

**T.C.  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
HİDROLİK BİLİM DALI**

**STANDART YAĞIŞ İNDİSİ (SPI) İLE GÜNEYDOĞU ANADOLU  
BÖLGESİNDE KURAKLIK ANALİZİ**

**Yılmaz GÜNGEN**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Barış YILMAZ**



**MANİSA-2019**

**Yılmaz GÜNGEN**

**STANDART YAĞIŞ İNDİSİ (SPİ) İLE  
GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE KURAKLIK ANALİZİ**

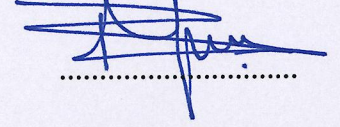
**2019**

## TEZ ONAYI

**Yılmaz GÜNGEN** tarafından hazırlanan "**Standart Yağış İndisi (SPI) ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kuraklık Analizi**" adlı tez çalışması 07/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Barış YILMAZ**  
Manisa Celal Bayar Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Mehmet Ali YURDUSEV**  
Manisa Celal Bayar Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

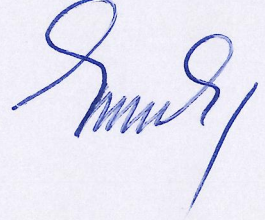
**Doç. Dr. Umut OKKAN**  
Balıkesir Üniversitesi



## TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Yılmaz GÜNGEN**



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
İÇİNDEKİLER .....	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	II
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	III
TABLO DİZİNİ .....	V
TEŞEKKÜR.....	VI
ÖZET.....	VII
ABSTRACT .....	VIII
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	2
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	3
3.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi .....	3
3.2. Standart Yağış İndeksi (SPI) .....	7
3.3. Mann-Kendall (MK) Eğilim Testi.....	8
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	10
4.1. Yağış Analizi.....	10
4.2. SPI-3 İndeksi ile Kuraklık Analizi.....	11
4.3. SPI-6 İndeksi ile Kuraklık Analizi.....	16
4.4. SPI-12 İndeksi ile Kuraklık Analizi.....	20
4.5. SPI-24 İndeksi ile Kuraklık Analizi.....	24
4.6. Kuraklık Eğilim Analizi .....	28
4.7. Kuraklık Dağılımının İncelenmesi .....	28
4.7.1. 1989 Haziran Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi .....	30
4.7.2. 1973 Ekim Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi .....	33
4.7.3. 2009 Temmuz Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi.....	36
4.7.4. 2008 Eylül Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi .....	39
4.7.5. 1988 Ocak Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi.....	42
4.7.6. 1988 Nisan Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi.....	45
4.7.7. 1988 Aralık Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi.....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	51
KAYNAKLAR .....	52
ÖZGEÇMİŞ .....	54

## **SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<b>MGM</b>	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
<b>MK</b>	Mann-Kendall Eğilim Testi
<b>SPI</b>	Standart Yağış İndeksi
<b>WHO</b>	Dünya Meteoroloji Örgütü



## ŞEKİLLER DİZİNİ

## Sayfa

Şekil 3.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi .....	3
Şekil 3.2. Güneydoğu Anadolu Dicle ve Orta Fırat Bölümü.....	4
Şekil 4.1. Şırnak-Gaziantep-Diyarbakır İçin SPI-3 Değerleri.....	13
Şekil 4.2. Mardin-Adıyaman-Batman İçin SPI-3 Değerleri.....	14
Şekil 4.3. Kilis-Şanlıurfa-Siirt İçin SPI-3 Değerleri.....	15
Şekil 4.4. Şırnak-Gaziantep-Diyarbakır İçin SPI-6 Değerleri.....	17
Şekil 4.5. Mardin-Adıyaman-Batman İçin SPI-6 Değerleri.....	18
Şekil 4.6. Kilis-Şanlıurfa-Siirt İçin SPI-6 Değerleri.....	19
Şekil 4.7. Şırnak-Gaziantep-Diyarbakır İçin SPI-12 Değerleri.....	21
Şekil 4.8. Mardin-Adıyaman-Batman İçin SPI-12 Değerleri.....	22
Şekil 4.9. Kilis-Şanlıurfa-Siirt İçin SPI-12 Değerleri.....	23
Şekil 4.10. Şırnak-Gaziantep-Diyarbakır İçin SPI-24 Değerleri.....	25
Şekil 4.11. Mardin-Adıyaman-Batman İçin SPI-24 Değerleri.....	26
Şekil 4.12. Kilis-Şanlıurfa-Siirt İçin SPI-24 Değerleri.....	27
Şekil 4.13. 1989 Haziran SPI-3 Haritası.....	31
Şekil 4.14. 1989 Haziran SPI-6 Haritası.....	31
Şekil 4.15. 1989 Haziran SPI-12 Haritası.....	32
Şekil 4.16. 1989 Haziran SPI-24 Haritası.....	32
Şekil 4.17. 1973 Ekim SPI-3 Haritası.....	34
Şekil 4.18. 1973 Ekim SPI-6 Haritası.....	34
Şekil 4.19. 1973 Ekim SPI-12 Haritası.....	35
Şekil 4.20. 1973 Ekim SPI-24 Haritası.....	35
Şekil 4.21. 2009 Temmuz SPI-3 Haritası.....	37
Şekil 4.22. 2009 Temmuz SPI-6 Haritası.....	37
Şekil 4.23. 2009 Temmuz SPI-12 Haritası.....	38
Şekil 4.24. 2009 Temmuz SPI-24 Haritası.....	38
Şekil 4.25. 2008 Eylül SPI-3 Haritası.....	40
Şekil 4.26. 2008 Eylül SPI-6 Haritası.....	40
Şekil 4.27. 2008 Eylül SPI-12 Haritası.....	41
Şekil 4.28. 2008 Yılı Eylül SPI-24 Haritası.....	41
Şekil 4.29. 1988 Ocak SPI-3 Haritası.....	43
Şekil 4.30. 1988 Ocak SPI-6 Haritası.....	43
Şekil 4.31. 1988 Ocak SPI-12 Haritası.....	44
Şekil 4.32. 1988 Ocak SPI-24 Haritası.....	44
Şekil 4.33. 1988 Nisan SPI-3 Haritası.....	46
Şekil 4.34. 1988 Nisan SPI-6 Haritası.....	46

Şekil 4.35. 1988 Nisan SPI-12 Haritası.....	47
Şekil 4.36. 1988 Nisan SPI-24 Haritası.....	47
Şekil 4.37. 1988 Aralık SPI-3 Haritaları.....	49
Şekil 4.38. 1988 Aralık SPI-6 Haritaları.....	49
Şekil 4.39. 1988 Aralık SPI-12 Haritaları.....	50
Şekil 4.40. 1988 Aralık SPI-24 Haritaları.....	50





## TABLO DİZİNİ

### Sayfa

Tablo 3.1. Meteoroloji Gözlem İstasyonları Bilgileri.....	6
Tablo 3.2. SPI Değerlerine Göre Kuraklık Sınıflandırması .....	8
Tablo 4.1. Aylık Ortalama Yağışlar (mm).....	10
Tablo 4.2. Maksimum, Minimum ve Ortalama Yağışlar (mm).....	11
Tablo 4.3. Yağışların Mevsimsel Dağılımları (%).....	11
Tablo 4.4. SPI-3 Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımları (%).....	12
Tablo 4.5. SPI-6 Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımları (%) .....	16
Tablo 4.6. SPI-12 Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımları (%) .....	20
Tablo 4.7. SPI-24 Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımları (%) .....	24
Tablo 4.8. Mann-Kendall eğilim testi Z değerleri.....	28
Tablo 4.9. Maksimum ve Minimum.SPI Değerleri.....	29

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca, bana devamlı destek olan, bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, tezin her aşamasında yardım ve desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Barış YILMAZ'a, önceki danışman hocam Emekli Prof. Dr. Tamer YILMAZ'a, sevgili annem Elican GÜNGEN'e ve babam Beşir GÜNGEN'e, ayrıca Eşim Aklima GÜNGEN ile oğlum Fırat ve kızım Berçem'e gösterdikleri sabır ve destekleri için çok teşekkür ederim.

Yılmaz GÜNGEN  
Manisa, 2019



## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **Standart Yağış İndisi (SPI) ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kuraklık Analizi**

**Yılmaz GÜNGEN**

**Manisa Celal Bayar Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Barış YILMAZ**

Bu çalışmada, meteorolojik kuraklığın belirlenmesi ve izlenmesi amacıyla geliştirilmiş olan Standart Yağış İndisi (Standardized Precipitation Index, SPI) kullanımı ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan dokuz il (Şırnak, Mardin, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Siirt, Şanlıurfa, Kilis ve Adıyaman) için kuraklık analizi yapılmıştır. Kuraklık analizinde her ilde bulunan meteoroloji istasyonlarından 1970-2017 dönemlerini kapsayan aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. SPI zaman serileri 3, 6, 12 ve 24 aylık ölçekler için hesaplanmıştır. Bölgede tespit edilen kuraklıklara ait artan ya da azalan bir eğilim olup olmadığının tespiti için hesaplanan SPI değerlerine Mann-Kendall eğilim testi uygulanmıştır. Ayrıca ekstrem SPI değerlerinin ait olduğu dönemler için kuraklığın bölgedeki dağılımı ArcGIS-ArcMap programı yardımıyla haritalandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 3, 6, 12 ve 24 aylık SPI'ların ekstrem değerlere 1973, 1988, 1989, 2008 ve 2009 yıllarında ulaştığı tespit edilmiştir. Mardin, Kilis ve Şanlıurfa illerinde uzun dönem (12-24 aylık) SPI serileri için azalan yönde bir eğilim olduğu, diğer bir ifadeyle şiddetli ve çok şiddetli kuraklıklarda artış yönünde bir eğilim olduğu belirlenmiştir. Şırnak ve Gaziantep illerinde ise kuraklıkların azalma yönünde eğilim gösterdiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kuraklık, SPI, Eğilim analizi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi

**2019, 54 sayfa**

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **Drought Analysis of Southeastern Anatolia Region by Standardized Precipitation Index (SPI)**

**Yılmaz GÜNGEN**

**Manisa Celal Bayar University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Civil Engineering**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Barış YILMAZ**

In this study, droughts in the nine provinces (Şırnak, Mardin, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Siirt, Şanlıurfa, Kilis and Adıyaman) of the Southeastern Anatolia Region was analyzed by the use of Standardized Precipitation Index (SPI) that was developed for the determination and monitoring of meteorological droughts. In the drought analysis, monthly total rainfall data from the meteorological stations in each province covering 1970-2017 period were used. SPI time series were calculated for 3, 6, 12 and 24 month scales. Mann-Kendall trend test was applied to the calculated SPI values in order to determine whether there is an increasing or decreasing trend of drought in the region. In addition, the distribution of drought in the region was mapped with the use of ArcGIS-ArcMap program for periods in which extreme SPI values observed. As a result of the study, it was determined that the SPIs of 3, 6, 12 and 24 months reached to the extreme values in 1973, 1988, 1989, 2008 and 2009 in Southeastern Anatolia Region. In Mardin, Kilis and Şanlıurfa provinces, there is a decreasing trend for long-term (12-24 months) SPI series, in other words, there is a tendency to increase in severe and extreme droughts. It has been concluded that droughts tend to decrease in Şırnak and Gaziantep provinces.

**Keywords:** Drought, SPI, Trend analysis, Southeastern Anatolia Region

**2019, 54 pages**

## 1. GİRİŞ

Yaşam su, hava ve besine bağı, besin ise bitkiler tarafından üretildiği için yine suya bağıdır. Su ise sınırlı bir kaynak olup zaman ve mesafe içinde eşit olmayan bir şekilde dağılmakta ve bundan dolayı birçok bölgede kıtlığı, diğere bir deyişle kuraklık, görülmektedir. Tarih boyunca sosyal, ekonomik gelişim, kültür ve medeniyet için güvenli su erişimi esas teşkil etmiştir. Doğal su kaynağı sınırlı olduğu için, kritik öneme sahip sınırlı doğal kaynakların nüfus artışı ile bağılantılı olarak incelenmesi gerekmektedir. Nüfus artışı ile birlikte kişi başına düşen ortalama su miktarı düşmektedir [1].

Kuraklık, tüm Akdeniz ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de önemli doğal afetlerin başında gelmektedir. Kuraklık ve kuraklık sonucu sosyo-ekonomik problemlerin yaşanacağı en önemli bölge ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi’dir.

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan 9 ilde 1970-2017 arasında gözlenmiş olan kuraklıklara ait 3, 6, 12 ve 24 aylık Standart Yağış İndexleri (SPI) hesaplanmıştır. SPI-3 değerleri kullanılarak meteorolojik, SPI-6 değerleri kullanılarak tarımsal ve SPI-12 ve SPI-24 değerleri kullanılarak bölgede yaşanmış olan hidrolojik kuraklıklar analiz edilmiştir. Kuraklıklara ait zaman serilerinin analizleri de yapılmış ve bu şekilde bölgedeki kuraklıkların eğilimleri tespit edilmiştir. Ayrıca ekstrem kurak ve ekstrem sulak dönemler için ArcGIS programı yardımıyla kuraklıkların bölgesel dağılımı modellenmiştir. Bu çalışmalar ile bölge genelinde kuraklığın şiddeti, eğilimi ve dağılımı hakkında bilgi sahibi olunması ve iklim değişikliği altında su kaynakları yönetimi çalışmalarına altlık oluşturacak bilimsel tespitlerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kuraklık genel olarak havzaya düşen yağışın normalden daha düşük seviyede olması olarak tanımlanmaktadır. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) kuraklıkları etkili olduğu süre ile sınıflandırmaktadır. Genel olarak kuraklık süresi ile doğru orantılı olarak meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıklardan söz edilebilir. Kuraklıkları ölçmek için genel yaklaşım endeksleri kullanmaktır. Kuraklık endekslerini kullanarak, birçok araştırmacı dünyanın çeşitli bölgelerinde kuraklık olaylarını analiz etmiştir.

Saada ve ark. (2017) Ürdün'ün kuzey batı bölgesinde 1983-2013 yılları arasında beş ayrı istasyon için 12 aylık SPI değerlerini hesaplayarak kuraklık analizi yapmıştır. Çalışmanın sonunda 2007-2009 dönemi en kurak dönem olarak tespit edilmiştir [2].

Logan ve ark. (2010) çalışmasında Amerika Birleşik Devletleri'nde 1900'den 2006'ya kadar gözlenmiş olan yağışlardaki değişimi bölgesel ölçekte incelemiştir. Kansas akarsu havzasının batı ve kuzey bölümlerinin şiddetli kuraklıkların yaşandığı sonucuna varmıştır [3].

Manatsa ve ark. (2010) Zimbabve'de [4], Patel ve Yadav (2015) Hindistan'da [5], Razinei ve ark (2009) İran'da [6], Zhai ve Feng (2009) Çin'de [7] benzer kuraklık analizi çalışmaları yürütmüşlerdir.

Ülkemizde de çok sayıda araştırmacı kuraklık ile ilgili çalışmalar yürütmüştür. Pamuk ve ark. (2004), Ege Bölgesi'nde kuraklık analizinde SPI yöntemini kullanmışlar ve kış döneminde orta kuraklıklar tespit etmişlerdir [8].

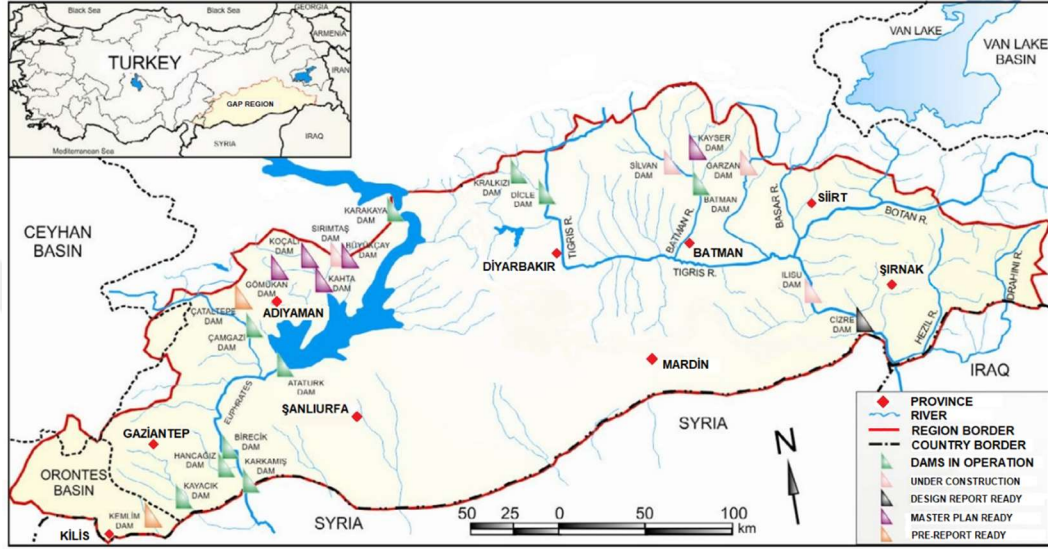
Bir diğer çalışmada, İç Anadolu Bölgesinin Standart Yağış İndisi (SPI) Metodu ile kuraklık analizi yapılmış ve zaman aralığı arttıkça kuraklık, genlik ve süresinin önemli ölçüde arttığı, öte yandan zaman aralığı arttıkça kuraklık şiddetinin ise genelde azaldığı belirtilmiştir [9].

Standart Yağış İndeksi (SPI) ile Kırıkkale ilinde [10], Seyfe Gölü havzasında [11] ve Kızılırmak Havzasında [12] kuraklık analizleri yapılmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Şekil 3.1) ülkemizin yüzölçümü bakımından en küçük ve nüfusu en az olan bölgesidir. Yüzölçümü, ülkemiz topraklarının yaklaşık % 9,7'sini kaplar. Bölgenin batısında, Akdeniz Bölgesi, güneyinde Suriye bulunur.

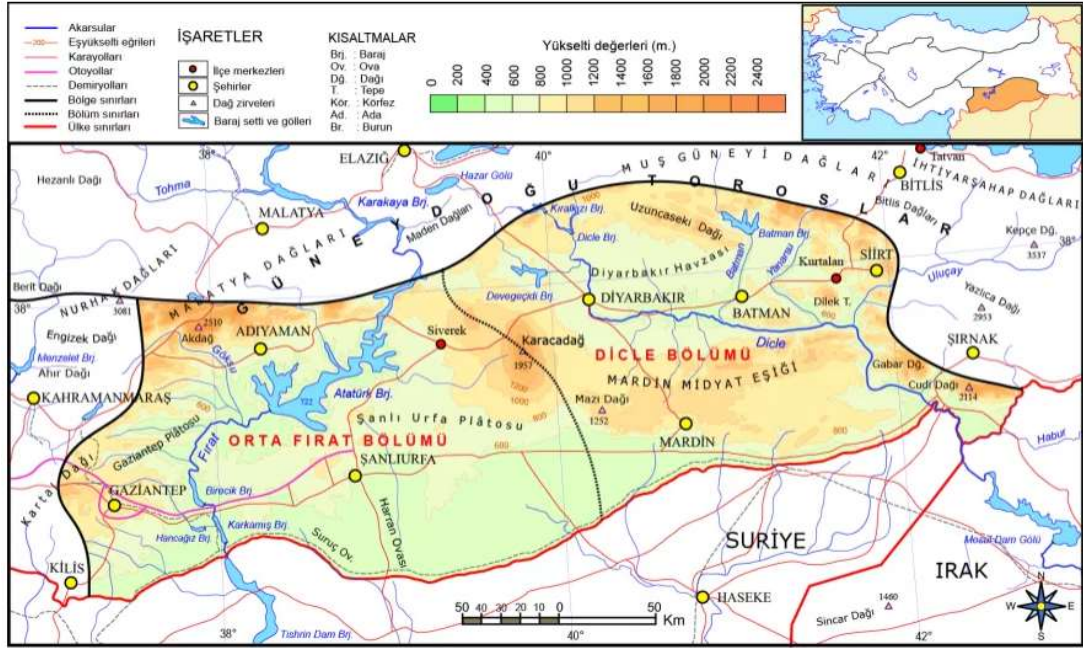


Şekil 3.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi [13]

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin başlıca akarsuları; Fırat ve Dicle'dir. Bu nehirler kaynaklarını, Doğu Anadolu Bölgesi'nden alır. Fırat nehri Gaziantep ile Şanlıurfa platoları arasında derin vadiler içinde akar ve Birecik yakınlarında Suriye'ye geçer. Bu nehrin bölgedeki başlıca kolları Göksu ve Nizip çaylarıdır. Dicle nehri, Diyarbakır havzasından geçtikten sonra Türkiye-Suriye sınırını takip eder, daha sonra Irak topraklarına geçer. Dicle nehrinin bölgedeki başlıca kolları; Batman ve Garzan çaylarıdır. Bölgede; derin vadiler içinde akan Fırat ve Dicle nehirlerinden, sulamada yeterince yararlanılmadığı için Güneydoğu Anadolu Projesi(GAP) çalışmalarına başlanmıştır. Çok sayıda baraj, hidroelektrik santral ve sulama tesisi yapımını içeren bu proje bölgenin ekonomik kalkınmasında da önemli bir işlev sağlamaktadır.

Günümüzde projenin büyük bir bölümü tamamlanmıştır. Fırat nehri üzerindeki Atatürk barajı ve hidroelektrik santralinde elektrik enerjisi üretimine başlanmıştır. Dicle nehri üzerindeki Devegeçidi, Kralkızı ve İlısu barajları da hizmete girmiştir. Bu projenin bir bölümünü oluşturan Şanlıurfa sulama tünelleri ile Altınbaşak ve

Ceylanpınar ovaları sulanacaktır. Bölgede doğal göl yoktur. GAP içinde yer alan birçok baraj gölü bulunur. Bunlardan en büyüğü Atatürk Baraj gölüdür. Ayrıca bölgede, hizmete girmiş ve girecek olan baraj gölleri vardır. Bunlardan bazıları Hancağız, Karkamış, Birecik, Silvan ve Garzan'dır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal, beşeri ve ekonomik özellikleri bakımından Dicle ve Orta Fırat Bölümü olarak farklı iki bölüme ayrılır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Güneydoğu Anadolu Dicle ve Orta Fırat Bölümü

Dicle bölümü, bölgenin doğu kesimini oluşturan en engebeli bölümdür. Dicle nehri, bölümü ikiye ayırır; kuzeyde Diyarbakır Havzası yer alır. Bu havza, kenarları yaklaşık 1.000 m, orta kesimi 500 m yüksekliğinde olan bir çanak biçimindedir. Diyarbakır Havzasının ova ile plato arasında bir görünümü vardır. Bunun nedeni; Dicle ile kollarının, havzayı yer yer derin vadilerle parçalamış olmasıdır. Diyarbakır Havzasının batısında Karacadağ sönmüş volkanı bulunur. Bölümün güneyinde Mardin Eşiği uzanır. Diyarbakır havzası ile Suriye toprakları arasında yer alan Mardin Eşiğinin ortalama yükseltisi 1.200 m'dir. Bu kesimde, vadilerle birbirinden ayrılmış alçak dağlar uzanır. Dicle Bölümünde karasal iklim etkilidir. Yazlar çok sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yüksek kesimlerde kar yağışlıdır. Kışın donma olaylarına rastlanır. Yaz mevsiminde sıcaklığın artması, şiddetli buharlaşma ve kuraklığa sebep olur. Yağışın büyük bir bölümü kış mevsiminde düşer. Bölümde ortalama 400 mm olan yıllık yağış miktarı yüksek kesimlerde 700 mm'yi bulur.



