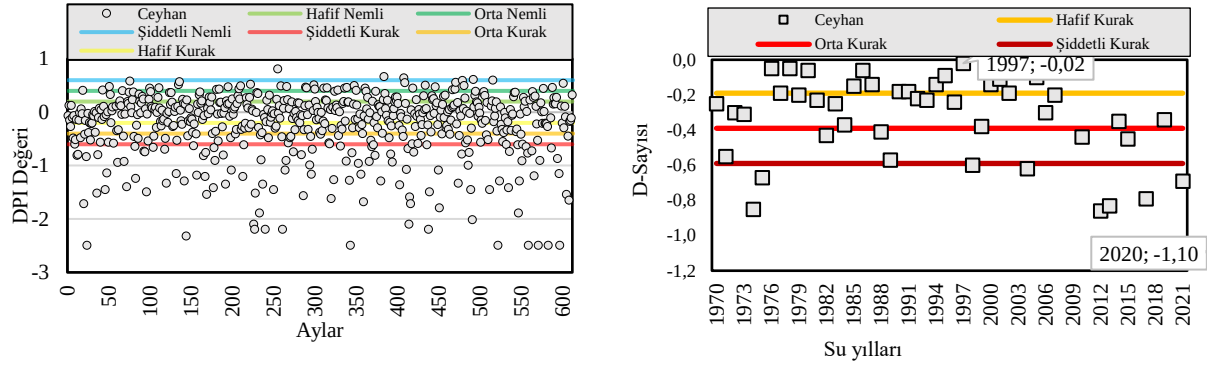
Bu bölümde, DPI yöntemiyle herhangi bir olasılık dağılımına göre hesaplanmayan indis değerleri istasyon bazında değerlendirilmiştir. İndis verilerinin aylık ve ortalama yıllık değişiminin incelenebilmesi amacıyla çeşitli grafikler oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar istasyon bazında şu şekilde sıralanabilir;

Adana istasyonunda, Aşırı Kurak sınır değeri -0.6 olmasına rağmen birçok aylık dönemde sınır değerlerinden belirgin bir şekilde sapma yaşandığı görülmektedir (Şekil 54). Aylık ele alınan DPI'lerde nemli dönemlerin epey fazla miktarda tespit edildiği söylenebilir. Yıllık bazda ele alındığında DPI değerlerinin kurak seviyelerde yoğunlaştığı ve yıllık olarak nemli dönemlerin tespit edilemediği görülmektedir. Bununla birlikte, aylık bazda büyük sapma gösteren değerlerin azalarak -0.8 DPI seviyelerine gerilediği görülmektedir. En kurak yıl -0.77 DPI ile 1970 yılında meydana gelmiştir. En nemli yıl ise normal kuraklık seviyelerinde 1981 yılında oluşmuştur.



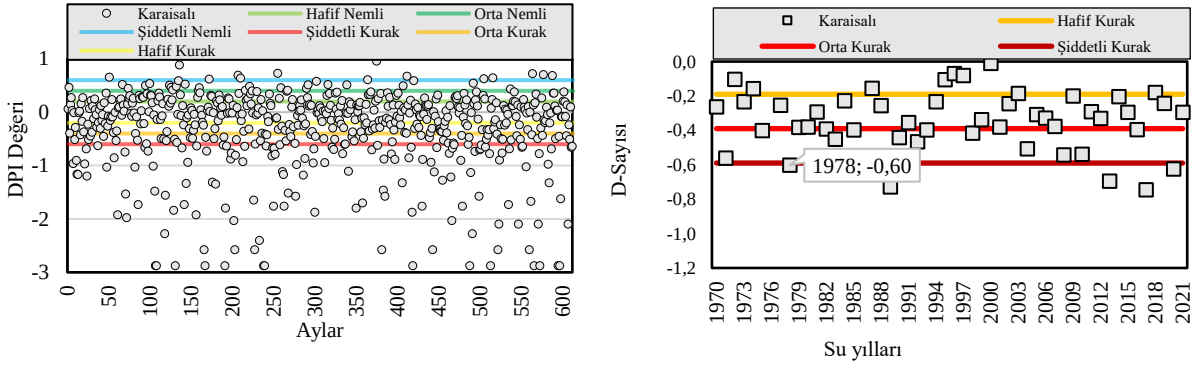
Şekil 54. Adana bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Ceyhan istasyonunda, Adana istasyonuna kıyasla daha az sayıda aylık nemli dönem tespit edilmiştir (Şekil 55). İlk 40 yılda Aşırı Kurak seviyelerinden sapma gösteren birçok ay olmasına rağmen DPI değerlerinin Hafif ve Orta kategorilerine yığıldığı görülmektedir. Son 15 yıllık bölümde ise Aşırı Kurak dönemlerin yoğunlukta yaşandığı söylenebilir. En kurak yıl 2020, en nemli yıl ise 1997 olarak belirlenmiştir.



Şekil 55. Ceyhan bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

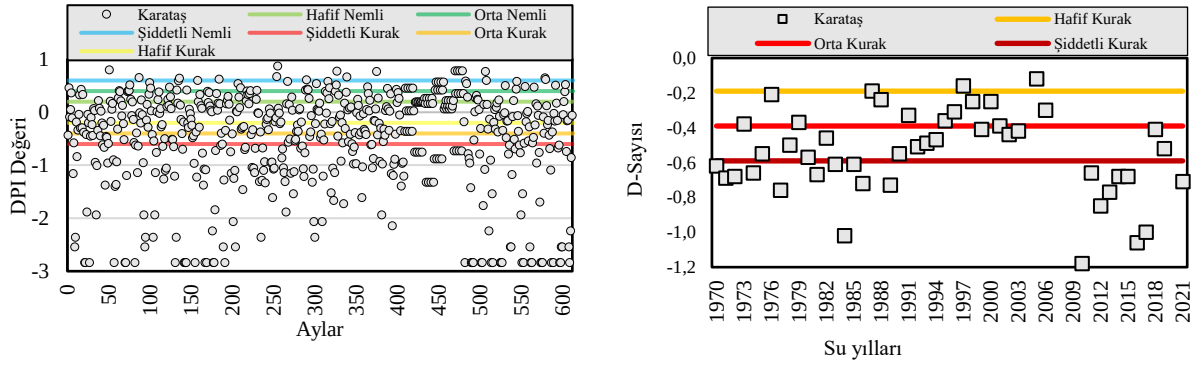
Karaisali istasyonunda, aylık bazda ele alındığında Aşırı Kurak dönemlerin sıklıkla görüldüğü söylenebilir (Şekil 56). Nemlilik değerlerinin Aşırı Kuraklık seviyesine nadiren ulaştığı görülmektedir. Aylık olarak en nemli dönem 375. ayda gerçekleşmiştir. Yıllık olarak incelendiğinde DPI değerlerinin Hafif Kurak ile Orta Kurak seviyelerinde yoğunlaştığı yorumu yapılabilir. En kurak yıl 2017 yılında meydana gelirken, 1989 yılında da benzer seviyelerde ciddi kuraklık etkilerinin yaşandığı görülmektedir. En nemli yıl ise 2000 yılında yaşanmıştır. Yıllık ortalamaya göre toplamda beş ayrı yılda Aşırı Kurak döneme rastlanırken, DPI değerlerinin herhangi bir nemli döneme işaret etmediği söylenebilir.



Şekil 56. Karaisali bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

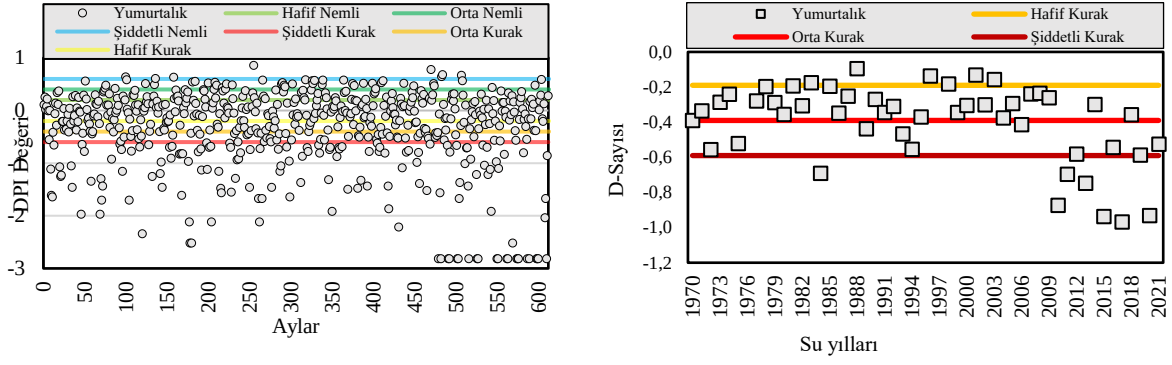
Karataş istasyonunun olduğu bölgenin, son 10 yılda ciddi kuraklık etkilerine maruz kaldığı görülmektedir (Şekil 57). Aylık değerler ele alındığında Aşırı Kurak dönemlerin Aşırı Nemli dönemlere kıyasla belirgin bir şekilde daha fazla gerçekleştiğini söylemek mümkündür. İstasyon ve çevresinde sıfır yağış değerinin ölçüldüğü aylarda DPI değerinin en düşük seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu durumda 200 ile 470. ayların arasında az da olsa yağış

düştüğü ifade edilebilir. Yıllık bazda ele alındığında herhangi bir nemli dönem tespit edilemezken 1990-2006 zaman aralığında Aşırı ya da Şiddetli kurak döneme rastlanılmamıştır. Bu dönemi takip eden süreçte ise kuraklık etkisinin ciddi bir şekilde arttığı ve son 11 yıllık dönemin 9 yılının Aşırı Kurak, 2 yılının ise Şiddetli Kurak kategorisinde yaşandığı görülmektedir. 2010 yılı en kurak yıl olarak belirlenirken, en nemli dönem 2005 yılında Hafif Kurak seviyesinde gerçekleşmiştir.



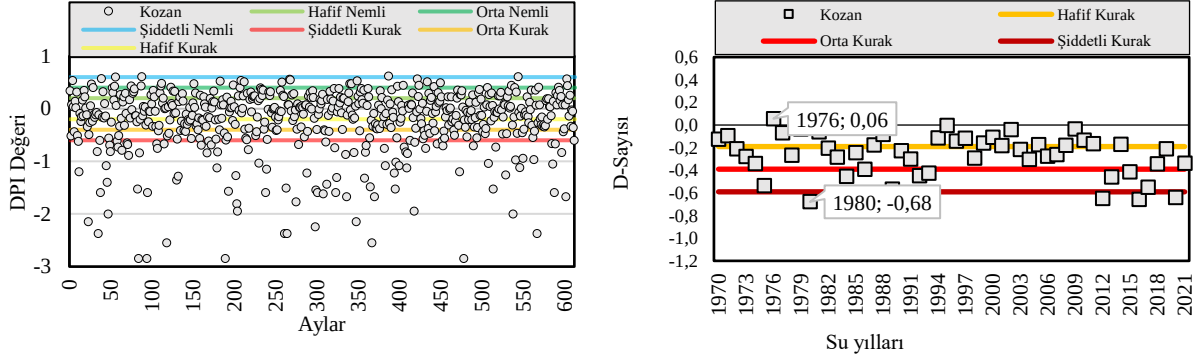
Şekil 57. Karataş bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Yumurtalık istasyonunda, son 10 yıllık bölümde düşük yağış değerlerinin etkili olduğu görülmektedir, ayrıca aylık olarak nemli dönem sayısının da buna bağlı olarak azaldığını söylemek mümkündür (Şekil 58). İlk 10 yıllık bölümde ise Şiddetli Kurak kategorisinde değerlendirilebilecek herhangi bir zaman periyodu olmadığı görülmektedir. İstasyon bölgesi 40 yıllık bir süre boyunca Hafif ve Orta Kuraklık seviyelerinde seyrederken, 2010 yılından itibaren yüksek düzeyde Aşırı Kurak dönemlerin yaşandığı öngörülmektedir. En nemli dönemin 1988 yılında Hafif Kurak kategorisinde, en kurak dönemin ise 2017 yılında Aşırı Kurak sınıflandırmasında gerçekleştiği ifade edilebilir. Aylık bazda ise en nemli dönemin 255. ayda yaşandığı görülmektedir.



Şekil 58. Yumurtalık bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

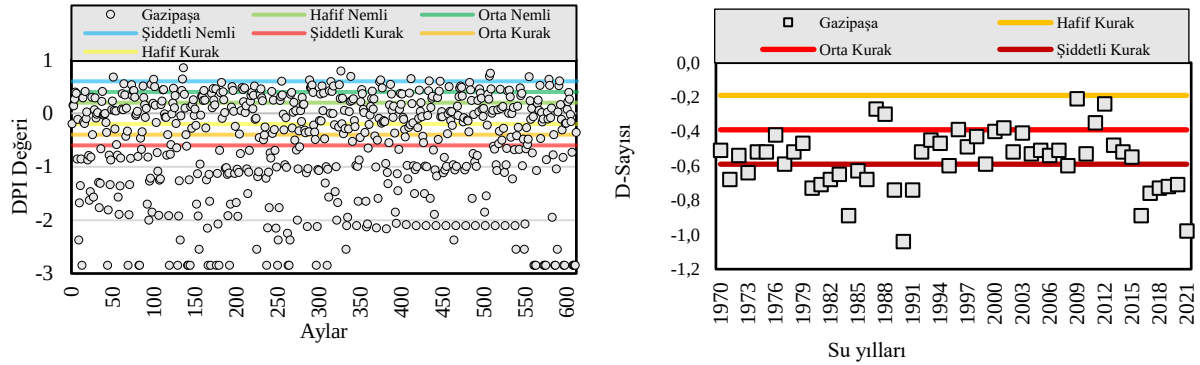
Kozan istasyonunda, aylık ortalama DPI değerlerine göre Aşırı Nemli dönem tespit edilememiştir (Şekil 59). Aşırı Kurak dönemlerin ise son 10 yılda pik değerlere ulaştığı söylenebilmektedir. Ay bazında birçok nemli dönemden söz edilebilirken, bu değerlerin yıllık ortalaması alındığında pozitif işaretli DPI değerlerine rastlanmadığı görülmektedir. Bu bağlamda DPI değerleri ile istasyon ve çevresinde nemli dönemin meydana gelmediği çıkarımı yapılabilir. En kurak yıl 1980 yılı olurken, en nemli yıl 1976 olarak açıklanabilir.



Şekil 59. Kozan bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

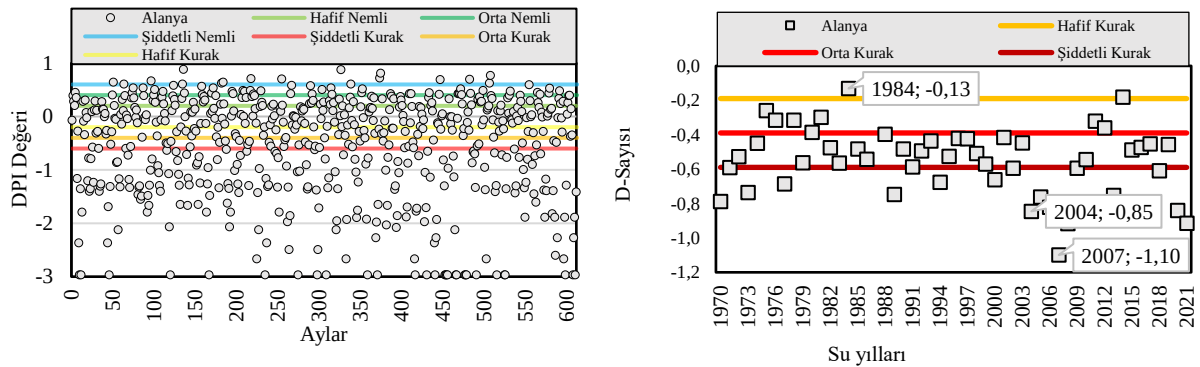
Gazipaşa istasyonunda, 1990 yılına kadar Aşırı Kurak dönemlerin sıklıkla meydana geldiği görülmektedir (Şekil 60). 1990 yılını takip eden dönemde kuraklık etkileri Şiddetli Kurak seviyelerine gerilemiştir. 1992-2015 yılları arasında Aşırı Kurak döneme rastlanılmamıştır. Bu zaman aralığını takip eden son 6 yıllık sürede tekrar Aşırı Kurak dönemlerin meydana gelmeye başladığı gözlenmiştir. En kurak dönem 1990 yılında gerçekleşirken, en nemli dönem ise 2009'da Hafif Kurak kategorisinde oluşmuştur. Gazipaşa istasyonu ve çevresinde

Şiddetli Kurak ve Aşırı Kurak dönemler arasında geçişlerin olduğu ve bölgenin ciddi kuraklık etkilerine maruz kaldığı görülmektedir.



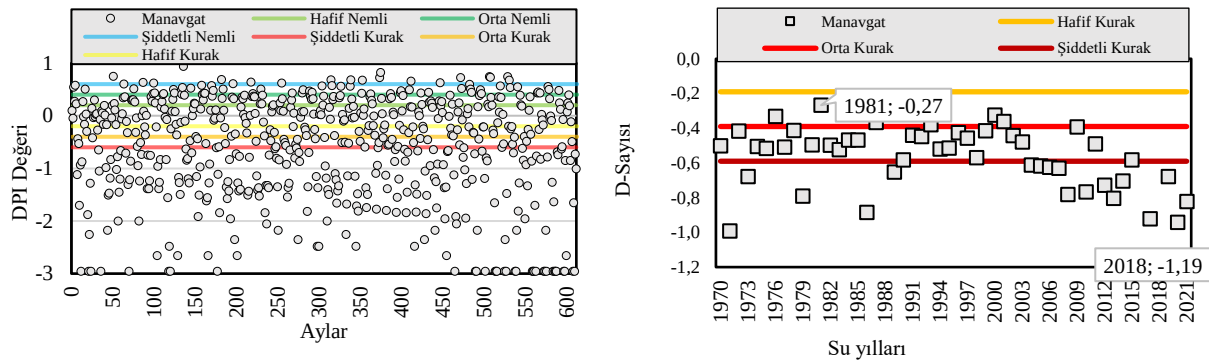
Şekil 60. Gazipaşa bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Alanya istasyonunda, 52 yıllık süre zarfında sürekli olarak Aşırı Kurak dönemlere rastlamak mümkündür (Şekil 61). Bu dönemlerin en kritiği 2007 yılında -1.10 DPI değerleri ile meydana gelmiştir. Aşırı Kurak kategorisinin indis sınır değerinin -0.6 olduğu göz önüne alındığında, bu dönemin kurak dönem olarak öne çıktığı söylenebilir. En nemli yılın ise 1984'te gerçekleştiği görülmektedir. 2004 yılına kadar gerçekleşen Aşırı Kurak dönemler -0.8 DPI değerini aşmamaktadır, ancak bu dönemden sonra Aşırı Kurak dönemlerin şiddetinde de belirgin bir artış olduğu anlaşılmaktadır. Aylık bazda nemli kategorilerin de görüldüğü ancak yıllık ortalaması alındığında kurak dönemlerin nemli dönem sayılarının üzerinde olduğu yorumu yapılabilir.



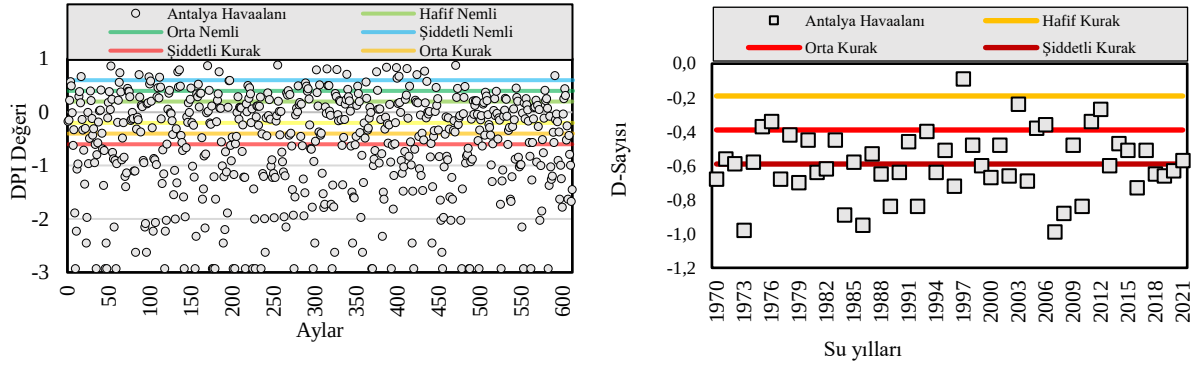
Şekil 61. Alanya bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Manavgat istasyonunda, son 15 yılda ciddi kuraklık etkileri göze çarpmaktadır (Şekil 62). 2003 yılından itibaren en şiddetlisi -1.2 DPI değerinde olan on beş adet Aşırı Kurak dönemin gerçekleştiği hesaplanmıştır. Aylık bazda nemli ve normal dönemlere rastlanmasına rağmen yıllık bazda en düşük Orta Kurak dönemlerin meydana geldiği görülmektedir. Bu durum istasyon ve çevresi üzerinde yağış değerlerinin belirgin bir şekilde azaldığına ve ciddi kuraklık etkilerinin baş gösterdiğine işaret etmektedir. En kurak dönem 2018 yılında gerçekleşirken, en nemli dönemin 1981 yılında meydana geldiği söylenebilir.



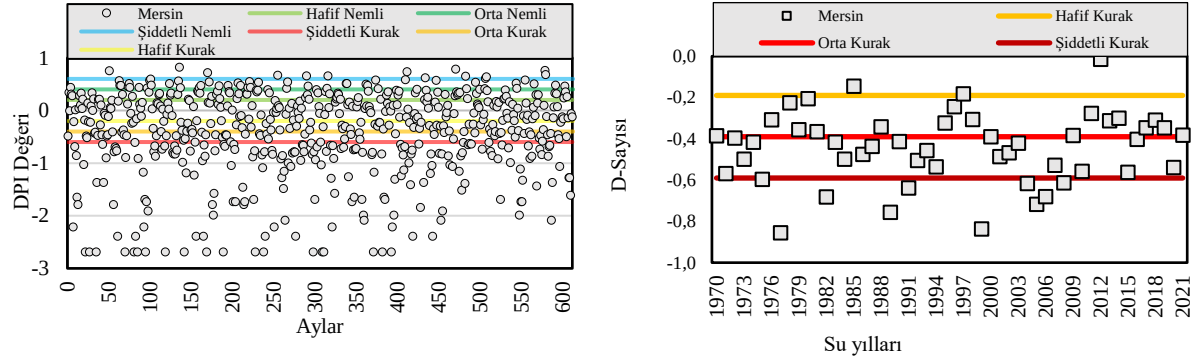
Şekil 62. Manavgat bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Antalya istasyonunda, Aşırı Kurak dönemlerin 52 yıl boyunca sıklıkla yaşandığı görülmektedir (Şekil 63). Özellikle veri serisinin ilk 25 yıllık döneminde Aşırı Kurak dönemlerin yoğun olarak yaşandığı ve minimum Orta Kurak dönemin görüldüğü söylenebilir. Kuraklık etkilerinin kendisini gösterdiği bu dönemin ardından istasyon bölgesinde yaşanan tek Hafif Kurak kategorisi 1997 yılında meydana gelmiştir. Söz konusu yıl en nemli dönem olarak da ifade edilebilir. 1997 yılını takip eden süreçte kuraklık etkilerinin tekrar ciddi bir şekilde oluşmaya başladığını söylemek mümkündür. En kurak yıl ise 2007 senesinde oluşmuştur.



Şekil 63. Antalya bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

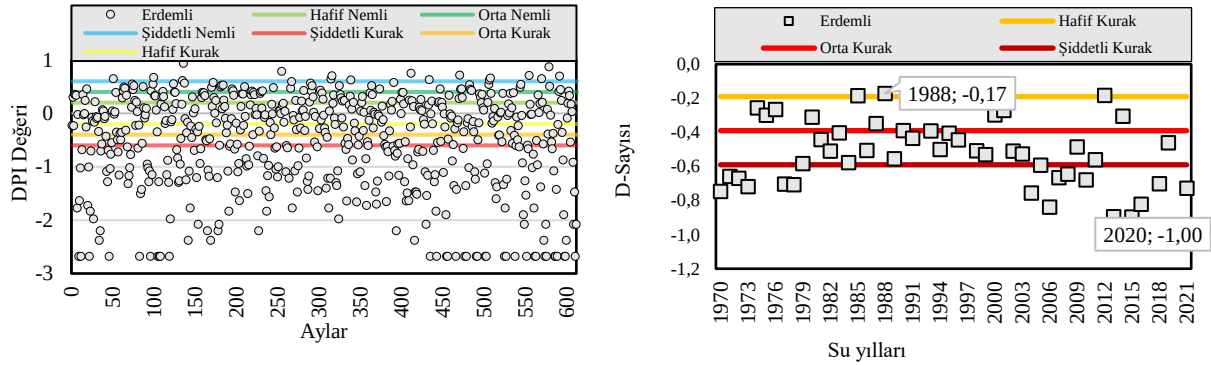
Mersin istasyonunda, son 10 yıllık döneme kadar Aşırı Kurak dönemlerin zaman zaman yaşandığı görülmektedir (Şekil 64). Ancak son 10 yılda maksimum Şiddetli Kurak seviyelerinde kuraklık etkileri görülmüştür. Buna ek olarak ele alınan süre içerisindeki en nemli dönem 2012 yılında yani son 10 yıllık periyotta gerçekleşmiştir. En kurak dönemin ise 1977 yılında meydana geldiği gözlenmektedir. Bu bağlamda istasyon ve çevresi için kuraklık etkilerinin geçmişten günümüzde yerini yavaş yavaş nemli periyotlara bıraktığı söylenebilmektedir. Yıl bazında ele alındığında ise genel olarak Orta Kurak ve Şiddetli Kurak kategorilerinin daha sık görüldüğü anlaşılmaktadır.



Şekil 64. Mersin bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

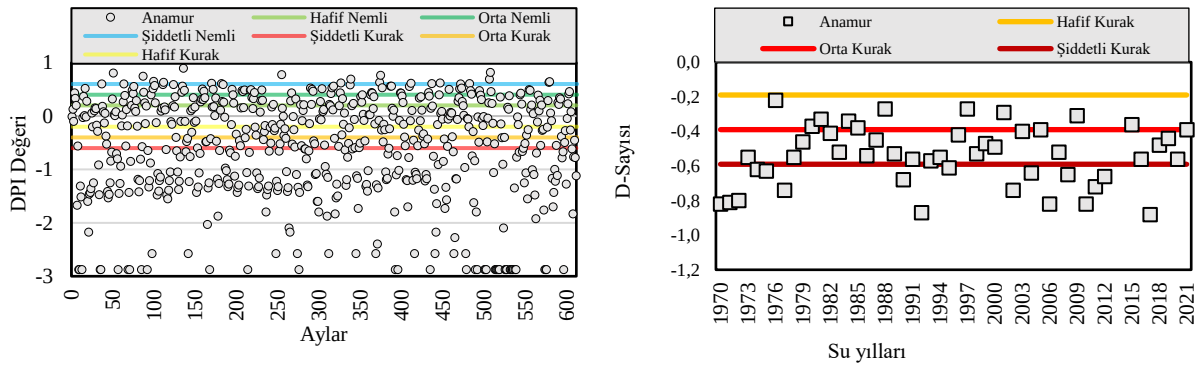
Erdemli istasyonu verileri göz önüne alındığında, Mersin istasyon verilerinin aksine son 20 yılda kuraklık etkilerinde belirgin bir artış göze çarpmaktadır (Şekil 65). Bu etki özellikle Aşırı Kurak kategorisinin görülme sayısının artması ile açıklanabilir. 1979-2004 yılları arasında Aşırı Kurak dönem yaşanmamış olup, çoğunlukla Şiddetli Kurak kategorisi görülmektedir. En nemli dönem 1988 senesinde gerçekleşmiş olup Hafif Kurak sınırlarında

meydana gelmiştir. En kurak dönem ise 2020 yılında oluşmuş olup en ciddi Aşırı Kurak etkilerinin oluştuğu dikkat çekmektedir.



Şekil 65. Erdemli bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

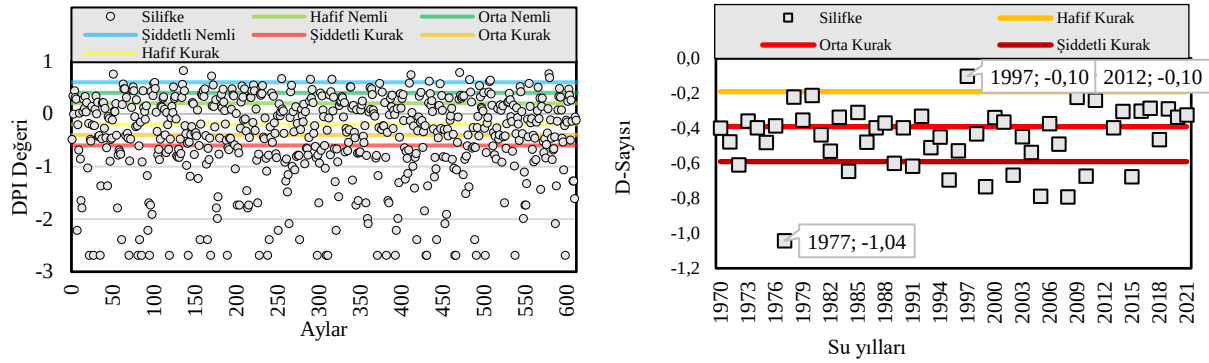
Anamur istasyonunda, en düşük seviyedeki kuraklık sınıfının Orta Kurak olduğu, Hafif Kurak kategorisine hiç rastlanılmadığı görülmektedir (Şekil 66). 52 yıl süresince sadece 1978-1989 yılları arasında Aşırı Kurak dönem gerçekleşmemiştir. Bu zaman aralığı dışında Aşırı Kurak dönemlerin sürekli olarak meydana geldiği söylenebilir. En nemli dönem 1976 yılında Orta Kurak kategorisinde, en kurak dönem ise 2017 yılında Aşırı Kurak seviyesinde oluşmuştur. Söz konusu süreçte Hafif Kurak ya da Normal seviyelere rastlanılmaması aylık bazda görülen nemli dönemlerin yıl genelinde etkisini yitirdiğine işaret etmektedir.



Şekil 66. Anamur bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

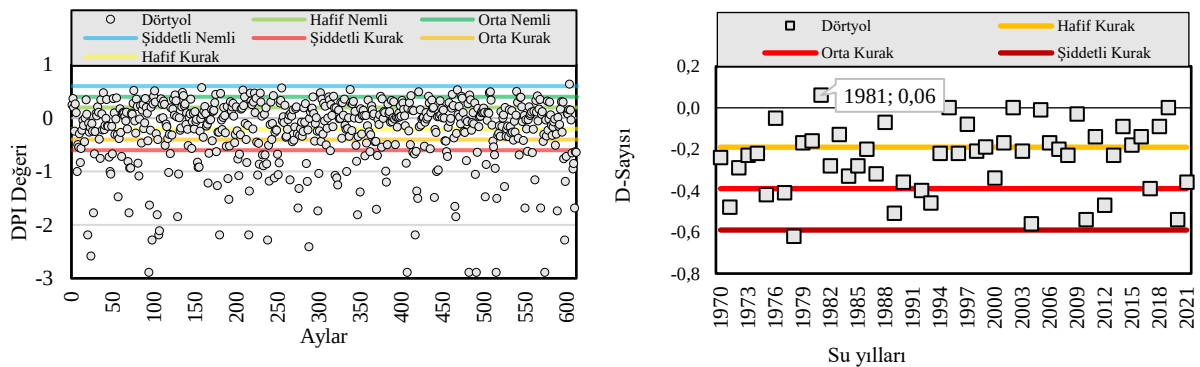
Silifke istasyonunda, 1977 senesinin en kurak yıl olarak meydana geldiği görülmektedir. Aşırı Kurak dönemler son 5 yıl dışında varlığını sürdürmektedir (Şekil 67). 1997 ve 2012 yıllarında gerçekleşen Hafif Kurak periyotlar istasyon ve çevresinde Aşırı Kurak dönemlerin yanı sıra

normale yakın dönemlerin de yaşandığına işaret etmektedir. Aynı zamanda 1997 ve 2012 yılları istasyon bölgesi için en nemli dönemlerin yaşandığı seneler olarak belirtilebilir. Genel olarak Orta Kurak ve Şiddetli Kurak dönemlerin yoğunlukta olduğu söylenebilmektedir.



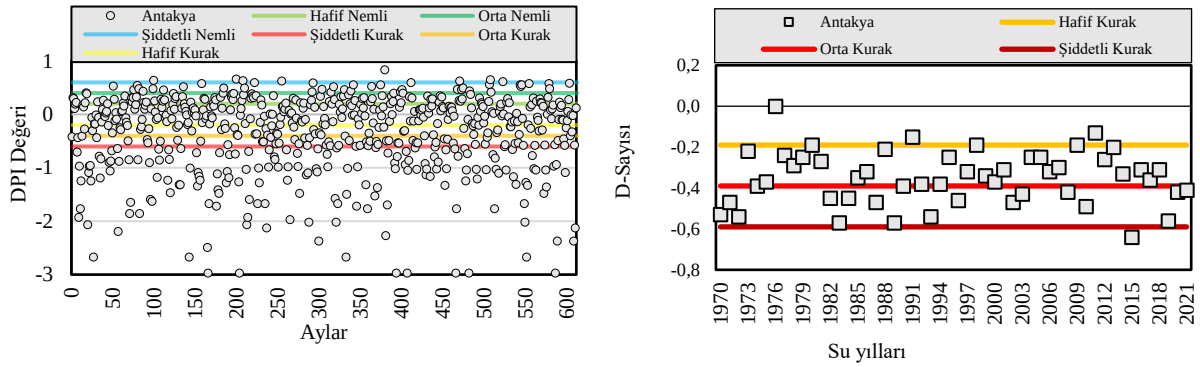
Şekil 67. Silifke bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Dörttyol istasyonunda, sadece 1978 yılında Aşırı Kurak dönemin gerçekleşmiş olması dikkat çekmektedir (Şekil 68). Şiddetli ve Aşırı Kurak kategoriler, Hafif ve Orta Kurak sınıflandırmalarına göre çok daha az görülmektedir. En nemli yıl 1981 senesinde Hafif Nemli kategorisinde meydana gelmiştir. Özellikle son 25 yıllık bölümde çoğunlukla Hafif Kurak dönemlerin yaşanması nedeniyle Dörttyol ve çevre bölgelerinde kuraklık etkilerinin kısmen az hissedildiği öngörülmektedir. Aylık bazda Aşırı Kurak sınır değerinden sapma gösteren birçok dönem olmasına karşın yıllık olarak ele alındığında bu değerlerin azaldığı ve hatta nemli döneme geçişlerin dahi yaşandığı görülmektedir.