Bölümün doğal bitki örtüsü iklim özelliklerine bağlı olarak bozkırdır. Mardin Eşiği, Karacadağ ve Güneydoğu Torosların eteklerinde kuraklığa dayanabilen mazı meşesi ormanları yer alır. Dicle nehri ve kolları (Batman, Garzan çayları) bölümün başlıca akarsularıdır. Bölümde birçok baraj gölü bulunur. Dicle bölümünde nüfus azdır. Nüfus yoğunluğu da Türkiye ortalamasının altındadır. Nüfus daha çok Diyarbakır havzasının kenar kesimlerinde ve Mardin Eşiğinin eteklerinde toplanmıştır. Bölümde kentleşme oranı düşüktür. Başlıca yerleşim merkezleri; Diyarbakır, Batman, Siirt, Şırnak ve Mardin'dir. Önemli kara ve demir yollarının kavşağında bulunan Diyarbakır, bölümün kültür ticaret ve sanayi merkezidir. Batman daha önce küçük bir köy iken petrole dayalı sanayi sayesinde hızla gelişmiş ve 1990 yılında il olmuştur. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin batı kesimini oluşturan Orta Fırat Bölümünde Adıyaman, Gaziantep, Şanlıurfa platoları yer alır. Platoların yüksekliği yaklaşık 500-1.000 m arasındadır. Bu platolar, Fırat ve kolları tarafından derin vadilerle parçalanmıştır. Bölümün güneyinde Birecik, Suruç, Altınbaşak ve Ceylanpınar ovaları yer alır. Orta Fırat bölümünün batı kesimi, Akdeniz İkliminin etkisi altındadır. Bunun başlıca nedenleri; Nur Dağlarının fazla yüksek olmaması ve Akdeniz'in etkilerinin Hatay-Kahramanmaraş Oluğu boyunca buraya kadar gelebilmesidir. Yazlar sıcak ve kuraktır. Kışlar ise Dicle Bölümünden daha ılık ve yağışlıdır. Ancak doğuya doğru gidildikçe denizden uzaklaşmanın etkisiyle kışlar daha soğuk geçer. Yıllık yağış miktarı yaklaşık 500-700 mm arasındadır. Bölümde yağış kuzeyde yüksekliğin; batıda Akdeniz'in etkisiyle daha fazladır. Orta Fırat bölümünün doğal bitki örtüsü bozkırdır. Bu bölümdaki dağlık yerlerde seyrek meşe ormanları yer alır. Bölümün en önemli akarsuları; Fırat nehri ile kollarıdır (Göksu, Nizip çayları). Bölümde Atatürk, Hancağız, Karkamış, Birecik baraj gölleri bulunur. Orta Fırat bölümünde, iklim koşullarının elverişli olması, tarım alanlarının daha geniş yer kaplaması ve bölgedeki illerin sanayi açısından Dicle bölümüne oranla daha gelişmiş olması nedeniyle, nüfusun büyük bir kısmı, Gaziantep Platosu'nda toplanmıştır. Bölümün başlıca yerleşim merkezleri Gaziantep, Şanlıurfa ve Adıyaman'dır. Önemli yolların kavşak noktasında bulunan Gaziantep, bölümün en büyük sanayi, ticaret ve kültür merkezidir. Gaziantep, Güneydoğu Anadolu Bölgesi illeri içerisinde özellikle sanayi üretimi açısından en gelişmiş il konumunda olmakla birlikte, ülke sanayisi açısından da önemli bir ildir. Bölümün bir diğer yerleşim merkezi olan Şanlıurfa da gerek nüfus, gerekse tarımsal potansiyel bakımından bölgenin ve Türkiye'nin önemli illerinden biridir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin batı kesiminde Akdeniz ikliminin etkileri görülür. Burada yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. Bölgede batıdan doğuya doğru gidildikçe, deniz etkisinin azalması nedeniyle karasal iklim görülür. Bu kesimde, kışlar soğuk ve kar yağışlı olup don olaylarına rastlanır. Ancak, bölgenin yükseltisi az olduğu için kışlar, Doğu Anadolu'daki kadar sert geçmez. Bölgenin güneyinde yıllık yağış miktarı yaklaşık 400 mm'yi, yüksek kesimlerde ise 700 mm'yi bulur. Bölge, İç Anadolu Bölgesi'nden daha fazla yağış almasına rağmen, yaz aylarında aşırı buharlaşma nedeniyle kuraktır. Bu kuraklığın başlıca nedeni bölgenin güneyden gelen sıcak hava kütlelerine açık olmasıdır. Bölgenin doğal bitki örtüsü, geniş yer kaplayan bozkırlardır. Akarsu boylarında yer yer söğüt ve kavak ağaçlarına rastlanır. Orman alanları bakımından, ülkemizin en fakir bölgesi olan Güneydoğu Anadolu'da yüksekliğin arttığı kesimlerde seyrek meşe ormanları yer alır (Ormanlık alan itibariyle, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye orman alanları toplamının % 6,1'ine sahiptir).

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan 9 ilde, Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) teşkilatlarınca işletilen meteoroloji gözlem istasyonlarına ait 1970-2017 aylık yağış miktarları (mm) kullanılmıştır. İstasyon bilgileri Tablo 3.1 de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Meteoroloji Gözlem İstasyonları Bilgileri

İstasyon	İstasyon No	Rakım (m)	Enlem	Boylam
Şırnak	17287	1350	37°51' 90"	42°45' 37"
Gaziantep	17261	840	37°06' 60"	37°37' 81"
Diyarbakır	17280	677	37°92' 50"	40°21' 10"
Mardin	17275	1150	37°31' 26"	40°73' 90"
Adıyaman	17265	669	37°76' 39"	38°27' 75"
Batman	17282	550	37°88' 88"	41°12' 85"
Kilis	17262	680	36°71' 65"	37°11' 47"
Şanlıurfa	17270	547	37°16' 74"	38°79' 55"
Siirt	17210	895	37°92' 74"	41°94' 20"

### 3.2. Standart Yağış İndeksi (SPI)

McKee ve ark. (1993) tarafından önerilmiş olan Standart Yağış İndeksi (SPI), kuraklığın ciddiyetini tahmin etmek için mevcut endeksler arasında en popüler olanıdır [14]. SPI, çeşitli referans dönemlerinde (örneğin, 6, 12 ve 24 ay) birikimli yağışların zaman serilerini (en az 30 yıl boyunca) dikkate alarak yağış açığı veya fazlasını ölçmektedir. İndex hesaplamasında ilk önce kümülatif yağışın frekans dağılımına uygun bir olasılık yoğunluk dağılımı bulunur ve daha sonra bu dağılım normal dağılıma dönüştürülür [15]. Bu analizlerde genellikle yağış verisine daha iyi uyan gamma dağılımı (iki parametrik) kullanılmaktadır [16, 17]. Ancak, bazı araştırmacılar sonuçlara göre diğer dağılımlar arasında (örneğin normal, log-normal) sadece küçük farklılıklar olduğunu göstermiştir [18, 19]. Belirli bir zaman diliminde gözlenmiş yağışlar için, olasılık yoğunluğu fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$g(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha}\tau(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (3.1)$$

$$\tau(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} e^{-y} dy \quad (3.2)$$

Burada,  $\alpha > 0$  şekil parametresini,  $\beta > 0$  ölçek parametresini,  $x > 0$  yağış miktarını ve  $\tau(\alpha)$  gama fonksiyonudur. Dağılımın verilere uyumu, şekil ( $\alpha$ ) ve ölçek ( $\beta$ ) parametrelerinin tahminini gerektirir ve Thom (1958) 'in tahmin yaklaşımı kullanılarak bu parametreler aşağıdaki şekilde hesaplanır [20]:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad \beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (3.3)$$

Burada,  $n$  gözlem sayısını göstermektedir. Belirli bir zaman ölçeğinde  $x$  yağış toplam olasılık  $G(x)$  aşağıdaki gibi ifade edilir (Denklem 3.4).  $t = x / \beta$  olarak kabul edildiğine  $G(x)$  Denklem 3.5 de gösterildiği şekli alır.

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^{\alpha}\tau(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (3.4)$$

$$G(x) = \frac{1}{\tau(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad (3.5)$$

Gamma dağılımı  $x=0$  değerleri için tanımsız olduğundan, bu değerler için aşağıdaki dönüşüm (Denklem 3.6) yapılır. Burada  $q$  sıfır yağışa ait olasılıktır.

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (3.6)$$

Standardize normal dağılım fonksiyonuna dönüştürüldüğü zaman SPI, Denklem 3.7 ve Denklem 3.8 de verilen şekliyle ifade edilir.

$$z = SPI = - \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t + d_3 t^3} \right) \quad t = \sqrt{\ln \left( \frac{1}{(H(x))^2} \right)} \quad 0 < H(x) \leq 0.5 \quad (3.7)$$

$$z = SPI = + \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t + d_3 t^3} \right) \quad t = \sqrt{\ln \left( \frac{1}{(1-H(x))^2} \right)} \quad 0.5 < H(x) \leq 1 \quad (3.8)$$

Burada ilgili katsayılar  $c_0=2.515517$ ,  $c_1=0.802853$ ,  $c_2=0.010328$ ,  $d_1=1.432788$ ,  $d_2=0.189269$  ve  $d_3=0.001308$  olarak alınır. SPI değerlerinin ortalaması 0 ve standart sapması 1'dir. Çalışılan alan ve çalışılan süre için, kuraklık durumu SPI sınıflandırma ölçeğine göre tanımlanabilir (Tablo 3).

**Tablo 3.2.** SPI Değerlerine Göre Kuraklık Sınıflandırması [21]

SPI Değeri	Kuraklık Şiddeti
$\geq 2,00$	Çok şiddetli yağışlı
1,50 ~ 1,99	Çok yağışlı
1,00 ~ 1,49	Orta şiddetli yağışlı
0,99 ~ 0,00	Normal
0,00 ~ -0,99	Normale yakın kuraklık
- 1,00 ~ -1,49	Orta şiddetli kuraklık
- 1,50 ~ -1,99	Şiddetli kuraklık
$\leq - 2,00$	Çok şiddetli kuraklık

### 3.3. Mann-Kendall (MK) Eğilim Testi

Mann ve Kendal tarafından önerilmiş olan parametrik olmayan Mann-Kendall eğilim testi zaman serilerinin eğilimlerinin belirlenmesinde en çok kullanılan testlerden biridir [22, 23]. Bu test S istatistiğinin belirlenmesi ile yapılır (Denklem 3.9).

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(X_j - X_k) \text{sgn}(\Phi) = \begin{cases} +1 & \text{if } \Phi = X_j - X_k > 0 \\ 0 & \text{if } \Phi = X_j - X_k = 0 \\ -1 & \text{if } \Phi = X_j - X_k < 0 \end{cases} \quad (3.9)$$

Burada,  $n$  veri adedini,  $X_j$  ve  $X_k$  sırasıyla  $j$  ve  $k$  zamanındaki veri değerini ifade eder ( $j > k$ ).  $\text{sgn}(\Phi)$  işaret fonksiyonudur ve örnek sayısı  $n \geq 10$  olduğu durumlarda,  $S$  istatistiğine ait ortalama ve varyans sırasıya Denklem 3.10 ve Denklem 3.11 yardımı ile bulunur.

$$E[S] = 0 \quad (3.10)$$

$$\text{var}(S) = \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(i-1)(2i+5)]}{18} \quad (3.11)$$

Burada,  $m$  bağlı grupların adedini,  $t_i$  ise  $i$ . sıradaki grubun sayısını göstermektedir.  $S$  istatistiği yaklaşık olarak normal dağılmıştır ve test istatistiği  $Z$  Denklem 3.12 ile hesaplanır.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (3.12)$$

$Z$  test istatistiğinin pozitif (negatif) değerleri artan (azalan) eğilimi göstermektedir. Bu çalışmada eğilimler  $\alpha = 0,05$  anlamlılık seviyesinde test edilmiştir.  $H_0$  (eğilim yoktur) hipotezi  $Z$  değerinin 1,96 dan büyük ya da -1,96 dan küçük olması durumunda red edilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Yağış Analizi

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan 9 istasyonda 1970-2017 yılları arasında gözlenmiş yağışlara ortalamalar Tablo 4.1 de, maksimum ve minimum yağışlar ise Tablo 4.2 de gösterilmiştir. Tablo 4.3’de yağışların mevsimlik dağılımları incelendiğinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi genelinde yağışların % 47,54’ünün sonbahar aylarında, % 23,37’sinin kış, %18,95 ilkbahar ve % 10,14’ünün ise yaz aylarında gerçekleştiği görülmüştür.

**Tablo 4.1.** Aylık Ortalama Yağışlar (mm)

Aylar	Şırnak	Gaziantep	Diyarbakır	Mardin	Adıyaman	Batman	Kilis	Şanlıurfa	Siirt
1	90,5	92,1	62,3	101,8	126,18	57,7	77,6	73,8	80,5
2	100,3	81,2	66,1	104,2	99,21	65,4	69,7	66,8	94,2
3	110,9	71,8	67,2	95,0	88,66	73,5	65,6	62,4	103,7
4	106,3	56,4	65,1	78,3	67,98	69,3	47,1	47,3	100,1
5	58,9	30,6	41,1	41,4	37,95	41,6	25,3	25,3	60,0
6	5,3	7,5	9,4	6,3	8,52	8,5	8,7	4,6	10,1
7	3,4	5,1	0,8	2,1	1,55	1,1	2,1	1,1	2,6
8	0,3	3,6	0,5	0,8	1,14	1,1	4,6	1,4	1,7
9	7,5	8,3	5,6	3,0	6,69	4,7	6,7	4,6	5,9
10	46,4	39,1	33,4	32,6	45,58	30,4	33,9	25,5	49,3
11	78,7	66,3	53,6	69,4	73,17	53,6	58,1	46,6	81,1
12	88,5	94,6	70,1	103,4	125,28	63,4	81,3	71,7	86,9

Bölgede aylık ortalama olarak en çok yağış alan ay 87,24 mm ile Aralık ayı iken, en az yağış alan ay ise 15,14 mm ile Ağustos ayıdır.

1970-2017 yılları arasındaki maksimum ve minimum yağışlar Tablo 4.2’te verilmiştir. Maksimum, minimum ve ortalama değerlere bakıldığında uzun yıllık toplam yağışlar; 431,0 mm ile 697,1 mm arasında değişmektedir. Minimum yağışlar; 200,3 mm ile 439,3 mm arasında; maksimum yağışlar ise 726,6 mm ile 1196,3 mm arasında değişmektedir.

**Tablo 4.2.** Maksimum, Minimum ve Ortalama Yağışlar (mm)

	Şırnak	Gaziantep	Diyarbakır	Mardin	Adıyaman	Batman	Kilis	Şanlıurfa	Siirt
Min.	387,0 [2017]	330,6 [1970]	260,6 [1999]	248,7 [2008]	427,5 [2007]	244,6 [1973]	293,3 [1990]	200,3 [2017]	439,3 [1973]
Max.	1050,2 [1987]	995,9 [1996]	738,8 [1976]	1196,3 [1987]	1171,7 [2012]	726,6 [1988]	825,1 [1996]	855,3 [1996]	1046,4 [1988]
Ortalama	697,1	556,6	475,3	638,2	681,91	470,2	480,8	431,0	676,0

**Tablo 4.3.** Yağışların Mevsimsel Dağılımları (%)

İstasyon	Mevsimler			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Şırnak	21,88	17,47	10,52	50,13
Gaziantep	25,40	19,32	10,52	44,76
Diyarbakır	24,88	19,63	10,24	45,25
Mardin	20,50	17,77	10,05	51,68
Adıyaman	21,61	19,62	9,09	49,68
Batman	27,20	20,35	10,73	41,72
Kilis	22,70	18,10	10,13	49,07
Şanlıurfa	21,43	20,06	9,01	49,50
Siirt	24,72	18,26	10,97	46,06
Ortalama	23,37	18,95	10,14	47,54

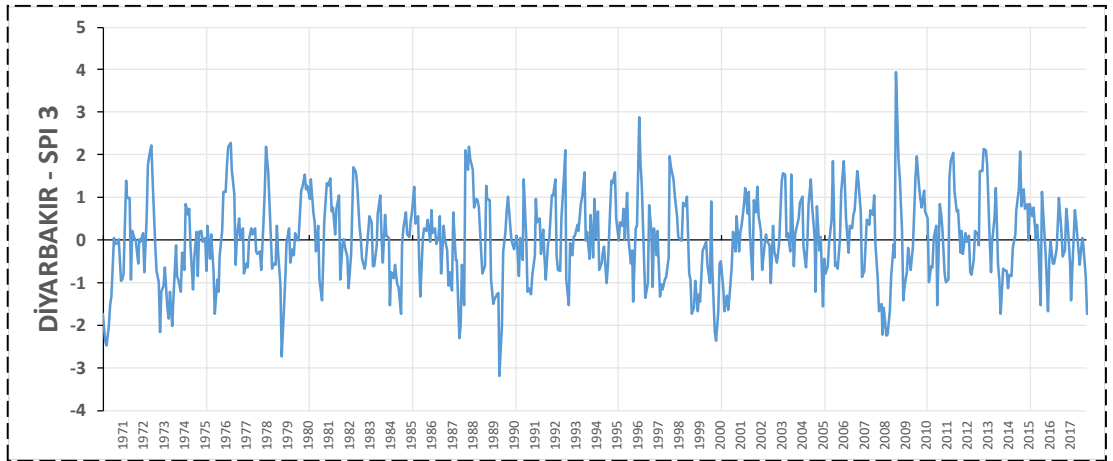
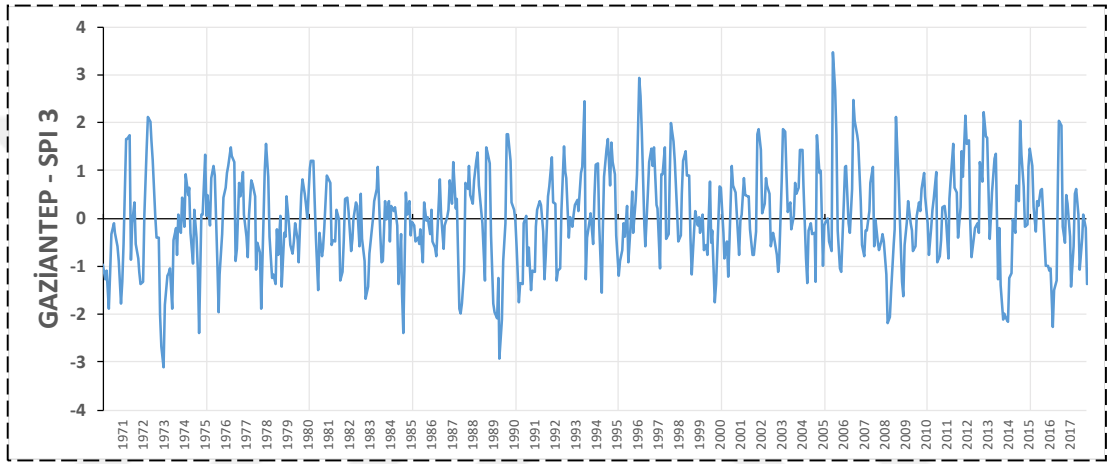
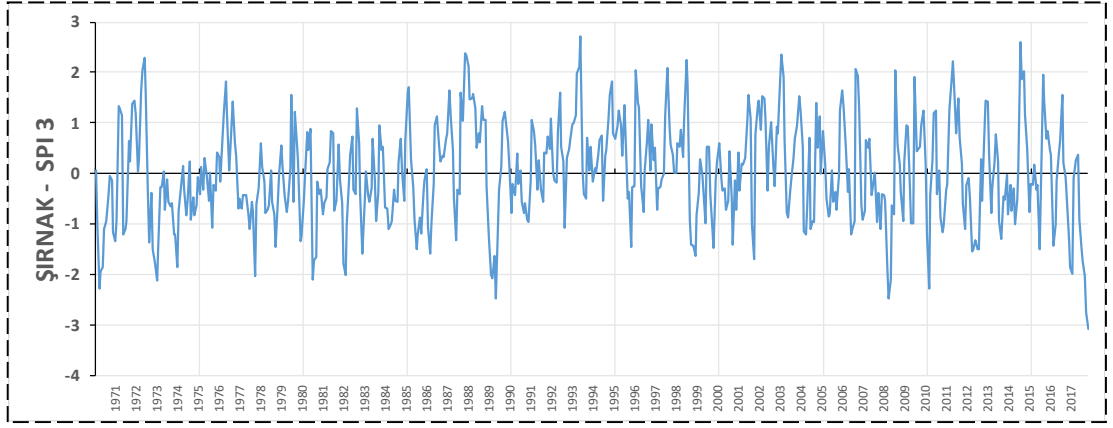
#### 4.2. SPI-3 Indexi ile Kuraklık Analizi

Standart hale getirilmiş dokuz istasyona ait yağış verilerinden elde edilen, üç aylık SPI zaman serileri sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 de verilmiştir. Bu şekillerden görüleceği üzere 3 aylık SPI değerlerinde dalgalanmalar olduğu kurak ve yağışlı dönemlerin birbirini izlediği görülmektedir.

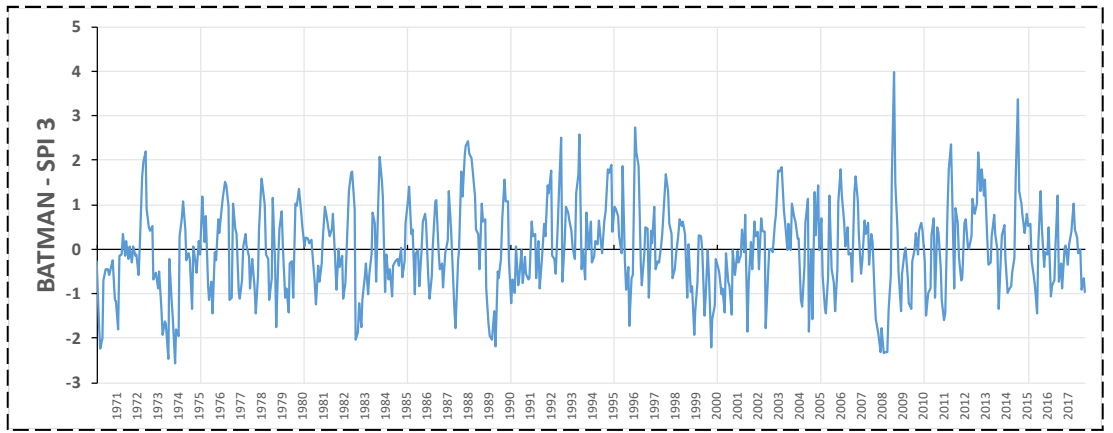
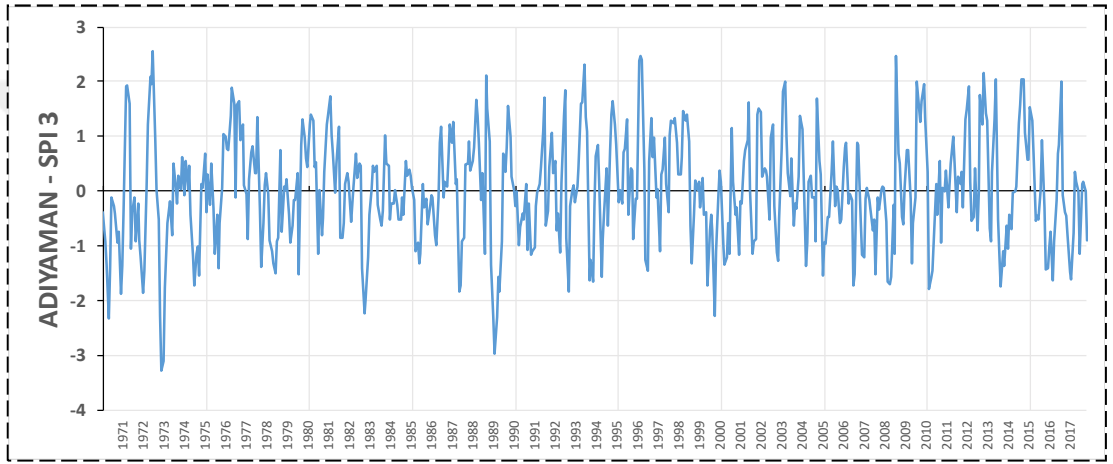
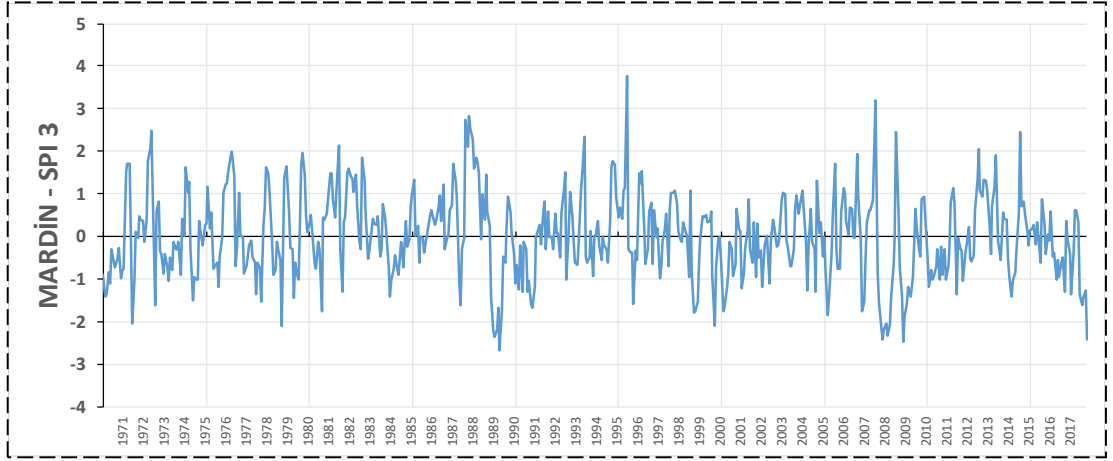
**Tablo 4.4.** SPI-3 Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımları (%)

Değer	Şırnak	Gaziantep	Diyarbakır	Mardin	Adıyaman	Batman	Kilis	Şanlıurfa	Siirt
$\geq 2,00$	2,79	2,44	2,44	2,61	2,26	2,61	2,44	2,26	2,61
1,50 ~ 1,99	4,53	4,70	4,88	4,70	5,23	4,88	4,88	4,88	4,53
1,00 ~ 1,49	9,93	8,54	9,41	8,71	9,23	8,54	9,76	9,06	9,23
0,99 ~ 0,00	30,84	32,75	34,67	30,84	33,80	31,36	29,27	32,75	30,66
0,00 ~ -0,99	37,11	35,37	33,80	38,15	33,10	37,11	40,07	35,89	37,63
- 1,00 ~ -1,49	8,36	10,28	7,67	8,54	9,76	9,06	7,14	9,93	8,71
- 1,50 ~ -1,99	3,83	3,48	4,53	3,83	5,05	4,36	3,83	2,79	3,66
$\leq - 2,00$	2,61	2,44	2,61	2,61	1,57	2,09	2,61	2,44	2,96
Toplam ( $\leq 1,00$ )	12,5	14,76	11,11	11,81	11,11	13,72	11,28	10,76	11,63

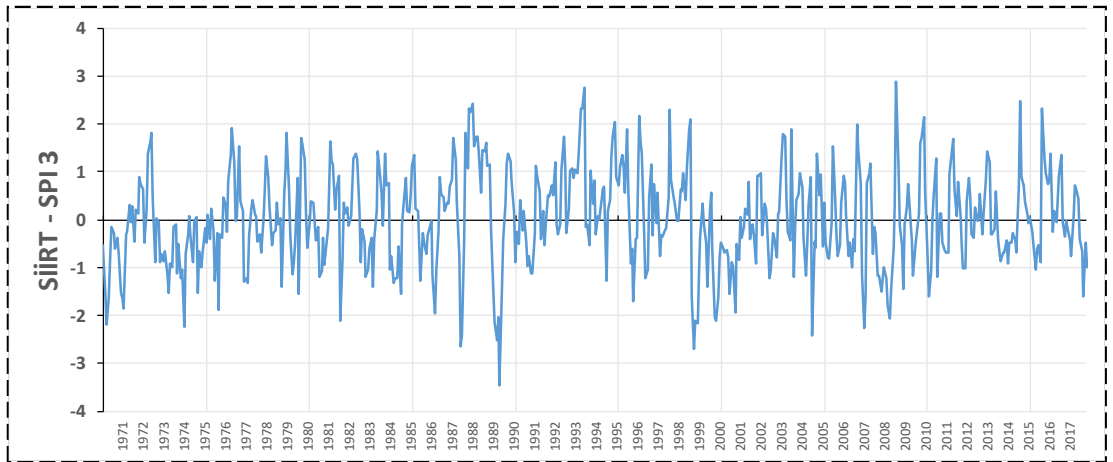
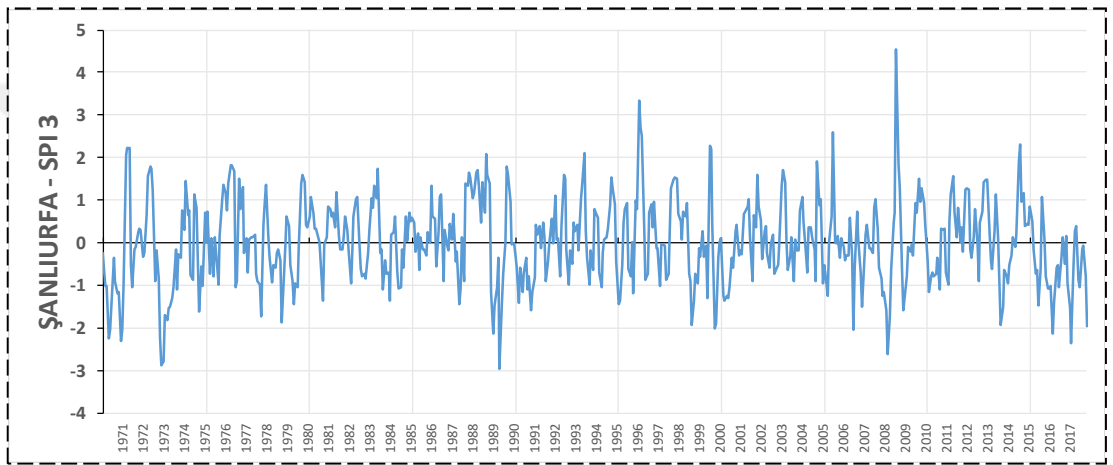
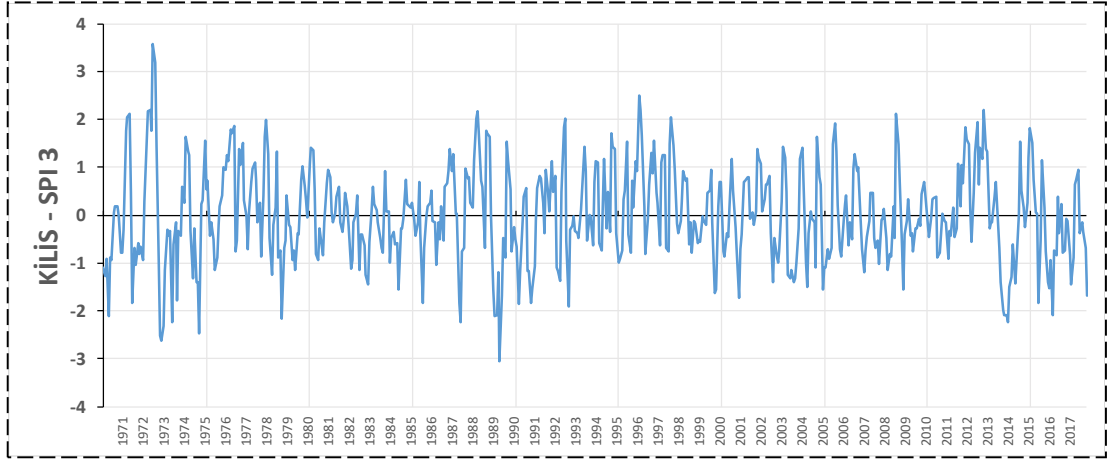




Şekil 4.1. Şırnak-Gaziantep-Diyarbakır için SPI-3 değerleri



**Şekil 4.2.** Mardin-Adiyaman-Batman için SPI-3 değerleri



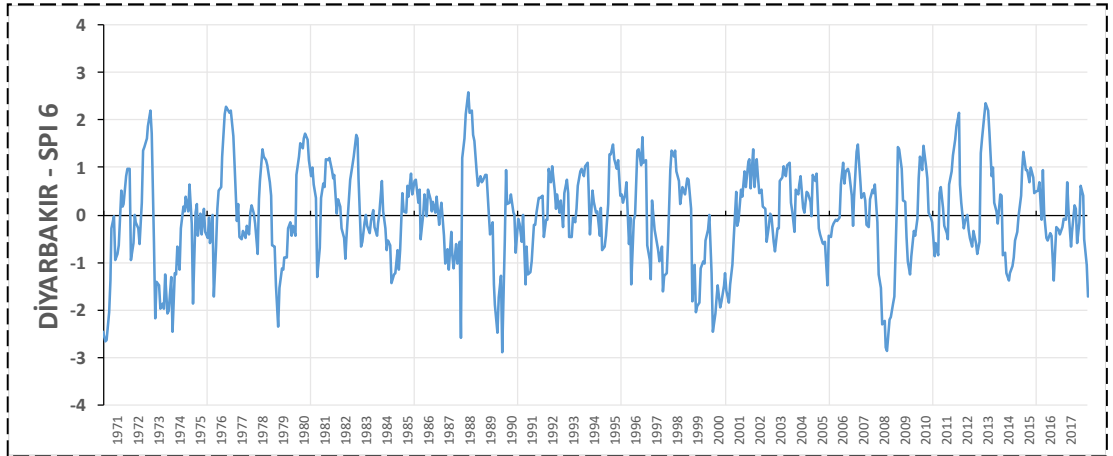
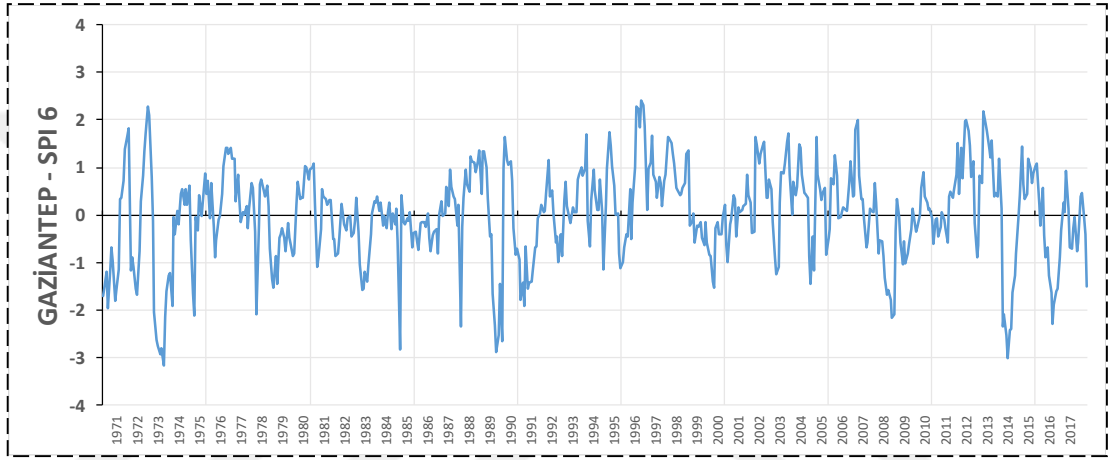
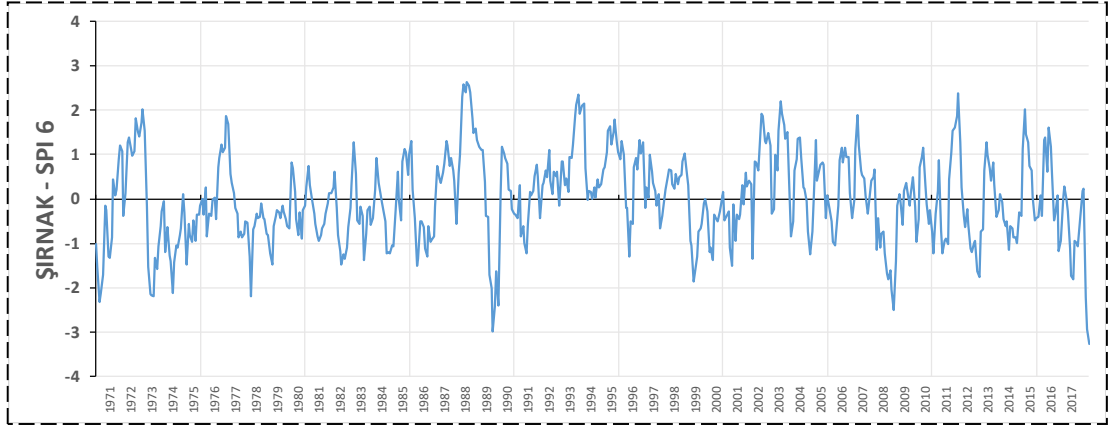
**Şekil 4.3.** Kilis-Şanlıurfa-Siirt için SPI-3 değerleri

### 4.3. SPI-6 Indexi ile Kuraklık Analizi

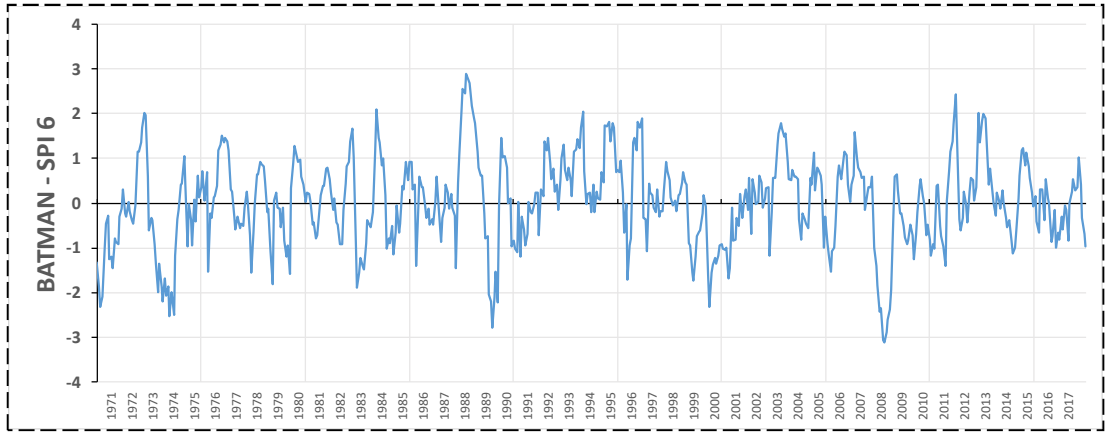
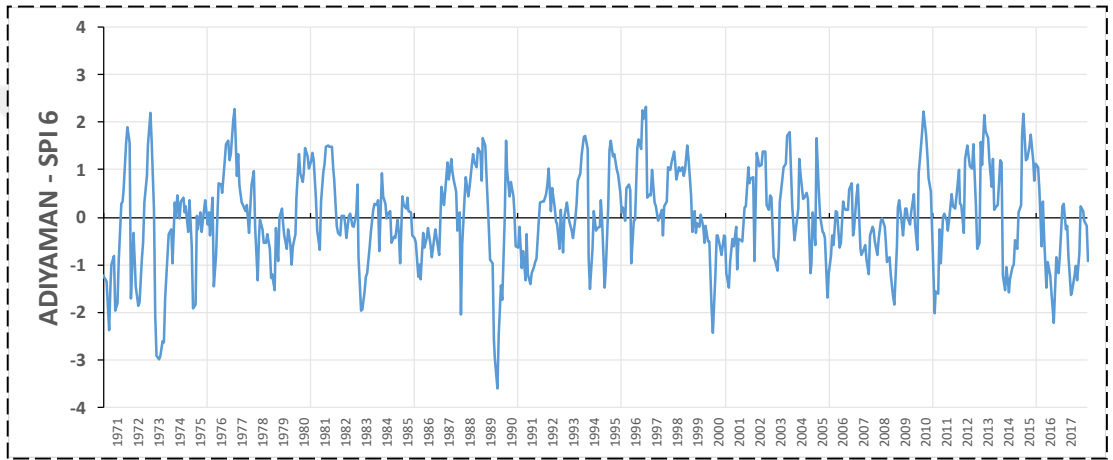
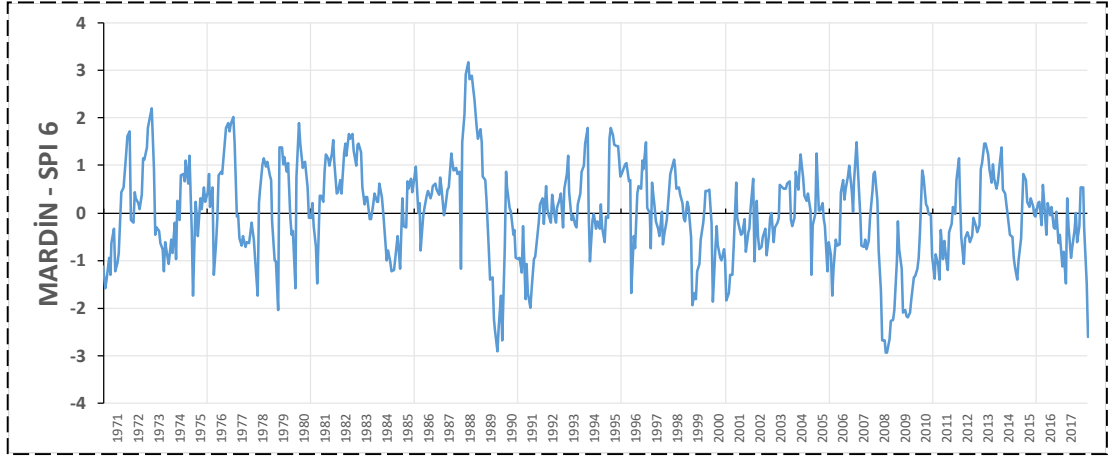
Standart hale getirilmiş dokuz istasyona ait yağış verilerinden elde edilen, altı aylık, aylık SPI zaman serileri sırasıyla Şekil 4.4, Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'de verilmiştir. Bu şekillerden görüleceği üzere 6 aylık SPI değerlerinde dalgalanmalar olduğu kurak ve yağışlı dönemlerin birbirini izlediği görülmektedir (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5.** SPI-6 Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımları (%)

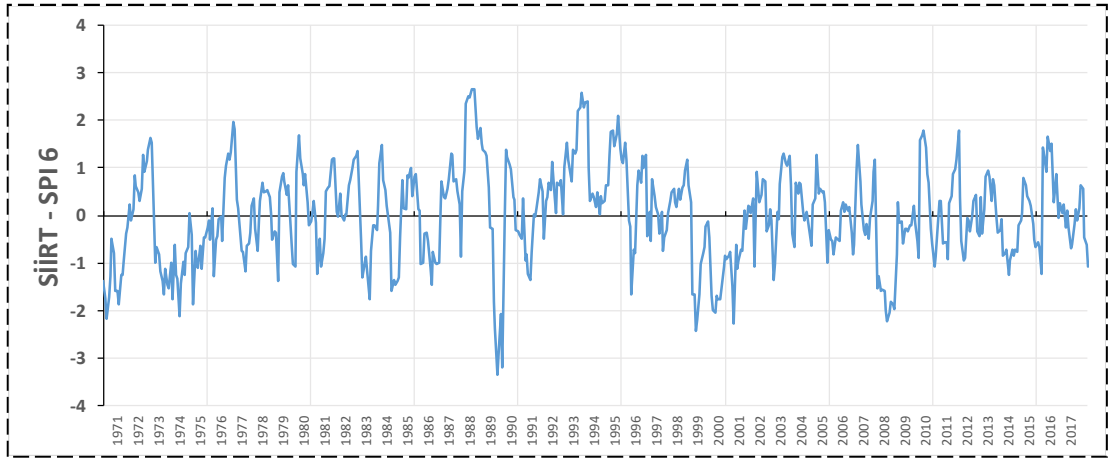
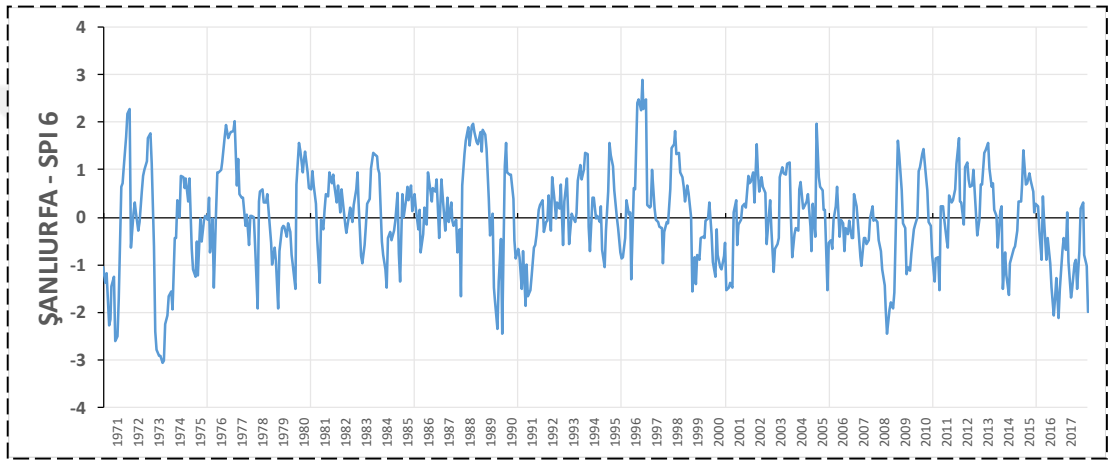
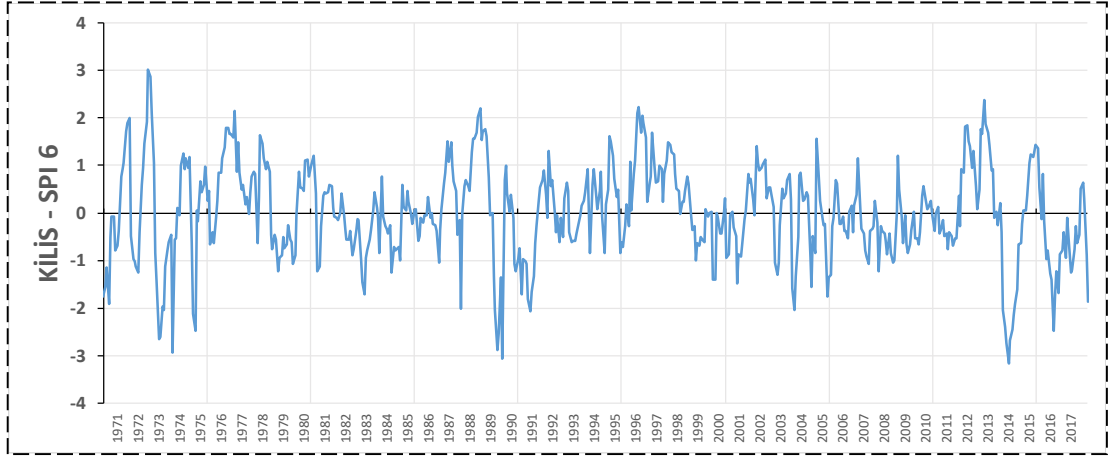
Değer	Şırnak	Gaziantep	Diyarbakır	Mardin	Adıyaman	Batman	Kilis	Şanlıurfa	Siirt
$\geq 2,00$	2,45	1,40	2,45	1,75	1,58	2,10	1,93	1,58	2,28
1,50 ~ 1,99	4,38	4,55	3,15	3,33	4,90	4,20	5,43	5,25	3,50
1,00 ~ 1,49	10,51	9,11	9,46	9,98	12,26	8,76	8,06	7,18	9,98
0,99 ~ 0,00	30,82	38,88	37,65	35,73	32,92	36,95	33,63	37,83	35,90
0,00 ~ -0,99	36,60	31,52	31,70	34,50	33,45	33,80	38,00	33,27	32,05
- 1,00 ~ -1,49	9,46	5,60	8,23	7,88	7,71	7,01	6,48	6,65	8,76
- 1,50 ~ -1,99	2,98	4,73	3,68	3,15	4,55	3,68	2,80	5,08	5,08
$\leq - 2,00$	2,80	4,20	3,68	3,68	2,63	3,50	3,68	3,15	2,45
Toplam ( $\leq 1,00$ )	15,24	14,53	15,59	14,71	14,89	14,19	12,96	14,88	16,29



Şekil 4.4. Şirnak-Gaziantep-Diyarbakır için SPI-6 değerleri



Şekil 4.5. Mardin-Adıyaman-Batman için SPI-6 değerleri



**Şekil 4.6.** Kilis-Şanlıurfa-Siirt için SPI-6 değerleri

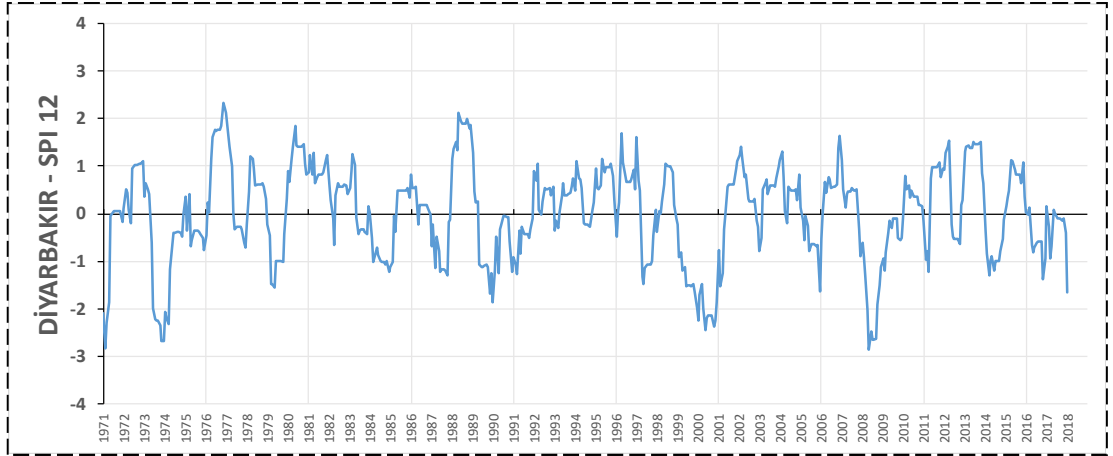
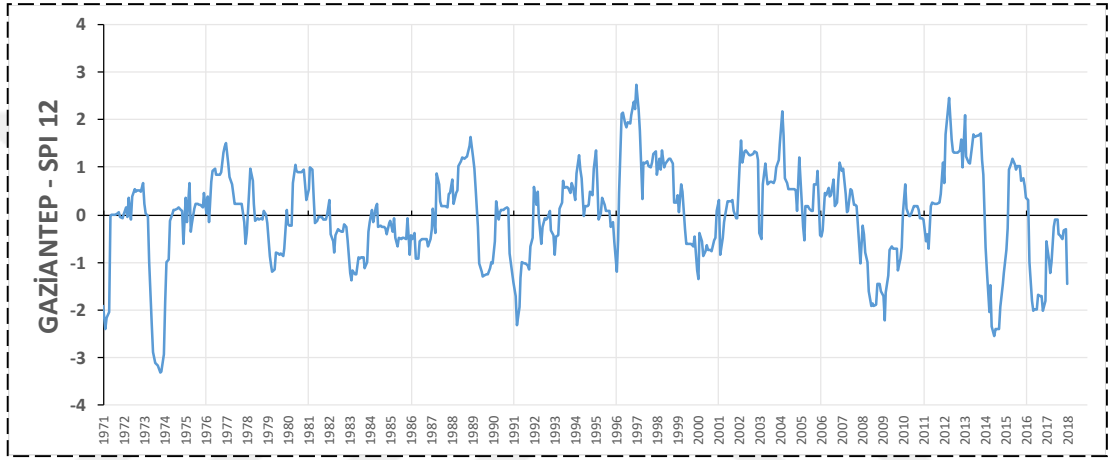
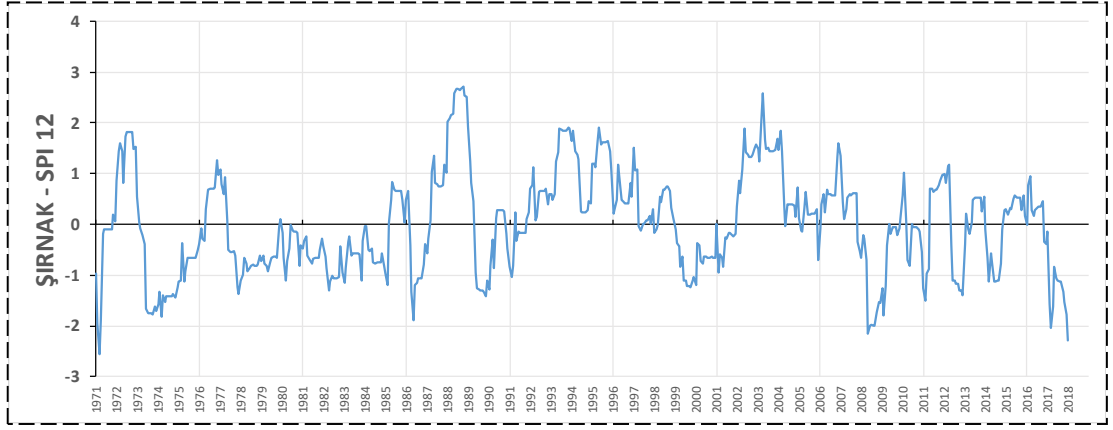
#### 4.4. SPI-12 Indexi ile Kuraklık Analizi

Standart hale getirilmiş dokuz istasyona ait yağış verilerinden elde edilen, oniki aylık, aylık SPI zaman serileri sırasıyla Şekil 4.7., Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.'de verilmiştir. Bu şekillerden görüleceği üzere 12 aylık SPI değerlerinde dalgalanmalar olduğu kurak ve yağışlı dönemlerin birbirini izlediği görülmektedir (Tablo 4.6).