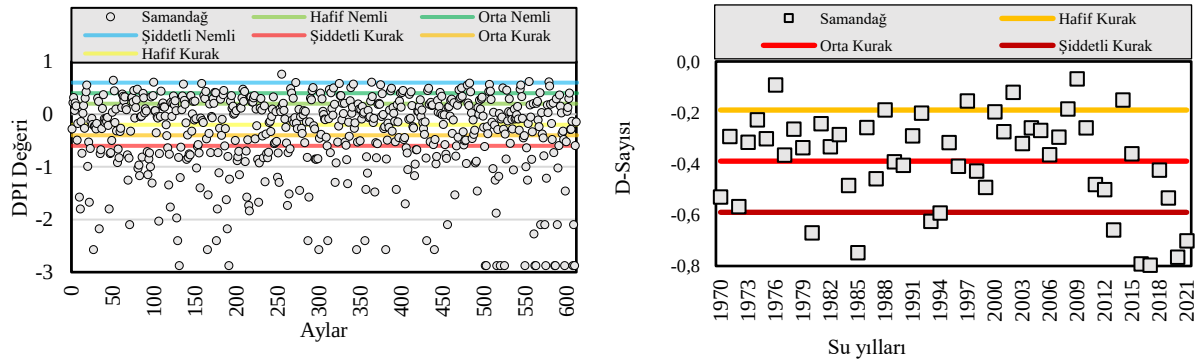
Şekil 68. Dörttyol bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Antakya istasyonunda, Aşırı Kurak dönemin sadece 2015 yılında meydana geldiği görülmektedir (Şekil 69). Orta ve Şiddetli Kurak dönemlerin belirgin bir şekilde yoğunluk gösterdiği söylenebilir. En nemli yılın ise 1976 senesinde normal seviyelerde gerçekleştiği anlaşılmaktadır. 2011 senesini takip eden yıllarda kademeli olarak kuraklık etkilerinin arttığını söylemek mümkündür. Ancak Aşırı Kurak dönemlerin çok az sayıda bulunması ve nemli dönemin görülmüş olması sebebiyle genel olarak normal seviyelerde yağış düştüğü söylenebilir.



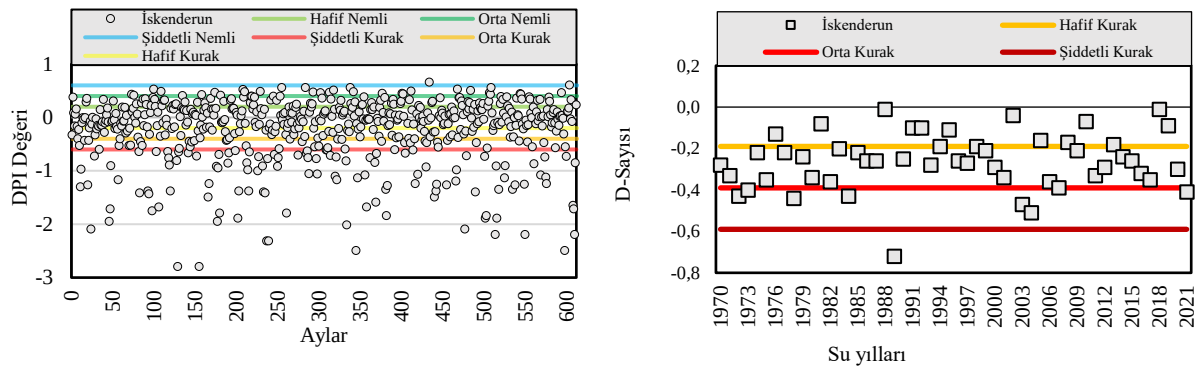
Şekil 69. Antakya bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Samandağ istasyonunda, kurak kategorilerinin tamamına rastlamak mümkündür (Şekil 70). Kuraklık etkilerinin, 2009 senesini takiben kademeli olarak artış gösterdiği söylenebilir. Kuraklık sınıflandırmalarından en çok Orta Kurak dönemin yaşandığı görülmüştür. En kurak dönem 2017 yılında Aşırı Kurak kategorisinde gerçekleşirken, en nemli dönem ise 2009 yılında Hafif Kurak kategorisinde meydana gelmiştir. 52 yıllık sürecin son 5 yılında Şiddetli Kurak seviyesinden daha düşük kategorilere rastlanmamıştır, bu doğrultuda kuraklık etkilerinin ciddi olarak hissedildiği düşünülebilir.



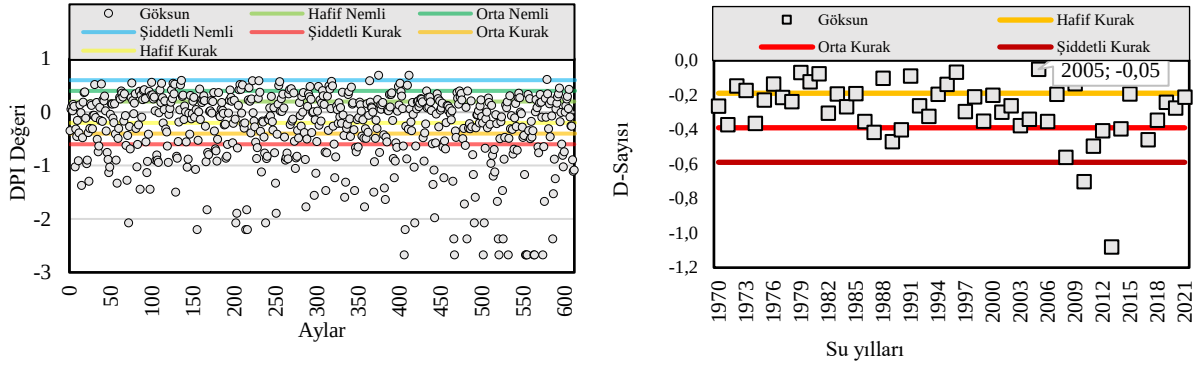
Şekil 70. Samandağ bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

İskenderun istasyonunda, sadece 1989 yılı Aşırı Kurak dönem ile öne çıkmaktadır. 52 yıllık veri serisinin büyük bir çoğunluğunda Orta Kurak kategorisinin meydana gelmiş olduğu ve nadiren Şiddetli Kurak dönemlerin oluştuğu görülmektedir (Şekil 71). Buna rağmen nemli dönemlere geçiş olmamıştır ve en nemli dönem Hafif Kurak kategorisinde gerçekleşmiştir. 1989 yılından itibaren 30 yıllık süreçte sadece üç kez Şiddetli Kurak dönem meydana gelmiş ve bu durum kademeli olarak da kuraklık etkilerinin artmasına sebebiyet vermiştir.



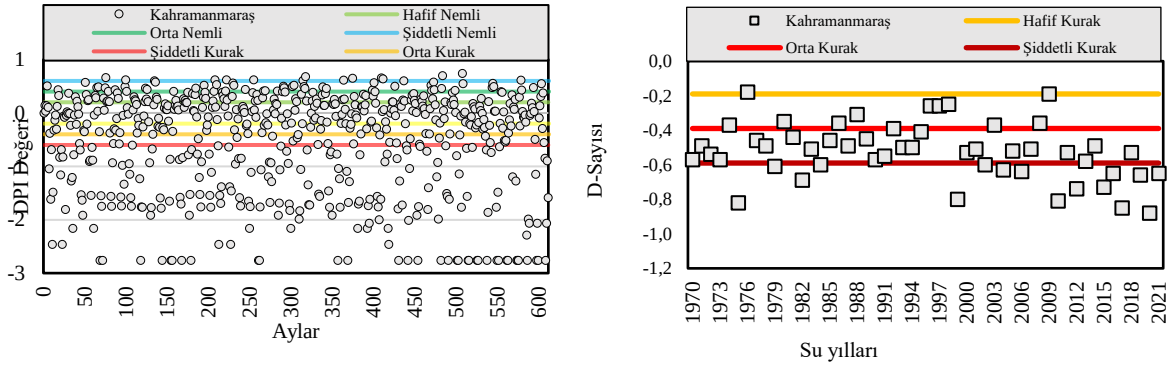
Şekil 71. İskenderun bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Göksun istasyonunda, 52 yıllık veri serisinde yapılan hesaplamalar sonucu itibariyle kurak dönemlerin birçoğunun Orta Kurak seviyesinde gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 72). İlk 40 yıllık süreçte Aşırı Kurak periyoda rastlanılmamıştır. Ancak 2010 ile 2013 yıllarında görülen Aşırı Kurak dönemlerin ciddi kuraklık etkilerini de beraberinde getirdiği düşünülmektedir. Aşırı Kurak kategorisi sınır değerinden belirgin bir sapma gözlenmesini takip eden süreçte DPI değerleri tekrar Orta Kurak seviyelerine indirgenmiştir. En kurak dönem 2013 yılında, en nemli dönem ise 2005 yılında meydana gelmiştir.



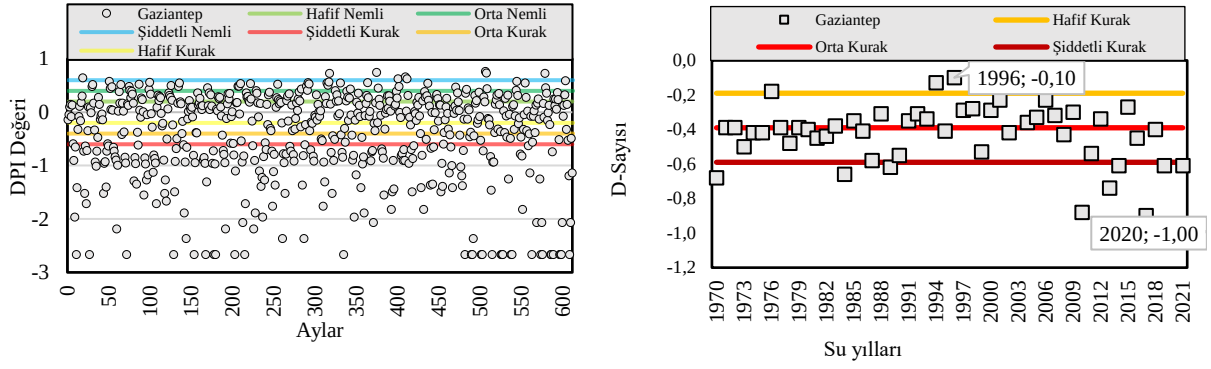
Şekil 72. Göksun bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Kahramanmaraş istasyonunda, Aşırı Kurak dönemler sıkça gerçekleşmekte iken, son 15 yılda bu kuraklık kategorisinin daha fazla sayıda meydana geldiği söylenebilir (Şekil 73). Kuraklık kategorilerinin Şiddetli Kurak seviyelerinde yoğunlaştığı ve sadece iki yılda Hafif Kurak kategorisinin oluştuğu görülmektedir. En nemli dönemin 1976 yılında Hafif Kurak seviyelerinde, en kurak dönemin ise 2020 senesinde Aşırı Kurak kategorisinde gerçekleştiği görülmektedir. Aylık bazda ele alındığında birçok nemli dönem bulunmasına rağmen nadiren Aşırı Nemli dönemlerden söz edilebilmektedir.



Şekil 73. Kahramanmaraş bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

Gaziantep istasyonunda, ilk 15 yıllık dönemde Orta Kurak dönemlerin belirgin bir yoğunlukta olduğu görülmektedir (Şekil 74). Belirli aralıklarla Aşırı Kurak dönemlerin görülmesine rağmen son 10 yıllık bölümde sınır değerden ciddi sapmalar gerçekleşmiştir. Buna bağlı olarak kuraklık etkilerinin de artış gösterdiği düşünülmektedir. En nemli dönem 1996 senesinde Hafif Kurak kategorisinde gerçekleşirken, en kurak dönemin 2020 senesinde Aşırı Kurak seviyelerinde oluştuğu söylenebilir.



Şekil 74. Gaziantep bölgesi aylık ve yıllık ortalama DPI sonuçları

4.3. Alt Havzalarda Bulunan İstasyon Bazında SPI ve DPI Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4.3.1. Doğu Akdeniz Alt Havzaları

İklim karakteri açısından yarı kurak özellik gösteren Doğu Akdeniz Havzası'nda çalışma kapsamında 8 adet istasyon belirlenmiştir. İstasyonların 1970-2021 yılları arası yağış verilerinden faydalanılarak SPI-L, SPI-G ve DPI indis değerleri hesaplanmıştır. SPI-L ile SPI-G kendi içerisinde kıyaslandığında çoğunlukla benzer sonuçlar vermiş olsa da nemli ve kurak dönemlerin tespitinde bazı farklılıkların olduğunu söylemek mümkündür. Havza genelinde SPI-G değerleri ile nemli dönemler daha hassas olarak tespit edilebilirken, SPI-L yöntemi ile kurak periyotların daha detaylı belirlenebileceği ifade edilebilir. Havza genelinde elde edilen indis değerlerine göre belirlenen en kurak ve en nemli dönemler aşağıdaki tabloda özetlenmiş durumdadır. Tablolarda SPI ve DPI yöntemlerinin birbirine yakın veya aynı zaman diliminde gerçekleşen en kurak ve en nemli dönemler renklendirilerek belirtilmiştir (Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8).

Tablo 5. Doğu Akdeniz Havzasında belirlenen en kurak ve en nemli yıllar

İstasyon Adı	İstasyon No	SPI Sonuçları		DPI Sonuçları	
		En Nemli Yıl	En Kurak Yıl	En Nemli Yıl	En Kurak Yıl
Antalya	17300	2001	2007	1997	2007
Alanya	17310	2012	1990	1984	2007
Gazipaşa	17974	2012	1990	2009	1990
Manavgat	17954	1981	2016	1981	2018
Anamur	17320	1981	2014	1989	2017
Silifke	17330	2001	1999	1997	1977
Erdemli	17958	2001	1974	1990	2020
Mersin	17340	2001	1980	2012	1977

Bu tablo detaylıca incelendiğinde; Antalya ve Gazipaşa istasyon bölgeleri için DPI ve SPI yöntemleri kullanılarak en kurak dönem aynı yıllarda tespit edilmiştir. Manavgat, Anamur ve Mersin istasyonları çevresinde en kurak dönemin birbirine yakın zamanlarda gerçekleşeceği söylenebilir. En nemli dönemlerde ise sadece Manavgat istasyonunda birebir aynı yıllar elde edilebilirken; Silifke, Gazipaşa ve Antalya istasyonlarının olduğu bölgede söz konusu dönemlerin birbirine yakın zaman aralığında meydana geldiği görülmektedir. Silifke için yapılan indis hesaplamalarında en kurak dönemin 1999 yılında gerçekleştiği görülmüştür. En kurak dönem 1999 yılında gerçekleşmiştir (Topçu ve diğ., 2022). Genel olarak ele alındığında SPI ve DPI yöntemlerinin kurak dönemleri nemli dönemlere kıyasla daha yüksek sayıda tespit ettiğini ifade etmek mümkündür. Doğu Akdeniz Havzası için yapılan kuraklık analizlerinde 2007-2008 yıllarında yağış değerlerinin genel ortalama göre yaklaşık %10 mertebelerinde azalmasına bağlı olarak SPI yöntemi ile Aşırı Kurak dönemlerin meydana geldiğini öne süren pek çok çalışma mevcuttur. (Şimşek ve Çakmak, 2010; Akbaş, 2014; Gümüş ve Aşkın, 2017; Bayer Altın ve Altın, 2021; Şimşek, 2021). Buna ek olarak, Doğu Akdeniz Havzası orta ve kıyı bölgelerinde 1950-2018 yılları arasında Aşırı Kurak dönemlere rastlanıldığı, ancak 2013-2014 yılları arasında en kurak dönemlerin oluştuğunu belirten çalışmalar da vardır (Bayer Altın, 2019; Şimşek, 2021). Ayrıca, bazı çalışmalarda 1974 ve 1977 yıllarında da kurak

dönemlerin görüldüğünden ancak bu etkilerin gelecek yıllarda daha da artacağından bahsedilmiştir (Caloiero ve diğ., 2018; Topçu ve Seçkin, 2022). En nemli yıl havza geneli için 2012 yılı olarak değerlendirilirken, sonrası zaman aralığında yağış değerlerindeki azalmaya bağlı olarak kuraklığın etkisini bir miktar daha arttırmaya başladığı yorumu çıkarılabilir (Şimşek, 2021). Doğu Akdeniz Havzası üzerinde SPI, SPEI ve SDI yöntemleri ile yapılmış olan çeşitli çalışmalar da son 15 yılda kuraklık etkilerinde artış olduğu fikrini destekleyici bulgular ortaya koymuştur (Caloiero ve diğ., 2018; Kumanlıoğlu, 2019; Özkaya ve Zerberg, 2019; Katipoğlu ve diğ., 2020; Kubiak-Wojcicka ve diğ., 2021; Zeybekoğlu, 2022).

4.3.2. Seyhan Alt Havzaları

Seyhan Alt Havzaları'nda bulunan istasyon verileri ele alındığında nemli dönemlerin en az kurak dönemler kadar gerçekleştiği söylenebilir. Adana Bölge ile Karataş istasyonlarının yağış değerlerinde zaman içerisinde bir miktar artış söz konusu iken; Karaisalı, Kozan ve Yumurtalık istasyonlarının olduğu yerlerde kısmen azalan yağışların varlığından söz edilebilir. Özellikle DPI metoduna göre ciddi kuraklık etkilerinin yaşandığı ifade edilebilir. SPI metodu sonucu elde edilen değerler nemli dönemlerin gerçekleştiği zaman periyotlarını da ortaya koymaktadır. Buna ek olarak SPI metodu ile Adana ve Karataş istasyon çevreleri için son 10 yıllık zaman diliminde Aşırı Kurak dönem elde edilememiş olup bu noktadan hareketle nemli dönem sayılarının kurak dönemlere kıyasla daha fazla olduğu sonucuna varılabilir. Tablo 6'da SPI ve DPI metodu aracılığıyla bulunan en kurak ve en nemli dönemler özetlenmiştir. Bu tabloda birbiri ile aynı veya yakın elde edilen yıllar renklendirilerek belirtilmiştir.

Tablo 6. Seyhan Havzası’nda belirlenen en kurak ve en nemli yıllar

İstasyon Adı	İstasyon No	SPI Sonuçları		DPI Sonuçları	
		En Nemli Yıl	En Kurak Yıl	En Nemli Yıl	En Kurak Yıl
Adana	17351	1981	2008	1981	1970
Karaisalı	17936	1981	2013	2000	2017
Kozan	17908	1981	2000	1976	1980
Karataş	17981	2007	1993	2005	2010
Yumurtalık	17979	1997	2015	1988	2017

İstasyon bazında ele alındığında, SPI ile DPI yöntemleri kullanılarak yapılan hesaplamalarda Adana için 52 yıllık zaman sürecinde gerçekleşen en nemli yıl 1981 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Karataş bölgesi için ise en nemli yılların birbirine yakın zaman aralığında gerçekleştiğini söylemek mümkündür. 2005 ve 2007 yılları için en nemli dönemlerin meydana geldiğini vurgulayan literatür çalışmaları mevcuttur (Köyceğiz ve Büyükyıldız, 2021; Topçu ve Seçkin, 2022). Seyhan Havzası’nın güney kesimi için ölçülmüş yağış değerlerinde belirgin bir düşüş yaşanırken Karataş istasyonu bölgesinde bu durumun geçerli olmadığı, 2010 yılını takip eden süreçte nemliliğin etkin olduğu-söylenebilir (Köyceğiz ve Büyükyıldız, 2023). En kurak yılın tespitinde ise SPI ve DPI metodu birbirine yakın zaman aralıklarını işaret etmektedirler. Karaisalı ve Yumurtalık istasyonu çevrelerinde en kurak yılın DPI metoduna göre 2017’de olduğu görülmektedir. Ayrıca en nemli yıl SPI ile Adana, Kozan ve Karaisalı istasyonlarında 1981’de gerçekleşmiştir. Karaisalı’nın inceleme yeri olarak seçildiği bazı çalışmalarda da en kurak dönemin 2012-2013 yılları arasında gerçekleştiği belirtilmiştir (Sağlamoğlu ve Irvem, 2020; Değerli Şimşek ve diğ., 2023). Kozan istasyonu verileri kullanılarak Seyhan Havzası içerisinde yapılan trend analizi sonucu bu istasyon için negatif bir eğilim belirlenmiştir. Ayrıca DPI ve SPI metodu sonuçlarının birbiri ile uyumlu olamadığı havza içi tek istasyon bölgesinin de Kozan olduğu görülmektedir (Çuhadar ve Atış, 2019). Bu durumda belirgin negatif trendi olan istasyonlar açısından SPI ve DPI metodunun birbirine uyumlu sonuçlar vermeme ihtimali söz konusudur. DPI metodu ile Adana istasyonu civarında en kurak yıl 1970 olarak belirlenmiş olup, aynı bölge için 1970 ile

1975 yılları arasında en kurak dönemlerin gerçekleştiğini ifade eden farklı indis değerlendirmelerinin olduğu literatür çalışmalarına rastlamak mümkündür (Yüce ve diğ., 2018; Dikici ve Aksel, 2019; Topçu ve Seçkin, 2022). Topçu ve Seçkin (2022) çalışmalarında Yumurtalık istasyonu çevresi için en kurak dönemi 1973 yılı olarak belirtmekte olup söz konusu çalışmada 2010 yılı son ele alınan zamandır. İlave olarak günümüze yakın farklı araştırmalarda en kurak dönemler 2015 ve 2017 seneleri olarak dikkat çekmektedir (Dikici ve Aksel, 2019; Bayer Altın ve diğ., 2020; Alkan ve Tombul, 2022; Dikici, 2022). Bu çalışma dahilinde elde edilen indis değerleri ve de literatürdeki trend analizi, kuraklık indeks hesaplamalarında Seyhan Havzası'nda kuraklık etkilerinin en yoğun hissedildiği bölge olarak Kozan istasyonu çevresi belirlenmiştir (Gümüş, 2019). Bahsedilen çalışmalar göz önüne alındığında ise kuraklık açısından kırılma noktasının 2000 yılı olduğu ifade edilmektedir (Topçu ve diğ., 2022; Köyceğiz ve Büyükyıldız, 2023). Havza genelinde nemli ve kurak dönemlerin bir uyum içinde birbirini takip ettiği söylenebilir; nemli dönemlerden kurak dönemlere, kurak dönemlerin hemen ardından ise nemli dönemlere geçiş olduğu gözlenmektedir (Topçu ve diğ., 2022). Her iki indise göre de en kurak yılların çoğunlukla 2000'li yılların devamında gerçekleştiği görülmektedir, benzer çıkarımların farklı kuraklık indeksleri kullanılarak yapılmış incelemelerde de öne sürüldüğü söylenebilir (Bayer Altın ve diğ., 2021; Alkan ve Tombul, 2022; Dikici, 2022). Son yıllarda artan kuraklık etkilerinin Akdeniz kıyıları için ilerleyen zamanlarda daha net bir şekilde hissedileceği düşünülmektedir (Çavuş ve Aksoy, 2019).

4.3.3. Ceyhan Alt Havzaları

Ceyhan Havzası alt havzaları içinden seçilen dört istasyonun verilerine göre Ceyhan, Kahramanmaraş ve Gaziantep istasyonu bölgelerinde nemlilik etkilerinin zaman içinde arttığı söylenebilirken, Göksun istasyon çevresi için belirgin bir negatif yağış trendinden söz edilebilmektedir. Nemli ve kurak dönemlerin tespitinde Seyhan ve Doğu Akdeniz Havzaları için SPI-G metodu ile nemli, SPI-L yöntemiyle ise kurak dönemleri daha detaylı olarak inceleyebilmek mümkündür. Havza genelinde 2010 yılından itibaren nemlilik etkilerinde bir azalma olduğu düşünülmektedir (Alkan ve Tombul, 2022). Göksun bölgesi istasyonu için elde edilen en nemli ve en kurak dönemler kıyaslandığında SPI ve DPI metodunun iyi bir uyum yakaladığı görülmektedir. Bu istasyon yerinde en nemli dönemin her iki indis için de 2005 yılında gerçekleştiği görülmüştür, buna ek olarak en kurak dönemler de birbirine yakın olarak

tespit edilmiştir. Göksun için hesaplanan indis değerlerine göre iyi bir uyumunun yakalandığını söylemek mümkündür. Çuhadar ve Atış (2019) Ceyhan istasyonu verilerinden faydalanarak yaptıkları analizlerde en kurak dönemin 2013 yılında gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında da detaylıca incelenen SPI ile DPI değerleri arasındaki en önemli farklılıkların yağış açığının az veya fazla olması durumlarında ortaya çıktığı düşünülmektedir. SPI ile farklı indislerin kıyaslamasının yapıldığı birçok çalışma mevcut olup, özellikle SPI yöntemi ile SPEI sonuçlarının mukayese edildiği ve SPI değerlerinin nemli dönem sayılarını daha yüksek sayıda verdiği; SPEI sonuçlarının ise kurak dönemleri belirlemede daha etkili olduğu çalışma örnekleri de bulunmaktadır (Yüce ve Eşit, 2020). Benzer bir şekilde bu çalışmada da SPI ile DPI değerlerinin kıyaslanması sonucunda SPI metodunun nemli, DPI yönteminin ise kurak dönemlerin belirlenmesinde daha fazla sayıda çıktılar ürettiği söylenebilir (Tablo 7).

Tablo 7. Ceyhan Havzasında belirlenen en kurak ve en nemli yıllar

İstasyon Adı	İstasyon No	SPI Sonuçları		DPI Sonuçları	
		En Nemli Yıl	En Kurak Yıl	En Nemli Yıl	En Kurak Yıl
Ceyhan	17960	2019	2014	1997	2020
Kahramanmaraş	17255	1996	1999	1976	2020
Göksun	17866	2005	2016	2005	2013
Gaziantep	17261	1996	2020	1996	2020

Ceyhan Havzası içerisinde Gaziantep istasyonu bölgesinde SPI ve DPI metotları ile birebir aynı sonuçlar elde edilmiştir. Bu hesaplamalarda Gaziantep istasyonu için en nemli dönemin 1996, en kurak dönemin ise 2020 yılında gerçekleşmiş olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar arasındaki bir diğer göze çarpan durum ise DPI metoduna göre en kurak yılın, Göksun istasyonu hariç diğer istasyonlar için 2020 yılı olarak tespit edilmiş olmasıdır. DPI metodu Göksun bölgesi için en kurak dönemin 2013 yılında gerçekleştiğini göstermektedir. DPI sonuçlarından yola çıkılarak, Ceyhan istasyonu çevresinde en kurak dönemlerin son 10 yıllık periyotta gözlemlendiği ve kurak dönemlerin şiddetinde bir artış olduğu ifade edilebilir. Literatür çalışmalarında kuraklık değerlendirmeleri açısından Seyhan ile Ceyhan

Havzaları'nın birlikte ele alındığı görülebilmekte, her iki havza için de kuraklığın olumsuz etkilerinin 2015 yılı sonrası artış gösterdiği açıklanmaktadır (Dikici ve Aksel, 2019; Bayer Altın ve diğ., 2021; Alkan ve Tombul, 2022; Dikici, 2022). Gaziantep ili kapsamında 1996 yılında kuraklık etkilerinde belirgin bir artış görülmüş olup, Ceyhan Havzası için 1997 yılı kurak dönemlerin gerçekleşme frekansında hissedilir bir yükselişin olduğu yıl olarak dikkat çekmektedir. Kahramanmaraş bölgesinde kuraklığın etkilerinin değerlendirildiği birçok araştırmada 1998-1999 yılları kurak geçen zaman periyotları olarak tespit edilmiştir (Uzunkol ve Kızılelma, 2016; Karabulut ve Cosun, 2019). Bu çalışmada 2021 yılına kadar olan güncel veriler kullanılarak yapılan kuraklık analizlerinde 2005 yılı itibariyle kuraklığın etkilerinin daha çok arttığı ve pik değerlerin daha yakın zamanlarda meydana geldiği görülmüştür. Söz konusu havza için 1970-2005 yılları arası yapılan değerlendirmelerde ise Aşırı Kurak dönemlerin 2001 yılında gerçekleştiği ifade edilmiştir (Gümüş ve Algın, 2017). SPI ve DPI yöntemlerinin hesap adımlarında giriş değişkeni olarak sadece yağış verisinin ele alınması, ayrıca son yıllarda küresel iklim değişikliği beraberinde yağış değerlerindeki düşüşler, nemli dönem sayılarının azalmasına sebep olmuştur (Bayer Altın ve Barak, 2017; Alami ve diğ., 2017; Özfidaner ve diğ., 2018; Çuhadar ve Atış, 2019; Köyceğiz ve Büyükyıldız, 2022).

4.3.4. Asi Nehri Alt Havzaları

Asi Havzası kuraklık etkilerinin incelenebilmesi amacıyla Dört Yol, İskenderun, Antakya ve Samandağ bölgeleri üzerinde çalışılmıştır. Tablo 8'de görüldüğü üzere SPI ve DPI metotları İskenderun ve Antakya istasyon çevresinde en nemli yılı birbirine uyumlu olarak hesaplamıştır. Dört Yol istasyonunda ise en kurak yıl değerlendirmelerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülebilir. Samandağ bölgesinde ise her iki yöntemin hem en nemli yılları hem de en kurak yılları birebir olmasa da nispeten yakın olarak ürettiği söylenebilmektedir. Dört Yol ve İskenderun'da her iki metot açısından pik dönemler 2000'li yıllardan önce gerçekleşmekte, Samandağ bölgesi için mevcut analizler bu dönemleri 2000 yılı sonrasında ortaya çıkarmaktadır. İskenderun ve Antakya istasyonlarında SPI ve DPI metotlarının en nemli dönemlerin analizlerinde belirgin bir uyum söz konusuysa, en kurak dönemlerin birbirinden tamamen ayrı zaman dilimlerinde meydana geldiği görülmüştür.

Tablo 8. Asi Nehri Havzasında belirlenen en kurak ve en nemli yıllar

İstasyon Adı	İstasyon No	SPI Sonuçları		DPI Sonuçları	
		En Nemli Yıl	En Kurak Yıl	En Nemli Yıl	En Kurak Yıl
Dörtyol	17962	1988	1975	1981	1978
İskenderun	17370	1988	1972	1988	1989
Antakya	17372	1976	1972	1976	2015
Samandağ	17986	2010	2020	2009	2017

Kuraklık ve nemlilik etkilerinin pik yaptığı yılların 1970-2000 yılları arasında sıklıkla görüldüğü söylenebilir. 2000’li yılların başında en ciddi kuraklık etkilerine rastlanmakta ve bu durumun Asi Havzası’nı konu alan çalışmalarda da belirtildiği söylenebilir (Gümüş, 2017; Dikici, 2018; Dikici, 2020). SPI ve DPI sonuçlarına göre 1980-2005 yıllarında belirlenen kurak yılların 1954-1979 senelerindeki kurak dönemlere kıyasla %100 oranında artış gösterdiği görülmektedir. Benzer sonuçları öne süren çalışmalar da mevcuttur (Gümüş, 2017; Caloiero ve diğ., 2018;). Antakya’da 1972 yılından–itibaren ilk 10 yıllık zaman zarfında sıklıkla Aşırı Kurak dönemlere rastlanırken, 1990 yılından itibaren kuraklık şiddetinde ciddi bir artış olduğu görülebilir. Topçu (2018) çalışmasında da Antakya bölgesi için kuraklık seviyelerinde belirli bir artış olduğunu açıklamaktadır. Havza genelinde 1972, 1975, 1989, 2015 ve 2017 yıllarında kuraklık etkileri yoğun olarak görülmektedir, bu sonuçlar literatürde yer alan araştırmaları da destekler niteliktedir (Özdemir ve Erkuş, 2017; Dikici ve Aksel, 2021; Dikici, 2020). Elde edilen SPI Gamma sonuçları özelinde değerlendirildiğinde benzer çıkarımlar literatürde bulunmaktadır (Alcar, 2022). Buna ek olarak 2015-2021 yıllarını da kapsayan güncel yağış verilerinin dahil edilmesi ile kurak dönemlerin 2020 yılında da etkilerini sürdürdüğü görülebilir. Topçu ve Seçkin (2022) çalışmalarında da belirttikleri üzere İskenderun ve Antakya için en kurak yılın 1972’de gerçekleştiği, 2013 yılında ise nemlilik etkilerinin pik seviyelere ulaştığı anlaşılabılır. Samandağ istasyonu verileri için en kurak yılların 2010 yılından sonra meydana gelmesi Akdeniz Bölgesi’nde genel olarak artış gösteren kuraklık değerleri ile uyumluluk göstermektedir (Spinoni ve diğ., 2014).

4.4. Şehir ve İlçe Bazında SPI ve DPI Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Havza bazında ele alınan veriler çok geniş bir alanı ve birçok şehri kapsamaktadır. Ancak kurak ve nemli dönemlerin daha küçük alanlarda değerlendirilmesinin detaylı bir gözlemin yapılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle mevcut bölümde, elde edilen sonuçlar şehir ve ilçe bazında incelenerek detaylandırılmıştır. Böylece gözlem alanları daha ufak parçalara ayrılarak, kurak ve nemli dönemlerin daha ayrıntılı olarak yorumlanmasına olanak sağlayabilecektir. Bu bağlamda; Adana, Mersin, Antalya, Kahramanmaraş, Gaziantep ve Hatay olmak üzere 6 şehir bazında değerlendirme yapılmıştır. Her bir şehir için gerçekleşen nemli ve kurak dönemler ilçeler de dahil edilerek Tablo 9-10-11’de verilen bilgiler ışığında yorumlanmıştır. SPI ve DPI verilerinin ele alındığı Tablo 9-10-11’de pozitif işaretli en büyük indis değeri ‘mavi’; negatif işaretli en küçük indis değeri ise ‘kırmızı’ olarak renklendirilmiştir. Bu düzenleme ile kurak dönemlerin kırmızı, nemli dönemlerin ise mavi renklerle temsil edilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede indislerin ele alındığı tüm bölgelerde benzer sonuçların tespitleri daha kolay gerçekleşebilecektir.

4.4.1. Adana İli ve İlçeleri Indis sonuçları

- SPI-G sonuçları ele alındığında en nemli dönemin 2009 senesinde 3,56 SPI değeriyle Karataş’ta meydana geldiği, en kurak dönemin ise 2013 yılında -2,46 SPI değeri ile Karaisalı ilçesinde olduğu görülmektedir (Tablo 9). Şehir geniş bir alana yayılmış olmasına karşın ortalamadan fazla ya da eksik olan yağış değerlerinin il merkezi ve ilçelerde benzerlik gösterdiği söylenebilmektedir. Ancak 2008 yılında Adana ili ve Karaisalı ilçesinde Aşırı Kurak dönemler yaşanırken diğer ilçelerde böyle bir durumun söz konusu olmadığı, bu nedenle 2008 yılının merkeze yakın ilçelerde daha kurak yaşandığı düşünülmektedir.
- SPI-L sonuçları incelendiğinde en nemli ve en kurak dönem SPI-G ile benzer olarak sırasıyla 2008 ve 2013 yıllarında yaşanmıştır. 2007 yılında Karataş ilçesinde Aşırı Nemli dönem görülürken, diğer ilçelerde normale yakın seviyelerde kurak ve nemlilik etkilerinden söz edilebilmektedir. 1970-1975 seneleri ile 2013-2018 yılları arasında kurak dönemlerin arka arkaya yaşandığı görülmektedir. 1976, 1980, 1981, 1987, 1988, 1991, 1994, 1996, 2000, 2001, 2009 ve 2019 yıllarında tüm ilçelerde nemli dönem etkilerinin mevcut olduğu düşünülmektedir.

- DPI sonuçlarına göre Adana ili ve ilçelerinde en nemli dönem 2008 yılında, en kurak dönem ise 2020 yılında Karataş ilçesinde meydana gelmiştir. 1996-2009 yılları arasında nadiren Aşırı Kurak yıllara rastlanmakta olup, çoğunlukla Orta ve Şiddetli Kurak dönemlerden söz edilebilmektedir. 2010 yılı sonrasında ise sıklıkla Aşırı Kurak dönemlerin varlığı dikkat çekmektedir. 1976, 1987, 1988, 1995, 1996, 1997, 2000, 2001, 2005, 2006 ve 2009 yıllarında il merkezi ve ilçelerin tamamında nemlilik etkilerinin ön planda olduğu söylenebilmektedir.

4.4.2. Mersin İli ve İlçeleri İndis sonuçları

- SPI-G yöntemine göre, en nemli yılın 2001'de Silifke'de, en kurak yılın ise 2013 yılında Anamur'da meydana geldiği görülmektedir. 1976, 1981, 1988, 1996, 1997, 1998, 2000, 2001, 2009, 2012, 2018 ve 2019 yıllarında il merkezi ve ilçelerinde nemli dönemlerin yaşandığı söylenebilmektedir. 1971, 1972, 1973, 1982, 1986, 1990, 1993, 1999, 2005, 2008, 2013 ve 2015 senelerinde ise Mersin'in tüm ilçelerinde kurak dönemlerin aynı şekilde meydana geldiği dikkat çekmektedir. Gamma olasılık dağılımına göre en kurak yıl olarak belirlenen 2013 yılını takip eden 2014 senesinde Anamur ilçesi dışında kuraklığın azaldığı söylenebilir. 2013 yılındaki ciddi derecedeki yağış azlığının Anamur ilçesinde normal seviyelere dönmesi ve nemli dönemlere geçiş ancak 5 yıl sonra gerçekleşebilmiştir.
- SPI-L sonuçları ele alındığında; en nemli ve en kurak dönemlerin SPI-G ile benzer olarak yaşandığı görülmektedir. Mersin'in tümü için 2015 yılından itibaren kurak dönemlerin Orta Kurak seviyelerini aşmadığı anlaşılmaktadır. 1976, 1981, 1985, 1988, 1994, 1996, 1997, 1998, 2000, 2001, 2009, 2012, 2018 ve 2019 yıllarında söz konusu İlin tüm bölgeleri için nemli dönemlerin belirgin bir şekilde etkili olduğu düşünülmektedir. En uzun kurak dönem 1970-1973 yılları arasında istinasız tüm alanlarda gerçekleşmiştir. En uzun nemli dönem ise 1996-1998 yıllarında ortak bir zaman periyodu olarak değerlendirilebilir.
- DPI metodu sonuçlarına göre, en kurak dönem 2013 ve 2014 yıllarında Anamur ilçesinde meydana gelirken, en nemli dönem ise 2012 yılında Mersin il merkezinde oluşmuştur. 1976, 1980, 1985, 1988, 1997 ve 2019 yıllarında Aşırı Kurak döneme rastlanmamış ve kuraklık etkilerinin kısmen daha düşük seviyelerde meydana geldiği

görülmüştür. SPI metoduyla benzer olarak 2012 ve 2014 yıllarında Anamur ilçesi dışında kalan yerlerde kuraklık etkilerinin gözle görülür biçimde azaldığı ve nemliliğin daha etkili olduğu söylenebilir. Mersin ili ve ilçelerinde ortak olarak Aşırı Kurak dönemlerin olduğu yıllar ise 1977, 2004, 2008, 2010 olarak sıralanabilmektedir.

4.4.3. Antalya İli ve İlçeleri İndis Sonuçları

- SPI-G metodu için elde edilen sonuçlara göre, en kurak dönem 2008 yılında Antalya merkezde, en nemli dönem ise 1996 yılında Alanya ilçesinde meydana gelmiştir. 1973, 1982, 1989, 1990, 2008, 2016 ve 2021 yılları il merkezi ve ilçelerinde ciddi kuraklık etkilerinin yoğun olarak gözlemlendiği zaman aralıkları olarak belirtilebilir. Tüm istasyonlarda nemlilik etkilerinin ciddi seviyelerde olduğu yılların 1975, 1976, 1981, 1988, 1994, 1996, 1997, 1998, 2001, 2009 ve 2019 olduğu söylenebilir. En uzun nemli ve kurak dönemlerin merkezde yaşandığı görülmektedir. Ayrıca her ne kadar Antalya'da 2008 yılında ciddi yağış açığı yaşanmış olsa da 2009 yılında bu etkilerin azalarak tekrar nemli döneme doğru bir geçiş olduğundan söz edilebilir.
- SPI-L sonuçlarına göre, en kurak dönem SPI-G ile benzer olarak 2008 yılında Antalya merkezde gerçekleşmiştir. En nemli dönemin ise 2012 yılında Gazipaşa ilçesinde meydana geldiği görülmektedir. 1972, 1973, 1990, 2008, 2016 ve 2020 yılları tüm ilçelerde kurak dönem olarak belirlenmiştir. 1975, 1976, 1978, 1981, 1983, 1984, 1985, 1988, 1994, 1996, 1997, 1998, 2001, 2009 ve 2019 yıllarında ise nemli dönemlerin Antalya il sınırları içerisinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Nemli olarak geçen senelerden özellikle 1981 yılı, nemlilik kategorisinin Şiddetli Nemli düzeyinden daha alt seviyelere düşmemesi ile öne çıkmaktadır. 2012 yılında Alanya, Manavgat ve Gazipaşa istasyonlarında ciddi nemli seviyelere rastlanırken, Antalya merkezde bu dönem Hafif Kurak olarak yaşanmıştır.
- DPI sonuçları ele alındığında, en kurak dönemin 2016 yılında Manavgat'ta, en az kurak dönemin ise 1997 yılında Antalya merkezde gerçekleştiği öngörülmektedir. Antalya ili sınırları içerisinde DPI yöntemi ile nemli döneme geçiş olmadığı ancak hafif nemli dönemlerin bulunduğu söylenebilir. 1973, 1989, 2008, 2018, 2020 ve 2021 yıllarında tüm alanlar için Aşırı kurak dönemler dikkat çekmektedir. 1976, 1997, 2011

yıllarında ise kuraklık etkilerinin tüm ilçelerde kısmen de olsa azaldığını söylemek mümkündür.

4.4.4. Hatay İli ve İlçeleri İndis Sonuçları

- SPI-G sonuçları ele alındığında, en kurak dönemin 1993 yılında Samandağ ilçesinde, en nemli dönemin ise 1976 yılında Antakya’da meydana geldiği söylenebilir. 1970, 1972, 1973, 1982, 1989,1990, 1993 ve 2020 yıllarında Hatay ili ve ilçelerinde kuraklık etkilerinin ciddi seviyelerde yaşandığı görülmektedir. 1976, 1978, 1981, 1983, 1987, 1988, 1991, 1994, 1996, 1998, 2001, 2009, 2012 ve 2019 senelerinde ise tüm ilçelerde ortak nemlilik etkilerine rastlanmıştır. En uzun kurak dönemin 1970-1975 yılları arasında İskenderun ilçesinde 6 yıllık süre ile oluştuğu görülmektedir.
- SPI-L ile elde edilen verilere göre, en kurak ve en nemli yıllar SPI-G ile benzer olarak sırasıyla 1976 ve 1993 senelerinde gerçekleşmiştir. Çalışmanın yapıldığı tüm ilçelerde ortak olarak kurak dönemlerin yaşandığı yıllar; 1970, 1972, 1973, 1982, 1989, 1990, 1993 ve 2020 olarak tespit edilmiştir. Ortak görülen en nemli yıllar ise; 1976, 1978, 1981, 1983, 1987, 1988, 1991, 1994, 1996, 1998, 2001, 2003, 2009, 2012, 2015, 2018 ve 2019 olarak belirlenmiştir. En kurak dönemlerin SPI-L ile SPI-G’de birebir aynı olmasına rağmen SPI-L metodu 2003, 2015 ve 2018 yıllarının da tüm ilçelerde nemli olarak gerçekleştiğine işaret etmektedir.
- DPI metoduna göre ise en kurak dönem 2017 yılında Samandağ, en nemli dönem ise 1981 yılında Dört Yol ilçesinde gerçekleşmiştir. Tüm ilçelerde aynı zamana denk gelen nemli dönem bulunmamasına rağmen kuraklık etkilerinin en düşük seviyelerde seyrettiği yıllar sırasıyla; 1976, 1979, 1981, 1986, 1988, 1991, 1995, 1997, 2005 ve 2009 olarak belirlenmiştir. 1970, 1971, 1972, 1984, 1989, 1993, 2004, 2017 ve 2021 kuraklığın tüm bölgeler için etkili olduğu yıllar olarak tespit edilmiştir.

4.4.5. Kahramanmaraş İli ve İlçeleri İndis Sonuçları

- SPI-G sonuçlarına göre, en kurak dönem 2013 yılında Göksun ilçesinde, en nemli dönem ise 1996 yılında Kahramanmaraş merkezde meydana gelmiştir. 1970, 1990, 1993, 1999, 2008, 2013, 2014, 2016 ve 2017 yılları hem Göksun hem de

Kahramanmaraş'ta kuraklığın etkili olduğu dönemler olarak belirlenmiştir. Her iki bölge için de nemliliğin etkili olduğu yıllar ise sırasıyla 1976, 1978, 1980, 1981, 1987, 1988, 1991, 1994, 1995, 1996, 2003, 2009 ve 2018 olarak tespit edilmiştir. Kahramanmaraş il sınırı içerisinde nemli dönemlerin nadiren Şiddetli Nemli seviyesini aştığı söylenebilir. En uzun nemli dönem Göksun ilçesinde 1975-1981 yılları arasında gerçekleşirken, en kurak dönemin de aynı bölge için 2010-2017 senelerinde oluştuğu görülmektedir.

- SPI-L ile elde edilen verilere göre, en kurak ve en nemli dönemler SPI-G ile birebir aynı olarak bulunmuştur. 1970, 1971, 1974, 1982, 1990, 1993, 1999, 2008, 2013, 2014, 2016, 2017 yıllarının kuraklık etkilerine belirgin bir şekilde maruz kaldığı söylenebilmektedir. 1975, 1976, 1978, 1980, 1981, 1986, 1987, 1988, 1991, 1994, 1995, 1996, 1998, 2003, 2004, 2009, 2018 yıllarında ise çoğunlukla Orta ve Hafif Nemli seviyelerinde olmak üzere nemlilik etkilerinin baskın olduğu düşünülmektedir. 1972,1973,1977,1979 ve 2020 yıllarında Kahramanmaraş merkezde kuraklık hakimken, Göksun ilçesinde nemlilik etkilerinin görüldüğü dikkat çekmektedir. Her ne kadar en kurak dönem Göksun ilçesinde görülmüş olsa da nemli dönemlerin de sıklıkla görüldüğünü söylemek mümkündür.
- DPI sonuçları ele alındığında; en kurak dönem 2016 yılında, en az kurak dönem ise 2005 yılında Göksun'da meydana gelmiştir. En nemli dönemden söz edilememesinin sebebi, Kahramanmaraş'ta ele alınan istasyonlar için DPI yöntemine göre nemli seviyede gerçekleşen herhangi bir yılın tespit edilememiş olmasıdır. Bu nedenle 52 yıllık süreç boyunca söz konusu tüm bölge için kurak dönemlerin sıklıkla yaşandığı ifade edilebilir. Ancak buna rağmen normal seviyelere yakın ve Hafif Kurak kategorisinde gerçekleşen yıllar da bulunmaktadır. Bu yıllar sırasıyla, 1976, 1980, 1988, 1996, 1997, 1998 ve 2009 olarak belirtilebilir. Her iki istasyon için de Aşırı Kurak dönemlerin yaşandığı yıllar ise 2010 ve 2016 olarak tespit edilmiştir.

4.4.6. Gaziantep İli İndis Sonuçları

- SPI-G sonuçları ele alındığında en kurak dönemin 1970 yılında, en nemli dönemin ise 1996 yılında yaşanmış olduğu görülmektedir. Bahsedilen yer için tüm zaman periyotlarında Aşırı Kurak dönem oluşmamasına rağmen 1996 ve 2012 yıllarında Aşırı Nemli dönem meydana gelmiştir. 1970, 1973, 2008 ve 2017 yıllarında ise Şiddetli Kurak dönemlerin etkili olduğu söylenebilir.

- SPI-L metoduna göre en kurak ve en nemli dönemlerin SPI-G ile benzer zamanlarda meydana geldiği düşünülmektedir. 1970 yılında oluşan Aşırı Kurak dönem aynı zamanda en kurak periyodu da temsil etmektedir. 1996 ve 2012 yıllarında da benzer şekilde Aşırı Nemli yılların yaşanmış olduğunu söylemek mümkündür. Aşırı Kurak yılın en son 52 yıl önce meydana geldiği düşünüldüğünde nemlilik etkilerinin kısmen daha baskın olduğu çıkarımı yapılabilir.
- “DPI yöntemi sonuçları SPI çıktılarından farklılık göstermektedir. Buna örnek olarak DPI metodu en kurak yılın 2020’de meydana geldiğini göstermektedir. Ancak kuraklığın minimum seviyelerde gerçekleştiği dönem DPI metodu ile 1996 yılı olarak tespit edilmiştir. 1970, 1984, 1989, 2009, 2012, 2013, 2017, 2019, 2020 ve 2021 yıllarında Aşırı Kurak dönemden bahsedilebilir. Yıllık ortalama DPI bazında nemli dönemlere geçişin olmadığı görülmüştür.

Çalışma kapsamında ele alınan tüm bölgeler birlikte değerlendirildiğinde; en kurak yılın 2013’te Kahramanmaraş’a bağlı Göksun ilçesinde, en nemli yılın ise 2009 senesinde Adana’ya bağlı Karataş ilçesinde meydana geldiği tespit edilmiştir. SPI-G sonuçlarına göre 1976, 1981, 1988, 1996, 2009 yıllarının tüm ilçeler için nemli sınıflandırmalarda; 1982, 1990 yıllarının ise ilçelerin tamamında kurak sınıflandırmalarda meydana geldiği belirlenmiştir. SPI-L’de ise SPI-G ile benzer şekilde en nemli yıl 2009’da, en kurak dönem ise 2013 yılında yaşanmıştır. Buna ek olarak tüm istasyonlar için 1976, 1981, 1988, 1996, 2001, 2009 yıllarında nemli; 1982, 1990 senelerinde ise kurak dönemlerin gerçekleştiği tespit edilmiştir. DPI metodu ile elde edilen sonuçlar ışığında; 1971, 1989, 1990 ve 2010 yılı sonrasında Aşırı Kurak dönemlerin ilçelerin birçoğunda etkili olduğu söylenebilir. 1976, 1981, 1996, 1997 yıllarında ise kuraklık etkilerinin azalarak daha normale yakın seviyelerde gözlemlendiği söylenebilir.

Tablo 9. Yıllık SPI-G değerlerinin şehir ve ilçeler bazında değişimini gösteren renklendirilmiş indis haritası

SPI-G	ADANA						MERSİN				ANTALYA				HATAY				K.MARAŞ		G.ANTEP
	Adana Bölge	Karaisah	Karataş	Kozan	Yumurtalık	Ceyhan	Mersin	Anamur	Erdemli	Silifke	Alanya	Manavgat	Antalya Havaalanı	Gazipaşa	Samandağ	İskenderun	Antakya	Dörtöyl	Kahramanmaraş	Göksun	Gaziantep
1970	-1,15	-0,27	-0,52	-0,57	-0,70	-1,44	-0,41	-0,51	-0,22	0,11	-1,88	0,66	0,01	-0,19	-0,59	-1,27	-0,78	-0,43	-0,72	-1,05	-1,88
1971	-1,33	-1,55	-0,33	0,13	-0,52	-1,51	-0,87	-0,30	-0,54	-0,41	-0,01	-1,17	0,24	-1,38	0,38	-0,87	-0,36	-1,42	-1,02	-0,43	-0,01
1972	-1,17	-0,30	-1,56	-1,11	-1,63	-1,65	-0,38	-1,47	-1,54	-0,81	0,22	-0,79	-1,18	-1,17	-1,59	-2,37	-1,99	-0,83	-1,32	0,00	0,22
1973	-1,32	-0,48	-1,23	-0,98	-0,69	-0,71	-2,07	-0,61	-2,37	-1,30	-1,77	-1,93	-1,60	-1,22	-1,07	-1,27	-0,50	-0,37	-1,59	0,42	-1,77
1974	0,47	0,13	0,09	-0,12	-0,09	-0,15	-0,55	0,26	0,12	-0,05	0,35	0,19	0,90	-0,27	0,27	-1,45	-0,64	-0,28	-0,12	-1,31	0,35
1975	-0,36	0,26	0,14	-1,11	-0,91	-0,77	-0,02	0,22	0,70	0,84	0,04	0,14	0,85	0,32	0,52	-1,63	-0,55	-1,87	0,26	0,87	0,04
1976	1,65	0,97	1,07	2,65	1,72	1,54	0,81	1,19	1,27	0,88	1,46	0,45	0,43	1,39	1,65	0,92	2,62	1,56	2,17	0,60	1,46
1977	-0,24	0,59	-0,41	0,65	-0,70	0,30	-0,83	0,40	-1,16	-1,51	-0,36	-0,86	0,02	-0,78	-0,79	0,37	-0,08	-0,36	-0,80	0,90	-0,36
1978	0,66	0,47	0,23	0,68	1,09	0,76	0,56	1,28	1,28	1,64	-0,16	1,35	1,26	1,00	0,79	0,94	0,73	0,51	0,59	1,08	-0,16
1979	-0,52	-0,38	-0,60	0,48	-0,02	-0,21	0,14	0,64	-0,16	-0,31	-0,24	0,03	0,83	0,10	-0,30	0,27	0,35	0,04	-0,78	0,93	-0,24
1980	0,64	1,74	-0,04	0,18	0,14	0,60	0,32	0,02	0,42	0,17	0,53	0,15	-0,50	-0,62	-0,27	-0,39	0,43	1,06	0,48	1,58	0,53
1981	2,24	2,26	0,89	2,11	1,11	1,21	1,56	1,98	2,01	1,39	0,29	2,12	1,63	2,14	0,25	0,56	0,60	1,85	1,19	1,32	0,29
1982	-1,30	-1,60	-0,82	-0,98	-1,66	-1,66	-2,07	-0,82	-1,53	-1,74	-1,17	-0,48	-0,49	-1,45	-0,82	-1,06	-1,37	-1,25	-1,51	-0,29	-1,17
1983	0,77	0,42	-0,08	0,44	1,14	0,08	-0,14	0,88	0,28	0,70	-0,13	1,11	0,56	0,05	1,23	0,24	0,22	0,54	-0,23	0,62	-0,13
1984	-0,60	0,49	-0,38	-1,41	-0,44	-0,76	-0,07	0,76	0,59	0,77	-0,12	0,68	0,70	0,34	-0,10	-0,08	-0,46	-0,15	-0,35	-0,59	-0,12
1985	0,04	-0,08	0,08	0,27	0,55	0,55	1,25	0,74	1,16	0,38	-0,37	0,56	0,40	0,31	-0,99	-0,96	-0,13	-0,41	-0,26	-0,45	-0,37
1986	-1,02	-1,06	-0,93	0,08	0,33	0,77	-0,38	-0,65	-0,46	-0,32	-0,29	-0,67	-0,41	-0,83	-0,38	0,26	1,45	-0,20	0,44	0,16	-0,29
1987	1,16	1,76	0,45	1,16	0,99	0,72	0,07	0,47	0,01	0,38	0,72	-0,01	-0,89	0,88	0,38	0,79	1,00	0,51	1,22	1,16	0,72
1988	0,89	1,04	0,52	2,05	1,34	0,40	0,70	1,09	0,89	1,12	1,15	1,38	0,64	1,00	0,89	1,96	1,56	1,96	1,81	0,93	1,15
1989	-0,38	-0,78	-1,18	-1,69	-1,30	-1,21	-1,03	-0,46	-0,20	0,18	-0,96	-0,40	-1,17	-0,56	-1,53	-1,77	-2,03	-1,00	0,11	-0,36	-0,96
1990	-1,09	-1,33	-1,70	-1,03	-0,61	-0,38	-0,59	-1,86	-0,84	-0,69	-1,44	-2,02	-1,36	-2,50	-1,71	-0,73	-1,95	-1,52	-1,06	-1,15	-1,44
1991	0,68	0,48	1,10	0,32	1,22	1,91	0,36	-0,21	0,52	-0,64	0,58	-0,03	0,50	0,23	0,87	1,33	0,79	1,56	1,20	1,27	0,58
1992	0,32	-0,40	-0,19	-0,44	-0,26	-0,36	-0,35	-0,82	0,14	-0,20	-0,78	-0,82	-0,41	-0,60	1,57	-0,33	-1,07	-1,44	-0,46	0,26	-0,78
1993	-1,19	-1,16	-1,82	-1,71	-1,56	-0,74	-1,23	-1,70	-0,61	-1,75	0,32	-0,20	-0,12	-1,24	-2,44	-0,93	-1,64	-1,96	-0,66	-0,64	0,32
1994	1,74	0,52	0,89	0,83	1,40	1,41	0,59	0,27	1,03	0,74	1,33	0,77	0,73	1,72	0,14	0,14	0,43	-0,01	0,69	0,56	1,33
1995	0,51	0,24	-0,25	1,47	-0,35	-0,08	0,79	-0,50	-0,33	-1,07	-1,16	-0,04	0,73	-0,24	-0,53	0,30	-0,52	1,47	0,35	0,87	-1,16
1996	0,24	0,62	0,89	0,41	0,83	0,50	1,07	0,87	1,08	0,48	2,64	1,21	1,21	1,21	0,66	0,52	0,31	0,60	2,59	1,82	2,64
1997	-0,06	0,24	1,37	-0,67	2,24	0,95	0,42	0,55	0,46	0,41	0,80	0,06	1,30	1,47	1,03	-0,57	1,03	0,36	0,09	-0,56	0,80
1998	-0,21	-0,35	0,23	0,63	0,86	0,08	0,55	0,68	0,13	0,04	0,39	1,07	0,98	0,42	0,97	1,97	0,95	0,72	1,12	0,38	0,39
1999	-1,20	-0,69	-1,02	-1,06	-0,84	-1,15	-1,58	-0,60	-1,38	-2,12	-1,32	0,28	-0,43	-0,59	-1,33	0,07	-0,50	-0,34	-1,83	-1,37	-1,32
2000	0,22	1,14	-0,04	-0,01	0,55	0,45	0,19	0,76	0,47	0,69	0,31	-0,02	-0,44	-0,18	0,63	-0,91	-0,42	-1,65	-0,05	0,29	0,31
2001	0,58	1,44	0,12	0,37	0,80	1,22	1,95	1,28	2,23	2,35	1,12	1,62	2,24	0,98	0,57	0,32	1,87	0,43	-0,07	0,49	1,12
2002	-1,07	-0,40	-0,22	0,50	-0,22	-0,51	-0,41	0,11	-0,59	-0,43	-0,41	-0,42	-0,05	-0,13	0,72	0,53	-0,37	0,64	-0,55	-0,08	-0,41
2003	-0,29	0,62	-0,23	1,01	0,62	1,34	-0,81	0,10	-0,46	-0,66	1,45	-0,15	1,98	-0,57	0,30	0,70	0,33	0,90	1,02	1,04	1,45
2004	-0,17	0,83	1,21	-0,38	0,25	-0,50	-0,16	-0,22	-0,07	0,30	0,74	0,19	0,80	-0,26	-0,30	-0,94	0,14	-1,41	0,37	0,59	0,74
2005	-0,78	-1,09	0,37	-0,64	-0,66	-0,30	-1,38	-0,84	-1,41	-1,21	-0,45	-1,13	0,11	-1,09	0,02	-0,87	-0,49	0,61	-0,30	0,55	-0,45
2006	0,40	-0,47	0,41	-0,35	-0,28	0,44	-0,82	0,39	-0,62	0,58	0,88	-0,49	0,93	0,82	0,19	0,21	-0,81	0,70	-0,15	0,08	0,88
2007	0,01	-1,33	2,52	-0,69	0,15	0,42	0,04	-0,22	-0,22	-0,34	-0,22	0,09	-1,01	-0,44	-0,13	-0,86	-0,23	-0,63	0,11	-0,06	-0,22
2008	-2,19	-2,21	1,02	-1,25	-0,11	0,31	-1,84	-0,83	-1,64	-2,06	-1,64	-1,64	-3,10	-0,92	0,15	0,26	-0,06	1,20	-0,59	-1,05	-1,64
2009	1,28	0,24	3,56	1,49	1,77	1,72	1,26	1,99	1,30	1,67	0,04	0,77	1,13	1,52	1,89	0,57	1,65	0,82	2,06	1,00	0,04
2010	0,41	-0,06	-0,28	1,26	0,33	0,21	-0,23	0,10	-0,01	-0,28	-0,85	0,44	-1,02	-0,28	0,44	1,43	-0,64	0,23	0,17	-1,44	-0,85
2011	1,04	-0,25	-0,25	-0,40	-0,69	1,25	-0,07	-0,01	0,03	0,75	-0,46	0,02	-0,33	0,69	0,01	-0,14	-0,05	0,08	0,38	-1,09	-0,46
2012	1,96	0,94	0,58	-0,46	0,45	0,82	2,27	1,94	1,91	1,55	2,24	1,94	-0,26	2,41	0,77	1,98	1,34	0,26	0,51	-1,28	2,24
2013	-1,54	-2,46	-0,81	-1,62	-1,97	-1,85	-1,64	-3,05	-1,78	-1,43	-0,55	0,00	-0,72	-1,22	-0,54	0,88	0,43	-1,40	-1,60	-3,49	-0,55
2014	-0,38	-0,08	-0,92	-0,71	-0,85	-1,95	0,78	-2,23	0,01	0,27	-0,98	1,34	-1,02	-0,05	-0,50	-0,51	-1,13	-0,03	-1,04	-0,78	-0,98
2015	-0,13	-0,33	-0,26	-0,78	-1,88	-0,88	-0,23	-0,47	-0,89	-0,81	0,42	-0,42	-0,53	-0,33	0,55	0,67	0,49	0,48	0,41	-0,11	0,42
2016	0,55	0,48	-1,24	-1,07	-0,29	-0,51	0,98	-0,12	-0,64	-0,69	-0,61	-2,86	-1,09	-0,55	-0,28	0,04	0,19	0,08	-1,31	-2,15	-0,61
2017	-0,80	-0,88	-0,99	-0,63	-1,39	-0,93	-0,01	-0,66	-0,13	-0,01	-1,60	-0,07	-0,93	-0,37	-1,71	-1,18	-0,75	0,01	-1,00	-0,38	-1,60
2018	1,39	1,11	0,44	0,56	-0,48	-0,65	2,00	0,57	0,66	0,73	1,41	-0,28	-0,67	0,14	1,51	0,85	1,12	-0,29	0,64	0,61	1,41
2019	1,58	1,78	1,22	0,99	1,39	1,92	1,27	0,54	1,37	1,46	1,31	0,80	0,27	1,47	1,58	1,50	0,67	1,69	0,76	-0,32	1,31
2020	-0,15	-0,45	-1,09	-1,62	-0,58	-0,61	0,18	-0,64	0,44	0,17	-0,52	-1,38	-0,87	0,26	-2,23	-0,48	-1,28	-1,44	-1,13	0,07	-0,52
2021	-0,81	-0,33	-0,16	-0,40	0,40	-0,41	0,06	-0,22	-0,46	0,12	-0,36	-1,16	-0,73	-0,86	-0,81	0,99	0,08	-0,20	-0,27	0,09	-0,36

Tablo 10.Yıllık SPI-L değerlerinin şehir ve ilçeler bazında değişimini gösteren renklendirilmiş indis haritası

SPI-L	ADANA						MERSİN				ANTALYA				HATAY				K.MARAS		G.ANTEP
	Adana Bölge	Karaisalı	Karataş	Kozan	Yumurtalık	Ceyhan	Mersin	Anamur	Erdemli	Silifke	Alanya	Manavgat	Antalya Havaalanı	Gazipaşa	Samandağ	İskenderun	Antakya	Dörtöyl	Kahramanmaraş	Göksun	Gaziantep
1970	-1,17	-0,22	-0,50	-0,56	-0,67	-1,48	-0,36	-0,45	-0,17	0,11	0,32	0,67	0,07	-0,15	-0,56	-1,29	-0,76	-0,40	-0,71	-1,00	-2,00
1971	-1,38	-1,61	-0,29	0,16	-0,49	-1,55	-0,86	-0,24	-0,50	-0,41	-1,41	-1,16	0,28	-1,43	0,40	-0,87	-0,33	-1,45	-1,03	-0,37	0,03
1972	-1,19	-0,25	-1,73	-1,13	-1,70	-1,72	-0,34	-1,48	-1,60	-0,81	-1,55	-0,75	-1,18	-1,19	-1,62	-2,50	-2,11	-0,81	-1,36	0,04	0,27
1973	-1,37	-0,44	-1,32	-0,99	-0,67	-0,69	-2,24	-0,56	-2,61	-1,30	-1,27	-2,02	-1,66	-1,25	-1,06	-1,29	-0,47	-0,34	-1,67	0,44	-1,88
1974	0,51	0,17	0,15	-0,09	-0,05	-0,11	-0,51	0,29	0,17	-0,05	0,24	0,23	0,89	-0,23	0,30	-1,47	-0,61	-0,25	-0,08	-1,28	0,39
1975	-0,32	0,30	0,21	-1,13	-0,90	-0,75	0,03	0,26	0,72	0,84	0,54	0,18	0,84	0,36	0,54	-1,68	-0,52	-1,95	0,30	0,84	0,08
1976	1,58	0,97	1,11	2,50	1,63	1,48	0,82	1,14	1,24	0,88	1,04	0,48	0,46	1,36	1,56	0,92	2,41	1,51	2,06	0,60	1,43
1977	-0,19	0,61	-0,37	0,67	-0,67	0,33	-0,81	0,42	-1,17	-1,51	-0,72	-0,82	0,08	-0,77	-0,76	0,40	-0,04	-0,33	-0,80	0,86	-0,33
1978	0,69	0,50	0,30	0,70	1,08	0,77	0,59	1,21	1,24	1,64	1,15	1,28	1,20	1,00	0,79	0,94	0,75	0,54	0,62	1,02	-0,12
1979	-0,48	-0,34	-0,59	0,50	0,02	-0,17	0,18	0,65	-0,11	-0,31	-0,27	0,07	0,83	0,15	-0,26	0,30	0,39	0,07	-0,77	0,90	-0,20
1980	0,67	1,63	0,03	0,21	0,19	0,63	0,36	0,07	0,46	0,17	0,32	0,19	-0,45	-0,59	-0,23	-0,36	0,46	1,05	0,52	1,44	0,56
1981	2,07	2,05	0,94	2,03	1,10	1,19	1,49	1,78	1,86	1,39	1,88	1,94	1,51	2,02	0,28	0,58	0,63	1,77	1,19	1,22	0,33
1982	-1,34	-1,66	-0,84	-0,99	-1,74	-1,73	-2,23	-0,78	-1,59	-1,74	-1,47	-0,43	-0,44	-1,51	-0,79	-1,06	-1,41	-1,26	-1,58	-0,24	-1,19
1983	0,79	0,46	-0,02	0,47	1,13	0,12	-0,09	0,86	0,32	0,70	0,75	1,08	0,58	0,09	1,19	0,27	0,26	0,56	-0,20	0,62	-0,09
1984	-0,57	0,52	-0,34	-1,45	-0,40	-0,74	-0,02	0,76	0,62	0,77	0,93	0,69	0,71	0,38	-0,06	-0,05	-0,42	-0,12	-0,32	-0,53	-0,07
1985	0,08	-0,04	0,15	0,30	0,58	0,58	1,22	0,74	1,14	0,38	0,81	0,58	0,43	0,35	-0,97	-0,95	-0,09	-0,38	-0,23	-0,39	-0,34
1986	-1,03	-1,05	-0,96	0,11	0,37	0,78	-0,34	-0,60	-0,42	-0,32	-0,70	-0,63	-0,36	-0,83	-0,34	0,29	1,41	-0,17	0,47	0,19	-0,25
1987	1,15	1,65	0,52	1,16	0,99	0,74	0,12	0,50	0,06	0,38	0,82	0,03	-0,86	0,89	0,41	0,80	1,00	0,53	1,22	1,09	0,74
1988	0,90	1,02	0,59	1,97	1,30	0,43	0,72	1,04	0,90	1,12	1,81	1,32	0,65	1,01	0,88	1,88	1,50	1,87	1,75	0,89	1,15
1989	-0,33	-0,75	-1,25	-1,76	-1,33	-1,22	-1,03	-0,40	-0,16	0,18	-0,68	-0,35	-1,16	-0,54	-1,55	-1,83	-2,17	-1,00	0,15	-0,30	-0,96
1990	-1,11	-1,36	-1,90	-1,04	-0,58	-0,35	-0,55	-1,93	-0,82	-0,69	-1,64	-2,12	-1,38	-2,76	-1,75	-0,72	-2,07	-1,56	-1,08	-1,11	-1,50
1991	0,71	0,51	1,13	0,35	1,20	1,81	0,40	-0,16	0,56	-0,64	-0,07	0,02	0,52	0,27	0,86	1,30	0,81	1,51	1,20	1,18	0,62
1992	0,36	-0,36	-0,13	-0,42	-0,22	-0,32	-0,30	-0,78	-0,09	-0,20	0,09	-0,79	-0,36	-0,57	1,49	-0,31	-1,08	-1,47	-0,44	0,29	-0,77
1993	-1,21	-1,17	-2,06	-1,79	-1,62	-0,72	-1,24	-1,74	-0,58	-1,75	-1,30	-0,16	-0,06	-1,27	-2,60	-0,93	-1,71	-2,04	-0,65	-0,58	0,36
1994	1,66	0,55	0,94	0,85	1,35	1,37	0,62	0,31	1,02	0,74	0,48	0,78	0,74	1,66	0,18	0,17	0,46	0,02	0,71	0,56	1,31
1995	0,54	0,28	-0,21	1,45	-0,31	-0,04	0,80	-0,45	-0,28	-1,07	-0,32	0,00	0,74	-0,21	-0,50	0,32	-0,49	1,43	0,39	0,84	-1,19
1996	0,29	0,64	0,94	0,44	0,84	0,53	1,05	0,85	1,07	0,48	0,74	1,16	1,16	1,20	0,67	0,54	0,35	0,62	2,42	1,64	2,44
1997	-0,01	0,28	1,37	-0,66	2,07	0,95	0,46	0,56	0,50	0,41	1,11	0,11	1,23	1,43	1,01	-0,55	1,03	0,39	0,13	-0,51	0,82
1998	-0,17	-0,30	0,30	0,66	0,87	0,12	0,58	0,68	0,18	0,04	0,09	1,04	0,96	0,46	0,96	1,89	0,95	0,73	1,13	0,40	0,43
1999	-1,23	-0,66	-1,06	-1,08	-0,82	-1,16	-1,65	-0,54	-1,42	-2,12	-0,29	0,32	-0,37	-0,56	-1,34	0,10	-0,47	-0,31	-1,95	-1,35	-1,36
2000	0,26	1,11	0,02	0,03	0,58	0,48	0,24	0,76	0,51	0,69	0,01	0,30	-0,39	-0,14	0,64	-0,90	-0,39	-1,70	-0,01	0,32	0,35
2001	0,61	1,38	0,19	0,40	0,81	1,20	1,81	1,21	2,04	2,35	1,38	1,52	2,00	0,99	0,59	0,34	1,77	0,45	-0,03	0,50	1,12
2002	-1,08	-0,35	-0,17	0,53	-0,17	-0,48	-0,37	0,15	-0,56	-0,43	-0,40	-0,37	0,00	-0,09	0,72	0,55	-0,34	0,66	-0,53	-0,03	-0,37
2003	-0,25	0,64	-0,18	1,02	0,65	1,30	-0,79	0,15	-0,42	-0,66	-0,39	-0,11	1,80	-0,55	0,33	0,71	0,37	0,90	1,03	0,99	1,42
2004	-0,12	0,83	1,24	-0,36	0,29	-0,47	-0,11	-0,17	-0,02	0,30	-0,89	0,23	0,80	-0,23	-0,26	-0,93	0,18	-1,44	0,40	0,59	0,76
2005	-0,76	-1,08	0,44	-0,63	-0,64	-0,27	-1,42	-0,80	-1,45	-1,21	-1,96	-1,12	0,16	-1,11	0,05	-0,86	-0,46	0,63	-0,27	0,55	-0,42
2006	0,44	-0,43	0,47	-0,32	-0,24	0,47	-0,79	0,42	-0,58	0,58	-0,20	-0,44	0,92	0,84	0,22	0,24	-0,79	0,71	-0,12	0,12	0,90
2007	0,06	-1,35	2,33	-0,68	0,20	0,46	0,09	-0,17	-0,17	-0,34	-0,12	0,13	-0,99	-0,41	-0,09	-0,85	-0,19	0,61	0,15	-0,01	-0,18
2008	-2,41	-2,39	1,06	-1,28	-0,07	0,35	-1,95	-0,78	-1,72	-2,06	-1,98	-1,68	-3,58	-0,92	0,19	0,28	-0,02	1,18	-0,57	-1,01	-1,73
2009	1,26	0,29	3,10	1,47	1,68	1,64	1,22	1,80	1,26	1,67	1,51	0,77	1,09	1,48	1,77	0,59	1,58	0,83	1,97	0,96	0,08
2010	0,46	-0,02	-0,23	1,26	0,37	0,25	-0,19	0,14	0,04	-0,28	0,20	0,46	-1,00	-0,24	0,46	1,40	-0,61	0,26	0,21	-1,42	-0,84
2011	1,04	-0,21	-0,20	-0,38	-0,67	1,22	-0,02	0,04	0,08	0,75	0,86	0,07	-0,28	0,72	0,05	-0,12	-0,01	0,11	0,42	-1,04	-0,43
2012	1,85	0,93	0,64	-0,44	0,48	0,83	2,07	1,75	1,78	1,55	1,86	1,79	-0,20	2,25	0,77	1,90	1,31	0,29	0,55	-1,25	2,10
2013	-1,61	-2,70	-0,82	-1,68	-2,11	-1,94	-1,72	-3,42	-1,89	-1,43	-1,67	0,05	-0,67	-1,25	-0,50	0,88	0,46	-1,43	-1,68	-3,89	-0,53
2014	-0,34	-0,03	-0,95	-0,71	-0,83	-2,07	0,79	-2,37	0,06	0,27	0,69	1,28	-0,99	-0,01	-0,47	-0,49	-1,14	0,00	-1,06	-0,72	-0,98
2015	-0,08	-0,28	-0,21	-0,78	-1,99	-0,87	-0,18	-0,42	-0,87	-0,81	-0,66	-0,38	-0,48	-0,30	0,57	0,69	0,52	0,51	0,44	-0,06	0,46
2016	0,59	0,51	-1,32	-1,08	-0,24	-0,48	0,98	-0,07	-0,61	-0,69	-0,59	-3,14	-1,08	-0,52	-0,24	0,07	0,23	0,12	-1,36	-2,22	-0,59
2017	-0,79	-0,86	-1,03	-0,62	-1,44	-0,92	0,04	-0,61	-0,08	-0,01	0,08	-0,02	-0,90	-0,33	-1,75	-1,18	-0,73	0,04	-1,02	-0,33	-1,68
2018	1,36	1,09	0,51	0,59	-0,45	-0,63	1,85	0,58	0,68	0,73	0,09	-0,23	-0,63	0,18	1,44	0,86	1,11	-0,26	0,67	0,61	1,38
2019	1,52	1,66	1,24	1,00	1,35	1,81	1,24	0,56	1,32	1,46	1,26	0,80	0,31	1,44	1,50	1,46	0,70	1,62	0,78	-0,26	1,29
2020	-0,10	-0,40	-1,15	-1,69	-0,55	-0,59	0,23	-0,59	0,48	0,17	-0,07	-1,39	-0,84	0,30	-2,35	-0,46	-1,31	-1,47	-1,15	0,11	-0,49
2021	-0,80	-0,28	-0,10	-0,38	0,44	-0,37	0,11	-0,17	-0,41	0,12	-0,45	-1,15	-0,69	-0,85	-0,79	0,99	0,12	-0,17	-0,23	0,13	-0,33