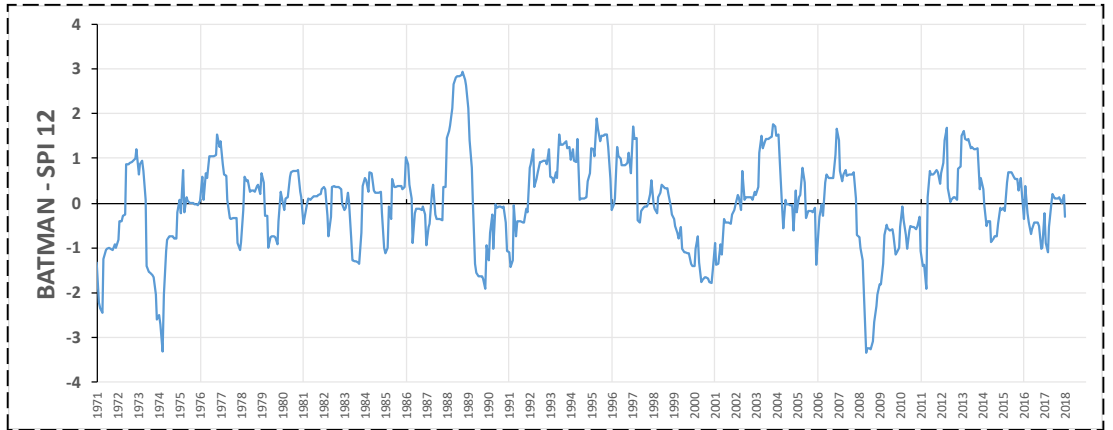
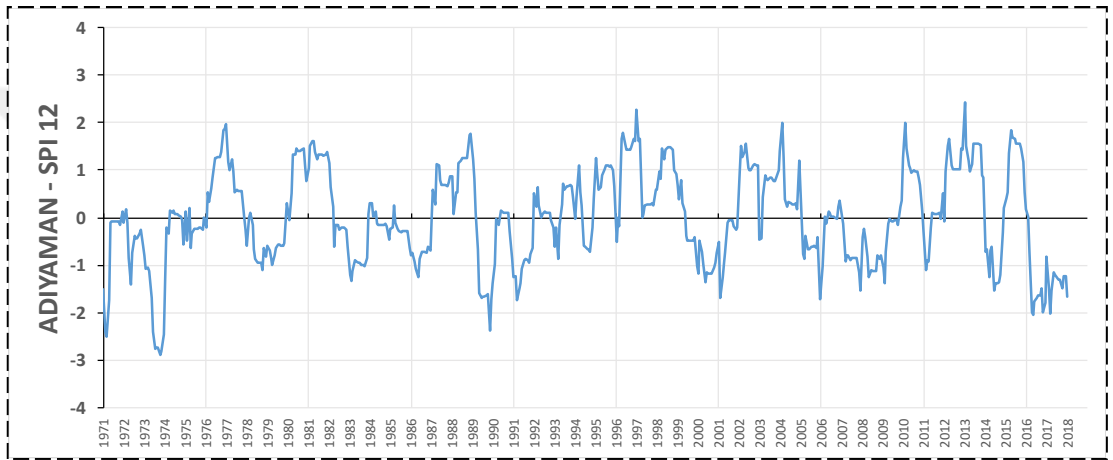
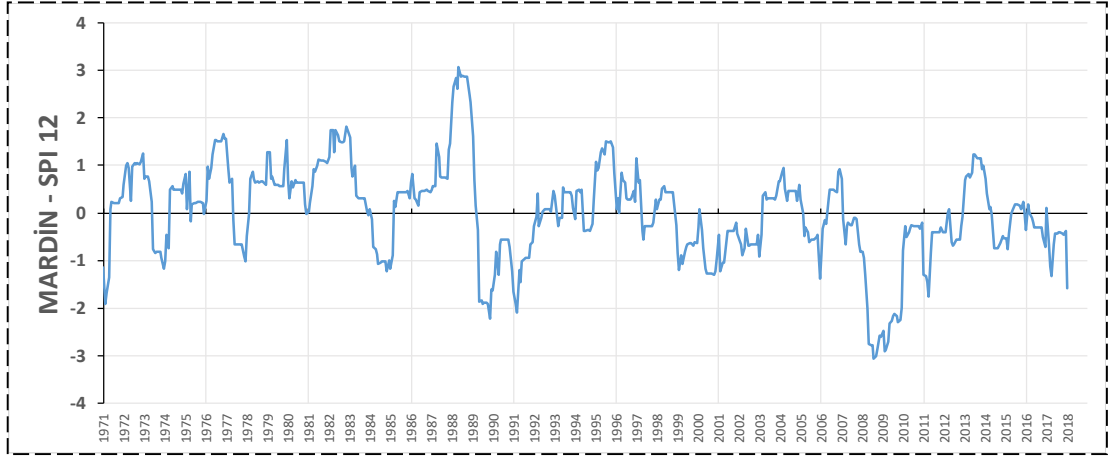
**Tablo 4.6.** SPI-12 Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımları (%)

Değer	Şırnak	Gaziantep	Diyarbakır	Mardin	Adıyaman	Batman	Kilis	Şanlıurfa	Siirt
$\geq 2,00$	2,48	1,95	0,88	2,12	0,35	1,77	1,59	3,54	4,07
1,50 ~ 1,99	5,84	3,01	3,72	3,72	5,84	3,54	5,84	2,12	2,12
1,00 ~ 1,49	7,79	11,50	10,44	7,08	15,04	8,85	10,44	5,49	6,73
0,99 ~ 0,00	31,86	37,17	38,41	40,35	27,96	37,88	29,20	43,54	40,88
0,00 ~ -0,99	34,34	31,50	29,91	33,45	34,51	32,21	40,35	32,04	28,50
- 1,00 ~ -1,49	12,39	7,61	8,67	6,73	9,91	9,03	6,02	6,55	10,44
- 1,50 ~ -1,99	4,07	3,36	3,36	2,65	4,25	3,54	3,54	2,83	5,13
$\leq - 2,00$	1,24	3,89	4,60	3,89	2,12	3,19	3,01	3,89	2,12
Toplam ( $\leq 1,00$ )	17,7	14,86	16,63	13,27	16,28	15,76	12,57	13,27	17,69

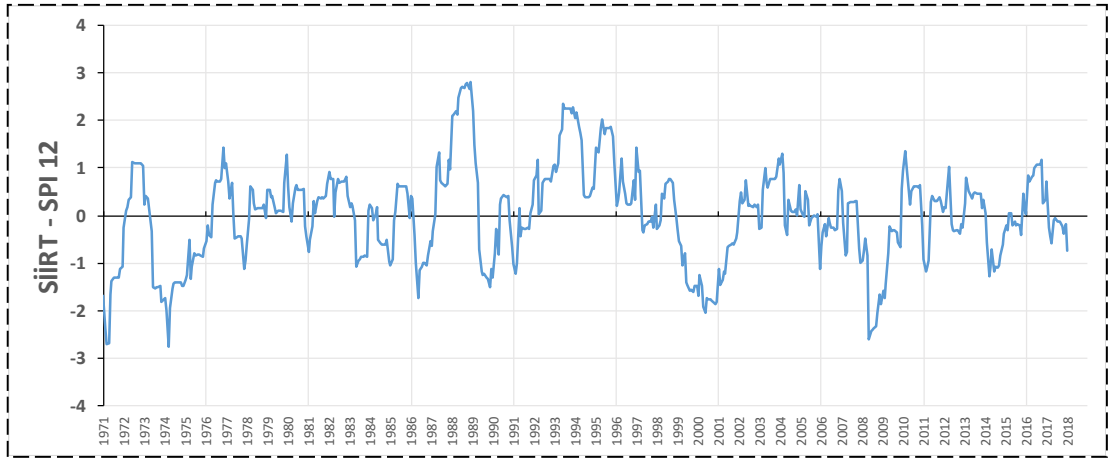
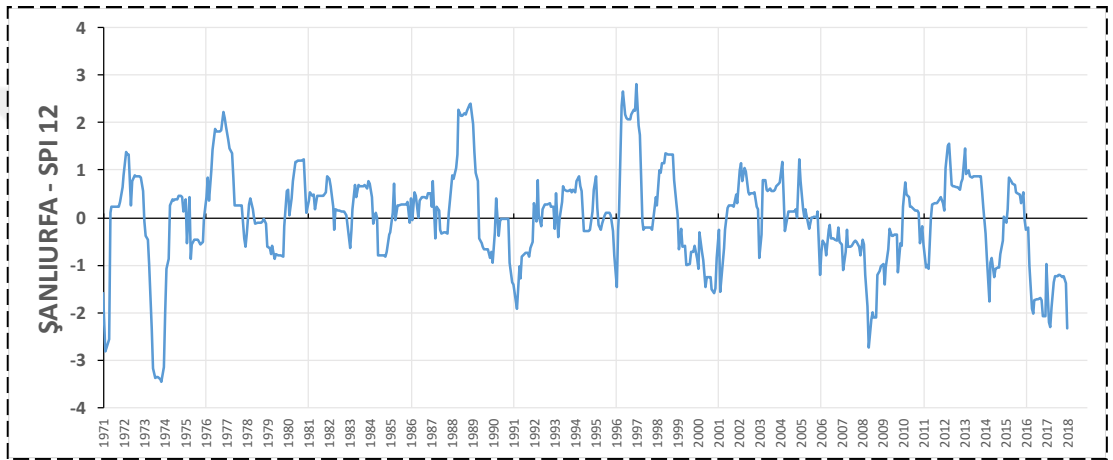
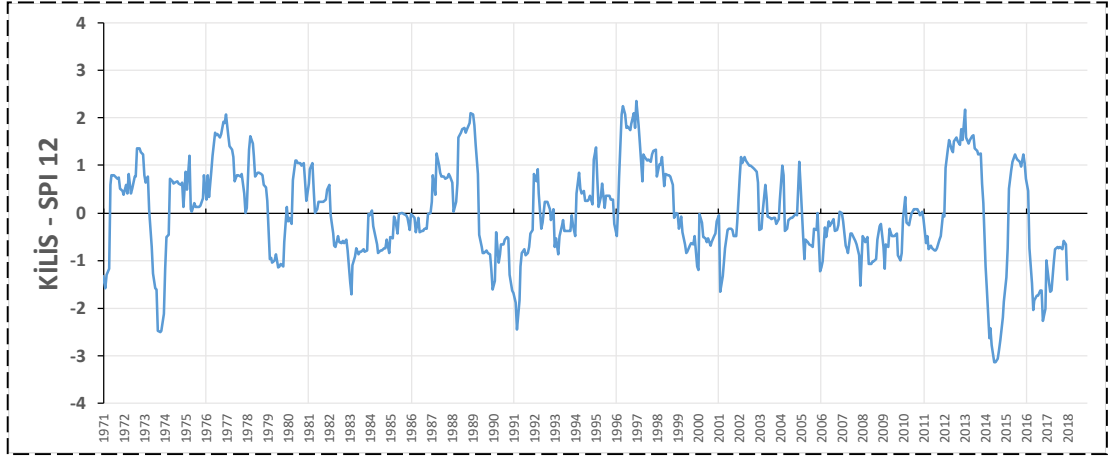




Şekil 4.7. Şırnak-Gaziantep-Diyarbakır için SPI-12 değerleri



**Şekil 4.8.** Mardin-Adıyaman-Batman için SPI-12 değerleri



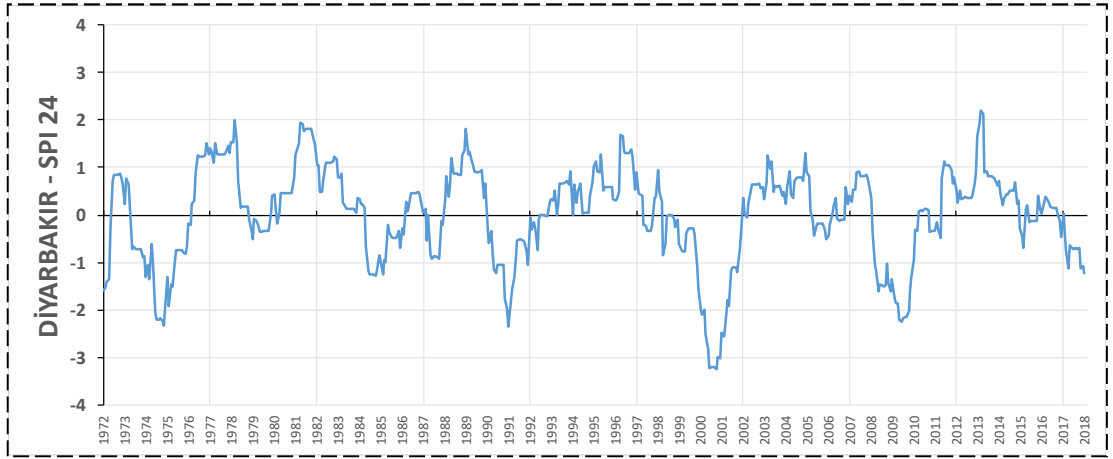
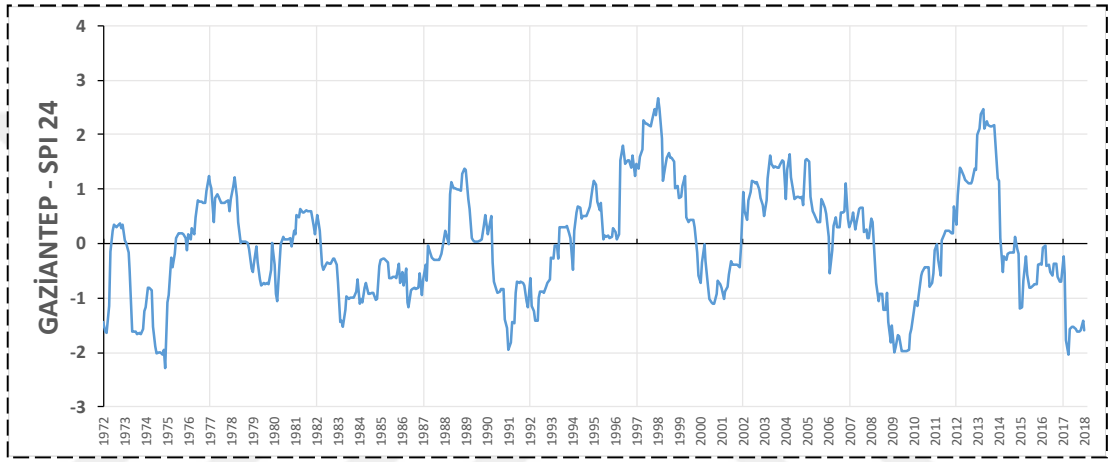
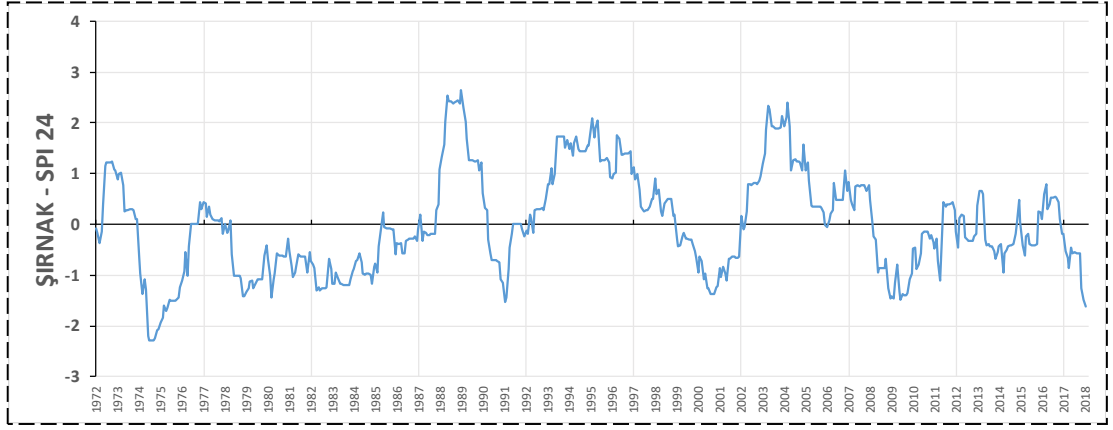
**Şekil 4.9.** Kilis-Şanlıurfa-Siirt için SPI-12 değerleri

#### 4.5. SPI-24 Indexi ile Kuraklık Analizi

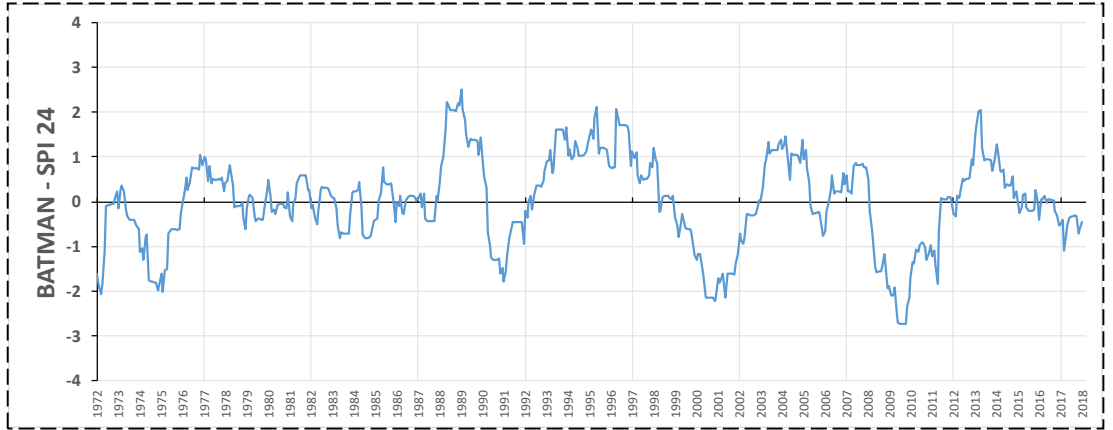
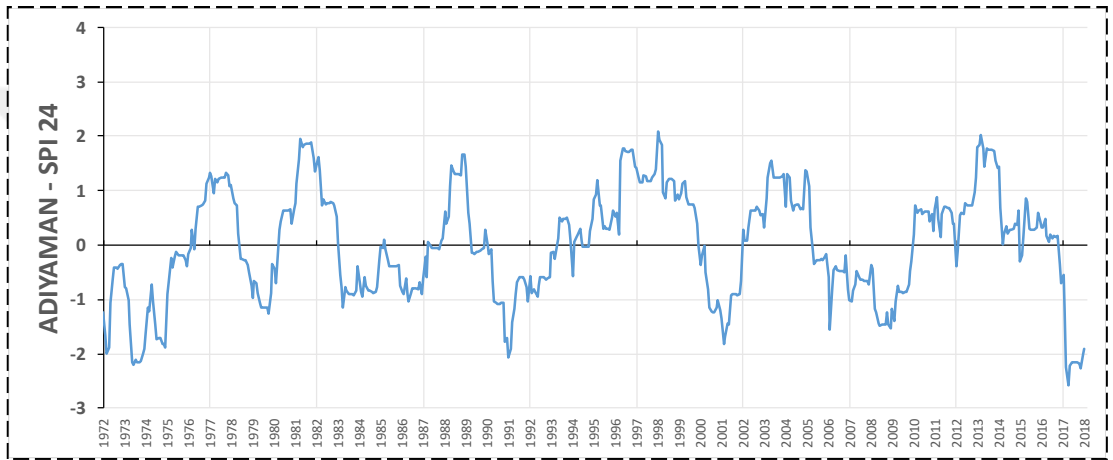
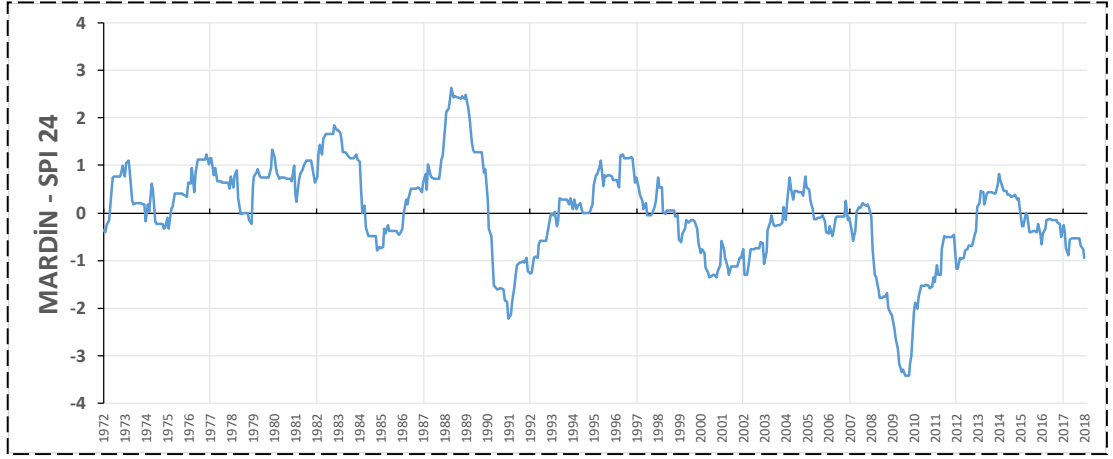
Standart hale getirilmiş dokuz istasyona ait yağış verilerinden elde edilen, yirmidört aylık, aylık SPI zaman serileri sırasıyla Şekil 4.10., Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'de verilmiştir. Bu şekillerden görüleceği üzere 24 aylık SPI değerlerinde dalgalanmalar olduğu kurak ve yağışlı dönemlerin birbirini izlediği görülmektedir (Tablo 4.7).