Tablo 11. Yıllık DPI değerlerinin şehir ve ilçeler bazında değişimini gösteren renklendirilmiş indis haritası

	ADANA						MERSİN				ANTALYA				HATAY				K.MARAŞ		G.ANTEP
DPI	Adana Bölge	Karaisalı	Karataş	Kozan	Yumurtalık	Ceyhan	Mersin	Anamur	Erdenli	Silifke	Alanya	Manavgat	Antalya Havaalanı	Gazipaşa	Samandağ	İskenderun	Antakya	Dörtöyl	Kahramanmaraş	Göksun	Gaziantep
1970	-0,77	-0,26	-0,62	-0,13	-0,39	-0,25	-0,39	-0,82	-0,75	-0,40	-0,79	-0,50	-0,68	-0,51	-0,53	-0,28	-0,53	-0,24	-0,57	-0,27	-0,68
1971	-0,57	-0,56	-0,69	-0,10	-0,34	-0,55	-0,57	-0,81	-0,66	-0,48	-0,59	-0,99	-0,56	-0,68	-0,29	-0,33	-0,47	-0,48	-0,49	-0,37	-0,39
1972	-0,30	-0,10	-0,68	-0,21	-0,56	-0,30	-0,40	-0,80	-0,67	-0,61	-0,53	-0,42	-0,59	-0,54	-0,57	-0,43	-0,54	-0,29	-0,54	-0,15	-0,39
1973	-0,28	-0,23	-0,38	-0,28	-0,29	-0,31	-0,50	-0,55	-0,72	-0,36	-0,74	-0,68	-0,98	-0,64	-0,32	-0,40	-0,22	-0,23	-0,57	-0,18	-0,50
1974	-0,19	-0,16	-0,66	-0,34	-0,24	-0,85	-0,42	-0,62	-0,26	-0,40	-0,45	-0,50	-0,58	-0,52	-0,23	-0,22	-0,39	-0,22	-0,37	-0,37	-0,42
1975	-0,73	-0,40	-0,55	-0,54	-0,52	-0,67	-0,60	-0,63	-0,30	-0,48	-0,26	-0,52	-0,37	-0,52	-0,30	-0,35	-0,37	-0,42	-0,82	-0,23	-0,42
1976	-0,10	0,01	-0,21	0,06	0,05	-0,05	-0,31	-0,22	-0,27	-0,39	-0,32	-0,33	-0,34	-0,42	-0,09	-0,13	0,00	-0,05	-0,18	-0,14	-0,18
1977	-0,33	-0,25	-0,76	-0,07	-0,28	-0,19	-0,86	-0,74	-0,70	-1,04	-0,69	-0,51	-0,68	-0,59	-0,37	-0,22	-0,24	-0,41	-0,46	-0,21	-0,39
1978	-0,19	-0,60	-0,50	-0,27	-0,20	-0,05	-0,23	-0,55	-0,71	-0,22	-0,32	-0,41	-0,42	-0,52	-0,27	-0,44	-0,29	-0,62	-0,49	-0,24	-0,48
1979	-0,25	-0,38	-0,37	-0,04	-0,29	-0,20	-0,36	-0,46	-0,58	-0,35	-0,56	-0,79	-0,70	-0,47	-0,34	-0,24	-0,25	-0,17	-0,61	-0,07	-0,39
1980	-0,26	-0,38	-0,57	-0,68	-0,36	-0,06	-0,21	-0,37	-0,31	-0,21	-0,39	-0,50	-0,45	-0,73	-0,67	-0,34	-0,19	-0,16	-0,35	-0,12	-0,40
1981	-0,01	-0,29	-0,67	-0,06	-0,19	-0,23	-0,36	-0,33	-0,44	-0,44	-0,30	-0,27	-0,64	-0,71	-0,24	-0,08	-0,27	0,06	-0,44	-0,08	-0,45
1982	-0,29	-0,39	-0,46	-0,20	-0,31	-0,43	-0,68	-0,41	-0,51	-0,53	-0,48	-0,50	-0,62	-0,68	-0,33	-0,36	-0,45	-0,28	-0,69	-0,31	-0,44
1983	-0,21	-0,45	-0,61	-0,28	-0,18	-0,25	-0,42	-0,52	-0,40	-0,34	-0,57	-0,52	-0,45	-0,65	-0,29	-0,20	-0,57	-0,13	-0,51	-0,20	-0,38
1984	-0,64	-0,23	-1,02	-0,45	-0,69	-0,37	-0,50	-0,34	-0,58	-0,65	-0,13	-0,47	-0,89	-0,89	-0,49	-0,43	-0,45	-0,33	-0,60	-0,27	-0,66
1985	-0,19	-0,40	-0,61	-0,24	-0,20	-0,15	-0,14	-0,38	-0,19	-0,31	-0,48	-0,47	-0,58	-0,63	-0,75	-0,22	-0,35	-0,28	-0,46	-0,19	-0,35
1986	-0,38	-0,58	-0,72	-0,39	-0,35	-0,06	-0,47	-0,54	-0,51	-0,48	-0,54	-0,88	-0,95	-0,68	-0,26	-0,26	-0,32	-0,20	-0,36	-0,35	-0,41
1987	-0,09	-0,16	-0,19	-0,18	-0,25	-0,14	-0,44	-0,45	-0,35	-0,40	-0,17	-0,37	-0,53	-0,27	-0,46	-0,26	-0,47	-0,32	-0,49	-0,42	-0,58
1988	-0,13	-0,26	-0,24	-0,08	-0,10	-0,41	-0,34	-0,27	-0,17	-0,37	-0,40	-0,31	-0,65	-0,30	-0,19	-0,01	-0,21	-0,07	-0,31	-0,10	-0,31
1989	-0,41	-0,73	-0,73	-0,57	-0,44	-0,57	-0,76	-0,53	-0,55	-0,60	-0,75	-0,65	-0,84	-0,74	-0,39	-0,72	-0,57	-0,51	-0,45	-0,47	-0,62
1990	-0,75	-0,44	-0,55	-0,23	-0,27	-0,18	-0,41	-0,68	-0,39	-0,40	-0,48	-0,58	-0,64	-1,04	-0,41	-0,25	-0,39	-0,36	-0,57	-0,40	-0,55
1991	-0,49	-0,35	-0,33	-0,30	-0,34	-0,18	-0,64	-0,56	-0,43	-0,62	-0,59	-0,44	-0,46	-0,74	-0,29	-0,10	-0,15	0,03	-0,55	-0,09	-0,35
1992	-0,24	-0,47	-0,51	-0,45	-0,31	-0,22	-0,50	-0,87	-0,65	-0,33	-0,50	-0,45	-0,84	-0,52	-0,20	-0,10	-0,38	-0,40	-0,39	-0,26	-0,31
1993	-0,34	-0,40	-0,49	-0,42	-0,47	-0,23	-0,46	-0,57	-0,39	-0,51	-0,44	-0,38	-0,40	-0,45	-0,63	-0,28	-0,54	-0,46	-0,50	-0,32	-0,34
1994	-0,46	-0,23	-0,47	-0,11	-0,56	-0,14	-0,53	-0,55	-0,50	-0,45	-0,68	-0,52	-0,64	-0,47	-0,59	-0,19	-0,38	-0,22	-0,50	-0,20	-0,13
1995	-0,14	-0,11	-0,36	0,00	-0,37	-0,09	-0,32	-0,61	-0,41	-0,70	-0,53	-0,51	-0,51	-0,60	-0,32	-0,11	-0,25	0,00	-0,41	-0,14	-0,41
1996	-0,28	-0,07	-0,31	-0,14	-0,14	-0,24	-0,24	-0,42	-0,44	-0,53	-0,42	-0,42	-0,72	-0,39	-0,41	-0,26	-0,46	-0,22	-0,26	-0,07	-0,10
1997	-0,33	-0,08	-0,16	-0,12	0,03	-0,02	-0,18	-0,27	-0,22	-0,10	-0,42	-0,46	-0,09	-0,49	-0,15	-0,27	-0,32	-0,08	-0,26	-0,30	-0,29
1998	-0,37	-0,42	-0,25	-0,29	-0,18	-0,60	-0,31	-0,53	-0,51	-0,43	-0,51	-0,57	-0,48	-0,43	-0,43	-0,19	-0,19	-0,21	-0,25	-0,21	-0,28
1999	-0,61	-0,34	-0,41	-0,16	-0,35	-0,38	-0,84	-0,47	-0,53	-0,73	-0,57	-0,41	-0,60	-0,59	-0,49	-0,21	-0,34	-0,19	-0,80	-0,35	-0,53
2000	-0,10	-0,01	-0,25	-0,11	-0,31	-0,14	-0,39	-0,49	-0,30	-0,34	-0,66	-0,32	-0,67	-0,40	-0,20	-0,29	-0,37	-0,34	-0,53	-0,20	-0,29
2001	-0,24	-0,38	-0,39	-0,18	-0,13	-0,11	-0,49	-0,29	-0,27	-0,36	-0,42	-0,36	-0,48	-0,38	-0,27	-0,34	-0,31	-0,17	-0,51	-0,30	-0,23
2002	-0,49	-0,24	-0,44	-0,04	-0,30	-0,19	-0,47	-0,74	-0,51	-0,67	-0,59	-0,44	-0,66	-0,52	-0,12	-0,04	-0,47	0,00	-0,60	-0,26	-0,42
2003	-0,35	-0,19	-0,42	-0,22	-0,16	-0,06	-0,42	-0,40	-0,53	-0,45	-0,45	-0,48	-0,24	-0,41	-0,32	-0,47	-0,43	-0,21	-0,37	-0,38	-0,11
2004	-0,53	-0,51	0,04	-0,31	-0,38	-0,62	-0,62	-0,64	-0,76	-0,54	-0,85	-0,61	-0,69	-0,53	-0,26	-0,51	-0,25	-0,56	-0,63	-0,34	-0,36
2005	-0,19	-0,31	-0,12	-0,17	-0,29	-0,10	-0,72	-0,39	-0,59	-0,79	-0,76	-0,62	-0,38	-0,51	-0,27	-0,16	-0,25	-0,01	-0,52	-0,05	-0,33
2006	-0,15	-0,33	-0,30	-0,28	-0,41	-0,30	-0,68	-0,82	-0,84	-0,37	-0,82	-0,62	-0,36	-0,54	-0,37	-0,36	-0,32	-0,17	-0,64	-0,36	-0,23
2007	-0,34	-0,38	0,03	-0,26	-0,24	-0,20	-0,53	-0,52	-0,67	-0,49	-1,10	-0,63	-0,99	-0,51	-0,30	-0,39	-0,30	-0,20	-0,51	-0,20	-0,32
2008	-0,43	-0,54	0,13	-0,18	-0,24	-0,05	-0,61	-0,65	-0,64	-0,79	-0,92	-0,78	-0,88	-0,60	-0,19	-0,17	-0,42	-0,23	-0,36	-0,56	-0,43
2009	0,01	-0,20	0,13	-0,03	-0,26	-0,07	-0,38	-0,31	-0,49	-0,22	-0,60	-0,39	-0,48	-0,21	-0,07	-0,21	-0,19	-0,03	-0,19	-0,14	-0,30
2010	-0,24	-0,54	-1,18	-0,13	-0,87	-0,44	-0,56	-0,82	-0,68	-0,67	-0,55	-0,77	-0,84	-0,53	-0,26	-0,07	-0,49	-0,54	-0,81	-0,70	-0,88
2011	-0,04	-0,29	-0,66	-0,17	-0,70	0,05	-0,28	-0,72	-0,56	-0,24	-0,32	-0,49	-0,34	-0,35	-0,48	-0,33	-0,13	-0,14	-0,53	-0,50	-0,54
2012	-0,17	-0,33	-0,85	-0,65	-0,58	-0,86	-0,01	-0,66	-0,18	-0,10	-0,36	-0,73	-0,27	-0,24	-0,50	-0,29	-0,26	-0,47	-0,74	-0,41	-0,34
2013	-0,39	-0,69	-0,77	-0,46	-0,75	-0,83	-0,31	-1,74	-0,90	-0,40	-0,75	-0,80	-0,60	-0,48	-0,66	-0,18	-0,20	-0,23	-0,58	-1,08	-0,74
2014	-0,34	-0,20	-0,68	-0,17	-0,30	-0,35	-0,30	-1,80	-0,31	-0,30	-0,18	-0,70	-0,47	-0,52	-0,15	-0,24	-0,33	-0,09	-0,49	-0,40	-0,61
2015	-0,49	-0,30	-0,68	-0,41	-0,94	-0,45	-0,56	-0,36	-0,90	-0,68	-0,49	-0,58	-0,51	-0,55	-0,36	-0,26	-0,64	-0,18	-0,73	-0,19	-0,27
2016	-0,26	-0,39	-1,06	-0,66	-0,54	-1,09	-0,40	-0,56	-0,82	-0,30	-0,47	-1,39	-0,73	-0,89	-0,79	-0,32	-0,31	-0,14	-0,65	-1,22	-0,45
2017	-0,30	-0,75	-1,00	-0,55	-0,97	-0,79	-0,35	-0,88	-0,95	-0,29	-0,45	-0,92	-0,51	-0,76	-0,80	-0,35	-0,36	-0,39	-0,85	-0,46	-0,90
2018	-0,17	-0,18	-0,41	-0,34	-0,36	-1,07	-0,31	-0,48	-0,70	-0,46	-0,61	-1,19	-0,65	-0,73	-0,43	-0,01	-0,31	-0,09	-0,53	-0,35	-0,40
2019	-0,56	-0,24	-0,52	-0,21	-0,59	-0,34	-0,35	-0,44	-0,46	-0,29	-0,46	-0,68	-0,66	-0,72	-0,53	-0,09	-0,56	0,00	-0,66	-0,24	-0,61
2020	-0,19	-0,62	-1,22	-0,64	-0,93	-1,10	-0,54	-0,56	-1,00	-0,34	-0,84	-0,94	-0,63	-0,71	-0,77	-0,30	-0,42	-0,54	-0,88	-0,28	-1,00
2021	-0,52	-0,30	-0,71	-0,34	-0,53	-0,69	-0,38	-0,39	-0,73	-0,32	-0,92	-0,82	-0,57	-0,98	-0,70	-0,41	-0,41	-0,36	-0,65	-0,21	-0,61

Havza ve bölgelerin kendi içerisindeki detaylı değerlendirilmesine ek olarak, ele alınan altı ilin de SPI ve DPI verileri karşılaştırılmıştır. Bu kıyaslama için 52 yıllık zaman dilimi 1970-1980, 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011-2021 olmak üzere beş ayrı kısımda incelenmiş ve her 10 yıllık bölümün indis değerlerinin ortalaması alınmıştır. Şehirlerin 10 yıllık indis ortalamaları harita üzerinde renklendirilerek Şekil 75, Şekil 76, Şekil 77, Şekil 78 ve Şekil 79 oluşturulmuştur. Bahsedilen zaman diliminde SPI-G, SPI-L ve DPI değerlerinin değişimi maddeler halinde açıklanmaya çalışılmıştır. Renklendirme için kuraklık kategorilerine Tablo 12 ve Tablo 13'te atanmış olan renklerden faydalanılmıştır. SPI değerlerinin genel olarak Hafif Kurak-Hafif Nemli dönemler arasında olması sebebiyle -0,5 ile 0,5 değerleri arasında renk geçişi detaylandırılmıştır. DPI 10 yıllık ortalama değerlerinde ise nemli döneme rastlanmaması sebebiyle, pozitif indis değerleri renk skalasına dahil edilmemiştir.

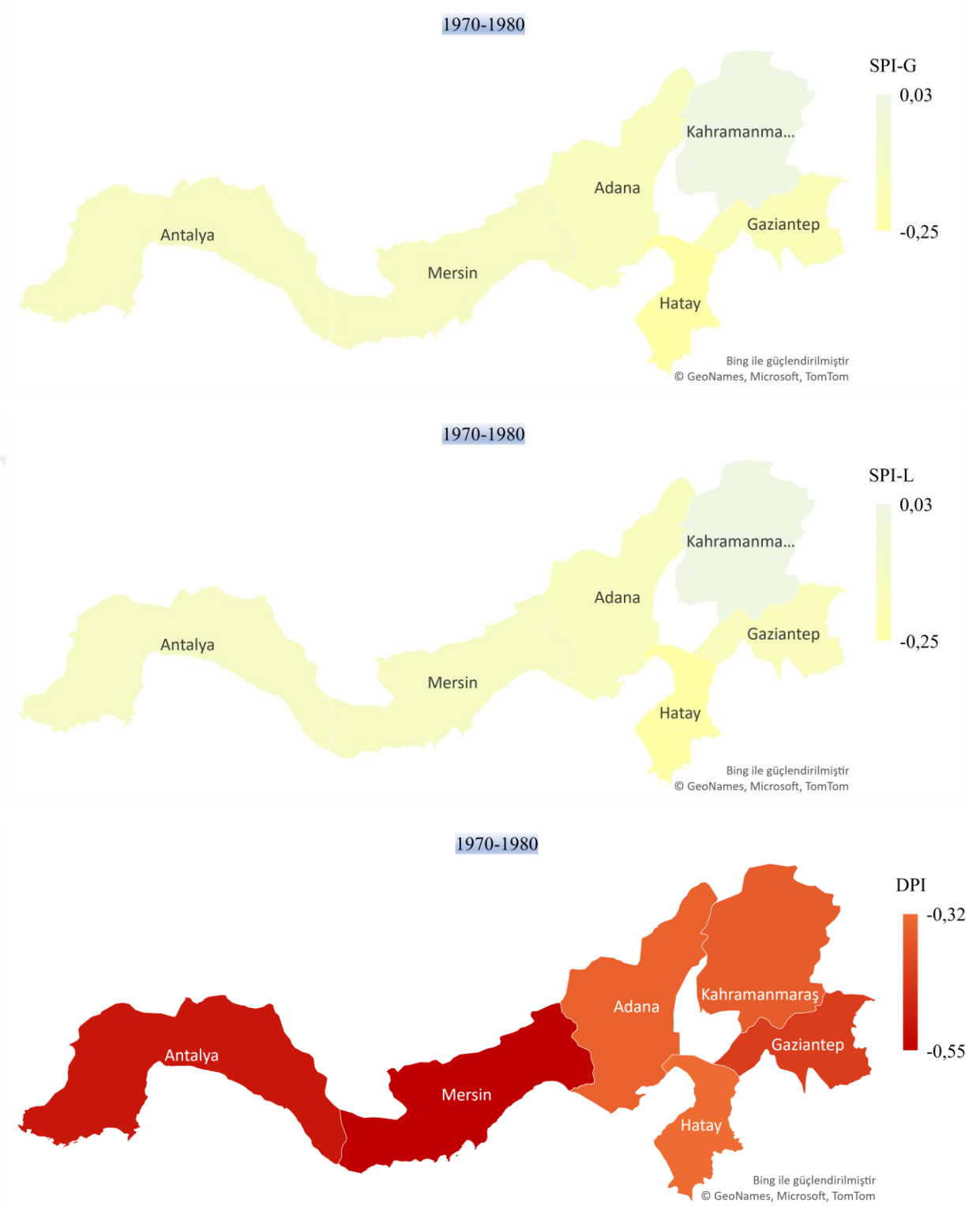
Tablo 12. SPI değerleri renklendirme aralıkları

-2	-1,5	-1	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5	2

Tablo 13. DPI değerleri renklendirme aralıkları

-0,6	-0,5	-0,4	-0,3

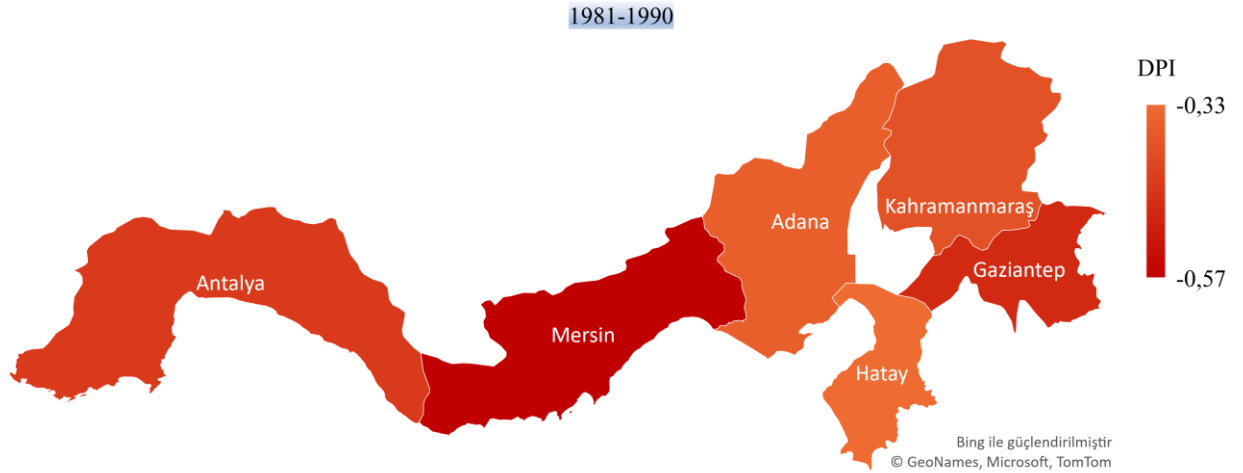
1970-1980 yıllarında, SPI yöntemleri ile en kurak ilin Hatay en nemli ilin ise Kahramanmaraş olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 75). Ancak DPI haritasında Mersin ilinde kuraklık etkileri belirgin şekilde görülürken; Adana, Kahramanmaraş ve Hatay illerinde kuraklık etkilerinin azlığından söz edilebilir. Hem SPI-G hem de SPI-L metoduna göre illerin en kuraktan en nemliye göre sıralanışı Hatay-Antalya-Mersin-Adana-Gaziantep-Kahramanmaraş olarak yapılabilmektedir. DPI yöntemi için bu sıralama Mersin-Antalya-Gaziantep-Kahramanmaraş-Adana-Hatay olarak yazılabilir. Hatay ili SPI'ya göre en kurak seviyede iken DPI'ye göre en nemli yer olması dikkat çekicidir.



Şekil 75. 1970-1980 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası

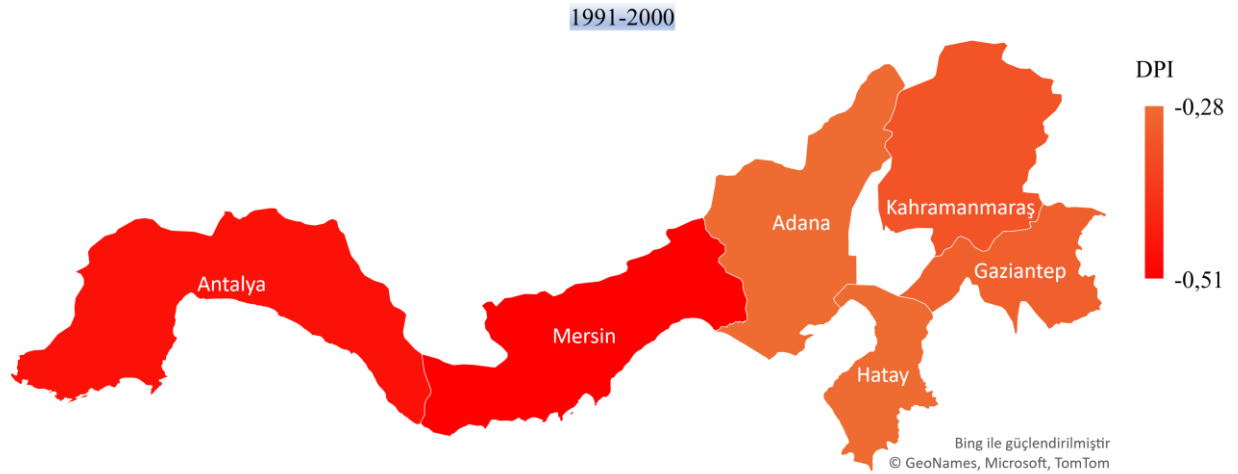
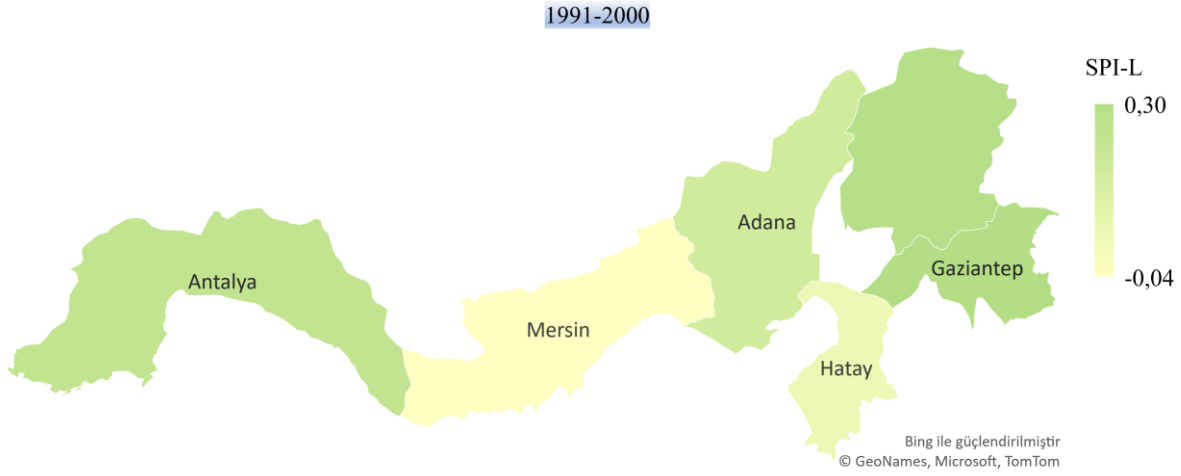
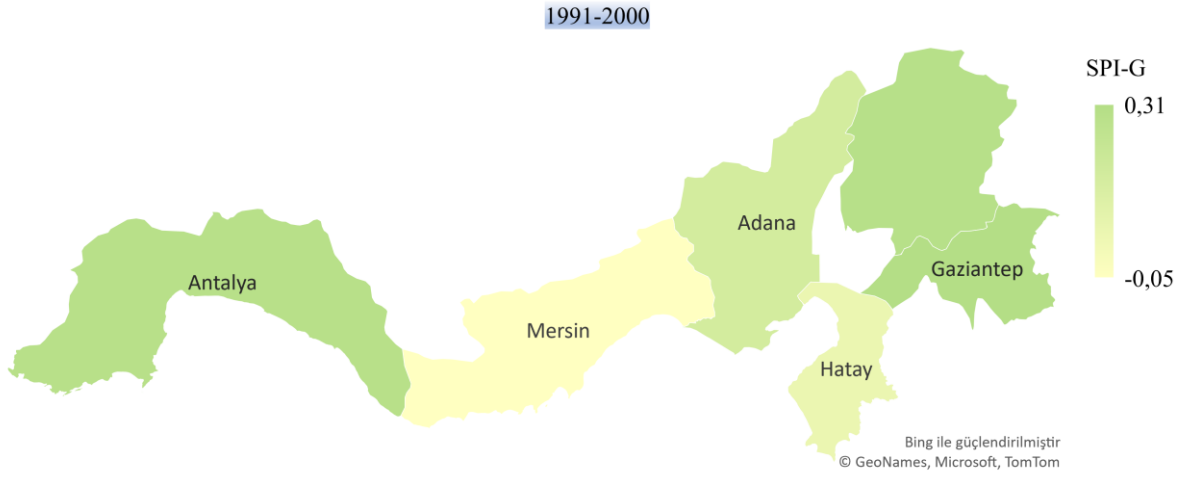
1981-1990 yıllarında, SPI-G ile SPI-L sonuçları için en nemli il olarak Mersin, en kurak yer ise belirgin bir şekilde Gaziantep olarak ifade edilebilir (Şekil 76). İlk 10 yıllık zaman aralığında nemlilik etkilerinin en yoğun olduğu Kahramanmaraş ilinde, ikinci 10 yıllık dönemde de bu etkilerin devam etmekte olduğunu söylemek mümkündür. SPI sonuçlarına göre illerin en kuraktan en nemliye göre sıralanışı; Gaziantep-Hatay-Antalya-Adana-Kahramanmaraş-Mersin ili şeklindedir. DPI metodunda ise en kurak dönem ilk 10 yıllık dönemle benzerlik göstermekte, bu doğrultuda söz konusu kuraklığın yoğunlukla Mersin ilinde yaşandığı ifade edilebilmektedir. En kurak ilden en nemli ile bu şekilde sıralama yapılacak olursa, Mersin ilini sırasıyla Gaziantep-Antalya-Kahramanmaraş-Adana ve Hatay illeri takip etmektedir. Bahsedilen zaman periyodu açısından Hatay kuraklığın en az hissedildiği yer olarak göze çarpmaktadır.





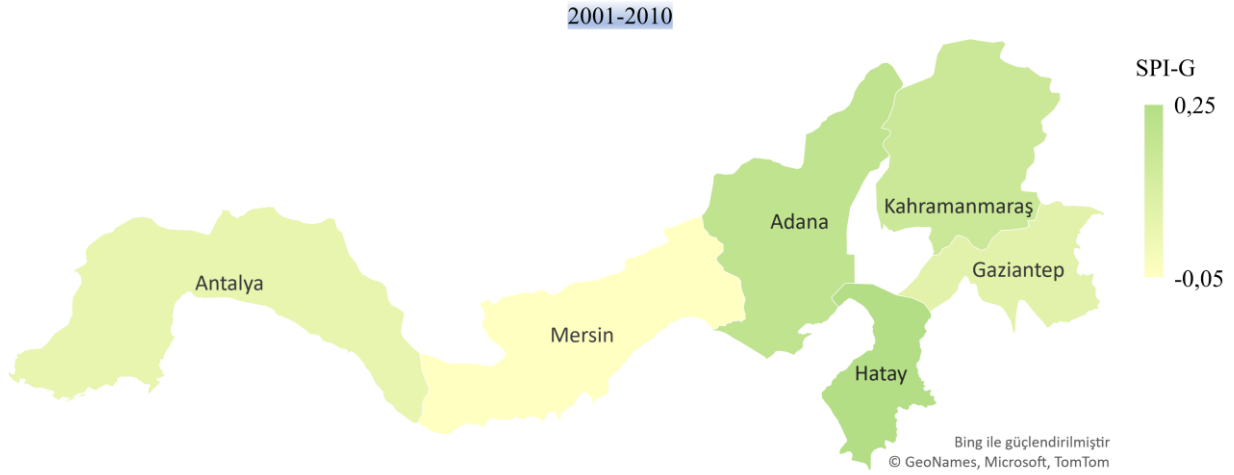
Şekil 76. 1981-1990 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası

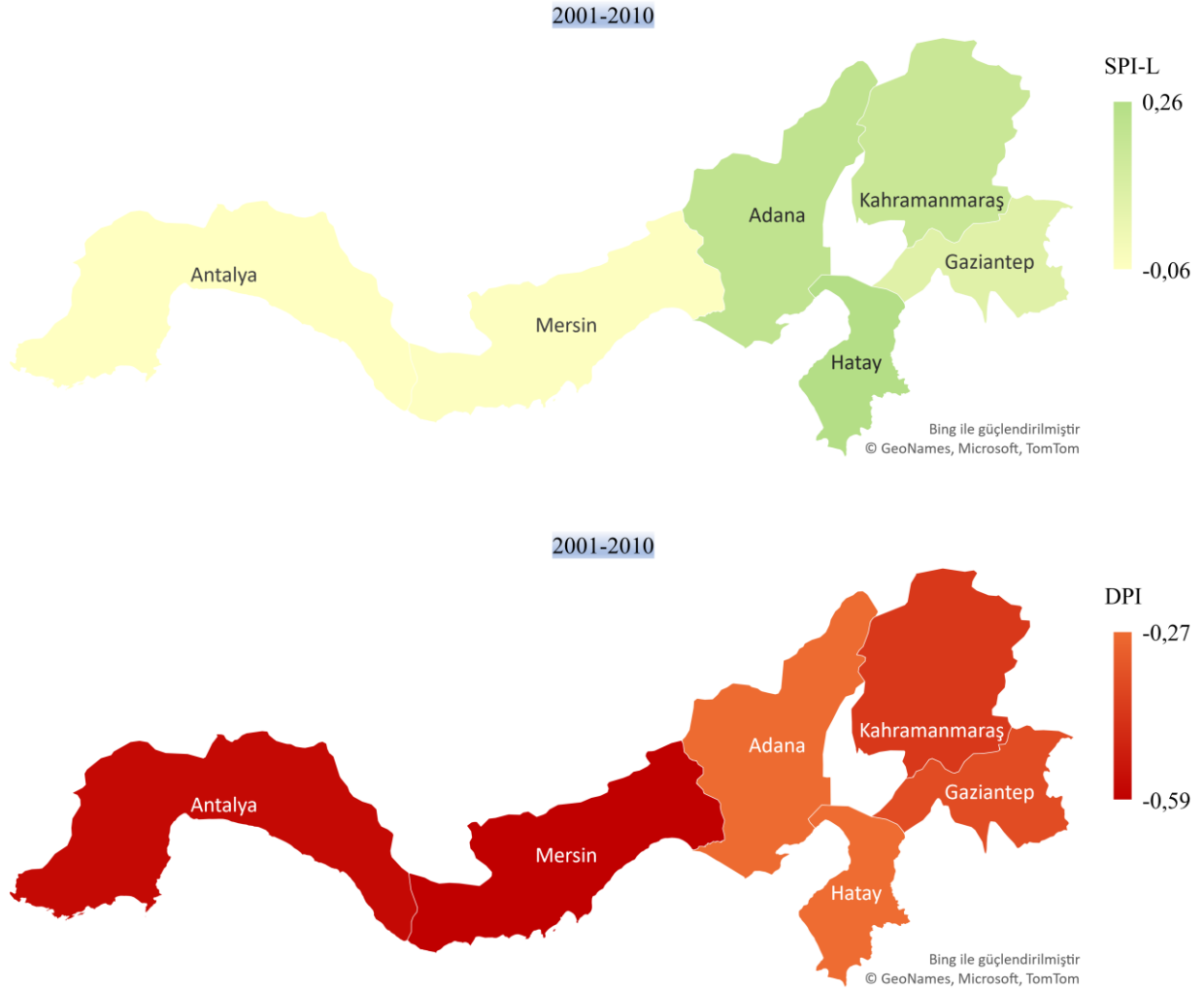
1991-2000 yıllarında, SPI yöntemine göre en kurak olan ilin Mersin olduğu görülmektedir, ancak tüm illerde genel olarak nemlilik etkilerinin belirgin olarak hissedildiğini söylemek mümkündür (Şekil 77). Gaziantep çalışma kapsamında ele alınan ikinci zaman diliminde en kurak il iken üçüncü zaman diliminde ciddi nemlilik etkilerine maruz kalmıştır. En kurak şehirden en nemli şehre doğru Mersin- Hatay- Adana- Antalya- Gaziantep- Kahramanmaraş sıralaması yapılabilir. Buradan yola çıkılarak Kahramanmaraş için ilk 30 yıllık dönemin diğer şehirlere kıyasla daha nemli yaşandığı anlaşılmaktadır. DPI sonuçları ele alındığında kuraklık etkilerinin en yoğun görüldüğü ilin yine Mersin olduğu söylenebilir. Ancak Antalya ilinin de en az Mersin kadar kuraklık etkilerine maruz kaldığı görülmektedir. Bu illeri sırasıyla Kahramanmaraş-Gaziantep-Adana ve Hatay illeri takip etmektedir. DPI metoduna göre de Gaziantep ilini kapsayan kurak dönemlerin üçüncü zaman dilimi açısından azaldığı ifade edilebilir.



Şekil 77. 1991-2000 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası

2001-2010 yıllarında, SPI yöntemiyle en kurak ilin yine Mersin olduğu görülmektedir. Bu sonuçtan yola çıkarak 1990-2010 yılları arasında özellikle Mersin için kuraklığın oldukça etkili olduğu söylenebilir (Şekil 78). Bu zaman periyodunda Antalya ve Kahramanmaraş açısından nemlilik düzeylerinde bazı azalmalardan bahsedilebilir. Bu metot kullanılarak elde edilen sonuçlarda en kurak ilden en nemli ile doğru yapılan sıralama Mersin- Antalya- Gaziantep- Kahramanmaraş- Adana ve Hatay olarak değişiklik göstermiştir. Hatay için 1970-2000 arası 30 yıldır süregelen kuraklık etkilerinin son zamanlarda nemli durumlara geçiş gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak ele alınan şehirlerin SPI ortalamaları dikkate alındığında Hafif Kurak ile Hafif Nemli arasında bir geçişe sahip olduğu söylenebilir. DPI metodu sonuçları göz önüne alındığında Mersin kuraklık bakımından yine etkilenme seviyesi yüksek bölge olarak dikkat çekmektedir. İlaveten kuraklık indisleri detaylı incelendiğinde kuraklığın derecesinde de artışların söz konusu olduğu görülebilir. Dördüncü zaman diliminde DPI sonuçları bakımından Mersin- Antalya- Kahramanmaraş- Gaziantep- Adana- Hatay sıralaması yapılabilir.

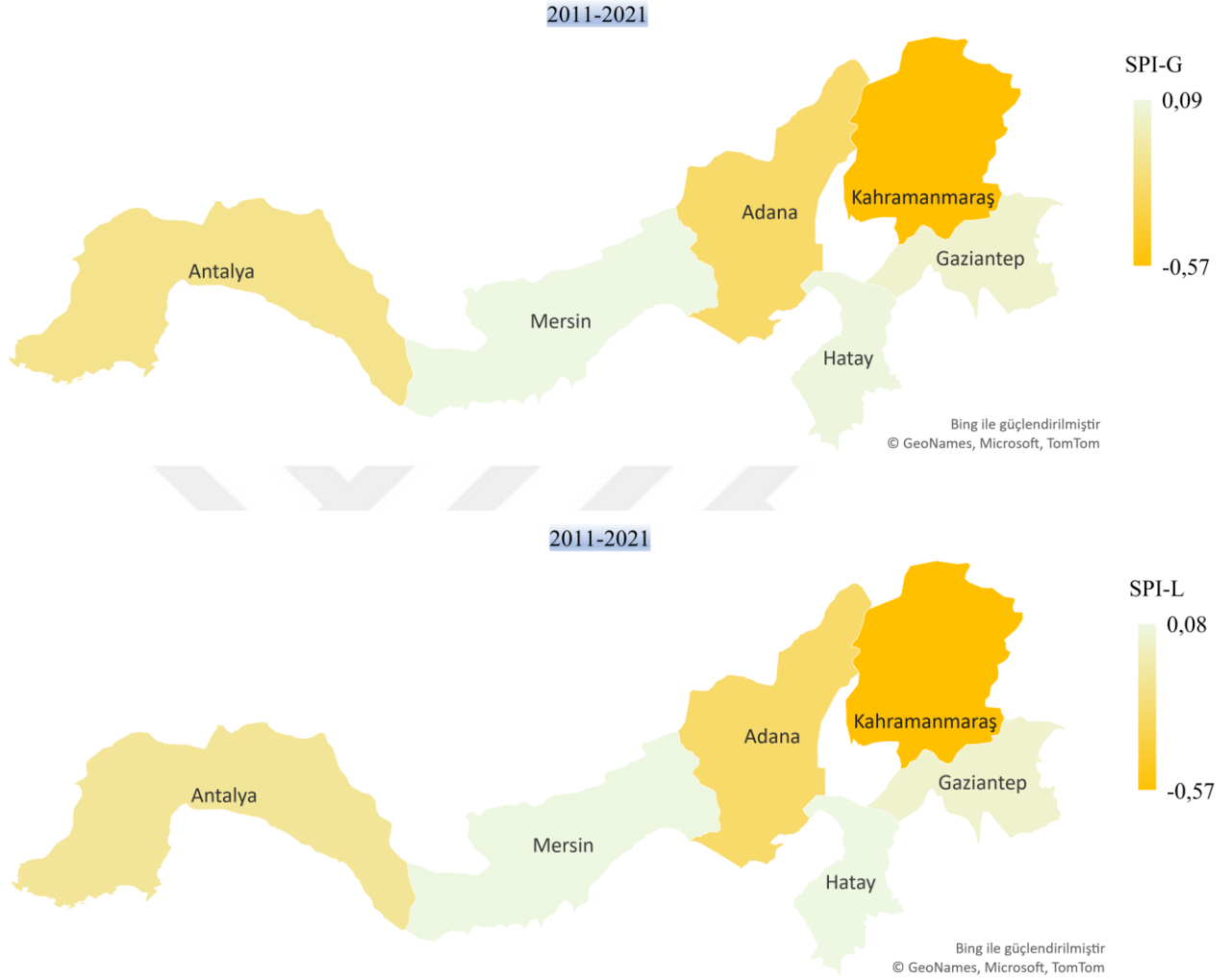


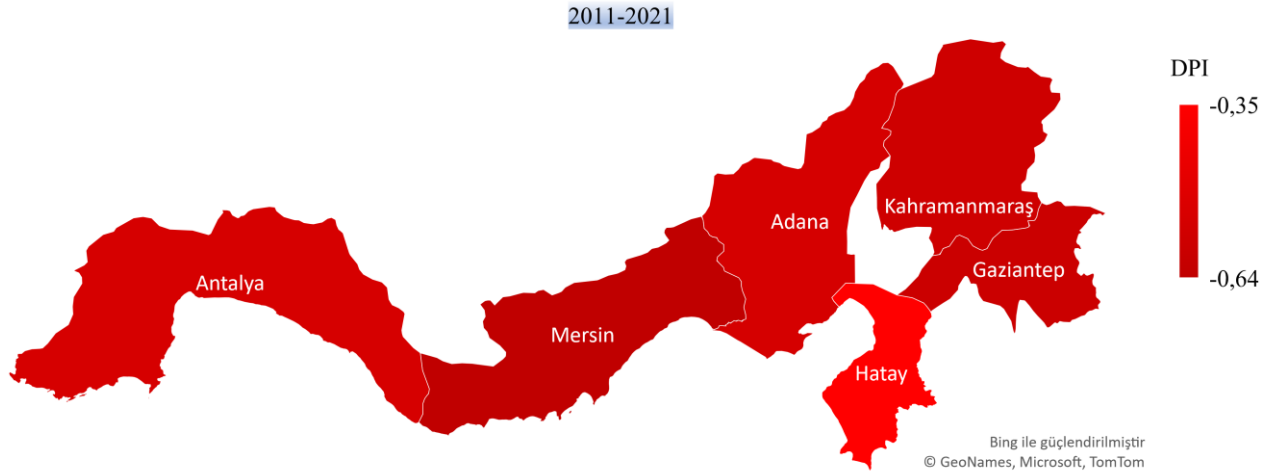


Şekil 78. 2001-2010 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası

2011-2021 yıllarında, SPI sonuçlarında ilk 40 yıla kıyasla büyük değişikliklerin olduğu görülmüştür (Şekil 79). En kurak yer olarak Kahramanmaraş'ın öne çıkması ile yağış değerlerinde belirgin düşüşlerin söz konusu olduğu ya da nemliliğin önemli ölçüde azaldığı kanısına varılabilir. Ancak kuraklıktaki bu artışların sadece Kahramanmaraş ili ile sınırlı olmayıp, çalışma kapsamında irdelenen tüm bölgeler için de geçerli olduğu ifade edilebilir. Dördüncü on yıllık zaman diliminde SPI değerleri -0,06 ile 0,26 arasında değişiklik gösterirken, beşinci on yıllık zaman aralığında -0,57 ile 0,08 aralığında SPI değerleri değişmektedir. Bu durumda kuraklığın değişimi Kahramanmaraş- Adana- Antalya- Gaziantep- Mersin ve Hatay olarak sıralanabilir. DPI metodunda ise kuraklık etkilerinin en yoğun olduğu zaman aralığının beşinci zaman dilimi olduğunu söylemek mümkündür. Mersin

ilinin bahsedilen zaman dilimi içerisinde kuraklık etkilerini ciddi bir biçimde yaşamaya devam ettiği görülmektedir. Kuraklık etkilerine göre Mersin ilini sırasıyla Gaziantep-Antalya-Kahramanmaraş- Adana ve Hatay illeri takip etmektedir.





Şekil 79. 2011-2021 yılları arasındaki ortalama SPI-G, SPI-L, DPI kurak ve nemli dönem değişiminin temsili haritası

SPI ve DPI yöntemleri ile tespit edilen kurak dönem sayılarının birbirine oranları belirlenerek dairesel grafikler oluşturulmuştur (Şekil 80). Bu şekiller aracılığı ile seçilen istasyonlarda kurak dönemlerin en belirgin olarak hangi indis ile elde edilmiş olduğunun incelenmesi amaçlanmaktadır. DPI mavi, SPI-G kırmızı ve SPI-L değerleri ise yeşil renklerle kodlanmıştır. Dairesel grafikte kaplanan alan, kurak dönemin meydana gelme olasılığı ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Bu durumda dairesel grafik için en büyük alana sahip olan indisin, istasyonda en fazla sayıda kurak dönemi temsil eden yöntem olduğunu söylemek mümkündür. Buradan yola çıkılarak beş zaman diliminde ele alınan indisler aşağıdaki maddelerde görüldüğü üzere değerlendirilmiştir.

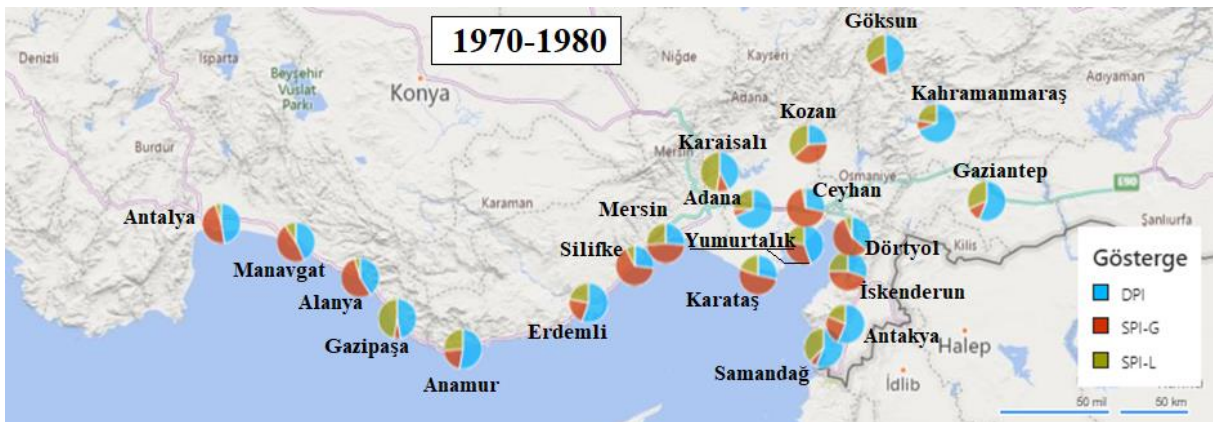
- Birinci zaman dilimi 1970-1980 aralığını kapsamaktadır. Batıdan doğuya gidildiğinde Antalya ili, Manavgat ve Alanya ilçelerinde DPI ve SPI-G metodu ile birbirine çok yakın sayıda kurak dönem gerçekleşirken, Gazipaşa'da DPI ile SPI-L ön plana çıkmaktadır. Mersin geneli için Anamur ve Erdemli ilçeleri için en çok DPI yönteminin; Silifke ve Mersin için SPI-G metodunun kuraklığı işaret ettiği ifade edilebilir. Adana'nın tüm bölgelerinde Karaisalı, Adana, Yumurtalık istasyonları için kurak dönemin gerçekleşme sayısı en çok DPI metodu ile belirlenirken; Karataş, Ceyhan ve Kozan ilçeleri için aynı gerçekleşme sayısı SPI-G ile elde edilmiştir. Karataş, Ceyhan ve Kozan ilçelerinde söz konusu gerçekleşme durumu SPI-G ile tespit edilmiştir. Kahramanmaraş il ve ilçelerinin tamamında kurak dönemler

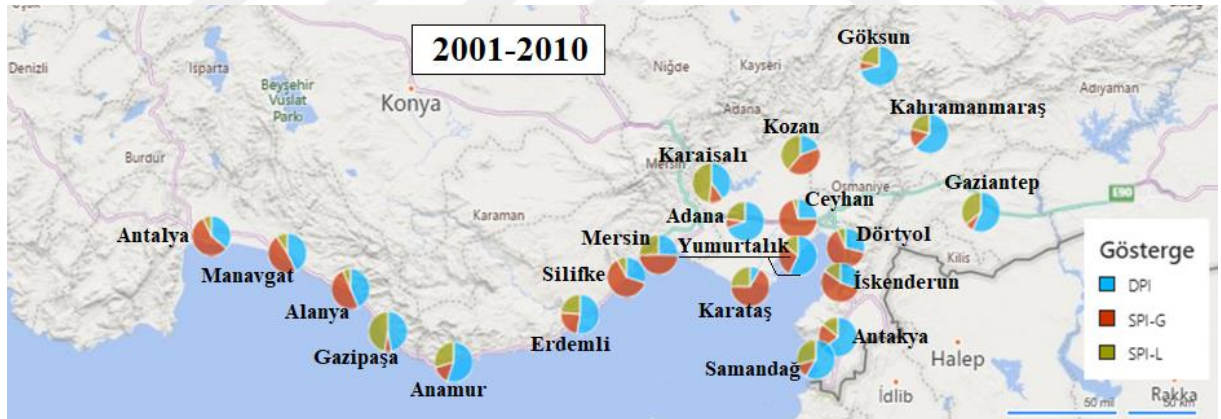
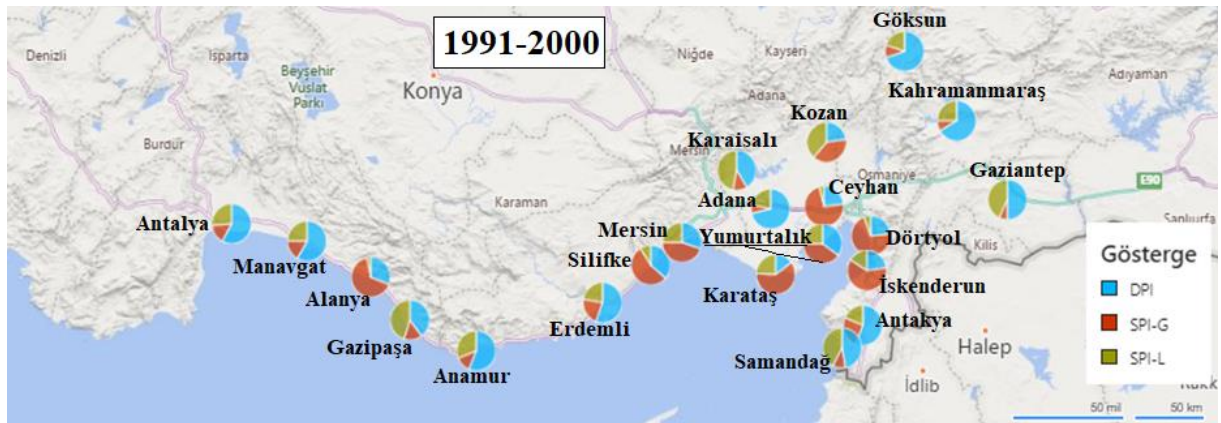
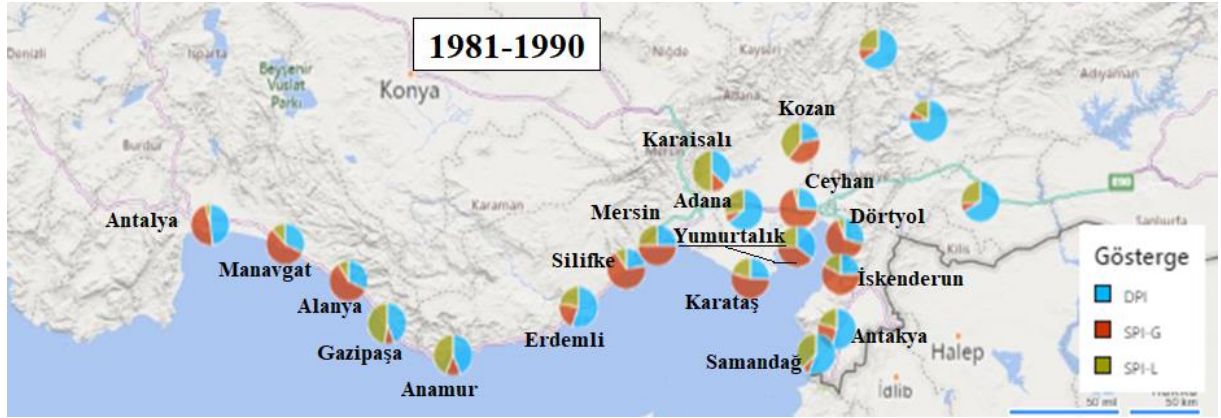
çoğunlukla DPI metodu sonucu ile ortaya konmuştur. Hatay ilinde ise bölgenin kuzeyinde kalan Dörtöl ve İskenderun istasyonlarında SPI-G, güneyinde yer alan Antakya ve Samandağ ilçelerinde DPI metotlarının kurak dönemi daha hassas tespit edebildiği söylenebilir. DPI yönteminin kurak dönemleri çok sayıda tespit edebildiği istasyon verileri Adana iline aittir. İndis çıktıları göz önüne alındığında SPI-L yöntemi ile elde edilen değerlere göre kurak dönem sayılarında Gazipaşa- Karaisalı ilçeleri öne çıkmaktadır. Birinci zaman dilimine genel olarak bakıldığında; 12 adet istasyonun DPI, 7 adet istasyonun SPI-G yöntemi, 2 istasyonun ise SPI-L ile kurak dönemleri daha belirgin olarak işaret ettiği görülmüştür.

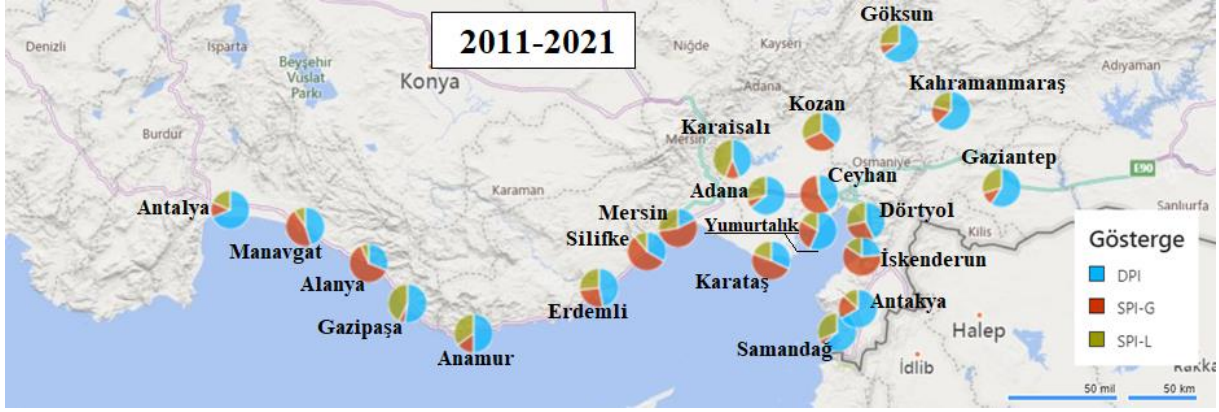
- İkinci zaman dilimi 1981-1990 yıllarını içermektedir. Manavgat, Alanya, Silifke, Yumurtalık, Karataş, Ceyhan, Dörtöl ve İskenderun bölgelerinde en fazla sayıda kurak dönem SPI-G yöntemi ile tespit edilmiştir. Antalya, Gazipaşa, Anamur, Erdemli, Adana, Samandağ, Antakya, Göksun, Kahramanmaraş ve Gaziantep bölgelerinde ise çoğunlukla DPI metodunun kurak dönemleri daha çok sayıda belirleyebildiği görülmüştür. SPI-G yönteminin kurak dönemleri fazla sayıda tespit ettiği bölgelerde, DPI yönteminin de bu sayılara yakın sonuçlar ürettiği görülmüştür. Antalya geneli göz önüne alındığında Gazipaşa ilçesinin kurak dönem sayılarında önemli farklılıklar gösterdiği, ancak kurak dönemi en fazla sayı ile SPI-L yönteminin oluşturduğu söylenebilir. Mersin'in tüm bölgeleri değerlendirildiğinde Silifke ve Mersin bölgelerinde SPI-G ile, Anamur ve Erdemli bölgelerinde ise DPI ile en fazla kurak dönem belirlenmiştir. Adana ili ve ilçelerinden Karaisalı ve Adana'da DPI; Kozan, Ceyhan, Yumurtalık ve Karataş ise SPI-G ile en fazla sayıda kurak dönemi işaret etmektedir. Hatay ili ve ilçelerinde ise eşit bir dağılım göze çarpmaktadır. Samandağ ve Antakya'da DPI; Dörtöl ve İskenderun'da ise SPI-G yöntemi öne çıkmaktadır. Kahramanmaraş ve Gaziantep'e bakıldığında ise ele alınan bölgenin tamamında DPI metodunun en fazla sayıda kurak dönemi tespit ettiği söylenebilir.
- 1991-2000 yıllarını içine alan üçüncü zaman diliminde; Alanya, Silifke, Mersin, Karataş, Yumurtalık, Ceyhan, Kozan, Dörtöl, İskenderun bölgelerinde SPI-G öne çıkarken; Gazipaşa ve Adana'da ise SPI-L sonuçlarının en fazla kurak dönem ile ilişkilendirilebilir. DPI yöntemi sonucunda bu zaman aralığında en fazla kurak dönem sayılarının elde edildiği bölgeler ise Antalya, Manavgat, Anamur, Erdemli, Adana, Göksun, Kahramanmaraş, Gaziantep, Antakya, Samandağ olarak sıralanabilir. İkinci

ve üçüncü zaman dilimleri arasındaki farklılıklar ele alındığında Antalya, Manavgat bölgelerinde SPI-G'den DPI'ya bir geçiş olurken, Alanya ilçesinin her iki periyotta da SPI-G ile öne çıktığı gözlenmiştir. Hatay ve Kahramanmaraş için ikinci zaman dilimine kıyasla bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

- 2001-2010 yıllarını kapsayan dördüncü zaman diliminde; Antalya, Manavgat, Alanya, Silifke, Mersin, Karataş, Ceyhan, Dört Yol, İskenderun bölgelerine ait kurak dönemler SPI-G ile daha fazla sayıda tespit edilmiştir. Antalya geneli düşünüldüğünde, ikinci zaman dilimine benzer bir durumun söz konusu olduğu ve Gazipaşa bölgesinin diğer ilçelerden farklı olarak SPI-L sonuçlarının kurak dönemin belirlenmesinde daha çok sayıda çıktı oluşturduğu söylenebilir. Hatay ve Kahramanmaraş'ta tüm bölgeler açısından en fazla sayıda kurak dönemi belirleyen yöntemlerin ikinci ve üçüncü zaman aralığı ile benzer olduğu görülmüştür. Anamur, Erdemli, Adana, Yumurtalık, Göksun, Kahramanmaraş, Gaziantep, Antakya, Samandağ bölgelerinde ise kurak dönemlerin belirlenmesinde DPI metodu daha fazla sayıda sonuç oluşturmuştur.
- Beşinci zaman dilimini temsil eden 2011-2021 yıllarında; Manavgat, Alanya, Silifke, Mersin, Karataş, Ceyhan ve İskenderun bölgelerinde SPI-G yöntemi ile en fazla sayıda kurak döneme rastlanılmıştır. Antalya, Gazipaşa, Anamur, Erdemli, Karaisalı, Adana, Yumurtalık, Antakya ve Samandağ'da ise bu durum DPI ile tespit edilmiştir. Beş zaman periyodu bakımından sadece bu dönemde Hatay ilinde üç bölgede DPI yöntemi öne çıkarken, sadece bir istasyonda SPI-G'nin en fazla sayıda kurak döneme işaret ettiği görülmüştür. Kahramanmaraş ve Gaziantep'te ise tüm zaman dilimleri göz önüne alındığında DPI metodu öne çıkmaktadır.







Şekil 80. On yıllık periyotlara göre indislerin birbirine göre sayıca kurak dönem tespit edebilme oranları

4.5. SPI ve DPI Sonuçlarının Gerçekleşme Olasılıklarının İncelenmesi

İndis kategorilerinin meydana gelme sıklıklarının ve sayılarının belirlenmesi bölgesel olarak kurak ve nemli dönemlerin daha etkili bir biçimde değerlendirmesine olanak sağlayabilir. Bu bağlamda DPI ve SPI sonuçlarına göre kuraklık kategorilerinin görülme sayısı, görülme olasılığı ve her bir kategoride beklenen kalma süreleri hesaplanmış ve ilgili şekil ve grafiklerle desteklenerek incelenmiştir.

4.5.1. Kuraklık Sınıfı Görülme Sayısı

- *Aşırı Kurak Kategorisi Görülme Sayısı*

SPI-G, SPI-L ve DPI sonuçlarına göre kuraklık kategorilerinin görülme sayıları belirlenmiştir ve Ek 2’de sunulmuştur. Elde edilen SPI-G verilerden yola çıkılarak; Gaziantep, Kahramanmaraş, Dört Yol, Alanya, Ceyhan, Yumurtalık, Kozan ve Karataş bölgelerinde Aşırı Kurak döneme rastlanılmamıştır. Antakya, İskenderun, Gazipaşa, Antalya, Erdemli ve Adana bölgelerinde sadece bir dönemde Aşırı Kurak dönemin varlığından söz edilebilir. Göksun, Samandağ, Manavgat, Silifke, Anamur, Mersin ve Karaisalı’da ise iki dönem olmak üzere SPI-G yöntemiyle maksimum sayıda Aşırı Kurak dönem tespit edilmiştir.

SPI-L sonuçları göz önüne alındığında Kahramanmaraş, Alanya ve Kozan’da Aşırı Kurak dönemin meydana gelmediği görülmektedir. Gamma dağılımı ile elde edilen sonuçlardan farklı olarak Gaziantep, Dört Yol, Ceyhan, Yumurtalık bölgelerinde SPI-L yöntemine göre bir kez Aşırı Kurak dönem oluşmuştur. Buna ek olarak İskenderun, Gazipaşa, Antalya, Erdemli,

Karataş ve Adana’da da bir adet Aşırı Kurak dönemden söz edilebilir. En fazla sayıda Aşırı Kurak kategorisine üç dönem ile Antakya ile Manavgat bölgelerinde rastlanmıştır. Göksun, Samandağ, Silifke, Anamur, Mersin ve Karaisalı’da ise Aşırı Kurak kategorisinde iki dönem belirlenmiştir.

DPI sonuçlarına göre minimum sayıda Aşırı Kurak kategorisi; Dört Yol, Antakya ve İskenderun bölgelerinde bir dönemde gerçekleşmiştir. Maksimum sayıda Aşırı Kurak kategorisi ise Antalya istasyonunda 24 dönem boyunca görülmüştür. Göksun, Kozan, Karaisalı ve Adana’da ortalama 4 dönemde Aşırı Kurak sınıfı tespit edilirken; Kahramanmaraş, Gazipaşa, Manavgat, Alanya, Silifke, Erdemli, Anamur ve Karataş bölgelerinde minimum 10 dönem olmak üzere ortalama 15 dönemde Aşırı Kurak kategorisine rastlamak mümkündür.

- *Şiddetli Kurak Kategorisi Görülme Sayısı*

SPI-G yöntemi sonuçlarına göre Göksun ve Gazipaşa istasyonlarında Şiddetli Kurak dönem meydana gelmemiştir. Maksimum sayıda Şiddetli Kurak periyodun ise Ceyhan ve Yumurtalık bölgelerinde beş dönemde gerçekleştiği söylenebilir. Gaziantep, Kahramanmaraş, Dört Yol, Samandağ, Alanya, Erdemli ve Kozan’da ise dört dönemde Şiddetli Kurak zaman dilimine rastlamak mümkündür. Antakya, İskenderun, Antalya, Manavgat, Silifke, Anamur, Mersin, Karataş ve Karaisalı’da bu şiddetli kurak zamana ortalama iki dönemde denk gelinmiştir. Ceyhan ve Yumurtalık bölgelerinde Aşırı Kurak döneme rastlanmamasına rağmen Şiddetli Kurak dönemin en fazla sayıda gerçekleşmesi dikkat çekicidir.

SPI-L metodu ile Alanya’da en fazla sayıda Şiddetli Kurak dönem, toplamda beş periyotta gerçekleşmiştir. Antakya, Gazipaşa, Antalya, Manavgat ve Adana’da sadece tek dönemde oluşurken, Göksun’da Şiddetli Kurak döneme rastlanılmamıştır. Gaziantep, Kahramanmaraş, Samandağ, Erdemli, Ceyhan, Yumurtalık ve Kozan’da SPI-G ile benzer olarak dört dönemde bahsedilen kategoriden söz edilebilmektedir. Dört Yol, İskenderun, Silifke, Anamur, Mersin, Karataş ve Karaisalı’da ortalama iki dönemde Şiddetli Kurak dönemin olduğu görülmektedir.

DPI sonuçları ele alındığında ise kurak dönemlerin sayısında bir artışın söz konusu olduğu söylenebilir. Bu bağlamda en az sayıda Şiddetli Kurak dönem ortalama 8 periyotluk bir dönemle Göksun, Dört Yol, İskenderun, Ceyhan, Yumurtalık, Kozan, Samandağ, Silifke,

Karataş, Karaisalı ve Adana bölgelerinde görülmüştür. Kahramanmaraş, Gazipaşa ve Alanya ise 26 dönemle maksimum sayıda Şiddetli Kurak dönemin gerçekleştiği bölgeler olarak öne çıkmaktadır. Bu bölgeleri; Gaziantep, Antakya, Antalya, Erdemli, Anamur ve Mersin bölgeleri ortalama 19 dönem gerçekleşen Şiddetli Kurak kategorisi ile takip etmektedir.

- *Orta Kurak Kategorisi Görülme Sayısı*

SPI-G yöntemine göre Orta Kurak dönemin gerçekleşmediği bir bölge bulunmamaktadır. Bu durum kuraklık kategorilerinin seviyesinde azalma oldukça gerçekleşme sıklıklarında bir artış olduğuna işaret edebilir. Anamur bölgesinde sadece bir kez Orta Kurak dönem oluşurken; Gaziantep, Antakya, İskenderun, Samandağ, Manavgat, Alanya, Silifke, Erdemli, Mersin, Ceyhan ve Yumurtalık'ta ortalama dört dönemde bahsedilen kategoriye rastlamak mümkündür. En fazla sayıda Ortak Kurak periyot 10 dönem ile Adana'da gerçekleşmiştir. Buna ek olarak Göksun, Kahramanmaraş, Dört Yol, Gazipaşa, Antalya ve Kozan'da ortalama yedi dönemde Orta Kurak dönemin olduğu görülmektedir. Özellikle Adana bölgesinde sadece bir Aşırı Kurak ve Şiddetli Kurak dönem gözlenirken Orta Kurak dönemin sayıca daha fazla olması nedeniyle, kuraklığın daha az seviyelerde meydana geldiği ifade edilebilir.