**Tablo 4.7.** SPI-24 Değerlerinin İstasyonlara Göre Dağılımları (%)

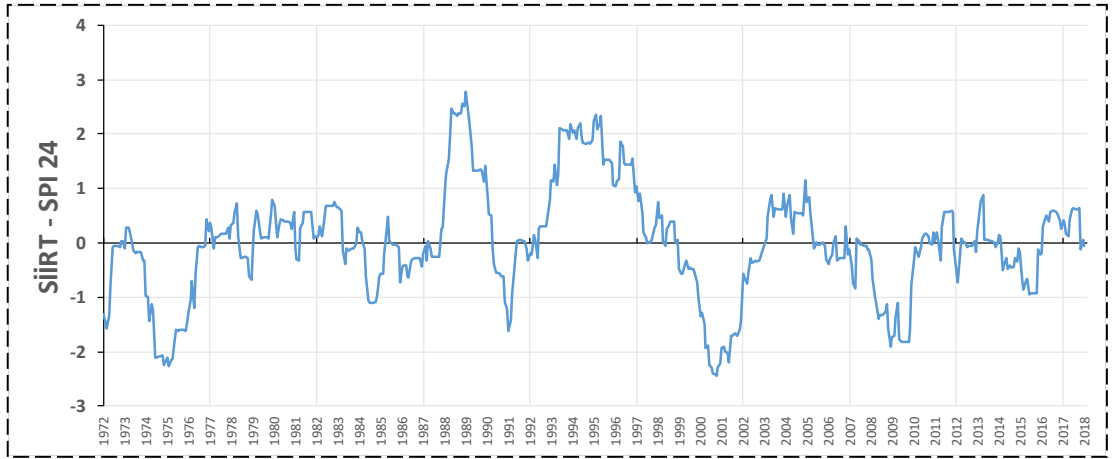
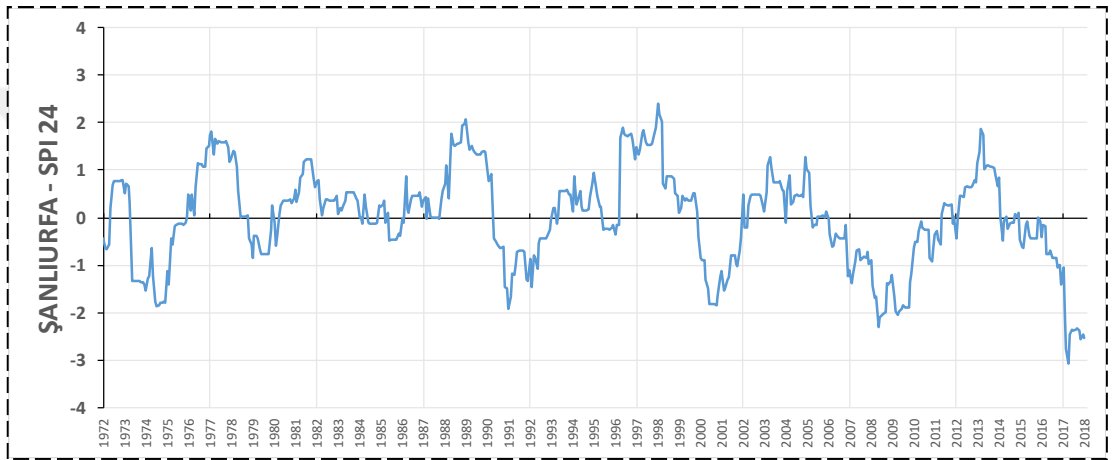
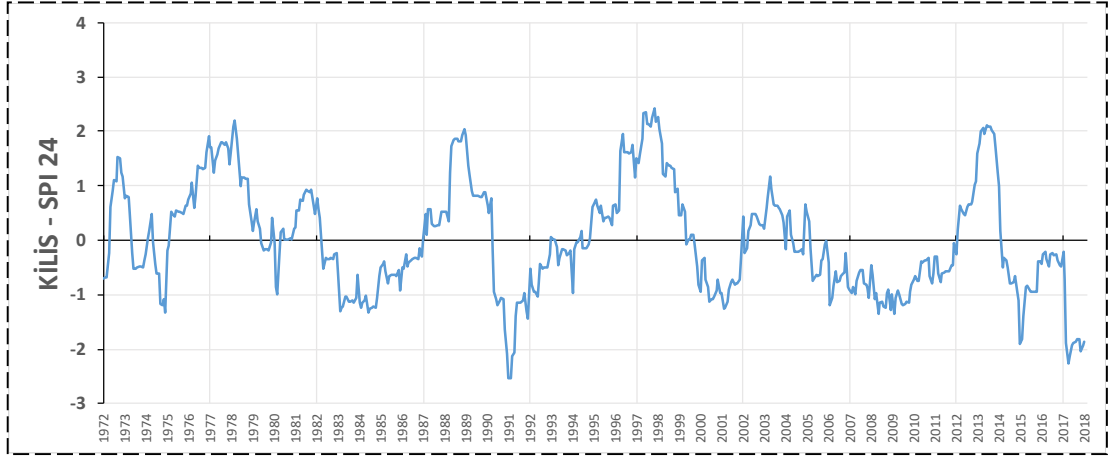
Değer	Şırnak	Gaziantep	Diyarbakır	Mardin	Adıyaman	Batman	Kilis	Şanlıurfa	Siirt
$\geq 2,00$	3,44	3,49	0,54	2,35	0,27	2,53	3,25	0,72	4,70
1,50 ~ 1,99	5,24	3,84	3,44	2,35	4,52	3,80	7,59	7,05	3,44
1,00 ~ 1,49	9,95	9,08	9,40	9,04	8,37	9,58	5,97	8,32	5,06
0,99 ~ 0,00	27,85	32,46	44,12	38,52	22,84	37,61	27,49	37,97	37,25
0,00 ~ -0,99	36,53	32,64	26,22	32,91	25,90	30,74	40,51	30,02	34,54
- 1,00 ~ -1,49	13,92	7,33	7,78	7,05	6,64	5,79	11,75	7,78	5,79
- 1,50 ~ -1,99	1,81	6,81	3,80	4,70	2,66	6,33	1,99	5,06	5,42
$\leq - 2,00$	1,27	0,87	4,70	3,07	2,26	3,62	1,45	3,07	3,80
Toplam ( $\leq 1,00$ )	17	15,01	16,28	14,82	11,56	15,74	15,19	15,91	15,01



Şekil 4.10. Şırnak-Gaziantep-Diyarbakır için SPI-24 değerleri



Şekil 4.11. Mardin-Adiyaman-Batman için SPI-24 değerleri



Şekil 4.12. Kilis-Şanlıurfa-Siirt için SPI-24 değerleri

#### 4.6. Kuraklık Eğilim Analizi

SPI değerlerine uygulanan Mann- Kendall eğilim testi sonuçları Tablo 4.8 de verilmiştir. Bu çalışmada eğilimler  $p = 0,05$  anlamlılık seviyesinde test edilmiştir.  $H_0$  (eğilim yoktur) hipotezi Z değerinin 1,96 dan büyük ya da -1,96 dan küçük olması durumunda red edilmiş ve pozitif Z değerleri için % 95 güven düzeyinde artan, negatif Z değerleri için yine % 95 güven düzeyinde azalan bir eğilim olduğu kabul edilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan değerler Tablo 4.8 de koyu renkle gösterilmiştir.

Tablo 4.8 in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, Gaziantep’ de tüm SPI serileri için artan bir eğilim olduğunu söylemek mümkündür. Mardin de ise tüm SPI serilerinde azalan bir eğilim bulunmaktadır. SPI-6, SPI-12 ve SPI-24 serileri için Kilis ve Şanlıurfa’da da azalan eğilim olduğu sonucuna varılmıştır. Şırnak için SPI-6, SPI-12 ve SPI-24 serileri için artan bir eğilim vardır. Adıyaman SPI-24 serilerinde artan bir eğilim sergilemiştir.

**Tablo 4.8.** Mann-Kendall eğilim testi Z değerleri

İl	SPI-3	SPI-6	SPI-12	SPI-24
Adıyaman	0,965	1,020	1,222	<b>3,226</b>
Batman	1,887	1,266	0,460	0,287
Diyarbakır	1,482	0,974	-0,687	-1,346
Gaziantep	<b>2,665</b>	<b>2,472</b>	<b>1,974</b>	<b>2,857</b>
Kilis	-0,415	<b>-2,276</b>	<b>-4,881</b>	<b>-6,236</b>
Mardin	<b>-1,988</b>	<b>-5,006</b>	<b>-8,610</b>	<b>-11,112</b>
Siirt	1,030	0,955	0,730	0,268
Şanlıurfa	-0,152	<b>-2,022</b>	<b>-4,434</b>	<b>-5,009</b>
Şırnak	1,955	<b>2,025</b>	<b>3,131</b>	<b>3,817</b>

#### 4.7. Kuraklık Dağılımının İncelenmesi

Söz konusu dönemlerde kuraklık dağılımlarının incelenmesi yapılırken 1970-2017 yılları arasındaki tüm SPI’lar hesaplanmış olup her bir SPI grubu içerisinde (3-, 6-, 12- ve 24 aylık) pozitif ve negatif ekstrem SPI değerleri ve ilgili ay-yıl belirlenmiştir. Tablo 4.9 da ekstrem pozitif değerler mavi renkli ve ekstrem negatif



değerler kırmızı ile işaretlenmiştir. Bu SPI lara ait yağış haritaları ArcGIS-ArcMap programı ile haritalandırılmış ve kurak / yağışlı dönemler yorumlanmıştır.

**Tablo 4.9.** Maksimum ve Minimum SPI Değerleri

İstasyon Bilgileri	Değerler	SPI-3	SPI-6	SPI-12	SPI-24
Şırnak (17287)	Max.	2,70 (Temmuz 1993)	2,64 (Mart 1988)	2,71 (Eylül 1988)	2,64 (Aralık 1988)
	Min.	-3,08 (Aralık 2017)	-3,27 (Aralık 2017)	-2,55 (Şubat 1971)	-2,28 (Haziran 1974)
Gaziantep (17261)	Max.	3,46 (Ağustos 2005)	2,41 (Haziran 1996)	2,73 (Aralık 1996)	2,67 (Aralık 1997)
	Min.	-3,10 (Şubat 1973)	-3,17 (Mayıs 1973)	-3,31 (Eylül 1973)	-2,28 (Kasım 1974)
Diyarbakır (17280)	Max.	3,93 (Eylül 2008)	2,57 (Ocak 1988)	2,32 (Ekim 1976)	2,19 (Şubat 2013)
	Min.	-3,20 (Haziran 1988)	-2,88 (Eylül 1989)	-2,86 (Nisan 2008)	-3,24 (Eylül 2000)
Mardin (17275)	Max.	3,78 (Ağustos 1995)	<b>3,18</b> (Ocak 1988)	<b>3,06</b> (Nisan 1988)	2,63 (Nisan 1988)
	Min.	-2,69 (Haziran 1989)	-2,94 (Mart 2008)	-3,05 (Temmuz 2008)	<b>-3,43</b> (Temmuz 2009)
Adıyaman (17265)	Max.	2,56 (Ağustos 1972)	2,33 (Ağustos 1996)	2,44 (Aralık 2012)	2,09 (Aralık 1997)
	Min.	-3,29 (Ocak 1973)	<b>-3,60</b> (Haziran 1989)	-2,88 (Eylül 1973)	-2,57 (Mart 2017)
Batman (17282)	Max.	3,99 (Eylül 2008)	2,89 (Mart 1988)	2,93 (Eylül 1988)	2,50 (Aralık 1988)
	Min.	-2,57 (Aralık 1973)	-3,10 (Nisan 2008)	-3,35 (Nisan 2008)	-2,73 (Haziran 2009)
Kilis (17262)	Max.	3,56 (Ağustos 1972)	3,01 (Ağustos 1972)	2,36 (Aralık 1996)	2,43 (Ekim 1997)
	Min.	-3,06 (Haziran 1989)	-3,15 (Şubat 2014)	-3,14 (Haziran 2014)	-2,54 (Ocak 1991)
Şanlıurfa (17270)	Max.	<b>4,54</b> (Eylül 2008)	2,88 (Haziran 1996)	2,81 (Aralık 1996)	2,39 (Aralık 1997)
	Min.	-2,97 (Haziran 1989)	-3,07 (Nisan 1973)	<b>-3,45</b> (Ekim 1973)	-3,06 (Mart 2017)
Siirt (17210)	Max.	2,88 (Eylül 2008)	2,67 (Mart 1988)	2,82 (Kasım 1988)	<b>2,79</b> (Aralık 1988)
	Min.	<b>-3,47</b> (Haziran 1989)	-3,33 (Haziran 1989)	-2,75 (Şubat 1974)	-2,44 (Eylül 2000)

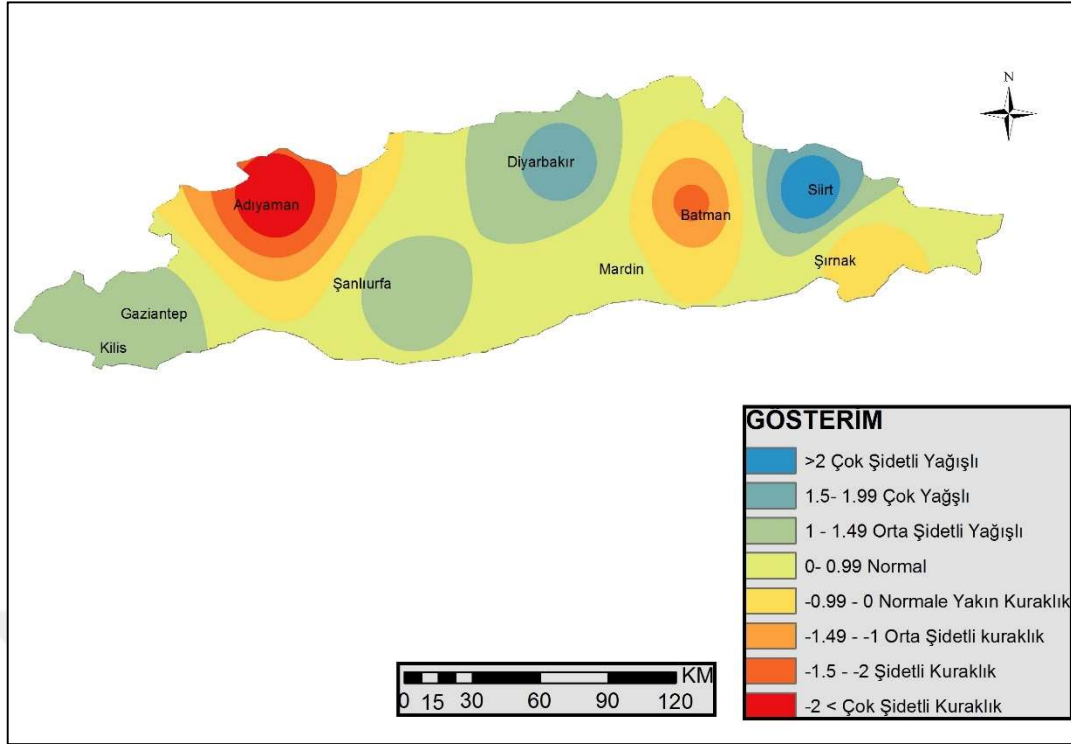
#### **4.7.1. 1989 Haziran Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi**

1989 yılı Haziran ayı 3 aylık SPI haritası incelendiğinde Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde kuraklık koşullarının hâkim olduğu anlaşılmakta olup, bölgenin kuzeybatı kesiminde yer alan Adıyaman İlinde çok şiddetli kuraklık koşulları hakimken, Siirt ilinde çok şiddetli yağışlı ve Diyarbakır ilinde ise çok yağış koşulları hakimdir (Şekil 4.13).

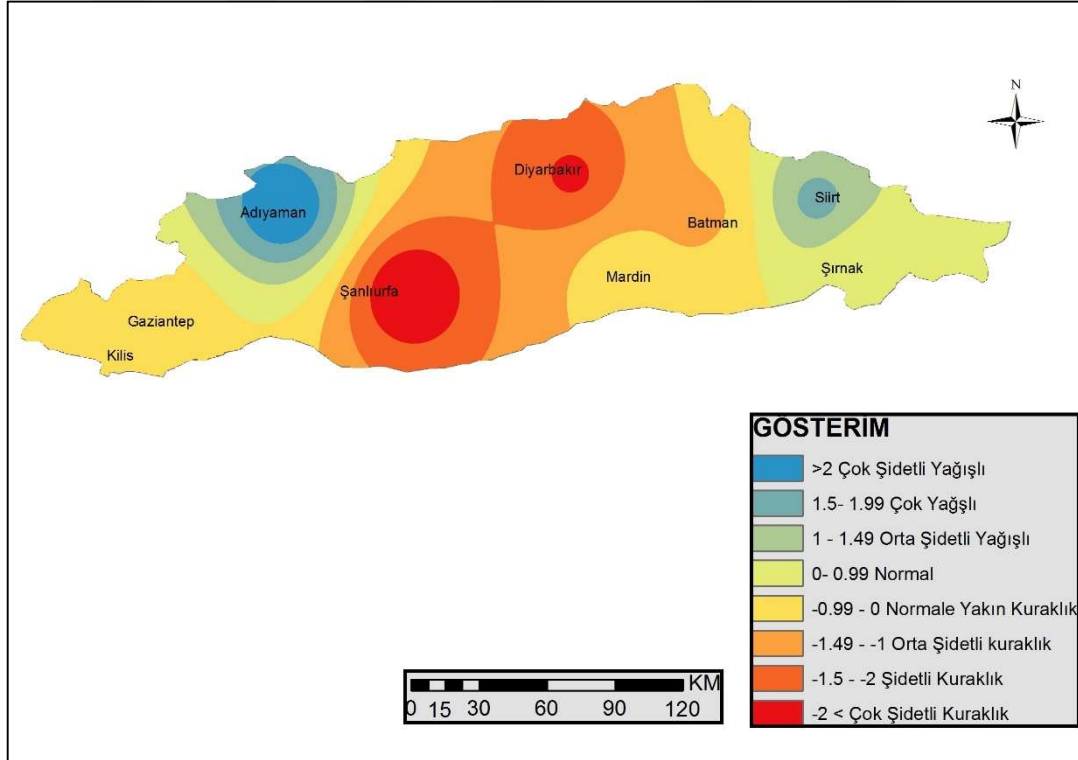
6 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde kuraklık koşulları hâkim olup; Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde çok şiddetli kuraklık koşulları hakimdir (Şekil 4.14). Siirt ilinde fazla yağış koşulu hakimken, Adıyaman ilinde ise çok şiddetli yağış koşulları hakimdir. Bölgenin genelinde normale yakın ve orta şiddette kuraklık yaşanmaktadır.

12 aylık SPI haritasına bakıldığında Mardin, Batman ve Adıyaman İllerinde yağışlı koşulların hakim olduğu görülmekte olup, sadece Şanlıurfa ilinde çok şiddetli kuraklık koşulları hakimdir (Şekil 4.15). Bölgenin geri kalan kısmında ise normale yakın ve orta şiddette kuraklık yaşanmaktadır.

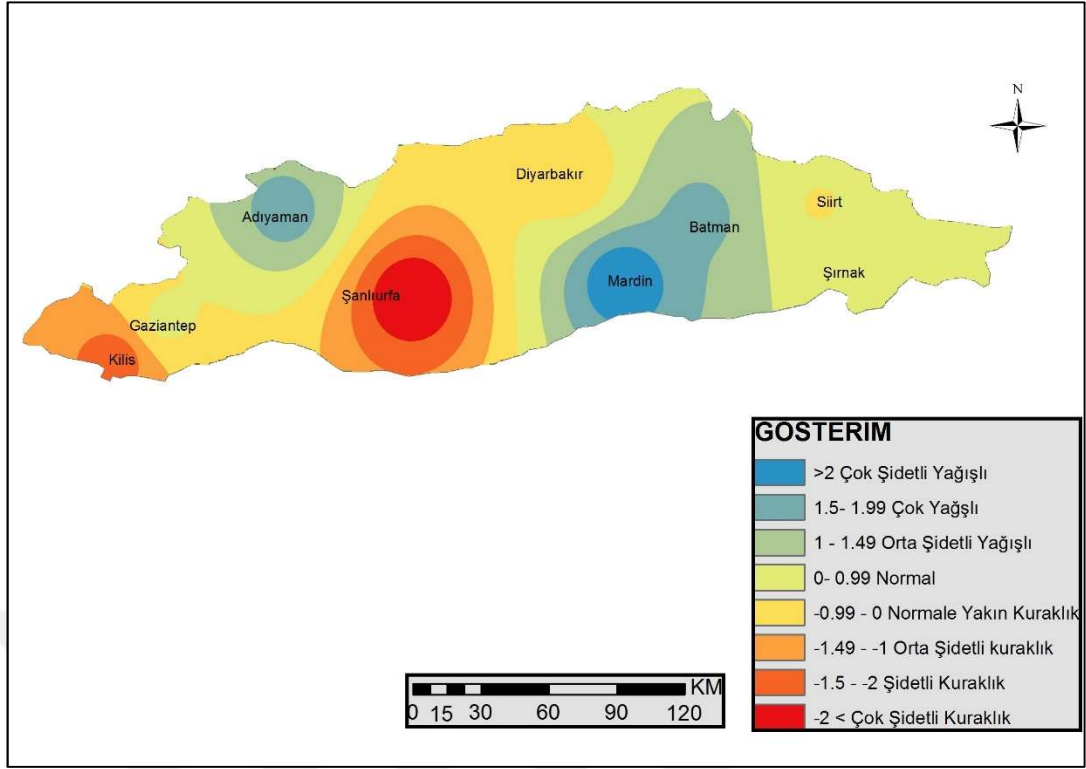
24 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde doğu kısımlarında çok şiddetli kuraklık koşullarının hakim olduğu, Adıyaman ve Gaziantep illerinde yağışlı koşulların hakim olduğu görülmektedir (Şekil 4.16).



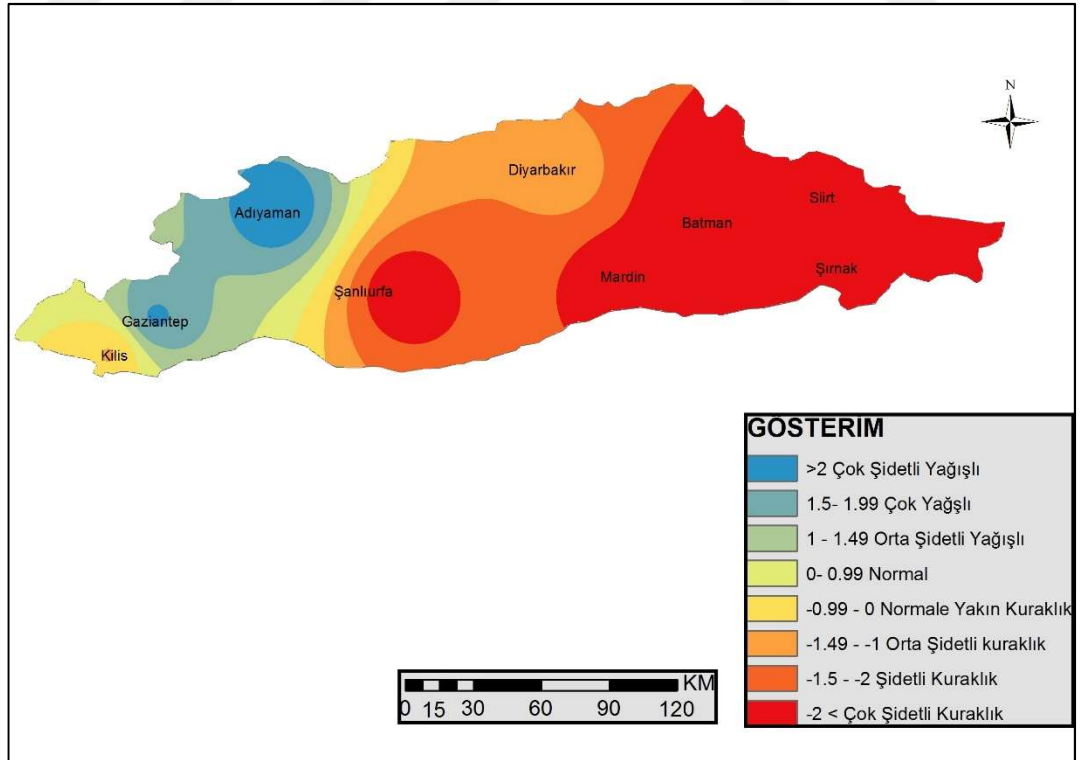
Şekil 4.13. 1989 Haziran SPI-3 Haritası



Şekil 4.14. 1989 Haziran SPI-6 Haritası



Şekil 4.15. 1989 Haziran SPI-12 Haritası



Şekil 4.16. 1989 Haziran SPI-24 Haritası

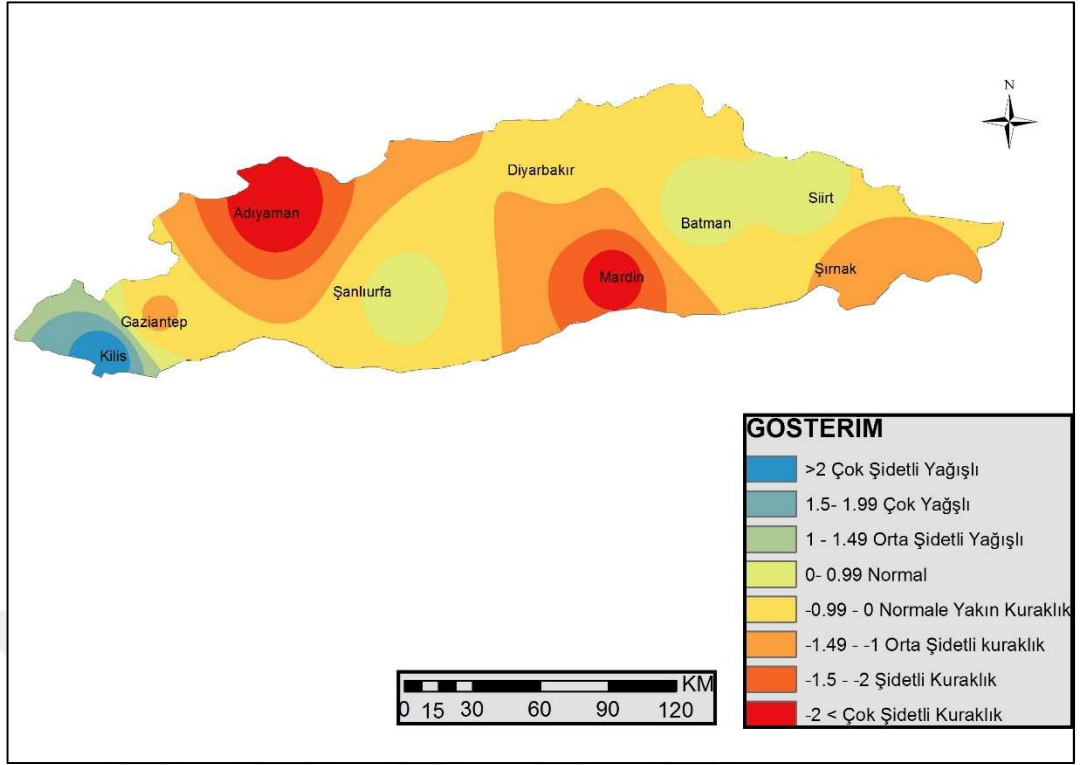
#### **4.7.2. 1973 Ekim Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi**

1973 yılı Ekim ayı 3 aylık SPI haritası incelendiğinde Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde normal ve orta şiddetli kuraklık koşullarının hâkim olduğu anlaşılmakta olup, Mardin ve Adıyaman illerinde çok şiddetli kuraklık koşulları hakim, Kilis ilinde ise yağışlı koşullar hakimdir. (Şekil 4.17).