SPI-L metodu da SPI-G ile benzer sonuçlar vermiştir. Anamur'da bir dönemle en az sayıda Orta Kurak kategorisi gerçekleşirken, Adana'da ise 10 ayrı dönemde maksimum miktarda tespit edilmiştir. Göksun, Kahramanmaraş, Dört Yol, Gazipaşa, Antalya ve Kozan'da SPI-G ile benzer şekilde ortalama yedi dönemde Orta Kurak dönemden bahsedilebilir. Özellikle Göksun'da hiç Şiddetli Kurak döneme rastlanılmazken, sekiz Orta Kurak dönem meydana gelmiştir. Gaziantep, Antakya, İskenderun, Samandağ, Manavgat, Alanya, Silifke, Erdemli, Mersin, Ceyhan ve Yumurtalık bölgelerinde SPI-G sonuçlarına paralel olarak ortalama dört Orta Kurak dönem gözlenmiştir.

DPI sonuçlarına göre Şiddetli Kurak kategorisinden daha fazla sayıda Orta Kurak dönemin gerçekleştiği söylenebilir. Minimum sayıda Orta Kurak dönemin; Gazipaşa, Antalya, Manavgat ve Alanya'da sekiz periyotta olduğu görülmektedir. Gaziantep, Göksun, Dört Yol, Antakya, İskenderun, Samandağ, Silifke, Mersin, Yumurtalık, Karaisalı ve Adana'da ise ortalama 23 dönemde Orta Kurak dönemin varlığından söz edilebilir. DPI metodunda Orta Kurak seviyesine kadar kuraklık kategorilerinin gerçekleşme sayısında bir artış olduğu yorumu yapılabilir.

- *Hafif Kurak Kategorisi Görülme Sayısı*

SPI-G ile elde edilen sonuçlar doğrultusunda, bölgelerin tamamında Hafif Kurak dönemin gerçekleşme sayısının Orta Kurak döneme kıyasla daha fazla olduğu görülmektedir. Bu nedenle SPI-G metodu için kuraklık kategorisi seviyesinde azalma oldukça gerçekleşme sayılarında artış meydana geldiği söylenebilir. Göksun'da 13 dönemle en az sayıda Hafif Kurak seviyesi gerçekleşirken, 21 yıllık maksimum sayıda Hafif Kurak dönem Gazipaşa, Yumurtalık ve Karataş'ta gözlenmiştir. Tüm bölgeler ele alındığında; 52 yıllık veri serisinin ortalama 18 yıllık bölümünün Hafif Kurak olarak meydana geldiği hesaplanmıştır.

SPI-L sonuçları SPI-G ile elde edilmiş veriler ile önemli ölçüde uyumluluk göstermektedir. Ortalama Hafif Kurak dönem sayısı 18 yıl olarak belirlenirken; minimum sayıda dönem Göksun'da 13 yılda, maksimum sayıda dönem ise Gazipaşa'da 21 yılda gerçekleşmiştir. SPI-G metodundan farklı olarak Karataş ve Yumurtalık bölgelerinde sırasıyla 18 ve 20 yıl boyunca Hafif Kurak dönemin meydana geldiği söylenebilir. Aşırı Kurak dönemden Hafif Kurak döneme gidildikçe kuraklık kategorisi görülme sayılarında belirli bir artış olduğu göze çarpmaktadır.

DPI yöntemi sonuçları ise SPI ile hesaplanan değerlerden bazı farklılıklar göstermektedir. SPI metodu sonuçlarına göre kuraklık sınıfı görülme sayılarında Aşırı Kurak'tan Hafif Kurak döneme doğru gidildikçe artış meydana gelmiştir. DPI metodunda ise Orta Kurak döneme kadar bir artış gözlenmiş fakat Hafif Kurak sınıfına geçiş olduğunda bir miktar azalma olduğu belirlenmiştir. Gazipaşa, Manavgat, Anamur bölgelerinde Hafif Kurak döneme rastlanmamıştır. Gaziantep, Kahramanmaraş, Antalya, Alanya, Silifke, Erdemli, Mersin ve Karataş'ta ortalama 2 yıl boyunca Hafif Kurak dönemin gerçekleştiği tespit edilmiştir.

- *Nemli Kategorilerin Görülme Sayısı*

Kuraklık indisleri ile elde edilmiş olan sonuçlar doğrultusunda SPI yöntemi DPI metoduna göre çok daha fazla sayıda nemli döneme işaret etmektedir. DPI metodunda nemlilik seviyeleri Hafif Nemli kategorisini aşmazken, SPI yönteminde ise tüm nemli kategorilere rastlamak mümkündür.

SPI-G metoduna göre nemli dönem sayılarının, sınıflandırma kategorilerinin seviyesi ile ters orantılı olarak arttığı söylenebilir. Bu bağlamda en fazla sayıda Hafif Nemli dönem

gerçekleşirken, en az sayıda ise Aşırı Nemli dönem meydana gelmiştir. Göksun, Dört Yol, İskenderun, Samandağ, Anamur ve Ceyhan'da Aşırı Nemli dönem oluşmazken, en fazla sayıda Hafif Nemli kategorisi yine bu bölgelerde görülmüştür. Gaziantep, Alanya, Kozan ve Karataş'ta Şiddetli Nemli döneme rastlanmamıştır ancak bu bölgelerde ortalamadan daha fazla sayıda Orta Nemli ve Aşırı Nemli kategorilerin meydana geldiği söylenebilir. SPI-G sonuçları ile ortalama 17 yılın Hafif Nemli, 4 yılın Orta Nemli, 2 yılın Şiddetli Nemli, 1 yılın ise Aşırı Nemli olarak yaşanmış olduğu görülmektedir.

SPI-L sonuçları kurak dönemlerde olduğu üzere, nemli dönemlerde de SPI-G ile benzerlik göstermektedir. Maksimum sayıda nemli döneme Hafif Nemli kategorisinde, minimum sayıda nemli döneme ise Aşırı Nemli sınıflandırmasında rastlanılmaktadır. Göksun, Dört Yol, İskenderun, Samandağ, Antalya, Manavgat, Alanya, Anamur, Ceyhan olmak üzere 9 ayrı bölgede Aşırı Nemli dönem gerçekleşmemiştir. SPI-G sonuçlarından farklı olarak SPI-L metodu ile Antalya, Manavgat ve Alanya bölgelerinde de Aşırı Nemli dönem tespit edilememiştir. Yine SPI-G ile 4 ayrı bölgede Şiddetli Nemli dönem oluşmadığı görülürken, SPI-L verilerine göre sadece Gaziantep ve Karataş'ta Şiddetli Nemli dönem belirlenememiştir. Bu sonuçlar ışığında SPI-G sonuçlarının daha fazla sayıda nemli döneme işaret ettiği söylenebilir.

DPI sonuçlarında ise durum SPI ile belirlenenlerden bazı farklılıklar göstermektedir. Öncelikle SPI sonuçlarına göre kuraklık veya nemlilik seviyeleri arttıkça sınıflandırmaların görülme sayılarında bir azalma olduğu görülmektedir. Ancak DPI metodunda böyle bir durum tespit edilememiştir. DPI sonuçlarına göre kurak dönemlerin nemli dönemlere kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Hafif Nemli kategorisinden daha üst seviyelerde bir sınıflandırmaya da rastlanılmamıştır. Bunun yanı sıra Gaziantep, Göksun, Kahramanmaraş, Antakya, İskenderun, Samandağ, Gazipaşa, Antalya, Manavgat, Alanya, Silifke, Erdemli, Anamur, Mersin'in de dahil olduğu toplamda 14 bölgede Hafif Nemli kategorisinin dahi meydana gelmemesi dikkat çekicidir. Ceyhan, Kozan, Karaisalı, Adana'da 1 yılda; Dört Yol ve Yumurtalık'ta 2 yılda Hafif Nemli döneme rastlanmıştır. Maksimum sayıda Hafif Nemli dönem ise 4 yıllık bir süre ile Karataş'ta gerçekleşmiştir.

4.5.2. Kuraklık Sınıfı Görülme Olasılığı

SPI-G ve SPI-L sonuçları neticesinde elde edilen görülme olasılıkları Tablo 14'te verilmiştir. Tablo 15'te yer alan herhangi bir kategorinin görülme olasılığı; belirtilen kategorinin gerçekleşme sayısının toplam yıl miktarına bölünmesi ile hesaplanmıştır. Buna göre bütün bölgelerde en yüksek görülme olasılıkları Hafif kategorilerde gerçekleşmiştir. Karaisalı, Karataş, Kozan, Yumurtalık, Ceyhan, Mersin, Erdemli, Gaziantep, Alanya, Gazipaşa ve Antakya istasyonlarında en yüksek görülme olasılığı Hafif Kurak kategorisinde ortalama %37'lük bir oran ile belirlenmiştir. Adana, Silifke, Manavgat, Samandağ, İskenderun, Dört Yol ve Göksun'da ise Hafif Nemli kategorisinin %38'lik bir oranda oluştuğu hesaplanmıştır. Genel olarak Hafif seviyelerden Aşırı kategorilere doğru ilerlendikçe görülme olasılığında kademeli olarak bir azalma olsa da bazı bölgelerde gözlenmeyen ara kategoriler söz konusudur. Karataş, Kozan, Gaziantep ve Alanya Şiddetli Nemli döneme rastlanmaması ile, Gazipaşa ise Şiddetli Kurak dönemin gerçekleşmemesi yönüyle bu duruma örnek olarak verilebilir. SPI-L ve SPI-G sonuçlarına göre görülme olasılığı en fazla ve en az olan kuraklık kategorileri benzerlik göstermektedir. Ancak SPI-G ile; Kozan, Mersin, Anamur ve Alanya'da en fazla görülme olasılığı olan kuraklık kategorisi Hafif Kurak iken, SPI-L sonuçlarına göre Hafif Nemli olarak değişiklik göstermiştir. Adana, Karaisalı, Ceyhan, Silifke, Gazipaşa, Samandağ, Antakya, Dört Yol, Kahramanmaraş ve Göksun için elde edilen SPI değerlerinin ise olasılık dağılımının değişiminden etkilenmediği söylenebilir. Aşırı Kurak ve Aşırı Nemli kategorisi için en yüksek oranda görülme olasılığı %6 olarak belirlenmiştir. Bahsedilen %6 görülme olasılığı; SPI-G ile Kozan ve Kahramanmaraş bölgelerinde Aşırı Nemli seviyesi ile öne çıkarken, SPI-L ile Manavgat ve Antakya bölgelerinde Aşırı Kurak kategorisinde meydana gelmiştir. Yıllık bazda Aşırı Kurak kategorisinin görülme olasılığı ele alınacak olunursa; SPI-G yöntemi ile Karataş, Kozan, Yumurtalık, Ceyhan, Gaziantep, Alanya ve Kahramanmaraş'ta Aşırı Kurak yıl tespit edilememiştir. Ancak SPI-L ile yapılan hesaplamalar sonucunda Karataş, Yumurtalık, Ceyhan, Gaziantep bölgelerinde Aşırı Kurak dönemlerin oluştuğu görülmektedir. Bu durum sonucunda SPI-L yönteminin SPI-G'ye kıyasla daha fazla sayıda kurak dönem ortaya çıkardığı söylenebilir.

Tablo 17'de ise DPI yöntemine ait kuraklık sınıflarının çalışma kapsamındaki görülme olasılıkları verilmiştir. Nemli dönem sayısının SPI yönteminde elde edilene kıyasla çok daha az tespit edilmiş olması ve Tayfur (2021) çalışmasında DPI değeri sıfırdan büyük dönemler

için bir kategori belirtilmediği için, Tablo 17’de nemli dönemlerin tamamı Normal ve Nemli başlığı altında tek bir kategoride ele alınmıştır. DPI sonuçlarına göre; Aşırı Kurak sınıflandırmasının SPI değerlerine kıyasla çok daha yüksek oranda görülme olasılığına sahip olduğu söylenebilir. Karataş ve Antalya’da en yüksek görülme olasılığına sahip kategori Aşırı Kurak olarak belirlenmiştir. Şiddetli Kurak sınıflandırmasının en yüksek oranda gerçekleştiği bölgeler ise; Mersin, Erdemli, Alanya, Manavgat, Gazipaşa ve Kahramanmaraş olarak sıralanabilir. Bu bölgelerden Anamur ve Erdemli; Aşırı Kurak ve Şiddetli Kurak dönemlerinin aynı oranda gerçekleşmesiyle öne çıkmaktadır. Her iki bölgede de belirtilen dönemlerin %37 görülme olasılığına sahip olduğu söylenebilir. Orta Kurak kategorisi ise DPI sonuçlarına göre gerçekleşme olasılığı en yüksek olan sınıflandırma olarak belirtilebilir. Adana, Karaisalı, Yumurtalık, Silifke, Gaziantep, Samandağ, İskenderun, Antakya, Dört Yol ve Göksun bölgelerinde en sık rastlanan kuraklık kategorisinin Orta Kurak olduğu görülmektedir. Her ne kadar DPI sonuçları kuraklık etkilerinin daha yüksek seviyelerde meydana geldiğine işaret etse de Kozan, Ceyhan ve Dört Yol bölgelerinde en yüksek görülme olasılığına sahip kategori Hafif Kurak olarak belirlenmiştir. Görülme olasılığı en fazla olan Aşırı Kurak dönem %46’lık bir oran ile Antalya’da meydana gelmiştir. İskenderun, Antakya ve Dört Yol’da ise %2’lik bir görülme olasılığı ile minimum düzeyde Aşırı Kurak dönemden söz edilebilir. Nemli dönemlere bakıldığında; Mersin, Anamur, Erdemli, Silifke, Gaziantep, Alanya, Manavgat, Antalya, Gazipaşa, Samandağ, İskenderun, Antakya ve Kahramanmaraş’ta Normal ve Nemli döneme rastlanılmamıştır. Adana, Karaisalı, Kozan ve Ceyhan bölgelerinde %2’lik bir olasılıkla Normal ve Nemli dönemlerin gerçekleştiği görülmektedir. Normal ve Nemli dönemlerin görülme olasılığının maksimum olduğu bölge ise %8 ihtimalle Karataş olarak belirlenmiştir.

Tablo 14. SPI-G sonuçlarına göre kuraklık kategorilerinin görülme olasılığı

SPI-G Kuraklık Sınıfı Görülme Olasılığı	Adana	Karaisali	Karataş	Kozan	Yumurtalık	Ceyhan	Mersin	Anamur	Erdemli	Silifke	Gaziantep
Aşırı Kurak	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,02	0,04	0,00
Şiddetli Kurak	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,10	0,06	0,04	0,08	0,06	0,08
Orta Kurak	0,19	0,10	0,10	0,13	0,04	0,06	0,06	0,02	0,06	0,08	0,08
Hafif Kurak	0,29	0,35	0,40	0,33	0,40	0,35	0,37	0,38	0,37	0,29	0,38
Hafif Nemli	0,31	0,33	0,29	0,31	0,27	0,33	0,33	0,38	0,29	0,40	0,29
Orta Nemli	0,08	0,08	0,12	0,10	0,13	0,10	0,08	0,08	0,13	0,06	0,13
Şiddetli Nemli	0,08	0,06	0,00	0,00	0,04	0,08	0,06	0,06	0,02	0,06	0,00
Aşırı Nemli	0,02	0,02	0,04	0,06	0,02	0,00	0,02	0,00	0,04	0,02	0,04
	Alanya	Manavgat	Antalya	Gazipaşa	Samandağ	İskenderun	Antakya	Dörtöyl	Kahramanmaraş	Göksun	
Aşırı Kurak	0,00	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	
Şiddetli Kurak	0,08	0,04	0,02	0,00	0,08	0,04	0,06	0,08	0,08	0,00	
Orta Kurak	0,08	0,08	0,13	0,13	0,04	0,10	0,08	0,13	0,13	0,15	
Hafif Kurak	0,38	0,33	0,33	0,40	0,29	0,29	0,37	0,27	0,31	0,25	
Hafif Nemli	0,29	0,35	0,37	0,27	0,42	0,44	0,33	0,37	0,31	0,40	
Orta Nemli	0,13	0,12	0,08	0,10	0,04	0,04	0,08	0,06	0,10	0,12	
Şiddetli Nemli	0,00	0,04	0,04	0,04	0,10	0,08	0,06	0,10	0,02	0,04	
Aşırı Nemli	0,04	0,02	0,02	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,06	0,00	

Tablo 15. SPI-L sonuçlarına göre kuraklık kategorilerinin görülme olasılığı

SPI-L Kuraklık Sınıfı Görülme Olasılığı	Adana	Karaisali	Karataş	Kozan	Yumurtalık	Ceyhan	Mersin	Anamur	Erdemli	Silifke	Gaziantep
Aşırı Kurak	0,02	0,04	0,02	0,00	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02
Şiddetli Kurak	0,02	0,04	0,04	0,08	0,08	0,08	0,06	0,04	0,08	0,06	0,08
Orta Kurak	0,19	0,10	0,12	0,13	0,04	0,06	0,06	0,02	0,06	0,08	0,06
Hafif Kurak	0,29	0,35	0,35	0,31	0,38	0,35	0,33	0,37	0,35	0,29	0,37
Hafif Nemli	0,31	0,33	0,33	0,33	0,29	0,33	0,37	0,40	0,31	0,40	0,31
Orta Nemli	0,08	0,08	0,12	0,10	0,13	0,12	0,10	0,08	0,13	0,06	0,13
Şiddetli Nemli	0,08	0,06	0,00	0,02	0,04	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,00
Aşırı Nemli	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,04
	Alanya	Manavgat	Antalya	Gazipaşa	Samandağ	İskenderun	Antakya	Dörtöyl	Kahramanmaraş	Göksun	
Aşırı Kurak	0,00	0,06	0,02	0,02	0,04	0,02	0,06	0,02	0,00	0,04	
Şiddetli Kurak	0,10	0,02	0,02	0,02	0,08	0,04	0,02	0,06	0,08	0,00	
Orta Kurak	0,08	0,08	0,10	0,12	0,04	0,10	0,08	0,12	0,13	0,15	
Hafif Kurak	0,31	0,25	0,35	0,40	0,29	0,29	0,37	0,27	0,31	0,25	
Hafif Nemli	0,35	0,42	0,38	0,25	0,42	0,44	0,33	0,38	0,31	0,44	
Orta Nemli	0,10	0,12	0,08	0,13	0,08	0,06	0,08	0,06	0,10	0,10	
Şiddetli Nemli	0,08	0,06	0,06	0,02	0,06	0,06	0,06	0,10	0,04	0,02	
Aşırı Nemli	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	

Tablo 16. DPI sonuçlarına göre kuraklık kategorilerinin görülme olasılığı

DPI Kuraklık Sınıfı Görülme Olasılığı	Adana	Karaisali	Karataş	Kozan	Yumurtalık	Ceyhan	Mersin	Anamur	Erdemli	Silifke	Gaziantep
Aşırı Kurak	0,10	0,10	0,40	0,08	0,13	0,19	0,17	0,37	0,37	0,23	0,19
Şiddetli Kurak	0,19	0,19	0,25	0,15	0,19	0,13	0,38	0,38	0,37	0,25	0,29
Orta Kurak	0,40	0,52	0,21	0,35	0,46	0,25	0,38	0,25	0,21	0,48	0,44
Hafif Kurak	0,29	0,17	0,06	0,40	0,17	0,40	0,06	0,00	0,06	0,04	0,08
Normal ve nemli	0,02	0,02	0,08	0,02	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Alanya	Manavgat	Antalya	Gazipaşa	Samandağ	İskenderun	Antakya	Dörtöyl	Kahramanmaraş	Göksun	
Aşırı Kurak	0,29	0,38	0,46	0,35	0,15	0,02	0,02	0,02	0,27	0,06	
Şiddetli Kurak	0,50	0,46	0,37	0,50	0,25	0,12	0,33	0,18	0,50	0,13	
Orta Kurak	0,15	0,15	0,15	0,15	0,44	0,56	0,53	0,39	0,19	0,48	
Hafif Kurak	0,06	0,00	0,02	0,00	0,15	0,31	0,12	0,37	0,04	0,33	
Normal ve nemli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	

4.5.3. Yıllık Beklenen Kalma Süresi

Kuraklık indisleri için beklenen kalma süresi, herhangi bir kuraklık kategorisinin başlangıcından bitimine kadar, yani başka bir kategoriye geçiş gerçekleşinceye dek, geçen ortalama süreyi ifade etmektedir. Bu sayede kuraklık kategorilerinin meydana gelme sıklığı ve olasılığının incelenmesine ek olarak, bir kuraklık kategorisinin görülmesi durumunda ortalama kaç yıl daha etkisini devam ettireceğinin de değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Herhangi bir kuraklık kategorisinin kısa sürelerde, ancak sıklıkla meydana gelmesi durumunda kalma süresinin de aynı şekilde kısa olması beklenebilir. Ancak tek bir sefer meydana gelmesine rağmen uzun zaman dilimlerinde etkili olan kuraklık kategorisinin kalma süresinin de fazla olması mümkündür. Buradan anlaşılabileceği üzere beklenen kalma süresi, kuraklık kategorisinin gerçekleşme sıklığı hakkında bir bilgi vermezken, yalnızca gerçekleşen dönemlerin ortalama uzunluğu hakkında fikir sahibi olunmasına yardımcı olabilir. Bu bağlamda SPI-G, SPI-L ve DPI sonuçlarına göre kuraklık sınıflandırmalarının yıllık beklenen kalma süreleri Tablo 17-18-19'da verilmiştir. Yıl bazında ele alınması nedeniyle görülme olasılığı bulunmayan kategorilerin beklenen yıllık kalma sürelerinin de sıfır olduğu görülmektedir.

SPI-G sonuçlarına göre; başlangıcından bitişine kadar en uzun süren kuraklık kategorisinin genelde Hafif Kurak ve Hafif Nemli olduğu söylenebilir. Adana, Karaisalı, Erdemli, Silifke, Manavgat, Antalya, Gazipaşa ve Antakya bölgelerinde her bir kategorinin en az 1 yıllık kalma süresi olduğu görülmektedir (Tablo 17). Bu durumda, tüm kategorilerin belirtilen bölgelerde görülmesini takip eden en az 1 yıl içerisinde etkisini devam ettirdiği anlaşılabılır. En uzun süre etkisini devam ettiren kuraklık sınıfının ortalama 2,5 yıllık Hafif Nemli kategorisiyle Dörttyol'da meydana geldiği söylenebilir. Genel olarak Hafif 'ten Aşırı seviyesine gidildikçe kategorilerin bekleme süresinin azaldığı görülürken bazı istisnalar da mevcuttur. Buna örnek olarak Şiddetli Kurak dönemlerin Ceyhan'da ortalama 2 yıl, Samandağ'da ise ortalama 1,5 yıl bekleme süresine sahip olması verilebilir. 2 yılın üzerinde beklenen kalma süresine sadece Karaisalı ve Dörttyol bölgelerinde rastlanılmıştır. SPI-L de ise kurak dönemlerin SPI-G'ye kıyasla daha uzun süre etkili olması haricinde benzer sonuçların oluştuğunu söylemek mümkündür. SPI-L sonuçlarına göre Karataş, Yumurtalık, Ceyhan, Gaziantep, Dörttyol ve Gaziantep'te Aşırı Kurak kategorisi minimum 1 yıllık süre boyunca gerçekleşmiştir (Tablo 18). Buna ek olarak; Alanya, Manavgat, Antalya bölgelerinde ise Aşırı Nemli kategorisinin

bir yıl boyunca etkili olacak kadar uzun süre devam etmediği söylenebilir. SPI-L sonuçlarını SPI-G'den ayıran bir diğer fark ise, Karaisalı ve Dört Yol'a ek olarak Antalya'da da 2 yıl süresince Hafif Nemli sınıflandırmasının etkisini devam ettirmesi olarak ifade edilebilir. SPI-L sonuçlarına göre tüm kategorilerin en az 1 yıllık bekleme süresine sahip olduğu bölgeler ise; Adana, Karaisalı, Yumurtalık, Mersin, Erdemli, Silifke, Gazipaşa ve Antakya olarak sıralanabilir.

DPI değerlerinin beklenen kalma süreleri SPI için elde edilmiş olan sonuçlardan birtakım farklılıklar göstermektedir (Tablo 19). Bu farklılıklardan bahsedilecek olunursa ilk olarak Nemli kategorilerdeki beklenen kalma sürelerinde düşüş gözlenmiştir. Mersin, Anamur, Erdemli, Silifke, Gaziantep, Alanya, Manavgat, Antalya, Gazipaşa, Samandağ, İskenderun, Antakya, Kahramanmaraş ve Göksun'da Nemli kategorilere ait beklenen kalma sürelerine rastlanılmamıştır. Bu durum, bahsedilen bölgelerde hiçbir Nemli sınıflandırmasının bir yıl boyunca etkisini sürdüremediğine işaret edebilir. Aşırı Kurak, Şiddetli Kurak ve Orta Kurak kategorilerinde tüm bölgeler için minimum 1 yıllık bir kalma süresi söz konusuyken; Hafif Kurak dönemin Anamur, Manavgat ve Gazipaşa'da gerçekleşmediği söylenebilir. En az 2 yıllık Aşırı Kurak dönemde kalma süresi olan bölgeler; Karataş, Ceyhan, Erdemli, Manavgat ve Gazipaşa olarak sıralanabilir. Manavgat'ta hem Aşırı Kurak hem de Şiddetli Kurak dönemin minimum ortalama 2 yıl boyunca etkisini devam ettirdiği görülmektedir. En uzun süre ise Gazipaşa bölgesinde Aşırı Kurak ve Aşırı Şiddetli kategorilerinde ortalama 3 yıl olarak tespit edilmiştir.

Tablo 17. SPI-G sonuçlarına göre kuraklık sınıflandırmalarının beklenen yıllık kalma süresi

SPI-G Yıllık Kalma Süresi	Adana	Karaisalı	Karataş	Kozan	Yumurtalık	Ceyhan	Mersin	Anamur	Erdemli	Silifke	Gaziantep
Aşırı Kurak	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,00
Şiddetli Kurak	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Orta Kurak	1,43	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Hafif Kurak	1,50	1,38	1,62	1,55	1,24	1,80	1,58	1,54	1,73	1,67	1,67
Hafif Nemli	1,33	2,13	1,25	1,60	1,40	1,89	1,55	1,67	1,36	1,40	1,25
Orta Nemli	1,00	1,33	1,00	1,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17
Şiddetli Nemli	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Aşırı Nemli	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00
	Alanya	Manavgat	Antalya	Gazipaşa	Samandağ	İskenderun	Antakya	Dört Yol	Kahramanmaraş	Göksun	
Aşırı Kurak	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	
Şiddetli Kurak	1,00	1,00	1,00	0,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	
Orta Kurak	1,00	1,33	1,17	1,40	1,00	1,25	1,00	1,00	1,40	1,33	
Hafif Kurak	1,67	1,42	1,70	1,50	1,36	1,25	1,90	1,40	1,60	1,18	
Hafif Nemli	1,25	1,50	1,90	1,27	1,57	1,77	1,42	2,38	1,33	1,62	
Orta Nemli	1,17	1,00	1,33	1,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Şiddetli Nemli	0,00	1,00	1,00	1,00	1,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Aşırı Nemli	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	

Tablo 18. SPI-L sonuçlarına göre kuraklık sınıflandırmalarının beklenen yıllık kalma süresi

SPI-L Yıllık Kalma Süresi	Adana	Karaisalı	Karataş	Kozan	Yumurtalık	Ceyhan	Mersin	Anamur	Erdemli	Silifke	Gaziantep
Aşırı Kurak	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Şiddetli Kurak	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Orta Kurak	1,43	1,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Hafif Kurak	1,50	1,38	1,64	1,60	1,25	1,80	1,55	1,58	1,80	1,67	1,73
Hafif Nemli	1,33	2,13	1,42	1,70	1,50	1,89	1,73	1,75	1,45	1,40	1,33
Orta Nemli	1,00	1,33	1,00	1,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17
Şiddetli Nemli	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Aşırı Nemli	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00
	Alanya	Manavgat	Antalya	Gazipaşa	Samandağ	İskenderun	Antakya	Dört Yol	Kahramanmaraş	Göksun	
Aşırı Kurak	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	0,00	1,00	
Şiddetli Kurak	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	
Orta Kurak	1,00	1,33	1,25	1,50	1,00	1,25	1,00	1,00	1,40	1,33	
Hafif Kurak	1,45	1,30	2,00	1,50	1,36	1,36	1,90	1,40	1,60	1,18	
Hafif Nemli	1,50	1,57	2,00	1,18	1,57	1,77	1,42	2,22	1,33	1,64	
Orta Nemli	1,00	1,00	1,33	1,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,25	
Şiddetli Nemli	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Aşırı Nemli	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	

Tablo 19. DPI sonuçlarına göre kuraklık sınıflandırmalarının beklenen yıllık kalma süresi

DPI Yıllık Kalma Süresi	Adana	Karaisalı	Karataş	Kozan	Yumurtalık	Ceyhan	Mersin	Anamur	Erdemli	Silifke	Gaziantep
Aşırı Kurak	1,00	1,00	2,63	1,00	1,40	2,00	1,29	1,58	2,11	1,00	1,43
Şiddetli Kurak	1,00	1,00	1,44	1,14	1,11	1,17	1,82	1,67	1,58	1,30	1,36
Orta Kurak	1,62	1,69	1,22	1,80	1,71	1,44	1,54	1,30	1,57	1,56	1,64
Hafif Kurak	1,25	1,29	1,00	2,10	1,00	2,63	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00
Hafif Nemli	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Alanya	Manavgat	Antalya	Gazipaşa	Samandağ	İskenderun	Antakya	Dört Yol	Kahramanmaraş	Göksun	
Aşırı Kurak	1,50	2,22	1,41	3,60	1,33	1,00	1,00	1,00	1,40	1,00	
Şiddetli Kurak	2,36	2,18	1,27	3,25	1,30	1,20	1,70	1,00	2,00	1,40	
Orta Kurak	1,60	1,33	1,60	1,60	1,92	1,93	1,93	1,19	1,25	2,27	
Hafif Kurak	1,00	0,00	1,00	0,00	1,14	1,23	0,86	1,29	1,00	1,42	
Hafif Nemli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	



5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi Nehri alt havzalarında yer alan 21 MGM istasyonu verilerine göre detaylı kurak ve nemli dönem analizleri gerçekleştirilmiştir. 21 adet istasyon hem bulunduğu bölge dahilinde hem de sınırları içerisindeki iller bazında değerlendirilmiştir. Literatürde yeni kullanım alanları bulan DPI ile sıklıkla tercih edilen SPI indislerinden faydalanılmıştır. Ortalama DPI ve SPI değerlerinin alt havza ve şehir bazında dağılımları ele alınarak Türkiye'nin güney bölgesinin birçok kısmını içine alan bütüncül bir kuraklık analizi yapılmaya çalışılmıştır. İlk adımda 52 yıllık yağış verileri ile indis değerleri hesaplanmış ve meydana gelen kuraklık kategorileri belirlenmiştir. Daha sonrasında indis değerlerinin alt havza, il ve ilçe özelinde alansal dağılımı ele alınmaya çalışılmıştır. Devamında elde edilen indis değerlerinin gerçekleşme ihtimallerinin de belirlenebilmesi amacıyla kuraklık meydana gelme olasılıkları da göz önüne alınmıştır. Çalışma sonucunda edinilen sonuçlar maddeler halinde şu şekilde sıralanabilir;

- Çalışma genelinde SPI-G değerleri ile nemli dönemler daha hassas olarak tespit edilebilirken, SPI-L yöntemi ile kurak periyotların daha detaylı belirlenebileceği ifade edilebilir.
- DPI yönteminde ise SPI metoduna göre kurak dönemlerin çok daha fazla sayıda gerçekleştiği öne çıkmaktadır. Bu durumda kurak dönemlerin tespitinde genel olarak büyükten küçüğe doğru DPI-SPI(L)- SPI(G) sıralaması yapılabilir.
- Doğu Akdeniz Havzası'nda; 1980, 1990, 2007, 2014, 2016 senelerinin kurak; 1981, 2001, 2009 yıllarının ise nemli olarak geçtiği tüm indislerce ortak olarak tespit edilmiştir. En nemli yıl havza genelinde 2012 olarak belirlenmiştir.
- Seyhan Havzası'nda; nemli dönemlerin en az kurak dönemler kadar etkili olduğu söylenebilir. Tüm indisler tarafından; 1981 ve 2005 yıllarının nemli, 2013-2017 zaman aralığının ise nispeten kurak dönemlerin etkisi altında geçtiği görülmüştür. En nemli yıl Adana ve çevresinde 1981 senesinde gerçekleşmiştir. En kurak dönem ise, yine üç indis değerinin kıyaslanması sonucunda, 2017 senesi olarak belirlenmiştir. 2000'li yılların devamında kuraklık etkilerinde bir artış olduğu yorumu yapılabilir. Kozan

bölgesinde belirgin negatif bir yağış trendinin gerçekleşmesine ek olarak, havza içinde indis değerlerinin birbirine uyumlu sonuçlar vermemesi dikkat çekmektedir.

- Ceyhan Havzası'nda, indisler arası en büyük uyumun Göksun bölgesinde gözlemlendiği söylenebilir. En nemli dönemlerin 1996 ile 2005 yıllarında meydana geldiği görülmektedir. 2016 ve 2020 yıllarında ise tüm indisler için en kurak dönemler gerçekleşmiştir. SPI ile DPI değerleri arasındaki en önemli farklılıkların yağış açığının az veya fazla olması durumlarında ortaya çıktığı kanısına varılmıştır. SPI metodunun nemli, DPI yönteminin ise kurak dönemlerin belirlenmesinde daha fazla sayıda çıktılar ürettiği söylenebilir.
- Asi Nehri Havzası'nda; SPI ve DPI sonuçları açısından birbirine en uyumlu olduğu bölgeler İskenderun ve Antakya olarak belirlenmiştir 1988, 1976, 2010 yıllarında hem havza geneli hem de indisler arası benzer şekilde nemli dönem tespit edilmiştir. 2013 yılında en nemli dönem, 2010 yılında ise en kurak dönem meydana gelmiştir.
- Adana ili ve ilçeleri özelinde yapılan incelemeler sonucunda en nemli dönemin 2009 senesinde Karataş'ta, en kurak dönemin ise 2013 yılında Karaisalı bölgesinde meydana geldiği görülmektedir. Belirtilen sonuçlardan 1996, 1997, 2000, 2001, 2009 nemli dönemleri SPI ve DPI için ortak elde edilirken, kurak dönemin tespitinde birtakım farklılıklar mevcuttur.
- Mersin ili ve ilçelerine göz atıldığında 1976, 1985, 1988, 1997 ve 2019 yıllarında tüm indisler ortak olarak kurak dönemin baskın olarak gerçekleşmediğine işaret etmişlerdir. 2004 ile 2008 yıllarında ise hem SPI hem de DPI yöntemine göre kuraklık etkilerinin varlığından söz edilebilir.
- Antalya ili ve ilçelerinde 1973, 1990, 2008 ve 2020 senelerinde DPI ve SPI yöntemleri kritik kurak dönemler ortak olarak tespit etmiştir. Buna ek olarak DPI yönteminin nemlilik etkilerinin mevcut olduğuna işaret ettiği 1976 ve 1997 yıllarının SPI yöntemi tarafından da nemli olarak hesaplandığı görülmüştür. Çalışma genelinde DPI metodunun kurak olarak belirttiği tüm dönemlerin SPI tarafından birebir aynı tespit edilemediği görülmektedir.
- Hatay ili ve ilçeleri çevresinde; 1970, 1972, 1989, 1993, 2021 yılları tüm indis değerlendirmelerine göre kurak dönem ağırlıklı gerçekleşmiştir. Kuraklık etkilerinin yerini az da olsa nemliliğe bıraktığı dönemler ise 1976, 1979, 1988, 1991, 1995, 1997 yılları olarak belirtilebilir.