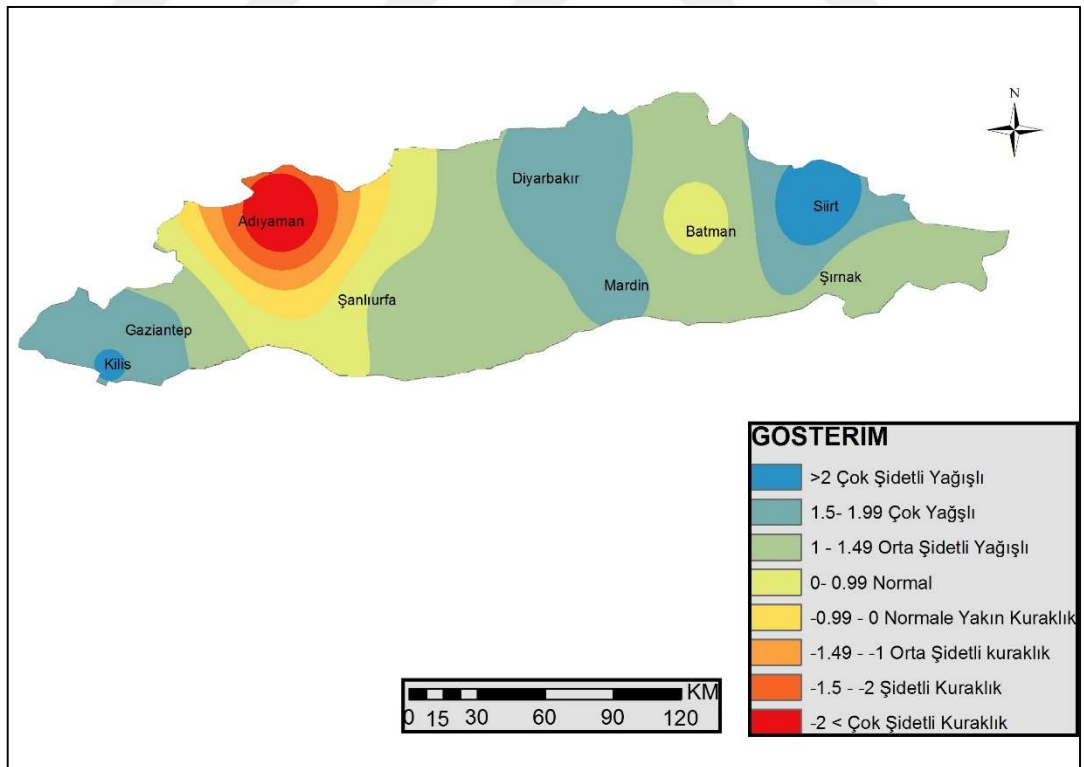
6 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde yağışlı koşullar hâkimken Adıyaman'da çok şiddetli kuraklık koşulları hakimdir (Şekil 4.18).

12 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin batı kesimlerinde yağışlı koşullar hakimken, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin doğu kesimlerinde ise kurak koşullar hakimdir. Mardin ilinde ise çok şiddetli kuraklık koşulları hakimdir (Şekil 4.19).

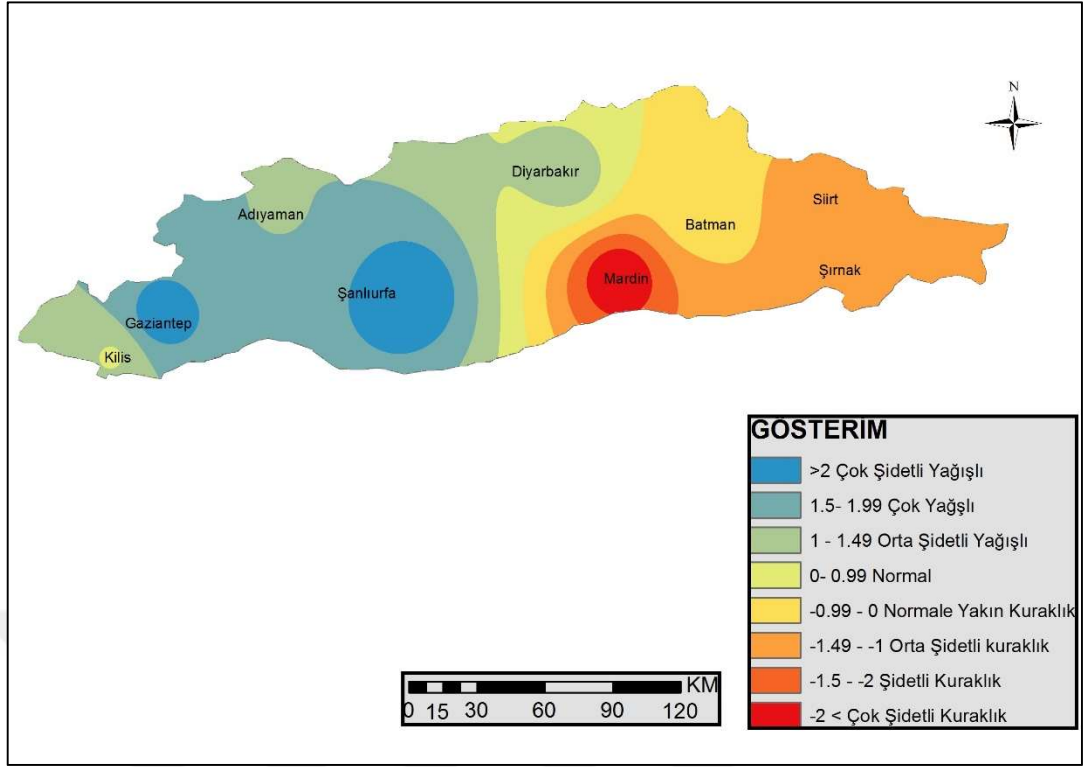
24 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin doğu kesimlerinde kuraklık koşulları hakim olup, Şırnak ve Mardin illerinde çok şiddetli kuraklık koşulları hakimdir (Şekil 4.20). Bölgenin Doğu kesimlerinde ise genel olarak yağışlı koşullar hakim ve Adıyaman ilinde Çok şiddetli yağış durumu hakimdir.



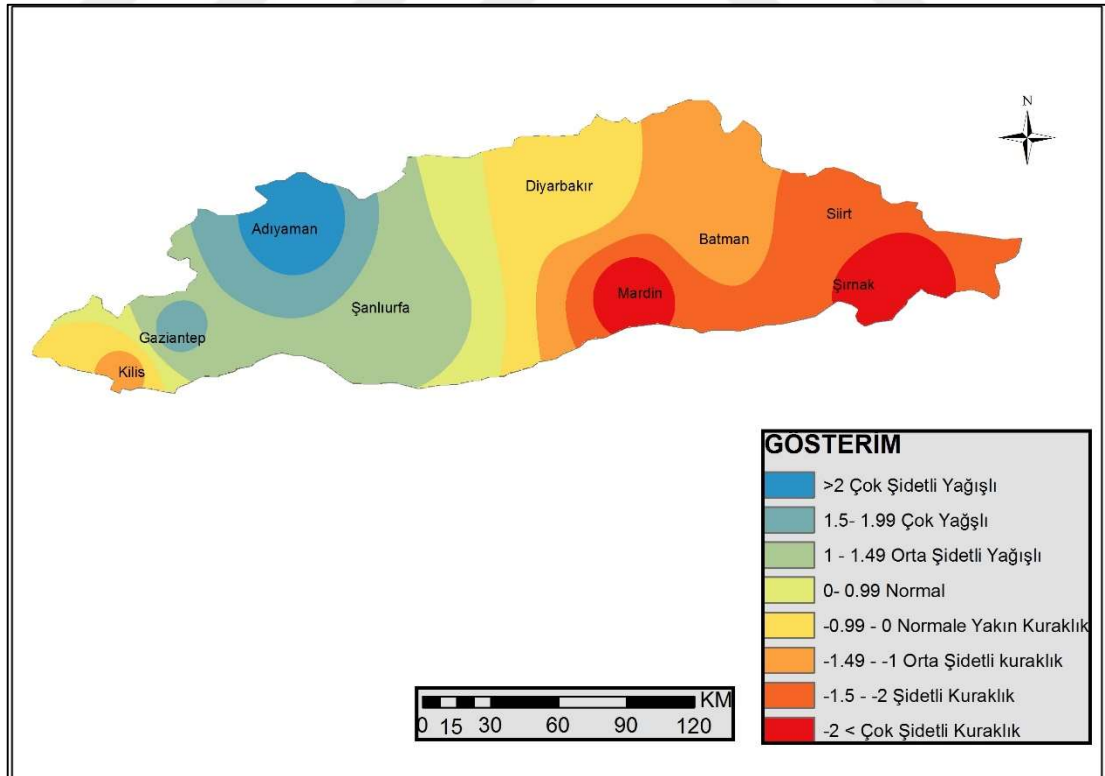
Şekil 4.17. 1973 Ekim SPI-3 Haritası



Şekil 4.18. 1973 Ekim SPI-6 Haritası



Şekil 4.19. 1973 Ekim SPI-12 Haritası



Şekil 4.20. 1973 Ekim SPI-24 Haritası

### **4.7.3. 2009 Temmuz Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi**

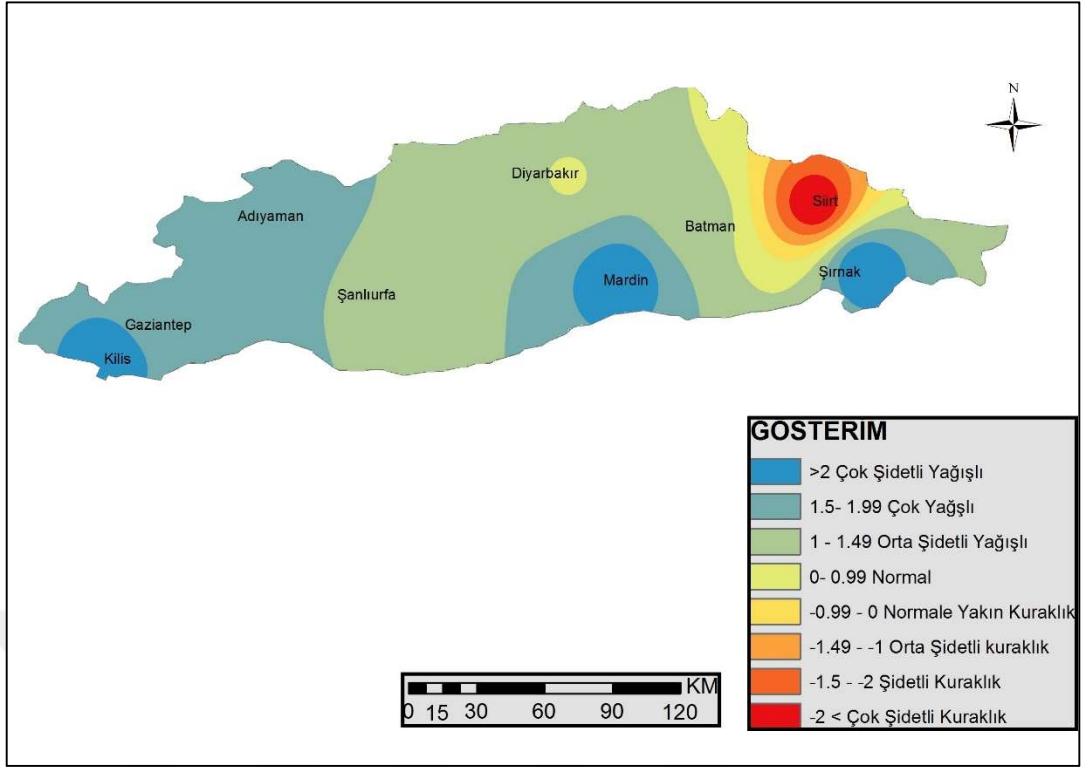
2009 yılı Temmuz ayı 3 aylık SPI haritası incelendiğinde Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde orta ve çok şiddetli yağış koşullarının hâkim olduğu anlaşılmakta olup, Bölgenin kuzeydoğusunda kalan Siirt ilinde çok şiddetli kurak koşullar hakimdir. (Şekil 4.21).

6 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde kurak koşullar hâkimken, Adıyaman ve Şırnak İllerinde çok şiddetli kuraklık koşulları hakimdir. Mardin İlinde ise yağışlı koşullar hakimdir (Şekil 4.22).

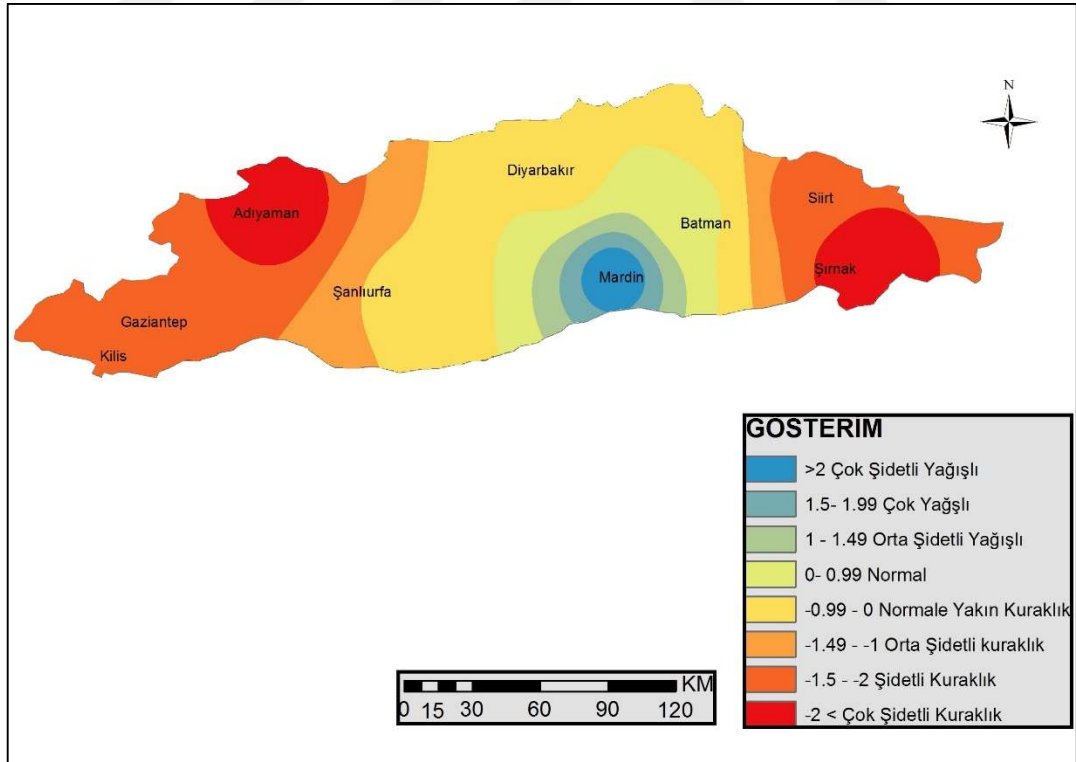
12 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde kurak koşullar hâkimken, Adıyaman, Diyarbakır ve Şırnak İllerinde çok şiddetli kuraklık koşulları hakimdir. Mardin İlinde ise yağışlı koşullar hakimdir (Şekil 4.23).

24 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde kurak koşullar hâkimken, Adıyaman ilinde çok şiddetli kuraklık koşulları hakimdir. Mardin İlinde ise yağışlı koşullar hakimdir (Şekil 4.24).

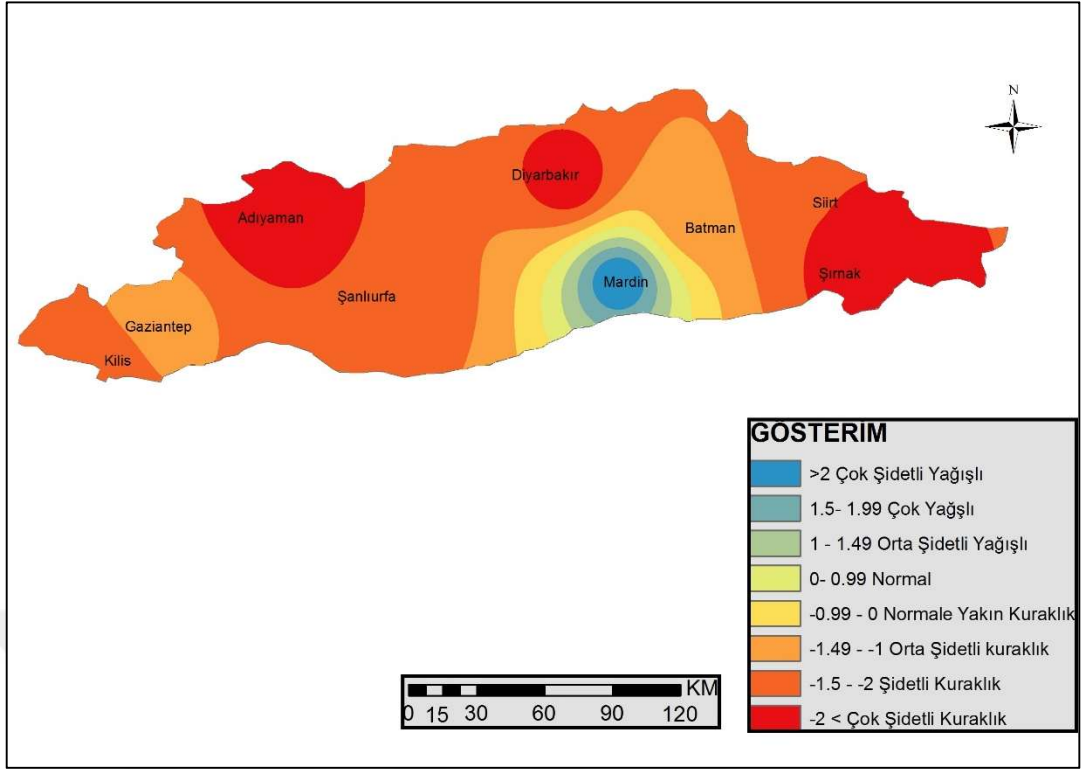




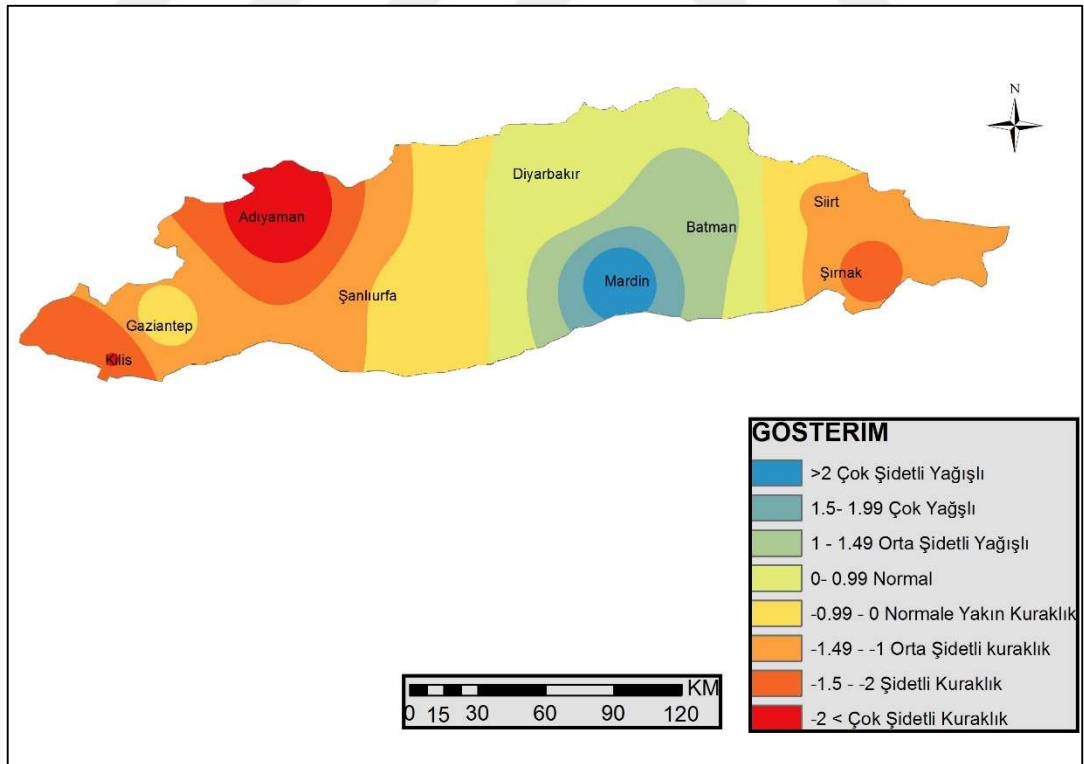
Şekil 4.21. 2009 Temmuz SPI-3 Haritası



Şekil 4.22. 2009 Temmuz SPI-6 Haritası



Şekil 4.23. 2009 Temmuz SPI-12 Haritası



Şekil 4.24. 2009 Temmuz SPI-24 Haritası

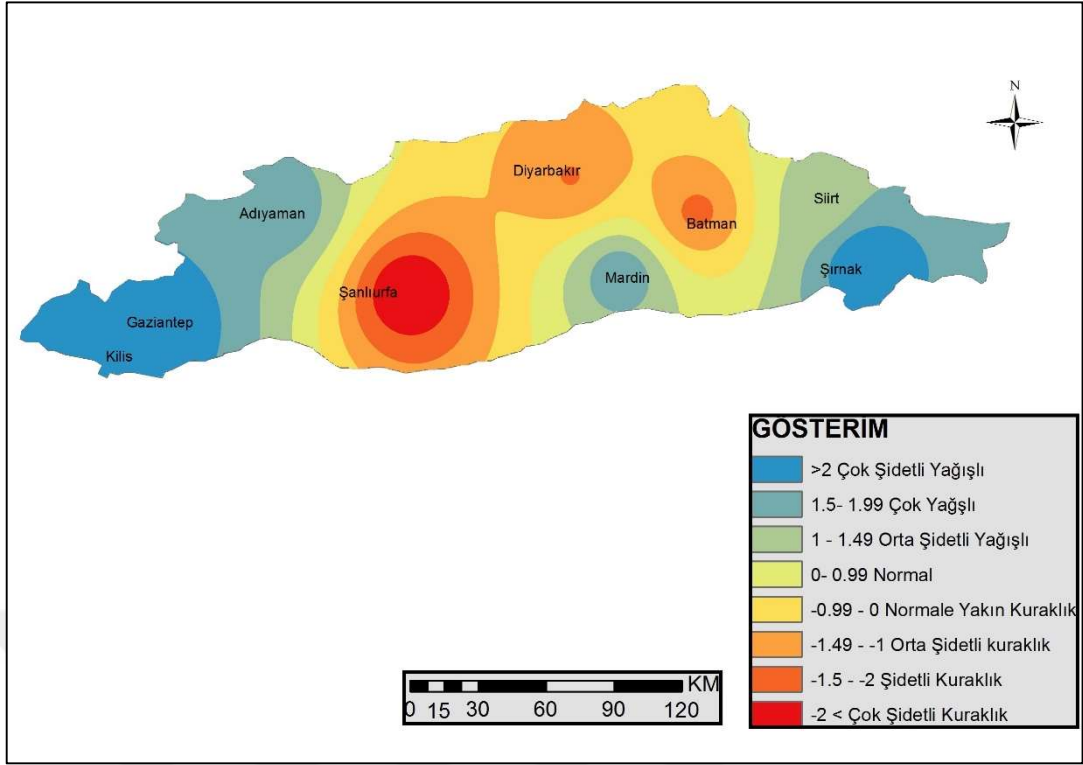
#### **4.7.4. 2008 Eylül Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi**

2008 yılı Eylül ayı 3 aylık SPI haritası incelendiğinde Gaziantep, Kilis ve Şırnak İllerinde çok şiddetli yağış koşulları hâkimken, Şanlıurfa ilinde çok şiddetli kurak koşullar hakimdir. (Şekil 4.25).