- Kahramanmaraş bölgesi ve civarında 2010-2017 senelerinde yoğun kurak dönemlerden söz edilebilir. Tüm indislerde ortak olarak; 1976, 1980, 1988, 1996 ve 2009 senelerinde çoğunlukla nemli dönemlere rastlamak mümkündür.
- Gaziantep ilinde; nemli dönemlerin tüm indisler tarafından ortak olarak olduğu belirgin bir zaman aralığı tespit edilememiştir. Ancak 1970, 2008, 2017 yıllarında tüm indislerle yapılan değerlendirmelerde kurak dönemin gerçekleştiğinde dair bir kanıya varılabilir.
- Çalışma kapsamında ele alınan tüm bölgeler ve indislerin tamamı birlikte değerlendirildiğinde; en kurak senenin 2013'te Göksun bölgesinde, en nemli yılın ise 2009'da Karataş'ta meydana geldiği tespit edilmiştir.
- 1970-1980 yıllarını kapsayan 10 yıllık dönemde, SPI metodu kuraklık etkilerinin en baskın yaşandığı ilin Hatay, DPI yöntemi ise Mersin olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca bu dönemde DPI yöntemi ile en fazla sayıda kurak dönem belirlendiği ilin Adana olduğu görülmüştür. Kurak dönemler; 12 istasyonda DPI, 7 istasyonda SPI-G ve 2 istasyonda ise SPI-L ile daha fazla sayıda tespit edilmiştir.
- 1981-1990 yıllarını içeren zaman aralığında, her iki SPI metodu ile Mersin en kurak il olarak belirlenmiştir. DPI yönteminde ise en kurak il, bahsedilen zaman aralığı ile benzer şekilde, Mersin olarak tespit edilmiştir. Bu durumda ikinci on yıllık zaman diliminde her üç yöntem ile Mersin bölgesinde kuraklık etkilerinin üst seviyelerde gerçekleştiği söylenebilir. Ayrıca bu zaman diliminde, DPI ile 10 istasyonda, SPI-G ile 8 istasyonda, SPI-L yöntemiyle ise 3 istasyonda daha fazla sayıda kurak dönem belirlenmiştir.
- 1991-2000 yıllarını kapsayan on yıllık zaman sürecinde hem SPI hem de DPI metodu ile en kurak il olarak Mersin dikkat çekmektedir. Bu zaman zarfında Antalya ilinin de en az Mersin kadar kuraklık etkisine maruz kaldığı söylenebilir. Bölge bazında kurak dönem sayısının en fazla hangi indis ile elde edildiğine bakıldığında; SPI-L 9 bölgede, SPI-G 2 bölgede, DPI ise 10 bölgede en fazla sayıda ilgili dönem tespit edilmiştir.
- 2001-2010 senelerini içine alan zaman diliminde 1991-2000 arası periyotla benzer şekilde kullanılan tüm yöntemlerin sonuçları bakımından Mersin ilinin en kurak şartların etkisinde olduğu yorumu yapılabilir. Dolayısıyla 1990-2010 aralığında Mersin ili ve çevresinin kuraklık etkilerine maruz kaldığı ifade edilebilir. Bu on yıllık

dönemde DPI ve SPI-G metodu ile 9 ayrı bölgede, SPI-L metodu ile ise 2 bölgede daha fazla sayıda kurak dönem belirlenmiştir.

- 2011-2021 yılları arasında DPI metodu hesaplamaları ele alındığında Mersin en kurak il olma özelliğine devam etmesine rağmen SPI yönteminde ilk 40 yıla kıyasla birtakım değişiklikler meydana gelmiştir. Beşinci on yıllık zaman aralığında SPI metotları ile en kurak ilin Kahramanmaraş olarak belirlenmesine ek olarak tüm bölgelerde nemlilik etkilerinin de ciddi bir şekilde azalması söz konusudur. Beşinci dönemde en fazla sayıda kurak periyot 7 bölgede SPI-G ile, 5 bölgede SPI-L ile, 9 bölgede ise DPI ile elde edilmiştir.
- Tüm indisler için kuraklık sınıflandırmaları kendi içerisinde ele alınırsa; sayıca en fazla Aşırı Kurak dönem Antalya'da, Şiddetli Kurak dönem Alanya'da, Hafif Kurak dönem Gazipaşa'da gerçekleşmiştir. DPI sonuçları özelinde Şiddetli Kurak kategorisinden daha fazla sayıda Orta Kurak döneme rastlanılmıştır.
- Yapılan çalışma neticesinde SPI sonuçları baz alındığında kuraklık kategorilerinin seviyesinde azalma oldukça gerçekleşme sıklıklarında bir artış olduğu düşünülmektedir. Ancak DPI yönteminde sadece Orta Kurak seviyesine kadar kuraklık kategorilerinin gerçekleşme sayısında bir artış olduğu gözden kaçırılmaması gereken bir ayrıntıdır.
- SPI sonuçları ışığında, bölgelerin tamamında Hafif Kurak dönemin gerçekleşme sayısının Orta Kurak döneme kıyasla daha fazla olduğu görülmektedir. Buradan yola çıkılarak SPI metodunda kuraklık kategorisi seviyesinde azalma oldukça gerçekleşme sayılarının arttığı gözlenmiştir. DPI metodunda ise SPI ile elde edilenden farklı bir durum söz konusudur. DPI metodunda oluşan bu farklılık; Orta Kurak döneme kadar bir artışın oluşması ancak Hafif Kurak sınıfına geçiş olduğunda gerçekleşme sayısında azalma göstermiş olmasından anlaşılmaktadır.
- Tüm bölgeler için SPI yöntemi DPI metoduna göre çok daha fazla sayıda nemli döneme işaret etmektedir. DPI metodunda nemlilik seviyeleri Hafif Nemli kategorisini aşmazken, SPI yönteminde ise tüm nemli kategorilerin mevcut olduğu görülmektedir.
- SPI metoduna göre nemli dönem sayısı sınıflandırma kategorilerinin seviyesi ile ters orantılı olarak artmaktadır. Bu bağlamda SPI yöntemi için en fazla sayıda Hafif Nemli dönem gerçekleşirken, en az sayıda Aşırı Kurak dönem meydana gelmiştir. DPI sonuçlarında ise kurak dönemlerin nemli periyotlara kıyasla daha fazla olduğu

belirlenmiş ve Hafif Nemli kategorisinden daha üst seviyelerde bir kuraklık sınıflandırmasına da rastlanılmamıştır.

- DPI sonuçlarına göre Aşırı Kurak sınıflandırmasının SPI değerlerine kıyasla çok daha yüksek oranda görülme olasılığına sahip olduğu söylenebilir. Orta Kurak kategorisi ise DPI sonuçlarına göre gerçekleşme olasılığı en yüksek olan sınıflandırma olarak belirtilebilir.
- SPI sonuçlarına göre başlangıcından bitişine kadar en uzun süren kuraklık kategorisinin genelde Hafif Kurak ve Hafif Nemli olduğu söylenebilir. SPI-L kurak dönemlerin SPI-G verilerine kıyasla daha uzun süre etkili olması haricinde benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. DPI metodunda ise Nemli kategorilerin beklenen kalma sürelerinde düşüş gözlenmiştir.



6. ÖNERİLER

Yeni indislerin uygulanabilirliğinin araştırılması ve kullanılabilirliğinin denenmesi prensibi ile bu çalışmada özellikle Akdeniz kıyılarından iç bölgelere doğru ilerleyen alan için SPI ve DPI sonuçlarının birbiri ile uyumu üzerinde durulmuştur. DPI metodunun özellikle olasılık dağılımlarından bağımsız olması nedeniyle yağış değerlerinin rastgele olma özelliği ile daha iyi sonuçlar vereceği literatürdeki çalışmalarda öngörülmüş olup mevcut diğer indislerle de ele alınmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Negatif yağış trendi ile birbirinden farklı indis değerlerinin uyumu gelecekte yapılması muhtemel çalışmalarda ele alınabilir. Bu durumda gelecekteki olası çalışmalarda, yağış verilerinin temel parametre olarak kullanıldığı indisler başta olmak üzere; PDSI, RAI, SWSI, RDI ve SPEI gibi birçok farklı indis ile DPI indisinin karşılaştırılmasının kuraklık çalışmaları üzerinde olumlu bir katkısının olacağı düşünülmektedir. Ayrıca Türkiye'nin diğer 21 havzasında da benzer çalışmaların yürütülmesinin doğal afet önleme çalışmalarına katkıda bulunacağı ve yönetsel kararların da doğru bir şekilde alınmasının da önünü açacağına inanılmaktadır. DPI metodunda yağış verileri temel değişken olarak kabul edildiğinden meteorolojik kuraklığın tespitinde kullanılmaktadır, ancak SPI yöntemine benzer şekilde akım parametresinin kullanılması sonucunda diğer hidrolojik kuraklık indisleri ile olan uyumunun da değerlendirilebileceği öngörülebilir. Bu sayede güncel indislerin kullanımı ve yetkinliği daha detaylı olarak incelenerek çalışmalar çeşitlendirilebilir. Elde edilen sonuçların merkezi ve yerel yönetimler tarafından acil eylem planları hazırlanması noktasında faydalı olabileceği; su azlığı yaşanması muhtemel bölgelerde suyun etkin kullanımı ve çözüm politikaları açısından rehber niteliği taşıyabileceği öngörülmektedir.



KAYNAKÇA

- Abbasian, M. S., Najafi, M. R., Abrishamchi, A. (2021). Increasing risk of meteorological drought in the Lake Urmia basin under climate change: Introducing the precipitation–temperature deciles index. *Journal of Hydrology*, 592, 125586.
- Abramowitz M., Stegun A. (1965). *Handbook of mathematical functions with formulas, graphs, and mathematical tables*. Dover Publications Inc, New York. 1044p.
- Akbaş A. (2014). Important drought years over Turkey. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2): 101–118.
- Alahacoon, N., Edirisinghe, M., Ranagalage, M. (2021). Satellite-based meteorological and agricultural drought monitoring for agricultural sustainability in Sri Lanka. *Sustainability*, 13(6), 3427.
- Alami, M. M., Hayat, E., Tayfur, G. (2017). Proposing a Popular Method for Meteorological Drought Monitoring in the Kabul River Basin, Afghanistan. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 4(6), 103–110. Retrieved from <https://doi.org/10.22161/ijaers.4.6.12>.
- Alcar, A.O. (2022). Doğu Akdeniz İklim Haritalarının Jeostatistiksel Yöntemle Oluşturulması ve Hidroklimatolojik Eğilim Değerlendirmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Alkan A., Tombul M. (2022). Temporal drought assessment using various indices of the Seyhan and Ceyhan Basins, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*. 20(1): 555-569. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/2001_555569
- Altın Bayer T., Sarış F., Altın B.N. (2020). Determination of drought intensity in Seyhan and Ceyhan River Basins, by hydrological drought analysis. *Theoretical and Applied Climatology*. 139, 95-107. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02957-y>
- Angelidis P., Maris F., Kotsovinos N., Hrisanthou V. (2012). *Water Resources Management*. 26, 2453-2473. DOI 10.1007/s11269-012-0026-0
- Baig, M. R. I., Naikoo, M. W., Ansari, A. H., Ahmad, S., Rahman, A. (2022). Spatio-temporal analysis of precipitation pattern and trend using standardized precipitation index and Mann–Kendall test in coastal Andhra Pradesh. *Modeling Earth Systems and Environment*, 8(2), 2733-2752.
- Barua, S., Ng, A.W.M., Perera, B.J.C. (2011). Comparative Evaluation of Drought Indexes: Case Study on the Yarra River Catchment in Australia. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 137(2), 215–226. Retrieved from [https://doi.org/10.1061/\(asce\)wr.1943-5452.0000105](https://doi.org/10.1061/(asce)wr.1943-5452.0000105).

Bayer Altın, T., Barak, B. (2017). Trends and changes in tropical and summer days at the Adana Sub-Region of the Mediterranean Region, Southern Turkey. *Atmospheric Research*, 196, 182-199.

Bayer Altın T. (2019). Drought analysis in Aksaray (Central Anatolia Region), Turkey. In: Yıldız M S, Can A, Özkaya M. The 4th International Aksaray Symposium. Aksaray University: 24-26.

Bayer Altın T., Altın B.N. (2021). Response of hydrological drought to meteorological drought in the eastern Mediterranean Basin of Turkey. *Journal of Arid Land*. 13(5):470-486. <https://doi.org/10.1007/s40333-021-0064-7>

Berhail, S., Katipoğlu, O. M. (2023). Comparison of the SPI and SPEI as drought assessment tools in a semi-arid region: case of the Wadi Mekerra basin (northwest of Algeria). *Theoretical and Applied Climatology*, 1-21.

Bhuyan-Erhardt, U., Erhardt, T. M., Laaha, G., Zang, C., Parajka, J., Menzel, A. (2019). Validation of drought indices using environmental indicators: streamflow and carbon flux data. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265, 218-226.

Bisht DS, Sridhar V, Mishra A, Chatterjee C, Raghuwanshi NS (2019) Drought characterization over India under projected climate scenario. *Int J Climatol* 39:1889–1911. <https://doi.org/10.1002/joc.5922>

Böhnisch, A., Mittermeier, M., Leduc, M., Ludwig, R. (2021). Hot spots and climate trends of meteorological droughts in Europe—assessing the percent of normal index in a single-model initial-condition large ensemble. *Frontiers in Water*, 3, 716621.

Brouziyne Y, Abouabdillah A, Chehbouni A, Hanich L, Bergaoui K, McDonnell R, Benaabidate L. (2020). Assessing Hydrological Vulnerability to Future Droughts in a Mediterranean Watershed: Combined Indices-Based and Distributed Modeling Approaches. *Water*. 12(9):2333. <https://doi.org/10.3390/w12092333>

Caloiero, T., Veltri, S., Caloiero, P., Frustaci, F. (2018). Drought Analysis in Europe and in the Mediterranean Basin Using the Standardized Precipitation Index. *Water*.

Cavus, Y., Aksoy, H. (2019). Spatial drought characterization for Seyhan River basin in the Mediterranean region of Turkey. *Water (Switzerland)*, 11(7). Retrieved from <https://doi.org/10.3390/w11071331>

Çiçek, İ., Duman, N. (2015). Seasonal and Annual Precipitation Trends in Turkey. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 10(2), 77–84.

Çuhadar M., Atış E. (2019). Drought Analysis in Ceyhan Basin Using Standardized Precipitation Index. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 9(4), 2303-2312.

Değerli Şimşek, S., Çapar, Ö. F., Turhan, E. (2023). Investigation of Transition Possibilities between Drought Classifications Using Standardized Precipitation Index for Wet and Dry Periods–Lower Seyhan Plain, Türkiye Case. *Journal of Ecological Engineering*, 24(5).

Şimşek, S. D., Çapar, Ö. F., Turhan, E. (2023). Assessment of Hydrological Drought Index change over long period (1990–2020): The case of İskenderun Gönençay Stream, Türkiye. *AIMS Geosciences*, 9(3), 441-454.

Deniz Öztürk, Y. (2022) Karadeniz Bölgesi’ndeki kuraklık koşullarının SPI ve yapay zekâ tabanlı incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Gümüşhane Üniversitesi.

Dikici M., Aksel M. (2019). Comparison of SPI, SPEI and SRI drought indices for Seyhan Basin. *International Journal of Electronics, Mechanical and Mechatronics Engineering*. 9(4): 1751-1762).

Dikici M. (2019). Asi Havzası’nda (Türkiye) Kuraklık Analizi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*. 5(1), 22-40. DOI: 10.21324/dacd.426784.

Dikici, M. (2020). Drought analysis with different indices for the Asi Basin (Turkey). *Scientific Reports*, 10(1), 20739.

Dikici, M., Aksel, M. (2021). Comparison Of Drought Indices İn The Case Of The Ceyhan Basin. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 8(2), 113–125. Retrieved from <https://doi.org/10.30897/ijegeo.792379>

Dikici M. (2022). Drought analysis for the Seyhan Basin with vegetation indices and comparison with meteorological different indices. *Sustainability*, 14, 4464. <https://doi.org/10.3390/su14084464>

Dinç, N., Aydınşakir, K., Işık, M., Büyüктаş, D. (2016). Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) yöntemi ile Antalya ili kuraklık analizi. *Derim*, 33(2), 277–296. Retrieved from <https://doi.org/10.16882/derim.2016.267912>

Docheshmeh Gorgij, A., Alizamir, M., Kisi, O., Elshafie, A. (2022). Drought modelling by standard precipitation index (SPI) in a semi-arid climate using deep learning method: long short-term memory. *Neural Computing and Applications*, 34(3), 2425–2442. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06505-6>

Elbeltagi, A., Kumar, M., Kushwaha, N. L., Pande, C. B., Dittthakit, P., Vishwakarma, D. K., Subeesh, A. (2023). Drought indicator analysis and forecasting using data driven models: Case study in Jaisalmer, India. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 37(1), 113-131.

Eslamian, S., Ostad-Ali-Askari, K., Singh, V. P., Dalezios, N. R., Ghane, M., Yihdego, Y., Matouq, M. (2017). A review of drought indices. *Int. J. Constr. Res. Civ. Eng.*, 3, 48-66.

Eşit, M., Yüce, M. (2022). Comprehensive evaluation of trend analysis of extreme drought events in the Ceyhan River Basin, Turkey. *Meteorology Hydrology and Water Management*, (Palmer 1965). Retrieved from <https://doi.org/10.26491/mhwm/154573>

Fidan, H. I. (2011). Doğu Akdeniz Bölgesinde Standardize Yağış İndeksi (SYİ) ile Kuraklık Analizi ve Markov Zinciri Yöntemini Kullanarak Kurak Olma Olasılıklarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Gibbs, W. J., Maher, J. V. (1967). “Rainfall deciles as drought indicators.” Bureau of Meteorology Bulletin No. 4, Commonwealth of Australia, Melbourne, Australia.

Gümüş V, Algın H M. (2017). Meteorological and hydrological drought analysis of the Seyhan–Ceyhan River Basins, Turkey. *Meteorological Applications*, 24(1): 62–73.

Gümüş V. (2017). Akım kuraklık indeksi ile Asi Havzasının hidrolojik kuraklık analizi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 5(1), 65-73.

Gümüş V. (2019). Spatio-temporal precipitation and temperature trend analysis of the Seyhan-Ceyhan River Basins, Turkey. *Meteorological Applications*. 26,369-384.

Hao Z, AghaKouchak A (2013) Multivariate standardized drought index: a parametric multi-index model. *Adv Water Resour* 57:12– 18. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2013.03.009>

Kaihotsu I, Tamagawa I (2021) Evaluation of Kaiseki-uryou of the Japan Meteorological Agency using in situ rainfall observation data in the Kitahiroshima-chou of the Chugoku Mountains. *J Jpn Soc Hydrol Water Resour* 34(2):136–143. <https://doi.org/10.3178/Jjshwr.34.136>

Karabulut, M., Doğan, İ. (2018). Erdemli İlçesi’nde Kuraklık Analizi. *Uluslararası Erdemli Sempozyumu*, 299–303.

Karabulut, M., Cosun, F. (2019). Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi (Precipitation Trend Analyses in Kahramanmaraş). *SSRN Electronic Journal*, 7(1), 65–83. Retrieved from <https://doi.org/10.2139/ssrn.3417845>

Katipoğlu O.M., Acar R., řengül S. (2020). Comparison of meteorological indices for drought monitoring and evaluating: a case study from Euphrates basin, Turkey. *Journal of Water and Climate Change*, 11(S1), 29-43.

Kebede A., Raju U.J.P., Korecha D., Nigussie M. (2020) Developing new drought indices with and without climate signal information over the Upper Blue Nile. *Model Earth Syst Environ* 6:151–161. <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00667-y>

Keskiner, A. D., Çetin, M., Uçan, M., şimşek, M. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Standardize Yağış İndeksi Yöntemiyle Olasılıklı Meteorolojik Kuraklık Analizi: Seyhan Havzası Örneği. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakóltesi, Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(2): 79-90, Aralık 2016.

Keskiner A.D., Çetin M., Şimşek M., Akın S. (2020). Kuraklık riski altındaki havzalarda gölet haznelerinin tasarımı: Seyhan Havzası'nda bir uygulama. *Teknik Dergi*. 586:10189-10210.

Kirsta Y., Loucka O. (2020) Annual range of temperature and precipitation forecast for Altai-Sayan Mountain country. *Environ Dyn Glob Clim Change* 11(1):16–23

Köyceğiz, C., Büyükyıldız, M. (2021). Assessment of Concentration, Erosivity and Seasonality of Precipitation Data for 1970-2019 Period of Karataş Gauging Station. *Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, (32), 118-125.

Köyceğiz C., Büyükyıldız M. (2023). Investigation of spatiotemporal variability of some precipitation indices in Seyhan Basin, Turkey: monotonic and sub-trend analysis. *Natural*

Kubiak-Wójcicka, K., Juśkiewicz, W. (2020). Relationships between meteorological and hydrological drought in a young-glacial zone (north-western Poland) based on Standardised Precipitation Index (SPI) and Standardized Runoff Index (SRI). *Acta Montanistica Slovaca*, 25(4).

Kubiak-Wójcicka K., Nagy P., Zelenáková M., Hlavatá H., Abd-Elhamid H. F. (2021). Identification of Extreme Weather Events Using Meteorological and Hydrological Indicators in the Laborec River Catchment, Slovakia. *Water*, 13(10), 1413.

Kumanlioğlu A.A. (2019). Characterizing meteorological and hydrological droughts: A case study of the Gediz River Basin, Turkey. *Meteorological Applications*. 27:1-17. DOI: 10.1002/met.1857

Kumar, K. A., Reddy, G. O., Masilamani, P., Turkar, S. Y., Sandeep, P. (2021). Integrated drought monitoring index: a tool to monitor agricultural drought by using time-series datasets of space-based earth observation satellites. *Advances in Space Research*, 67(1), 298-315.

Kwon M., Kwon H., Han D. (2019) Spatio-temporal drought patterns of multiple drought indices based on precipitation and soil moisture: a case study in South Korea. *Int J Climatol* 39:4669–4687. <https://doi.org/10.1002/joc.6094>

Ma, Q., Li, Y., Liu, F., Feng, H., Biswas, A., Zhang, Q. (2023). SPEI and multi-threshold run theory based drought analysis using multi-source products in China. *Journal of Hydrology*, 616(April 2022). Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128737>

Malik A., Kumar A. (2020) Spatio-temporal trend analysis of rainfall using parametric and non-parametric tests: case study in Uttarakhand, India. *Theor Appl Climatol* 140:183–207

Masih, I., Maskey, S., Mussá, F.E.F., Trambauer, P. (2014). A review of droughts on the African continent: a geospatial and long-term perspective. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 18, 3635–3649. <https://doi.org/10.5194/hess-18-3635-2014>.

- McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183).
- Mearns, L.O.; Bukovsky, M.; Pryor, S.C.; Magaña, V. (2018). Downscaling of Climate Information. In *Climate Modelling: Philosophical and Conceptual Issues*; Lloyd, A.E., Winsberg, E., Eds.; Springer: Cham, Switzerland; pp. 199–269.
- Merabti, A., Darouich, H., Paredes, P., Meddi, M., Pereira, L. S. (2023). Assessing Spatial Variability and Trends of Droughts in Eastern Algeria Using SPI, RDI, PDSI, and MedPDSI—A Novel Drought Index Using the FAO56 Evapotranspiration Method. *Water*, 15(4), 626.
- Mersin, D., Gulmez, A., Safari, M. J. S., Vaheddoost, B., Tayfur, G. (2022). Drought Assessment in the Aegean Region of Turkey. *Pure and Applied Geophysics*, 179(8), 3035-3053.
- Mishra, A. K., Desai, V. R. (2005). Spatial and temporal drought analysis in the kansabati river basin, india. *International Journal of River Basin Management*, 3(1), 43–52. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/15715124.2005.9635243>
- Mishra A.K., Singh V.P., Desai V.R. (2009). Drought characterization: a probabilistic approach. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.* 23, 41-55. DOI 10.1007/s00477-007-0194-2
- Mishra V., (2020) Long-term (1870–2018) drought reconstruction in context of surface water security in India *J. Hydrol.* 580 124228
- Mukherjee S., Mishra A., Trenberth K.E. (2018) Climate change and drought: a perspective on drought indices. *Curr Clim Chang Rep* 4:145–163. <https://doi.org/10.1007/s40641-018-0098-x>
- Muse, N. M., Tayfur, G., Safari, M. J. S. (2023). Meteorological Drought Assessment and Trend Analysis in Puntland Region of Somalia. *Sustainability*, 15(13), 10652.
- Nyokabi, E. W. (2022). Evaluation And Forecasting of Hydrological Drought Using Streamflow dissertation, Egerton University).
- Oğuz A. (2019) Rends in the annual maximum accumulated precipitation deficit and surplus in the upper Ceyhan River Basin (M.Sc. Thesis). Republic of Turkey Gaziantep University.
- Okka, C. T., Durduran, S. S. (2022). Drought Analysis Forecast in Ermenek Dam Basin Using SPI and SPEI Indices. 14th International Conference on Engineering and Natural Sciences, (110).
- Ozkaya A., Zerberg Y. (2019). A 40-year analysis of the hydrological drought index for the Tigris Basin, Turkey. *Water*, 11(4), 657.

Ozonur, D., Pobocikova, I., de Souza, A. (2021). Statistical analysis of monthly rainfall in Central West Brazil using probability distributions. *Modeling Earth Systems and Environment*, 7(3), 1979–1989. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00954-z>.

Özdemir A.D., Erkuş M.K., (2017), Havza Bazında Hidrolojik Kuraklık Analizi, IX Ulusal Hidroloji Kongresi, Dicle Üniversitesi, 04- 06 Ekim, Diyarbakır.

Özfıdaner M., Topaloğlu F., Baydar A., Şapolyo D. (2015). Hydrological drought analysis of monthly streamflows in Eastern Mediterranean Basin: Numbered 1712 SGS. 4th International Soil and Water Resources Congress, Kahramanmaraş, Turkey, 1-6.

Özfıdaner, M., Şapolyo, D., Topaloğlu, F. (2018). Seyhan havzası akım verilerinin hidrolojik kuraklık analizi. *Toprak Su Dergisi* 7 (1): 57-64.

Özfıdaner, M. (2020). Türkiye ölçeğinde yağış ve akım kuraklık indeksi ile kuraklık analizi ve kurak olma olasılıklarının belirlenmesi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Palmer W.C. (1965). Meteorological drought, Research Paper No. 45, US Weather Bureau, Washington, DC. Palmer.

Polong, F., Chen, H., Sun, S., Ongoma, V. (2019). Temporal and spatial evolution of the standard precipitation evapotranspiration index (SPEI) in the Tana River Basin, Kenya. *Theoretical and Applied Climatology*, 138, 777-792.

Poornima, S., Pushpalatha, M., Jana, R. B., Patti, L. A. (2023). Rainfall Forecast and Drought Analysis for Recent and Forthcoming Years in India. *Water (Switzerland)*, 15(3). Retrieved from <https://doi.org/10.3390/w15030592>

Radzka, E. (2015) The assessment of atmospheric drought during vegetation season (according to standardized precipitation index SPI) in Central-Eastern Poland. *J Ecol Eng* 16:87–91. <https://doi.org/10.12911/22998993/591>. <https://www.scienccedirect.com/science/article/pii/B9780128109854000025>.

Reyes, L. J. C., Rangel, H. Á., Herazo, L. C. S. (2022). Adjustment of the Standardized Precipitation Index (SPI) for the Evaluation of Drought in the Arroyo Pechelín Basin, Colombia, under Zero Monthly Precipitation Conditions. *Atmosphere*, 13(2). Retrieved from <https://doi.org/10.3390/atmos13020236>

Rolbiecki R., Yücel A., Kociecka J., Atılgan A., Markovic M., Liberacki D. (2022). Analysis of SPI as a drought indicator during the Maize Growing in the Çukurova Region (Turkey). *Sustainability*. 14:3697. <https://doi.org/10.3390/su14063697>

Sağlamoğlu A., İrvem A. (2020). Regional drought analysis for the eastern mediterranean region of Turkey using RUN and SPI method. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29, 1256-1262.

Saini, D., Singh, O., Bhardwaj, P. (2022). Standardized precipitation index based dry and wet conditions over a dryland ecosystem of northwestern India. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 6(4), 252–264. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/24749508.2020.1833614>

Shafer B.A., Dezman L.E., (1982). Development of a surface water supply index (SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas, [in:] *Proceedings of the 50th Annual Western Snow Conference*, Reno, Nevada.

Siddig K, Stepanyan D, Wiebelt M, Grethe H, Zhu T (2020) Climate change and agriculture in the Sudan: impact pathways beyond changes in mean rainfall and temperature. *Ecol Econ* 169:106566. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106566>

Soydan N.G., Gümüş V., Şimşek O., Gerger O., Ağun B. (2016). Seyhan Havzası aylık ortalama akım ve yağış verilerinin trend analizi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*. 7(2), 319-328.

Soydan Oksal, N. G. (2023). Comparative analysis of the influence of temperature and precipitation on drought assessment in the Marmara region of Turkey: an examination of SPI and SPEI indices. *Journal of Water and Climate Change*, 14(9), 3096-3111.

Spinoni J., Naumann G., Carrao H., Barbosa P., Vogt J. (2014). World drought frequency, duration, and severity for 1951–2010. *International Journal of Climatology*, 34(8), 2792-2804.

Svoboda, M., Hayes, M., & Wood, D. (2012). Standardized precipitation index: user guide. University of Nebraska Lincoln. Erişim adresi: <https://public.wmo.int/en/resources/library/standardized-precipitation-index-user-guide>

Şahin, Ü., Kurnaz, L. (2014) İklim değişikliği ve kuraklık. İstanbul Politikalar Merkezi Araştırma Raporu, Ekim 2014, İstanbul.

Şimşek, O. (2021). Hydrological drought analysis of Mediterranean basins, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(20), 1–17. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s12517-021-08501-5>

Şimşek O., Çakmak B. (2010). Drought analysis for 2007–2008 agricultural year of Turkey. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 7(3): 99–109.

T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2023). Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzalarına ait Yağış ölçümleri. Ankara.

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (OSİB). Doğu Akdeniz Havzası Kuraklık Yönetim Planı (2018). Ankara.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2018). Ceyhan Havzası taşkın yönetim planı. Ankara.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019a). Seyhan Havzası kuraklık yönetim planı: Cilt 1 Havzanın genel tanıtımı ve kuraklık analizleri. Ankara.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019b). Ceyhan Havzası kuraklık yönetim planı: Cilt 1 Havzanın genel tanıtımı ve kuraklık analizleri. Ankara.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019c). Asi Havzası kuraklık yönetim planı: Cilt 1 Havzanın genel tanıtımı ve kuraklık analizleri. Ankara.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019d). Asi ve Seyhan Havzaları taşkın yönetim planının hazırlanması projesi. Ankara.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020). Asi Havzası taşkın yönetim planı. Ankara.

T.C.Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) (2021). Doğu Akdeniz Havzası Yağış verileri. Ankara.

Tayfur, G. (2021). Discrepancy precipitation index for monitoring meteorological drought. *Journal of Hydrology*, 597(January), 126174. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126174>

Tayfur, G., Alamı, M.M. (2022). Meteorological Drought Analysis for Helmand River Basin, Afghanistan . *Teknik Dergi* , 33 (4) , 12223-12242 . DOI: 10.18400/tekderg.868595

Thom, H.C.S. (1958) A note on the gamma distribution. *Mon Weather Rev* 86:117–122.

Tigkas, D., Vangelis, H., Tsakiris, G. (2015). DrinC: a software for drought analysis based on drought indices. *Earth Science Informatics*, 8(3), 697–709. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s12145-014-0178-y>

Topçu, E. (2018). Doğu Akdeniz Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzalarında Farklı Yöntemler kullanılarak Kuraklık Analizi, 346.

Topçu E., Seçkin N. (2022). Drought assessment using the reconnaissance drought index (RDI): A case study of eastern Mediterranean, Seyhan, Ceyhan and Asi basins of Turkey. *Journal of Engineering Research*. 10, 124-141. DOI: 10.36909/jer.12113

Topçu E., Seçkin N., Açıkan Haktanır N. (2022). Drought analyses of Eastern Mediterranean, Seyhan, Ceyhan and Asi Basins by using aggregate drought index (ADI). *Theoretical and Applied Climatology*. 147,909-924. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03873-w>

Tsakiris, G., Vangelis, H. (2004). Towards a Drought Watch System based on spatial SPI. *Water Resources Management*, 18(1), 1–12. Retrieved from <https://doi.org/10.1023/B:WARM.0000015410.47014.a4>.

Tsesmelis, D. E., Leveidioti, I., Karavitis, C. A., Kalogeropoulos, K., Vasilakou, C. G., Tsatsaris, A., Zervas, E. (2023). Spatiotemporal Application of the Standardized Precipitation Index (SPI) in the Eastern Mediterranean. *Climate*, 11(5), 95.

Tsesmelis, D.E., Leveidioti, I., Karavitis, C.A., Kalogeropoulos, K., Vasilakou, C.G., Tsatsaris, A., Zervas, E. (2023). Spatiotemporal Application of the Standardized Precipitation Index (SPI) in the Eastern Mediterranean. *Climate*, 11(5), 95.

Turhan, E., Keleş, M. K., Tantekin, A., Keleş, A. E. (2019). The investigation of the applicability of data-driven techniques in hydrological modeling: The case of seyhan basin. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 21.

Turhan, E., Değerli, S., Çulha, B. D. (2021). Çeşitli Tekerrür Periyotları için Taşkın Debilerinin Tahmininde Farklı Olasılık Dağılımlarının Karşılaştırılması: Ceyhan Nehri Örneği. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 731-742.

Turhan E., Değerli S., Çatal E.N. (2022). Long-term hydrological drought analysis in agricultural irrigation area: The case of Dört Yol-Erzin Plain, Turkey. *Current Trends in Natural Sciences*. 11(21), 501-512. <https://doi.org/10.47068/ctns.2022.v11i21.054>

Turhan, E., Değerli Şimşek, S. (2023). Supplementing Missing Data Using the Drainage-Area Ratio Method and Evaluating the Streamflow Drought Index with the Corrected Data Set. *Water*, 15(3), 425.

Turhan, E., Duyan Çulha, B., Değerli, S. (2022). Akım kuraklık indeksi yönteminin farklı zaman ölçekleri için hidrolojik olarak değerlendirilmesi: Arsuz ovası örnek çalışması. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*. 8(1): 25-36, DOI: 10.21324/dacd.903655

Turhan E., Değerli Şimşek S., Çatal E.N. (2022). Standardize Akım İndeksine Göre Nemli ve Kurak Dönemler ile Sınıflandırmalar Arası Geçiş Olasılıklarının Uzun Zaman Periyodunda Analizi. 11. Ulusal Hidroloji Kongresi. Gaziantep.