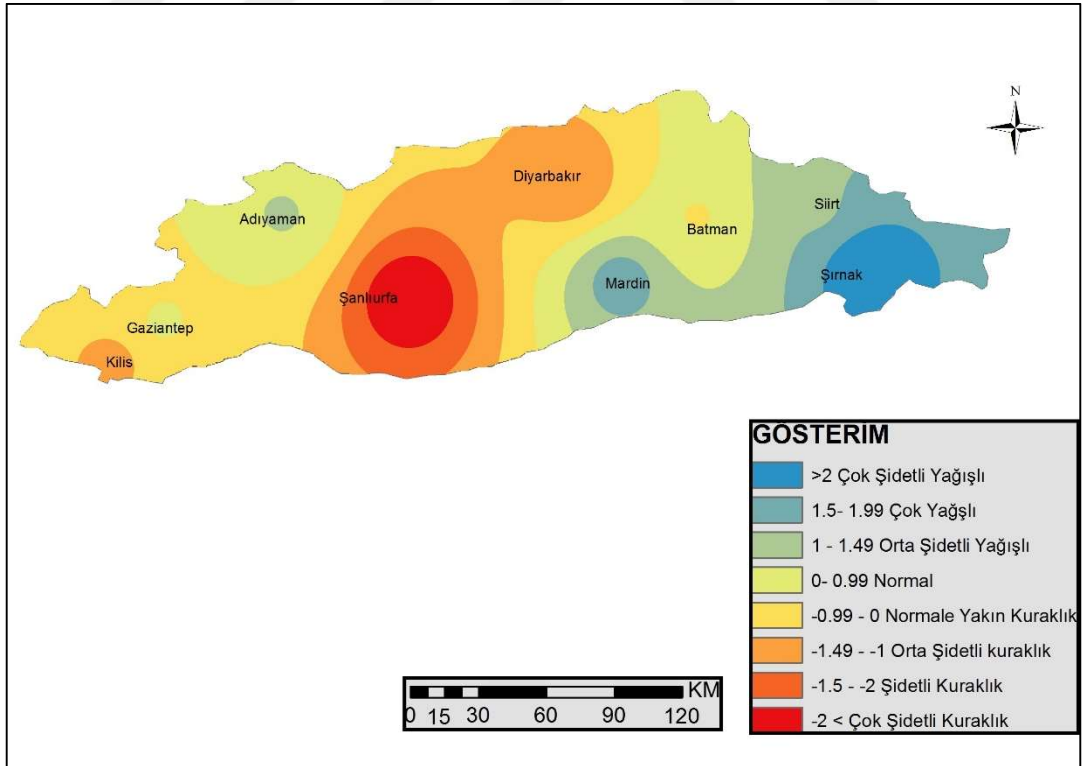
6 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde kurak koşullar hâkimken, Şırnak ilinde çok şiddetli yağış koşulları hakimdir (Şekil 4.26).

12 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde kurak koşullar hâkimken, Kilis ve Adıyaman illerinde çok şiddetli kuraklık koşulları hakimdir. Mardin ve Batman illerinde ise yağışlı koşullar hakimdir (Şekil 4.27).

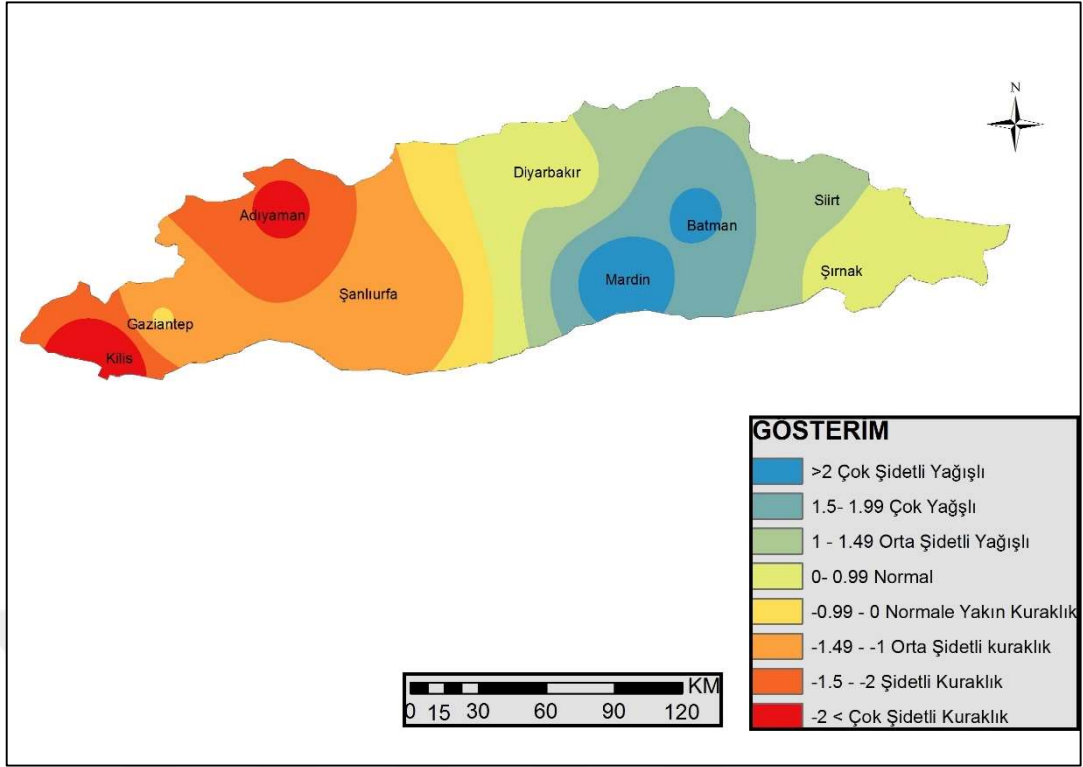
24 aylık SPI haritasına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelinde kurak koşullar hâkimken, Mardin ilinde ise yağışlı koşullar hakimdir (Şekil 4.28).



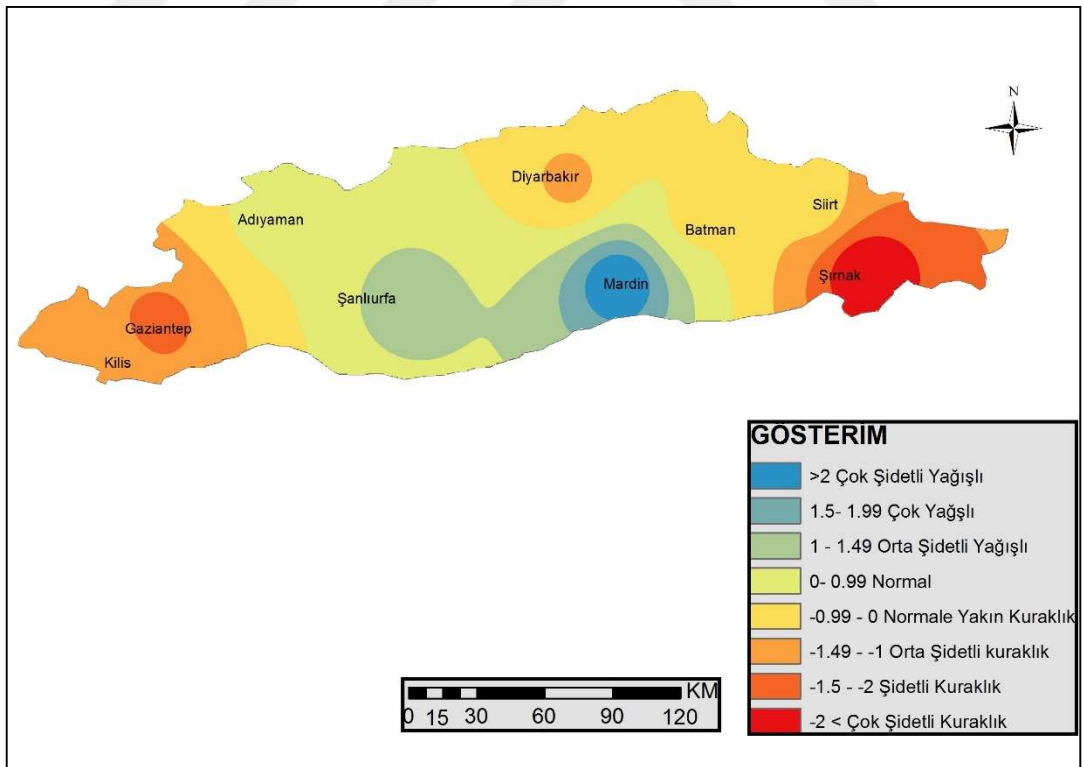
Şekil 4.25. 2008 Eylül SPI-3 Haritası



Şekil 4.26. 2008 Eylül SPI-6 Haritası



Şekil 4.27. 2008 Eylül SPI-12 Haritası



Şekil 4.28. 2008 Yılı Eylül SPI-24 Haritası

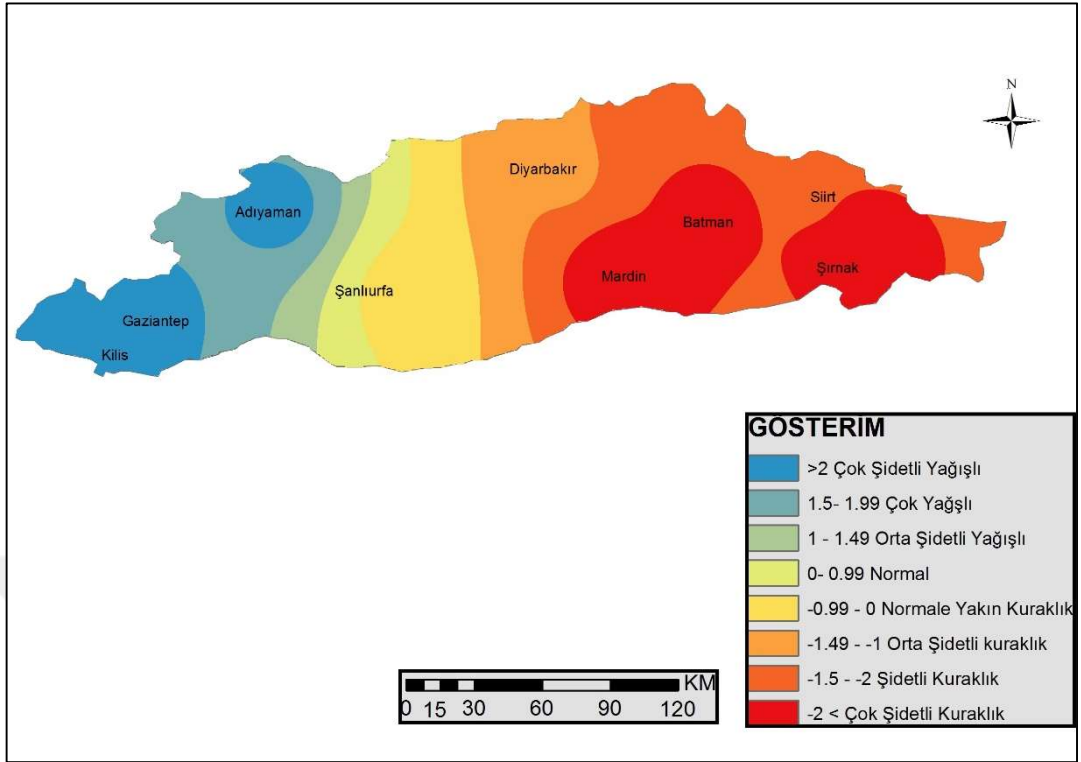
#### **4.7.5. 1988 Ocak Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi**

1988 yılı Ocak ayı 3 aylık SPI haritası incelendiğinde Gaziantep, Kilis ve Adıyaman da çok şiddetli yağış koşulları hâkimken, Diğer kesimlerde ise kurak koşullar hakimdir. (Şekil 4.29).

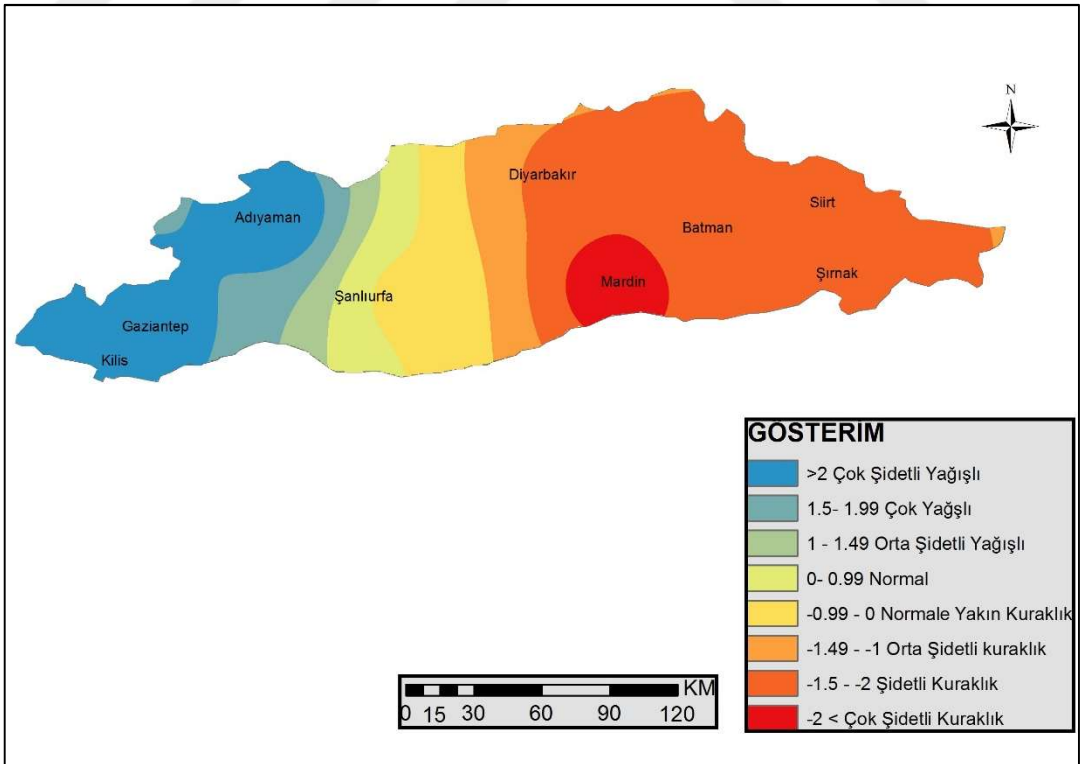
6 aylık SPI haritası incelendiğinde Gaziantep, Kilis ve Adıyaman İllerinde çok şiddetli yağış koşulları hâkimken, Diğer kesimlerde ise kurak koşullar hakimdir (Şekil 4.30)

12 aylık SPI haritası incelendiğinde Gaziantep, Kilis ve Adıyaman İllerinde çok şiddetli yağış koşulları hâkimken, Diğer kesimlerde ise kurak koşullar hakimdir (Şekil 4.31).

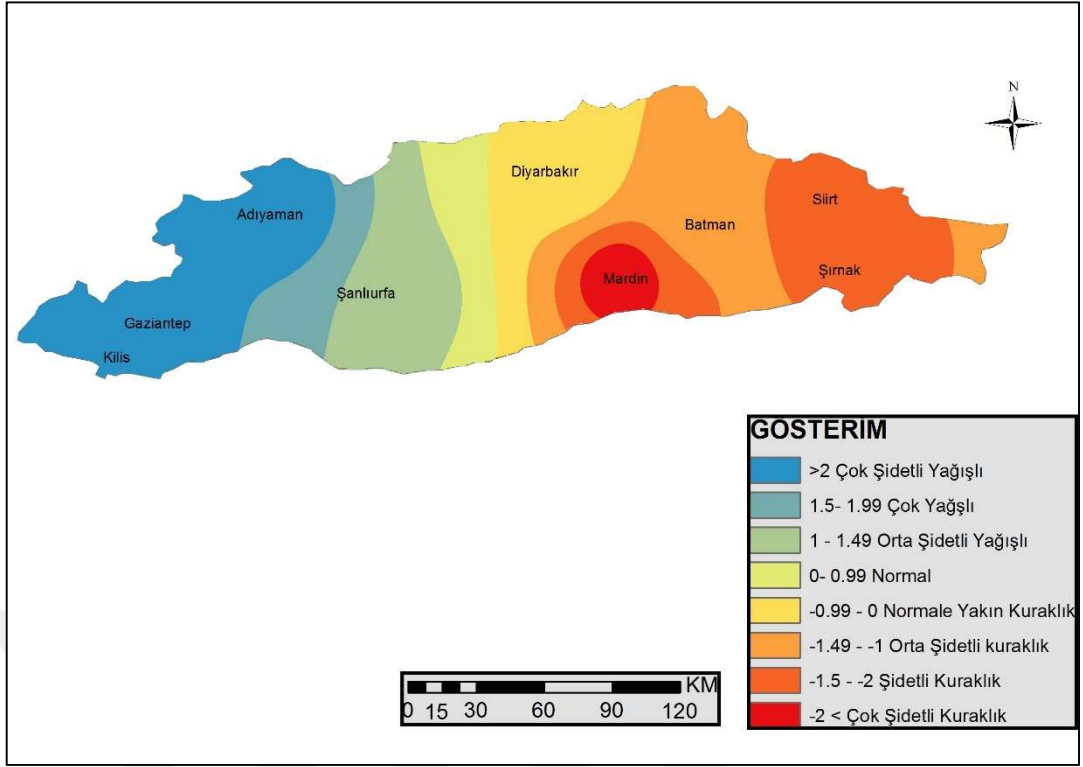
24 aylık SPI haritası incelendiğinde Gaziantep, Kilis ve Adıyaman İllerinde çok şiddetli yağış koşulları hâkimken, Diğer kesimlerde ise kurak koşullar hakimdir (Şekil 4.32).



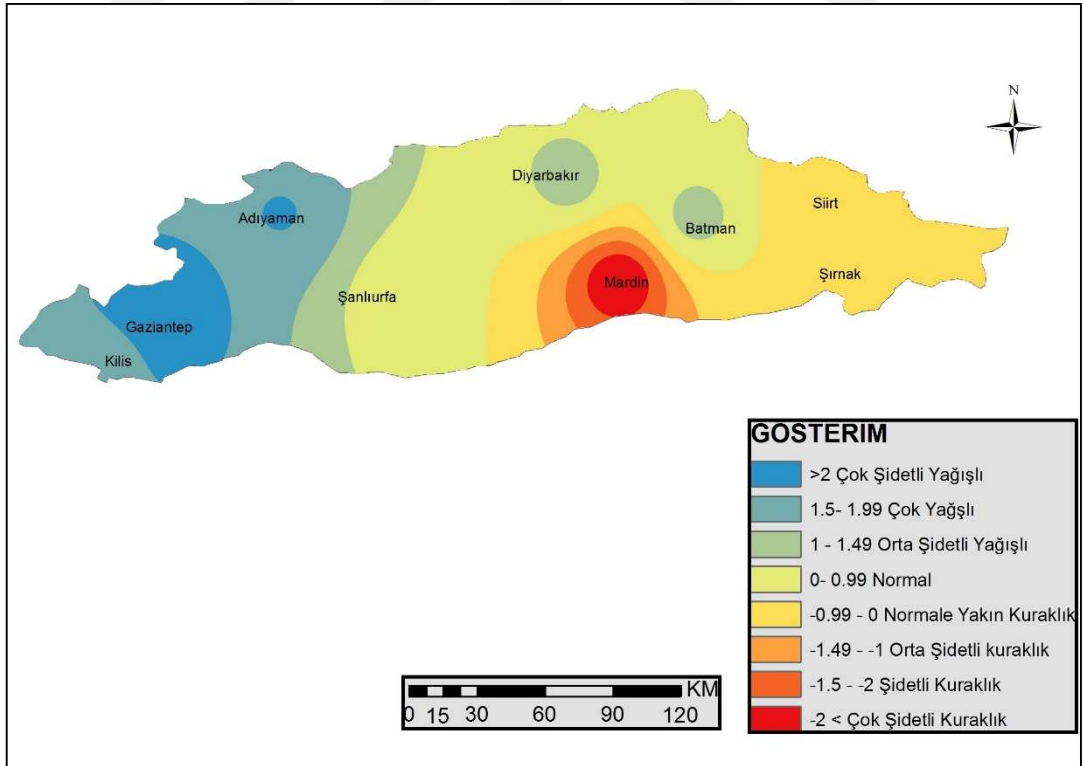
Şekil 4.29. 1988 Ocak SPI-3 Haritası



Şekil 4.30. 1988 Ocak SPI-6 Haritası



Şekil 4.31. 1988 Ocak SPI-12 Haritası



Şekil 4.32. 1988 Ocak SPI-24 Haritası



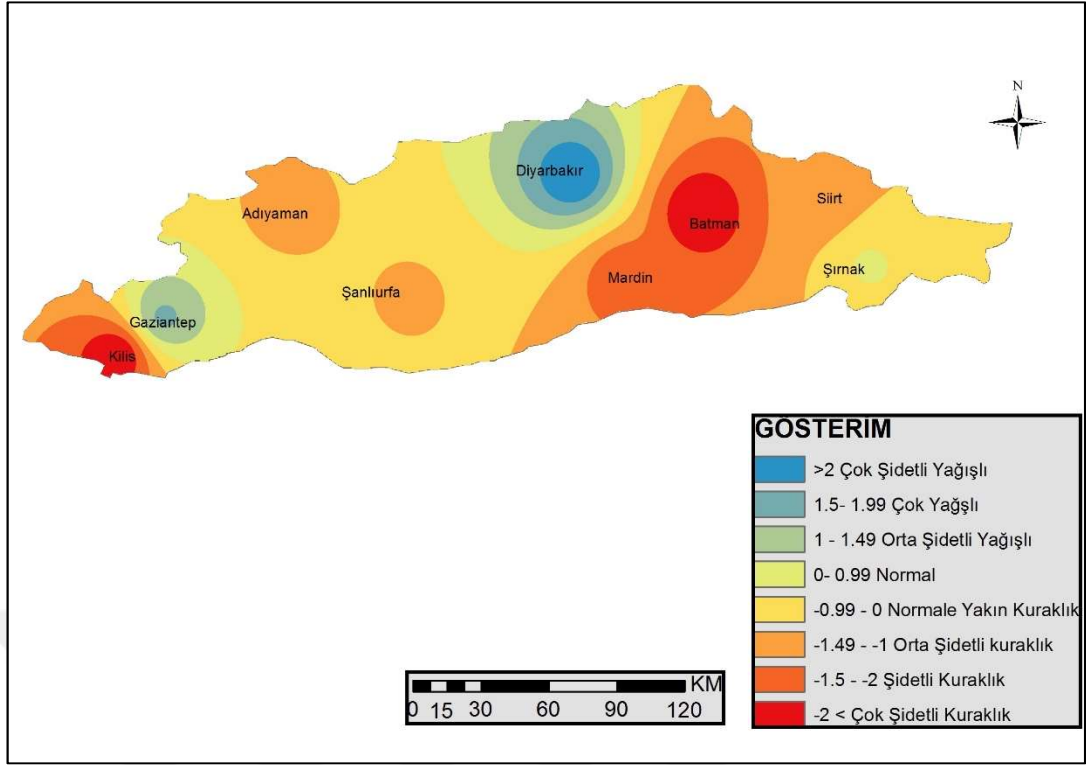
#### **4.7.6. 1988 Nisan Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi**

1988 yılı Nisan ayı 3 aylık SPI haritası incelendiğinde Bölgenin genelinde kurak koşullar hakim olup, Diyarbakır İlinde çok şiddetli yağış koşulları etkilidir. (Şekil 4.33).

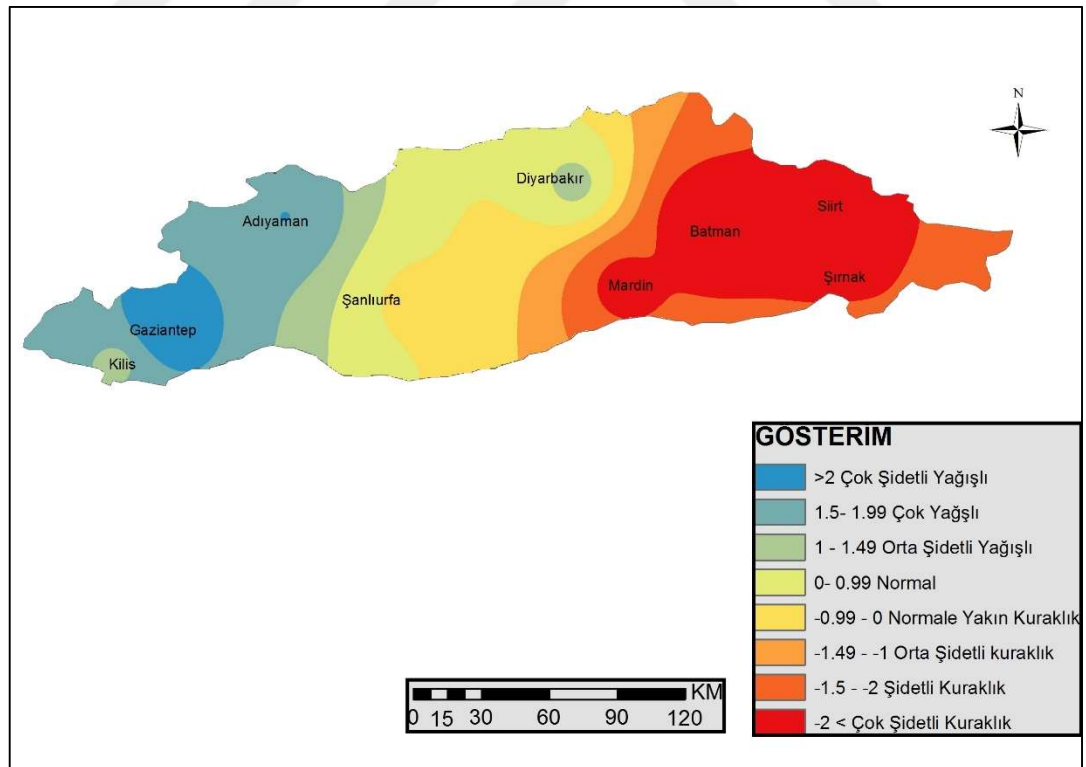
6 aylık SPI haritası incelendiğinde Bölgenin batı kesimlerde yağışlı koşulların, bölgenin doğu kesimlerinin ise kurak koşulların hakim olduğu görülmektedir (Şekil 4.34).

12 aylık SPI haritası incelendiğinde Bölgenin batı kesimlerde yağışlı koşulların, bölgenin doğu kesimlerinin ise kurak koşulların hakim olduğu görülmektedir (Şekil 4.35).

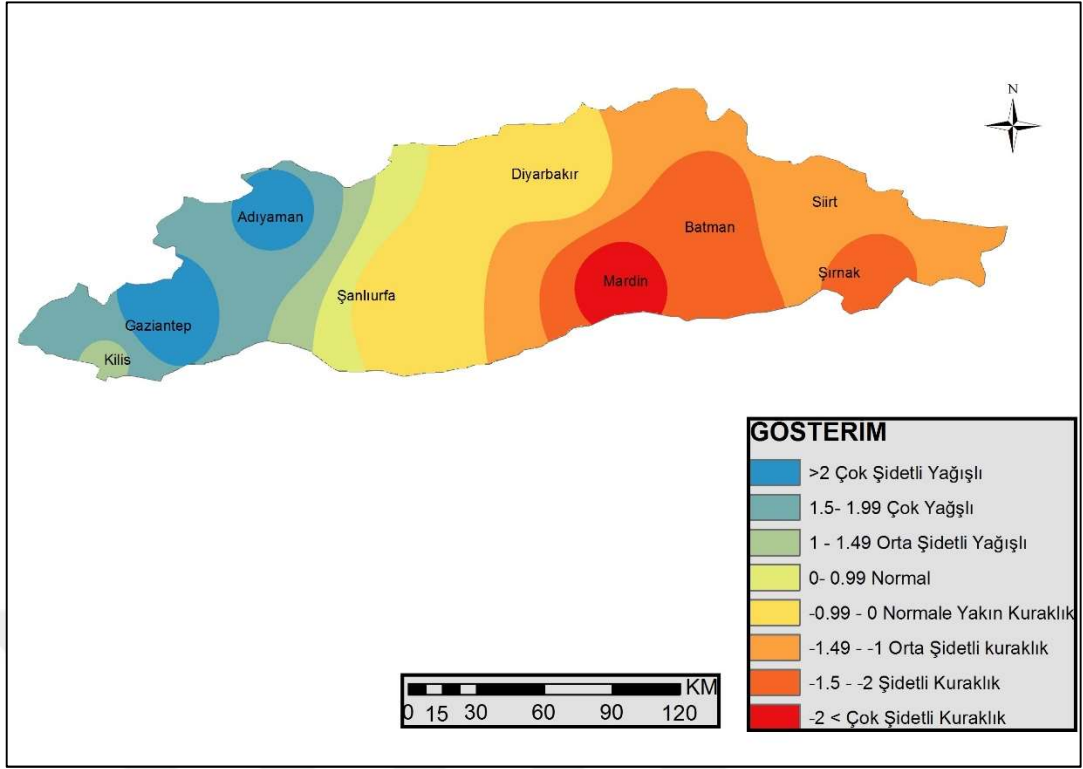
24 aylık SPI haritası incelendiğinde Gaziantep, Adıyaman ve Diyarbakır İllerinde yağış koşulları hâkimken, Diğer kesimlerde ise kurak koşullar hakimdir (Şekil 4.36).



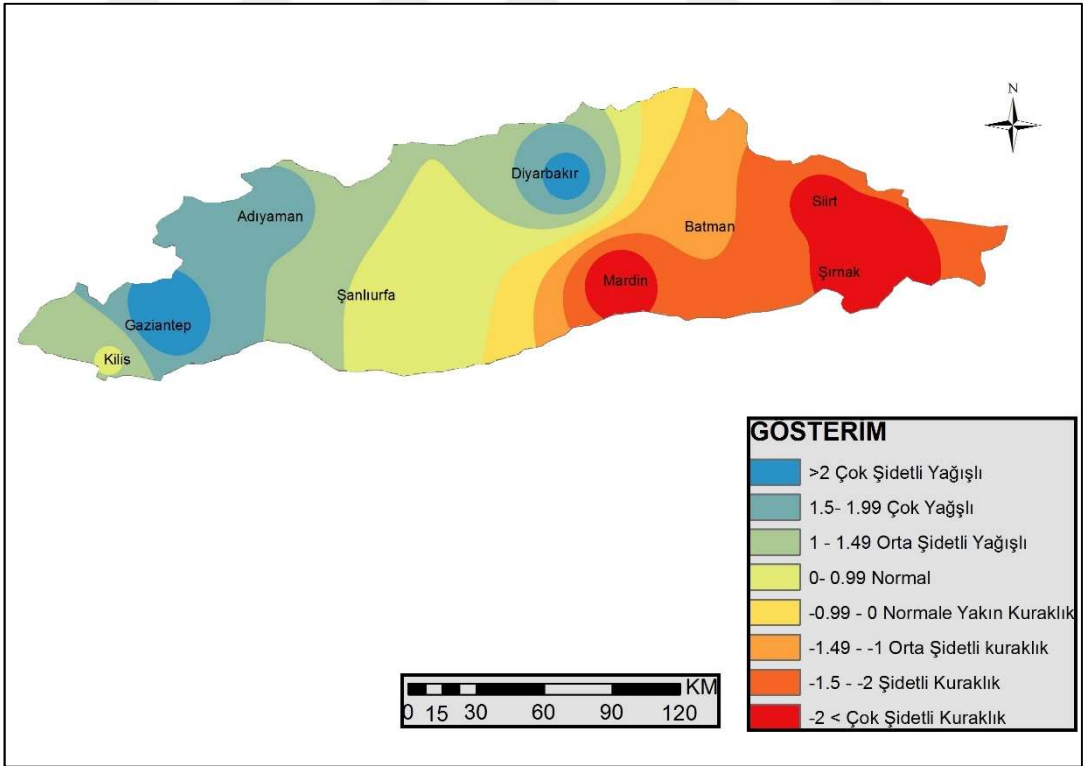
Şekil 4.33. 1988 Nisan SPI-3 Haritası



Şekil 4.34. 1988 Nisan SPI-6 Haritası



Şekil 4.35. 1988 Nisan SPI-12 Haritası



Şekil 4.36. 1988 Nisan SPI-24 Haritası

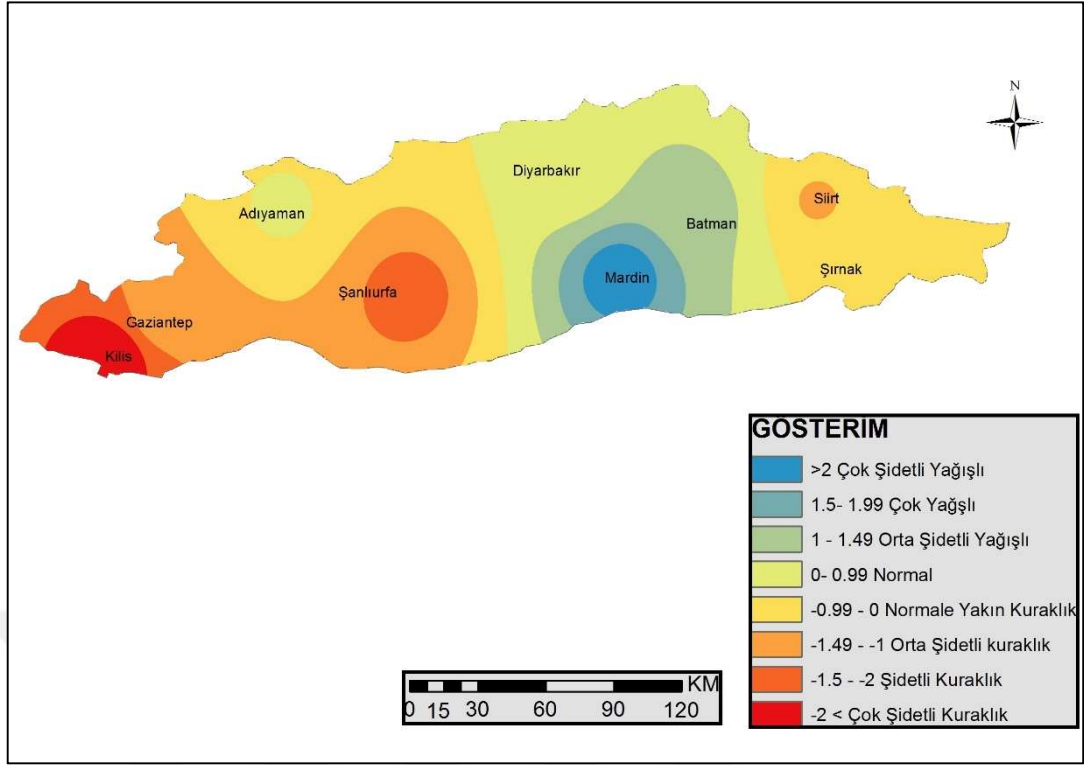
#### **4.7.7. 1988 Aralık Kuraklığının SPI Haritaları ile Analizi**

1988 yılı Aralık ayı 3 aylık SPI haritası incelendiğinde Bölgenin genelinde kurak koşullar hakim olup, Mardin İlinde çok şiddetli yağış koşulları etkilidir. (Şekil 4.37).

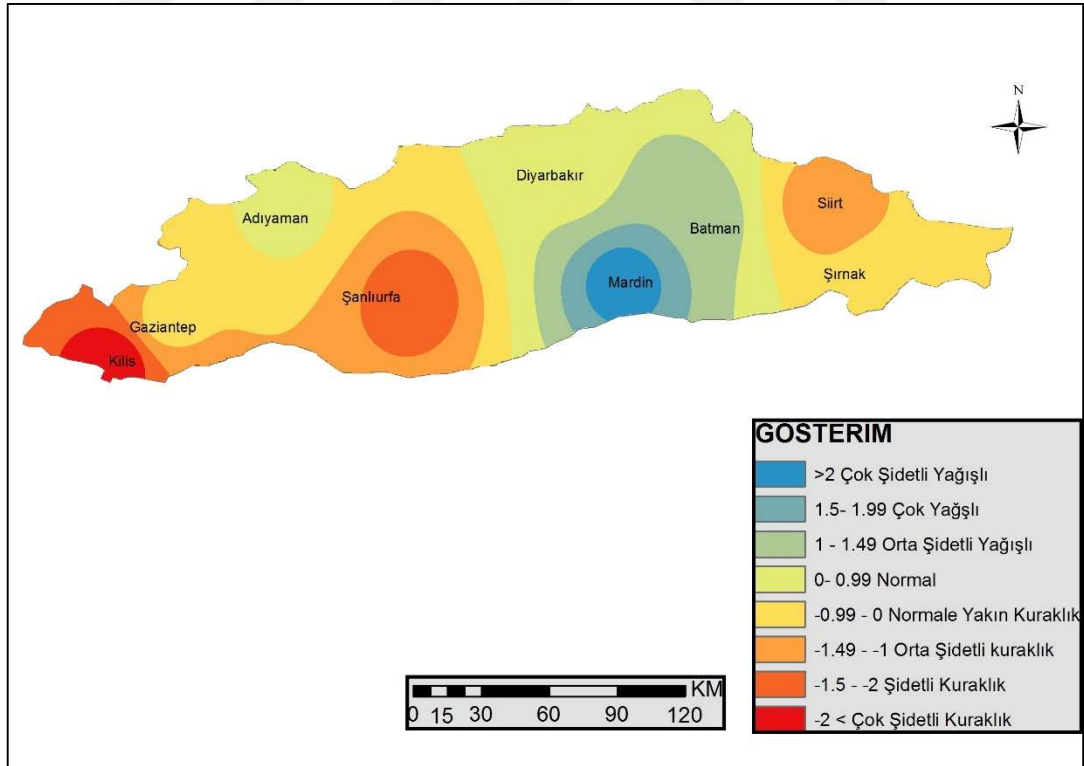
6 aylık SPI haritası incelendiğinde Bölgenin genelinde kurak koşullar hakim olup, Mardin İlinde çok şiddetli yağış koşulları etkilidir (Şekil 4.38).

12 aylık SPI haritası incelendiğinde Gaziantep, Adıyaman ve Diyarbakır İllerinde yağışlı koşullar hakimken, geri kalan kesimlerde kurak koşulların hakim olduğu görülmektedir (Şekil 4.39).

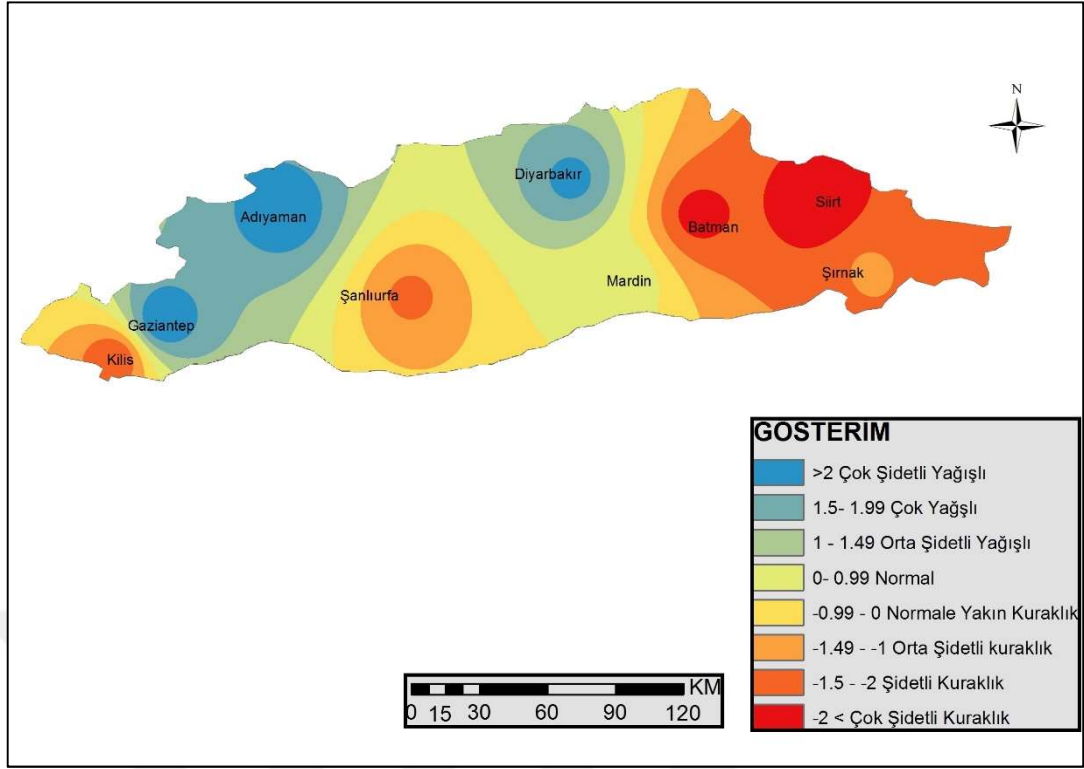
24 aylık SPI haritası incelendiğinde Gaziantep, Adıyaman ve Diyarbakır İllerinde yağışlı koşullar hakimken, geri kalan kesimlerde kurak koşulların hakim olduğu görülmektedir (Şekil 4.40).



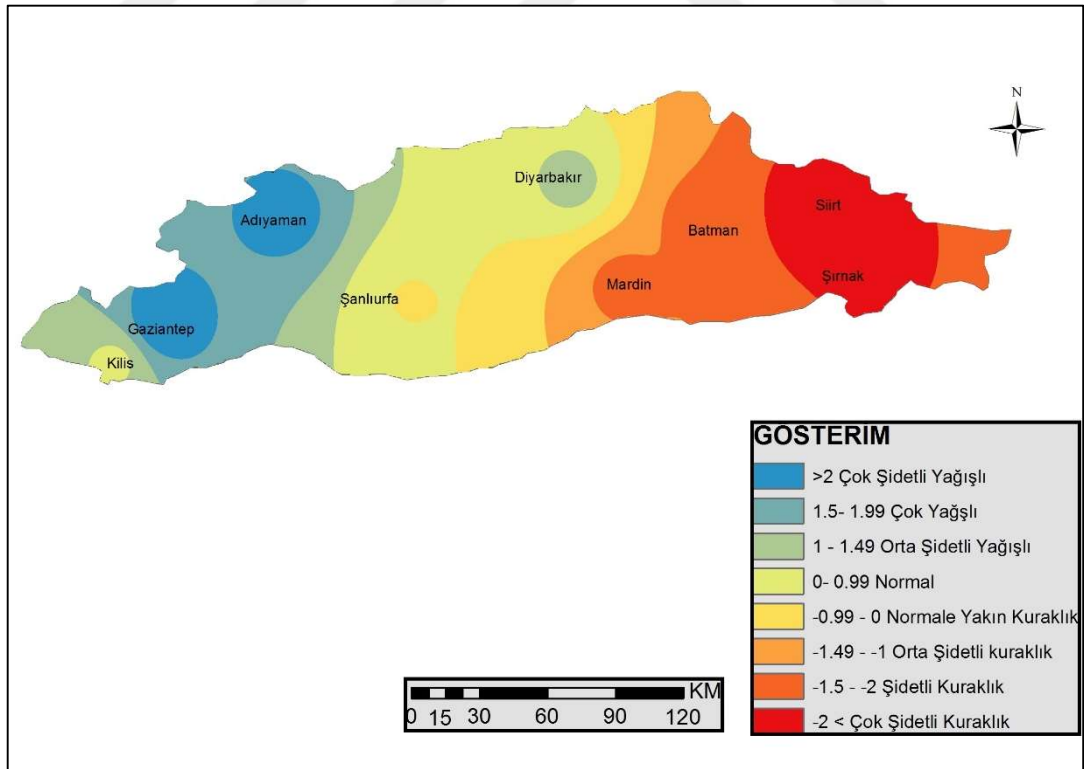
Şekil 4.37. 1988 Aralık SPI-3 Haritaları



Şekil 4.38. 1988 Aralık SPI-6 Haritaları



Şekil 4.39. 1988 Aralık SPI-12 Haritaları



Şekil 4.40. 1988 Aralık SPI-24 Haritaları

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi için 1970-2017 yılları arasındaki 48 yıllık uzun dönemi kapsayacak şekilde, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) kullanılarak kuraklık analiz edilmeye çalışılmıştır. Bölgede bulunan 9 ile ait istasyonlardan yağış verileri alınarak 3, 6, 12 ve 24 aylık SPI değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca; söz konusu SPI değerlerine Mann-Kendall eğilim testi uygulanmıştır.

Çalışma sonucunda Güneydoğu Anadolu Bölgesinde en çok yağış alan ilin 697,1 mm ile Şırnak olduğu, en az yağış alan ilin ise 431,0 mm ile Şanlıurfa olduğu tespit edilmiştir. Bölgede bulunan 9 ilin aldıkları yağışların ortalama % 50'si sonbahar aylarında gerçekleşmiştir. SPI verileri incelendiğinde Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaklaşık olarak % 65 oranında normal kuraklık şartlarının, % 5 oranında ise çok şiddetli kuraklıkların hüküm sürdüğü görülmektedir. Şiddetli ve çok şiddetli kuraklık toplamları dikkate alındığında, kuraklığın üç aylık dönemler için % 10.76-%14.76, altı aylık dönemler için %12.96-%16.29, on iki aylık dönemler için %12.57-%17.7 ve yirmi dört aylık dönemler için %11.56-%17 arasında değiştiği görülmekte olup, bu veriler bize Güneydoğu Anadolu bölgesi için orta şiddetin üzerinde bir kuraklığın görülme riskinin her zaman var olduğunu göstermektedir. Gaziantep, Şırnak ve Adıyaman illerinde hem kısa dönem (3 ve 6 aylık) hem de uzun dönem(12-24 aylık) SPI değerleri artan eğilim göstermektedir. Diğer taraftan Mardin'de tüm SPI'lar ölçeğinde azalan eğilim görülmekte olup uzun dönem kuraklık ölçeğinde Kilis ve Şanlıurfa illerinde de azalan bir eğilim olduğunu söylemek mümkündür. Başka bir anlatımla bölge illerinden Mardin, Kilis ve Şanlıurfa'nın kuraklığa karşı en hassas iller arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, kuraklığa karşı alınması gereken önlemlerin bu bölgelerden başlatılarak planlanması önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi için oluşturulmuş olan yaklaşım sadece SPI indeksini konu almaktadır. Literatürde bulunan ve evapotranspirasyon kayıplarını da dikkate alarak analizler yapabilen diğer kuraklık indeksleriyle benzer çalışmaların yapılması kuraklığın şiddetinin, dağılımının ve eğiliminin analiz edilmesinde fayda sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Türkman, F., A. Atiem, I. Nil Havzası Su Potansiyeli: Kısa, Orta Ve Uzun Süreli Su Talebi Tahminlerinin Karşılabilirliği. I. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 22-26 Eylül, 2003, İzmir. (Bildiriler Kitabı)
- [2] Saada, N., Abu-Romman, A. Multi-site modeling and simulation of the standardized precipitation index (SPI) in Jordan. *Journal of Hydrology*. 2017,14, 83-91.
- [3] Logan, K.E., Brunsell, N.A., Jones, A.R., Feddema, J.J. Assessing spatiotemporal variability of drought in the US central plains. *Journal of Arid Environment*. 2010, 74 (2), 247-255.
- [4] Manatsa, D., Mukwada, G., Siziba, E., Chinyanganya, T. Analysis of multidimensional aspects of agricultural droughts in Zimbabwe using the Standardized Precipitation Index (SPI). *Theoretical and Applied Climatology*. 2010, 102 (3-4), 287-305.
- [5] Patel, N.R., Yadav, K. Monitoring spatio-temporal pattern of drought stress using integrated drought index over Bundelkhand region, India. *Natural Hazards*. 2015, 77(2), 663-677.
- [6] Raziei, T., Saghafian, B., Paulo, A.A., Pereira, L.S., Bordi, I. Spatial patterns and temporal variability of drought in Western Iran. *Water Resources Management*. 2009, 23, 439-455.
- [7] Zhai, L., Feng, Q. Spatial and temporal pattern of precipitation and drought in Gansu Province Northwest China. *Natural Hazards*. 2009, 49, 1-24.
- [8] Pamuk, G., Özgürel, M., Topçuoğlu K. Standardize Yağış İndeksi (SPI) ile Ege Bölgesinde Kuraklık Analizi. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2004, 41 (1), 99-106.
- [9] Yeğnidemir, M.K. İç Anadolu Bölgesinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) Metodu İle Kuraklık Analizi. *Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Anabilim Dalı, Kırıkkale*, 2005, 173 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- [10] Yıldız O. Standart Yağış İndisi (SYİ) Metodu İle Kırıkkale İlinde Kuraklık Analizi. 21. Yüzyılın Başında II. Kırıkkale Sempozyumu, 13-14 Mart, 2008, Kırıkkale.
- [11] Kıymaz, S., Güneş, V., Asar M. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Seyfe Gölünün Kuraklık Dönemlerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2011, 28(1), 91-102.
- [12] Arslan, O., Bilgil, A., Veske O. Standart Yağış İndisi Yöntemi ile Kızılırmak Havzası'nın Meteorolojik Kuraklık Analizi. *Niğde Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2016, 5 (2), 188-194.



- [13] Kankal, M., Nacar, S., Uzlu, E. Status of hydropower and water resources in the Southeastern Anatolia Project (GAP) of Turkey. *Energy Reports*. 2016, 2, 123-128.
- [14] McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. *The AMS 8th Conference on Applied Climatology*. 1993, Anaheim, USA.
- [15] Tarawneh, Z.S., Elgaali, E.A., Hamdi, M.R. Bi-site analysis of meteorological drought duration: theoretical modeling and application. *Water Resources Management*. 2009, 23 (14), 3005-3018.
- [16] Ganguli, P., Reddy, M.J. Evaluation of trends and multivariate frequency analysis of droughts in three meteorological subdivisions of western India. *International Journal of Climatology*. 2014, 34, 911-928.
- [17] Zhang, Y., Cai, W., Chen, Q., Yao, Y., Liu, K. Analysis of changes in precipitation and drought in Aksu River Basin, Northwest China. *Advances in Meteorology*. 2015, 215840.
- [18] Guttman, N.B. Accepting the standardized precipitation index: A calculation algorithm. *Journal of the American Water Resources Association*. 1999, 35 (2), 311-322.
- [19] Angelidis, P., Maris, F., Kotsovinos, N., Hrissanthou, V. Computation of drought index SPI with alternative distribution functions. *Water Resources Management*. 2012, 26 (9), 2453-2473.
- [20] Thom, H.C.S. A note on the gamma distribution. *Monthly Weather Review*. 1958, 86 (4), 117-122.
- [21] WMO (World Meteorological Organization). *Standardized Precipitation Index User Guide*. WMO No: 1090, 2012, Geneva, Switzerland.
- [22] Mann, H.B. Nonparametric tests against trend. *Econometrica*. 1945, 13 (3), 245-259.
- [23] Kendall, M.G. *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin, 1975, London, UK.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Yılmaz GÜNGEN

Doğum Yeri ve Yılı : Şırnak, 1983

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : [yilmazgungen@gmail.com](mailto:yilmazgungen@gmail.com)

### **Eğitim Durumu**

Lise : Diyarbakır Yunus Emre Lisesi, 2000

Lisans : Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İnşaat Müh. Bölümü, 2008

### **Mesleki Deneyim**

Şırnak İl Özel İdaresi 2009-2015

ABK İnşaat 2018-halen