U.S. and World Population Clock. Erişim adresi: <https://www.census.gov/popclock/>. Erişim Tarihi: 20.04.2023

Upal M. (2020) Analysis of spatio-temporal rainfall variability over Bangladesh. *J Clim Change* 6(1):7–14. <https://doi.org/10.3233/jcc200002>

Uzunkol, M., Kızılelma, Y. (2016). Ceyhan Havzası'nın kuraklık durumu ve eğilimlerinin belirlenmesi. *The Journal of Academic Social Science* 4(29):503-519

Willeke, G., J.R.M. Hosking, J. R. Wallis, Guttman N.B. (1994). The National Drought Atlas. Institute for Water Resources Rep. 94-NDS-4, U.S. Army Corps of Engineers

Yacoub, E., Tayfur, G. (2017). Evaluation and Assessment of Meteorological Drought by Different Methods in Trarza Region, Mauritania. *Water Resources Management*, 31(3), 825–845. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1510-8>

Yisehak B., Zenebe A. (2021). Modeling multivariate standardized drought index based on the drought information from precipitation and runoff: a case study of Hare watershed of Southern Ethiopian Rift Valley Basin. *Modeling Earth Systems and Environment*. 7, 1005-1017.

Yüce, M. I., Aksoy, H., Önöz, B., Çetin, M., Eriş, E., Eşit, M., Burgan, H. İ., Oğuz, A., Kalaçi, O. (2019). İklim Değişikliğinin Yağışlar Üzerine Etkisi: Kahramanmaraş ve

Osmaniye Örneği. 10. Ulusal Hidroloji Kongresi (<http://www.hidrolojix.mu.edu.tr/tr>), Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, 375-388.

Yüce, M. İ., Eşit, M. (2020). Ceyhan Havzasının Kuraklık Risk Haritasının SPI ve SPEI Metotları ile Belirlenmesi. *Su Kaynakları*, 5(2), 1–8.

Yüce M., Esit M., (2020), Ceyhan Havzasının Kuraklık Risk Haritasının SPI ve SPEI Metotları ile Belirlenmesi, *Su Kaynakları*, 5, (2) 1–8.

Yüce M.I., Eşit M., Kalaycıoğlu V. (2022). Investigation of trends in extreme events: a case study of Ceyhan Basin, Turkey. *Journal of Applied Water Engineering and Research*. <https://doi.org/10.1080/23249676.2022.2113462>

Yüce Ş., Ercan B., Eşit M., Ünsal M., Yüce M.İ. (2018). Seyhan Havzası Yağış Verilerinin Eğilim Analizi, İklim Değişikliği ve Çevre. 3(2) 47–54,

Zachariah M, Mondal A, Das M, AchutaRao KM, Ghosh S (2020) On the role of rainfall deficits and cropping choices in loss of agricultural yield in Marathwada, India. *Environ Res Lett* 15(9):094029

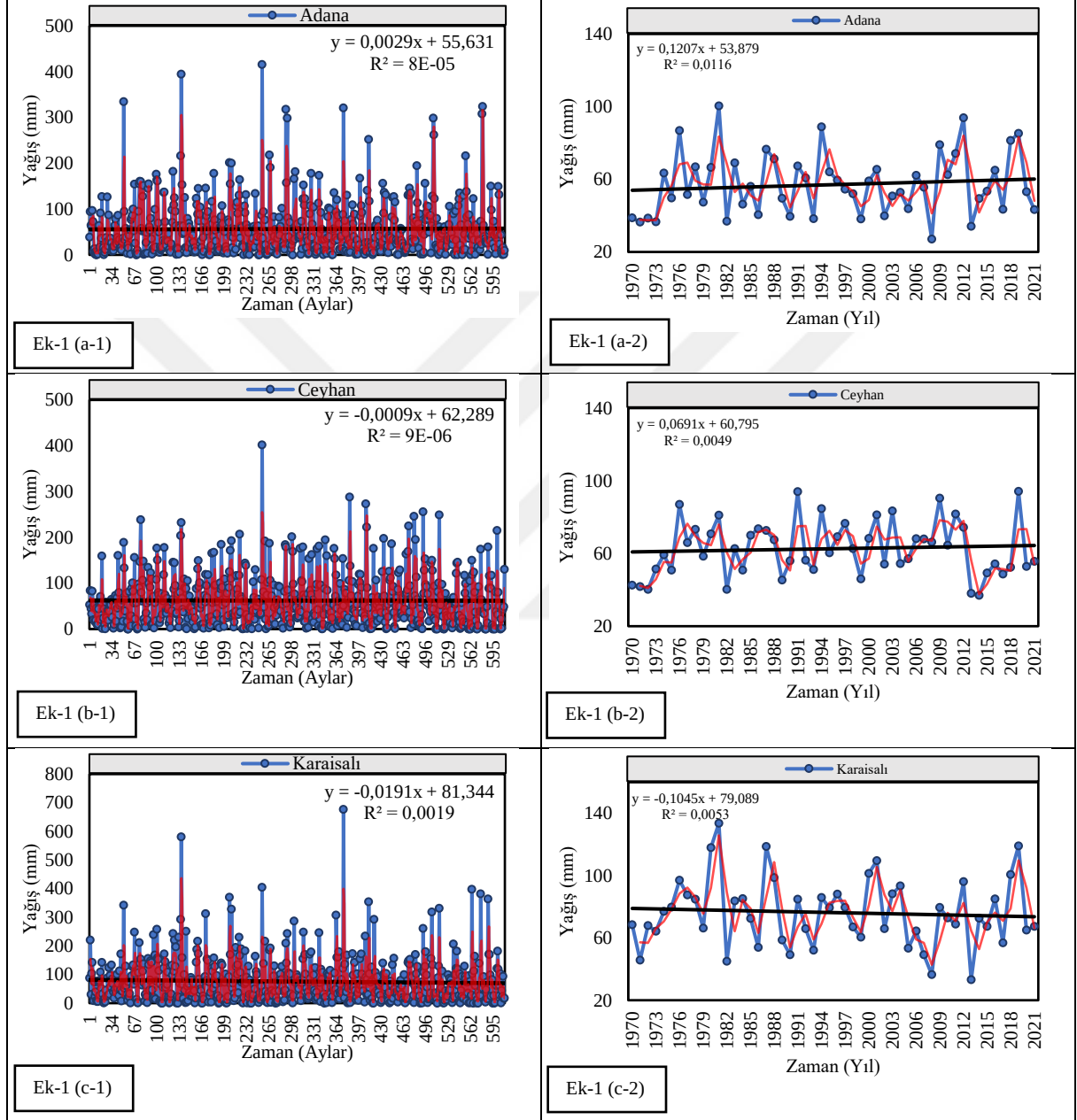
Zeybekoglu U. (2022). Spatiotemporal analysis of droughts in Hirfanli Dam basin, Turkey by the Standardised Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI). *Acta Geophysica*, 70(1), 361-371.

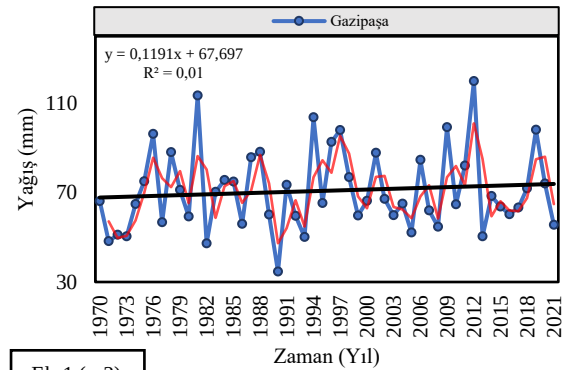
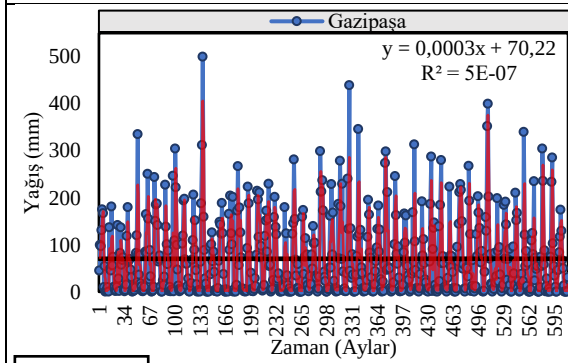
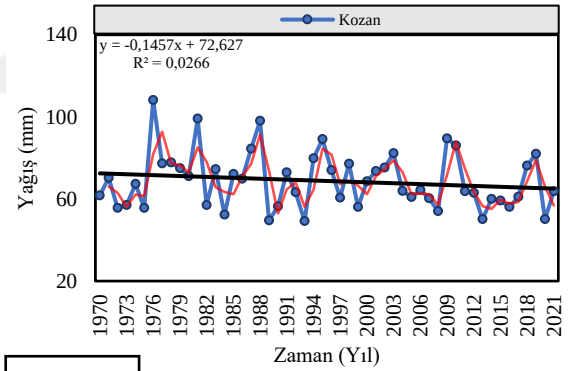
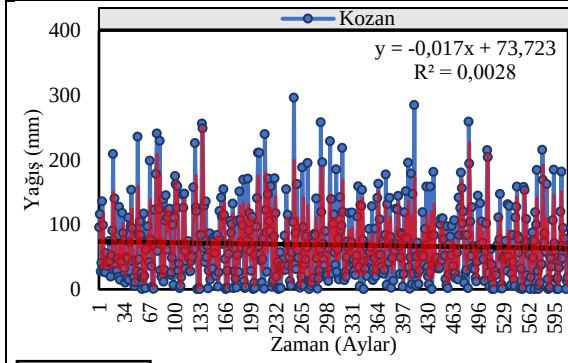
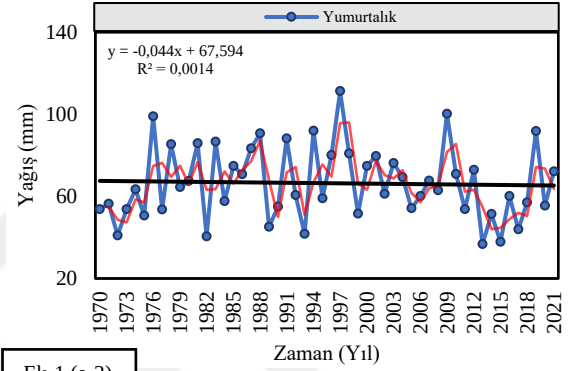
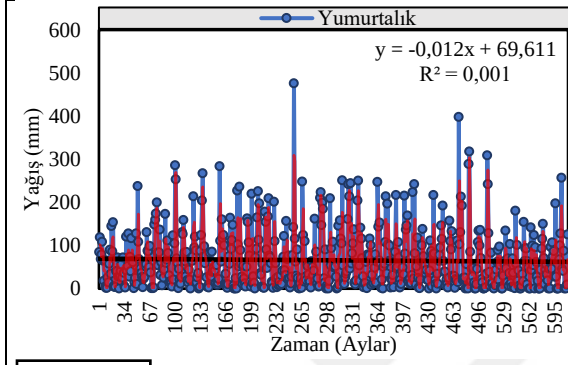
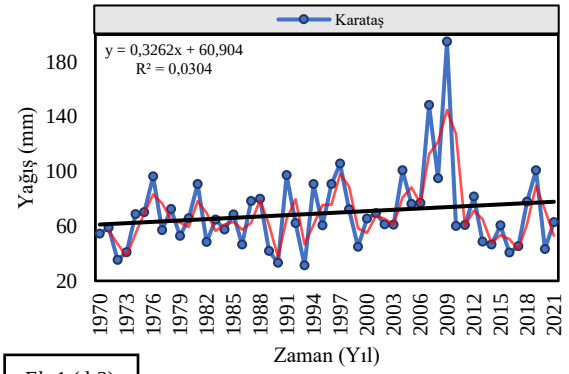
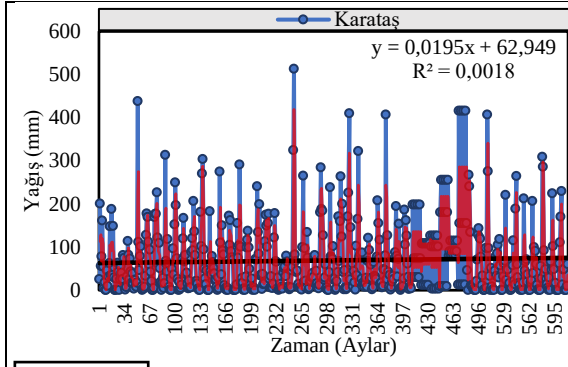
Zhang W., Zhou T. (2020) Increasing impacts from extreme precipitation on population over China with global warming. *Science Bulletin*. 65: 243-252.

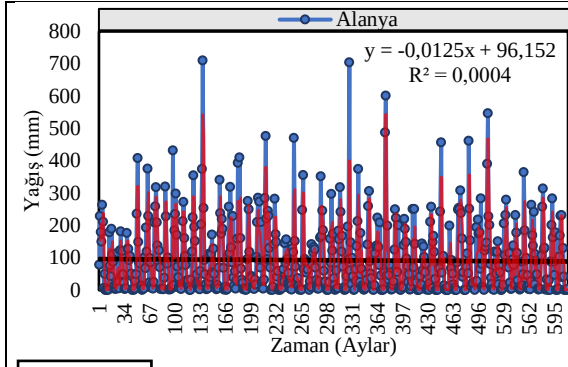


EKLER

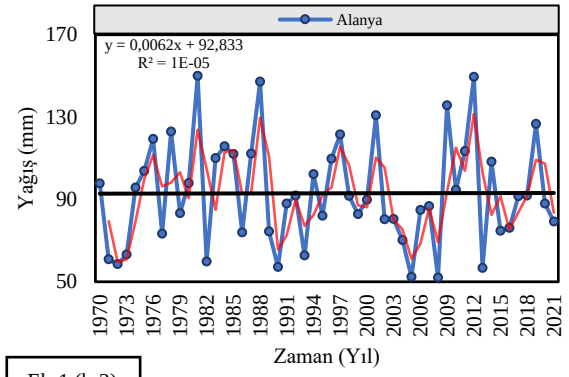
EK-1. Belirlenen istasyonların aylık ve yıllık ortalama yağış değerlerinin zamana göre değişimi



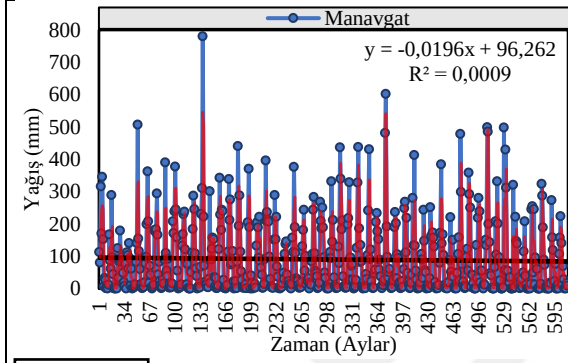




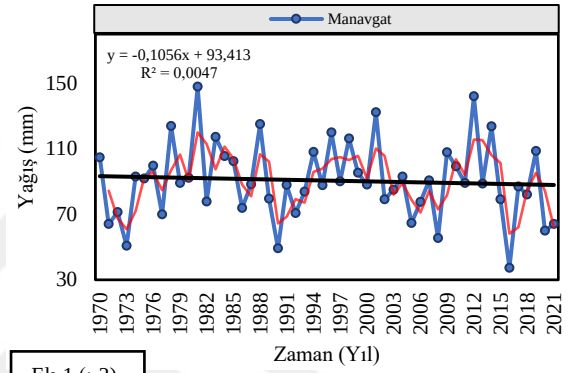
Ek-1 (h-1)



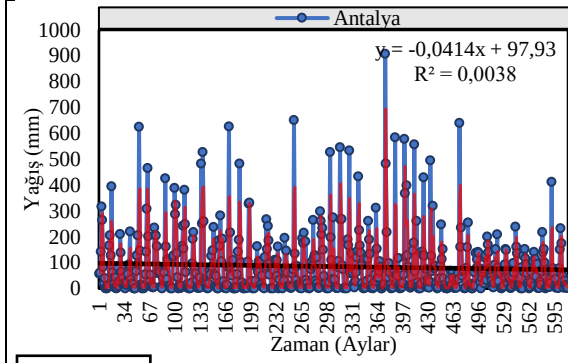
Ek-1 (h-2)



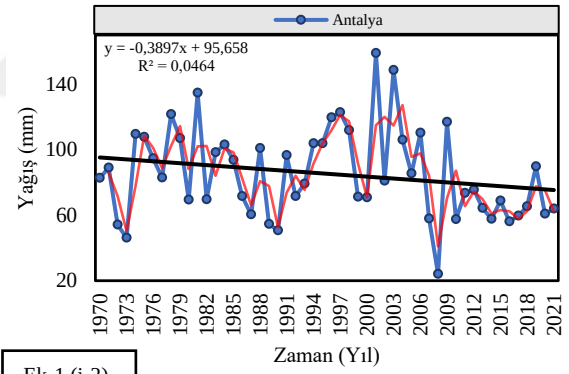
Ek-1 (i-1)



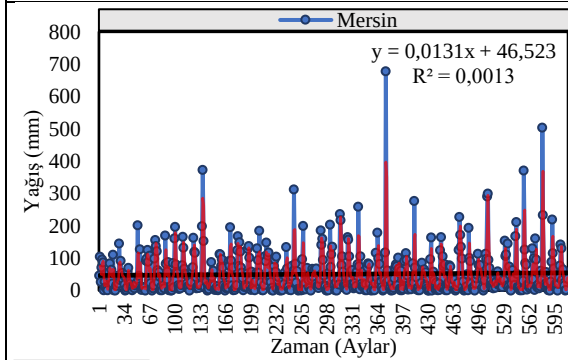
Ek-1 (i-2)



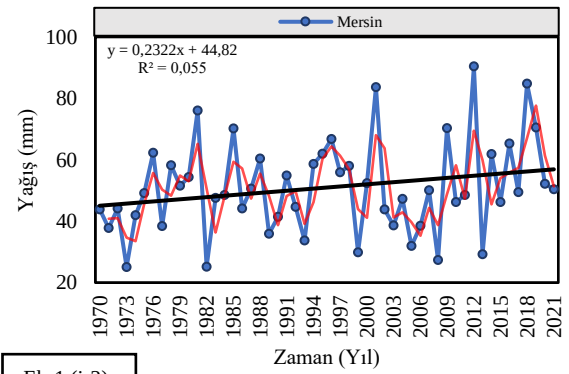
Ek-1 (i-1)



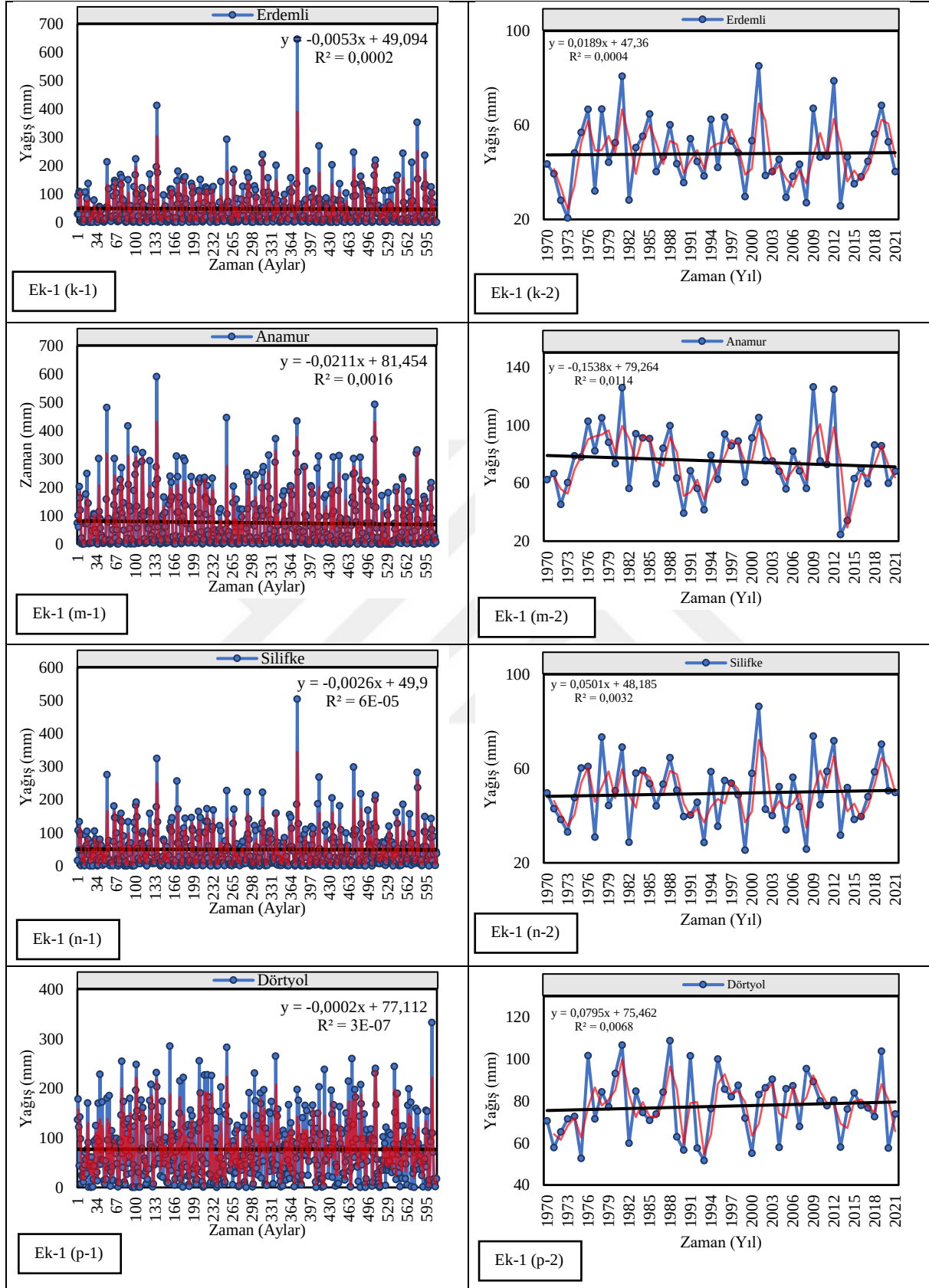
Ek-1 (i-2)

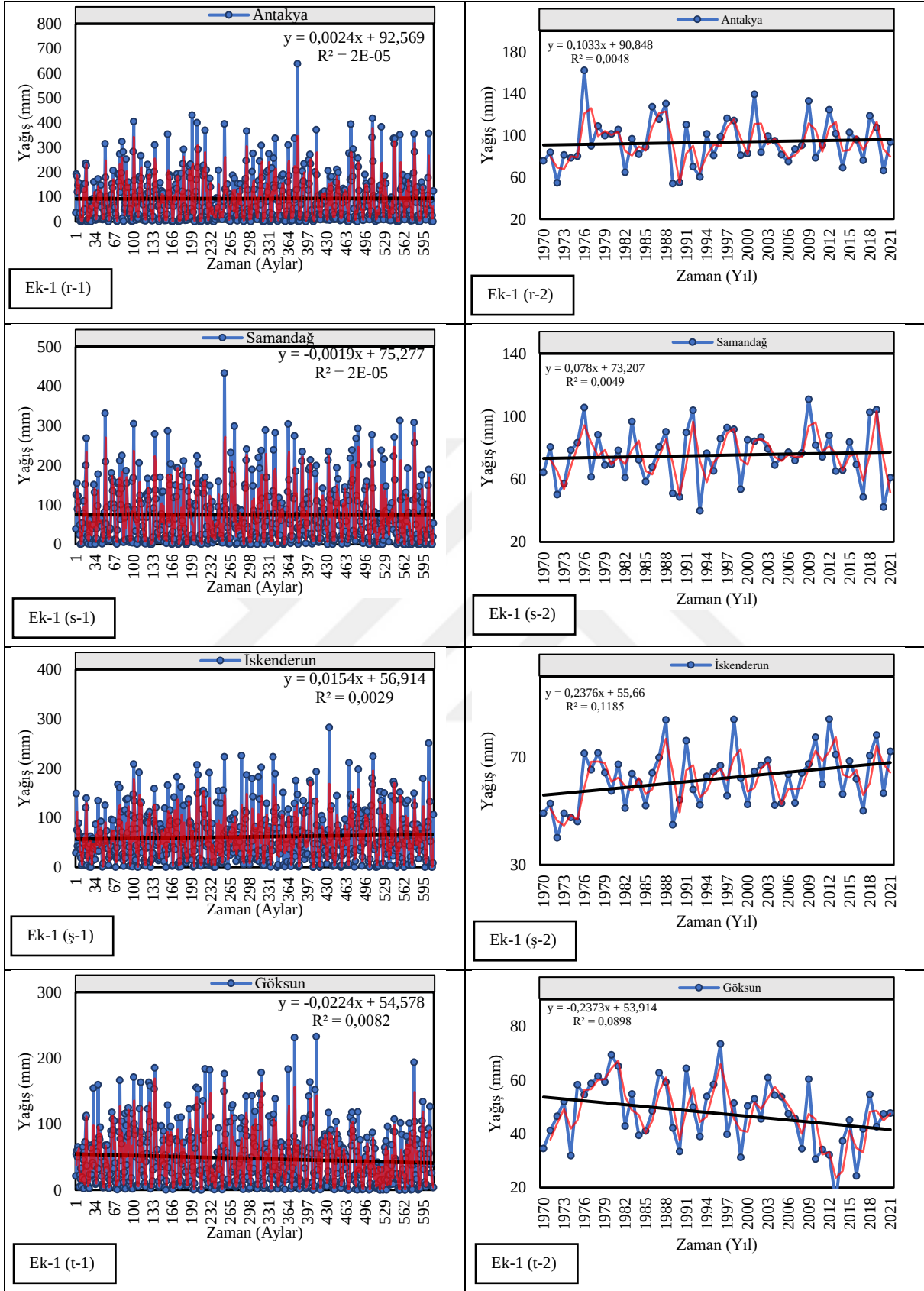


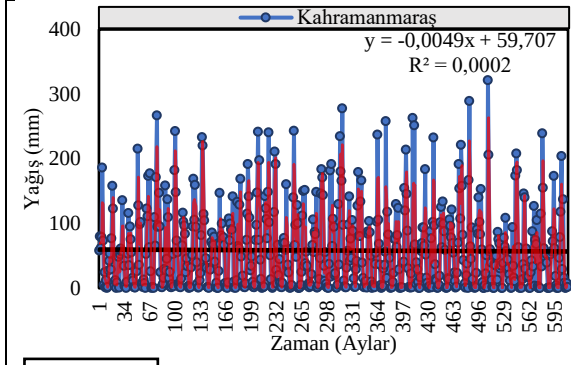
Ek-1 (j-1)



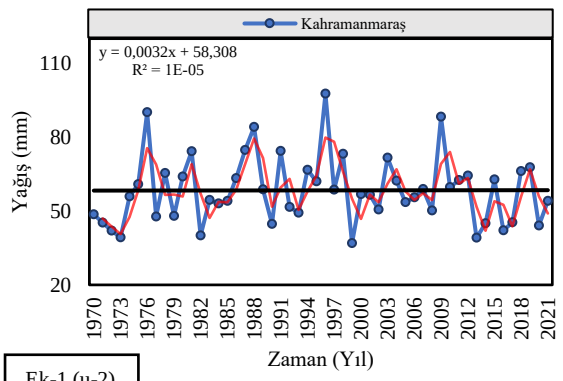
Ek-1 (j-2)



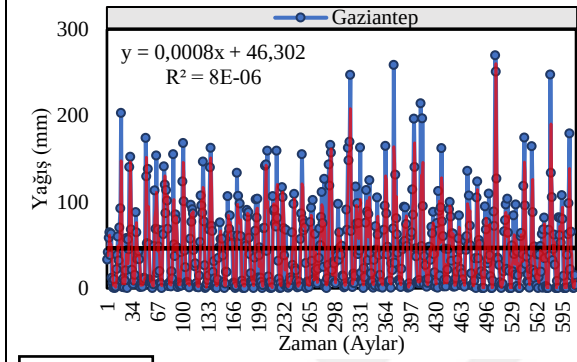




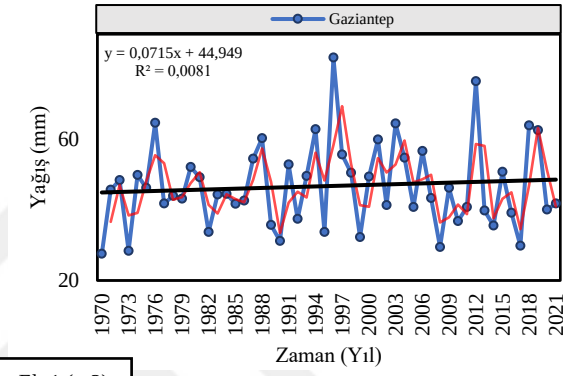
Ek-1 (u-1)



Ek-1 (u-2)

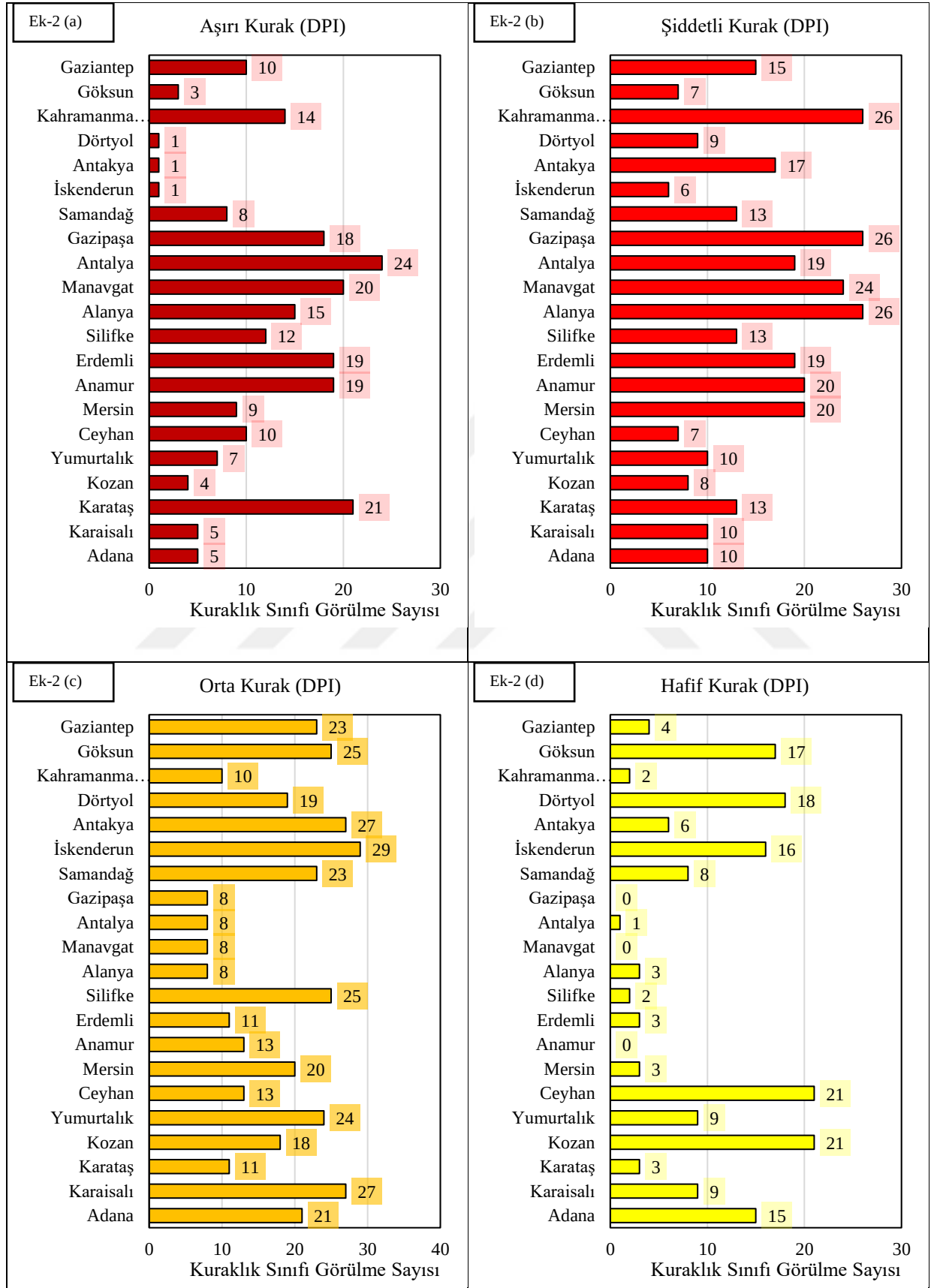


Ek-1 (v-1)



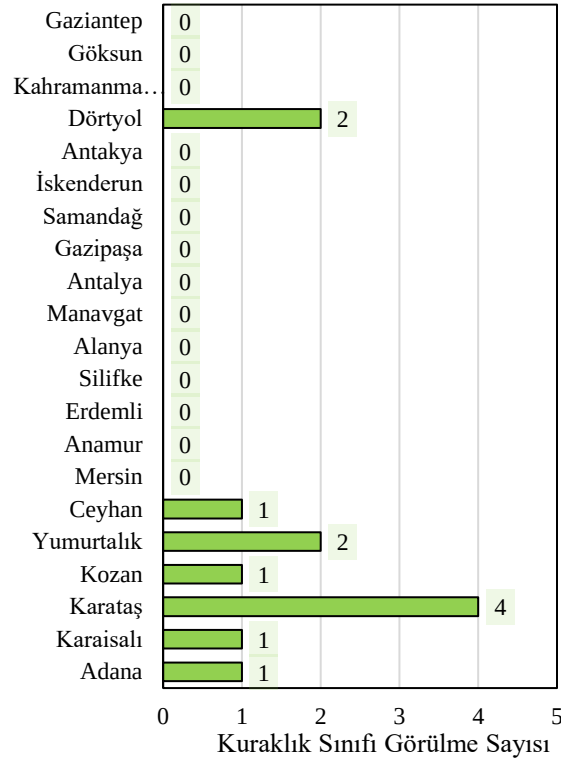
Ek-1 (v-2)

EK-2. DPI, SPI-G ve SPI-L sonuçlarına göre kuraklık kategorilerinin görülme sayıları



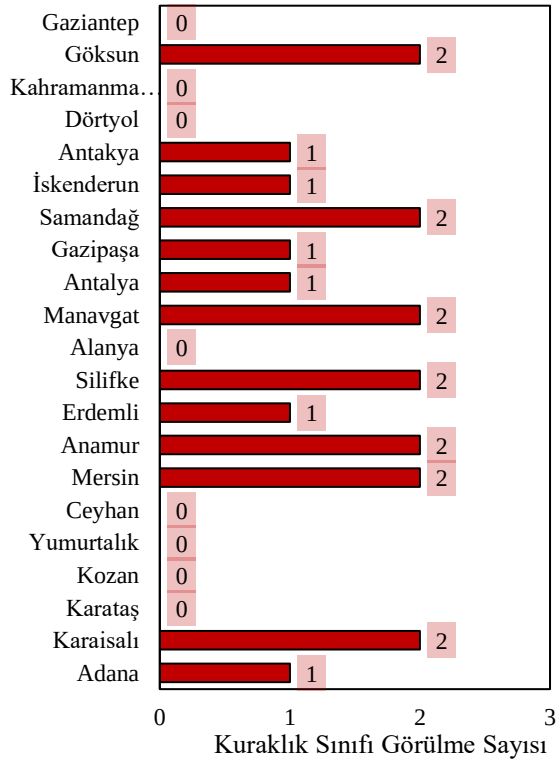
Ek-2 (e)

Hafif Nemli (DPI)



Ek-2 (f)

Aşırı Kurak (SPI-G)



Ek-2 (g)

Şiddetli Kurak (SPI-G)

